

Pentti Kaitera

Peltojemme vesitysmahdollisuuksista

Karjatalous, n:ot 21 ja 22, 1940, 15 s.

© Valio

Peltojemme vesitysmahdollisuuksista.

Kirj. tekn. tri PENTTI KAITERA.

Luonnonniittyjen vesityksellä on Suomessa jo vanhat perinteet ja sen merkitys on monin paikoin etenkin syrjäseuduilla ollut huomattavan suuri. Peltojen vesitys sensijaan on jäänyt enemmän tai vähemmän kokeilunluontoiseksi. Varhaisimpia tällaisista yrityksistä olivat N. L. ARPPEN vuoden 1830 tienoilla suorittamat kokeet suomaalla Koivikon tilalla Kiteellä. Kolme vuosikymmentä sitten suoritettiin myös Vihdin Olkkalassa vesityskokeita, jotka antoivat varsin lupaavia tuloksia. Asia on senjälkeen ollut pysähdyksissä. Pääpaino maan vesitalouden järjestelyssä on pantu kevätkesteuden säilyttämiseen muokkaustoimenpiteiden avulla ja sopivaan lannoitukseen. Mm. tänä vuonna ilmestyneessä, VALMARIN ja SALOSEN kirjoittamassa »Lannoitusopissa» (11)¹⁾ mainitaan vesityksestä: »Monista ilmeisistä eduistaan huolimatta vesitys ei meillä voi tulla yleiseksi, sillä sen vaatimat kustannukset ovat padotusta suotuisissa olosuhteissa lukuunottamatta aivan liian korkeat. Lisäksi vaikuttaa myös se seikka, että meikäläisissä oloissa luonnollinen vedentulo usein on riittävä, varsinkin jos veden hukkaan haihtumista vähennetään ja kasvien vedenkäyttöä tehostetaan kaikin käytettävissä olevin keinoin.» Tämänkaltaiset asiantuntijalausunnat ovat osaltaan olleet syynä siihen, että kysymyksen ei ole kiinnitetty huomiota. Kuitenkin parina viime

¹⁾ Sulkumerkeissä olevat numerot viittaavat kirjallisuusluetteloon.

vuonna vallinnut kuivuus on tehnyt vesityskysymyksen uudelleen ajankohtaiseksi. On myös huomattava, että esim. heinämailla ja laitumilla muokkaustoimenpiteillä ei ole merkitystä vesitalouden järjestelyssä.

Kun maan vesitaloutta ja kasvien vedenkäyttöä koskeissa tutkimuksissa meillä ilmeni huomattavia puutteellisuuksia, ryhdyttiin noin kolme vuotta sitten maataloushallituksen viljelysteknillisen osaston järjestämissä kulttuuriteknisissä tutkimuksissa perustamaan Vihtiin *M a s o j a n* vesitaloudellista koekenttää, jossa vesityskysymyksen selvittely on tärkeällä sijalla. Samoihin aikoihin myös agronomi G. L. ROSENQVIST ryhtyi VOINVIENTIOSUUSLIIKE VALION avustamana perustamaan Lapinjärvellä olevalle Mariebergin tilalle sadetusvesityslaitosta 120 hehtaarin peltoaluetta varten. Samanaikaisesti VALIO laittoi myös Kirkkonummella olevalle Sjököllan tilalle sadetuslaitteita. Näillä tiloilla on suoritettu vesityskokeita yhteistoiminnassa maataloushallituksen viljelysteknillisen osaston kanssa. Tämä esitys nojautuu pääasiassa näissä kokeissa saatuihin tuloksiin.

Ennenkuin ryhdyn esittämään koetuloksia, on syytä selostaa eräiden saksalaisten ja sveitsiläisten tutkijain käsityksiä peltojen vesitystarpeesta. Ruotsissa asiaan ei ole kiinnitetty mainittavaa huomiota, mikä johtunee osaltaan pari vuosikymmentä sitten suoritetuista, sadetusvesityksen kannattavuutta koskevista kokeista, jotka antoivat verrattain kielteisen tuloksen. Saksassa ja Sveitsissä sensijaan asiaa on runsaasti tutkittu ja laitteita kehitetty.

KRÜGER (6) määritteli aikaisemmin, että kuivuus vallitsee, jos sademäärä alittaa seuraavat arvot:

huhtikuussa	40 mm	heinäkuussa	60 mm
toukokuussa	60 »	elokuussa	50 »
kesäkuussa	70 »		

Määrämällä tällaisten kuivakuukausien lukuisuuden voidaan eri seutuja verrata keskenään. Myöhemmin KRÜGER (6) muutti esitystään niin, että hän määräsi niiden kuukausien lukumäärän, jolloin sademäärä alitti huhti- ja toukokuussa 40 mm ja kesäkuusta syyskuuhun 50 mm.

ZUNKER (6) on esittänyt kuivakuukauden määritelmässä sademäärän raja-arvoiksi:

huhtikuussa	50 mm,
toukokuusta elokuuhun	60 »
syyskuussa	50 »

Vesitys on suotavaa, jos 10 vuoden aikana (siis 60 kasvukuukauden kuluessa) keveän maalajin kyseessäolleen esiintyy enemmän kuin 20 kuivakuukautta. Keskiraskailla maalajeilla vastaava luku on 25 ja raskailla maalajeilla 30 kuukautta. SCHILDKNECHT (6) pitää näiden esitysten suurimpana heikkoutena sitä, että niissä ei ole riittävästi huomioitu haihtumista, mikä on riippuvainen mm. kyllästysvajauksesta. Tämän puutteen hän esittää poistettavaksi siten, että käytetään ver-

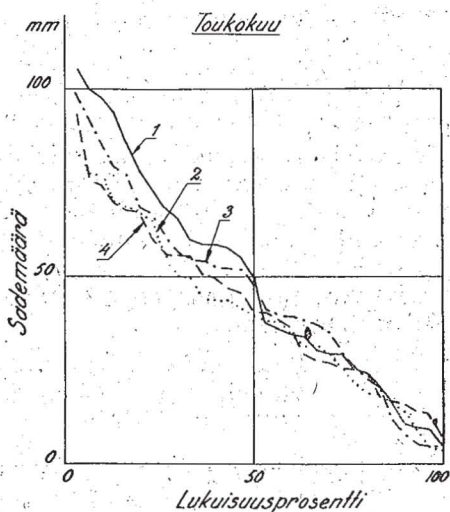
tailuarvoina kuukausisateen ja kyllästysvajauksen osamääriä. Määrämällä kuinka usein 10 vuodessa määrätty raja-arvot alitetaan, voidaan arvostella vesityksen tarpeellisuutta.

