

ODC
651.78
385.1

FOLIA FORESTALIA 61

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1969

MATTI AITOLAHTI—OLAVI HUIKARI

METSÄOJEN KONEKAIVUN VAIKEUS-
LUOKITUS JA HINNOITTELU

CLASSIFICATION OF DIGGING DIFFICULTY
AND PRICING IN FOREST DITCHING WITH
LIGHT EXCAVATORS

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.
 Nrs. 1—18 are listed in the publications 2—41 of the Folia Forestalia series.
- 1966 No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.
 No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.
 Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.
 No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.
 No 22 Eero Paavilainen: Havaiutoja kasvaturpeen käytöstä männyn istutuksessa.
 Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.
 No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.
 Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.
 No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat.
 Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.
 No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.
 Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.
 No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.
 Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.
 No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- 1967 No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.
 Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.
 No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiililä: Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.
 Real estates raw wood utilization survey in Finland in 1964—66.
 No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.
 Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.
 No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.
 The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.
 No 32 Metsätilasto. I Metsävaranto.
 Forest Statistics of Finland. I Forest resources.
 No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet v. 1965.
 Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.
 No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.
 Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.
 No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotietoja vuodelta 1966.
 Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.
 No 36 Eero Paavilainen — Kyösti Virrankoski: Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa.
 Studies on the capillary rise of water in peat.
 No 37 Matti Heikinheimo — Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen polttoainevarastot talvella 1965/66.
 Fuel stocks of real estates in Finland in winter 1965/66.
- 1968 No 38 L. Runeberg: Förhållandet mellan driftöverskott och beskattad inkomst vid skogsbeskattningen i Finland.
 The relationship between surplus and taxable income in forest taxation in Finland.
 No 39 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1966/67.
 Costs of timber production in Finland during the cutting season 1966/67.
 No 40 Jorma Sainio — Pentti Sorrola: Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965.
 Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965.
 No 41 Pentti Rikkinen: Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.
 The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines.
 No 42 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966—67.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of E-Sa, E-Ka, I-Sa, P-Ka, P-Sa and K-S in 1966—67.

Luettelo jatkuu 3. kansisivulla

FOLIA FORESTALIA 61

Metsäntutkimuslaitos. Institutum forestale Fenniae. Helsinki 1969

Matti Aitolahti – Olavi Huikari

METSÄOJIEN KONEKAIVUN VAIKEUSLUOKITUS JA HINNOITTELU

Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching
with light excavators

Summary in English

ALKUSANAT

Tämä julkaisu on tarkoitettu metsäojitus-
töissä käytettäväksi avo-ojien kaivurikaivun kai-
vuvaikeusluokittelun kenttäoppaaksi. Ohje pe-
rustuu vuonna 1968 valmistuneeseen tutkimuk-
seen MATTI AITOLAHTI – ERKKI NUM-

MINEN: Metsäojakaivureiden työteho ja ehdo-
tus kaivuvaikeusluokitukseksi (MTJ 67.2), kai-
vutyön suorittajille osoitetun tiedustelun vas-
tauksiin ja vuonna 1968 suoritettuihin talvikai-
vua selvittäviin tutkimuksiin.

Helsingissä toukokuun 16 päivänä 1969

Matti Aitolahti Olavi Huikari

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ALKUSANAT	1
SUMMARY	2
1. LUOKITUSTAPA	3
2. LUOKITELTAVAT VAIKEUSTEKIJÄT	3
3. TALVELLA HUOMIOON OTETTAVAT LISÄTEKIJÄT	5
4. KAIVUTULOS JA TUNTIANSION MÄÄRITTÄMINEN	6
5. TYÖMAAKOHTAISTEN KUSTANNUSTEKIJÖIDEN HUOMIOON OTTAMINEN	6

SUMMARY

The purpose of the present paper is to serve as a field guide for the determination of the degree of digging difficulty in practical forest ditching. The instruction is based on the investigation by Aitolahhti & Numminen (1968): On the efficiency of light excavators in forest ditching and a proposal for the classifi-

cation of digging difficulty (Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 67.2), on the results obtained from an inquiry addressed to practical foresters and on the investigations carried out in 1968 for establishing the digging difficulty in winter conditions.

1. LUOKITUSTAPA

Kaivuvaikeus määritetään työmaan koosta riippuen niin monennelta puolipaaluväliltä tai kokopaaluväliltä kuin taulukko 1 osoittaa, jotta saadaan urakoinnin kannalta riittävä näyte kaivuvaikeuden keskiarvon laskemiseksi. Tutkitta-

vat puoli- tai kokopaaluvälit otetaan ojien kirjaintunnusten tai numeroinnin mukaisessa järjestyksessä edeten. Valtaojat luokitellaan paaluväleittäin koko pituudeltaan.

