

N:o 2

1964

15. vuosikerta



20. 8. 1964

S U O

Julkaisija: SUOSEURA

Toimituskunta:

Lauri Aaltonen (puh.joht.), Viljo Puustjärvi,
Matti Multamäki, Kusti Seppälä (päätoimittaja)

Toimitus:

Helsinki

Unionink. 40 B



Tilaushinta 3:50

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Erkki Numminen:

METSÄOJAKAIVUREIDEN TYÖTEHOTUTKIMUS

1. KENTTÄTYÖT

Kaivurin osuus maamme metsäojituk-
sessa on lisääntynyt viime vuosina voimak-
kaasti (Kuva 1). Tämän johdosta metsän-
tutkimuslaitoksen suontutkimusosasto yh-
dessä metsäteknologisen osaston kanssa
suoritti viime vuonna alustavan metsäoja-
kaivureiden työtehotutkimuksen.

Koska selvitys suunniteltiin alustavaksi
ja rahat oli irrotettava muista tutkimuk-
sista, rajoituttiin Porin metsänparannus-
piirin alueelle, jossa tiedettiin suoritetta-
van runsaasti kaivuriojitusta ja jonne oli
kehittynyt voimakas paikallinen yrittäjä-
kunta käsittäen noin 300 kaivuriyksikköä.

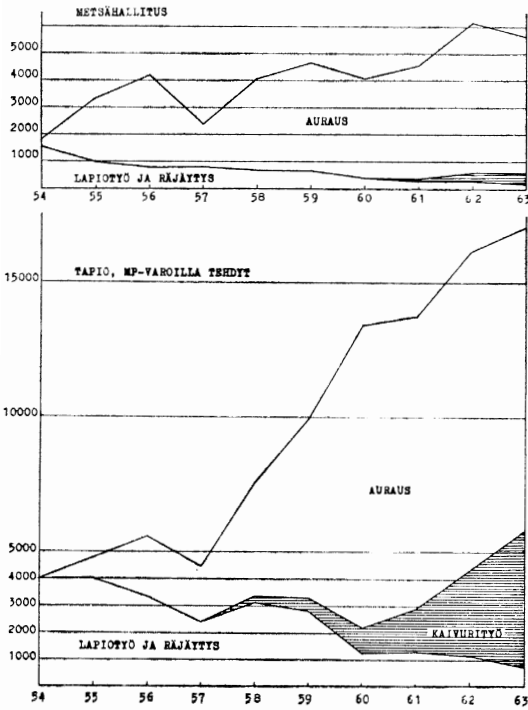
Muiden samana kesänä suoritettavien
tutkimusten vuoksi kenttätyöt rajoitettiin
kesä—heinäkuulle. Hyvissä ajoin tiedusteli-
ttiin Porin metsänparannuspiiristä kaikki
todennäköisesti tähän aikaan käynnissä
olevat työmaat. Ilmeni, että yleisimmät
kaivurityypit tulisivat olemaan Vammas
ja Hymas, jotka sitten valittiin tutkitta-
viksi kaivurimerkeiksi. Eri käyttötraktori-
merkkien esiintymistä ei otettu huomioon.
Tutkimuksessa esiintyi vain kolme trakto-
rien perustyyppiä osan näistä ollessa va-
rustettuna täys- ja osan puolitelaketjuilla.
Vuosimalliltaan ja lisävarusteiltaan nämä
vaihtelivat vähän, mutta tässä kirjoituk-
sessa ei ole tarkoituksenmukaista puuttua
mainittuun vaihteluun.

Työmaat valittiin sattumanvaraisesti
kolmesta työmaaryhmästä, joista yksi si-
jaitsi Parkanon—Karvian alueella, toinen
Porin eteläpuolella Luvia keskipisteenä ja

kolmas Merikarvian—Siikaisten alueella.
Tämä tehtiin käytännöllisistä syistä, sillä
tutkimushenkilökuntaa oli rajoitetusti ja
päättiin keskittyä tutkimaan pääasialli-
sesti varsinaista kaivuaikaa ja sen yhtey-
dessä tapahtuvia pikku siirtoja. Niinpä
pitkäaikaisen keskeytyksen, esimerkiksi
suuren korjauksen, työmaan vaihdon tai
muun vastaavan sattua tutkimusryhmä
siirtyi naapurityömaalle. Työmaita ei siis
tutkittu kokonaisuina, joten tutkimus ei
pysty osoittamaan erityisesti korjausten,
pitkien siirtojen ja työttömyyden aiheut-
taman ajanhukan osuutta. On huomattava,
että nämä pitkäaikaiset hukka-ajat vaikut-
tavat kuitenkin erityisen voimakkaasti
yrittäjän talouteen. Tämän kysymyksen
selvittäminen kävisi ehkä parhaiten ura-
koitsijoille esitettyjen kyselyiden avulla.

Tutkimuksen päätarkoituksena oli sel-
vittää maaston erilaisuuden aiheuttama
työtehon vaihtelu. Tämän takia pyrittiin
kaivettavat ojalinjat luokittelemaan tar-
koin ennen kaivua. Luokitusta täydennet-
tiin ojan valmistuttua, koska vasta tällöin
pystytään maan pinnan alla olevat vai-
keustekijät parhaiten mittaamaan.

Tutkimusryhmän muodosti ryhmäjohta-
ja ja kaksi apumiestä. Ryhmänjohtaja ku-
vasi niinsanotuille mark sens-korteille
maaston rakenteen määrätyn koodin mu-
kaan. Ensin jaettiin ojalinja numeroitujen
merkkipäreiden ja mittanauhan avulla 10
metrin mittaisiin paaluväleihin. Kultakin
numeroidulta paaluväliltä arvosteltiin tai
mitattiin seuraavat tekijät: Suotyyppi,
suon pinnan kantoisuus, kivisyys, vetisyys,



Metsähallitus = Board of Forestry

Tapio, MP-varoilla tehdyt = Society »Tapio»;
Jobs financed with soil improvement funds

Auraus = Ploughing

Kaivurityö = excavator work

Lapiotyö ja räjäytys = Digging by Hand and
Blasting

Ojаметrimäärät ja eri työmenetelmien osuudet
vuosina 1954—63. = Aggregate ditch lengths and
shares of different work methods in 1954—1963.

Kuva 1. Kaivurityön määrän nousu metsähallituksen ja Keskusmetsäseura Tapion metsänparannusvaroilla tehdyillä hankkeilla.

Fig. 1. Showing the increase of the digging machine work done annually on the projects carried out with means granted by the Board of Forestry and by the Central Forestry Society Tapio.

mättäisyys ja rimpisyys sekä turpeen syvyys. Joka paaluvälillä painettiin suorassi maahan metrin välein ja merkittiin muistiin, montako pistoa osui kiveen tai puuhun. Samoin painettiin erikoisrakenteinen upottavuuden mittauskartio metrin välein maahan ja havaintojen keskiarvo merkittiin muistiin. Edelleen arvioitiin Luukkala—Tirkkosen (1939) lapiokaivu-vaikeusluokka ja Niskasen (1963) esittämä konekaivu-vaikeusluokka. Viimeksi mitattiin ojalinjalle poikittain osuvien ylitettävien ojien koko. Näin oli ojalinja

mitattu ja luokiteltu sekä numeroidut mittapäreet olivat linjan sivussa aikatutkijan näkyvissä.

Toinen apumiehistä toimi kellomiehenä seuraten jatkuvasti konetta. Hän merkitsi kunkin aikalajin lomakkeeseensa. Kukin paaluväli sai päreän mukaisen numeronsa ja oman lomakkeensa.

Kun ryhmänjohtaja oli saanut sopivan matkan ojalinjaa arvostelluksi, hän siirtyi apumiehensä kanssa taaksepäin valmiille osalle ja täytti siitä uudelle kortille tiedot tuoreeltaan kaivetusta ojasta ja maan laadusta. Tämä ojakortti sai päreän mukaisen numeronsa. Siihen merkittiin lisäksi turpeen laatu, maatuneisuus ja liekoisuus, pohjamaalaji ja sen kivisyys, ojan syvyys sekä pinnan ja pohjan leveys. Mahdollinen kouruluiskaisuus otettiin huomioon suurentamalla pinnan ja pohjan leveyksien arvoja. Lisäksi mitattiin ojamaiden etäisyys ojan reunasta aloittamalla siitä kohdasta, jossa ojamaita oli suon pinnalla yli 10 cm paksuna kerroksena. Myös ojamaiden harjan etäisyys mitattiin. Ojan mitaus suoritettiin vain kerran paaluväliltä. Lisäksi arvosteltiin ojaluiskan pysyvyys ja sileyys sekä pohjalle pudonneet kokkarit ja kivet. Koska ojan kaivun yhteydessä avataan myös joskus sivulta tulevien ojien päitä merkittiin myös tällaisen työn määrä. Lopuksi merkittiin vielä maan takertuvuus kauhaan ja täten oli ojakortti valmis.

