

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET
(SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND — FORSTWISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT
IN FINNLAND — SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE FINLANDE)

SILVA FENNICA

84.

AIKATUTKIMUKSIA METSÄOJITUSTEN
KIVITÖISTÄ

PAAVO YLI-VAKKURI

*ZEITSTUDIEN IN DEN STEINARBEITEN
BEI WALDENTWÄSSERUNGEN*

HELSINKI 1954

SILVA FENNICA

N:o 84 (1954)

**AIKATUTKIMUKSIA METSÄOJITUSTEN
KIVITÖISTÄ**

PAAVO YLI-VAKKURI

*ZEITSTUDIEN IN DEN STEINARBEITEN
BEI WALDENTWÄSSERUNGEN*

Helsinki 1954

Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Alkusanat

Aiheen tähän tutkimukseen sain professori O. J. L u k k a l a l t a keväällä 1938. Toimiessani samana vuonna kesäkauden suonkuivausmetsänhoitajan tehtävissä metsähallinnon Keski-Suomen suonkuivauspiirissä metsänhoitaja O. O. J. T i r k k o s e n alaisena minulla oli hyvä tilaisuus perehtyä metsäojitusten kivi-töihin. Ohjatessani muun työn ohella Viitasaaren hoitoalueessa tapahtuneita professori L u k k a l a n aikatutkimuksia, jotka selvittelivät metsäojien kaivua (vrt. L u k k a l a 1939), minulla oli mahdollisuus perehtyä myös työaikatutkimusten kenttätöiden suoritukseen.

Tämän tutkimuksen aineiston keräsin kesällä 1939 Vilppulan kokeilu-alueessa ja Korkeakosken hoitoalueessa. Tutkimussuunnitelmaa laatiessani sain professori L u k k a l a l t a arvokasta apua. Työn tarkkailijoina minua avustivat silloiset ylioppilaat, myöhemmin metsänhoitajat V i s a K y y h k y n e n (†) ja Y r j ö K a r p p i sekä metsäharjoittelija, myöhemmin metsäteknikko V i l h o M ä e n p ä ä.

Helsingissä joulukuussa 1953.

P a a v o Y l i - V a k k u r i

Sisällys

	Sivu
Johdanto	4
Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto	5
Tutkimuksen tulokset	9
Työajan jakaantuminen eri työvaiheiden kesken	9
Keskimääräiset tulokset eri koneilla	9
Keskimääräiset tulokset koko aineistosta	11
Kiven koon vaikutus työaikaan	13
Kirjallisuutta	15
Referat	15

Johdanto

Veden vaivaamia, ojitusta kaipaavia metsiä esiintyy sekä kivettömällä että kivisellä maalla. Metsäojituksia toteutettaessa ei näin ollen voida välttyä kivien tuottamasta haitasta.

Pienehköt kivet, jotka kaksi miestä pystyy ojasta käsin poistamaan, sisällytetään yleensä kaivutyöhön ja ne myös poistetaan kaivun yhteydessä (vrt. L u k k a l a 1948). Suuremmat kivet jätetään ojaa kaivettaessa paikoilleen ja poistetaan erikseen. Tällaista järeäkköjen kivien poistoa nimetään metsäojituksissa kivityöksi.

Kivitöiden suorittamiseksi on kehitetty erilaisia menetelmiä. Päämenetelmänä on ollut räjäyttäminen. Sen ohella on kivien poisto kivennostokoneita käyttäen muodostanut toisen tärkeän kivenpoistomenetelmän. Tämä menetelmä kehittyi nopeasti 1930-luvulla ja kilpaili voitollisesti räjäytysmenetelmän kanssa (vrt. L u k k a l a - T i r k k o n e n 1939, M e t s ä n h e i m o 1934, 1939, M u l t a m ä k i 1939, T a n t t u 1943, L u k k a l a 1948). Kivennostokoneiden kilpailukykyisyyttä metsäojitusten kivitöissä on viime aikoina vähentänyt se, että räjäytyksessä on aikaa vievä reikien poraus koneistettu. Ojitusdynamiitti on lisäksi tehnyt mahdolliseksi selviytyä kivitöistä eräissä tapauksissa vaivattomasti kaivun yhteydessä. Samoja mahdollisuuksia kätkeytyy parhaillaan kehittymässä olevaan metsäojien koneelliseen kaivuun.

Kun tämän kirjoittaja joutui 1930-luvun lopulla tekemisiin metsäojitusten kivitöiden kanssa ja ryhtyi niitä aikatutkimuksin selvittämään, oli aivan luonnollista, että huomio tällöin kiintyi erityisesti kivennostokoneihin, koska ne silloin näyttivät tarjoavan suurimmat mahdollisuudet kivitöiden rationalisoimiseen.

Nyt julkaistuin tutkimusten tuloksilla ei luonnollisestikaan ole sitä ajankohtaista leimaa kuin mikä niillä olisi ollut aineiston keräysajankohtana. On kuitenkin eräitä seikkoja, jotka puoltavat kerätyn aineiston käsittelyä ja saatujen tulosten julkaisemista.

Ensinnäkin on huomattava, että kivennostokoneita metsäojitusten kivitöissä edelleen käytetään, joskin tosin vähemmässä määrin kuin aikaisemmin. Lisäksi on todettava, että metsäojitusten kivitöistä on perin niukasti aikahavaintoihin perustuvaa tietoa (vrt. M e t s ä n h e i m o 1934). Tällaista tietoa kuitenkin tarvitaan lähtöaineistona ja vertailuperusteena menetelmiä edelleen tutkittaessa ja kehitettäessä. Ehkä tällainen orientoiva selvittely on paikallaan senkin vuoksi, että se tuo lisävalaistusta ojitustoimintamme kukoistuskauten työmenetelmiin ja näin täydentää T i r k k o s e n (1952) tallettamaa yleiskuvaa vuosisatamme ensimmäisen puoliskon eräästä merkittävästä saavutuksesta.

Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto

Tutkimukset suoritettiin Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen Vilppulan kokeilualueessa ja metsähallituksen Korkeakosken hoitoalueessa 10. 8.— 9. 9. 1939 välisenä aikana. Olosuhteet, joissa aineisto kerättiin, eivät sanottavasti vaihdelleet. Suot joiden ojituksista tutkimuksessa oli kysymys, olivat matalaturpeisia kangaskorpia tai varsinaisia korpia, joissa perusmaana oli kivinen moreeni. Ojien syvyys oli vaihdellen 50—70 cm. Kivet, joita oli runsaanlaisesti, olivat joko irrallaan tai helpohkosti irroitettavia. Työtä haittaavaa vettä ei ollut tai sitä esiintyi vain niukasti. Veden kuljettamaa hiekkaa sen sijaan oli ojissa jonkin verran. Säätila tutkimuspäivinä oli yleensä lämmin ja aurinkoinen, vain joinakin rupeamina esiintyi ohimenevästi heikkoa sadetta.

