

FOLIA FORESTALIA 472

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

PENTTI NISULA

HERBISIDILAITTEILLA
VARUSTETTU RAIVAUSSAHA
VOIMAJOHTOJEN JOHTOAUKEIDEN
RAIVAUKSESSA

USE OF A CLEARING SAW
EQUIPPED WITH A HERBICIDE
DEVICE IN THE CLEARING
OF POWER GRID LINES

FOLIA FORESTALIA 472

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Pentti Nisula

HERBISIDILAITTEILLA VARUSTETTU RAIVAUSSAHA
VOIMAJOHTOJEN JOHTOAUKEIDEN RAIVAUKSESSA

Use of a clearing saw equipped with a herbicide
device in the clearing of power grid lines

ODC 362
ISBN 951-40-0519-8
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1981. Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaukeiden raivauksessa. Abstract: Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines. *Folia For.* 472:1—15.

Tutkimuksessa on selvitelty kantoherbisidien levittämislaitteella varustettujen raivaussahojen työn tuotosta ja bensiinin sekä herbisidiliuoksen kulutusta voimajohtojen johtoaukeiden vesakkoa raivattaessa. Tutkimusta on tehty vesakon lehdettömänä aikana huhtikuussa ja lehdellisenä aikana elokuussa sekä seurattu kahta työntekijää: ammattitaitoista metsuria ja ammattitaidonta tilapäistyöntekijää. Laskettujen yhtälöiden perusteella on mahdollista arvioida työn ja aineiden päivää tai hehtaaria kohden muodostuvia kustannuksia.

The work output of clearing saws equipped with a device for the spreading of herbicide and the consumption of herbicide fluid when clearing a coppice thicket on a power grid line was studied. It is possible to estimate from the calculated equations the costs of work and materials per day or hectare. The study was conducted during the leafless period of the coppice in April and during the period of foliation in August. Two workers were followed: a skilled forest worker and an unskilled temporary worker.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA KÄYTETYT LAITTEET	4
3. AINEISTO JA SEN SISÄLTÖ	5
4. AJAN JA AINEEN MENEKKI	8
41. Lehdetön vesakko	8
42. Lehdessä oleva vesakko	11
5. TULOSTEN KÄYTTÖ	13
KIRJALLISUUTTA	15

1. JOHDANTO

Valtakunnallinen sähköverkosto käsittää n. 16 000 km voimajohtoja. Johtoaukeat, leveydeltään tavallisesti 26—42 m, on pidettävä sellaisessa kunnossa, ettei kasvava puusto pääse aiheuttamaan sähköns jakeluhäiriöitä tai vaikeuttamaan voimajohtojen huolto- ja kunnostustöitä. Tämän takia on johtolinjalla kasvava vesakko tavalla taikka toisella pyrittävä hävittämään tai rajoittamaan sen kasvua.

Aikaisemmin johtoaukeat raivattiin pelkästään mekaanisin toimenpitein vesureilla tai raivaussahoilla. Myöhemmin otettiin käyttöön vesakon kemiallinen torjunta, jolloin maasta käsin suoritettiin vesakon lehvästön ruiskutus. Sittemmin on pyritty mekaanis-kemialliseen vesakontorjuntaan, joka tapahtuu siten, että kaatamisen yhteydessä katkaistu kantopinta käsitellään vesomista estävällä aineella, ns. kantoherbisidillä.

Lehvästörüiskutuksessa vesakontorjunta-alue pyritään jakamaan tasaisesti vesakon lehtipinnalle, mahdollisimman hienojakoisina pisaroina. Tällöin vesakko kuolee pystyyn. Pystyyn tapettu vesakko näkyy kauas ja vaikuttaa epäesteettisesti. Ruiskutuksen aikana laskeutuu osa herbisidisumusta aluskasvillisuudelle, mikä estää varoaikana marja- ja sienisadon korjaamisen talteen.

Mekaanis-kemiallinen vesakon raivaus, joka nykyään tehdään samanaikaisesti raivaussahauksen kanssa, jättää jälkeensä kaadetun vesakon. Osa herbisidistä voi kuitenkin joutua myös aluskasvillisuudelle.

Voimajohtojen kunnossapidosta vastaavat organisaatiot ovat todenneet, että mekaanisesti raivattaessa johtoaukealle on palattava noin 4—5 vuoden välein. Jos kemiallisella lisäkäsittelyllä voidaan tätä aikaa pidentää muutamalla vuodella, voi mekaanis-kemiallinen raivaustyö osoittautua edulliseksi.

Tässä tutkimuksessa selvitetään kantoherbisidien levittämislaitteella varustetun raivaussahan käyttöä voimajohtolinjoilla olevan vesakon raivaamiseen.

Samassa yhteydessä on eritelty johtoaukean puuston laatua ja sen tilajärjestystä sekä selvitetty raivaussahauksen ajan- ja aineiden menekkiä.

Työ on tehty yhteistoiminnassa Imatran Voima Oy:n kanssa yhtiön osoittamilla tutkimuspaikoilla, pääasiassa Järvenpään—Hyvinkään seudulla sekä pohjoisempana Hausjärvellä ja Lammilla.

Jussi Korhonen ja Matti Seppälä ovat työryhmineen keränneet kenttämateriaalin. Käsikirjoituksen ovat lukeneet Kullervo Etholén, Pentti Hakki la, Pertti Harstela, Kurt Häkansson ja Matti Seppälä.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA KÄYTETYT LAITTEET

Tässä tutkimuksessa vesakolla tarkoitetaan voimajohtoaukeilla olevan lehtipuuston ja pensaiden muodostamaa kasvustoa, johon lisäksi luetaan mukaan johtoaukealta kaadetut määrältään vähäiset havupuut.

Vesat voivat sijaita johtoaukeilla yksittäin ja ryhminä. Ryhmissä ne muodostavat rypäitä. Suuret rypäät voivat olla mätäsmäisiä niiden suojaan ajautuneen lehtikarikkeen maatumisen ja toistuvien raivausten seurauksena. Toistuvissa raivauksissa nimitetään vesojen katkaisukohta nousee kerta kerralta ylemäksi, jolloin muodostuu helposti vesamättäitä.

