

HAVAINNOINTITUTKIMUS KAIVURISALAOJITUKSEN
TYÖNMENEKISTÄ

Agronomintutkinnon laudaturtyö Helsingin yliopiston
Maatalousteknologian laitokselle

Seppo Puputti
Helsinki 1981

Kaivurin kokonaistyonmenekki oli keskimäärin sataa ojametriä kohti 1,51-2,76 h, normaaleissa olosuhteissa 1,68 h/100 m ja vaikeissa 2,62 h/100 m. Mikäli työmaalla käytettiin yhtä traktoria putkien ja soran siirtämiseen, kokonaistyonmenekki oli 1,84-2,48 h/100 m, ja kahta traktoria käytettäessä 2,98-5,47 h/100 m. Traktorin tyonmenekki riippui kaivurin kokonaistyonmenekistä, sillä koneet olivat yleensä työmaalla saman ajan. Myös työntekijöiden kokonaistyonmenekki riippui kaivurin tyonmenekistä, mutta lisäksi siihen vaikutti työntekijöiden lukumäärä. Ihmistyonmenekki oli 10,73-16,60 mh/100 m. Koska kokonaistyonmenekit eivät kuvaa kunnolla kaivurisalaojituksen todellisia tyonmenekkejä, laskettiin eri työtapahtumille standardiajat.

Niiden tapahtumien osuus, jotka eivät ole tehokasta työaikaa, oli kaivurilla noin 20 %, traktorilla noin 35 % ja työntekijöillä lukumäärästä riippuen 17-37 % kokonaistyonmenekistä. Tyonmenekkiä voidaan pienentää tehostamalla kaivurin käyttöä, puhdistamalla ja huoltamalla kauhaa riittävän usein, kehittämällä kauhoja, käyttämällä vain yhtä traktoria putkien ja soran siirtoon, pienentämällä urakoitsijaryhmän ja muiden työntekijöiden miesvahvuuksia sekä lisäämällä salaojittajien opastamista.

SISÄLLYSLUETTELO

sivu

1.	JOHDANTO	1
2.	KAIVURISALAOJITUS	2
2.1	Kaivurisalaojituksen työmenetelmä	4
2.2	Aikaisemmat työnmenekkitutkimukset	9
3.	OMAT TUTKIMUKSET	13
3.1	Tutkimuksen suunnittelu	13
3.1.1	Tutkimusmenetelmän valinnan perusteet	14
3.1.2	Havainnointikohteet ja -järjestelmä	14
3.1.3	Tutkimuksen tarkkuus ja tarvittava havaintomäärä	15
3.1.4	Tutkimuslomakkeiden suunnittelu	19
3.1.5	Lomakkeiden työtapaukset	20
3.1.5.1	Kaivurin työtapaukset	20
3.1.5.2	Putkien ja soran siirtotraktoreiden työtapaukset	23
3.1.5.3	Työntekijöiden työtapaukset	25
3.2	Aineiston keruu ja käsittely	30
3.2.1	Aikatutkimusvälineet ja -menetelmä	30
3.2.2	Muut tutkimusvälineet ja -menetelmät	32
3.2.3	Aineiston käsittely	34
3.3	Tutkimustyömaat ja -kohteet	36
3.3.1	Tutkimustyömaiden ja -kohteiden edustavuus	48
3.3.2	Työmaaolosuhteet	49
3.3.2.1	Työmaaolosuhteet Verstan tilalla	49
3.3.2.2	Työmaaolosuhteet Uittoharjun tilalla	54
3.3.2.3	Työmaaolosuhteet Mäntylän tilalla	58
3.3.2.4	Työmaaolosuhteet Heikkalan tilalla	60
3.4	Tutkimustulokset	65
3.4.1	Kaivureiden työnmenekit	65
3.4.2	Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit	71

3.4.3	Kaikkien työntekijöiden työnmenekit	77
3.5	Kaivurisalaojituksen aikastandardit	90
3.6	Johtopäätökset	91
3.6.1	Salaojituskoneiden ja kaivureiden työnmenekkivertailu	93
4.	LYHENNELMÄ	94
5.	KIRJALLISUUSLUETTELO	98
6.	LIITTEET	100

1. JOHDANTO

Tammikuussa 1980 luovutettiin maa- ja metsätalousministeriölle salaojitustoiminnan lisäämiseksi laadittu SARA-2000-ohjelma, jonka tavoitteena on salaojittaa vuoteen 2000 mennessä noin miljoona hehtaaria peltoa. Tasaisella ojitusnopeudella pitäisi tämän mukaan salaojittaa 50 000 ha/a. Koska ojitusmäärät vaihtelevat vuosittain lähinnä sääolosuhteiden vuoksi, pitäisi parhaina vuosina ojittaa yli 60 000 ha, eikä huonoinakaan vuosina saisi jäädä alle 40 000 ha (ANON. 1980c, s. 21). Vuosittaiset salaojitustavoitteet ovat korkeammat kuin tämän hetken työsaavutukset, jotka 1970-luvulla olivat keskimäärin noin 33 000 ha/a (ANON. 1980c, s. 6). Tämän vuoksi työmenetelmien kehittämiseen on kiinnitettävä huomiota.

SARA-2000-ohjelman (ANON. 1980c, s. 24) mukaan olisi salaojitustoimintaa lisättävä erityisen voimakkaasti Lappeenranta-Kokkola-linjan pohjoispuolella. Tällä alueella on kivisten peltojen osuus jo niin suuri, että normaalien salaojituskoneiden käyttö on paikoin mahdotonta. Nämä ojitukset joudutaan tekemään traktorikaivurilla, jolloin salaojituskustannukset ovat hitaamman menetelmän ja suuremman käsityön osuuden vuoksi keskimääräistä korkeammat. Myös ojan leveydestä johtuva suurempi soranmenekki lisää kustannuksia. Salaojituksen lisäystarve on siis suurin alueilla, joilla ojituskustannukset ovat korkeammat ja viljelyn edellytykset heikommät kuin muualla.

Salaojituskustannukset ovat olleet aina vuoteen 1973 varsin vakaat, mutta siitä lähtien ne ovat nousseet erittäin jyrkästi ollen v. 1979 keskimäärin 4200 mk/ha eli 2,7 kertaiset 1973 kustannuksiin verrattuna (ANON. 1980b, s. 53). Peltoviljelyn katetuotto on nousut vastaavana aikana huomattavasti vähemmän. Salaojakeskuksen koollekutsumaa Salaojitustutkimuksen neuvottelukuntaa on kustannusten nopea kasvu huolestuttanut. Sen toimesta ja Salaojakeskuksen rahoittamana tutkittiin kesällä 1980 traktorikaivurilla tapahtuvan salaojituksen työnmenekkiä.

Kaivurisalaojituksen valitseminen tutkimuskohteeksi johtui siitä, ettei kyseistä menetelmää ole tiettävästi aikaisemmin tutkittu Suomessa. Kuten edellä todettiin kaivurisalaojituksen merkitys li-

sääntyy kuitenkin tulevaisuudessa ojituksen painopisteen siirtyessä kivisille maille. Korkeiden ojituskustannusten vuoksi on menetelmää kehitettävä, ja käytettävä hyväksi työn rationalisoinnin suomat mahdollisuudet työ kustannusten nousun pysäyttämiseksi sekä työn vähentämiseksi ja helpottamiseksi. Lisäksi tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää erilaisten laskelmien perustana.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kaivurisalaojituksen kokonaistyönmenekki sekä eri töiden työnmenekit kivennäismaalla tapahtuvassa ojituksessa tiili- ja muoviputkia käytettäessä. Tutkimuskohteina olivat salaojittamisessa käytetyt koneet sekä työmaiden kaikki työntekijät. Kun otettiin huomioon työmaaolosuhteet, voitiin laskea tutkimuskohteiden työnmenekit eri olosuhteisiin. Lisäksi tavoitteena oli hankkia tietoa kaivurisalaojituksen erilaisista työmenetelmistä ja -välineistä sekä päätellä työnmenekkitietojen perusteella, miten saavutettaisiin mahdollisimmat pienet työnmenekit.

2. KAIVURISALAOJITUS

Kauhakoneita käytetään salaojitettaessa kivisiä tai liekoisia alueita sekä kaivettaessa syviä ojia, tien alituksia ja kaivoja. Yleensä kauhakoneet ovat pieniä traktorikaivureita, joissa on kapea salaojakauha. Joissakin erikoistapauksissa, kuten esimerkiksi kunnallisteknisissä salaojituksissa, käytetään myös raskaita kaivureita.

Salaojituksessa käytettävissä kaivureissa on niin sanottu kuokka-kauha, joka on kiinnitetty jäykän varren välityksellä puomiin. Varren kiinnityskohta on puomin huipussa. Kaivettaessa vedetään kauhaa koneeseen päin. Leikkaussyvyys määräytyy puomin kaltevuudesta. Kauhan lisäksi kaivuun osallistuu siis myös puomi, jonka kaltevuutta muutetaan maahan nähden (ANON.1963, s. 36). Kuokka-kaivulaitteen rakenne käy selville kuvasta 1.



Kuva 1. Kuokkakaivulaitteella varustettu traktorikaivuri.

Kuokkakauhan edullisin työskentelyalue on ajotasossa tai sen alapuolella. Työliike on voimakkain silloin, kun kauhan varsi on kohtisuorassa puomia vastaan. Tästä asennosta voidaan kauhanvartta kallistaa n. 45° kumpaankin suuntaan työskentelyalueen pysyessä vielä tehokkaana. Näiden ääriasentojen jälkeen vähenee irroitusvoima nopeasti (ANON.1963, s. 36).

Kaivettaessa ajotason alapuolelta, kuten esimerkiksi salaojitettaessa tapahtuu, puomi kallistuu myös vaakatason alapuolelle, ja tästä syystä edullinen kaivualue ulottuu aivan koneeseen saakka. Kauhan täyttymisasento on tällöin myös erittäin hyvä (ANON.1963, s. 37).

Ojankaivu soveltuu kuokkakauhalle erittäin hyvin. Koska kaivu tapahtuu ajotason alapuolelta, irroitusvoima on suuri, kauhan liikkeet on helppo hallita ja kuljettaja näkee hyvin työkohteeseen. Näiden etujen vuoksi on kovien ja kivisten maiden ojittaminen sekä ojan muotoilu ja oikean kaltevuuden löytäminen melko helppoa (ANON. 1963, s. 39).

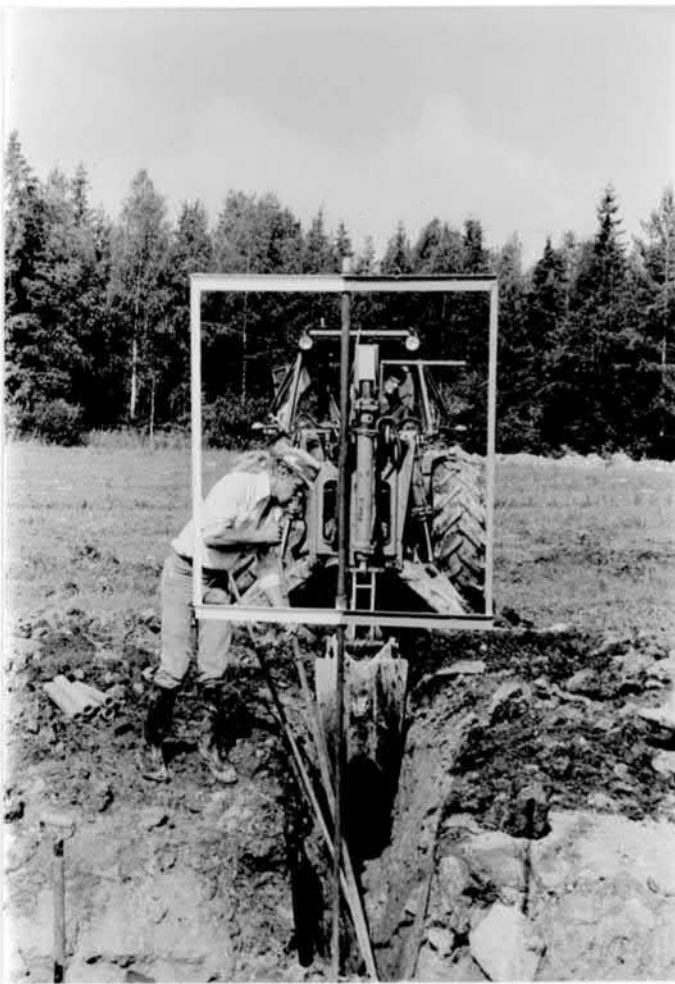
MÄKILAINEN (1971, s. 14) mukaan työteho kuokkalaitteella riippuu niin monista tekijöistä, ettei yleisiä työsaavutusarvoja voida antaa. Käytännön salaojitustyömailla on osoittautunut, että salaojittaja ja kaivurinkuljettaja voivat järjestelyillään kohottaa työsaavutuksia huomattavasti.

2.1 Kaivurisalaojituksen työmenetelmä

Kaivurisalaojituksessa valmistelevat työt ovat samat kuin muussakin salaojituksessa. Ensimmäiseksi salaojittajan on hankittava alueelle salaojitussuunnitelma. Tämän jälkeen salaojateknikko voi paaluttaa alueen eli merkitä salaojien paikat maastoon. Tämä tapahtuu siten, että ojat mitataan paikoilleen harppaa apuna käyttäen, ja sen jälkeen lyödään juuri- ja tähtäyspaalut kaikkiin salaojien pääte-, käänne- sekä putouksien taitekohtiin. Juuripaalut osoittavat maanpinnan keskikorkeutta. Tähtäyspaalut ja niihin asetettavat tähtäyssäleet puolestaan osoittavat tähtäyslinjan, jonka alapuolelle, ajokepin pituuden verran, ojan pohja tulee (KESO 1951, s. 105).

Kaivurisalaojitusta tehtäessä kuten muussakin salaojituksessa joudataan käyttämään ajoviittoja 1. sihtejä, sillä tähtäyslinja on konekaivua ajatellen liian alhaalla. Sihdit näkyvät myös paremmin kuin pelkät tähtäyspaalut ja -säleet. Myös ojankaivua aloitettaessa tarvitaan tähtäyslinja, ja siksi ojan oletetulle jatkeelle pystytetään ns. apuajoviitat, jotka ovat samassa linjassa varsin naisten ajoviittojen kanssa. Ajoviitat asetetaan paalutuksen mukaan tasavälein 20-40 metrin etäisyyksin. Salaojien kaivaminen aloitetaan kokoojaojasta, kuten normaalissa ojituksessakin. Ojat kaivetaan 150-200 cm paalun sivuun, niin että tähtäyssäleet osoittavat kaivettavan ojan puolelle (MÄENPÄÄ ja PERÄLÄ 1974, s. 90). Matalat ojat kaivetaan kertaleikkauksena. Jos leikkaussyvyys kasvaa niin suureksi, että työtä ei voida vaivattomasti tehdä kertaleikkauksena kauhan tehokkaimmalla työskentelyalueella, käytetään kerrosleikkausta. Ensin otetaan kaivussyvyudeksi 35-40 % lopullisesta leikkaussyvyydestä. Tällöin puomikulma on pieni, ja kone työskentelee edullisimmalla alueella. Sen jälkeen kaivetaan täyteen syvyyteen (ANON.1963, s. 38).

Ojasyvyyttä on tarkkailtava jatkuvasti, ettei ojasta tulisi ylisyyvä. Tarkkailu voi tapahtua joko sihtimiestä ja ajokeppiä tai puomiin kiinnitettävää konesihtiä käyttäen. Sihtimies tarkastaa ojasyvyyden ajokepillä ja antaa sen jälkeen kuljettajalle kaivuohjeita. Konesihdistä kuljettaja näkee ojasyvyyden asettamalla puomin tiettyyn asentoon ja vertaamalla konesihdin asemaa tähtäyslinjaan (MÄENPÄÄ ja PERÄLÄ 1974, s. 85). Ojasyvyyden tarkkailutapa eroaa muissa salaoitusmenetelmissä käytetyistä. Kuvassa 2 näkyy, kuinka ojasyvyyden määrittäminen konesihdin avulla tapahtuu.



Kuva 2. Ojasyvyyden määrittäminen konesihdin avulla.

Kun ojan syvyys on oikea, siirretään konetta eteenpäin. Tämä tapahtuu usein koneen hydrauliiikan avulla eli oikaisemalla puomi, jolloin kone siirtyy sopivan matkan. Koska kuokkakauhan tehokas kaivualue on pieni, joudutaan konetta siirtämään usein. Erityisesti on vältettävä ulottuvuuden laajentamista ojentamalla kauhan-

vartta (ANON.1963, s. 37).

Ojitettaessa kauha on pidettävä puhtaana, ettei tarttunut maa pienennä tilavuutta ja vaikeuta tyhjentämistä. Myös kauhan kynnet kaipaavat huoltoa, ja koska ne kuluvat nopeasti, on ne uusittava riittävän usein. MÄKILAINEN (1971, s. 11) viittaa artikkelissaan mittauksiin, joiden mukaan kuluneilla kynsillä on todettu 20-30 % lisäys voimantarpeessa. Tämä tuntuu huomattavasti koneen tehossa ja myös kestävyudessa.

Kauhakoneen kaivutarkkuus ei ole niin hyvä kuin varsinaisilla salaojituskoneilla, ja siksi pohja joudutaan tasaamaan joko höylämällä tai lisäämällä soraa (ANON.1978b, s. 12). Ensiksi ojanpohjalta poistetaan sinne varissut irtomaa joko työntökourulla tai lapiolla. Sen jälkeen pohja tasataan lopullisesti työntökourulla. Kuoppakohtiin lisätään soraa, joka tiivistetään pohjajuntalla. Erityistä pohjan tasoituksen tarvetta on kokoojaojan ja imuojan liittymässä, kivien ohituksessa sekä muissa vaikeissa maastokohdissa. Pohja tasataan joko ojan laidalla tai pohjalla työskennellen.

Höyläys on tähän saakka tehty yksinomaan käsityönä. Tästä johtuen onkin hyvin yleistä, että kauhakoneen kaivun jälkeen pohjan tasoitus on tehty lisäämällä soraa, jolloin on välttytty raskaalta höyläykseltä. Suomessa on hiljattain kehitetty kauhakoneeseen liitettävä höyläyslaite, joka saa voimansa koneen hydraulisylinteristä. Kone on kuitenkin vasta prototyyppiasteella (ANON.1980a, s. 12).

Putkien jakamisen työmenetelmät ovat kaivurisalaojituksessa lähes samanlaiset kuin muussakin salaojituksessa. Ainoastaan putkien jakamista suoraan traktorista putkenlaskijalle ei käytetä, koska putkien lasku etenee normaalia hitaammin. Tiiliputket kuljetetaan traktorilla joko irrallisina tai pakkauksissa pellolle. Pakkaukset voidaan jättää kokonaisina ojalinjojen väliin, tai putket jaetaan ojalinjalle 3-6 putken kasoihin. Salaojitettaessa putket siirretään kantamalla putkenlaskijan ulottuville. Muoviputkikelat kuljetetaan pellolle joko traktorilla tai kantamalla, ja niitä siirretään kantamalla.

Tiiliputkien käsinlasku tapahtuu samoin kuin muussakin salaojituksessa. Apuna käytetään laskukoukkuja, joka on tehty taivuttamalla 55-60 cm pitkä rautatanko suoraankulmaan ja kiinnittämällä tämä koukku 2-2,5 m:n pituisen puuvarren päähän (KESO 1951, s. 181). Putki otetaan laskukoukulla, viedään ojaan ja asetetaan tiiviisti edellistä putkea vasten. Rako ei saa olla yli 1,5 mm. Kun putki on hyvin, napautetaan sitä kevyesti paikallaan olevia putkia vasten ja samalla alaspäin (kuva 3). Ojan yläpää tukitaan tiilen tai kiven avulla. Liitoskohdat on tehtävä huolella, niin että putket luontevasti liittyvät toisiinsa.



Kuva 3. Tiiliputken asettaminen ojaan.

Yleensä muoviputki lasketaan ojaan automaattilaskulla. Kaivurisalaojituksessa ei näin kuitenkaan voida menetellä, vaan muoviputki lasketaan ojaan käsin ja lopullinen paikalleen asettelu tehdään laskukoukun avulla. On huolehdittava siitä, että putki on koko

matkaltaan kiinni ojanpohjassa ja ettei se pääse liikkumaan sorastuksen aikana. Muoviputken yläpää tukitaan tulpalla. Liitoksesta on tehtävä niin tiiviit, ettei maa pääse niistä sisään (ANON. 1978b, s. 13). Kuvassa 4 tehdään muoviputkiliitosta.



Kuva 4. Muoviputkiliitoksen tekeminen.

Koska salaojakaivanto on kauhakonekaivun takia melko leveä, voidaan putkenlasku tehdä myös ojanpohjalla. Tällöin putkenlaskija ottaa putket ojan reunalta käsin ja asettaa ne paikoilleen ojanpohjaan. Putkien lasku tapahtuu samassa järjestyksessä kuin kaivaminenkin, eli ensiksi lasketaan kokoojaojan putket ojan alapäästä alkaen, ja sitten imuojien putket samoin ojien alapäästä alkaen.

Kaivurisalaojituksessa sorastus ei eroa normaalista muuta kuin siinä, ettei sorastusvaunua käytetä työn hitaan etenemisen vuoksi. On tärkeää, että sora on varastoitunut mahdollisimman lähelle työmaata,

jotta noutomatka olisi lyhyt. Sora kuljetetaan salaojan viereen peräkäräryllä tai kauhalla. Varsinaisessa sorastuksessa soraa lapioidaan putkien päälle vähintään 5 cm:n kerros. Lapioidaessa on tarkkailtava, etteivät putket liiku paikoiltaan tai niiden alle pääse soraa. Muoviputkea täytyy painaa sorastettaessa ojanpohjaan.

Ruokamultaa kuluu kaivurilla tehtyyn kaivantoon enemmän kuin muussa salaojituksessa. Se pitäisi pudottaa välittömästi sorastuksen jälkeen. Ruokamultaa pudotetaan mieluummin ojan molemmilta puolin, joko lapiolla, kyntäen tai lanaamalla niin paljon, että sora- ja ruokamultakerros yhdessä muodostavat 20-30 cm suojuskerroksen putken päälle (MÄENPÄÄ ja PERÄLÄ 1974, s. 94).

Ojat täytetään samoin kuin muussakin salaojituksessa. Ainoana erona on, että täytettävä kaivanto on suurempi. Kaivantoa täytettäessä työnnetään maa varovasti takaisin ojaan. Tämä voi tapahtua monenlaisilla työvälineillä, mutta yleisimmin käytetään erilaisia traktoriin liitettäviä puskulevyjä tai kauhoja. Tiiviillä mailla voidaan oja täyttää kokonaan ruokamullalla, sillä se on hyvin vettä läpäisevää. Myös sorasilmäkkeiden käyttö eli ojan sorastaminen maanpintaan saakka on suositeltavaa, jotta vesi imeytyisi nopeammin (ANON.1978b, s. 14).

Kaivurilla salaojitettaessa voidaan kaivot tehdä samalla koneella kuin ojatkin. Koneesta on myös suuri apu nostettaessa renkaita kaivon, mutta ne voidaan siirtää paikoilleen miesvoiminkin. Kun renkaat ovat paikoillaan, tehdään niihin reiät putkia varten, asetetaan putket reikiin, ja tiivistetään raot saumauslaastilla. Sitten asetetaan kansi kaivon päälle, ja lapioidaan soraa ja maata kaivon ympärille ja päälle.

2.2 Aikaisemmat työnmenekkitutkimukset

Traktorikaivurilla tehtävän salaojituksen työnmenekkiä ei ole aikaisemmin tutkittu. Seuraavia muita salaojitusmenetelmiä koskevia työnmenekkiarvoja voidaan pitää kuitenkin suuntaa antavina.

Ajoviittojen pystytyksen työnmenekki oli MATTILAN (1975, s. 26)

mukaan kaivupyöräkoneen kaivun ja putkien käsinlaskun yhteydessä 0,2 mh/100 m, ja kaivuketjukonetta ja kourulaskua käytettäessä 0,3 mh/100 m. Ajoviittojen pystytykseen ei kaivumenetelmällä pitäisi olla vaikutusta, joten kaivurisalaojituksessa ajoviittojen pystytykseen pitäisi kulua suunnilleen samanverran.

Traktorikaivurilla tapahtuvan salaojien kaivun työnmenekkiä ei ole tutkittu. MÄENPÄÄ ja PERÄLÄ (1974, s. 85) arvioivat kaivurin työsaavutukseksi noin 0,5 ha päivässä. Kun otetaan huomioon ojamääräsuositukset/ha, jotka karkeasti ottaen vaihtelevat maalajista riippuen 200-600 m/ha, saadaan työsaavutukseksi 100-300 m/pv.

Seuraavat työnmenekkiarvot saatiin tutkittaessa raskaita köysikaivukoneita salaojitustöissä, ja ne ovat siksi vain suuntaa antavia. Tutkimus tehtiin Ruotsissa. OHLSONin ja PERSSONin (1948, s. 21) tutkimuksissa raskaan kaivukoneen kokonaistyönmenekit eri olosuhteissa olivat seuraavat:

hyvät olosuhteet	2,7 h/100 m
normaalit "	3,2 "
vaikeat "	4,4 "

Toisessa tutkimuksessa (ANON.1950, s. 47) työnmenekit olivat hyvin samanlaisia. Mikäli kuljettaja oli tottumaton saattoi työnmenekki nousta jopa 8 h/100 m.

Työnmenekkejä tarkasteltaessa on otettava huomioon, että koneet ovat teknisesti vanhanaikaisia verrattuna nykyisiin kaivureihin. Traktorikaivureihin verrattuna niissä on kuitenkin enemmän voimaa ja suuremmat kauhat, mitkä seikat tasoittavat eroja.

Maarakennusalan standardeissa (ANON.1976a, s. 4) on laskettu raskaille, hydraulisille kaivureille todellisen irtotilavuus- m^3 kaivuaika tunteina eri maalajeilla salaojitettaessa. Esimerkiksi kuivakuoren omaavalla savella, somerolla ja löyhällä moreenilla tämä arvo on 0,027 h/ m^3 itd. Ojaleveys oli 1 m, joten metrin syvyisen ojan poikkileikkaus on $1\ m^2$ ja sadan ojametrin teoreettinen kiintotilavuus $100\ m^3$. Jotta päästäisiin teoreettisesta kiintotilavuudesta todelliseen irtotilavuuteen, täytyy se kertoa ryöstö-

kertoimella ja löyhtymiskertoimella. Esimerkissä (ANON.1976a, s. 6) ryöstökerroin oli 1,05 ja löyhtymiskerroin 1,6. Todellinen irtotilavuus- $m^3 = 1,05 \times 1,6 \times 100 m^3 = 168 m^3$ joten kaivuaika on $0,027 h/m^3 \times 168 m^3 = 4,5 h$. Tämän mukaan on kuivakuoren omaavalla savella, somerolla ja löyhällä moreenilla salaojitettaessa kokonaistyönmenekki 4,5 h/100 m. Jos maamäärä on sama, liejulla, mudalla, turpeella, savella ja hiekalla työnmenekki on 3,5 h/100 m. Nämä standardit koskevat lähinnä kunnallisteknistä salaojitusta, jossa ojaleveys on suurempi verrattuna tavalliseen salaojitukseen.

Koska kauhakoneen kaivutarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin varsinaisilla salaojituskoneilla, ei pohjan tasoituksen työnmenekkejä voida verrata. Lähinnä vertailukelpoisina voidaan pitää käsinkaivun jälkeen tapahtuvan salaojanpohjan höyläyksen työnmenekkejä, jotka ruotsalaisten salaojitusryhmien esimiesten tekemissä tutkimuksissa olivat eri maalajeilla seuraavat (NORDENBORG 1953, s. 72):

	Imuoja	Kokoojaoja
hiekkä	1,3-1,6 mh/100 m	1,8-2,2 mh/100 m
savi	1,9-2,0 "	2,9 "
moreeni	3,6 "	3,3-4,6 "

Kauhakoneella kaivamisen jälkeen pohja tasataan hyvin yleisesti soralla. Tästä tasoitusmenetelmästä ei ole minkäänlaisia työnmenekkitietoja.

Salaojitusmenetelmällä ei ole vaikutusta putkien jakamisen työnmenekkiin paitsi silloin, kun putket jaetaan suoraan putkenlaskijalle. Siksi voidaankin pitää aikaisempia tutkimustuloksia soveltamiskelpoisina myös kaivurisalaojitukseen. Tiiliputkien peltokäsittelyä koskevissa tutkimuksissa vertailtiin putkinippujen käsittelymenetelmiä. Putkinippujen siirto ennakkoon ojalinjojen väliin 40-45 m:n päähän toisistaan, ja lopullinen jakaminen käsin putkenlaskijalle oli edullisin menetelmä. Työnmenekki oli keskimäärin 0,7 mh/100 m. Traktoria tästä ajasta käytettiin 0,1 h/100 m. Nippujen purkaminen ennakkoon suoraan ojalinjalle, ja lopullinen siirto putkenlaskijalle käsin vaati 0,9 mh/100 m. Tästä ajasta käytettiin traktoria 0,3 h/100 m. Työnmenekit sisältävät putkinippujen noutamiseen, kuormaukseen sekä putkien jakamiseen kuluneet ajat.

Niput siirrettiin siirtohaarukalla ja jaettiin viisipiikkisellä kantolaitteella. Siirtomatka oli keskimäärin 190 metriä (PÄLIKKÖ 1968, s. 9).

MATTILAN (1975, s. 29) tutkimuksissa tiiliputkien noutaminen peräkärreillä välivarastolta pellolle ja jakaminen kaivuvalle vaati 0,6 mh/100 m. Muoviputkia jaettaessa työnmenekki oli 0,3 mh/100 m.

Tiiliputkien laskun työnmenekit olivat ruotsalaisten salaojitusryhmien esimiesten tutkimuksissa eri maalajeilla seuraavat (NORDEN-BORG 1953, s. 72):

	Imuoja	Kokoojaoja
hiekkä	1,3-2,0 mh/100 m	1,7-2,5 mh/100 m
savi	1,4-1,6 "	1,7-3,0 "
moreeni	5,6 "	5,0-6,7 "

MATTILA (1975, s. 25) on saanut tiiliputkien käsinlaskun työnmenekiksi 0,5 mh/100 m, mikä on pienempi arvo kuin ruotsalaisessa tutkimuksessa. Ainakin osittain putkenlaskun nopeutuminen johtuu putkien laadun paranemisesta. Lisäksi Mattilan tutkimuksen arvo sisältää vain varsinaisen putkenlaskun työnmenekin.

Tiiliputkiliitosten tekemiseen kului 0,2 mh/100 m. Kun tämän arvon jakaa liitosten määrällä/100 m, saadaan yhden liitoksen tekemiseen kulunut aika, joka oli 10,8 minuuttia (MATTILA 1975, ss. 18, 25).

Muoviputkien käsinlaskun työnmenekistä ei ole tutkimustuloksia. Liitoksen tekemisen ohjearvona voidaan pitää MATTILAN (1975, ss. 18, 25) tutkimuksissa saatua arvoa 18,7 minuuttia/liitos. Tässä tutkimuksessa putki tosin laskettiin automaattilaskulla, mutta imuoja liitettiin kokoojaojaan samoin kuin kaivurisalaojituksessakin.

Kaivurisalaojituksessa kuluu soraa enemmän, ja siksi myös sorastuksen työnmenekki on normaalia suurempi. MATTILAN (1975, s. 30) mukaan muoviputken sorastus lapiolla peräkärreystä ketjukoneen kaivamaan ojaan vaati 1,6 mh/100 m. Ajassa on mukana myös soran noutamiseen ja kuormaukseen kulunut aika. Sorastuksessa oli mukana

kaksi henkilöä, sillä putkea täytyi sorastettaessa painaa ojanpohjaan.

Ruotsalaisten salaojitusryhmien esimiesten (NORDENBORG 1953, s. 72) mukaan ruokamullan pudotus lapiolla savimaalla olevaan imuojaan vaati 0,4-0,5 mh/100 m. Kaivurisalaojituksessa arvo on leveän kaivannon takia luultavasti jonkin verran korkeampi.

Ruotsalaisissa tutkimuksissa (ANON.1950, s. 68) oli salaojien täytön työnmenekki traktorilla ja perälevyllä 0,5 h/100 m ja puskulevyllä varustetulla telaketjutraktorilla 0,3-0,4 h/100 m. Belgialaisissa tutkimuksissa täyttö traktorilla ja perälevyllä vaati 0,4 h/100 m (DIERICKX ja LEYMAN 1973, s. 33).

3. OMAT TUTKIMUKSET

3.1 Tutkimuksen suunnittelu

Tutkimussuunnitelmaa laadittaessa asetettiin tutkimuksen tavoitteeksi selvittää kaivurisalaojituksen kokonaistyönmenekki sekä eri töiden työnmenekit kivennäismaalla ojitettaessa sekä tiili- että muoviputkia käyttäen. Tutkimusta tehtäessä jouduttiin tavoitteesta poikkeamaan, sillä osoittautui vaikeaksi löytää tutkimukseen sellaisia muoviputkisalaojitustyömaita, jotka olisivat olleet kokonaisuudessaan kivennäismaalla. Tästä syystä tehtiin osa tutkimuksessa mukana olleista muoviputkiojituksista mutamaalle.

Suunnitteluvaiheessa piti tutkimukseen tulla mukaan seuraavat neljä menetelmää:

- A I : Ojitus tiiliputkia käyttäen, kaivurina tavallinen traktori-kaivuri, ojasyvyys määritetään ajokepillä tai konesihdillä.
- A II: Muuten edellisen kaltainen menetelmä, mutta kaivurina Kurpan konepajan uusi kaivuri, jossa syvyys määritetään koneessa.
- B I : Ojitus muoviputkia käyttäen, kaivurina tavallinen traktori-kaivuri, ojasyvyys määritetään ajokepillä tai konesihdillä.
- B II: Muuten edellisen kaltainen menetelmä, mutta kaivurina Kurpan konepajan uusi kaivuri, jossa syvyys määritetään koneessa.

A II ja B II jäivät kuitenkin pois, sillä Kurpan konetta ei saatu mukaan tutkimukseen. Näin ollen tutkittaviksi menetelmiksi jäivät ojitukset tavallisella traktorikaivurilla sekä tiili- että muoviputkia käyttäen. Kumpaakin menetelmää tutkittiin kahdella käytännön salaojitustyömaalla.

3.1.1 Tutkimusmenetelmän valinnan perusteet

Tutkimus tehtiin havainnointimenetelmällä (HTM). Tässä menetelmässä havainnoidaan tiettyjen tapahtumien suhteellista esiintymistä. Menetelmää voidaan käyttää a) tapahtumaketjun eri osien keskinäisten aikaosuuksien selvittämiseen, kuten ajankäyttötutkimuksissa ja b) työmittaukseen 1. jonkin tehtävän työmäärän mittaamiseen (HOVI ym. 1967, s. 3).

Havainnointimenetelmällä voidaan tutkia useita tapahtumia ja kohteita yhtäaikaan, mikä on erityisen tärkeää juuri salaojitettaessa, jolloin työryhmät ovat suuria ja työtehtävät vaihtelevat. HOVI ym. (1967, s. 5) mukaan tutkimusaika on vaivattomasti ulotettavissa halutun mittaiseksi, ja täten saadaan mukaan tarvittavat työtapah-
tumat. Melko kauan kestävässä havainnointitutkimuksessa työntekijöiden toiminta vastaa myös hyvin normaalia toimintaa.

Havainnointimenetelmän etuja ovat lisäksi aineiston käsittelyn nopeus sekä työmäärän ja kustannusten alhaisuus. Sellaisten työryhmien tutkiminen, joissa työntekijöiden työskentely osittain riippuu toisten toiminnasta ja joissa työnjako vaihtelee, on havainnointimenetelmällä vaivatonta (HOVI ym. 1967, s. 6). Tämä viimeksi mainittu etu on erityisen tärkeä salaojitusta tutkittaessa. Havainnointimenetelmän haittoja ovat mm.: Työntekijöiden luottamuksen herättämisen vaikeus, ennakkovalmistelujen suuri määrä sekä se, että valittu aika voidaan määrätä vain keskiarvomenetelmällä.

3.1.2 Havainnointikohteet ja -järjestelmä

Tutkimuksessa saadaan kaikkein eniten tietoa silloin, kun havainnointikohteina ovat työmaan kaikki koneet ja työntekijät. Jokai-

sesta havainnointikohteesta on oma tutkimuslomake, jossa tehtävä työ on eritelty sopiviin osiin. Tutkija tekee hetkellisen havainnon kohteen työstä ja kirjaa sen tukkimiehen kirjanpitoa käyttäen lomakkeeseen. Kustakin kohteesta tehdään erilliset havainnot, vaikka ne tehtäisiinkin samanaikaisesti (HOVI ym. 1967, s. 19). Seuraava havainto tehdään määrätyn ajan kuluttua.

Havainnointitutkimuksen tarkkuus riippuu havaintohetken määräytymistavasta. Näitä erilaisia määräytymistapoja sanotaan havainnointijärjestelmiksi. Havainnointijärjestelmä on siis tietty menetelmä havaintohetken määrittämiseksi, jolloin tulosten tarkkuusominaisuudet tunnetaan, ja tarkkuus voidaan laskea (HOVI ym. 1967, s. 8). Jos havainnot tehdään tasaisin välein ryhmästä, kuten tässä kaivurisalaojituksen työnmenekkitutkimuksessa tehtiin, päädytään automaattisesti ns. vaihtelevaan tasavälijärjestelmään. Vaihtelevassa tasavälijärjestelmässä tehdään havainnot ensimmäisestä kohteesta tasaisin välein, mutta seuraavista niin nopeasti kuin ehditään. Toisten kohteiden havainnointi ei siis tapahdu tasaisin välein, vaan viiveen määrä vaihtelee, ja on suurin viimeisellä kohteella (HOVI ym. 1967, s. 11).

Tutkimus aloitetaan tapahtumiin nähden satunnaisella hetkellä. Havaintoväli pitää olla vähintään niin pitkä, että havainnot ehditään tehdä ja kirjata lomakkeisiin. HOVI:n ym. (1967, s. 20) mukaan käytännössä on kuitenkin otettava huomioon havaintojen tekoajan vaihtelu ja tutkijan elpymistarve. Tässä tutkimuksessa havaintovälinä oli yksi minuutti.

3.1.3 Tutkimuksen tarkkuus ja tarvittava havaintomäärä

Havainnointitutkimuksen tarkkuus riippuu havaintohetken määräytymistavasta 1. havainnointijärjestelmästä. Tarkkuus paranee, kun havaintovälin vaihtelu vähenee (HOVI ym. 1967, s. 105). Tutkimuksessa käytetty vaihteleva tasavälijärjestelmä on tarkka, erityisesti ryhmätyöskentelyn tutkimiseen soveltuva järjestelmä.