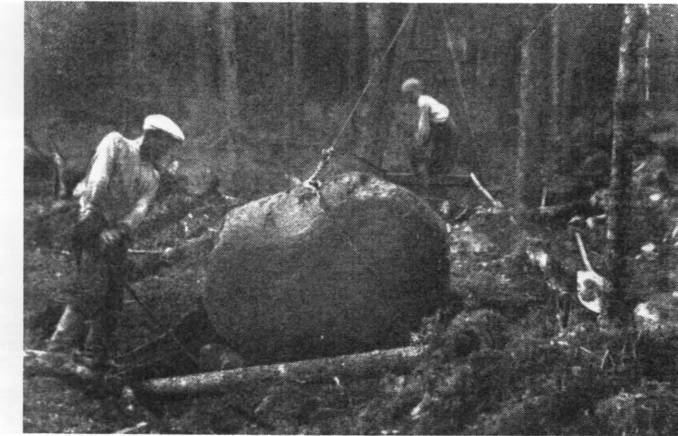
Kivennostolaitteista olivat tutkimuksen alaisina metsäojitusten kivitöissä yleisesti tunnetut kolmijalkavintturi Mikro, kivikela Kelpo, kivennosturi Köyri, kivikelkka M¹, käsikela Teho ja eräs vähemmän tunnettu kivennostolaite Pekka.

Näiden laitteiden rakennetta ja teknillisiä ominaisuuksia, joita on eri yhteyksissä esitelty (vrt. Metsänheimo 1934, 1939, Lukkala 1936, 1948, Multamäki 1939, Tanttu 1943), valaisevat seuraavat lyhyet tiedot.

Mikro (kuva 1) järeä, noin 110 kg painoinen nostokone, jonka vetokestävyys on noin 2 000 kg. Nostolaitteen muodostavat metallista valmistettu kolmijalka ja siihen kytketty nostokoje. Jaloista on kaksi valmistettu metalliputkista, kolmannen muodostaa kaksi rinnakkaista metalliaisaa. Nostokoje on sijoitettu näiden aisojen varaan. Siihen kuuluvat hammaspyöräinen kela, jonka ympärille nostovaijeria kelataan ja joka liittyy kahden hammaspyörän välityksellä kiertokampeen sekä yksi kiinteä ja yksi liikkuva taittopyörä (väkipyörä), johon on kiinnitetty nostokoukku.

Kuva 1. Työskentelyä kivennostolaite Mikroa käyttäen. Kuva ei ole kokeilutyömaalta. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Abb. 1. Arbeit bei Anwendung der Hebe-
maschine Mikro. Das Bild ist nicht von dem
Versuchsarbeitssplatz. Aufn. Paavo Yli-
Vakkuri.



Kuva 2. Järeän kiven poistoa Kelpoa käyttäen. Kuva kokeilutyömaalta. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Abb. 2. Das Wegschaffen eines groben Steines bei Anwendung von Kelpo. Das Bild ist von dem Versuchsarbeitssplatz. Aufn. Paavo Yli-Vakkuri.



Kuva 3. Kivikelkka M¹ työssä. Kelausvaihe alkamassa. Kuva ei ole kokeilutyömaalta. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Abb. 3. Der Steinschlitten M¹ bei der Arbeit. Der Arbeitsgang des Windens im Beginnen. Das Bild ist nicht von dem Versuchsarbeitssplatz. Aufn. Paavo Yli-Vakkuri.



Kuva 4. Tutkimuksen kohteena ollut 3-miehinen työryhmä työssään. Nostolaitteena Pekka. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Abb. 4. Die bei der Untersuchung beobachtete Arbeitsgruppe von 3 Männern bei der Arbeit. Als Hebe-
maschine Pekka. Aufn. Paavo Yli-Vakkuri.

Kivikela *K e l p o* (kuva 2) noin 80 kg painoinen nostokone, jonka vetokestävyys on lähes 2 000 kg. Nostokoje toimii puusta valmistetun A:n muotoisen reisipuorakennelman varassa. Nostokoje, jonka muodostaa vivun avulla pyöritettävä, jarrulaitteella varustettu kela, on kiinnitetty reisipuorakennelman alimmaiseen poikittaiseen tukipienaan. Nostovoiman ohjaamiseksi ylöspäin on reisipuorakennelman yläosassa kiinteä taittopyörä, jonka ylitse nostovaijeri kulkee.

Kivennosturi *K ö y r i* rakenteeltaan, painoltaan ja vetokestävyydeltään edelliseen verrattava laite, jonka nostokojeen muodostavat kiertokammilla pyöritettävä, A:n muotoisen reisipuorakennelman varassa oleva kela ja yksi irtonainen taittopyörä, joka on varustettu nostokoukulla.

Kivikelkka *M I* (kuva 3) rakenteeltaan edellisistä olennaisesti poikkeava, noin 50 kg painoinen kivennostolaite, jonka vetokestävyys on noin 2 000 kg. Kivikelkan muodostavat kaksi noin 3,5 m pitkää rinnakkaista jalasta, joita 3 teräksistä sidehaarukkaa yhdistää, ja jalasten toiseen päähän kiinnitetty vetolaite. Vetolaitteena on kela, jota pyöritetään vivun avulla.

Käsikela *T e h o* ankkureineen noin 75 kg painoinen laite, jonka vetokestävyys on noin 2 000 kg. Laitteen muodostavat metallinen, maahan ankkuroitava kehys ja sen varaan kiinnitetty vetolaite, vivulla pyöritettävä kela. Käsikela vaatii lisälaitteekseen erillisen kelkan, joka suojaa ojan sivua ja keventää nostoa.

Kivennostolaite *P e k k a* (kuva 4 ja 5) noin 65 kg painoinen, Köyriä muistuttava kivennostokone. Nostokojeena siinä ovat kiertokammilla pyöritettävä kela ja yksi kiinteä ja yksi irtonainen nostokoukulla varustettu taittopyöräpari.

Tutkimuksen kohteena oli kaksi työryhmää. Ensimmäisessä työryhmässä oli kaksi miestä, joista toisen ikä 36 vuotta, työkokemus metsäojien kivitöissä 10 vuotta, toisen ikä oli 43, työkokemus 6 vuotta. Tämä työryhmä työskenteli Vilpulan kokeilualueessa ja käytti työssään kaikkia muita tutkimuksessa mainittuja koneita paitsi kivennostolaite Pekkaa. Viimeksi mainittua käytti Korkeakosken hoitoalueessa työskennellyt 3-miehinen työryhmä. Tämän työryhmän jäsenet olivat myös metsäojien kivitöihin tottuneita, iältään 27—32 vuotiaita. Edellinen ryhmä työskenteli päiväpalkalla, jälkimmäinen teki urakkatyötä. Koehenkilöt olivat kaikki työssään ahkeria ja yritteliäitä. Työn tarkkailijat seurasivat kelloa käyttäen kaikkien työntekijöiden työtä koko tutkimusajan.