FRECKMANNIN (7) mukaan on eräiden viljelyskasvien vedentarve Saksassa seuraavanlainen:

	Huhtik.	Toukok.	Kesäk.	Heinäk.	Elok.	Syysk.
Talviruis	40	70	70	40—50	—	—
Kesäohra	50	70—80	70	50	—	—
Kaura	50	70	70—80	60	—	—
Peruna (keskimyöh.)	40	60	70	80—90	80—90	60
Juurikasvit	50	50	70	80—90	90	70
Apila	60	90	80—90	90	80	—
Niitty	60	90—120	90—100	100—120	80—90	—
Laidun	60	90—100	90—120	90—120	90—120	70—80

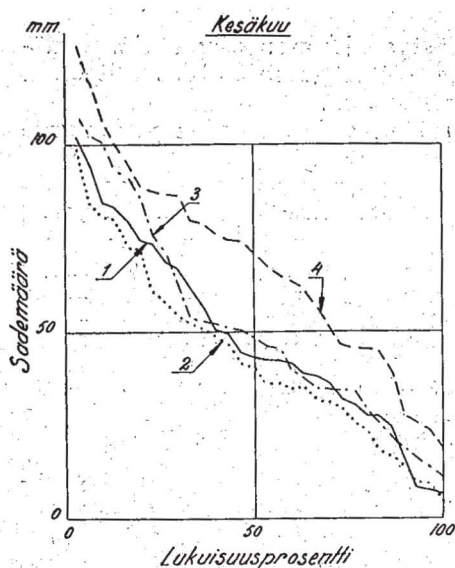
Vaikka näitä arvoja ei sellaisinaan voida soveltaa Suomen olosuhteisiin, saadaan niistä kuitenkin eräitä suuntaviivoja. Esim. niitty ja laidun tarvitsevat tämän mukaan kesäkuukausina sadetta lähes 100 mm, mikä meillä on varsin harvinainen sademäärä. KORHOSEN¹⁾ laatimista uusista kesä- ja heinäkuun sadekartoista ilmenee, että normaali sademäärä sillä rannikkoalueella, jossa valtaosa pelloistamme sijaitsee, alittaa 60 mm kesäkuussa. Heinäkuussa sataa n. 10 mm enemmän, ja 60 mm:n käyrä kulkee varsin lähellä rannikkoa. Jos edellämainittujen FRECKMANNIN sademääräarvioiden oletetaan soveltuvan myös meidän olosuhteisiimme, eivät alkukesän sateet riitä normaalisinakaan vuosina tyydyttämään viljelyskasvien vedentarvetta varsinkaan rannikkoalueella. Maassa oleva kevätkestaus, jota kuivinkin vuosina riittää kesäkuun alkupuolelle saakka, muuttuu meillä kuitenkin keskimääräisen tilanteen edullisemmaksi kuin mitä sadekartat osoittavat.

Keskimääräiset sadearvot eivät kuitenkaan riitä, kun tahdotaan arvostella peltojemme vesitystarvetta, vaan on tarkasteltava eri vuosien sadearvoja. Kuvissa 1—3 on esitetty touko-, kesä- ja heinäkuun eri suurien sademäärien lukuisuus Helsingissä (1), Porissa (2), Tampereella (3) ja Kuopiossa (4) vuosina 1911—1940. Jos näistä saatuja arvoja ver-



Kuva 1. Toukokuun sademäärien jakaantuminen vv. 1911—1940 Helsingissä (1), Porissa (2), Tampereella (3) ja Kuopiossa (4).

¹⁾ Nämä kartat julkaistaan Maataloustieteellisessä Aikakauskirjassa 1940.



Kuva 2. Kesäkuun sademäärä ja jakaantuminen vv. 1911—1930 Helsingissä (1), Porissa (2), Tampereella (3) ja Kuopiossa (4).

rataan edellämainittuihin, ZUNKE-RIN esittämiin raja-arvoihin, ottamalla huomioon erilainen kasvu-kausi, päädytään tulokseen, että vesitys on maassamme kaikkialla suotavaa. Vaikka tällainen päätelmä on liian heikosti perusteltu, nämä vertailut osoittavat joka tapauksessa, että meillä pitkäaikaiset sadesuhteet huomioonottaen on syytä tarkoin harkita vesityksen hyväksikäyttämistä satojemme varmentajana ja kohottajana.

Tässä on syytä kiinnittää huomio myös peltojemme maalajeihin. Hiekkapellot ja rahkasuot samoin kuin Etelä-Suomen lihavat savikot ovat tunnetusti herkkiä kärsimään kuivuutta poutakesinä.

Kevätkosteuden merkitystä pienentää se, että toukokuu on vielä vähäsateisempi kuin kesäkuu, ja tällöin myös haihtuminen on runsasta. Mainittakoon, että RENQVIST

(8) on kevätkesällä 1939 mitannut heinää kasvavassa koeastiasa Tikkurilassa 1 m²:n pinta-alalta yli 11 mm:n haihtumisarvoja vuorokaudessa, ja toukokuun 10 p:stä kesäkuun 20 päivään kokonaishaihtuminen oli kokeessa 208 mm, mikä vastaa n. 5 mm:n keskimääräistä haihtumista vuorokaudessa. Vaikka näitä arvoja on pidettävä poikkeuksellisen suurina, ne osoittavat kuitenkin, että kevätkosteus, jonka määrä on arvioitu 50—70 mm:ksi (10), voi varsin nopeasti kulua loppuun.

Myös kasvien vedenkäyttö kuivina vuosina on epätaloudellista. Niinpä VALMARI (9) toteaa, että juuri silloin, kun vettä kipeimmin kaivattaisiin, se tulee vähemmän taloudellisesti hyväksikäytetyksi, ja taas silloin, kun sitä on liikaa, se tulee taloudellisesti käytetyksi.

