

Pentti Kaitera

**Vedenkorkeusvaihteluiden vaikutuksesta rantamaiden pelto- ja
niittyviljelykseen**

Maataloushallituksen vesiteknillisiä tutkimuksia, N:o 3, 1941, 112 s.

© Maa- ja metsätalousministeriö

VEDENKORKEUSVAIHTELUIDEN VAIKUTUKSESTA RANTAMAIDEN PELTO- JA NIITTYVILJELYKSEEN

PENTTI KAITERA

REFERAT

ÜBER DEN EINFLUSS DER WASSERSTANDSSCHWANKUNGEN AUF
DEN ACKER- UND WIESENBAU DER UFERGELÄNDE IN FINNLAND

VEDENKORKEUSVAIHTELUIDEN VAIKUTUKSESTA RANTAMAIDEN PELTO- JA NIITTYVILJELYKSEEN

PENTTI KAITERA

REFERAT

ÜBER DEN EINFLUSS DER WASSERSTANDSSCHWANKUNGEN AUF
DEN ACKER- UND WIESENBAU DER UFERGELÄNDE IN FINNLAND

HELSINKI 1941

Sisällysluettelo.

	Sivu
Alkusanat	5
Vesistöjen vedenkorkeusvaihteluista	7
Vesistöjen rannoilla suoritettut tutkimukset	18
Viljelysrajoista	81
Rantaniityistä	92
Vesivahingosta viljelysmailla	97
Yhteenvetoja	103
Lähdeluettelo	105
Referat	107

Alkusanat.

Tämä tutkielma liittyy julkaisusarjaan »Maataloushallituksen kulttuuritekneillisiä tutkimuksia». Sarjan nimi on vuoden 1941 alussa muutettu kuulumaan »Maataloushallituksen vesiteknillisiä tutkimuksia».

Tutkielmassa esitetty havaintoaineisto on koottu Maataloushallituksen viljelystekneillisen osaston toimesta järjestettyjen tutkimusten yhteydessä ja käsittää pääasiassa erilaisten vesistöjen ranta-alueilla suoritettuja havaintoja. Osa näistä havainnoista on tehty jo useita vuosia sitten muiden tutkimustöiden ohella, jotka työt sittemmin vaativat niin runsaasti aikaa, että esillä oleva tutkimus jäi muutamiksi vuosiksi kokonaan pysähdyksiin. Eri vesistöjen rannoilla koottu aineisto on jossain määrin epähomogeenista. Tähän on osaltaan vaikuttanut myös se, että tutkimuksen kestäessä on tullut esille uusia näkökohtia, jotka on voitu huomioida vasta myöhemmissä rantatutkimuksissa.

Tässä tutkielmassa on käytetty hyväksi Hydrografisen toimiston suorittamia vedenkorkeushavaintoja, mitkä mainitun toimiston johtaja, tri HENRIK RENQVIST on antanut auliisti käytettäväkseni. Ins. Å. FABRICIUS on myös nähnyt paljon vaivaa vedenkorkeustietoja koottaessa.

Tutkimuksen aikana olen saanut monia arvokkaita neuvoja useilta maanviljelysinsinööreiltä. He ovat käytännön töissään kiinnittäneet huomiota johonkin esillä olevan kysymyksen erikoiskohtaan. Eritoten ins. MATTI WÄREEN kanssa olemme joutuneet pohtimaan yhdessä näitä kysymyksiä, kun hän on samanaikaisesti suorittanut tutkimuksia vastaavien vesistöjen vedenkorkeusvaihteluiden vaikutuksesta rantapuiden kasvuun. Insinöörit S. PAASILAHTEI ja EINO W. SEPPÄNEN ovat myös antaneet havaintojaan käytettäväkseni. Tutkimusassistentti M. REIJONEN on myös suorittanut rantatutkimuksia.

Kaikille niille henkilöille, jotka ovat avustaneet tätä tutkielmaa laadittaessa, ennenkaikkea Maataloushallituksen vesiteknillisissä tutkimuksissa mukana oleville, lausun tässä parhaimmat kiitokseni.

Helsingissä, huhtikuulla 1941.

Pentti Kaitera.

Vesistöjen vedenkorkeusvaihteluista.

Ennenkuin ryhdytään selostamaan suoritettuja havaintoja vedenkorkeusvaihteluiden vaikutuksesta viljelyskasvien kasvuun ja ranta-alueiden käyttöön, on syytä tarkastella itse vedenkorkeusvaihteluita. Tässä tarkastelussa pyritään kuvaamaan ilmiötä ja selostamaan niitä tekijöitä, joilla on vaikutusta näihin vaihteluihin.

Vesistöjen vedenkorkeusvaihteluissa on Suomessa havaittavissa selvä vuosijakso, jossa on kaksi maksimia ja kaksi minimiä. Maksimit ovat yleensä keväällä ja syksyllä, minimi kevättalvella ja loppukesällä. Järvirikkaissa, suurissa vesistöissä maksimit esiintyvät myöhemmin kuin järviköyhissä tai pienissä vesistöissä. Lumen kevät-sulamisesta aiheutuva vedenkorkeusmaksimi on yleensä suurempi ja säännöllisempi kuin kesä- ja syyssateista johtuva maksimi.

Vaikka vedenkorkeusvaihteluiden vuosijakso pitkäaikaisissa keskiarvoissa ilmenee varsin säännöllisenä, niin yksityisinä vuosina vedenkorkeusvaihtelut voivat olla hyvinkin epäsäännöllisiä.

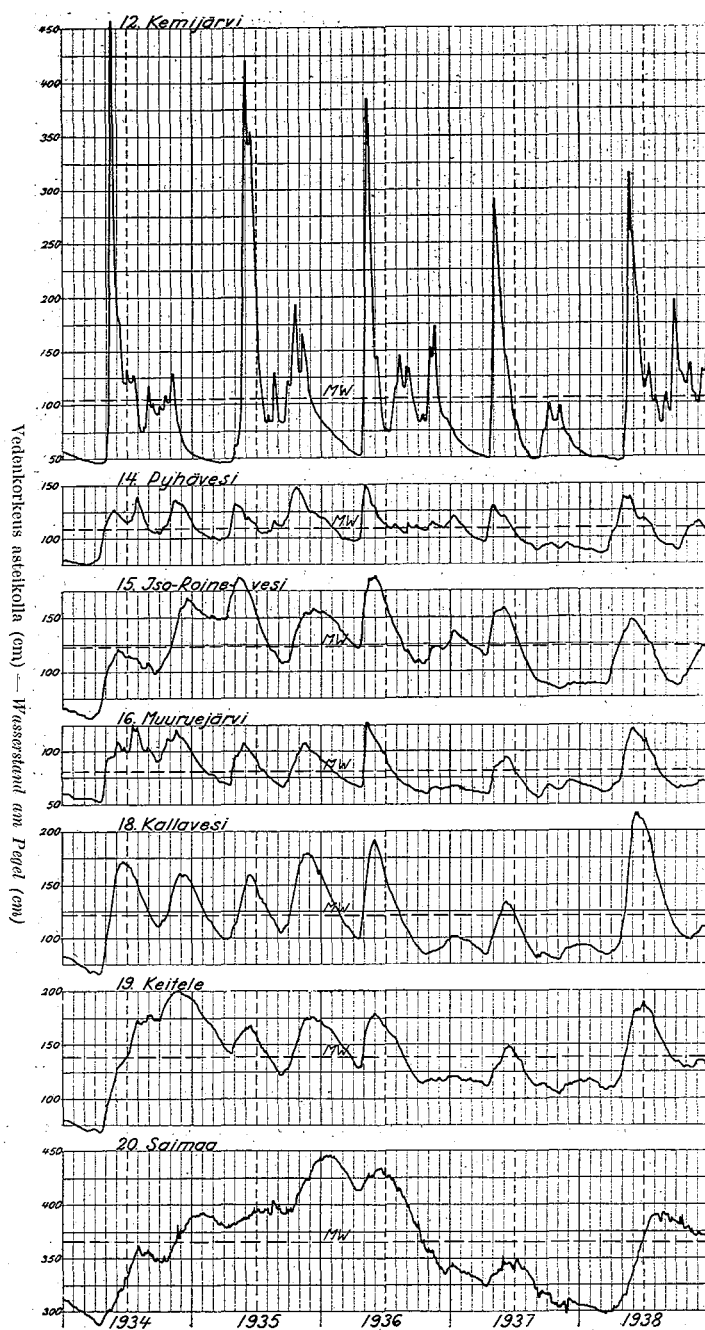
Eri tyyppisten vesistöjen vedenkorkeusvaihteluiden erilainen luonne ilmenee kuvasta 1. Siinä on piirretty 13 vesistön vedenkorkeusvaihtelut vuosina 1934—38.

N:o	Vesistön nimi (kunta) <i>Gewässer (Bezirk)</i>	Sadealueen <i>Niederschlagsgebiet</i>	
		pinta-ala <i>Areal</i> km ²	järvi- <i>See</i> %
3.	Ihantalanjärvi (Viipurin mlk.)	12.5	8
5.	Pyhäjoen Haapavesi (Haapavesi)	1 950	8
8.	Kuortaneenjärvi (Kuortane)	1 300	5
9.	Haapaniemenjärvi (Janakkala)	550	8
10.	Kuusjärvi (Kuusjärvi)	23	9
11.	Vihtamonjärvi (Sotkamo)	26	9
12.	Kemijärvi (Kemijärvi)	27 285	2
14.	Pyhävesi (Mäntyharju)	545	16
15.	Iso-Roinevesi (Hauho)	1 290	18
16.	Muuruejärvi (Viitasaari)	2 540	14
18.	Kallavesi	16 275	15
19.	Keitele	6 305	18
20.	Saimaa	62 130	20



Kuva 1. Vedenkorkeusvaihtelut vuosina 1934—38 erilaatuisissa vesistöissä (katso tekstiä).

Abb. 1. Die Wasserstandsschwankungen in den Jahren 1934—38 in Gewässern verschiedener Art.



Näiden vesistöjen rannoilla on suoritettu tutkimuksia, jotka selostetaan myöhemmin. Numerot tarkoittavat tässä tutkielmassa käytettyjä vesistöjen numeroita. Ensiksimainituissa vesistöissä lumen kevätsulamisesta aiheutuva tulvahuippu sattuu varhain keväällä, viimeksimainituissa kesällä.

Vähäjärvisissä vesistöissä vedenkorkeusvaihtelut ovat jyrkkiä ja etenkin syksyllä on havaittavissa useita huippuja. Järvirikkaissa vesistöissä vedenkorkeusvaihtelut ovat hitaasti tapahtuvia ja vaihtelukorkeus yhden vuoden aikana on verrattain pieni. Pitkäaikaiset vaihtelut voivat sensijaan olla melkoisia. Tämä ilmenee eritoten Saimaan vesistössä, jossa on havaittavissa pitkäaikaista jaksollisuutta, mikä kuvasta 1 voidaan todeta.

Edellä on vesistöjen ominaisuuksien määrittely tapahtunut kahden tekijän avulla, nim. sadealueen pinta-alan ja järviprosentin. Näiden tekijöiden ohella on etenkin uoman laadulla vaikutusta vedenkorkeusvaihteluihin. Mutta jo edellämainitutkin tekijät varsin suuressa määrin määrittelevät vedenkorkeusvaihteluiden luonteen.

Vedenkorkeuksien ääriarvojen korkeusero voi eräissä maamme vesistöissä olla vain metrin vaiheilla, mutta toisissa vesistöissä yli viisikin metriä. Kemijoessa on havaittu jopa 9 m:n vaihteluita.

Tulvakomitean mietinnössä (1939) on esitetty yhteenvetoja keskiyliveden (*MHW*) ja keskiveden (*MW*) korkeuserosta Suomessa järvisyyteen nähden erilaisissa vesistöissä Hydrografisen toimiston havaintoaineistoon perustuen.¹⁾ Esitys on seuraavanlainen:

Ryhmä (järvi-%) <i>J</i>	Erotus <i>MHW-MW</i> cm	Alueita ryhmässä
0 — 5.0	174	19
5.1—10.0	101	28
10.1—15.0	87	60
15.1—20.0	56	40
20.1—25.0	34	17
25.1—30.0	32	5

Järvirikkailla alueilla keski-yliveden ja keskiveden korkeusero on siis yleensä alle 50 cm. Yleisesti vallitsevien käsitysten mukaan tulee keskivedenkin haitallinen vaikutus tällöin jo näkyviin keski-yliveden korkeudella olevien ranta-alueiden viljelyksessä.

¹⁾ Keski-ylivesi tarkoittaa eri vuosien suurimpien vedenkorkeuksien keskiarvoa. Keskiyesi tarkoittaa päivittäisten havaintojen keskiarvoa. Keski-alivesi tarkoittaa alimpien vuosi- ja vuosikautisten keskiarvoa. Muista yleisesti käytetyistä käsitteistä mainittakoon tavallinen vesi, joka tarkoittaa korkeutta, minkä vedenpinta ylittää ja alittaa yhtä monena vuorokautena havaintokaudella. Tavallinen vesi vastaa vedenkorkeuksien kestävyyskäyrässä 50 %:n vedenkorkeutta. Rantamaiden korkeustaso voidaan huomioida myös käyttämällä apuna tulvavuosien lukuisuutta, jolloin esim. 50 %:n lukuisuus tarkoittaa korkeutta, jolle tulvat nousevat viitenä vuotena kymmenestä.

Järviköyhillä alueilla taas mainittu korkeusero on yli 100 cm, jolloin ranta-alueiden viljelys ylävimmillä tulvavyöhykkeillä on riippuvainen pääasiallisesti suurimmista vedenkorkeuksista.

Sadealueen suuruudella on myös vaikutusta vedenkorkeusvaihteluiden suuruuteen. Tämän selvittämiseksi on taulukkoon 1 koottu tietoja ylimmän veden (*HW*), keski-yliveden ja keskiveden korkeuseroista. Neljä pienintä aluetta kuuluu Maataloushallituksen vesistötutkimusten havaintoverkkoon ja tiedot niissä on koottu vuosien 1931—40 havainnoista. Muut ovat Hydrografisen toimiston vuosien 1921—35 havainnoista koottuja tietoja. Alueet on taulukossa ryhmitetty järvi-prosentin mukaan.

Taulukosta havaitaan, että sadealueen kasvaessa erotukset *HW—MHW* ja *MHW—MW* yleensä kasvavat. Järvirikkailla alueilla suunta ei ole yhtä selvä kuin järviköyhillä alueilla.

Sen vyöhykkeen korkeus, jossa vedenkorkeusvaihteluilla on vaikutusta ranta-alueiden viljelykseen, on siis riippuvainen vesistön sadealueen suuruudesta ja järvisyydestä. Tulvien aiheuttamaa vahinkoa

Taulukko 1. Yliveden ja keski-yliveden erotus (HW—MHW) sekä keski-yliveden ja keskiveden erotus (MHW—MW) erilaisissa vesistöissä (F = sadealueen pinta-ala ja J = järvisyys).

Tabelle 1. Der Höhenunterschied zwischen Hoch- und Mittelhochwasser (HW—MHW) sowie Mittelhoch- und Mittelwasser (MHW—MW) in verschiedenen Gewässern. F = Flächeninhalt des Niederschlagsgebietes, J = Seeprozent.

Vesistö (vesiasteikko) <i>Gewässer (Pegel)</i>	F km ²	J %	HW—MHW cm	MHW—MW cm
Järviprocentti — Seeprozent 0—3.				
Tuohinonoja, Kempele	13	0	21	103
Vihtjärvenoja, Vehmaa	29	3	39	101
Putaanjoki, »	94	1	36	100
Vantaanjoki (Oulunkylä)	1 680	3	70	150
Kyrönjoki (Skatila)	4 780	1	136	146
Kemijoki (Taivalkoski)	50 820	3	180	326
Järviprocentti — Seeprozent 11—14.				
Kokemäenj. v. (Herraskoski)	1 475	11	58	67
Karjaanjoki (Landsbro)	1 925	13	23	39
Kokemäenj. v. (Lempäälä, ylä) ..	8 680	14	46	74
Oulujoki (Vaala)	19 860	13	40	58
Kokemäenj. v. (Rautavesi)	21 045	14	29	62
Vuoksen v. (Häihä, ylä)	21 800	12	73	55
Järviprocentti — Seeprozent 19—28.				
Alasenjärvi, Rantasalmi	66	28	13	19
Kokemäenj. v. (Kukkiajärvi)	835	19	17	34
Kymij. v. (Kolu, ala)	4 210	20	38	36
» (Kalkkinen, ylä)	26 475	20	54	49
Vuoksen v. (Lauritsala)	62 130	20	102	47

määrättäessä on usein oletettu, että erittäinkin keski-yliveden alapuolella olevassa vyöhykkeessä vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus peltoviljelyksessä on niin suuri, että viljelyksen kannattavuus tulee kyseenalaiseksi. Niinpä esim. HALLAKORPI (1924a) mainitsee, että huolimatta yrityksestä viljellä alavia tulva-alueita peltoviljelyksen nollaraja asettuu tavallisesti ainakin keskitalvan korkeudelle.

Käytännössä suoritetuissa maankuivatustoissa on usein arvioitu, että vedenkorkeusvaihteluiden vahingollinen vaikutus loppuu 30—50 cm keski-yliveden yläpuolella, ja uudet kuivatuskanavat on mitoitettu tämän perusteella. Mainittua kuivareunaa on perusteltu sillä, että tavallisen tulvan aikana viljelysmailla syntyy vahinkoa tähän korkeuteen saakka. Keväällä muokkauskauden alkaessa on tärkeää, että pellot kuivuvat nopeasti ja että muokkaustyöt voidaan haitatta suorittaa. Kuten taulukosta 1 havaitaan, on 30—50 cm:n kuivareuna usein riittävä myös siinä mielessä, että suurina tulvavuosinaan vedet eivät tällaisissa kuivatuskanavissa leviä ranta-alueille.

Haettaessa vedenkorkeusvaihteluille sellaisia tunnusomaisia lukuarvoja, joiden avulla parhaiten saataisiin selvitettyksi vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus ranta-alueiden viljelykseen, on useassa tapauksessa luovuttava keskiarvolukujen käytöstä ja pyrittävä ottamaan huomioon eri vuosien vedenkorkeusvaihtelut. Tällöin on suositeltu käytettäväksi tulvavuosien lukuisuutta apuna korkeusaseman määrittelyssä (KAITERA 1934).

Päitsi vedenkorkeusvaihteluiden suuruudella on myös vedenkorkeuksien kestävyydellä merkitystä ranta-alueiden viljelykseen. Sellaisissa vesistöissä, missä esim. lumen kevätsulamisen aiheuttama tulva sattuu myöhään kesällä, tulvan kestävyys myös on suurempi kuin vesistöissä, missä tulvat sattuvat varhain. Vesistön luonteesta riippuu, mihin aikaan kasvien kasvukauteen verrattuna lumen kevätsulamisen aiheuttama ylivesi yleensä sattuu. Vaikuttavina tekijöinä tässäkin ovat lähinnä sadealueen suuruus ja järvisyys. Myös kevään myöhäisyydellä on tähän ajankohtaan vaikutusta.

Yliveden ajankohdan riippuvaisuus näistä tekijöistä voidaan esittää m.m. kaavalla (KAITERA 1939):

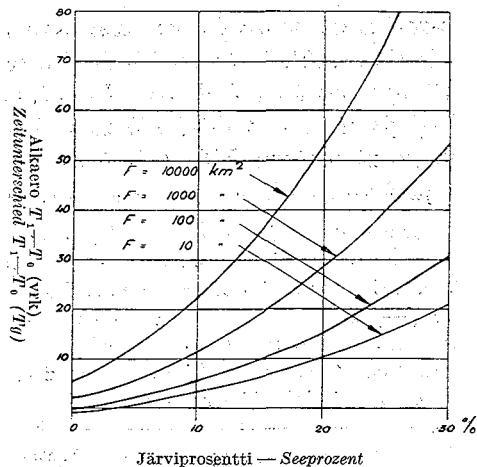
$$(1) T_1 - T_0 = \sqrt[4]{0.5 F + 10 \cdot (0.008 J^2 + 0.12 J + 1)} - 3, \text{ jossa}$$

$T_1 - T_0$ = ylivaluman ¹⁾ ajankohta — ajankohta, jolloin lumi peltoilta on pääasiassa hävinnyt (erotus vrk:nä ilmaistuna),

F = sadealueen pinta-ala (km²),

J = sadealueen järviprosentti.

¹⁾ Valuma tarkoittaa pinta-alayksikköä kohden purkautuvaa vesimäärää aikayksikössä (l/s.km²). Ylivaluma tarkoittaa vuoden suurinta valuma-arvoa.



Kuva 2. Sadealueen pinta-alan (F) ja järviprosentin vaikutus lumen kevätsumamisesta aiheutuvan ylivallaman ajankohtaan kaavan (1) mukaan.

Abb. 2. Der Einfluss des Flächeninhalts (F) und des Seeprozensents des Niederschlagsgebiets auf den Zeitpunkt des durch die Schneeschmelze im Frühling bewirkten Hochwassers nach der Formel (1).

Kuvassa 2 on kaavan antamat tulokset esitetty havainnollisesti. T_0 -ajankohta sattuu yleensä vähän ennen muokkaus- ja kasvukauden alkua. Tämänkaltaisissa, keskimääräisiä olosuhteita kuvastavissa kaavoissa on tietenkin niitä yksityistapauksiin sovellettaessa otettava huomioon luonnon oikullisuus ja sen aiheuttamat poikkeukset keskiarvoista.

Kuten edellä on mainittu, kevättulvan kestävyys on sellaisissa vesistöissä, joissa tulvat sattuvat myöhään, yleensä suurempi kuin vesistöissä, missä tulvat sattuvat varhain. Tulva-aalto laskee tavallisesti hitaammin kuin nousee. Tulvakummun laskevan osan kestävyys eli projektio vaakaa-akselilla on vedenkorkeuden ja ajan vuorosuhdetta kuvaavassa käyrässä (vedenkorkeuskäyrässä esim. kuva 1) yleensä 1.5—2.5 kertaa niin suuri kuin nousevan osan kestävyys. Tämä ilmenee taulukosta 2, jossa on esitetty Hydrografisen toimiston havaintoaineistoon nojautuen saatuja keskiarvolukuja ajanjaksolta 1926—35. Jotta saataisiin suhteellisia arvoja tulvakummun eri korkeuksilta, on laskelmissa vertailuarvoina eri vesistöissä käytetty kevään yliveden ja aliveden korkeuserotusta (h). Tulvahuipusta alaspäin lukien etäisyydellä $h/4$, $2h/4$ ja $3h/4$ on määrätty tulva-aallon nousevan ja laskevan osan kestävyys. Tulvahuipun nousevan osan kestävyysaika (laskettuna huipun sattumisajasta taaksepäin) on taulukossa merkitty $-t$:llä ja laskevan osan kestävyysaika (vastaavasti huipusta eteenpäin määrätty) $+t$:llä. Vesisateitten y. m. aiheuttamat poikkeukset säännöllisessä tulva-aallon kulussa on elimi-

Taulukko 2. Tulva-aallon nousevan ja laskevan osan keskimääräinen kestävyys eri korkeuksilla vv. 1926—35 eräillä Hydrografisen toimiston vesiesteikoilla. Kestävyyss aika t on laskettu tulvahuipun ajankohdasta (T_1) taaksepäin (—) ja eteenpäin (+) siihen päivään asti, jolloin vedenkorkeus on alentunut matkan $h/4$, $2h/4$ tai $3h/4$. Matka h tarkoittaa tulvahuipun ja kevään aliveden korkeuseroa. (Katso tekstiä.)

Tabelle 2. Die mittlere Dauer des steigenden und des fallenden Teils der Hochwasserswelle in verschiedenen Höhen in den J. 1926—35 an einigen Pegeln des Hydrographischen Büros. Die Dauerzeit t ist von dem Zeitpunkt (T_1) des Hochwassergipfels rückwärts (—) und vorwärts (+) berechnet worden bis zu dem Tage, an dem der Wasserstand sich um den Betrag $h/4$, $2h/4$ oder $3h/4$ gesenkt hat. Die Strecke h bedeutet der Höhenunterschied zwischen dem Hochwassers und dem Frühjahrsniederswasser.

Vesistö (Vesiasteikko) Gewässer (Pegel)	Sadealue Nieder- schlagsgebiet		h cm	T_1	Kestävyys — t (vrk) korkeudella Dauer — t (Tg) in der Höhe			Kestävyys + t (vrk) korkeudella Dauer + t (Tg) in der Höhe			Suhde + t / — t korkeudella Verhältnis + t / — t in der Höhe		
	km ²	Järvi- See- %			$h/4$	$2h/4$	$3h/4$	$h/4$	$2h/4$	$3h/4$	$h/4$	$2h/4$	$3h/4$
Herraskoski (Koke- mäenjoki)	1 475	11	80	14. V	9	15	19	12	25	49	1.3	1.7	2.6
Tynkä (Kalajoki) ..	3 000	2	236	30. IV	5	8	12	7	15	28	1.4	1.9	2.3
Nerkoo, ylä (Vuoksi)	4 700	6	156	16. V	9	14	18	13	25	47	1.4	1.8	2.6
Skatila (Kyrönjoki)	4 780	1	197	29. IV	5	9	15	8	17	36	1.6	1.9	2.4
Vaala (Oulujoki) ...	19 860	13	97	16. VI	19	27	36	28	55	80	1.5	2.0	2.1
Taivalkoski (Kemi- joki)	50 820	3	358	21. V	4	7	10	7	14	21	1.8	2.0	2.1
Keskim. Mittel											1.5	1.9	2.4

noitu pois siten, että tulva-aallon nousevalla osalla on otettu huomioon vain sellaiset päivät, jolloin vedenkorkeus on edelliseen havaintoon verrattuna kasvanut tai pysynyt samana, ja laskevalla osalla vastavasti vain sellaiset päivät, jolloin vedenkorkeus on edelliseen havaintoon verrattuna alentunut tai pysynyt muuttumattomana.

Taulukosta havaitaan, että tulva-aallon laskevan ja nousevan osan kestävyyksien suhde on erilaisissakin vesistöissä hyvin samanlainen. Suhdeluku on tulva-aallon yläosassa pienempi kuin alaosassa.

Tulva-aallon muoto erilaisissa vesistöissä on siis likimäärin samalla tavoin riippuvainen sen nousevasta osasta. Nousevan osan kestävyys taas määrää tulvahuipun ajankohdan (T_1). Viimeksimainittua näinollen voidaan käyttää samalla tulvan kestävyys-tunnuslukuna. Ranta-alueiden vesivahinko riippuu kummastakin edellmainitusta tekijästä, tulvan kestävydestä ja tulvan sattumisajasta kasvukauteen verrattuna. Tämä tulva-aallon säännönmukaisuus osaltaan on ollut syynä siihen, että pyrittiäessä määrittelemään veden-

korkeusvaihteluiden vaikutusta ranta-alueiden viljelykseen, vesistön luonne on voitu huomioida käyttämällä vain yhtä muuttujaa, nim. sitä aikaeroa, milloin lumen kevätsulamisen aiheuttama tulva sattuu kauran kylvöaikaan verrattuna (KAITERA 1937 a, KAITERA ja PAASILAHTI 1939).

Tulvavahingon suuruuden voidaan olettaa riippuvan paitsi tulvan kestävyydestä ja tulvan sattumisajasta myös tulvavuosien lukuisuudesta ja tulvakorkeusvaihteluiden suuruudesta.

Tulvien lukuisuuteen nähden on huomattava, että mitä useampia tulvavuosia sattuu, sitä suurempi on niitten aiheuttama kokonaisvahinko pitkän ajanjakson kyseessä ollen. Tulvien lukuisuus lisääntyy siirryttäessä vaikutusrajalta ¹⁾ alavammille korkeusvyöhykkeille. Eri vesistöjen varsilla tämä tapahtuu eri tavoin riippuen vedenkorkeusvaihteluista.

Korkeustaso voidaan ilmaista paitsi tulvavuosien lukuisuuden myös vedenkorkeuksien kestävyiden avulla ottamalla huomioon pitkän ajanjakson kuluessa päivittäin suoritettut havainnot. Myös voi tulla kysymykseen korkeusaseman määrittely esim. kasvukaudella vallinneiden vedenkorkeuksien kestävyiden avulla. Erikoistutkimuksissa on käytetty apuna jonkin kasvukuukauden vedenkorkeuksien kestävyyttä. Esim. Vänern-järven säännöstelyhankkeessa on asiantuntijalautakunta (n. s. jordbrukssakkunnige), jonka esittämät näkökohdat on hyväksytty perusteiksi lupapäätöstä annettaessa, käyttänyt määräävänä vedenkorkeutena kesä—heinäkuun tavallista vedenkorkeutta. Jos halutaan muodostaa sellainen korkeusaseman tunnusluku, joka sopii kaikenlaisiin vesistöihin, tällöin tuskin voivat tulla kysymykseen määrätyn kalenterikuukauden vedenkorkeusvaihtelut, sillä eri vesistöissä sattuvat viljelystä rajoittavat vedenkorkeudet eri kuukausille.

Vedenkorkeusvaihteluiden suuruudella on myös vaikutusta tulvavahinkoon. Varsinkin muokkaus- ja kasvukaudella sattuvissa tulvissa vahinko ulottuu tulvahuipun yläpuolellekin. Tämän vuoksi sellaisissa vesistöissä, joissa vedenkorkeusvaihtelut ovat pienet, esim. keski-ylivesi voi aiheuttaa huomattavaa vahinkoa vielä sellaisellakin korkeudella, jonne ylivesi nousee vain kerran kymmenessä vuodessa. Sellaisissa vesistöissä taasen, joissa vedenkorkeuden vaihtelut ovat suuret, ei esim. kerran kymmenessä vuodessa sattuvan yliveden korkeudella keski-ylivesi aiheuta juuri lainkaan vahinkoa.

Tulvien vaikutusta silmälläpitäen on myös syytä kiinnittää huomiota siihen, että jollakin korkeusvyöhykkeellä eri vuosina sattuvat tulvat kestävät eri pitkiä aikoja. Vaikka tulva-aallon muoto

¹⁾ Vaikutusrajalla tarkoitetaan sitä korkeustasoa, johon saakka vesistön vedenkorkeusvaihteluilla on vaikutusta rantamaiden käyttöön.

vaihteleeikin ilmastollisista olosuhteista riippuen huomattavasti eri vuosina, voidaan yleispiirteenä kuitenkin esittää, että mitä korkeammalle tulvan huippu nousee, sitä kauemmin tämä tulva jollakin alavammalla vyöhykkeellä myös kestää. Esimerkkinä tästä on taulukkoon 3 koottu kahdesta eriluontoisesta vesistöstä tietoja siitä, miten kauan tulva on kestänyt eri vuosina ajanjaksolla 1926—35 eri korkeustasoilla. Korkeustaso taulukossa on ilmaistu sekä asteikkokorkeutena että tulvavuosien lukuisuusprosentin avulla. Tällöin on k. o. ajanjakson suurimman tulvan korkeudella lukuisuusprosentiksi merkitty 5, lähinnä suurimman 15 j. n. e. (vert. s. 21). Eri vuosien tulvahuippujen korkeudet merkitsevät siis eri korkeustasoja. Taulukosta havaitaan, että esimerkiksi sillä korkeustasolla, jolle tulva on noussut kolmena

Taulukko 3. Tulvan kestävyys vv. 1926—35 eri korkeustasoilla kahdella Hydrografisen toimiston vesiasteikolla.