Tutkimuksessa jaoteltiin työ seuraaviin työvaiheisiin:

1. Kiven irroittaminen. — *Lösen des Steines*
2. Ketjuun köyttö. — *Anketten*
3. Kelaus. — *Winden*
 - a) Kankityö. — *Stangenarbeit*
 - b) Kelaaminen. — *Haspeln*
 - c) Ketjun irroitus. — *Lösen der Kette*
4. Koneen siirto. — *Bewegen der Maschine*
 - a) Hajoittaminen. — *Auseinandernehmen*
 - b) Kantaminen. — *Tragen*
 - c) Kokoontulo. — *Zusammensetzen*
5. Käsinnosto. — *Heben mit den Händen*
6. Lisäperkaus. — *Weiteres Räumen*



K u v a 5. Kivien ksymetrinen mittaus käynnissä. Nostolaitteena Pekka. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

A b b. 5. Die xylometrische Messung der Steine. Als Hebemaschine Pekka. Aufn. Paavo Yli-Vakkuri.

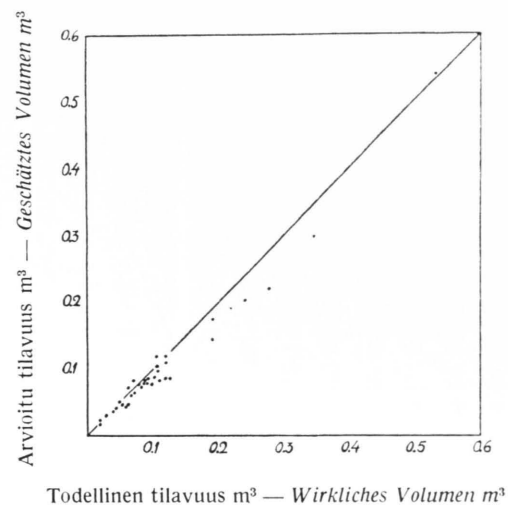
Tehotyöajan lisäksi erotettiin:

7. Hukka-aika. — *Verlustzeit*
8. Lepoaika. — *Ruhezeit*

Ennen kuin kiven ympäri voitiin panna ketju pysyvää nostoa varten ja ennen kuin nostoon, konetta liiaksi kuormittamatta, voitiin ryhtyä, oli kivi usein irroitettava alustastaan. Tätä työvaihetta nimitettiin tutkimuksessa kiven irroittamiseksi. Miehet tekivät sen yleensä rautakankea käyttäen. Jolloinkin käytettiin vivun tavoin apuna myös tukevaa puukankea.

Ketjuun köyttöön vietiin se aika, mikä miehiltä kului nostoketjun pujottamiseen kiven ympärille valmiiksi nostoa varten. Edullisesti sijaitsevat irtonaiset kivet köytti ketjuun yksi mies, epäedullisesti sijaitsevien kivien ketjuun köyttöön saattoi sen sijaan osallistua koko työryhmä. Tavallisesti tällöin yksi pujotti ketjua kiven ympäri ja toinen (toiset) nosti kiveä kankea apuna käyttäen. Eräissä tapauksissa jouduttiin kelaus keskeyttämään ja suorittamaan ketjuun köyttö uudestaan.

Kelaukseen luettiin konetta hoitavan kelaajan (kelaajien) aika ja se aika, joka



Kuva 6. Tulokset kiven tilavuuden määrittämisen ksylometrisestä tarkistuksesta. Lävistäjä edustaa oikeata arviota.

Abb. 6. Die Ergebnisse bei der xylometrischen Prüfung der Volumbestimmung der Steine. Die Diagonale vertritt den richtigen Wert.

kului kiven ohjaimiseen ja ketjun luiskahtamisen estämiseen (kankityö), samoin kiven irrottamiseen kulunut lyhyt työvaihe.

Koneen siirtoon sisällytettiin sen kokoonpano, hajoittaminen ja kantaminen työkohteesta (kivi, kiviryhmä) toiseen.

Kaivutyössä jääneiden pieneköiden kiven poistoa konetta käyttämättä nimettiin tutkimuksessa käsinnostoksi.

Kivien poiston jälkeen tarpeellista ojan kaivun täydentämistä tai muuta kivien poistosta aiheutunutta ojan siivoustyötä nimettiin tutkimuksessa lisäperkaukseksi.

Satunnaisista syistä aiheutuneet työn keskeytykset vietiin hukka-aikaan, lepoaikaan työrupeamien kestäessä vietetyt lepoaikat.

Tutkimuksessa otettiin työvaikeustekijöistä huomioon kiven koko, laatu (sileä, rosainen), muoto ja sijainti ojassa. Viimemainittua kuvattiin siten, että ilmaistiin miten syvällä (tai korkealla) kiven korkein kohta oli maanpinnan tasosta ja miten suuri osa kiven tilavuudesta oli maan sisässä. Lisäksi ilmaistiin sijaintiko kivi pohjassa vai luiskassa vai molemmissa. Kivien tilavuus määritettiin kuvittelemalla kivet kuutionmuotoisiksi ja mittaamalla mittakeppiä käyttäen näin saatujen kuutioiden ulottuvaisuudet. Tämän menetelmän tarkkuutta selvitettiin erikoistutkimuksin siten, että määritettiin kivien tilavuuksia sekä edellä kuvulla tavalla että ksylometrisesti (vrt. kuva 5). Tarkistuksen tulokset ilmenevät kuvasta 6. Siitä voidaan todeta, että kivien tilavuuden toteamiseksi käytetty menetelmä on antanut jokseenkin tarkkoja tuloksia. Erityisesti näin on ollut

asian laita kivitöissä yleisimmin esiintyvän kivikoon osalta. Kun ero kivien arvioitujen ja todellisen tilavuuden välillä siis on verrattain pieni, esitetään kivien tilavuus tutkimuksessa alkuperäisen mittauksen mukaisena. Kun tutkimus on luonteeltaan orientoiva, on tutkimuksessa yksityiskohtaisesti analysoitu vain tärkeimmän työvaikeustekijän, nimittäin kiven koon vaikutus.

