

FOLIA FORESTALIA 578

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1983

MARTTI VUOLLEKOSKI

HYDROSTAATTISELLA
VOIMANSIIRROLLA VARUSTETUN
KAIVURIN SOVELTUVUUS
METSÄOJIEN PERKAUKSEEN

EVALUATION OF
A SPECIALLY DEVELOPED
EXCAVATOR FOR FOREST
DITCH CLEANING



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 578

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1983

Martti Vuollekoski

HYDROSTAATTISELLA VOIMANSIIRROLLA VARUSTETUN KAIVURIN SOVELTUVUUS METSÄOJEN PERKAUKSEEN

Evaluation of a specially developed excavator for
forest ditch cleaning

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKITUN KONEYKSIKÖN ESITELY	3
21. Yleistä	3
22. Tekniset tiedot	4
3. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	4
4. KAIVUVAIKEUDEN MÄÄRITTELY JA AINEISTON JAKAUMA	4
5. TUTKIMUSTULOKSET	5
51. Tehotuntituotos peratun ojan pituusyksikköinä	5
52. Tehotuntituotos poistettuina tilavuusyksikköinä	6
53. Tuotoksen vertailu muilla perkauskoneilla todettuihin tuotosarvoihin	7
54. Käyttötuntikustannus	9
6. PÄÄTELMÄT	10
KIRJALLISUUS	11
SUMMARY	11
LIITE	13

VUOLLEKOSKI, M. 1983. Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen. Summary: Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning. *Folia For.* 578: 1-13.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Lännen S9 ojanperkauskaivurin tuotos eri uudisojituksen kaivu vaikeusluokissa, käyttötuntikustannus sekä tuotosvertailu vastaavaan tehtävään tarkoitettuihin muihin koneisiin.

Aikatutkimuksessa tutkimusyksikkönä oli paaluvälin perkaukseen kulunut aika.

Lännen S9:n tehotuntituotos perkaustyössä oli uudisojituksessa käytettävän kaivu vaikeusluokituksen mukaan seuraava: I = 293 m/h, II = 273 m/h, III = 228 m/h, IV = 217 m/h, V = 154 m/h ja \bar{x} = 269 m/h.

Käyttötuntikustannus laskettiin kaikkien siihen kuuluvien osakustannustekijöiden summana ja jaettiin käyttöajalla.

Teho aikaprocentiksi saatiin aiempien tutkimusten ja tämän tutkimuksen aineiston kaivu vaikeusluokkajakauman perusteella 75,2. Päätyöajaksi saatiin 46 % ja määrästä riippuvaksi apuajaksi 54 % koko tehoajasta. Käyttötuntikustannukseksi saatiin 171,50 mk edellyttäen täystyöllisyyttä 10 kk:n ajaksi vuodessa.

The aim of the study was to determine the output of the Lännen S9 ditch cleaning excavator under different excavating difficulty classes, the working hourly costs and to compare the output with that of other machines designed for the same purpose.

The time taken to clean a stretch of ditch between two markers was followed by means of a time study.

The effective hour productivity of the Lännen S9 in ditch cleaning work was as follows, depending on the excavating difficulty class: I = 293 m/h, II = 273 m/h, III = 228 m/h, IV = 217 m/h, V = 154 m/h and \bar{x} = 269 m/h.

The working hourly costs were calculated by summing all the partial cost factors and then dividing by the effective time.

According to earlier studies and the excavation difficulty class distribution of this study the effective time percentage was assumed to be 75,2. The time expended on the main time was 46 %, and that on variable by-time, 54 % of the entire effective time. The hourly operation costs were FIM 171,50, which presupposes full employment for 10 months.

ODC 385.1 + 237.2 + 35
ISBN 951-40-0646-1
ISSN 0015-5543

Helsinki 1983. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Suomen 10,4 milj. suohehtaarista oli vuoden 1981 loppuun mennessä metsäojitettu lähes 5,5 milj. ha. Tutkimusten mukaan näiden ojaverkostojen kuivatusteho laskee 20...30 vuodessa niin paljon, että kunnostusojitus on välttämätön. Tällä toimenpiteellä turvataan kasvualustan vesitalous puunkasvatukselle edullisena.

Kunnostustarpeessa olevien ojitusalueiden määrä lisääntyy lähivuosina voimakkaasti. Valtakunnan metsien 7. inventoinnin mukaan on arvioitu, että noin 12 % Etelä-Suomen ojitusalueista vaatii ojanperkausta. Jos tilanne olisi koko maassa sama, niin kunnostusta vaativien alueiden määrä olisi nyt noin 0,8 milj. ha. Tavoitteesta ollaan huomattavasti jäljessä, sillä esim. vuonna 1981 perattiin oja 4990 km ja täydennysojia kaivettiin 3250 km. Tämä vastaa vain noin 20 000 ha kuivuvaa alaa. Pieneen kunnostusojituksen määrään vaikuttavat lainsäädännölliset puutteet, vahvistamaton perkaustaksa, erityisesti ojanperkaukseen sopivan kaluston puute se-

kä epätietoisuus siitä, milloin perkaus on suoritettava.

Metsäojien perkauksessa käytettävien menetelmien kehittäminen on osa Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastossa vuonna 1976 aloitettua "Metsäojituksen tekniikan kehittäminen" -projektia.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää Lännen S9 kaivurin soveltuvuus ojanperkaukseen. Julkaisu on lyhennelmä metsätekniikan laudaturtyöstä (Vuollekoski 1982), jossa tutkimuksen tuloksia on käsitelty yksityiskohtaisemmin.

Tutkimuksen suorittamiseen ovat myötävaikuttaneet urakoitsija Jouko Anttila ja kuljettaja Olavi Järvelä Virroilta. Havaintoaineiston keruussa ovat avustaneet tutkimusapulaiset Heikki Meriläinen, Raimo Mäkelä ja Yrjö Sulkala. Konekirjoituksen on tehnyt Kaisa Kytöaho. ATK-käsittelyssä on avustanut FK Riitta Heinonen ja työohjauksessa professori Kalle Putkisto sekä MMK Matti Aitolahti. Englanninkielisen tekstin on kirjoittanut Michael Starr Ph.D. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Eero Paavilainen ja MMT Juhani Päivänen. Kiitän kaikkia tutkimuksessa mukana olleita.