Rypääksi luettiin jokainen kolmen tai useamman vesan muodostama vesaryhmä, joka näytti yhtenäiseltä kokonaisuudelta. Rypään pinta-alaa mitattaessa asetettiin katkaistun rypään päälle rautalangasta tehty neliödesimetriruudusto ja luettiin kuinka monessa ruudussa oli katkaistuja kantoja. Neliöruutujen pinta-alan summa oli rypään pinta-ala.

Vesakkojen silmävaraisen arvioinnin yhteydessä käytettiin Imatran Voima Oy:n lehvästörüiskutuksissa soveltamaa tiheysluokitusta: Δ , <0,5, 0,6—0,8 ja 0,9—1,0. Työn aikana havaittiin vaikeaksi arvioida vesakon tiheys samansuuruisiksi lehdettömänä ja lehdel-

lisenä aikana — lehdettömän vesakon silmävarainen tiheys arvioitiin pienemmäksi kuin lehdellisen.

Vesojen lukumäärä, paksuus ja pituus mitattiin 8×8 m:n välein asetetuilta, 4 m^2 suuruisilta ympyräkoaloilta. Tällöin erotettiin yksittäiset ja ryppäissä kasvavat vesat toisistaan.

Päivittäinen työaika mitattiin majapaikasta työmaalle ja takaisin ja siitä vähennettiin ruokatunti. Näin tuli työpäivän pituudeksi 8 tuntia.

Aikaselvittelyn ulkopuolelle jäi se aika, joka raivaussahurilta kuluu välineistön peruskunnostukseen, jota ei tehdä metsässä. Tämän asian hoitamiseksi pidettiin tarpeen tullen erillinen korjaus- ja huoltopäivä, mutta sitä ei mitattu.

Työaika jaettiin seuraavalla tavalla.

- 11 Vesakon työaikaudesta riippumattomat ajat (min/työpäivä):
 111 Matkat työpaikalle ja takaisin
 112 Työhön ryhtyminen ja sen lopettaminen
 12 Vesakon työaikaudesta riippuvat ajat (min/ha):
 121 Sahan käynnissäoloaika
 122 Sahan huolto vesakossa
 123 Herbisidilaitteiden huolto vesakossa
 124 Keskeytykset

Sahan käynnissäoloaika (121) jaettiin pistokoemennelmää käyttäen (N i s u l a 1962) seuraaviin osa-aikoihin (%).

- 121.1 Saha raivauskierroksilla
 (= tyhjäkäyntiä suuremmilla kierroksilla)
 121.2 Saha tyhjäkäynnillä
 121.21 Sahaaja kävelee
 121.22 Sahaaja suunnittelee
 121.23 Sahaaja ongelmoi

Edellä mainittujen jaotelmien osalta tähdennetään seuraavaa.

Kohta 112 sisältää välineistön esille oton ja lisäksi työpäivän päätyttyä sen keräämisen seuraavaksi aamuksi valittuun säilytyspaikkaan.

Kohta 122 sisältää sahan vähäiset huoltotoimenpiteet, mutta kuitenkin pääasiassa bensiinin lisäykset. Kohta 123 käsittää herbisidilaitteen huollon ja herbisidiliuoksen lisäykset. Keskeytyksiin (124) on luettu virkistymiseen käytetyt tupakka-, lepo- yms. tauot. Turhia taukoja ei työn aikana juuri havaittu.

Suunnittelu (121.22) sisältää raivaustaktiikan valinnan. Ongelmointi (121.23) aiheutuu vesakon, lähinnä sen kaatumisen aiheuttamista häiriötilanteista.

Bensiinin* ja herbisidiliuoksen** kulutus mitattiin

* Seossuhde 1:0,04

** Sekoitussuhde 1:0,15

sahan käynnissäoloaika kohden, dm^3/min . Raivausta tutkittiin lehdettömänä ja lehdellisenä aikana, huhtikuussa ja elokuussa.

Lehdetöntä vesakkoa sahattaessa mitattiin kaikki ylläesitetyt ajat. Lehdellisen puun aikana mitattiin vain sahan käynnissäoloaika (121) ja bensiinin sekä herbisidin kulutus.

Huhtikuussa tutkittiin vain yhtä ammattitaitoista metsuria ja kolmea laitetta. Elokuussa tutkittiin mainitun metsurin lisäksi ammattitaidotonta työntekijää ja kahta laitetta. Kunkin raivaussahan peruskoneena oli Husqvarna R 165 tyyppinen raivaussaha, johon oli liitetty kantoherbisidin levityslaitteita, seuraavasti.

Aika	Työntekijä	Herbisidin levityslaitte
Huhtikuu	ammattitaitoinen metsuri	Husqvarna/il
Huhtikuu	ammattitaitoinen metsuri	Enso
Huhtikuu	ammattitaitoinen metsuri	Sirppi
Elokuu	ammattitaitoinen metsuri	Enso
Elokuu	ammattitaidoton työntekijä	Husku

Husqvarna/il -sahassa ei ollut ollenkaan herbisidin levityslaitetta, muissa sen sijaan oli. Herbisidiliuoksen levitys perustui näissä muissa laitteissa siihen, että neste suihkutettiin pyörivän terän alalapeelle, josta se kulkeutui osittain adheesio ja osittain roiskevetenä sahattavalle kannolle (vrt. N i s u l a 1980 s. 5).

Enso- ja Husku-laitteissa sahaaja ajoittaa nesteen ruiskutuksen, edellisessä kääntökädensijaan liitetyn pumppulaitteen (M a r t t i n e n ja R u o t s a l a i n e n 1978) ja jälkimmäisessä peukaloliipasimen avulla hoidettavan paineventtiilin avulla. Nämä hallintaelimet ovat vasemmassa kädensijassa. Sirppi-laitteessa (V ä h ä n i k k i l ä 1978) herbisidiliuoksen annostelu kannolle tapahtuu automaattisesti siten, että sahanterän hammaskehää seuraileva sirppimäinen tuntuvarsi puuhun sattuaan liikuttaa edellään mäntäpumpua, joka aiheuttaa herbisidiliuoksen suihkuvirtauksen terälapeelle.

Huhtikuun ja elokuun kokeet perustettiin samoille paikoille siten, että keväällä sahattiin toista puolta johtoaukeasta ja syksyllä toista.

Samaa laitetta käytettiin keväällä aina yksi kokonainen päivä, ja laitteita vaihdettiin päivittäin. Elokuussa laitteita vaihdettiin johtoaukolta toiselle siirryttäessä jopa puolipäivittäin.