Aineisto käsittää tarkkailtua työaikaa yhteensä 12764.7 minuuttia eli noin 27 8-tuntista työpäivää. Mainittuna aikana poistettiin ojasta koneella kaikkiaan 465 kiveä, joiden yhteinen tilavuus oli 55.539 m³. Poistetut kivet olivat tilavuudeltaan keskimäärin 0.119 m³. Tutkimuksen aikana puhdistettiin ojaa kivistä yhteensä 1631 m.

Tutkimuksen tulokset

Työajan jakaantuminen eri työvaiheiden kesken

Keskimääräiset tulokset eri koneilla

Työajan keskimääräinen jakaantuminen eri työvaiheisiin kunkin koneen osalta selviää taulukosta 1. Työajan keskimääräistä jakaantumista laskettaessa on otettu mukaan työryhmän kaikkien jäsenten työajat. Kun työajan rakenne ei sanottavasti vaihdellut työryhmän eri jäsenten välillä, kuvaa työajan keskimääräinen jakaantuminen myös suurin piirtein yksityisten työntekijöiden työajan rakennetta.

Tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että työajan prosenttinen jakaantuminen päätyövaiheiden, koneella työskentelyn, käsinnoston, lisäperkauksen sekä hukka- ja lepoajan kesken on suurin piirtein samanlainen eri koneilla. Tämä tulos vahvistaa osittain käsitystä, että yleiset olosuhteet ovat tutkimuksen aikana olleet koko lailla samanlaiset.

Eniten poikkeaa muista työajan rakenne Pekalla työskenteillä. Siinä voidaan erityisesti panna merkille koneella työskentelyn runsaus, käsinnoston jääminen kokonaan pois sekä lepoajan vähyys.

Lepoajan niukkuus johtunee siitä, että Pekalla työskenteelijät tekivät urakkatyötä. Levon tarvetta vähensi osittain myös se, että kolmen miehen työryhmässä oli mahdollisuus töitä vuorotellen työnkin aikana jonkin verran rentoutua.

Kiveä ja kivikuutiometriä kohden laskettujen keskimääräisten tulosten perusteella ei voida tehdä yksityiskohtaisia vertailuja koneiden kesken. Tämä johtuu siitä, että eri koneilla poistettiin jossain määrin erilaista kiviainesta ja että olosuhteet eivät muutenkaan olleet täsmälleen samanlaiset. Joitakin yleisiä piirteitä voitaneen kuitenkin mainita.

Verrattaessa eri koneilla saatuja työtuloksia koko aineiston keskimääräisiin tuloksiin havaitaan, että kokeiltavista koneista kävi kiven poisto keskimääräistä nopeammin kappaleluvun mukaan arvostellen Pekalla, kivikelkka M¹:llä ja Köyriellä ja keskimäärin hitaammin Kelpoa, Mikroa ja Tehoa käyttäen. Pekalla saatu hyvä tulos voi osittain aiheutua siitä, että kivet olivat keskimäärää hieman pie-

T a u l u k k o 1. Työmaa-ajan jakaantuminen eri työvaiheiden kesken prosenttisesti sekä keskimäärin kiveä ja kivi-kuutiometriä kohden minuuttia.

T a b e l l e 1. Die Verteilung der Arbeitsplatzezeit auf die verschiedenen Arbeitgänge prozentual sowie durchschnittlich je Stein und Steinkubikmeter in Minuten

Työvaihe — Arbeitsgang 1	Mikro				Kelpo				Köyri				M ^I				Teho				Pekka				Keskim./yht. Im Mittel/insges.							
	%	kpl	m ³	m ³	%	kpl	m ³	m ³	%	kpl	m ³	m ³	%	kpl	m ³	m ³	%	kpl	m ³	m ³	%	kpl	m ³	m ³	%	kpl	m ³	m ³	%			
																														min — Min.	min — Min.	min — Min.
1 Kiven irrottaminen	5	3.4	11.2	10	3.3	25.6	10	2.3	27.5	9	2.6	22.3	7	2.8	27.1	14	1.9	17.1	9	2.5	21.3											
2 Ketjuun köyttö	16	10.9	36.5	14	4.8	37.8	18	4.2	50.5	14	4.3	37.6	17	7.1	68.3	20	2.6	23.6	16	4.5	37.3											
3a Kankityö	6	4.1	13.6	13	4.4	34.8	5	1.2	14.5	12	3.6	31.0	8	3.1	29.5	9	1.2	10.9	10	2.7	22.1											
3b Kelaaminen	15	9.9	33.2	13	4.2	33.3	12	2.8	33.6	12	3.5	30.7	23	9.4	90.6	21	2.8	25.4	15	4.2	35.2											
3c Ketjun irroitus	4	2.8	9.4	5	1.8	14.0	6	1.4	16.2	4	1.2	10.8	5	1.9	18.2	5	0.7	5.9	5	1.3	11.2											
3 Kelaus yhteensä	25	16.8	56.2	31	10.4	82.1	22	5.4	64.3	28	8.3	72.6	35	14.4	138.3	35	4.7	42.2	30	8.2	68.5											
4a Hajoittaminen	3	1.9	6.2	2	0.6	4.8	2	0.5	5.6	0	0.0	0.2	1	0.4	4.3	2	0.3	2.4	2	0.4	3.6											
4b Kantaminen	2	1.5	5.0	3	1.1	8.4	4	0.9	10.7	3	0.9	8.2	3	0.8	8.1	3	0.4	3.6	3	0.8	6.8											
4c Kokoonpano	7	4.4	14.9	4	1.3	10.2	6	1.4	16.5	0	0.0	0.1	3	1.1	10.5	3	0.3	3.1	3	0.9	7.8											
4 Koneen siirto yhteensä	12	7.8	26.1	9	3.0	23.4	11	2.7	32.8	3	0.9	8.5	6	2.4	22.9	8	1.0	9.0	8	2.1	18.2											
1—4 Koneella työsk. yhteensä	58	38.8	130.0	63	21.5	168.9	61	14.6	175.1	54	16.1	140.9	65	26.7	256.6	77	10.2	91.9	63	17.3	145.3											
5 Käsinnosto	7	4.4	14.7	6	1.9	15.3	7	1.6	19.0	8	2.5	21.7	4	1.5	14.8	0	0.0	0.0	5	1.4	12.1											
6 Lisäperkaus	9	5.8	19.5	13	4.3	34.1	17	4.2	50.4	17	5.1	44.1	14	5.6	53.8	12	1.6	14.7	14	3.8	31.5											
1—6 Tehotyöaika yhteensä	74	49.1	164.3	82	27.7	218.4	85	20.3	244.5	79	23.7	206.7	83	33.8	325.2	89	11.9	106.6	82	22.5	188.9											
7 Hukka-aika	6	4.3	14.4	1	0.3	2.3	1	0.1	1.7	0	0.0	0.3	2	1.0	9.1	1	0.1	0.8	2	0.4	3.4											
8 Lepoaika	20	13.2	44.3	17	5.8	45.8	14	3.4	41.2	21	6.2	54.1	15	6.0	58.1	10	1.4	12.2	16	4.5	37.5											
1—8 Työmaa-aika yhteensä	100	66.6	223.0	100	33.8	206.4	100	23.9	287.4	100	29.3	261.1	100	40.8	302.4	100	13.3	119.6	100	27.4	229.8											
Työmaa-aika yht. min. Arbeitsplatzezeit zus. Min.	1464.1				3747.4				1697.2			2154.7			1755.6			1945.9			12764.7											
Kiviä nostettu yht. kpl. Steine gehoben zus. St.	22				111				71			72			43			146			465											
Kivien keskimääräinen m ³ Durchschnitsgröße des Steines m ³	0.398				0.127				0.083			0.115			0.104			0.111			0.119											