2. TUTKITUN KONEYKSIKÖN ESITTELY

2.1. Yleistä

Lännen S9 metsäojien perkauskone on suunniteltu erityisesti ojitusalueiden kunnostusta varten. Huomattavin uudistus runkorakenteessa perinteisiin traktorikaivureihin verrattuna on yhtenäinen kotelopalkkirunko. Se korvaa sekä kaivulaitteen keskus- että peruskoneen rungon. Tuloksena tästä on noin 1 000 kg pienempi kokonaispaino ja lisäksi painojakauma on saatu kaivutyön kannalta edullisemmaksi. Tähän vaikuttavat myös matalammat takarenkaat, jolloin niiden kiinnityspistettä on voitu siirtää taemmaksi. Painopisteen siirtyminen eteenpäin on mahdollistanut ns. höyläyskaivun. Tällöin tukijalkoja ei tarvitse käyttää ja kauha voi ol-

la ojan pohjalla myös siirtymisen aikana. Varsinaista vastapainoa ei koneessa ole, vaan se on korvattu etuosassa olevilla hydraulikka- öljy- ja polttoainesäiliöillä sekä 300 kg painavalla etupuskurilla.

Voimansiirto on hydrostaattinen. Perkauskoneen moottoriin on kytketty laippaliitoksella ja joustavalla kytkimellä Linden BPV 70 aksiaalimäntäpumppu, jonka tilavuutta voidaan säätää. Tämä pyörittää Linden BMF 50 vakiotilavuusmoottoria, joka on yksikön varsinainen ajomoottori. Säädettävän tilavuuspumpun tuottoa ohjataan jalkapolkimilla, jotka vaikuttavat hydraulisesti tehostetuina pumpun keskilevyn asentoon. Levyn asento määrää pumpun kierrostilavuuden ja virtaussuunnan, jotka puolestaan määräävät

yksikön nopeuden ja ajosuunnan. Ajomoottorilta voima välittyy mekaaniselle akselille vaihteelle. Se on rakennettu BPV:n taka-akseliston yhteyteen. Vaihteistoa hallitaan pneumaattisesti. Ajaja ja kaivulaitetta varten on omat hydraulikkapiirinsä.

Lännen S9 perkauskoneessa käytetään maastokelpoisuuden parantamiseksi ylipitkiä teloja. Niiden pituus on 9 m ja leveys 0,66 m. Telojen kosketuspinta-ala on 3,56 m². Koneen kokonaismassa on 8 700 kg. Pintapaineeksi tulee tällöin 23,9 kPa (= 0,244 kp/cm²). Perkaustyötä helpottavia laitteita S9:ssä ovat mm. pohjapanssari, joka suojaa alustaa ja ehkäisee kiinnijuuttumista ja hydraulisesti liikkuvat telojen kiristyspyörät.

Kaivulaite on perusominaisuuksiltaan sama kuin Lännen UM 353 CM. Kauhana käytetään metsäojanperkauskauhaa tilavuudeltaan 630 SAE litraa. Uudisojituksessa suositellaan käytettäväksi metsäojakauhaa.

22. Tekniset tiedot

Moottori: Valmet 411 CS, turboahdettu 4-sylinterinen suorasuihkutussiesel, teho 69 kW 2200 r/min
Kaivuhydrauliikka: paine 175 bar (= 17500 kPa = 178,5 kp/cm²), tuotos 125 l/min 2000 r/min
Ajohydrauliikka: paine 300 bar (= 30000 kPa = 306 kp/cm²), tuotos 0...140 l/min 2000 r/min
Kokonaismassa telavaruinein: 8 700 kg
Leveys kuljetusasennossa: 2,48 m
Raideleveys: 1,95 m
Polttoainesäiliö: 200 l + 190 l
Renkaat: edessä 16,00–20/PR 10
 takana 500–22,5/PR 16
Ajonopeus: vaihte I 0...5 km/h
 vaihte II 0...25 km/h

Kaivulaitteen suoritusarvot (SAE J 49):
Kaivuvoima huulilevyssä 30,5 kN (3050 kp)
Kauhan murtovoima (kuokkakauhalla) 51,3 kN (5130 kp)
Puomin nostovoima kauhan tapissa 13,6 kN (1360 kp)
Ulottuvuus 5,88 m
Nostokorkeus 6,00 m
Kuormauskorkeus 4,25 m
Kaivusyvyys 4,40 m

3. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

Aineisto kerättiin loka-marraskuussa 1978. Lisäksi on aineistoa kartutettu Metsähallituksen kehittämisjaoston suorittamalla maastotöillä, jotka suoritettiin Metsäntutkimuslaitoksen kehittämien menetelmien mukaisesti kesäkuussa 1979. Vertailukoneiden tutkimuksia on suoritettu vuosina 1976 ja 1978. Vuoden 1978 maastotyökohteet sijaitsivat Keuruun kunnan Riihilammen (työmaa 2) ja Virtain kunnan Kaunisnevan (työmaa 1) alueilla. Metsähallituksen kehittämisjaosto seurasi koneen toimintaa Virtain kunnan Tuuranevan (työmaa 3) alueella. Kaikki em. tutkimustyömaat sijaitsivat Metsähallinnon Parkanon hoitoalueessa.

Aineistosta kertyi kaikkiaan 408 tutkimusyksikköä käsittävä kokonaisuus. Tästä on Metsäntutkimuslaitoksen keräämiä 310 yksikköä ja Metsähallituksen osuus

on 98 yksikköä. Näiden yhteispituus on 11 311 m.

Varsinaiseksi tutkimusyksiköksi (havainto) otettiin paaluväli. Sen pituutta ei rajattu etukäteen metrimääräisesti, vaan siitä pyrittiin tekemään mahdollisimman homogeeninen. Metsähallitus käytti edellisestä poiketen vakiomittaista (20 m) paaluväliä. Tuotostutkimuksessa mitattiin perkauskoneen käyttämä aika tutkimusyksikköä kohti ja tuotettu määrä pituusyksikköinä. Kelloikatutkimuksessa käytettiin palautusmenetelmää. Kokonaisaika jaettiin tehoaikaan ja keskeytyksiin. Panostuotostutkimuksessa käytettynä resurssina oli perkauskoneen käyttötuntikustannus ja tuotannon tuloksena vastaavana aikana yrittäjälle maksettu korvaus, joka saatiin kertomalla tuotettu työmäärä sovitulla yksikkötaksalla.

4. KAIUVUAIKEUDEN MÄÄRITTELY JA AINEISTON JAKAUMA

Ojanperkaukseen ei ole vielä kehitetty kaivuvaikeusluokitusta. Tässä tutkimuksessa käytettiin konekaivun ohjemaksun mukaista kaivuvaikeusluokitusta, joka on tarkoitettu vain uudisojitukseseen.