3. AINEISTO JA SEN SISÄLTÖ

Taulukosta 1 nähdään koalojen jakautuminen silmävaraisesti arvioituihin tiheysluokkiin lehdettömänä aikana huhtikuussa ja lehdellisenä aikana elokuussa.

Kuvassa 1 esitetään vesojen lukumäärän ja silmä-

varaisesti arvioidun tiheyden välinen riippuvuus. Piirretyt ympyrät osoittavat keskiarvon. Silmävaraisen arvion ja vesaluvun välinen hajonta voidaan todeta suureksi.

Taulukko 1. Raivausalojen jakautuminen tiheysluokkiin.
Table 1. Distribution of clearing areas by density classes

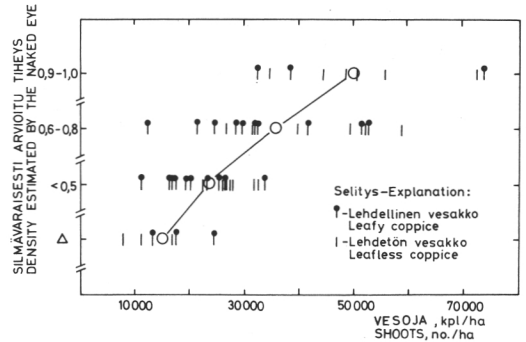
Selitys Explanation	Δ	Silmävaraisesti arvioitu tiheys — Density estimated by the naked eye				Kaikkiaan Total
		< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0	1,0 +	
Huhtikuussa 1980 — April 1980						
Koaloja, kpl Sample plots, number	2	7	6	6	2	23
Koalojen pinta-ala, ha Area of the sample plots, hectares	0,8	2,2	1,7	0,6	0,3	5,6
Sahan käynnissäoloaika, h Duration of use of the saw, hours	3,9	18,3	20,5	10,0	4,6	57,2
Vesoja, kpl/ha Shoots, units/hectare	11000	28000	43000	58000	28000	—
Elokuussa 1980 — August 1980						
Koaloja, kpl Sample plots, number	4	9	9	3	..	25
Koalojen pinta-ala, ha Area of the sample plots, hectares	0,7	1,2	0,8	0,3	..	3,0
Sahan käynnissäoloaika, h Duration of use of the saw, hours	6,5	13,6	9,8	5,8	..	35,6
Vesoja, kpl/ha Shoots, units/hectare	18000	21000	26000	48000	..	—

Taulukko 2 sisältää analyysin lehdettömänä aikana raivattujen johtoaukeiden vesaluvuista ja vesojen mitoista. Ryvävesojen osuus kasvaa tiheyden lisääntyessä. Tiheyksissä 0,5—1,0 ryvävesojen osuus on 10—18 % kaikista vesoista. Myös rypäiden lukumäärä kasvaa tiheyden lisääntyessä, mikä nähdään taulukosta 3. Tiheimmissä vesakoissa on keskimäärin yksi ryvä/10 m². Yksittäiset rypäät ovat pinta-alaltaan enimmäkseen pieniä, alle 15 dm², mutta niiden vesatiheys on suuri, keskimäärin lähes 1,4 milj. vesaa/ha, kuten voidaan päätellä taulukosta 4. Rypäiden katkaisukohdan pinta-ala jää tiheyksissä 0,5—1,0 arvoihin 20—79 m²/ha, mikä tuntuu pieneltä. Rypäiden latvusprojektion pinta-ala olisi luonnollisesti huomattavasti suurempi.

Taulukosta 2 nähdään raivaamatta jääneiden lehtipuuvesojen ja raivaamatta jätettyjen havupuiden lukumäärät. Puuston tultua lehteen ja pintakasvillisuuden noustua jää lehtipuuvesoja raivaamatta enemmänkin, mitä taulukosta selviää.

Raivatut vesat ovat keskimäärin ohuita ja lyhyitä. Sekä paksuus että pituus lisääntyvät vesakon tiheydessä.

Taulukoista 5 ja 6 nähdään katkaistujen lehtipuuvesojen läpimitan ja pituuden jakauma. Havaitaan, että kaikissa tiheysluokissa 80—86 % vesoista on alle 3 cm:n ja enemmät puolet alle 1,5 cm:n paksuisia. Keskipituus näyttää samoin enimmäkseen jäävän alle 2,5 m:n, joskin pituus lisääntyy tiheyden kasvaessa.



Kuva 1. Johtoaukean vesaluvun ja silmävaraisesti arvioidun tiheyden riippuvuus. Keskiarvot merkitty ympyröillä.

Fig. 1. Correlation between the number of shoots along the power grid line and the density estimated by the naked eye. The means are circled.

Taulukko 2. Lehdeettömänä aikana huhtikuussa raivatun alan tunnuslukuja.

Table 2. Statistics of the area cleared in April during the leafless period.

Selitys Explanation	Δ	Silmävaraisesti arvioitu tiheys Density estimated by the naked eye		
		< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0
Katkaistuja vesoja, kpl/ha Cross-cut shoots, units/hectare	11000	28000	43000	58000
joista lehtipuita, % of which broad-leaved trees, %	94	96	96	96
joista rypäissä kasvaneita, % of which trees growing in clusters, %	4	11	18	14
Katkaisematta jääneitä vesoja, kpl/ha Shoots left uncut, units/hectare	300	500	400	1000
Katkaisematta jätettyjä havupuita, kpl/ha Conifers left uncut, units/hectare	89	92	96	96
Lehtipuuvesojen katkaisuläpimitta, cm Cutting diameter of broad-leaved shoots, cm	1,75	1,51	1,93	2,04
Havupuiden katkaisuläpimitta, cm Diameter of conifers, cm	4,78	3,43	3,54	3,32
Lehtipuuvesojen pituus, m Height of broad-leaved shoots, m	2,0	2,2	2,8	3,6
Havupuiden pituus, m Height of conifers, m	2,5	1,7	2,1	1,6

Taulukko 3. Rypäiden lukumäärä ja vesaluku.

Table 3. Number of clusters and number of shoots.

	Rypään pinta-ala, dm ² — Area of cluster, dm ²			
	5	10	15—20	20+
Rypäitä, kpl/ha Clusters, units/hectare	387	117	26	12
Rypäiden vesaluku, kpl/dm ² Number of shoots in a cluster, units/dm ²	1,5	1,5	1,0	0,9

Taulukko 4. Rypäiden lukumäärä ja pinta-ala.