Tabelle 3. Die Dauer des Hochwassers in den J. 1926—35 in verschiedenen Niveaus an zwei Pegeln des Hydrographischen Büros.

Korkeustaso Niveau		Kun tulvavuosien lukuisuusprosentti on <i>Beträgt das Frequenzprozent der Hochwasserjahre</i>									
Asteikko- lukema Pegel- ablesung cm	Tulvavuosi- en lukui- suus asteik- kolukeman korkeu- della <i>Frequenz der Hoch- wasserjahre in der Höhe der Pegel- ablesung %</i>	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
		kestää tulva eri korkeustasoilla vrk <i>so dauert das Hochwasser in verschiedenen Niveaus Tg</i>									
Kyrönjoki, Skatila ($F = 4\,780\text{ km}^2$, $J = 1\%$)											
365	5	1									
314	15	9	1								
300	25	11	6	1							
264	35	18	11	10	1						
259	45	19	13	12	2	1					
253	55	20	13	12	4	2	1				
250	65	20	13	12	5	2	5	2			
245	75	22	13	13	8	3	6	6	1		
245	85	22	13	13	8	3	6	6	1	1	
207	95	33	15	18	18	12	44	14	14	31	1
Kokemäenjoen vesistö, Lempäälä, ylä ($F = 8\,680\text{ km}^2$, $J = 14\%$)											
364	5	4									
352	15	25	9								
346	25	32	19	3							
333	35	44	37	37	5						
326	45	50	46	50	20	7					
323	55	52	49	53	26	12	5				
302	65	70	78	71	51	45	44	3			
298	75	75	78	74	51	50	44	13	5		
284	85	89	96	86	81	61	54	38	36	3	
253	95	>100	>100	>100	>100	97	81	>100	75	60	10

vuotena kymmenestä, eri vuosien tulvat ovat kestäneet Kyrönjoessa, Skatilan asteikolla 11, 6 ja 1 vrk ja Kokemäenjoen vesistöissä, Lempäälän yläasteikolla 32, 19 ja 3 vrk. Korkeudella, jolle tulva on noussut viitenä vuonna, tulva on kestänyt eri vuosina edellisellä asteikolla 19, 13, 12, 2 ja 1 vrk sekä jälkimmäisellä 50, 46, 50, 20 ja 7 vrk.

Tämän vertailun avulla on tahdottu osoittaa ennen kaikkea sitä, että jollakin korkeusvyöhykkeellä tulvien kestävyys ja siis myös niiden aiheuttama vahinko vaihtelee eri vuosina. Jos vesivahingon suuruus olisi yksikäsitteisesti riippuvainen tulvien kestävyydestä, voitaisiin tämänkaltaisen tarkastelun avulla määrätä, miten suuri tulvien aiheuttama haitta ja vahinko eri korkeusvyöhykkeillä erilaisissa vesistöissä on.

Mitä suuremmat järvirikkaat vesistöt ovat kyseessä, sitä selvemmin vedenkorkeusvaihteluissa tulevat näkyville pitkäaikaiset jaksot. Selväpiirteisimpinä nämä esiintyvät meillä Saimaassa. Tulvakomitea (1939) on SCHUSTERIN periodogramma-analyysiä käyttäen laskenut vuosien 1847—1936 havainnoista, että Saimaan vedenkorkeuksissa on todettavissa m. m. seuraavat jaksot:

Jakson pituus	Jakson amplituudi	Suhde expectancy'iin
12 kk	18.3 cm	8.3 : 1
36 kk	10.8 cm	4.9 : 1
60 kk	13.7 cm	6.2 : 1
76 kk	18.3 cm	8.3 : 1
12 v	9.7 cm	4.4 : 1
19 v	15.3 cm	2.4 : 1
29 v	23.7 cm	3.7 : 1

Suhde expectancy'iin ilmaisee, onko jakso luonnollinen vai satunnaisten tekijäin vaikutuksesta johtuva. Mitä suurempi tämä suhdeluku on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä uusiutuvien nousujen ja laskujen syynä on jokin ilmastollisissa tekijöissä esiintyvä jaksollisuus.

Tällainen pitkäaikainen jaksollisuus aiheuttaa epävarmuutta ranta-alueiden viljelykselle. Niinpä Saimaassa vesi voi kolmena vuonna yhtämittaisesti pysytellä enemmän kuin 30 cm keskiveden yläpuolella tai vastaavasti sen alapuolella. Viljelykselle tämä asettaa rajoituksia, kun vesi voi kolmen vuoden ajaksi nousta 60 cm yli sen arvon, mihin kolmena edellisenä vuonna on totuttu.

SEPPÄNEN (1936) on tutkiessaan Saimaan vedenkorkeusvaihteluiden vaikutusta ranta-alueiden viljelykseen todennut, että määrättäessä maan arvoa eri korkeusvyöhykkeillä, tullaan laskelmissa josain määrin erilaisiin tuloksiin riippuen siitä, millä tavoin huomioidaan vedenkorkeusvaihteluiden jaksollisuus.

Vesistöjen rannoilla suoritettut tutkimukset.

Vesistöjen rannoilla olen tutkimukseni kohdistanut pääasiassa alimpien viljelysmaiden ja luonnonvaraisten niittytyyppien korkeus-
aseman määrittämiseen pitämällä vertailukorkeutena eräitä tunnus-
omaisia vedenkorkeuksia. Tämän lisäksi on suoritettu myös silmä-
varaisia havaintoja tulvien aiheuttamasta vesivahingosta.

Suoritettaessa viljelyksen alarajaa koskevia tutkimuksia, on läh-
detty olettamuksesta, että tämä raja kuvastaa maanomistajain ko-
kemukseen nojautuvaa käsitystä siitä, missä peltoviljelyksen kan-
nattavaisuus tulva-alueilla loppuu, ja mistä alkaen maan käyttö
niittynä tai laitumena on edullisempaa. Vaikka tämän rajan ei tar-
vitse merkitä peltoviljelyksen kannattavaisuuden todellista nolla-
rajaa, niin se kuitenkin osoittaa eri vesistöjen ranta-alueilla korkeus-
tasoa, jossa maan käyttömahdollisuudet vedenkorkeusvaihteluiden
erilaisuudesta huolimatta ovat likimäärin samanlaiset.

Maan käyttömuodon rajaa vesistöjen tulva-alueilla ei aina ole
helppoa määrätä. Rannalla voi esiintyä törmä, johon viljelys päät-
tyy. Tällöin viljelyksen päättymisen ei siis tarvitse johtua vesistön
vedenkorkeusvaihteluista. Samoin maan laadun muuttuminen voi
olla syynä viljelyksen päättymiseen ennenkuin vedenkorkeusvaihte-
luista aiheutuva kannattavaisuusraja on saavutettu. Usein myös
tilusrajat aiheuttavat, että viljelysten alaraja ei vastaa vedenkor-
keusvaihteluista johtuvaa kannattavaisuusrajaa.

Kaikki nämä seikat on koetettu ottaa huomioon valittaessa tut-
kimuskohteita. Havaintopaikat on yleensä valittu sellaisilta koh-
dilta, missä pelto viettää loivasti ja tasaisesti rantaan päin, missä
maan laadussa ei esiinny vaihteluita, missä sarkaojat jatkuvat vilje-
lysrajan alapuolellekin ja saman tilan maat jatkuvat rantaan saakka.
Aina ei kuitenkaan ole voitu ottaa huomioon kaikkia näitä vaatimuk-
sia, mutta tällaisissa tapauksissa on vertailujen avulla selvitetty,
onko viljelyksen alaraja ollut niin alhaalla, että se vedenkorkeusvaihteluiden johdosta tuskin olisi enää alemmaksi mennyt. Tämänkal-
taiset tapaukset, mikäli niissä jotain systemaattista virhettä esiintyy,
ovat keskiarvolaskelmissa viljelyksen alarajaa kohottavia tapauksia.

Toisaalta esiintyy tapauksia, jolloin maanviljelijä on käyttänyt paltansa alavimpia vyöhykkeitä peltona ottamatta huomioon, että sarkojen alapäässä viljelys ei ehkä enää olekaan kannattavaa. Nämä tapaukset taas vaikuttavat keskiarvoissa vyöhykekorkeuteen alentavasti ja tasoittavat edellämainittujen tapausten mahdollisesti aiheuttamaa systemaattista virhettä.

Jotta korkeusarvoissa eivät maan pienet epätasaisuudet ja viljelysrajan korkeudessa esiintyvät vaihtelut vaikuttaisi tuloksiin, on kussakin havaintopaikassa vaakitukset suoritettu 3—5 kohdissa ja 20—50 m leveällä alueella. Vaakitukset on yleensä suoritettu 3—5 m:n etäisyydellä sarkaojasta, kohdalta, joka edustaa saran keskikorkeutta.

Viljellyn maan alarajalla pelto muuttuu tavallisimmin niityksi. Itse viljelysalueilla voi myös esiintyä erilaisten käyttömuotojen rajoja. Alimmilla peltopalstoilla viljellään yleensä vain kylvöheinää ja kevätiljaa taikka ruista. Ylävimmillä tulva-alueilla sensijaan voidaan maita käyttää samanlaisessa kiertoviljelyksessä kuin muitakin peltoja.

Tutkimuksen alkuvaiheissa ei kiinnitetty huomiota muuhun kuin viljelysten alarajaan. Myöhemmin vaakittiin myös eri viljelyskasvien alimpien viljelyskohtien korkeuksia, vaikka niiden alapuolella saattoi esiintyä esim. kylvöheinällä tai kauralla olevia peltoja. Jotta eri vesistöjen rannoilla suoritettavia tutkimuksia voitaisiin verrata keskenään, on myöhemmin suoritetuissa havainnoissa, joissa vaakitukset eivät tarkoita yksinomaan alimpia viljelyskuvioita, havaintotuloksia käsiteltäessä erotettu alimmat havaintokohtat (50 % havainnoista) eri ryhmäksi. Tällöin alimpia havaintokohtia edustavaan ryhmään ovat tulleet yleensä vain ne havaintokohtat, jotka edustavat viljellyn maan alarajaa ja ovat siten rinnastettavissa aikaisemmin suoritettuihin havaintoihin. Alempaa vyöhykettä kutsutaan *I*-vyöhykkeeksi ja ylempää *II*-vyöhykkeeksi. Mikäli ei erikoisesti mainita, tarkoitetaan *I*-vyöhykettä.

Niittytutkimuksissa on päähuomio kiinnitetty järvien rannoilla olevien tyypillisten niittyvyöhykkeiden ala- ja ylärajojen korkeustason määrittelyyn. Rajakorkeudet on vaakittu samoin kuin viljelysrajat. Havaintokohtiin nähden on myös asetettu vaatimukseksi, että maanpinnassa ei esiinny jyrkkiä korkeus- tai maalajimuutoksia.

Niittytyyppeihin nähden on noudatettu seuraavaa jaointtelua: kortteikko, vesisaraikko, maasaraikko, lauhaniitty ja leinikköniitty. Näiden lisäksi on kiinnitetty huomiota eräiden kasvien, kuten esim. valkoapilan esiintymiseen. Valkoapilaan on kiinnitetty huomiota lä-

hinnä sen merkityksen vuoksi laidunkasvina. Kortteikon alarajaa ei ole tutkittu kuin muutamissa vesistöissä syystä, että kortteikkoja esiintyy niin syvässä vedessä, että niiden korjaaminen tekee alarajalla olevien maiden käyttöarvon niittymaina yleensä merkityksettömäksi. Samasta syystä on myös kortteikkojen alapuolella esiintyvät kasvustot, kuten esim. ruovokot, jätetty tutkimuksen ulkopuolelle.

Kasvitieteilijät ovat tutkineet meillä useiden järvien vesikasvillisuutta ja siinä yhteydessä kiinnittäneet huomiota m. m. kortteikkojen, ruovokkojen ja vesisaraikkojen esiintymiseen. Viitattakoon tässä vain VAHERIN (1932), POHJALAN (1933), AARION (1933) ja MARISTON (1935, 1941) tutkimuksiin. Näissä tutkimuksissa on selvitelty m. m. erilaisten kasvustojen pinta-aloja sekä monia kasvustojen esiintymiseen vaikuttavia seikkoja, kuten pohjan laadun osuutta, järven avoselän laajuuden vaikutusta j. n. e. Tutkimuksissa on myös mainintoja siitä, millä syvyydellä kasvustot esiintyvät. Näissä tutkimuksissa on kuitenkin vesistöjen hydroloogista luonnetta useimmiten kosketeltu vain ylimalkaisesti. Varsin useassa tapauksessa tutkimukset ovat kohdistuneet järviin, joissa ei ole tehty säännöllisiä vedenkorkeushavaintoja.

Tässä tutkimuksessa olen kiinnittänyt huomiota siihen, miten niittyvyöhykkeiden korkeusasema on riippuvainen vedenkorkeusvaihteluista, ja onko erilaisissa vesistöissä, huolimatta niiden vedenkorkeusvaihteluiden erilaisuudesta, havaittavissa säännönmukaisuutta niittytyyppien korkeusaseman suhteessa määrättyihin tunnusomaisiin vedenkorkeuksiin. Tutkimukseni rajoittuivat yleensä suojaisissa lahdekkeissa tavattaviin niittyihin.

Tutkimuskohteiksi on valittu vain sellaisia vesistöjä, joissa on tehty säännöllisiä vedenkorkeushavaintoja. Vesistöjen ryhmitys on suoritettu kiinnittämällä huomiota vain niiden vedenkorkeusvaihteluihin ja tällöin vesistön luonteen määrittely on tapahtunut sadalueen suuruuden ja järvisyyden perusteella. Nämä määräävät vedenkorkeusvaihteluiden suuruuden ja jyrkkyyden sekä lumen kevät-sulamisesta aiheutuvan yliveden ajankohdan.

Veden laatuun ja vesikasvillisuuteen perustuvia järvityyppi-luokituksia en tässä ole ottanut huomioon. Näillä on vaikutusta lähinnä syvässä vedessä kasvaviin vesikasveihin, mutta sensijaan edellämainittujen niittytyyppien korkeusasema on siinä määrin vedenkorkeusvaihteluista riippuvainen, että tutkimuksen tarkoitusta silmälläpitäen olen muita luokitusperusteita tässä pitänyt toisarvoisina.

Vesistöjen vedenkorkeusvaihteluiden pitkäaikaisen jaksollisuuden huomioonottaminen edellyttäisi, että myös ranta-alueilla olisi suoritettu havaintoja usean vuoden aikana. Eräissä vesistöissä olenkin ollut tilaisuudessa tekemään havaintoja eri aikoina. Jotta pitkäaikaisella jaksollisuudella ei olisi vaikutusta erilaisten vesistöjen havaintotuloksiin, on vedenkorkeusvaihtelut huomioitu yleensä vain havaintovuotta edeltäneeltä 5—10-vuotiskaudelta, vaikka vedenkorkeushavaintoja useassa tapauksessa on saatavissa huomattavasti pitemmältä ajanjaksolta.

Vedenkorkeusvaihteluiden kuvaamiseksi on useimmissa vesistöissä piirretty sekä vuosimaksimien että lumen kevätsumalamisesta aiheutuvien maksimien lukuisuuskäyrät. Epäselvissä tapauksissa olen yliveden ajankohtaa määritettäni käyttänyt samoja sääntöjä kuin aikaisemminkin (KAITERA 1939). Lukuisuuskäyrät on piirretty siten, että vaaka-akseli (lukuisuus 0—100 %) on jaettu havaintovuosien määrällä yhtäsuuriin osiin ja vuosimaksimin (tai kevätmaksimin) arvot on sijoitettu suuruusjärjestyksessä suurimmasta alkaen jako-osien keskikohdan kautta kulkevalle pystyakselille sekä yhdistetty näin saadut pisteet.

Paitsi edellämainittuja lukuisuuskäyriä on piirretty myös päivittäisten havaintojen nojalla kestävyyskäyriä sekä koko vuoden havainnot että huhti—syyskuun havainnot ja touko—elokuun havainnot huomioonottamalla. Käyrät on piirretty siten, että k. o. ajanjakson vedenkorkeusvaihteluita kuvaavista käyristä on 10 cm:n korkeusvälein mitattu harvilla vedenkorkeuksien kestävyys ja määrätty sen prosenttisuus koko ajanjakson kestävydestä. Senjälkeen on suoraviivaisesti yhdistetty näin saadut kestävyyskäyrien pisteet. Kuvissa 3 ja 5—21 tarkoittaa käyrä 1 vuosimaksimien lukuisuutta ja käyrä 2 lumen kevätsumalamisesta aiheutuvien maksimien lukuisuutta. Käyrä 3 on vuosihavainnoista, käyrä 4 huhti—syyskuun havainnoista ja käyrä 5 touko—elokuun havainnoista piirretty kestävyyskäyrä.

Paitsi edellämainittuja lukuisuus- ja kestävyyskäyriä on myös määrätty vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot vastaavalla ajanjaksolla. Lisäksi on määrätty huhti—syyskuussa kuukausikeskiarvot. Vedenkorkeusarvojen merkinnöissä on noudatettu tulvakomitean (1939) esittämiä merkintätapoja. Niinpä esim. W IV—IX 50 % tarkoittaa huhti—syyskuun tavallista vedenkorkeutta.

Huhti—syyskuun vedenkorkeusarvoja on käytetty vertailuarvoina vuosiarvojen ohella sen vuoksi, että voitaisiin tarkastaa, onko talvikauden vedenkorkeuksien poisjättämisellä vaikutusta tuloksiin.

Viljelys- ja kasvurajoihin nähden on käytetty seuraavia lyhennysmerkin­tojä:

viljelysten	keskim. alaraja VR ,
joka on sama kuin I -vyöhykkeen	» » VR_I
II -vyöhykkeen	» » VR_{II}
kylvöheinän	» » H
kauran	» » K_1
ohran ja kevätvehnän	» » K_2
syysviljan (tai kesannon)	» » S
perunan	» » J_1
kortteikon	» » Eq
vesisaraikon	» » C_1
maasaraikon	» » C_2
lauhaniityn	» » D
valkoapilakasvuston	» » Tr

Seuraavassa selostetaan suoritettuja havaintoja vesistöittäin.

1. Taasianjoki.

Taasianjoen perkaussuunnitelmaa laadittaessa suoritettiin viljelyn alarajaa koskevat havainnot vuosina 1932—33. Tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Peltoviljelyksen alaraja (VR) Taasianjoen tulva-alueilla verrattuna yliveteen (HW), keski-yliveteen (MHW) ja keskiveteen (MW) sekä tulvien lukuisuus VR:n korkeudella.

Tabelle 4. Die Untergrenze des Ackerbaus (VR) in den Überschwemmungsgebieten des Taasianjoki im Vergleich zum Hochwasser (HW), Mittelhochwasser (MHW) und Mittelwasser (MW) sowie die Hochwasserfrequenz in der Höhe der VR.

Jokitutki- muksen paalun n:o <i>Pfahl der Flussun- tersuchung</i>	Viljelyksen alaraja <i>Unter- grenze des Ackerbaus VR</i>	<i>HW</i>	<i>MHW</i>	<i>MW</i>	<i>HW— VR cm</i>	<i>MHW— VR cm</i>	<i>VR—MW cm</i>	Tulvavuosien lukuisuuspro- sentti VR :n korkeudella <i>Frequenzpro- zent der Hoch- wasserjahre in der Höhe der VR</i>
120	12.90	14.15	13.55	12.00	125	65	90	90
145	13.00	14.60	14.15	12.30	160	115	70	90
160	13.20	14.80	14.30	12.40	160	110	80	90
164	13.50	14.80	14.35	12.40	130	85	110	90
180	14.50	15.85	15.40	13.85	135	90	65	90
180	14.80	15.85	15.40	13.85	105	60	95	80
265	18.60	19.90	19.35	17.65	130	75	95	90
273	18.90	20.15	19.60	17.75	125	70	115	80
307	20.20	21.70	21.15	19.40	150	95	80	90
		Keskim.	Mittel		135	85	90	88

Taasianjoki laskee Suomenlahteen n. 10 km Loviisan itäpuolella. Joen sadealue, joka on järvetön, vaihtelee tutkitulla jokiosalla 360—470 km². Joessa on useita koskia ja taulukossa esitetyt havaintokohdat on valittu koskien välillä olevien suvantojen rannoilta. Jokitutkimus alkoi Suomenlahdesta ja taulukossa esitetyt paalunumerot tarkoittavat 100 m:n välimatkoilla olevien paalujen numeroita. Tutkimuksen korkeustaso on otettu v. 1909 vaakitusta tarkkavaakitus-tasosta. Esitetyt vedenkorkeustiedot perustuvat paaluilla 7 8⁸⁰, 2 3 4⁸⁰, 2 9 9³⁰ ja 3 7 4⁷⁰ vuosina 1931—33 tehtyihin havaintoihin. Näiden havaintojen nojalla on määrätty normaaliarvot käyttämällä vertailuasteikkona Hydrografisen toimiston Vantaanjoessa, Oulun- kylän rautatiesillassa olevaa asteikkoa, josta on havaintoja vuodesta 1911 alkaen (KAITERA 1934). Vertailujen avulla on määrätty myös k. o. havaintokohtien välillä olevat vastaavat vedenkorkeudet. Näissä vertailuissa on käytetty apuna vv. 1931—33 tehtyjä tulva-merkintöjä. Suoritettujen havaintojen mukaan vaihtelevat vedenkorkeudet joen eri osissa 250—340 cm.

Tulvahuipun ajankohta Taasianjoessa sattuu keskimäärin huhtikuun 20 p:nä. Maalaji taulukossa esitetyissä havaintokohdissa on savensekaista tulvalietettä, jonka alla 0.3 m:n syvyydessä on jäykän saven muodostama jankko.

Viljelysrajaa (*VR*) määrättäessä ei k. o. tutkimuksessa otettu huomioon kaikkia sellaisia havaintokohtia, joissa viljelys muuttui luonnonniityksi tulva-alueilla, kuten useissa myöhemmissä tutkimuksissa, vaan vaakittiin vain erikoisen alavat peltokuviot. Tulokset tarkoittavat lähinnä heinävuoroisen viljelyksen alarajaa. Suojusviljana on alimmilla peltopalstoilla ollut kaura tai toisinaan myös ruis. Taulukossa 4 esitetyistä tuloksista havaitaan, että viljelyksen alaraja oli keskimäärin 135 cm *HW*:n ja 85 cm *MHW*:n alapuolella. Keski-vedellä ei tässä tapauksessa ole voinut olla määräävää vaikutusta k. o. rajaan, sillä *MW*:n aikana on kuivatussyvyys *VR*:n korkeudella keskimäärin 90 cm. Tulvien aikaisuudesta ja lyhyestä kestävyydestä johtuen viljelys on voinut tunkeutua aina sellaisille alueille, joille tulva nousee ykdeksänä vuonna kymmenestä.

Suurimman tulvakorkeuden ja viljelysrajan korkeuserotukset *HW—VR* eri havaintokohdissa samoin kuin erotukset *MHW—VR* ja *VR—MW* vaihtelevat likimäärin puoli metriä. Erotusten hajonta eri paalujen kohdalla vastaaviin keskiarvoihin verrattuna vaihtelee 15—20 cm.¹⁾ Tulvavuosien lukuisuusprosentti on eri havaintokohdissa likimäärin sama. Jos k. o. tapauksessa alavimpien peltopalsto-

¹⁾ Hajontaa laskettaessa on tässä samoin kuin muuallakin käytetty tunnettua kaavaa

$$\delta = \pm \sqrt{\frac{\epsilon^2}{n-1}}.$$

jen korkeus määrätään tulvavuosien lukuisuusprosentin avulla, saadaan koko jokimatkalla likimäärin sama korkeus huolimatta vedenkorkeusvaihteluiden erilaisuudesta joen eri osissa.

Taasianjoen tulva-alueilla on havaittavissa edellämainitusta viljelysrajasta ylöspäin n. 30—50 cm:n korkea vyöhyke, jossa esiintyy sekä niittyä että peltoa. Tätä niittyä samoin kuin peltorajan alapuolella olevaa niittyä käytetään laitumena. Lapinjärven kunnan Hinderbyn kylässä käytetään laajoja tulva-alueita, jotka sijaitsevat 2—4 km:n päässä kylästä niin, että tulvat katkaisevat niille pääsyn, niittylaitumina sellaisilla korkeusvyöhykkeillä, jotka talojen lähistöllä kauttaaltaan ovat peltoa. Tulvat kestävät edellämainitulla viljelysrajan korkeudella vuosittain keskimäärin 10 vrk.

Vuonna 1934 nousi heinäkuussa ankarien sateitten johdosta vesi Taasianjoessa alavimmille pelloille. Kun vesi joessa on hyvin savista, pilasi tulva laidunmaalla heinän niin, että karja ei tahtonut sitä syödä. Samoin melkoinen osa latoihin korjatusta heinästä kastui ja pilaantui. Varhaisista kevättulvista, jolloin kasvien kasvu ei vielä ole päässyt alkuun, eivätkä muokkaustyöt ole alkaneet, on paikkakuntalaisten käsityksen mukaan ollut haittaa lähinnä vain sikäli, että peltoja ei uskalleta lannoittaa ja viljellä samalla tavalla kuin ylävämpiä maita.

2. Putaanjoki.

Putaanjoki sijaitsee Vehmaan kunnassa ja laskee suoraan mereen. Viljelysrajaa koskevat tutkimukset suoritettiin 17. VI. 1936 ja kohdistuivat ne n. s. Irjalan haaran lähistöllä oleviin tulva-alueisiin. Putaanjoessa on Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten vesiasteikko k. o. tulva-alueen alapuolella. Tällä kohdalla joen sadealue on 79 km², josta on järviä 2 %. Havaintoja on suoritettu vuodesta 1930 alkaen. Tulva-alueelta asteikolle on korkean veden aikana suoritettujen vertailujen mukaan putousta 15—20 cm, mikä on otettu huomioon tulvakorkeuksia määrättäessä.

Jokitutkimuksen vertailutasossa ovat ääri- ja keskivedenkorkeudet vv. 1930—38 tulva-alueella olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i> (v. 1931)	16.80
<i>MHW</i>	16.25
<i>MW</i>	15.00
<i>MNW</i>	14.70
<i>NW</i>	14.65

Kevättulvan huippu on sattunut keskimäärin 11. IV $\pm$ 4.¹⁾ Havaintojen hajonta on ollut $\pm$ 12 vrk.

¹⁾ Keskiarvon keskivirhe on laskettu kaavasta $m = \pm \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{n(n-1)}}$.

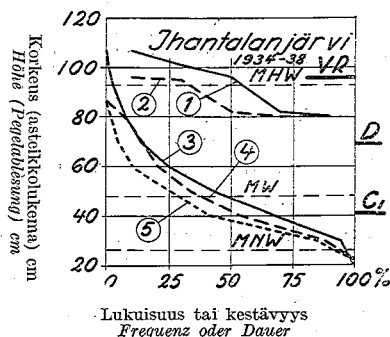
Viljelysrajaa koskevat havainnot suoritettiin suonpainumishavaintojen yhteydessä ja ne kohdistuivat senvuoksi vain turvemaihin. Turpeen vahvuus havaintokohdissa vaihteli 0.30—0.80 m, pohjalla oli savi. Viljelysrajan keskikorkeus kahdeksan havainnon keskiarvona oli 15.85. Havaintojen hajonta oli ± 25 cm.

Viljelysraja oli 95 cm *HW*:n ja 40 cm *MHW*:n alapuolella sekä 85 cm *MW*:n yläpuolella. Tulvat ovat nousseet peltojen alapäihin havaintokaudella joka vuosi. Tulvat ovat kestäneet vuosittain *VR*:n korkeudella keskimäärin 8 vrk. Tässä on otettu huomioon paitsi kevättulvat myös talvitulvat. Kevättulvien keskimääräinen kestävyys *VR*:n korkeudella on ollut 6 vrk. Myös syksyllä marraskuussa tulvat ovat kerran neljässä vuodessa kohonneet viljelysrajan yläpuolelle. Kevättalvella tammi—maaliskuussa tulva on noussut peltoille likimäärin kerran kahdessa vuodessa.

Alavimmilla pelloilla on viljelty pääasiassa heinää ja kauraa sekä jonkinverran ruista. Viljelyksen alarajaan nähden on vielä huomattava, että se on pysynyt samalla kohdalla 15 v. eli siitä alkaen, jolloin alueiden hyväksikäyttö peltona Putaanjoen perkauksen johdosta tuli mahdolliseksi. Viljelyksen ja kuivatuksen johdosta ovat turvemaat painuneet 10—20 cm. Tämä on vaikuttanut, että parissa kohdassa, missä pelto oli ulottunut korkeudelle 15.55—15.65, alueet oli täytynyt jättää laidunmaiksi.

3. Ihantalanjärvi.

Viipurin maalaiskunnassa olevan Ihantalanjärven rantatutkimukset suoritettiin 28—30. VI. 1936. Vesistön sadealue on 12.5 km², josta on järviä 8 %. Järvestä laskevassa purossa, 150 m:n päässä



Kuva 3. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Ihantalanjärvestä vv. 1934—38 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1936 (merkkien selitykset sivuilla 21—22).

Abb. 3. Frequenz und -Dauerkurven der Wasserstände im Ihantalanjärvi in den J. 1934—38 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1936 (s. Zeichenerklärung im Referat).

olevassa maantiesillä on Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten vesiasteikko, jolla on suoritettu havainnot v. 1933—39. Järvestä asteikolle on putousta 14 cm pysyen tämä putous likimäärin samana eri aikoina vuodesta. Kuvassa 1 on esitetty vedenkorkeusvaihtelut asteikolla v. 1934—38, ja kuvassa 3 aikaisemmin (s. 21) mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät. Kevättulvan huippu on sattunut keskimäärin 24. IV $\pm$ 1. Hajonta on ollut $\pm$ 2 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot v. 1934—38 ovat asteikolla olleet:

<i>HW</i>	107 (v. 1934)	<i>MW</i> IV	64
<i>MHW</i>	93	<i>MW</i> V	54
<i>MW</i>	48	<i>MW</i> VI	38
<i>MNW</i>	26	<i>MW</i> VII	35
<i>NW</i>	23	<i>MW</i> VIII	42
<i>W</i> 50 %	47	<i>MW</i> IX	50
		<i>MW</i> IV—IX	47

Rantatutkimuksissa kiinnitettiin huomiota eri niittytyypeiltä saatavan sadon määriin. Koeruuduilta, joiden ala oli 0.25 aaria, määrättiin sadon tuore- ja ilma kuivapaino. Tulokset on esitetty taulukossa 5.

Vesisaraikossa oli havaintokohdissa 3, 4 ja 5 valtakasvina *Carex inflata*. Havaintokohdassa 6 oli valtakasvina *Calamagrostis neglecta*. Tätä havaintokohtaa lukuunottamatta riippuvat satomäärät varsin tarkoin maanpinnan korkeudesta niin, että alavammilla kohdilla satomäärät ovat suuremmat kuin ylävämmissä. Mainittakoon, että k. o. rantaniittyjä ei viime aikoina ole niitetty suhteellisen suuresta satomäärästä huolimatta. Syynä tähän ovat olleet epätydyttävä heinän laatu ja korjuuvaikkeudet.

Eri niittytyyppien rajakorkeudet verrattuina asteikkolukemiin ja ottamalla huomioon purossa oleva putous olivat viidessä kohdassa tehtyjen havaintojen keskiarvona:

lauhaniityn ja vesisaraikon raja (<i>D</i>) korkeudella	69
vesisaraikon ja kortteikon » (<i>C</i> ₁) »	41
Rajakorkeudet on merkitty kuvaan 3.	

