13/1979

TURVESUON SARKAOJIEN KAIVU

Juhani Päivänen
Jukka Taipale

METSÄTEHON SELOSTE

METSÄTEHO

Opastinsilta 8 B · 00520 HELSINKI 52
Puhelin (90) 140 011

SELOSTE
13/1979

13/1979

TURVESUON SARKAOJIEN KAIVU

Juhani Päivänen
Jukka Taipale

Sisällys Sivu

TIIVISTELMÄ 2
1 JOHDANTO 2
2 TUTKIMUKSEN SUORITUS 3
2.1 Työmaat, kalusto ja kuljettajat 3
2.2 Aineiston keräys 5
2.3 Aineiston käsittely ja laskentamenetelmä .. 7
3 TUTKIMUSTULOKSET 7
3.1 Ojan mitat 7
3.2 Ajanmenekki ja siihen vaikuttavat tekijät 11
3.2.1 Ajanmenekin rakenne 11
3.2.2 Varsinainen kaivu 12
3.2.3 Siirtyminen kaivuasemasta toiseen .. 13
3.3 Tuotokset 14
3.4 Työjälki 17
3.5 Kustannukset 17
4 TULOSTEN TARKASTELU 19
KIRJALLISUUTTA 20

ISBN 951-673-061-2
ISSN 0357-0932

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkastellaan turvesuon sarkaojan koon ja kaivuvaikeuden vaikutusta keskiraskaiden ja raskaiden traktorikaivureiden sekä kaivukoneiden kaivuajanmenekkiin. Jokaisesta konetyypistä tutkittiin kolmea koneyksikköä. Tutkimus tehtiin osaksi järjestettynä kokeena siten, että kaikki koneet kaivoivat suunnilleen saman ojametrimäärän 1.3, 1.5, 1.7 ja 1.9 m syvää ojaa.

Ojan tavoitteellinen koko ylittyi kaikilla konetyypeillä ja kaikilla ojasyvyyksillä, joskin ylitys oli suhteellisesti suurin matalia ojia kaivettaessa. Keskiraskaiden traktorikaivureiden kaivama oja eri ojasyvyyksillä oli selvästi (18...24 %) pienempi kuin raskaiden traktorikaivureiden ja kaivukoneiden kaivama oja.

Poistettua turvekuutiometriä kohti kului kaivuun selvästi eniten aikaa keskiraskailla traktorikaivureilla. Kaikki konetyypit käyttivät sitä vastoin samansyvyistä ojaa kaivettaessa ojametriä kohden jokseenkin saman verran aikaa. Kuutiometriä kohden kuluneen kaivuajan minimi sattui ojan koon suhteen yleensä samaan kohtaan, missä kauhalliseen saatu turvemäärä oli suurin.

Kaivukoneet käyttivät siirtymisiin vähemmän aikaa sekä kaivettua ojametriä että poistettua turvekuutiometriä kohti kuin traktorikaivurit. Tämä selittynee lähinnä konetyyppien rakenteellisilla eroilla.

Ojan syvyys ja koko vaikuttivat sekä koneittain että konetyypeittäin tarkasteltuna suoraviivaisesti tehotunnissa kaivettuun ojametrimäärään. Ojametrituotos aleni ojan koon kasvaessa, kaivukoneilla loivemmin kuin muilla konetyypeillä. Myös kuutiometrituotokseen ojan syvyys ja koko vaikuttivat kaikilla koneilla sikäli samoin, etteivät tutkituista ojista pienimmät eivätkä myöskään suurimmat olleet millään yksiköllä tai konetyypillä kaikkein edullisimpia kaivaa, vaan edullisin ojan koko löytyi niiden väliltä. Kuutiometrituotoksen kannalta edullisin ojan syvyys ja koko riippui olennaisesti kauhan muodosta ja koosta. Tyyppiryhmänä tarkastellen keskiraskaiden traktorikaivureiden tuotos oli suurin, kun ojan koko oli 1.35 m^3/m (syvyys n. 1.65 m), raskaiden traktorikaivureiden silloin, kun ojan koko oli 1.50 m^3/m (syvyys n. 1.65 m) ja kaivukoneiden silloin, kun ojan koko oli 1.7 m^3/m (syvyys n. 1.75 m).

Pieniä ojia kaivettaessa parhaimpaan kaivutuotokseen sekä kuutio- että ojametreinä pääsivät raskaat traktorikaivurit. Suuria, yli 1.4 m^3:n/m (syvyys n. 1.4 m) ojia kaivettaessa puolestaan kaivukoneiden tuotos oli suurin.

Turvekuutiometrin kaivukustannukset sekä ojan syvyyden että koon suhteen olivat pienimmät raskailla traktorikaivureilla, samoin ojametrin kaivukustannukset ojan koon suhteen. Sen sijaan ojametrin kaivukustannukset kaivettaessa eri konetyypeillä samansyvyistä ojaa olivat pienimmät keskiraskailla traktorikaivureilla. Eri konetyyppien käytön keskinäiseen edullisuuteen vaikuttanevat myös erimuotoisten ja erikokoisten ojien kuivatusteho ja kunnossapysyvyys. Ne eivät kuitenkaan kuuluneet tämän tutkimuksen aihepiiriin.

1 JOHDANTO

Turvetalous on energian hinnan kohotessa vakiinnuttanut asemaansa soiden käyttömuotona. Turpeen valtakunnalliseksi korjuutavoitteeksi on asetettu 20 milj. m^3 vuodessa; sen edellyttämä suopinta-alan tarve on noin 40 000 ha. On arvioitu, että lähivuosikymmeninä turvetalouden suopinta-alavarauksen tulisi olla 100 000 ha eli noin 1 % maamme suopinta-alasta. (Suoninen 1976).

Metsäojituksen koneellisten työmenetelmien tutkimukset kaivuvaikeusluokituksen laatimiseksi käynnistyivät aurauksen osalta jo 1950-luvulla (Numminen 1959, 1960). 1960-luvulla metsäojitukseen liittyvät työntutkimukset keskittyivät traktorikaivurimenetelmään (Numminen 1964; Aitolahti 1968; Aitolahti ja Numminen 1968; Aitolahti ja Huikari 1969; Aitolahti 1970).

Siirtyminen ojitustöissä tarjousmenettelystä ohjemaksusuositukseen (Niskanen 1975) on vaatinut lisäselvityksiä, joita metsäojien kaivusta on tehtykin (Aitolahti 1976 ja 1977, julkaisemattomia ennakkotietoja). Turvesoiden ojien kaivusta, joka olosuhteiden ja työn luonteen vuoksi poikkeaa melkoisesti metsäojien kaivusta, ei sitä vastoin ole ollut riittävästi tutkimustietoa ohjemaksujen pohjaksi.

Polttoturvesuon ojaston rungon muodostavat lasku-, reuna- ja veto- eli kokoojaojat. Varsinaisia kuivatusojia ovat sarkaojat, joilla turvekenttä jaetaan 20 m leveisiin sarkoihin. Sarkaojilla kerätään pinta- ja pintakerrosvalunnan vedet ja ne johdetaan veto- eli kokoojaojiin. Putkiojia käytetään avo-ojien päissä, jotta turpeen korjuuseen käytettävillä koneilla olisi esteetön liikkumisvyöhyke poikki sarkojen.

Kuivatuksen tavoitteena on poistaa pintaturvekerroksesta vettä, jotta tilavuusyksikön kuiva-ainesisältö kasvaisi, turvekerrosten kantavuus paranisi ja kentälle levitetty tai jyrsitty turve kuivuisi nopeasti. Viimeksi mainittu tavoite edellyttää pohjavesipinnan alentamista siten, että saran keskelläkin veden kapillaarinen nousu turpeen pintaan saadaan ehkäistyksi. Tavanomaisimmin avo-ojat tehdään traktorikaivureilla tai kaivukoneilla, joskin myös ojajyrsimiä on kehitetty. Sarkaojien konekaivussa käytetään erityisiä turvesoille suunniteltuja, suhteellisen jyrkkäluiskaisia, suuria ojakauhoja.

Uutta turvekenttää valmistettaneen nykyään noin 5 000 ha vuosittain. Jo pelkästään sarkaojien osalta tämä merkitsee vuotuisena työmääränä noin 2 500:aa ojakilometriä.

Käsillä oleva työ on tehty Valtion polttoainekeskuksen (VAPO) aloitteesta ja ohjemaksujen sopijaosapuolet ovat olleet tietoisia tutkimuksen suorituksesta. Tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin selvittää, miten ojan koko ja kaivuvaikeus vaikuttavat turvesuon sarkaojien kaivun tuottavuuteen kesäolosuhteissa, kun kaivutyö tehdään keskiraskaalla tai raskaalla traktorikaivurilla tai kaivukoneella.

2 TUTKIMUKSEN SUORITUS

2.1 Työmaat, kalusto ja kuljettajat

Tutkimustyömaat valittiin yhteistyössä VAPOn kanssa siten, että tutkittaviksi koneiksi pyrittiin saamaan suo-ojien kaivuun tarkoitetulla kauhalla varustettuja kaivureita ja kaivukoneita, joiden kuljettajien oli oltava suo-ojien kaivuun tottuneita. Tavoitteena oli saada kaivuvaikeudeltaan sekä 1:seen että 2:seen luokkaan kuuluvia kohteita.