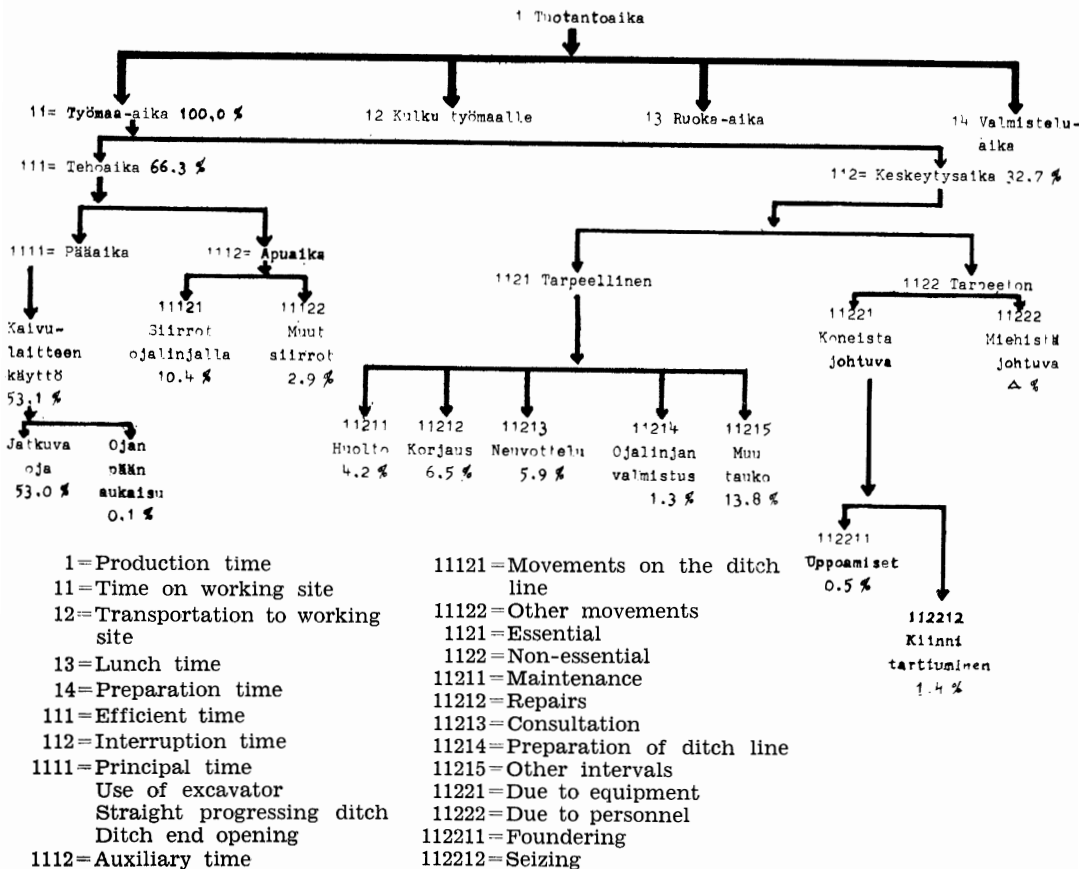
2. AINEISTON LAAJUUS

Tutkimusaineisto käsitti noin 12 000 kiintokuutiometriä ojamaita ja ojan poikkileikkauksen pinta-ala oli keskimäärin 95 dm², joten juoksumetrejä tuli 12,5 km. Kokeessa oli mukana 13 työmaata Porin piiristä ja pari pientä pistokoetta työmaista toisaalla Suomessa (631 jm ja 500 m³). Tutkittu aika oli 365 tuntia.

3. AIKATUTKIMUKSEN TULOKSET

31. Kokonaisajan jakaantuminen osa-aikoihin koko aineistossa

Kuva 2 osoittaa aikatutkimuksen kaavaa. Siinä on noudatettu samantapaista jakoa kuin muissakin metsätutkimuksissa. Tuotantoajasta on kuitenkin tutkittu vain työmaa-aika. Kulku työmaalle, ruokailu- ja valmistelu-aika on jätetty tutki-



Kuva 2. Erotetut aikalajit ja niiden suhteellinen osuus kokonaisajasta.

Fig. 2. The time categories differentiated in the study and their relative contributions to the total time consumed.

muksen piirin ulkopuolelle. Mainittakoon, että tarpeellisen ja tarpeettoman keskeytysajan raja on epävarma. Tällainen jako on kuitenkin haluttu säilyttää, koska rationalisointipyrkimysten pitää voimakkaammin keskittyä juuri tarpeettoman keskeytysajan poistamiseen.

Kuva 2 osoittaa myös koko aineiston suhteellista ajan jakautumista. Kokonaisajasta oli levon ja muiden tarpeellisten taukojen osuus 13,5 %. Varsinaisen ruoka-ajan ei pitänyt kuulua lepotaukoihin. Kuitenkin kävi ilmi, että useat kuljettajat eivät pitäneet varsinaista ruokatuntia keskipäivällä, vaan silloin tällöin väsytyään työhön, ottivat evänsä esille ja söivät siis useaan otteeseen päivän mittaan käyttäen ajan samalla lepäämiseen. Täten ruoka- ja lepotaukojen erottaminen toisistaan on ollut epämääräistä. Siksi onkin seuraavassa %-tarkastelussa jätetty ruoka-

lepo- ja muut sellaiset tarpeelliset tauot pois kokonaisajasta. Näin tehtiin myös aauraustutkimuksessa, joten %-luvut saatiin täten vertailukelpoisiksi.

Kaivulaaitteen käyttö eli varsinainen ojaa muodostava työvaihe oli 61 % kokonaisajasta. Tämä on huomattavasti suurempi %-luku kuin esimerkiksi aauraustyössä on auran liikkeen osuus, joka muodosti vain 18 % aauraustyön kokonaisajasta (N u m m i n e n, 1959). Tutkimusmenetelmä oli samanlainen kuin tässä kaivuritutkimuksessa käytetty. Kuitenkin auran liikkeessä syntyy koko ajan ojaa, mutta kaivulaaitteen käytössä on tyhjän kauhan palauttamisaika, jolloin ojaa ei synny. Samanlaisiksi aputyöajaksi voidaan lukea kiven, kannon tai kovan maan irrotusrytykset, jolloin kauhaan ei saada mitään, vaan se joudutaan palauttamaan tyhjänä taakse-päin.

Taulukko 1. Siirtoajan osuus kokonaisajasta.

Työtapa	Siirrot ojalinjalla	Muut siirrot	Hukkaajat	Siirtoaika yht.
Kaivurityö	% kokonaisajasta			
	12,0	3,4	3,7	19,1
Aurauus	14,5	8,8	7,2	30,5

Joka tapauksessa varsinaisen tehotyön eli kaivulaitteen käytön osuus on kaivurityössä korkea, mutta tutkimuksesta on pois osa pitkäaikaisia korjauksia ja pitkiä siirtoja. Lisäksi ainakin yhdellä työmaalla kuljettaja huolsi ja korjaili konettaan iltamyöhällä tutkimusryhmän ollessa poissa.

Siirtojen osuus on yhteensä 15,4 %, josta 12 % on ojalinjalla tapahtuvia lyhyitä siirtoja koneen kytkentöineen siirryttäessä kaivuasemasta toiseen. Siirtoja ojalinjalta toiselle on 3,4 % kokonaisajasta. Tavallaan siirtoihin kuuluvia hukka-aikoja ovat myös upottavien paikkojen puitaminen (1,0 %), kantojen raivaus miesvoimin koneen edestä koneen seisossa (0,3 %), ojalinjan valmistus koneen avulla (0,2 %), koneen oppoaminen (0,5 %) ja koneen tarttuminen kiinni kiveen tai kantoon 1,7 % eli yhteensä 3,7 %.