Kevätkosteuden vaikutus on riippuvainen myös kevään aikaisuudesta. Tämä ilmeni mm. vuonna 1921, jolloin kevät oli poikkeuksellisen aikainen. Kun myös toukokuu oli vähäsateinen, tuli etenkin Lounais-Suomessa täysi heinäkato, vaikka kesäkuun sademäärä oli normaalin. Tätä osoittaa seuraava Turun ja Porin läänien koskeva vertailu:

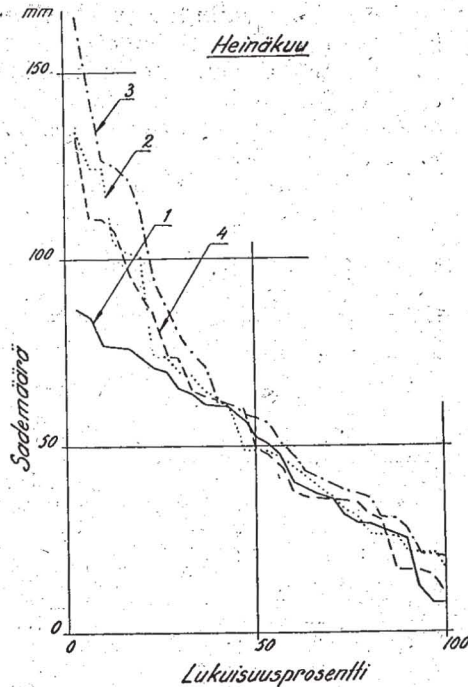
	Vuosi 1921	Vv. 1926—1935
Sademäärä toukokuussa mm	9	50
» kesäkuussa »	45	40
Peltoheinän sato kg/ha	1,671	2,865

Peltoheinän satomäärät on saatu virallisesta tilastosta ja läänin sademäärät on laskettu neljän eri puolella läänin olevan sadeaseman arvoista. Heinäsato oli v. 1921 vain 58 % vertailuajanjakson arvoista.

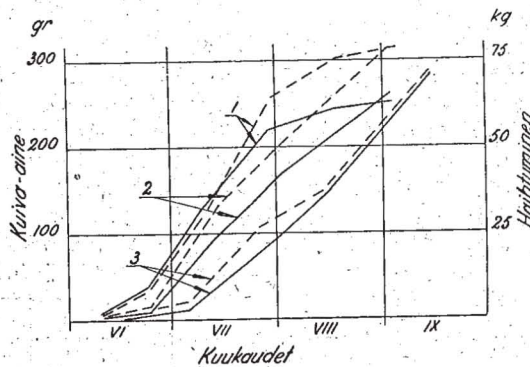
Vesityksen mahdollisuuksia arvoiteltaessa on myös huomattava, että vaikka kuukauden sademäärä onkin normaali, tämä sade voi keskittyä vain muutamien päivien osalle ja välille jää pitkiä pouta-kausia, jotka vaikuttavat satoon. Niinpä Saksassa on viime aikoina (1) esitetty sellainenkin kanta, että »sadetusrakennusta voidaan käyttää kaikkialla, missä sadetusvettä on saatavissa».

Suomen oloja silmälläpitäen ei ainakaan tätä väitettä voida ilman muuta hyväksyä. Meillä ilman lämpötila voi ehkäistä viljelyskasvien kasvua niin, että vesityksellä voidaan sateisina ja kylminä kesinä aiheuttaa huomattavaa vahinkoaakin. KERÄNEN (5) mainitsee, että mm. viime vuosisadalla 15:sta katovuodesta kuudessa tapauksessa halla oli pääasiallinen kadon aiheuttaja, liiallinen sateisuus kolmessa tapauksessa ja liiallinen kuivuus kolmessa tapauksessa. Säteilyenergia tulee minimitekiijäksi juuri saderikkaina vuosina, kun taas kuivina vuosina sitä on riittävästi.

KERÄNEN (9) on tutkinut säätekijöiden vaikutusta vuodentuloon. Hän on todennut mm., että lämpiminä kesinä viljakasvit ja peruna ovat antaneet hyviä satoja ja koleina kesinä huonoja satoja. Näin on asian laita etenkin Pohjois-Suomessa. Tämä osoittaa, että säteilyenergia voi helposti muodostua minimitekiijäksi, jolloin vesityksestä voi olla vain vahinkoa. Etelä-Suomessa KERÄNEN tutkimusten mukaan tulee myös epäsuotuisien sadeolojen vaikutus vertailuissa esille.



Kuva 3. Heinäkuun sademäärien jakaantuminen vv. 1911—1940 Helsingissä (1), Porissa (2), Tampereella (3) ja Kuopiossa (4).



Kuva 4. Kauran kuiva-ainemäärän lisääntyminen gr:ssa (yhtenäiset viivat) ja vastaavana aikana koekasvien haihduttama vesimäärä (katkoviiva) Maatalouskoelaitoksella v. 1920 suoritettujen astiakokeiden mukaan. 1 = kylvetty 11/5, 2 = kylvetty 25/5, 3 = kylvetty 7/6.

Vesityksen vaikutus on oleellisesti riippuvainen siitä, mihin aikaan kasvukaudesta vettä annetaan. Kasvien vedentarve on suurimmillaan yleensä silloin, kun kuiva-ainemäärän lisäys on nopeinta. Osoituksena kuiva-ainesadon ja haihtumisen keskinäisestä riippuvaisuudesta on kuvaan 4 piirretty VALMARIN ja KANERVON (10) Tikkurilassa v. 1920 suorittamien havaintojen nojalla aikadiagrammat kauran kuiva-ainemäärän lisääntymisestä ja samaan aikaan tapahtuneesta haihtumisesta.

Taulukko 1. Kauran sadetus Maasojalla vv. 1939 ja 1940.
(Alue 18 on tiivistä hiesusavimaata ja alue 1 savimultamaata.)

Alue.	Sadetus		Kylvö	Korjuu	Sato kg/ha		Sadonlisäys						
	aika	määrä mm			Jyviä	Olkia	Jyväsato			Olkisato			
							kg/ha	%	mm	kg/ha	%	mm	kg/ha
Vuosi 1939													
18	—	—	—	16/5	17/8	3,127±213	4,705±275	—	—	—	—	—	—
»	3/6	—	20	16/5	17/8	3,401±202	4,404±160	274	8.8	13.7	301	6.4	15.1
»	3/6	17/6	20	16/5	17/8	3,736±306	4,742±177	609	19.5	15.2	38	0.8	0.1
1	—	—	—	16/5	18/8	3,121±98	5,052±153	—	—	—	—	—	—
»	10/6	—	20	16/5	18/8	3,430±177	5,222±200	309	9.9	15.5	170	3.4	8.5
»	10/6	23/6	20	16/5	18/8	3,829±200	5,395±127	708	22.9	17.7	343	6.8	8.6
Vuosi 1940													
18	—	—	—	17/5	17/8	2,674±273	2,457±296	—	—	—	—	—	—
»	5/6	—	20	17/5	17/8	2,785±208	2,921±324	111	4.5	5.5	464	18.9	23.2
»	5/6	18/6	20	17/5	17/8	3,440±366	3,727±461	766	28.7	19.2	806	32.8	20.2
1	—	—	—	17/5	16/8	2,583±156	2,858±91	—	—	—	—	—	—
»	11/6	—	20	17/5	16/8	2,665±48	3,592±727	82	3.2	4.1	734	25.7	36.7
»	11/6	18/6	20	17/5	16/8	3,084±171	3,633±200	501	19.4	12.5	775	27.1	19.4