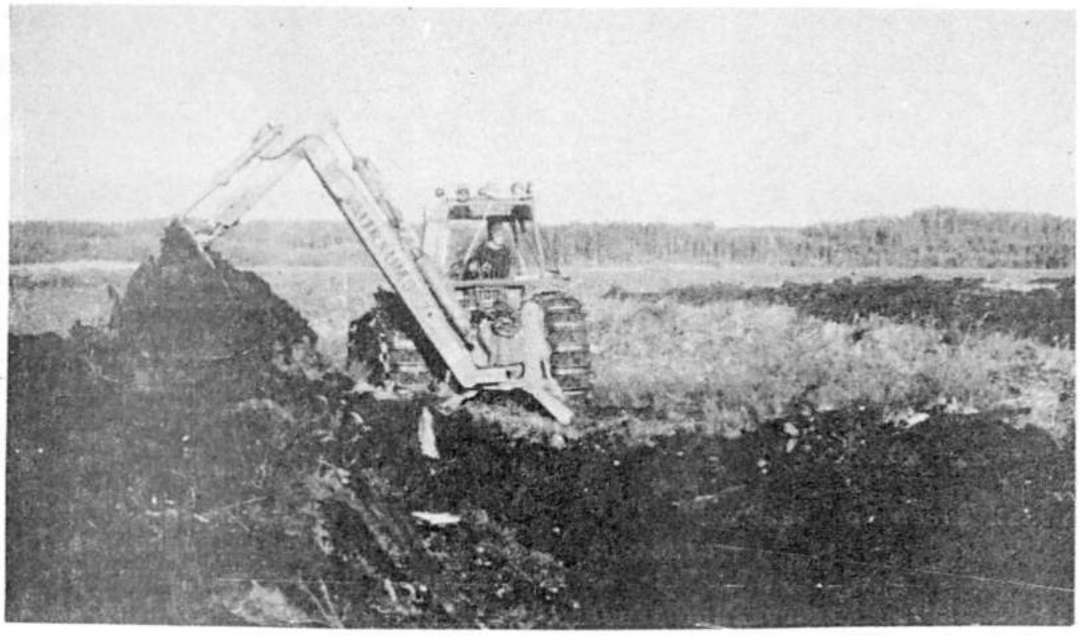
Tutkimuksen kenttätyöt suoritettiin 9.10.–5.12.1978 seuraavilla VAPOn turvetyömailla:

Keskiraskaat traktorikaivurit
Kyyjärvi, Savonneva (2 kaivuria)
Pyhäselkä, Pärnänsuo

Raskaat traktorikaivurit
Kiuruvesi, Kaikonsuo
Pyhäntä, Konnunsuo
Yli-Ii, Viitasuo

Kaivukoneet
Rautalampi, Rastunsuo
Rääkkylä, Tuohtaansuo
Taipalsaari, Suursuo

Kalustoa ja miehistöä koskevat tiedot esitetään taulukossa 1 (s. 5). VAPOn tilaston mukaan marraskuussa 1977 käytössä olleista keskiraskaista kaivureista valtaosa oli Ukko Mestareita, raskaista kaivureista 2/3 oli Vammas Kersantteja ja 1/3 Ukko Mestari 475:iä.



Kuva 1. Traktorikaivuri. Molemmat valok. Metsäteho

Kuva 2. Kaivukone

Tutkimuksen traktorikaivurit vastannevat siten kohtalaisen hyvin näissä töissä yleisesti käytettyä kalustoa. VAPOn tilaston mukaan Poclain ja RH4 LC ovat varsin yleisiä kaivukoneita turvetyömailla; niiden osuus on noin 50 % käytössä olleesta kaivukonekalustosta.

Traktorikaivurit olivat täystelaisia. Telavarustus oli sama, kuin mitä käytetään metsäojien kaivussa. Kaivukoneet olivat kaikki telakoneita.

TAULUKKO 1 Kalusto- ja kuljettajatiedot

Konenyksikön n:o	Kalusto							Teoreettinen ojankoko (ojansyvyys 1.5 m), m^3/m	Kuljettajat	
	Peruskone	Kaivulaite	Vuosimalli	Kauhan mitat					Työkokemus	Työsuhde: 1 = omistaja, 2 = kuljettaja
				Leveys kärjestä, cm	Leveys kannasta, cm	Korkeus, cm	Poikkileikkauspinta-ala, m^2			
	Keskiraskaat traktorikaivurit									
1	Leyland	Ukko Mestari 353	-77	30	110	139	0.97	1.10	5 v	2
2	Valmet	Ukko Mestari 353	-75	33	113	153	1.12	1.08	4 v	1
3	Valmet 712	Ukko Mestari 355	-78	33	120	170	1.30	1.07	10 v	1
	Raskaat traktorikaivurit									
1	Ford 5000	Vammas Kersantti	-72	35	120	159	1.23	1.12	9 v	1
2	Ford 5000	Vammas Kersantti	-75	35	120	144	1.12	1.23	5 v	1
3	Valmet 1112	Ukko Mestari 475	-78	50	140	164	1.56	1.37	9 v	2
	Kaivukoneet									
1	ARA		-76	40	130	205	1.74	1.10	1.5 v	2
2	Poclain		-76	32	140	161	1.38	1.23	3.5 v	2
3	RH4 LC		-75	50	170	186	1.87	1.47	4 kk	2

Kaikki kauhat olivat suhteellisen jyrkkäluiskaisia ja nimenomaan suojien kaivuun tarkoitettuja. Siitä huolimatta kauhat poikkesivat melko huomattavasti toisistaan sekä tyyppiryhmien sisällä että niiden välillä (taulukko 1). Ilmeisenä puutteena voidaankin pitää, ettei tähän mennessä ole sovittu tietyt mitta- ja muotovaatimukset täyttävistä kauhatyypeistä eri konetyypeille.

Traktorikaivurien kuljettajien työkokemus vaihteli 4:stä 10:een vuoteen ja 2/3 kuljettajista omisti itse koneensa. Metsäojituksessakin traktorikaivuriyksiköt ovat yleensä pienyrittäjien omistamia. Kaivukoneiden kuljettajat olivat työsuhteessa urakoitsijaan ja heidän työkokemuksensa ja -taitonsa vaihteli.

2.2 Aineiston keräys

Aineisto kerättiin osaksi järjestettynä kokeena siten, että kullakin tarkkailtavalla koneella kaivettiin neljää erikokoista ojaa, joiden tavoitesyvyyksiksi asetettiin 1.3, 1.5, 1.7 ja 1.9 m. Erisyvyiset ojat kaivettiin yleensä kahdessa jaksossa lähtien kokoojaojasta. Kummassakin jaksossa kaivettiin ojaa 50...80 m eli yhteensä keskimäärin 135 m ojansyvyysluokkaa kohti.

Tehoajanmenekki havainnoitiin seuraavina osa-aikoina:

- siirtyminen kaivuasemasta (työpisteestä) toiseen
- kaivun valmistelu
- varsinainen kaivu
- muu tehoaika (esim. kantojen poisto)

Siirtymiset jaoteltiin seuraavasti:

- Ojalinjalta toiselle eli siirtyminen kaivetulta ojalta lyhintä reittiä uudelle ojalinjalle
- Ojanpään haku silloin, kun vierekkäisillä ojalinjoilla ojien kaivu aloitetaan ojalinjojen samasta (yleensä ala)päästä.

Tutkimuksen tavoitteiden ja käytetyn tutkimusmenetelmän vuoksi aineisto ei sisällä ojastolta tai työmaalta toiselle tapahtuvia siirtymisiä.

Keskeytykset jaoteltiin työnosittain

- kaivuasemassa,
- siirryttäessä kaivuasemasta toiseen sekä
- siirryttäessä ojalinjalta toiselle ja ojanpään haun yhteydessä.

TAULUKKO 2 Aineiston määrä

Konetyypit ja -yksiköt	Ojan tavoitesyvyys, m 1.3	1.5	1.7	1.9	Yhteensä
	Kaivettu määrä, m^3				
Keskiraskaat traktorikaivurit					
1	151.0	171.2	177.5	191.0	690.7
2	138.4	198.2	209.0	230.5	776.1
3	140.1	122.3	186.5	156.2	605.1
Yhteensä	429.5	491.7	573.0	577.7	2071.9
Raskaat traktorikaivurit					
1	166.4	212.0	194.3	257.5	830.2
2	159.8	183.1	217.3	231.2	791.4
3	105.9	214.4	243.6	255.7	819.6
Yhteensä	432.1	609.5	655.2	744.4	2441.2
Kaivukoneet					
1	158.9	175.5	212.5	263.2	810.1
2	173.8	206.0	223.6	239.3	842.7
3	168.4	223.6	229.3	278.4	899.7
Yhteensä	501.1	605.1	665.4	780.9	2552.5
YHTEENSÄ	1362.7	1706.3	1893.6	2103.0	7065.6
	Kaivettu määrä, m				
Keskirask. tr.kaivurit	431.8	399.4	397.7	331.1	1560.0
Raskaat tr.kaivurit	366.7	432.4	407.2	402.2	1608.5
Kaivukoneet	417.6	430.7	408.8	413.3	1670.4
YHTEENSÄ	1216.1	1262.5	1213.7	1146.6	4838.9
	Kaivuasemia, kpl				
Keskirask. tr.kaivurit	197	197	213	188	795
Raskaat tr.kaivurit	143	175	171	172	661
Kaivukoneet	180	184	179	190	733
YHTEENSÄ	520	556	563	550	2189

Jokaisesta kaivuasemasta kaivettu turvemäärä määritettiin kaivuasemasta toiseen tapahtuneen siirtymisen pituuden ja ojan poikkileikkauksen perusteella. Kaivetut ojat mitattiin myös kokonaisuudessaan ja tulosta verrattiin siirtymismatkojen summana saatuun ojametrimäärään. Tämän lisäksi havainnoitiin kussakin kaivuasemassa siirreltyjen kauhallisten lukumäärä sekä voimassa olleen ohjemaksusopimuksen mukainen kaivuvaikeusluokka. Kaivetun ojan pintaleveys ja syvyys sekä ojamaiden etäisyys ojan reunasta mitattiin keskimäärin 15 m:n välein heti ojan kaivamisen jälkeen. Ojan pohjan leveys mitattiin ojittain. Kaivuasemittain tehtiin havaintoja mahdollisen kanto- ja liekokerroksen paksuudesta ja sijaintisyvyydestä. Kaivetun ojan pohjan ja luiskien laatu arvioitiin ojittain.

Koska tutkimus toteutettiin järjestettynä kokeena, aineistoa kertyi suhteellisen tasaisesti eri koneyksiköistä, konetyypeistä sekä ojan tavoitesyvyysluokista (taulukko 2).

Huolimatta siitä, että pyrittiin vaikeakaivuisten tutkimuskohteiden mukaanottoon, kaivuvaikeusluokkaan 2 luettavaa aineistoa kertyi niukasti, kuten seuraava kaivetun turvemäärän prosenttinen jakauma osoittaa:

	Kaivuvaikeusluokka 1	2	Yhteensä
		%	
Keskiraskaat traktorikaivurit	91.0	9.0	100
Raskaat traktorikaivurit	92.0	8.0	100
Kaivukoneet	94.3	5.7	100

Aineiston keruumenetelmä poikkeaa jonkin verran siitä, mitä on käytetty metsäojien kaivun aikatutkimuksissa (esim. Aitolahti ja Numminen 1968). Niissä tutkimusyksikkönä on ollut kiinteä, yleensä 10 m:n mittainen ojalinjan paaluväli. Rajattaessa tutkimusyksikkö tässä tutkimuksessa kaivuasemakohtaiseksi työsarjaksi ensisi-

jaisena tavoitteena oli pienentää turpeen laadusta ja kaivuvaikeudesta johtuvaa vaihtelua. Työpistemenetelmän etuna voidaan lisäksi pitää sitä, että havaintoyksikkö on koneen toiminnan mukainen ja mitään työnvaihetta (kaivu, siirtyminen) ei tarvitse katkaista kesken, kuten saatetaan joutua tekemään käytettäessä kiinteää paaluväliä. Myös havaintojen määrä on työpistemenetelmässä moninkertainen kiinteään 10 m:n paaluväliin perustuvaan menetelmään verrattuna, mikä vaikuttaa olennaisesti kaivettuina kuutiometreinä ilmaistuun tarvittavan aineiston kokonaismäärään. Tässä käytetty menetelmä voi jossakin määrin korostaa kaivuvaikeusluokkien välistä eroa, koska työpiste pienempänä tutkimusyksikkönä on kaivuvaikeudeltaan yleensä selvemmin joko luokkaa 1 tai 2 kuin 10 m:n paaluväli.