Taulukossa 1 verrataan kaivurityön siirtojen osuutta kokonaisajasta vastaaviin aurauksen prosentteihin. Aurauksessa kaikki luvut ovat vähän isompia kuin kaivurityössä. Siirtojen osuus yhteensä on aurauksessa 30 % ja kaivurityössä 20 % kokonaisajasta.

Siirtojen keskipituus oli 1,74 m. Luku on hyvin luotettava, koska se perustuu 6600 havaintoon, joiden hajonta oli pieni. Useimmat kuljettajat käyttivät järjestelmällisesti kauhan hydrauliiikkaa apuna siirroissa. Erityisesti suon ollessa upottava tapahtui näin jokseenkin aina. Kauha painettiin kaivetun ojan päähän, jonka jälkeen hydrauliiikan avulla puomi oikaistiin ja kone siirtyi sopivan matkan eli keskimäärin 1,74 m. Hitaimmilla työmailla keskimääräinen siirtomatka oli johdonmukaisesti lyhin. Tosin suuria eroja ei tässä suhteessa esiintynyt.

Neuvottelu on aikalaji, johon kuuluu koneen kuljettajan keskustelut työnjohtajan, oman yrityksen johtajan ja apumie-

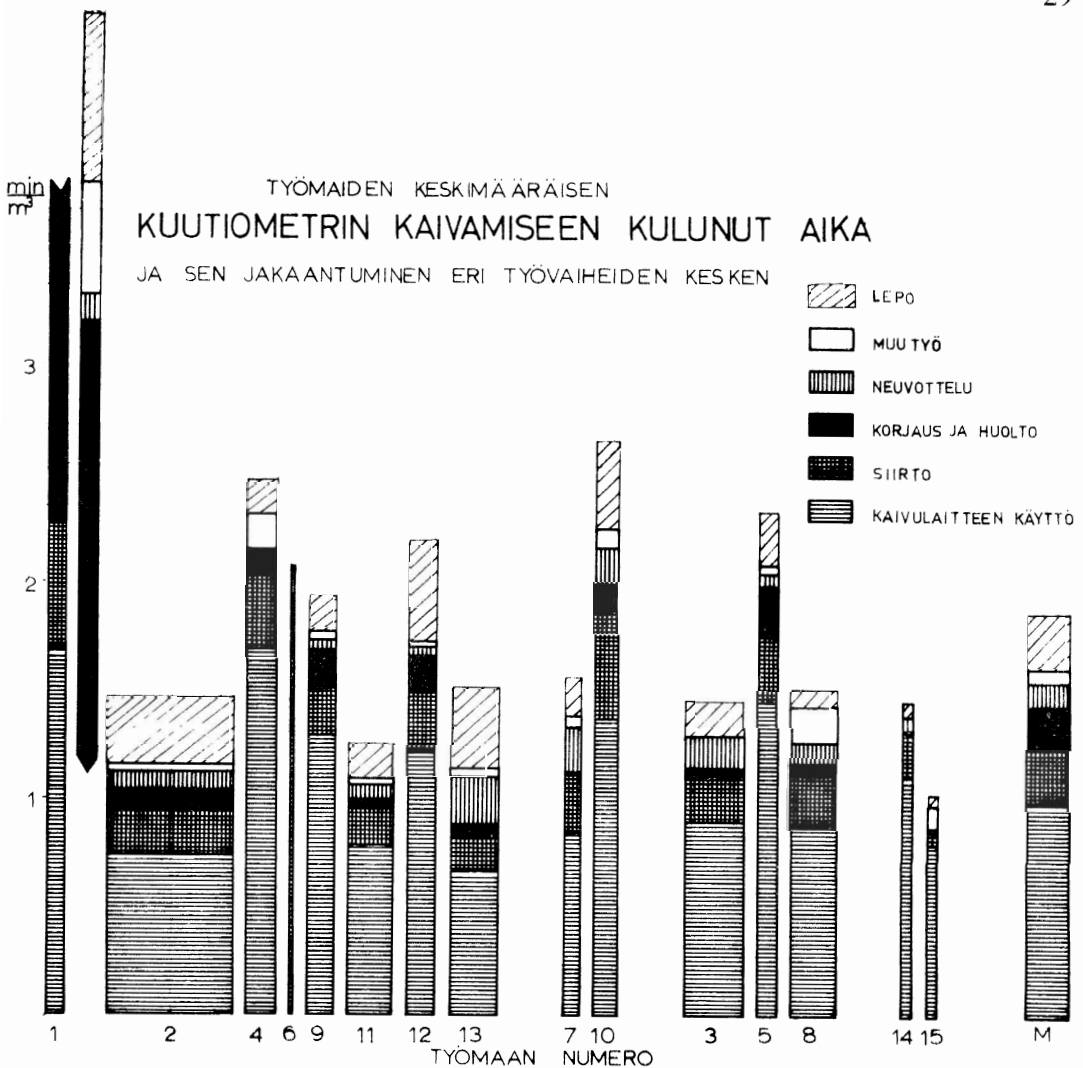
hen kanssa, kuljettajan kartan lukeminen jne. Tähän aikalajiin kuuluu ajojärjestykseen, huoltoon ja muuhun sellaiseen suunnitteluun kulutettu aika sekä työnjohdon ohjeiden kuuntelu. Tähän käytetty aika on verraten pitkä (7 %). Aurauksen vastaava % oli vain 3.

Huolto ja korjaus on tässä ollut 13 %. Aurauksessa vastaava % oli 30. Todettakoon, että kaivurikalusto on ollut verraten uutta. Samoin työmaat ovat sijainneet lähellä maanteitä. Urakoitsijoiden kotipaikka on myös aina ollut lähellä, varsin usein jopa samassa pitäjässä. Puhelin on myös ollut tavallisesti lähellä. Yleensä on todettava, että kaivurityömaiden huolto on ollut tehokasta ja nopeata. Mainittakoon, että eräällä yhden kaivurin työmaalla oli oma huoltotraktori hitsauslaitteineen ja asuntovaunuineen koko ajan työmaalla.

Kaikki suuret huollot ja korjaukset ovat poissa luvuista, koska tutkimusryhmä siirtyi toiselle työmaalle yli vuorokauden mittaisen korjauksen tai huollon sattuessa. Samoin tapahtui aurauksessakin. Mainittakoon vielä, että kaikkien työmaiden kuljettajilla oli oma moottorikulkuneuvo. Näin ei ollut asianlaita aurauksessa.

32. Työmaiden keskimääräisen kuutiometrin kaivamiseen käytetty aika ja sen jakaantuminen

Kuvassa 3 tarkastellaan työmaittain keskimääräisen ojakuutiometrin kaivamiseen käytetyn ajan pituutta ja sen jakaantumista aikalajeihin. Kuten sanottu, kuvasta on vähennetty kaikki lepotaumat. Todettakoon ensin oikeanpuolisesta keskiarvopylväästä, että kuutiometrin kaivamiseen on kulunut koko aineistossa keskimäärin 1,62 minuuttia ja lepohtkien kanssa 1,87 minuuttia. Varsinaisen kaivulaitteen käytön osuus on jokseenkin tasan 1 minuutti, mikä on helppo muistaa. Kokonaisajan vaihtelu työmaittain ei ole ollut erityisen suurta, jos jätetään työmaa 1 pois luvusta. Muitten työmaiden suurin eroaminen keskiarvosta jää 44 %:iin. Nähdään myös, että eri aikalajien suhteellinen osuus kokonaisajasta on verraten tasainen eri työmailla. Kuitenkin tällainen työmaittainen vaihtelu on urakoitsijan kannalta tärkeätä saada selvitettyksi, koska esimerkiksi eräs poikkeuksellinen työmaa kulutti kuutiometriä kohden jopa 7 kertaa niin



Time Consumed in Digging One Cubic Metre on the average on different working sites and its distribution by work categories.

Lepo = Rest

Muu työ = Other work

Neuvottelu = Consultation

Korjaus ja huolto = Repairs and other maintenance

Siirto = Transportation

Kaivulaitteen käyttö = Useful working time of the excavating implement

Työmaan numero = Working Site No.

Kuva 3. Kuutiometrin kaivamiseen kulunut aika työmaittain ja sen jakaantuminen osaaikaryhmiin. Oikeanpuoleisin pylväs M tarkoittaa koko aineiston keskiarvoa. Pylväiden leveydet kuvaavat tutkittujen työmaiden suhteellista kokoa.