Kuvasta havaitaan, miten vähäinen on kauran tarvitsema vesimäärä alkukesällä. Tämän mukaan kesäkuussa, jolloin kevätkesteutakin on maassa, sateilla olisi suhteellisen vähäinen merkitys kauralle. Sadetuskokeet Maasojan koekentällä Vihdissä ovat kuitenkin antaneet toisenlaisia tuloksia. Hiesusavi- ja savimultamaalla on 10 m²:n ruuduilla (3—4 kertausruutua) saatu vv. 1939 ja 1940 taulukossa 1 esitetyt tulokset. Sadetus on suoritettu käsiruiskulla. Prof. E. F. SIMOLA on antanut koetoimintaa koskevat ohjeet kasvinviljelyksen osalta ja valvonut kokeita. Taulukossa esitetyt keskivirheet on

laskettu kaavan $\epsilon = \pm \sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + \dots}{n(n-1)}}$ nojalla. Sademäärä on

Maasojalla touko—elokuussa ollut (mm):

	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu
1939	17	14	111	24
1940	24	21	20	86

Kun koeruudut on vain 1.0 m:n käytävillä erotettu toisistaan, on O-ruutuihinkin voinut tihkua hieman kosteutta läheisistä, sadetuista ruuduista.

Taulukosta havaitaan, että vuonna 1939 on jo kesäkuun 3 ja 10 p:nä suoritetuilla sadetuksilla jyväsatoon ollut likimäärin yhtä tehokas vaikutus kuin kesäkuun 17 ja 23 p:nä annetuilla lisäsadetuksilla. Jyväsädon lisäys on edellisessä sadetuksessa ollut 13.7—15.5 kg hehtaarilta sadetusmillimetriä kohden. Jälkimmäisen sadetuksen vaikutukseksi jää, kun tämä lisäys poistetaan kokonaislisäyksestä, 16.8—20.0 kg hehtaarilta sadetusmillimetriä kohden. Olkisadossa sadetuksen vaikutus jää vuonna 1939 virherajojen sisälle. Vuonna 1940 aikaisemman sadetuksen vaikutus jyväsatoon on ollut huomattavasti vähäisempi kuin edellisenä vuonna, ollen vain 3.2—4.5 kg hehtaarilta sadetusmillimetriä kohden. Jälkimmäisen sadetuksen vaikutukseksi jää tämä huomioonotettuna 21.0—32.8 kg/ha. mm. Olkisatoon sensijaan edellisen sadetuksen vaikutus on ollut suurempi kuin jälkimmäisen. Kun otetaan huomioon kesäkuun sademäärät 14 ja 21 mm, voidaan päätellä, että mainittuina vuosina kesäkuun sademäärä olisi saanut olla ainakin 60 mm, ennenkuin se olisi riittänyt. Jos sadetusmillimetrin kustannus on 10 mk hehtaarilta, saadaan tämän kokeen mukaan näinä vuosina varsin hyvä kannattavuisuus, vaikka käytettäisiin yksikköhintoina aikaisempien vuosien alhaisia arvojakin.

Apilan sadetuksessa Maasojalla on saatu taulukossa 2 esitetyt tulokset. Taulukossa esitetyt alueet ovat 12×39 m:n suuruisia ja ne on eroitettu toisistaan ojilla ja 3—4 m:n leveällä käytävällä. Vertailuissa käytetyt 0-alueet sijaitsevat vesitettyjen alueiden vieressä. Koeruudut ovat 30 m²:n suuruisia, joista 20 m²:ltä otetaan koesato. Kertausruutuja on yleensä 5. Vertailualueeksi on valittu lähin sadetamaton, mutta muutoin vastaavalla tavalla hoidettu alue. Alueilta 13 ja 15 heinä on korjattu tavallisena heinäntekoaikana, muilta alueilta A.I.V.-rehun korjuuaikana. Alueet 9 ja 11 ovat salaojitettuja.

Vuonna 1939 on ensimmäinen sato ollut heikko kuivuuden johdosta. Alueilla 14 ja 15 on kesäkuussa suoritetuilla sadetuksilla ollut erittäin tehokas vaikutus, ollen sadonlisäys millimetriä kohden 35.9—70.2 kg/ha. Alueilla 11 ja 17 koetulokset ovat epäselviä. Heinäkuussa satoi erittäin runsaasti, 111 mm, mistä aiheutui voimakas odelmanmuodostus ja korkea toinen sato O-ruuduillakin. Siitä huolimatta sadetetuilla ruuduilla kaikkialla on tullut selvä sadonlisäys, joka vaihteli 27.5—39.5 kg/ha mm. Vuonna 1940 kesäkuussa suoritettut sadetukset ovat kaikissa kokeissa aiheuttaneet sadonlisäyksiä, jotka vaihtelevat 13.7—31.1 kg/ha mm. Heinäkuun sadetuksissa sadonlisäys vaihteli 22.5—40.5 kg/ha mm.

Maasojalla on suoritettu myös pohjavesipadotusta. Taulukossa 3 on esitetty tuloksia timoteilla savimultamaalla. Padotus on suoritettu niin, että alueella 5 vesi oli kesäkuun ajan n. 20 cm maanpinnasta, alueella 4 kesä- ja heinäkuun ja alueella 3 heinäkuun ajan vastaavalla korkeudella. Muulloin kuivatussyvyys oli n. 60—70 cm. Padotuksen varsinaisena tarkoituksena oli tutkia vesivahingon suu-

Taulukko 2. Apilan sadetus Maasojalla vv. 1939 ja 1940 hiesusavimaalla.