Kaivuvaikeus määritellään ojitettavalla alueella kuvioittain kaivettavan maalajin mukaan, minkä ohella kaivuvaikeuden lisätekijöinä otetaan huomioon kivisyys, iskotuneisuus, puisuus ja upottavuus. Luokkien

kuvaus on seuraava (Konekaivun ohjemak-sut):

1. Puuton (<10 % kaivumassoista) kantava (ei upota jalankulkijaa) turve. Pehmeä kivetön (<10 % kaivumassoista) hieta ja hiekka.
2. Puinen (10–30 % kaivumassoista) ja/tai lievästi upottava (upottaa jonkin verran jalankulkijaa ja vaikeuttaa konekaivua) turve. Lievästi iskostuneet kivettömät (<10 % kaivumassoista) lajittuneet mineraalimaat. Pehmeä savi. Hiesu ja irtosora sekä 1. kaivuvaikeusluokan mineraalimaat, joiden kaivua vaikeuttaa märkyys tai puiisuus.
3. Runsaspuinen (>30 % kaivumassoista) tai upottava (upottaa jalankulkijaa, turvetta yli 80 cm ja konekaivu joudutaan suorittamaan ilmeisen uppoamisvaaran alaisena) turve. Sitkeä tai jäykkä savi. Iskostuneet tai kiviset (10–30 % kaivumassoista) lajittuneet mineraalimaat. Löyhät kivettömät (<10 % kaivumassoista) moreenit.
4. Runsaspuinen (>30 % kaivumassoista) upottava (upottaa jalankulkijaa, turvetta yli 80 cm ja konekaivu jouduttaa suorittamaan ilmeisen uppoamisvaaran alaisena) turve. Runsaskiviset (>30 % kaivumassoista) lajittuneet mineraalimaat. Tiiviit tai kiviset (10–30 % kaivumassoista) moreenit. Kova tai liejumainen savi.
5. Kovat ja runsaskiviset (10–30 % kaivumassoista) moreenit. Kivikot ja louhikot.

Koko aineiston kaivuvaikeusluokan keskiarvo on 1,8 (taulukko 1). Aineisto koostuu pääosiltaan helpoista uudisojituksen kaivu-

Taulukko 1. Kaivuvaikeusluokkien prosenttinen ja-kauma.

Table 1. The percentage distribution of the research units in excavating difficulty classes.

Kaivuvaikeusluokka Excavating difficulty class	Työmaa — Work site		
	1	2	3
1	55	43	19
2	27	36	35
3	16	20	31
4	2	1	14
5	0	0	1
Yhteensä Total	100	100	100
\bar{x}	1,6	1,8	2,5

vaikeusluokista. Tämä aiheutuu jo alkuperäisestä ojitussuunnitelmasta, jossa vaikeat maastokohteet pyritään kiertämään. Työmaa 3 oli kaivuvaikeusluokan mukaan selvästi vaikein. Siellä esiintyi myös viidettä luokkaa. Työmaalla 1 ja 2 oli ensimmäistä luokkaa eniten, viidettä luokkaa ei ollut lainkaan ja neljättäkin hyvin vähän.

5. TUTKIMUSTULOKSET

51. Tehotuntituotos peratun ojan pituus-yksikköinä

Metsäojan perkaustyö konekaivuna on luonteeltaan vaihtelevaa. Jokaisen työvaiheen kestoaika on hyvin monen tekijän summa ts. työvaikeustekijät vaihtelevat satunnaisesti. Uudisojituksessa voidaan poistettavien maiden määrää pitää luotettavana työkonene tehokkuuden arvosteluperusteena. Ojanperkauksessa sen sijaan poistettavat maamäärät ovat pieniä ja niiden määrää on vaikea arvioida. Tämän vuoksi tuotos metreinä perattua ojaa aikayksikössä on ainoa luotettava tunnus. Poistettavien maiden määrää voidaan pitää vain toissijaisena tunnuksena, jolla on lähinnä täydentävästi selittävä merkitys.

Suuri vaihtelu vaikeissa luokissa eri työmaiden välillä selittynee pienellä havaintoai-

neistolla. Viidennen kaivuvaikeusluokan osuus koko aineistosta on vain 0,2 %. Eri työmaiden välillä samoissa luokissa ilmenevät erot ovat pienimmillään kaivuvaikeusluokka kahdessa (kuva 1).

Eri työmaiden tuotokset poikkeavat systemaattisesti toisistaan (taulukko 2). Tutkimusryhmän luokittelijana on ollut sama henkilö työmaalla 1 ja 2. Työnantajan edustajan luokituksen keskiarvo koko työmaalle, työmaalla 1 on 1,9 (1,6) ja työmaalla 2 1,7 (1,8). Arvot poikkeavat tutkimusryhmän vastaavista, jotka ovat sulkeissa.

Luokituksessa olevaan eroon vaikuttaa kaksi tekijää. Ensinnä tutkimuskohteet eivät kata koko perkausaluetta, joten tutkittu otanta voi poiketa koko alueen keskiarvosta. Toiseksi luokitusajankohta vaikuttaa tulokseen. Taksaperusteita varten se suoritettiin ennen ojan perkausta, kun taas tutkimus-

ryhmä suoritti luokituksen jo peratusta ojasta.

Kaikkien tutkimustyömaiden keskimääräiset tehotuntituotokset kaivuvaikeusluokittain esitetään taulukossa 3.

52. Tehotuntituotos poistettuina tilavuusyksikköinä

Metsäojien perkaukselle on tyypillistä, että toimenpide kohdistuu vain ojan pohjaan. Sammaloituneisiin, kestäviin reunoihin koskemista pyritään välttämään. Ojan pohjalta poistetaan sinne kerrostunutta kariketta, reunoilta valunutta irtainta maa-ainesta sekä kiviä ja liekopuita. Samalla ojan pohjaa on syvennettävä keskimäärin 5...10 cm ja suon pinnan painumisen vuoksi kynnyskohdissa tätäkin enemmän. Myös ojan pohja painuu.

Painuminen on yleensä korvissa n. 15 cm ja rämeillä n. 18 cm. Pohjan painuminen on kuitenkin epätasaista, mikä aiheuttaa putouksien muuttumista. Näin syntyy haitallisia patoaltaita (Huikari ym. 1964).

Sarkaojen perkauksessa poistettava maamäärä on n. 0,25 m³/m. Uudisojituksessa vastaava maamäärä vaihtelee 0,51...0,76 m³:iin. Edellä mainittuihin lukuihin vaikuttaa olennaisesti kolme tekijää. Ensinnä kuinka syvää ojaa kaivetaan, toiseksi kuinka tukeutunut vanha oja on ja kolmanneksi minikälaista kauhaa käytetään.

Perkaukauha on kehitetty erityisesti kunnostusojitukseen. Sillä voidaan suorittaa ojanperkausta sekä täydennysojituksia paksuturpeisilla alueilla. Uudisojituksessa vaikuttaa sivuluiskan kaltevuus erityisesti ohutturpeisillä ojitusalueilla ojan kunnan säilymiseen. Sama koskee myös perkausta silloin, kun ojan luiskat eivät ole sammaloituneet tai

Taulukko 2. Keskimääräinen tehotuntituotos metreinä, sen keskihajonta ja havaintojen lukumäärä kaivuvaikeusluokittain.