Aikatutkimuksia pyrittiin täydentämään erityisesti tuotostason ja ajankäyttöjakauman osalta koneyksikkökohtaisella tärinäpiirturiseurannalla. Piirturipapereista tulkittiin kaivun tehoaika ja keskeytykset 0.1 tunnin tarkkuudella. Työmäärätiedot saatiin yleensä työpäiväkohtaisina työnjohdon ilmoituksista. Seuranta-aineistoa saatiin yhdestä keskiraskaasta ja kahdesta raskaasta traktorikaivurista seuraavasti:

Koneyksikkö		Kaivettu määrä, m^3	Seurannan kokonaisaika, h
Keskiraskas	n:o 2*)	13 372	168.0
Raskas	2	26 666	241.9
Raskas	3	5 704	46.4

*) Koneyksiköiden numerointi vastaa taulukossa 1 (s. 5) esitettyä

Seuranta-aineisto jäi suppeaksi, koska osa aikatutkimuksessa mukana olleesta kalustosta siirtyi tutkimuksen jälkeen muihin turvekentän valmistelutehtäviin (kannonnosto, tie- ja varastoaluetyöt jne.). Myös maan jäätyminen aiheutti sen, ettei seuranta-aineiston keräystä ollut mielekästä jatkaa myöhemmin talvella.

2.3 Aineiston käsittely ja laskentamenetelmä

Tulokset laskettiin koneyksiköittäin tutkimusta varten laaditulla atk-ohjelmalla. Eri työnvaiheisiin kulunut tehoaika tulostettiin ojankokoluokittain (tavoitesyvyyden mukaan) sekä ojittain yhteensä että erikseen kaivuvaikeusluokissa 1 ja 2. Tulokset saatiin sekä kuutiometri- ja ojametrieettä kaivuasemakohtaisina. Samoin ojan koko- ja kaivuvaikeusluokittain saatiin kaivetulla ojametrimäärällä punnittu keskimääräinen työjälki koneittain.

Ohjelma laski myös sekä kuutiometrieettä ojametrituotoksen kullekin koneelle eri ojankokoluokissa ojittain yhteensä ja kaivuvaikeusluokissa 1 ja 2. Tuloksia ei kuitenkaan suoraan käytetty, vaan kaivettavan ojan koosta riippumaton muu tehoaika vakioitiin koneyksikkökohtaisesti ja koneittaiset tuotokset laskettiin käsin osa-ajoista. Näin vältyttiin muun tehoajan satunnaisvaihtelusta johtuvilta mahdollisilta vääristymiltä selitettäessä ojan koon vaikutusta kaivutuotokseen. Kullekin yksikölle laskettiin lisäksi ojan eri koko- ja kaivuvaikeusluokissa toteutuneen ja taksaperusteena joskus käytetyn tavoitteellisen (ohjeellisen kaivusyvyyden ja kauhan mittojen mukaan lasketun) ojan koon suhde. *Kaikissa tulostuksissa käytettiin kuitenkin todellista, toteutunutta ojankokoa.*

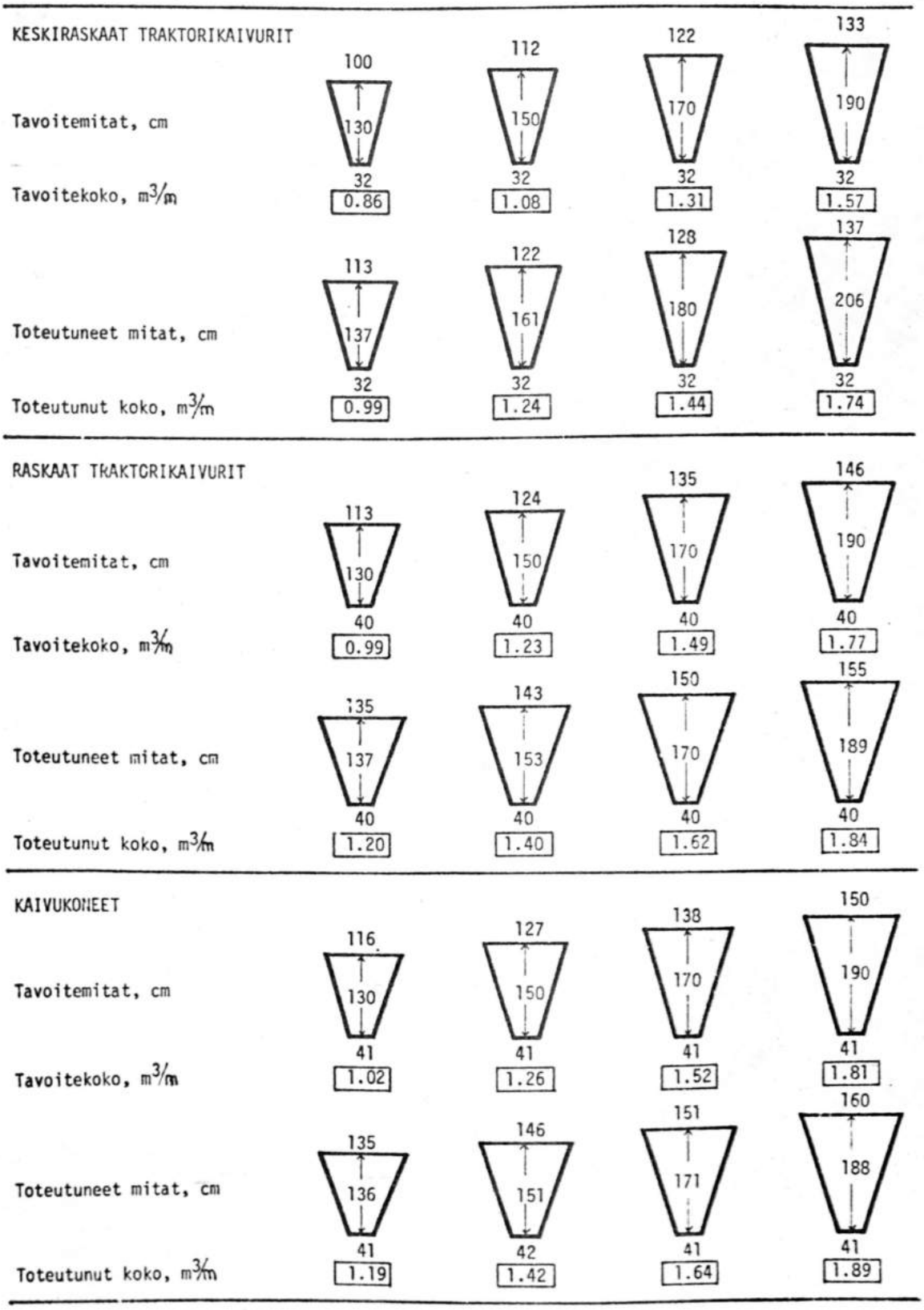
Tyyppiryhmittäiset tulokset laskettiin yksittäisten koneiden tuloksista siten, että *tyyppiryhmän jokainen kone vaikutti tulokseen samalla painolla.*

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Ojan mitat

Tässä esitettävät toteutuneet ojan mitat ja muoto on määritetty heti kaivun jälkeen. Ojan mitat, muoto ja koko määräytyivät kaikilla koneyksiköillä kaivettaessa pääasiallisesti kauhaprofiilin ja ohjeellisen kaivusyvyyden

mukaan. Jokaisella konetyypillä kaivettu, toteutunut oja oli kooltaan suurempi, joskaan ei aina syvempi, kuin tavoitteellinen, kauhaprofiilin ja ohjesyvyyden mukainen oja (kuva 3).



Kuva 3. Ojan tavoitteelliset ja toteutuneet mitat

Keskiraskailla traktorikaivureilla ojan tavoitekoon ylitys johtui pääasiassa siitä, että ohjeellinen syvyys ylitettiin keskimäärin 7...16 cm. Raskaat traktorikaivurit ja kaivukoneet sitä vastoin kaivoivat jokseenkin ojasyvyyden mukaista, mutta pinnasta keskimäärin 9...19 cm "ylileveää" ojaa. Ojien pohjaleveys pysyi ojan koon suhteen kullakin koneyksiköllä vakiona, kauhan kärjen leveyttä vastaavana. Myös ojaluiskat olivat kaikilla viistot ja suorat.

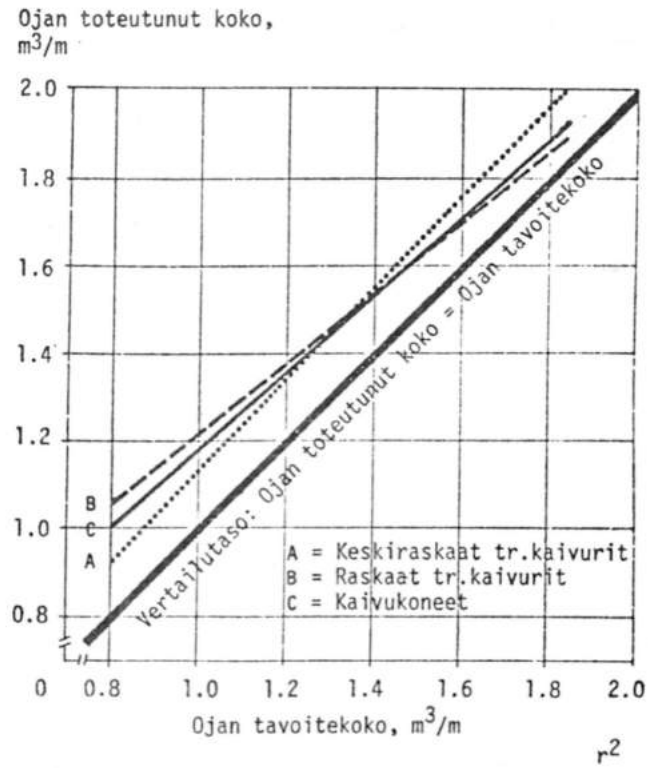
Näyttääkin siltä, että ohjeellisen ojasyvyyden arviointi, joka käytännössä tapahtuu kauhan korkeuden perusteella, tuottaa eniten hankaluutta suhteellisen matalakauhaisia keskiraskaita traktorikaivureita käytettäessä (vrt. kauhakorkeudet, taulukko 1, s. 5).