Taulukko 1. Kaivuvaikeuden määrittystä varten luokiteltavat puoli- tai kokopaaluvälit.

Ojan tai ojaryhmän pituus, m	Puolipaaluväleistä luokitellaan	Ojaryhmän tai hankkeen pituus, km	Kokopaaluväleistä luokitellaan
— 100	kaikki	1.6 — 3.5	joka 2.
120 — 200	joka 2.	3.6 — 5.5	” 3.
220 — 400	” 3.	5.6 — 7.5	” 4.
420 — 800	” 4.	7.6 — 9.5	” 5.
820 — 1600	” 5.	9.6 — 13.5	” 6.
1620 — 3500	” 6.	13.6 — 17.5	” 7.
3520 — 5500	” 7.	17.6 — 21.5	” 8.
5520 — 7500	” 8.	21.6 — 26.5	” 9.
7520 — 9500	” 10.	26.6 — 35.0	” 10.
		35.1 — 50.0	” 12.
		50.1 — 63.0	” 14.
		63.1 — 77.0	” 16.
		77.1 — 92.0	” 18.
		92.1 —	” 20.

2. LUOKITELTAVAT VAIKEUSTEKIJÄT

Ojalinjalta tutkitaan maastossa seuraavat luokituksen perustekijät:

Kivisyys määritetään teräksisellä suorassilla kymmenellä tasavälein suoritettulla painalluksella pistämällä kaivussyvyyteen tai kivennäismaahan saakka ja laskemalla, montako kertaa näistä kymmenestä pistosta rassi on osunut kiveen.

Puisuus määritetään silmävaraisesti jakaen ojalinjalla koneen kulkuleveydellä oleva puusto viiteen luokkaan seuraavasti:

1. Ei puustoa eikä kantoja
2. Harva räme- tai korpipuusto (alle 30 m³/ha) tai sen kantoja
3. Harvennusemetsä, jossa ei ole tukkipuun mittoja (läpimitta 1,3 m:n korkeudelta

yli 17 cm) täyttäviä puita tai niiden kantoja

4. Harvakseltaan tukkipuita tai tukkipuiden kantoja
5. Järeä tukkimetsä tai tukkipuiden kantoja paaluvälillä keskimäärin enintään 4 m:n välein.

Kaivumaa tunnistetaan suorassilla pistämällä kaivettavaan ojasyvyyteen tai kivennäismaahan. Mineraalimaalle annetaan määrävävä merkitys, mikäli sitä on yli 20 % kaivussyvyydestä. Kaivumaista tunnistetaan turve, pehmeä pistomaa, kova pistomaa, moreeni ja louhikko.

Ojan koko määritetään suunnitelma-asiakirjoista puoli- tai kokopaaluväljen keskimääräisenä poikkileikkauspinta-alana.

Taulukko 2. Kivisyyden, puisuuden tai sitä vastaavan kantoisuuden, kaivumaan ja ojan koon suhteellinen vaikutus kuutiometrin kaivamisen kaivu- ja siirtoaikaan, kun kaivutyön suorittaa kesäolosuhteissa vuonna 1967 yleisimmin käytössä olleilla metsäojakaivureilla ammattitaitoinen kuljettaja. 1 piste on 0,06 min/m³.

Perusaika = A	Kivisyys = B	Puisuus = C	Kaivumaa = D		Ojan koko = E	
Piste-arvo	Määrittely: 10 pistosta osunut kiveen, kpl	Määrittely	Määrittely	Piste-arvo	Poikkileikk. pinta-ala, m ²	Piste-arvo
	0	Avosuo	Turve	0	0,4	10
	1	Puusto alle 30 m ³ /ha			0,5	8
	2	Harvennus-	Pehmeä pisto-		0,6	7
	3	metsä	maa	1	0,7	6
	4				0,8	5
10	5	Tukkipuita harvakseltaan	Kova pisto-		0,9	4
	6	Tukkipuita runsaasti	maa	3	1,0	3
	7				1,2	2
	8		Moreeni	4	1,4	1
	9				1,5-2,0	0
	10		(Kivikko)	(12)	2,2	1
					2,4	2
					2,6	3
					2,8	5
					3,0	7

Kaivuvaikkeen piste-arvo kesäolosuhteissa $X=A+B+C+D+E$

Kaivuvaikeuden pistearvo määritetään taulukosta 2 saatavien osapistearvojen avulla siten, että perusarvoon 10 pistettä (A) lisätään kivisyysluokkaa vastaava pistearvo (B), näin saatuun summaan puisuusluokkaa vastaava pistearvo (C), näin saatuun summaan kaivumaaluokkaa vastaava pistearvo (E). Summaksi saatu paaluvalin kaivuvaikeutta kesäolosuhteissa kuvaava pistearvo (X) on käytännön työmailla välillä 10–40.