1 Siehe S. 6.

nempää (0.111 m³/kpl). Ilmeisesti tulokseen on vaikuttanut myös kivien irtonaisuus, mikä kuvastuu kiven irrottamiseen ja ketjuun köyttöön kuluneen ajan vähyydessä. Tulokseen lienee vaikuttanut myös työn urakaluonne, joka parhaiten kuvastunee kelausnopeudessa. Tietenkin siihen on vaikuttanut myös koneen rakenne. Tuloksista voidaan edelleen todeta, että kone on kätevä koota, siirtää ja purkaa. Kun tulos on hyvä poistettua tilavuusyksikköäkin kohden, voidaan todeta kysymyksessä olevan koneen osoittautuneen hyvin käyttökelpoiseksi.

Köyriin antama hyvä tulos johtunee paitsi koneen yleisestä käyttökelpoisuudesta myös siitä, että kivet sillä kokeiltaessa olivat keskimäärin kaikkein pienimpiä (0.083 m³/kpl).

Kivikelkka M^I, jolla kokeiltaessa kivet olivat lähes keskimääräistä kokoa (0.115 m³/kpl), tulos on keskimäärää parempi sekä kappalelunun mukaan että poistetun kivimäärän tilavuuden mukaan arvostellen. Siirroissa (hajoittaminen, kantaminen, kokoonpano) kivikelkka M^I lisäksi osoittautui kaikkein kätevimmäksi.

Kelpoa kokeiltaessa kivet olivat jonkin verran keskimäärää suurempia (0.127 m³/kpl). Ilmeisesti se osittain on pidentänyt nostoaikaa. Kelpoa käytettäessä tulos oli hieman keskimäärää huonompi myös tilavuusyksikköä kohden.

Mikrolla työskenneltäessä kivet olivat keskimäärin kaikkein suurimpia (0.298 m³/kpl). Tämä lienee osaltaan ratkaisevasti pidentänyt kiveä kohden kulunutta aikaa. Tilavuusyksikköä kohden Mikrolla saavutettu tulos onkin keskimääräistä parempi. Siirroissa Mikro sen sijaan näyttää olleen aikaa vievä. Nämä Mikron ominaisuudet viittaavat sen käyttökelpoisuuteen silloin, kun on kysymyksessä oja, jossa on tiheässä järeitä kiviä.

Tehoa kokeiltaessa kivet olivat keskimäärää jonkin verran pienempiä (0.104 m³/kpl). Työtulos sitä käyttäen muodostui heikoksi sekä kivien lukumäärän että tilavuuden puolesta.

Keskimääräiset tulokset koko aineistosta

Kun työajan jakaantuminen ei vaihdellut kovin paljon eri koneilla työskenneltäessä, on mahdollista ja aiheellista tarkastella taulukon 1 perusteella työajan rakennetta myös koko aineiston perusteella.

Jos tällöin rajoitutaan tarkastelemaan työajan jakaantumista aluksi päätyövaiheiden, koneella työskentelyn, käsinnoston, lisäperkauksen sekä hukka- ja lepoajan kesken, havaitaan, että pääosa ajasta on kulunut koneella työskentelyyn. Lisäperkaus on vaatinut ajasta myös jonkin verran, käsinnosto sen sijaan vähän. Lepoon on kulunut aikaa huomattavan runsaasti, hukka-ajan osuus on sen sijaan vaatimatonta.

Käsinnoston esiintyminen työvaiheiden joukossa viittaa siihen, että metsäojien kaivussa aina pyrkii jäämään kaivuun sisältyviä pienehköjä ns. kahden miehen kiviä kivityön yhteydessä poistettaviksi. Näin on asianlaita erityisesti silloin, kun kaivumiehellä ei ole työssään toveria. Kivityötä tekevät miehet pois-

tavat käsin sitä paitsi usein edellä mainittuja hieman suurempiakin kiviä, sillä käsinnosto on nopeaa, joskin raskasta. Käsin poistettavia kiviä irtautuu myös ojaan aina suurempia kiviä poistettaessa.

Lisäperkaus on tässä aiheutunut noston jälkien korjauksesta, lietteen poistamisesta ja ojan kaivun täydentämisestä esteen poistuttua.