Fig. 3. The time consumed in digging one cubic metre on the different working sites, and its distribution by time categories. The column »M» farthest on the right indicates the mean of the entire material. The widths of the columns are consistent with the relative sizes of the jobs.

pitkän ajan kuin kolme tai neljä nopeinta työmaata keskimäärin. Lisäksi 3 muuta hitaimmin edistynyttä työmaata kulutti noin 100 % enemmän aikaa kuutiometriä kohden kuin 3 nopeaa työmaata.

Maaperätekiijät vaikuttavat lähinnä kaivulaitteen käyttöaikaan ja ojalinjan siirtoihin, jotka muodostavat yhteensä 73,2 %

lepotaustomasta kokonaisajasta. Tutkimus onkin keskitetty lähinnä näihin aikalajeihin.

33. Kaivulaitteen käyttöaikaan vaikuttavat tekijät

Ensiksi tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat tärkeimpään aikalajiin toisin sa-

noen kaivulaitteen käyttöön, joka vei 61,2 % kokonaisajasta.

Jo työmaittainen tarkastelu osoitti, että kaivuri- ja traktorimerkin vaikutus ei ole ollut ainakaan selväpiirteisen voimakas. Sen sijaan on ilmeistä, että kaivurin kuljettajan vaikutus työtulokseen on voimakas. Tästä syystä Vammastyömaat on jaettu kolmeen ryhmään. Ensimmäisen muodostaa työmaa »Vamma I», jota on tutkittu noin 3000 m³:n verran. Konetta on koko ajan ajanut erittäin taitava ja nopea kuljettaja. Toisen ryhmän muodostavat »muut nopeat Vammakset» (Vamma II) ja kolmannen ns. »hitaat Vammakset» (Vamma III). Neljännen ryhmän muodostavat Hymas-työmaat. Hymas-kaivureiden kuljettajat olivat keskimäärin yhtä taitavia kuin Vammasten kuljettajat.

Tässä yhteydessä esitetään kunkin maastovaikeustekijän vaikutus kaivulaitteen käyttöaikaan antamalla muiden tekijöiden vaihdella siten, kuin ne koko aineistossa vaihtelivat. Jo maastossa saattoi silmin havaita, että on olemassa muutamia voimakkaita kaivulaitteen käyttöaikaan vaikuttavia tekijöitä. Nämä olivat 1) kivet, 2) kannot, 3) turpeen syvyys ja 4) pohjamaalaji. Viidenneksi tekijäksi, jota ei ollut niinkään helppoa maastossa havaita, osoittautui ojan koko. Ensiksi on huomattava, että näiden tekijöiden vaikutus ilmeni voimakkaimpana hitaiden työmaiden kohdalla. Toisin sanoen, mitä hitaampi kuljettaja oli kokonaisaikavertailussa, sitä voimakkaampana tuntuivat edellämainitut vaikeustekijät. Työmaa Vamma I:n taitava kuljettaja ei tuntunut paljontaan piittaavan maastovaikeustekijöistä, mutta sitä selvempänä ne näkyivät hitaiden Vammasten (Vamma III) työmailla. Tämä ilmiö piti paikkansa sekä kaivulaitteen käyttöaika tutkittaessa että erityisesti siirtoajassa. Myöskään ei työmaa Vamma I:n vanhassa koneessa ilmennyt erityistä korjaustarvetta. Lisäksi ojat olivat suoria ja luiskiltaan ja pohjaltaan sileitä.

Voimakkain tekijä oli kivisyys. Tätä kuvaa seuraava tulos.

Kivisyysluokka	0	1	2	3	4	5
Kaivulaitteen käyttöaika, min/m ³	0,77	1,09	1,27	1,50	1,53	1,95

Taulukko 2. Pohjamaan vaikutus kaivulaitteen käyttöaikaan.

Syvä turve	Pohjamaa		
	Moreeni	Hiekka ja hieta	Savi ja hiesu
Kaivulaitteen käyttöaika min/m ³			
0,78	1,01	0,70	0,63

Toinen voimakkaasti vaikuttava tekijä on maan pinnan kantoisuus, jota kuvaavat seuraavat luvut.

Kantoisuusluokka	0	1	2	3	4	5
Kaivulaitteen käyttöaika, min/m ³	0,81	1,03	1,24	1,31	1,55	(1,46)

Vamma I:n kohdalla ei esiinny tällaista korrelaatiota. Turpeen sisäinen liekoisuus on niin heikko vaikeustekijä, ettei sitä voida aineistosta todeta. Näin on siitäkin huolimatta, että kantoisuuden ja liekoisuuden välillä voidaan todeta jokseenkin selvää yhdensuuntaisvaikutusta. Kantoisuuden vaikutusta kokonaistulokseen heikensi se seikka, että tutkitulla alueella voimakas kantoisuus oli verraten harvainen ilmiö.

Koska kivisyyden vaikutus oli voimakas tekijä, oli tästä johdonmukaisena seurauksena, että myös turpeen syvyyden ja kaivulaitteen käyttöajan kesken saatiin heikko korrelaatio esille, koska syväturpeisilla soilla ei kivisyyttä esiinny.

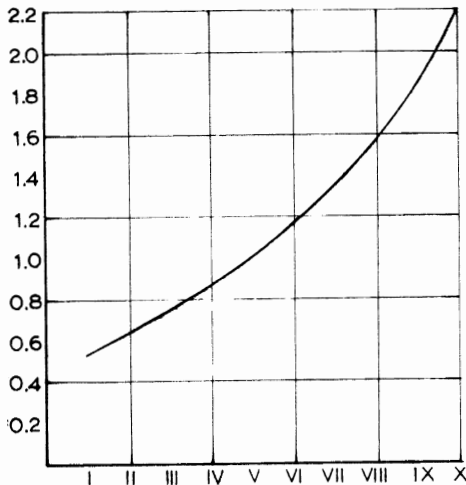
Pohjamaan vaikutusta on tutkittu siten, että aineistosta on poistettu ensin kivisimmät ja kantoisimmat ojat. Tämän jälkeen on poistettu turpeen syvyysluokka 4—10 dm ja tarkasteltu aineistoa työmaaryhmittäin. Jäljelle on jäänyt ensimmäiseen ryhmään syväturpeisia soita ja toiseen ryhmään ohutturpeisia soita, jotka on vuorotaan jaettu pohjamaan perusteella. Lisäksi on otettu huomioon myöhemmin esiintyvän ojan suuruus.

Taulukko 2 esittää näin muokatusta aineistosta kaivulaitteen käyttöajan vaihtelun pohjamaalajin mukaan.

Moreenimaalle saatiin hitain arvo. (Harjusora ei työmailla esiintynyt). Tämä lienee helppo selittää sillä, että moreeni on aina »tiivispakkausta». Sitäpaitsi muokattuun aineistoon jäi vielä lievä kivisyys. Sen sijaan puhtaan turpeen ja lajittuneiden mineraalimaiden välille jäi verraten pienet

erot, jotka saattavat johtua jäljelle jääneistä harhauttavista tekijöistä. Odottamattomasti on, että savi ja hiesu ovat olleet aineistossa nopeimpia kaivaa. Mainittakoon, että tutkitulla alueella luonnotilaisilla soilla savi ja hiesu eivät olleet turpeen alla kuiviksi kovettuneita, vaikka tutkimusaika oli hyvin sateetonta. Samoin oli yllättävää, että vähäkantoinen turve oli jonkin verran hitaampaa kaivettavaa kuin hiekka, hieta, savi ja hiesu. Ilmiö esiintyi kuitenkin useimilla työmailla johdonmukaisesti. On varovaisesti todettava, että turpeen ja tasarakaisen kivennäismaan kaivuerot jäävät virherajojen sisään.

Turve on kevyempää kuin kivennäismaat. Siksi sellainen tulos on yllättävää, että tasarakaiset kivennäismaat olisivat yhtä helppoja kaivaa kuin turvemaat. On kuitenkin otettava huomioon, että maassamme on vakiintunut käyttöön niin sanottu muotokauha, jolla on ajateltu kerta pistolla saatavana aikaan sellaista ojaa, mikä keskusmetsäseuramme ja metsähallituksen ojituksilla hyväksytään sarkat tai niskaojiksi. Turpeen syvyys vaihtelee

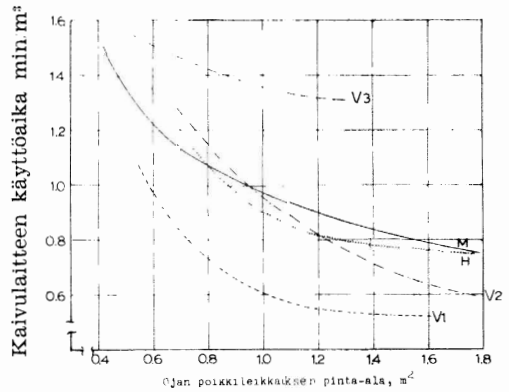


Pystysuorassa: Kaivulaitteen käyttöaika min/m² = Time of Use of Excavating Implement.