Saatujen kaivuvaikeuden pistearvojen keskiarvo ojaa, ojustoa tai työmaata kohti, esim. 30 pistettä, merkitsee sitä, että ammattitaitoiselta kuljettajalta kuluu työmaalla yhden kuutiometrin kaivamiseen ja siihen liittyviin siirtoihin aikaa 30 kertaa 0,06 minuuttia eli 1,8 minuuttia metsäojitustyömailla v. 1967 yleisimmin käytössä olleita keskiraskaita ja raskaita kaivureita käyttäen sulan maan aikana.

Käytännön esimerkki:

Tekijä	Saatu määrittely	Vastaava pistearvo
Perusaika = A	Otetaan aina mukaan	10
Kivisyys = B	10 pistosta 4 on osunut kiveen	3
Puisuus = C	Tukkipuita harvakseltaan	2
Kaivumaa = D	Moreeni	4
Ojan koko = E	Poikkileikkauspinta-ala 0,7 m ²	6
Kaivuvaikeus = X = A+B+C+D+E =		
10+3+2+4+6 = 25		

3. TALVELLA HUOMIOON OTETTAVAT LISÄTEKIJÄT

Jos työmaa kaivetaan talviolosuhteissa, aiheutuu tästä taulukosta 3 saatavat muutokset

kaivuvaikeustekijöiden pistearvojen summaan.

Taulukko 3. Roudan ja lumen paksuuden sekä ilman lämpötilan suhteellinen vaikutus kuutiometrin kaivamisen kaivu- ja siirtoaikaan, kun kaivutyön suorittaa vuonna 1967 yleisimmin käytössä olleilla metsäojakaivureilla ammattitaitoinen kuljettaja ilman roudan rikkomiseen tai lumen poistoon käytettäviä lisätyövälineitä. 1 piste on 0,06 min/m³.

F		G		H	
Roudan paksuus, cm	Pistearvo	Lumen paksuus, cm	Pistearvo	Lämpötila, °C	Pistearvo
0	0	0	0		
5	-2	10	0	≥ 0	0
10	-1	20	0	- 5	0
15	1	30	0	-10	0
20	3	40	1	-15	1
25	6	50	1	-20	2
30	10	60	2	-25	3
35	16	70	3	-30	5
(40)	(22)	80	4	-30	8
		90	6		
		100	9		
		120	14		

Talviolosuhteissa kaivukauden pistearvo $X_1 = X + F + G + H$

Roudan rikkomiseen ja lumen poistoon voidaan käyttää erikoistyövälineitä, jolloin kaivurin työtehossa päästään vaikeissakin talviolosuhteissa lähes samaan kuin kesäolosuhteissa.

Tällöin on kuitenkin hinnoittelussa otettava huomioon myös erikoistyövälineiden käytöstä aiheutuvat lisäkustannukset.

4. KAIVUTULOS JA TUNTIANSION MÄÄRITTÄMINEN

Taulukossa 4 on esitetty eri pistearvoja vastaavat työsaavutukset sekä kuutiometrin kaivu-

hintoja sellaisissa esimerkkitapauksissa, joissa ansiotavoitteena tehoajalle on 30 mk/tunti.

Taulukko 4. Kaivutulokset eri pistearvoilla sekä m³:n kaivun yksikköhinnat, kun 1 piste on 0,06 min. ja tavoiteansio tehoajalle on 30 mk/tunti.

Pistearvo	Kaivutulos, m ³ /t	Yksikköhinta, mk/m ³	Pistearvo	Kaivutulos, m ³ /t	Yksikköhinta, mk/m ³
10	100	0,30	26	39	0,78
11	91	0,33	27	37	0,81
12	83	0,36	28	36	0,84
13	77	0,39	29	35	0,87
14	71	0,42	30	33	0,90
15	67	0,45	31	32	0,93
16	63	0,48	32	31	0,96
17	59	0,51	33	30	0,99
18	56	0,54	34	29	1,02
19	53	0,57	35	29	1,05
20	50	0,60	36	28	1,08
21	48	0,63	37	27	1,11
22	46	0,66	38	26	1,14
23	44	0,69	39	26	1,17
24	42	0,72	40	25	1,20
25	40	0,75			

5. TYÖMAAKOHTAISTEN KUSTANNUSTEKIJÖIDEN HUOMIOON OTTAMINEN

Keskimääräisen kaivu vaikeuden lisäksi on kaivua hinnoitettaessa otettava huomioon esim. louhikkoisuuden ja kivisyyden aiheuttama kaluston normaalia suurempi kuluminen ja rikkoutuminen sekä siitä johtuva hukka-ajan ja menojen lisääntyminen. Samoin on otettava huomioon myös pohjamaasavien kuivuuden aiheuttama lisäkaivu vaikeus sekä mm. panostus-, räjähdysaine- ja lisätyövälinekulut vaikeissa routa- ja kivisyysolosuhteissa.