Vesisaraikon yläosassa esiintyi runsaasti maasaraikon kasveja, mutta tämä vyöhyke oli niin kapea ja epämääräinen, että sitä ei voinut erottaa eri vyöhykkeeksi. Vesisaraikon vyöhykkekorkeus oli 28 cm.

Viljelysrajahavaintoja on järven rannalta vain kolmesta kohdasta, yksi turvemaalla ja kaksi hiesusavimaalla. Näiden keskikorkeus oli 96. Turvemaalla oli yritetty viljellä korkeudella 81, mutta sarkojen alapäissä oli kylvöheinä hävinnyt.

Taulukko 5. Ihantalanjärven rantatutkimukset.

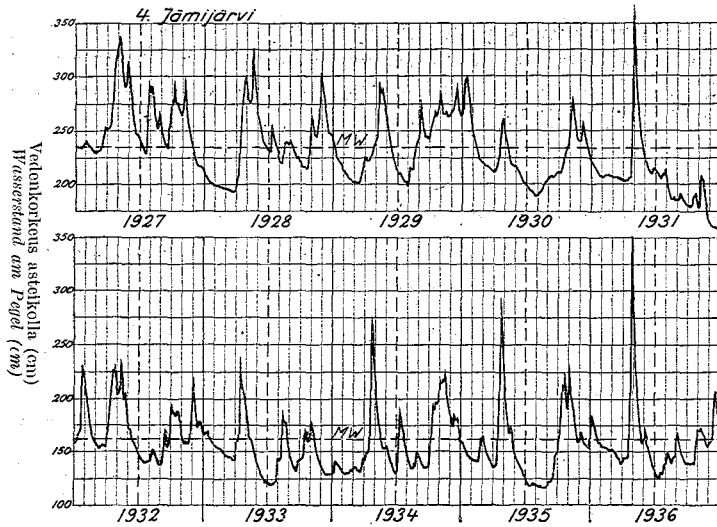
Tabelle 5. Untersuchungen im Ufergebiet des Ihantalanjärvi.

N:o	Niittytyyppi <i>Wiesentyp</i>	Ruudun keski- korkeus <i>Mittlere Höhe der Parzelle</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Tuoresato <i>Frischertrag</i> kg/ha	Ilmakuiva- sato <i>Lufttrocken- ertrag</i> kg/ha
1	kortteikko (<i>Eq</i>) ..	32	0.60 savil./savimaa	17 900	5 720
2	» ...	36	»	12 500	3 360
3	vesisaraikko (<i>C₁</i>) ..	47	0.35 savil./savimaa	4 370	2 295
4	» ..	56	0.60 »	5 280	1 940
5	» ..	50	0.45 »	4 900	2 120
6	» ..	50	saviliejumaa	7 970	2 925
7	lauhaniitty (<i>D</i>) ...	74	0.40 savil./savimaa	1 810	810

Kortteikon ja vesisaraikon raja, joka samalla oli vesisaraikon alaraja (*C₁*), oli 7 cm *MW*:n ja 6 cm tavallisen veden alapuolella, korkeudella, joka on ollut veden peitossa 66 % ajasta. Lauhaniityn alaraja (*D*) oli 21 cm *MW*:n yläpuolella, korkeudella, joka on ollut veden peitossa 14 % ajasta. Viljelysraja oli 48 cm *MW*:n ja 3 cm *MHW*:n yläpuolella, korkeudella, joka on jäänyt viitenä vuotena kymmenestä tulvan alle ja jonka tulva on peittänyt 2 % ajasta eli keskimäärin viikon ajan vuodessa.

4. Jämijärvi.

Jämijärven rantatutkimukset suoritettiin 19. VII. 1935 ja 19. VIII. 1936. Jämijärvi sijaitsee samannimisessä kunnassa Pohjois-Satakunnassa. Järven sadealue luusuassa on 365 km², josta järviä on 3 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jossa on tehty päivittäin vedenkorkeushavaintoja vuodesta 1910 alkaen. Järveä on laskettu Turun maanviljelysinsinööripiirin toimesta. Pääasiallisin lasku tapahtui vuonna 1931, mutta vielä v. 1932 suoritettiin perkauksia. Keskivesi on vv. 1932—36 ollut 81 cm ja keski-ylivesi 67 cm alempana kuin vv. 1922—31.



Kuva 4. Jämijärven vedenkorkeusvaihtelut vv. 1927—36. Järven lasku on tapahtunut vv. 1931—32.

Abb. 4. Die Wasserstandsschwankungen des Jämijärvi in den J. 1927—36. Der See ist in den Jahren 1931—32 gesenkt worden.

Kuvassa 4 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vv. 1927—31 ja 1932—36 ja kuvassa 5 aikaisemmin (s. 21) mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät. Kevättulvan huippu on sattunut vuosina 1922—31 keskimäärin 5. V $\pm$ 2. Vuosina 1932—36 on kevättulvan huippu sattunut keskimäärin 27. IV $\pm$ 4. Havaintojen hajonta on ollut edellisellä ajanjaksolla $\pm$ 7 ja jälkimmäisellä $\pm$ 10 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot ovat vv. 1922—31 ja vv. 1932—36 olleet seuraavanlaisia (asteikkolukemat):

	vv. 1922—31	vv. 1932—36			vv. 1922—31	vv. 1932—36
HW	413	351	MW	IV	252	197
MHW	346	279	MW	V	293	193
MW	243	162	MW	VI	248	147
MNW	203	126	MW	VII	229	137
NW	157 ¹⁾	118	MW	VIII	223	143
W 50 %	233	155	MW	IX	230	145
			MW	IV—IX	246	160

Järven rantatutkimusten yhteydessä tehtiin havaintoja niitty-
vyöhykkeistä, tulva-alueilla viljeltävien kasvien alarajoista ja viljelys-
kasvien kärsimästä vesivahingosta tutkimusvuosina sattuneiden tul-
vien johdosta. Viljelysrajoja tutkittaessa otettiin huomioon vain ala-

¹⁾ Havainto on vuodelta 1931, jolloin jo järven laskun vaikutusta oli havaittavissa. Vuosien 1922—30 NW on 190.

vimmät viljelyspalstat, joten tulokset tarkoittavat *I*-vyöhykkeen arvoja. Lisäksi saatiin tiedustelujen nojalla määrätyksi neljässä kohdassa se raja, minne viljelys ulottui ennen järven laskemista. Vertaamalla näitä viimeksimainittuja havaintoja ins. M. SUKSNIEHEN v. 1925 laatimassa järvenlaskusuunnitelmassa esitettyihin tietoihin k. o. alueiden käyttömuodosta, voitiin todeta, että näissä kohdissa pellon alaraja oli säilynyt muuttumattomana. Tähän nojautuen on taulukkoon 6 koottu paitsi v. 1935 suoritettuja havaintoja viljelyksen alarajasta ennen perkausta myös järven laskusuunnitelman pinta-kartan mukaan määrättyt alavimmat peltopalstat eri puolilla järveä. Viimeksimainituista ei kuitenkaan ole saatu maalajitietoja.

Viljelyksen alaraja ennen perkausta on ollut keskimäärin korkeudella 312. Havaintojen hajonta on ± 19 cm. Viljelyksen alaraja on ollut 34 cm *MHW*:n alapuolella ja 69 cm *MW*:n yläpuolella.

Taulukko 6. Viljelysten alaraja (VR) Jämijärven rannalla ennen järven laskemista.

Tabelle 6. Die Untergrenze des Ackerbaus (VR) am Jämijärvi vor der Senkung des Sees.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alarajan korkeus <i>Höhe der</i> <i>Untergrenze</i> cm	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
1	Penkki	lietteensek. turvemaa ..	290	Määrätty v. 1935 tehtyjen vaakitusten mukaan.
2	Tuori	hietamaa	305	
3	Uusikauppila	»	335	
4	Rantasalo	»	280	
5	Jämijoen suu		325	Määrätty järvenlaskuhankkeen kartan nojalla.
6	»		345	
7	Musliipan lampi ...		320	
8	Palosaari		305	
9	»		320	
10	Jumin saari		330	
11	Pihnarilampi		285	
12	»		320	
13	»		315	
14	»		285	
15	Loukkulampi		305	
16	Luusua		330	
Keskim. — <i>Mittel</i>			312	

Perkauksen jälkeisiä olosuhteita kuvaavat rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 7. Havaintokohdat ovat kaikki olleet lähellä järven rantaa suurimman etäisyyden ollessa vain pari sataa metriä. Suoritettujen havaintojen täydennykseksi ja selvennykseksi mainittakoon:

Taul. 7. Jämijärven ranta-alueilla tehtyt havainnot järvenlaskun jälkeen.

Tabelle 7. Untersuchungen am Jämijärvi nach der Senkung des Sees.

N:o	Havainto- paikka <i>Beobachtungs- stelle</i>	Havainto- vuosi <i>Beobach- tungsja- hr</i>	Kasvisto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alarajan korkeus Höhe der Unterwanne	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
3	Penkki	1935	vesisaraikko (C_1)	hietamaa	139	
4	Tuori	1935	»	»	142	
5	Uusikauppila	1935	»	lietteensek. turvamaa	153	
Keskim. — Mittel (C_1)					145	
6	Ylpeiari ...	1935	valkoapila (Tr)	hiesumaa	191	
7	» ...	1935	»	»	183	
18	» ...	1935	»	»	190	
18a	» ...	1936	»	»	182 ¹⁾	Yksityisiä mättäitä.
18b	» ...	1936	»	»	193	Apilaa yleisesti.
19	Jumin saari	1936	»	»	176 ¹⁾	Yksityisiä mättäitä.
20a	»	1936	»	»	176 ¹⁾	»
20b	»	1936	»	»	192	Apilaa yleisesti.
21	»	1936	»	»	193	»
Keskim. — Mittel (Tr)					190	
22	Penkki	1936	kyivöheinä (H)	hiesumaa	242	Apila säilynyt.
23a	Uusikauppila	1936	»	»	182	» hävinnyt.
23b	»	1936	»	»	223 ¹⁾	» säilynyt.
24	»	1936	»	»	200	
Keskim. — Mittel (H)					203	
9	Penkki	1935	kaura (K_1)	lietteensek. turvamaa	210	Normaali kasvu.
10	Tuori	1935	»	»	226	»
11	Uusikauppila	1935	»	»	250	»
12	Ahola	1935	»	»	213	»
25	Tuori	1935	»	hiesusavimaa	235	»
26	Kauramäki ..	1936	»	»	217	Kasvu hieman kituv.
27a	Penkki	1936	»	lietteensek. turvamaa	232	Kaura vihantaa.
27b	»	1936	»	»	269 ¹⁾	» normaalia.
28	Laukkulampi	1936	»	»	212	» kituvaa.
29a	Jumin saari	1936	»	»	224	»
29b	»	1936	»	»	274 ¹⁾	» normaalia.
30a	Ahola	1936	»	hietamaa	205	» kituvaa.
30b	»	1936	»	»	212 ¹⁾	» normaalia, vi- hantaa.
Keskim. — Mittel (K_1)					222	
13	Uusikauppila	1935	ruis (S)	turvamaa	253	Kasvu n. 2 viikkoa myöhässä.
14a	Ahola	1935	»	hietamaa	238	Heikko kasvu.
14b	»	1935	»	»	298 ¹⁾	Kasvu normaalia.
15	Ylpeiari ...	1935	»	hiesumaa	298	
16a	» ...	1935	»	»	238	Kasvu kituvaa.
16b	» ...	1935	»	»	268 ¹⁾	» normaalia.
17	Arola	1935	kesanto	»	218	
28	Ylpeiari ...	1935	»	lietteensek. turvamaa	293	Uudismaa.
31a	Uusikauppila	1936	ruis	hietamaa	262	Ruis hävinnyt.
31b	»	1936	»	»	307	Kasvu normaalia.
Keskim. — Mittel (S)					257	

¹⁾ Ei ole mukana keskiarvossa.

Vesisaraikon alaraja oli n. 17 cm *MW:n* alapuolella. Vesisaraikon yläpuolella oli maasaraikko. Vesisaraikko- ja maasaraikkovyöhykkeen yhteinen korkeus oli n. 45 cm. Valkoapilakasvustot, joissa oli havaittavissa sangen selvä raja sillä korkeudella, missä apilaa oli yleisesti, olivat menestyneet korkeudella 190. Nurmi-lauhaa esiintyi myös samalla korkeudella kuin valkoapilaakin. Tällä korkeudella on tulva kestänyt 15 % ajasta eli keskimäärin 55 vrk vuodessa.

Kylvöheinää oli yritetty viljellä samalla korkeudella, missä valkoapila oli säilynyt. Kylvetty apila oli kuitenkin hävinnyt. Keskimääräinen kylvöheinän alaraja oli n. 20 cm edellämainittua korkeutta ylempänä. Kylvetty apila oli säilynyt v. 1936 alueilla, jotka olivat olleet kolme viikkoa kevättulvan alla.

Kauraa oli myös yritetty viljellä varsin alavilla alueilla, alavimmat pellot olivat korkeudella 205—210, jolta kevättulva laski v. 1936 12. V. Kaura oli kuitenkin tällä korkeudella niin kituvaa, että sen satoarvo oli mitätön. Eräissä kohdissa (havaintopaikat 27a ja 30b) kaura oli kylvetty vasta jonkin ajan kuluttua tulvan laskettua, ja se oli vielä vihantaa tutkimuksia suoritettaessa. Normaaliala oli kauran kasvu v. 1936 korkeudella 270, jolla tulva oli viipynyt kaksi viikkoa ja laskenut toukokuun alussa. Samoin v. 1935 silmävaraisesti arvioituna normaaliala kauraa oli esiintynyt korkeudella, jolla tulva oli viipynyt kaksi viikkoa ja laskenut toukokuun alussa. Muokauskausi alkoi mainittuina vuosina paikkakunnalla 5—8 ja kylvökausi 8—12 päivinä toukokuuta.

Ruista oli v. 1935 viljelty havaintokohdassa 14 korkeudella 238, jossa tulva oli seisonut 12 vrk. Kasvit eivät olleet täysin kuolleet, mutta ne olivat kuitenkin niin heikkoja, että sadon arvo oli merkityksetön. Korkeudella 298, eli siis likimäärin tulvahuipun tasossa ei silmävaraisesti voinut huomata enää vesivahinkoa. Havaintokohdassa 16 silmävaraisesti arvioituna vesivahinko loppui jo korkeudella 268, jossa tulva oli viipynyt 8 vrk. Vuonna 1936 oli normaalikasvuista ruista korkeudella 307, jossa tulva oli kestänyt 9 vrk. Rukiin viljelys näytti olevan jo yleistä korkeudella 257, joka on jäänyt likimäärin kuudesti kymmenessä vuodessa tulvan alle.

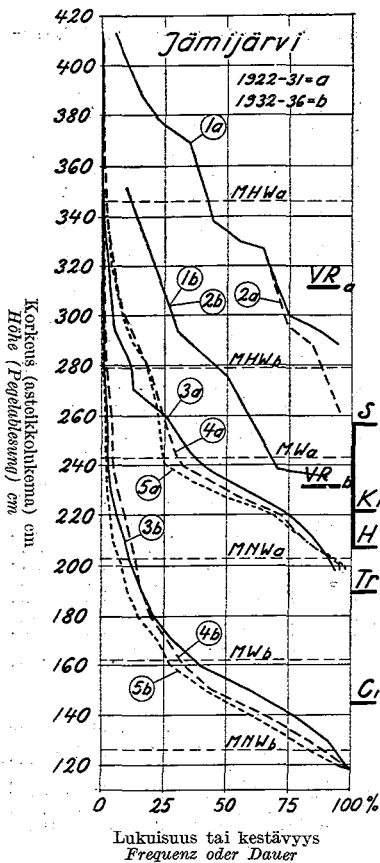
Tulva-alueen viljelyksiin nähden todettakoon, että keskitulvan alapuolella ei esiintynyt muita kasveja kuin kylvöheinä, kaura ja ruis. Peltojen alapäistä jatkuvia niittyjä käytettiin laitumina. Turve-
mailla havaittujen viljelysrajojen keskikorkeus oli 235 ja kivennäis-
mailla 230. Turvemaat olivat lietteen sekaista mutaturvetta.

Jos verrataan ennen perkausta vallinneita olosuhteita perkauksen jälkeisiin, voidaan viimeksimainituissa ottaa vertailukohdaksi keskimääräinen viljelyksen alaraja, joka 20 havainnon keskiarvossa asetuu korkeudelle 232. Havaintojen hajonta on ± 30 cm eli jonkin verran suurempi kuin ennen perkausta. On ymmärrettävissä, että viiden vuoden kuluessa peltoraja ei vielä ole ehtinyt täysin vakiintua. Tätä osoittaa myös se, että alimmilla viljelyslohkoilla oli västä vähäisellä osalla ehditty perustaa kylvönurmia, useimmilla oli vasta suojustilaa. *VR* on perkauksen johdosta alentunut keskimäärin 80 cm.

Verrattuna *MHW*:n korkeuteen on viljelyksen alaraja perkauksen jälkeen asettunut 47 cm sen alapuolelle. Ennen perkausta tämä erotus oli 34 cm. *VR* on siis alentunut 13 cm enemmän kuin *MHW*. Keskiveteen verrattuna sensijaan erotus on pysynyt likimäärin samana. Syynä siihen, että *VR* on alentunut enemmän kuin tulvakorkeudet, lieenee se, että perkauksen jälkeen tulvat ovat sattuneet keskimäärin 8 vrk aikaisemmin kuin ennen perkausta ja olleet lyhytaikaisempia. Tulvat ovat kestäneet *VR*:n korkeudella ennen perkausta keskimäärin 13 vrk ja perkauksen jälkeen 10 vrk. Tulvat ovat nousseet *VR*:n korkeudelle perkauksen jälkeen joka vuosi, mutta ennen perkausta ne nousivat k. o. rajalle kahdeksana vuonna kymmenestä. Aikaisemman sattumisensa ja lyhyemmän kestävyytensä vuoksi yhden tulvan vahinko on perkauksen jälkeen ollut vähäisempi kuin ennen perkausta. Tässä on kuitenkin huomattava, että perkauksesta oli kulunut havaintojen tekoon mennessä vasta 4—5 vuotta, joten kokemukset tulvien korkeudesta ja kestävyydestä olivat siihen mennessä olleet lyhytaikaisia.

Tässä yhteydessä ei ole syytä ryhtyä tarkastelemaan, johtuuko tulvien muuttuminen varhaisemmaksi ja lyhytaikaisemmaksi perkauksen aiheuttamasta järven varastoimistilan pienenemisestä vaiko ilmastollisista tekijöistä. Huomio kiintyy ennenkaikkea siihen, miten *VR* näyttää jo näin pian perkauksen jälkeen varsin tarkoin seuranneen vedenkorkeusvaihteluissa tapahtuneita muutoksia, kun otetaan huomioon myös tulvien ajankohdan ja kestävyyyden muuttuminen.

Viljelystapakin näyttää ennen ja jälkeen perkauksen alavimmilla viljelyksillä olleen samanlainen, sillä ilmoitusten mukaan tulva-alueet myös ennen perkausta olivat pääasiassa heinän ja kauran viljelyksessä ja paikoin rukiilla.

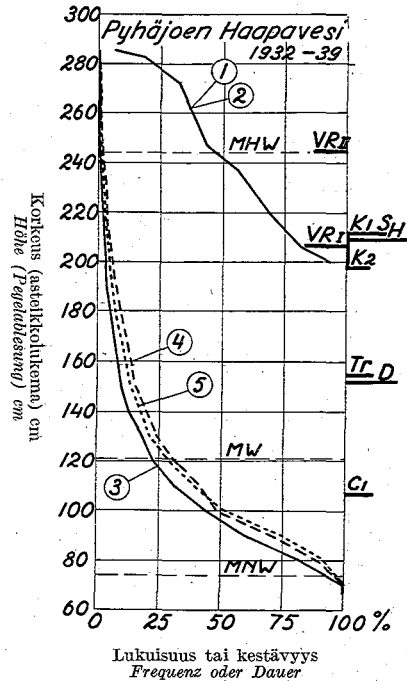


Kuva 5. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä vv. 1922—31 (a) ja 1932—36 (b) Jämijärvessä sekä vyöhykkeiden alarajat vv. 1925 ja 1936 järven rannalla (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 5. Die Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände in den J. 1922—31 (a) und 1932—36 (b) im Jämijärvi sowie die Untergrenzen der Zonen in den J. 1925 und 1936 am Ufer des Sees (s. Zeichenerklärung im Referat).

5. Pyhäjoen Haapavesi.

Haapaveden rantatutkimukset suoritettiin 3. VIII. 1934 ja 8. VIII. 1936. Pyhäjoen sadealue järven luusuassa on 1 950 km², josta on järviä 8 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiaseteikko, jossa on tehty havaintoja vuodesta 1931 alkaen. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vuosina 1934—38 ja kuvassa 6 aikaisemmin mainitut vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä vv. 1932—39. Kevättulvan huippu vv. 1932—39 on sattunut keskimäärin 29. IV $\pm$ 2. Havaintojen hajonta on $\pm$ 7 vrk.



Kuva 6. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Pyhäjoen Haapavedessä vv. 1932—39 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla vv. 1934 ja 1936 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 6. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Pyhäjoen Haapavesi in den J. 1932—39 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees in den J. 1934 und 1936 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat vuosina 1932—39 olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	286 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	126
<i>MHW</i>	244	<i>MW</i> V	161
<i>MW</i>	121	<i>MW</i> VI	113
<i>MNW</i>	74	<i>MW</i> VII	104
<i>NW</i>	67	<i>MW</i> VIII	105
<i>W</i> 50 %	96	<i>MW</i> IX	99
		<i>MW</i> IV—IX	118

Rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 8. Yhdentoista erillisen havainnon keskiarvona saadaan VR_I :n korkeudeksi 207. Tässä ei ole huomioitu havaintokohtia 13 b, 13 c, 13 d, joiden alapäästä alkoi kaurapeltö (13 a) ja jotka kuuluvat II-vyöhykkeeseen. Havaintojen hajonta on ± 28 cm. VR_I asettuu siis 37 cm *MHW*:n alapuolelle ja joutuu kahdeksana vuotena kymmenestä veden alle. Mainittakoon, että ins. A. LUUKKO on Pyhäjoen perkaushankkeen hyötyalakartasta määrännyt 15 viljelysraja pistettä, joiden keski korkeus oli 201. Maanmittauskartoista kootussa pohjakartassa ilmeni, että peltokuviot olivat aikaisemmin päättyneet korkeudella 250, eli likimäärin samalla korkeudella, jolla ovat havaintokohdat 13 b, 13 c ja 13 d.

Vuonna 1934 vesi nousi toukokuun lopussa pelloille, joille kaura jo oli kylvetty. Korkeudella 188, jossa tulva viipyi viikon, kaura ja ohra olivat suureksi osaksi tuhoutuneet, mutta korkeudella 208 kaura oli viemärin varrella hyvin rehevää, vaikka alue oli ollut 5 vrk veden alla.

Korkeudella 195 v. 1936 olleessa kylvöheinässä (toinen heinä) apila oli suurelta osalta hävinnyt, mutta timotei säilynyt. Ke-väällä 1935 oli vesi seisonut alueella 15 vrk ja vuonna 1936 kaikkiaan 14 vrk. Ruis oli vuonna 1934 täysin normaalia korkeudella 245, joka oli ollut tulvan alla 5 vrk.

Vuonna 1936 timotei oli osaksi säilynyt korkeudella 183, jossa tulva oli seisonut v. 1935 kolme viikkoa ja v. 1936 kaksi viikkoa. Apila oli tällä korkeudella hävinnyt. Korkeudella 187 kasvanut ruis oli osaksi tuhoutunut, mutta korkeudella 257, jossa tulva oli seisonut 6 vrk, ei enää ollut havaittavissa vesivahinkoa. Sensijaan tulvahuipun korkeudella, jonne oli kulkeutunut kaislojen jätteitä, oli muodostunut laajoja rikkaruoholäikkiä.

Valkoapilan ja nurmilauhan alaraja oli likimäärin samalla korkeudella, 31—34 cm *MW*:n yläpuolella. Vesi on peittänyt tämän korkeuden 9 % ajasta eli keskimäärin 33 vrk vuodessa. Vesisaraikon ja kortteikon raja oli 14 cm *MW*:n alapuolella eli korkeudella, joka on ollut veden peitossa 35 % ajasta.

Taulukko 9. Pyhäjoen Haapaveden rantatutkimukset.

Tabelle 9. Uferuntersuchungen am Haapavesi im Flusse Pyhäjoki.

N:o	Vuosi Jahr	Havaintopaikka Beobachtungsstelle	Kasvusto Bestand	Maalaji Bodenart	Alueen korkeus Höhe der Unter- grenze	Huomautuksia Bemerkungen
1	1936	Erkkilänniemi ..	vesisaraikko (C_1)	lietteensek.turve- maa	107	
2	1936	» ..	lauhaniitty (D)	»	149	
3	1936	» ..	»	»	155	
4	1936	» ..	valkoapila (Tr)	»	155	
5	1936	Erkkilänniemi ..	kylvöheinä (H)	lietteensek.turve- maa	195	Toinen heinä. Apila hä- vinnyt, timotei osaksi säilynyt.
6	1936	» ..	»	»	249	Vanha nurmi, apila säi- lynyt.
7	1936	» ..	»	»	183	Toinen heinä. Apila hä- vinnyt, timotei osaksi säilynyt.
Keskim. Mittel (H)					209	
13a	1934	Kotitalouskoulun ranta	kaura (K_1)	lietteensek.turve- maa	190	Heikko kasvu.
8a	1934	Erkkilänniemi ..	»	»	208 ¹⁾	Lähellä viemäriä, nor- maali kasvu.
8b	1934	» ..	»	»	188	Hyvin vedenvaivaamaa.
9	1936	» ..	»	hietamaa	257	Normaali kasvu.
Keskim. Mittel (K_1)					212	
10	1934	Erkkilänniemi ..	ohra (K_2)	lietteensek.turve- maa	188	Hyvin vedenvaivaamaa.
11a	1936	» ..	»	hietamaa	188	Runsaasti rikkaruohoa.
11b	1936	» ..	»	»	211 ¹⁾	Normaali kasvu.
12	1936	» ..	»	»	217	»
Keskim. Mittel (K_2)					198	
13b	1934	Kotitalouskoulun ranta	ruis (S)	hietamaa	245 ¹⁾	Normaali kasvu.
14a	1936	Erkkilänniemi ..	»	»	187	Osaksi tuhoutunut.
15b	1936	» ..	»	»	257 ¹⁾	Ei mainittavaa vesi- vahinkoa.
16a	1936	» ..	»	»	237	Harvahkoa.
16b	1936	» ..	»	»	290 ¹⁾	Rikkaruoholäikkää run- saasti tulvarajalla, jo- hon oli kasaantunut kaislanjätteitä.
Keskim. Mittel (S)					212	
13c	1934	Kotitalouskoulun ranta	peruna (J_1)	hietamaa	245	Normaali kasvu.
13d	1934	» ..	turnipsi	»	245	»
Keskim. Mittel (J_1)					245	

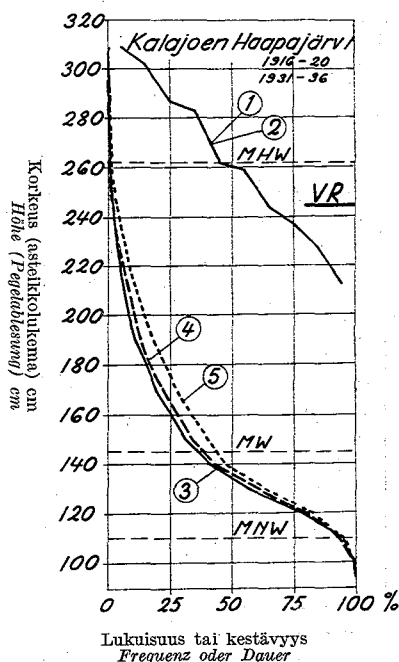
¹⁾ Ei ole mukana keskiarvossa.

Taulukosta 9 havaitaan, että kylvöheinän, ohran ja kauran alimmat viljelyskohdat olivat likimäärin samalla korkeudella. Turvemailla oli havaintojen keskiarvo 199 ja kivennäismailla 217. LUUKON aineistossa oli keski korkeus turvemaalla 193 ja kivennäismaalla 226.

Edelläesitetyt vertailut LUUKON aineistoon osoittavat, että jo noin 10 havainnon keskiarvona saadaan tuloksia, jota ovat varsin suuresti yhdenmukaisia, toisten aivan eri yhteydessä tehtyjen koko järveä koskevien havaintojen kanssa.

6. Kalajoen Haapajärvi.

Haapajärven rantatutkimukset suoritettiin 3. VII. 1935. Kalajoen sadealue järven luusuassa on 1 175 km², josta on järviä 3 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jolla on tehty vedenkorkeushavaintoja vv. 1912—21 ja vuodesta 1931 alkaen. Kuva 7 on esitetty aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät (vert. s. 21) vuosina 1916—20 ja 1931—36 tehtyjen havain-



Kuva 7. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Kalajoen Haapajärvessä vv. 1916—20 ja 1931—36 sekä viljelyksen alaraja järven rannalla v. 1935 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 7. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Kalajoen Haapajärvi in den J. 1916—20 und 1931—36 sowie die Untergrenze des Ackerbaus am Ufer des Sees im J. 1935 (s. Zeichenerklärung im Referat).

tojen mukaan. Tänä aikana on kevättulvan huippu sattunut keskimäärin $1. V \pm 4$. Hajonta on ollut ± 12 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat mainituilla ajanjaksoilla olleet seuraavanlaiset:

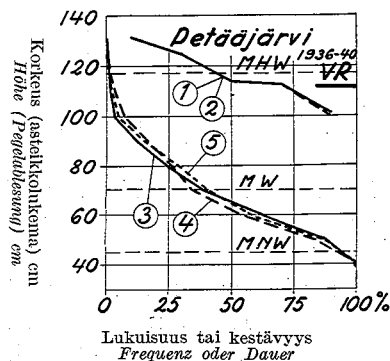
<i>HW</i>	309 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	169
<i>MHW</i>	262	<i>MW</i> V	195
<i>MW</i>	145	<i>MW</i> VI	147
<i>MNW</i>	110	<i>MW</i> VII	130
<i>NW</i>	96	<i>MW</i> VIII	132
<i>W</i> 50 %	96	<i>MW</i> IX	146
		<i>MW</i> IV—IX	153

Rantatutkimuksissa vaakittiin viljelysrajoja 12 havaintokohdassa hietta- ja hiesumaalla. *VR*:n korkeus näiden mukaan oli 245. Havaintojen hajonta oli ± 24 cm. Havaintokohdista 4 oli kauralla, 2 ohralla, 3 kylvöhejnällä ja 3 rukiilla tai kesantona. Alimmat pellot sijaitsivat korkeudella 231. Ruis oli säilynyt sarkojen alapäissäkin korkeudella 254, joka oli v. 1935 ollut tulvan alla 3 vrk.

VR oli asettunut 17 cm *MHW*:n alapuolelle korkeudelle, joka oli jäänyt tulvan alle kuutena vuotena kymmenestä. *MW*:hen verrattuna oli *VR*:n korkeudella 100 cm:n kuivatus. *VR*:n korkeudelle nousseiden tulvien kestävyys on ollut keskimäärin 7 vrk.