Alue	Sadetus		Korjuu		Kuivasato			Sadonlisäys					
	aika	määrä mm	I	II	I kg/ha	II kg/ha	I+II kg/ha	I		II		I+II	
								kg/ha	kg/ha mm	kg/ha	kg/ha mm	kg/ha	kg/ha mm
					Vuosi 1939								
13	—	—	11/7	25/8	1,417±401	2,797±356	4,214±825	—	—	—	—	—	—
15	22/6 20/7	15 15	11/7	25/8	2,470±55	3,390±265	5,860±272	1,053	70.2	593	39.5	1,646	54.9 39.1
16	—	—	29/6	25/8	708±132	3,780±221	4,488±341	—	—	—	—	—	—
14	13/6 3/7	15 15	29/6	25/8	1,246±197	4,356±128	5,602±293	538	35.9	576	38.4	1,114	37.2 24.8
17	16/6 22/6 4/7 21/7	15 15 15 15	29/6	25/8	895±204	4,770±425	5,665±560	187	6.2	990	33.0	1,177	19.6 26.2
9	—	—	28/6	26/8	860±126	3,804±34	4,664±122	—	—	—	—	—	—
11	14/6 1/7	15 15	28/6	26/8	765±117	4,217±173	4,982±283	—95	—6.3	413	27.5	318	10.6 6.8
					Vuosi 1940								
13	—	—	10/7	5/9	2,594±117	1,037±132	3,631±240	—	—	—	—	—	—
15	22/6 10/7	15 15	10/7	5/9	3,060±179	1,644±301	4,698±124	466	31.1	607	40.5	1,067	35.6 29.4
16	—	—	27/6	5/9	2,140±237	1,431±100	3,571±284	—	—	—	—	—	—
14	13/6 28/6	15 15	27/6	5/9	2,346±69	2,022±181	4,368±133	206	13.7	591	39.4	797	26.5 22.3
17	16/6 22/6 28/6 10/7	15 15 15 15	27/6	5/9	2,650±418	2,485±467	5,135±865	510	17.0	1,054	35.2	1,564	26.1 43.8
9	—	—	26/6	7/9	1,577±105	1,249±99	2,826±146	—	—	—	—	—	—
11	14/6 27/6	15 15	27/6	7/9	1,828±164	1,587±83	3,415±205	251	16.7	338	22.5	589	19.6 20.8

Taulukko 3. Timotein kuukautinen pohjavesipadotus Maasojalla vv. 1939—40 savimultamaalla.

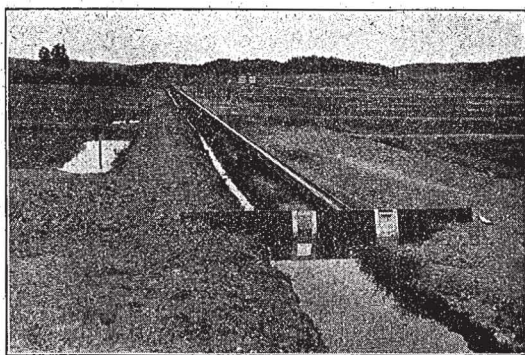
Alue	Padotus kuukausi	Korjuu		Kuivasato			Kuivasadon lisäys			Pohjavesi maanpinnan alapuolella cm					
		I	II	I kg/ha	II kg/ha	I+II kg/ha	I+II kg/ha	I kg/ha	kg/ha II	V	VI	VII	VIII		
Vuosi 1939															
2	—	19/7	29/8	2,675±195	1,828±109	4,503±302	—	—	—	66	69	64	82		
6	—	19/7	29/8												
5	VI	19/7	29/8	5,650±209	1,194±	11,684±345	2,975	—634	2,341	67	20	53	77		
4	VI, VII	19/7	29/8	5,853±621	1,228±180	7,081±683	3,178	—600	2,578	67	21	21	62		
3	VII	19/7	29/8	2,846±364	2,632±	13,5478±324	171	804	975	67	62	22	64		
Vuosi 1940															
2	—	9/7	9/9	3,500±290	412±	51,3,912±288	—	—	—	56	63	70	81		
6	—	9/7	9/9												
5	VI	9/7	9/9	7,120±156	605±	72,7,723±130	3,620	193	3,811	55	18	62	76		
4	VI, VII	9/7	9/9	7,250±688	1,121±196	8,370±832	3,750	709	4,458	56	18	79	55		
3	VII	9/7	9/9	5,610±502	1,468±259	7,076±320	2,110	1,056	3,164	60	60	19	58		

ruutta kasvukauden eri aikoina, mutta k. vuo-
sina se aiheutti sadonli-
säystä sekä timoteillä, api-
lalla että kauralla. Turve-
maalla vastaavassa pado-
tuskokeessa syntyi kaural-
la selvästi vesivahinkoa.

Taulukosta 3 havai-
taan, että pääasiallinen
hyöty ensi sadolle on ai-
heutunut kesäkuun pado-
tuksesta. Toinen sato v.
1939 tuli alueilla 4 ja 5 pie-
nemmäksi kuin 0-alueella.
Ensimmäinen sato oli il-
meisesti ottanut siinä mää-
rin ravintoaineita maasta,
että tämän vaikutus rupesi

tuntumaan. Heinäkuun padotus on v. 1939 lisännyt toista satoa huoli-
matta tämän kuun aikana sattuneista runsaista sateista. Vuonna
1940 ovat lisäykset ensimmäisessä sadossa olleet vielä suurempia
kuin edellisenä vuonna. Heinäkuun padotuksen vaikutuskin ensi
satoon on havaittavissa huolimatta siitä, että korjuu toimitettiin
jo 9 p:nä. Toiseen satoon heinäkuun padotuksella on v. 1940, jolloin
heinäkuussa edelleen oli poutaista, ollut selvä satoa kohottava vaiku-
tus. Kokonaissadon lisäykset ovat näin tulleet huomattavan suuriksi.
Niinpä alueella 4 sato on lisääntynyt lähes 4,500 kg:lla eli n. 115 %:lla.

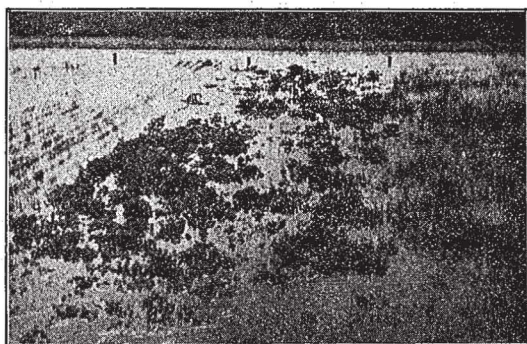
Varsinainen vesityskoe pohjavettä nostamalla on suoritettu alueilla
6—9 siten, että alueet u p o t e t t i i n kuudeksi tunniksi veden alle.
Sitä ennen vesi oli jo nostettu päivän ajaksi 20 cm:n päähän maan-



Kuva 5. Maasojan vesitaloudellinen koekenttä Vihdissä. Kuvassa näkyy vesityspato ja -kouru sekä kuivatusoja. Koeruudut sijaitsevat näiden molemmilla puolilla, vasemmalla puolella on turvemaata, oikealla savimaata.

