

# FOLIA FORESTALIA 439

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1980

---

---

PENTTI NISULA

---

TUTKIMUKSIA KANTOHERBISIDIN  
LEVITTÄMISESTÄ RAIVAUSAHALLA

---

STUDIES ON STUMP HERBICIDE  
SPRAYING USING A BRUSH SAW

---

- 1978 No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta.  
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä.  
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.  
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasiemenen satoisuuteen.  
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.  
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Pblebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.  
*Pblebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla.  
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- No 375 Metsätilastollinen vuosikirja 1977—1978.  
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.  
Control measurements of birch logs.
- 1979 No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.  
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa.  
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.  
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa.  
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.  
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.  
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löyttyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhouista.  
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.  
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.  
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76.  
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesimyyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.  
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.  
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoittamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.  
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.  
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter et al. -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä.  
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter et al. with a needle cast epidemic on Scots pine.

FOLIA FORESTALIA 439

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Pentti Nisula

TUTKIMUKSIA KANTOHERBISIDIN LEVITTÄMISESTÄ  
RAIVAUSAHALLA

Studies on stump herbicide spraying using a brush saw

ODC 362:414.2  
ISBN 951-40-0457-4  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. *Folia For.* 439:1—19.

Tutkimuksessa selvitetään nesteen käyttäytymistä, kun se syötetään käynnissä olevan pyöröterän lapepintaan. Neste jakautuu silloin kahteen osaan: roiske- ja adheesiovedeksi. Roiskevesi lentää suoraan terältä ulos, mutta adheesiovesi kiertää terälapteen mukana ja lentää pieninä pisaroina terän ympäristöön. Pirs-kottumisen välttämiseksi tutkimuksessa ehdotetaan käytettäväksi pistesuihkua, joka ei ollenkaan pääse terän kanssa kosketuksiin. Silloin kantoherbisidin levittäminen kantoon voi tapahtua altistamatta työntekijää kantoherbisidin vaikutuk-selle.

Tutkimuksessa esitetään lopuksi tuntovarteen perustuva sähköinen ajoitusjärjes-telmä, jotta mahdollisimman vähän pistesuihkusta lentäisi kannon ohi luontoon.

---

The behaviour of a herbicide solution when it is injected onto the face of a rotating circular saw blade is examined in this study. The liquid consists of two fractions: spray water and adhesive water. Spray water flies straight off the blade, but adhesive water is carried round on the blade and flies off in all directions as small droplets. In order to prevent droplet formation, it is recommended that solid stream injection be used, the liquid not actually coming into contact with the face of the rotating blade at all. Stump herbicide can thus be sprayed onto the stump without any danger of the operator being affected by the herbicide.

An electrical discharge system, fitted onto the stem of the brush saw, which would reduce the possibility of the solid stream flying past the stump onto the surrounding vegetation and soil, is also presented in the study.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. YLEISTÄ .....	5
3. KOKEILUN TULOKSET .....	7
31. Sitkeän aineen käyttökokeet .....	7
32. Veden pirskoutuminen pyöröterältä .....	8
4. SAHAUSAIKA .....	13
5. TERÄN OHI KANNONKYLKEEN TAPAHTUVA KANTOHERBISIDIN LEVITTÄMINEN .....	15
6. LAITEKEHITTELYYN LIITTYVÄÄ .....	17
KIRJALLISUUTTA .....	19

## 1. JOHDANTO

Tavallisin terä raivaussahoissa on pyöröterä, mutta ketjuterääkin on kokeiltu (L e h t o n e n 1976). Molempiin terälajeihin on liitetty lisälaitteita herbisidien ja fungisidien levittämiseksi kanton kaatosahauksen yhteydessä. Varsinkin suomalaiset ovat olleet tässä työssä mukana.

Jo vuonna 1967 kirjoitti Juvalla asuva maanviljelijä K. L i p s a n e n Maili Aution Keksintörahastolle: "Olen suunnitellut menetelmän, jolla pyritään ehkäisemään metsäpuiden juuri- ja kantovesojen muodostuminen jo välittömästi kaadon yhteydessä, sekoittamalla vesomista estävää hormooni- tms. ainetta esimerkiksi moottorisahan terävoiteluöljyyn tai saattamalla sellainen aine leikkaavaan laitteeseen liitettävällä välineellä välittömästi kanton" (L i p s a n e n 1967). Myöhemmin L i p s a n e n muotoili ajatuksensa patenttivaatimukseksi: "Raivaussaha, tunnettu siitä, että sen kiinteässä yhteydessä on laite, jolla vesottumiseen vai-

kuttavat aineet saatetaan suoraan leikkaavan terän välityksellä leikkauspinnalle" (L i p s a n e n 1973), kuva 1.

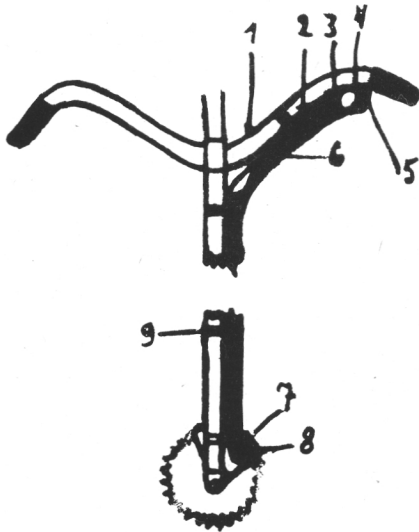
L i p s a n e n joutui odottelemaan Maili Aution Keksintörahaston ohjeita niin pitkään, että metsäteknikko Alpo M ä k i n e n Lipsasesta aivan tietämättä haki patentin selostetun ratkaisun mukaiselle laiteyhdistelmälle (M ä k i n e n 1972). Tämän jälkeen on sitten esitetty useita uusia ehdotuksia herbisidilaitteiden yhdistämiseksi raivaussahaan, mm. T a k a l o ja N i s u l a (1975), N i s u l a ja T a k a l o (1976), S o l a (1976), T a k a l o (1977), M a r t t i n e n ja R u o t s a l a i n e n (1978 a ja b), P e s o n e n (1978), S o l a (1978) ja V ä h ä n i k k i l ä (1978).

Kantoherbisidien levittämiseen tarkoitettuilla lisälaitteilla varustettujen raivaussahojen käytöstä on tehty muutamia työn tuotosta ja sen kustannuksia selvitteleviä tutkimuksia, kuten H e i n o (1972), H e i n o ym. (1973), H o k k a ja H e r r a n e n (1976), H o k k a ja V ä h ä n i k k i l ä (1977) sekä L a i t i n e n ja T a k a l o (1978).

Ajatus kantoherbisidin levittämiseksi raivauksen sahaustapahtuman kanssa samanaikaisesti on hyvä. Vaikeutena on kuitenkin ollut ruiskutettavan kantoherbisidin kohdistaminen vain käsiteltävään kanton. Aine on pyrkinyt nimittäin leviämään myös ympäristöön ja altistamaan työntekijän herbisidin vaikutukselle.

Aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole juuri analysoitu raivaussahauksessa käytetyn kantoherbisidinesteen leviämistapahtumaa, mikä takia sen tarkkailu on otettu tämän tutkimuksen tavoitteeksi. Samalla on pyritty etsimään sellainen laiteratkaisu, jolla kantoherbisidin leviäminen käsiteltävän kannon ulkopuolelle voitaisiin välttää.

Tutkimusmateriaalin keräyksessä ovat avustaneet opiskelija Jaakko N i s u l a ja työnjohtaja Juhani K o r h o n e n, joista viimeksi mainittu on osallistunut myös aineiston käsittelyyn. Käsikirjoituksen ovat lukeneet mh. Kullervo E t h o l é n, prof. Pentti H a k k i l a ja prof. Matti K ä r k k ä i n e n. Kiitän saamastani avusta.



Kuva 1. Maanvilj. K. Lipsanen patenttihakemukseensa liittämä periaatepiirros raivaussahaan liitettävästä kantokäsittelylaitteesta (L i p s a n e n 1973).

Fig. 1. Drawing of the stump treatment device fitted onto a brush saw that was included in K. Lipsanen's patent application (L i p s a n e n 1973).

## 2. YLEISTÄ

Niin kuin kappaleet yleensäkin, niin myös raivaussahan terä vetää määräsuuruisella voimalla puoleensa terälle joutuneita neste-pisaroita (adheesio) ja nestepisarat puolestaan pyrkivät pysymään koossa (koheesio). Kun adheesio on koheesiota suurempi pisaramuoto häviää, ja pisarat kalvottuvat terän pinnalle.

Jos terä kastellaan puhtaalla vedellä ( $\eta = 0,073$ ) ja vedellä, jonka pintajännitystä on alennettu, niin jälkimmäistä tarttuu terälle herkemmin kuin edellistä. Jos adheesiokalvolla peittynyt pyöröterä alkaa pyöriä niin kalvo ohentuu keskipakovoiman vaikutuksesta ensin ja myöhemmin vielä haihtumisilmiön takia, jopa niin että terän pinta vähitellen kokonaan kuivuu. Jos tällaisen terän keskiöön syötetään jatkuvasti sopiva määrä uutta nestettä, stabiloituu pyörivän terän adheesiokalvo määräpaksuiseksi terän keskiöstä kehää kohti siirtyväksi nestevirtaukseksi. Tämä terän yli liukuva kalvo repeää sitten pyörivän terän ulkokehältä uloslentäviksi nestepisaroiksi. Adheesiokalvon muodostamaa vyöhykettä terällä voidaan luonnollisesti kaventaa siirtämällä syöttöpistettä kehälle päin. Jos syöttöpisteeseen tuodaan liian paljon nestettä, irtautuu siitä adheesioveden ylimenevä osa ja lentää pyörivän terän ohi pyörivässä terässä esiintyvien voimien resultanttivektorin suuntaan ja roiskuu terän yli *roiskevetenä* (-nesteinä).

Terän lappeeseen kiinnittynyt *adheesiovesi* (-neste) voidaan ohjata kantopintaan antamalla terän lapepinnan laahata kanto-leikkausta vasten tai suuntaamalla terältä pisaroina roiskuva adheesiovesi kannolle. Edellisessä tapauksessa huomattava osa adheesionesteestä voidaan ohjata kantopintaan, kun taas jälkimmäisessä tapauksessa suuri osa siitä saattaa roiskua käsiteltävän kannon ulkopuolelle.