7. Petääjärvi.

Petääjärven rantatutkimukset suoritettiin 18. VIII. 1936. Järvi sijaitsee Juupajoen kunnassa Hirvijärveen laskevan joen varrella. Sadealue Petääjärven luusuassa on 29 km², josta järviä on 11 %.



Kuva 8. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Petääjärvessä vv. 1936—40 sekä viljelyksen alaraja järven rannalla v. 1936 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 8. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Petääjärvi in den J. 1936—40 sowie die Untergrenze des Ackerbaus am Ufer des Sees im J. 1936 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Järven luusuassa Orijoessa on Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten vesiesteikko, jossa on suoritettu vedenkorkeushavainnot vuodesta 1936 alkaen. Kuvassa 8 on esitetty aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät vv. 1936—40. Kevättulvan huippu on sattunut vv. 1936—40 keskimäärin $1. V \pm 3$. Havaintojen hajonta on ollut ± 8 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat edellämainitulla ajanjaksolla olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	131 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	79
<i>MHW</i>	117	<i>MW</i> V	92
<i>MW</i>	70	<i>MW</i> VI	73
<i>MNW</i>	45	<i>MW</i> VII	58
<i>NW</i>	39	<i>MW</i> VIII	51
<i>W</i> 50 %	65	<i>MW</i> IX	51
		<i>MW</i> IV—IX	67

Rantatutkimuksissa vaakittiin pellon alaraja viidessä kohdassa hiesumaalla, joiden keskikorkeus oli 112. Kolmessa havaintokohdassa viljeltiin kylvöheinää, yhdessä ruista ja yhdessä kauraa. Apila oli pääasiassa hävinnyt korkeudella 100, jossa tulva oli kestänyt v. 1936 16 vrk. Ruismaan alapäässä, korkeudella 117, oli selvästi havaittavissa vesivahinkoa. Samoin rukiiseen kylvetty heinänsiemen oli hävinnyt. Tulva oli kestänyt tällä korkeudella 11 vrk.

VR on havaintojen mukaan asettunut 5 cm *MHW*:n alapuolelle ja tulva on noussut tälle korkeudelle seitsemänä vuonna kymmenestä vuodesta. Keskiveteen nähden on *VR*:n korkeudella 42 cm:n kuivatus. Tulvien kestävyys *VR*:n korkeudella on ollut keskimäärin 6 vrk.

8. Kuortaneenjärvi.

Kuortaneenjärven rantatutkimukset suoritettiin 25. VIII. 1939. Lapuanjoen sadealue järven luusuassa on 1 300 km², josta on järviä 5 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiesteikko, jolla on suoritettu havainnot vuodesta 1929 alkaen. Tie- ja vesirakennushallituksen toimesta perataan Kuortaneenjärvestä lähtevää Lapuanjokea. Tämä perkaus on ulottunut niin kauas, että sillä ainakin jo v. 1938 on ollut vaikutusta Kuortaneenjärven rantamaiden viljelykseen. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vuosina 1934—38 ja kuvassa 9 aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät vv. 1930—37. Kevättulvan huippu on ajanjaksolla 1930—37 sattunut keskimäärin $3. V \pm 2$. Hajonta on ollut ± 5 vrk.

Taulukko 10. Kuortaneenjärven rantatutkimukset.

Tabelle 10. Untersuchungen im Ufergebiet des Kuortaneenjärvi.

N:o	Havaintopaikka Beobachtungsstelle	Kasvusto Bestand	Maalaji Bodenart	Alueen korkeus Höhe der Untergrunde	Huomautuksia Bemerkungen
6	W-ranta, Salmen sillasta N-suuntaan	kylvöheinä (H)	hietamaa	240	
7	»	»	»	200	
8	»	»	lietteensek.turve- maa	187	
11	W-ranta, Salmen sillasta S-suuntaan	»	hiesumaa	211	
14	E-ranta, maantien varr.	»	turvemaa	160 ¹⁾	Uudismaa.
17	»	»	lietteensek.turve- maa	141 ¹⁾	»
24	Nisoos-järven salmi	»	»	147 ¹⁾	»
Keskim. Mittel (H)				210	
Uudismaa.				149	
1	W-ranta, Salmen sillasta N-suuntaan	kaura (K ₁)	lietteensek.turve- maa	144 ¹⁾	Uudismaa.
5	»	»	hietamaa	240	
9	»	»	lietteensek.turve- maa	169 ¹⁾	Uudismaa.
10	W-ranta, Salmen sillasta S-suuntaan	»	»	168 ¹⁾	»
13	»	»	hiesumaa	220	
25	Nisoos-järven salmi	»	lietteensek.turve- maa	149 ¹⁾	»
Keskim. Mittel (K ₁)				230	
Uudismaa.				158	
3	W-ranta, Salmen sillasta N-suuntaan	ruis (S)	hietamaa	260	
15	E-ranta, maantien varr.	»	»	210	
Keskim. Mittel (S)				235	
12	W-ranta, Salmen sillasta S-suuntaan	kevätevehnä (K ₂)	hiesumaa	211	
18	E-ranta, maantien varr.	»	»	209	
22	»	»	»	256	
Keskim. Mittel (K ₂)				225	
20	E-ranta, maantien varr.	pellava	hiesumaa	212	
4	W-ranta, Salmen sillasta N-suuntaan	peruna (J ₁)	savihietamaa	255	
21	E-ranta, maantien varr.	»	»	241	
Keskim. Mittel (J ₁)				248	
2	E-ranta, maantien varr.	uudisraivaus	turvemaa	145 ¹⁾	
16	»	»	»	163 ¹⁾	
23	Nisoos-järven salmi	»	»	152 ¹⁾	
Keskim. Mittel				153	

¹⁾ Uudismaan havaintokohdissa on keskiarvot laskettu erikseen.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat vuosina 1930—37 olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	306 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	104
<i>MHW</i>	228	<i>MW</i> V	169
<i>MW</i>	101	<i>MW</i> VI	105
<i>MNW</i>	43	<i>MW</i> VII	74
<i>NW</i>	32	<i>MW</i> VIII	68
<i>W</i> 50 %	89	<i>MW</i> IX	81
		<i>MW</i> IV—IX	100

Rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 10. Tutkimusten aikana oli selvästi havaittavissa, että peltoja on ryhdytty viljelemään perkauksen johdosta alueilla, jotka aikaisemmin ovat olleet niittyinä. Taulukossa 10 on laskettu keskiarvot erikseen uudismailla ja muilla alueilla tehdyistä havainnoista. Viimeksimainittuihin sisältyi *I*- ja *II*-vyöhykkeiden arvoja.

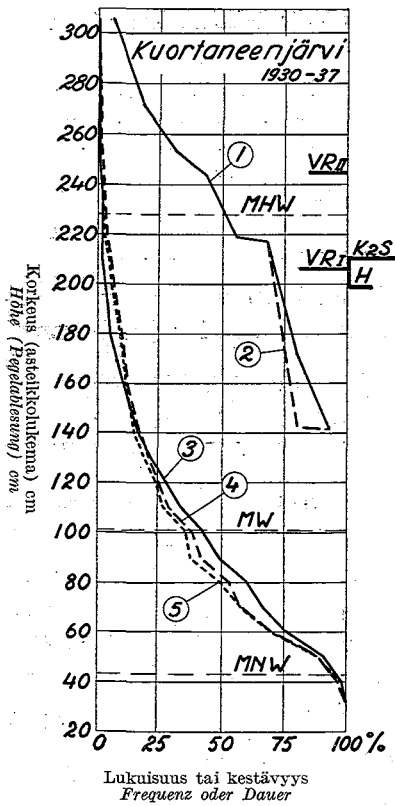
Kummankin vyöhykkeen korkeusarvot ilmenevät seuraavasta yhdistelystä:

Kasvi- ja maalaji	<i>I</i> -vyöhyke	<i>II</i> -vyöhyke
kylvöheinä (<i>H</i>)	199 (3)	240 (1)
kaura (<i>K</i> ₁)	—	230 (2)
kevätevehnä (<i>K</i> ₂)	210 (2)	256 (1)
syysvilja (<i>S</i>)	210 (1)	260 (1)
peruna (<i>J</i> ₁)	—	248 (2)
pellava	212 (1)	—
turvemaat	187 (1)	—
kivennäismaat	209 (6)	245 (7)
alaraja keskimäärin	$VR_I = 206 (7)$	$VR_{II} = 245 (7)$

Sulkumerkeissä olevat luvut ilmoittavat havaintokohtien määrän. Edelläolevat rajakorkeudet *I*-vyöhykkeessä ja VR_{II} on merkitty kuvaan 9.

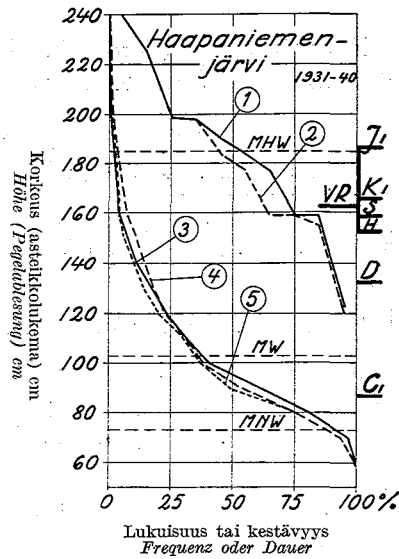
Kun ranta-alueiden viljelysten suhteen oli tutkimusaikana käynnissä murrosvaihe, on tällä mahdollisesti ollut jo vaikutusta *I*-vyöhykkeellä viljeltäviin kasveihin, vaikkakin on todennäköistä, että perkaustyön vielä ollessa käynnissä on yleensä noudatettu entistä viljelyskiertoa.

On mielenkiintoista havaita, miten nopeasti tulva-alueet pyritään saattamaan asutuilla seuduilla viljelykseen, kun perkaustöiden johdosta on odotettavissa tulvien aleneminen. Viljelyksiä on k. o. ta-pauksessa raivattu alueille, jotka ovat edellisenä syksynä olleet tulvan alla lähes kaksi kuukautta.



Kuva 9. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Kuortaneenjärvestä vv. 1930—37 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1939 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 9. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Kuortaneenjärvi in den J. 1930—37 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1939 (s. Zeichenerklärung im Referat).



Kuva 10. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Haapaniemenjärvestä vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1940 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 10. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Haapaniemenjärvi in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1940 (s. Zeichenerklärung im Referat).

9. Haapaniemenjärvi.

Haapaniemenjärvi sijaitsee Janakkalan ja Rengon pitäjien rajalla sekä laskee vetensä Kernaalanjärveen ja siitä Vanajaveteen. Sadealue järven luusuassa on 550 km², josta järviä on 8 %. Järvestä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jolla on suoritettu vedenkorkeushavaintoja vuodesta 1910 alkaen. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 10 aikaisemmin mainitut kestävyys- ja lukuisuuskäyrät vv. 1931—40. Kevätulvan huippu on tänä aikana sattunut keskimäärin 1. V $\pm$ 3. Havaintojen hajonta on $\pm$ 9 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat vv. 1931—40 olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	240 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	128
<i>MHW</i>	185	<i>MW</i> V	141
<i>MW</i>	103	<i>MW</i> VI	103
<i>MNW</i>	73	<i>MW</i> VII	82
<i>NW</i>	59	<i>MW</i> VIII	82
<i>W</i> 50 %	96	<i>MW</i> IX	86
		<i>MW</i> IV—IX	104

Rantatutkimukset suoritettiin 23. VIII. 1940 ja tulokset on esitetty taulukossa 11. Taulukkoon on koottu lisäksi ins. M. WÄREEN

Taulukko 11. Haapaniemenjärven rantatutkimukset.

Tabelle 11. Untersuchungen im Ufergebiet des Haapaniemenjärvi.

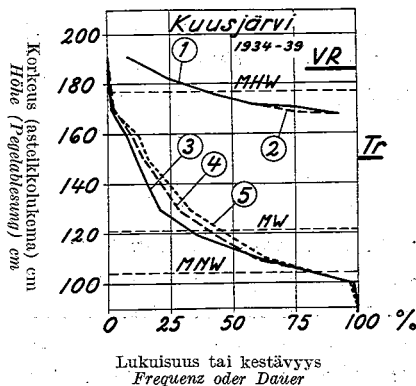
N:o	Havaintovuosi Beobachtungsjahr	Havaintopaikka Beobachtungsstelle	Kasvusto Bestand	Maalaji Bodenart	Alarajan korkeus Höhe der Untergrenze	Huomautuksia Bemerkungen
6a	1940	Kaartjoki (152)	vesisaraikko (<i>C</i> ₁)	lietteensek.turve-maa	87	Alkaa kortteikko.
7a	1940	Renkojoki (151)	»	»	87	»
7b	1940	» (151)	maasaraikko (<i>C</i> ₂)	lietteensek.turve-maa	95	
	1940	Kaartjoki (152)	lauhaniitty (<i>D</i>)	lietteensek.turve-maa	146	
7c	1940	Renkojoki (151)	»	»	124	
9b	1940	Kahilammenoja .. (390)	»	hiesumaa	134	
13b	1940	Järven luusua ... (453)	»	»	127	
			Keskim. Mittel (<i>D</i>)		133	
12	1940	Kahilammenoja .. (377)	kylvöheinä (<i>H</i>)	hiesumaa	157	Apilasäilynyt.
13a	1940	Järven luusua ... (453)	»	»	131	
14	1939	(669)	»	0.3 t/hiesumaa	160	
15	1939	(320)	»	turvemaa	164	
			Keskim. Mittel (<i>H</i>)		153	
4	1940	Renkojoen oikaisu (241)	kaura (<i>K</i> ₁)	turvemaa	187	Laaja alue.
10	1940	Kahilammenoja .. (398)	»	hiesumaa	184	
11	1940	» .. (393)	»	»	172	
16	1939	» .. (655)	»	turvemaa	151	
17	1939	» .. (653)	»	»	151	
18	1939	» .. (600)	»	hiesumaa	154	
19	1939	» .. (589)	»	»	164	
			Keskim. Mittel (<i>K</i> ₁)		166	
2	1940	Renkojoen oikaisu (462)	kesanto (<i>S</i>)	hiesumaa	167	
8	1940	Kahilammenoja .. (388)	»	»	150	
			Keskim. Mittel (<i>S</i>)		159	
5	1940	Renkojoen oikaisu (241)	peruna (<i>J</i> ₁)	turvemaa	187	

järvenjärjestelyhanketta varten suorittamien rantatutkimusten tuloksia. Sulkumerkeissä olevat numerot havaintopaikan jäljessä tarkoittavat vastaavan karttakuvion numeroa. Viljelysrajaa koskevat havainnot edustavat vain I-vyöhykkeen arvoja. Neljäntoista havainnon keskiarvona saadaan viljelysrajan keskikorkeudeksi 163. Tämä on 22 cm *MHW*:n alapuolella ja tulva on noussut tälle korkeudelle seitsemänä vuonna kymmenestä. Turvemaalla tehtyjen havaintojen keskikorkeus oli 167 ja kivennäismaalla 160.

Vesisaraikon ja kortteikon raja on Haapaniemenjärven rannalla asettunut 16 cm *MW*:n alapuolelle. Lauhaniityn alaraja oli 30 cm *MW*:n yläpuolella korkeudella, joka on ollut veden peitossa 16 % ajasta eli keskimäärin 58 vrk. vuodessa.

10. Kuusjärvi.

Havainnot suoritettiin 24. VIII. 1936 pääasiassa Pien-Kuusjärven rannalla. Kuusjärvi sijaitsee samannimisessä kunnassa Sysmäjärveen laskevan puron varrella. Kuusjärven sadealue on 23 km², josta on järviä 9 %. Järvessä on Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten vesiasteikko, jolla on suoritettu havaintoja vuodesta 1934 alkaen. Kevättulvan huippu on sattunut vv. 1934—39 keskimäärin 5. V $\pm$ 2. Havaintojen hajonta on ollut $\pm$ 6. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 11 aikaisemmin mainitut kestävyys- ja lukuisuuskäyrät vv. 1934—39.



Kuva 11. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Kuusjärvässä vv. 1934—39 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1936 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).
Abb. 11. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Kuusjärvi in den J. 1934—39 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1936 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat vv. 1934—39 olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	191 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	124
<i>MHW</i>	177	<i>MW</i> V	157
<i>MW</i>	121	<i>MW</i> VI	128
<i>MNW</i>	104	<i>MW</i> VII	113
<i>NW</i>	88	<i>MW</i> VIII	108
<i>W</i> 50 %	114	<i>MW</i> IX	111
		<i>MW</i> IV—IX	123

Rantatutkimuksissa vaakittiin pellon alaraja viidessä kohdassa hiesumaalla. Näiden keskikorkeus oli 186. Kahdessa havaintokohdassa viljeltiin ruista (korkeudella 194 ja 199), kahdessa kauraa (korkeudella 185 ja 193) ja yhdessä kylvöheinää (korkeudella 160).

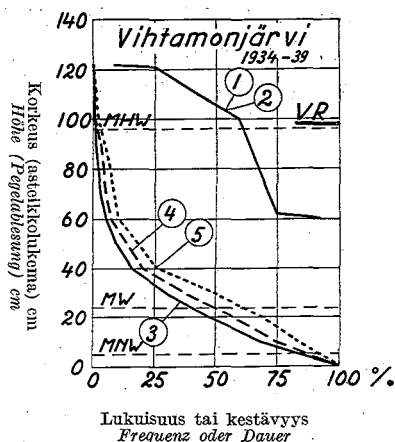
Havainnot tarkoittavat vain *I*-vyöhykkeen arvoja. *VR* sijaitsi näiden havaintojen mukaan 9 cm *MHW*:n yläpuolella ja tulva on kohonnut mainitulle rajalle kahtena vuotena kymmenestä. Keski-
veteen nähden on *VR*:n korkeudella ollut 65 cm:n kuivatus.

Vesistön vedenkorkeusvaihteluille ominaista on se, että eri vuosien tulvakorkeudet eroavat toisistaan suhteellisen vähän ja että tulvien kestävyys alueen järvisyydestä johtuen jo verrattain lähellä tulvahuipun korkeutta on melkoinen. Alin vuosimaksimi on ollut vain 17 cm *VR*:n alapuolella. Tällä korkeudella tulvat ovat viipyneet keskimäärin 11 vrk ja laskeutuneet siltä keskimäärin 12. V. Tälle korkeudelle ovat myös vuosien 1934 ja 1935 syystulvat nousseet.

Järven rannalla oli havaittavissa eräässä kohdassa, että timoteita oli keväällä kylvetty viettävien sarkojen alapäissä aina korkeudelle 150 saakka, jolla korkeudella myös valkoapila oli vielä säilynyt.

11. Vihtamonjärvi.

Vihtamonjärvi sijaitsee Sotkamon kunnassa n. 15 km kirkolta luoteeseen. Vihtamonjärven sadealue on 26 km², josta järviä on 9 %. Järvessä on Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten vesiasteikko, jolla on suoritettu havaintoja vuodesta 1933 alkaen. Kevät-tulvan huippu on sattunut vv. 1934—39 keskimäärin 9. V $\pm$ 4. Havaintojen hajonta on ollut $\pm$ 10 vrk. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 12 aikaisemmin mainitut kestävyys- ja lukuisuuskäyrät vv. 1934—39.



Kuva 12. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Vihtamonjärvessä vv. 1934—39. sekä viljelyksen alaraja järven rannalla v. 1936 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 12. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Vihtamonjärvi in den J. 1934—39 sowie die Untergrenze des Ackerbaus am Ufer des Sees im J. 1936 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Vedenkorkeuksien keski- ja ääriarvot (asteikkokorkeudet) ovat vv. 1934—39 olleet seuraavanlaisia:

HW	122 (v. 1934)	MW IV	17
MHW	96	MW V	59
MW	24	MW VI	33
MNW	5	MW VII	23
NW	0	MW VIII	16
W 50 %	19	MW IX	17
		MW IV—IX	27

Rantatutkimuksissa vaakittiin pellon alaraja 13. VII. 1936 seitsemässä kohdassa turvemaalla. Turvekerroksen vahvuus oli 80—100 cm. Havaittujen rajakorkeuksien keskiarvo oli 98. Viidessä havaintokohdassa oli kylvöheinää, yhdessä ohraa ja yhdessä kauraa. Ensimmäisen ja toisen vuoden kylvöheinän apila oli hävinnyt vuonna 1934 sattuneen tulvan johdosta yleensä korkeudella 95, jossa tulva oli kestänyt 10 vrk.

VR sijaitsi näiden havaintojen mukaan 2 cm MHW:n yläpuolella ja tulva on kohonnut mainitulle rajalle kuutena vuotena kymmenestä. Keskiveteen nähden VR:n korkeudella on ollut 74 cm:n kuivatus.

Vesistön pohjoisesta asemasta johtuen kevättulvien huiput ovat olleet verrattain jyrkkiä huolimatta sadealueen järvirikkaudesta. VR:n korkeudella on tulvan kestävyys ollut keskimäärin 5 vrk.

12. Kemijärvi.

Kemijärven rantatutkimukset suoritettiin 23. VII. 1934 ja 18. VIII. 1939. Insinööri A. RISKU suoritti kehoituksestani vuosina 1936 ja 1937 havaintoja Kemijärven järjestelysuunnitelman rantatutkimuksen yhteydessä. Näiden havaintojen tulokset on julkaistu Maanviljelysininööriryhdistyksen vuosikirjassa 1939. Havaintoja on siis neljältä vuodelta.

Kemijärven sadealue järven luusuassa on 27 285 km², josta on järviä 2 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jolla on tehty havaintoja vuodesta 1918 alkaen. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vuosina 1934—38 ja kuvassa 13 aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät ajanjaksolla 1930—39. Kevättulvan huippu on sattunut keskimäärin 19. V $\pm$ 3. Havaintojen hajonta on $\pm$ 9 vrk.

Vedenkorkeuksien keski- ja ääriarvot vv. 1930—39 ovat olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	458	<i>MW</i> IV	53
<i>MHW</i>	379	<i>MW</i> V	217
<i>MW</i>	108	<i>MW</i> VI	200
<i>MNW</i>	46	<i>MW</i> VII	115
<i>NW</i>	40	<i>MW</i> VIII	107
<i>W</i> 50 %	84	<i>MW</i> IX	106
		<i>MW</i> IV—IX	133

Edelläolevat arvot ovat asteikkolukemia. Asteikon 0-pisteen korkeus on NN + 146.82.

Ranta-alueilla tekemäni havainnot on esitetty taulukossa 12. RISKU avusti v. 1939 rantatutkimuksissa.

Taulukko 12. Kemijärven rantatutkimukset.
Tabelle 12. Untersuchungen im Ufergebiet des Kemijärvi.

N:o	Vuosi Jahr	Havaintopaikka Beobachtungsstelle	Kasvisto Bestand	Maalaji Bodenart	Korkeus Höhe	Huomautuksia Bemerkungen
1	1939	Niemi	kortteikko (<i>Eq</i>)	lietteensek.turvemaa	55—90 ¹⁾	Kasvu harvähkoa.
2	1939	Lossi	»	»	60—105 ¹⁾	
Keskim. Mittel (<i>Eq</i>)					57—97 ¹⁾	
3a	1939	Niemi	vesisaraikko (<i>C₁</i>)	lietteensek.turvemaa	90—136 ¹⁾	100 m:n etäis. tör- mästä.
4	1939	Lossi	»	»	105—142 ¹⁾	Niitetty 10. VIII
5a	1939	Saari	»	»	95—146 ¹⁾	korkeuteen 128.
Keskim. Mittel (<i>C₁</i>)					97—141 ¹⁾	
5b	1939	Saari	ruokohelpi	lietteensek.turvemaa	146—220 ¹⁾	<i>Phalaris arundinacea</i>
3b	1939	Niemi	maasaraikko <i>C₂</i>	lietteensek.turvemaa	136	100 m:n etäis. tör- mästä.
3c	1939	»	»	»	127	Jokitörmällä.
4a	1939	Lossi	»	»	142—160 ¹⁾	
Keskim. Mittel (<i>C₂</i>)					135	
4b	1939	Lossi	nurmilauhaniitty (<i>D</i>)	lietteensek.turvemaa	160	
6	1939	Rautatieasema ..	»	»	202	
7	1934	Kirkonkylä	»	»	174	
8	1934	Ingerö	»	»	180	
Keskim. Mittel (<i>D</i>)					179	
9	1939	Rautatieasema ..	valkoapila (<i>Tr</i>)	savihietamaa	250	
10	1934	Kirkonkylä	kylvöheinä (<i>H</i>)	lietteensek.turvemaa	220	Vanha nurmi, timotei suurelta osalta hä- vinnyt.
11	1934	Isokylä	»	hietamaa	372	
12	1934	»	»	lietteensek.turvemaa	300	
13a	1934	»	»	hietamaa	290	Ensi vuoden nurmi, timotei osaksi hä- vinnyt.
13b	1934	»	»	»	344	Ensi vuoden nurmi, timotei säilynyt.
14	1934	»	»	»	348	
Keskim. Mittel (<i>H</i>)					279	
15	1939	Rautatieasema ..	kaura (<i>K₁</i>)	lietteensek.turvemaa	220	Rehukaura.
16	1934	Kirkonkylä	»	»	310	
17	1934	Isokylä	»	»	324	
Keskim. Mittel (<i>K₁</i>)					285	
18	1934	Isokylä	peruna (<i>J₁</i>)	hietamaa	430	
19	1934	»	»	»	397	
20	1934	»	ohra (<i>K₂</i>)	hietamaa	410	
21	1934	Häckman	»	»	424	
22	1934	Isokylä	herne	»	425	
Keskim. Mittel (<i>K₂</i>)					420	

¹⁾ Tarkoittaa vläraiaa.

Verrattaessa taulukon 12 mukaan saatuja keskiarvoja vastaaviin RISKUN arvoihin saadaan taulukossa 13 esitetty yhdistely. RISKUN aineistosta on jätetty pois keittiökasvit, jotka eivät kuulu varsinaiseen peltoviljelykseen. Kuten yhdistelystä havaitaan, ovat keskiarvot kummassakin aineistossa varsin yhdenmukaisia huolimatta havaintokohtien vähälukuisuudesta v. 1939.

Taulukko 13. Luonnonvaraisten ja viljelyskasvien keskimääräisiä rajakorkeuksia Kemijärven rannalla.

Tabelle 13. Die mittlere Höhe der Untergrenzen der natürlichen und Kulturpflanzen am Kemijärvi.

Kasvusto Bestand	Risku			Kaitera		
	Korkeus Höhe	Havaintokohtia Beobachtungsstellen		Korkeus Höhe	Havaintokohtia Beobachtungsstellen	
		Kpl. Zahl	%		Kpl. Zahl	%
Kortteikko (<i>Eq</i>).....	61	4		57	2	
Vesisaraikko (<i>C₁</i>)	101	7		97	3	
Maasaraikko (<i>C₂</i>)	197	1		135	3	
Lauhaniitty (<i>D</i>)	184	15		179	4	
Kylvöheinä (<i>H</i>)	278	24	36	279	6	46
Kaura (<i>K₁</i>)	302	7	10	285	2	15
Ohra ja herne (<i>K₂</i>)	397	23	34	430	3	24
Peruna (<i>J₁</i>)	405	12	18	414	2	15
Ruis (<i>S</i>)	418	1	2	—	—	—
Viljelysmaat — <i>Ackerbau</i>	335	67	100	338	13	100

Kemijärvellä, missä vedenkorkeusvaihtelut ovat poikkeuksellisen suuria ja eri viljelyskasvien keskimääräiset rajakorkeudetkin eroavat toisistaan lähes puolitoista metriä, tulee erikoisen selvänä näkyville viljelysten jakaantuminen vyöhykkeisiin. RISKU on erottanut seuraavat vyöhykkeet:

	Korkeus
luonnonvarainen vyöhyke	56—186
heinäviljelysvyöhyke	186—288
heinän ja rajoitetun viljanviljelysvyöhyke	288—388
vuoroviljelysvyöhyke	388—

Jakamalla koko havaintoaineisto kahteen ryhmään kuten aikaisemminkin, saadaan seuraavat keskimääräiset rajakorkeudet:

	I-vyöhyke	II-vyöhyke
kylvöheinä (<i>H</i>)	254 (23)	414 (7)
kaura (<i>K₁</i>)	297 (8)	358 (1)
ohra ja herne (<i>K₂</i>)	259 (9)	414 (17)
peruna (<i>J₁</i>)	—	406 (14)
ruis (<i>S</i>)	—	418 (1)
turvemaat	263 (27)	393 (6)
kivennäismaat	267 (13)	411 (34)
alaraja keskimäärin	$VR_I = 264 (40)$	$VR_{II} = 408 (40)$

Tämän yhdistelyn mukaan riittää, kun tulva-alueen viljelysmaat ryhmitellään kahdeksi vyöhykkeeksi, sillä ohraa viljellään keskimäärin yhtä alavilla alueilla kuin heinääkin. *I*-vyöhykkeessä ei ollut havaittavissa eroa turvemaalla ja kivennäismaalla viljelysten alarajan korkeuksissa kuin 4 cm. VR_I -raja on asettunut 115 cm MHW :n alapuolelle korkeudelle, jonne tulvat ovat nousseet k. o. havaintokaudella joka kevät ja viipyneet keskimäärin 18 vrk vuodessa.

VR_{II} -raja on 29 cm MHW :n yläpuolella, korkeudella, jonne tulvat ovat nousseet likimäärin kolmena vuotena kymmenestä ja viipyneet keskimäärin 3 vrk vuodessa.

Kortteikon alaraja ulottui n. 10 cm MNW :n yläpuolelle, vesisaraikon alaraja n. 10 cm MW :n alapuolelle, maasaraikon alaraja lähes 30 cm MW :n yläpuolelle ja lauhaniityn alaraja n. 70 cm MW :n yläpuolelle. Eri vuosina tehtyjen havaintojen mukaan ei näissä raja-
korkeuksissa ole tapahtunut oleellisia muutoksia.

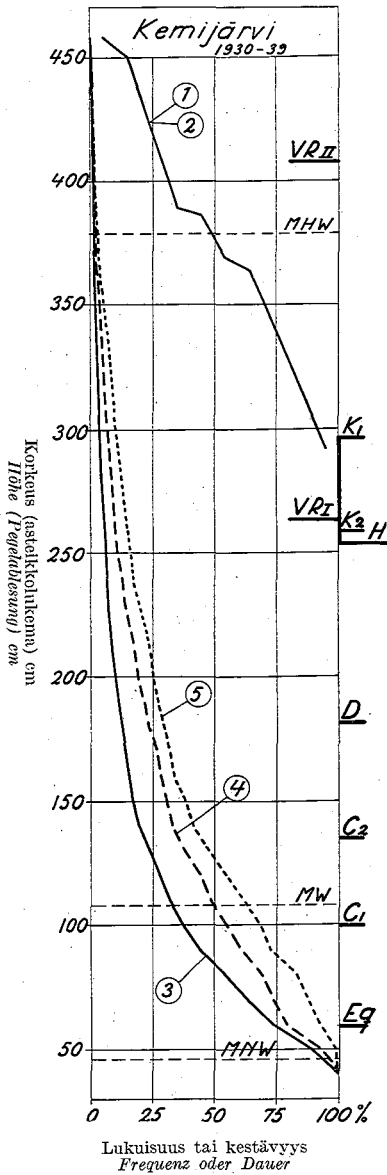
Kemijärven rantaniityillä on nykyisellään huomattava merkitys paikkakunnan karjataloudelle. Haitallisimpia ovat kesätulvat, jotka estävät alavimpien ja runsassatoisten niittyjen heinänteon tai pilaavat jo korjatun sadon. Ylävämpien niittyjen sato on määrältään hehtaaria kohden vähäisempi kuten yleensä tulva-alueilla.