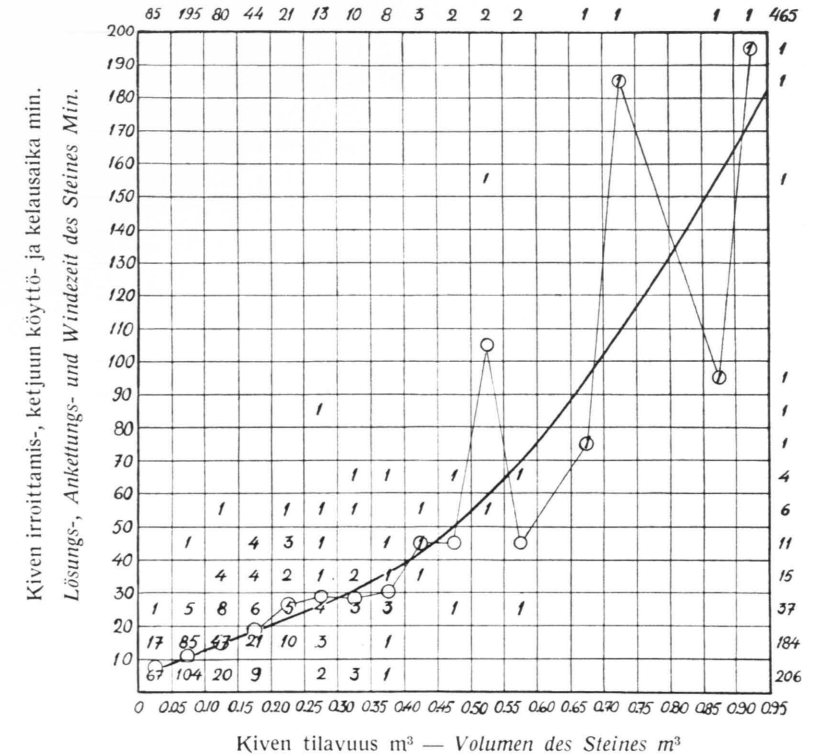
Lepoon käytettiin tutkitussa työskentelyssä runsaanlaisesti aikaa. Muissa metsätoissa on lepoon käytetty aika yleensä lyhempi. Niinpä lepoaika Vuoriston (1936) mukaan on kuusipaperipuiden teossa 5,9 % koko työajasta. Aro (1936) on saanut vastaavasti koivuhalkojen tekoa koskevassa tutkimuksessaan lepoajaksi 5 %. Makkonen (1952) katsoo keskeytysten, joihin hän lukee levähdystauot, hukka-ajat ja työkalujen kunnostamiseen käytetyn ajan, pinotavaran teossa vaativan 10 %. Metsäojien kaivussa lepoajan osuus on Luukkalan (1939) mukaan 11 % eli lähinnä tässä tutkimuksessa esiintyvää suuruusluokkaa. Kun koehenkilöiden ahkeruudessa tutkimuksen kestäessä ei ollut moitittimista, kuvastuu lepoajan osuudessa ilmeisesti lähinnä kivitöiden rasittavuus muihin metsätöihin verrattuna.

Tarkasteltaessa taulukon perusteella lähemmin työajan jakaantumista koneella työskentelyssä havaitaan, että suurimman osan ajasta, lähes puolet, on vieny kelaus siihen liittyvine kankitöineen ja kiven irroittamisineen ketjusta. Työn rationalisoinnin kannalta tämä työvaihe on näin ollen tärkeä. Kelausvaiheen vaatimasta ajasta puolestaan näyttää pääosa kuluneen varsinaiseen kelaamiseen. Kiven ohjailmiseen, ketjun kiinnityksen varmentamiseen yms. kankityöhön on kulunut myös tuntuvasti aikaa. Kiven irroittaminen ketjusta on sen sijaan sujunut nopeasti.

Kiven ketjuun köyttö on työvaihe, joka on vaatinut noin neljänneksen koko koneella työskentelyn ajasta. Kiven irroittaminen on vieny vastaavasta ajasta seitsemäsosan ja koneen siirto melkein saman verran. Koneen siirtoon kuuluvista työvaiheista on eniten kulunut aikaa koneen kokoonpanoon ja kantamiseen paikasta toiseen, vähiten on aikaa mennyt koneen hajoittamiseen.

Keskimääräisten työtulosten tarkastelu osoittaa, että kivien, joiden keskimääräinen tilavuus oli $0,119 \text{ m}^3$, poistoon ojasta kului koneella työskentelyä keskimäärin 17 minuuttia. Kuutiometrinen suuruinen kivimäärän poistoon ojasta vaati vastaavasti aikaa 145 minuuttia. Jos koneella työskentelyyn vielä lisätään käsinnostosta, lisäperkauksesta sekä hukka- ja lepoajasta aiheutuva aika, havaitaan, että työmaa-aikaa kului yhden koneella nostetun kiven poistoon keskimäärin 27 minuuttia. Kuutiometrinen suuruinen kivimäärän poistoon kului työmaa-aikaa vastaavasti 230 minuuttia.

Tässä yhteydessä on mielenkiintoista todeta, että Metsänheimo (1934) sai käsikela Voimalla järjestämässään pikku kokeessaan, joka käsitti 17 kiven poiston ojasta, suuruusluokaltaan edelliseen verrattavia tuloksia. Aikaa



Kuva 7. Kiven koon vaikutus yhteensä kiven irroittamis-, ketjuun köyttö- ja kelausaikaan.
Abb. 7. Die Wirkung der Grösse des Steines zusammen auf seine Lösungs-, Ankettungs- und Windezeit.

(koneella työskentelyä) kului hänen kokeessaan kiveä kohden, tilavuus keskimäärin $0,128 \text{ m}^3$, 13 minuuttia ja kivikuutiometriä kohden 102 minuuttia.

Kiven koon vaikutus työaikaan

Työajat, jotka yleensä toistuvat jokaisen kiven kohdalla ja jotka riippuvat kiven koosta, ovat kiven irroittaminen, ketjuun köyttö ja kelaus. Yhdistämällä nämä työvaiheet saadaan kiven koon vaikutuksesta koko aineiston perusteella piirroksen 7 mukainen yleiskuva. Piirroksessa on merkitty eri suuruusluokissa kiveä kohden kuluneiden aikojen keskiarvot pyöröylöillä. Niitä yhdistävä murtoviiva on tasoitettu silmävaraisesti käyrällä.

Kiveä kohden kulunut työmaa-aika eri kokoisilla kivillä saadaan tekemällä piirroksessa ilmeneviin aikoihin muista työvaiheista aiheutuva lisäys. Tämä lisäys on muodostettu siten, että on laskettu yhteen koneen siirrosta kiveä koh-

den aiheutunut keskimääräinen aika ja jäljellä olevista työvaiheista aiheutunut aika kiven tilavuuden mukaisessa suhteessa. Lisäystä laskettaessa on siis menehtely periaatteessa samaan tapaan kuin laskettaessa työmaa-aikaa pinotavaran teossa eri suuruisille rungoille (vrt. M a k k o n e n 1950). Tämän laskelman mukaiset työmaa-ajat ilmenevät seuraavasta asetelmasta.

Kiven tilavuus m ³ <i>Volumen des Steines m³</i>	Työmaa-aika min <i>Arbeitsplatz- zeit Min.</i>
— 0.049	12.0
0.050—0.099	19.5
0.100—0.149	27.2
0.150—0.199	35.5
0.200—0.249	43.2
0.250—0.299	51.9
0.300—0.349	60.7
0.350—0.399	70.4
0.400—0.449	80.6
0.450—0.499	92.3
0.500—0.549	106.6
0.550—0.599	121.8
0.600—0.649	138.5
0.650—0.699	156.2
0.700—0.749	173.5
0.750—0.799	192.7
0.800—0.849	211.9
0.850—0.899	232.2
0.900—0.949	253.4

Asetelmasta voidaan todeta, että käytettäessä kivennostokoneita kiven koko vaikuttaa voimakkaasti työmaa-ajan menekkiin metsäojitusten kivitöissä. Näin on asianlaita erityisesti suurista (yli 0.5 m³) kivistä kyseen ollen.