Tässä tutkimuksessa pyrittiin 5 %-yksikön tarkkuuteen. Tutkimussuunnitelmaa laadittaessa täytyi muodostaa jonkinlainen käsitys

havainnointikohdetta kohden tarvittavasta havaintomäärästä. Havaintojen lukumäärän määrittämiseksi on olemassa laskukaavoja. Vaihtelevan tasavälijärjestelmän havaintomäärä saadaan soveltamalla sivulla 17 esitettyä tarkkuuskaavaa.

Havaintomäärää/havainnointikohde ei voitu kuitenkaan laskea tällä kaavalla, sillä havaintohetken vaihtelualue ja tapahtumalajin esiintymisluku olivat tuntemattomia. Siksi käytettiin epätarkemman satunnaisjärjestelmän kaavaa (HOVI ym. 1967, s. 70):

$$N = \frac{\lambda^2 p (100-p)}{x^2}$$

N = havaintojen lukumäärä
 λ = todennäköisyysastetta vastaava kerroin
 p = tapahtumalajin osuus %
 x = absoluuttinen virhe%-yks.

Havaintomäärä kannattaa laskea melko pienen tapahtumaosuuden mukaan, jolloin harvemmin esiintyvissä tapahtumissakin saavutetaan tavoitteeksi asetettu tarkkuus. Pyrittäessä 5 %-yks. tarkkuuteen ($x = 5\%$), 95 % todennäköisyyteen ($\lambda = 2$) ja tapahtumalajin osuudeksi oletetaan 5 %, saadaan tätä %-osuutta vastaavaksi havaintojen määräksi 76. Jos kaikkia tapahtumia on 5 % saadaan kokonaishavaintomääräksi 1520. Mikäli havainnointikohdetta kohti saadaan siis 1520 havaintoa on tavoitetarkkuus saavutettu. Tulee muistaa, että havaintomäärä laskettiin epätarkemman järjestelmän kaavalla, joka lisäsi tarvittavien havaintojen kokonaismäärää tarpeettoman suureksi.

Tarvittava havaintomäärä oli 1520, ja koska laskettiin, että päivässä saataisiin n. 400-450 havaintoa, riitti työmaata kohden neljän päivän tutkimus. Kaivurin kapasiteetiksi oletettiin 0,5 ha/pv, ja tästä saatiin työmaan pinta-alan alarajaksi 2 ha.

Tutkimuksen jälkeen tiedetään havainnointikohteiden tarkat havaintomäärät sekä eri tapahtumien osuudet niistä. Lisäksi havaintohetken vaihtelualue ($=0,6$) on tunnettu, joten jokaiselle työtapah-
 tumalle voidaan laskea tarkkuus seuraavan kaavan avulla (HOVI ym. 1967, s. 63):

$$x = \frac{80}{N} \sqrt{1 + d^2} \sqrt{k}$$

x = absoluuttinen virheyks.

N = havaintojen lukumäärä

d = havaintohetken vaihtelualue

k = tapahtumalajin esiintymisluku

Tapahtumalajin esiintymisluku on salaojituksen kaltaisessa työssä vaikea määrittää, ja siksi se täytyykin laskea matemaattisen kaavan avulla. Normaalijakautuman mukaan on k 95 % todennäköisyydellä pienempi kuin tapahtuman kestoajojen lukumäärän keskiarvo + $1,65 \times$ keskihajonta (HOVI ym. 1967, s. 100). Koska k :ta ei pystytä tämänkaltaisissa töissä muuten määrittämään, voidaan sille antaa edellisen yhtälön arvo eli

$$k = p(1-p)2N + 1,65p(1-p)\sqrt{2N}$$

p = tapahtumalajin osuus

N = havaintojen lukumäärä

Sijoittamalla tämä k :n arvo tarkkuuskaavaan, voidaan laskea jokaiselle työtapaukselle tarkkuusprosentti.

Tulosten esittelyn yhteydessä ilmoitetut tarkkuusprosentit on laskettu juuri edellämainitulla tarkkuuskaavalla. Tuloksia tarkasteltaessa on muistettava, että osatapahtumien hajonta saa olla suurempi eli tarkkuus pienempi kuin tavoitetarkkuus, ja silti kokonaistarkkuus on tavoitteen mukainen. Tämä näkyy hyvin "Standardiaikajärjestelmät ja niiden rakentaminen" kirjan laskuesimerkeistä (ANON.1973, s. 46).

Tapahtumien tarkkuus voidaan määrittää myös piirros 1:n avulla, kun havaintojen kokonaismäärä N , tapahtumalajin esiintymisluku k ja havaintohetken vaihtelualue d tunnetaan. Tarkkuus määräytyy 95 % todennäköisyydellä.

Esimerkiksi jos $N = 500$, $k = 100$ ja $d = 0,5$ voidaan tarkkuus lukea seuraavasti: Vedetään $N = 500$ ja $k = 100$ kautta viiva, joka leikkaa x -asteikon pisteessä 1,6 %, joka pätee kun $d = 0$ eli kun kyseessä on tasavälijärjestelmä. Vaihtelevan tasavälijärjestelmän tarkkuus saadaan vetämällä viiva $x = 1,6$ %:sta $d = 0,5$:een, ja lukemalla oikeanpuoleiselta x -asteikolta. Tarkkuus on 1,8 %.

3.1.4 Tutkimuslomakkeiden suunnittelu

Lomakkeiden suunnittelu aloitettiin tutustumalla tutkittavaan työhön kirjallisuuden ja asiantuntijoiden avulla. Saatujen tietojen perusteella laadittiin lomakeluonnokset eri havainnointikohteille. Ensimmäiset luonnokset laadittiin seuraaville havainnointikohteille: kaivuri, sorastukseen käytettävä traktori, putkien jakamiseen käytettävä traktori, kaivurinkuljettaja, muut urakoitsijaryhmän työntekijät, sorastajat ja putkien jakajat. Lomakkeisiin pyrittiin ottamaan mukaan kaikki salaojitustyömaalla esiintyvät työt, jotka vielä jaettiin pienempiin osiin. Tämän tarkan jakamisen tarkoituksena oli saada tieto talteen tarkasti, sillä myöhemmin ei voida lisätä työtapahtumia, mutta yhdistämisen mahdollisuus on aina olemassa.

Seuraavassa vaiheessa tutkimuksen tekijä kävi tutustumassa kaivuri-salaojitukseen käytännön työmailla. Tämän jälkeen laadittiin liitteen 1 mukainen tutkimuspöytäkirja. Ennen varsinaista tutkimusta tehtiin vielä ns. esitutkimus, jonka tarkoituksena oli testata havainnointitutkimuspöytäkirjan havainnointikohteiden ja työtapahtumiin jaon yhtäpitävyys käytännön kanssa. Esitutkimuksessa tutkija sai myös tarkemman tuntuman tutkimusmenetelmään ja -kohteeseen. HOVI ym. (1967, s. 40) ovat sitä mieltä, että esitutkimus on välttämätön ja kannattava, kun kyseessä on laajan tutkimuksen tekeminen tai tutkijalle tuntematon kohde.

Esitutkimuksen kohteena oli kolmihenkinen urakoitsijaryhmä, joka tasoitti ojien pohjat ja laski putket ojanpohjalla työskennellen. Tämän urakoitsijaryhmän piti tulla mukaan myös varsinaiseen tutkimukseen, mutta eräiden esteiden vuoksi ei näin kuitenkaan käynyt. Tutkija seurasi tämän ryhmän työskentelyä päivän ajan. Osa ajasta käytettiin menetelmän seuraamiseen ja valokuvaamiseen. Varsinaisen havainnointi kesti noin puoli päivää. Tänä aikana saatiin selville lomakkeissa vielä olevat puutteet ja myös eri tapahtumien likimääräiset suhteelliset osuudet, joiden avulla pystyttiin varamaan lopullisiin lomakkeisiin sopivasti tilaa.

Esitutkimuksen pienen havaintomäärän vuoksi eivät tulokset ole riittävän luotettavia julkaistaviksi. Koska esitutkimuksen

kohteena ollut urakoitsijaryhmä ei ollut mukana varsinaisessa tutkimuksessa, ei esitutkimuksen tuloksia voitu käyttää hyväksi tässä yhteydessä.

Lopulliset lomakkeet laadittiin esitutkimuksen jälkeen seuraaville havainnointikohteille:

- kaivuri
- kaivurinkuljettaja
- sihtimies l. ojanpohjantasaaja
- putkenlaskija
- traktori (t) putkien ja soran siirtämiseen
- kuljettajat, sorastajat ja putkienkäsittelijät.

Jokaisella kohteella oli oma tutkimuslomake, joten havainnointitutkimuspöytäkirjasta tuli yleensä kuusisivuinen. Eri työmailla työntekijöiden määrä kuitenkin vaihteli, ja siksi jouduttiin lomakkeita lisäämään tai vähentämään tarpeen mukaan. Havainnointitutkimuspöytäkirja on liitteessä 1. Siitä näkee eri havainnointikohteiden työtapahtumat. Näitä tapahtumia jouduttiin tutkimuksen aikana lisäämään ja siirtämään havainnointikohteesta toiseen, sillä työmenetelmissä oli eroja.

3.1.5 Lomakkeiden työtapahtumat

Kuten edellä mainittiin, työmenetelmissä ja työnjaossa oli eri tiloilla eroja. Lisäksi eri havainnointiryhmät tekivät osittain samoja töitä. Näistä syistä esitetään seuraavassa lomakkeiden työtapahtumat jaoteltuina kaivurin, putkien ja soran siirtotraktorin sekä työntekijöiden työtapahtumiin. Lähinnä tulosten esittämisen kannalta jakoa pää- ja alatapahtumiin on jonkin verran muutettu lomakkeisiin verrattuna.

3.1.5.1 Kaivurin työtapahtumat

Kaivurin työtapahtumat ovat joko kaivurilla tehtäviä töitä tai sitten kaivuri on työn kohteena (esim. huolto). Kaivurin työtapahtumat ovat seuraavat:

Kaivaa ojalinjalla: Tarkoittaa varsinaista tehokasta ojankaivuai-
kaa. Jakautuu seuraavasti:

- Irroittaa: Alkaa siinä vaiheessa, kun tyhjää kauhaa aletaan täyttää maalla, ja päättyy, kun kauha nostetaan irti maasta tai ylös kaivannosta, jolloin alkaa
- Siirtää kauha täynnä: Maa siirretään kauhalla kauemmaksi, jonka jälkeen kauha tyhjennetään. Tapahtuma päättyy, kun kauha on tyhjä, jolloin alkaa
- Siirtää kauha tyhjänä: Tyhjä kauha siirretään takaisin kaivantoon ja irroittaa-vaiheeseen.

Konesihdin käyttö: Kuljettaja asettaa kaivurin puomin tiettyyn asentoon kauhan ollessa kiinni ojanpohjassa ja vertaa puomissa olevan sihdin asemaa tähtäyslinjaan (kuva 2; s. 5).

Liitoksen tekeminen: Imuojan ja kokoojaojan liittymäkohdan kaivaminen metrin matkalta imuojaan päin.

Kaivon tekeminen: Kaivon kaivaminen sekä renkaiden siirto kaivoon kauhan avulla.

Siirtyy eteenpäin ojalinjalla: Tapahtuma alkaa, kun kaivurin tassut nostetaan ylös, ja kauha on painettuna kaivetun ojan päähän. Sitten oikaistaan puomi, jolloin kaivuri siirtyy sopivan matkan. Tapahtuma päättyy tassujen laskemiseen (kuva 5).



Kuva 5. Siirtyy eteenpäin ojalinjalla-tapahtuma päättyessä.

Siirtyy ojalta toiselle: Alkaa, kun kaivurin tassut ja kauha nostetaan ylös. Sitten kaivuri siirtyy seuraavan ojan alkuun. Tapahtuma päättyy tassujen laskemiseen. Jos kaivuri pysähtyy siirtymisen aikana, katsotaan tämä kuuluvaksi johonkin toiseen tapahtumaan.

Kaivuvaikeuksia: Kaivaminen loppuu tai hidastuu huomattavasti maassa olevan kiinteän esteen tai pehmeän maan takia.

Huolto: Kaivuria huolletaan työmaalla.

Pakollinen odotus: Kaivuri joutuu odottamaan ohjeita sihtimieheltä, kaivon tai liitoksen valmistumista tai työryhmää (viimeksi mainittua varsinkin pehmeällä tai vetisellä maalla). Pakollinen odotus on kaivurista riippumatonta. Myös kaivurinkuljettaja joutuu odottamaan. Viimeisellä työmaalla pakollinen odotus jaettiin liitoksen tekemisestä, kaivon tekemisestä sekä muusta syystä johtuvaan pakolliseen odotukseen.

Seisoo käyttämättömänä: Kaivuri seisoo, koska kuljettaja tekee muuta: pystyttää sihtejä, keskustelelee työasioista, pitää taukoa jne.

Muuta: Tapahtumaan kuuluvat sellaiset kaivurin työt, joiden esiintymistiheys on pieni, kuten pintakivien irroitus, ojan täyttö tieksi, sorakasan, kivien tai lohcareiden siirto jne. Kaivuria käytettiin työmaasta riippuen myös muihin tehtäviin, jotka kuuluvat myös muuta-kohtaan. Tällaisia tapahtumia ovat: sorakuupan siirto kauhalla lähemmäksi (yleensä kulki mukana, koska se oli ketjulla kiinni kaivurissa), soran noutaminen, sorastus kaivurin kauhasta ja putkien siirto ja levitys kaivurilla. (Sorakuoppa = eräällä työmaalla käytetty, kaivuriin ketjulla kiinnitetty peltikaukalo, jossa oli ojanpohjantasaussoraa; kuva 6).



Kuva 6. Sorakuoppa ja pohjajuntta.

3.1.5.2 Putkien ja soran siirtotraktorin työtapahtumat

Traktorin työtapahtumat ovat joko traktorilla tehtäviä töitä tai traktori on työn kohteena (esim. huolto). Traktorin työtapahtumat ovat seuraavat:

Soran lisäys: Soraa lapioidaan traktorin takakauhasta ojaan pohjan tasoitusta varten.

Liitoksen tekeminen: Imuojan ja kokoojaojan liittymäkohta sorastetaan traktorin takakauhasta soraa lapioiden.

Kaivon tekeminen: Kaivo sorastetaan traktorin takakauhasta soraa lapioiden.

Sorasilmäkkeiden tekeminen: Sorasilmäke tehdään joko lapioimalla tai kippaamalla soraa takakauhasta ojaan.

Putkien jakaminen: Tähän tapahtumaan kuuluvat kaikki työt, joissa traktori liittyy putkien käsittelyyn. Tapahtuma jakautuu seuraavasti:

- Putkien noutaminen: Putket noudetaan työmaan ulkopuolelta traktorilla.
- Putkien siirto ja levitys: Putkia siirretään työmaa-alueella ja/tai levitetään traktorilla ojalinjalle.

Soran kuljettaminen: Tapahtumaan kuuluu kaikki soran kuljetus traktorilla. Tapahtuma jakautuu seuraaviin osiin:

- Soran noutaminen: Soraa noudetaan kasasta ojalinjalle.
- Soran siirto: Soraa kuljetetaan ojalinjalla.

Sorastus: Oja sorastetaan traktorin kauhasta soraa lapioiden. Kaikilla työmailla ei voitu eroittaa, käytetäänkö traktoria sorastukseen vai soran lisäykseen tapahtumien samanaikaisuuden vuoksi. Viimeisellä tutkimustyömaalla tämä voitiin kuitenkin tehdä, sillä käytössä oli kaksi traktoria, joista toinen oli pääasiassa tarkoitettu soran lisäykseen.

Huolto: Traktoria tai kauhaa huolletaan työmaalla.

Pakollinen odotus: Traktori joutuu odottamaan, koska työ edistyy hitaasti kaivon tai liitoksen tekemisen, kaivuvaikeuksien, puutteellisten valmistelujen tai muun hidastavan tekijän takia (esim. kaivun hitaus). Viimeisellä tutkimustyömaalla pakollinen odotus jaettiin liitoksen tekemisestä, kaivon tekemisestä sekä muusta syystä johtuvaan pakolliseen odotukseen. Työryhmän koko ja työn organisaatio vaikuttavat pakollisen odotuksen pituuteen.

Seisoo käyttämättömänä: Traktori seisoo, koska kuljettaja tekee muuta tai on poissa työmaalta. On myös mahdollista, että traktori seisoo, koska sille ei ole käyttöä. Näin oli asianlaita silloin, kun työmaalla käytettiin kahta traktoria putkien ja soran siirtämiseen.

Poissa: Traktori on poissa työmaalta.

Muuta: Tapahtumaan kuuluvat sellaiset työt, joiden esiintymistiheys on pieni, kuten ojien täyttö, kauhan kiinnitys, lietevaunun siirto, toisen traktorin hinaus jne. Traktoria käytettiin työmaasta riippuen myös muihin tehtäviin, kuten sorakuupan täyttämiseen, sorakuupan siirtoon ojalta toiselle, vesipumpun noutamiseen sekä vesipumpun käyttämiseen, jotka kuuluvat myös muuta-tapahtumaan.

3.1.5.3 Työntekijöiden työtapahtumat

Ajoviittojen 1. sihtien käsittely: Koostuu seuraavista osista:

- Sihtien siirto: Sihdit siirretään paikasta toiseen.
- Sihtien pystytys: Sihdit asetetaan paalutuksen mukaan.

Työt kuuluvat urakoitsijaryhmän tehtäviin.

Käyttää kaivuria: Vain kaivurinkuljettajalla esiintyvä työtapahtuma. Sisältää kaikki muut kaivurin työtapahtumat paitsi konesihdin käyttö, huolto, pakollinen odotus sekä seisoo käyttämättömänä.

Ojanpohjan tasoittaminen: Ojanpohjan tasoittaminen sellaiseen kuntoon, että putkenlasku voi tapahtua. Sisältää seuraavat tapahtumat, jotka soran lisäystä lukuunottamatta kuuluvat pääasiassa urakoitsijaryhmän tehtäviin:

- Ojan puhdistus: Irtomaa poistetaan ojanpohjalta tai siirretään kaivurin ulottuville joko lapiolla, työntökourulla tai muulla työkalulla. Tapahtumaan sisältyy myös ojan reunalla olevien maakokkareiden työntäminen ojaan kaivurin ulottuville.
- Höyläys: Pohja tasataan työntökourua käyttäen. Tutkimuksessa pohja tasattiin höyläämällä vain yhdellä työmaalla, ja silloinkin vain sopivan uran tekemiseksi putkia varten soralla tasatulle ojanpohjalle.
- Soran lisäys: Soraa lapioidaan kaivettuun ojaan pohjan tasotusta varten.
- Pohjan tasoitus, soran tiivistäminen: Pohjan tasoitus, jotta voidaan määrittää ojasyvyys ajokepillä, tai lisätyn soran tasoitus ja tiivistäminen, ja vasta sen jälkeen ajokepin käyttö. Ensiksi mainittua käytetään ojasyvyyden näyttämiseksi kaivurin-

kuljettajalle, ja siksi se ei ole kovin huolellista tasausta. Jälkimmäisen tasauksen tarkoituksena on saattaa oja lopulliseen kuntoon ennen putkenlaskua, ja siksi tasaus ja tiivistäminen tehdään hyvin huolellisesti. Yleensä työkaluna käytetään pohjajunttaa, jonka edestakaisilla liikkeillä ojanpohjalla tehdään tasaus ja lyömällä junttaa ojanpohjaan tiivistäminen (kuva 7 ja piirros 2). Junttaa käytetään myös ajokeppinä, eli juntan varteen on merkitty ajokepin pituus. Juntan sijasta käytetään myös kevyempää pohjantasaajaa.

Ojasyvyyden määrittäminen: Tapahtuma sisältää:

- Ajokepin käyttö: Verrataan ajokepin asemaa tähtäyslinjaan. Käytetään määritettäessä ojasyvyyttä kuljettajalle annettavia kaivuohjeita varten, tai tarkistettaessa pohjan tasaaisuutta. Kaivurin työskentely ei tästä mainittavasti hidastu, sillä kuljettaja näkee sihtimiehen ohjeet kaivun jatkuessa normaalisti.
- Konesihdin käyttö: Kaivurinkuljettaja vertaa tietyssä asennossa olevassa puomissa olevan sihdin asemaa tähtäyslinjaan ja saa näin tietää, onko oja oikean syvyinen. Tätä menetelmää käytettäessä kaivuri pysähtyy siksi hetkeksi, jolloin vertaaminen tapahtuu.

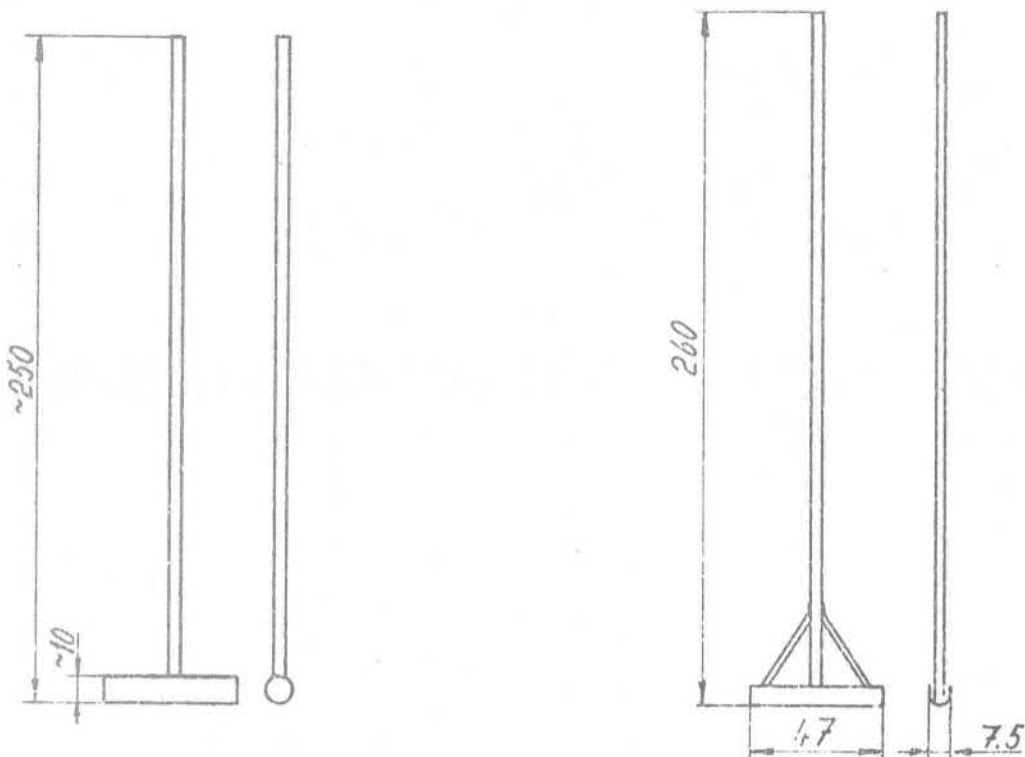
Putkenlasku: Muovi- tai tiiliputket lasketaan ojaan käsin tai laskukoukun avulla. Tutkimustyömaille putkenlasku tapahtui ojanlaidalta aiemmin esitetyn menetelmäkuvauksen mukaisesti. Tiiliputkien päiden muotoilu kuuluu myös putkenlaskuun (kuva 8).

Putken painaminen ojanpohjaan: Muoviputkea sorastettaessa joudutaan putkea painamaan ojanpohjaan. Yleensä tämä tehdään laskukoukun avulla. Tutkimustyömaille tapahtuma kuului joko urakoitsijan tai salaojittajan tehtäviin.

Liitoksen tekeminen: Sisältää kaikki tapahtumat, kaivamista lukuunottamatta, jotka kohdistuvat imu- ja kokoojaojan liitoskohtaan (=metrin matka liitoksesta). Näitä ovat pohjan tasaaminen, putkien päiden muotoilu, putkenlasku ja liitoksen tekeminen, jotka kuuluvat urakoitsijalle, sekä sorastus ja ruokamullan pudotus, joista huolehtii salaojittaja tai hänen palkkaamansa henkilö.



Kuva 7. Pohjajuntta sekä tasattua ja tiivistettyä ojanpohjaa.



Piirros 2. Puinen ja rautainen pohjajuntta (mitat cm:einä).



Kuva 8. Tiiliputken pään muotoilu.

Liitokseksi ei katsota putkikoon muuttumista kokoojaojassa eikä myöskään liitoskappaleiden asettamista kaivoon.

Kaivon tekeminen: Tapahtumalajiin kuuluvat kaikki kaivoon kohdistuvat työt, kaivamista ja renkaiden koneella siirtoa lukuunottamatta. Näitä ovat mm. renkaiden käsin siirto, paikoilleenasettaminen, reikien tekeminen putkia varten, putkien asettaminen reikiin sekä rakojen tiivistäminen saumauslaastilla, jotka ovat yleensä urakoitsijan töitä. Kansien asettaminen sekä sorastus ja täyttö kuuluvat salaojittajalle.

Sorasilmäkkeiden tekeminen: Salaojittajan tehtäviin kuuluva ojan sorastus maanpintaan saakka työmaan vetisissä kohdissa.

Putkien jakaminen: Sisältää seuraavat tapahtumat:

- Putkien noutaminen: Putket noudetaan työmaan ulkopuolelta.
- Putkien siirto ja levitys: Putkia siirretään työmaalla tai levitetään ojalinjalle.

Tapahtumat sisältävät apuna käytettävän traktorin kuljettamisen.

Soran kuljettaminen: Sisältää seuraavat tapahtumat:

- Soran noutaminen: Sora noudetaan kasasta ojalinjalle.
- Soran siirto: Soran kuljettaminen ojalinjalla.

Tapahtumat ovat pelkästään soratraktorin kuljettamista.

Sorastus: Soran lapioiminen putkien päälle vähintään 5 cm paksuksi suojuskerrokseksi.

Ruokamullan pudotus: Maan pudottaminen pellon pintakerroksesta sorastettuun ojaan. Ruokamultaa pudotetaan niin paljon, että se yhdessä soran kanssa muodostaa putkien päälle 20-30 cm suojuskerroksen.

Sosiaaliset tarpeet: Sisältää vaatteiden vaihdon, peseytymisen sekä muut sosiaaliset tarpeet.

Pakollinen odotus: Työntekijät joutuvat odottamaan, koska työ edistyy hitaasti kaivon tai liitoksen tekemisen, kaivuvaikeuksien, puutteellisten valmistelujen tai muun hidastavan tekijän takia (esim. kaivun hitaus). Viimeisellä työmaalla pakollinen odotus jaettiin liitoksen tekemisestä, kaivon tekemisestä sekä muusta syystä johtuvaan pakolliseen odotukseen. Työryhmän koko ja työn organisaatio vaikuttavat pakollisen odotuksen pituuteen.

Taukoaika: Joutenolo, jota ei voida lukea pakolliseen odotukseen kuuluvaksi. Sisältää juoma-, tupakka- yms. tauot työaikana.

Poissa: Työntekijä on poissa työmaalta.

Muuta: Tapahtumalajiin kuuluvat sellaiset työt, joiden esiintymistiheys on pieni, kuten salaojakartan tutkiminen, välineiden puhdistus, lietevaunun siirto, kauhan kiinnitys, ajokepin tekeminen, ojan täyttö jne. Tähän tapahtumaan on lisätty myös sellaisia töitä, jotka olivat lomakkeissa omana tapahtumalajinaan, mutta joiden pienen osuuden vuoksi esittäminen tuloksissa erillisinä ei olisi järkevää.

Muuta-tapahtuman suhteellinen jakautuminen on kuitenkin tuloksissa esitetty. Näitä muuta-tapahtumaan lisättyjä töitä ovat:

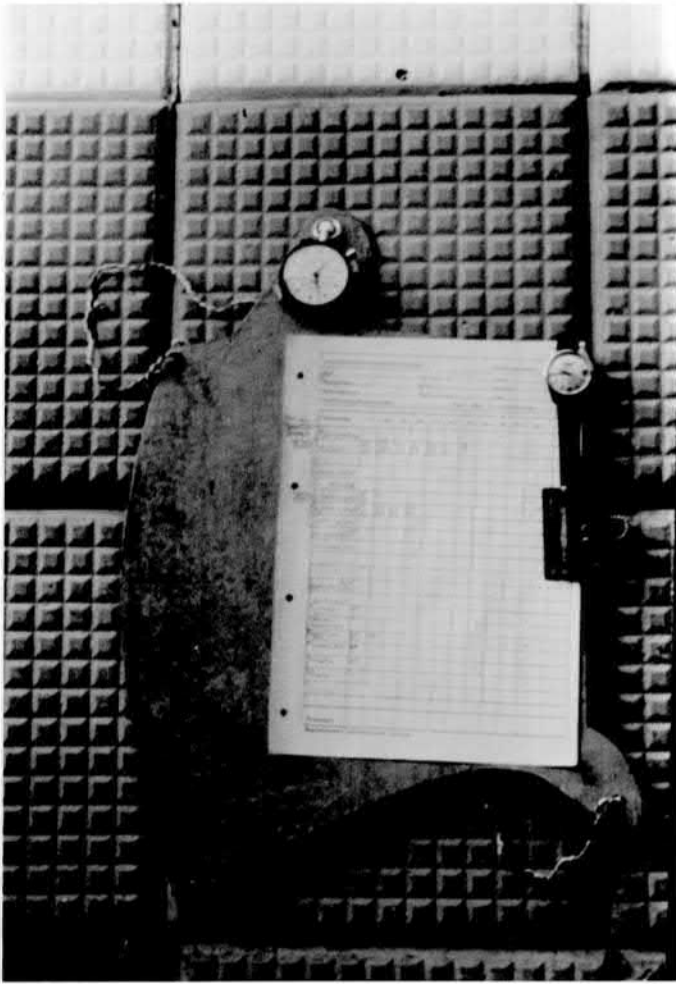
- Kaivuvaikeuksia: Työntekijä auttaa kaivuria selviämään kaivu-
vaikeuksista (pehmeä maa, kivi tai puu).
- Huolto: Työntekijä huoltaa koneita.
- Tarvikkeiden noutaminen: Noudetaan työssä tarvittavia esineitä.
- Siirtyminen: Kävelemistä esimerkiksi seuraavalle ojalle. On
kulkemista, jota ei voida lukea mihinkään muuhun tapahtumaan
kuuluvaksi.
- Keskustelu työasioista: Työntekijät neuvottelevat työhön liitty-
vistä asioista.

Edellä mainittujen tapahtumien lisäksi esiintyi työmaasta riip-
puen vielä seuraavanlaisia töitä: Sorakuupan ketjun kiinnitys
ja irroitus, sorakuupan täyttö ja siirto, ohjeiden antaminen
kuljettajalle, ojan täyttö, vesipumpun noutaminen ja käyttämi-
nen sekä sorakauhan täyttäminen.

3.2 Aineiston keruu ja käsittely

3.2.1 Aikatutkimusvälineet ja -menetelmä

Aikatutkimuksessa käytettiin työntutkimuslautaa, johon oli kiinni-
tetty työntutkimuskello ja havainnointitutkimuspöytäkirja (liite
1). Näiden välineiden lisäksi tarvittiin rannekello, josta seurat-
tiin kokonaisaikaa, sekä muistiinpanovälineet havaintojen kirjaa-
mista ja mahdollisia huomautuksia varten. Aikatutkimusvälineet
ovat kuvassa 9.



Kuva 9. Aikatutkimusvälineet.

Tutkija saapui työpaikalle ennen töiden aloittamista. Havainnointitutkimuspöytäkirjaan oli merkitty valmiiksi pöytäkirjan numero, työpaikka ja päivämäärä. Kun työntekijät aloittivat työt, odotti tutkija niin kauan, että rannekellon sekuntiviisari osoitti täyttä minuuttia, jolloin työntutkimuskello nollattiin ja tutkimus alkoi. Tämä menettely takasi sen, että tutkimus alkoi tapahtumiin nähden satunnaisella hetkellä. Tutkimuksen alkamisaika kirjattiin muistiin, ja alettiin tehdä havaintoja kohteiden työtapahtumista.

Havainnot eri havainnointikohteista tehtiin tukkimiehen kirjanpitoa käyttäen seuraavassa järjestyksessä: kaivuri, kaivurinkuljettaja, sihtimies l. ojanpohjantasaaja, putkenlaskija, traktori (t) putkien ja soran siirtämiseen sekä kuljettajat, sorastajat ja putkien käsitelijät yhtenä ryhmänä. Työmaasta riippuen havainnointikohteet vaihtelivat, mutta perusjärjestys oli aina sama. Havaintoväli oli yksi minuutti. Kun havainnot kaikista kohteista oli tehty, tarkkaili

tutkija jonkin aikaa työn kulkua ja teki mahdollisia muistiinpanoja. Tämän jälkeen alettiin seurata työntutkimuskellosta aikaa, ja kun tasan minuutti edellisen havaintokierroksen alkamisesta oli kulunut, nollattiin kello, kohotettiin katse tutkimuskohteeseen, ja aloitettiin seuraava havaintokierros. Näin saatiin parannetuksi havainnon hetkellisyyttä.

Esitutkimuksessa kokeiltiin menetelmää, jossa magnetofonin nauhalla olevien äänimerkkien avulla ilmoitettiin havainnointihetki. Menetelmä oli muuten hyvä, mutta se vaati tuekseen kellon, eikä tuonut tutkimukseen oleellista helpotusta. Magnetofonin kuljettaminen muiden välineiden lisäksi oli myös hankalaa.

Työpäivän aikana esiintyvien kahvi-, ruoka- ja muiden taukojen kestojat merkittiin pöytäkirjaan. Muilla tauoilla tarkoitettiin sitä, kun koko työmaa pysäytettiin jonkin erityisen syyn takia. Töiden päätyttyä tai pöytäkirjan vaihdon yhteydessä merkittiin päättymisaika muistiin. Työntekijä- ja konemäärästä sekä työpäivän pituudesta riippuen täytettiin päivässä joko yksi tai kaksi havainnointitutkimuspöytäkirjaa.

3.2.2 Muut tutkimusvälineet ja -menetelmät

Pöytäkirjaan merkittiin havainnointiaikana kaivettu ojamäärä paaluissa olleiden metrimäärien mukaan. Ojien pituudet tarkistettiin myöhemmin salaojituskartasta sekä paikoitellen tehdyillä tarkistussmittauksilla. Tarkistusmittauksissa käytettiin apuna harppaa. Liitosten, kaivojen ja sorasilmäkkeiden määrä merkittiin tukkimiehen kirjanpitoa apuna käyttäen pöytäkirjaan. Alunperin oli tarkoitus, että putkien ja soran etäisyys mitataan tutkimuksen yhteydessä, mutta tämä osoittautui hyvin hankalaksi, ja siksi tyydyttiin vain merkitsemään putkien ja soran sijoituspaikat salaojituskarttaan. Myöhemmin näille etäisyyksille laskettiin ns. ojien pituuksilla painotetut keskiarvoetäisyydet. Laskeminen tapahtui mittamalla kartalta suorat etäisyydet salaojien keskipisteistä putkien tai soran luokse, ja kertomalla nämä etäisyydet ojien pituuksilla. Sen jälkeen saadut tulot laskettiin yhteen, ja jaettiin ojien yhteispituudella.

Jokaiselta työmaalta otettiin sekä pinta- että pohjamaasta vähintään kaksi kosteus- ja maalajinäytettä, jotka tutkittiin myöhemmin vesihallituksen teknillisen tutkimustoimiston maalaboratoriossa. Pintamaanäyte otettiin noin 5 cm syvyydestä ja pohjamaanäyte kaivuvallista sellaisesta kohtaa, jonka kaivuri oli juuri nostanut ojan pohjalta. Kosteusnäyte pakattiin peltipurkkiin ja sen jälkeen muovipussiin, joka suljettiin tiiviisti. Maalajinäyte otettiin muovipussiin. Näytteille annettiin tietyt koodit, joiden avulla pystyttiin tunnistamaan, mistä kohtaa näyte oli otettu.

Maalajin ja kosteuden lisäksi vaikuttavat kaivuvaikeuteen maan puiisuus, kivisyys (ϕ 60-600 mm) ja lohkareisuus (ϕ >600 mm). Maa on puutonta, kun puiden osuus on 0-10 %, puista, kun osuus on 10-30 % ja runsaspuista osuuden ollessa yli 30 %. Vastaavilla prosenttiosuuksilla maa on kivetöntä, kivistä tai runsaskivistä sekä lohkareetonta, lohkareista tai runsaslohkareista (KORHONEN ja GARDEMEISTER 1971, s. 67). Prosenttiosuuksien määrittämistä varten ei ole mitään kentällä käyttökelpoista menetelmää, vaan määritykset perustuvat arvioihin. Tässä tutkimuksessa puiisuus ja kivisyys arvioitiin prosentteina kaivetusta maasta. Lohkareisuutta ei arvioitu, vaan lohkareet laskettiin yksitellen, ja jaettiin nostettuihin ja kierrettyihin lohkareisiin. Puiisuus, kivisyys ja lohkareet kirjattiin muistiin ja merkittiin salaojituskarttaan.

Pinta- ja pohjamaan osuudet kaivetusta maasta selvitettiin mittamalla pintamaan paksuus. Muoviputkityömailla pintamaan osuus vaihteli, koska osa työmaasta oli mutamaalla. Tiiliputkityömailla pintamaan paksuus oli lähes sama koko ajan. Pintamaan paksuus merkittiin muistiin, ja tiedot siirrettiin myöhemmin salaojituskartalle.

Tutkija yritti saada jokaiselta työmaalta nähtäväkseen salaojitus suunnitelman sekä vaaituspöytäkirjan, joista kirjoitettiin muistiin kaikki mahdollisesti tarpeellinen tieto. Salaojitus suunnitelmassa oli mm. maalajimääritys työmaalle sekä tietoja ojamäärästä. Vaaituspöytäkirjasta saatiin salaojan syvyys jokaisen paalun kohdalla, ja näiden syvyyksien avulla voitiin myöhemmin laskea ojien pituuksilla painotettu ojasyvyys koko työmaalle. Haastatteleamalla urakoitsijaa ja salaojittajaa saatiin tietoa aikaisemmasta salaojituskokemuksesta, koneista ja maksettavista työtaksoista. Lisäksi tut-

kija otti kaivurien salaojakauhoista sekä traktorien takakauhoista mittoja ja valokuvia, niin että niiden kuvat voitiin myöhemmin piirtää. Myös muista työvälineistä otettiin mittoja. Salaojakauhojen tilavuudet mitattiin mättämällä tietyn kokoisella ämpärillä hiekkaa kauhaan, kunnes kauha tuli reunojaan myöten täyteen. Edellä mainitun lisäksi tutkija teki yleishavaintoja työmenetelmistä, työmaajärjestelyistä, säästä jne.