Vyöhykerajat ovat paikoin varsin jyrkkiä ja selviä. Niinpä havaintokohdassa 3 b merkittiin muistiin seuraavat vaakituskorkeudet vesisaraikon ja maasaraikon rajasta: 134, 135, 136, 133, 135, 136, 137, 139, 138, 137. Vaakituspisteet on otettu 15 m:n välimatkoin ja raja kulki kaarroksia tehden n. 100 m:n päässä jokitörmästä silmin nähden aivan tasaisesti viettävällä alueella.

Havaintokohdassa 5 esiintyvä *Phalaris arundinacea* oli erittäin reheväkasvuista. Mainittu havaintokohta sijaitsi tulvalietteestä muodostuneella saarella ja siihen laskeutuu jatkuvasti runsaasti lietettä. Havaintokohdassa oleva vesisaraikko oli muodostunut pääasiassa rehevästä *Carex gracilis* kasvustosta. Näistä kohdista otettujen koeruutujen mukaan ilmakuiva sato hehtaaria kohden laskettuna oli:

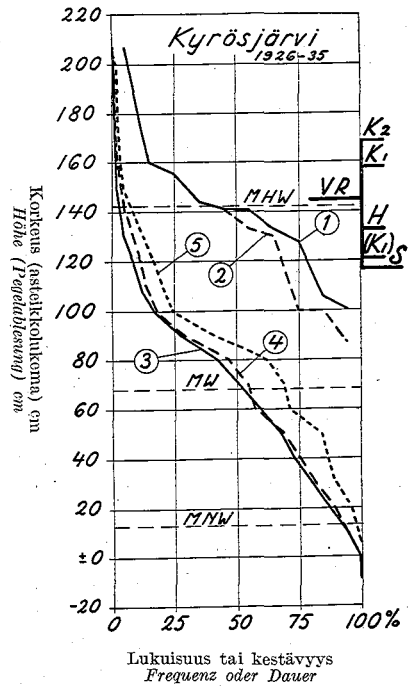
Näyte	Kasvi	Maanpinnan korkeus	Ilmakuiva sato kg/ha
1	<i>Phalaris arundinacea</i>	176	4 370
2	»	235	4 250
3	»	162	1 840
4	<i>Carex gracilis</i>	110	4 160
5	»	132	3 530

Näyte 3 otettiin saaren takaosasta, jonne lietettä laskeutuu vähemmän.



Kuva 13. Vedenkorkauksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Kemijärvessä vv. 1930—39 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla vv. 1934—39 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 13. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Kemijärvi in den J. 1930—39 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees in den J. 1934—39 (s. Zeichenerklärung im Referat).



Kuva 14. Vedenkorkauksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Kyrösjärvestä vv. 1926—35 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1935 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 14. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Kyrösjärvi in den J. 1926—35 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1935 (s. Zeichenerklärung im Referat).

13. Kyrösjärvi.

Kyrösjärven rantatutkimukset suoritettiin 20. VIII. 1935. Vesistön sadealue järven luusuassa on 2 705 km², josta on järviä 10 %. Järven vedenkorkeudet ovat riippuvaisia luusuassa olevan vesivoimalaitoksen padotuksesta. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jolla on tehty havaintoja vuodesta 1905 alkaen. Kuvassa 14 on esitetty aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät vuosilta 1926—35. Kevättulvan huippu on tällä ajanjaksolla sattunut keskimäärin 17. V $\pm$ 3. Havaintojen hajonta on ollut $\pm$ 11 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat vuosina 1926—35 olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	207 (v. 1926)	<i>MW</i> IV	43
<i>MHW</i>	142	<i>MW</i> V	120
<i>MW</i>	68	<i>MW</i> VI	102
<i>MNW</i>	13	<i>MW</i> VII	69
<i>NW</i>	—9	<i>MW</i> VIII	55
<i>W</i> 50 % ...	70	<i>MW</i> IX	48
		<i>MW</i> IV—IX	73

Rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 14. Tutkimukset kohdistuivat Ikaalisten kauppala-alueesta lounaaseen olevan lahden ranta-alueisiin Viljalan, Lammin, Vatsiaisen ja Vatulan kylien mailla.

Järven ranta-alueilla viljeltiin alimmana rehukauraa, joka tavallisesti kylvetään juhannuksen aikaan. Toisinaan tämäkin kaura voi tuleentua, kuten on ollut asianlaita havaintokohdassa 11 v. 1934. Kauran sekaan on kylvetetty toisinaan heinänsiemen, mutta yleensä rehukauraa ei ole pidetty suojusviljana. Kylvöheinän alaraja onkin ollut hieman ylempänä kuin rehukauran. Vuonna 1935 kylvöheinä ei ollut havaintokohdassa 9 tuhoutunut, vaikka vesi oli seisonut maanpinnan tasossa ja osaksi sen päälläkin n. kaksi viikkoa. Jyvä-satoa varten viljeltävän kauran alaraja oli huomattavasti ylempänä kuin edellämainitut rajat eli keskimäärin korkeudella 158.

Kyseeissäolevan järven vedenkorkeusvaihteluille on ominaista, että vedenkorkeus on maksimissaan kylvökauden alkaessa, joka seudulla sattuu likimäärin 15. V. Kylvöaikana vesi on laskussa ja se, miten alas vesi on ennättänyt alentua, määrää viljelyksen ja muokkauksen alarajan. Kun myöhemmin sarkojen alapääät paljastuvat ja tulevat kylvökuntoon, tänne kylvetään vihantakauraa. Rukiin kylvön aikana vallitseva alhainen vedenkorkeus on syynä siihen, että ruispeltoja esiintyy huomattavan alhalla.

VR:n korkeus oli keskimäärin 145 eli 3 cm *MHW:n* yläpuolella, korkeudella, joka on ollut veden peitossa kolmena vuotena kymmenestä.

Taulukko 14. Kyrösjärven ranta-tutkimukset.

Tabelle 14. Untersuchungen im Ufergebiet des Kyrösjärvi.

N:o	Havainto- paikka <i>Beobachtungs- stelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alarajan korkeus <i>Höhe der Unterrenze</i>	Ilman ottaa palstalta km <i>Abstand des Hofes von der Beobach- tungsstelle km</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
12	Reko	kylvöheinä (H)	hietamaa	132	0.7	Vanha viljelyks. alaraja. Toinen heinä, apila säil.
9	Alanen	»	hiesumaa	135	1.0	
Keskim. <i>Mittel</i> (H)				133		
4a	Niemi	rehukaura (K ₁)	hietamaa	108	0.2	Kaura kylvetty juhan- nuksen seuduissa.
8	»	»	»	123	0.2	
11	Ollila	» (v. 1934)	hiesumaa	132	0.7	23/6 1934 kylvetty kaura ehti vielä valmistua.
Keskim. <i>Mittel</i> (K ₁)				121		
4b	Niemi	kaura (K ₁)	hietamaa	184	0.2	
5	»	»	»	138	0.2	
7	»	»	»	150	0.2	
10	Ollila	»	hiesumaa	155	0.7	
13	Vatulan kylä	»	»	155	3.0	
14	»	»	»	153	3.0	
15	»	»	»	155	1.0	
16	»	»	»	183	3.0	
17	Kaalikko	»	»	155	3.0	
18	Ollikkala	»	»	138	3.0	
19	»	»	»	175	3.0	
20	Ylinen	»	»	153	1.0	
Keskim. <i>Mittel</i> (K ₁)				158		
1	Vira	ruis (S)	hiesumaa	124	0.3	
2	Hiekka	kesanto	»	110	0.2	
3	Pantti	herne	hietamaa	153	0.1	
6	»	kevätevehnä (K ₂)	hiesumaa	169	0.2	

Taulukkoon 14 on merkitty myös tilojen talousrakennusten etäisyys viljelyspalstalta. Niillä palstoilla, joissa tilojen talousrakennusten etäisyys oli pienempi kuin 1 km, saadaan alavimpien viljelysten keskikorkeudeksi 137 (11 havaintoa) keskietäisyyden ollessa 0.3 km. Niillä palstoilla taas, joilla tilojen etäisyys oli suurempi kuin 1 km, on keskikorkeus 156 (9 havaintoa) keskietäisyyden ollessa 2.3 km. Nämä havainnot viittaavat siihen, että talojen lähellä olevilla pelloilla, missä voidaan paremmin seurata vedenkorkeutta järvestä, viljelys tunkeutuu alemmas kuin kaukana taloista olevilla pelloilla.

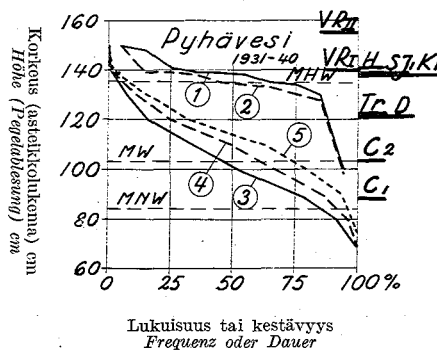
14. Pyhävesi.

Mäntyharjun reitin sadealue Pyhäveden luusuassa on 545 km², josta on järviä 16 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesi-asteikko, jolla on tehty havaintoja vuodesta 1909 alkaen. Kevät-tulvan huippu on sattunut vv. 1931—40 keskimäärin 17. V $\pm$ 4. Havaintojen hajonta on $\pm$ 14 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot ovat vv. 1931—40 olleet seuraavanlaisia (asteikkokorkeudet):

<i>HW</i>	150 (v. 1936)	<i>MW IV</i>	99
<i>MHW</i>	135	<i>MW V</i>	126
<i>MW</i>	103	<i>MW VI</i>	118
<i>MNW</i>	84	<i>MW VII</i>	109
<i>NW</i>	68 (v. 1940)	<i>MW VIII</i>	103
<i>W 50 %</i>	101	<i>MW IX</i>	97
		<i>MW IV—IX</i>	109

Suurin havaittu vedenkorkeus on 185 ja se on sattunut v. 1924. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 15 aikaisemmin mainitut kestävyys- ja lukuisuuskäyrät vv. 1931—40.



Kuva 15. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Pyhävedessä vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1940 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 15. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Pyhävesi in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1940 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Taulukko 15. Pyhäveden rantatutkimukset.
Tabelle 15. Untersuchungen im Ufergebiet des Pyhävesi.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvisto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Ala- rajan korkeus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
2a	Kirkonkylä	vesisaraikko (C_1)	turvemaa	86	Alkoi kortteikko.
2b	»	»	»	87	»
3a	»	»	»	87	»
4b	»	»	»	93	»
5a	»	»	»	90	Niitetty upottavassa
5g	»	»	»	80	maassa korkeuteen 71.
8b	»	»	»	86	Kortteikosta ylöspäin
9b	»	»	hietamaa	100	vesisaraikko.
16a	Toivolantie	»	»	99	
22	Ryönä	»	turvemaa	83	
Keskim. <i>Mittel</i> (C_1)				89	
3b	Kirkkosilta	maasaraikko (C_2)	turvemaa	96	Vesisaraikon ja maasa- raikon raja epäselvä.
5e	»	»	»	97	»
8d	»	»	»	105	»
9c	»	»	»	106	»
12b	Asemanlahti ...	»	»	117	»
14a	Kiepin silta	»	»	107	»
22c	Ryönä	»	»	100	»
Keskim. <i>Mittel</i> (C_2)				104	
5b	Kirkonkylä	lauhaniitty (D)	turvemaa	120	
10b	»	»	»	125	
14b	Kiepin silta	»	»	127	
15c	»	»	hietamo- reenimaa	111	
17b	Toivolantie	»	hietamaa	114	
10c	Kirkonkylä	»	turvemaa	120	
Keskim. <i>Mittel</i> (D)				120	
2c	Kirkonkylä	leinikköniitty	turvemaa	117	
3c	»	»	»	108	
5c	»	»	»	125	
11d	Siirlahti	»	»	146	
14f	Kiepin silta	»	»	127	
15a	»	»	hietamo- reenimaa	118	
22g	Ryönä	»	turvemaa	123	
Keskim. <i>Mittel</i>				123	
2b	Kirkkosilta	valkoapila (Tr)	turvemaa	125	
2g	»	»	hietamaa	123	
3d	»	»	turvemaa	108	
5d	»	»	»	125	
13d	Asemanlahti	»	»	138	

Rantatutkimukset suoritettiin 31. VIII. 1940 ja niiden tulokset on esitetty taulukossa 15. Viljelyskasveihin nähden vaakittiin myös

Taulukko 15. Jatk. — Tabelle 15. Forts.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Ala- rajan korkeus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
14d	Kiepin silta	valkoapila (<i>Tr</i>)	turvemaa	126	
15b	»	»	hietamo- reenimaa	118	
17a	Toivolantien silta	»	hietamaa	111	
22a	Ryönä	»	turvemaa	116	
22h	»	»	»	122	
Keskim. <i>Mittel</i> (<i>Tr</i>)				121	
2d	Kirkonkylä	kylvöheinä (<i>H</i>)	turvemaa	130	Vanha nurmi.
6e	»	»	»	141	
6g	»	»	»	144	
8e	»	»	»	149	
9d	»	»	»	150	
10c	»	»	»	145	
12c	Asemanlahti	»	»	157	
13a	»	»	»	155	
16b	»	»	hietamaa	147	
16c	»	»	»	155	
22i	Ryönä	»	»	144	
Keskim. <i>Mittel</i> (<i>H</i>)				147	
6f	Kirkonkylä	kaura (<i>K₁</i>)	turvemaa	145	
9e	»	»	»	138	
10a	»	»	»	145	
14d	Kiepin silta	»	»	132	
Keskim. <i>Mittel</i> (<i>K₁</i>)				140	
1c	Kirkonkylä	peruna (<i>J₁</i>)	hietamaa	162	
6a	»	»	turvemaa	145	
6c	»	»	»	156	
11h	Siirlahti	»	»	132	
16d	Toivolantien silta	»	hietamaa	173	
17d	»	»	»	153	
Keskim. <i>Mittel</i> (<i>J₁</i>)				153	
6d	Kirkonkylä	kesanto (<i>S</i>)	turvemaa	144	Uudismaa.
17c	Toivolantien silta	»	»	134	
Keskim. <i>Mittel</i> (<i>S</i>)				139	
2e	Kirkonkylä	keittiökasvit	hietamaa	153	
6b	»	»	turvemaa	142	
6h	»	»	»	146	
6i	»	»	»	154	
7d	»	»	»	157	
18b	Kiepin silta	»	»	147	
Keskim. <i>Mittel</i>				150	

II-vyöhykkeeseen kuuluvia peltokuvioita. Alarajan keskikorkeudeksi kummassakin vyöhykkeessä saadaan seuraavat arvot (havaintokoh-
tien lukumäärä sulkuumerkeissä):

	<i>I</i> -vyöhyke	<i>II</i> -vyöhyke
kylvöheinä (<i>H</i>)	141 (5)	152 (6)
kaura (<i>K</i> ₁)	138 (3)	145 (1)
kesanto (<i>S</i>)	139 (2)	—
peruna (<i>J</i> ₁)	139 (2)	161 (4)
turvemaat	140 (11)	152 (6)
kivennäismaat	144 (1)	158 (5)
alaraja keskim.	$VR_I = 140$ (12)	$VR_{II} = 155$ (11)

Keittiökasvit on jätetty vyöhykejaon ulkopuolelle.

Käytetty vyöhykejako on erottanut *I*-vyöhykkeeseen melkein yksinomaan turvemaita, joita koko aineistosta on 76 %. Turvemaiden keskikorkeus koko aineistossa on 144 ja kivennäismaiden 156. Vyöhykkeiden korkeusero on vähäinen. Kun vesi pitkällisen kuivuuden johdosta on tutkimusvuonna ollut poikkeuksellisen alhaalla järvestä, on *I*-vyöhykkeellä viljelty samoja kasveja kuin ylävämmilläkin mailla.

VR_I -raja on asettunut 5 cm *MHW*:n yläpuolelle, korkeudelle, jonne tulva on noussut kolmena vuonna kymmenestä. Keskiveteen nähden oli VR_I :n korkeudella vain 37 cm:n kuivatus. Mainittakoon, että vuosina 1911—30 keski-ylivesi on ollut 12 cm ylempänä kuin vv. 1931—40.

Kortteikon ja vesisaraikon raja oli korkeudella 89 eli 14 cm *MW*:n alapuolella. Vesi on peittänyt tämän korkeuden 78 % ajasta. Lauhaantyn alaraja oli korkeudella 127, jossa vesi on seisonut 16 % ajasta. Leinikköjä ja valkoapilaa esiintyi samalla korkeudella kuin nurmilauhaakin. Saraikkojen yhteinen vyöhykekorkeus oli 23 cm.

15. *Iso-Roinevesi ja Hauhonselkä sekä eräät sivujärvet.*

Iso-Roinevesi ja Hauhonselkä ovat riippuvaisia Valkeakosken padotuksesta ja kuuluvat näinollen siihen suureen altaaseen, joka käsittää myös Mallasveden, Roineen ja Längelmäveden. Näissä vesistöissä on Hydrografisen toimiston vesiasteikkoja. Vedenkorkeuksien keskinäiset suhteet vv. 1911—30 tehtyjen havaintojen mukaan ovat eräillä asteikoilla olleet seuraavanlaisia:

	Mallasvesi (Apia)	Ilmoilan- selkä	Iso-Roinevesi
<i>HW</i>	186	192	200
<i>MHW</i>	152	159	167
<i>MW</i>	113	117	123
<i>MNW</i>	80	81	85

Korkeudet on verrattu Iso-Roineveden asteikon 0-pisteeseen. Iso-Roinevesi on siis tulvien aikana n. 15 cm sekä ali- ja keskiveden aikana 5—10 cm Mallavettä ylempänä. Hauhonselkä on Ilmoilanselän ja Iso-Roineveden välissä ja vedenpinnan putous kummallakin järvien välisellä jokimatalla on likimäärin yhtä suuri, joten Hauhonselässä *MHW* on n. 5 cm ja *MW* 2 cm alempana kuin Iso-Roinevedessä. Tutkimusaikana 23—25. VIII. 1940 vedenpinnan putous oli asteikkolukeman 80 vallitessa 1 cm. Kun Hauhonselän rannalla suoritettiin vain suhteellisen vähän havaintoja, on Iso-Roineveden ja Hauhonselän tulokset keskiarvoja laskettaessa yhdistetty ja Hauhonselän viljelysrajaa koskevia arvoja korotettu 5 cm:llä.

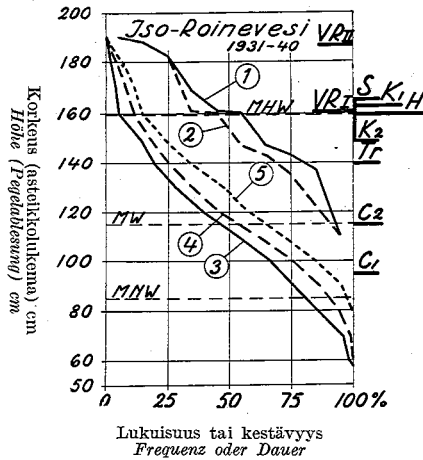
Iso-Roineveden sivujärvi, Kenkijärvi, on yhdistelyissä erotettu. Tutkimusaikana järvestä laskevassa, 0.5 km pitkässä ojassa oli putousta 43 cm. Tulvat leviävät kuitenkin ojan varrella oleville pelloille niin, että putous tulvien aikana lieenee yleensä vain n. 15 cm ja suurien tulvien aikana häviää melkein kokonaan. Samoin Hauhonselkään laskeva Vuorenselkä on tulvien aikana Hauhonselän tasossa, tutkimusaikana oli 0.2 km pitkässä laskupurossa putousta 13 cm. Iso-Roineveteen liittyvä Pyhäjärvi on samassa tasossa tämän kanssa.

Iso-Roineveden sadealue on 1 290 km², josta on järviä 18 %. Mallasveden sadealue, jonka alueen purkautumista Valkeakosken padolla säännöstellään, on 4 400 km², josta on järviä 19 %. Kenkijärven sadealue on n. 2 km², josta järviä 20 %. Kevättulvan huippu Iso-Roinevedessä on sattunut vv. 1931—40 keskimäärin 28. V $\pm$ 3. Hajonta on ollut $\pm$ 10 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot vv. 1931—40 ovat olleet seuraavanlaisia (Iso-Roineveden asteikkolukemat):

<i>HW</i>	190	<i>MW</i> IV	113
<i>MHW</i>	159	<i>MW</i> V	146
<i>MW</i>	115	<i>MW</i> VI	145
<i>MNW</i>	85	<i>MW</i> VII	125
<i>NW</i>	57	<i>MW</i> VIII	109
<i>W</i> 50 %	112	<i>MW</i> IX	97
		<i>MW</i> IV—IX	123

Verrattaessa näitä vuosien 1911—30 vastaaviin arvoihin voidaan havaita, että keski- ja yliveden korkeudet ovat viime vuosikymmenellä olleet 8—10 cm alempia kuin aikaisemmin. Kuvassa 1 on esitetty Iso-Roineveden vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 16 aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät vv. 1931—40.



Kuva 16. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Iso-Roinevedessä vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1940 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).
 Abb. 16. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Iso-Roinevesi in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1940 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Rantatutkimukset suoritettiin 24—25. VIII. 1940. Tulokset on esitetty taulukossa 16. Taulukossa 17 on esitetty eri rajakorkeuksien keskiarvotulokset.

Viljelysrajat olivat Iso-Roineveteen verrattuna Kenkijärvässä likimäärin saman verran ylempänä kuin tulvakorkeuksissa oli eroa. Eri viljelyskasveihin nähden voitiin todeta, että alemmalla vyöhykkeellä viljeltiin perunaa lukuunottamatta samoja kasveja kuin ylempänäkin. Turvemailla ja kivennäismailla rajakorkeudet olivat likimäärin samoja.

Havaintoaineistossa kiintyy huomio alaviin viljelyksiin havaintokohdissa 73b, 74 ja 75. Tilan omistaja oli tullut paikkakunnalle vasta v. 1936, jonka jälkeen vesi oli ollut huomattavan alhaalla. Kun vedet rupeavat kohoamaan, on odotettavissa, että nämä viljelykset jäävät luonnonvaraisiksi niityiksi, kuten on tapahtunut havaintokohdissa 5 ja 6, jotka ovat n. 10 cm edellämainittuja peltoja ylempänä.

Vedenkorkeusvaihteluihin verrattuna asettui VR_t -raja 2 cm MHW :n yläpuolelle, korkeudelle, joka oli jäänyt tulvan alle viitenä vuonna kymmenestä. Tulvien kestävyys viljelysrajalla oli n. 5 % ajasta eli keskimäärin 20 vrk vuodessa.

Kenkijärven rannalla niittyvyöhykkeiden rajat olivat ylempänä kuin Iso-Roineveden rannalla.

Vertailusta (taulukko 17) havaitaan, että valkoapilakasvustossa alarajojen korkeuserotukset Kenkijärvässä ja Iso-Roinevedessä olivat 13 cm, lauhanniityllä 15 cm ja vesisaraikossa 38 cm. Tämä erotusten

Taulukko 16. Iso-Roineveden, Hauhonselän ja eräiden sivujärvien (joista erikseen on mainittu Kenkijärvi) rantatutkimukset.

Tabelle 16. Untersuchungen im Ufergebiet der Seen Iso-Roinevesi, Hauhonselkä und Kenkijärvi.

N:o	Havaintopaikka Beobachtungsstelle	Kasvusto Bestand	Maalaji Bodenart	Alarajan korkeus Höhe der Unter- grenze	Huomautuksia Bemerkungen
10c	Hauhonselkä, Vuorenselän kannas ...	vesisaraikko (C_1)	lietteensek. turvemaa	100	Mätäsvalin korkeus = 86.
12	» » ...	»	»	89	
13a	» » ...	»	»	89	
66a	» Viraslahti .	»	hiesumaa	110	
14a	» Työsaaren-niemi	»	»	100	
15a	Iso-Roinevesi, luusua	»	hietamaa	100	
18	» »	»	lietteensek. turvemaa	95	
20	» »	»	»	115	
20a	» »	»	hietamaa	90	
27a	» »	»	»	95	
28a	» Kokkonen ..	»	turvemaa	80	W 24. VIII. 1940 43 cm ylempänä kuin Iso-Roinevedessä.
29	» Hannula ...	»	»	81	
42a	» Kenkijärven-ojan suu	»	lietteensek. turvemaa	93	
Keskim. — Mittel (C_1)				95	
35a	Kenkijärvi	vesisaraikko (C_1)	turvemaa	133	
41c	»	»	hiesumaa	123	
4	Hauhonselkä, Vuorenselän kannas	maasaraikko (C_2)	lietehieta	119	
10b	» »	»	»	111	
Keskim. — Mittel (C_2)				115	
1b	Hauhonselkä, Vuorenselkä .	lauhaniitty (D)	hietamaa	116 ¹⁾	Yksit. mättäitä. Vanha pelto, jäänyt luonnonvaraiseksi. Yksit. mättäitä.
5	» »	»	»	153	
6	» »	»	»	151	
73a	» Matoniemi ..	»	hiesumaa	116 ¹⁾	
15b	Iso-Roinevesi, luusua	»	hietamaa	135	
25b	» »	»	»	125	
27b	» »	»	»	145	
42c	» Kenkijärven-ojan suu	»	lietteensek. turvemaa	113 ¹⁾	
59b	Lehdesmäenjoki	»	hiesumaa	117 ¹⁾	
60a	Pyhäjärvi, luusua	»	»	125	
62a	» koillisranta ..	»	»	132 ¹⁾	Yksityisiä mättäitä. Tasainen pinta. » Pikku lammikon luona, jossa W = 104.
64b	Iso-Roinevesi, Rukkoila ..	»	hietamaa	143	
65b	» » ..	»	»	142	
Keskim. — Mittel (D)				140	
41d	Kenkijärvi	lauhaniitty (D)	hiesumaa	155	
1a	Hauhonselkä, Vuorenselkä .	valkoapila (Tr)	hietamaa	119 ²⁾	
1b	» » ..	»	»	127	
2	» » ..	»	»	137	
3	» » ..	»	»	143	

¹⁾ Ei ole mukana keskiarvossa.

Taulukko 16. Jatk. — Tabelle 16. Forts.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alarajan korkeus <i>Höhe der Untergrenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
10	Hauhonselkä, Vuorenselän kannas	valkoapila (<i>Tr</i>)	lietteensek. turvamaa	154	
11	»	»	»	135	
15c	Iso-Roinevesi, luusua	»	hietamaa	150	
29c	» Hannula ...	»	turvamaa	155	
42d	» Kenkijärven ojan suu	»	lietteensek. turvamaa	122	
59c	Lehdesmäenjoki	»	hiesumaa	123	
60b	Pyhäjärvi, luusua	»	»	159	
62b	» koillisranta	»	»	135	
65a	Iso-Roinevesi, Rukkoila ...	»	hietamaa	142	
66b	Hauhonselkä, Viraslahti ..	»	hiesumaa	101 ¹⁾	Yksityisiä määttäitä.
Keskim. — <i>Mittel (Tr)</i>				140	
35c	Kenkijärvi	valkoapila (<i>Tr</i>)	turve	161	
37b	»	»	hiesumaa	148	
41b	»	»	»	149	
Keskim. — <i>Mittel (Tr)</i>				153	
66c	Hauhonselkä, Viraslahti ..	timotei-apilanurmi (<i>H</i>)	hiesumaa	168	
67	»	»	»	155	
70	»	apilanurmi	»	180	
71	»	timoteinurmi	»	179	
15d	Iso-Roinevesi, luusua	»	hietamaa	168	
22	»	»	turvamaa	180	
23	»	»	»	180	
27b	»	»	hietamaa	175	
28b	» Kekkonen ..	apilanurmi	turvamaa	140	Sarat päättyvät mutahautaan, vanha nurmi.
28c	»	»	»	160	Apila kadonnut runsaasti 160 alapuolelta.
31	» Hannula ...	»	»	175	
33c	» Seppälä ...	timoteinurmi	»	196	Järviruoko kasvaa sarkojen alapäässä korkeuteen 196, josta ylöspäin timotei on menestynyt.
43	» Kenkijärven ojan suu ..	apilanurmi	lietteensek. turvamaa	178	
44	» Kenkijärven oja	»	turvamaa	169	
54	» Leppäniemi ..	»	»	176	
59d	» Lehdesmäenjoki	timoteinurmi	hiesumaa	177	
61	» Pyhäjärvi, luusua	»	»	205	
62c	» Pyhäjärvi, koillisranta ..	apilanurmi	»	156	
Keskim. — <i>Mittel (H)</i>				172	
35d	Kenkijärvi	apilanurmi (<i>H</i>)	turvamaa	185	
37c	»	»	hiesumaa	202	
48	»	timotei-apilanurmi	»	180	
51	»	»	»	185	
52	»	»	»	179	Heinä jätetty siemenheinäksi.
Keskim. — <i>Mittel (H)</i>				186	
69	Hauhonselkä, Viraslahti ...	kaura (<i>K₁</i>)	hiesumaa	171	Pelto (73b, 74) rai-vattu v. 1938; tilan ostanut nykyinen omistaja v. 1936.
73b	» Matoniemi ..	»	»	142	
74	»	»	»	141	

¹⁾ Ei ole mukana keskiarvossa.

Taulukko 16. Jatk. — Tabelle 16. Forts.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alara- jan korkeus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
14b	Hauhonselkä, Työsaaren- niemi	kaura (K_1)	savimaa	194	
19	Iso-Roinevesi, luusua	»	turvemaa	183	
24	»	»	»	175	
30	» Hannula ...	»	»	165	
34	» Seppälä ...	»	»	174	
53b	» Leppäniemi ..	»	»	165	
65	» Rukkoila ..	»	hietamaa	177	
64	»	»	hiesumaa	170	
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_1)				169	
36	Kenkijärvi	kaura (K_1)	turvemaa	183	
40	»	»	»	158	
46	»	»	»	205	
47	»	»	hiesumaa	210	
49	»	»	»	168	
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_1)				185	
21	Iso-Roinevesi, luusua	ohra (K_2)	turvemaa	160	
26	»	»	hietamaa	180	
29d	» Hannula ...	kevätevehnä	turvemaa	157	
68	» Viraslahti ..	»	hiesumaa	178	
75	» Matoniemi ..	»	hiesumaa	130	Pelto raivattu v. 1938; nykyinen omis- taja ostanut tilan v. 1936.
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_2)				169	
45	Kenkijärvi	kevätevehnä (K_2)	turvemaa	195	
50	»	»	hiesumaa	175	
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_2)				185	
72	Hauhonselkä, Viraslahti ...	ruis (S)	hiesumaa	172	
13c	» Vuorenselkä ..	»	hietamaa	165	
16	Iso-Roinevesi, luusua	»	»	173	
17	»	»	turvemaa	155	
32	» Hannula ...	kesanto	»	180	
60c	» Pyhäjärvi, luusua	ruis	hiesumaa	194	
Keskim. — <i>Mittel</i> (S)				172	
7	Hauhonselkä, Vuorenselän kannas	peruna (J_1)	hietamoreeni- maa	222	
8	»	»	»	209	
9	»	»	»	200	
25c	Iso-Roinevesi, luusua	»	hietamaa	183	
55	» Leppäniemi ..	»	turvemaa	187	
Keskim. — <i>Mittel</i> (J_1)				198	
56,57	Iso-Roinevesi, Leppäniemi ..	keittiökasvit	turvemaa	185	

1) Ei ole mukana keskiarvossa.