Roiskeena lentävä herbisidi-neste voidaan suunnata parhaiten kantaan sahaamalla sillä teräkohdalla, josta roiskevesi pääasiassa lentää ulos ja tahdistamalla nesteen syöttö ja puun sahaustapahtuma samanaikaisiksi.

Seuraavassa asetelmassa esitetään muutamia lukuarvoja erilaisten nesteiden pintajännityksen ja viskositeetin arvoista.

Neste	Pintajännitys ( $\delta$ ) Pa	Viskositeetti ( $\eta$ ) cP
Eetteri	..	0,235 <sup>2)</sup>
Tärpätti	0,028 <sup>2)</sup>	..
Vesi	0,073 <sup>1)</sup>	1,005 <sup>2)</sup> $\left\{ \begin{array}{l} 0^\circ\text{C } 1,792^{2)} \\ 100^\circ\text{C } 0,284^{2)} \end{array} \right.$
Glyseriini	0,065 <sup>1)</sup>	1,480 <sup>2)</sup>
Elohopea	0,476 <sup>1)</sup>	

Lähde: 1) Freundlich (1930)  
2) Niini (1966)

Etholén (1978) on määrittänyt pintajännityksen kantoherbisidiemulsioilla stalagmometria käyttäen ja saanut mm. seuraavat pisaraluvut:

Koeaine	Pisaraluku
Solubilisoiu MCPA	167
MCPA-amini + polttoöljy	128
MCPA-amini + torjuntavaahto 2	111
Roundup + vesi + Citowett	147
Vesi	51

Nämä luvut näyttävät, miten kantoherbisidiemulsioiden pintajännitys on huomattavasti pienempi kuin veden. Tämän takia raivaussahan pyöröterälle kalvottuu helpommin herbisidiemulsiot kuin vesi, mutta tämän takia emulsiot myös herkemmin kuin vesi pirskoutuvat pois pyörivältä terältä.

Myös nesteen sisäinen kitka eli viskositeetti ( $\eta$ ) antaa kuvan siitä, miten herkästi neste kalvottuu terälappeeseen. Mitä suurempi on nesteen viskositeetti, sitä enemmän nestepisarot vastustavat terälle kiinnittymistä (esim. glyseriini, öljy jne.) mistä johtuen ne herkästi myös lentävät pyörivältä terältä ulos.

Kun neste pisaroituu, sen pinta-ala kasvaa. Jos ajatellaan gramman suuruista vesimäärää, niin voidaan laskea seuraavat teoreettiset pinta-alat, jos pisara oletetaan pallon muotoiseksi.

Pisaran läpimitta, mm	Pisaroiden yhteenlaskettu suhteellinen vaippapinta-ala
12,4	1
2,0	6
0,5	25
0,1	120
0,005	2 500

Kuta pienempiä pisarat ovat, sitä herkemmin ne joutuvat ilmavirtausten mukaan. Seuraavasta asetelmasta nähdään se tuulen nopeus, joka vielä voisi estää vesipisaroiden putoamisen maahan.

Pisaran läpimitta, mm	Pisaran putoamisen estävän kohtisuoraan ylöspäin käyvän tuulen nopeus, m/s
12,4	11,7
2,0	4,7
0,5	2,4
0,1	1,1
0,005	0,2

Pisarakoko 0,5 mm vastaa kevyttä ja 0,1 mm sumuista sadetta sekä 0,005 mm sumua. Pisarakoon alittaessa 0,001 mm alkaa veden ja ilman seos muodostua suspensioksi (Spraying System Co 1977).

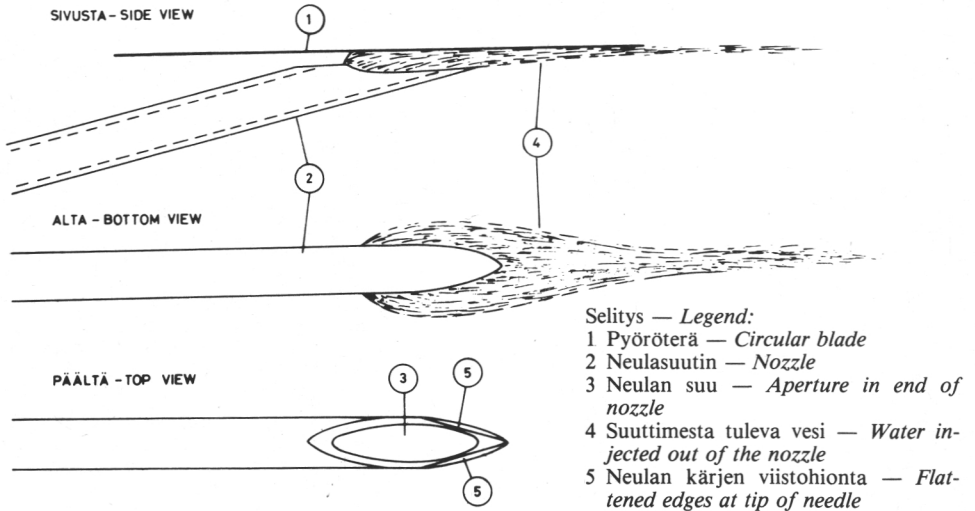
Luonnossa ilman liike on melkein aina turbulენტista. Toisin sanoen yksittäiset ilmaosaset liikkuvat ristiin rastiin aivan epämääräisiä ratoja myöten ns. Reynolds'in turbulenssi -ilmiön mukaisesti (Franssila 1949). Tämän dynaamisen vaihdon ohella ilmassa esiintyy termistä vaihtoa, kun

lämmin ylösnouseva ilma korvautuu ylhäältä laskeutuvalla kylmemmällä ilmalla.

Ilmanvaihto aiheuttaa sen, että esim. koirun siemenen keskimääräinen leviämismatka on 0,3 km, voikukan siemenen 10 km ja männyn siitepölyn 40 km silloin, kun tuulen nopeus on 6 m/s ja vaihtokerroin 20 g/cm<sup>3</sup> (Franssila 1949). Eräissä kokeissa kuivaa sumua vastaavassa tilanteessa esiintyvät vesakontorjunta-aineen pisarat (ø 0,005 mm) ajautuivat hiljaisella tuulella (1,3 m/s) yli 11 km (Etholén 1978).

Kun raivaussahan terän pyörimisnopeus vaihtelee 3 000—11 000 r/min, muuttuilee sen kehänopeus 35—130 m/s. Teräkehän yli kulkeva neste joutuu voimakkaan ilmavirtauksen alueelle ja sillä on mahdollisuus terän hampaissa pilkkoutua hyvinkin pieniksi pisaroiksi. Tämän takia herbisidinesteet tulisi ohjata kohteeseensa mahdollisimman yhtenäisenä terään koskemattomana nestevirtauksena.

Roiskevedellä on mahdollisuus hajota jo terän hammaskehän sisäpuolella pisaroiksi. Jos vesi johdetaan pyörivälle terälle hajoitettavasta suuttimesta tai kiinteänä pistesuihkuna epäedullisesta suunnasta, niin tästä vedestä huomattava osa tai kaikkikin voi irrota terältä ja hajota pisaroiksi jo ennen hammaskehää. Jos neste sen sijaan ohjataan terälle sopivasta suunnasta ja oikein muotoillusta, esimerkiksi injektioneulan tapaisesta suuttimesta, voidaan neulasta syöttyvä



Kuva 2. Injektioneulasta tehty suutin ja siitä pyörivään terälappeeseen syöttyvä vesi kaavamaisesti esitettyinä.  
Fig. 2. Spray nozzle made from a syringe needle and artist's impression of water being injected onto the face of the rotating blade.



vesi ohjata pyörivän terän muodostamaan imuun. Tällöin vesimassa voi pysyä ehjänä aina terältä ulosvirtaukseen saakka. Kuvassa 2 havainnollistetaan tällainen tapaus. Siinä neulasuutin on sijoitettu raivaussahaan pyöröterän alapuolelle terän tangentin kanssa samansuuntaisesti, ja se kohtaa viis-

tosti alhaalta päin terälappeen. Kun suutin kärjestään viistetään vielä sisäänpäin ja asetetaan oikean välin päähän pyörivältä terältä, purkautuu syöttövesi ehjänä virtauksena terälapelle, jossa sillä on mahdollisuus pirsaroitumatta jakautua kahteen päävirtaan: adheesio- ja roiskevedeksi.

### 3. KOKEILUN TULOKSET

#### 31. Sitkeän aineen käyttökokeet

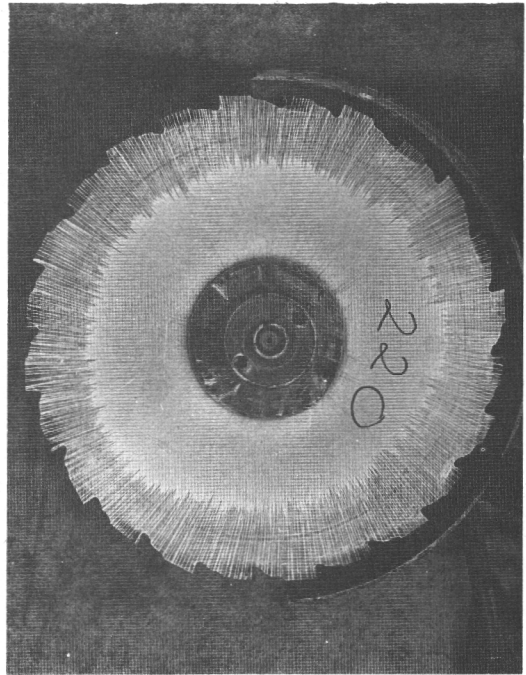
Kuvan 3 avulla voidaan tarkkailla adheesiokalvoa pyöröterällä, jonka kierrosnopeus oli 6 000 r/min. Terän keskiöön suihkutettiin aerosolimaalia, joka terän pyöriessä levisi pitkin terälapetta keskiöstä kehää kohti yhtenäiseksi ohueksi maalivaipaksi, kunnes kalvo vähän matkan päässä hammaskehältä rikkoutui maalijuoviksi. Tämä vaipan rikkoutuminen johtui todennäköisesti terävärinästä.

Kuvasta 4 nähdään pyöröterälle sivellyn notkean savilietekerroksen muodon muutoksia terän pyörimisnopeuden lisääntyessä. Kierrosnopeudella 3 800 r/min lentää jo kaikki pyörimisliikkeellä irrotettavissa oleva saviliete terältä pois. Se vähäinen määrä savea, joka terässä vielä tällöin on jäljellä, on poistettavissa vain mekaanisesti — esimerkiksi siten, että annetaan pyörivän terälappen hangata sahattua kantopintaa vasten.