3.2.3 Aineiston käsittely

Tutkimuksen jälkeen selvitettiin ensimmäiseksi jokaisen havainnointipöytäkirjan tiedot. Yleistieto-osasta laskettiin kokonaisaika, siitä vähennettiin kahvi- ja ruokataukojen osuus, ja näin saatiin tehollinen tutkimusaika. Kaivettujen ojien pituudet tarkistettiin ja laskettiin yhteen, jolloin selvisi kaivettu ojamäärä. Lisäksi laskettiin kirjanpidon mukaiset liitosten, kaivojen ja sorasilmäkkeiden määrät. Jokaisen havainnointikohteen havaintomäärät laskettiin ensin tapahtumalajeittain, ja sitten yhdistämällä eri tapahtumien määrät, saatiin kokonaishavaintomäärä tutkimuspöytäkirjaa kohden.

Seuraavassa vaiheessa laadittiin kokoomalomakkeet, joissa oli omat sarakkeet kaikille yleistiedoille ja tapahtumalajeille. Jokaiselle työmaalle oli oma lomake. Työmaan havainnointitutkimuspöytäkirjojen tiedot ryhmiteltiin tälle lomakkeelle havainnointikohteittain. Laskemalla yhteen eri pöytäkirjojen tiedot, saatiin selville koko työmaan yleistiedot, eri havaintokohteiden kokonaishavaintomäärät sekä havaintomäärät tapahtumalajeittain. Tehollinen tutkimusaika kerrottiin työntekijöiden määrällä mikäli havainnointiryhmässä oli useampia työntekijöitä.

Havainnointitutkimusmenetelmässä tapahtuman aikaosuus saadaan selville laskemalla tapahtumien %-osuudet, ja jakamalla kokonaisaika näiden osuuksien suhteessa (HOVI ym. 1967, s. 3). Tämän tutkimuksen tuloksia laskettaessa vähennettiin kahvi- ja ruokatauot kokonaisajasta. Myös poissa-tapahtuma jätettiin pois, koska sitä ei voida lukea varsinaiseen työaikaan kuuluvaksi. Mikäli havaintomäärä ei ollut yhtäsuuri kuin tehollinen tutkimusaika, täytyi poissa-osuu-

teen tehdä vielä korjaus = poissa-tapahtuman oletettiin olevan yhtä yleistä myös sinä aikana, jolta ei ollut havaintoja.

Kun työtapahtumien aikaosuudet eli todelliset kestoajat oli selvitetty, laadittiin uudet kokoomalomakkeet. Näihin lomakkeisiin kerättiin kunkin työmaan työntekijöiden työtapahtumien todelliset kestoajat. Ensin laskettiin urakoitsijaryhmän työntekijöiden eri tapahtumien todelliset kestoajat yhteen. Sen jälkeen laskettiin muiden työntekijöiden tapahtumien kestoajat yhteen, ja lopuksi yhdistettiin nämä molemmat ryhmät. Jokaisessa vaiheessa laskettiin myös eri tapahtumien prosenttiosuudet korjatuista tehollisista tutkimusajoista eli todellisista työajoista.

Tässä tutkimuksessa ei määritelty lainkaan havainnointikohteiden joutuisuuksia. Joutuisuuksien määrittäminen olisi vienyt melko paljon aikaa. Lisäksi joutuisuus perustuu arvioon, ja luotettavien arvioiden tekeminen olisi vaatinut kohtuuttoman pitkäaikaisen tutustumisen työhön. Tutkijan olisi nimittäin pitänyt luoda muistiinsa työskentelynopeuksien asteikko kaikista työmenetelmistä jokaiselle havainnointikohteelle. Lisäksi joutuisuuskäsitteen käyttö on yleensä rajoittunut käsityön tarkasteluun, ja tässä tutkimuksessa oli mukana myös koneita. Edellä mainituista syistä katsottiinkin parhaaksi jättää joutuisuus määrittelemättä. Tutkija tarkkaili kuitenkin työsuorituksia, eikä havainnut mitään näkyvää hidastelua tai pysähtelyä. Koska urakoitsijaryhmät saivat palkkansa valmistetun ojamäärän mukaan, on selvää, ettei mitään tahallista viivytelyä esiintynyt. On kuitenkin mainittava, että esimerkiksi kaivurinkuljettajalla voi olla suuri merkitys työsaavutukseen. Kokeiden mukaan hyvällä joutuisuudella työskentelevä kuljettaja saa 75-123 % suuremman tuloksen kuin huonolla joutuisuudella työskentelevä (MARTIKAINEN 1972, s. 15). Tulokset eivät välttämättä vastaa käytännön eroja, sillä ne perustuvat kuljettajille annettuihin kaivuhjeisiin. Niitä voidaan kuitenkin pitää tuloksen ääriarvoina kaivukonetyössä.

Koska joutuisuutta ei määritetty, pidettiin työtapahtumien todellisia kestoajkoja normaaliaikoina. Kun nämä ajat jaettiin kaivetulla ojamäärällä, saatiin tapahtuman normaaliarvo = työnmenekki. Tapahtumien työnmenekit laskettiin minuutteina sataa ojametriä kohden

koneille, urakoitsijaryhmän työntekijöille, muille työntekijöille sekä molemmille yhteensä. Tuloksissa on esitetty koneiden sekä työntekijöiden kokonaistyonmenekit ja niiden jakautumiset eri tapahtumille. Tapahtumien tarkkuudet laskettiin vaihtelevan tasavälijärjestelmän tarkkuuskaavalla (sivu 17) ja kokonaistyonmenekkien tarkkuudet summan virheen kaavalla (sivu 18). Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että annettujen arvojen viimeisessä desimaalissa saattaa olla pyöristämisestä johtuvia poikkeamia todellisista arvoista.

3.3 Tutkimustyömaat ja -kohteet

Koska tutkimus tehtiin käytännön salaojitustyömailla, oli paljon sellaisia tuloksiin vaikuttavia tekijöitä, joita ei voitu yhdenmukaistaa. Näitä tekijöitä olivat mm. maalaji, kaivuvaikeus, ojasyvyys, -leveys ja -pituus, soran ja putkien etäisyys, urakoitsijaryhmän työkokemus, kaivurin malli jne. Koska työmenetelmiä, -välineitä ja -olosuhteita ei siis voitu yhdenmukaistaa, ne pyrittiin määrittämään joka työmaalla mahdollisimman tarkasti, ja tulokset esitetään työmaakohtaisesti.

Taulukossa 1 on esitelty tutkimustyömaat numerotietojen avulla. Kuten huomataan, on työmaiden välillä eroja. Jotta nämä eivät vähentäisi tulosten vertailtavuutta, erot on pyritty ottamaan huomioon tuloksia laskettaessa. Tästä voidaan mainita esimerkkeinä mm., että työnmenekit on laskettu sataa ojametriä, liitosta, kaivoa, sora-silmäkettä, putkien ja soran etäisyyden 10 metriä ja sora-m³ kohden. Lisäksi erot on otettu huomioon määritettäessä työmaiden kaivuvaikeuksia.

Taulukko 1. Numerotietoa tutkimustyömaista.

	MUOVIPUTKITYÖMAAT		TIILIPUTKITYÖMAAT	
Tilan nimi	VERSTA	UITTOHARJU	MÄNTYLÄ	HEIKKALA
Sijaintikunta	Vesanto	Tervo	Tervo	Mikkelin mlk.
Salaojitettu alue	Ojasto 3	Ojastot 5 ja 10	Osa ojastoa 10	Ojastot 1 ja 2
- pinta-ala ha	3,09	3,57	2,08	4,01
- ojamäärä m/ha	515	456	590	443
Tutkimuksen aikana kaivettu ojamäärä m	1390 ^{*)}	1627	1228	972 ^{**)}
Yhtäjaksoisesti kaivettuja ojia kpl	23	25	27	16
- keskipituus m	60	65	46	61
Salaojien painotettu keskisyvyys cm	107	107	103	118
Tehtyjä liitoksia kpl	20	23	26	14
- kpl/100 m	1,4	1,4	2,1	1,4
Tehtyjä kaivoja kpl	2	3	-	2
Tehtyjä sorasilmäkkeitä kpl	41	4	-	47
- kpl/100 m	3,0	0,3	-	4,8
Putkien painotettu keskietäisyys m	75	87	36	35
Käytetty soramäärä m ³	91	64	45	76
- m ³ /100 m	6,6	3,9	3,7	7,8
Soran painotettu keskietäisyys m	76	94	55	76

*) Ojastosta jäi neljä imuojaa kaivamatta.

**) Tutkimusaikana kaivettiin noin puolet ojastoiden salaojista.

Oleellisimmat erot eri työmaiden välillä olivat seuraavat:

- Mäntylässä oli ojamäärä/ha suurempi, ojien keskipituus pienempi, ja viimeksi mainitusta seikasta johtuen liitosten määrä/100 m suurempi kuin muilla tiloilla.
- Mäntylässä ei tehty lainkaan kaivoja ja sorasilmäkkeitä.
- Heikkalassa oli salaojien keskisyvyys huomattavan suuri.
- Verstassa ja Heikkalassa tehtiin runsaasti sorasilmäkkeitä, ja siksi soranmenekki oli suuri.
- Tiiliputkityömailla oli putkien keskietäisyys huomattavasti pienempi kuin muoviputkityömailla. Tämä johtui materiaalien käsittelyvyyden eroista.

- Verstan ja Heikkalan tiloilla ei oltu aikaisemmin salaojitettu. Uittoharjussa ja Mäntylässä sitävastoin tehtiin viimeisiä salaojituksia.

Tutkimustyömaiden salaojakartat ovat liitteinä 2-5.

Eri työmailla työskennelleiden urakoitsijaryhmien kokoonpanot sekä työntekijöiden pääasiallisimmat tehtävät käyvät selville taulukosta 2. Kuten huomataan, on miesvahvuuksissa ja tehtäväjaoissa huomattavia eroja. Verstan tilalla sihtimiehenä ja ojanpohjantasaa-jana oli sama mies, joten hän saattoi käyttää samaa ojasyvyyden määrittystä sekä kuljettajalle annettavia ohjeita että ojan tasoitusta varten. Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla työskennelleessä urakoitsijaryhmässä oli erillinen sihtimies, joka määritteli ojasyvyyden vain kuljettajaa varten. Ojanpohjaa tasattaessa jouduttiin ojasyvyys määrittämään uudelleen.

Uittoharjussa ojan lopullinen tasoittaminen kuului putkenlaskijalle ja Mäntylässä ojanpohjantasaaajalle. Ojanpohjantasaaajan tasottaessa pohjaa, määritteli hän myös ojasyvyyden ja löi pienin välimatkoin pohjalla olevaan soraan kevyellä pohjantasaimella merkkejä oikeasta ojasyvyydestä. Hänen jäljessään seurannut putkenlaskija höyläsi työntökourulla soraan uran putkia varten edellään mainittujen merkkien mukaan. Näin menetellen ei putkenlaskijan tarvinnut tehdä enää ojasyvyyden määrittystä. Koska Heikkalan tilalla työskennellyt ryhmä oli pieni, joutui kaivurinkuljettaja osallistumaan kaivurin käyttämisen lisäksi myös muihin töihin, auttaen siten putkenlaskijaa. Ojasyvyyden kuljettaja määritteli koneihdin avulla.

Taulukko 2. Urakoitsijaryhmien kokoonpanot, työntekijöiden työkokemus sekä pääasiallisimmat tehtävät.

Tilan nimi	MUOVIPUTKITYÖMAAT		TIILIPUTKITYÖMAAT	
	VERSTA	UITTO-HARJU	MÄNTYLÄ	HEIKKALA
Urakoitsijaryhmän miesvahvuus	3	3	4	2
KAIVURINKULJETTAJA - tehnyt salaojituksia vuodesta	1967	1962 (viimeiset 10v. jatkuvasti)	1977	
- pääasiallisimmat tehtävät	kaivurin käyttäminen, sihtien käsittely	kaivurin käyttäminen, sihtien käsittely, Mäntylässä lisäksi putkien jakaminen jonkin verran	kaivurin käyttäminen, sihtien käsittely, lisäksi ojasyvyyden määrittäminen (kone-sihti), ojanpohjan tasoittaminen, kaivon tekeminen ja putkien jakaminen jonkin verran	
SIHTIMIES - tehnyt salaojituksia vuodesta - pääasiallisimmat tehtävät	1974	1980		
	sihtien käsittely, ojasyvyyden määrittäminen, ojanpohjan lopullinen tasoittaminen, lisäksi liitoksen ja kaivon tekeminen jonkin verran	ojasyvyyden määrittäminen, ojanpohjan tasoittaminen		
OJANPOHJANTASAAJA - tehnyt salaojituksia vuodesta - pääasiallisimmat tehtävät		VAIN MÄNTYLÄSSÄ 1978 (silloin tällöin) ojasyvyyden määrittäminen, ojanpohjan lopullinen tasoittaminen, putkien jakaminen		
PUTKENLASKIJA - tehnyt salaojituksia vuodesta - pääasiallisimmat tehtävät	1974	1977	1977	
	putkenlasku, putken painaminen ojanpohjaan, liitoksen ja kaivon tekeminen, putkien jakaminen	putkenlasku, liitoksen ja kaivon tekeminen, putkien jakaminen, ojanpohjan lopullinen tasoittaminen, Uittoharjussa lisäksi ojasyvyyden määrittäminen	ojasyvyyden määrittäminen, ojanpohjan tasoittaminen, putken lasku, liitoksen ja kaivon tekeminen, sihtien käsittely, putkien jakaminen	

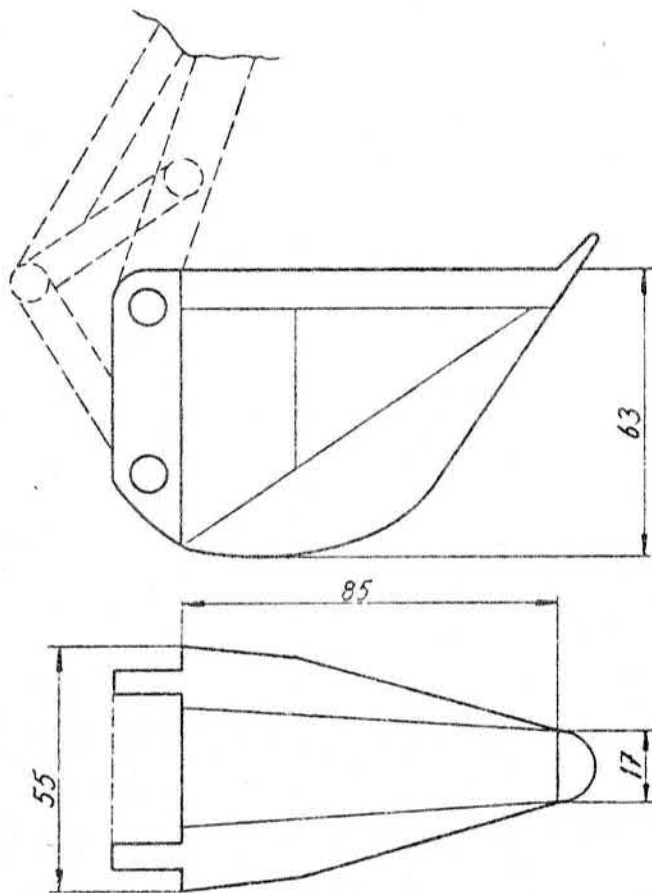
Taulukko 3. Urakoitsijaryhmien kaivurit ja erikoistyövälineet.

Tilan nimi	MUOVIPUTKITYÖMAAT		TIILIPUTKITYÖMAAT	
	VERSTA	UITTO- HARJU	MÄNTYLÄ	HEIKKALA
KAIVURI				
- merkki	Ford 5000+Ukkomes- tari 355V	Valmet 712M+Valtra J-612C	Valmet 712M+Valtra UM 355	
- tyyppi	Vastapainokone	Yhdistelmäkone	Vastapainokone	
- vuosimalli	1970	1978	1978	
- käyttötunteja	-	1300	2400	
- kaivureiden merkit- tävimät erot	Kaivulaitteen käyttövipuja 6 kpl muissa 3 kpl	Kauhan murtovoima 1,6-kertainen mui- hin verrattuna		
- varusteet	Puolitelat	Etukauha (tilavuus 1200 litraa)		
KAUHA (itsetehty)				
- tilavuus l	100	110	200	
- kauhalla tehdyn ojan				
- pintaleveys n. cm	70	50	80	
- pohjaleveys n. cm	12	12	20	
- kauhan huolto	Kauhan kynttä täy- tyy jatkaa kerran viikossa	Kauhan kynttä täy- tyy jatkaa kolme kertaa kesässä	-	
URAKOITSIJARYHMIEN ERIKOISTYÖVÄLINEET	Sorakuoppa			
	- pohjan koko 100 x 200 cm			
	- reunan korkeus 18 cm			Rautainen pohjajuntta

Taulukossa 3 on esitelty urakoitsijaryhmien kaivurit sekä erikoistyövälineet. Verstan tilalla työskennellyt traktorikaivuri oli muita huomattavasti vanhempi, ja tästä syystä siinä oli vielä kuusi kaivulaitteen käyttövipua nykyisten kolmen sijasta. Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla työskennelleessä kaivurissa oli kauhan murtovoima suurempi kuin muissa kaivureissa. Tämä käy selville liitteistä 6-8, joissa on tutkimuksessa mukana olleiden kaivureiden tärkeimmät tekniset tiedot. Verstan tilalla käytettiin kaivurissa puoliteloja, koska maa oli paikoin hyvin pehmeää.

Kaikissa kaivureissa oli itsetehty kauha. Verstan tilalla käytetyn kauhan malli ja tärkeimmät mitat käyvät selville piirroksista 3.

Tämä kauha näkyy myös kuvassa 6 s. 23.

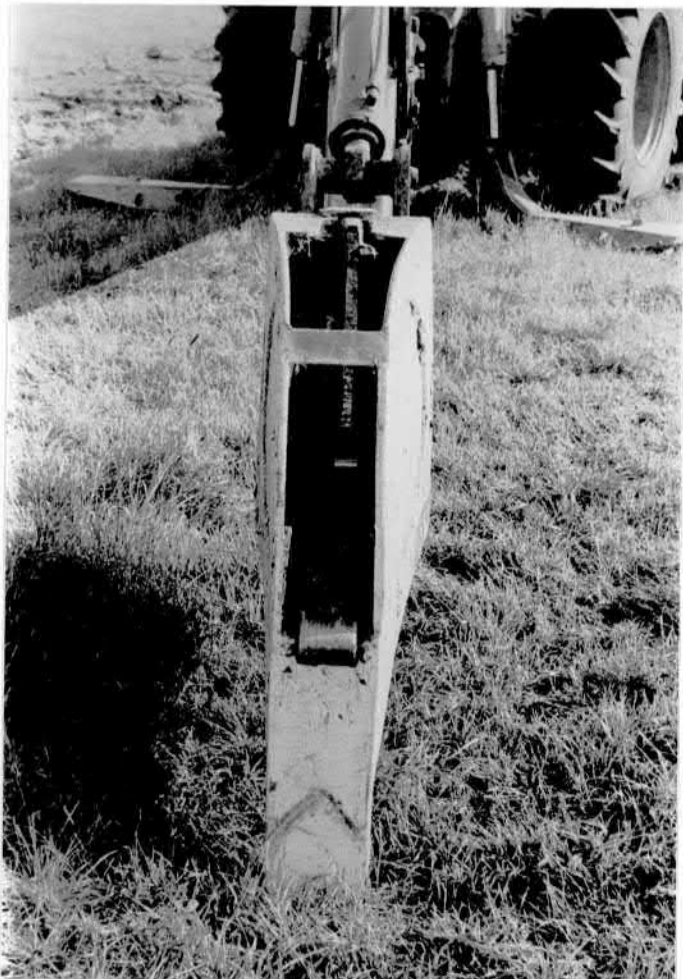


Piirros 3. Verstan tilalla käytetty kauha.

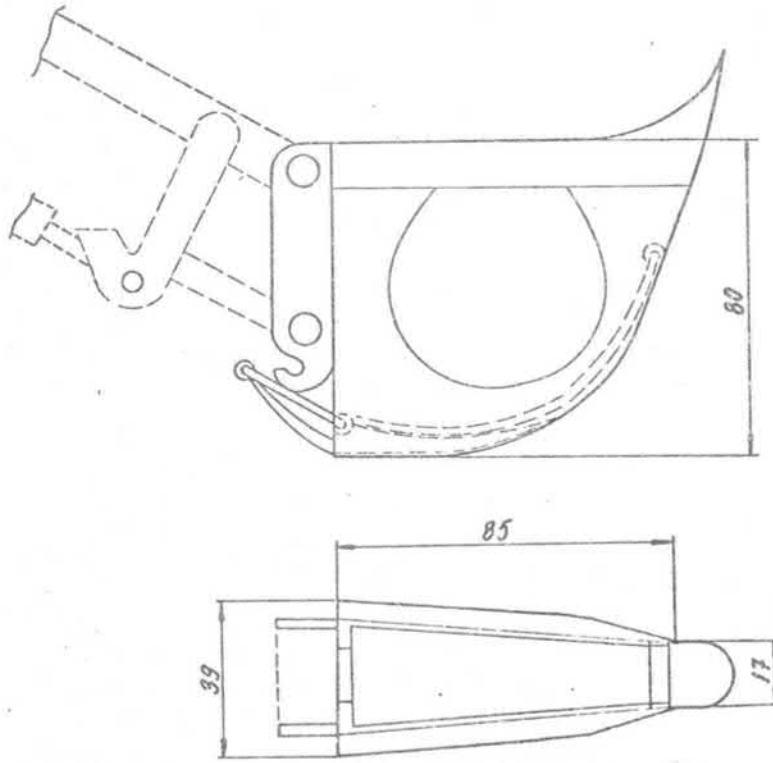
Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla käytetyn kauhan pohja muodostui kahdesta erillisestä osasta, jotka kauhaa tyhjennettäessä painoivat kauhassa olevaa maata pois. Kauhan takareunaan kiinnitetty raskasrakenteinen teräskieli toimi varsinaisen, kauhan etureunaan kiinnitetyn pohjaläpän painona tyhjennysvaiheessa sekä ohjaimena ja pysäyttimenä kauhaa täytettäessä. Kauhan sivuissa olleiden vahvikkeiden takia jäi sivuihin alueet, joiden pinta oli reunojen tasoa alempana. Näiden alueiden tarkoituksena oli vähentää maan ja kauhan välistä kitkaa. Kauhan rakenne näkyy kuvista 10 ja 11 sekä piirroksesta 4. Piirrokseseen 4 on merkitty myös kauhan tärkeimmät mitat. Kauhan kynsi on ollut alunperin n. 5 cm pidempi kuin mitä kuvissa näkyy.



Kuva 10. Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla käytetty kauha sivulta.



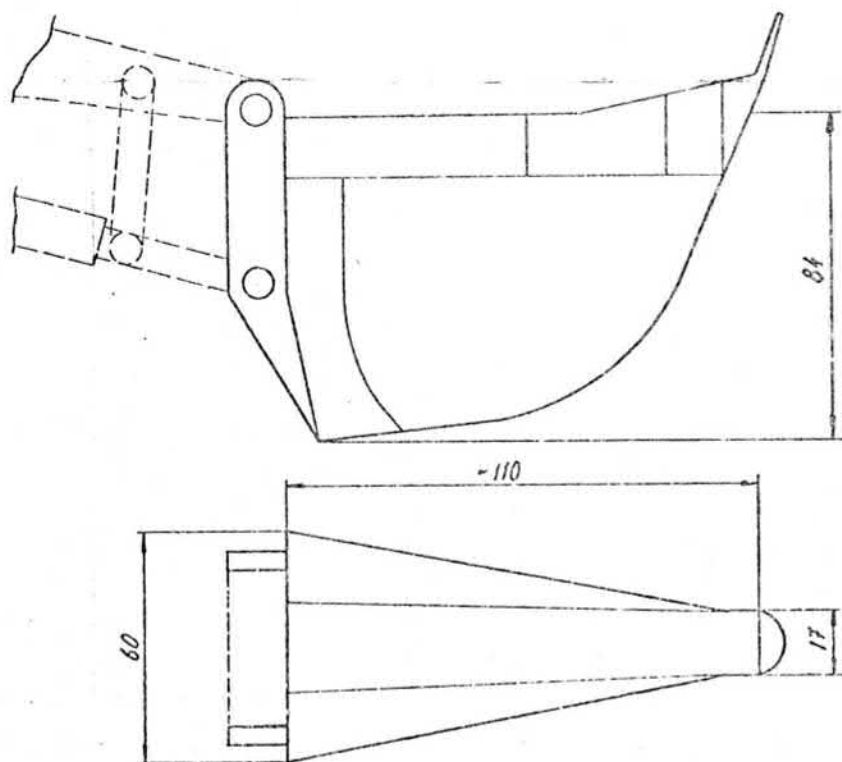
Kuva 11. Edellisen kuvan kauha altapäin.



Piirros 4. Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla käytetty kauha.



Kuva 12. Heikkalan tilalla käytetty kauha.



Piirros 5. Heikkalan tilalla käytetty kauha.

Heikkalan tilalla käytetty kauha oli tilavuudeltaan kaksinkertainen muihin kauhoihin verrattuna, ja myös syntyvän ojan leveys oli suurempi. Kauhan malli näkyy kuvasta 12 sekä piirroksesta 5. Piirroksessa ovat myös kauhan tärkeimmät mitat.

Urakoitsijaryhmien erikoistyövälineistä kannattaa mainita erityisesti Verstan tilalla käytetty sorakuoppa, jossa sora oli aina sopivasti käytettävissä, sillä kuoppa seurasi kaivurin mukana. Ojanpohjantasaaja sai tarvitsemansa soran kuopasta, ja tästä syystä traktorin ei tarvinnut aina olla sorakauhan kanssa lähettyvillä. Sorakuoppa on kuvassa 6, s. 23. Myös Heikkalan tilalla käytetty raudasta valmistettu pohjajuntta on omaperäinen ratkaisu (kuva 7 ja piirros 2, s. 27).

Urakoitsijaryhmän palkkaustavalla on vaikutusta saavutettuun tulokseen. Tutkimuksessa olleille ryhmille maksettiin palkka kaivettujen ojametriensä sekä tehtyjen liitosten ja kaivojen lukumäärän mukaan. Taulukossa 4 on esitetty tutkimuksessa mukanaolleiden urakoitsijaryhmien taksat.

Taulukko 4. Urakoitsijaryhmien taksat.

Tilan nimi	MUOVIPUTKITYÖMAAT		TIILIPUTKITYÖMAAT	
	VERSTA	UITTOKARJU	MÄNTYLÄ	HEIKKALA
Kaivurinkuljettaja + kaivuri mk/m	2,50	2,50	2,50	3,25
Sihtimies mk/m		0,40	0,50	
Ojanpohjantasaaja mk/m	0,60		0,50	
Putkenlaskija mk/m	0,60	0,40	0,50	1,20
Yhteensä mk/m	3,70	3,30	4,00	4,45
Liitoksen teko mk/kpl	20,00	Liitoksista ei erillistä ve- loitusta, koska urakoitsija- ryhmä söi tilalla		Hinta ei ole kiinteä
Kaivon teko mk/kpl	170,00 (140,00 mikäli salaojittaja osallistui te- kemiseen)	100,00 kai- vaminen, muu hintaa ei ole kiinteä	Ei tehty kaivo- ja, yleensä sa- ma veloitus kuin Uittokar- jussa	
Muut palkanomaiset edut	Ruoka ja kahvi 2 kertaa päivässä			
Huomautuksia				Urakoitsija- ryhmä ei syö- nyt tilalla

Tutkimustyömailla työskennelleiden muiden työntekijöiden määrät, aikaisempi salaojituskokemus sekä pääasiallisimmat tehtävät näkyvät taulukossa 5. Muiden työntekijöiden määrät vaihtelivat vielä enemmän kuin urakoitsijaryhmien työntekijämäärät. Muilla työntekijöillä ei ollut yleensä aikaisempaa salaojituskokemusta, ja siksi he eivät osanneet aina toimia tilanteen edellyttämällä tavalla. Työtehtävät olivat hyvin samanlaisia kaikilla tutkimustyömailla. Heikkalassa tosin sorastuksen ja ruokamullan pudotuksen osuus oli suuri, koska sorastus tehtiin n. 20 cm vahvuiseksi, ja ruokamultaa pudotettiin soran päälle n. 50 cm.

Taulukko 5. Muiden työntekijöiden määrät, aikaisempi salaojituskokemus sekä pääasiallisimmat tehtävät.

	MUOVIPUTKITYÖMAAT		TIILIPUTKITYÖMAAT	
	VERSTA	UITTOHARJU	MÄNTYLÄ	HEIKKALA
Muiden työntekijöiden lukumäärä	2	5	2 (viimeisenä tutkimuspäivänä vähän aikaa)	5 (2 päivänä) 4 (2 päivänä)
1. TYÖNTEKIJÄ (isäntä) -salaojituskokemus -pääasiallisimmat tehtävät	ei traktorin kuljettaminen, sorastus, ruokamullan pudotus, sorasilmäkkeiden tekeminen	runsaasti traktorin kuljettaminen	runsaasti traktorin kuljettaminen, sorastus, putkien jakaminen	ei traktorin kuljettaminen, sorastus, sorasilmäkkeiden tekeminen
2. TYÖNTEKIJÄ -salaojituskokemus -pääasiallisimmat tehtävät	ei sorastus, ruokamullan pudotus	jonkin verran traktorin kuljettaminen, sorastus	ei ruokamullan pudotus	ei traktorin kuljettaminen, sorastus, soran lisäys
3. TYÖNTEKIJÄ -salaojituskokemus -pääasiallisimmat tehtävät		ei putken painaminen ojanpohjaan		ei sorastus, ruokamullan pudotus, putkien jakaminen
4. TYÖNTEKIJÄ -salaojituskokemus -pääasiallisimmat tehtävät		ei sorastus, ruokamullan pudotus		ei sorastus, ruokamullan pudotus, putkien jakaminen
5. TYÖNTEKIJÄ -salaojituskokemus -pääasiallisimmat tehtävät		jonkin verran soran lisäys, putkien jakaminen		jonkin verran sorastus, ruokamullan pudotus, putkien jakaminen

Työmailla käytetyt putkien ja soran siirtotraktorit sekä niiden takakauhat on esitelty taulukossa 6.

Taulukko 6. Putkien ja soran siirtotraktorit ja niiden takakauhat.

	MUOVIPUTKITYÖMAAT		TIILIPUTKITYÖMAAT	
	VERSTA	UITTOHARJU	MÄNTYLÄ	HEIKKALA
1. TRAKTORI	Valmet 903 turbo	Massey-Ferguson 575	Massey-Ferguson 165	Zetor 6945
3-pistekiinnitteinen kauha				
- pohjan koko cm	94x183	83x175	90x185	73x180 ^{*)}
- etureunan korkeus cm	34	70	55	50 ^{*)}
2. TRAKTORI		Massey-Ferguson 135		Nuffield 342
3-pistekiinnitteinen kauha				
- pohjan koko cm		72x98 ^{*)}		95x131 ^{**)}
- etureunan korkeus cm		60 ^{*)}		45

^{*)} Mitat ovat noin-mittoja, koska kauha ei ollut tasareunainen.

^{**)} Kauha oli lantatalikon päälle rakennettu teräskaukalo.

Kuvassa 13 on näkymä Verstan työmaalta. Kuvassa olevat työntekijät ja heidän työtehtävänsä ovat vasemmalta lukien seuraavat: Putkenlaskija painaa putkea ojanpohjaan, sorastaja noutaa soraa=sorastus, sihtimies 1. ojanpohjantasaaja tasaa ojanpohjaa, toinen sorastaja noutaa soraa=sorastus ja kaivurinkuljettaja käyttää kaivuria. Kaivurilla on menossa irroittaa-vaihe kaivaa-tapahtumasta ja traktorilla sorastus-tapahtuma.



Kuva 13. Näkymä Verstan salaojitustyömaalta.

3.3.1 Tutkimustyömaiden ja -kohteiden edustavuus

Jotta tutkimus olisi edustava, pitää tutkimusolosuhteiden olla normaalit, ja kaikilla tutkittavan ilmiön osilla pitää olla yhtä hyvät mahdollisuudet tulla mukaan näytteeseen (HOVI ym. 1967 , s. 56). Tässä tutkimuksessa on pyritty edustavuuteen mm. seuraavilla toimenpiteillä:

Tutkimusalueeksi valittiin Kuopion ja Mikkelin läänit, koska niiden alueella salaojittaminen traktorikaivuria käyttäen on yleistä, ja siten kaivuolosuhteet ovat kaivurisalaojitukselle normaalit. Työmaiden piti olla sellaisia, että ne oli suositeltu ojitettaviksi kaivurilla. Lisäksi maalajin piti olla kivennäismaata, mutta tästä vaatimuksesta jouduttiin jonkin verran tinkimään. Työmaan pinta-alan alarajaksi asetettiin 2 ha. Tällä toimenpiteellä haluttiin taata riittävä havaintomäärä, ja siten riittävä tarkkuus tutkimukseen.

Urakoitsijaryhmien valinnassa kiinnitettiin huomiota työkokemukseen sekä -menetelmään. Tavoitteena oli ,että työntekijöissä olisi sekä useamman vuoden salaojitustöitä tehneitä, että vasta vähän työkokemusta omaavia, ei kuitenkaan aivan vasta-alkajia. Urakoitsijaryhmien työmenetelmien ja miesvahvuuksien tuli vastata normaaleja, yleisesti käytössä olevia. Näillä perusteilla päädyttiin tutkimuksessa mukana olleisiin kolmeen ryhmään. Valitettavasti eräiden esteiden vuoksi ei tutkimukseen saatu sellaista työryhmää, joka olisi tasoittanut ojien pohjat sekä laskenut putket ojanpohjalla työskennellen.

Tutkittavan työn tarkalla osittelulla pyrittiin helpottamaan eri tapahtumien tuloa mukaan tutkimukseen. Jotta tutkijan ilmestyminen työpaikalle ei muuttaisi normaalia työrytmiä ja -menetelmää, kerrottiin työntekijöille ennen tutkimusta sen tarkoituksesta ja tavoitteista, sekä esiteltiin käytettävä tutkimusmenetelmä. Työntekijöillä oli myös mahdollisuus esittää tutkimusta koskevia kysymyksiä.

Koska tutkimus tehtiin kaivurisalaojitusta ajatellen normaaleissa olosuhteissa, ja tutkittavien urakoitsijaryhmien kokoonpanot ja työmenetelmät olivat normaalit, yleisesti käytössä olevat, voidaan

tutkimusta pitää edustavana. Tutkimustyömaiden lukumäärä olisi tosin saanut olla suurempi, mutta resurssit eivät antaneet lukumäärän nostamiseen mahdollisuutta. Lisäksi tutkimukseen olisi pitänyt saada mukaan urakoitsijaryhmä, joka olisi tasoittanut ojien pohjat ja laskenut putket ojanpohjalla työskennellen. Näin olisi saatu tutkituksi kaikki yleiset työmenetelmät.

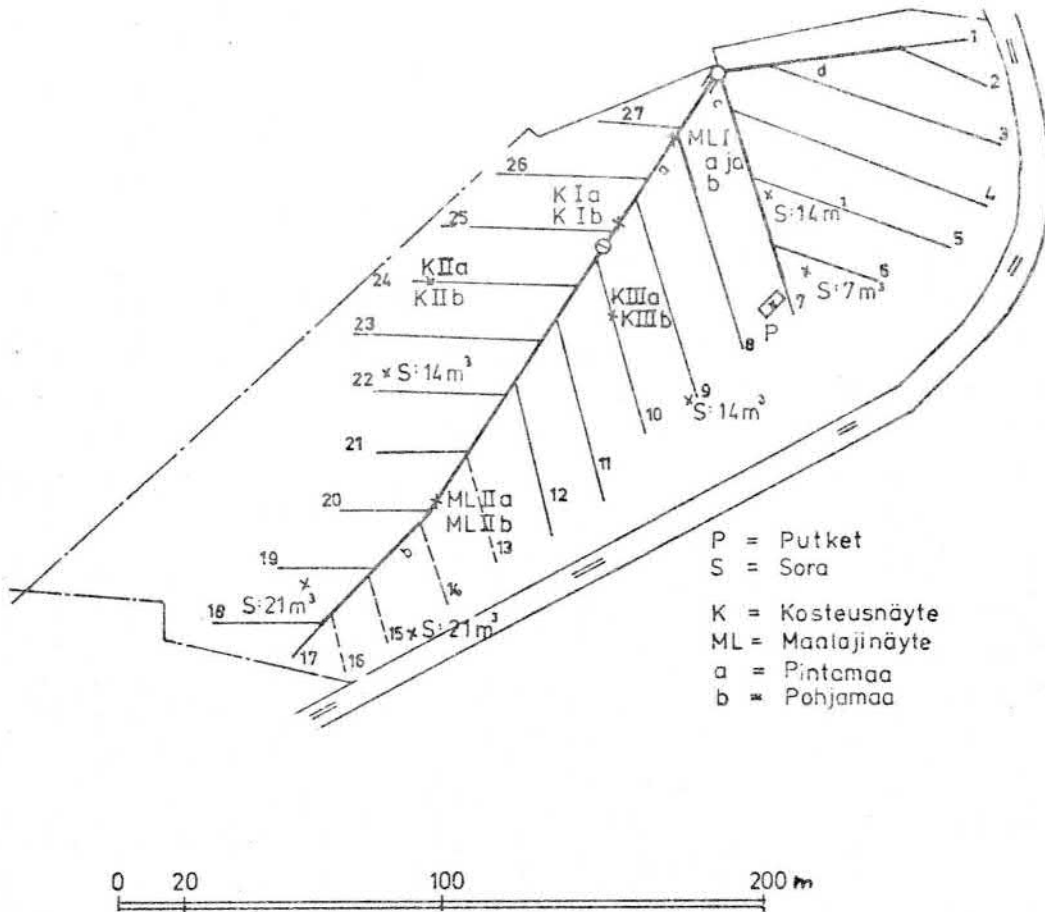
3.3.2 Työmaaolosuhteet

Työmaaolosuhteilla on oleellinen vaikutus työnmenekkiin. Tästä syystä kiinnitettiin tutkimuksessa suurta huomiota olosuhteiden määrittämiseen, ja ne esitetään myös jokaiselle työmaalle erikseen. Työmaaolosuhteita määritettäessä otettiin huomioon työmaajärjestelyt, säätila, maan kosteus, maalaji, maakerrosten paksuus sekä kivisyys, lohkareisuus ja puisuus. Näiden määrittämisen jälkeen pääteltiin, tapahtuiko salaojittaminen helppoissa, normaaleissa vai vaikeissa olosuhteissa.