Vaakasuorassa: L-T:n kaivu vaikeusluokka = Difficulty of Digging Class, according to Lukkala and Tirkkonen.

Kuva 4. Lukkala—Tirkkosen lapiokaivun aikaisen kaivu vaikeusluokan vaikutus kaivulaitteen käyttöaikaan.

Fig. 4. The effect exerted on the time of use of excavating machines by the difficulty of digging according to the scale of Lukkala—Tirkkonen established on the basis of digging by hand.



Kaivulaitteen käyttöaika — Time of Use of Excavating Implement.

Ojan poikkileikkauksen pinta-ala, m² = Ditch Cross Section Area, m².

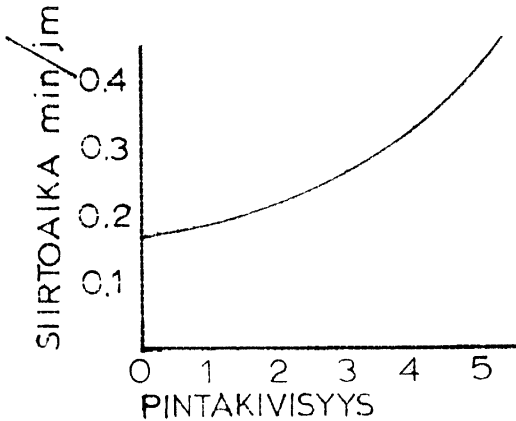
Kuva 5. Ojan koon vaikutus kaivulaitteen käyttöaikaan. V₁, V₂ ja V₃ kuvaavat Vammassa-ryhmiä, H Hymasta ja M koko aineiston keskiarvoa.

Fig. 5. Influence of the ditch size on the time of use of excavating machines. The curves V₁, V₂ and V₃ refer to the »Vammassa» excavator groups, curve H to »Hymassa» excavators, and curve M refers to the mean of the entire material.

usein jo yhdelläkin ojalla siten, että vuorotellen on ohut- ja syväturpeista suota. Näin ollen kauhan vaihto kivennäismaasta syväturpeiselle suolle siirryttäessä ei ole saavuttanut käytännön hyväksymistä, vaikka onkin selvää, että puhtailla turvemailla voitaisiin käyttää suurta kauhaa ja saavuttaa tällöin paljon suurempi työteho kuin kivennäismailla. Tutkimuksen tuloksia arvosteltaessa onkin otettava huomioon, että kauhaa ei vaihdettu maalajin mukaan. Jos kauhan kokoa vaihdetaan, turvemaat tulevat huomattavasti nopeammiksi kaivaa kuin kivennäismaat.

Koska kivisyys aiheutti voimakkaan korrelaation kaivulaitteen käyttöaikaan ja sama havainto tehtiin myös kantoisuuden, turpeen syvyyden ja pohjamaalajin kohdalla, on tästä seurauksena, että vanhan lapiokaivu vaikeusluokan ja kaivulaitteen käyttöajan välillä saadaan selvä korrelaatio näkyviin (Kuva 4). Myös Niskasen esittämälle kaivu vaikeusluokitukselle saadaan korrelaatio kaivulaitteen käyttöajan kanssa.

Ojan syvyyden ja koon vaikutusta kaivulaitteen käyttöaikaan esittelee kuva 5. Havaitaan, että kaivulaitteen käyttöaika



Siirtoaika min/jm = Movement Time, min. per m
Pintakivisyys = Surface stoniness

Kuva 6. Maan pinnan kivisyyden vaikutus ojalinjalla tapahtuvien, lyhyiden, mutta usein toistuvien siirtojen ajan pituuteen laskettuna kaivettua ojometriä kohden.

Fig. 6. Influence of the stoniness of the soil surface on the time consumed in short but frequently recurring movements shifts on the ditch line, calculated per metre excavated ditch.

kuutiometriä kohden kasvaa johdonmukaisesti ja vieläpä voimakkaasti ojan pienentyessä. Näin selvää korrelaatiota olisi tuskin odottanut. Ilmiö johtunee siitä, että pienissä ojissa on tasailtavaa märkäpiiriä eli pohjaa ja luiskia paljon enemmän kuin isoissa ojissa. Samoin on sitkeän ja kantoisen pintamaan poistoa suhteellisesti enemmän. Korrelaatio syntyy näiden asioiden johdosta huolimatta siitä, että matalista ojista maiden nostomatka on pienempi kuin syvistä ojista ja ennenkaikkea huolimatta siitä, että syvissä ojissa kivisyys on suurempi kuin matalissa. Ojan syvyyden ja kaivulaitteen käytön korrelaatiota on siis pidettävä hyvin varmana.

Kaikkia muitakin maastotöiden kulkua käsittävässä osassa tutkittuja ja oletettuja vaikeustekijöitä on myös analysoitu, mutta muita korrelaatioita ei ole löydetty. Niitä voi olla olemassa, mutta niiden vaikutus on ollut niin pieni, ettei sitä 12 000 m³:n aineistosta ole saatu esille.

34. Ojalinjalla suoritettujen siirtojen aikaan vaikuttavat tekijät

Ojalinjan siirtojen aika muodosti 12 % kokonaisajasta ilman lepotaukoja. Siirtojen osuus kokonaisajasta on siis pieni verrattuna kaivulaitteen käyttöaikaan. Ei näin ollen ole kovin suurta merkitystä, mitkä

vaikeustekijät vaikuttavat siirtoajan pituuteen.

Siirtoajan pituuteen kaivettavaa ojometriä kohden on lähinnä oletettu vaikuttavan maan pinnan epätasaisuuden, joista pahimman hankaluuden on ajateltu olevan kantojen ja kivien. Toinen vaikeusryhmä on ollut upottavuus, jonka on ajateltu vaikuttavan siirtoaikaan.

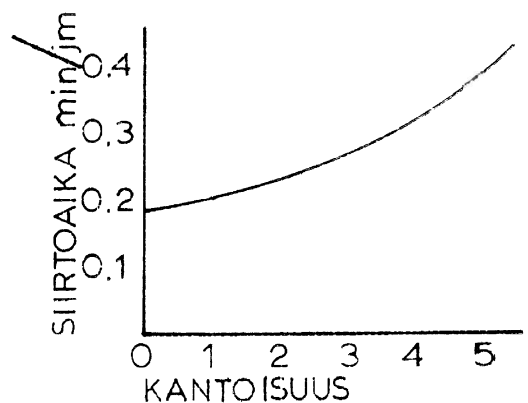
Maan pinnan kivisyys vaikuttaa kuvan 6 osoittamalla tavalla siirtoajan pituuteen kaivettavaa ojometriä kohden.

Korrelaatio on heikohkona olemassa, mutta on todettava samalla, että maan pintakivisyys on tutkitulla alueella harvinainen ilmiö, koska turve yleensä verhoaa kivet.

Kantoisuudellakin on lievää korrelaatiota siirtoaikaan, mutta se aiheutuu lähinnä Vammass III:n työmaaryhmästä, jossa se on selvä, kuten kuvasta 7 nähdään.

Upottavuustekijän vaikutusta siirtoaikaan on analysoitu monella tavoin. Edellään mainitulla upottavuuden mittakartiolla saatiin tulos, jonka mukaan siirtoaika piteni selvästi vasta silloin, kun paaluvälillä saatiin mittakartion keskimääräiseksi upoamaksi 17+ cm. Siirtoajaksi kaivettua ojometriä kohden saatiin näin upottavilla soilla 0.27 min., kun keskiarvo oli 0.19 min.

Jokaisesta kaivuasemasta merkittiin muistiin myös koneen painuma desimetreissä. Siirrot alkavat hidastua, milloin koneen painuma ylittää 35 cm:n rajan. Sitä



Siirtoaika min/jm = Movement Time, min. per m
Kantoisuus = Stubbliness

Kuva 7. Maan pinnan kantoisuuden vaikutus ojalinjan lyhyiden siirtojen aikana. Vrt. Kuva 6.