Taulukko 4. Apilan upotus Maasojalla vv. 1939 ja 1940 savimultamaalla.

Alue	Upotus- päivä	Korjuu		Kuivasato			Kuivasadon lisäys			
		I	II	I kg/ha	II kg/ha	I+II kg/ha	I kg/ha	II kg/ha	I+II	
									kg/ha	%
Vuosi 1939										
6	—	19/7	29/8	2,730±463	2,735±96	5,465±458	—	—	—	—
7	17/6 22/7	19/7	28/8	4,339±428	2,283±89	6,622±326	1,609	—452	1,157	21.2
9	—	28/6	26/8	860±126	3,804±34	4,664±122	—	—	—	—
8	9/6 4/7	29/6	26/8	1,838±360	4,158±105	5,996±337	978	354	1,332	28.3
Vuosi 1940										
6	—	9/7	9/9	2,765±321	1,585±182	4,348±457	—	—	—	—
7	17/6 11/7	9/7	7/9	3,991±250	2,432±131	6,423±372	1,226	847	2,075	47.8
9	—	26/6	7/9	1,577±105	1,249±99	2,826±146	—	—	—	—
8	9/6 27/6	26/6	7/9	2,364±177	3,458±245	5,822±405	787	2,209	2,996	106.0



Kuva 6. Upotuskoe. Koeruutuja pidettiin 6 tunnin ajan veden alla kuvan esittämällä tavalla. Vasemmalla on kauraa, keskellä apilaa ja oikealla timoteita.

pinnasta, jotta maan huokokset ehtivät täyttyä. Apilan koetulokset on esitetty taulukossa 4. Alueilla 6 ja 7 sato on korjattu heinäntekeoaikana, alueilla 8 ja 9 A. I. V.-rehun korjuu-aikana. Upotuksen aiheuttama hyöty on ollut ilmeinen kaikissa muissa kokeissa paitsi v. 1939, jolloin se toimitettiin heinäkuun lopulla. Tällöin upotus on aiheuttanut vahinkoa. Tämä saanee osaltaan selvityksen heinäkuun runsaista sateista. Seuraavana päivänä upotuksen jälkeen satoi nimittäin 46.5 mm, mikä sinänsä jo kykeni tyydyttämään sen ajankohdan vedentarpeen.

Taulukko 5. Kauran upotus Maasojalla vv. 1939 ja 1940 savimultamaalla.

Alue	Upotus- aika	Kylvö	Kor- juu	Sato kg/ha		Sadonlisäys			
				Jyviä	Olkia	Jyväsato		Olkisato	
						kg/ha	%	kg/ha	%
Vuosi 1939									
6	—	16/5	16/8	2,860±329	4,902±125	—	—	—	—
9	—	16/5	16/8						
8	9/6 4/7	16/5	16/8	3,867±192	5,845±349	1,007	35.2	943	19.2
7	17/6 22/7	16/5	16/8	3,741±134	5,443±296	881	30.8	541	11.0
Vuosi 1940									
6	—	17/5	16/8	2,307±184	2,660±366	—	—	—	—
9	—	17/5	12/8						
8	9/6 27/6	17/5	21/8	2,952±252	4,031±278	645	28.0	1,371	51.6
7	17/6 11/7	17/5	12/8	3,296±239	4,770±517	962	41.7	2,110	79.3

Taulukossa 5 on esitetty kaurakokeen tulokset vastaavilla alueilla. Upotukset ovat aiheuttaneet varsin huomattavan sadonlisäyksen kumpaisenakin vuonna. Vuonna 1939 on aikaisempien upotusten vaikutus ollut parempi kuin myöhäisempien, vuonna 1940 taas päinvastoin.

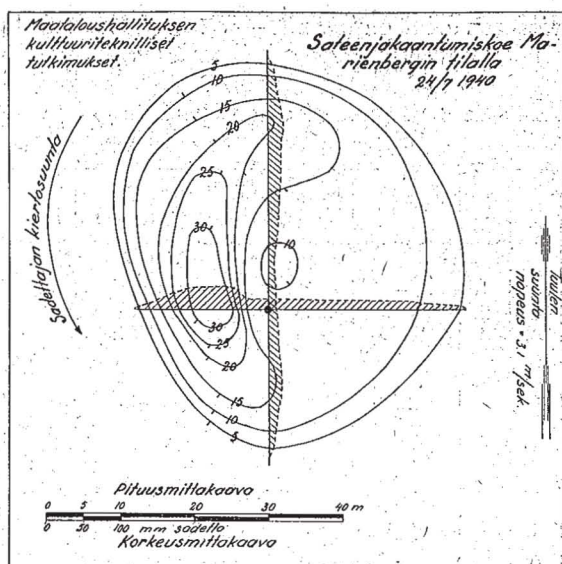
Edellä on esitetty poimintoja tavallisella vedellä suoritetuista vesityskokeista. Sadonlisäykset erilaisia vesitystapoja käyttäen ovat olleet huomattavan suuria, joten vesitykseen kannattaa uhrata kustan-

n u k s i a. Näitä koe-
tuloksia arvosteltaessa
on kuitenkin otettava
huomioon, että vuosien
1939 ja 1940 alkukesä
oli poikkeuksellisen kui-
va, mikä voi antaa har-
hauttavan edullisen ku-
van tilanteesta. Koe-
tulokset viittaavat kui-
tenkin siihen, että esim.
sadetuskokeissa ei vielä
saavutettu sitä rajaa,
jolloin lisäsadetus ei
enää olisi aiheuttanut
sadonlisäystä. Otta-
malla huomioon luon-
nonsateen voidaan pää-
tellä, että tämä raja ke-
säkuussa oli mainittui-
na vuosina korkeam-
malla kuin 60 mm, mikä
ylittää peltoalueillam-
me kesäkuun sateen
normaaliarvon. Myös

Olkkalassa aikaisemmin suoritettut kokeet osoittavat, että normaali-
vuosinakin vesityksellä saadaan edullisia tu-
loksia.