Kokeissa huomattiin, että sopivasti ohennettu saviliete pysyi kiinni pyörivän terän lappeessa tiukemmin kuin vesi-herbisidiemulsio. Teoriassa tuntui siis mahdolliselta vähentää kantoherbisidin roiskumista ohi sahattavan kantopinnan esim. siten, että herbisidi sekoitettaisiin savitahnaan tai muuhun sen tapaiseen ja siirrettäisiin pyörivän terän lappeen hankauksen välityksellä kantaan. Havaittiinkin, että savisherbisiditahnan levittäminen kantaan tällä tavoin oli mahdollista, jos terän kannonpuoleista haritusta sopivasti vähennettiin, jolloin terän lapepinta pääsi laahaamaan pitkin kantopintaa. Voitiin kuitenkin havaita, että nytkin osa savisherbisiditahnasta lensi kannon ohi luontoon. Tällä savitahnalla ei ollut kuitenkaan minkäänlaisia mahdollisuuksia jou-

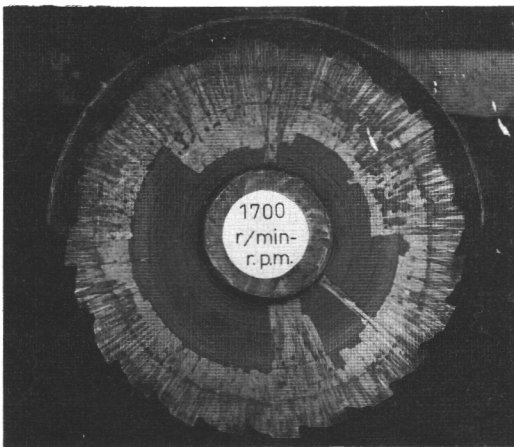
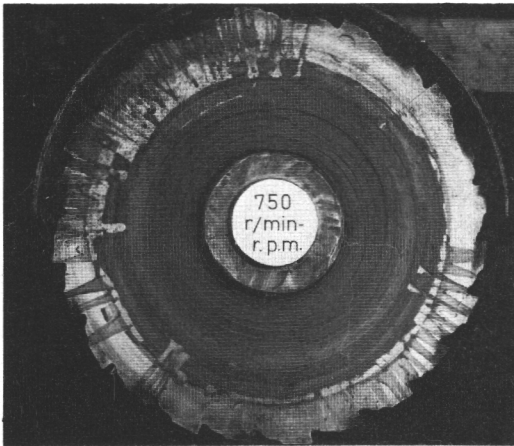
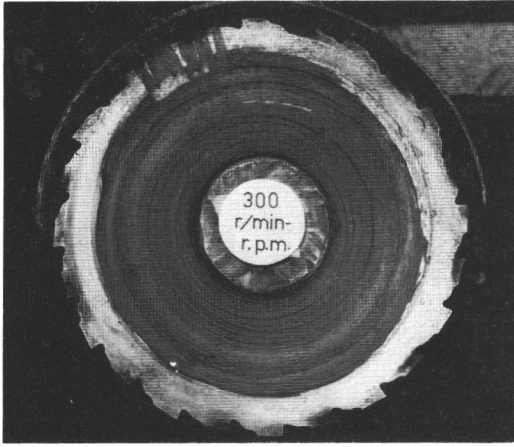
tua sahankäyttäjän hengityselimiin.

Mainituissa kokeissa käytettiin 5 mm paksuisesta messinkiputkesta muotoiltua neulasuutinta, johon savisherbisiditahna painettiin auton rasvapumpulla. Rasvapumppua ladattaessa voitiin käyttää valmiiksi savisherbisiditahnalla täytettyjä patruunoita samaan tapaan kuin vaseliinipatruunoita käytetään auton rasvauksen yhteydessä.



Kuva 3. Pyörivälle terälle ruiskutetun aerosolivärin jakautuminen adheesiokalvoksi ja kalvon rikkoutuminen ennen teräkehää 6 000 r/min pyörivässä terässä.

Fig. 3. Distribution of the aerosol stain sprayed onto the rotating blade to form an adhesive film and rupture of the film near to the edge of the blade rotation speed of 6 000 r.p.m.



Kuva 4. Notkean savilietteen sinkoutuminen pyöröterältä pyörimisnopeuksilla 300, 750 ja 1 700 r/min.  
 Fig. 4. Splattering of a viscous clay slurry from the blade at rotation speeds of 300, 750 and 1 700 r.p.m.

### 32. Veden pirs-koutuminen pyöröterältä

Jatkokokeissa käytettiin herbisidiemulsion sijasta pääasiassa vettä. Tähän oli pakkasilmoilla sekoitettu pakkasnestettä.

Aluksi tarkasteltiin pyörivältä terältä pirs-koutuvan veden leviämistä kuvan 5 mukaisessa koejärjestelyssä (A). Pyöröterän taakse pystytettiin terän kanssa samankeskisesti taivutettu aaltopahvi, johon pyörivältä terältä ulossinkoutuva vesi voitiin pyydystä silmävaraista tarkastelua varten.

Veden terälle syöttöön käytettiin messinki-putkesta muotoitua neulasuutinta, joka oikein asetettuna antoi terälle ehjän vesi-virtauksen.

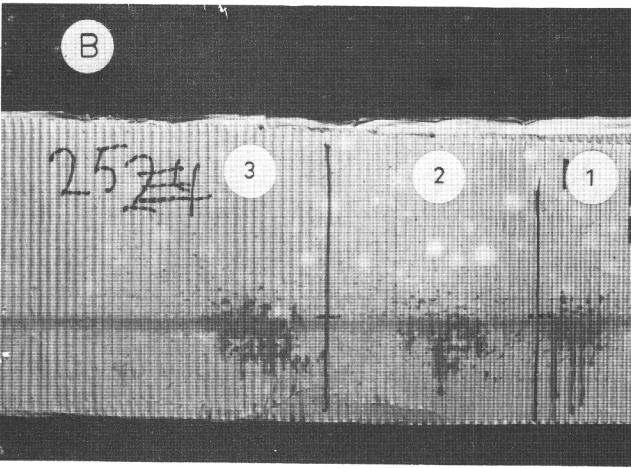
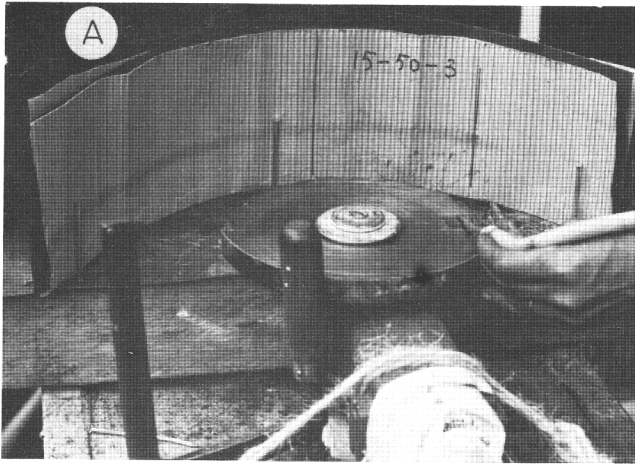
Suutinta pidettiin 7, 17 ja 27 mm etäisyydellä terän hammastyvestä. Terän pyörimisnopeutena käytettiin arvoja 750, 1 700, 3 800, 6 000 ja 8 100 r/min. Vesi syötettiin suuttimeen injektioruiskusta noin 196 kPa (2 kg/cm<sup>2</sup>) paineella. Kussakin osakokeessa käytettiin kerrallaan vettä 5 g.

Adheesiovetenä pirs-koutuva vesi viskautui taustapahville kapeaksi vesinauhaksi, mutta roiskevesi lensi sen sijaan terältä kasapääksi sen mukaan, millä kohtaa terää syöttösui-tinta kulloinkin pidettiin. Tämä nähdään kuvan 5 alaosan (B) esityksestä.

Harittamatonta terää käytettäessä adheesiovedestä muodostunut vesinauha tuli selvästi näkyviin kaikilla teränopeuksilla. Sen sijaan tavalliseen tapaan molemmin puolin haritettuna terää käytettäessä vesinauha alkoi hahmottua näkyviin vasta, kun terän pyörimisnopeus laski alle 3 800 r/min. Tämä havainto viittaa siihen, että adheesiovesi jälkimmäisessä tapauksessa — suurilla nopeuksilla — pilkkoutui haritetun terän ham-paissa enemmän kuin harittamattoman.

Yleisenä ilmiönä oli havaittavissa, että adheesioveden määrä vähentyi ja roiskeveden määrä lisääntyi, jos terän kierrosno-peutta nostettiin.