Fig. 7. Influence of the stubbiness of the soil surface on the time consumed in short movements on the ditch line. Cf. fig. 6.

pienemmät koneen painumat eivät näytä vaikuttavan siirtoaikaan. Seuraava asetelma kuvaa koneen painuman vaikutusta siirtoaikaan.

Koneen painuma, dm	3	4	5	6	7
Siirtoaika min/m ³	0,16	0,19	0,25	0,26	0,28

Upottavuutta on tutkittu myös suon pinnan vetisyyteen vertaamalla. Aineistossa vetisyys ei vaikuttanut siirtoajan pituuteen. Kuitenkin viime kesä—heinäkuun aikana vallitsi ankara kuivuus ja vettä tavattiin suon pinnan painanteissa vain 1 %:ssa tapauksista, joten vetisyyden vaikutuksen tutkiminen jäi epävarmaksi. Sen sijaan runsas rimpisyys lisäsi kaikissa työmaaryhmissä siirtoajan pituutta koneen painumistekijän mukaisesti. Mainittakoon vielä, että runsas rimpisyys lyhensi keskimääräisen 1,74 metrin siirtomatkan 1,45 metriksi.

Yhteenvetona upottavuuden vaikutuksesta voidaan todeta, että vasta erittäin suuri upottavuus, jota esiintyi alle 5 %:lla ojalinjoista, alkoi vaikuttaa selvästi siirtoaikaa hidastaen.

35. Muihin osa-aikoihin vaikuttavista tekijöistä

Tässä kokeessa on keskitytty vain kahden tekijän, kaivulaitteen käyttöajan ja ojalinjalla tapahtuneen siirtymisen vaatiman ajan tutkimiseen. Kuitenkin maastotekijät vaikuttavat voimakkaasti myös siirron hukka-aikoihin. Upottavuustekijä on aiheuttanut koko aineistoon siirtoajan pitenemisen lisäksi myös ojalinjan etukäteen puittamisesta johtuvan 1,0 % hukka-ajan sekä koneen uppoamisesta aiheutuvan 0,5 % lisä-ajan. Ojalinjan kantoisuus on aiheuttanut lisäksi 0,5 % hukka-ajan, joka syntyy siitä, että ojalinjaa on etukäteen raivattava. Kannot ja kivet ovat lisäksi aiheuttaneet koneen kiinni tarttumista ja irrottamiseen on kulunut verraten paljon aikaa (1,7 %). Täten maan pinnan kannot ja kivet ovat aiheuttaneet selviä hukka-aikoja 2,2 % ja upottavuus 1,5 % kokonaisajan käytöstä.

Maaston vaikutusta ojalinjojen ulkopuolella tapahtuviin siirtoihin, huoltoon, korjauksiin, neuvotteluun ja lepoon ei tässä yhteydessä pyritä selvittämään. Todettakoon vain, että kaivurin kuljettajan työ on rasittavaa, joten 13,5 %:n lepo yms. taudit ovat luonnollisia. Ilmeisesti myös

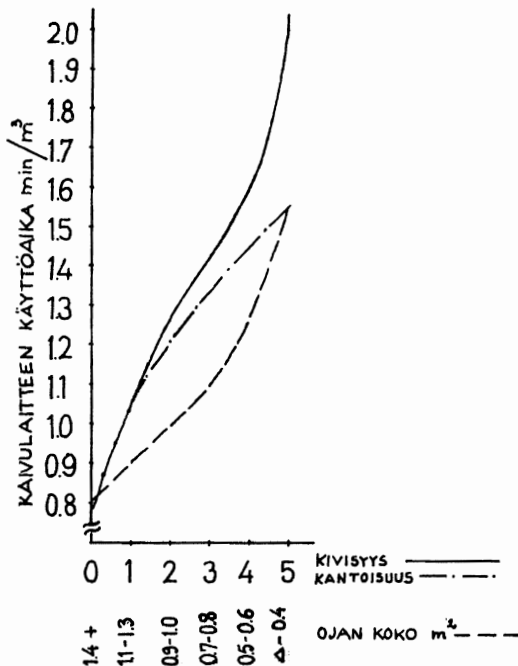
neuvotteluaikaa on tästä syystä pidennetty, joten lepoa varsinaisesta kaivutyöstä on tätäkin kautta hankittu.

4. MAAPERÄVAIKEUSLUOKITUKSEN TARPEELLISUUS

Edellä olevan aikatutkimuksen tarkoituksena on pyrkiä selvittämään, miten maaperälliset tekijät vaikuttavat työtehoon ja saada täten perusteita maaperän vaikeusluokitusta varten. Vaikkakin työhön käytetty aika on vain eräs kustannustekijä, se lienee sellaisenaan verraten tärkeä. Maaperälliset vaikeustekijät vaikuttavat kuitenkin myös koneen kulumiseen voimakkaasti. Nämä kaksi maaperästä johtuvaa kustannustekijää, aika ja kuluminen lienevät maaperän pääasiallisimmat kustannustekijät. Jos yritetään kaivaa liian upottavia soita, saattaa koneen uppoaminen aiheuttaa kolmantena kustannustekijänä katastrofivahingon, joka maaperän kustannustekijänä saattaa muodostua erittäin suureksi. Tästä kuitenkin vältytään jättämällä tällaiset suot muilla menetelmillä ojitettaviksi.

Maaperän ohella kustannuksiin vaikuttaa hankkeen yleiset tekijät, jotka tässä yhteydessä jätetään käsittelemättä ojan koon vaikutusta lukuunottamatta.

On hyvin todennäköistä, että ojitushankkeen maaperäluokituksen suorittaminen olisi hyödyllistä sekä työnantajalle että urakoitsijalle, vaikka siitä aiheutuu kustannuksia. Kustannuksista huolimatta luokittelusta olisi ilmeisesti myös kansantaloudellista hyötyä ja siten sen suorittaminen on työnantajan moraalinen velvollisuus. Sitä ei saisi jättää työnsuorittajan tehtäväksi, ei ainakaan niissä tapauksissa, jolloin ojitukseen uhrataan yhteiskunnan varoja, kuten tapahtuu keskusmetsäseurojen ja metsähallituksen ojituksissa. On otettava huomioon, että urakoitsijat joutuvat jättämään tarjouksia useista työmaista, joista he saavat lopullisesti suorittaakseen vain pienen murto-osan. Ei ole näin ollen järkevää antaa urakoitsijoiden luokitella turhaan työmaita, sillä tämä olisi kansantaloudellista tuhlausta. Jos valtion varoja käytävä työnantaja suorittaisi luokituksen, säästäisivät urakoitsijat suuren kustannuserän. Nykyisen kireän kilpailun vallitessa tämä säästö erittäin todennäköisesti palautuisi valtiolle luokituskustan-



Kaivulaitteen käyttöaika = Time of Use of Excavating Implement
 Kivisyys = Stoniness
 Kantoisuus = Stubbliness
 Ojan koko m² = Ditch Size, m²

Kuva 8. Pohjamaan kivisyyden, maan pinnan kantoisuuden ja ojan koon vaikutus kaivulaitteen käyttöaikaan. Kivisyydelle ja kantoisuudelle on käytetty samaa 0—5-asteikkoa, jonka alapuolella on esitetty ojan poikkileikkauksen pinta-ala neliömetreissä.

Fig. 8. Influence of the stoniness of the subsoil, the stubbliness of the soil surface and of the ditch size on the time of use of the excavating implement. The same scale from 0 to 5 has been used for stoniness and stubbliness, and the ditch cross section area in m² has been entered below this scale.

nusta suurempana kuutiometrin hinnan alennuksena. Kaivuvaikeusluokituksia laipioyötä varten on ollut jo kauan olemassa. Metsäojituksessa näistä ensimmäinen oli T a n t u n tekemä luokitus vuosisadan alussa. L u k k a l a ja T i r k k o n e n (1939) ovat edelleen kehittäneet tätä pariin otteeseen. Tällaisia luokituksia on jo kauan ollut olemassa myös maataloushallituksen insinööriosastolla sekä tie- ja vesirakennushallituksella. Metsäojituksen koneitaita varten on N i s k a n e n (1962) esittänyt kaivuvaikeusluokituksen jota on käytetty Tapion työmailla. Viimeksi mainittu samoin kuin edellämaintittujen virastojenkin viimeisimmät luokitukset on laadittu koneiden käyttöä silmällä pitäen.