Toisaalta näyttää myös siltä, että jyrkkäluiskaisilla suhteellisen korkeilla kauhoilla (raskaat traktorikaivurit ja kaivukoneet) ojan tavoiteleveys ylitetään jonkin verran enemmän kuin loivaluiskaisilla kauhoilla. Luiskan jyrkkyyden ohella myös kaivutyyli, ts. se otetaanko kauhalliset ojan molemmilta reunoilta ennen pohjan valmistamista vai kaivetaanko oja heti haluttuun syvyyteen saakka ja reunat viimeistellään vasta sitten, vaikuttanee syntyvän ojan leveyteen. Tutkimustyömailla käytettiin lähes poikkeuksetta ensin mainittua kaivutyyliä, joten erilaisen kaivujärjestyksen aiheuttamia eroja ei tuloksissa esiinny.

Ojan tavoitekoko ylittyi kaikilla konetyypeillä ja kaikilla ojasyvyyksillä seuraavasti: keskiraskaat traktorikaivurit 10.0...15.2 %, raskaat traktorikaivurit 4.0...21.3 % ja kaivukoneet 4.5...16.7 % (kuva 4). Jokaisen konetyypin kohdalla ylitys oli suhteellisesti suurin matalia ojia kaivettaessa.

Se, mikä vaikutus eri tavoitemittojen muutoksilla on ollut ojan kokoon, selviää tyyppiryhmittäin kuvasta 5.

Raskaiden traktorikaivureiden ja kaivukoneiden kaivamat ojat, samoin kauhaprofiilit muistuttivat muodoltaan

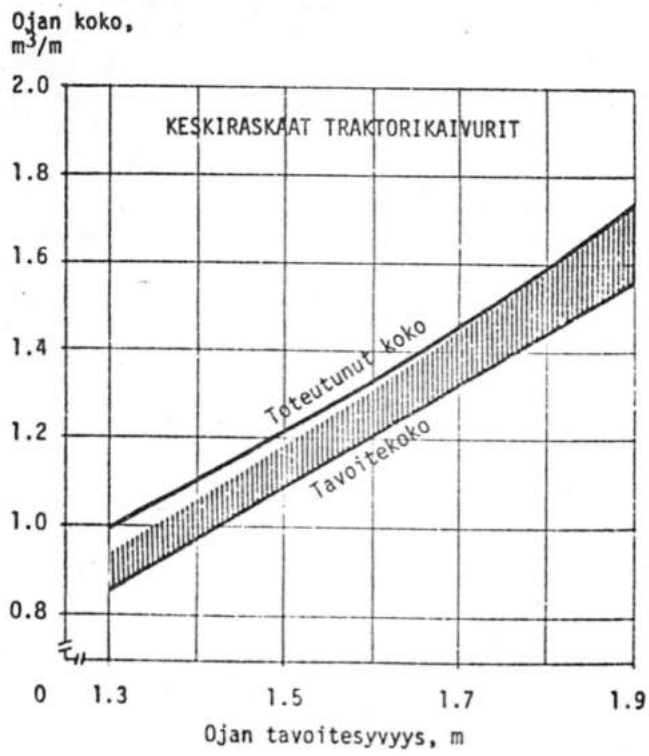


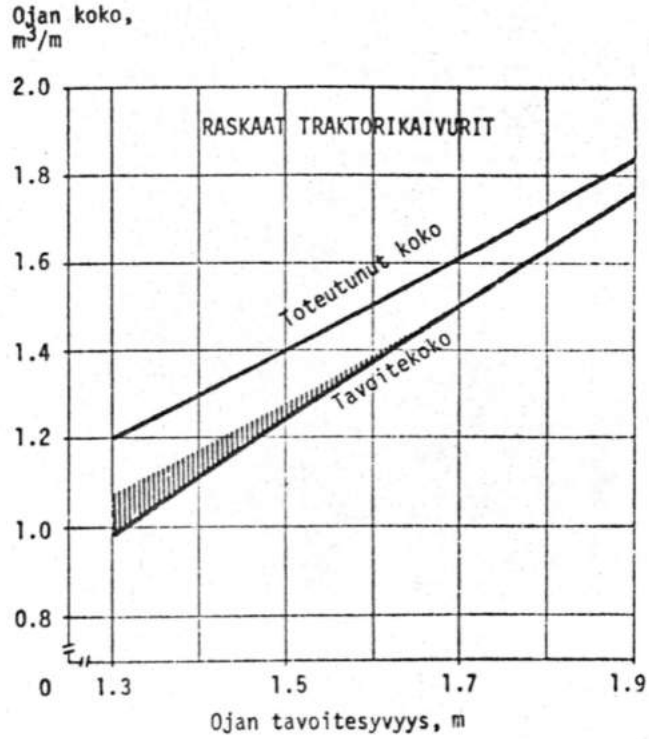
		r^2
Keskiraskaat tr.kaivurit	y = 0.083 + 1.048x	0.93
Raskaat -"-	y = 0.482 + 0.749x	0.89
Kaivukoneet	y = 0.611 + 0.652x	0.69

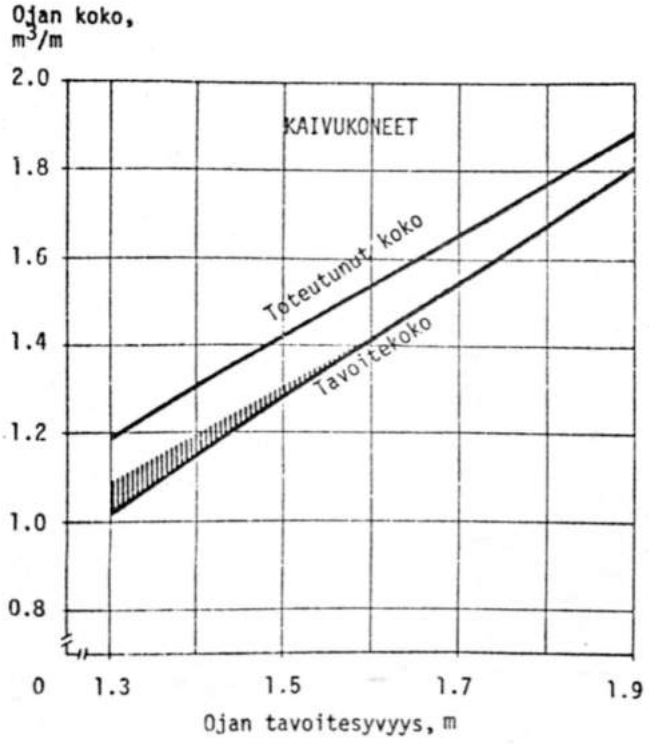
Kuva 4. Ojan toteutuneen koon riippuvuus ojan tavoitekoosta (Ojan tavoitekoko = kuljettajalle annettu ohjesyvyys; muut ojan mitat laskettu kauhaprofiilin perusteella)

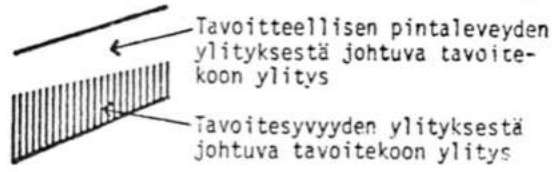
tyyppiryhminä keskimäärin toisiaan. Sen sijaan keskiraskaiden traktorikaivureiden kaivama oja oli pohjasta muita huomattavasti kapeampi, jonkin verran loivaluiskaisempi ja kooltaan selvästi (16...18 %) pienempi (kuva 3, s. 8). Etenkin raskailla traktorikaivureilla ja kaivukoneilla ojan muoto samoin kuin kauhaprofiilikin vaihteli tosin tyyppiryhmän sisälläkin koneittain suhteellisen paljon.

Kaivusyvyyden lisääntyminen 10 cm lisäsi ojan kokoa tyyppiryhmän mukaan keskimäärin 0.11...0.13 m^3/m. Kaivusyvyyden vaikutus ojan kokoon oli suoraviivainen kuten kuvassa 6 (s. 11) esitetty koneittaisista tuloksista laskettu malli ja sen selittävyys osoittaa.

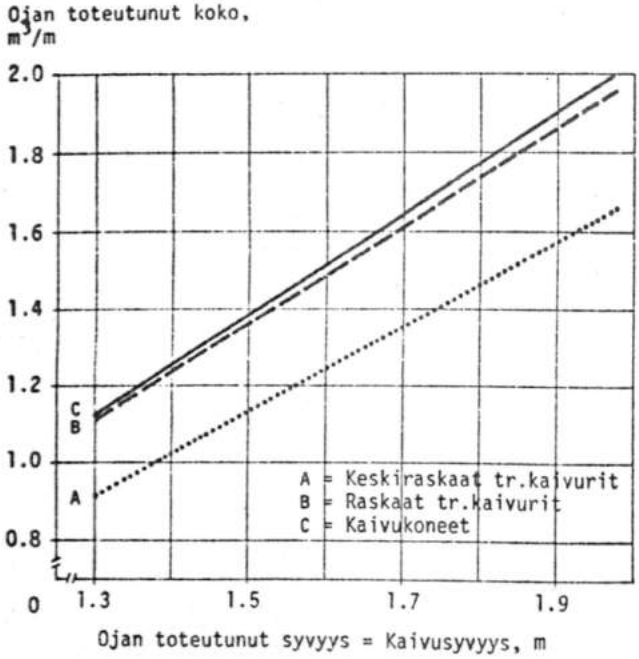








Kuva 5. Eri tekijöiden vaikutus ojan tavoitekoon ylitykseen



		r^2
Keskiraskaat tr.kaivurit	y = -0.52 + 1.10x ;	0.96
Raskaat -"-	y = -0.44 + 1.21x ;	0.90
Kaivukoneet	y = -0.47 + 1.24x ;	0.83

Kuva 6. Kaivusyvyyden vaikutus ojan kokoon

Verrattaessa ojan toteutunutta kokoa eri tavoitesyvyyksillä kaivuvaikeusluokissa 1 ja 2 olennaista eroa ei minkään tyyppiryhmän osalta havaittu. Kaivuvaikeusluokka saattaa kuitenkin vaikuttaa siihen, miten ojan tavoitteelliset ja toteutuneet mitat poikkeavat toisistaan. Esimerkiksi kaivuvaikeusluokassa 2 ojan toteutunut koko saattaa samallakin kuljettajalla vaihdella suhteellisen paljon sen mukaan, onko kaivuvaikeuteen olennaisimmin vaikuttanut runsas pintakantoisuus, liekoisuus vai upottavuus. Kaivuvaikeusluokka lieneekin suhteellisen epätarkka arviointiperuste, kun tarkastellaan eri tekijöiden vaikutusta ojan kokoon.