Kuvan 6 esittämän koejärjestelyn avulla kerättiin lisätietoa terälle syötetyn vesimäärän jakautumisesta. Tällöin neulasuuttimesta syötetty vesi pyydystettiin umpinaiseen 30-asteiseen avautuvaan alumiinikaukaloon. Oikeanpuoleisesta osakuvasta selviää roiskeveden massaosuus terän erilaisilla pyörimisnopeuksilla. Pienillä teränopeuksilla — aina 3 800 r/min saakka — kaukaloon joutui vain 20—30 % syötetystä vedestä. Suurilla nopeuksillakin — jotka vastaavat varsinaista

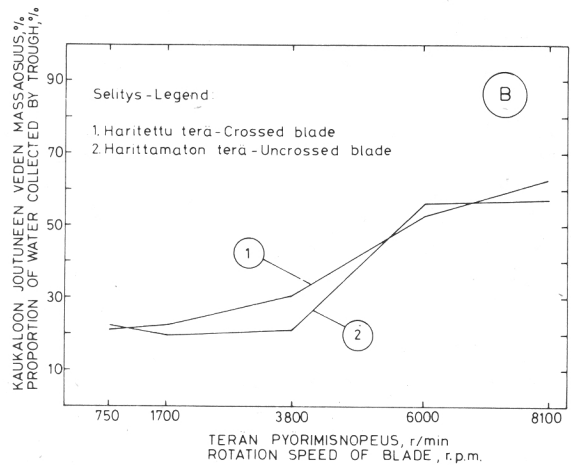
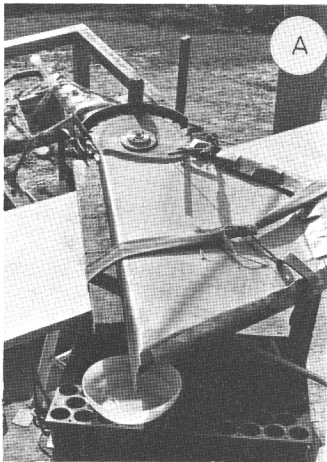


Selitys — Legend:

- 1 = Syöttösuutin 7 mm terän hammastyvestä — Nozzle placed 7 mm from the base of the toothed/edge
- 2 = Syöttösuutin 17 mm terän hammastyvestä — Nozzle placed 17 mm from the base of the toothed/edge
- 3 = Syöttösuutin 27 mm terän hammastyvestä — Nozzle placed 27 mm from the base of the toothed/edge

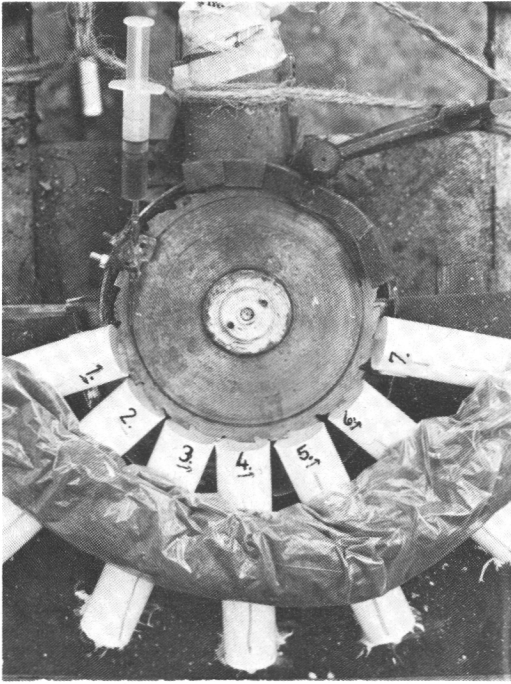
Kuva 5. Koejärjestely (A) ja esimerkiksi (B) adheesio- ja roiskeveden pirs-koutumisesta terän taakse asetettuun pahviin. Terän pyörimisnopeus 3 800 r/min.

Fig. 5. Experimental set-up (A) and example (B) of the splattering of adhesive water and water spray onto cardboard placed at a fixed distance around the edge of the blade. Rotation speed of 3 800 r.p.m.



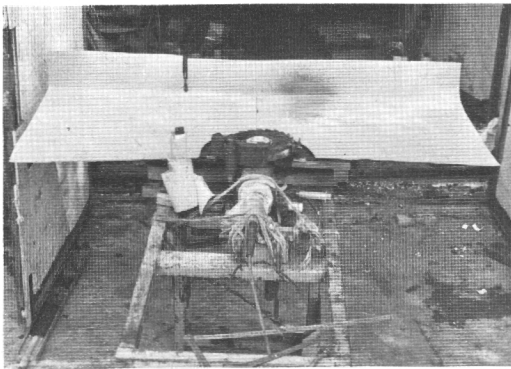
Kuva 6. Koejärjestely (A) ja sillä aikaansaatu tulos (B) alumiinikaukaloon pyydystetyn veden massaosuudesta (%) terän eri pyörimisnopeuksilla.

Fig. 6. Experimental set-up (A) and proportion of injected water (%) collected by the aluminum trough at different rotation speeds.



Kuva 7. Koejärjestely syöttöveden keräämiseksi pyydysputkiin 1—7. Roiskevesi näytti mahtuvan kokonaisuudessaan putkiin 2—3. Putkiin 4—7 kerääntyi adheesiovetä suunnilleen sama määrä kuhunkin putkeen.

*Fig. 7. Experimental set-up for collecting water spray in collecting tubes 1—7. The sprayed water appeared to be collected entirely in tubes 2 and 3. Approximately the same amount of adhered water was collected in each of tubes 4—7.*



Kuva 8. Koejärjestely, jossa tarkkailtiin värjätyn veden roiskumista teräkehän yli kaltevasti terään nähden asetetulle aaltopahville.

*Fig. 8. Experimental set-up to show spraying of waterstain from rotating blade onto a comigated cardboard sheet set up at a sloping argle.*

käytännön sahausnopeutta — yli 40 % syöttövedestä kulki pyydyskaukalon ohi.

Erillisellä lisäkokeella (kuva 7), jossa syöttövesi kerättiin teräkehälle asetettuihin pyydysputkiin, havaittiin roiskeveden jäävän alle 30-asteisen pyydyssektorin osaan. Muihin sektoreihin ajautuvat vesimäärät olivat keskenään suunnilleen yhtä suuria. Tämä viittaa siihen, että adheesiovetä riitti tasaisesti ympäri teräkehää.

Kuvassa 8 nähdään koejärjestely, jolla oli mahdollista havainnollistaa roiskeveden leviäminen käytettäessä eri kierrosnopeuksia ja veden eri syöttökohtia. Roiskevesi pyydystettiin n. 25° kulmassa nousevalle aaltopahville. Syöttövesi oli värjätty siniseksi ja sitä käytettiin kutakin ajokertaa kohden 10 g. Kokeessa syöttökohtina olivat 7, 17 ja 27 mm:n etäisyydet terän hammastyvestä.

Roiskevesivirtauksen havaittiin taittuvan terällä teräkehää kohti noin 7—11° kulmassa ja siten, että kallistuma suureni syöttökohdan etäisyyden hammastyvestä kasvaessa. Sen sijaan pyörimisnopeuden vaikutus roiskevesivirtauksen kallistumaan oli vähäisempi. Syöttöveden suuttimen sijainti vaikuttaa siis ratkaisevasti siihen, millä kohtaa roiskevesi ylittää terän hammastehän. Yllä mainittuja vaihtoehtoja käytettäessä roiskevesi lensi teräkehän yli noin kello 14—14.30 kohdalla. Kun siis roiskevesi halutaan sahattaessa kohdistaa kantoleikkaukseen, tulee katkaisusahauksen tapahtua sillä kohtaa terää, missä roiskevesi ylittää teräkehän, muuten roiskevesi lentää kannon ohi maastoon.

Kuvasta 9 nähdään selostetun koejärjestelyn mukaiset tulokset roiskevesikuvioina. Siitä havaitaan, että terän pyörimisnopeudella 1 700 r/min roiskevesi hajaantuu vähiten. Tätä suuremmilla nopeuksilla sen muodostama kuvio kasvaa, ja yksittäisiä roiskevesipisaroita lentää laajemmallekin alueelle. Mainittuja pienemmällä nopeudella eli 750 r/min roiskevesipisarot hajautuvat myös laajemmalle alalle jopa yrittävät kulkeutua terälappeen mukana terän pyörimissuuntaan.

Kuvan 10 mukaisen koejärjestelyn avulla pyrittiin edelleen selvittämään terältä viskautuvan syöttöveden leviämistapahtumaa. 6 000 r/min liikkuva terä asennettiin 10 cm:n korkeudelle poimupeltisestä alustasta, jonka leveys oli 170 cm ja pituus 220 cm. Alusta

oli reunoistaan vähän koholle kaarrettu ja alaspäin viettävä. Syöttövesi johdettiin pyörivän terän alapuolelle neulasuuttimesta (syöttöteho 7 cm<sup>3</sup>/s). Terä pyöri myötäpäivään. Syöttösuutin sijaitsi aluspellin keskimäisen poimun kohdalla. Poimupellille pudonnut syöttövesi valui pellin poimuja myöten keräysastioihin.

Jokaisessa kokeessa syötettiin terälle sama määrä eli 6 250 g vettä. Tällöin huomattiin, että astioihin kertyneen valuveuden ja pelliltä kuivauspyyhkeeseen imeytyneen veden määrä jäivät kokeesta toiseen 5,3–12,5 % syötetyn veden kokonaismäärää pienemmäksi. Tämä syöttövedestä hävinnyt osa — syöttöhukka — näytti poistuvan pölyämällä poimupeltialustan ulkopuolelle tuulen ja pyörivän terän aiheuttamien ilmvirtausten mukana.

Kuvasta 11 nähdään poimupellille kerääntyneen syöttöveden määrän kumulatiivinen kehitys pellin leveyden kasvaessa. Kuvasta voidaan havaita, että syöttövesi jakautuu kaikissa koevaihtoehdoissa (1–6) koko pellin leveydelle (= 170 cm). Mielenkiintoista on myös havaita, että huomattava osa syöttövedestä kulkeutuu pyörivän terän terälappeen mukana — siis adheesiovetenä — syöttösuuttimen ympäri sen toiselle puolelle eli sijoittuu x-akselin arvoille 50–100 %. Näin näyttää käyvän varsinkin tapauksissa 1, 2 ja 4, joissa yli 60 % syöttövedestä ajautuu suuttimen ympäri sen toiselle puolelle. Käytettäessä harittamatonta terää ja neulasuutinta (5), vain 25 % syöttövedestä kulkeutuu suuttimen ympäri, pääosan levi-

Selitys — Legend:

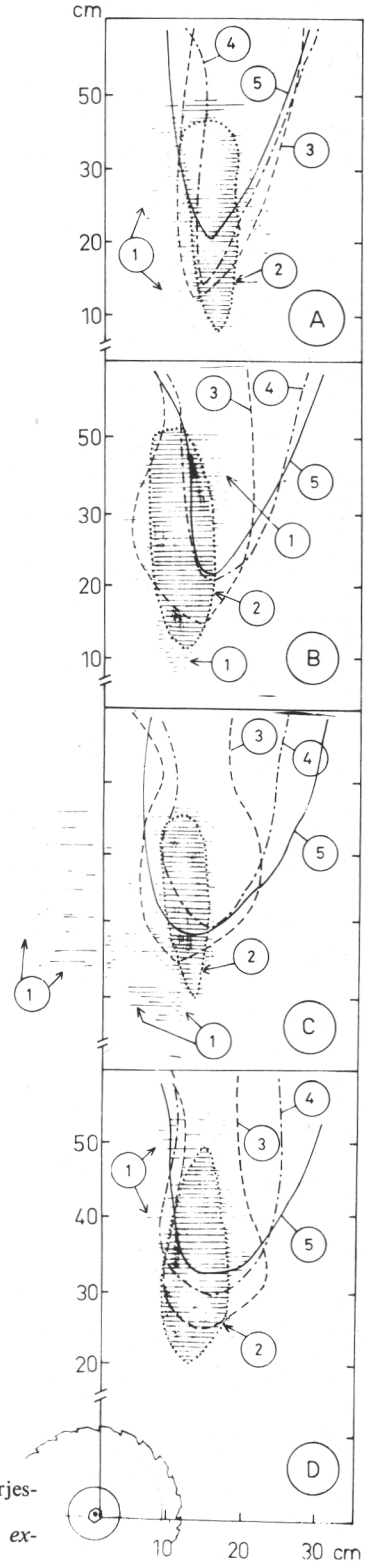
Neulasuuttimen etäisyys pyöröterän hampaan tyvestä teräkeskiöön päin mitattaessa —  
Radial distance between  
the spray nozzle and base of the  
teeth on the edge of the blade