Kaikki edellä mainitut maaperävaikeusluokitukset noudattavat yhteistä linjaa. Niissä vaikeus on jaettu tasavälein neljästä kymmeneen luokkaan, joita on sitten pyritty kuvaamaan yhdellä tai usealla karrikoidulla esimerkiksi eli kuhunkin luokkaan tyyppillisesti kuuluvalla maastomuodolla.

5. VANHAN KAAVAN MUKAINEN VAIKEUSLUOKITUS METSÄOJAKAIVUREITA VARTEN

Kun maaperällistä vaikeutta arvostellaan, olisi luokituksen oltava yksinkertaisen, koska sen on lisäksi otettava huomioon työmaan yleiset tekijät, jotka vaikuttavat lopulliseen hintaan. Luokituksen on oltava sellainen, että se voidaan arvostella maan pinnalta käsin.

Kivisyys, kantoisuus ja ojan koko suhtautuvat toisiinsa kuvan 8 osoittamalla tavalla.

Koska vain kivisyyden ja kantoisuuden vaikutus voitiin selvästi havaita maaperätekijöiden joukosta, voitaisiin niiden perusteella, jos halutaan pysytellä vanhalla tutulla vaikeusluokkalinjalla, tehdä seuraava vaikeusluokitus:

- I Avosuot ja vähämetsäiset suot
- II Metsäiset suot, joiden pohjamaana on kivetön mineraalimaa
- III Vähämetsäiset, ohutturpeiset ja moreenipohjaiset suot
- IV Metsäiset suot, joiden ohuen turpeen alla pohjamaa on kivistä
- V Ohutturpeiset louhikot

Ojan koko olisi lisätekiä, joka olisi otettava huomioon seuraavien kertoimien avulla:

Ojan koko m ²	1,4+	1,3-1,1	1,0-0,9	0,8-0,7	0,6-0,5	0,4-0,2
Kerroin	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	2,0

Lisäksi esiintyy harvinaisia tekijöitä, jotka tulisi ottaa huomioon kertoimia käyttäen. Tällaisia ovat maan erityisen kova tiiviys, kuiva jäykkä savi, kuohusavi, rousta, tulvaisuus, upottavuus jne. Näistä voitaisiin antaa erityisiä ohjeita kertoimien käyttöä varten.

Edellämaintittujen tekijöiden lisäksi vaikuttaa kaivuvaikeuteen soiden upottavuus. Tämä on kuitenkin tekijä, johon voidaan vaikuttaa esimerkiksi lisäämällä koneiden

Taulukko 3. Kivisyyden, kantoisuuden ja ojan koon suhteellinen vaikutus kaivuvaikeustekijänä metsäojien kaivun kustannuksiin kaivureilla kaivettuna.

Perus- piste- arvo	Kivisyyden			Kantoisuuden			Ojan koon		
	luok- ka	määrittely	piste- arvo	luok- ka	määrittely	piste- arvo	luok- ka	määrittely. Poikkileikkaus pinta-ala, m ²	piste- arvo
3	I	Kivetön	1	I	Ei kantoja	0	I	1.4+	0
	II	Vähäkivinen	2	II	Harva räme- puusto, alle 30 m ³ /ha	0	II	1.1—1.3	0
	III	Kohtalaisen kivinen	3	III	Harvennus- metsä	1	III	0.8—1.0	1
	IV	Kivinen	5	IV	Tukkipuita harvakseltaan	3	IV	0.5—0.7	2
	V	Erittäin kivi- nen	14	V	Tukkimetsä	5	V	0.2—0.4	4

telaketjujen kantopintaa. Siksi on parasta olla sekoittamatta sen vaikutusta varsinaiseen kaivuvaikeuteen. Upottavilla soilla huonosti kulkeville koneille muodostuvat I vaikeusluokan suot kaikkein hankalimmiksi. Jos merkitsimme upottavat suot vaikeiksi, suosisimme heikosti maastokelpoisia koneita. Tämä ei olisi kuitenkaan järkevää, koska siten estettäisiin koneiden maastokelpoisuuden kehittyminen. Kuitenkin metsäojitettavilla alueilla esiintyy soita, joihin ei nykyään tunnetuilla kaivureilla ojaa voida tehdä ainakaan sulan maan aikana, mutta nämä ovat verraten harvinaisia tapauksia. Ehkä on syytä rajoittaa tällaiset suot kokonaan kaivuriojituksen soveltumattomiksi tai ne on yritettävä kaivaa roudan aikana käyttäen kokonaan eri hinnoittelua. Näin upottavat suot ovat vielä usein sellaisia, ettei niihin ainakaan ensi yrityksellä saada ojaa kaivetuksi, vaan niiden turve käyttäytyy nesteen tavoin täyttäen pian kaivetun ojan. Näiden soiden ojittaminen samoin kuin ojituksen hinnoittelu on hyvin tärkeä kysymys muille soita käyttäville intressiryhmille, mutta ei ainakaan toistaiseksi metsäojittajille. Näiden soiden ojittamiseen on kehitetty muita konemenetelmiä.

On olemassa pieni ryhmä sellaisia upottavia soita, jotka voidaan kaivaa nykyään yleisimmin käytetyillä kaivurityypeillä, mutta liikkuminen ja kaivutyö hidastuvat. Tällaiset suot ovat koko ojityskelpoiseen suolaan verrattuna pieniä ja ne voidaan hoitaa kussakin yksityistapauksessa erikseen joko jättämällä ne ojittamatta tai suorittamalla niiden kaivusta lisäkorvaus. Jos niiden hinnoittelu sotketaan varsina-

seen kaivuvaikeusluokituksen, vaikeutuu koko luokitus kohtuuttomasti.

6. PISTELASKUJARJESTELMA KAIVU- VAIKEUDEN LUOKITUKSESSA

Voitaisiin ajatella myös muita uusia kaivuvaikeuden luokittelumahdollisuuksia. Edellämainituilla vanhoilla luokituksilla on sellainen haitta, että on vaikeata tarkastella yht'aikaisesti useita tekijöitä, joita yhteisesti kuvaa luokan puitteissa vain yksi tai joitakin harvoja tyyppillisiä esimerkkejä.

Teollisuudessa ja metsäalallakin esimerkiksi Pohjois-Suomen hakkuupalstojen vaikeutta arvosteltaessa on ruvettu siirtymään toisentyyppiseen vaikeusarvosteluun. Aikatutkimuksen perusteella on haettu esille tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat työtulokseen. Tästä tutkimuksesta on saatu myös näille tekijöille painoluvut lopputulosta eli työtehoa arvosteltaessa. Täten on kullekin vaikeustekijälle annettu korkein mahdollinen pistemäärä suurinta vaikeutta varten. Täten saadaan joukko vaikeustekijöitä, joille voidaan antaa kussakin erikoistapauksessa määrätty pistemäärä. Näiden summa kuvaa suoraan kokonaisvaikeutta.

Tämän tapainen luokittelu on mahdollinen myös metsäojituksessa. Tällöin voidaan ottaa suurikin joukko vaikeustekijöitä arvosteltavaksi. Kukin saa oman arvonsa yhtenäisellä osalla ojalinjaa ja vaikeustekijöiden summa kerrottuna metrimäärällä kuvaa lopullista kaivutehtävää.

Taulukossa 3 on esitetty alustava ehdotus kaivuvaikeusluokittelusta sellaisen jär-

jestelmän avulla, jossa tärkeimmille maan kaivuvaikeuteen vaikuttaville tekijöille annetaan pistearvo. Nämä pistearvot laskeaan yhteen, jolloin saadaan kyseessä olevan ojapituuden kaivuvaikeuden perusarvo. Kertomalla näin saatu perusarvo rahanarvon mukaan sekä muista yleistekijöistä riippuen vaihtelevalla kertoimella ja poistettavalla maakuutiometriin määrällä saadaan määritetyksi työn hinta. Pistearvoluokitusehdotuksessa on otettu huomioon vain kivisyys, kantoisuus ja ojan koko. Taulukossa on otettu huomioon ajan lisäksi myös kulumistekijä kustannuksia lisäävänä tekijänä. Jokainen näistä tekijöistä on jaettu viiteen luokkaan, jolloin niiden määrittely on käytännössä yksinkertaista, mutta antaa siitä huolimatta mahdollisuuden lukuisien käytännössä esiintyvien yhdistelmien osalta oikeudenmukaiseen lopputulokseen. Yleisesti hyväksytyllä pistearvotaulukolla laskettu hankkeen kaivuvaikeuden perusarvo ilmoittaa tällöin kaikille yleismitallisesti hankkeen ominaisuudet.