3.3.2.1 Työmaaolosuhteet Verstan tilalla

Verstan tilalla tutkimustyömaana olleen ojaston 3 alue oli sarkaojitettua kesantopeltoa, eikä ojia oltu kynnetty umpeen ennen salaojittamisen aloittamista. Umpeenkyntäminen tehtiin kuitenkin kolmannen työpäivän iltana. Ojaston alaosa oli kostealla mutamaalla. Maan kosteuteen vaikutti se, että alueen lähistöllä olevan lammen vedenpinta oli korkealla. Tästä syystä tehtiin salaojituksestakin vedenalainen. Jotta vesi ei seisoi putkistossa ja kaivantojen pohjalla, ja haittaisi näin ojittamista, täytyi laskuaukkokaivosta imeä vettä lietevaunun pumpun avulla. Lietevaunu oli käytössä kaikkiaan kahden ja puolen päivän ajan = 19,5 h. Sen jälkeen vesi ei enää haitannut ojittamista. Lietevaunua käyttävän traktorin ja sen kuljettajan kokonaistyönmenekkejä ja niiden jakautumista eri tapahtumille ei tutkimuksessa otettu huomioon, koska katsottiin, että kyseessä on erikoistapaus, jota ei voida laskea mukaan pyritäessä yleisiin työnmenekkiarvoihin. Lisäksi traktori ja sen kuljettaja olivat varsinaisten havainnointikohteiden ulkopuolelta, eivätkä siksi vaikuttaneet tutkimustulokseen.

VERSTA
Ojasto 3
3,09 ha



Piirros 6. Putkien ja soran sijoituspaikat, soramäärät sekä kosteus- ja maalajinäytteiden ottopaikat.

Muoviputkikiepit ja tarvikkeet oli varastoitu alueella sijaitsevaan latoon, josta niitä noudettiin tarvittaessa kantamalla. Soraa oli kuudessa eri paikassa. Putkien ja soran sijoituspaikat ja soramäärät näkyvät piirroksessa 6.

Verstan tilalla tutkimus kesti viisi päivää. Säätila oli tänä aikana kolmena päivänä pilvipoutaa ja kahtena tiikusadetta. Tämä työaikana sataminen ei haitannut työntekoa kovinkaan paljoa, sillä sade ei liettänyt pellon pintaa. Tietysti sateella työskenteleminen oli epämiellyttävämpää kuin poudalla.

Selvästi ojitusta haittaava sade oli kuitenkin viikonlopun aikana, jolloin työt olivat muutenkin keskeytyneinä. Perjantain ja lauantain välisenä yönä (27.6.-28.6.) satoi lähimmän, Viitasaaren säähavaintoaseman mukaan 70 mm. Tämä rankkasade hankaloitti työskentelyä viimeisenä tutkimuspäivänä (30.6.) vielä melkoisesti, sillä vesi seisoi umpeenkynnettyjen avo-ojien kohdilla, ja pellon pinta oli liettynyt. Kaivetuista ojista n. 25 metriä tehtiin kohtaan, joka oli veden alla.

Rankkasateen vaikutus näkyy myös kosteusnäytteiden tuloksissa. Näytteiden ottopaikat ja koodit ovat piirroksessa 6. Kosteusnäytteiden tulokset olivat seuraavat:

K I a 41,08 paino-%	K II a 17,93 paino-%	K III a 38,49 paino-%
" " b 73,11 "	" " b 19,04 "	" " b 23,70 "

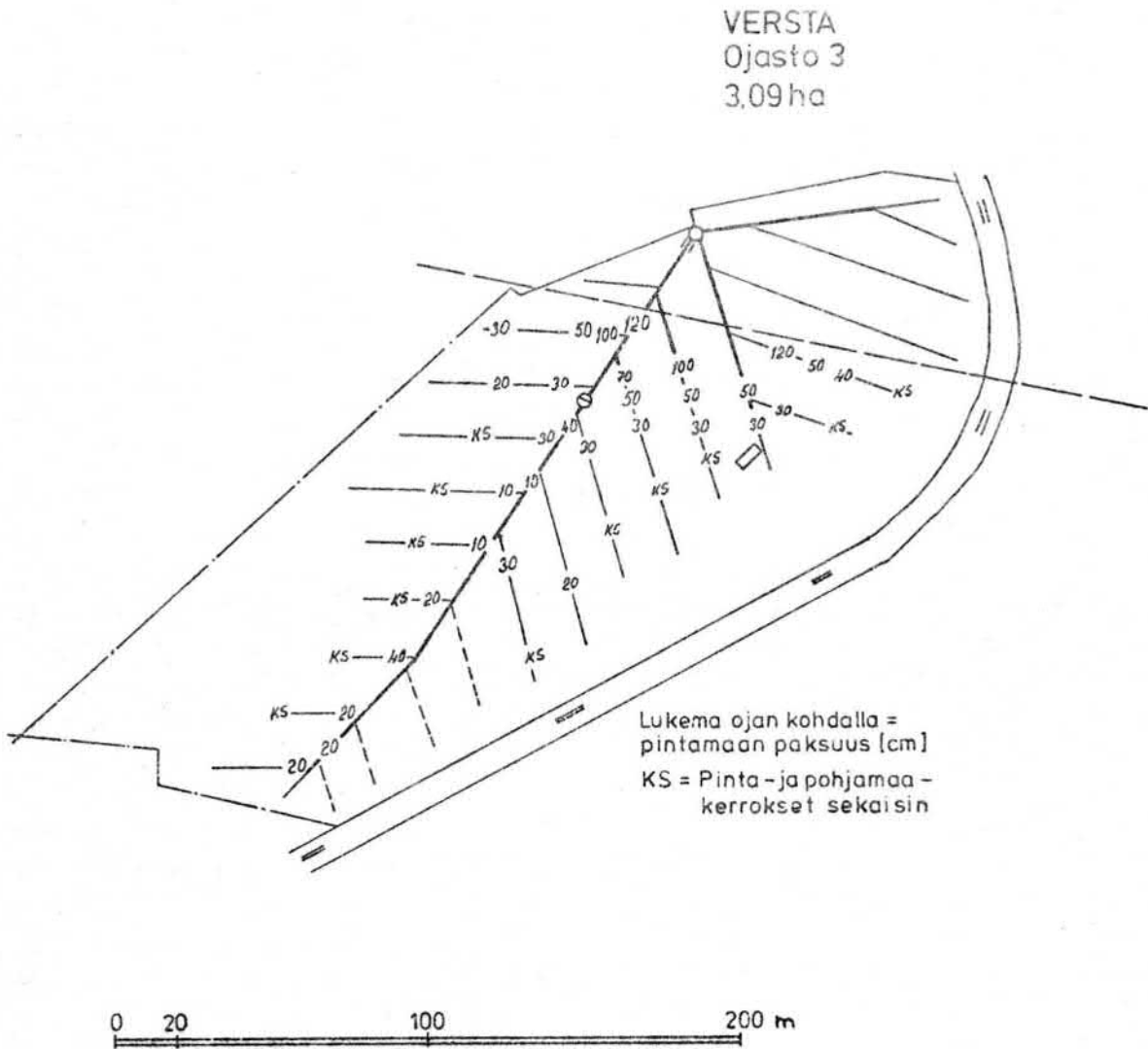
Ensimmäinen näyte oli kohdasta, jossa kostean mutamaan vaikutus oli vielä nähtävissä. Mikäli näyte olisi otettu alempaa, eli lähempää laskuaukkokaivoa, olisivat kosteusprosentit olleet vielä suurempia. Toinen ja kolmas näyte otettiin hyvin samanlaisista kohdista, joten tulosten olisi pitänyt olla vertailukelpoisia keskenään. Kolmas näyte otettiin kuitenkin viimeisenä tutkimuspäivänä, eli vasta rankkasateen jälkeen, ja siksi kosteusprosentit olivat suuremmat. Pintamaan kosteushan oli yli kaksinkertainen toiseen näytteeseen verrattuna ja lähes sama mutamaan näytteen kosteuden kanssa. Se, että kolmannen näytteen pohjamaan kosteus ei ollut paljoakaan suurempi kuin toisen näytteen, osoittaa, että maa oli tiivistä.

Salaojitussuunnitelman mukaan maalaji oli ojaston alaosassa mutaa ja yläosassa tiivistä hiesuista hietasavea. Koska maalajinäytteet luokiteltiin toisen maalajiluokituksen mukaan, olivat nimet erilaisia. Näytteiden ottopaikat ja koodit on esitetty piirroksessa 6. Geo-luokituksen mukaan maalajit olivat seuraavat:

ML I a ja B:	muta (Mu)
ML IIa	: humusmaa (Hm)
ML IIb	: lihava savi (liSa) (saves Sa 54 %, siltti Si 46 %)

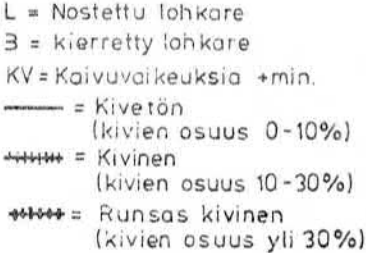
Piirroksessa 7 on esitetty työmaalla havaitut pintamaan paksuudet.

Katkoviiva osoittaa rajan, jonka laskuaukkokaivon puolella oli mu-
taa koko kaivusyvyyden osalta. Mutamaalle kaivettiin kaikkiaan n.
350 metriä ojaa eli n. 25 % koko ojamäärästä.



Piirros 7. Havaitut pintamaan paksuudet.

Tutkimuksessa arvioitu salaojien kivisyys sekä yksitellen lasketut
lohkareet on esitetty piirroksessa 8. Lisäksi piirrookseen on mer-
kitty kaivurin kaivuvalikeuksia-tapahtuman esiintyminen minuutteina
työmaan eri kohdissa.



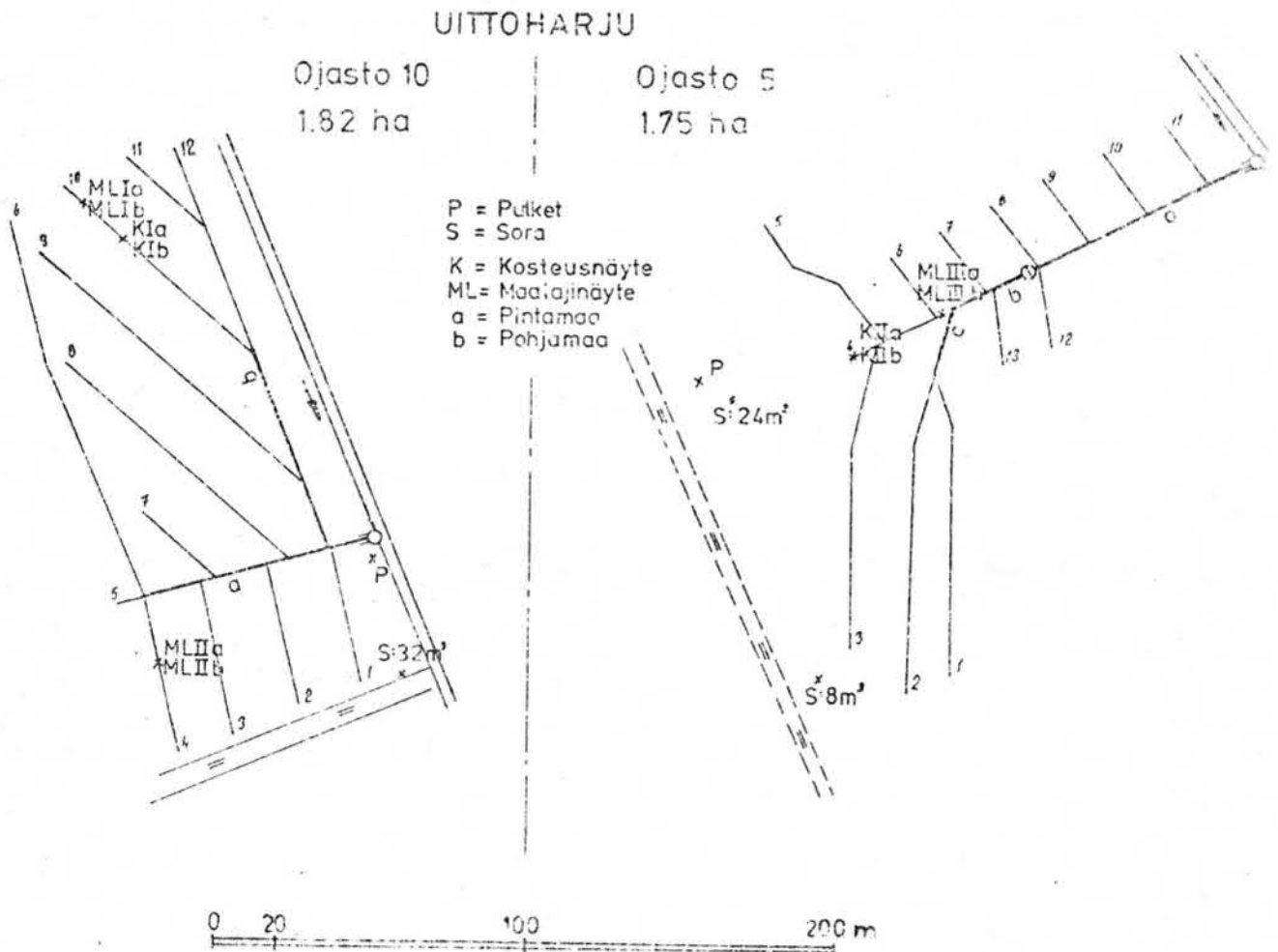
Kaivetuista salaojista oli kivetöntä n. 1250 m, kivistä n. 120 m ja runsaskivistä n. 20 m. Salaojista nostettiin ylös 20 lohketta ja 21 kierrettiin. Kuten piirroksesta näkyy, alkoivat kivet ja lohket häiritä ojittamista vasta kivennäismaan osuuden lisääntyessä. Kaivuvaikeudet keskittyivät selvästi muutamiin kohtiin työmaata. Kivet ja lohket hidastivat kaivua myös muualla, mutta hidastava vaikutus ei ollut niin suuri, että tapahtuma olisi voitu kirjata kaivuvaikeuksiin. Kivet olivat pääasiassa kaivusyvyyden alaosassa ja usein niin tiukassa, etteivät irronneet kuin avaamalla. Toisinsanoen kiven tai lohkeen ympäriltä täytyi poistaa maata ennenkuin se saatiin irroitetuksi. Lohkareiden määrä oli Verstan työmaalla erittäin suuri.

Työmaaolosuhteiden perusteella voidaan päätellä, että Verstan tutkimustyömaalla salaojitettiin vaikeissa olosuhteissa.

3.3.2.2 Työmaaolosuhteet Uittoharjun tilalla

Uittoharjun tutkimustyömaa oli sarkaojitettua heinäpeltoa. Avo-ojat oli ajettu jyrsimällä umpeen ennen salaojittamista. Muoviputkikiepit ja tarvikkeet sijaitsivat ojitusalueiden läheisyydessä olevassa ladossa, josta oli 320 m matkaa ojaston 5 ja 400 m ojaston 10 putkien säilytyspaikoille. Ladosta putket kuljetettiin pellolle traktorilla ja peräkärryllä. Pellolla peräkärry jätettiin tiettyyn paikkaan, josta putket kuljetettiin kantamalla ojalinjalle. Soraa oli kolmessa paikassa. Putkien ja soran sijoituspaikat sekä sora-määrät näkyvät piirroksessa 9.

Säätila oli koko kolmepäiväisen tutkimusajan pilvipoutaa, joten työolosuhteet olivat sään puolesta hyvät. Uittoharjun tilalla otettiin kosteuskäytännöitä kahdesta eri paikasta, sekä pinta- että pohjamaasta. Näytteiden ottopaikat ja koodit ovat piirroksessa 9.



Piirros 9. Putkien ja soran sijoituspaikat, sora-määrät sekä kosteus- ja maalajinäytteiden ottopaikat.

Kosteusnäytteistä saatiin seuraavat tulokset:

K I a 65,98 paino-%

K II a 22,52 paino-%

" " b 68,75 "

" " b 15,16 "

Ojasto 10, jonka alueelta ensimmäinen kosteusnäyte otettiin, oli lähes kokonaisuudessaan mutamaata. Näyte on pyritty ottamaan sellaisesta kohtaa, että se kuvaaisi alueella vallinnutta maan kosteutta. Vaikka maa olikin hyvin kosteaa, ei siitä ollut haittaa koneille. Maa kantoi kaivuria hyvin, koska pinta oli nurmen takia kova. Ojaston 5 alaosassa, mutamaan kohdalla, kosteus oli samaa luokkaa kuin ensimmäisessä näytteessä. Ojaston yläosasta otetun näytteen tulos vastasi normaalia kosteutta. Salaojitussuunnitelman mukaan maalaji oli ojastoiden alueilla pääasiassa mutaa, mutta myös jonkin verran tiivistä hiesuhiettaa esiintyi. Tutkimuksen aikana otettujen näytteiden ottopaikat ja koodit ovat piirroksessa 9. Näytteiden maalajit olivat Geo-luokituksen mukaan seuraavat:

ML I a : muta (Mu)

ML I b : muta (Mu)

ML II a : muta (Mu)

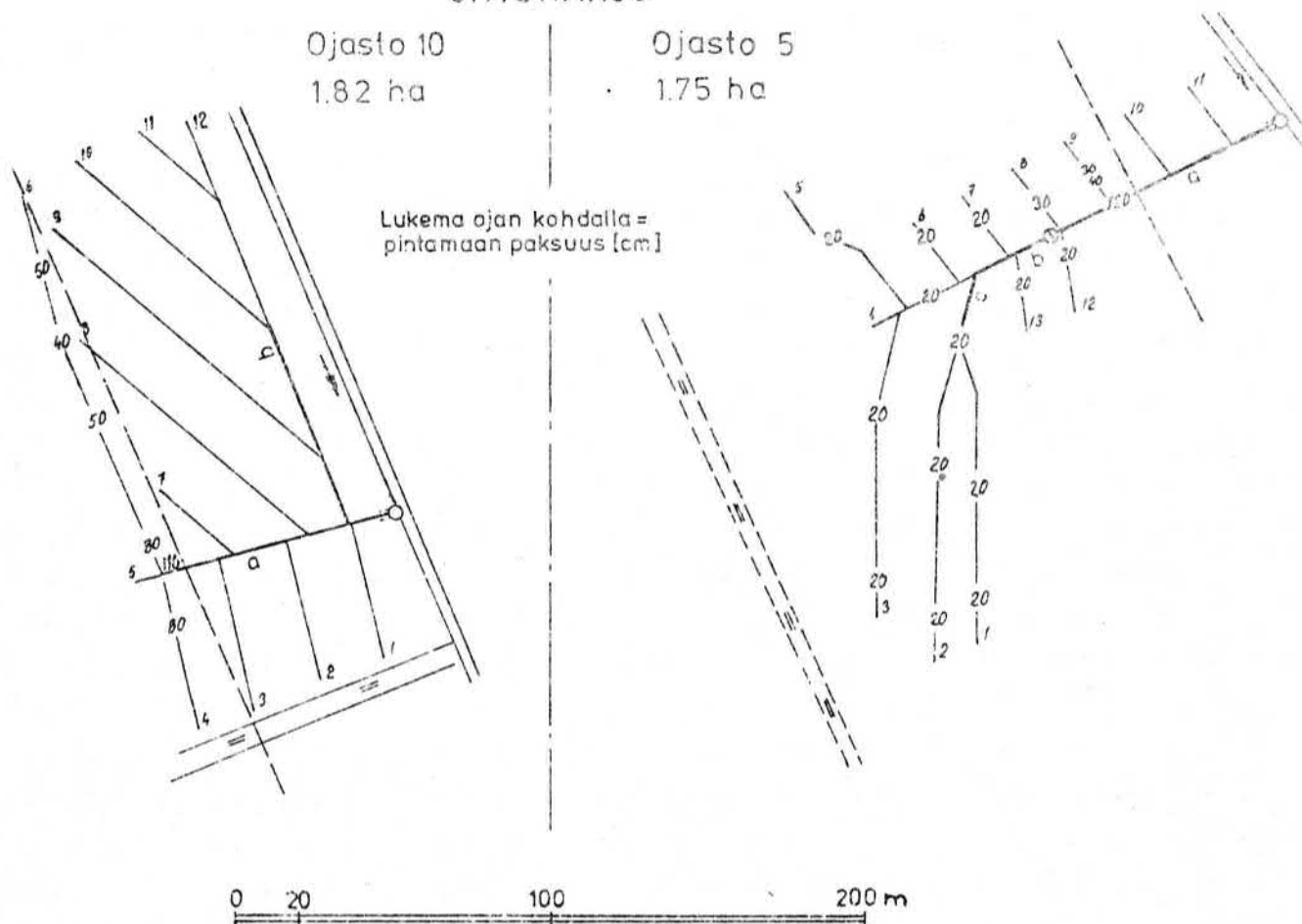
ML II b : hiekkainen siltti (hkSi) (saves Sa 10%, siltti Si 42%,
hiekkä Hk 48%)

ML III a : humusmaa (Hm)

ML III b : laiha savi (laSa) (saves Sa 46%, siltti Si 54%)

Toisen näytteen pohjamaan tulos voidaan soveltaa koko ojaston 10 yläosan pohjamaahan. Ojaston 5 alaosa oli mutamaata koko kaivusvyödyden. Ojaston yläosassa pohjamaa oli laihaa savea. Piirroksessa 10 on esitetty työmaalla havaitut pintamaan paksuudet. Katkoviivat osoittavat rajat, joiden laskuaukkokaivon puolella oli mutaa koko kaivusvyödyden. Kuten kuviosta huomataan, oli ojastossa 10 mutamaan osuus erittäin suuri. Kun siihen lisätään vielä ojaston 5 alaosan mutamaan osuus, saadaan tulokseksi, että n. 800 metriä ojaa eli lähes puolet koko työmaan ojamäärästä tehtiin pelkkään mutamaahan.

UITTOHARJU

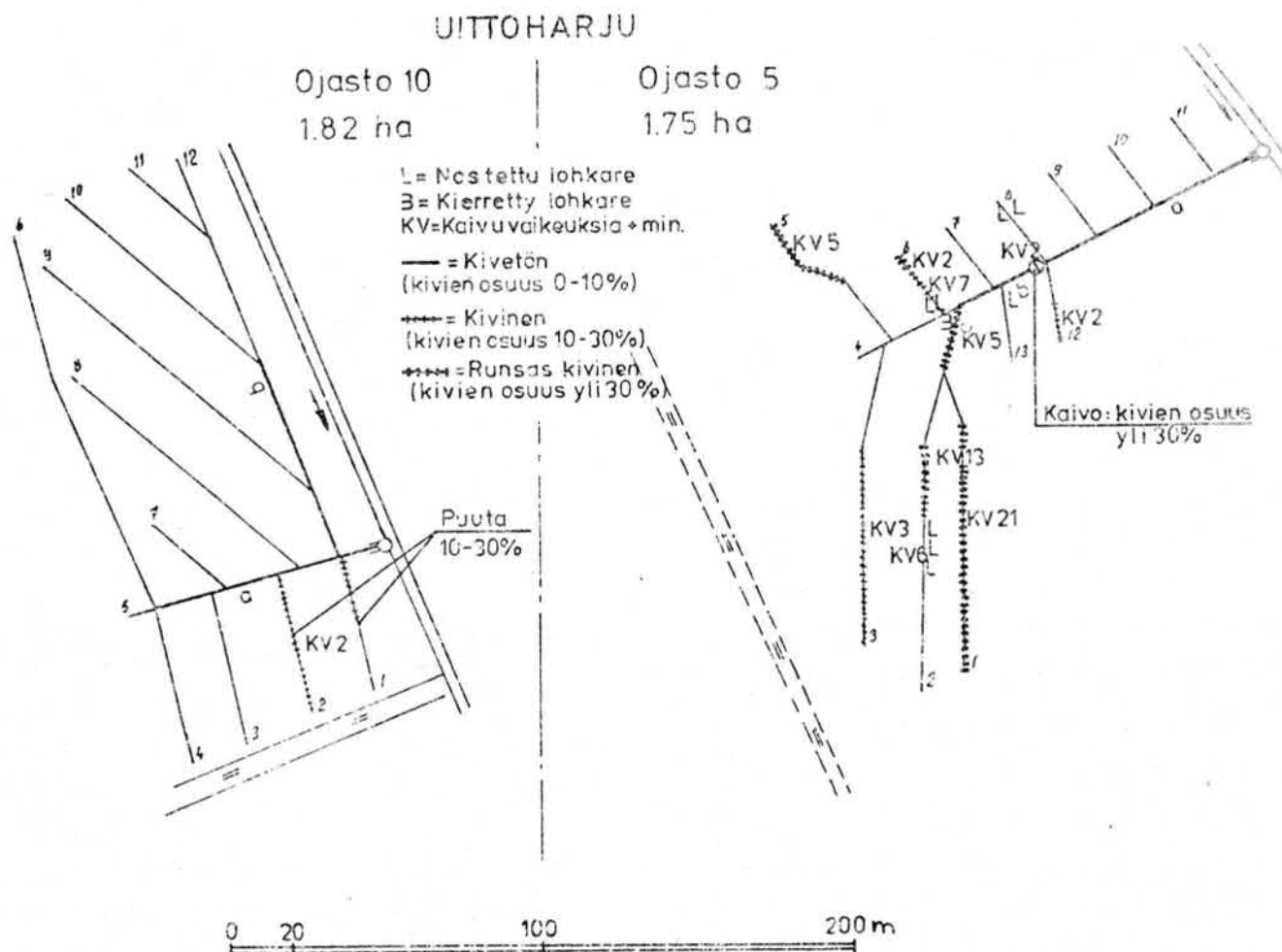
Ojasto 10
1.82 haOjasto 5
1.75 haLukema ojan kohdalla =
pintamaan paksuus [cm]

Piirros 10. Havaitut pintamaan paksuudet.

Tutkimuksessa arvioitu salaojien kivisyys, puisuus sekä yksitellen lasketut lohkarieet on esitetty piirroksessa 11. Lisäksi piirroksessa näkyy kaivurin kaivu vaikeuksia-tapahtuman esiintyminen minuutteina työmaan eri kohdissa. Kaivetuista ojista oli kivetöntä ja puutonta n. 1310 m, kivistä n. 100 m, puista n. 65 m sekä runsaskivistä n. 150 m. Ojista nostettiin ylös 8 lohkarieetta, ja kiertämään jouduttiin yhtä lohkarieetta.

Kuten piirroksesta 11 näkyy, ei ojaston 10 alueella ollut kiviä eikä lohkarieita. Maassa olleiden puiden kaivua haittaava vaikutus oli melko vähäinen, sillä maa oli löyhää, ja siksi suuretkin puut nousivat maasta vaivattomasti ja nostivat mukanaan vielä runsaasti maatakin. Selviä kaivu vaikeuksia alueella oli vain kaksi kertaa. Ojaston 5 alaosassa ei ollut kaivu vaikeuksia. Ensimmäiset vaikeudet kohdattiin rinnekaivoa kaivettaessa, sillä kivisyys, varsinkin kaivannon

alaosassa, oli suuri. Kivennäismaan osuuden lisääntyessä alkoi alueella esiintyä myös enemmän kiviä ja jonkin verran lohkareita. Tämä seikka merkitsi myös kaivuvaikeuksien lisääntymistä.



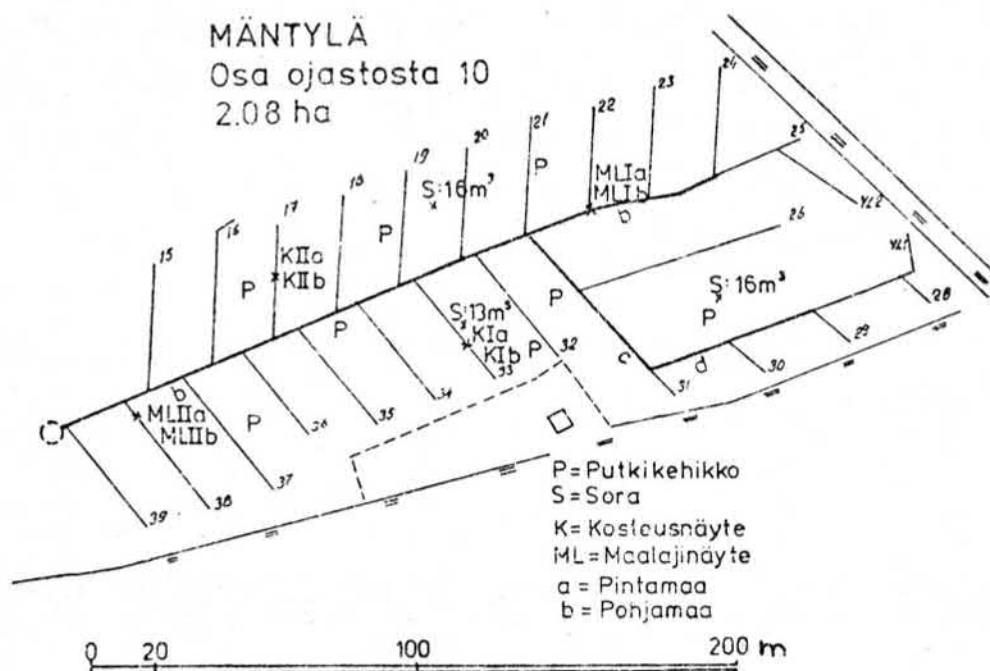
Piirros 11. Salaojien kivisyys, puisuus, nostetut ja kierretyt lohcareet sekä kaivurin kaivuvaikeuksia-tapahtuman esiintyminen.

Kaivuvaikeuksia-tapahtuman määrä/100 m oli Uittoharjun tilalla pienempi kuin Verstan tilalla, vaikka kivisyyden mukaan katsottaessa sen olisi pitänyt olla suurempi. Työmailla oli kuitenkin selvä ero. Uittoharjun tilalla kivet eivät olleet niin tiukassa kuin Verstan tilalla, ja siksi kaivurin työskentely oli tehokkaampaa. Tähän vaikutti myös kaivurin kauhan murtovoima, joka oli Uittoharjun tilalla 1,6-kertainen. Lohkareiden määrä oli tällä tilalla vain vajaa neljännes Verstan lohcareiden määrästä.

Työmaakuvausten perusteella voidaan päätellä, että salaojittaminen tapahtui kaivurisalaojitukselle normaaleissa olosuhteissa.

3.3.2.3 Työmaaolosuhteet Mäntylän tilalla

Mäntylän tutkimustyömaalla ei ollut avo-ojia. Aluetta oli käytetty laitumena, joten se oli laidunnurmella. Tiiliputkikehikot oli sijoitettu työmaa-alueelle valmiiksi sopivin etäisyyksin. Kuitenkin jonkin verran putkia noudettiin myös työmaan ulkopuolelta n. 140 m etäisyydeltä. Noutamisessa samoin kuin kehikoiden siirtelyssä ja putkien siirtämisessä kehikosta ojalinjalle käytettiin traktoria ja takakauhaa. Osa putkista siirrettiin ojalinjalle myös kantamalla sekä kaivurin etukauhassa. Soraa oli kolmessa eri paikassa. Putkikehikoiden ja sorakasojen sijoituspaikat sekä kussakin kasassa ollut soramäärä näkyvät piirroksessa 12.



Piirros 12. Putkien ja soran sijoituspaikat, soramäärät sekä kosteus- ja maalajinäytteiden ottopaikat.

Säätila oli koko kaksi ja puolipäiväisen tutkimusajan aurinkoista sekä pilvipoutaa, joten työolosuhteet olivat sään puolesta hyvät. Mäntylän tilalla otettiin kosteusnäytteitä kahdesta eri paikasta,

sekä pinta- että pohjamaasta. Näytteiden ottopaikat ja koodit on esitetty piirroksessa 12. Kosteusnäytteiden tulokset olivat seuraavat:

K I a 23,18 paino-%

" " b 15,29 "

K II a 22,37 paino-%

" " b 17,10 "

Tulokset osoittavat, että maan kosteus oli hyvin tasainen työmaan eri osissa. Kosteus oli normaalia tasoa, eikä siksi aiheuttanut vaikeuksia. Ainoat vesihaitat ilmenivät silloin, kun oja osui paineellisen pohjaveden kohtaan, mutta tämä oli hyvin harvinaista. Maalaji oli salaojitussuunnitelman mukaan tiivistä hiesuhietaa ja muokkauskerros multavaa. Maalajinäytteitä otettiin kahdesta paikasta. Näytteiden ottopaikat ja koodit ovat piirroksessa 12. Geoluokituksen mukaan näytteiden maalajit olivat seuraavat:

ML I a : humusmaa (Hm)

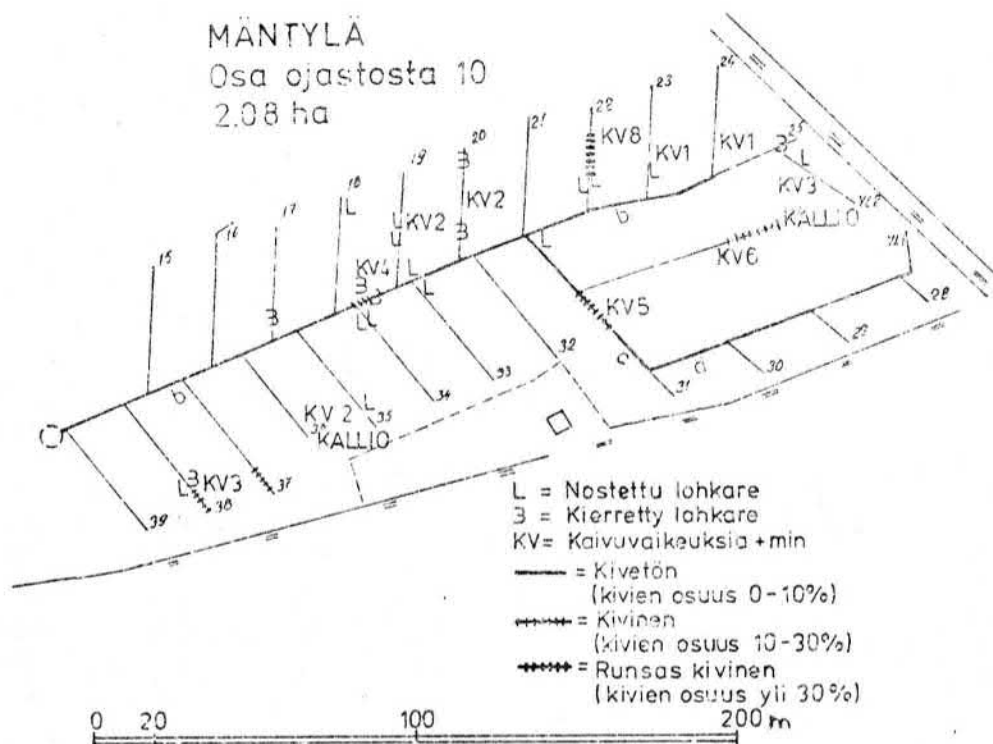
ML I b : lihava savi (liSa) (saves Sa 57%, siltti Si 43 %)

ML II a: humusmaa (Hm)

ML II b: laiha savi (laSa) (saves Sa 42 %, siltti Si 58 %)

Ojitusalueella pintamaan paksuus oli n. 20 cm, joten havainnoista ei laadittu piirrosta.

Tutkimuksessa arvioitu salaojien kivisyys sekä yksitellen lasketut lohkat on esitetty piirroksessa 13, josta näkyy myös kaivurin kaivu vaikeuksia-tapahtuman esiintyminen minuutteina työmaan eri kohdissa. Kaivetuista ojista oli kivetöntä n. 1160 m, kivistä n. 55 m sekä runsaskivistä n. 15 m. Kiviä oli ojissa tietysti muuallakin, mutta ei niin suuria määriä, että olisi voitu määrittää oja kivi-seksi. Lohkat nostaettiin ojista ylös 14 kappaletta ja 7 jouduttiin kiertämään. Kahdessa kohtaa ojitus täytyi lopettaa kallion takia.



Piirros 13. Salaojien kivisyys, nostetut ja kierretyt lohkareet sekä kaivurin kaivuvaikeuksia-tapahtuman esiintyminen.

Koska työmaan maalaji on kokonaisuudessaan kivennäismaata, olivat kaivuvaikeudet jakautuneet tasaisemmin kuin muoviputkityömailla. Mäntylän tilalla oli vähiten kaivuvaikeuksia/100 m. Uittoharjun tilaan verrattuna kivien määrä oli erittäin pieni, kun taas lohka-reita oli enemmän. Eniten näiden kahden työmaan eroa kaivuvaikeu-
dessa tasoitti se seikka, että Uittoharjun tilalla helppokaivuisen mutamaan osuus oli lähes puolet, Mäntylän työmaan ollessa kokonaan kivennäismaata. Työmaiden kaivuvaikeuden yhtäläisyyttä puoltaa myös se, että kaivaa ojalinjalla-tapahtuman työnmenekki oli Mänty-
län tilalla suurempi, vaikka kaivuri ja kuljettaja olivat samat, ja Uittoharjun kivisyys huomattavasti suurempi.

Edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että Mäntylässä työ-
maaolosuhteet olivat normaalit.

3.3.2.4 Työmaaolosuhteet Heikkalan tilalla

Heikkalan tutkimustyömaalla ei ollut avo-
toa, ja tästä syystä sade oli liettänyt pellon pintakerrosta jonkin

verran, mutta siitä ei ollut mainittavaa haittaa. Tiiliputkia oli jaettu ojalinjojen läheisyyteen, n. 5 m päähän ojasta, pieniin ka-soihin. Paikoitellen putkia oli kuitenkin liikaa, ja niitä jouduttiin kuljettamaan sellaisiin kohtiin, joissa ei ollut putkia lainkaan tai oli liian vähän. Osa putkista tuotiin tilan talouskeskuksesta. Tätä putkien noutamista ei voitu ottaa tutkimuksessa huomioon, sillä se tapahtui tutkimusajan ulkopuolella. Kuitenkin siitä vaiheesta, kun putkia noutanut traktori ilmestyi tutkimustyömaalle, laskettiin tapahtuma kuuluvaksi putkien siirtoon ja levitykseen. Piirroksessa 14 oleva x kuvaa pistettä, josta putket siirrettiin ja levitettiin pellolle. Soraa oli työmaalla kahdessa paikassa. Soran sijoituspaikat, samoin kuin kussakin paikassa ollut soramäärä näkyvät piirroksessa 14. Katkoviivalla merkittyjä ojia ei kaivettu tutkimusaikana.