Table 2. The mean length of cleaned ditches per effective hour in each excavating difficulty class in metres.

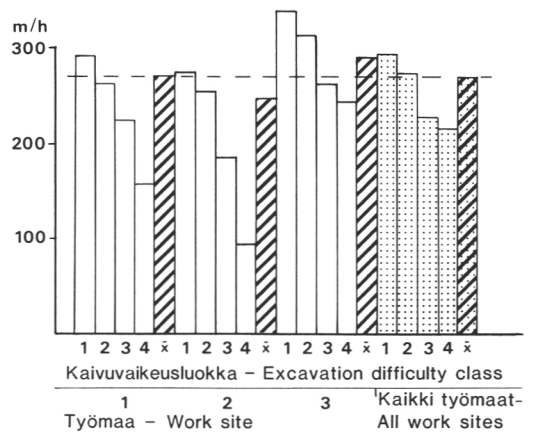
Kaivuvaikeusluokka Excavation difficulty class	Työmaa — Work site								
	1			2			3		
	m/h	s	n	m/h	s	n	m/h	s	n
1	293	65	111	274	82	47	338	85	19
2	263	75	54	254	104	40	312	63	34
3	224	44	31	186	43	22	263	69	30
4	158	43	4	97	—	1	242	44	14
5	—	—	—	—	—	—	154	—	1
\bar{x}	271	71	200	248	91	110	291	76	98

Taulukko 3. Kaikkien työmaiden keskimääräiset tehotuntituotokset ja tutkimusaineistot kaivuvaikeusluokittain.

Table 3. The mean output of all work sites per effective hour, and their distribution by number, percentage and metres in each excavation difficulty class.

Kaivuvaikeusluokka Excavation difficulty class	Kaikki työmaat yhteensä All work sites together			
	m/h	n	% ¹⁾	m
1	293	177	43,4	5 223
2	273	128	31,4	3 429
3	228	83	20,3	2 201
4	217	19	4,7	436
5	154	1	0,2	20
\bar{x}	269	408	100,0	11 311

1) Kaivuvaikeusluokittainen prosenttijakauma on laskettu havaintojen (n) lukumäärän perusteella.



Kuva 1. Tehotuntituotos metreinä.
Figure 1. Cleaning output in metres per effective working hour.

kasvillisuus poistetaan. Sivuluiskan kaltevuus on ”Lännen” ojanperkauskauhalla 1:0,4 ja normin mukaisella metsäojakauhalla 1:0,7.

Poistettavien massojen määrä riippuu olenaisesti vanhojen oijen kunnosta. Sen suuruudella ei kuitenkaan tarvitse olla suoranaista yhteyttä perkauksen etenemisnopeuteen. Tosin poikkeuksellisen suuren määmäärän käsittely vie oman aikansa, vaikka se olisikin irtainta maa-ainesta. Toisaalta hyvin pieni kertymä voi hidastaa työskentelyä tuntuvasti, jos se on vaikeasti irrotettavissa.

Tehotuntituotos laskee pääpiirteittäin vaikeusluokan kasvaessa. Tulos on hyvin looginen. Vaikeusluokituksellahan pyritään kartoittamaan juuri niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat kaivutuotokseen, siis myös massojen siirtoon. Tuotos vaihtelee paljon eri työmaille samoissa kaivu vaikeusluokissakin (taulukot 4 ja 5, kuva 2).

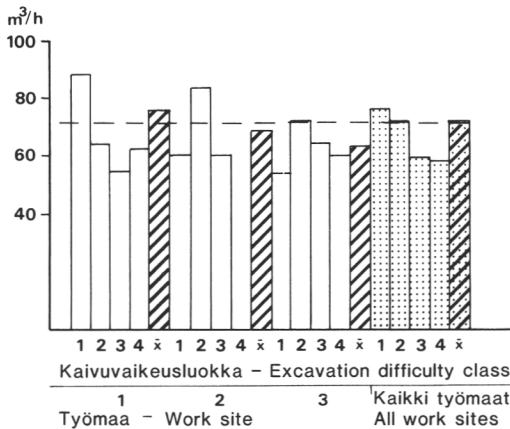
53. Tuotoksen vertailu muilla perkauskoneilla todettuihin tuotosarvoihin

Valmistajan ilmoituksen mukaan Lännen S9 on ensimmäinen suomalainen sarjavalmistainen metsäojanperkauskauuri. Tässä tutkimuksessa tutkittu kone on toinen prototyyppi. Siihen ei ole tehty oleellisia muutoksia sarjavalmistukseen siirryttäessä. Prototyyppin tuotoksia voidaan sellaisenaan pitää myös sarjakoneilla saavutettavina. Tutkimuksessa mainitut vertailukoneet ovat sekä tavallisia uudisojitukseen että erityisesti perkaukseen kehitettyjä koneita. Niiden maastokelpoisuudessa ei ole suuria eroja. Kaikki konetyypit pystyvät työskentelemään niissä olosuhteissa, joissa ojitusta nykyään harjoitetaan. Vanhan ojan päällä liikkuminen asettaa kuitenkin varsin suuret vaatimukset sekä kuljettajan ammattitaidolle että perkauskoneen maastokelpoisuudelle.

Taulukko 4. Keskimääräinen tehotuntituotos poistettuina kuutiometreinä, sen keskihajonta ja havaintojen lukumäärä kaivu vaikeusluokittain.

Table 4. The amount of spoil removed in cubic metres per effective time in each excavating difficulty class.

Kaivu vaikeusluokka Excavation difficulty class	Työmaa — Work site								
	1			2			3		
	m ³ /h	s	n	m ³ /h	s	n	m ³ /h	s	n
1	88	27	111	60	37	47	54	53	19
2	64	17	54	84	33	40	72	32	34
3	55	17	31	60	25	22	65	33	30
4	63	15	4	38	—	1	60	17	14
5	—	—	—	—	—	—	42	—	1
\bar{x}	76	27	200	69	35	110	64	36	98



Kuva 2. Tehotuntituotos poistettuina kuutiometreinä.
Figure 2. Cleaning output in cubic metres per effective working hour.

Taulukko 5. Kaikkien työmaiden keskimääräiset tehotuntituotokset ja tutkimusaineistot kaivu vaikeusluokittain.

Table 5. The combined output of all the work sites and their distribution by number, percentage and cubic metres per effective time in each excavating difficulty class.