Table 4. Number and area of clusters.

	Δ	Silmävaraisesti arvioitu tiheys Density estimated by the naked eye		
		< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0
Rypäitä, kpl/ha Clusters, units/hectare	20	350	870	1020
Rypäitä, m ² /ha Clusters, m ² /hectare	4	20	55	79

Taulukko 5. Vesojen katkaisuläpimittojen jakauma.
Table 5. Distribution of the cutting diameters of the shoots.

Silmävaraisesti arvioitu tiheys Density estimated by the naked eye	Vesojen katkaisuläpimita, cm — Cutting diameter of the shoots, cm						Kaikkiaan Total %
	1	2	4	6	8	8	
	Vesojen lukumäärä, % — Number of shoots, %						
Δ	55	28	17	..	..	..	100
< 0,5	60	28	9	3	Δ	..	100
0,6—0,8	53	32	13	2	Δ	..	100
0,9—1,0	56	24	15	5	..	..	100

Taulukko 6. Vesojen piteuden jakauma.
Table 6. Distribution of the shoot heights.

Silmävaraisesti arvioitu tiheys Density estimated by the naked eye	Vesojen pituus, m — Height of shoots, m						Kaikkiaan Total %
	1	2	3	4	5	6	
	Vesojen lukumäärä, % — Number of shoots, %						
Δ	57	29	12	2	..	..	100
< 0,5	60	24	11	4	1	..	100
0,6—0,8	47	35	9	7	2	Δ	100
0,9—1,0	36	31	13	14	6	..	100

4. AJAN JA AINEEN MENEKKI

41. Lehdetön vesakko

Vesakon työvaikeudesta riippumattomaksi ajoiksi saatiin:

- 111 Matkat työpaikalle ja takaisin
111.1 Autolla 37,6 km/tunti
111.2 Kävelen 3,9 km/tunti
112 Työhön ryhtyminen ja sen lopettaminen
112.1 Sahan osalta 6,4 min/työpäivä
112.2 Herbisidilaitteen osalta 9,1 min/työpäivä

Autolla ajomatkat aamuin illoin olivat keskimäärin 40 km:n pituisia, mikä johtui tutkimuskohteiden sijoittelusta. Kävelymatkat sen sijaan olivat lyhyitä, keskimäärin 0,4 km. Työhön meno oli vähän hitaampaa kuin työstä paluu, mutta ero oli mitätön. Vastaavasti huomattiin työn aloittamisen aamulla olevan enemmän aikaaottavaa kuin työn lopettamisen illalla.

Kuten aikaisemmin on mainittu, tutkittiin huhtikuun sahausissa vain ammattitaitoista metsuria, jolla oli runsaasti raivaustyökokemusta.

Vesaluvun ja raivausajan riippuvuus näytti graafisen tarkastelun perusteella olevan suoraviivaisesti tasoitettavissa (ks. kuva 2). Tällöin saatiin seuraavat yhtälöt.

Laite	Yhtälö
Husqvarna/il	$Y 1 = 204,47 + 0,0113 x$ (1)
Enso	$Y 2 = 48,00 + 0,0181 x$ (2)
Sirppi	$Y 3 = 246,56 + 0,0103 x$ (3)
Yhdistettynä	$Y 1-3 = 209,33 + 0,0119 x$ (4)

jossa
Y 1—3 = Raivaussahan käynnissäoloaika lehdettömänä aikana huhtikuussa, min/ha
x = Vesaluku, kpl/ha (sis. myös havupuut).

Yhtälöitä soveltaen laskettiin esimerkinluonteisesti huhtikuussa arvioiduille tiheysluokille taulukossa 7 esitetyt sahan käynnissäoloajat, min/ha.

Ilman herbisidilaitetta oleva saha Husqvarna/il sekä Sirppi näyttävät tuloksiltaan samanarvoisilta, mutta Enso poikkeaa näistä. Tarkastelemalla edellä saatua yhtälöä (2) ja jäljempänä kuvassa 2 esitettyä Enson havaintopisteitä, voidaan tämä poikkeavuus todeta toisella tapaa tarkasteltuna: Ensolle mitattu sahan käynnissäoloajan keskiarvo poikkesi koko aineistoa edustavasta yhtälön (4) perusteella saadusta arvosta 6,6 % suurempana. Sen sijaan Husqvarna/il ja Sirppi poikkesivat siitä pienempään suuntaan 4,0 ja 2,5 %. Havaittuja eroja ei ole aineiston perusteella mahdollista selittää, vaikka niissä näyttää olevan ristiriitaisuutta siihen nähden, mitkä olivat tutkijan odotukset.

Taulukko 7. Tämän tutkimuksen ja aikaisempien tutkimusten vertailu.
 Table 7. Comparison of the present study with earlier studies.

Selitys Explanation	Silmävaraisesti arvioitu tiheys Density estimated by the naked eye			
	Δ	< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0
	Vesoja, kpl/ha — Shoots, units/hectare			
	11000	28000	43000	58000
	Sahan käynnissäoloaika, min/ha Duration of use of the saw, min./hectare			
TÄMÄ TUTKIMUS: THE PRESENT STUDY:				
1. Ammattimetsuri — Skilled forest worker				
11. Lehdettömässä vesakossa In a leafless coppice				
Husqvarna/il (yhtälö 1) (Equation 1)	330	520	690	870
Enso (yhtälö 2) (Equation 2)	(250)	550	830	(1100)
Sirppi (yhtälö 3) (Equation 3)	360	530	690	850
Sahat yhdessä (yhtälö 4) Saws together (Equation 4)	340	540	720	900
12. Lehdellisessä vesakossa In a leafy coppice				
Enso-Husku (yhtälö 13) (Equation 13)	460	640	810	970
2. Tilapäinen työntekijä — Temporary forest worker				
21. ...				
22. Lehdellisessä vesakossa In a leafy coppice				
Enso-Husku (yhtälö 14) (Equation 14)	500	1020	1480	1940
	Teho aika, min/ha Productive working time, min./hectare			
AIKAISEMMAT TUTKIMUKSET: EARLIER STUDIES:				
3. Heino (1975)				
31. Istutustaimisto Planted seedling stand				
	770	1030	1130	
32. Kylvötaimisto Sown seedling stand				
	470	740	880	950
4. Laitinen ja Takalo (1978)				
41. Husqvarna	350	660	970	1280
42. Kaaz	380	740	1080	1430
43. Jobu, ketjusaha Chain saw	500	1060	1600	2120