3.2 Ajanmenekki ja siihen vaikuttavat tekijät

3.2.1 Ajanmenekin rakenne

Tutkimuksessa käytetty aikajaottelu on esitetty luvussa 2.2 (s. 5). Tehoajanmenekin osa-ajat vastaavat konekaivun ohjemaksusopimuksessa käytettyä aikajaottelua paitsi, että ojanpään avaus ja varsinaisesta kaivusta erilliset pienet "tehoajat", kuten kantojen poisto ja esimerkiksi ojaan takaisin vierineen liekopuun nosto, on tässä käsitelty yhtenä osa-aikana nimikkeellä muu tehoaika, koska näiden aikojen osuus tehoajasta oli varsin vähäinen (taulukko 3).

Koska etenkin keskiraskaiden traktorikaivureiden kaivama oja poikkesi profiililtaan muista, kaikkiin tyyppiryhmittäisiin ajanmenekkivertailuihin vaikuttaa se, tarkastellaanko aikoja ojan syvyyden vai poistettujen maamäärien suhteen. Tästä syystä ajanmenekkituloksia on tutkimuksessa jäljempänä tarkasteltu ojan sekä koon että syvyyden mukaan.

TAULUKKO 3 Tehoajan jakautuminen osa-aikoihin

Konetyyppi	Ojan koko, m^3/m 1.2	1.5	1.8
	%		
Keskiraskaat traktorikaivurit			
Varsinainen kaivu	83.5	84.9	87.6
Siirtyminen kaivuasemasta toiseen	15.7	14.3	11.6
Muu tehoaika	0.8	0.8	0.8
Yhteensä	100.0	100.0	100.0
Raskaat traktorikaivurit			
Varsinainen kaivu	82.7	84.0	87.4
Siirtyminen kaivuasemasta toiseen	16.3	15.0	11.6
Muu tehoaika	1.0	1.0	1.0
Yhteensä	100.0	100.0	100.0
Kaivukoneet			
Varsinainen kaivu	85.4	86.4	88.6
Siirtyminen kaivuasemasta toiseen	13.6	12.6	10.4
Muu tehoaika	1.0	1.0	1.0
Yhteensä	100.0	100.0	100.0

Kaivukoneet käyttivät ojan sekä koon että syvyyden suhteen tehollisesta kaivuajasta hieman suuremman osan varsinaiseen kaivuun ja pienemmän osan siirtymiseen kuin muut. Kaikilla tyyppiryhmillä varsinaisen kaivun osuus tehoajasta kasvoi jokseenkin samoin ojan koon kasvaessa. Sen sijaan muun tehoajan osuus näytti riippuvan erittäin vähän kaivettavan ojan koosta.

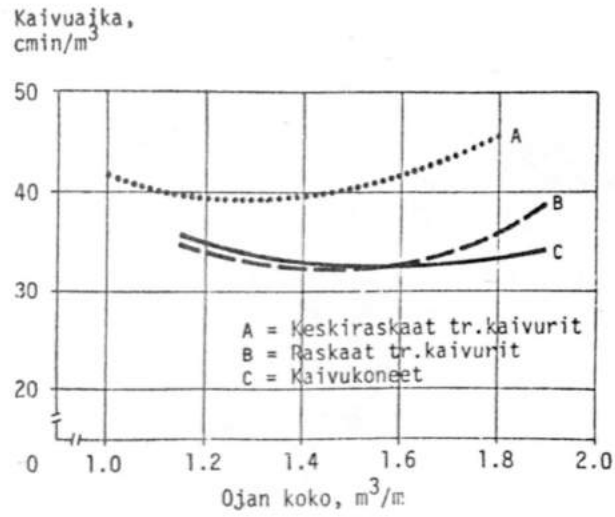
Kaivuvaikeuden lisääntyminen vaikuttaa jonkin verran tehoajan jakautumiseen eri työnvaiheisiin, ei kuitenkaan yksiselitteisesti. Esimerkiksi kaivuvaikeuden muuttuessa luokasta 1 luokkaan 2 varsinaisen kaivun osuus tehoajasta voi joko lisääntyä tai vähetä sen mukaan, onko vaikuttavimpana työvaikeustekijänä esimerkiksi liekoisuus vai upottavuus. Liekoisuus lisää lähinnä varsinaisen kaivun osuutta, upottavuus puolestaan vaikuttaa pääasiassa siirtymisaikaan.

Tehollisen kaivuajan (= tehoaika ojalinjalla) lisäksi konekaivun työaikaan kuuluvat erityyppiset siirrot (ojanpään haku sekä siirrot ojalinjalta toiselle, ojastolta ja työmaalta toiselle) sekä keskeytykset. Näiden osuutta ei tutkimuksen tavoitteiden kannalta ollut tarpeen selvittää, joskin tärinäkelloseurannasta saatiin tuotostason lisäksi myös tätä koskevaa tietoa.

Suoritetun, joskin suppeaksi jääneen seurannan perusteella näyttää edellä esitetty tehollinen kaivuaika olevan noin 86 % sarkaojien kaivun työajasta. Tämä olisi noin 9 %-yksikköä enemmän kuin metsäojituksessa. Tehoajan osuus lienee kuitenkin seuranta-aineistossa hieman liian suuri, koska työmaalta toiselle siirtymistä ei aineisto sisältänyt. Toisaalta metsäojitusta suurempaan tehollisen kaivuajan osuuteen työajasta saattaisi vaikuttaa turvetyömaiden helpommat kaivuolot, sarkaojien suurempi koko, pitemmät ojalinjat ja yleensä myös turvetyömaiden metsäojitustyömaita suurempi työmaankoko. Tärinäkelloseurannasta saatuja työaikatietoja ei voida kuitenkaan yleistää aineiston suppeuden vuoksi, vaan tuloksia tulkittaessa on syytä keskittyä varsinaisesta kelloaikatutkimuksesta saatuihin tehoaikatuloksiin.

3.2.2 Varsinainen kaivu

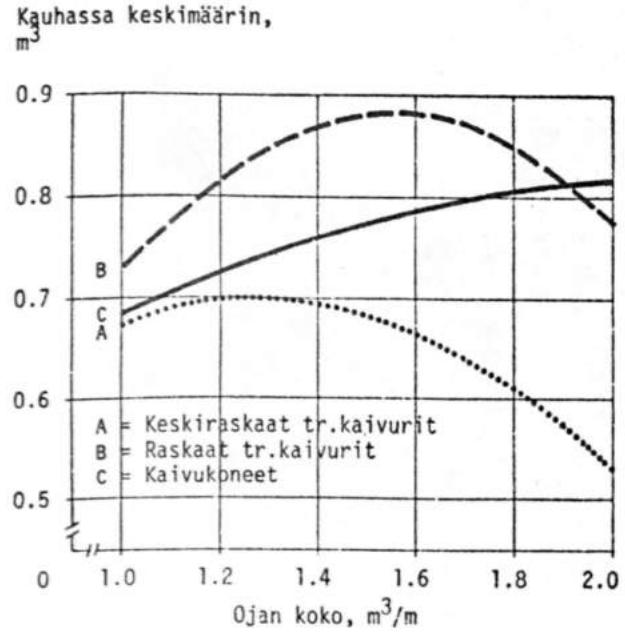
Kaivettavan ojan koko ja syvyys vaikuttivat kaikkien konetyyppien kaivuaikaan samantapaisesti. Ojan koon ja syvyyden suuretessa kaivuaika, cmin/m^3, aluksi väheni, saavutti sitten miniminsä ja alkoi suurimpia ojia kaivettaessa jälleen kasvaa (kuva 7). Tyyppiryhmänä tarkastellen keskiraskaiden traktorikaivureiden käyttämä kaivuaika oli poistettua turvekuutiometriä kohti pienin kaivettaessa noin 1.30 m^3:n/m suuruista (1.65 m syvää) ojaa, raskaiden traktorikaivureiden vastaavasti silloin, kun kaivettiin 1.45 m^3:n/m (1.60 m syvää) ojaa ja kaivukoneiden silloin, kun kaivettiin 1.60 m^3:n/m (1.70 m syvää) ojaa. Eräiden yksittäisten koneiden osalta kaivuajan suhteen edullisin ojan koko poikkesi melko paljonkin tyyppiryhmän keskiarvosta. Tähän vaikutti ensisijaisesti näiden yksiköiden tyyppiryhmän muista koneista poikkeava kauhan muoto ja koko. Tulosten mukaan näyttääkin siltä,



Kuva 7. Ojan koon vaikutus kaivuaikaan.

että mitä suurempi ja jyrkkäluiskaisempi kauha on, sitä suurempia ojia kaivettaessa kaivuajan, cmin/m^3, minimi saavutetaan. Tämä tosin edellyttää, ettei kauhan koko peruskoneeseen nähden ole ylimitoitettu.

Poistettua turvekuutiometriä kohti kului kaivuun selvästi eniten aikaa keskiraskailta traktorikaivureilta. Ojaprofiilin erilaisuuden vuoksi kaivuaika ojametriä kohti oli sitä vastoin keskiraskailla traktorikaivureilla tutkituilla ojasyvyyksillä samansuuruinen kuin muillakin konetyypeillä. Tärkein kaivuaikaa, cmin/m^3, selittävä tekijä on kauhalliseen keskimäärin saatu turvemäärä. Kuten kuvista 7 (s. 12) ja 8 nähdään, kaivuajan minimi sattuu ojan koon suhteen varsinkin traktorikaivureilla jokseenkin samaan kohtaan, jossa kauhalliseen keskimäärin saatu turvemäärä on suurin. Näyttääkin siltä, että etenkin keskiraskaiden traktorikaivureiden kauhan profiili ja koko on soveltunut suhteellisen huonosti suurten 1.6...2.0 m^3:n/m (yli 1.9 m syvien) ojien kaivuun ja vajaita kauhallisia on tullut joukkoon melko runsaasti (kuva 8). Kaivukoneiden suhteellisen suuret kauhat ovat puolestaan jääneet huomattavan vajaiksi pieniä, alle 1.4 m^3:n/m (alle 1.5 m syviä), ojia kaivettaessa.