Kun suurien kiven poisto on koneita käyttäen ollut hankalaa, on käytetty sellaista menettelyä, että muutamat suuret (yli 0.5 m³) kivet on poistettu räjäytetään ja pienet (alle 0.5 m³) kivet, joita metsäojitusten kivitöissä pääasiallisesti esiintyy (vrt. M u l t a m ä k i 1939), koneiden avulla.

Porakoneiden käyttö on sittemmin nopeuttanut räjäytystöitä ja pienentänyt kiven kokoa, joka räjähdysaineita käyttäen parhaiten kannattaa poistaa. Jääkö tämän kehityksen jälkeen kivennostokoneille vielä käyttömahdollisuuksia, olisi erikseen selvittävää. Tällaista selvittelyä varten tarjoaa tämä tutkimus lähtöaineistoa ja vertailuperusteita.

Kirjallisuutta

- A r o, P a a v o. 1936. Aikatutkimuksia koivuhalkojen teosta. R e f e r a t: Zeitstudien in der Hauung von Birkenbrennholz. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja n:o 23. Helsinki.
- L u k k a l a, O. J. 1936. Kivennostokoneitten kokeilut Vilppulassa. Metsälehti n:o 50.
- »— 1939. Metsäojien kaivun työaikatutkimuksia. R e f e r a t: Arbeitszeituntersuchungen zu der Aushebung von Waldgräben. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja n:o 28. Helsinki.
- »— 1948. Metsämiehen suo-oppi. Helsinki.
- »— ja T i r k k o n e n, O. O. J. 1939. Metsäojien hinnoitustaulut. Helsinki.
- M a k k o n e n, O l l i, 1950. Hakuutöiden aikautkimustulosten soveltaminen käytäntöön. S u m m a r y: Practical application of the results of time studies in logging. Metsätehon julkaisu n:o 25. Helsinki.
- »— 1952. Halkojen ja polttorankojen teko. S u m m a r y: Making of split firewood and firewood barked in strips. Metsätehon julkaisu n:o 28. Helsinki.
- M e t s ä n h e i m o, U r h o. 1934. Havaintoja metsäojituksen kivitöistä. S u m m a r y: Observations on the stone-works in connection with forest-ditching. Acta forestalia fennica n:o 40. Helsinki.
- »— 1939. Erilaisista kivenpoistomenetelmistä. Työtehoseuran julkaisuja n:o 24, ss. 51—61. Vammala.
- M u l t a m ä k i, S. E. 1939. Metsäojitusten kivityöt ja kivennostolaite kivikelkka M^I. Metsätaloudellinen aikakauslehti n:o 5, ss. 95—98. Helsinki.
- T a n t t u, A n t t i. 1943. Metsäojittajan opas. Helsinki.
- T i r k k o n e n, O. O. J. 1952. Suomen metsäojitus 1900-luvun alkupuoliskolla. S u m m a r y: Forest swamp drainage in Finland in the first half of the 20th century. Silva fennica n:o 72. Helsinki.
- V u o r i s t o, I l m a r i. 1936. Työaikatutkimuksia kuusipaperipuiden teosta. S u m m a r y: Investigations regarding the working time in the preparation of spruce pulp-wood. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja n:o 23. Helsinki.

Zeitstudien in den Steinarbeiten bei Waldentwässerungen

Referat

Einleitung

Vernässte, entwässerungsbedürftige Wälder kommen sowohl auf steinfreiem als auch steinhaltigem Boden vor. Bei der Durchführung von Waldentwässerungen lässt sich der durch Steine verursachte Nachteil nicht umgehen.

Die kleineren Steine, die zwei Männer mit den Händen aus dem Graben zu entfernen vermögen, werden im allgemeinen in die Grabarbeit einbegriffen und auch in diesem Zusammenhang beseitigt. Die grösseren Steine lässt man beim Graben an ihrer Stelle, um sie dann gesondert zu entfernen. Ein derartiges Wegschaffen grösserer Steine nennt man bei Waldentwässerungen Steinarbeiten.

Für die Ausführung von Steinarbeiten sind verschiedene Methoden entwickelt worden. Ein Hauptverfahren ist das Sprengen. Ein anderes Hauptverfahren der Steinarbeiten ist das Entfernen der Steine unter Anwendung von Hebemaschinen. Diese Methode entwickelte sich schnell in den Dreissigerjahren und wetteiferte erfolgreich mit dem Sprengverfahren. Die Konkurrenzfähigkeit der Hebemaschinen bei den Steinarbeiten der Waldentwässerungen ist in letzter Zeit dadurch herabgesetzt worden, dass man beim Sprengen das zeitraubende Bohren von Löchern mechanisiert hat. Ausserdem hat es der Entwässerungsdynamit ermöglicht, die Steinarbeiten in gewissen Fällen im Zusammenhang mit dem Ausheben mühelos zu erledigen. Doch haben die neuen Methoden die Hebemaschinen nicht völlig zu verdrängen vermocht.

Die vorliegende Studie sucht die Steinarbeiten der Waldentwässerungen unter Zuhilfenahme von Hebemaschinen darzulegen. Das Untersuchungsmaterial ist im Jahre 1939 gesammelt worden. Die Behandlung dieses Materials ist als notwendig erachtet worden, um Ausgangsmaterial und eine Vergleichsgrundlage bei weiterem Erforschen und Entwickeln der Methoden zu gewinnen. Dies ist besonders darum wichtig, weil bisher über die Steinarbeiten der Waldentwässerungen so gut wie keine auf Zeitbeobachtungen gegründeten exakten Angaben vorliegen.

Untersuchungsmethode und Untersuchungsmaterial

Die Verhältnisse, unter denen das Untersuchungsmaterial gesammelt worden ist, wechselten nicht nennenswert. Die Moore, um deren Entwässerungen es sich bei den Untersuchungen gehandelt hat, waren flachtorfige Bruchmoore, deren Untergrund steinige Moräne war. Die Tiefe der Gräben wechselte zwischen 50 und 70 cm. Die Steine, die recht reichlich vorhanden waren, waren entweder lose oder ziemlich leicht zu lösen. Bei der Arbeit störendes Wasser kam nicht vor oder stellte sich in ganz geringen Mengen ein. Das Wetter war an den Untersuchungstagen im allgemeinen warm und sonnig.

Bei der Untersuchung wurden im allgemeinen 6 verschiedene Hebemaschinen benutzt. Die Abbildungen 1—5 lassen die Konstruktion der Maschinen erkennen.