Vesityksen teknillisessä suorituksessa tulee vaikeutena eteen kysy-
mys saada sen vaikutus tasaiseksi yli koko vesitettävän peltoalueen.
Pohjavesipadotuksessa voi helposti sattua, että osalla alueella syntyy
liiallista kosteutta toisen osan kärsiessä kuivuutta. Tämä aiheuttaa
haittaa mm. sen kautta, että sato valmistuu eriaikaisesti. Valutus-
vesityksessä samoin esiintyy vaikeuksia veden tasaisessa levittämisessä
yli koko alueen. Sadetusvesitys antaa tässä suhteessa parhaat tulok-
set. Mutta sadetustakaan ei voida verrata luonnonsateisiin, missä
maksimin ja minimin suhde normaalitapauksissa alittaa 1.5.

Kirjallisuudessa on mainittu, että tuulellakin sade jakaantuu symet-
risesti sadetusympyrän eri osissa sadettajan kautta kulkevaan akse-
liin verrattuna. Näinollen tuulen vaikutus sadetuksen tasaisuuteen
olisi merkityksetön. Mariebergissä tehdyissä mittauksissa *Bucher-
Guyer* sadettajilla syntyi kuitenkin huomattavia eroavaisuuksia sade-
määrissä sadetusympyrän eri osissa. Kuvassa 7 on esitetty eräs 3.1
m/s:n tuulella mitattu sadetusmäärä. Vastatuulen puolelle sadettaja
on koonnut huomattavasti suuremman vesimäärän kuin myötätuulen
puolelle. Sadetusmäärät tasaantuvat kuitenkin tuulellakin sen kautta,
että eri sadetusympyrät leikkaavat toisensa. Kuvassa 8 on Marie-
bergissä tehty havainto vesimäärien jakaantumisesta sadettajan ollessa



Kuva 7. Bucher-Guyer sadettajan sadetusympyrä. Kuvasta havaitaan, miten vesimäärä on kokoon-
tunut sille puolelle, jolla sadettaja joutuu kiertä-
mään vastatuuleen.

viidessä eri asennossa (I—V). Sadettajan ollessa asennoissa I, II ja IV oli tyyntä, asennoissa III ja V vallitsi puuskittainen tuuli n. 3 m/s.

Taulukko 6. Laitumen sadetus virtsalla ja järvivedellä Mariebergissä vv. 1939 ja 1940 savimaalla.

Alue	Sarja	Aika	Määrä mm (virtsamäärä suluissa)	Kor- juu aika	Tuoresato kg/ha	Sadonlisäys kg/ha	%
Vuosi 1939							
4	1	—	—	1/7	4,780±390	—	—
4	2	8/6	21.0 + (4.7)	1/7	9,340±590	4,560	95.5
4	3	8/6 22/6	21.0 + (4.1); 23.1 + (5.1)	1/7	13,300±545	8,520	178
4	4	22/6	19.1 + (4.4)	1/7	7,780±218	3,000	62.7
4	1	—	—	11/8	5,090±411	—	—
4	2	10/7	20	11/8	7,188±348	2,098	41.2
4	3	10/7	20	11/8	9,175±782	4,085	80.2
4	4	—	—	11/8	7,212±682	2,112	41.7
Vuosi 1940							
4	1	—	—	5/7	1,210±214	—	—
4	2	—	—	5/7	1,140±184	—70	—5.8
4	3	—	—	5/7	1,400±270	190	15.7
4	4	—	—	5/7	1,040±164	70	—14.1
4	1	—	—	26/8	2,110±323	—	—
4	2	16/7	20.9 + (3.8)	26/8	4,440±805	2,330	111
4	3	16/7 22/7	20.6 + (3.9); 22.0 + (2.8)	26/8	7,360±312	5,250	249
4	4	22/7	23.1 + (2.8)	26/8	4,250±155	2,140	101

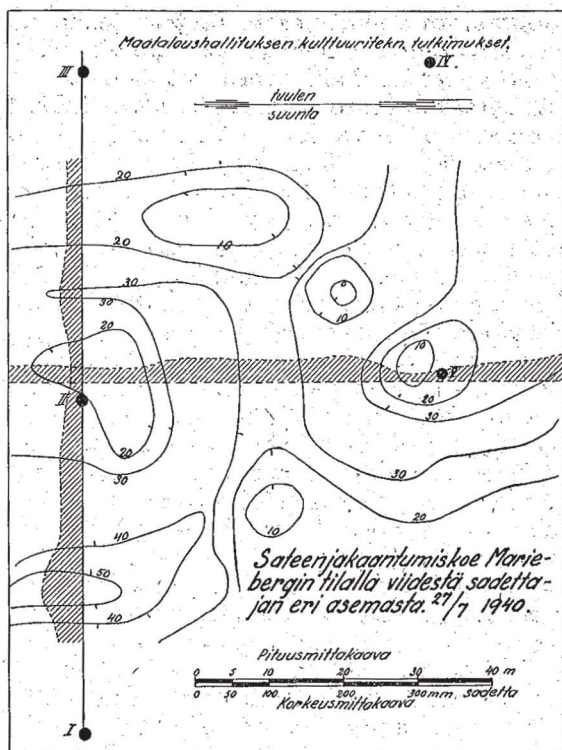
Veden ohella voidaan sadetuslaitteiden avulla levittää myös virtsaa. Taulukossa 6 on esitetty Mariebergissä virtsavesityksellä saatuja koetuloksia. Sadonlisäykset ovat huomattavan suuria ja niissä on havaittavissa myös jälkivaikutusta, mitä toisessa, pelkällä järvivedellä samanaikaisesti suoritettussa sadetuskokeessa ei esiintynyt. Pienet virtsamäärät sadetusveden ohella vaikuttavat näin erikoisen tehokkaasti. Laitumillakaan virtsasta ei ole haittaa, kun järvivedellä huuhdotaan ruoho puhtaaksi, jolloin karja sitä syö halukkaasti. Virtsan ja nestelannan käyttö voi saderikkainakin vuosina tehdä vesityslaitteet edullisiksi.

Peltojen vesitysmahdollisuuksia arvosteltaessa on otettava huomioon paitsi sen aiheuttamaa tuoton lisäystä myös vesityksen kustannukset. Nämä ovat riippuvaisia vesitystavoista. Esimerkiksi pohjavesipadotuksessa kustannukset hehtaaria kohden sopivissa olosuhteissa voivat jäädä aivan vähäisiksi. Vaikka tämän vesitystavan käytäntöönottamista asiantuntijat, mm. HALLAKORPI (3 ja 4) ja G. GROTENFELT (2), ovat jo pari vuosikymmentä sitten kirjoituksissaan tehostaneet, sitä kuitenkin yhä edelleen on vain verrattain harvoissa paikoissa käytännössä toteutettu. Tällaisissa hankkeissa on kuitenkin huomattava, että

veden tarve helposti arvioidaan liian pieneksi, joten hankkeiden suunnittelu on toimitettava huolella. Peltolueelta itseltään tulevat vedet eivät kuivina kesinä riitä. Kasvit tarvitsevat suurimman kuivatuksensa aivan alkukesästä, jolloin padotusta ei saa suorittaa eikä veden varastoiminen siis ole mahdollista. Myöhemmin kesällä pelkkä sarkaojen padottaminen ei enää vedenpuutteessa ole mahdollista. Meillä on kuitenkin runsaasti mahdollisuuksia pohjavesipadotukseen läpikulkuvesiä käyttämällä tai johtamalla vesiä toisaalta, kuten niittyjen vesityksen yhteydessä on tapahtunut.