Keskiraskaat tr.kaivurit	$y = 0.246 + 0.725x - 0.291x^2$
Raskaat tr.kaivurit	$y = -0.351 + 1.598x - 0.593x^2$
Kaivukoneet	$y = 0.443 + 0.289x - 0.049x^2$

Kuva 8. Kauhalliseen keskimäärin saatu turvemäärä ojan koon mukaan

Tehotunnissa kaivettujen kauhallisten määrä oli keskiraskailla traktorikaivureilla ojan koon mukaan 169...185, raskailla traktorikaivureilla 175...189 ja kaivukoneilla 187...209.

3.2.3 Siirtyminen kaivuasemasta toiseen

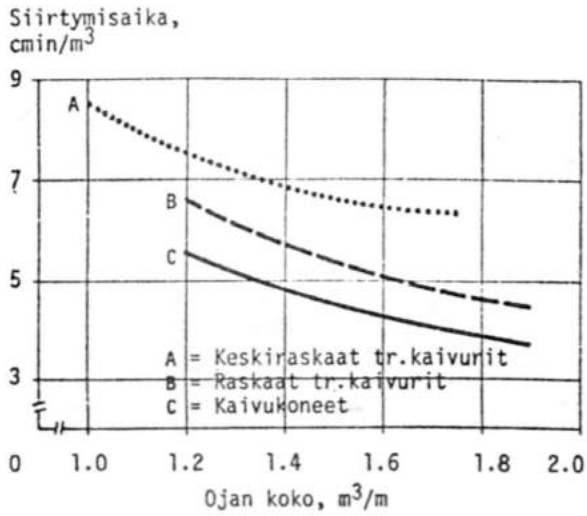
Kaivettavan ojan koko vaikutti myös siirtymiseen. Ojaprofiili ja ojan koko eivät tosin suoranaisesti vaikuta siirtymismatkaan ja siirtymisnopeuteen, vaan ne määräytyvät lähinnä kaivusyvyyden mukaan. Siirtymisaika kaivettua ojametriä kohti riippuukin lähinnä kaivusyvyydestä ja poistettua turvekuutiometriä kohti puolestaan ojan koosta.

Vähiten aikaa siirtymiseen sekä poistettua turvekuutiometriä, kaivettua ojametriä että yhtä kaivuasemaa kohti käyttivät kaivukoneet ja eniten aikaa keskiraskaat traktorikaivurit (taulukko 4 ja kuva 9). Ero keskiraskaiden ja muiden konetyyppien siirtymisajoissa oli erilaisen ojaprofiilin vuoksi suhteellisesti pienempi kaivettua ojametriä kuin poistettua turvekuutiometriä kohti. Kaivukoneiden traktorikaivureita vähäisempi siirtymisajan tarve selittynee osin sillä, että traktorikaivureilla tukijalkojen lasku työpisteeseen tultaessa ja nosto siitä lähdettäessä hidastaa siirtymistä. Tämän lisäksi konetyyppien rakenne-erot (voimansiirto, telastot, stabiliteetti jne.) vaikuttanevat siirtymisnopeuteen.

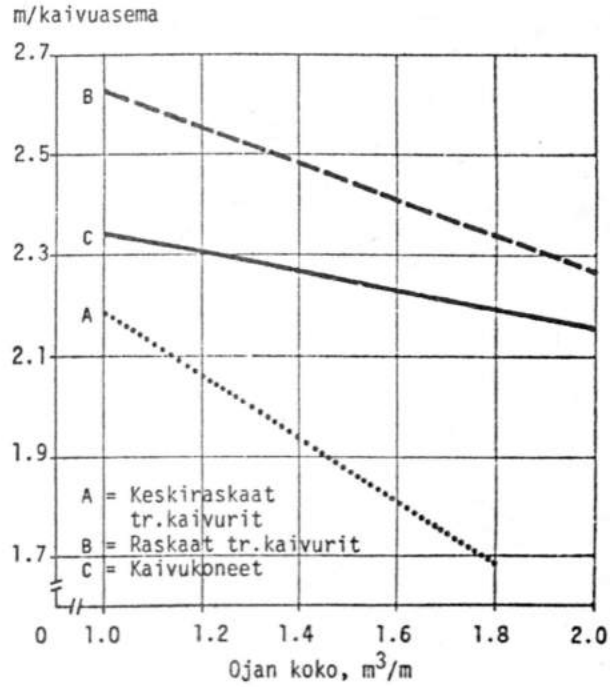
Raskaiden traktorikaivureiden keskimääräinen siirtymismatka (= yhdestä kaivuasemasta kaivettu ojametrimäärä) eri ojasyvyyksillä oli hieman suurempi kuin kaivukoneiden ja selvästi suurempi kuin keskiraskaiden traktorikaivureiden. Ojan syvyys ja koko vaikuttivat keskiraskailla traktorikaivureilla muita tyyppiryhmiä enemmän keskimääräisen siirtymismatkan pituuteen ja yhdestä kaivuasemasta kaivettuun ojametrimäärään (kuva 10).

TAULUKKO 4 Siirtymisaika siirryttäessä kaivuasemasta toiseen

Ojan syvyys, m	Keskiraskaat traktorikaivurit	Raskaat traktorikaivurit	Kaivukoneet
	min/100 ojametriä		
1.3	8.3	7.9	6.6
1.5	8.7	8.0	6.8
1.7	9.4	8.1	7.0
1.9	10.3	8.4	7.2



Kuva 9. Ojan koon vaikutus siirtymisaikaan siirryttäessä kaivuasemasta toiseen

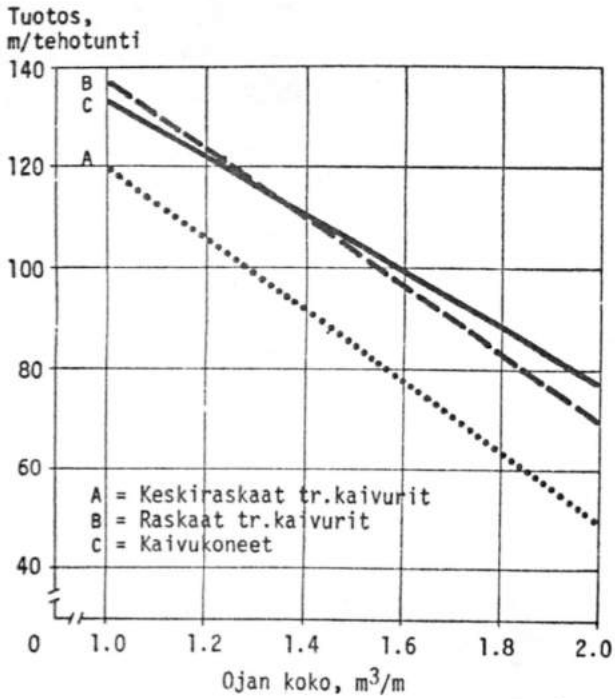


Kuva 10. Yhdestä kaivuasemasta kaivettu ojametrimäärä

Yksittäisten koneiden siirtymismatkaan kaivuasemasta toiseen vaikuttaa ojasyvyyden ohella myös kaivulaitteen puomin pituus ja kuljettajan ammattitaito ja tottumukset, ts. se milloin kuljettaja kaivun kokonaisajankäytön optimoimiseksi katsoo tarpeelliseksi siirtyä kaivuasemasta toiseen.

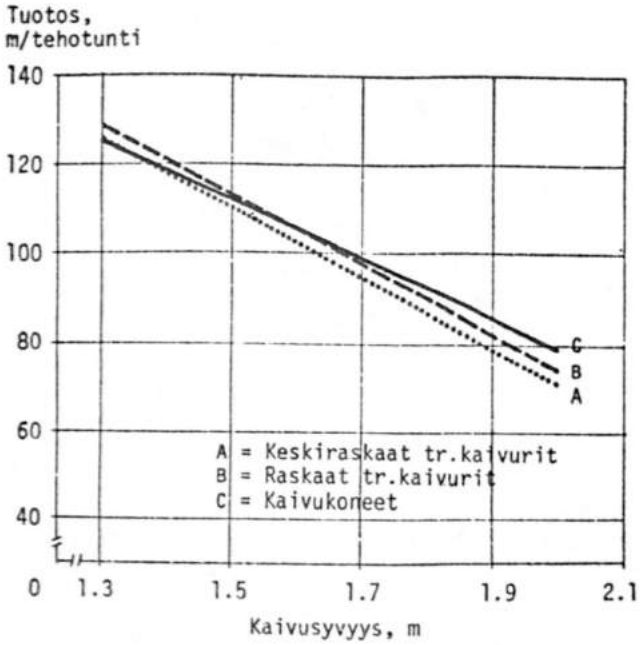
3.3 Tuotokset

Sekä koneittain että konetyypeittäin tarkasteltuna ojan koko ja kaivusyvyys vaikuttivat tehotunnissa kaivettuun ojametrimäärään suoraviivaisesti (kuvat 11–12). Ojan koko ja kaivusyvyys vaikuttivat myös kaikkien koneiden ja konetyyppien kuutiometrituotokseen sikäli samoin, etteivät tutkituista ojista pienimmät eivätkä myöskään suurimmat olleet millään konetyypillä kaikkein edullisimpia kaivaa, vaan edullisin ojan koko (tuotosmaksimi) löytyi niiden väliltä (kuva 13, s. 16).



		r^2
Keskiraskaat tr.kaivurit	y = 190.11 - 71.34x ;	0.81
Raskaat tr.kaivurit	y = 206.31 - 68.80x ;	0.68
Kaivukoneet	y = 187.26 - 54.98x ;	0.82

Kuva 11. Ojan koon vaikutus ojametrituotokseen



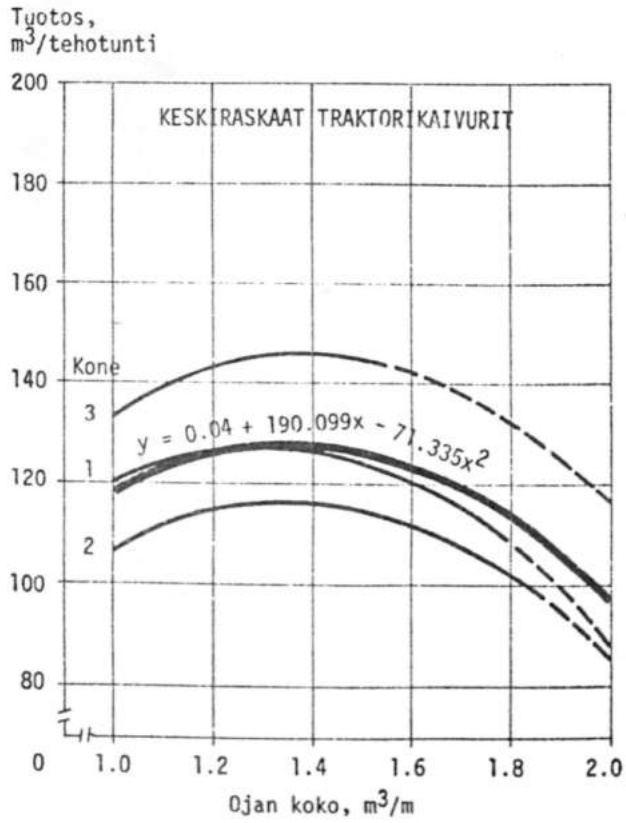
Kuva 12. Kaivusyvyyden vaikutus ojametrituotokseen