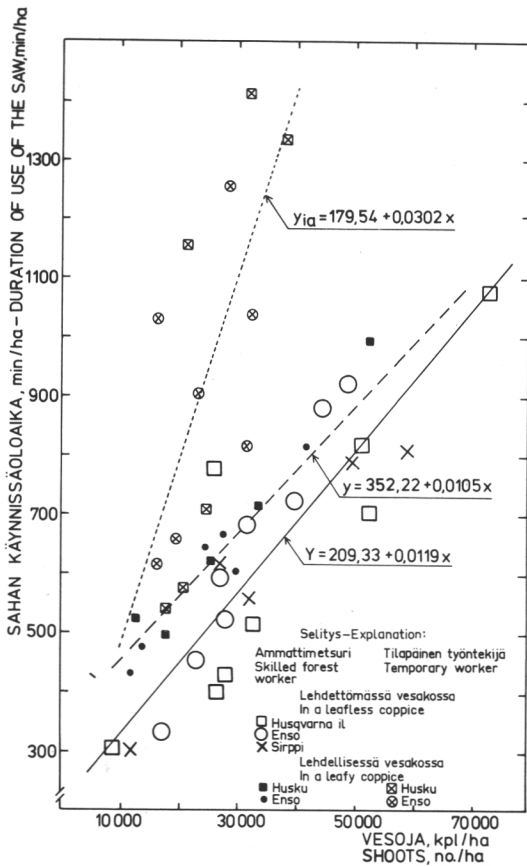
Vesakon työvaikeudesta johtuvan ajanmenekin laskemiseksi voitiin edelläolevaan liittyen laatia seuraava asetelma.

121 Sahan käynnissäoloaika, yhtälö (4)	1,000 Y min/ha
122 Sahan huolto vesakossa	0,094 Y min/ha
123 Herbisidilaitteiden huolto vesakossa	0,074 Y min/ha
124 Keskeytykset	0,352 Y min/ha
Yhteensä	1,520 Y min/ha

Kun tähän aikaan lisätään edellä kohdis-

sa 111 ja 112 esitetyt vesakon työvaikeudesta riippumattomat ajat, saadaan koko työaika. Jos herbisidilaitteita ei käytetä, luonnollisestikaan ei tule mitään aikoja kohdista 112.2 ja 123.

Työaikana vesakossa tapahtuva huolto-aika 122 ja 123 vaihteli tutkimuksessa niin, että jollain työmaalla saatiin jopa kaksi kertaa keskiarvon suuruisia huolto-aikoja. Eri laitteet eivät poikenneet toisistaan tässä suhteessa.



Kuva 2. Vesaluvun ja raivaussahan käynnissäoloajan riippuvuus.

Fig. 2. Correlation between the number of shoots and the time for which the clearing saw is in use.

Sahan käynnissäoloaika 121 jakautui työvaiheisiin tiheysluokittain seuraavasti.

Selitys	Silmävaraisesti arvioitu tiheys			
	Δ	< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0
121.1 Saha raivauskierroksilla	63,6	73,4	70,0	71,8
121.2 Saha tyhjäkäynnillä	36,4	26,6	30,0	28,2
121.21 Sahaaja kävelee	31,3	19,2	17,0	12,3
121.22 Sahaaja suunnittelee	1,3	1,3	3,1	2,9
121.23 Sahaaja ongelmoidi	3,8	6,1	9,9	13,0

Sahaajan kävelemiseen kuluva aika kasvaa vesakon harvetessa. Suunnittelun ja ongelmoinnin aika lisääntyy vesakon tiheydessä.

Suurimman osan, yli 2/3, ajastaan saha näyttää olevan kuitenkin raivauskierroksilla. Tyhjäkäyntiä on vajaat 1/3. On luonnollista, että jokin aika kuluu ennen kuin terä ehtii kiihtyä täyteen raivausnopeuteen. Itse leikkaus- eli varsinainen katkaisuaika on yleensä hyvin lyhyt. Alla olevasta asetelmasta selviää tämä puoli asiasta. Asetelmassa esitetään raivaussahaukseen kulunut aika yksittäisiä ja rypäissä kasvaneita vesoja kohti sekä sen lisäksi tekijän (Nisula 1980) aikaisemmat filmiltätehdyn tutkimuksen yhteydessä saadut pelkät poikkisahaajat saman paksuisille vesoille.

Selitys	Silmävaraisesti arvioitu tiheys			
	Δ	< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0
Ajanmenekki, s/vesa				
Saha raivauskierroksilla				
— yksittäisissä vesoissa	1,15	0,80	0,62	0,55
— rypäiden vesoissa	2,08	1,24	1,09	1,40
Pelkkä poikkileikkausaika Nisulan (1980) tutkimuksen mukaan				
	0,14	0,13	0,14	0,14

Pelkkä katkaisutapahtuma vesaa kohti kestää siis vain sekunnin osia (0,13—0,14 s). Sen sijaan saha joutuu olemaan raivauskierroksilla pitempään, noin 4—8 kertaa enemmän yksittäisissä vesoissa ja 8—15 kertaa enemmän rypäitten vesoissa. Herbisidiliuos tulisi annostella idealitilanteessa vain sinä aikana kuin itse poikkisahaantuminen tapahtuu. Tämä aika on kuitenkin niin lyhyt, ettei kaiken aineen saaminen kantaan liene millään sahauksen yhteydessä toimivalla menetelmällä mahdollista, vaan aina kulkeutuu osa herbisidisuihkusta myös kantaan ohi luontoon.

Seuraavasta asetelmasta nähdään herbisidin ja bensiinin kulutus katkaistua vesaa kohti.