Maanpinnan kaltevuussuhteet rajoittavat padotusvesityksen samoin kuin valutusvesityksenkin käyttöä. Meillä ei voida ajatella keino-tekoisesti tasoitettuja peltoja tai rakennettuja rinteitä. Liian jyrkillä rinteillä valutus ei tule myöskään kysymykseen. Mäkimaastossa veden kuljetus rinteiden yläpäähän on myös useimmiten mahdotonta. Pumppuamisen käyttöä rajoittaa se, että valutuksessa joudutaan käyttämään huomattavan suuria vesimääriä. Maasojalla, 4 % kaltevalla hiesusavimaalla valutettaessa vesi imeytyi maahan niin, että vasta kun oli johdettu alueelle n. 100 mm:n vesimäärä, vettä tuli 11 m leveän rinteen alapäähänkin.

Sadetusvesitys on ainoa vesitystapa, joka on riippumaton peltojen kaltevuussuhteista. Siinä tarvittavat vesimäärät ovat myös pienempiä kuin missään muussa vesitystavassa. Mikäli tämä vesitystapa saadaan kannattavaksi, sen merkitys tulee olemaan huomattava koko maataloudellemme. Maataloutemme luonne on parin vuosikymmenen aikana muuttunut niin, että nyt on vesityskysymystäkin harkittava toiselta pohjalta kuin aikaisemmin. Mm. A.I.V.-rehun viljelys ja



Kuva 8. Vesimäärien jakaantuminen sadettaajan ollessa viidessä eri asennossa (mustat pisteet I—V).

laiduntalous voivat päästä täyteen tehoonsa vastä, kun voidaan poistaa kuivuuden aiheuttamat rajoitukset.

Mariebergin tilalla suoritettut kannattavaisuuslaskelmat osoittavat, että riittävän suuressa mittakaavassa suoritettuna sadetusmillimetrin hinta hehtaaria kohden voidaan meillä saada alle 10 mk:n, jolloin vesitys oikeaan aikaan annettuna ja oikein hoidettuna voidaan saada kannattavaksi. Tämä edellyttää kuitenkin, että laitteet on suunniteltu ja rakennettu oikein, että sähkövoiman hinta ei ylitä 50 penniä kW-tunnilta, että on riittävän suuri yhtenäinen alue sadetettavana ja että perustamiskustannukset eivät ylitä 2500 markkaa hehtaarilta. Virtsasadetus ja nestelannoitus voivat tuntuvasti kohottaa laitteiden kannattavaisuutta. Avo-ojitetulla maalla arvokkaita lannoitusaineita voi huomattavat määrät mennä hukkaan, minkä vuoksi sadetuksen yhteydessä on otettava harkittavaksi myös peltojen salaojitus.

Mitä tulee sähkövoimaan, joka lähinnä tulee kysymykseen voimanlähteenä, on edellytyksiä saada se hankituksi riittävän halvalla, sillä vesitys tulee kysymykseen aikana, jolloin muu voiman käyttö on vähäistä. Tällöin eivät jo valmiit johdot ole kuormitettuja ja vesivoimalaitoksilla on mahdollisuus antaa halpaa voimaa. Myös puukaasuttajilla varustettujen traktorien käyttö voi laitteiden kehittyessä osottautua meillä edulliseksi.

Kansantaloudellisesti on tärkeää, mikäli sadetusvesitys rupeaa yleistymään, että laitteet voidaan pääosaltaan rakentaa kotimaassa. Pumppuja valmistavia tehtaita meillä on useita, mutta tarvittavia putkijohtoja ja sadettajia ei saada kotimaassa. Suoritettut laskelmat osoittavat, että kotimaassa tehtynä perustamiskustannuksissa voidaan normaaliaikana verrattain epäedullisissakin olosuhteissa alittaa edellämäinnittu hehtaariarvo. Laitteiden huolto ja kunnossapito edellyttää myös kotimaista teollisuutta.

Vesityskysymys vaatii runsaasti tutkimustoimintaa, ennenkuin lopullisia tuloksia asiassa voidaan esittää. Edellä esitetyt, aivan alustavaa laatua olevat tutkimukset osoittavat, että kysymyksessä on ala, jolla voi olla hyvinkin laajakantoinen merkitys maataloudellemme.

Kirjallisuutta.

- 1) W. BROUWER — Die Feldberegnung, Heft 49 der RKTL-Schriften, Berlin 1936.
- 2) G. GROTENFELT — Suomalainen peltokasvinviljelys, Helsinki 1924.
- 3) I. A. HALLAKORPI — Nykyaikaisista vesitystavoista, Suomen Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja 1913, Helsinki 1914.
- 4) I. A. HALLAKORPI — Vesityksen tarpeellisuudesta Suomessa, Maatalous N:o 10, Porvoo 1911.

5) J. KERÄNEN — Kasvukauden säiden ja vuodentulon keskinäisestä riippuvaisuudesta vuosina 1921—1928, Taloudellisen neuvottelukunnan julkaisuja 13, Helsinki 1931.

6) H. SCHILDKNECHT — Die Bestimmung der Bewässerungsbedürftigkeit in der Landwirtschaft, Der Kulturtechniker, Breslau 1932.

7) G. SCHROEDER — Landwirtschaftlicher Wasserbau, Handbibliothek für Bauingenieure, Berlin 1937.

8) TULVAKOMITEAN mietintö, Komiteanmietintö N:o 14, Helsinki 1939.

9) J. VALMARI — Maanviljelyskemia, Porvoo 1938.

10) J. VALMARI, V. KANERVO — Kasvien vedenkäyttö ja säätekijät, Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja N:o 26, Helsinki 1930.

11) J. VALMARI, M. SALONEN — Lannoitusoppi, Porvoo 1940.

HELSINKI, 1940
YHTEISKIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