30 mk:n tuntiansioon pääsy yhdellä kuljettajalla ja kaivuriyksiköllä edellyttää, että työmaata hinnoitettaessa otetaan edellä esitetyn lisäksi huomioon myös kaluston siirtokustannukset työmaalle ja sieltä pois sekä työmaan

upottavuudesta mahdollisesti johtuvat lisäkustannukset.

Taksaohjeet edellyttävät, että työmaa ei ole poikkeuksellisen upottava ja että sellaiset kohdat, joissa on todennäköisesti odotettavissa kaluston uppoaminen, merkitään ojien kaivajalle annettaviin karttoihin sovitulla merkinnällä. Ojalinjat on raivattava työnantajan toimesta kunnolla 4 metrin leveydeltä. Puut on kaadettava lyhyeen kantoon ja rungot on poistettava ojalinjalta. Kaivettavat ojalinjat on merkittävä maastoon kepityksellä niin selvästi, että kaivutyön suorittaja saa vaikeuksista selville ojalinjojen kulun.

- No 43 Eero Paavilainen: Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta. On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps.
- No 44 Lalli Laine: Kuplamörsky, (Rhizina undulata Fr.), uusi metsän tuhosieni maassamme. Rhizina undulata Fr., a new forest disease in Finland.
- No 45 Pentti Koivisto: Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat. Birch resources in Forestry Board Districts of Etelä- and Pohjois-Karjala, Itä-, Etelä- and Pohjois-Savo and Keski-Suomi.
- No 46 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1966, ennakkotietoja vuodelta 1967 ja ennuste vuodelle 1968. Wood utilization in Finland in 1966, preliminary data for 1967 and forecast for 1968.
- No 47 Metsätilastoa 1950—67. Forest Statistics of Finland 1950—67.
- No 48 Tarmo Peltomäki ja Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen käyttämän lämpöenergian ominaiskulutus. Specific consumption of thermal energy utilized by real estates.
- No 49 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1953—66. Forest balance of Finland in 1953—66.
- No 50 Kalevi Asikainen: Tasausvara ja sahatavaran tasaus. On the trimming allowance and trimming.
- No 51 Teuri J. Salminen: Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on the bark.
- No 52 Olli Makkonen: Paperipuiden pituuden vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön minimiläpimitan ollessa 5 cm. On the influence of the length of pulpwood bolts on the degree of utilization of tree stems when the minimum diameter is 5 cm.
- No 53 Simo Poso, Christian Keil and Tapani Honkanen: Comparison of film-scale combinations in examining some stand characteristics from aerial photographs. Eri filmi-mittakaavayhdistelmät eräiden metsikkötunnusten ilmakuvatulkinnassa.
- No 54 Pertti Veckman: Suomen piensahat vuosina 1965 ja 1967. Small sawmills in Finland in 1965 and 1967.
- No 55 Kimmo Paarlahti ja Kalevi Karsisto: Koetuloksia kaliummetafosfaatin, raakafosfaatin, hienofosfaatin ja superfosfaatin käyttökelpoisuudesta suometsien lannoituksessa. On the usability of potassium metaphosphate, raw phosphate, rock phosphate and superphosphate in fertilizing peatland forests.
- 1969 No 56 Terho Huttunen: Länsi-Suomen havusahatukkien koko ja laatu vuonna 1966. The size and quality of coniferous sawlogs in western Finland in 1966.
- No 57 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista. Skogsforskningsinstitutets beslut beträffande omvandlingskoefficienterna och kuberings-tabellerna, som används vid virkesmätning.
- No 58 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu.
- No 59 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot.
- No 60 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi.
- No 61 Matti Aitolahti ja Olavi Huikari: Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu. Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching with light excavators.
- No 62 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan metsävarat vuonna 1968. Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1968.
- No 63 Arno Uusvaara: Maan ja metsän omistus Suomessa v. 1965 alussa ja sen kehitys v. 1957—65. Land and forest ownerships in Finland 1965 and their development during 1957—65.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44. Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