Taulukko 17. Niittyvyöhykkeiden ja viljelysten alarajojen keskikorkeudet Iso-Roineveden ja Hauhonselän sekä Kenkijärven rannoilla.

Tabelle 17. Die mittleren Höhen der Wiesenzonen und der Kulturen an den Ufern des Iso-Roinevesi und des Hauhonselkä sowie des Kenkijärvi.

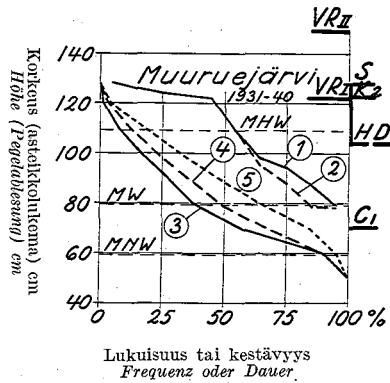
Kasvusto, maalaji <i>Bestand, Bodenart</i>	Iso-Roinevesi, Hauhonselkä						Kenkijärvi	
	I-vyöhyke <i>Zone I</i>		II-vyöhyke <i>Zone II</i>		Kaikki havainnot <i>Alle Beobachtungen</i>		Kaikki havainnot <i>Alle Beobachtungen</i>	
	Kor- keus <i>Höhe</i>	Luku- määrä <i>Zahl</i>	Kor- keus <i>Höhe</i>	Luku- määrä <i>Zahl</i>	Kor- keus <i>Höhe</i>	Luku- määrä <i>Zahl</i>	Kor- keus <i>Höhe</i>	Luku- määrä <i>Zahl</i>
Vesisaraikko (C_1)	—	—	—	—	95	13	133	2
Maasaraikko (C_2)	—	—	—	—	115	2	—	—
Lauhaniitty (D)	—	—	—	—	140	8	155	1
Valkoapila (Tr)	—	—	—	—	140	12	153	3
Kylvöheinä (H)	160	8	183	10	172	18	186	5
Kaura (K_1)	163	8	185	3	169	11	185	5
Ohra ja kevätvehnä (K_2)	149	3	179	2	161	5	185	2
Ruis (S)	166	4	187	2	172	6	—	—
Peruna (J_1)	—	—	198	5	198	5	—	—
Turvemaat	163	11	183	8	171	19	185	5
Kivennäismaat	158	12	189	14	175	26	186	7
Viljelysmaat	$VR_I=161$	23	$VR_{II}=187$	22	173	45	185	12

pieneneminen ylävämmillä vyöhykkeillä on yhdenmukaista sen kanssa, että putouserotus järvien välillä on suuremmilla vedenkorkeuksilla ollut pienempi kuin pienemmillä korkeuksilla. Tämä viittaa siihen, että erilaisten kasvustojen rajat noudattavat niin suurella tarkkuudella vesistöjen vedenkorkeusvaihteluita, että niiden avulla voidaan määrätä vastaavat vedenkorkeudet vesistön eri osissa, milloin asteikkohavaintoja ei ole kaikkialla käytettävissä.

Vesisaraikon alaraja on Iso-Roinevedessä ja Hauhonselässä asetunut 20 cm MW :n alapuolelle, korkeudelle, joka on ollut veden peitossa 71 % ajasta. Lauhaniityn alaraja on asetunut 25 cm MW :n yläpuolelle, korkeudelle, joka on ollut veden peitossa 20 % ajasta.

16. Muuruejärvi.

Viitasaarella oleva Muuruejärvi laskee vetensä Keiteleeseen. Vesistön sadealue järven luusuassa on 2 540 km², josta on järviä 14 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jolla on tehty havaintoja vuodesta 1909 alkaen. Kevättulvan huippu on sattunut vv. 1931—40 keskimäärin 26. V $\pm$ 6. Havaintojen hajonta on $\pm$ 19 vrk. Kuvassa 1 on esitetty järven vedenkorkeusvaihtelut vuosina 1934—38 ja kuvassa 17 aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät vv. 1931—40.



Kuva 17. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Muuruejärvessä vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1940 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).
Abb. 17. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Muuruejärvi in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1940 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Vedenkorkeuksien keski- ja ääriarvot ovat vv. 1931—40 olleet seuraavanlaisia (asteikkolukemat):

HW	128 (v. 1936)	MW IV	67
MHW	109	MW V	98
MW	79	MW VI	97
MNW	59	MW VII	86
NW	51 (v. 1940)	MW VIII	78
W 50 %	73	MW IX	73
		MW IV—IX	83

Suurin havaittu vedenkorkeus on v. 1924 ollut 148. Rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 18.

Eri vyöhykkeillä saadaan keskiarvoiksi seuraavat korkeudet (sulkumerkeissä on havaintokohtien määrä):

	I-vyöhyke	II-vyöhyke
kylvöheinä (H)	104 (1)	149 (3)
kevätilja (K_2)	123 (3)	—
syysvilja (S)	128 (3)	146 (1)
peruna ja juurik. (J)	—	150 (2)
turvemaat	107 (2)	151 (2)
kivennäismaat	128 (5)	148 (4)
alaraja keskim.	$VR_I = 122$ (7)	$VR_{II} = 149$ (6)

Tässä samoin kuin eräissä aikaisemmin esitetyissä vesistöissä VR_{II} -raja on likimäärin sillä korkeudella, missä perunaa ja juurikasveja aletaan viljellä.

Taulukko 18. Muuruejärven rantatutkimukset.
Tabelle 18. Untersuchungen im Ufergebiet des Muuruejärvi.

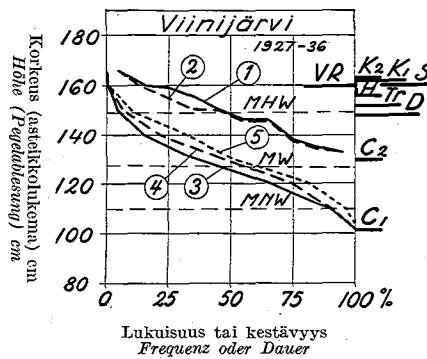
N:o	Havainto- paikka <i>Beobachtungs- stelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Ala- rajan kor- keus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
1	Räihälä ..	vesisaraikko (C_1)	turvemaa	67	Alkoi rehevä kortteikko.
2	» ..	»	»	65	»
3	» ..	»	»	65	»
4	» ..	»	»	72	»
5	» ..	»	hietamaa	70	»
6	» ..	»	turvemaa	71	»
7	Huopana ..	»	»	83	Erillisen vesisyvänteän reu- nalla.
8	» ..	»	»	77	
Keskim. — <i>Mittel</i> (C_1)				71	
9	Räihälä ..	lauhaniitty (D)	turvemaa	100	Ojitettu. Törmä.
10	» ..	»	»	115	
11	Huopana ..	»	hietamaa	97	
Keskim. — <i>Mittel</i> (D)				104	
12	Räihälä ..	valkoapila (Tr)	turvemaa	117	
13	» ..	»	»	107	
14	» ..	»	»	109	
15	» ..	»	»	112	
16	» ..	»	hiesumaa	114	
17	» ..	»	turvemaa	100	
Keskim. — <i>Mittel</i> (Tr)				110	
18	Räihälä ..	kylvöheinä (H)	turvemaa	104	Kylvöheinä säilynyt.
19	» ..	»	»	150	
20	» ..	»	»	152	
21	Huopana ..	»	hietamaa	145	
Keskim. — <i>Mittel</i> (H)				138	
22	Räihälä ..	ruis (S)	hietamaa	134	Hyvä ruis.
23	» ..	»	»	117	
24	Huopana ..	»	»	146	
25	» ..	kesanto	»	132	
Keskim. — <i>Mittel</i> (S)				132	
26	Räihälä ..	ohra (K_2)	hiesumaa	120	
27	» ..	kevätevehnä	»	139	
28	» ..	»	turve	111	
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_2)				123	
29	Räihälä ..	peruna (J_1)	hietamaa	156	
30	» ..	»	»	143	
Keskim. — <i>Mittel</i> (J_1)				150	

VR_1 -raja on ollut 13 cm MHW :n yläpuolella, korkeudella, jonne tulva on noussut viitenä vuotena kymmenestä.

Vesisaraikon alaraja sijaitsi 8 cm *MW*:n alapuolella, korkeudella, joka on ollut veden peitossa 55 % ajasta. Lauhaniitty alkoi 25 cm *MW*:n yläpuolelta, korkeudelta, joka on ollut veden peitossa 13 % ajasta. Saraikkovyöhykkeen korkeus oli 33 cm.

17. Viinijärvi.

Vesistön sadealue järven luusuassa on 805 km², josta järviä on 22 %. Viinijärvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikko, jolla on tehty vedenkorkeushavaintoja vuodesta 1912 alkaen. Kuvassa 18 on esitetty aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät ajanjaksolla 1927—36. Kevättulvan huippu on edellämainitulla kymmenvuotisjaksolla sattunut keskimäärin 29. V $\pm$ 6. Havaintojen hajonta on $\pm$ 19 vrk.



Kuva 18. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Viinijärvessä vv. 1927—36 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla vv. 1934 ja 1936 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 18. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Viinijärvi in den J. 1927—36 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees in den J. 1934 und 1936 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot (asteikkolukemat) ovat vuosina 1927—36 olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	166 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	124
<i>MHW</i>	149	<i>MW</i> V	139
<i>MW</i>	127	<i>MW</i> VI	140
<i>MNW</i>	110	<i>MW</i> VII	131
<i>NW</i>	102	<i>MW</i> VIII	123
<i>W</i> 50 %.....	125	<i>MW</i> IX	118
		<i>MW</i> IV—IX	129

Viinijärven rantatutkimus suoritettiin 8—9. VII. 1934 ja 21. VII. 1936. Rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19. Viinijärven rantatutkimukset.
Tabelle 19. Untersuchungen im Ufergebiet des Viinijärvi.

N:o	Havainto- paikka <i>Beobachtungs- stelle</i>	Vuosi <i>Jahr</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maanlaji <i>Bodenart</i>	Rajan korkeus <i>Höhe der Grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
12a	Murtolahti ..	1934	kortteikko (<i>Eq</i>)	hiesumaa	65—100 ¹⁾	
19a	Matkalahti ..	1934	»	»	65—100 ¹⁾	
Keskim. — <i>Mittel (Eq)</i>					65—100 ¹⁾	
1a	Nistinlahti ..	1934	vesisaraikko (<i>C₁</i>)	0.15 turve/hiesumaa	110—130 ²⁾	
2a	» ..	1934	»	0.15 »	113—125 ²⁾	
4a	» ..	1934	»	0.10 »	110—133 ²⁾	
10a	Niinisaari ..	1934	»	0.10 »	105—127 ²⁾	
12b	Murtolahti ..	1934	»	hiesumaa	80—125 ²⁾	
14a	» ..	1934	»	»	112—130 ²⁾	
19b	Matkalahti ..	1934	»	»	105—135 ²⁾	
22	Sotkuma ...	1934	»	»	80—130 ²⁾	
Keskim. — <i>Mittel (C₁)</i>					102—129 ²⁾	
1b	Nistinlahti ..	1934	maasaraikko (<i>C₂</i>)	0.15 turve/hiesumaa	130—145 ²⁾	
2b	» ..	1934	»	0.15 »	128—140 ²⁾	
4b	» ..	1934	»	0.15 »	133—150 ²⁾	
10b	Niinisaari ..	1934	»	0.10 »	127—140 ²⁾	
12c	Murtolahti ..	1934	»	hiesumaa	125—155 ²⁾	
14b	» ..	1934	»	»	130—145 ²⁾	
19c	Matkalahti ..	1934	»	»	135—140 ²⁾	
Keskim. — <i>Mittel (C₂)</i>					130—145 ²⁾	
1c	Nistinlahti ..	1934	nurmilauhaniitty (<i>D</i>)	0.10 turve/savimaa	145	
2c	» ..	1934	»	0.15 »	142	
4c	» ..	1934	»	0.10 »	150	
22	Niinisaari	1936	»	hiesumaa	153	
Keskim. — <i>Mittel (D)</i>					148	
7a	Niinisaari ..	1934	valkoapila (<i>Tr</i>)	hiesumaa	145	Apilaa kohtalaisesti.
12d	Murtolahti ..	1934	»	»	155	» »
18	» ..	1934	»	»	153	» runsaasti.
23	Sotkuma ...	1934	»	»	157	» »
Keskim. — <i>Mittel (Tr)</i>					152	
7a	Niinisaari ..	1934	timotei- ja apila- nurmi (<i>H</i>)	hiesusavimaa	145	Toisen vuoden kylvöheinä kuollut. Kasvaa valko- apilaa, nurmilauhaa y.m.
7b	» ..	1934	»	»	153 ²⁾	Toisen vuoden kylvöheinä normaalina.
8	» ..	1934	»	turvemaa	163	Vanha kylvöheinä rajan ala- puolella hävinnyt.
10c	» ..	1934	»	hiesusavimaa	142	Toisen vuoden kylvöheinä hävinnyt.
10d	» ..	1934	»	»	150 ²⁾	Toisen vuoden kylvöheinä säilynyt.

¹⁾ Jälkimmäinen numero merkitsee kasvuston ylärajaa.

²⁾ Ei ole mukana keskiarvossa.

Taulukko 19. Jatk. — Tabelle 19. Forts.

N:o	Havainto- paikka <i>Beobachtungs- stelle</i>	Vuosi <i>Jahr</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Rajan korkeus <i>Höhe der Grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
11a	Niinisaari ..	1934	timotei- ja apila- nurmi (<i>H</i>)	hiesusavimaa	145	Toisen vuoden kylvöheinä hävinnyt.
11b	» ..	1934	»	»	148 ¹⁾	Toisen vuoden kylvöheinä säilynyt.
12e	Murtolahti ..	1934	»	»	150	Vanha nurmi, kylvöheinä hävinnyt.
12f	» ..	1934	»	»	170 ¹⁾	Vanha nurmi, timotei osaksi säilynyt, valkoapilaa run- saasti.
13	» ..	1934	»	»	165	Hyvä neljänn. vuoden heinä.
15a	» ..	1934	»	»	148	Nurmilauha vallannut kol- mannen vuoden nurmen.
15b	» ..	1934	»	»	160 ¹⁾	Hyvä kolmannen vuoden timotei.
7c	Niinisaari ..	1936	»	»	167 ¹⁾	Raja, josta alaspäin apila tuhoutunut.
9	» ..	1936	»	»	162	Toisen vuoden kylvöheinän raja, josta alaspäin timo- tei hävinnyt.
10e	» ..	1936	»	»	163 ¹⁾	Neljänn. vuoden kylvö- heinä. Rajan yläp. timo- tei ja apila säilynyt.
24	Kapalahti ..	1936	»	lietteensek. turve- maa	175	Vanha nurmi, jossa kylvöh. säilynyt.
Keskim. — <i>Mittel (H)</i>					156	
1d	Nistinlahti ..	1934	kaura (<i>K₁</i>)	hiesusavimaa	170	Kasvu normaalia.
3a	» ..	1934	»	»	152	» kituvaa, tuhoutumis- raja.
3b	» ..	1934	»	»	185 ¹⁾	» normaalia.
4d	» ..	1934	»	»	173	» normaalia.
6	Niinisaari ..	1934	»	hiekkamaa	162	Rantatörmällä, kasvu nor- maalia.
17	Murtolahti ..	1934	»	hiesusavimaa	155	Hieman vedenvaivaamaa.
20	Matkalahti ..	1934	»	»	160	Vedenvaivaamaa.
Keskim. — <i>Mittel (K₁)</i>					162	
21a	Sotkuma	1934	ohra (<i>K₂</i>)	hiesusavimaa	165	Vedenvaivaama kasvu.
21b	» ..	1934	»	»	180 ¹⁾	Kasvu normaalia.
5	Niinisaari ..	1934	kevätevehnä	hiekkamaa	162	Rantatörmä, kasvu normaal.
Keskim. — <i>Mittel (K₂)</i>					163	
9a	Niinisaari ..	1934	ruis (<i>S</i>)	hiesumaa	143	Kasvit kuolleet.
9b	» ..	1934	»	»	148 ¹⁾	Kasvu vedenvaivaamaa.
9c	» ..	1934	»	»	170 ¹⁾	» normaalia.
16	Murtolahti ..	1934	»	»	177	» »
Keskim. — <i>Mittel (S)</i>					160	

1) Ei ole mukana keskiarvossa.

Kortteikko on ulottunut 37 cm *NW*:n alapuolelle kasvuston ylärajan ollessa *NW*:n tasossa ja 27 cm *MW*:n alapuolella. Tästä on alkanut vesisaraikko, joka 28 cm korkeana vyöhykkeenä on ulottunut hieman keskiveden yläpuolelle. Tältä korkeudelta alkanut maa-saraikko on 18 cm korkeana vyöhykkeenä ulottunut korkeudelle, joka 7 % ajasta on ollut veden alla.

Valkoapilakasvuston alaraja on ollut 4 cm ylempänä kuin nurmilauhaniityn. Kylvönurmia on perustettu k.o. vesistön rannalla sille korkeudelle, missä valkoapila luonnonniityillä on säilynyt.

Jos määrätään viljelyksen keskimääräinen alaraja *VR* huomioonottamalla kaikki havainnot, tullaan 19 havainnon keskiarvona asteikkokorkeuteen 160, joka on 11 cm *MHW*:n yläpuolella, korkeudella, jonne tulva nousee kahtena vuonna kymmenestä. Kun rantatutkimuksissa havainnot rajoittuivat vain alavimpiin viljelyskuvioihin, on tämä keskiarvo sellaisenaan verrattavissa *VR_r*-rajaan.

Kauran kasvu alavimmissa kohdissa on v. 1934 ollut kituvaa muualla paitsi havaintokohdassa 6, jossa maalaji on ollut hienoa hiekkaa. Hiesu- ja savimailla korkeasta pohjavedestä aiheutunut kasvun heikkeneminen on silmävaraisesti arvioituna loppunut 20—30 cm tuhoutumisrajan yläpuolella eli asteikkokorkeudella 175—185. Myös ohran kasvu on korkeudella 180 ollut normaalia. Hiekkamaalla on kevätvehnä menestynyt samoin kuin kaurakin jo korkeudella 162 ilman, että siinä on ollut havaittavissa järven vedenkorkeuksien haitallista vaikutusta. Kevätviljat ovat siis kaikki olleet k. o. vuonna kuivatusvaatimuksiinsa nähden hyvin samanlaisia. Ruis on menestynyt asteikkolukeman 170 korkeudella normaalisti. Rukiin viljelysraja on ollut likimäärin sama kuin kevätviljojen.

Kauran tuhoutumisraja on ollut 6 cm ylempänä kevättulvan huippua, joka viipyi samalla korkeudella toukokuussa kolmen viikon ajan. Toisen vuoden timotei- ja apilanurmi on hävinnyt keskimäärin 4 cm mainitun tulvakorkeuden alapuolella. Vuoteen 1936 mennessä näissä samoissa havaintokohdissa säilyneen kylvöheinän alaraja oli kohonnut 15 cm. Vuonna 1935 vesi syksyllä nousi parin viikon ajaksi 4 cm tämän korkeuden alapuolelle ja v. 1936 kevättulva nousi viikon ajaksi tämän tuhoutumisrajan yläpuolelle. Rukiin tuhoutumisraja oli v. 1934 samalla korkeudella kuin apilan ja timoteinkin. Kevätviljoihin verrattuna ruis on siis kestänyt paremmin korkeaa vettä.

18. Kallavesi.

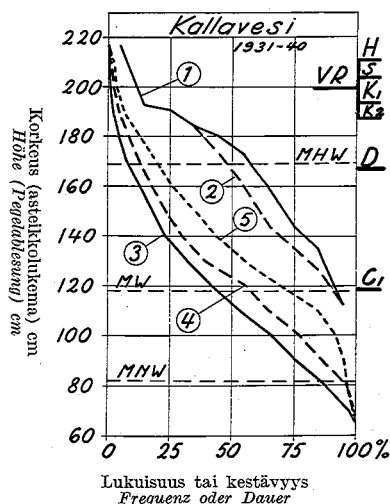
Kallaveden sadealue on 16 275 km², josta on järviä 15 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikkoja, joilla on suoritettu havaintoja viime vuosisadalta alkaen. Tässä tutkielmassa on käy-

tetty Päivärannan kääntösillalla tehtyjä havaintoja vuosilta 1931—40. Kevättulvan huippu on tänä aikana sattunut keskimäärin $16. VI \pm 3$. Havaintojen hajonta on ollut ± 10 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot k. o. ajanjaksolla ovat olleet seuraavanlaisia:

<i>HW</i>	217 (v. 1938)	<i>MW</i> IV	90
<i>MHW</i>	169	<i>MW</i> V	128
<i>MW</i>	118	<i>MW</i> VI	159
<i>MNW</i>	82	<i>MW</i> VII	147
<i>NW</i>	65 (v. 1940)	<i>MW</i> VIII	124
<i>W</i> 50 %	112	<i>MW</i> IX	109
		<i>MW</i> IV—IX	126

Kuvassa I on esitetty päivittäiset vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 19 vedenkorkeuksien kestävyys- ja vuosimaksimien lukuisuuskäyriä vv. 1931—40. Vuonna 1924 sattunut tulva nousi korkeudelle 244.



Kuva 19. Vedenkorkeuksien lukisuus- ja kestävyyskäyriä Kallavedessä vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1934—40 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 19. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Kallavesi in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1934—40 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Rantatutkimuksia on suoritettu vuosina 1934, 1936 ja 1940. Kahtena ensiksi mainittuna vuonna tarkkailtiin etupäässä kevätviljojen tuhoutumisrajaa Toivalassa. M. REIJONEN suoritti tutkimukset v. 1940. Tutkimustulokset on esitetty taulukossa 20.

Taulukko 20. Kallaveden rantatutkimukset.
Tabelle 20. Untersuchungen im Ufergebiet des Kallavesi.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Ala- rajan kor- keus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
<i>Vuonna 1934 suoritettut havainnot.</i>					
1a	Toivala	ohra (K_2)	hiesumaa	180	Jyrkkä tuhoutumis- raja.
1b	»	»	»	190	Kasvu normaalia.
2a	»	vesisaraikko (C_1)	»	120	Alkaa kortteikko
2b	»	nurmilauhaniitty (D)	»	167	
<i>Vuonna 1936 suoritettut havainnot.</i>					
3a	Toivala	ohra (K_2)	hiesumaa	193	Jyrkkä tuhoutumis- raja.
3b	»	»	»	198	Kasvu normaalia.
4a	»	kaura (K_1)	»	189	Jyrkkä tuhoutumis- raja.
4b	»	»	»	199	Kasvu normaalia.
<i>Vuonna 1940 suoritettut havainnot.</i>					
5	Leppävirta, Vehmasmäki ..	vesisaraikko (C_1)	turvemaa	117	Alkaa kortteikko.
6	»	»	»	120	»
7	» Hirvimäki	»	»	122	»
8	Kaavi, Melalahti	»	»	118	»
9	»	»	»	120	»
Keskim. — <i>Mittel</i> (C_1)				119	
10	Leppävirta, Vehmasmäki ..	kylvöheinä (H)	0.4 turve/ hiesumaa	188	
11	»	»	»	188	
12	» Hirvimäki	»	turvemaa	212	
13	»	»	»	227	
14	» Ritsenlahti	»	»	227	
15	»	»	»	223	
Keskim. — <i>Mittel</i> (H)				211	
16	Leppävirta, Vehmasmäki ..	kaura (K_1)	0.4 turve/ hiesumaa	179	
17	» Hirvimäki	»	turvemaa	216	
18	» Ritsenlahti	»	»	208	
19	Kaavi, Melalahti	»	0.4 turve/ hiesumaa	180	
20	»	»	»	186	
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_1)				194	
21	Leppävirta, Vehmasmäki ..	ruis (S)	savimaa	181	
22	Kaavi, Melalahti	»	hiesumaa	218	
23	»	»	»	209	
Keskim. — <i>Mittel</i> (S)				204	

Viljelysrajaa koskevat havainnot kohdistuivat vain alimpiin pelto-kuvioihin, joten havaintojen keskiarvo 200 vastaa sellaisenaan VR_T -rajaa. Kylvöheinän alaraja on Kallaveden rannalla asettunut v. 1940 ylempään kuin kevät- ja syysviljojen johtuen tämä pitkäaikaisesta alhaisesta vedenkorkeudesta. Alimmilla viljelyskuvioilla kylvöheinän uusiminen on vasta alkanut. Turvemaalla viljelysten alarajan keski- korkeus oli 194, kivennäismaalla keskikorkeus oli 205.

Ohran tuhoutumisraja hiesumaalla v. 1934 oli 7 cm kesäkuun puolivälissä sattuneen tulvahuipun yläpuolella, 10 cm tuhoutumisrajan alapuolella vesi oli seisonut 25 vrk. Jo 10 cm tuhoutumisrajan yläpuolella kasvu oli silmävaraisesti arvioituna normaalia. Vuonna 1936 ohran tuhoutumisraja hiesumaassa oli kesäkuun alussa sattuneen tulvahuipun tasossa ja kasvu oli normaalia 7 cm tuhoutumisrajan yläpuolella. Kauran tuhoutumisraja oli 4 cm alempana kuin ohran. Tulva oli seisonut kauran tuhoutumisrajan korkeudella kaksi viikkoa.

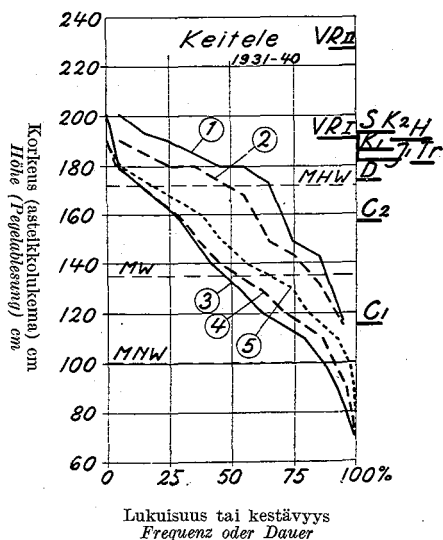
Vesisaraikon ja kortteikon raja on asettunut 1 cm MW :n yläpuolelle korkeudelle, joka on ollut veden alla 43 % ajasta. Nurmilauhan alaraja (1 havainto) on asettunut 49 cm MW :n yläpuolelle, korkeudelle, joka on ollut veden alla 10 % ajasta.

19. Keitele.

Keiteleen rantatutkimukset suoritettiin 20—23. VII. 1940. Vesistön sadealue järven luusuassa on 6 305 km², josta on järviä 18 %. Järvessä on Hydrografisen toimiston vesiasteikkoja. Viitasaaren asteikolta, jonka havainnot tässä on käytetty vertailuperusteina, on vedenkorkeustietoja vuodesta 1885 alkaen. Vedenkorkeudet ovat riippuvaisia Äänekoskessa tapahtuvasta padotuksesta ja ne poikkeavat jossain määrin vastaavanlaisen vesistön normaalivaihteluista. Kuvassa 1 on esitetty vuosien 1934—38 vedenkorkeusvaihtelut ja kuvassa 20 aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät ajanjaksolta 1931—40. Lumen kevätsulamisen aiheuttaman yliveden ajankohdan määrittely on useana vuonna hyvin tulkinnan varaista, kun varsinainen tulvakumpu on padotuksen vuoksi voinut venyä jopa 2 kuukautta kestäväksi, kuten on ollut asianlaita esim. v. 1939. Jos tulvahuipun ajankohdaksi otetaan touko—heinäkuun maksimin ajankohta, saadaan vuosina 1931—40 sen keskimääräiseksi sattumisa-jaksi 27. VI $\pm$ 7. Havaintojen hajonta on $\pm$ 23 vrk.

Vedenkorkeuksien ääri- ja keskiarvot vv. 1931—40 ovat olleet seuraavanlaisia (asteikkolukemat):

<i>HW</i>	201 (v. 1934)	<i>MW</i> IV	114
<i>MHW</i>	172	<i>MW</i> V	138
<i>MW</i>	135	<i>MW</i> VI	153
<i>MNW</i>	100	<i>MW</i> VII	150
<i>NW</i>	68 (v. 1934)	<i>MW</i> VIII	142
<i>W 50 %</i>	132	<i>MW</i> IX	132
		<i>MW</i> IV—IX	138



Kuva 20. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Keiteleessä vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1940 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 20. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Keitele in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1940 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Rantatutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 21. Jakamalla siinä esitetyt havainnot vyöhykkeisiin saadaan seuraava yhdistely (sulkumerkeissä havaintokohtien lukumäärä):

	I-vyöhyke	II-vyöhyke
kylvöheinä (<i>H</i>)	190 (8)	216 (6)
kaura (<i>K₁</i>)	186 (3)	215 (4)
ohra ja kevätvehnä (<i>K₂</i>) ...	193 (4)	220 (2)
ruis ja kesanto (<i>S</i>)	193 (4)	244 (2)
peruna (<i>J₁</i>)	181 (1)	237 (3)
pellava	—	241 (2)
turvemaat	184 (9)	224 (1)
kivennäismaat	196 (11)	227 (18)
alaraja keskim.	$VR_I = 191 (20)$	$VR_{II} = 227 (19)$

Taulukko 21. Keiteleen rantatutkimukset.
Tabelle 21. Untersuchungen im Ufergebiet des Keitele.

N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alarajan korkeus <i>Höhe der Untergrenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
2	Hännilänsalmi	vesisaraikko (C_1)	saviliejumaa	116	Alkoi kortteikko.
3	»	»	»	104	Alkoi kortteikko jota niitetty 50 cm syvässä vedessä.
17a	Varsalahti	»	turvemaa	110	Alkoi kortteikko, niitetty 30 cm syv. vedessä.
29a	Pietilänranta	»	hiesumaa	125	Alkoi kortteikko.
34a	»	»	turvemaa	123	» »
35a	»	»	hietamaa	113	» »
36a	»	»	turvemaa	117	» »
37a	»	»	»	116	» »
40a	»	»	»	121	» »
51a	»	»	hietamaa	130	» »
54	Muikunlahti	»	»	100	» »
Keskim. <i>Mittel</i> (C_1)				116	
5a	Hännilänsalmi	maasaraikko (C_2)	turvemaa	165	
7b	Sulkavanlahti	»	»	141	
14a	Varsalahti	»	hiesumaa	163	
34b	Pietilänranta	»	turvemaa	156	
36b	»	»	»	160	
37b	»	»	»	150	
Keskim. <i>Mittel</i> (C_2)				157	
4	Hännilänsalmi	valkoapila (Tr)	hietamoreeni		
5b	»	»	maa	170	Yksityisiä mättäitä 155.
7c	Sulkavanlahti	»	turvemaa	180	
14b	Varsalahti	»	»	180	
29	Pietilänranta	»	hiesumaa	190	
30	»	»	hietamaa	176	
34d	»	»	hiesumaa	194	Ojitettu niitty.
37d	Pietilänranta	»	»	185	
41b	»	»	turvemaa	187	
45	»	»	»	173	
51b	»	»	»	161	Yksityisiä mättäitä 150.
			hiesumaa	174	
Keskim. <i>Mittel</i> (Tr)				181	
32a	Pietilänranta	lauhaniitty (D)	turvemaa	164	Ojitettu niitty.
34c	»	»	hiesumaa	186	
36c	»	»	turvemaa	183	
37c	»	»	»	187	
44	»	»	»	160	
57a	Muikunlahti	»	»	165	Ojitettu, osaksi saraa kasvava.
57b	»	»	»	175	
Keskim. <i>Mittel</i> (D)				174	
8	Sulkavanlahti	kylvöheinä (H)	hiesumaa	233	Vanha nurmi.
12	»	»	»	217	» »
14c	Varsalahti	»	»	193	
17b	»	»	turvemaa	177	
21	»	»	»	180	

Taulukko 21. Jatk. — Tabelle 21. Forts.