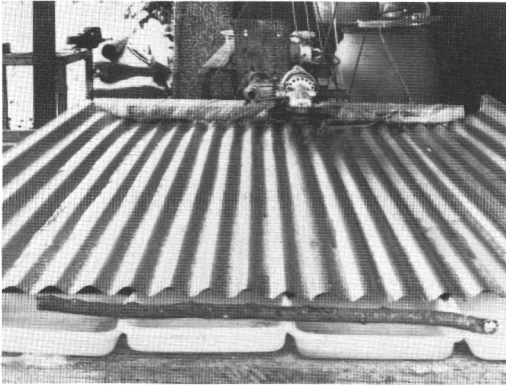
Terän pyörimis- ja kehänopeudet —  
Rotational speed and edge  
velocity of blade

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| A 7 mm (harittamaton terä) —<br>(uncrossed blade)  | 1. 750 r/min — r.p.m. 10 m/s   |
| B 17 mm (harittamaton terä) —<br>(uncrossed blade) | 2. 1700 — — 22                 |
| C 27 mm (harittamaton terä) —<br>(uncrossed blade) | 3. 3800 r/min — r.p.m. 50 m/s  |
| D 17 mm (haritettu terä) —<br>(crossed blade)      | 4. 6000 r/min — r.p.m. 79 m/s  |
|  | 5. 8100 r/min — r.p.m. 107 m/s |

Kuva 9. Esimerkkejä roiskeveden leviämisestä kuvan 8 mukaisessa koejärjestelyssä.

Fig. 9. Examples of the spreading of the water spray obtained with the experimental set-up shown in Fig. 8.



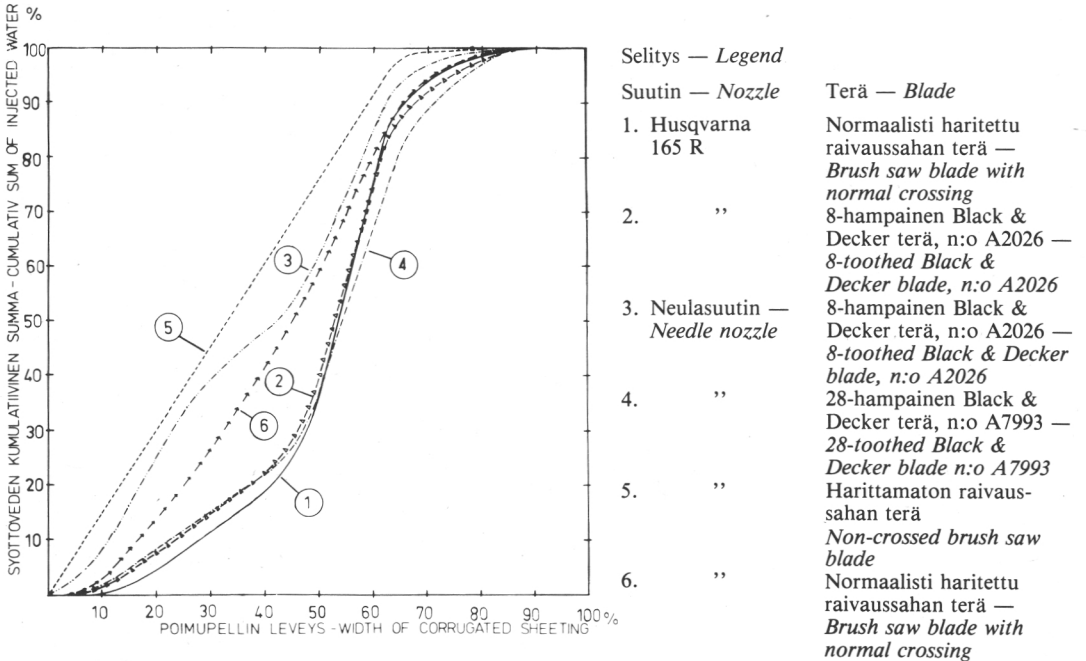


Kuva 10. Koejärjestely pyöröterältä pirskoutuvan syöttöveden pyydystämiseksi peltipoimuja myöten keräysastioihin.

Fig. 10. Experimental set-up for collecting the water spray sprayed from the circular blade via the grooves in corrugated sheeting.

nessä tasaisesti roiskeveden puolelle  $x:n$  arvoihin 0—50 %. 8-hampainen B & D -terä (3) ja normaalisti haritettu raivaussahan terä (6) neulasuuttimella varustettuina levittävät syöttöveden samalla tavalla runsaasti roiskeveden puolelle ja vähemmän toiselle puolelle eli  $x:n$  arvoille 50—100 %.

Kokeen mukaan nesteen levittäminen pyöröterälle siten, että syöttövesi yritetään pyörivän terän kautta siirtää kantaan, aiheuttaa helposti nesteen leviämistä luontoon. Käytännön raivaustyössä tätä voidaan tosin osittain estää sahaamalla siten, että kanto joutuu roiskeveden kohdalle ja että adheesiovesi pyyhkäistyy terän lappeesta poikkisahaattavaan kantaan.



Kuva 11. Syöttöveden kumulatiivinen jakauma 170 cm (= 100 %) leveälle poimupellille käytettäessä terän pyörimisnopeutena 6 000 r/min. Koejärjestely kuvassa 10.

Fig. 11. Cumulative distribution of injected water over 170 cm-wide corrugated sheeting using a blade rotation speed of 6 000 r.p.m. Experimental set-up as in Fig. 10.

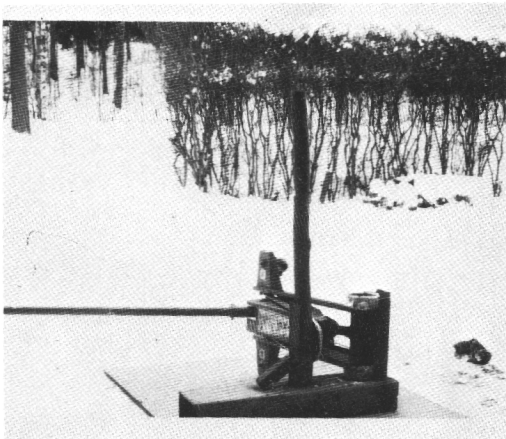
#### 4. SAHAUSAIKA

Kannon käsittely kantoherbisidillä tulisi suorittaa samanaikaisesti kaatosahauksen kanssa. Tällöin työkustannukset voisivat jäädä pieniksi. Nesteen syöttö ja kaatosahaus tulisi tahdistaa samaan aikaan tapahtuviksi, sillä muutoin voi kantoherbisidiä joutua runsaastikin kohteen ulkopuolelle luontoon.

Koepenissä, joka nähdään kuvassa 12, koesahattiin 1,5, 3,5 ja 5,5 cm paksuja kaatotuoreita haapakeppejä. Sahaussessa käytettiin Husqvarna 165 R -mallista raivaussahaa maksimikierroksilla (8000 r/min) ja eri terätyyppiä seuraavasti:

- A. Tavallista 24-hampaista raivaussahan terää,  $\varnothing$  225 mm:  
 — molemmin puolin haritettuna (1)  
 — alapuolinen haritus poistettuna (2)
- B. Black & Decker -mallisia kovametallihampaisia teriä,  $\varnothing$  235 mm:  
 — 28-hampaisena (3)  
 — 8-hampaisena (4)  
 — 8-hampaisena ja alapuolinen haritus melkein kokonaan poistettuna (5)  
 — 2-hampaisena (6)

Lisäksi käytettiin Jobu Companion -tyypistä raivaussahaa, varustettuna 15 hampaisella ketjuterällä, jota ajettiin sahan maksiminopeudella 11 000 r/min (7).



Kuva 12. Koepenki, johon sahattava haapakeppi puristettiin pystyyn.

Fig. 12. Test bench on which the aspen branch to be sawn was clamped upright.

Käytetyt terättyypit avaavat sahausraon vähän eri tavoin. Haritukseen perustuvissa terissä (1, 2, 7) tarvitaan kahden peräkkäisen hampaan työstö, jotta sahausrako tulisi avatuksi täyteen leveyteensä raon pohjaa myöten. Sen sijaan kovametallikärjin varustetut terät (3—6) työstävät sahausraon hammas hampaalta valmiiksi pohjaa myöten. Seuraavassa asetelmassa esitetään terätyypeittäin työstökertojen suhteelliset määrät.

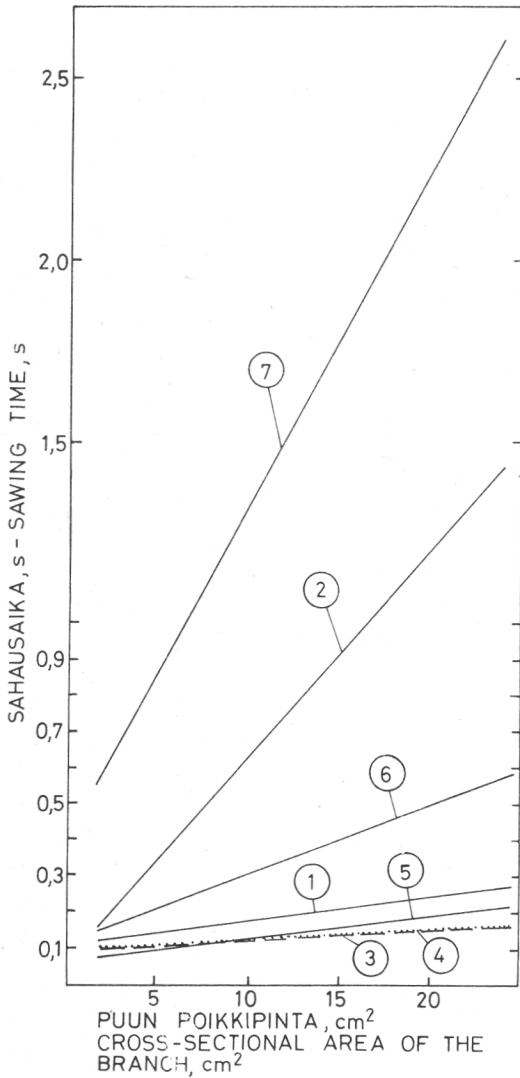
Terätyyppi	Sahan kierrosnopeus r/min	Työstökertojen suhteellinen määrä
A (1)	8 000	1
(2)	8 000	1
B (3)	8 000	2,33
(4)	8 000	0,67
(5)	8 000	0,67
(6)	8 000	0,17
C (7)	11 000	0,16

Hammastyöstöjä tapahtuu siis ajassa mitattuna eniten kovametallikärjin varustetulla 28-hampaisella pyöröterällä B (3) ja vähiten ketjuterällä C (7).