Tutkimusta edeltänyt päivä oli sateinen, mutta tutkimuksen kestoajan, 4 pv, sää oli vuoroin aurinkoista ja vuoroin pilvipoutaa. Säätilan puolesta työolosuhteet olivat siis hyvät. Heikkalan tilalta otettiin kosteusnäytteitä neljästä paikasta, sekä pinta- että pohjamaasta. Näytteiden ottopaikat ja koodit on esitetty piirroksessa 14. Kosteusnäytteiden tulokset olivat seuraavat:

K I a 30,26 paino-%

" " b 10,52 "

K II a 24,44 paino-%

" " b 14,14 "

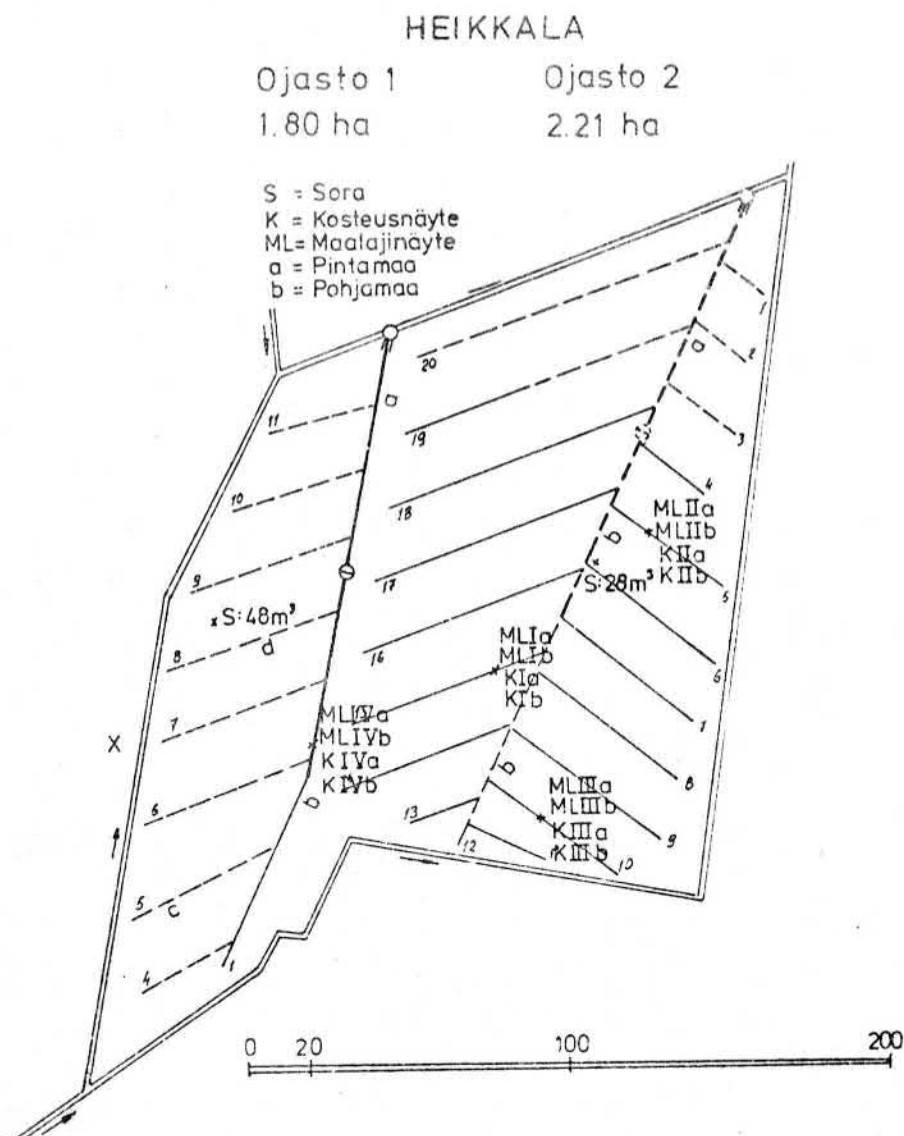
K III a 31,34 paino-%

" " b 18,69 "

K IV a 30,17 paino-%

" " b 17,78 "

Tuloksia tarkasteltaessa näyttää siltä, että toinen kosteusnäyte oli kohdasta, jossa maan vedenläpäisykyky oli parempi kuin ensimmäisen näytteen ottopaikan kohdalla. Kummassakin kohtaa maalaji oli samaa, mutta toisen näytteen ottopaikan kohdalla oli enemmän hiekkaa, soraa ja kiviä. Muilta osin kosteusnäytteissä ei ole mainittavia eroja. Yleisenä huomiona voidaan todeta, että kosteudet olivat normaalia suurempia. Syynä tähän oli varmasti edellisellä viikolla useana päivänä esiintynyt sade. Lisäksi maan tiiviys vaikeutti veden imeytymistä.



Piirros 14. Soran sijoituspaikat, soramäärät sekä kosteus- ja maalajinäytteiden ottopaikat.

Salaojitussuunnitelman mukaan ojaston 1 alueella oli 80 cm löyhää hietaa ja sen alla tiivistä hietamoreenia. Ojaston 2 alaosassa oli suunnitelman mukaan 50 cm löyhää hietaa ja alla tiivis hiesumoreeni ja yläosassa tiivistä hiesuhietamoreenia. Muokkauserros määriteltiin vähämultaiseksi. Maalajinäytteitä otettiin neljästä paikasta. Näytteiden ottopaikat ja koodit on esitetty piirroksessa 14. Geoluokituksen mukaan maalajit olivat seuraavat:

ML I a : humusmaa (Hm)

ML I b : hiekkamoreeni (hkMr) (saves Sa 5 %, siltti Si 38 %, hiekka Hk 46 %, sora Sr 11 %)

ML II a : humusmaa (Hm)

ML II b : hiekkamoreeni (hkMr) (saves Sa 5 %, siltti Si 33 %, hiekka Hk 49 %, sora Sr 13 %)

ML III a: humusmaa (Hm)

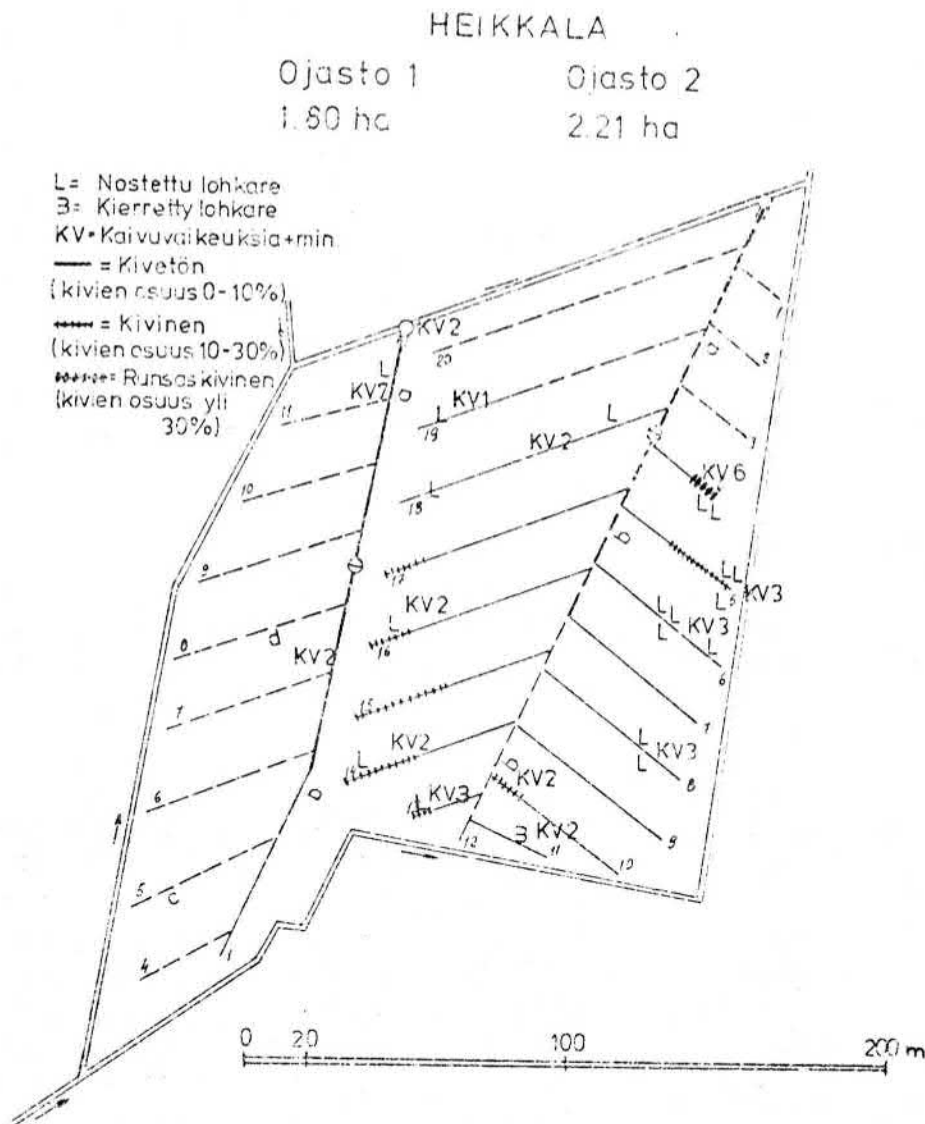
ML III b: siltti moreeni (siMr) (saves Sa 21 %, siltti Si 50 %, hiekka Hk 28 %, sora Sr 1 %)

ML IV a : hiekkainen siltti (hkSi) (saves Sa 10 %, siltti Si 45 %, hiekka Hk 45 %)

ML IV b : savinen siltti (saSi) (saves Sa 28 %, siltti Si 72 %)

Kuten tuloksista näkyy, maalaji tällä työmaalla oli pääasiassa moreenia, mikä merkitsi sitä, että maalajin kaivuvaikeus oli suurempi kuin muilla työmailla. Esimerkiksi HKR:n Maarakennusalan standardeissa (ANON. 1976 a, s. 4) on löyhille moreeneille annettu 1,3-kertainen kaivuaika saveen verrattuna. Maa oli ojaston 2 imuojien 8,9 ja 10 kohdalla kovempaa kuin muualla. Ojitusalueella ei esiintynyt pintamaan paksuudessa suuria eroja, ja siksi paksuushavainnoista ei laadittu piirrosta. Pintamaata oli 15-20 cm muualla paitsi ojaston 1 kokoojaojan yläpäässä, jossa pintamaan paksuus oli n. 30 cm.

Tutkimuksen aikana arvioitu salaojien kivisyys sekä yksitellen lasketut lohkat on esitetty piirroksessa 15, johon on merkitty myös kaivurin kaivuvaikeuksia-tapahtuman esiintyminen minuutteina työmaan eri kohdissa. Kaivetuista ojista oli kivetöntä n. 840 m, kivistä n. 120 m sekä runsaskivistä n. 10 m. Lohkareita nostettiin ojista ylös 18 kappaletta ja yksi lohkarie kierrettiin. Kiviä esiintyi koko työmaan alueella, mutta ei kuitenkaan joka paikassa niin paljoa, että alue olisi voitu määrittää kiviseksi tai runsakiviseksi.



Piirros 15. Salaojien kivisyys, nostetut ja kierretyt lohkareet sekä kaivurin kaivu vaikeuksia-tapahtuman esiintyminen.

Kaivu vaikeudet olivat jakautuneet melko tasaisesti koko työmaan alueelle. Kaivurin kaivu vaikeuksia-tapahtuman työnmenekki/100 m oli Heikkalan tilalla samaa suuruusluokkaa kuin Uittoharjun tilalla. Nämä tilat sijoittuivat kaivu vaikeuksia-tapahtuman puolesta Verstan ja Mäntylän tilojen väliin. Kun otettiin huomioon, että Mäntylän ojitus tehtiin kokonaan kivennäismaalle, pidettiin Mäntylän ja Uittoharjun työmaita kaivu vaikeudeltaan normaaleina. Koska Heikkalan ojitus tehtiin moreenimaalle, ja ojasyvyys oli huomattavasti eli 11-15 cm suurempi kuin muilla työmailla, voidaan Heikkalan olosuhteita pitää vaikeina.

3.4 Tutkimustulokset

Tutkimustuloksissa esitetään kaivureiden, putkien ja soran siirto-traktoreiden sekä kaikkien työntekijöiden työnmenekit. Tuloksissa olevia työnmenekkiarvoja voidaan pitää standardiaikoina kulloinkin kyseessä olevan työmaan kaltaisissa olosuhteissa. Tutkimuksen aiheiston pohjalta esitetään myös ohjeellisia standardiaika-arvioita. Tulokset ovat eräiltä osin sovellettavissa myös tavalliseen sala-ojitukseen.

3.4.1 Kaivureiden työnmenekit

Kaivureiden kokonaistyönmenekit, niiden jakautumiset eri tapahtumille sekä tapahtumien prosenttiosuudet ja absoluuttiset virheet eri työmailta on esitetty taulukossa 7.

Työnmenekkien ja virheiden laskemisessa tarvitut tiedot ovat liitteissä 9 ja 10. Työnmenekkejä tarkasteltaessa on otettava huomioon, että Verstan ja Heikkalan ojitukset tehtiin vaikeissa sekä Uittoharjun ja Mäntylän ojitukset normaaleissa olosuhteissa. Kokonaistyönmenekkien jakautumiset on esitetty havainnollisesti piirroksessa 16.

Kaivurin kokonaistyönmenekin suhteellinen virhe eli epätarkkuus oli Verstan tilalla 2,43 %, Uittoharjun tilalla 2,77 %, Mäntylän tilalla 2,92 % ja Heikkalan tilalla 2,70 %, joten tulokset ovat seuraavat:

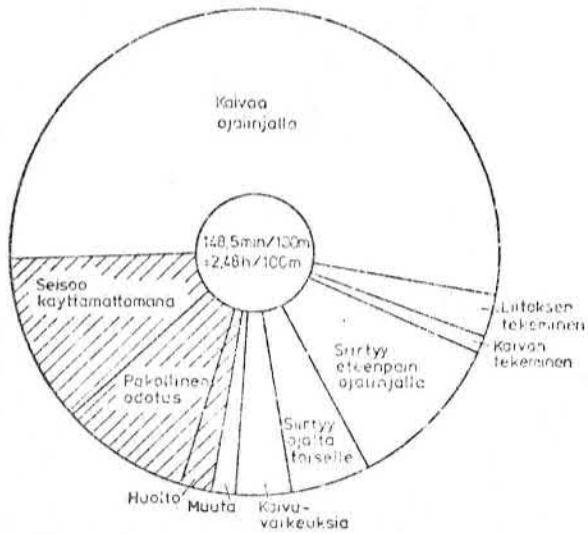
Versta	148,5 ± 3,6 min/100 m
Uittoharju	90,6 ± 2,5 "
Mäntylä	110,3 ± 3,2 "
Heikkala	165,4 ± 4,5 "

Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla kokonaistyönmenekit olivat huomattavasti pienemmät kuin Verstan ja Heikkalan tiloilla, sillä työskentelyolosuhteet olivat paremmat, mutta tämä ei selitä kaikkea. Kaivurin kauhan murtovoima oli Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla suurempi, ja varmasti kaivurinkuljettajan ominaisuuksillakin oli vaikutusta

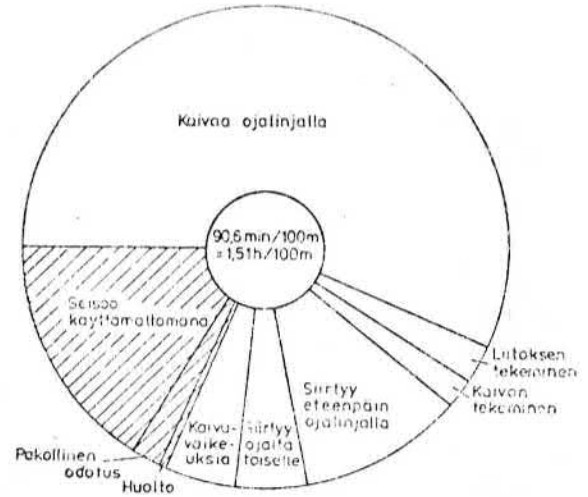
Taulukko 7. Kaivureiden työnmenekit eri tutkimustyömailta.

	VERSTA			UITTOHARJU			MÄNTYLÄ			HEIKKALA		
	Työrne- nekin min/100m	Työrne- nekin prosent- tiosuus	Abso- luutti- nen vir- he %-yk- sikköä	Työrne- nekin min/100m	Työrne- nekin prosent- tiosuus	Abso- luutti- nen vir- he %-yk- sikköä	Työrne- nekin min/100m	Työrne- nekin prosent- tiosuus	Abso- luutti- nen vir- he %-yk- sikköä	Työrne- nekin min/100m	Työrne- nekin prosent- tiosuus	Abso- luutti- nen vir- he %-yk- sikköä
Tapahtuma												
Kaivaa ojalinjalla	79,2	53,34 ± 1,47		51,3	56,58 ± 1,72		61,1	55,43 ± 1,81		87,6	52,92 ± 1,67	
Konesihdin käyttö												
Liitoksen tekeminen	3,7	2,47 ± 0,46		2,3	2,58 ± 0,55		3,7	3,33 ± 0,65		3,3	1,99 ± 0,46	
Kaivon tekeminen	1,9	1,31 ± 0,33		1,9	2,10 ± 0,50					3,6	2,18 ± 0,49	
Siirtyy eteenpäin ojalinjalla	15,5	10,42 ± 0,90		9,9	10,92 ± 1,09		10,7	9,68 ± 1,08		3,4	2,05 ± 0,48	
Siirtyy ojalta toiselle	7,9	5,33 ± 0,66		4,2	4,68 ± 0,74		5,1	4,66 ± 0,77		11,7	7,09 ± 0,86	
Kaivuvaikauksia	5,4	3,63 ± 0,56		4,2	4,62 ± 0,73		3,0	2,74 ± 0,60		5,3	3,23 ± 0,59	
Multa	2,1	1,41 ± 0,36					3,4	3,03 ± 0,61		4,1	2,49 ± 0,52	
Huolto	3,0	2,03 ± 0,41		0,4	0,41 ± 0,22		1,1	1,03 ± 0,37		0,3	0,19 ± 0,15	
Pakollinen odotus	13,1	8,82 ± 0,83		1,9	2,10 ± 0,50		0,5	0,44 ± 0,26		1,1	0,68 ± 0,28	
-liitoksen tekemi- sestä johtuva										0,3	0,19 ± 0,15	
-kaivon tekemi- sestä johtuva										2,4	1,43 ± 0,39	
-muusta syystä joh- tuva										2,1	1,24 ± 0,36	
Seisoo käyttämät- töinä	16,7	11,24 ± 0,93		14,5	16,01 ± 1,27		21,7	19,66 ± 1,45		40,2	24,32 ± 1,43	
Työrnekin yhteensä	148,5	100,00		90,6	100,00		110,3	100,00		165,4	100,00	

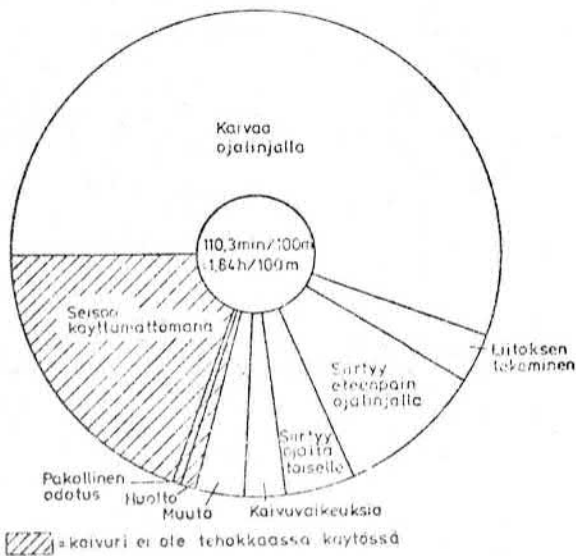
VERSTA



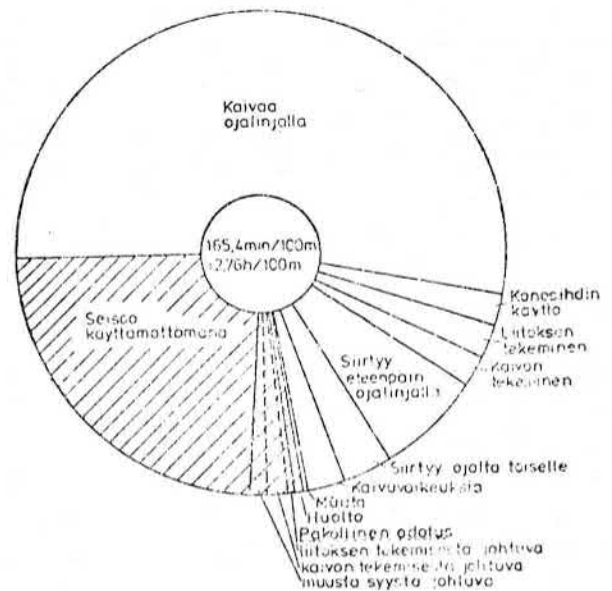
UITTOHARJU



MÄNTYLÄ



HEIKKALA



Piirros 16. Kaivureiden kokonaistytönmenekkien jakautuminen eri työmailla.

työnmenekkeihin. Heikkalan kokonaistyonmenekki oli suurin ennen kaikkea siksi, että kuljettaja teki kaivurin käyttämisen lisäksi paljon muita töitä, ja tällöin kaivuri seisoj käyttämättömänä.

Normaaleissa olosuhteissa kaivurin kokonaistyonmenekki oli keskimäärin 1,68 h/100 m ja vaikeissa olosuhteissa 2,62 h/100 m. Aikaisemmissa tutkimuksissa (OHLSON ja PERSSON 1948, s. 21) ja (ANON. 1950, s. 47) työnmenekit olivat huomattavasti suurempia, mutta näissä tutkimuksissa kaivurit olivat raskaita köysikoneita ja muutenkin teknisesti vanhanaikaisia. Myös Maarakennusalan standardeissa (ANON. 1976a, s. 4) raskaiden hydraulisten kaivureiden kokonaistyonmenekit olivat huomattavasti suuremmat, mikä johtui siitä, että työnmenekit laskettiin käsitellyn maamäärän mukaan. Koska ojaleveys oli 1 m, oli maamäärä erittäin suuri.

Kaivaa ojalinjalla-tapahtuman työnmenekki riippui maan kaivu vaikeudesta sekä kaivurin työskentelytavasta. Tapahtuma jakaantui eri työmailla seuraavasti:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
-irroittaa	34,3 %	39,2 %	40,4 %	39,8 %
-siirtää kauha täynnä	34,7 "	33,5 "	31,1 "	33,3 "
-siirtää kauha tyhjänä	31,0 "	27,3 "	28,5 "	26,9 "

Irroittaa-vaiheen pituus oli kaivu vaikeuksien takia Verstan tilalla varmasti yhtä pitkä kuin muillakin tiloilla. Siksi prosenttiosuuk-sien perusteella voidaan päätellä, että Verstan tilalla käytetyn, muita kaivureita 8 vuotta vanhemman kaivurin liikkeet olivat hitaampia.

Kaivurin todellinen sadan ojametrin kaivuaika saadaan yhdistämällä kaivaa ojalinjalla- ja siirtyy eteenpäin ojalinjalla-tapahtumat. Eri tutkimustyömaiden todelliset sadan ojametrin kaivuaajat olivat seuraavat:

Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
94,7 min = 1,58 h	61,2 min = 1,02 h	71,8 min = 1,20 h	99,3 min = 1,66 h

Normaaleissa olosuhteissa työnmenekki oli keskimäärin 1,11 h/100 m ja vaikeissa olosuhteissa 1,62 h/100 m.

Liitoksen ja kaivon tekemisen työnmenekit sataa ojametriä kohti eivät kuvaa todellisia työnmenekkejä. Kun otetaan huomioon liitosten ja kaivojen määrät, saadaan työnmenekiksi liitosta ja kaivoa kohti eri työmailla:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
- min/liitos	2,6	1,7	1,7	2,5
- min/kaivo	13,5	10,3	-	16,5

Yhden liitoskohdan kaivamisen työnmenekki oli normaaleissa olosuhteissa keskimäärin 1,7 min/liitos ja vaikeissa olosuhteissa 2,6 min/liitos. Kaivon tekemisen vastaavat työnmenekit olivat 10,3 min/kaivo ja 15,0 min/kaivo.

Siirtyy eteenpäin ojalinjalla- ja siirtyy ojalta toiselle-tapahtumien työnmenekit olivat Verstan tilalla suurimmat. Näiden tapahtumien työnmenekkejä kohotti se seikka, ettei avo-ojia oltu kynnetty aikanaan umpeen. Tästä syystä kaivurin liikkuminen oli vaikeaa, ja se joutui joskus täyttämään ojaa, jotta pääsisi eteenpäin. Lisäksi kaivurin liikkumista vaikeuttivat pehmeä maa sekä viimeisenä tutkimuspäivänä avo-ojien kohdilla seisonut vesi. Siirtyminen ojalta toiselle vaati keskimäärin 5,6 min/100 m. Tämä työnmenekki on kaikkien työmaiden keskiarvo, sillä sitä ei voitu laskea eri olosuhteisiin tapahtumaan vaikuttavien monien muiden tekijöiden vuoksi.

Kaivuvaikeuksia/100 m oli Verstan tilalla eniten, vaikka työmaan kivisyys ei ollut tutkituista suurin. Lohkareita oli työmaalla kuitenkin eniten. Kivet ja lohkareet olivat usein niin tiukassa, että kaivurilla oli selviä vaikeuksia niiden irroittamisessa. Uittoharjun ja Heikkalan tutkimustyömailla kaivuvaikeuksia-tapahtuman työnmenekki oli keskitasoa ja Mäntylässä se oli pieni. Tapahtuman työnmenekki oli normaaleissa olosuhteissa keskimäärin 3,6 min/100 m ja vaikeissa olosuhteissa 4,8 min/100 m.

Muuta-tapahtuman työnmenekki oli Verstan ja Mäntylän tiloilla suuri.

Verstan tilalla työnmenekkiä nosti tapahtumaan sisältynyt sorakuupan siirto, jonka osuus oli 62,1 % koko muuta-tapahtumasta. Mäntylässä muuta-tapahtuman työnmenekki oli tutkimustilojen suurin, koska kaivuri osallistui putkien siirtoon ja levitykseen (53,6 %), sorastukseen (9,8 %), soran noutamiseen (4,9 %) sekä muihin harvemmin esiintyviin tapahtumiin (yhteensä 31,7 % tapahtumasta). Kaivurin putkien siirron ja levityksen työnmenekki oli 1,8 min/100 m eli 0,5 min/100 m /putkien etäisyyden 10 m. Soran noutamisen työnmenekki oli 0,2 min/100 m. Tutkimustyömailla oli kaivurilla tehtävien muiden töiden työnmenekki keskimäärin 1,5 min/100 m.

Työaikana huollon, pakollisen odotuksen sekä käyttämättömänä seisomisen työnmenekkejä olisi vähennettävä, sillä niiden aikana kaivuri seisoo. Huoltaminen työaikana oli Verstan tilalla yleisintä. Myös kaivurin pakollinen odotus oli Verstan tilalla moninkertainen muihin työmaihin verrattuna. Tämä johtui pääasiassa siitä, että kaivuri joutui kostean maan takia odottamaan liitoksen tai kaivon valmistumista. Ellei kaivuri olisi odottanut, vaan jatkanut kaivamista, olisi kaivantoon pian tullut vettä, joka olisi haitannut ojanpohjan tasausta ja putkenlaskua. Joskus kaivuri joutui odottamaan kaivuhjeita, sillä sihtimies teki muita töitä. Heikkalan tilalla pakollisesta odotuksesta 6,5 % johtui liitoksen tekemisestä, kaivon tekemisestä 50,0 % ja muusta syystä 43,5 %. Pakollisen odotuksen muita syitä olivat mm. työryhmän odottaminen kostean kohdan takia sekä salaojan valmistumisen odottaminen, jotta kone pääsisi siirtymään ojan yli seuraavalle ojalle. Seisoo käyttämättömänä-tapahtuman työnmenekki oli Heikkalan tilalla erittäin suuri. Kuten edellä kerrottiin, suuri työnmenekki johtui siitä, että kuljettaja teki paljon muita töitä. Käyttämättömänä seisomisen työnmenekki oli Heikkalan tilalla lähes kaksinkertainen seuraavaksi suurimpaan verrattuna.

Niiden tapahtumien määrää, joiden aikana kaivuri ei ole tehokkaassa käytössä, on vaikea arvioida, sillä urakoitsijaryhmän työnjaolla on niihin suuri vaikutus. Tämän tutkimuksen perusteella näyttää kuitenkin siltä, että kaivurin tehoton työaika on yli 20 % kokonaistyönmenekistä.

3.4.2 Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit

Verstan ja Mäntylän tutkimustyömailla käytettiin yhtä traktoria putkien ja soran siirtämiseen. Näiden traktoreiden kokonaistyonmenekit, niiden jakautumiset eri tapahtumille sekä tapahtumien prosenttiosuudet ja absoluuttiset virheet ovat taulukossa 8. Molempien Uittoharjun tilalla käytettyjen traktoreiden vastaavat tiedot on esitetty taulukossa 9 sekä molempien Heikkalan tilalla käytettyjen traktoreiden taulukossa 10. Työnmenekkien ja virheiden laske-
misessa tarvittavat tiedot ovat liitteissä 11, 12 ja 13. Putkien ja soran siirtotraktoreiden kokonaistyonmenekit riippuivat kaivureiden kokonaistyonmenekeistä, sillä traktorit olivat pellolla yleensä saman ajan kuin kaivuritkin.

Putkien ja soran siirtotraktorin kokonaistyonmenekin suhteellinen virhe eli epätarkkuus oli Verstan tilalla 2,53 %, Mäntylän tilalla 3,12 %, Uittoharjun 1. traktorilla 3,07 % ja 2. traktorilla 3,06 % sekä Heikkalan 1. traktorilla 2,93 % ja 2. traktorilla 2,97 %, joten tulokset ovat seuraavat:

Versta		148,5 ± 3,8 min/100 m	
Mäntylä		110,1 ± 3,4	"
Uittoharju 1. traktori		90,1 ± 2,8	"
	2.	88,7 ± 2,7	"
Heikkala 1.	"	165,4 ± 4,9	"
	2.	163,0 ± 4,8	"

Traktoria käytettiin soran lisäykseen vain Heikkalan tilalla siten, että se pystytettiin eroittamaan sorastus-tapahtumasta. Soran lisäyksen työnmenekki oli 16,8 min/100 m. Tätä työnmenekkiä voidaan verrata Verstan tilalla tapahtuneeseen sorakuupan täyttöön ja siirtoon, joka on myös tavallaan käyttöä soran lisäykseen. Traktorin sorakuupan täytön ja siirron työnmenekki oli 8,6 min/100 m ja kaivurin 1,3 min/100 m eli yhteensä 9,9 min/100 m. Sorakuupan käytöstä on kuitenkin työnsäästöä suurempi etu siinä, että traktorin sidonnaisuus ojanpohjantasaajaan poistuu.

Taulukko 8. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit Verstan ja Mäntylän tiloilta.

Tapahtuma	VERSTA (muoviputkityömaa)			MÄNTYLÄ (tiiliputkityömaa)		
	Työnmenekki min/100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe- %-yks.	Työnmenekki min/100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe- %-yks.
Soran lisäys						
Liitoksen tekeminen	1,7	1,16	± 0,32	2,2	2,00	± 0,51
Kaivon tekeminen	1,9	1,31	± 0,33			
Sorasilmäkkeiden tekeminen	6,1	4,12	± 0,58			
Putkien jakaminen				4,5	4,07	± 0,72
Soran kuljettaminen	32,5	21,85	± 1,22	20,7	18,78	± 1,42
Sorastus	41,4	27,91	± 1,32	46,4	42,16	± 1,80
Muuta	12,7	8,53	± 0,82	0,2	0,15	± 0,12
Huolto	0,8	0,53	± 0,23	0,5	0,44	± 0,26
Pakollinen odotus	27,2	18,31	± 1,14	20,1	18,27	± 1,41
Seisoo käyttämättömänä	24,2	16,28	± 1,09	15,5	14,13	± 1,27
Työnmenekki yhteensä	148,5	100,00		110,1	100,00	

Taulukko 9. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit Uittoharjun tilalta (muoviputkityömaa).

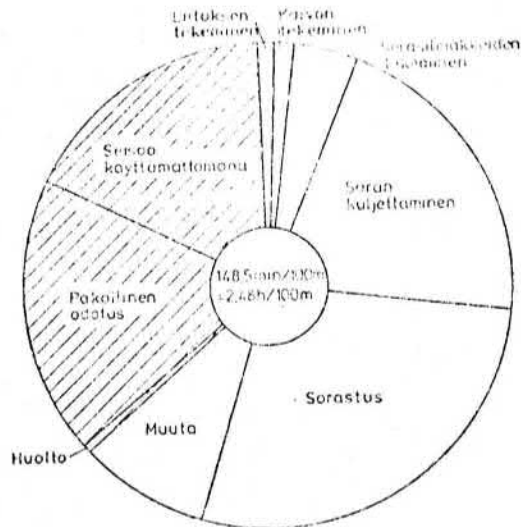
Tapahtuma	1. traktori			2. traktori			Yhteensä	
	Työnmenekki min/100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe- %-yks.	Työnmenekki min/100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe- %-yks.	Työnmenekki min/100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus
Soran lisäys								
Liitoksen tekeminen	0,7	0,82	± 0,31	0,6	0,69	± 0,30	1,3	0,73
Kaivon tekeminen	0,1	0,07	± 0,09	0,1	0,14	± 0,11	0,2	0,11
Sorasilmäkkeiden tekeminen	0,1	0,14	± 0,11	0,3	0,28	± 0,20	0,4	0,22
Putkien jakaminen	2,1	2,32	± 0,54				2,1	1,18
Soran kuljettaminen	20,8	23,06	± 1,47	25,2	28,41	± 1,59	46,0	25,73
Sorastus	24,7	27,35	± 1,56	19,9	22,38	± 1,47	44,6	24,94
Muuta	1,2	1,36	± 0,41	0,2	0,21	± 0,16	1,4	0,78
Huolto	0,1	0,07	± 0,09	0,2	0,21	± 0,16	0,3	0,17
Pakollinen odotus	19,2	21,35	± 1,43	16,8	18,99	± 1,38	36,0	20,13
Seisoo käyttämättömänä	21,1	23,46	± 1,48	25,4	28,60	± 1,60	46,5	26,01
Työnmenekki yhteensä	90,1	100,00		88,7	100,00		178,8	100,00

Taulukko 10. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit Heikkalan tilalta (tiiliputkityömaa).

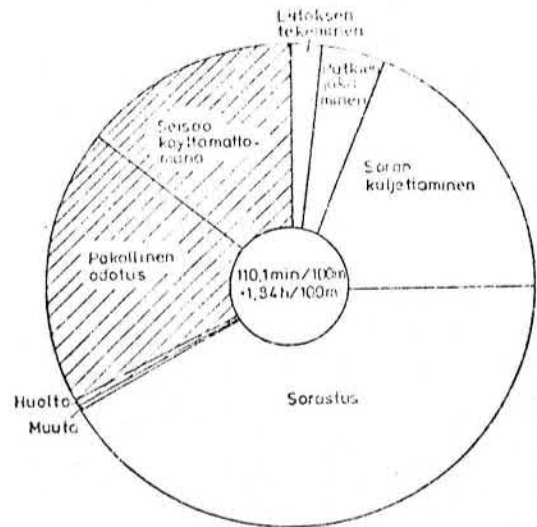
Tapahtuma	1. traktori			2. traktori			Yhteensä	
	Työnmenekki min/100 m	Työnnemäkin prosentti-osuus	Abso-luutti-nen virhe %-yks.	Työnmenekki min/100 m	Työnnemäkin prosentti-osuus	Abso-luutti-nen virhe %-yks.	Työnmenekki min/100 m	Työnnemäkin prosentti-osuus
Soran lisäys	15,6	9,45	± 0,97	1,2	0,76	± 0,30	16,8	5,12
Liitoksen tekeminen	3,0	1,80	± 0,45	0,3	0,19	± 0,16	3,3	1,00
Kaivon tekeminen	0,2	0,12	± 0,10	0,4	0,25	± 0,16	0,6	0,18
Sorasilmäkkeiden tekeminen	1,0	0,62	± 0,26	7,3	4,48	± 0,70	8,3	2,53
Putkien jakaminen	1,5	0,87	± 0,32	3,5	2,15	± 0,49	5,0	1,52
Soran kuljettaminen	36,0	21,77	± 1,38	58,3	35,80	± 1,61	94,3	28,72
Sorastus	65,6	39,68	± 1,63	38,2	23,42	± 1,42	103,8	31,61
Muuta	0,4	0,25	± 0,15	9,8	5,99	± 0,79	10,2	3,11
Huolto	0,3	0,19	± 0,15	0,8	0,51	± 0,24	1,1	0,33
Pakollinen odotus								
-liitoksen tekemisestä johtuva	8,3	5,04	± 0,73	2,7	1,64	± 0,43	11,0	3,35
-kaivon tekemisestä johtuva	8,7	5,22	± 0,74	6,2	3,79	± 0,64	14,9	4,54
-muusta syystä johtuva	10,6	6,41	± 0,82	7,5	4,61	± 0,70	18,1	5,51
Seisoo käyttämättömänä	14,2	8,58	± 0,94	26,8	16,41	± 1,25	41,0	12,48
Työnnemekki yhteensä	165,4	100,00		163,0	100,00		328,4	100,00

Putkien ja soran siirtotraktorin kokonaistyönnemekki oli 1,84-2,48 h/100 m yhtä traktoria käytettäessä, ja mikäli traktoreita oli kaksi, oli työnnemekki 2,98-5,47 h/100 m. Kokonaistyönnemekkien jakautumiset on esitetty havainnollisesti piirroksessa 17.