Kaivu vaikeusluokka Excavation difficulty class	Kaikki työmaat yhteensä All work sites together			
	m ³ /h	n	%	m ³
1	77	177	43,4	4 394
2	72	128	31,4	2 650
3	60	83	20,3	1 586
4	59	19	4,7	178
5	42	1	0,2	5
\bar{x}	71	408	100,0	8 813

Taulukko 6. Metsäojanperkaukseen käytettyjen koneiden tehoaikatuotoksia¹⁾. Sulkeissa havaintojen määrä.
 Table 6. The effective time output of various machines used in forest ditch cleaning. The number of observations is given in brackets.

Kone Machine	Kaivuvaikeusluokka Excavation difficulty class						\bar{x} m ² /h	\bar{x}
	1 m/h	2 m/h	3 m/h	4 m/h	\bar{x} m/h	\bar{x} m ² /h		
1 Lännen S9	293 (177)	273 (128)	228 (83)	217 (19)	269 (408)	71 (408)	1,8	
2 Leyland/ UM 355	233 (53)	182 (12)	182 (18)	142 (16)	203 (99)	61 (99)	2,0	
3 Ford 5000/ Vamm.kers.	175 (12)	139 (8)	162 (36)	144 (40)	154 (96)	42 (96)	3,1	
4 Perko/ Meri I A	—	—	—	—	494 (21)	—	—	
5 m. Vehviläinen aurakaivuri	1097 (5)	1049 (11)	1113 (34)	468 (9)	1002 (59)	576 (59)	2,8	
6 25 perkausko- neen keskiarvot Mean of 25 cleaning machines	249 (321)	197 (613)	192 (469)	173 (335)	199 (1804)	—	2,6	

1) Tuotostiedot koneista 1...5 perustuvat Metsäntutkimuslaitoksessa ja koneryhmästä 6 Metsähallituksen kehittämisaostossa kerättyihin aineistoihin.

Tässä tutkimuksessa seuratun koneen kuljettajana oli koko ajan sama henkilö. Hänellä oli usean vuoden työkokemus uudistusojituksesta ja ojanperkauksesta. Työtä tehtiin vain valoisana aikana ja työolosuhteet olivat muutenkin hyvät. Kuljettajaa voidaan pitää selvästi keskitasoa parempana ja siten myös tuotostasoa nostavana tekijänä.

Kuljettajan vaikutus työn tuottavuuteen on Aitolahden ja Numminen (1968) mukaan erityisen merkittävä uudisojituksessa ja ojanperkauksessa sen merkitys työn vaikeuden vuoksi ilmeisesti edelleen korostuu. Tämä heikentää esim. taulukossa 6 esitettyjen vertailujen luotettavuutta.

Perkauskoneiden tuotokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska kaivuvaikeusluokat poikkeavat toisistaan. Kaivuvaikeusluokkaa voidaan tosin käyttää selittävänä muuttujana. Tutkimusajan lyhyden vuoksi on havaintoja niukasti erityisesti eräistä koneista. Ne antanevat silti tuotoksien suuruusluokista oikean kuvan.

Aurakaivuri m. Vehviläinen ja Lännen S9 ovat molemmat prototyyppisiä samoin Perkon peruskone. Muut kaksi konetta ovat vanhoja jo pitkään käytössä olleita sarjakoneita. Koneryhmän 6 tuotokset on laskettu 25 perkauskoneen keskiarvoina. Ne ovat kaikki traktorikaivurityypisiä, mutta eroja

oli paljon mm. telavarustuksissa, painoloukissa, puomistoissa, kauhoissa, voimansiirtjärjestelmissä ja hydrauliiikan hallintalaitteistoissa (Finne 1980).

Pelkkä tuotosluku (m/h) (taulukko 6) ei kuitenkaan selvitä kaikkia tekijöitä, joihin on kiinnitettävä huomiota eri työyksiköitä vertailtaessa. Näitä tekijöitä ovat mm. tehoaikaprocentti ja perkausyksikön vaatimat työskentelyolosuhteet sekä käyttötuntikustannuksen vertailu tuntituotokseen. Prototyypeille ominaista ovat usein toistuvat korjaukset ja säädöt, minkä vuoksi niiden tehoaikaprocentti on huomattavasti alhaisempi kuin vakiokoneiden. Näin on tilanne erityisesti silloin, kun kyseessä on monimutkainen kokonaisuus ja uuden tekniikan sovellutus.

Traktorikaivurityypiset perkauskoneet soveltuvat kaikenlaisille työmaille. Niiden tuotos ei riipu yhtä paljon kaivuvaikeusluokasta kuin aurakaivureiden ja etenkin jyrsimien. Auralla ei voi perata lainkaan runsaskivisiä kohteita, koska auran kärki nousee ylös, eikä näin ollen puhdistaa ojaa. Tällaiset kohteet voidaan tosin kaivaa auran päällä olevalla kaivulaitteella. Tällöin tuotos laskee kuitenkin huomattavasti kevytrakenteisen kaivurin heikon tehon ja epävakaan alustan vuoksi. Sama koskee jyrsintyyppisiä perkauskalaitteita, jotka eivät yleensä siedä kiviä lain-

Taulukko 7. Tehoaikaprosentit kaivuvaikeusluokittain uudisojituksessa (Aitolahti 1976).

Table 7. Effective time percentage according to digging difficulty classes in new drainage work (according to Aitolahti 1976).

Kaivuvaikeusluokka Excavation difficulty class	Tehoaikaprosentti Effective working hour, %
1	77
2	75
3	73
4	70
5	63

kaan (poikkeuksena Meri I A). Kaivulaite on asennettu mm. Perko ja RKP ojanperkaus-koneisiin lähinnä risteyksien avaamista varten. Nämä molemmat tyypit soveltuvatkin hyvin vain paksuturpeisiin tai muuten vähäkivisiin olosuhteisiin varsin helpoille työmaille. Helpoissa olosuhteissa niiden tuotos ylittää moninkertaisesti traktorikaivurien vastaavat.

54. Käyttötuntikustannus

Ajan jaottelu perustuu NSR:n normeihin (Nordisk Avtale om Skoglig Arbeidsstudienomenklatur 1978). Tehoaika voidaan muuttaa käyttäjäksi kertomalla se kaivuvaikeusluokittain luvulla 1,126 (Vasko 1977). Tehollinen kaivuaika vuodessa saadaan kertomalla vuotuinen työaika tehoaikaprozentilla kaivu- vaikeusluokittain (taulukko 7), (Aitolahti 1976). Käytettäessä laskentaperusteena edellä mainittuja prosenttilukuja ja tämän aineiston prosentuaalista jakaumaa eri kaivu- vaikeusluokkiin, saadaan keskimääräiseksi teho- aikaprozentiksi koko aineistossa 75,2.