Ketjuterän hammastyöstön nopeutta voitaisiin mahdollisesti kohottaa lähes A-ryhmän terien (1—2) tasolle, jos sen jokainen vetolenkki varustettaisiin kovametallihampaalla.

Edellä esitettyjä tietoja ja näkökohtia voidaan käyttää apuna tulkittaessa kuvaa 13. Sahausajat on laskettu filminauhalla. Kuvasta huomataan, että terävaihtoehdoilla B (3—5) on saavutettu hieman nopeampi sahaustulos kuin tavanomaista molemmin puolin haritettua terää A (1) käytettäessä. 2-hampaisella terälläkin B (6), jonka hampaiden työstönopeus on verrattain hidas, on vielä saavutettu varsin hyvä tulos.

Kantoherbisidin levittämisen kannalta on mielenkiintoista todeta, että tavallista vesakkoa ( $\varnothing$  1—6 cm) raivattaessa puun poikileikkausaika saattaa olla vain 0,1—0,2 s. Tänä aikana tulisi myös kannon käsittely herbisidiliuoksella tapahtua. Käytännössä saatetaan kohdata suuria vaikeuksia mainittujen toimenpiteiden ajoittamisessa aivan samanaikaisiksi.



Selitys — Legend

1. Tavallinen 24-hampainen, molemmin puolin haritettu terä — Normal 24-toothed blade with crossing on both sides
2. Edellinen terä, josta alapuolinen haritus oli poistettu — Same blade as 1. but crossing on lower side removed
3. 28-hampainen kovametallihampailla varustettu terä m/Black&Decker n:o A7993 — 28-toothed blade fitted with hardened teeth, Black & Decker n:o A7993
4. Edellinen terätyyppi 8-hampaisena m/Black&Decker n:o A2026 — Same type of blade as in 3., but with 8 teeth only, Black & Decker n:o A2026
5. Edellinen terätyyppi, josta alapuolinen haritus melkein kokonaan poistettu ohentamalla terälappua — Same type of blade as in 4., but crossing on lower side almost completely removed by filing down the edge of the hardened teeth
6. 2-hampainen kovametallihampain varustettu terätyyppi, tehty terästä m/Black&Decker n:o A2026 poistamalla kuusi terälappua — 2-toothed type of blade fitted with hardened teeth. Made from Black & Decker n:o A2026 by removing six of the hardened teeth
7. Ketjuterä — Chain blade

Kuva 13. Haapapuun poikkisahausaika erilaisia teriä käytettäessä. Pyöröterien (1—6) pyörimisnopeus oli 8 000 r/min, ja ketjuterän vetorattaan pyörimisnopeus 11 000 r/min.

Fig. 13. Time taken to saw through the aspen branch using different types of blade. The rotation speed of the circular blade (1—6) was 8 000 r.p.m. and the rotation speed of the driving cog-wheel of the chain blade was 11 000 r.p.m.

Laitinen ja Takalo (1978) ovat mitanneet vesakon raivaustyön tehoajan. Tämän tiedon ja kuvan 13 perusteella on voitu kaavailla, että pelkkä poikkileikkausaika

pyöröterillä saattaa olla vain 5—11 % ja ketjuterällä noin 15 % vesakon raivaustyön tehoajasta. Kantoherbisidin ruiskuttaminen siis tapahtuisi vain mainittuna osatyöaikana.



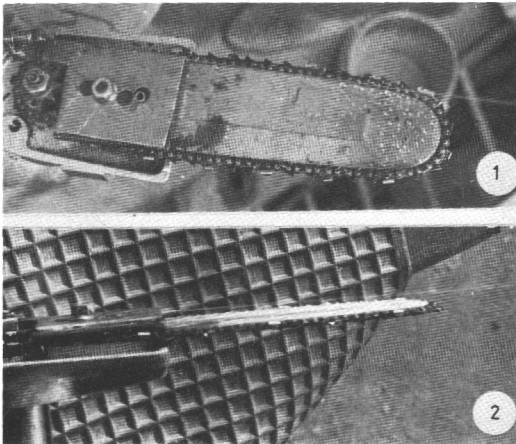
## 5. TERÄN OHI KANNON KYLKEEN TAPAHTUVA KANTOHERBISIDIN LEVITTÄMINEN

Kuten edellä on todettu, pyöröterää koskettava syöttöneste jakautuu terän pyöriessä kahteen osaan, adheesio- ja roiskenesteeksi. Myös Jobun ketjuterällistä raivaussahaa (Laitinen ja Takalo 1978) käytettäessä havaittiin syöttönesteen ajoittain roiskuvan terän ympäristöön.

Roiskumisen estämiseksi kokeiltiin tässä tutkimuksessa neulasuuttimen asentamista sahaan siten, että siitä syöttyvä neste lensi pistesuihkuna lähellä terää ja sen suuntaisena, mutta terää koskettamatta (kuva 14). Tällöin syöttöneste kulki pistesuihkuna vain yhteen — teräketjun — suuntaan, jossa se kohtasi kannon tai putosi maahan.

Puuta kaadettaessa pistesuihku roiskahti sahattavan kannon kylkeen, ja siitä kulkeutui osia myös kannon leikkauspintaan. Jos sahaus ja ruiskutus ajoittuvat samanaikaisiksi, niin syöttönestettä ei juuri kulkeutunut sahauskohdan ohi.

Mainittua ajatusta pyrittiin soveltamaan myös pyöröterässä. Koejärjestely nähdään kuvassa 15. Neulasuutin (1) on tässä tapauksessa suunnattu terälappien alle niin, että pistesuihku kulkee katkoviivan (2) näyttämää rataa myöten terän alla kuitenkin te-

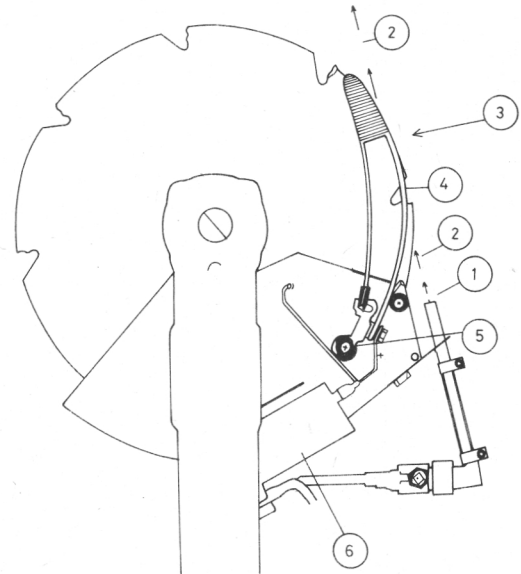


Kuva 14. Ketjuterällä varustetussa raivaussahassa (m/Jobu) toimiva pistesuihku alta (1) ja sivusta (2) katsottuna.

Fig. 14. Solid stream spray fitted to a chain brush saw (Jobu), viewed from above (1) and from the side (2).

rään koskematta. Kun puu tuodaan leikatavaksi suunnasta 3, sattuu pistesuihku sahattavan puun kantaan ja kastelee sen. Osa pistesuihkusta kulkeutuu kantoleikkauksenkin. Pistesuihkun ja sahauksen ajoittamiseksi samanaikaisiksi on kuvan 15 saha varustettu tuntosarvella (4), joka on laakeroitu teräsuojuukseen kohdassa 5. Tuntosarvi kytkee sähköisesti käyntiin pienen vesipumpun (6) juuri siinä vaiheessa kun sahaus alkaa. Pistesuihkutus kestää siksi kunnes tuntosarvi jousen vaikutuksesta palaa kuvan mukaiseen asentoon.

Koepenissä (kuva 12) sahattiin kuvan 15 mukaisella laitteella eri paksuisia tuoreita haapakeppejä. Syöttövesi oli värjätty Kemiran kantovärillä. Katkaisuleikkausten jälkeen kiekkojen värin levenemisraja vahvistettiin aniliinikynällä ja myöhemmin laskettiin montako prosenttia jälsileikkauksen kehän piiristä oli värjäantynyt. Näissä kokeissa värinestettä kulkeutui myös jonkun



Kuva 15. Pyöröterään asennettu pistesuihku (1) ja tuntosarvi (4) sähköistä nestesuihkutusta varten.

Fig. 15. Solid stream nozzle (1) and antenna (2) for electrically-controlled spraying fitted to a circular blade.

verran kantoleikkauksen puuosaan ja valui myös pitkin kantoa muodostaen alaspäin suppenevan kartion siihen tapaan kuin Laitinen (1978) on asiaa esitellyt.

Ruokonen (1978) pitää edellä mainittua työjälkeä raivaussahojen kantokäsittelylaitteille tyypillisenä ja vaikutustulosten kannalta kelvollisena. Ruokosen simulointikokeissa, joissa kaikki käytetty torjunta-aine kohdistettiin kantaan, vielä torjunta-ainemäärä 0,3 cm<sup>3</sup> antoi joissakin tapauksissa kohtalaisen tuloksen. Laitekohtaisissa kokeissa saattoi käytetyn torjunta-aineen puuta kohden laskettu keskiarvo samallakin laitteella käsitellyissä ruuduissa vaihdella 1—5 cm<sup>3</sup>. Yksittäisiä kantoja kohden lasketun ainemenekin vaihtelun voidaan

tämän perusteella arvata olevan suuren. Koesahauksen yhteydessä mitattiin myös leikkausta kohden kulunut värinestemäärä. Käytännössä tämä tapahtui siten, että väri-neste otettiin syöttösuuttimeen ohuesta pystysuoraan asetetusta ja läpinäkyvästä muoviletkusta sekä mitattiin paljonko neste-patsas letkussa laskeutuu sahausken aikana. Tulokset nähdään taulukosta 1.