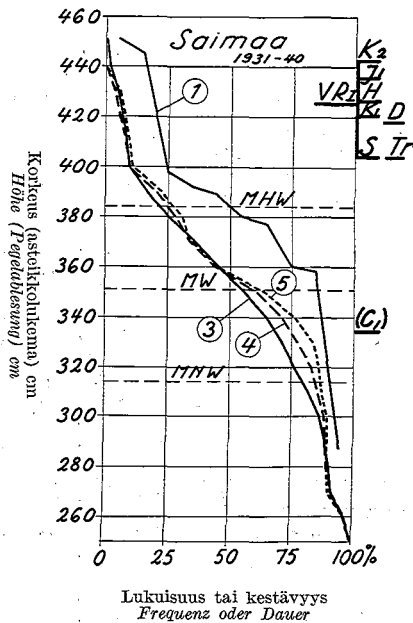
N:o	Havaintopaikka <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Alara- jan korkeus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
22b	Pietilänranta	kylvöheinä (<i>H</i>)	turvemaa	191	
35b	»	»	hiesumaa	200	
36d	»	»	»	211	
37d	»	»	»	214	
40	»	»	»	245	
41c	»	»	»	205	
43	»	»	turvemaa	193	
53	Muikunlahti	»	hiesumaa	213	
55	»	»	turvemaa	185	
Keskim. <i>Mittel (H)</i>				204	
11	Sulkavanlahti	kaura (<i>K₁</i>)	hiesumaa	215	
20	Varsalahti	»	turvemaa	187	
22	»	»	»	180	
25	Keihärinkoski	»	hiesumaa	213	
28	Pietilänranta	»	»	206	Hernettä joukossa.
33	»	»	»	190	
58	Muikunlahti	»	turvemaa	224	
Keskim. <i>Mittel (K₁)</i>				202	
27	Pietilänranta	ohra (<i>K₂</i>)	hiesumaa	205	
42	»	»	»	201	
57	Muikunlahti	»	hietamaa	219	
15	Varsalahti	kevätevehnä	hiesumaa	185	
18	»	»	turvemaa	180	
52	Muikunlahti	»	hietamaa	220	
Keskim. <i>Mittel (K₂)</i>				202	
12	Sulkavanlahti	kesanto (<i>S</i>)	hiesumaa	240	
16	Varsalahti	ruis	»	192	
23	»	kesanto	»	190	
26	Pietilänranta	ruis	»	195	
31	»	»	»	197	
51c	»	»	»	248	
Keskim. <i>Mittel (S)</i>				210	
19a	Varsalahti	peruna (<i>J₁</i>)	turvemaa	181	Pienen mökin palsta.
38	Pietilänranta	»	hiesumaa	260	
48	»	»	»	234	
49	»	»	»	218	
Keskim. <i>Mittel (J₁)</i>				223	
39	»	pellava	hiesumaa	250	
47	»	»	»	232	
19b	Varsalahti	keittiökasvit	turvemaa	181	Pienen mökin palsta.

Veden ollessa poikkeuksellisen matalalla ei ollut havaittavissa mainittavaa eroa eri viljelyskasvien alimpien viljelyskohtien suhteen. Turvemaiden viljelys on mennyt hieman alemmas kuin kivennäis-
mailla.

VR_1 -raja on ollut 19 cm MHW :n yläpuolella, korkeudella, joka on jäänyt tulvan alle kahtena vuotena kymmenestä. Lauhaniityn alaraja oli 39 cm MW :n yläpuolella, korkeudella, joka on ollut veden peitossa 11 % ajasta. Valkoapilan raja oli 7 cm tämän yläpuolella. Vesisaraikon alaraja oli 19 cm MW :n alapuolella, korkeudella, joka on ollut veden peitossa 69 % ajasta. Saraikkovyöhykkeen korkeus oli 58 cm.

20. Saimaa.

Saimaan sadealue on 62130 km², josta on järviä 20 %. Lauritsalassa on tehty vedenkorkeushavaintoja jo vuodesta 1847 alkaen. Kuvassa 1 on esitetty vedenkorkeusvaihtelut vv. 1934—38 ja kuvassa 21 aikaisemmin mainitut lukuisuus- ja kestävyyskäyrät vv. 1931—40. Saimaassa sattuu lumen kevätsulamisesta aiheutuva maksimi yleensä heinäkuun lopulla, mutta useana vuonna tätä maksimin ajankohtaa on vaikea määrätä, kun vedenpinta voi olla koko vuoden laskemassa tai nousemassa.



Kuva 21. Vedenkorkeuksien lukuisuus- ja kestävyyskäyriä Saimaassa vv. 1931—40 sekä vyöhykkeiden alarajat järven rannalla v. 1940 (merkkien selitykset sivuilla 21 ja 22).

Abb. 21. Frequenz- und Dauerkurven der Wasserstände im Saimaa in den J. 1931—40 sowie die Untergrenzen der Zonen am Ufer des Sees im J. 1940 (s. Zeichenerklärung im Referat).

Taulukko 22. Saimaan rantatutkimukset.
Tabelle 22. Untersuchungen im Ufergebiet des Saimaa.

N:o	Havaintokohta <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Ala- rajan kor- keus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
6c	Ristiina, Yövesi ...	lauhaniitty (D)	lietteensek. hietamoreenimaa	426	W 30. VIII. 1940 = Sai- maan W + 28 cm.
8c	» ...	»	»	428	
22a	» ...	»	»	409	
36e	Porrassalmi	»	hiesumaa	413	
48c	Ristiina, Yövesi ...	»	turvemaa	416	
50a	» ...	»	hiesuhietamaa	403	
51d	» ...	»	savihiesumaa	424	
Keskim. — <i>Mittel (D)</i>				418	
1b	Ristiina, Yövesi ...	valkoapila (Tr)	lietteensek. hietamoreenimaa	399	Yksityisiä määttäitä 333
4b	» ...	»	»	407	» » 310
5	» ...	»	»	409	
6b	» ...	»	»	416	» » 366
11b	» ...	»	»	399	
14a	» ...	»	»	399	
16b	» ...	»	»	419	
17b	» ...	»	»	399	
18d	» ...	»	»	395	
23b	» ...	»	hiesumaa	401	
36d	Porrassalmi	»	savihiesumaa	410	W 30. VIII. 1940 = Sai- maan W + 28 cm.
43	Anttola	»	hietamoreenimaa	389	
55c	Ristiina, Yövesi ...	»	»	412	Yksityisiä määttäitä 367
Keskim. — <i>Mittel (Tr)</i>				404	
4d	Ristiina, Yövesi ...	timotei-apilaheinä (H)	hietamoreenimaa	479	
5b	» ...	»	»	509	
7c	» ...	»	»	512	
8d	» ...	»	hiesumaa	449	
10b	» ...	»	hietamoreenimaa	464	
12b	» ...	»	»	439	
13	» ...	»	»	454	
20d	» ...	»	turvemaa	489	
20e	» ...	»	hiesumaa	504	
45a	Anttola	»	hiekkamor. maa	404	
46e	»	»	hietamoreenimaa	423	
46f	»	»	turvemaa	393	
55c	Ristiina, Yövesi ...	»	hiesumaa	460	
56a	» ...	»	»	462	
Keskim. — <i>Mittel (H)</i>				460	
11 a	Ristiina, Yövesi ...	kaura (K ₁)	hietamoreenimaa	459	W 30. VIII. 1940 = Sai- maan W + 28 cm.
20 c	» ...	»	hietamaa	519	
21 a	» ...	»	»	429	
22 b	» ...	»	turvemaa	399	
36 g	Porrassalmi	»	hietamaa	464	
41 b	Anttola	»	hietamoreenimaa	420	
44 a	»	»	»	462	
47	»	»	»	438	
Keskim. — <i>Mittel (K₁)</i>				448	

Taulukko 22. Jatk. — Tabelle 22. Forts.

N:o	Havaintokohta <i>Beobachtungsstelle</i>	Kasvusto <i>Bestand</i>	Maalaji <i>Bodenart</i>	Ala- rajan kor- keus <i>Höhe der Unter- grenze</i>	Huomautuksia <i>Bemerkungen</i>
4c	Ristiina, Yövesi ...	kevätevehnä (K_2)	hietamoreenimaa	469	W 30. VIII. 1940 = Sai- maan W + 28 cm.
6c	» ...	»	»	451	
8f	» ...	»	hietamaa	459	
11c	» ...	»	hietamoreenimaa	429	
12d	» ...	»	»	503	
36f	Porrassalmi	»	hiesusavimaa	464	
41c	Anttola	»	hiesumaa	427	
44b	»	»	hietamoreenimaa	454	
45c	»	»	»	452	
54a	Ristiina, Yövesi ...	»	»	443	
Keskim. — <i>Mittel</i> (K_2)				455	
18c	Ristiina, Yövesi ...	ruis (S)	hietamoreenimaa	459	
23	» ...	»	lietteensek. turvamaa	384	
25b	» ...	»	hietamoreenimaa	429	
25c	» ...	»	»	409	
36h	Porrassalmi	»	savihiesumaa	583	
24a	Ristiina, Yövesi ...	kesanto	hietamoreenimaa	418	
24b	» ...	»	turvamaa	369	
25a	» ...	»	hietamoreenimaa	469	
41a	Anttola	»	hietamaa	417	
Keskim. — <i>Mittel</i> (S)				437	
1c	Ristiina, Yövesi ...	peruna (J_1)	hietamoreenimaa	457	
2	» ...	»	»	474	
3	» ...	»	»	464	
6d	» ...	»	»	484	
7a	» ...	»	»	455	
8e	» ...	»	hiesumaa	474	
9	» ...	»	»	434	
12c	» ...	»	hietamoreenimaa	439	
14b	» ...	»	»	520	
15a	» ...	»	»	449	
16c	» ...	»	»	472	
22c	» ...	»	turvamaa	404	
Keskim. — <i>Mittel</i> (J_1)				460	
7b	Ristiina, Yövesi ...	keittiökasvit	hietamoreenimaa	437	
10c	» ...	»	»	499	
15b	» ...	»	»	449	
17c	» ...	»	»	489	
45b	Anttola	»	»	463	
57a	Ristiina, Yövesi ...	»	savihiesumaa	467	
Keskim. — <i>Mittel</i>				467	

Vedenkorkeuksien keski- ja ääriarvot ovat vv. 1931—40 olleet seuraavanlaisia (asteikkolukemat):

<i>HW</i>	451 (v. 1936)	<i>MW</i> IV	339
<i>MHW</i>	384	<i>MW</i> V	349
<i>MW</i>	351	<i>MW</i> VI	357
<i>MNW</i>	314	<i>MW</i> VII	363
<i>NW</i>	250 (v. 1940)	<i>MW</i> VIII	362
<i>W</i> 50 %..	356	<i>MW</i> IX	354
		<i>MW</i> IV—IX..	354

Vuonna 1924 nousi *HW* korkeudelle 513.

Rantatutkimukset suoritettiin 29—30. VIII. 1940 ja ne kohdistuivat pariin lahdekkeeseen Ristiinan—Mikkelin maantien lähistöllä. Tulokset on esitetty taulukossa 22.

Jakamalla havaintoaineisto vyöhykkeisiin saadaan seuraavanlainen yhdistely alarajan keskikorkeuksista (sulkumerkeissä on havaintokohtien lukumäärä):

	<i>I</i> -vyöhyke	<i>II</i> -vyöhyke
kylvöheinä (<i>H</i>)	427 (6)	485 (8)
kaura (<i>K</i> ₁)	421 (4)	476 (4)
kevätevehnä (<i>K</i> ₂)	443 (6)	474 (4)
ruis ja kesanto (<i>S</i>)	404 (6)	504 (3)
peruna (<i>J</i> ₁)	436 (5)	478 (7)
turvemaat	390 (5)	489 (1)
kivennäismaat	435 (22)	482 (25)
alaraja keskim.	$VR_I = 426$ (27)	$VR_{II} = 482$ (26)

Se seikka, että havainnot keskittyivät vain pariin lahteen, lienee vaikuttanut havaintotuloksiin, m. m. kivennäismaan ja turvemaan suureen korkeuseroon *I*-vyöhykkeessä. Ins. EINO W. SEPPÄNEN on vv. 1934 ja 1935 tekemiensä havaintojen nojalla saanut viljelyksen alarajan korkeudeksi:

	v. 1934	v. 1935
turvemaat	405 (26)	424 (83)
kivennäismaat	392 (24)	429 (87)

Sulkumerkeissä on havaintokohtien lukumäärä. Vuoden 1934 havainnot on Lappeen—Ruokolahden väliltä ja vuoden 1935 havainnot Mikkelin—Savonlinnan seuduilta.

Saimaan vedenkorkeuksien jaksoittaiset vaihtelut aiheuttavat viljelysten alarajan siirtymistä, kuten edellä esitetyistä luvuista havaitaan. M. m. v. 1940 oli todettavissa, että kesantoja oli tehty huomattavan alaville rantamaille. Viljelysten alaraja oli vuosien 1935—36 korkean kauden jälkeen taas siirtymässä alemmaksi.

Myös luonnonvaraisissa kasveissa oli havaittavissa, että kuivuneille rannoille oli tunkeutumassa m. m. valkoapilaa lähes metriä alemmas kasvuston varsinaista alarajaa. Nurmilauha ei näyttänyt kykenevän yhtä nopeasti seuraamaan vedenkorkeuksien jaksottaisia muutoksia kuin valkoapila ja sen alaraja olikin ylempänä. Mainittakoon, että vv. 1935—36, seurataessani erään vanhan, korkeudella 430 olevan kylvönurmen kasvua Lauritsalassa, tulvan noustessa maan pinnalle useiden kuukausien ajaksi, totesin miten yhden vuoden aikana tämä lauhavaltainen nurmi muuttui saraikoksi.

Vedenkorkeusvaihteluiden luonteesta johtuen Saimaan rantaniittyjen arvo on suhteellisen vähäinen. Heinän laatu ja korjuuvaikeudet sekä niittyvyöhykkeen jääminen pitkiksi ajoiksi veden peittoon aiheuttavat, että varsin suuri osa rantaniityistä jätetään korjaamatta, niitä käytetään etupäässä laidunmaina.

Korkeusvälillä 295—335 esiintyi saramättäitä. Mättäät olivat vyöhykkeen alaosassa jopa 40 cm:n korkeita. Mättäiden yläpinta oli koko vyöhykkeellä likimäärin samassa tasossa, korkeudella 335. Tämä korkeus vastanee lähinnä vesisaraikon ylärajaa.

Muita vesistöjä.

Havaintoaineistoa viljelysten alarajan esiintymisen nähden on täydennetty lisäksi vesistönjärjestelyhankkeiden yhteydessä suoritettuihin korkeusvaakituksiin nojautuen. Tutkimuskartoista on koottu tietoja alimpien peltokuvien korkeudesta ranta-alueilla. Tulokset, jotka on esitetty taulukossa 23, tarkoittavat lähinnä VR_1 -rajan korkeutta. Taulukkoon on vesistön vedenkorkeusvaihteluiden selvittämiseksi koottu lisäksi tiedot MHW :n ja MW :n korkeudesta ja T_1 -ajankohdasta. Ins. S. PAASILAHTEI on johtanut rantatutkimukset vesistöissä 24, 25 ja 30, ins. EINO W. SEPPÄNEN vesistöissä 26—29, ins. M. KÄRNÄ vesistössä 23 ja ins. M. WÄRE vesistössä 22.

Päijänteen rannalla on ins. A. HEINO tehnyt myös niittyvyöhykkeiden alarajaa koskevia havaintoja. Niiden mukaan on:

kortteikon	alaraja (Eq)	korkeudella	77.87
vesisaraikon	» (C_1)	»	78.25
maasaraikon	» (C_2)	»	78.70
lauhaniityn	» (D)	»	78.90

Taulukko 23. *Viljelysten alaraja (VR_I) eräiden vesistöjen rannoilla.*
 Tabelle 23. *Untergrenze des Ackerbaus (VR_I) im Ufergebiet einiger Gewässer.*

N:o	Vesistö Gewässer	Sadelaue Nieder- schlags- gebiet		Vedenkorkeus Wasserstand			T ₁	Tutkimus vuosi Unter- suchungs- jahr	Viljelysten alaraja V R _I Untergrenze des Ackerbaus V R _I					
		P ² km ²	J %	Vuosi Jahr	MHW	MW			Turvemaa Torfboden		Kivenuäismaa Mineralboden	Keskim. Im Mittel	Korkeus Höhe	
									Hav. kohtia Beobachtungs- stellen	Korkeus Höhe			Hav. kohtia Beobachtungs- stellen	Korkeus Höhe
21	Koskenkylänjoki, Sävträsk ..	820	5	1931—34	16.58	15.25	25. IV	1934	—	—	9	16.17	9	16.17
22	Pyhäjärvi, Tammela	684	12	1931—40	97.06	96.54	11. V	1938	4	97.10	8	97.14	12	97.13
23	Karjaanjoen Kirkkojärvi	1 995	12	1925—34	31.50	31.05	14. V	1934	—	—	—	—	31	31.50
24	Vanaajan r., Hämeenlinna ..	2 395	6	1925—34	80.42	79.54	16. V	1934	19	80.08	7	80.26	26	80.20
25	» Vanaajanselkä ..	8 680	14	1925—34	80.23	79.46	24. V	1934	28	80.06	12	80.19	40	80.16
26	Ikaalisten r., Mahlamanselkä ..	3 180	10	1931—40	60.89	60.55	12. V	1939	—	—	—	—	14	60.96
27	Kiimasa järvi	5 540	12	1930—39	189	106	8. VI	1939	5	186	6	190	11	188
28	Nuasa järvi	7 430	12	1930—39	169	108	12. VI	1939	4	185	12	173	16	175
29	Oulujärvi	19 860	13	1931—39	243	181	24. VI	1938—39	15	248	20	244	35	246
30	Päijänne	26 475	20	1925—34	78.75	78.26	2. VII	1935—37	28	78.87	116	78.95	144	78.93

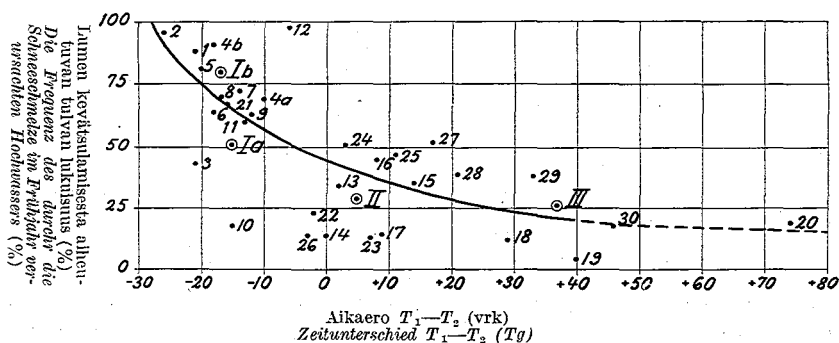
Viljelysrajoista.

Edellä esitetty havaintoaineisto on yksityisiin vesistöihin nähden useassa tapauksessa varsin suppea, sillä m. m. viljelysrajaa koskevat havainnot käsittävät eräissä vesistöissä vain muutamia tapauksia. Tällaisetkin havainnot on kuitenkin otettu mukaan täydentämään aineistoa sellaisten vesistöjen kohdalta, joiden sadealue on pieni ja joissa tulvat sattuvat varhain keväällä. Kokonaisuudessaan aineisto käsittää varsin erilaisia vesistöjä. Viljelysten alarajaa on tutkittu 30 vesistön rannoilla yhteensä n. 640:ssa havaintokohdassa.

Eriteltäessä seuraavassa eri viljelys- ja vyöhykerajoja kukin vesistö on käsitelty, ellei toisin ole mainittu, yhtenä havaintokohteena ja eri vesistöjä koskeville keskiarvoille on annettu laskelmissa sama paino huolimatta havaintokohtien eri suuresta lukumäärästä. Aineisto on käsitellyssä ryhmitetty kolmeen ryhmään sen mukaan, mihin aikaan lumen kevätsulamisesta aiheutuva ylivesi on keskimäärin sattunut. *a*-ryhmään on luettu ne vesistöt, joissa tämä T_I -ajankohta on sattunut ennen toukokuun 10 päivää, sekä lisäksi Kemi-järvi, jossa T_I -ajankohdan myöhäisyys johtuu alueen pohjoisesta asemasta. *b*-ryhmään on luettu ne vesistöt, joissa T_I -ajankohta on sattunut 11—29. V välisenä aikana ja *c*-ryhmään ne vesistöt, joissa T_I -ajankohta on esiintynyt kesä—heinäkuulla.

Viljelysten alarajaa koskeviin havaintoihin nähden on huomattava, että aineistoa koottaessa on käytetty erilaisia menettelytapoja. Eräiden vesistöjen rannoilla tehdyt vertailut ovat kuitenkin osoittaneet, että käytetyt menettelytavat ovat johtaneet likimäärin samoihin tuloksiin, erot VR_I -keskiarvoissa ovat olleet 5—10 cm. Nämä vertailut ovat myös osoittaneet, että keskiarvon keskivirhe VR_I -rajan määräyksessä jo n. 10 havainnon perusteella tulee yleensä pienemmäksi kuin 10 cm.

Viljelysten alaraja on riippuvainen vedenkorkeusvaihteluiden ohella myös muista tekijöistä kuten maalajista, tilusten etäisyydestä talouskeskuksesta, maanpinnan kaltevuussuhteista, seudun asutustiheydestä j.n.e. Seuraavassa jätetään nämä vaihtelut huomioonottamatta tarkasteltaessa VR_I -keskiarvojen ja vedenkorkeuksien keskinäistä riippuvaisuussuhdetta.



Kuva 22. Lumen kevätulamisesta aiheutuvan tulvan lukuisuus viljelysrajan VR_I :n korkeudella erilaisissa vesistöissä. Vesistöjen luonne on määritelty tulvahuipun ajankohdan (T_1) ja kauran keskimääräisen kylvöajan (T_2) aikaeron avulla.

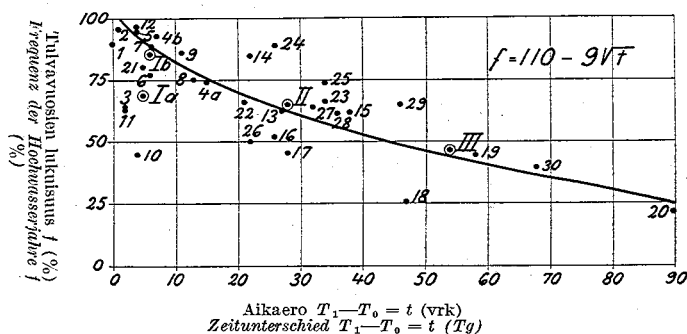
Abb. 22. Die Frequenz des durch die Schneeschmelze im Frühjahr verursachten Hochwassers in der Höhe VR_I der Kulturgrenze bei verschiedenen Gewässern. Der Charakter der Gewässer ist durch den Zeitunterschied zwischen dem Zeitpunkt des Hochwassers (T_1) und der mittleren Saatzeit des Hafers (T_2) festgelegt worden.

Taulukkoon 24 on koottu tietoja VR_I -rajan korkeudesta suhteessa tulvavuosien lukuisuuteen ja MHW :n sekä MW :n korkeuksiin eri vesistöissä. Lisäksi taulukossa on esitetty KORHONEN (1922) laatimaan karttaan nojautuen tiedot ajankohdasta T_0 , jolloin lumi on keskimäärin hävinnyt pelloilta. Samoin CAJANDERIN (1922) laatimaan karttaan nojautuen on määrätty ajankohta T_2 , jolloin kauran kylvö seudulla yleisesti suoritetaan. Nämä arvot huomioonottaen on määrätty vesistöittäin aikaerot T_1-T_0 ja T_1-T_2 . Edellämainittua ryhmitystä on lisäksi täydennetty niin, että ryhmässä a on erotettu alaryhmäksi a_1 vesistöt, joissa keski-yliveden ja keskiveden erotus on pienempi kuin 1 m. Muut vesistöt muodostavat alaryhmän a_2 .

Kuvaan 22 on piirretty aikaisemmin esittämäni käyrä (KAITERA ja PAASILAHTEI 1939) lumen kevätulamisesta aiheutuvien tulvien lukuisuudesta viljelyksen alarajalla suhteessa aikaeroon T_1-T_2 . Kuvaan on lisäksi merkitty eri vesistöjä edustavat pisteet. Kuten kuvasta havaitaan on lumen kevätulamisesta aiheutuvien tulvien lukuisuusprosentti viljelysten alarajalla yleensä sitä pienempi, mitä myöhemmin tulvat sattuvat. Jos käyrän nojalla ja käyttämällä apuna aikaisemmin esitettyjä lumen kevätulamisesta aiheutuvien tulvien lukuisuutta kuvaavia käyriä määrätään viljelysten alarajan korkeus, poikkeaa havaittu VR_I näin määrätystä keskimäärin ± 13 cm (keskim. poikkeamat on määrätty sivulla 23 esitetyn kaavan avulla). Tällöin ei ole otettu mukaan Kemijärven arvoa, joka poikkeaa havaitusta 110 cm.

Sivulla 12 esitettyssä kaavassa (I) tulvan sattumisaika on määrätty aikaerona T_1-T_0 sadealueen suuruuden ja järvi-prosentin pe-

rusteella. Taulukossa 24 on esitetty myös $T_1 - T_0 = t$ aikaerot kussakin vesistössä ja kuvassa 23 tämän perusteella määrättyt pisteet vuorosuhteena, jossa k. o. aikaero on vaakaa-akselilla ja jossa pysty-akselilla on vuosimaksimien lukuisuusprosentti 10 cm VR_1 -rajan alapuolella olevalla korkeustasolla. Kuvasta havaitaan, että myös vuosimaksimin lukuisuuden ja t -ajan kesken on samansuuntainen riippuvaisuus kuin kuvassa 22.



Kuva 23. Tulvavuosiin lukuisuus f viljelysrajan VR_1 :n korkeudella erilaisissa vesistöissä. Vesistöjen luonne on määritelty aikaeron $T_1 - T_0$ avulla. T_1 = lumen kevätsulamisesta aiheutuvan yliveden ajankohta, T_0 = ajankohta, jolloin lumi on pelloilta pääasiassa hävinnyt.

Abb. 23. Die Frequenz der Hochwasserjahre f in der Höhe von VR_1 bei verschiedenen Gewässern. Der Charakter der Gewässer ist durch den Zeitunterschied $T_1 - T_0$ bestimmt worden. T_1 = Zeitpunkt des durch die Schneeschmelze im Frühjahr verursachten Hochwassers, T_0 = Zeitpunkt, an dem der Schnee von den Äckern in der Hauptsache verschwunden ist.

Kuvaan 23 on piirretty käyrä, joka osoittaa likimäärin tämän riippuvaisuussuhteen. Käyrän yhtälö on:

$$(2) \quad f = 110 - 9\sqrt{t},$$

jossa f = tulvavuosiin lukuisuusprosentti 10 cm VR_1 -rajan alapuolella ja
 t = aikaero $T_1 - T_0$ (vrk).

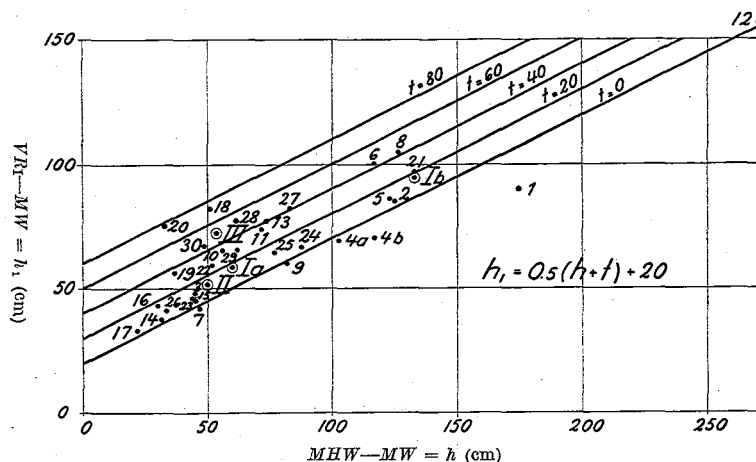
Aikaero t voidaan määrätä likimäärin myös kaavasta (1).

Jos edellämainitun yhtälön ja lukuisuuskäyrän avulla määrätään viljelysten alarajan korkeus, niin saadut arvot poikkeavat havaituista keskimäärin ± 13 cm eli saman verran kuin kuvassa 22 esitettyä käyrää käytettäessä. Kemijärven arvo, jossa ero on 50 cm, on tässäkin tapauksessa jätetty laskelman ulkopuolelle.

Kun otetaan huomioon vedenkorkeusvaihteluiden pitkäaikainen jaksollisuus, joka aiheuttaa, että kymmenvuotiskauden keski-ylivesi

ja keskivesi voi useassa tapauksessa erota seuraavien tai edellisten kymmenvuotiskausien keskiarvoista enemmän kuin 10 cm, voidaan edellä esitettyjä menettelytapoja käyttäen saatuja VR_1 -rajan korkeuksia pitää käytäntöä silmälläpitäen varsin tarkkoina.

Ryhmäkeskiarvoista taulukossa 24 havaitaan, että T_1 -ajankohdan ohella myös keski-yliveden ja keskiveden erotuksella h on vaikutusta viljelysten alarajan korkeuteen. Ryhmässä a_1 , jossa h on likimäärin yhtä suuri kuin ryhmässä b ja c , viljelysten alaraja asettuu keskimäärin vain 3 cm keski-yliveden alapuolelle, mutta ryhmässä a_2 , jossa T_1 -ajankohta sattuu likimäärin samanaikaisesti kuin ryhmässä a_1 , viljelysten alaraja asettuu 49 cm keski-yliveden alapuolelle. Kun vesistön vedenkorkeusvaihtelut ovat suuria ja kevättulvat sattuvat varhain, voidaan siis viljellä keski-yliveden alapuolella oleviakin maita. Ryhmässä b viljelysten alaraja on, kuten ryhmässä a_1 , likimäärin keski-yliveden korkeudella, mutta ryhmässä c keski-yliveden yläpuolella. HALLAKORVEN (1924a) maininta, että viljelyksen nollaraja yleensä asettuu keskitulvan korkeudelle, on varsin kohdalleen osunut, kun otetaan koko aineisto huomioon.



Kuva 24. Viljelysten alarajan ja keskiveden korkeuseron ($VR_1-MW = h_1$) riippuvaisuus keski-yliveden ja keskiveden korkeuserosta ($MHW-MW = h$) ja aikaerosta $T_1-T_0 = t$ (vrk).

Abb. 24. Die Abhängigkeit des Höhenunterschiedes zwischen der Untergrenze der Kulturen und dem Mittelwasser ($VR_1-MW = h_1$) von dem Höhenunterschied zwischen dem Mittelhochwasser und dem Mittelwasser ($MHW-MW = h$) und von dem Zeitunterschied $T_1-T_0 = t$ (Tg).