Kaivuvaikeusluokituksessa on pakko lähteä siitä, että erikoisen upottavat rim-piset kohteet ja suolampien reunat kaivetaan parhaiten käyttäen erikoissopimusta,

jota ei voida yleisissä ohjeissa määrittellä. Maan kaivuvaikeusluokituksessa ei myöskään voida ottaa huomioon sellaista tekijää kuin routaisuus muuta kuin lisäämääritetekijänä, joka on otettava huomioon sopimusta kaivutyöstä tehtäessä työnantajan ja työntekijän välisenä työn toteuttamisaikaan liittyvänä erikoissopimuksena.

Suoritettu tutkimus on osoittanut, että kaivureita varten voidaan myös metsäojitustöihin kehittää käytännössä käyttökelpoinen ja riittävän yksinkertainen maiden kaivuvaikeusluokitusmenetelmä. Samoin se on myös osoittanut, että ne menetelmät, joita tähän saakka on käytetty, sellaisenaankin sangen pitkälle sopivat edelleenkin käytettäväksi. Kaivureiden työskentely poikkeaa ojen kaivussa aurauksen menetelmästä, mutta siitä huolimatta olisi saatava käyttöön sellainen maiden kaivuvaikeusluokitus, joka antaisi työmaasta riittävän yksityiskohtaisen kuvan toteutettiinpa työ millä menetelmällä tahansa. Ilmeisesti on olemassa mahdollisuuksia myös tällaisen luokituksen rakentamiseen. Nyt alustavasti esitelty tutkimus on osaltaan luonut mahdollisuuksia tällaisen yleisluokittelun selvittämiseen.

7. KIRJALLISUUTTA

- HUIKARI, OLAVI. 1958. Metsäojituksen koneellistamisesta. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 49.7.
- , MUOTIALA, SIMO, WÄRE, MATTI. 1963. Ojitusopas. Helsinki.
- LUKKALA, O. J. 1939. Metsäojien kaivutyöaikatutkimuksia. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 28.3.
- , TIRKKONEN, O. O. J. 1939. Metsäojien hinnoitustaulut. Tapio. Helsinki.
- NISKANEN, MATTI. 1963. Kokemuksia traktorikaivureiden käytöstä metsäojituskoneina. Maansiirto N:o 2.
- , 1964. Aurat ja kaivukoneet metsäojituksen kustannuksien alentajana. Teho 3—4.
- NUMMINEN, ERKKI. 1959. Metsäojien aurauksen kaivuvaikeusluokituksen perusteita. Suo N:o 1.
- PELTOLA, JAAKKO. 1964. Maansiirtotyöt maanviljelysinsinööripiireissä. Maansiirto 3—4.
- PELTOMÄKI, ERKKI. 1954. Kaivukonetutkimuksia. Teknillisen Korkeakoulun diplomityö.
- PÄIVÄNEN, JUHANI. 1963. Traktorikaivurit metsäojituskoneina. Suo N:o 3.
- SAARENTO, HEIKKI. 1962. Kaivukoneista. Sarja I—VIII. Maansiirto.

Abstract

AN INVESTIGATION ON THE EFFICIENCY OF FOREST TRENCHING MACHINES

By Erkki Numminen

In June—July 1963, the Forest Research Institute arranged a preliminary investigation of the working efficiency of forest trenching machines, which was concentrated on the region of the forest amelioration district of Pori.

The distribution of the working time in the entire material by time categories is shown in Fig. 2 and its distribution by working sites, in Fig. 3. If the rest periods are omitted, the time consumed for the digging of one cubic

Leo Heikurainen:

AJATUKSIA TURVEMAIDEN VESITALOUDESTA

Vesitalouden oikea järjestely on kasvi- tuotannon perusedellytyksiä, olipa sitten kysymys maataloudesta tai metsätaloudesta. Turvemaidella on yleensä kysymys kuivatuksesta, mineraalimaidella myös kastelusta. Metsän kasvatusta ajatellen turvemaat ovat tässä mielessä optimikasvupaikkoja, koska niillä voidaan vesitalous järjestää halutunlaiseksi. Kangasmaiden usein liiallista kuivuutta ei yleisesti ottaen ole taloudellisin toimenpitein mahdollisuus parantaa.

Kun vesitalouden muuttaminen soilla optimaaliseksi on mahdollista, on selvää, että jo pitkän aikaa on tehty näihin kysymyksiin liittyvää tutkimustyötä. Tutkimusten luonne on ollut valtaosaltaan deskriptiivinen, myös silloin, kun on tehty pitkäaikaisiksi tarkoitettuja kenttäkokeita erilaisine sarkaleveyksineen ja ojasyvyyksineen tai vesipinnan järjestelyineen patoamalla vesi tietyille korkeuksille. Lopullisia tuloksia on näissä kenttäkokeissakin pyritty saamaan puuston reagoinnin perusteella. On kuitenkin todennäköistä, että jokainen kenttäkoe, olipa se minkälainen tahansa, on vain esimerkki luonnon suu- rista vaihtelusta, esimerkki, jonka yleistämiskelpoisuudesta ei voi olla varma. Turvemaiden laadun ja todennäköisesti il- mastonkin aiheuttamaan vesitalouden val- tavaan variointiin viittaa mm. se, että Brit- tein saarilla on metsäojituksessa päädytty käyttämään n. 7—12 m:n sarkaleveyttä, meillä n. 30—50 metriä ja Venäjällä n.

60—100 metriä. Huolimatta erittäin run- saasta tutkimustyöstä ei meillä enempää kuin muuallakaan vielä tiedetä, mikä on eri tapauksissa paras mahdollinen kuiva- tusteho. Myös tämä viittaa siihen, että oi- kea ratkaisu voi eri tapauksissa olla hy- vinkin erilainen. Ehkä vähän karrikoiden voidaan sanoa, että sarkaleveyden ja oja- syvyyyden ratkaisut ovat vielä sormituntu- man varassa. Edellä sanotulla en halua vä- heksyä turvemaiden vesitalouteen kohdis- tuneiden tähänastisten tutkimusten merki- tystä. Tutkimusten ohjaama käytännön kehityksen suunta metsäojitustoiminnassa on ilman epäilyä ollut oikea. Vuosikym- menien kuluessa tapahtuneessa kehitykses- sä on Multamäen, Lukkalan ja Huikarin tutkimuksilla ollut keskeinen merkitys.

On kuitenkin syytä todeta, että turve- maiden vesitalouskysymysten teoreettista tutkimusta on meillä niin kuin muuallakin tehty vielä kovin vähän. Tämänlaatuisia tutkimuksia on enemmän tehty kivennäis- mailla lähinnä peltojen vesitaloutta silmäl- läpitäen, mainittakoon vain Heinosen ja Sillanpään tutkimukset. Yliopiston suo- metsätieteen laitoksessa on parin viime vuoden aikana pyritty paneutumaan näi- hin teoreettisiin kysymyksiin ja vaikka tutkimukset ovat vielä varsin alkuvaihees- sa, lienee paikallaan kosketella näiden tut- kimusten tuloksia ja eräitä niiden herättä- miä ajatuksia.

Keskeinen asema maan vesitalouden teoreettisissa selvittelyissä on pF-käsitteel-

metre is 1.62 minutes on the average in the entire material. Of this, exactly one minute represents the time of use of the excavating machine itself. The study revealed that the person performing the work contributes very significantly to one working efficiency. Like- wise, the size of the ditch had a powerful effect on the result, a small ditch progressing more slowly in terms of cubic metres than a large ditch. Of the various terrain factors only the stoniness and the stubbornness of the peat land surface had a strong effect on the digging time. Fig. 8 shows the influence of ditch size, stoniness and stubbornness on the time of use of the excavating implement. As a result of the

present study, the author suggest a simple point scoring system (Table 3) for evaluation of the difficulty of the digging job caused by the terrain. In this system a far greater weight has been assigned to heavy stoniness than would be consistent with the time study, considering the stress and wear of the machine caused by the presence of stones. Only the most essential three factors have been taken into account, namely: stoniness, stubbornness, and size of the ditch. Poor bearing capacity, frozen ground and other similar less commonly occur- ring factors are taken into account with the aid of additional coefficients.