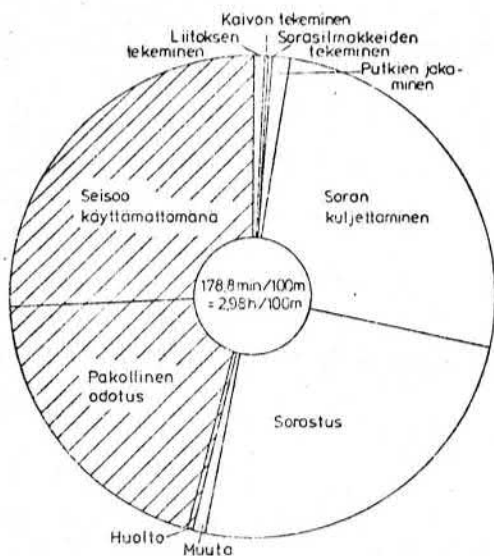
VERSTA



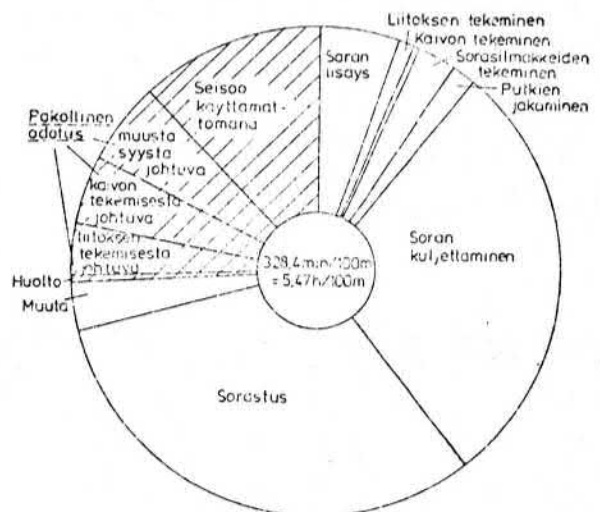
MÄNTYLÄ



UITTOHARJU



HEIKKALA



= traktori ei ole tehokkaassa käytössä

Piirros 17. Putkien ja soran siirtotraktoreiden kokonaistyoimenekien jakautuminen eri työmailla.

Traktorin työnmenekki liitosta, kaivoa ja sorasilmäkettä kohti riippui käytetyn soran määrästä. Tutkimustyömailla työnmenekit olivat seuraavat:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
-min/liitos	1,2	0,9	1,0	2,3
-min/kaivo	13,5	0,9	-	3,0
-min/sorasilmäke	2,0	1,5	-	1,7

Normaalilla sorastuksella traktorin työnmenekki oli 1,0 min/liitos, mutta käytetyn soramäärän noustessa nousi työnmenekkinäkin 2,3 min/liitos. Kaivon tekemisen työnmenekki oli 0,9-13,5 min/kaivo, eli vaihtelu oli erittäin suuri. Pieni työnmenekki saavutettiin silloin, kun soraa käytettiin vain kaivon pohjalla, ja kaivo jätettiin kesken-eräiseksi. Suuri työnmenekki syntyi, kun kaivo sorastettiin kun- nolla, ja traktoria käytettiin myös kaivannon täyttämiseen. Trak- torin työnmenekki sorasilmäkettä kohti oli keskimäärin 1,7 min.

Muoviputkityömaista vain Uittoharjun tilalla käytettiin traktoria putkien jakamiseen. Putkien jakamisen työnmenekki ei sisällä kaik- kea noutamisen työnmenekkiä, sillä osa noutamisesta tapahtui tutki- musajan ulkopuolella. Lisäksi muoviputkien siirtoon ja levitykseen käytettiin traktoria vain kerran, joten tämän aineiston pohjalta ei ole syytä laskea mitään ohjeaikaa traktorille. Mäntylän tiiliputki- työmaalla putkia noudettiin kerran n. 140 metrin päästä, ja tämä noutaminen kesti kaikkiaan 24 min eli 1,7 min/etäisyyden 10 m. On otettava huomioon, että tähän aikaan sisältyi myös putkien kuormaus takakauhaan. Mäntylässä putkien siirtoon ja levitykseen kului 2,5 min/100 m eli 0,7 min/100 m/putkien etäisyyden 10 m. Heikkalassa putkien jakaminen oli kokonaisuudessaan siirtoa ja levitystä, joten siirron ja levityksen työnmenekki oli 5,0 min/100 m eli 1,4 min/100 m/putkien etäisyyden 10 m. Koska Mäntylän tilalla kaivurin putkien siirron ja levityksen työnmenekki oli 0,5 min/100 m/putkien etäi- syyden 10 m, saadaan tiiliputkien siirron ja levityksen työnmene- kiksi keskimäärin 1,3 min/100 m/putkien etäisyyden 10 m.

Soran kuljettamisen työnmenekit eivät ole vertailukelpoisia, ellei oteta huomioon kuljetettua soramäärää. Tästä syystä työnmenekit laskettiin myös sora-m³ kohden. Soran kuljettamiseen sisältyy soran noutaminen ja siirto ojalinjalla.

Näiden työtapahtumien työnmenekit olivat eri tiloilla seuraavat:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
-soran noutaminen				
- min/m ³	3,8	8,5	3,0	9,1
- min/m ³ /soran etäisyyden 10 m	0,5	0,9	0,6	1,2
-soran siirto				
-min/m ³	1,1	3,3	2,6	3,0

Soran noutamisen työnmenekki oli keskimäärin 0,6 min/m³/soran etäisyyden 10 m silloin, kun käytettiin yhtä traktoria ja 1,1 min/m³/soran etäisyyden 10 m kahta traktoria käytettäessä. Tästä huomataan, että kahta traktoria käytettäessä ei noutamista tarvinnut tehdä niin nopeasti kuin yhdellä traktorilla. Heikkalan työmaan Uittoharjua korkeampi noutamisen työnmenekki johtui siitä, että toisen traktorin kuljettaja oli ko. työhön tottumaton, ja lisäksi sorakuuhan rakenteesta johtuen ei sillä saanut täysiä kuormia. Soran siirron työnmenekki oli keskimäärin 3,0 min/m³, paitsi Verstan työmaalla, jolla käytettiin sorakuuppaa, työnmenekki oli 1,1 min/m³. Sorakuupan käyttäminen vähensi siis huomattavasti traktorin siirtämisen tarvetta ojalinjalla.

Sorastuksen työnmenekki riippui käytetystä soravahvuudesta. Kun sorastamisessa käytettiin normaalivahvuista sorakerrosta, oli traktorin työnmenekki keskimäärin 45,5 min/100 m. Normaalia huomattavasti vahvempaan sorastettaessa ja kahta traktoria käytettäessä nousi sorastuksen työnmenekki Heikkalan tilalla 103,8 min/100 m.

Traktorilla tehtävien muiden töiden työnmenekki vaihteli eri työmailla huomattavasti, ja siksi sille ei voidakaan antaa ohjeaikaa. Verstan työmaalla muuta-tapahtuman suuruus johtui siitä, että se sisälsi sorakuupan täytön (44,9 %), sorakuupan siirron (22,7 %) sekä ojan täytön (25,0 % tapahtumasta). Näin varsinaisen muuta-tapahtuman osuudeksi jäi vain 7,4 %. Heikkalassa muuta-tapahtuman työnmenekkiä nosti vesipumpun noutaminen (12,1 %) sekä vesipumpun käyttäminen (79,8 % tapahtumasta).

Työaikana huollon, pakollisen odotuksen sekä käyttämättömänä seisomisen työnmenekkejä olisi vähennettävä, sillä niiden aikana traktori seisoo. Huollon määrä oli kaikilla tiloilla pieni. Pakollisen odotuksen määrä riippui hyvin paljon työn etenemisnopeudesta, joka vaikutti myös käyttämättömänä seisomisen määrään. Pakollisen odotuksen ja käyttämättömänä seisomisen osuuksia olisi voitu pienentää jonkin verran lisäämällä traktorilla tehtävien muiden töiden määrää. Sellaisten tapahtumisen osuus, joiden aikana traktori ei ollut tehokkaassa käytössä oli n. 35 % kokonaistyönmenekistä yhtä traktoria käytettäessä. Kahta traktoria käytettäessä oli prosenttiosuus Uittoharjun tilalla n. 45 % ja Heikkalan tilalla n. 25 % kokonaistyönmenekistä. Heikkalan pieni prosenttiosuus johtui siitä, että traktoreita käytettiin tehokkaasti sorastukseen. Molempien Heikkalassa käytettyjen traktoreiden tehoton työaika oli n. 25 % kokonaistyönmenekistä, mutta eri tapahtumien osuudet vaihtelivat: Ensimmäisellä traktorilla oli runsaasti pakollista odotusta, koska sitä käytettiin soran lisäykseen ja alkusorastukseen, ja se oli näin ollen riippuvainen kaivunopeudesta. Toista traktoria käytettiin loppusorastuksessa ja sorasilmäkkeiden tekemisessä, eikä se siksi ollut kovin riippuvainen työn etenemisnopeudesta. Sille ei tullut pakollista odotusta paljoakaan, mutta käyttämättömänä seisomisen osuus oli suuri, johtuen lähinnä kuljettajan muista töistä ja taukoajasta sekä traktorin ja kauhan huonosta kunnosta.

3.4.3 Kaikkien työntekijöiden työnmenekit

Taulukossa 11 on esitetty kaikkien työntekijöiden kokonaistyönmenekit, niiden jakautumiset eri tapahtumille sekä tapahtumien prosenttiosuudet ja absoluuttiset virheet muoviputkityömailta. Taulukossa 12 ovat vastaavat tiedot tiiliputkityömailta. Työnmenekkien ja virheiden laskemisessa tarvitut tiedot ovat liitteissä 14 ja 15.

Taulukko 11. Kaikkien työntekijöiden työnmenekit muoviputki-työmailta.

Tapahtuma	VERSTA			UITTOHARJU		
	Työn- menek- ki min/ 100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe %-yks.	Työn- menek- ki min/ 100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe %-yks.
Sihtien käsittely	30,6	4,14 ±	0,26	13,8	1,96 ±	0,17
Käyttää kaivuria	115,7	15,62 ±	0,48	73,8	10,52 ±	0,38
Ojanpohjan tasoittaminen	53,7	7,25 ±	0,34	75,8	10,81 ±	0,39
Ojasyvyyden määrittäminen	18,2	2,46 ±	0,20	31,9	4,55 ±	0,26
Putkenlasku	17,0	2,29 ±	0,20	10,9	1,55 ±	0,15
Putken painaminen ojan- pohjaan	31,3	4,23 ±	0,26	32,5	4,63 ±	0,26
Liitoksen tekeminen	17,1	2,31 ±	0,20	10,6	1,51 ±	0,15
Kaivon tekeminen	14,2	1,91 ±	0,18	5,5	0,79 ±	0,11
Sorasilmäkkeiden teke- minen	7,0	0,95 ±	0,13	0,4	0,05 ±	0,03
Putkien jakaminen	17,5	2,36 ±	0,20	16,2	2,30 ±	0,19
Soran kuljettaminen	32,6	4,40 ±	0,27	46,2	6,58 ±	0,31
Sorastus	72,9	9,84 ±	0,39	56,5	8,05 ±	0,34
Ruokamullan pudotus	26,2	3,54 ±	0,24	35,6	5,07 ±	0,27
Muuta	85,6	11,56 ±	0,42	33,4	4,76 ±	0,26
Sosiaaliset tarpeet	2,9	0,39 ±	0,08	2,2	0,32 ±	0,07
Pakollinen odotus	177,1	23,92 ±	0,56	235,1	33,51 ±	0,59
Taukoaika	20,9	2,83 ±	0,22	21,3	3,04 ±	0,21
Työnmenekki yhteensä	740,5	100,00		701,7	100,00	

Liitteissä 16 ja 17 ovat kaikkien työntekijöiden kokonaistyönmene-kin sekä eri tapahtumien työnmenekkien jakautumiset urakoitsija-ryhmälle ja muille työntekijöille Verstan tilalla. Vastaavat tie-dot Uittoharjun tilalta ovat liitteissä 18 ja 19, Mäntylän tilalta liitteissä 20 ja 21 sekä Heikkalan tilalta liitteissä 22 ja 23. Kaikkien työntekijöiden kokonaistyönmenekin suuruus riippui kaivu-rin kokonaistyönmenekestä ja työntekijöiden lukumäärästä. Kokonais-työnmenekkien jakautumiset eri tapahtumille on esitetty havainnol-lisesti piirroksessa 18.

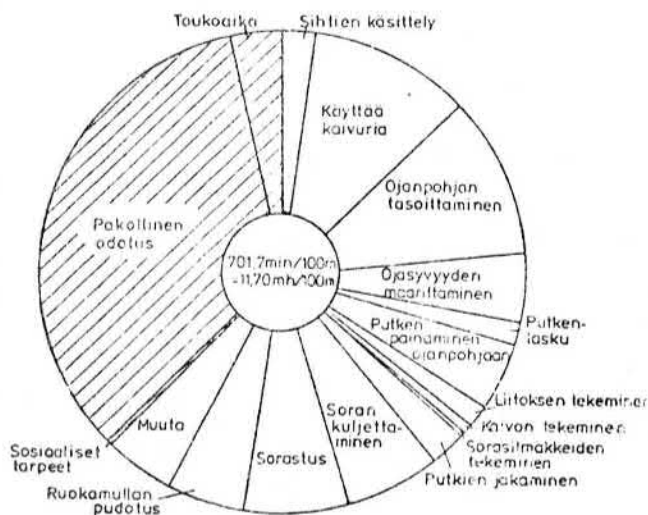
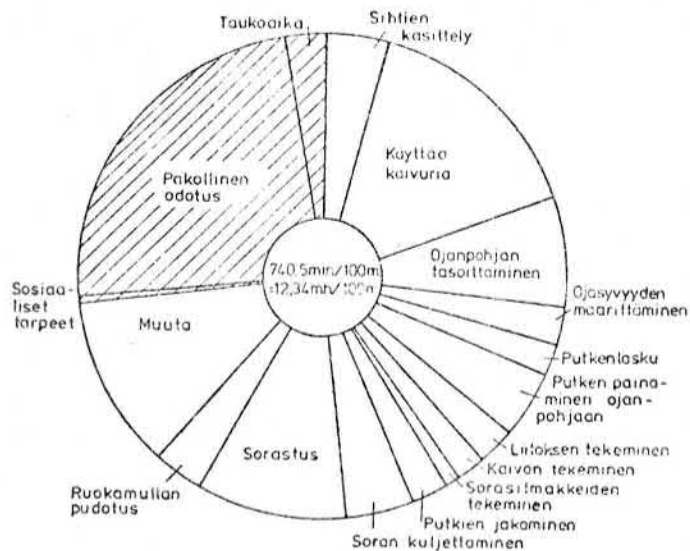
Taulukko 12. Kaikkien työntekijöiden työnmenekit tiiliputki-työmailta.

Tapahtuma	MÄNTYLÄ			HEIKKALA		
	Työn- menek- ki min/ 100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe %-yks.	Työn- menek- ki min/ 100 m	Työnmene- kin pro- sentti- osuus	Abso- luutti- nen virhe %-yks.
Sihtien käsittely	18,2	2,82	± 0,25	27,2	2,73	± 0,22
Käyttää kaivuria	86,9	13,50	± 0,51	116,0	11,65	± 0,43
Ojanpohjan tasoittaminen	102,6	15,94	± 0,55	59,9	6,01	± 0,32
Ojasyvyyden määrittäminen	42,3	6,58	± 0,37	15,3	1,54	± 0,17
Putkenlasku	63,0	9,79	± 0,44	65,2	6,55	± 0,33
Putken painaminen ojan- pohjaan						
Liitoksen tekeminen	19,5	3,02	± 0,26	16,2	1,62	± 0,17
Kaivon tekeminen				18,1	1,82	± 0,18
Sorasilmäkkeiden teke- minen				17,0	1,70	± 0,17
Putkien jakaminen	31,8	4,94	± 0,32	38,0	3,81	± 0,26
Soran kuljettaminen	21,3	3,30	± 0,27	94,3	9,47	± 0,40
Sorastus	56,8	8,83	± 0,42	134,6	13,51	± 0,46
Ruokamullan pudotus	48,4	7,53	± 0,39	164,2	16,49	± 0,50
Muuta	41,4	6,43	± 0,37	43,5	4,37	± 0,28
Sosiaaliset tarpeet	2,1	0,33	± 0,09	4,8	0,49	± 0,09
Pakollinen odotus	99,5	15,46	± 0,54			
-liitoksen tekemisestä johtuva				23,6	2,37	± 0,21
-kaivon tekemisestä johtuva				22,1	2,22	± 0,20
-muusta syystä johtuva				79,6	7,99	± 0,37
Taukoaika	9,9	1,53	± 0,18	56,4	5,66	± 0,31
Työnmeneikki yhteensä	643,7	100,00		996,0	100,00	

MUOVIPUTKITYÖMAAT

VERSTA

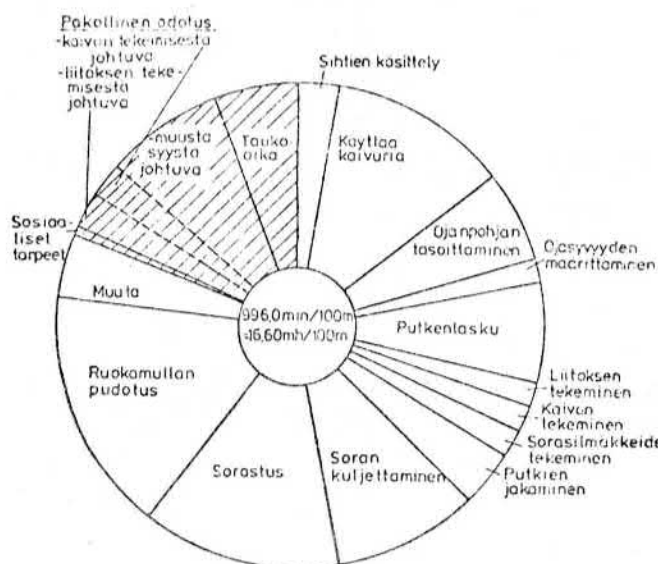
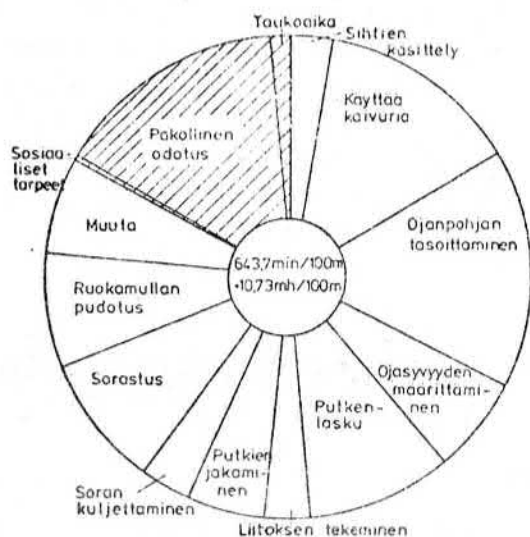
UITTOHARJU



TIILIPUTKITYÖMAAT

MÄNTYLÄ

HEIKKALA



▨ = ei ole tehokasta työaikaa

Piirros 18. Kaikkien työntekijöiden kokonaistyonmenekkien jakautuminen eri työmailla.

Kaikkien työntekijöiden kokonaistyonmenekin suhteellinen virhe eli epätarkkuus oli Verstan tilalla 1,23 %, Uittoharjun tilalla 1,14 %, Mäntylän tilalla 1,41 % sekä Heikkalan tilalla 1,29 %, joten tulokset ovat seuraavat:

Versta	740,5 ± 9,1 min/100 m
Uittoharju	701,7 ± 8,0 "
Mäntylä	643,7 ± 9,1 "
Heikkala	996,0 ± 12,9 "

Kokonaistyonmenekkien vertaaminen on vaikeaa, sillä työntekijöiden määrät vaihtelivat huomattavasti. Mitä enemmän tutkimustyömaalla oli työntekijöitä, sitä enemmän tuli pakollista odotusta ja tauko-aikaa. Myös kaivurin työskentelyn nopeus vaikutti edellä mainittujen tapahtumien pituuteen. Esimerkiksi Heikkalan erittäin suuri kokonaistyonmenekki johtui mm. siitä, että vaikeiden kaivuolosuhteiden ja runsaan käyttämättömänä seisomisen vuoksi kaivurin kokonaistyonmenekki oli suurin. Kaivurin työnmenekin suuruus kasvatti kaikkien työntekijöiden kokonaistyonmenekkiä. Erityisesti työnmenekit nousivat, koska muiden työntekijöiden määrä oli suuri, ja sorastus sekä ruokamullan pudotus tehtiin huomattavasti normaalia perusteellisemmin.

Sihtien käsittelyn työnmenekkejä tarkasteltaessa huomataan, että työmaat jakaantuivat selvästi kahteen ryhmään. Verstan ja Heikkalan työmailla työnmenekki oli keskimäärin 28,9 min/100 m, kun taas Uittoharjun ja Mäntylän keskimääräinen työnmenekki oli 16,0 min/100 m. Viimeksi mainittu työnmenekki vastaa MATTILAN (1975, s. 26) tutkimuksen työnmenekkejä. Pienempi työnmenekki johtui siitä, että ko. työmailla sihtien pystytys sujui nopeammin. Tämä näkyy sihtien pystytyksen ja siirron prosenttiosuuksista. Sihtien käsittely jakaantui eri työmailla seuraavasti:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
- sihtien pystytys %	69,2	51,8	49,3	67,8
- sihtien siirto %	30,8	48,2	50,7	32,2

Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla työskenteli sama urakoitsijaryhmä, joten on ymmärrettävää, että sihtien pystytyksen työnmenekit olivat samaa tasoa.

Mäntylän hieman korkeampi työnmenekki johtui siitä, että ojien keskipituus oli pienempi kuin Uittoharjun tilalla, ja näin ollen sihtejä täytyi pystyttää sataa metriä kohti useammin.

Käyttää kaivuria-tapahtuman työnmenekki koostuu kaivurin tehollisten työtapahtumien työmenekeistä, joten siihen ei ole enää syytä puuttua. Käyttää kaivuria-tapahtuman työnmenekki voidaan laskea jokaiselle työmaalle erikseen kaivurin tehollisten työtapahtumien ohjeaikojen perusteella.

Ojanpohjan tasoittaminen jakaantui eri työmailla seuraavasti:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
-ojan puhdistus %	3,1	18,6	16,9	3,3
-höyläys %	-	0,3	14,9	-
-soran lisäys %	45,4	28,9	27,2	40,2
-pohjan tasoaus %	51,5	52,2	41,0	56,5
soran tiivistäminen				

Ojanpohjan tasoittamisen työnmenekit olivat pienimmät Verstan ja Heikkalan työmailla, joilla tasoittamisen teki pääasiassa vain yksi mies. Uittoharjun ja Mäntylän työmailla ojanpohjan tasoittamiseen osallistui useita työntekijöitä, ja tällöin turha työ, samoin kuin saman työn tekeminen kahteen kertaan lisääntyivät. Näillä työmaila oli ojan puhdistuksen osuus turhan suuri, mikä johtui siitä, että koska sihtimiehellä ei välillä ollut muuta tehtävää, hän pudotti ojanreunalta kokkareita ojaan. Tämä työvaihe oli lähes turha työn edistymisen kannalta, mutta sikäli ymmärrettävä, ettei sihtimies voinut tehdä muutakaan kaivurin irroittaessa maata. Koska monta työntekijää tasoitti pohjaa, tehtiin työ hyvin perusteellisesti, eikä siltäkään vältytty, että sama työ tehtiin kahteen kertaan. Mäntylässä ojanpohjan tasoittamisen työnmenekki oli suurempi kuin Uittoharjussa, koska työmaa oli kokonaisuudessaan kivennäismaalla. Ojanpohjan tasoittamisen työnmenekki oli keskimäärin 56,8 min/100 m silloin, kun tasoittamisen teki pääasiassa yksi mies. Työnmenekki saattoi nousta 102,6 min/100 m, kun tasoittamiseen osallistuvien työntekijöiden lukumäärä nousi. Työnmenekkejä ei voida verrata aikaisempien tutkimusten tuloksiin, sillä työmenetelmissä oli eroa.

Myös ojasyvyyden määrittämisen työnmenekki riippui määrityksiä tekevien työntekijöiden määrästä. Silloin, kun sihtimies teki myös pohjan tasoittamisen, tai kun käytettiin konesihtiä ja putkenlaskija tasoitti ojanpohjan, työnmenekki oli keskimäärin 16,8 min/100 m. Erillistä sihtimiestä käytettäessä saattoi työnmenekki nousta 2,5-kertaiseksi. Uittoharjun tilalla ojasyvyyttä määrittivät sekä sihtimies että putkenlaskija suunnilleen yhtä paljon kumpikin. Mäntylässä puolestaan sihtimies ja ojanpohjantasaaja määrittivät ojasyvyyttä, mutta myös putkenlaskija suoritti tarkistusemäärityksiä. Heikkalan tilalla oli ojasyvyyden määrittämisestä ajokepin käyttöä 78,5 % ja konesihtidin käyttöä 21,5 %. Tapahtuman työnmenekki oli tutkimustilojen pienin, joten voidaan päätellä, että konesihtidin käyttö kannattaa. Konesihtiä käytettäessä ei tarvita erityistä sihtimiestä, eikä kaivuri joudu odottamaan ojasyvyyden määrittämistä.

Putkenlaskun työnmenekki oli muoviputkea käytettäessä keskimäärin 14,0 min/100 m ja tiiliputkea käytettäessä 64,1 min/100 m. Tiiliputkien laskun työnmenekki oli kaksinkertainen MATTILAN (1975, s. 25) saamaan putkenlaskun työnmenekkiin verrattuna. Ilmeisesti kaivurin tekemään kaivantoon on vaikeampi laskea putkia. Ruotsalaisien salaojitusryhmien esimiesten tutkimuksissa (NORDENBORG 1953, s. 72) tosin putkenlaskun työnmenekki oli suurempi kuin tämän tutkimuksen työnmenekki, mutta tiiliputkien laatu on vuosien kuluessa parantunut huomattavasti. Muoviputkityömaiden työnmenekkiero johtui lähinnä työmenetelmäeroista. Tiiliputkityömailla olivat työnmenekit melko samanlaisia.

Materiaalien työnmenekkiero tasoittaa muoviputken sorastuksen vaatima putken painaminen ojanpohjaan. Tämän tapahtuman työnmenekki oli keskimäärin 31,9 min/100 m. Verstan tilalla putken painaminen kuului putkenlaskijan tehtäviin, kun taas Uittoharjun tilalla työ kuului muille työntekijöille.

Koska liitoksen, kaivon sekä sorasilmäkkeiden tekemisen työnmenekit 100 metriä kohti eivät kunnolla kuvaa työnmenekkejä, täytyy liitosten, kaivojen ja sorasilmäkkeiden määrät ottaa huomioon. Tutkimustyömailla työnmenekit olivat seuraavat:

	Versta	Uittoharju	Mäntylä	Heikkala
-min/liitos	11,9	7,5	9,2	11,2
-min/kaivo	98,5	30,0	-	88,0
-min/sorasilmäke	2,4	1,5	-	3,5

Nämä työnmenekit eivät sisällä kaivamisen työnmenekkiä. Mikäli halutaan tietää liitoksen ja kaivon tekemisen kokonaistyönmenekit, täytyy näihin aikoihin lisätä kaivamisen ajat (s. 69). Liitoksen tekemisen työnmenekki kaivamisen lisäksi oli muoviputkella keskimäärin 9,7 min/liitos ja tiiliputkella 10,2 min/liitos. MATTILAN (1975, ss. 18,25) mukaan muoviputkiliitoksen tekeminen kesti 18,7 min ja tiiliputkiliitoksen tekeminen 10,8 min. Erot työnmenekissä voivat johtua eroista työmaaolosuhteissa, sorastuksen ja ruokamullan pudotuksen määrissä jne. Verstan työmaalla liitoksen tekemisen työnmenekki oli suurempi kuin Uittoharjun työmaalla, sillä vesi häytti työskentelyä. Heikkalan Mäntylää suurempi liitoksen tekemisen työnmenekki puolestaan johtui liitoskohdan sorastuksen ja ruokamullan pudotuksen runsaudesta.

Verstan ja Heikkalan työmailla kaivon tekemisen työnmenekit olivat suuria, keskimäärin 93,3 min/kaivo, koska kaivot tehtiin hyvin huolellisesti ja valmiiksi saakka. Uittoharjun työmaalla kaivojen tekemisessä ei oltu kovin perusteellisia; esim. rakojen tiivistämistä ja sorastusta ei tehty loppuun saakka. Uittoharjun pieni sorasilmäkkeen tekemisen työnmenekki johtui siitä, että sorasilmäkkeet tehtiin kippaamalla kauhallinen soraa ojaan. Heikkalan tilalla sorasilmäkkeet tehtiin käyttämällä avuksi muovista viemäriputkea, jonka halkaisija oli 30 cm ja pituus 114 cm. Putki asetettiin ojaan, siihen lapioitiin soraa, ja vähän ajan kuluttua putkea nostettiin ylemmäksi, jonka jälkeen sen täyttämistä soralla jatkettiin. Näin menetellen jatkettiin kunnes sorasilmäke ulottui maanpintaan saakka (kuva 14). Putken käyttämisestä oli se hyöty, että soraa kului vähemmän, mutta työnmenekki sorasilmäkettä kohti nousi. Erityisesti putken nostamisessa tuntui olevan hankaluuksia. Sorasilmäkkeen tekeminen vaati tutkimustyömailla keskimäärin 2,5 min. Tapahtumien työnmenekkeihin sisältyy myös tapahtumaan mahdollisesti kuuluva traktorin kuljettaminen.



Kuva 14. Sorasilmäkkeen tekeminen.

Muoviputkien ja tiiliputkien jakamisen työnmenekit sataa ojametriä kohden ovat samaa suuruusluokkaa kuin MATTILAN (1975, s. 29) tutkimuksissa. Verstan työmaalla kantamalla tapahtuvan putkien siirron ja levityksen työnmenekki oli 2,3 min/100 m/putkien etäisyyden 10 m. Tämä arvo on suurempi kuin Uittoharjun työnmenekki 1,5 min/100 m/putkien etäisyyden 10 m, koska työmaa oli vaikeakulkuinen. Uittoharjun tilalla putkien jakamisesta 18,3 % oli noutamista, mutta koska osa siitä tapahtui tutkimusajan ulkopuolella, ei sille voitu laskea ohjeaikaa. Mäntylän tiiliputkityömaalla putkien jakamisesta oli noutamista 8,4 % sekä siirtoa ja levitystä 91,6 %. Putkia noudettiin kerran n. 140 m päästä, ja tämä noutaminen kesti kaikkiaan 33 min eli 2,4 min/etäisyyden 10 metriä. Putkien siirron ja levityksen työnmenekki oli 29,1 min/100 m eli 8,1 min/100 m/putkien painotetun keskiarvoetäisyyden 10 m. Heikkalan tilalla putkien jakaminen oli kokonaisuudessaan siirtoa ja levitystä.

Putkien siirron ja levityksen työnmenekki oli 38,0 min/100 m eli 10,9 min/100m/putkien etäisyyden 10m, joka oli suurempi arvo kuin toisella tiiliputkityömaalla. Tämä johtui siitä, että jakaminen tapahtui hitaammin. Tapahtumien työnmenekkeihin sisältyy myös tapahtumaan mahdollisesti kuuluva traktorin kuljettaminen.

Soran kuljettamisen työnmenekit ovat lähes samat kuin putkien ja soran siirtotraktoreilla, koska tapahtuma oli pelkkää traktorin kuljettamista. Mäntylän työmaalla tosin soraa kuljetettiin jonkin verran myös kaivurilla, ja joskus soraa oli noutamassa kaksi henkilöä. Putkien ja soran siirtotraktorin kohdalla (s.76) esille tulleita ohjeaikoja voidaan kuitenkin pitää pätevinä, sillä erot työnmenekeissä ovat vähäisiä. Sorastuksen työnmenekki liittyi läheisesti käytettyyn soramäärään. Normaalilla soramäärällä työnmenekki oli keskimäärin 56,7 min/100 m, mutta soravahvuuden kasvaessa nousi työnmenekki jopa 134,6 min/100 m. Sorastuksen työnmenekkiä ei voida verrata aikaisempiin tutkimuksiin, sillä työtapah-tuman sisällöissä on eroa.

Verstan ja Uittoharjun tutkimustyömailla ruokamullan pudotus oli helppoa, sillä mutaa ja ruokamultaa oli yleensä riittävästi ojan-reunoilla saatavilla. Mäntylän tilalla ruokamullan pudotusta vaikeutti pintamaakerroksen ohuus ja nurmesta johtuva sitkeys, joka ilmeni siten, että maa irtosi vain paakkuina. Heikkalan tilalla oli ruokamullan pudotuksen työnmenekki ylivoimaisesti suurin eli yli kolminkertainen seuraavaksi suurimpaan verrattuna. Tähän vaikutti ennen kaikkea pudotetun ruokamullan suuri määrä, mutta myös työmaan vähämultaisuus lisäsi työnmenekkiä. Ruokamullan pudotuksen työnmenekki normaalilla kerrosvahvuudella oli keskimäärin 36,7 min/100 m eli hieman korkeampi kuin ruotsalaisten salaojitusryhmien esimiesten (NORDENBORG 1953, s. 72) tutkimuksissa. Tämä ero johtui luultavasti siitä, että kaivurin tekemään leveämpään kaivantoon kului enemmän ruokamultaa.

Muuta-tapahtuma sisältää sellaiset työtapah-tumat, jotka ovat välttämättömiä salaojitusvön edistymisen kannalta, mutta joiden esittäminen suuren lukumäärän ja pienen osuuden takia erillisinä kokonais-työnmenekin yhteydessä ei olisi järkevää. Muuta-tapahtuman jakautumiset eri tutkimustyömailla on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Kaikkien työntekijöiden yhdistetyn muuta-tapahtuman jakautuminen.

Tapahtuma	VERSTA		UITTOHARJU		MÄNTYLÄ		HEIKKALA	
	min/ 100m	%	min/ 100m	%	min/ 100m	%	min/ 100m	%
Kaivuvaikeuksia	1,5	1,75	0,3	0,90				
Huolto	4,4	5,14	0,7	2,10	2,0	4,83	3,1	7,13
Tarvikkeiden noutaminen	12,4	14,49	8,9	26,65	11,6	28,02	7,8	17,93
Siirtyminen	12,2	14,25	14,9	44,61	13,1	31,64	13,9	31,95
Keskustelu työasioista	23,7	27,69	6,8	20,35	9,5	22,95	8,3	19,08
Sorakuupan ketjun kiinnitys ja irroitus	2,0	2,34						
Sorakuupan täyttö	10,6	12,38						
Sorakuupan siirto	3,1	3,62						
Ohjeiden antaminen kuljettajalle	1,9	2,22						
Ojan täyttö	3,2	3,74	1,0	2,99				
Vesipumpun noutaminen							1,2	2,76
Vesipumpun käyttäminen							2,8	6,44
Sorakauhan täyttö							3,8	8,73
Muuta	10,6	12,38	0,8	2,40	5,2	12,56	2,6	5,98
Yhteensä	85,6	100,00	33,4	100,00	41,4	100,00	43,5	100,00

Muuta-tapahtuman työnmenekki oli Verstan tilalla n. kaksinkertainen muihin työmaihin verrattuna. Tähän vaikuttivat hieman suurempi huoltamisen määrä, kaivuvaikeuksien esiintyminen, ja siitä osittain johtunut työasioista keskustelun suuri määrä sekä sorakuupan käsittelyyn liittyneet työt. Työasioista keskustelun määrää lisäsi vielä se, ettei isännällä ja hänen palkkaamallaan työntekijällä ollut aikaisempaa salaojituskokemusta. Verstan tilalla ojan täyttäminen työaikana oli runsasta, sillä avo-ojia ei alkuun oltu kynnetty umpeen. Myös varsinaisen muuta-tapahtuman osuus oli suuri. Uittoharjun tilalla siirtymisen työnmenekki oli suurin, koska työntekijöitä oli eniten. Eri tilojen muuta-tapahtuman työnmenekkejä tarkasteltaessa näyttää siltä, että tapahtuman suuruus on n. 40 min eli 0,7 mh/100 m. Tätä arvoa voidaan pitää ohjeaikana laskelmia tehtäessä.

Tapahtumista, jotka eivät ole tehokasta työaikaa, sosiaalisten

tarpeiden työnmenekki oli työntekijää kohti keskimäärin 0,5 min/100 m. Verstan tilalla sosiaalisten tarpeiden työnmenekki oli työntekijää kohti 0,6 min/100 m, Uittoharjun tilalla 0,3 min/100 m, Mäntylän tilalla 0,4 min/100 m ja Heikkalan tilalla 0,7 min/100 m. Verstan ja Heikkalan työnmenekkejä nosti työmaiden kuraisuudesta johtunut kenkien ja käsien puhdistuksen tarve.

Pakollisen odotuksen määrä riippui hyvin paljon työntekijöiden määrästä, eli se oli sitä suurempi mitä enemmän työntekijöitä. Verstan tilalla pakollinen odotus määräytyi kuitenkin enemmänkin kaivuvaikeuksien, ja niistä johtuvan työn hitaan edistymisen sekä muiden työntekijöiden kokemattomuuden mukaan. Tätä kuvaavat hyvin eri työntekijöiden pakollisen odotuksen suurimmat syyt. Kaivurinkuljettaja (ja myös kaivuri) joutui koston maan takia odottamaan kaivon tai liitoksen valmistumista. Sihtimies l. ojanpohjantasaaja joutui odottamaan kaivun hitaan edistymisen sekä sorakuupassa olleen soran loppumisen vuoksi. Myös putkenlaskija ja muut työntekijät joutuivat odottamaan hitaan edistymisen sekä sorastukseen käytetyn soran loppumisen vuoksi. Soraa ei olisi joutunut odottamaan niin usein, mikäli isännän palkkaama työntekijä olisi myös ajanut traktoria. Salaojituskokemus olisi auttanut muita työntekijöitä huomaamaan kulloinkin kiireisimmät työt, ettei niiden takia olisi syntynyt pakollista odotusta. Lisäksi kokemus olisi ohjannut työntekijät muihin töihin sinä aikana, jolloin työ edistyi hitaasti.

Uittoharjun työmaalla pakollisen odotuksen osuus oli yli 33 % kokonaistyönmenekistä eli kaikkien tilojen suurin. Kaivurinkuljettaja joutui odottamaan koston maan takia jonkin verran. Sihtimiehen työnmenekistä peräti n. 43 % oli pakollista odotusta, sillä hän oli sidottu ojasyvyyden määrittämiseen, ja joutui siksi odottamaan kaivurin irroittaessa maata. Myös putkenlaskija joutui odottamaan jonkin verran, erityisesti kaivun hitaan edistymisen ja soran loppumisen vuoksi. Muilla työntekijöillä pakollisen odotuksen suuri määrä johtui siitä, että työntekijöitä oli liikaa siihen nähden, kuinka nopeasti kaivaminen edistyi. Pakollisen odotuksen perusteella olisi muiden työntekijöiden määrästä voinut vähentää kaksi, eli kolme työntekijää olisi hyvin riittänyt. Töiden parempi järjestely olisi myös vähentänyt pakollista odotusta. Tällä työmaalla kävi

nimittäin useasti niin, että sora pääsi loppumaan, vaikka käytössä oli kaksi traktoria ja riittävästi ajotaitoisia kuljettajia. Lisäksi työntekijät olisivat voineet tehdä muita töitä esim. täyttää ojaa, tehdä kaivot valmiiksi jne.