Taloudellinen tarkastelu perustuu koneen myyjältä, urakoitsijalta ja Koneurakoitsijain liitto ry:ltä saatuihin tietoihin. Hintataso on

vuoden 1983 ensimmäiseltä neljännekseltä. Pääomakustannukset on laskettu kaivukun- nossa olevan koneen myyntihinnasta. Poisto- aikana on käytetty 5,2 vuotta ja vaihtoarvo- prosenttina 29. Laskuissa edellytetään täy- työllisyyttä 10 kuukauden ajaksi vuodessa.

Palkkakustannukset laskettiin yksikön käyttäjälle urakkapalkkana ja keskeytysten osalta tuntityöpalkan mukaan. Kylmäasen- nuslisä ja likaisentyönlisä ovat työmarkkina- osapuolten sopimia korotuksia vaikeutuneis- ta työoloista. Välilliset palkkakustannukset ovat sosiaalikuluja. Niiden määrä on 48 % muista palkkakustannuksista. Voitelu- ja hydrauliöljykustannukset sekä korjaus- ja huoltokulut perustuvat sopimusneuvottelui- hin. Tarkemmat kustannuslaskelmat on esi- tetty liitteessä.

Vuotuiset kustannukset jakautuvat seu- raavasti:

— palkkakustannukset	65 860 mk
— muut muuttuvat kustannukset	70 860 mk
— kiinteät kustannukset	93 550 mk
— toimintaylijäämä 5 %	11 510 mk
<hr/>	
kokonaiskustannukset	241 780 mk
käyttötuntikustannus	171,50 mk

Tässä laskelmassa on käyttöaikaprosentti 82, vaikka aiemmin on todettu tehoaikapro- sentin keskiarvon olleen kolmella tutkitulla työmaalla 75,2. Käyttöaikaprosentiksi saatai- siin tämän mukaan 84,7. Tämä aiheutuu val- takunnallisista sopimusneuvotteluista, joissa on sovittu ko. prosenttiluvun käyttämisestä taloudellisissa laskelmissa.

Tavanomaisten traktorikaivureiden käyt- tötuntikustannus on 6...9 mk alhaisempi kuin Lännen S9:llä. Tämä aiheutuu edullisemmas- ta uushankintahinnasta. Laskelmissa se vai- kuttaa pääomanpoiston ja -koron määrään. Vertailukoneiden vuotuiset pääomakulut ovat 66 960...71 420 mk. Lännen S9:n vas- taavat kulut ovat 79 700 mk.



Kuva 3. Lännen S9 metsäojien perkauskone.
Figure 3. The Lännen S9 excavator for ditch cleaning work.

6. PÄÄTELMÄT

Lännen S9 metsäojituksen erikoiskone on suunniteltu kunnostusojitusten vaativiin erikoistehtäviin. Tämän vuoksi sen hinta on korkeampi kuin vastaavankokoisen tavallisen metsävarusteisen traktorikaivurin. Edellisestä seuraa, että käyttötuntikustannus on S9:llä 6...9 mk suurempi, kuin tavallisella koneella. Pääkysymykseksi tuleekin nyt, kompensoiko kalliimmalla koneella aikaansaattava kaivutuotoksen lisäys käyttötuntikustannuksien erotuksen. Taloudellista laskelmaa vaikeuttaa taksan puuttuminen metsäojanperkauksessa. Lännen S9:n ja vertailukone 2:n tehotuntituotoksien erotus on 66 m/h. Jos ojanperkauksesta maksettaisiin esim. 1 mk/m, niin jo 6...9 m/h suuremmalla käyttötuntituotoksella korvautuisi käyttötuntikustannuksien erotus.

Tämän tutkimuksen mukaan ko. suuruisen tuotoksien erotus tehollista työtuntia kohti saavutetaan kaikissa olosuhteissa (so. kaikissa uudisojituksen kaivuvaikeusluokissa). Vertailukoneille 4 ja 5 on hyvin vaikea laskea käyttötuntikustannusta, mutta suuntaa antavasti voidaan todeta, että ne ylittävät huomattavasti traktorikaivureiden vastaavat arvot.

Täystyöllisyyden saaminen 10 kuukauden ajaksi vuodessa pelkästään ojanperkauksessa tuottaa vaikeuksia Suomen olosuhteissa. Korvaavia töitä on mahdollista saada. Ne edellyttävät kuitenkin usein lisävarusteiden hankkimista, jotka nostavat käyttötuntikustannusta.

Niskasen (1980) mukaan metsäojan perkauskoneen tulisi täyttää seuraavat vaati-

mukset: 1) hyvä kyky liikkua vanhan ojan päällä, 2) suuri työnopeus, 3) kosketaan vain ojan pohjaan, 4) pitää pystyä perkaamaan sekä turve- että kivennäismaiden ojia, 5) voi kaivaa kaikenkokoista ojaa, 6) soveltuu myös uudisojituksen ja 7) kulkuyhteyksiä voitava parantaa mahdollisuuksien mukaan. Edellä mainitut vaatimukset ovat hyvin realistisia. Toisin sanoen niiden täyttäminen nykyisellä teknologialla on täysin mahdollista.

Lännen S9 pystyy liikkumaan ja ylittämään vanhat ojat hyvin ylipitkien telojen ja leveän raidevälin ansiosta. Suuri työnopeus on koko uuden teknologian sovellutuksen summa. Tärkeimpänä tekijänä perinteisiin traktorikaivureihin verrattuna on höyläyskaivu, minkä mahdollistavat oikea paino- ja hydrostaattinen voimansiirto. Työ-

nopeuteen vaikuttaa edelleen kapea ja pitkä perkauskauha, mikä puhdistaa vain ojan pohjan. Haittapuolena ilman tukijalkoja kaivettaessa on koneen voimakas heilunta, mikä rajoittaa puomin nopeita kääntöjä sekä epätasaisessa maastossa koneen kallistelu puolestaan aiheuttaa ojan toisen luiskan muodostumisen liian jyrkäksi.

Kauhalla varustettu perkauskone on tois- taiseksi ainoa, joka soveltuu sekä turvemaiden että kivisten mineraalimaiden kaivuun. Aura- ja jyrksyöksiköillä on myös ojan koon säätely ja kivien väistely rajoitetumpaa kuin kauha-periaatteella toimivalla koneella. Län- nen S9 soveltuu myös uudisojituksen, mutta sen erikoisominaisuuksia ei pystytä siinä hyödyntämään yhtä tehokkaasti kuin vanhan ojan perkauksessa.