Selitys	Silmävaraisesti arvioitu tiheys			
	Δ	< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0
Kulutus, cm ³ /vesa				
Herbisidiliuosta	1,38	0,99	0,90	0,86
Bensiiniä	0,39	0,25	0,21	0,20
Herbisidiliuoksen ja bensiinin kulutus-suhde	3,6:1	4,0:1	4,2:1	4,3:1

Asetelman mukaan sekä herbisidiliuoksen että bensiinin kulutus vesaa kohden vähenee tiheyden kasvaessa kuitenkin siten, että her-

bisidiliuosta kuluu suhteellisesti enemmän kuin bensiiniä. Tulos voidaan tulkita siten, että tiheissä vesakoissa useampi vesa sahaan samalla moottorin kiihdytyksellä ja samalla herbisidiluihulla kuin harvemmissä vesakoissa. Pääasiassa yksittäisiä vesoja sahattaessa (tiheys Δ) bensiinin kulutus vesaa kohden on jopa kaksinkertainen ja herbisidiliuoksen kulutus yli puolitoistakertainen tiheimpään vesakkoon verrattuna.

Bensiinin ja herbisidiliuoksen kulutus laskettiin sahan käynnissäoloaika (Y 1) kohden ja saatiin seuraavat riippuvuudet.

Laite	Yhtälö	
Husqvarna/il	$Y 1 = 80,15xB - 7,53$	(5)
Enso	$Y 2 = 77,76 + 70,58xB$	(6)
Sirppi	$Y 3 = 193,80 + 51,65xB$	(7) ja
Yhdistettynä Y 1—3	$= 86,58 + 67,38xB$	(8)
Enso	$Y 2 = 77,54 + 16,86xH$	(9)
Sirppi	$Y 3 = 178,12 + 13,51xH$	(10)
Yhdistettynä Y 2—3	$= 93,24 + 16,23xH$	(11)

Y 1—3 = Raivaussahan käynnissäoloaika lehdettömänä aikana, min/ha
 xB = Bensiinin kulutus, dm³/ha
 xH = Herbisidiliuoksen kulutus, dm³/ha

Yhtälöiden perusteella voidaan arvioida bensiinin ja herbisidiliuoksen kulutusta siinä tapauksessa, että raivausaika (esim. yhtälöistä 1—4) tunnetaan.

Seuraavaan asetelmaan on näitä yhtälöitä käyttäen laskettu bensiinin ja herbisidiliuoksen kulutus tiheysluokissa.

Aine ja laite	Silmävaraisesti arvioitu tiheys Δ			
	< 0,5	0,6—0,8	0,9—1,0	
	Kulutus, dm ³ /ha			
Bensiini:				
Husqvarna/il	4,0	6,4	8,7	10,7
Enso	(2,4)	6,7	10,6	(14,5)
Sirppi	3,2	6,6	9,6	12,7
Herbisidiliuos:				
Enso	10	28	45	61
Sirppi	13	26	38	50

Sahojen välillä olevat erot näyttävät samantapaisilta kuin edellä havaittiin sahojen käynnissäoloaikojen kohdalla. Erojen perusteella ei liene kuitenkaan syytä korostaa sahojen tai laitteiden välisiä eroja, koska pieni aineisto näyttää olevan pääsyy havaittuihin eroihin. Kulutuksen suuruusluokasta on kuitenkin saatavissa viitteitä.

42. Lehdessä oleva vesakko

Lehdellisen vesakon aikana elokuussa tutkittiin edelleen aikaisemmin esitelyä ammattimetsuria ja lisäksi raivauskokemusta vaila olevaa ammattitaidotonta työntekijää. Tämän tutkimusosan aikana käytettiin Enso- ja Husku- nimisiä laitteita. Työntekijät käyttivät näitä laitteita vuorotellen. Tutkimusosan aikana mitattiin vain sahan käynnissäoloaika sekä bensiinin ja herbisidiliuoksen kulutus, kuten aikaisemmin on mainittu. Tulokset esitetään graafisesti kuvissa 2—4. Kuviin on vertailun vuoksi sijoitettu myös lehdettömänä aikana saadut tulokset. Herbisidiliuoksen levityslaitteita ei ole eroteltu, mutta niistä saadut yksittäiset mittaushavainnot on merkitty kuviin.

Esityksen mukaan, kuva 2, raivaussahan käynnissäoloaika on ammattimetsurin tapauksessa, kuvattavissa yhtälöillä:

$$Y = 209,33 + 0,0119x \quad (12) \text{ ja}$$

$$y = 352,22 + 0,0105x \quad (13), \text{ joissa}$$

Y = Raivaussahan käynnissäoloaika vesakon lehdettömänä aikana, min/ha
 y = Raivaussahan käynnissäoloaika vesakon ollessa lehdessä, min/ha
 x = vesojen määrä, kpl/ha.

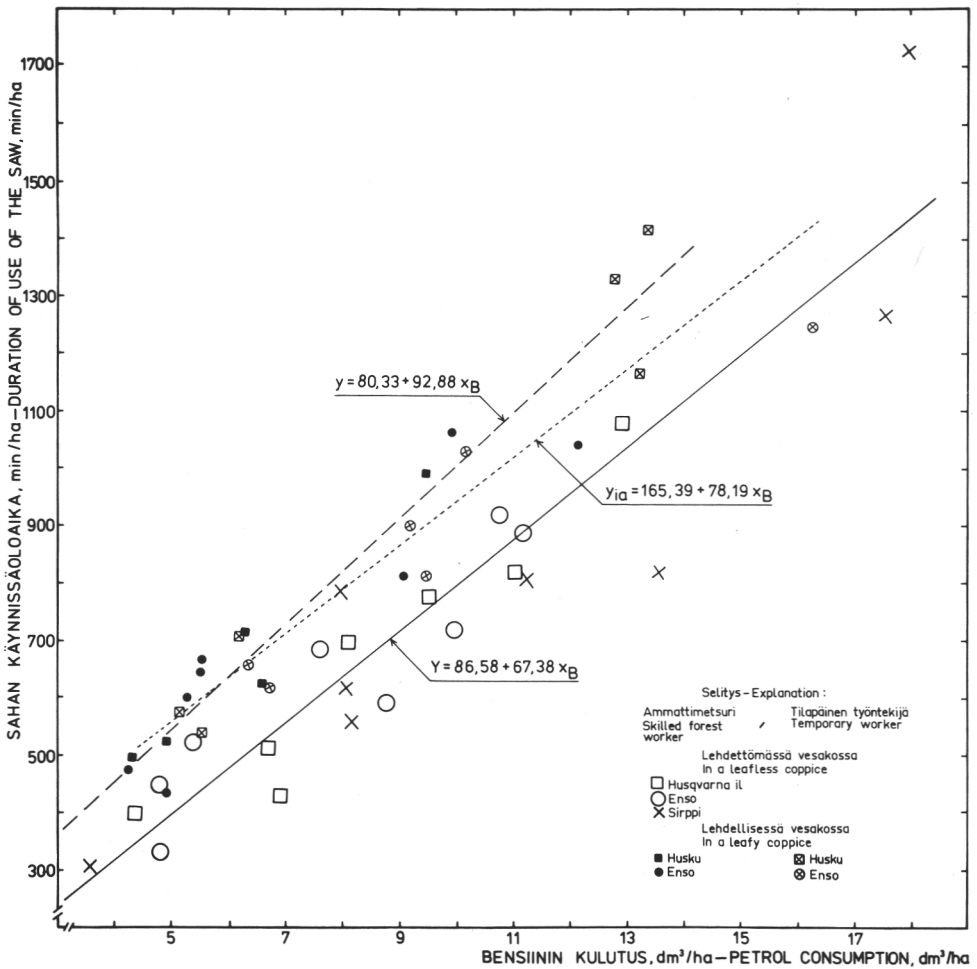
Voidaan havaita, että sahan käynnissäoloaika on suurempi lehdellisenä kuin lehdettömänä aikana. Tämä tuntuu luonnolliselta, koska näkyvyys raivattavien vesojen tyveen on silloin huonompi ja pintakasvillisuuden runsaus on työtä haittaavampaa kuin vesakon lehdettömänä aikana.