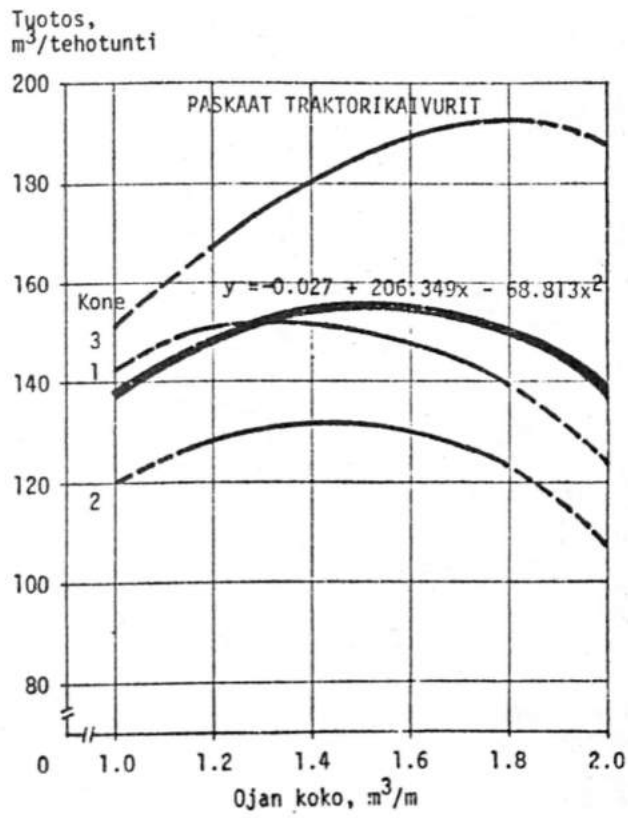
Tyyppiryhmänä tarkastellen keskiraskaiden traktorikaivureiden tuotos oli suurin, kun ojan koko oli 1.35 m^3/m (syvyys n. 1.60 m), raskaiden traktorikaivureiden silloin, kun ojan koko oli 1.50 m^3/m (syvyys n. 1.65 m), ja kaivukoneiden silloin, kun ojan koko oli 1.7 m^3/m (syvyys n. 1.75 m) (kuva 13).

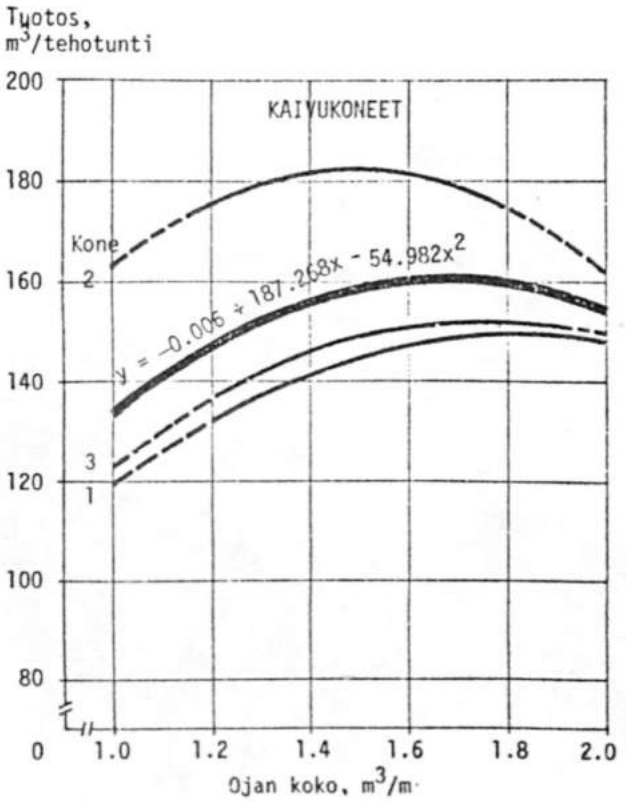
Jokaisessa konetyypissä oli aina yksi kone, jonka tuotostaso ja myös tuotoskäyrän muoto poikkesi melko olennaisesti muista. Sen vuoksi, että aiemmat tulokset on esitetty eri konetyyppien keskiarvoina ja ettei tyyppiryhmien, osaksi suhteellisen suurikin, sisäinen hajonta ole tullut näkyviin, on kuvassa 13 esitetty tuotokset myös koneittain. Kaikkien "poikkeavien" koneiden tuotoskäyrien muotoeron selittää suurelta osin koneen tyyppiryhmän muista koneista huomattavasti eroava kauhaprofiili (ks. taulukkoa 1, s. 5). Sen sijaan peruskoneen, kaivulaitteen, kauhan ja kuljettajan erillisvaikutuksia tuotoskäyrien tasoon ei voida päätellä.

Verrattaessa eri konetyyppien keskimääräistuotoksia silloin, kun niillä kaivettiin samansyvyistä ojaa, keskiraskaiden traktorikaivureiden kaivama ojametrimäärä (ojametrituotos) tehotunnissa eri kaivusyvyyksillä oli lähes sama, vain n. 0...13.5 % pienempi kuin muiden (kuva 12). Sen sijaan niiden tehotunnissa poistama turvemäärä eri kaivusyvyyksillä oli 15.5...22.2 % muita pienempi (kuva 14, s. 17). Jos keskiraskaita traktorikaivureita puolestaan verrataan muihin konetyyppeihin silloin, kun kaivetaan samankokoista ojaa, myös ojametrituotos jää selvästi muiden tuotosta pienemmäksi (kuva 11).

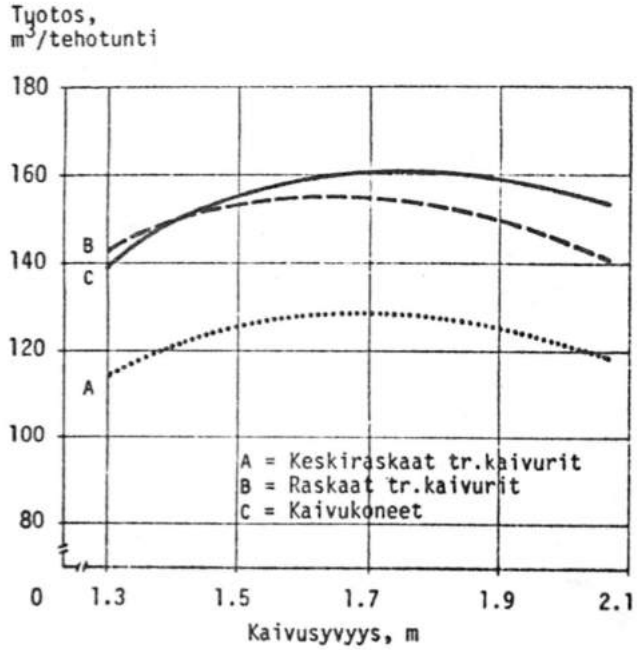
Raskaiden traktorikaivureiden ja kaivukoneiden välisiin eroihin ei sen sijaan vaikuta juuri se, tarkastellaanko tuotoksia ojan koon vai kaivusyvyyden mukaan, koska niiden kaivamien ojien koko eri syvyyksillä ei kovin paljon poikennut toisistaan.







Kuva 13. Ojan koon vaikutus kuutiometrituotokseen. Paksu yhtenäinen viiva on konetyypin aritmeettinen keskiarvo, ohut yhtenäinen viiva osoittaa kyseistä koneyksikköä koskevan aineiston vaihteluvälin



Kuva 14. Kaivusyvyyden vaikutus kuutiometrituotokseen

Aikatutkimuksen tehoaikatuotos poikkesi tärinäkelloseurannan tehoaikatuotoksesta mukana olleiden koneyksiköiden kohdalla +13...–9 %. Erot saattavat johtua muun muassa ojan koon ja siten myös työmäärän määrityseroista. Seuranta-aineistossa ojan koko määritettiin aikatutkimusta ylimalkaisemmin eli ojan syvyyden ja kauhaprofiilin perusteella. Myös turve oli saattanut painua seuranta-aineiston saroilla ennen ojan syvyyden mittausta.

3.4 Työjälki

Ne työjälkitiedot, jotka eivät koske varsinaisia ojanmittoja (esitetty kohdassa 3.1, s. 7), esitetään taulukossa 5.

Kaivusyvyyden tai ojan koon ei todettu vaikuttaneen millään yksiköllä kaivettavan ojan pohjan tai luiskan laatuun. Kaivukoneilla pohjan laatu oli muihin konetyyppeihin verrattuna selvästi keskinkertaisempaa, ojamaiden etäisyys ojan reunasta muihin nähden sen sijaan lähes kaksinkertainen. Viimeksi mainittu selittynee sillä, että kaivukoneiden ylävaunun kääntökulma on 360°.