Taulukon tulokset ovat suuntaa-antavia. Päättulos on se, että pyöröterää koskematta voidaan sen alapuolelle asetetulla pistesuihkulla käsitellä yli 50 % jälsirenkaan kehäpiiristä. Silmävaraisten havaintojen perusteella voitiin lisäksi havaita, että kannon ohimenevä syöttöneste pysyi suuripisaraisena ja putosi alas maahan.

Taulukko 1. Syöttönesteen leviäminen jälsirenkaaseen ja sen kulutus kanto-leikkausta kohden.

Table 1. Spreading of injected water into the cambial ring and consumption per cut stump surface.

Pyöröterän laatu <i>Type of circular blade</i>	Leikkausten määrä, kpl <i>Number of cuts</i>	Leikkauksen ø, cm <i>Diameter of cut, cm</i>	Värjääntyneen jälsirenkaan osuus (%) koko kehästä <i>Proportion (%) of stained cambial ring out of complete cambial ring</i>	Nestjemenekki cm <sup>3</sup> /leikkaus <i>Liquid loss, cm<sup>3</sup>/cut</i>
Tavallinen raivausterä (29-hammasta) - <i>Ordinary brush saw blade (29 teeth)</i>	17	1,7	67,1	0,42
	16	2,9	69,0	0,64
	20	5,9	52,6	0,84
8-hampainen, m/Black & Decker - <i>8-toothed, Black &amp; Decker</i>	19	1,4	88,0	0,90
	20	2,7	68,6	0,86
	8	5,5	35,5	1,51
2-hampainen, m/Black & Decker - <i>2-toothed, Black &amp; Decker</i>	16	1,4	79,8	0,76
	16	2,7	67,6	0,76
	8	5,5	49,3	1,06

## 6. LAITEKEHITTELYYN LIITTYVÄÄ

Tämän työn aikana on pyritty kartoittamaan niitä tekijöitä, jotka ovat oleellisia raivaussahan kannonkäsittelylaitteistoa suunniteltaessa.

Alkuperäisen mallin mukaan (M ä k i n e n 1972) oli tarpeen vain pyöröterälle sijoitettu paineellinen syöttönesteen suutin, jota raivaussahaaja käytti käsiohjauksella. Suutin suunnattiin terälle nestesuihkuna, josta seurauksena oli runsas sumuttuminen (L a i t i n e n ja T a k a l o 1978). Lähinnä tästä syystä pyrittiin säätelemään painetta pienemmäksi ja sijoittamaan suutin edullisempaan paikkaan (esim. H o k k a ja V ä h ä n i k k i l ä 1977). Edelleen on pyritty irti käsiohjatusta kantoherbisidin annostelusta, jota linjaa edustaa V ä h ä n i k k i l ä n (1978) laaja periaatekeksintö, jonka mukaan "sahanterän yhteyteen on sovitettu toimielimet vesakontuhoaineen syötön käynnistämiseksi automaattisesti vaikuttamalla vesakontuhoaineen syöttöpumpun tai -venttiiliin, kun sahanterä osuu sahattavaan puuhun ja syötön lopettamiseksi vastaavasti kun puu on sahattu poikki". V ä h ä n i k k i l ä on siirtynyt tähän ratkaisuun sen takia, että "torjunta-aineen annostelun oikea ajoitus sekä määrän arvioiminen on osoittautunut ylivoimaiseksi tehtäväksi, josta on seurannut torjunta-aineen kohtuuton menekki tai, kun tämä on haluttu välttää, sahaustyön olennainen hidastuminen, niin että koko laitteen hyöty voidaan asettaa kyseenalaiseksi".

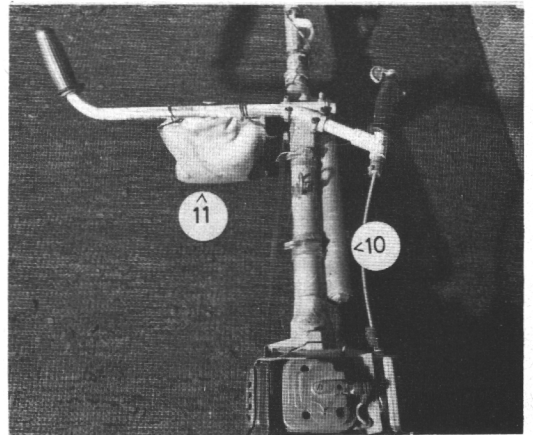
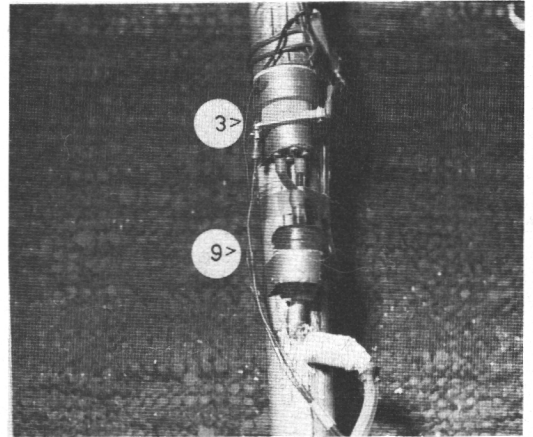
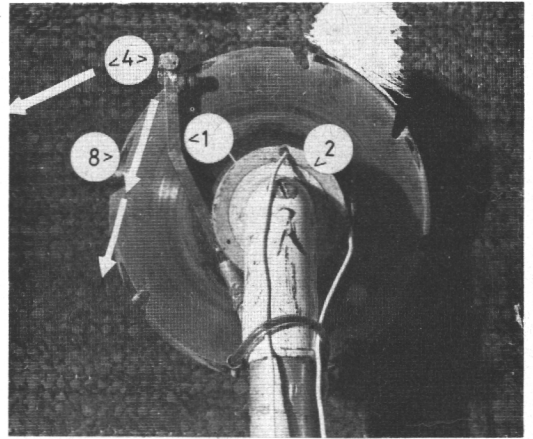
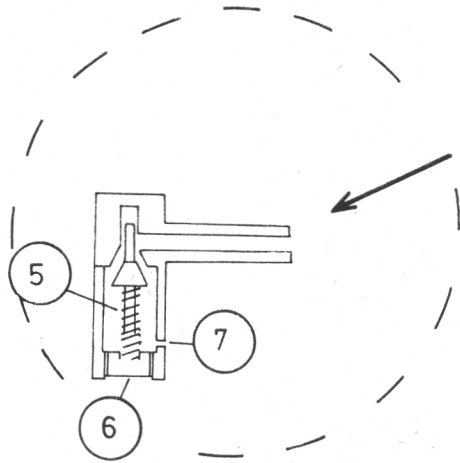
Kantokäsittelylaitteiden nykysovellutuksessa pyrittäneen automatisoituun tai hyvin hallittuun torjunta-aineen syöttöön. Automatisoituun syöttöön liittyä muutamia tärkeitä yksityiskohtia, joiden on oltava kunnossa ennenkuin kokonaisuus toimii:

- 1) Syöttönesteessä on tai siihen joutuu aina epäpuhtauksia, joten syöttöön pumpattava neste on tarkkaan siivilöitävä yli suutinpäivämittan suuruisista roskista puhtaaksi. Siivilänä voidaan käyttää esim. auton bensiniisuodattimia.
- 2) Pumppu ja suutin joudutaan useimmiten jättämään välimatkan päähän toisistaan. Tällöin pumpun loputtua jää vielä painetta pumpun ja

suuttimen väliseen johtoon, minkä takia torjunta-ainetta valuu suuttimesta senkin jälkeen kun pumpaus on jo loppunut. Tämän takia mahdollisimman lähelle suutinaukkoa tulee asentaa takaiskuventtiili.

- 3) Takaiskuventtiilin yhteydessä tulee olla syöttönesteen letkuston ilmausmahdollisuus ja sopiva nippa, jonka kautta suuttimeen voidaan käytön jälkeen puristaa öljyä suuttimen kuivumisen estämiseksi.
- 4) Paras pumppu lienee välittömään ohjaukseen perustuva mekaaninen tai sähköinen pumppu. Sähköinen pumppu vaatii vähiten ihmisenenergiaa ja ohjaus voidaan rakentaa herkäksi. Sopivia sähköpumppuja ovat esim. auton tuulilasin pesupumput tai vastaavat, jotka synnyttävät noin 196–245 kPa (2–2,5 kg/cm<sup>2</sup>) suuruisen paineen. Parhaita ovat rataspumput tai kumisakarapyöräiset siipirataspumput. Jälkimmäinen tyyppi on nimenomaan mielenkiintoinen sen takia, että kumisakarapyörä levossa ollessaan toimii virtausesteenä eli jo sinänsä tyydyttävänä takaiskuventtiilinä, jos pumppu ja suutin voidaan sijoittaa lähelle toisiaan.
- 5) Suuttimen sijoitus ja sen antaman suihkun muoto vaikuttavat ratkaisevasti siihen, missä määrin rai-vaustyön aikana syntyy terän mukana pyörivää adheesiovoitetta ja siitä roiskuvaa roiskevevettä sekä siihen, kuinka pieniksi pisaroiksi roiskevesi hajoaa. Nestevirtausta hajoittavat suuttimet ovat tässä mielessä vaikeimpia hallita. Pistesuihkun antavaa suutinta käytettäessä hallinta on helpompaa. Jos pistesuihku ohjataan terän ohi, voidaan välttää kokonaan adheesio- ja roiskeveden esiintymiseltä.
- 6) Sahattaessa pistesuihku tulee ohjata kannon puolelle ja mahdollisimman tarkkaan vain sahauskohtaan. Tämän takia torjunta-aineen pumpun tai venttiilin ohjaus tulee suorittaa mieluiten käsihallinnasta vapaan tuntoelimen välityksellä. Tuntoelimen toiminnan ajoitusta voitaneen parhaiten säädellä käytettäessä sähköistä järjestelmää. Tällöin olisi kuitenkin edullista, että saha itse tuottaisi tarvittavan sähköä.