Mäntylän tilalla pakollista odotusta oli eniten sihtimiehellä, eli n. 33 % työajasta, koska hän oli sidottu ojasyvyyden määrittämiseen. Myös ojanpohjantasaajalla oli melko paljon pakollista odotusta (n. 18 % työajasta), joka johtui työn hitaasta edistymisestä sekä jonkin verran soran odottamisesta. Putkenlaskijan vähäinen pakollinen odotus johtui joko työn hitaasta edistymisestä tai putkien odottamisesta. Muiden työntekijöiden pakollisen odotuksen työnmenekki oli pienin, koska työntekijöitä oli vain kaksi. Lisäksi talon isäntä osasi kokemuksensa avulla järjestää työt siten, ettei turhaa pakollista odotusta syntynyt kovin paljoa.

Heikkalan tilalla kaikkien työntekijöiden pakollisen odotuksen työnmenekki oli toiseksi pienin. Tämä on yllättävää, kun ottaa huomioon työntekijöiden lukumäärän ja kokonaistyönmenekin. Pakollisen odotuksen määrää pienensi se, että työntekijät tekivät muita töitä silloin, kun olisi syntynyt pakollista odotusta. Pakollisesta odotuksesta 18,8 % johtui liitoksen tekemisestä, 17,7 % kaivon tekemisestä sekä 63,5 % muusta syystä. Liitoksen tekemisestä johtuva pakollinen odotus syntyi seuraavasti: Kun oja saatiin kaivetuksi, ja putket lasketuksi, kaivurinkuljettaja ja putkenlaskija alkoivat pystyttää sihtejä. Sillävälin muut työntekijät sorastivat ja pudottivat ruokamultaa ojaan. Sihtien pystytyksen jälkeen kaivurinkuljettaja alkoi kaivaa uutta ojaa, mutta toiset työntekijät joutuivat odottamaan. Kun liitoskohta oli kaivettu melkein valmiiksi, joutuivat myös kaivuri ja kuljettaja odottamaan sen aikaa, kun putkenlaskija kaivoi lapiolla liitosputken esille. Kaivon tekemisestä johtuvaa pakollista odotusta syntyi toisille työntekijöille siinä vaiheessa, kun kaivoa kaivettiin, ja kaivurille ja kuljettajalle silloin, kun putkenlaskija viimeisteli kaivoa. Pakollisen odotuksen muita syitä olivat mm. työn hidas edistyminen ja soran loppuminen.

Taukoajan määrä lisääntyi yleensä pakollisen odotuksen lisääntyessä. Pakollisen odotuksen ja taukoajan määristä ei voida antaa ohjeaikoja, sillä ne vaihtelivat runsaasti, riippuen lähinnä työntekijöiden

lukumäärästä. Niiden tapahtumien osuus, jotka eivät ole tehokasta työaikaa, oli kaikilla työntekijöillä 17,3-36,9 % kokonaist yönmenekistä.

3.5 Kaivurisalaojituksen aikastandardit

Taulukossa 14 on esitetty tämän tutkimuksen tulosten perusteella laaditut standardiajat olosuhteisiin, joissa työntekijä- ja konemäärät ovat normaalit. Urakoitsijaryhmään kuuluu kaivurinkuljettaja, sihtimies 1. ojanpohjantasaaja ja putkenlaskija tai ainoastaan kaivurinkuljettaja ja putkenlaskija, jolloin kuljettaja määrittää ojasyvyyden konesihdillä ja putkenlaskija tasoittaa ojanpohjan. Putkien ja soran siirtämiseen käytetään yhtä traktoria. Muita työntekijöitä on työmaalla kaksi tai kolme, ja he huolehtivat pääasiassa putkien ja soran kuljettamisesta, sorastuksesta ja ruokamullan pudotuksesta. Soran ja ruokamullan käyttömäärät ovat normaalit.

Standardiajat on laskettu sataa ojametriä kohti kaikille muille tapahtumille paitsi niille, jotka riippuvat työmaan liitosten, kaivojen ja sorasilmäkkeiden määristä sekä putkien ja soran etäisyyksistä. Ottamalla huomioon edellä mainitut seikat, voidaan jokaiselle työmaalle laskea kokonaist yönmenekki. Tähän työnmenekkiin täytyy vielä tehdä pakollisesta odotuksesta ja taukoajasta johtuva 20 %-korotus.

Taulukko 14. Kaivurisalaojituksen aikastandardit.

Työtapahtuma		Työmenekki	
Sihtien käsittely	20 min/100 m		
Kaivaminen ja siihen liittyvät tapahtumat	77 "	(+30 min/100 m vaikeissa olosuhteissa)	
Ojanpohjan tasoittaminen	57 "		
Ojasyvyyden määrittäminen	17 "		
Putkenlasku (muoviputki)	14 "	(tiiliputki)	64 min/100 m
Putken painaminen ojanpohjaan (vain muoviputkella)	32 "		
Sorastus	57 "		
Ruokamullan pudotus	37 "		
Muuta	40 "		
Yhteensä (muoviputki)	351 min/100 m	(tiiliputki)	369 min/100 m
	= 5,85 h/100 m		= 6,15 h/100 m
Liitoksen kaivaminen + muu tekeminen	2 min/liitos 10 "	(+1 min/liitos vaikeissa olosuhteissa)	
Kaivon kaivaminen + muu tekeminen	10 min/kaivo 90 "	(+5 min/kaivo vaikeissa olosuhteissa)	
Sorasilmäkkeen tekeminen	3 min/sorasilmäke		
Putkien siirto ja levitys			
- muoviputki	1,9 min/100 m	putkien etäisyyden 10 m	
- tiiliputki	9,5 "	"	
Soran noutaminen	0,6 min/m ³	soran etäisyyden 10 m	
Soran siirto ojalinjalla	3,0 min/m ³		

3.6 Johtopäätökset

Kaivurin tehollista työaikaa voidaan lisätä muuttamalla urakoitsijaryhmän työnjakoa niin, että kaivurinkuljettajan muiden töiden osuus pienenee. Tämä voisi tapahtua esimerkiksi siten, että joku urakoitsijaryhmän työntekijöistä pystyittäisi sihdit valmiiksi seuraavalle ojalle. Näin kaivuri pääsisi jatkamaan kaivamista suoraan ilman pysähtymistä, eikä toisille työntekijöille tulisi pakollista odotusta työn hitaan edistymisen vuoksi. Konesihdin käyttäminen vähentäisi kaivurin pakollista odotusta, sillä ojasyvyys voitaisiin määrittää aina tarvittaessa.

Kaivurin käyttöä ei voida kuitenkaan paljoakaan tehostaa, mikäli urakoitsijaryhmässä on vain kaksi työntekijää, sillä silloin kaivurinkuljettajan on tehtävä kaivurin käyttämisen lisäksi myös muita töitä. Koska kaivurin työskentelyn nopeus tuntuu olevan rajoittavana tekijänä, olisi kaikki mahdollinen tehtävä sen lisäämiseksi. Tähän voidaan vaikuttaa pitämällä kauha puhtaana, niin että tarttunut maa ei pienennä tilavuutta ja vaikeuta kauhan tyhjentämistä. Lisäksi kauhan kynsiä tai kynttä pitää huoltaa ja uusia riittävän usein. Lisäselvitystä vaatisi se seikka, minkälainen kauhatyyppi olisi salaojitukseen sopivin. Lähinnä eri tyypeistä tulisivat kysymykseen kapeaa tai leveää suorareunaista ojaa tekevät sekä V-muotoista ojaa tekevät kauhat. Samassa yhteydessä voitaisiin tutkia myös kauhan pohjan läppärakenteen vaikutus kauhan tyhjentymiseen.

Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekkejä tarkasteltaessa, näyttää siltä, että yksi traktori ehtii tehdä tarvittavat työt. Mikäli kuljettajalla on tietoa salaojituksesta, hän pystyy näkemään kulloinkin kiireisimmät työt, ja näin pakollinen odotus jää pieneksi. Jos työmaalla käytetään lisäksi sorakuuppaa, ei ojanpohjantasaajankaan tarvitse odottaa soraa kovin usein. Kahta traktoria käytettäessä on kuljettajien huolehdittava siitä, ettei sora pääse loppumaan yhtäaikaa molemmista kauhoista.

Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että erillisen sihtimiehen käyttäminen ei ole kannattavaa, sillä silloin ojasyvyyden määrittäminen joudutaan tekemään moneen kertaan. Lisäksi huomattava osa sihtimiehen työajasta on pakollista odotusta. Ojasyvyyden määrittäminen kaivurinkuljettajaa varten voidaan antaa joko ojanpohjantasaajan tehtäväksi, tai kuljettaja määrittää itse syvyyden konesihdin avulla. Urakoitsijaryhmässä voisi siis olla seuraavat työntekijät: kaivurinkuljettaja, sihtimies l. ojanpohjantasaaja ja putkenlaskija tai vain kaivurinkuljettaja ja putkenlaskija, jolloin kuljettaja määrittäisi ojasyvyyden konesihdillä ja putkenlaskija tekisi myös ojanpohjan tasaamisen. Kahden hengen urakoitsijaryhmässä kaivurin tehollista työaikaa ei tosin voida maksimoida, sillä kuljettaja joutuu auttamaan putkenlaskijaa muissa töissä. Myös salaojittajaa ja hänen palkkaamiaan työntekijöitä voitaisiin käyttää tehokkaammin hyväksi esim. soran lisäyksessä. Näiden muiden

työntekijöiden enimmäismääränä voidaan pitää kolmea, mutta kahdellakin työntekijällä selvittää.

Tutkimuksen aikana kävi selvästi ilmi, kuinka suuri merkitys aikaisemmalla salaojituskokemuksella on töiden sujumiseen. Kokeneet salaojittajat huomasivat kulloinkin kiireisimmät työt, ja tästä syystä urakoitsijaryhmän jäsenet joutuivat vain harvoin odottamaan esimerkiksi putkia tai soraa. Myös salaojittajan ja hänen palkkaamiensa työntekijöiden pakollinen odotus oli vähäistä, sillä he tekivät muita töitä silloin, kun olisi syntynyt pakollista odotusta. Salaojittajien opastamiseen onkin kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Tässä opastamisessa on painotettava myös putkien, soran ja muiden tarvikkeiden oikean sijoittelun tärkeyttä.

3.6.1 Salaojituskoneiden ja kaivureiden työnmenekkivertailu

MATTILAN (1975, ss. 18-21) mukaan olivat eri salaojituskoneiden kokonaistyönmenekit sekä tehollisen kaivaa-tapahtuman työnmenekit seuraavat:

konetyyppi	kokonaistyönmenekki	kaivaa-tapahtuma
kaivupyöräkone	0,63 h/100 m	0,35 h/100 m
I kaivuketjukone	0,71 "	0,47 "
II "	1,12 "	0,59 "

Kokonaistyönmenekki sisälsi kaivaa-tapahtuman lisäksi aloittamisen, siirtymisen, kaivuvaikeuksien, pakollisen odottamisen sekä kuljetajan muiden töiden (kone seisoi) vaatimat ajat. Kaivuketjukoneet olivat samanlaisia, ja työnmenekkieerot johtuivatkin lähinnä kaivuterien kunnon sekä ojasyvyyksien eroista. Kaivupyöräkoneella ja I kaivuketjukoneella keskimääräinen ojasyvyys oli 90 cm, kun se II kaivuketjukoneella oli 100 cm. Pellot olivat savi- tai hieta-savimaita.

Tässä tutkimuksessa kaivurien kokonaistyönmenekit sekä kaivaa ojalinjalla- ja siirtyy eteenpäin ojalinjalla-tapahtumien yhdistetyt työnmenekit olivat seuraavat:

työmaa	kokonaistyönmenekki	kaivaa ojalinjalla + siirtyy eteenpäin ojalinjalla
Versta	2,48 h/100 m	1,58 h/100 m
Uittoharju	1,51 "	1,02 "
Mäntylä	1,84 "	1,20 "
Heikkala	2,76 "	1,66 "

Verstan ja Heikkalan tiloilla kaivaminen tapahtui vaikeissa olosuhteissa sekä Uittoharjun ja Mäntylän tiloilla kaivurille normaaleissa olosuhteissa. On muistettava, että kaivurille normaalit olosuhteet olisivat salaojituskoneelle joko erittäin vaikeat tai mahdollomat.

Karkeasti ottaen on kaivurin työnmenekki kaivupyöräkoneeseen verrattuna kolminkertainen ja kaivuketjukoneeseen verrattuna kaksinkertainen. On kuitenkin muistettava, että tässä vertailussa on tulokset saatu kaivuvaikeudeltaan erilaisissa maalajeissa.

4. LYHENNELMÄ

Tämä tutkimus tehtiin Salaojakeskuksen koollekutsuman Salaojitus-tutkimuksen neuvottelukunnan toimesta ja Salaojakeskuksen rahoittamana. Tarkoituksena oli selvittää traktorikaivurilla tapahtuvan salaojituksen kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille kivennäismaalle tehtävässä muovi- sekä tiiliputkiojituksessa. Työnmenekkitietojen avulla voidaan menetelmiä kehittää, ja käyttää hyväksi työn rationalisoinnin suomat mahdollisuudet kustannusten nousun pysäyttämiseksi sekä työn vähentämiseksi ja helpottamiseksi. Lisäksi tietoja voidaan käyttää erilaisten laskelmien perustana. Tutkimuksen tavoitteena oli myös hankkia tietoa kaivurisalaojituksen työmenetelmistä ja -välineistä.

Työnmenekkejä tutkittiin kesällä 1980 käytännön salaojitustyömailla Kuopion ja Mikkelin lääneissä Vesannon, Tervon sekä Mikkelin maalaiskunnan alueilla. Tutkimus tehtiin havainnointimenetelmällä. Kumpaakin putkimateriaalia käytettiin kahdella työmaalla. Tavoitteesta jouduttiin poikkeamaan hieman, sillä muoviputkityömaiden maalajit eivät olleet kokonaisuudessaan kivennäismaata. Mukana oli kolme urakoitsijaryhmää, joiden miesvahvuudet vaihtelivat kahdesta neljään. Yksi urakoitsijaryhmä teki sekä muovi- että tiiliputkojituksen. Muita työntekijöitä oli 2-5 työmaasta riippuen. Koska työntekijämäärien lisäksi myös työmenetelmissä, -välineissä ja olosuhteissa oli eroja, laadittiin työmaista mahdollisimman yksityiskohtaiset kuvaukset, ja tulokset laskettiin ja esitetään työmaakohteisesti. Tästä syystä tutkimus sisältää tavallaan neljä eri työnmenekkitutkimusta, joiden perusteella on laadittu myös yleisiä kaivurisalaojituksen standardiaikoja.

Jokaiselta työmaalta selvitettiin kaivurin, putkien ja soransiirtotraktorin sekä kaikkien työntekijöiden kokonaistyönmenekit ja niiden jakautuminen eri työtapahtumille. Kaivurin kokonaistyönmenekki oli sataa ojametriä kohden 1,51-2,76 h. Koska se ei ollut riippuvainen toisten kokonaistyönmenekistä, voitiin kaivurille laskea standardiajat eri kaivuolosuhteisiin. Kaivurille normaaleissa olosuhteissa kokonaistyönmenekki oli keskimäärin 1,68 h/100 m ja vaikeissa olosuhteissa 2,62 h/100 m. Mikäli työmaalla käytettiin yhtä traktoria putkien ja soran siirtämiseen, oli kokonaistyönmenekki 1,84-2,48 h/100 m, ja kahta traktoria käytettäessä se oli 2,98-5,47 h/100 m. Nämä työnmenekit riippuivat kaivurin kokonaistyönmenekistä, sillä traktorit olivat työmaalla yleensä saman ajan kuin kaivuritkin. Myös kaikkien työntekijöiden kokonaistyönmenekki riippui kaivurin työnmenekistä, mutta lisäksi vaikutti myös työntekijöiden lukumäärä. Kaikkien työntekijöiden kokonaistyönmenekki oli 10,73-16,60 mh/100 m. Koska kokonaistyönmenekit eivät kuvaa kunnolla kaivurisalaojituksen todellisia työnmenekkejä, on tarkastelu kohdistettava eri tapahtumien työnmenekkeihin.

Sihtien käsittelyn työnmenekki oli keskimäärin joko 16,0 tai 28,9 min/100 m riippuen lähinnä sihtien pystytystavasta. Ojien kaivamisen työnmenekki oli normaaleissa olosuhteissa keskimäärin 1,11 h/100 m ja vaikeissa olosuhteissa keskimäärin 1,62 h/100 m. Siirtyneen ojalta toiselle vaati kaivurilta keskimäärin 5,6 min/100 m ja

kaivuvaikeudet normaaleissa olosuhteissa 3,6 min ja vaikeissa 4,8 min/100 m. Kaivurilla tehtävien muiden töiden työnmenekki oli keskimäärin 1,5 min/100 m.

Ojanpohjan tasoittamisen työnmenekki oli keskimäärin 56,8 min/100 m. Tällöin tasoittamisen teki pääasiassa yksi mies. Koska tasoittaminen tapahtui lisäämällä soraa traktorin kauhasta ojaan, tarvittiin traktoria 16,8 min/100 m. Lisäyssoraa voitiin säilyttää myös erityisessä sorakuupassa, jolloin traktori ei ollut niin sidottu pohjan tasaukseen. Ojasyvyyden määrittämisen työnmenekki oli keskimäärin 16,8 min/100 m, mutta jos määrittämissä teki useampi työntekijä, kuten erillistä sihtimiestä käytettäessä, saattoi työnmenekki nousta 2,5-kertaiseksi.

Putkenlaskun työnmenekki oli muoviputkella keskimäärin 14,0 min ja tiiliputkella 64,1 min/100 m. Muoviputken painaminen ojanpohjaan sorastuksen aikana vaati keskimäärin 31,9 min/100 m. Liitoksen kaivamisen työnmenekki oli normaaleissa olosuhteissa 1,7 min ja vaikeissa 2,6 min/liitos. Muu liitoksen tekeminen vaati muoviputkella keskimäärin 9,7 min ja tiiliputkella 10,2 min/liitos. Traktoria tarvittiin liitosta kohti 1,0 min. Kaivon tekeminen vaati kaivurilta 10,3 min normaaleissa ja 15,0 min vaikeissa olosuhteissa. Muu kaivon tekemisen työnmenekki oli 30,0-98,5 min/kaivo riippuen siitä, kuinka valmiiksi kaivo tehtiin. Samasta syystä traktoria tarvittiin 0,9-13,5 min/kaivo. Sorasilmäkkeen tekeminen kesti keskimäärin 2,5 min, ja traktoria tarvittiin 1,7 min/silmäke.

Muoviputkityömailla putkien siirto ja levitys tapahtui kantamalla. Työnmenekki oli 1,9 min/100 m/putkien etäisyyden 10 m. Tiiliputkityömailla vastaava työnmenekki oli 9,5 min, josta 1,3 min siirrettiin traktorin avulla. Soran noutamisen työnmenekki oli keskimäärin 0,6 min/m³/soran etäisyyden 10 m yhtä traktoria käytettäessä ja 1,1 min/m³/soran etäisyyden 10 m, kun traktoreita oli kaksi. Soran ojalinjalla siirron työnmenekki oli keskimäärin 3,0 min/m³, paitsi sorakuuppaa käytettävällä työmaalla, jossa se oli 1,1 min/m³. Soran kuljettamisessa ihmis- ja traktORITYÖMENEKIT olivat yhtäsuuria.

Sorastuksen työnmenekki oli normaalia soramäärää käytettäessä keskimäärin 56,7 min/100 m, ja traktoria tähän työhön tarvittiin 45,5 min/100 m. Ruokamullan pudotuksen työnmenekki oli normaalilla kerosvahvuudella 36,7 min/100 m. Muiden töiden vaatima aika oli n. 40 min/100 m, mutta suuria vaihteluita työmaiden välillä esiintyi. Myös traktorin muiden töiden työnmenekissä oli vaihtelua.

Niiden tapahtumien osuus, jotka eivät ole tehokasta työaikaa, oli kaivurilla n. 20 %, traktorilla n. 35 % ja työntekijöillä 17-37 % kokonaistyönmenekistä. Viimeksi mainittuun vaikutti lähinnä työntekijöiden lukumäärä. Kaivurin tehollista työaikaa voidaan lisätä muuttamalla työnjakoa niin, että kuljettajan kaivurin käyttämisen osuus lisääntyy. Muita työnmenekkien pienentämiskeinoja ovat: kauhan puhdistus ja huoltaminen riittävän usein, kauhojen kehittäminen, vain yhden traktorin käyttäminen putkien ja soran siirtoon, työntekijämäärän pienentäminen urakoitsijaryhmässä kahteen tai kolmeen, samoin kuin muiden työntekijöiden määrän pienentäminen kahteen tai kolmeen sekä salaojittajien opastamisen lisääminen.

Haluan kiittää saamastani runsaasta avusta vt.apul.prof. A. Pehkos-
ta ja yliagr. E. Pälikköä, jotka toimivat tutkimuksen ohjaajina ja
valvojina. Lisäksi kiitokset Salaojakeskuksen sekä vesihallituksen
teknillisen tutkimustoimiston henkilökunnille.

5. KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANON. 1950. Maskinell täckdikning. Kommittén för maskinell täckdikning. Statens offentliga utredningar 39:1-135.
- " - 1963. Maarakennuskoneiden työmenetelmät. Suomen tieyhdistyksen julkaisuja 3:1-99.
- " - 1969. Traktorikaivurit. Tietoja traktorikaivurien peruskoneista. Koneviesti 7:30-32, 36-37.
- " - 1970. Perusaikatutkimuksen virhelähteiden vaikutus tutkimustulokseen. Rastor valmennustoiminta. Moniste 595:1. Helsinki.
- " - 1973. Standardiaikajärjestelmät ja niiden rakentaminen. Suomen MTM-yhdistys r.y. 114 s. Tampere.
- " - 1976a. HKR Maarakennusalan standardit. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Katurakennusosasto. Standardi 2253:1-6.
- " - 1976b. Valmet/Valtra kaivurit-esite. 2 s. Jyväskylä.
- " - 1978a. Kaivurit 1978. Tietoja kaivurien peruskoneista. Koneviesti 10:38-41.
- " - 1978b. Peltosalaojituksen aine- ja työselitys. Salaojakeskus r.y. 60 s. Helsinki.
- " - 1980a. Höyläyslaite salaojien tekoon. Maaseudun Tulevaisuus 44:12.
- " - 1980b. Salaojakeskus 1979. Salaojakeskus ry:n vuosikertomus 61. toimintavuodelta:1-89.
- " - 1980c. Sara-2000. Salaojitushjelma 1980-2000. Sara-2000 neuvottelukunta. 70 s. Kerava.

- DIERICKX, W. & LEYMAN, N. 1973. Survey of drainage techniques in Belgium. FAO Irrigation and drainage paper 15:17-38.
- HOVI, R., LEHMUSKOSKI, M.J. & OJANEN, K. 1967. Havainnointimenetelmä työntutkimuksissa. 128 s. Helsinki.
- KESO, L. 1951. Salaojitustyöt. 299 s., 3 liit. Helsinki.
- KORHONEN, K.-H. & GARDEMEISTER, R. 1971. Maalajien kaivuluokitus. VTT Geoteknillinen laboratorio. Tiedonanto 1:1-112.
- MARTIKAINEN, V. 1972. Joutuisuuskäsite ja joutuisuuden määrittäminen maarakennusalan konekapasiteettitutkimuksissa. 28 s., 12 liit. Moniste. Nähtävillä Oy Mec-Rastor AB:ssa.
- MATTILA, I. 1975. Työnmenekistä eri salaojitusmenetelmillä. 35 s. Moniste. Nähtävillä vesihallituksessa.
- MÄENPÄÄ, O. & PERÄLÄ, T. 1974. Salaojituksen toteutus ja kunnossapito. Salaojitusopas. s. 81-116. Loimaa.
- MÄKILAINEN, E. 1971. Kaivukoneiden työvälineet. Maarakennuskoneiden suunnittelu ja käyttö. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus. Julkaisu 65:VII:7-14.
- NORDENBORG, M.O. 1953. Lantarbetslära. 144 s. Stockholm.
- OHLSON, N.-E. & PERSSON, S. 1948. Täckdikning med grävmaskin av grävskopetyp. Summary: Trench digging by universal excavator. Jordbr. Tekn. Inst. medd. 215:1-30.
- PÄLIKÖ, E.A. 1968. Tiiliputkien peltokäsittelystä erityisesti isoja putkinippuja käyttäen. Koetoim. ja käyt. 3:9, 11-12.

6. LIITTEET

- LIITE 1. Havainnointitutkimuspöytäkirja.
- LIITE 2. Salaojakartta Verstan tilalta.
- LIITE 3. Salaojakartta Uittoharjun tilalta.
- LIITE 4. Salaojakartta Mäntylän tilalta.
- LIITE 5. Salaojakartta Heikkalan tilalta.
- LIITE 6. Ford 5000 + Ukkomestari 355V-kaivuriyksikön tärkeimmät tekniset tiedot.
- LIITE 7. Valmet 712M + Valtra J-612C-kaivuriyksikön tärkeimmät tekniset tiedot.
- LIITE 8. Valmet 712M + Valtra UM 355-kaivuriyksikön tärkeimmät tekniset tiedot.
- LIITE 9. Kaivureiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot muoviputkityömailta.
- LIITE 10. Kaivureiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot tiiliputkityömailta.
- LIITE 11. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot Verstan ja Mäntylän tiloilta.
- LIITE 12. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot Uittoharjun tilalta.
- LIITE 13. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot Heikkalan tilalta.
- LIITE 14. Kaikkien työntekijöiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot muoviputkityömailta.
- LIITE 15. Kaikkien työntekijöiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot tiiliputkityömailta.
- LIITE 16. Urakoitsijaryhmän kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille Verstan tilalla.
- LIITE 17. Muiden työntekijöiden kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille Verstan tilalla.
- LIITE 18. Urakoitsijaryhmän kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille Uittoharjun tilalla.

- LIITE 19. Muiden työntekijöiden kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille Uittoharjun tilalla.
- LIITE 20. Urakoitsijaryhmän kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille Mäntylän tilalla.
- LIITE 21. Muiden työntekijöiden kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille Mäntylän tilalla.
- LIITE 22. Urakoitsijaryhmän kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille Heikkalan tilalla.
- LIITE 23. Muiden työntekijöiden kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille Heikkalan tilalla.

HAVAINNOINTITUTKIMUSPÖYTÄKIRJA

Numero:

Tutkimus: Kaivuri-80

Tutkija Seppo Puputti

Työpaikka:

Päiväys Alkoi..... Päättyi Kok.aika

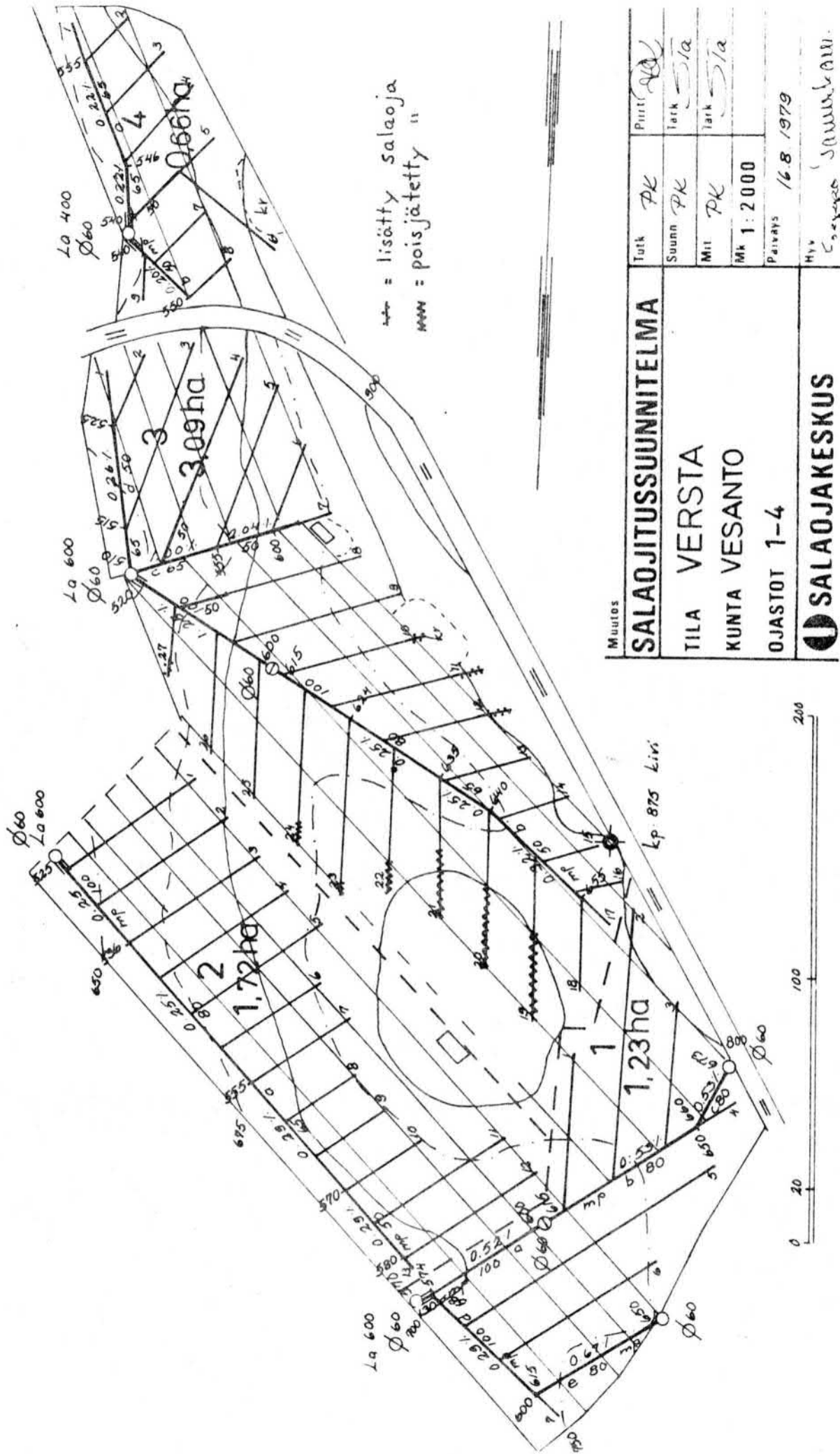
Kahvi		Ruoka		Muu tauko		Tauot yht.	
-------	-------	-------	-------	-----------	-------	------------	-------

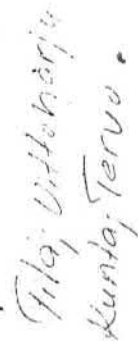
Ojamäärä Liitokset Kaivot Tehollinen tutk.aika

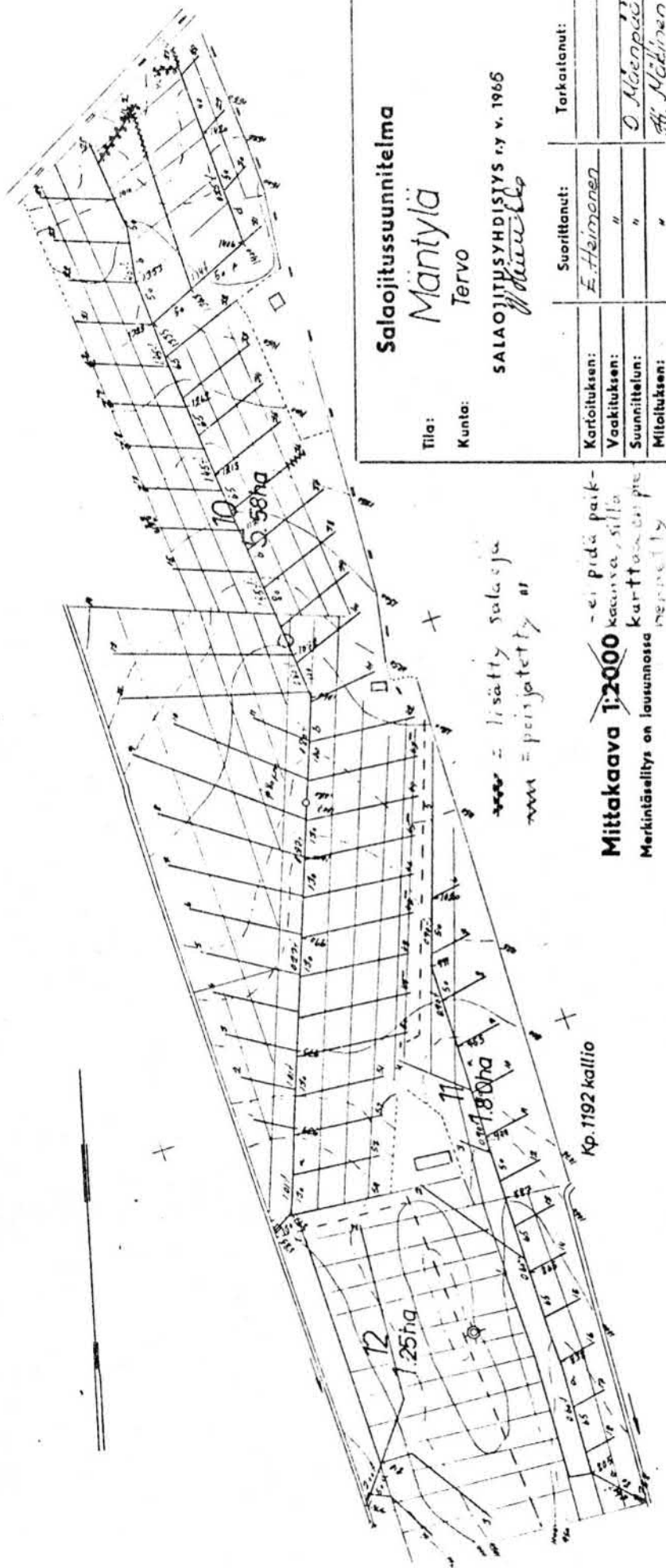
Putkien ethiopia	Soran ethiopia	Sora- ethiopia	MALE
---------------------	-------------------	-------------------	------

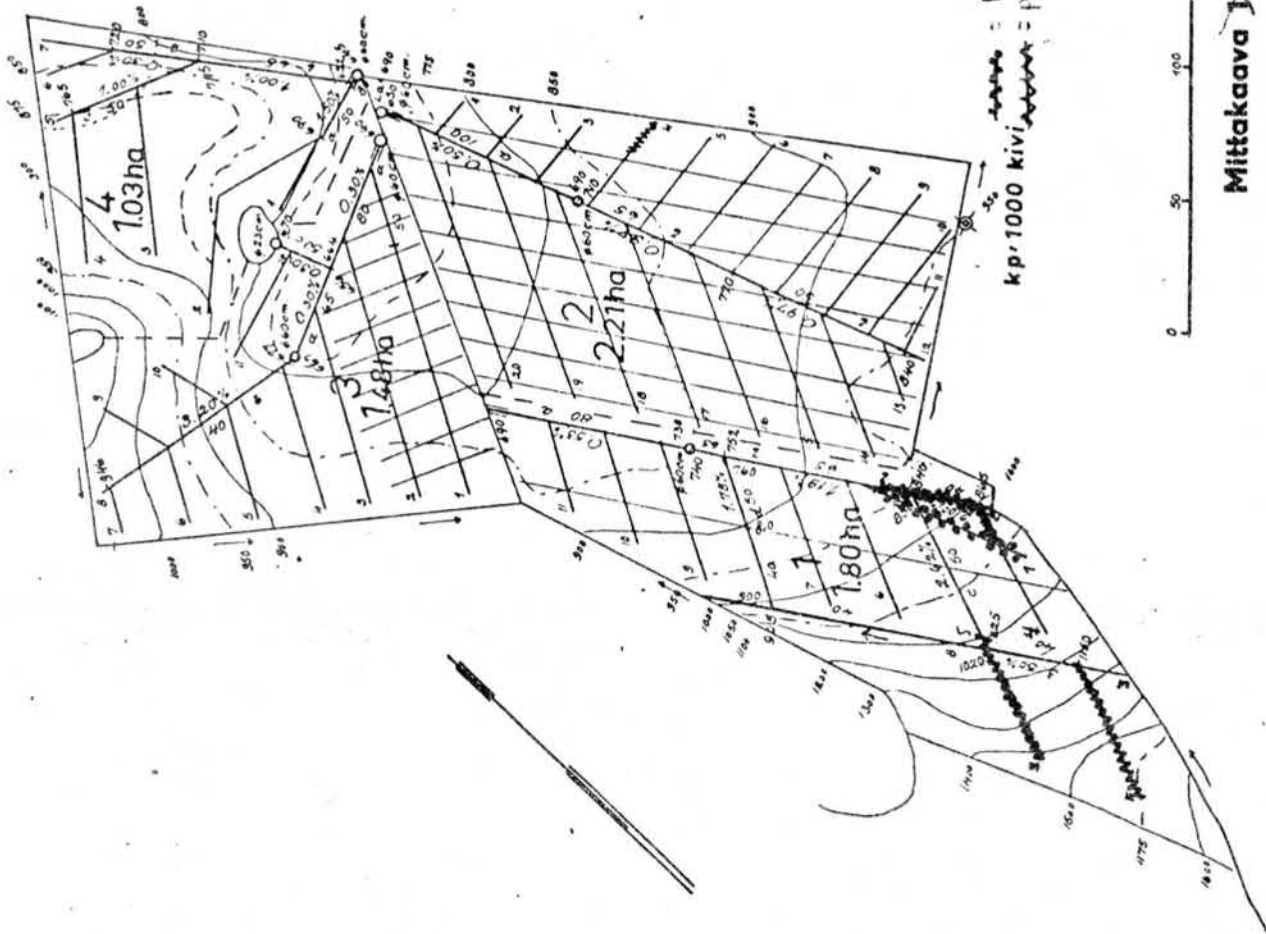
etäisyys	etäisyys	silmäkkeet	KAIVURI
----------------	----------------	------------------	---------

[illegible]









kp.1000 kivi = lisätty salaaja
 = perustettu. 11

Mittakaava 1:2000
 Merkittävyyden on lausunnossa
 -ci pida poik-
 kaansa, sillä
 karttaa on pi-
 hennetty

Salaojitusuunnitelma

Heikkala

Mikkeli mk.