KIRJALLISUUS

- AITOLAHTI, M. 1976. Vuoden 1976 konekaivututkimusaineisto. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimus- osasto.
- & NUMMINEN, E. 1968. Metsäojakaivureiden työ- teho ja ehdotus kaivuvaikeusluokitukseksi. Summary. Commun. Inst. For. Fenn. 67(2).
- FINNE, B. 1980. Ehdotus ojanperkauksen kaivuvai- keusluokitukseksi. Metsähallitus, Kehittämisjaosto PM 16/80. Hirvas.
- HUIKARI, O. MUOTIALA, S. & WÄRE, M. 1964. Ojitusopas. 2. painos.
- Koneurakoitsijain liitto ry. 1983. Kustannuslaskelma. Moniste.
- Konekaivun ohjemaksut. 1.4.1981—31.3.1982. Metsä-

- alan kuljetuksenantajat ja Koneurakoitsijain liitto ry. 9 s.
- NISKANEN, M. 1980. Metsäojien perkauksen koneel- listaminen. Silva Fenn. 14(2).
- Nordisk Avtale om Skoglig Arbeidsstudienomenklatur 1978. Nordiska skogsarbetsstudiernas råd. Norsk institutt for skogforskning. 130 s.
- VASKO, P. 1977. Konekaivun kustannusperusteet. Puutavarankuljetuksenantajien neuvottelukunta. Moniste 6 s.
- VUOLLEKOSKI, M. 1982. Lännen S9 kaivurin sovel- tuvuus ojanperkaukseen. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksella. 55 s.

SUMMARY

Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning

The aims of this study are to examine the digging capacity of the Lännen S9 ditch-cleaning excavator in different digging difficulty classes, to estimate the cost per working hour, and to compare its productivity with that of similar machines.

In the maintenance of drainage ditches it is important that only the bottom of the ditch is cleaned, care being taken to avoid damaging the firm banks. The bottom of the ditch should be deepened by approximately 5–10 cm, which corresponds to approximately 0,25 m³/m of spoil. In digging new drains the amount of spoil is double or three times bigger.

The ditch cleaning scoop of the Lännen S9 is specially developed for the maintenance of drainage ditches. The side gradient of the scoop is 1:0,4 compared to 1:0,7 of standard forest scoops. Therefore the bottom of a ditch initially dug with a standard scoop may be cleaned with the Lännen S9 scoop without damaging the ditch sides. If the machine is used for digging new ditches the side gradient of the scoop may be too steep and the ditch banks formed unstable, particularly if the peat layer is shallow. However, the Lännen S9 can be used for supplementary drainage in sites with a thick peat layer.

Prior to cleaning the sample ditches, each ditch was divided into lengths (units) according to the difficulty of cleaning. These homogeneous units of the same digging difficulty class were marked out by poles and are the basic research units used in the study. The length of these units varied, but were generally 20 to 30 m. The relative distribution of all the research units in the study according to digging difficulty classes is given in Table 1.

A special classification for ditch cleaning work has not yet been developed in Finland. In this study the digging difficulty classification used is adapted from the machine digging standards used in digging new ditches. There are five digging difficulty classes in all. The main criteria in the classification is soil type, but stoniness, stickiness, snags and sinking properties are also taken into account. The easiest difficulty classes, 1–3, dominate the research material; the average difficulty value for the whole material being 1,8.

In this study the division of time is based on the NSR standards (Nordisk avtale om skoglig arbeidsstudie-nomenklatur 1978). The effective time was recorded using a stop-watch. By multiplying the effective time for each digging difficulty class by 1,126 the gross effective time can be estimated. The annual effective digging time is calculated by multiplying the annual work time by the effective time percentage in the digging difficulty classes (Table 7). When calculating by the above mentioned percentages and the percentage division into different digging difficulty classes in this material the average effective time percentage is 75,2 as a whole.

The resource requirement was calculated by summing the costs of ditch cleaning during the measured Effective Time (E_0), and the charge of the operator, which is calculated by multiplying the distance cleaned by the agreed unit price.

The effective work productivity of the Lännen S9 for the whole material according to the digging difficulty classes is as follows: 1 = 293 m/h, 2 = 273 m/h, 3 = 228 m/h, 4 = 217 m/h, 5 = 154 m/h and \bar{x} = 269 m/h. More detailed values are given in Tables 2 and 3 and Figure 1. A comparison of the effective work production of different ditch cleaning prime machines used in Finland is given in Table 6.

The average amount of spoil removed during the measured Effective Time (E_0) by the Lännen S9 digger was 71 m³/h. More detailed values are presented in Tables 4 and 5 and Figure 2. The amount of spoil to be removed largely depends on the condition of the ditches.

According to prices for the first quarter of 1983, the gross effective working hourly cost of the Lännen S9 is 171,50 FIM.

The annual costs were distributed as follows:

— salary expenses	65 860 FIM
— other changeable costs	70 860 FIM
— fixed costs	93 550 FIM
— operation surplus 5 percent	11 510 FIM
	<hr/>
	241 780 FIM

The capital cost was calculated as the selling price of the machine in digging condition. The working life of the machine was taken as 5,2 years and the exchange value was 29 per cent. Full employment is assumed for ten months a year.

As the Lännen S9 is specially designed for ditch cleaning operations, it is more expensive than similar sized regular tractor diggers with forest equipment.

The gross effective working hourly cost with Lännen S9 is 6–9 FIM greater than for a regular machine. Whether the increased digging output achieved with the more expensive machine will compensate for the difference between the gross effective hourly working costs, however, is difficult to calculate because charges for forest ditch cleaning are still to be fixed. The difference in the effective hour productivity between the Lännen S9 and the Leyland/UM 355 combination is 66 m/h (Table 6). If the charge in the ditch cleaning work would be, for example, 1 FIM/m, then 6–9 metres greater effective hour productivity would compensate for the difference between the gross effective working hour costs. According to the results of this study the difference in the productivities during the effective work hour given above can be achieved for all digging difficulty classes.

The assumption of full employment during ten months a year only for ditch cleaning is perhaps optimistic, but it is possible to get other repayable tasks during this period. However, additional equipment is often needed, which will increase the gross effective working time costs.

A modern forest ditch cleaning machine should be able to fulfill the following requirements: 1) a good capability to move in old drainage areas, 2) a good working speed, 3) a scoop capable of cleaning only the bottom of the ditch, 4) a capability to perform ditch cleaning both on peat and mineral soils, 5) capable of digging drains of any size, 6) suitable for digging new drains, and 7) be able to re-enforce light structure roads when possible. The Lännen S9 is very capable of moving along and crossing old ditches because of its lengthened swamp tracks and broad track gauge. A good working speed is achieved through and advantageous distribution of weight, the hydrostatic power transfer, and the narrow and long ditch cleaning scoop that cleans only the bottom of the ditch.

At present other machines equipped with a scoop are only suitable for cleaning ditches both in peat and stony mineral soils. The Lännen S9, however, is also suitable for digging new ditches, although it's specific qualities are not used to advantage as effectively as in the maintenance of old ditches.