Kuvassa 16 nähdään edellä mainitut periaatteet huomioiden rakennettu kantoherbisidien levityslaitteiston prototyyppi, joka toimii sähköisesti. Tuntoelimenä toimiva tuntovarsi (1) on hitsattu kiinni sahan kulmavaihteen ympärille laakeroituun tukirenkaaseen (2). Levossa ollen tuntovarsi (1) painuu jousen vaikutuksesta terän pyörimissuuntaa vastaan kuvan osoittamaan asentoon ja samalla katkaisee pumpun (3) käynnistysvirran. Kun sahattava puu painaa tuntovarsta (1) terän pyörimissuuntaa vastaan, sulkeutuu käynnistysvirta ja pumppu lähtee käyntiin. Pumpattava neste kulkee letkussa, joka



Selitys — Legend:

- 1 Tuntovarsi — Antenna
- 2 Vaihteiston ympärille laakeroitu tukirengas — Support ring with ball-race around gear box
- 3 Pumppu — Pump
- 4 Suutin — Nozzle
- 5 Takaiskuventtiili — Non-return valve
- 6 Takaiskuventtiilin jousen säätäjä — Spring regulator of non-return valve
- 7 Suutinreikä — Aperture in nozzle
- 8 Pistesuihkun purkautumissuunta — Direction of solid stream flow
- 9 Suodatin — Filter
- 10 Sähköpatteri — Battery
- 11 Nestepussi — Reservoir

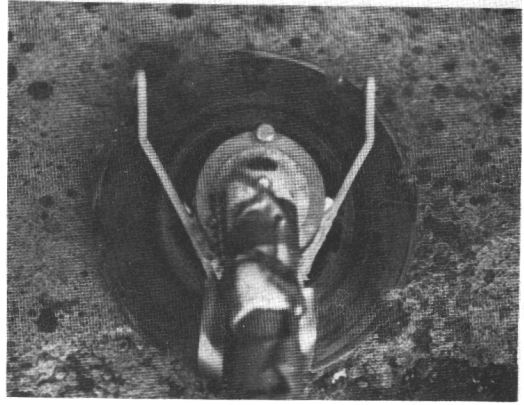
Kuva 16. Sähkökäyttöiseen järjestelmään ja tuntovarten perustuva kantoherbisidin levityslaitteisto rai-vaussahassa.

Fig. 16. Apparatus for spraying stump herbicide using a brush saw, based on an antenna and electrical control system.

on sijoitettu alapäästään kolhiintumiselta suojaan tuntovarren (1) sisään ja se päättyy suuttimeen (4), jossa on takaiskuventtiili (5), takaiskuventtiilin jousen säätäjä (6) ja pistesuihkun antava suutinreikä (7). Pistesuihku purkautuu segmentin jänteen tapaan terän alle ja kulkee terään koskematta kat-

koviivan (8) suunnassa. Kun sahattava puu työntää tuntovartta (1) edellään, niin pistesuihku kohdistuu kantopintaan niin kauan, kun tuntovarsi (1) viipyy syrjääntyönnettynä. Systeemiin kuuluva suodatin (9) on sijoitettu pumpun ja nestesäiliön väliin. Sähkövirta saadaan prototyypikappaleessa 12

V:n patterista (10) ja käyttöneste sahan-kahvasta riippuvasta nestepussista (11). Nestepumppuna (3) on käytetty sakarapyörä-pumppua m/TRICO. Haluttaessa on mahdollista asentaa kuvattu järjestelmä kummallekin puolelle sahaa. Tällöin ei ole väliä, millä puolen terää sahaus tapahtuu, kuva 17. Kumpaakin tuntovartta varten on kuitenkin oltava oma nestepumppunsa, joita ohjataan kahden katkaisijan avulla. Sopivasti jousitettuna tuntovarret voivat antaa periksi puoleen tai toiseen niin paljon, ettei pääse tapahtumaan laitteiden rikkoutumista.



Kuva 17. Sähkökäyttöiseen järjestelmään ja kahteen tuntovarteen (1, 2) perustuva kantoherbisidin levityslaitteisto raivaussahassa.

Fig. 17. Apparatus for spraying stump herbicide using a brush saw, based on two antennae and electrical control system.

## KIRJALLISUUTTA

- ETHOLÉN, K. 1978. Kemialliset vesakontorjunta-käsittelyt ja työnsuojelu. Esitelmämoniste.
- FRANSSILA, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. 257 s. Helsinki. Kustannusosakeyhtiö Otava.
- FREUNDLICH, H. 1930. Kapillarchemie. Band I. 566 s. Leipzig. Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H.
- 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. Metsätalon katsaus 19:1—4.
- , PELTONEN, J. & TYNKKYNYNEN, 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. Metsätalon tiedotus 322:1—15.
- HOKKA, P. & HERRANEN, T. 1976. Raivaussahausten yhteydessä suoritettava kantokäsittely. Metsähallituksen kehittämisjaoston koeselostus 105:1—10.
- & VÄHÄNIKKILÄ, M. 1977. Raivaussahausten yhteydessä kantokäsittely. Teho 10:14—15.
- LAITINEN, J. 1978. Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä. Abstract: Comparing clearing saw sprayers with film analysis. Folia For. 369:1—14.
- & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaitteiden varustettujen raivaussahojen vertailua. Summary: Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices. Folia For. 340:1—16.
- 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.
- LIPSANEN, K. Maili Aution Patenttitoimistolle (Keksintörahastolle) 14.7.1967 lähetetty anomuskirje.
- 1973. Raivaussahan lisälaitte biologisesti vaikuttavien aineiden siirtämiseksi kantaan. Suom. pat.hak. 3002/73.
- MARTTINEN, T. & RUOTSALAINEN, P. 1978 a. Raivaussaha. Suom. pat. hak. 783628.
- & RUOTSALAINEN, P. 1978 b. Raivaussahan yhteydessä oleva vesakkomyrkyn syöttölaite. Suom. pat.hak. 783629.
- MÄKINEN, A. 1972. Vesakkoja hävittävä raivaussahayhdistelmä. Suom. pat. 49103.
- NIINI, R. 1966. Sisäinen kitka. Iso Tietosanakirja. Keuruu. Kustannusosakeyhtiö Otava.
- NISULA, J-P. & TAKALO, S. 1976. Vesakoiden, pensaiden ja/tai nuoren metsän raivauslaite. Suom. pat. 55596.
- PESONEN, E. 1978. Raivaussahan yhteydessä oleva vesakkomyrkyn syöttölaite. Suom. pat. hak. 783627.
- RUOKONEN, M. 1978. Tuloksia raivaussahoihin liitetyillä kantokäsittelylaitteilla kesällä 1977 tehdyistä kokeista. 13 s. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto. Moniste.
- SOLA, T. 1976. Laite puiden kantoruiskutuksen suorittamiseksi raivaussahalla tapahtuvan perkaus- ja harvennustyön yhteydessä. Suom. pat. hak. 762629.
- 1978. Laite puiden kantoruiskutuksen suorittamiseksi raivaussahalla tapahtuvan perkaus- ja harvennustyön yhteydessä. Suom. pat. 53649.
- Spraying System Co. 1977. Esite.
- TAKALO, S. 1977. Vesakonraivauslaite. Suom. pat. hak. 773163.
- & NISULA, J-P. 1975. Laite vesakon raivaamista varten. Suom. pat. 52648.
- VÄHÄNIKKILÄ, A. 1978. Moottorikäyttöinen raivaussaha. Suom. pat. 56301.



ODC 362:414.2  
ISBN 951-40-0457-4  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. *Folia For.* 439: 1—19.

The spattering of liquid stump herbicide from the rotating circular blade of a brush saw was examined in this study.

It is recommended, on the basis of the results, that a nozzle giving a solid stream should be used in such a way that the solution is applied tangentially to the face of the circular blade without actually touching the blade. In addition, an electrical discharging system fitted to the stem of the brush saw in order to time injection of the liquid is presented.

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

ODC 362:414.2  
ISBN 951-40-0457-4  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. *Folia For.* 439: 1—19.

The spattering of liquid stump herbicide from the rotating circular blade of a brush saw was examined in this study.

It is recommended, on the basis of the results, that a nozzle giving a solid stream should be used in such a way that the solution is applied tangentially to the face of the circular blade without actually touching the blade. In addition, an electrical discharging system fitted to the stem of the brush saw in order to time injection of the liquid is presented.

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

ODC 362:414.2  
ISBN 951-40-0457-4  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. *Folia For.* 439: 1—19.

The spattering of liquid stump herbicide from the rotating circular blade of a brush saw was examined in this study.

It is recommended, on the basis of the results, that a nozzle giving a solid stream should be used in such a way that the solution is applied tangentially to the face of the circular blade without actually touching the blade. In addition, an electrical discharging system fitted to the stem of the brush saw in order to time injection of the liquid is presented.

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

ODC 362:414.2  
ISBN 951-40-0457-4  
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide spraying using a brush saw. *Folia For.* 439: 1—19.

The spattering of liquid stump herbicide from the rotating circular blade of a brush saw was examined in this study.

It is recommended, on the basis of the results, that a nozzle giving a solid stream should be used in such a way that the solution is applied tangentially to the face of the circular blade without actually touching the blade. In addition, an electrical discharging system fitted to the stem of the brush saw in order to time injection of the liquid is presented.

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





- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla.  
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.  
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella.  
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.  
Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.  
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsätutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979.  
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.  
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.  
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet.  
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä.  
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin.  
On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allappisyvyys 1969—1977.  
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiipohinen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.  
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.  
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Plebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.  
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Plebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.  
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.  
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.  
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.  
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.  
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuainen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.  
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.

- Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.  
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakkurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen  
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.  
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.  
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.  
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista.  
Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation.  
Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976.  
Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976.  
Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiuhonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978.  
Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryyänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen.  
Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen.  
The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979.  
Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu.  
Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet.  
Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland.  
Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa.  
Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehdoista.  
The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsäntutkimuslaitos.  
Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978.  
Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely.  
Ergonomics and work organizing of chipping work.
- No 438 Nisula, Pentti: Neulasten pitolajuuden mittari.  
Needle retention gauge.
- No 439 Nisula, Pentti: Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla.  
Studies on stump herbicide spraying using a brush saw.
- No 440 Nisula Pentti: Näkökohtia polttohakkeen kuivaamisesta.  
Aspects of the drying of fuel chips.