Ammattitaidottoman työntekijän kohdalla tasoitussuora kulkee poikkeavalla tavalla. Vesakon tiheys näyttää tällöin paljon voimakkaammin vaikuttavan hehtaariaikoihin kuin ammattitaitoisen metsurin kohdalla.

$$y \text{ ia} = 179,54 + 0,0302x \quad (14)$$

y ia = Raivaussahan käynnissäoloaika ammattitaidottoman työntekijän kohdalla vesakon lehdellisenä aikana, min/ha
 x = Vesojen määrä, kpl/ha

Lehdellisessä vesakossa herbisidilaitteet Enso ja Husku osoittautuivat ammattitaidottomalla työntekijällä yhtä nopeiksi. Sen sijaan ammattitaitoisella metsurilla Enso otti 2,0 % suuremman ajan ja Husku 2,8 % pienemmän ajan kuin mitä saatiin yhtälöstä 11.



Kuva 3. Bensiinin kulutuksen ja sahan käynnissäoloajan riippuvuus.

Fig. 3. Correlation between petrol consumption and the duration of use of the saw.

Kuvasta 3 selviää bensiinin kulutuksen ja raivaussahan käynnissäoloajan riippuvuus. Lehdellisessä aikana saadut yhtälöt ovat:

$$y = 80,33 + 92,88x_B \quad (15) \text{ ja}$$

$$y_{ia} = 165,39 + 78,19x_B \quad (16),$$

joissa

y = Raivaussahan käynnissäoloaika lehdellisessä aikana ammattimetsurilla, min/ha

y_{ia} = Raivaussahan käynnissäoloaika lehdellisessä aikana ammatitaidottomalla työntekijällä, min/ha

x_B = Bensiinin kulutus, dm^3/ha .

Havaitaan, että ammattitaitoisen ja työhön tottumattoman henkilön kohdalla bensiinin kulutus lehdellisessä aikana on likipitään saman suuruinen.

Sen sijaan havaitaan kuvasta 3, että lehdettömänä aikana keväällä —

yhtälö:

$$Y = 86,58 + 67,38x_B \quad (17) -$$

bensiinin kulutus on suurempi kuin lehdellisessä aikana. Tämä voi johtua sahasta, lämpötilaeroista ja siitä, että raivaus lehdellisessä aikana on ottanut enemmän aikaa kuin lehdettömänä aikana.

Kuvan 4 mukaisesti ammatitaidottoman työntekijän herbisidiliuos kestää kauemmin kuin ammattimetsurin. Tämä viittaa siihen, että ammatitaidoton työntekijä on käyttänyt joko herbisidiliuosta niukemmin tai

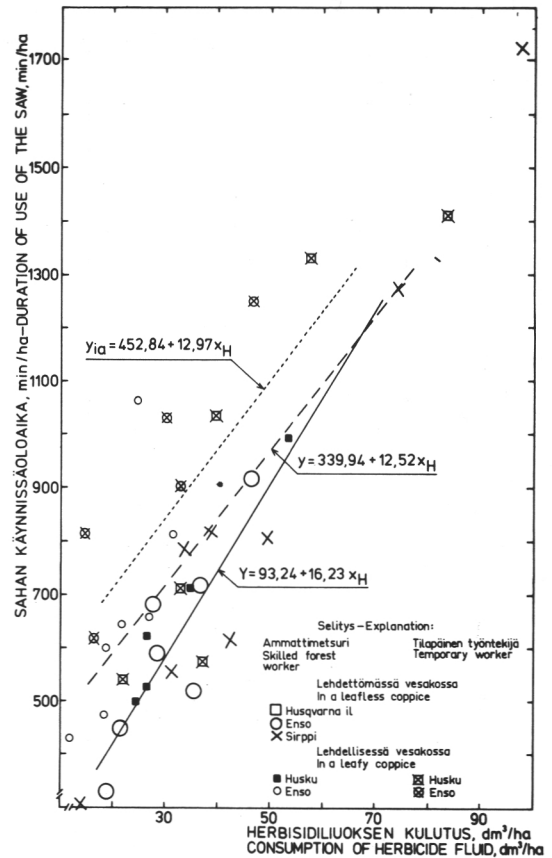
sitten hän on pitänyt raivaussahaa käynnissä enemmän aikaa turhan päälle kuin ammattitaitoinen metsuri.

Herbisidiliuoksen kulutuksen yhtälöt olivat seuraavat.

$$Y = 93,24 + 16,23x_H \quad (18)$$

$$y = 339,94 + 12,52x_H \quad (19)$$

$$y_{ia} = 452,84 + 12,97x_H \quad (20)$$



Kuva 4. Herbisidiliuoksen kulutuksen ja sahan käynnissäoloajan riippuvuus.

Fig. 4. Correlation between the consumption of herbicide fluid and the duration of use of the saw.