SALAOJITUSYHDISTYS ry v. 1976

Kartituksen:	Suorittanut:	Tarkastanut:
Vaikutuksen:	M. Heikkala	M. Heikkala
Suunnittelun:	S. Räsänen	O. Mäenpää
Mitoituksen:		

LIITE 6. Ford 5000 + Ukkomestari 355V-kaivuriyksikön tärkeimmät tekniset tiedot ovat seuraavat (ANON. 1969, s. 30):

Traktorikaivuri Ford 5000 + Ukkomestari 355V vastapainokone

Ford 5000

- kokonaisiskutilavuus 4195 cm³
- teho 55,2 kW/35r/s
- suurin vääntömomentti 296 Nm/20 r/s
- 1-vaihteen suurin nopeus 2,6 km/h
- moottorin nimellisisnopeu-
della
- traktorin paino 2500 kg

Ukkomestari 355V

- kaivuriyksikön paino 6100 kg
- kuokkakauhalla varus-
tettuna (traktorin
paino mukana)
- hammaspyöräpumpun tuotto 160 l/min/13 MPa
- edellistä vastaava pum-
pun kierrosnopeus 33 r/s
- pumpun ottama teho edel-
lä mainituilla arvoilla 40,5 kW
- hydraulikkaöljyn määrä 130 l
- kaivulaitteen kääntö-
kulma 180°
- kaivusäde 585 cm
- kaivussyvyys 405 cm
- kuormauskorkeus 375 cm

LIITE 7. Valmet 712M + Valtra J-612C-kaivuriyksikön tärkeimmät tekniset tiedot ovat (ANON. 1978a, s. 38):

Traktorikaivuri Valmet 712M + Valtra J-612C yhdistelmäkone

Valmet 712M

- kokonaisiskutilavuus	4180 cm ³
- teho	52,2 kW/37 r/s
- suurin vääntömomentti	262 Nm/20 r/s
- 1-vaihteen suurin nopeus moottorin nimellisnopeudella	3,1 km/h
- traktorin paino	3065 kg

Valtra J 612C

- kaivuriyksikön paino kuokkakauhalla varustettuna (traktorin paino on mukana)	8100 kg
- siipipumpun tuotto	132 l/min/17 MPa
- edellistä vastaava pumpun kierrosnopeus	33 r/s
- pumpun ottama teho edellä mainituilla arvoilla	43,5 kW
- hydrauliiikkaöljyn määrä	165 l
- kaivulaitteen kääntökulma	180°
- kaivusäde	610 cm
- kaivussyvyys	510 cm
- kuormauskorkeus	360 cm

Valmet/Valtra kaivurit-esitteen (ANON. 1976b, s. 2) mukaan ovat 612-mallia vastaavan 610-mallin voimat seuraavat:

- kaivuvoima	30,5 kN
- kauhan murtovoima	68,0 kN
- nostovoima ääriasennossa ilman kauhaa	10,7 kN
- käännön momentti	28,0 kN

LIITE 8. Valmet 712M + Valtra UM 355-kaivuriyksikön tärkeimmät tekniset tiedot ovat (ANON. 1978a s. 38):

Traktorikaivuri Valmet 712M + Valtra UM 355 vastapainokone

Valmet 712M

- kokonaisiskutilavuus	4180 cm ³
- teho	52,2 kW/37 r/s
- suurin vääntömomentti	262 Nm/20 r/s
- 1-vaihteen suurin nopeus moottorin nimellisnopeudella	3,1 km/h
- traktorin paino	3065 kg

Valtra UM 355

- kaivuriyksikön paino kuokkakauhalla varustettuna (traktorin paino on mukana)	7400 kg
- hammaspyöräpumpun tuotto	160 l/min/13 MPa
- edellistä vastaava pumpun kierrosnopeus	33 r/s
- pumpun ottama teho edellä mainituilla arvoilla	40,5 kW
- hydrauliiikkaöljyn määrä	200 l
- kaivulaitteen kääntökulma	180°
- kaivusäde	585 cm
- kaivussyvyys	405 cm
- kuormauskorkeus	375 cm

Valmet/Valtra kaivurit-esitteen (ANON. 1976b, s. 2) mukaan ovat traktorikaivurin voimat seuraavat:

- kaivuvoima	29,6 kN
- kauhan murtovoima	43,2 kN
- nostovoima ääriasennossa ilman kauhaa	11,0 kN
- käännön momentti	29,0 kN

Liite 9. Kaivureiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot muoviputkityömailta.

KAIVURI TYÖMAA: VESSTA				Tapahtumalajin esiin- tymisluku k=p (1-p) $2N + 1,65 p (1-p)\sqrt{2N}$ N = 2064	Absoluuttinen virhe x=± 80 $\sqrt{1+k^2} \sqrt{V_k}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n =$ $\frac{100}{p} \times$	$a_n^2 S_n^2$
Tapahtuma	min/työmaa $=a_n$	min/100m	p %				
Kaivaa ojalinjalla	1101	79,2	53,34	1054	1,47	2,76	9206685
Konesidnin käyttö							
Liitoksen tekeminen	51	3,7	2,47	103	0,46	18,62	902115
Kaivon tekeminen	27	1,9	1,31	54	0,33	25,19	462608
Siirtyy eteenpäin ojalinjalla	215	15,5	10,42	395	0,90	3,64	3448470
Siirtyy ojalta toi- selle	110	7,9	5,33	213	0,66	12,38	1855320
Kaivuvaikeuksia	75	5,4	3,63	151	0,56	15,43	1338706
Muuta	29	2,1	1,41	63	0,36	25,53	548230
Huolto	42	3,0	2,03	83	0,41	20,20	719572
Pakollinen odotus	182	13,1	8,82	340	0,83	9,41	2933336
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Seisoo käyttämättömänä	232	16,7	11,24	421	0,93	8,27	3684760
Todellinen työaika yht. = N	2064 $= \sum a_n$	148,5	100,00				25099802 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe \%} = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{25099802}{4260396}} = \pm 2,4273 \%$$

KAIVURI TYÖMAA: UTTIOMARJU				Tapahtumalajin esiin- tymisluku k=p (1-p) $2N + 1,65 p (1-p)\sqrt{2N}$ N = 1474	Absoluuttinen virhe x=± 80 $\sqrt{1+k^2} \sqrt{V_k}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n =$ $\frac{100}{p} \times$	$a_n^2 S_n^2$
Tapahtuma	min/työmaa $=a_n$	min/100m	p %				
Kaivaa ojalinjalla	834	51,3	56,58	747	1,72	3,04	6427811
Konesidnin käyttö							
Liitoksen tekeminen	38	2,3	2,58	77	0,55	21,32	656226
Kaivon tekeminen	31	1,9	2,10	62	0,50	23,81	544785
Siirtyy eteenpäin ojalinjalla	161	9,9	10,92	297	1,00	9,98	2582614
Siirtyy ojalta toi- selle	69	4,2	4,68	136	0,74	15,81	1190337
Kaivuvaikeuksia	68	4,2	4,62	133	0,73	15,81	1154462
Muuta							
Huolto	6	0,4	0,41	12	0,22	53,66	103653
Pakollinen odotus	31	1,9	2,10	62	0,50	23,81	544785
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Seisoo käyttämättömänä	236	14,5	16,01	408	1,27	7,93	3504683
Todellinen työaika yht. = N	1474 $= \sum a_n$	90,6	100,00				16709356 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe \%} = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{16709356}{2172676}} = \pm 2,7732 \%$$

Liite 10. Kaivureiden työnnekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot tiiliputkityömailta.

KAIVURI TYÖMAA: MÖNYYLÄ				Tapahtumalajin esiin- tymisluku $k=p \frac{(1-p)}{2N + 1,65 p (1-p)\sqrt{2N}}$ $N = 1353$	Absoluuttinen virhe $x = \pm \frac{80}{\sqrt{1+d^2}} \sqrt{\frac{N}{k}}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} \times$	$a_n^2 S_n^2$
Tapahtuma	min/työmaa $=a_n$	min/100m	p %				
Kaivaa ojalinjalla	750	61,1	55,43	690	1,81	3,27	5997772
Konesidhän käyttö							
Liitoksen tekeminen	45	3,7	3,33	89	0,65	19,52	771549
Kaivon tekeminen							
Siirtyy eteenpäin ojalinjalla	131	10,7	9,68	245	1,08	11,16	2136188
Siirtyy ojalta toi- selle	63	5,1	4,66	125	0,77	16,52	1083654
Kaivuvaikeuksia	37	3,0	2,74	76	0,60	21,90	656455
Muuta	41	3,4	3,03	79	0,61	20,13	681306
Huolto	14	1,1	1,03	28	0,37	35,92	252921
Pakollinen odotus	6	0,5	0,44	14	0,26	59,09	125702
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Seisoo käyttämättömänä	266	21,7	19,66	442	1,45	7,38	3848861
Todellinen työaika yht. $= N$	1353 $= \sum a_n$	110,3	100,00				15554408 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe \%} = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{15554408}{1830609}} = \pm 2,9149 \%$$

KAIVURI TYÖMAA: HEIKKALA				Tapahtumalajin esiin- tymisluku $k=p \frac{(1-p)}{2N + 1,65 p (1-p)\sqrt{2N}}$ $N=1608$	Absoluuttinen virhe $x = \pm \frac{80}{\sqrt{1+d^2}} \sqrt{\frac{N}{k}}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} \times$	$a_n^2 S_n^2$
Tapahtuma	min/työmaa $=a_n$	min/100m	p %				
Kaivaa ojalinjalla	851	87,6	52,92	824	1,67	3,16	7211945
Konesidhän käyttö	32	3,3	1,99	63	0,46	23,12	547154
Liitoksen tekeminen	35	3,6	2,18	71	0,49	22,48	618893
Kaivon tekeminen	33	3,4	2,05	68	0,48	23,41	597039
Siirtyy eteenpäin ojalinjalla	114	11,7	7,09	218	0,86	12,13	1912116
Siirtyy ojalta toi- selle	52	5,3	3,23	103	0,59	18,27	902206
Kaivuvaikeuksia	40	4,1	2,49	81	0,52	20,88	697795
Muuta	3	0,3	0,19	7	0,15	78,95	56094
Huolto	11	1,1	0,68	23	0,28	41,18	205156
Pakollinen odotus							
- liitos	3	0,3	0,19	7	0,15	78,95	56094
- kaivo	23	2,4	1,43	46	0,39	27,27	393471
- muu syy	20	2,1	1,24	39	0,36	29,03	337149
Seisoo käyttämättömänä	391	40,2	24,32	609	1,43	5,88	5285651
Todellinen työaika yht. $= N$	1608 $= \sum a_n$	165,4	100,00				18820763 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe \%} = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{18820763}{2385664}} = \pm 2,6979 \%$$

Liite 11. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot Verstan ja Mäntylän tiloilta.

PUTKIEN JA SORAN SIIRTOTRAKTORI
TYÖMAA: VERSTA

TAPAHTUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %	Tapahtumalajin esiintymisluku $k = p (1-p) 2N + 1,65 p (1-p) \sqrt{2N}$ $N=2064$	Absoluuttinen virhe $x = \pm \frac{80}{\sqrt{1+d^2} \sqrt{K} \sqrt{N}}$ s-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} x$	$a_n^2 S_n^2$
Soran lisäys							
Liitoksen tekeminen	24	1,7	1,16	50	0,32	27,58	438335
Kaivon tekeminen	27	1,9	1,31	54	0,33	25,19	462608
Sorasilmukkeiden tekeminen	85	6,1	4,12	166	0,58	14,08	1431856
Putkien jakaminen							
Soran kuljetaminen	451	32,5	21,85	722	1,22	5,58	6341177
Sorastus	576	41,4	27,91	852	1,32	4,73	7421183
Muuta	176	12,7	8,53	329	0,82	9,61	297776
Huolto	11	0,8	0,53	25	0,23	43,40	227871
Pakollinen odotus	378	27,2	18,31	633	1,14	6,23	5538812
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Seisoo käyttämättömänä	336	24,2	16,28	578	1,09	6,70	5060842
tot. työaika yhteensä = N	2064 $= \sum a_n$	148,5	100,00				27220460 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \pm = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{27220460}{4260096}} = \pm 2,5277$$

PUTKIEN JA SORAN SIIRTOTRAKTORI
TYÖMAA: MÄNTYLÄ

TAPAHTUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %	Tapahtumalajin esiintymisluku $k = p (1-p) 2N + 1,65 p (1-p) \sqrt{2N}$ $N=1352$	Absoluuttinen virhe $x = \pm \frac{80}{\sqrt{1+d^2} \sqrt{K} \sqrt{N}}$ s-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} x$	$a_n^2 S_n^2$
Soran lisäys							
Liitoksen tekeminen	27	2,2	2,00	55	0,51	25,50	474032
Kaivon tekeminen							
Sorasilmukkeiden tekeminen							
Putkien jakaminen	55	4,5	4,07	110	0,72	17,69	946676
Soran kuljetaminen	254	20,7	18,78	424	1,42	7,56	3688527
Sorastus	570	46,4	42,16	680	1,80	4,27	5922343
Muuta	2	0,2	0,15	3	0,12	80,00	25600
Huolto	6	0,5	0,44	14	0,26	59,09	125703
Pakollinen odotus	247	20,1	18,27	417	1,41	7,72	3633750
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Seisoo käyttämättömänä	191	15,5	14,13	340	1,27	8,99	2947066
tot. työaika yhteensä = N	1352 $= \sum a_n$	110,1	100,00				17763697 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \pm = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{17763697}{1827904}} = \pm 3,1174$$

Liite 12. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työnmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot Uittoharjun tilalta.

PUTKIEN JA SORAN SIIRTOTRAKTORI
TYÖMAA: UITTOHARJU TR I

TAPAHTUMA	min/työmaa = a_n	min/100 m	p %	Tapahtumalajin esiintymisluku $k = p (1-p) 2N + 1,65 p (1-p) \sqrt{2N}$ N=1466	Absoluuttinen virhe $x = \pm \frac{80}{\sqrt{1+d^2}} \sqrt{k} \frac{N}{N}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} x$	$a_n^2 S_n^2$
Soran lisäys							
Liitoksen tekeminen	12	0,7	0,82	24	0,31	37,81	205806
Kaivon tekeminen	1	0,1	0,07	2	0,09	128,57	16531
Sorasilmäkkeiden tekeminen	2	0,1	0,14	3	0,11	78,57	24694
Putkien jakaminen	34	2,1	2,32	71	0,54	23,28	626281
Soran kuljetta- minen	338	20,8	23,06	537	1,47	6,37	4642474
Sorastus	401	24,7	27,35	600	1,56	5,70	5231405
Muuta	20	1,2	1,36	42	0,41	30,15	363538
Huolto	1	0,1	0,07	2	0,09	128,57	16531
Pakollinen odotus - liitos - kaivo - muu syy	313	19,2	21,35	507	1,43	6,70	4395062
Seisoo käyttämättö- mänä	344	21,1	23,46	542	1,48	6,31	4709603
tod. työaika yhteensä = N	1466 = $\sum a_n$	90,1	100,00				20231985 = $\sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \% = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{20231985}{2149156}} = \pm 3,0682 \%$$

PUTKIEN JA SORAN SIIRTOTRAKTORI
TYÖMAA: UITTOHARJU TR II

TAPAHTUMA	min/työmaa = a_n	min/100 m	p %	Tapahtumalajin esiintymisluku $k = p (1-p) 2N + 1,65 p (1-p) \sqrt{2N}$ N=1443	Absoluuttinen virhe $x = \pm \frac{80}{\sqrt{1+d^2}} \sqrt{k} \frac{N}{N}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} x$	$a_n^2 S_n^2$
Soran lisäys							
Liitoksen tekeminen	10	0,6	0,69	21	0,30	43,48	189036
Kaivon tekeminen	2	0,1	0,14	3	0,11	78,57	24694
Sorasilmäkkeiden tekeminen	4	0,3	0,28	9	0,20	71,43	81633
Putkien jakaminen							
Soran kuljetta- minen	410	25,2	28,41	606	1,59	5,60	5265256
Sorastus	323	19,9	22,38	515	1,47	6,57	4501109
Muuta	3	0,2	0,21	6	0,16	76,19	52245
Huolto	3	0,2	0,21	6	0,16	76,19	52245
Pakollinen odotus - liitos - kaivo - muu syy	274	16,8	18,99	458	1,38	7,27	3964691
Seisoo käyttämättö- mänä	414	25,4	28,69	609	1,60	5,58	5330642
tod. työaika yhteensä = N	1443 = $\sum a_n$	88,7	100,00				19461551 = $\sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \% = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{19461551}{2082249}} = \pm 3,0572 \%$$

Liite 13. Putkien ja soran siirtotraktoreiden työmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot Heikkalan tilalta.

PUTKIEN JA SORAN SIIRTOTRAKTORI
TYÖMAA: HEIKKALA TR I

TAPAHTUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %	Tapahtumalajin esiintymisluku $k = p (1-p) 2N$ $1,65 p (1-p) \sqrt{2N}$ $N=1608$	Absoluuttinen virhe $x = \pm 80 \sqrt{1+d^2} \sqrt{k} \frac{1}{N}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} x$	$a_n^2 S_n^2$
Soran lisäys	152	15,6	9,45	282	0,97	10,26	2434260
Liitoksen tekeminen	29	3,0	1,80	59	0,45	25,00	525625
Kaivon tekeminen	2	0,2	0,12	3	0,10	83,33	27778
Sorasilmäkkeiden tekeminen	10	1,0	0,62	20	0,26	41,94	175858
Putkien jakaminen	14	1,5	0,87	30	0,32	36,78	265166
Soran kuljetta- minen	350	36,0	21,77	564	1,38	6,34	4922406
Sorastus	638	65,6	39,68	792	1,63	4,11	6868679
Muta	4	0,4	0,25	7	0,15	60,00	57600
Huolto	3	0,3	0,19	7	0,15	78,95	56094
Pakollinen odotus							
- liitos	81	8,3	5,04	160	0,73	14,48	1376432
- kaivo	84	8,7	5,22	163	0,74	14,18	1418016
- muu syy	103	10,6	6,41	198	0,82	12,79	1736145
Seisoo käyttämättömänä	138	14,2	8,58	260	0,94	10,96	2285806
tot. työaika yhteensä = N	1608 $= \sum a_n$	165,4	100,00				22149865 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \delta = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{22149865}{2585664}} = \pm 2,9268 \%$$

PUTKIEN JA SORAN SIIRTOTRAKTORI
TYÖMAA: HEIKKALA TR II

TAPAHTUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %	Tapahtumalajin esiintymisluku $k = p (1-p) 2N$ $1,65 p (1-p) \sqrt{2N}$ $N=1584$	Absoluuttinen virhe $x = \pm 80 \sqrt{1+d^2} \sqrt{k} \frac{1}{N}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n = \frac{100}{p} x$	$a_n^2 S_n^2$
Soran lisäys	12	1,2	0,76	26	0,30	39,47	224377
Liitoksen tekeminen	3	0,3	0,19	7	0,16	84,21	63823
Kaivon tekeminen	4	0,4	0,25	7	0,16	64,00	65536
Sorasilmäkkeiden tekeminen	71	7,3	4,48	140	0,70	15,63	1230713
Putkien jakaminen	34	3,5	2,15	70	0,49	22,79	600445
Soran kuljetta- minen	567	58,3	35,80	750	1,61	4,50	6502073
Sorastus	371	38,2	23,42	585	1,42	6,06	5060002
Muta	95	9,8	5,99	181	0,79	13,19	1569812
Huolto	8	0,8	0,51	16	0,24	47,06	141730
Pakollinen odotus							
- liitos	26	2,7	1,64	54	0,43	26,22	464725
- kaivo	60	6,2	3,79	119	0,64	16,89	1026559
- muu syy	73	7,5	4,61	143	0,70	15,18	1228683
Seisoo käyttämättömänä	260	26,8	16,41	447	1,25	7,62	3922379
tot. työaika yhteensä = N	1584 $= \sum a_n$	163,0	100,00				22100857 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \delta = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{22100857}{2509056}} = \pm 2,9679 \%$$

Liite 14. Kaikkien työntekijöiden työmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvitut tiedot muoviputkityömailta.

KAIKKI TYÖNTEKIJÄT TYÖMAA: VERSTA				Tapahtumalajin esiintymisluku $k=p(1-p)$ $2N + 1,65 p(1-p)\sqrt{2N}$ N=10293	Absoluuttinen virhe $x \pm 80$ $\sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n =$ $\frac{100}{p} \times$	$a_n^2 S_n^2$
TAPAHTUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %				
Sihtien käsittely	426	30,6	4,14	826	0,26	6,29	7185192
Käyttää kaivuria	1608	115,7	15,62	2745	0,48	3,04	23899685
Ojanpohjan tasoittaminen	746	53,7	7,25	1400	0,34	4,68	12177818
Ojasyvyyden määrittäminen	253	18,2	2,46	500	0,20	8,24	4344908
Putkenlasku	236	17,0	2,29	466	0,20	8,54	4066107
Putken painaminen ojanpohjaan	435	31,3	4,23	844	0,26	6,23	7332972
Liitoksen tekeminen	238	17,1	2,31	470	0,20	8,51	4098903
Kaivon tekeminen	197	14,2	1,91	390	0,18	9,37	3408554
Sorasilmäkkeiden tekeminen	98	7,0	0,95	196	0,13	13,36	1713566
Putkien jakaminen	243	17,5	2,36	480	0,20	8,42	4180898
Soran kuljettaminen	453	32,6	4,40	876	0,27	6,10	7628426
Sorastus	1013	72,9	9,84	1847	0,39	3,96	16081827
Ruokamullan pudotus	364	26,2	3,54	711	0,24	6,83	6175977
Muuta	1190	85,6	11,56	2129	0,42	3,62	18535048
Sos. tarpeet	40	2,9	0,39	81	0,08	20,92	700028
Pakollinen odotus	2462	177,1	23,92	3789	0,56	2,33	32977532
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Tauko aika	291	20,9	2,83	573	0,22	7,67	4977457
Tod. työaika yhteensä = N	10293 $= \sum a_n$	740,5	100,00				159484898 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \% = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{159484898}{105945849}} = \pm 1,2269 \%$$

KAIKKI TYÖNTEKIJÄT TYÖMAA: UUITTOHARJU				Tapahtumalajin esiintymisluku $k=p(1-p)$ $2N + 1,65 p(1-p)\sqrt{2N}$ N=11416	Absoluuttinen virhe $x \pm 80$ $\sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n =$ $\frac{100}{p} \times$	$a_n^2 S_n^2$
TAPAHTUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %				
Sihtien käsittely	224	13,8	1,96	444	0,17	8,79	3872787
Käyttää kaivuria	1201	73,8	10,52	2173	0,38	3,62	18913460
Ojanpohjan tasoittaminen	1234	75,8	10,81	2225	0,39	3,57	19362689
Ojasyvyyden määrittäminen	519	31,9	4,55	1002	0,26	5,69	8706355
Putkenlasku	177	10,9	1,55	352	0,15	9,89	3065367
Putken painaminen ojanpohjaan	529	32,5	4,63	1019	0,26	5,63	8883421
Liitoksen tekeminen	172	10,6	1,51	343	0,15	10,02	2972034
Kaivon tekeminen	90	5,5	0,79	181	0,11	13,92	1568795
Sorasilmäkkeiden tekeminen	6	0,4	0,05	12	0,03	56,62	115399
Putkien jakaminen	263	16,2	2,30	519	0,19	8,09	4531896
Soran kuljettaminen	751	46,2	6,58	1419	0,31	4,68	12344321
Sorastus	919	56,5	8,05	1709	0,34	4,20	14874351
Ruokamullan pudotus	579	35,6	5,07	1111	0,27	5,37	9676359
Muuta	543	33,4	4,76	1046	0,26	5,55	9090215
Sos. tarpeet	36	2,2	0,32	74	0,07	21,97	625451
Pakollinen odotus	3826	235,1	33,51	5143	0,59	1,75	44772806
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Tauko aika	347	21,3	3,04	680	0,21	7,01	5916671
Tod. työaika yhteensä = N	11416 $= \sum a_n$	701,7	100,00				169292177 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \% = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{169292177}{19335056}} = \pm 1,1397 \%$$

Liite 15. Kaikkien työntekijöiden työmenekit, niiden virheet sekä laskemisessa tarvittut tiedot tiiliputkityömailta.

KAIKKI TYÖNTEKIJÄT TYÖMAA: MÄNTYLÄ				Tarhahtumalajin esiin- tymisluku $k = p(1-p)$ $2N + 1,65 \cdot (1-p)\sqrt{2N}$ N=7905	Absoluuttinen virhe $x \pm 80$ $\sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n =$ $\frac{100}{p} \cdot x$	$a_n^2 S_n^2$
TAPAHITUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %				
Sihtien käsittely	223	18,2	2,82	439	0,25	8,77	3822434
Käyttää kaivuria	1067	86,9	13,50	1870	0,51	3,78	16265481
Ojanpohjan tasoit- taminen	1260	102,6	15,94	2146	0,55	3,43	18670596
Ojasyvyyden mää- rittäminen	520	42,3	6,58	985	0,37	5,63	8565548
Putkenlasku	774	63,0	9,79	1415	0,44	4,53	12315073
Putken painami- nen ojanpohjaan							
Liitoksen tekeminen	239	19,5	3,02	469	0,26	8,46	4089957
Kaivon tekeminen							
Sorasilmäkkeiden tekeminen							
Putkien jakaminen	391	31,8	4,94	752	0,32	6,55	6559662
Soran kuljettaminen	261	21,3	3,30	511	0,27	8,08	4450799
Sorastus	698	56,8	8,83	1289	0,42	4,80	11215183
Ruokamullan pudotus	595	48,4	7,53	1115	0,39	5,23	9693550
Muuta	508	41,4	6,43	964	0,37	5,70	8378119
Sos. tarpeet	26	2,1	0,33	53	0,09	26,03	458098
Pakollinen odotus	1222	99,5	15,46	2093	0,54	3,49	18207766
- liitos							
- kaivo							
- muu syy							
Tauko aika	121	9,9	1,53	241	0,18	11,97	2098790
Tod. työaika yhteensä = N	7905 $= \sum a_n$	643,7	100,00				124791056 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \pm = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{124791056}{62489025}} = \pm 1,4132 \%$$

KAIKKI TYÖNTEKIJÄT TYÖMAA: HEIKKALA				Tarhahtumalajin esiin- tymisluku $k = p(1-p)$ $2N + 1,65 \cdot (1-p)\sqrt{2N}$ N=9681	Absoluuttinen virhe $x \pm 80$ $\sqrt{1+d^2} \sqrt{k}$ %-yks.	Suhteellinen virhe $S_n =$ $\frac{100}{p} \cdot x$	$a_n^2 S_n^2$
TAPAHITUMA	min/työmaa $= a_n$	min/100 m	p %				
Sihtien käsittely	264	27,2	2,73	520	0,22	8,05	4516163
Käyttää kaivuria	1128	116,0	11,65	2017	0,43	3,72	17561272
Ojanpohjan tasoit- taminen	582	59,9	6,01	1107	0,32	5,34	9641139
Ojasyvyyden mää- rittäminen	149	15,3	1,54	297	0,17	10,78	2582089
Putkenlasku	634	65,2	6,55	1199	0,33	5,09	10432750
Putken painami- nen ojanpohjaan							
Liitoksen tekeminen	157	16,2	1,62	312	0,17	10,51	2721495
Kaivon tekeminen	176	18,1	1,82	350	0,18	9,91	3039725
Sorasilmäkkeiden tekeminen	165	17,0	1,70	327	0,17	10,25	2860892
Putkien jakaminen	369	38,0	3,81	718	0,26	6,78	6254764
Soran kuljettaminen	917	94,3	9,47	1680	0,40	4,17	14629575
Sorastus	1308	134,6	13,51	2289	0,46	3,41	19926650
Ruokamullan pudotus	1596	164,2	16,49	2698	0,50	3,04	23472002
Muuta	423	43,5	4,37	819	0,28	6,31	7126651
Sos. tarpeet	47	4,8	0,49	96	0,09	19,27	820273
Pakollinen odotus							
- liitos	229	23,6	2,37	453	0,21	8,66	3927862
- kaivo	215	22,1	2,22	425	0,20	8,95	3702061
- muu syy	774	79,6	7,99	1440	0,37	4,58	12549735
Tauko aika	548	56,4	5,66	1046	0,31	5,51	9106336
Tod. työaika yhteensä = N	9681 $= \sum a_n$	996,0	100,00				154871434 $= \sum a_n^2 S_n^2$

$$\text{summan virhe } \pm = \pm \sqrt{\frac{\sum a_n^2 S_n^2}{(\sum a_n)^2}} = \pm \sqrt{\frac{154871434}{93721761}} = \pm 1,2855 \%$$

LIITE 16 . Urakoitsijaryhmän kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille. Versta.

Tapahtuma	Työnmenekki min/100 m				Työnmenekin prosentti osuus %
	Kaivurin- kuljettaja	Sihtimies l. ojan- pohjantasaaja	Putkenlas- kija	Työntekijät yhteensä	
Sihtien käsittely	7,4	21,8	1,4	30,6	6,86
Käyttää kaivuria	115,7			115,7	25,90
Ojanpohjan tasoittaminen		53,5	0,2	53,7	12,02
Ojasyvyyden määrittäminen		18,2		18,2	4,08
Putkenlasku			17,0	17,0	3,80
Putken painaminen ojanpohjaan			31,3	31,3	7,01
Liitoksen tekeminen		4,0	8,1	12,1	2,71
Kaivon tekeminen	0,3	3,4	6,3	10,0	2,24
Sorasilmäkkeiden tekeminen					
Putkien jakaminen			15,3	15,3	3,43
Soran kuljettaminen					
Sorastus			2,3	2,3	0,52
Ruokamullan pudotus		0,1	2,9	3,0	0,66
Muta	8,7	13,6	18,6	40,9	9,17
Sosiaaliset tarpeet	0,4	0,5	0,8	1,7	0,39
Pakollinen odotus	13,1	30,2	42,5	85,8	19,20
Tauko aika	2,9	3,6	2,5	9,0	2,01
Työnmenekki yhteensä	148,5	148,9	149,2	446,6	100,00

LIITE 17 . Muiden työntekijöiden kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille. Versta.

Tapahtuma	Työnmenekki min/100 m	Työnmenekin prosenttiosuus %
Sihttien käsittely		
Käyttää kaivuria		
Ojanpohjan tasoittaminen		
Ojasyvyyden määrittäminen		
Putkenlasku		
Putken painaminen ojanpohjaan		
Liitoksen tekeminen	5,0	1,71
Kaivon tekeminen	4,2	1,42
Sorasilnäkkeiden tekeminen	7,0	2,40
Putkien jakaminen	2,2	0,74
Soran kuljetta- minen	32,6	11,09
Sorastus	70,6	24,02
Ruokamullan pudotus	23,2	7,88
Muuta	44,7	15,20
Sosiaaliset tarpeet	1,2	0,39
Pakollinen odotus	91,3	31,09
Tauko aika	11,9	4,06
Työnmenekki yhteensä	293,9	100,00

LIITE 18. Urakoitsijaryhmän kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille. Uittoharju.

Tapahtuma	Työnmenekki min/100 m				Työnmenekin prosentti- osuus %
	Kaivurin- kuljettaja	Sihtimies	Putkenlaskija	Työntekijät yhteensä	
Sihtien käsittely	10,6	2,5	0,7	13,8	5,03
Käyttää kaivuria	73,8			73,8	27,00
Ojanpohjan tasoittaminen		26,9	35,4	62,3	22,77
Ojasyvyyden määrittäminen		16,4	15,5	31,9	11,67
Putkenlasku			10,5	10,5	3,84
Putken painaminen ojanpohjaan			1,2	1,2	0,43
Liitoksen tekeminen	0,3	0,4	5,6	6,3	2,32
Kaivon tekeminen	0,2	0,6	4,2	5,0	1,84
Sorasilmäkkeiden tekeminen					
Putkien jakaminen	0,1	1,1	6,5	7,7	2,81
Soran kuljettaminen					
Sorastus					
Ruokamullan pudotus					
Muuta	2,7	3,5	7,8	14,0	5,10
Sosiaaliset tarpeet	0,3	0,1	0,3	0,7	0,27
Pakollinen odotus	1,9	38,8	4,0	44,7	16,34
Tauko aika	0,7	0,2	0,7	1,6	0,58
Työnmenekki yht.	90,6	90,5	92,4	273,5	100,00

LIITE 19 . Muiden työntekijöiden kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille. Uittoharju.

Tapahtuma	Työnmenekki min/100 m	Työnmenekin prosenttiosuus %
Sihtien käsittely		
Käyttää kaivuria		
Ojanpohjan tasoittaminen = soran lisäys	13,5	3,17
Ojasyvyyden määrittäminen		
Putkenlasku	0,4	0,09
Putken painaminen ojanpohjaan	31,3	7,32
Liitoksen tekeminen	4,3	0,99
Kaivon tekeminen	0,5	0,11
Sorasilmäkkeiden tekeminen	0,4	0,09
Putkien jakaminen	8,5	1,98
Soran kuljetaminen	46,2	10,78
Sorastus	56,5	13,19
Ruokamullan pudotus	35,6	8,31
Muuta	19,4	4,54
Sosiaaliset tarpeet	1,5	0,34
Pakollinen odotus	190,4	44,48
Taukoaika	19,7	4,61
Työnmenekki yhteensä	428,2	100,00

LIITE 20 . Urakoitsijaryhmän kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille. Mäntylä.

Tapahtuma	Työnmenekki min/100 m					Työnmenekin prosentti- osuus %
	Kaivurin- kuljettaja	Sihtimies	Ojanpohjan- tasaaja	Putken- laskija	Työntekijät yhteensä	
Sihtien käsittely	12,3	4,6	0,7	0,6	18,2	4,14
Käyttää kaivuria	86,9				86,9	19,78
Ojanpohjan tasoittaminen	0,2	41,4	43,0	15,2	99,8	22,73
Ojasyvyyden määrittäminen		22,0	18,3	2,0	42,3	9,64
Putkenlasku			0,2	62,2	62,4	14,22
Putken painaminen ojanpohjaan						
Liitoksen tekeminen	0,3	0,6	1,3	13,4	15,6	3,54
Kaivon tekeminen						
Sorasilmäkkeiden tekeminen						
Putkien jakaminen	1,2	0,7	9,9	2,7	14,5	3,30
Soran kuljettaminen			2,6		2,6	0,59
Sorastus	0,3		0,2	0,8	1,3	0,30
Ruokamullan pudotus	0,2		0,1	0,2	0,5	0,11
Muuta	6,5	3,5	11,3	9,2	30,5	6,94
Sosiaaliset tarpeet	0,4	0,1	0,7	0,3	1,5	0,35
Pakollinen odotus	0,5	36,9	19,1	2,9	59,4	13,53
Tauko aika	1,5	0,4	1,2	0,6	3,7	0,83
Työnmenekki yhteensä	110,3	110,2	108,6	110,1	439,2	100,00

LIITE 21 . Muiden työntekijöiden kokonaistyömenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille. Mäntylä.

Tapahtuma	Työmenekki min/100 m	Työmenekin prosenttiosuus %
Sihtien käsittely		
Käyttää kaivuria		
Ojanpohjan tasoittaminen	2,8	1,35
Ojasyvyyden määrittäminen		
Putkenlasku	0,6	0,28
Putken painaminen ojanpohjaan		
Liitoksen tekeminen	3,9	1,91
Kaivon tekeminen		
Sorasilmäkkeiden tekeminen		
Putkien jakaminen	17,3	8,48
Soran kuljetaminen	18,7	9,12
Sorastus	55,5	27,16
Ruokamullan pudotus	47,9	23,46
Muuta	10,9	5,34
Sosiaaliset tarpeet	0,6	0,28
Pakollinen odotus	40,1	19,59
Taukoaika	6,2	3,03
Työmenekki yhteensä	204,5	100,00

LIITE 22 . Urakoitsijaryhmän kokonaistyonmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille ja työntekijöille. Heikkala.

Tapahtuma	TYÖNMENEKKI min/100 m			Työnmenekin prosenttiosuus %
	Kaivurin- kuljettaja	Putken- laskija	Työntekijät yhteensä	
Sihtien käsittely	15,5	11,7	27,2	8,21
Käyttää kaivuria	116,0		116,0	35,08
Ojanpohjan tasoittaminen	5,9	30,2	36,1	10,91
Ojasyvyyden määrittäminen	3,5	11,8	15,3	4,63
Putkenlasku	0,3	64,9	65,2	19,71
Putken painaminen ojanpohjaan				
Liitoksen tekeminen	0,5	10,6	11,1	3,33
Kaivon tekeminen	2,2	6,5	8,7	2,64
Sorasilmäkkeiden tekeminen				
Putkien jakaminen	2,4	4,0	6,4	1,93
Soran kuljetaminen				
Sorastus	0,4		0,4	0,12
Ruokamullan pudotus				
Muuta	7,9	8,0	15,9	4,79
Sosiaaliset tarpeet	1,6	0,1	1,7	0,53
Pakollinen odotus				
- liitoksen tekemisestä johtuva	0,3	0,9	1,2	0,34
- kaivon tekemisestä johtuva	2,4	2,1	4,5	1,37
- muusta syystä johtuva	2,1	11,8	13,9	4,20
Tauko aika	4,4	2,9	7,3	2,21
Työnmenekki yhteensä	165,4	165,5	330,9	100,00

LIITE 23 . Muiden työntekijöiden kokonaistyönmenekki ja sen jakautuminen eri tapahtumille. Heikkala.

Tapahtuma	Työnmenekki min/100 m	Työnmenekin prosenttiosuus %
Sihttien käsittely		
Käyttää kaivuria		
Ojanpohjan tasoittaminen = soran lisäys	23,8	3,57
Ojasyvyyden määrittäminen		
Putkenlasku		
Putken painaminen ojanpohjaan		
Liitoksen tekeminen	5,1	0,77
Kaivon tekeminen	9,4	1,41
Sorasilmäkkeiden tekeminen	17,0	2,55
Putkien jakaminen	31,6	4,75
Soran kuljetaminen	94,3	14,19
Sorastus	134,2	20,17
Ruokamullan pudotus	164,2	24,69
Muuta	27,6	4,16
Sosiaaliset tarpeet	3,1	0,46
Pakollinen odotus		
- liitoksen tekemisestä johtuva	22,4	3,37
- kaivon tekemisestä johtuva	17,6	2,65
- muusta syystä johtuva	65,7	9,88
Taukoaika	49,1	7,38
Työnmenekki yhteensä	665,1	100,00