LIITE. LÄNNEN S9 -kaivurin käyttötuntikustannuslaskelma

TAUSTATIETOJA

Hinta kaivukunnossa	375 000 mk
Työmaa-aika	1 720 h
Käyttöaika (82 %)	1 410 h
Tuntityöaika	310 h
Käyttöikä	7 300 h
Poistoaika	5,2 v
Polttoaineen kulutus	9,0 l/h
Voiteluaineen kulutus	0,2 l/h
Hydrauliöljyn kulutus	0,4 l/h
Vaihtoarvoprosentti	29 %
Vaihtarvo	108 750 mk
Poistoarvo	266 250 mk

MUUTTUVAT KUSTANNUKSET

Palkkakustannukset	
Urakkapalkka $26,44 \text{ mk/h} \times 1410 \text{ h}$	37 280 mk
Tuntityöpalkka $21,15 \text{ mk/h} \times 310 \text{ h}$	6 560 mk
Kylmäasennuslisä $1,36 \text{ mk/h} \times 210 \text{ h}$	290 mk
Likaisentyönlisä $1,18 \text{ mk/h} \times 310 \text{ h}$	370 mk
Välilliset palkkakustannukset 48 %	21 360 mk
Yhteensä	65 860 mk

Muuttuvat konekustannukset ja korvaukset

Polttoainekustannus 158 p/l	20 050 mk
Voiteluainekustannus 7,95 mk/l	} 32 000 mk
Hydrauliöljykustannus 7,95 mk/l	
Korjaus- ja huoltokulut	} 11 240 mk
Kulkemiskorvaus $10600 \text{ km/v} \times 1,06 \text{ mk/km}$	
Ylläpitokorvaus $172 \text{ vrk/v} \times 44,00 \text{ mk/vrk}$	7 570 mk
Yhteensä	70 860 mk

KIINTEÄT KUSTANNUKSET

Pääoman poisto	51 200 mk
Pääoman korko	28 500 mk
Palovakuutus	870 mk
Liikennevakuutus	950 mk
Vastuuvakuutus	310 mk
Oman auton käyttö $7000 \text{ km/v} \times 1,06 \text{ mk/km}$	7 420 mk
Yleiskustannukset	4 300 mk
Yhteensä	93 550 mk
TOIMINTAYLIJÄÄMÄ 5 %	11 510 mk

KOKONAISKUSTANNUKSET

Kustannukset yhteensä	241 780 mk
Käyttötuntikustannus	171,50 mk/h

ODC 385.1 + 237.2 + 35
ISBN 951-40-0646-1
ISSN 0015-5543

VUOLLEKOSKI, M. 1983. Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen. Summary: Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning. Folia For. 578: 1—13.

The Lännen S9 is the latest hydraulic ditch digging machine from the Lännen Tehtaat company. It is especially designed for use in old drainage areas for both the digging of additional ditches and ditch cleaning operations. The price of the machine is higher than ordinary tractor diggers but, according to the results of this study, the difference in price is offset by its improved work output.

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

ODC 385.1 + 237.2 + 35
ISBN 951-40-0646-1
ISSN 0015-5543

VUOLLEKOSKI, M. 1983. Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen. Summary: Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning. Folia For. 578: 1—13.

The Lännen S9 is the latest hydraulic ditch digging machine from the Lännen Tehtaat company. It is especially designed for use in old drainage areas for both the digging of additional ditches and ditch cleaning operations. The price of the machine is higher than ordinary tractor diggers but, according to the results of this study, the difference in price is offset by its improved work output.

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

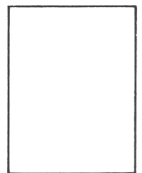
Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

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



Folia Forestalia _____

Communications Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia

Remarks _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 26 211

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 555 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1982.
Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1982.
- No 556 Vuokila, Yrjö: Viljelymetsiköiden harvennusmallit.
Gallringsmallar för odlade bestånd i Finland.
Thinning models for forest cultures in Finland.
- No 557 Isomäki, Antti & Niemistö, Pentti: Koealapuuston harvennusvalinta tietokoneohjelman avulla.
The selection of trees in thinning experiments: A computer method.
- No 558 Ferm, Ari & Kaunisto, Seppo: Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella, Kihniön Aitonevalla.
Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö.
- No 559 Leikola, Matti & Rikala, Risto: Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen.
The influence of the nurse crop on stand temperature conditions and the development of Norway spruce seedlings.
- No 560 Löyttyniemi, Kari: Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen.
Recovery of young Scots pines from stem breakage.
- No 561 Tiihonen, Paavo: Leimikon pystymittauksen kenttätöiden tehostamisen mahdollisuuksia.
The efficiency of the field measurement of standing trees marked for cutting.
- No 562 Juslin, Heikki & Karppinen, Heimo: Suomen tärkeimpien asiakasmaiden sahatarvaostot 1970-luvulla.
Sawn timber purchases of Finland's most important client countries in the 1970's.
- No 563 Pellikka, Marketta & Kotimaa, Marjut: Polttohakkeen käsittelystä aiheutua ilman homepölypitoisuus sekä siihen vaikuttavat tekijät.
The mold dust concentration caused by the handling of fuel chips and its modifying factors.
- No 564 Päivinen, Risto: Metsikön tukkiisuuden arviointimenetelmä.
A method for estimating the sawlog percentage in Scots pine and Norway spruce stands.
- No 565 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1981—83.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1981—83.
- No 566 Miettinen, Reijo & Uusvaara, Olli: Pystykarsitun männikön koesahaus.
Test sawing of pruned pine stand.
- No 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82.
- No 568 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982.
Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the whole of South Finland, 1977—1982.
- No 569 Rousi, Matti: Myyrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikokeissa talvella 1981/82.
Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82.
- No 570 Hämäläinen, Jouko & Laakkonen, Olavi: Turvemaan vartuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus.
Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland.
- No 571 Lähde, Erkki & Savonen, Eira-Maija: Kastelun vaikutus männyn paakutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa.
Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing mediums.
- No 572 Korhonen, Kirsi-Marja, Teivainen, Terttu, Kaikusalo, Asko, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen.
Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978.
- No 573 Jokinen, Katriina: Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.
- No 574 Sevola, Yrjö: Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: Seurantajärjestelmä ja tuloksia. Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu.
Intensive timber growing in a state forest district: Monitoring system and results.
- No 575 Nepveu, Gerard & Velling, Pirkko: Rauduskoivun puuaineen laadun geneettinen vaihtelu.
Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*.
- No 576 Gustavsen, Hans Gustav & Fagerström, Håkan: Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd.
The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland.
Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu.
- No 577 Laakkonen, Olavi, Keipi, Kari & Lipas, Erkki: Typpilannoituksen kannattavuus vartuneissa kangasmetsissä.
Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils.
- No 578 Vuollekoski, Martti: Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen.
Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita 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.