TAULUKKO 5 Työjälki

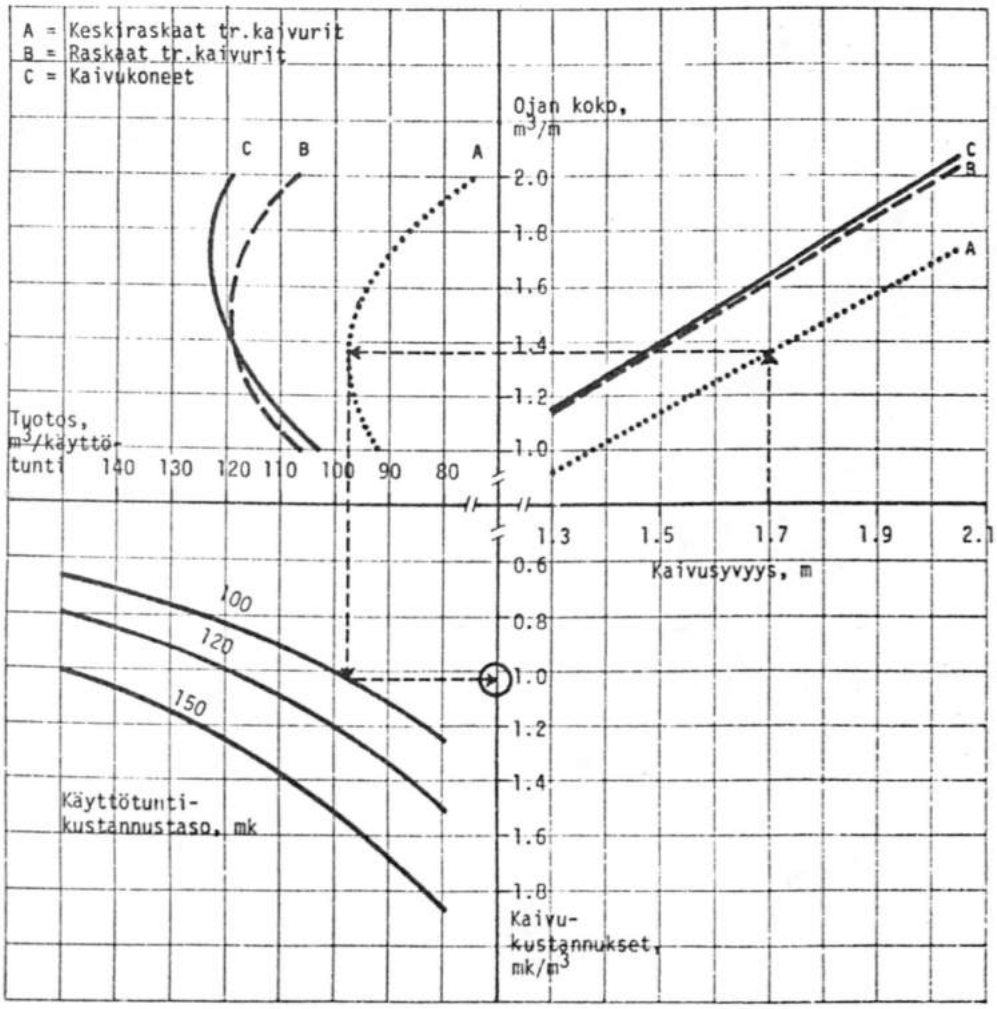
Erittely	Ojan tavoitesyvyys, m			
	1.3	1.5	1.7	1.9
Luiskien laatu keskimäärin				
– keskiraskaat tr.kaivurit	1.0	1.0	1.0	1.0
– raskaat tr.kaivurit				
– kaivukoneet				
Pohjan laatu keskimäärin				
– keskiraskaat tr.kaivurit	1.3	1.0	1.3	1.0
– raskaat tr.kaivurit	1.0	1.0	1.0	1.7
– kaivukoneet	1.7	2.0	1.7	1.7
Ojamaiden etäisyys reunasta keskimäärin, cm				
– keskiraskaat tr.kaivurit	99	95	102	89
– raskaat tr.kaivurit	87	91	85	86
– kaivukoneet	173	173	173	173

Ojan pohjan ja luiskan laatu arvioitiin käyttäen asteikkoa
1 = hyvä, 2 = keskinkertainen ja 3 = huono.

3.5 Kustannukset

Nomogrammin (kuva 15) avulla voidaan tarkastella kaivusyvyyden, ojan koon ja käytettävän konetyypin vaikutusta suoriteyksikkökustannuksiin (kaivukustannuksiin, mk/m³) eri käyttötuntikustannustasoilla. Nomogrammissa esitetyt konetyyppien tuotokset vastaavat tässä tutkimuksessa saatuja tuotoksia, kuitenkin siten, että tuotokset on muutettu käyttötuntituotoksiksi olettaen tehollisen kaivuajan osuudeksi 77 % käyttöajasta, joka on konekaivun ohjemaksuperusteiden mukainen tehollisen kaivuajan ja käyttöajan suhde kaivuvaikeusluokassa 1.

Esimerkkinä nomogrammin käytöstä on kuvaan 15 piirretty nuolilla keskiraskaiden traktorikaivureiden kaivukustannusten määräytyminen, kun ojan syvyys on 1.7 m ja käyttötuntikustannukset ovat 100 mk; tulos 1,03 mk/m³ (ympyröity).



Kuva 15. Konetyypin, kaivusyvyyden, ojan koon ja käyttötuntikustannustason vaikutus turvekuutiometrin kaivukustannuksiin

Taulukossa 6 on esitetty kaivusyvyyden ja ojan koon vaikutus eri konetyyppien kaivukustannuksiin. Pienimmät kustannukset jokaisessa syvyys- ja ojankokoluokassa on kehystetty. Kustannukset on laskettu käyttäen tässä tutkimuksessa eri konetyypeille saatuja keskimääräisiä tuotoksia (käyttötuntituotoksiksi muunnettuina) ja konekaivun ohjemaksuperusteiden mukaisia käyttötuntikustannuksia (kevät 1979): keskiraskaat traktorikaivurit 97,70, raskaat traktorikaivurit 105,50 ja kaivukoneet 140,10 mk. Edellä mainituin perustein keskimääräiset kaivukustannukset kaivettua kuutiometriä kohti ovat olleet pienimmät raskailla traktorikaivureilla sekä eri kaivusyvyyksillä että myös eri ojankokoluokissa (taulukko 6A). Myös ojametrikustannukset ovat raskaita traktorikaivureita käytettäessä olleet pienimmät silloin, kun kaikki konetyypit ovat kaivaneet samankokoista ojaa. Sen sijaan silloin, kun kaikki konetyypit ovat kaivaneet samansyvyistä ojaa, kaivukustannukset ovat kaivettua ojametriä kohti olleet pienimmät keskiraskaita traktorikaivureita käytettäessä (taulukko 6B).

Näyttääkin siltä, että keskiraskaat traktorikaivurit pystyvät kilpailemaan ojametrituotoksiltaan ja kustannuksiltaan muiden tyyppiryhmien kanssa etenkin silloin, kun on tarpeen kaivattaa tietyn syvyistä ojaa, mutta kun syntyvän ojan muilla mitoilla ei juuri ole merkitystä.

TAULUKKO 6 Kaivusyvyyden ja ojan koon vaikutus kaivukustannuksiin konetyypeittäin

A) Kustannukset, mk / kaivettu m^3

Kaivusyvyys ja ojan koko	Keskirask. traktori-kaivurit	Raskaat traktori-kaivurit	Kaivu-koneet
	mk/m^3		
Kaivusyvyys, m			
1.3	1,15	0,94	1,27
1.6	1,02	0,91	1,16
1.9	1,04	0,93	1,15
Ojan koko, m^3/m			
1.1	1,04	0,95	1,30
1.5	1,02	0,87	1,16
2.0	1,33	1,00	1,18

B) Kustannukset, mk / kaivettu m

Kaivusyvyys ja ojan koko	Keskirask. traktori-kaivurit	Raskaat traktori-kaivurit	Kaivu-koneet
	mk/ojametri		
Kaivusyvyys, m			
1.3	1,05	1,05	1,46
1.6	1,26	1,35	1,76
1.9	1,63	1,73	2,19
Ojan koko, m^3/m			
1.1	1,14	1,05	1,43
1.5	1,53	1,31	1,74
2.0	2,66	1,99	2,36

On huomattava, että kaivukustannukset, mk/m^3, taulukossa 6 ovat todellista poistettua turvekuutiometriä kohti. Jos suoritemäärä (ojan koko) mitataan vasta sitten, kun turvekerros on ehtinyt painua, kaivukustannukset, mk/m^3, ovat "näennäisesti" kaikilla ryhmillä hieman suuremmat. Sen sijaan ojametrituotoksiin ja -kustannuksiin ei turvekerroksen painuminen ja ojan pieneneminen vaikuta.

4 TULOSTEN TARKASTELU

Kauhaprofiilista ja kauhan koosta riippuu olennaisesti se, mikä ojan koko poistetun kuutiometrituotoksen suhteen eri koneyksiköille on edullisin. Sekä koneittaisten että tyyppiryhmittäisten tulosten mukaan näyttää siltä, että loivaluiskaisilla ja matalilla kauhoilla päästään parhaaseen kaivutulokseen poistettujen turvekuutiometrien suhteen, kun ojan koko on suhteellisen pieni. Sen sijaan korkeilla, leveäpohjaisilla ja jyrkkäluiskaisilla kauhoilla kaivuaika, min/m^3, on pienin vasta, kun ojan koko on 1.7...2.0 m^3/m.

Kauhaprofiilien edelleen kehittämiseksi ja yhtenäistämiseksi on tärkeää tietää, halutaanko eri tyyppiryhmien koneilla ja eri ojasyvyyksillä päästä mahdollisimman hyvään tuotokseen poistettujen turvekuutiometrien vai kaivettujen ojametrimäärien suhteen. Erimuotoisten ja -kokoisten ojien kuivatusteho ja kunnossapysyvyys viime kädessä ratkaiseekin sen, miten kauhan profiilia ja kokoa tulisi kehittää, jotta päästäisiin parhaaseen mahdolliseen ojametreinä ilmaistuun kaivutuotokseen.

KIRJALLISUUTTA

AITOLAHTI, MATTI 1968. Metsäojien kaivurityön kaivuvaikeusluokituksesta. Suo 19(6):93–100

-"- 1970. Metsäoja-aurojen ja -kaivureiden talvityöskentely. Suo 21(2):31–39

-"- 1976. Vuoden 1976 konekaivututkimukset. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosasto. Julkaisematon ennakkotiedonanto

-"- 1977. Talven 1977 konekaivututkimukset. Metsäntutkimuslaitos, suontutkimusosasto. Julkaisematon ennakkotiedonanto

AITOLAHTI, MATTI – HUIKARI, OLAVI 1969. Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu. Folia Forestalia 61. Helsinki

AITOLAHTI, MATTI – NUMMINEN, ERKKI 1968. Metsäojakaivureiden työteho ja ehdotus kaivuvaikeusluokitukseksi. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 67.2. Helsinki

NISKANEN, MATTI 1975. Kahdenlaista urakointia metsäojituksessa. Suo 26(3–4):45–50

NUMMINEN, ERKKI 1959. Metsäojien aurauksen kaivuvaikeusluokituksen perusteita. Suo 10(1): 3–12

-"- 1960. Nykyhetken näkymiä metsäojien aurauksen vaikeustekijöistä. Suo 11(3):45–50

-"- 1964. Metsäojakaivureiden työtehotutkimus. Suo 15(2):25–37

SUONINEN, ANTTI 1976. Suomen turveteollisuus ja sen käyttämä teknologia. Turveteollisuus 1876–1976, Turveteollisuusliitto ry:n julkaisu 4, 49–73. Helsinki