5. TULOSTEN KÄYTTÖ

Tässä tutkimuksessa on pyritty sellaisten tietojen hankkimiseen, että niiden perusteella voitaisiin arvioida vesakon raivauksen työajan ja aineitten — herbisidin ja bensii- nin — menekki.

Eri laitteet ovat antaneet toisistaan poikkeavia tuloksia, mutta niiden perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä toisen laitteen paremmuudesta toiseen nähden. Johtopäätösten teossa ei ole tässä suhteessa saatu apua myöskään aikaisemmista tutkimuksista (Heino 1975, Laitinen ja Takalo 1978). Vertailu esitetään taulukossa 7, jossa nähdään tämän tutkimuksen sahan käynnissäoloajat ja mainittujen tutkimusten tehoajat. Tehoajat on saatu tähän tauluk-

koon laskemalla esitetyistä yhtälöistä tai arvioimalla ne kyseisissä tutkimuksissa olevista graafisista piirroksista. Lukusarjat poikkeavat varsin oleellisesti toisistaan. Syy tähän on tuskin löydettävissä herbisidilaitteiden erilaisuudesta, koska niiden vasemman kädensijaan sijoitettu käsinojhaus tuskin lisää työaikaa, joskin sahaajan herkisiä ponnistuksia. Vain Sirpissä on hallintalaitte sijoitettu käden ulottumattomiin, terälle, joten odotusten mukaan Sirpin käyttö pitäisi vaikeutua tiheyden kasvaessa. Tulokset tukevat kuitenkin vain vaisusti tätä käsitystä.

Havaittuihin oleellisiin poikkeamiin silloin, kun kyseessä on ammattimetsuri näyt-

Selitys	Laite	
	Enso	Husqvarna/il
I Työ vesakossa (ks. s. 9), min/ha		
121 Sahan käynnissäoloaika (yhtälö 4)	540	540
122 Sahan huolto (= 0,094 × 540)	51	51
123 Herbisidilaitteiden huolto (= 0,074 × 540)	40	.
124 Keskeytysaika (= 0,180 × 540)	97	97
I yhteensä, min/ha	728	688
II Matkat ja valmistelu (ks. s. 8), min/pv		
111.1 Autolla, 40 km (37,6 km/h)	63,8	63,8
111.2 Kävelen, 2 km (3,9 km/h)	30,8	30,8
112.1 Sahan huolto	6,4	6,4
112.2 Herbisidilaitteiden huolto	9,1	.
II yhteensä, min/pv	110,1	101,0
III		
a. Ajanmenekijakauma, min/pv		
— Työ vesakossa	370	379
— Matkat ja valmistelu	110	101
Työaika yhteensä, min/pv	480	480
b. Työsaavutus, ha/pv	0,51	0,55

tävät vaikuttavan jotkin muutkin tekijät kuin pelkästään vesaluku, joten tutkimuksia tämän selvittämiseksi voitaisiin jatkaa.

Tämän tutkimuksen tuloksia käytännössä sovellettaessa tuskin kannattaa erotella käytettäviä laitteita toisistaan. Pääohjeena voitaneen pitää yhtälöiden 4, 13 ja 14 antamia viitteitä. Kun keskeytysajaksi (124) otetaan sama kuin hakkuussa (Heino 1975, s. 3) eli 18 % voidaan raivaussahauksen ajanmenekki laskea viereisen esimerkin mukaisesti, jossa vesakon tiheydeksi on oletettu 28000 vesaa/ha.

Ilman herbisidilaitetta oleva raivaussaha olisi tämän laskelman mukaan noin 8 % nopeampi.

Bensiinin ja herbisidiliuoksen kulutus päivässä voidaan laskea yhtälöistä 15 ja 18, jolloin saadaan seuraavat edelläesitettyyn asetelmaan sopivat luvut:

Selitys	Laite	
	Enso	Husqvarna/il
	Työsaavutus, ha/pv	0,55
Bensiinin kulutus, dm ³ /ha (yhtälö 15)	3,1	3,2
Herbisidiliuoksen kulutus, dm ³ /ha (yhtälö 18)	17,6	—

Asetelmissa esitettyä laskentakaaviota voidaan käytännössä soveltaa vesakon raivaustyön ajan ja aineiden päivittäistä menekkiä laskettaessa.

KIRJALLISUUTTA

- HEINO, E. 1975. Raivaussahaan kytketty kantoruis-
kulaite. Abstract: Stump-spraying device fitted to
the brush saw. Metsätehon katsaus 6:1—4.
- LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittely-
laittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Summary: Comparison of clearing saws equipped
with stump spraying devices. Folia For. 340:1—16.
- MARTTINEN, T. & RUOTSALAINEN, P. 1978. Rai-
vaussahan yhteydessä oleva vesakkomyrkyn syöt-
tölaite. Suom. pat.hak. 783629.
- NISULA, P. 1962. Aikakello- ja pistokoemenetelmän
vertailu. Summary: A comparison between the
stopwatch method and the random-sample method.
Silva Fenn. 112(4):1—20.
- 1980. Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä
raivaussahalla. Abstract: Studies on stump herbicide
spraying using a brush saw. Folia For. 439:1—39.
- VÄHÄNIKKILÄ, A. 1978. Moottorikäyttöinen rai-
vaussaha. Suom. pat. 56301.

ODC 362
ISBN 951-40-0519-8
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1981. Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaukeiden raivauksessa. Abstract: Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines. Folia For. 472:1—15.

The work output of clearing saws equipped with a device for the spreading of herbicide and the consumption of herbicide fluid when clearing a coppice thicket on a power grid line was studied. It is possible to estimate from the calculated equations the costs of work and materials per day or hectare.

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

ODC 362
ISBN 951-40-0519-8
ISSN 0015-5543

NISULA, P. 1981. Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaukeiden raivauksessa. Abstract: Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines. Folia For. 472:1—15.

The work output of clearing saws equipped with a device for the spreading of herbicide and the consumption of herbicide fluid when clearing a coppice thicket on a power grid line was studied. It is possible to estimate from the calculated equations the costs of work and materials per day or hectare.

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

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____



Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

1980

- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

1981

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinneannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntyttukien ominaisuudet eräällä sahalaitoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Poltopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätilastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakki, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce with urea.
- No 471 Eeronheimo, Olli: Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980.
Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoneisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0519-8
ISSN 0015-5543