Gegenstand der Untersuchungen waren zwei Arbeitsgruppen, von denen die eine 2 und die andere 3 Mann zählte. Die Männer waren an die von ihnen zu verrichtende Arbeit gewöhnt. Bei Ausführung der Untersuchung wurde die Arbeit jedes Arbeiters unter Anwendung eines Zeitstoppers verfolgt. Die Arbeit teilte sich in die aus der Zusammenstellung auf S. 6 hervorgehenden Arbeitsgänge.

Bei dieser Untersuchung wurden eine grosse Menge verschiedene Arbeitsschwierigkeitsfaktoren berücksichtigt, wie Grösse, Lage, Form und Unebenheit in der Oberfläche der Steine. Bei der Behandlung des Materials galt bei dieser orientierenden Klärung die Aufmerksamkeit jedoch nur der Grösse des Steines. Der Kubikinhalte der Steine wurde bestimmt, indem man sich die Steine als würfelförmige Körper vorstellte und mit dem Messstock die Dimensionen der so erhaltenen Würfel mass. Die Zuverlässigkeit des Messverfahrens wurde xylometrisch geprüft (vgl. Abb. 5).

Das Material umfasst an geprüfter Arbeitszeit insgesamt 12 764.7 Minuten oder 27 8stündige Arbeitstage. In der angeführten Zeit wurden aus dem Graben mit der Maschine insgesamt 465 Steine geräumt, deren gemeinsames Volumen 56.539 m³ ausmachte. Während der Untersuchung wurden insgesamt 1 631 m Graben von Steinen gesäubert.

Die Untersuchungsergebnisse

Die Verteilung der Arbeitszeit auf die verschiedenen Arbeitsgänge

Die durchschnittliche Verteilung der Arbeitszeit auf die verschiedenen Arbeitsgänge bei den einzelnen Maschinen geht aus Tabelle 1 hervor. Bei Berechnung der durchschnittlichen Verteilung

der Arbeitszeit sind die Arbeitszeiten aller Mitglieder der Arbeitsgruppe einbezogen worden. Da der Aufbau der Arbeitszeit zwischen den verschiedenen Mitgliedern der Arbeitsgruppe nicht nennenswert gewechselt hat, spiegelt die durchschnittliche Verteilung der Arbeitszeit in grossen Zügen auch den Aufbau der Arbeitszeit des einzelnen Arbeiters wider.

Bei Betrachtung der Ergebnisse kann festgestellt werden, dass die prozentuale Verteilung der Arbeitszeit auf die Hauptarbeitsgänge, Arbeiten mit den Maschinen, Heben mit den Händen, weiteres Räumen sowie Verlustzeit und Ruhezeit, bei den verschiedenen Maschinen im grossen ganzen ähnlich ist. Dieses Ergebnis bestätigt zum Teil die Auffassung, dass die allgemeinen Verhältnisse während der Untersuchung ziemlich gleichartig gewesen sind.

Da die Verteilung der Arbeitszeit bei Benutzung der verschiedenen Arbeitsmaschinen nicht sehr gewechselt hat, ist es möglich und begründet, auf Grund von Tabelle 1 auch an Hand des gesamten Materials den Aufbau der Arbeitszeit zu betrachten.

Beschränkt man sich dann darauf, die Verteilung der Arbeitszeit nur auf die Hauptarbeitsgänge zu betrachten, so ist wahrzunehmen, dass der grösste Teil der Zeit auf die Arbeit mit den Maschinen vergangen ist. Das weitere Räumen hat auch einen gewissen Teil der Zeit beansprucht, das Heben mit den Händen dagegen wenig. Die Ruhe hat recht viel Zeit erfordert, der Anteil der Verlustzeit ist dagegen unbedeutend gewesen.

Für die Ruhe wurde bei der untersuchten Arbeit mehr Zeit aufgewandt als im allgemeinen bei sonstigen Waldarbeiten (vgl. Vuoristo 1936, Aro 1936, Lukkala 1939, Makkonen 1952). Da am Fleisse der Versuchspersonen während des Forschens nichts auszusetzen gewesen ist, spiegelt sich im Anteil der Ruhezeit offenbar das Anstrengende der Steinarbeit gegenüber anderen Waldarbeiten wider.

Ferner zeigt eine Betrachtung der durchschnittlichen Arbeitsergebnisse, dass beim Entfernen von durchschnittlich 0.119 m³ grossen Steinen aus dem Graben die Maschinenarbeit im Mittel 17 Minuten erforderte. Das Beseitigen einer Steinmenge von 1 Kubikmeter aus dem Graben beansprucht entsprechend eine Zeit von 145 Minuten. Wird zu der Maschinenarbeit noch die durch das Heben mit den Händen, weiteres Räumen sowie Verlustzeit und Ruhezeit vergangene Zeit hinzugezählt, so ist zu erkennen, dass das Räumen eines mit der Maschine gehobenen Steines durchschnittlich 27 Minuten Arbeitsplatzzeit beanspruchte. Das Beseitigen einer Steinmenge von 1 Kubikmeter erforderte entsprechend eine Arbeitsplatzzeit von 230 Minuten.

Die Wirkung der Steingrösse auf die Arbeitszeit

Die Arbeitszeiten, die im allgemeinen bei jedem Stein sich wiederholen und die von seiner Grösse abhängig sind, vergehen auf das Lösen, Anketten und Winden des Steines. Durch Zusammenlegen dieser Arbeitsgänge ergibt sich für den Einfluss der Steingrösse auf Grund des ganzen Materials ein Gesamtbild wie in Fig. 7. Die je Stein vergangene Arbeitsplatzzeit bei verschiedenen grossen Steinen geht aus der Zusammenstellung auf S. 14 hervor.

Aus der Zusammenstellung kann festgestellt werden, dass bei Anwendung von Steinhebezeugen die Grösse des Steines stark auf den Verbrauch von Arbeitsplatzzeit bei den zur Waldentwässerung gehörenden Steinarbeiten einwirkt. So verhält es sich besonders bei den (über 0.5 m³) grossen Steinen.

Da das Beseitigen grosser Steine bei Anwendung von Maschinen beschwerlich gewesen ist, hat man ein Verfahren angewandt, bei dem einige grosse Steine (über 0.5 m³) durch Sprengen und die kleinen, wie sie bei den Steinarbeiten von Waldentwässerungen hauptsächlich vorkommen, durch Maschinen entfernt worden sind.

Danach hat die Anwendung von Bohrmaschinen die Sprengarbeiten beschleunigt und die Grösse des Steines vermindert, den es sich unter Anwendung von Sprengstoffen am besten zu entfernen verlohnt. Ob nach dieser Entwicklung die Hebemaschinen noch Anwendungsmöglichkeiten finden werden, ist gesondert zu klären. Für eine derartige Darlegung bietet diese Untersuchung Ausgangsmaterial und Vergleichsgrundlagen.

Helsinki 1954 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.