Kuvaan 24 on merkitty viljelysten alarajan ja keskiveden sekä keski-yliveden ja keskiveden korkeuserotusten vuorosuhdetta kuvaavat arvot. Siitä havaitaan, että näiden erotusten välillä vallitsee selvä keskinäinen riippuvaisuus. Ryhmään c kuuluvat pisteet

sijaitsevat yleensä pistevyöhykkeen yläreunalla ja ryhmään α kuuluvat pisteet vyöhykkeen alareunalla. Tämä riippuvaisuussuhde voidaan esittää esimerkiksi yhtälöllä:

$$(3) \quad h_1 = 0.5 (h + t) + 20,$$

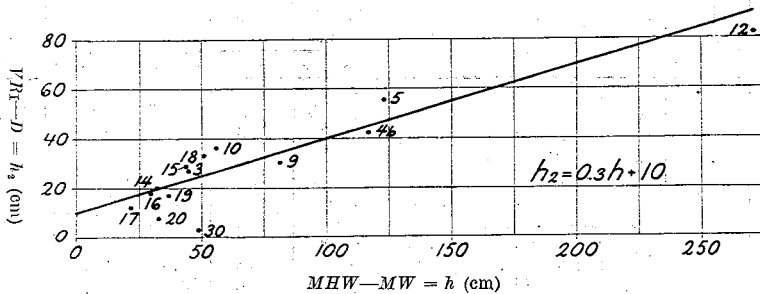
$$\text{jossa } h_1 = VR_1 - MW \text{ (cm),}$$

$$h = MHW - MW \text{ (cm),}$$

$$t = T_1 - T_0 \text{ (vrk).}$$

Laskettujen arvojen poikkeamat havaituista ovat keskimäärin ± 11 cm.

Taulukkoon 24 on merkitty myös viljelysten alarajan ja lauhaniityn alarajan korkeuserotus ($VR_1 - D$) niissä kohdissa, joissa se on voitu määrätä. Eräiden vesistöjen rannoilla on lauhaniityn alarajan asemesta määrätty valkoapilakasvuston alaraja. Kuten vesistöjä koskevista selostuksista ilmenee, asettuvat nämä molemmat rajat useassa vesistöissä likimäärin samalle korkeudelle. Tällä perusteella on lauhaniityn alarajan oletettu niissä vesistöissä, joissa on havaintoja vain valkoapilakasvustosta, sijaitsevan valkoapilakasvuston alarajan korkeudella.



Kuva 25. Viljelysten alarajan ja lauhaniityn alarajan korkeuseron ($VR_1 - D = h_2$) riippuvaisuus keski-yliveden ja keskiveden korkeuserosta ($MHW - MW = h$).

Abb. 25. Die Abhängigkeit des Höhenunterschiedes zwischen der Untergrenze der Kulturen und der Untergrenze von Schmelzwasser ($VR_1 - D = h_2$) von den Höhenunterschied zwischen Mittelhochwasser und Mittelwasser ($MHW - MW = h$).

Kuvaan 25 on merkitty viljelysten alarajan ja lauhaniityn alarajan korkeuserotuksen riippuvaisuus keski-yliveden ja keskiveden korkeuserosta. Kuvaan piirretyn suoran yhtälö on:

$$(4) \quad h_2 = 0.3 h + 10,$$

$$\text{jossa } h_2 = VR_1 - D \text{ (cm),}$$

$$h = MHW - MW \text{ (cm).}$$

koskevia yhteen vetoja.

die Untergrenze der Kulturen.

$T_1 - T_0$ = t vrk T_g	$T_1 - T_2$ vrk T_g	Die Frequenz der durch die Schneeschmelze in Frühjahr verursachten Hochwasserstände in der Höhe von V_{R1} .	Längen keitänlamienesta alhennon tulvien inkursus V_{R1} :n korkeudella Die Frequenz der durch die Schneeschmelze in Frühjahr verursachten Hochwasserstände in der Höhe von V_{R1} .	Tulvavuosien inkursus 10 cm V_{R1} :n alapuolella Die Frequenz der Hochwasserjähre 10 cm unterhalb V_{R1} .	$MHW - MW = h$ cm	$V_{R1} - MHW$ cm	$V_{R1} - MW = h_1$ cm	$V_{R1} - D = h_2$ cm	Vedenkorkeusien kostävyyden V_{R1} :n korkeudella Die Dauer der Wasserstände in der Höhe von V_{R1} .
2 6 11 4 2	-21 -14 -12 -15 -13	43 72 63 18 60	64 89 86 44 64	45 47 82 56 72	+ 3 + 5 - 22 + 9 + 2	48 42 60 65 74	27 30 36	2 1.6 3.9 0.6 1.3	
5	-15	51	69	60	- 3	58			
0 1 15 7 4 6 13 4 5	-21 -26 -10 -18 -20 -18 -17 - 6 -16	88 96 69 91 81 64 70 97 67	90 96 74 93 95 77 75 97 80	175 125 103 117 123 117 127 271 133	- 85 - 40 - 34 - 47 - 37 - 17 - 22 -115 - 41	90 85 69 70 86 100 105 156 92	42 55 82	3 2 3 3.5 2.7 2 2.6 5.0	
6	-17	80	86	143	- 49	95			
27 22	2 0	34 14	62 85	74 32	+ 3 + 5	77 37	20	2.4 1	
38 26 28 21 34 26 34 22	14 8 9 - 2 7 3 11 - 3	35 45 14 23 13 51 47 14	62 52 45 66 66 89 74 50	44 30 22 52 45 88 77 34	+ 2 + 13 + 11 + 7 ± 0 - 22 - 13 7	46 43 33 59 45 66 64 41	21 18 12	5.5 1 1	
28	5	29	65	50	+ 1	51			
47 58 90 32 36 46 68	29 40 74 17 21 33 46	12 4 19 52 39 37 18	26 44 21 64 61 65 39	51 37 33 83 61 62 49	+ 31 + 19 + 40 - 1 + 6 + 3 + 18	82 56 75 82 77 65 67	33 17 8 3	1.2 2 6	
54	37	26	46	54	+ 17	72			

Kuvasta havaitaan, että vesistöissä 20 ja 30 (Saimaa ja Päijänne) h_2 on poikkeuksellisen pieni. Näissä vesistöissä yksityiset, kauan kestäneet korkeat tulvat ovat kohottaneet lauhaniityn alarajan lähelle viljelysten alarajaa. Jos lauhaniityn alarajaa pidetään vertailukorkeutena, voidaan sanoa, että viljelysten alaraja sijaitisi Saimaan ja Päijänteen rannoilla suhteellisen alhaalla muihin vesistöihin verrattuna.

Vertailuita suoritettiin myös asettamalla sivulla 85 esitetyssä kaavassa (3) h :n ja h_1 :n arvoiksi:

$$\begin{aligned} h &= MHW - W \text{ 50 \%}; h_1 = VR_I - W \text{ 50 \%} \\ h &= MHW - W \text{ IV-IX 50 \%}; h_1 = VR_I - W \text{ IV-IX 50 \%} \\ h &= MHW - W \text{ V-VIII 50 \%}; h_1 = VR_I - W \text{ V-VIII 50 \%} \\ h &= MHW - MW \text{ IV-IX}; h_1 = VR_I - MW \text{ IV-IX} \end{aligned}$$

Tällöin tulivat yleensä laskettujen ja havaittujen arvojen keskimääräiset erot 1—5 cm suuremmiksi kuin käytettäessä vertailukorkeutena keskivettä. Vertailut osoittivat, että kaavaa (3) voidaan soveltaa myös edellämainittuihin tapauksiin, milloin tiedot keskivedestä ovat puutteellisia.

Taulukkoon 24 on myös merkitty vedenkorkeuksien kestävyyskäyrien nojalla määrätyt arvot, joista ilmenee, kuinka kauan vedenpinta on ollut viljelysten alarajan yläpuolella (% ajasta). Luvut vaihtelevat 0.6—6.0% ollen keskiarvo 21 vesistössä 2.5%. Laskettuna keskimäärin vuotta kohden saadaan, että viljelysten alaraja on ollut veden peitossa 9 vrk vuodessa.

Jos viljelysten alaraja määrätään sille korkeudelle, jossa kestävyyskäyrän 2.5 %:n arvo sijaitsee, poikkeavat näin määrätyt arvot keskimäärin ± 10 cm havaituista. Kemijärven arvo, jossa poikkeama on 65 cm, on jätetty tämän laskelman ulkopuolelle.

Kun otetaan huomioon vedenkorkeusvaihteluiden jaksollisuus ja viljelysten alarajaan vaikuttavat muut tekijät sekä havaintoaineiston epähomogeenisuus, ei ole syytä ryhtyä tutkimaan, esiintyisikö viljelysten alarajan ja vedenkorkeusvaihteluiden tai niittyrajojen kesken muita riippuvaisuussuhteita, joissa poikkeamat säännöstä olisivat vielä pienempiä kuin edelläesitetyissä vertailuissa. Vertailut osoittavat selvästi, että viljelysten alarajan korkeus on varsin läheisessä riippuvaisuussuhteessa vedenkorkeusvaihteluihin. Kun havaintoaineisto edustaa erilaisia olosuhteita ja satojen maanomistajien käsityksiä siitä, miten alavia alueita kannattaa vielä viljellä, voidaan olettaa, että esitetty VR_I -arvot asettuvat likimäärin sille korkeudelle, missä viljelysten kannattavuisuuden nollaraja yleensä on, ja mistä alkaen alueiden käyttö luonnonniittynä tai laitumena on edullisempaa.

Maalajin vaikutus viljelysten alarajaan ilmenee seuraavasta yhdistelystä, jossa on ryhmittäin määrätty, kuinka paljon *I*-vyöhykkeessä turve- ja kivennäismailla suoritettut havainnot keskimäärin poikkeavat VR_I -rajasta. Laskelmaan on otettu mukaan vain sellaiset vesistöt, joissa on tehty ainakin neljä havaintoa kummallakin maanlaadulla.

Vesistöryhmä	Vesistöjen lukumäärä	VR_I -rajan ja havaintokohtien keskim. ero (cm)	
		turvemaalla	kivennäismaalla
<i>a</i> -ryhmä	4	+ 2	— 3
<i>b</i> -ryhmä	4	+ 4	— 2
<i>c</i> -ryhmä	7	+ 6	— 3

Yhdistelystä havaitaan, että viljelysten alaraja on yleensä turvemailla ollut alempana kuin kivennäismailla, joskin ero on varsin vähäinen. Tässä suhteessa on eri vesistöihin nähden havaittavissa eroavaisuutta, ja esim. SEPPÄSEN havainnot Saimaalla (vert. s. 78) antoivat eri vuosina erilaisia tuloksia.

Eri viljelyskasvien viljelysrajoihin nähden aineisto on liian pieni, jotta olisi aihetta ryhmittäin määrätä alarajojen keskipitkyyksiä *I*-vyöhykkeessä. Keskiarvona kolmessatoista vesistössä saadaan VR_I -rajan ja *I*-vyöhykkeessä viljeltyjen eri viljelyskasvien korkeuseroksi seuraavia arvoja:

Erotus	Havaintokohtia	Erotus cm
$VR_I - H$	59	+ 3
$VR_I - K_1$	67	— 1
$VR_I - K_2$	26	+ 4
$VR_I - S$	40	— 2

Vertailussa ei ole mukana Kemijärven havaintoja alueen poikkeuksellisen aseman vuoksi. Kuten edelläolevasta vertailusta havaitaan, viljellään kylvöheinää, kauraa, ohraa ja ruista likimäärin yhtä alavilla alueilla. Etenkin *c*-ryhmän alueilla vedenkorkeusvaihteluiden pitkäaikainen jaksollisuus aiheuttaa myös eri viljelyskasvien alarajojen siirtymistä. Tutkimusajana oli todettavissa vaihe, jolloin viljeltiin kevät- ja syysviljoja alavimmillakin pelloilla, kun vesi pitkäaikaisen kuivuuden takia oli alentunut niin, että tämä oli mahdollista.

Perunan alaraja on asettunut keskimäärin samalle korkeudelle, mihin VR_{II} -rajakin ($VR_{II} - J_1$ oli kahdeksassa vesistöissä keskimäärin -5 cm). Perunanviljelyksen keskimääristä alarajaa voidaankin pitää sellaisena vyöhykerajana, josta alkaen käytetään likimäärin samaa kasvivuorotusta kuin sellaisilla pelloilla, joiden viljelykseen ei vesistöjen vedenkorkeusvaihteluilla ole vaikutusta. Tämän vyöhykkeen raja on ollut a_2 -ryhmään kuuluvissa vesistöissä (havaintoja 3 vesistöstä) keskim. 16 cm MHW :n yläpuolella ja 50 cm HW :n alapuolella, korkeudella, joka on jäänyt tulvan alle neljänä vuotena kymmenestä. b -ryhmään kuuluvissa vesistöissä (havaintoja 3 vesistöstä) VR_{II} -raja on ollut keskimäärin 30 cm MHW :n ja 10 cm HW :n yläpuolella sekä c -ryhmään kuuluvissa vesistöissä (2 vesistöä) keskimäärin 77 cm MHW :n ja 23 cm HW :n yläpuolella. Jos vedenkorkeusvaihteluissa otetaan huomioon pitempi ajanjakso kuin 10 vuotta, on kaikissa vesistöissä suurin havaittu vedenkorkeus ylittänyt VR_{II} -rajan. Ryhtymättä lähemmin selvittämään, mistä seikoista VR_{II} -raja on riippuvainen, todettakoon tässä vain, että etenkin vedenkorkeusvaihteluiden suuruudella ja lumen kevätsumamisesta aiheutuvan yliveden sattumisajalla näyttää myös k. o. rajan korkeuteen olevan vaikutusta.

Käytetyn viljelyskierron selvittämiseksi on seuraavaan yhdistelyyn koottu eri viljelyskasveja koskevien havaintokohtien määrä I -vyöhykkeellä. Kemijärven arvot on esitetty erikseen. Jos oletetaan, että havaintokohdat edustavat umpimähkäistä näytettä ja keskimäärin samansuuruista peltoaluetta, ilmaisevat yhdistelyssä esitetyt prosenttiluvut, missä suhteessa alavimmilla tulva-alueilla mitäkin kasvia viljellään. Eri ryhmissä on heinän osuus likimäärin yhtäsuuri (30—32 %) eli noin kolmannes havaintokohtien määrästä.

Vesistöryhmä	Vesistöjä	Havaintokohtien määrä														Yhteensä	
		Kylvö-heinä		Kaura		Ohra ja kevät-vehnä		Ruis ja kesanto		Peruna		Muut vilj. kasvit					
		<i>H</i>	<i>K</i> ₁	<i>K</i> ₂	<i>S</i>	<i>J</i> ₁	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%			
	kpl.	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%	kpl.	%		
<i>a</i> -ryhmä	8	25	32	28	35	6	8	18	23	1	1	1	1	79	100		
<i>b</i> -ryhmä	5	25	30	32	39	9	11	13	16	2	3	1	1	82	100		
<i>c</i> -ryhmä	3	20	31	13	20	12	19	13	20	6	10	—	—	64	100		
Yhteensä	16	70	31	73	32	27	12	44	20	9	4	2	1	225	100		
Kemijärvi	1	23	58	8	20	9	22	—	—	—	—	—	—	40	100		

Kevätviljojen osuus (keskim. 44 %) on kussakin ryhmässä suurempi kuin heinän. Rukiin osuuskin on vielä merkittävä (keskim. 20 %), mutta muita viljelyskasveja voidaan tulva-alueen alimmilla pelloilla pitää poikkeuksellisina. Kemijärvellä heinän osuus on suurempi kuin kevätiljojen, jotka heinän ohella ovatkin ainoat viljelyskasvit alimmilla viljelysalueilla.

Tässä yhteydessä on syytä kiinnittää huomiota heinän suhteellisen pieneen osuuteen yleensä. Vänern-järven säännöstelyhankkeen yhteydessä suoritettussa vesivahinkoarviossa suunnitelman laatijain käyttämät asiantuntijat (n. s. markskadesakkunnige) olettivat, että edullisin käyttömuoto alavilla tulva-alueilla, joita vielä voidaan viljellä, on pitkäaikainen heinä (n. s. ständig vall, jossa on 2 kauraa ja 12 heinää). KOKKONEN (1924) on Kymijoen perkauksesta aiheutuvaa maan arvon nousua arvioidessaan käyttänyt samoja perusteita kuin markskadesakkunnige Vänernin-vahinkoarviossa. Toiset asiantuntijat (n. s. jordbrukssakkunnige), joiden tuli tutkia mainitun säännöstelyhankkeen vahinkoarvion perusteita, arvostelivat m. m. edellämainittua maankäyttömuotoa, jolle ei löydy vastinetta todellisuudessa.

Edellä esitetyt luvut osoittavat, että alimmilla tulva-alueilla viljellään suhteellisen runsaasti kevät- ja syysviljoja, jolloin maat ovat heinällä vain lyhyen ajan. Tämä on ymmärrettävissä, sillä vuosittain uusiutuvat tulvat tuhoavat pian kylvöheinän ja se joudutaan uusimaan.

Turvemaita on havaintokohdista 45 % ja kivennäismaita 55 %. Tässä on Päijänne jätetty huomioonottamatta, jotta sen arvot havaintokohtien suuren lukumäärän vuoksi eivät vaikuttaisi liian ratkaisevasti tulokseen. Tulvakomitea (1939) on arvioinut, että tulva-alueiden viljelysmaista on enemmän kuin puolet turvemaita. Turvemaiden esiintyminen tulva-alueilla on merkityksellinen sen vuoksi, että nämä maat painuvat viljelyksen johdosta, jolloin vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttama vahinko lisääntyy.

Rantaniityistä.

Niittyvyöhykkeiden alarajan korkeudessa esiintyvät vaihtelut riippuvat sekä paikallisista olosuhteista että niistä kasveista, jotka muodostavat niittytyypin. Paikallisia tekijöitä, joilla on vaikutusta erilaisten niittykasvustojen alarajaan, ovat m.m. maalaji ja maanpinnan kaltevuussuhteet. Maalajista osaltaan myös riippuu, mitä kasvustoja rantaniityillä esiintyy. Kaltevuussuhteiden vaikutukseen nähden voitiin rantatutkimuksissa todeta, että jyrkästi viettävillä rannoilla jonkin kasvuston alaraja sijaitsi yleensä alempana kuin loivasti viettävillä rannoilla. Helposti läpäisevissä maalajeissa alaraja oli alempana kuin vaikeasti läpäisevissä maalajeissa. Viimeksimainituissa maalajeissa oli rannoilla usein pieniä lammikoita, joissa vedenpinta oli 10—20 cm ylempänä kuin järvestä, ja tästä johtuen lammikon äärellä alimmat vyöhykerajat olivat hieman ylempänä kuin välittömästi järveen viettävällä ranta-alueella.

Eri niittytyyppien kasvustoihin nähden mainittakoon, että usein esiintyi sekakasvustoja, joissa niittytyypin määrittely oli jossain määrin tulkinnan varaista. Käytetty niittytyypiluokittelu — kortteikot, vesisaraikot, maasaraikot ja lauhaniityt — osoittautui kuitenkin riittäväksi, niin että sen avulla voitiin löytää eripuolilla järviä ja erilaisissa vesistöissä korkeusvyöhykkeitä, joissa kasvustot varsin suuresti muistuttivat toisiaan. TERÄSVUOREN (1931) esittämistä muista niittytyypeistä mainittakoon, että niissä havaintokohdissa, missä näistä tehtiin havaintoja, jäkkiniittyjen alaraja sijaitsi n. 20 cm ylempänä lauhaniityn alarajaa, kun taas leinikköniityt sijaitsivat likimäärin samalla korkeudella kuin lauhaniitytkin.

Kortteikot olivat useassa tapauksessa varsin puhtaita *Equisetum limosum*-kasvustoja. Myöskin saroja esiintyi tämän vyöhykkeen yläosassa.

Vesisaraikot olivat pääasiassa *Carex inflata* (rostrata)-kasvustoja. Myös *C. gracilis* ja *C. vesicaria* esiintyivät monin paikoin verrattain puhtaina. Muista saroista, joita tällä vyöhykkeellä saattoi esiintyä runsaasti, mainittakoon *C. aquatilis* ja *C. lasiocarpa*. Vyöhykkeen yläreunalla alkoi tavallisesti ilmaantua maasaraikolle ominaisia kasveja.

Maasaraikkoja muodostavista kasveista mainittakoon *Carex Goodenowii*, *C. canescens*, *Eriophorum polystachium*, *Agrostis canina* ja *Calamagrostis neglecta*.

Maasaraikon ja vesisaraikon raja oli yleensä epäselvempi kuin vesisaraikon ja kortteikon raja. Toisinaan maasaraikkovyöhyke oli varsin kapea (korkeusero ylä- ja alarajan välillä saattoi olla alle 10 cm) ja koko vyöhykkeellä esiintyi myös vesisaraikon saralajeja. Tällaisissa tapauksissa ei erotettu lainkaan tätä vyöhykettä.

Lauhaniityn samoin kuin valkoapilakasvuston alarajat asettuivat useassa tapauksessa likimäärin samalle korkeudelle. Lauhaniittyjen valtakasvina oli *Deschampsia caespitosa*, mutta paikoin esiintyi samalla korkeudella myös *D. flexuosa*. Yksityisiä nurmilauhamätäitä saattoi esiintyä varsinaisen niittytyypin rajan alapuolellakin.

Edellä on jo esitetty, miten viljelysten alarajan ja lauhaniityn alarajan korkeudet ovat toisistaan riippuvaisia. Seuraavassa tarkastellaan lähinnä lauhaniityn ja vesisaraikon alarajojen riippuvaisuutta vedenkorkeusvaihteluista. Niissä vesistöissä, joissa lauhaniityn alarajan korkeuden asemesta on vaakittu valkoapilakasvuston alaraja, on tätä käytetty vastaamaan lauhaniityn alarajaa.

Taulukko 25. Lauhaniityn ja vesisaraikon alarajojen korkeudet verrattuina eräisiin tunnusomaisiin vedenkorkeuksiin.

Tabelle 25. Die Höhen der Untergrenzen von Schmielen- und von Wasserseggenbestand im Vergleich zu einigen kennzeichnenden Wasserständen.

N:o	Vesistö Gewässer	Vedenkorkeuksien kestävyys D:n korkeudella (%) Die Dauer der Wasserstände in der Höhe von D (%)	D—MW cm	Vedenkorkeuksien kestävyys (%) korkeudella Die Dauer (%) der Wasserstände in der Höhe		C ₁ —MW cm	C ₁ —W 50 % cm	C ₁ —C ₁ cm	C ₁ —B ₀ cm	C ₁ —MW VI cm	C ₁ —MW VII cm
				C ₁	C ₁ + 20 cm						
3	Ihantalanjärvi	14	21	66	23	— 6	— 5				
4b	Jämijärvi	15	28	68	34	—17	—10			— 2	+ 8
5	Pyhäjoen Haapavesi ..	9	31	35	20	—14	+11			— 6	+ 3
9	Haapaniemenjärvi	16	30	68	34	—16	— 9			—16	+ 5
10	Kuusjärvi	11	29								
12	Kemijärvi	12	74	38	28	— 7	+16	35	40	—98	—14
14	Pyhävesi	16	17	78	36	—14	—13	15		—29	—17
15	Iso-Roinevesi ja Hau- honselkä	20	25	71	46	—20	—17	20		—50	—30
16	Muuruejärvi	13	25	55	26	— 8	— 3			—26	—15
17	Viinijärvi	7	21	99	60	—25	—23	28	37	—38	—29
18	Kallavesi	10	49	43	24	+ 1	+ 7			—40	—28
19	Keitele	11	39	69	46	—19	—16	41		—37	—34
20	Saimaa	8	67	69	50	—16	—21				
30	Päijänne		64			1		45	38		

Taulukossa esitettyjen arvojen mukaan lauhaniityn alarajalla on vedenkorkeuksien kestävyys ollut eri vesistöissä keskimäärin 13 %. Vaihtelurajat ovat 7 ja 20 %.

Lauha ei siis menesty sellaisilla paikoilla, jotka ovat keskimäärin enemmän kuin puolitoista kuukautta vuodessa veden alla. Rajan korkeusasema tässä suhteessa on niin tarkka, että jos määrätään kussakin vesistössä ne korkeudet, joissa vedenkorkeuksien kestävyys on 13 %, nämä poikkeavat ko. aineistossa vesistöstä riippumatta lauhaniityn alarajan korkeuksista keskimäärin vain ± 9 cm.

Lauhaniityn alaraja on asettunut eri vesistöissä 17—74 cm keskiveden yläpuolelle. Keskimäärin tämä korkeusero on 34 cm. *a*- ja *b*-ryhmiin kuuluvilla alueilla ero on Kemijärveä lukuunottamatta keskimäärin 25 cm ja *c*-ryhmän alueilla keskimäärin 55 cm. Säännonmukaisuus lauhaniityn alarajan korkeudessa keskiveteen verrattuna ei ole yhtä selvä kuin edellämainitussa vedenkorkeuksien kestävyysperustuvassa riippuvaisuussuhteessa. Määrättäessä 34 cm *MW*:n yläpuolella olevat korkeudet eri vesistöissä poikkeavat näin saadut arvot havaituista lauhaniityn alarajan korkeuksista keskimäärin ± 18 cm.

Vesisaraikon alaraja on eri vesistöissä sijainnut keskimäärin 13 cm keskiveden alapuolella. Vaihtelurajat ovat -25 ja $+1$ cm. Jos määrätään ne korkeudet, jotka ovat 13 cm keskiveden alapuolella, poikkeavat nämä eri vesistöissä vesisaraikon alarajan korkeuksista keskimäärin ± 8 cm. Tavalliseen veteen (*W* 50 %) verrattuna vastaava korkeusero on 7 cm sekä laskettujen ja havaittujen arvojen keskimääräinen ero ± 13 cm.

Vesisaraikon alarajalla on vedenkorkeuksien kestävyys keskimäärin 63 % (vaihtelurajat ovat 35 ja 99 %), 20 cm tämän rajan yläpuolella vedenkorkeuksien kestävyys on keskimäärin 36 % (vaihtelurajat ovat 26 ja 60 %). Vesisaraikko on siis kasvanut paikoissa, jotka ovat olleet vedessä lähes 8 kk vuosittain. Vesisaraikon alarajalla n. 4.5 kuukautta on veden syvyys ollut enemmän kuin 20 cm.

Jos edellämainittujen keskimääräisten kestävyysarvojen nojalla arvioidaan vesisaraikon alarajan korkeus, poikkeavat arvioidut havaituista edellisessä tapauksessa ± 14 cm ja jälkimmäisessä tapauksessa ± 12 cm.

Niittyvyöhykkeiden perusteella voidaan vastaavasti arvioida, mille korkeudelle edellämainitut tunnusomaiset vedenkorkuedet asettuvat.

Taulukkoon 25 on myös merkitty eräiden vesistöjen rannoilla olevien vesisaraikkovyöhykkeiden korkeudet ($C_2 - C_1$). Nämä vaihtelevat 15—45 cm, ollen keskimäärin 30 cm. Kortteikko-vyöhykkeen korkeus on ollut n. 40 cm.

Taulukossa 25 on esitetty myös vesisaraikon alarajan sekä kesäkuun ja heinäkuun keskiveden korkeuserotukset. Niistä havaitaan, että vesistöissä, joissa kevättulvat sattuvat aikaisin, kesäkuun keskivesi on vain muutamia cm mainitun alarajan yläpuolella ja heinäkuun keskivesi on sen alapuolella. Vesistöissä, joissa kevättulvat sattuvat myöhään, k. o. alaraja on yleensä 25—50 cm kesäkuun keskiveden ja 15—35 cm heinäkuun keskiveden alapuolella. Kun rantaniityt korjataan yleensä heinäkuussa, vaikeuttaa korkea vesi viimeksimainituissa vesistöissä vesisaraikkojen korjuuta.

Aineiston yhteydessä on esitetty pari esimerkkiä ilmakeiuan sadon määrästä rantaniityillä. Ne on esitetty osoitukseksi, että alavammilla vyöhykkeillä sadon määrä on yleensä suurempi kuin ylävämällä. Tämä ilmenee myös kasvien pituudessa, joka esim. vesisaraikossa vyöhykkeen alarajalla vaihtelee yleensä 50—70 cm ja ylärajalla 30—50 cm. Sadon laatu ja korjuuvaikeudet ovat kuitenkin siinä määrin rantaniityjen arvoon vaikuttavia, että yleensä maan käyttöarvo on alavammilla vyöhykkeillä pienempi kuin ylävämällä, huolimatta siitä, että suhde satomäärissä on päinvastainen (vert. HALLAKORPI 1932).

Sadon laatu ja korjuuvaikeudet ovat myös pääsyyinä siihen, että esim. Uudenmaan läänissä on vv. 1931—35 korjattu niittyala virallisen tilaston mukaan ollut vain n. 40 % luonnonniittyjen alasta, kun se esim. 10 vuotta aikaisemmin oli vastaavasti yli 60 %. Syrjäseuduilla luonnonniittyjen käytössä ei alenemista ole vastaavassa määrin tapahtunut, sillä esim. Oulun läänissä vastaavat prosenttiluvut ovat n. 90 ja 80.

Tässä on syytä kiinnittää huomiota käsitteeseen *rantaviiva*. Vesialuetta kartoitettaessa loivilla rannoilla esiintyy vaikeuksia siinä, mihin kohtaan rantaviiva on merkittävä, sillä vedenkorkeusvaihteluista johtuen vedenraja voi alavilla rannoilla eri vuoden aikoina ja eri vuosina muutella satoja metrejä. TERÄSVUORI (1931) on ehdottanut, että rantaviiva olisi määrättävä sille kohdalle, missä on vesisaraikon ja maasaraikon raja.

Jos rantaviiva määritellään vedenkorkeuksien avulla esim. tavallisen veden (W 50 %) tai keskiveden (MW) korkeudelle, niin joudutaan useassa tapauksessa rantaviiva määräämään vesisaraikkovyöhykkeen keskivaiheille. Jos rantaviivan määräyksessä käytetään lähtökohtana sitä vedenrajaa, joka esiintyy sadonkorjuun aikana, tällöin vesisaraikon ja maasaraikon raja eroaa melkoisesti vedenrajasta sellaisissa vesistöissä, joissa kevättulvat sattuvat aikaisin (a -ryhmän vesistöissä). Sellaisissa vesistöissä, joissa lumen kevät-sulamisesta aiheutuvat tulvat sattuvat myöhään (b - ja c -ryhmiin

kuuluviissa vesistöissä), vedenraja on heinäntekoaikana likimäärin maasaraikon alarajalla. Kun otetaan huomioon vedenkorkeusvaihteluiden luonne erilaisissa vesistöissä, näyttää siltä, että samaa kasvustorajaa ei kaikissa vesistöissä olisi syytä käyttää apuna rantaviivaa määrättäessä. Vesistöissä, joissa tulvat keskimäärin sattuvat huhtikuussa tai toukokuun alkupuolella, rantaviiva olisi määrättävä vesisaraikon alarajan mukaan. Muissa vesistöissä maasaraikon alaraja näyttää olevan sopiva lähtökohta määrättäessä rantaviivaa.

Vesivahingosta viljelysmailla.

SEPPÄNEN (1941) on Saimaan, Muuruveden ja Oulujärven rannoilla tekemiensä silmävaraisten havaintojen nojalla todennut, että peltoviljelyskasvien tuhoutumisraja sijaitsee noin 10 cm yläpuolella pitemmän ajan vallinnutta vedenkorkeutta. Hän mainitsee, että mitä aikaisemmin tulvahuippu on sattunut, sitä selvempi on tuhoutumisraja. Viinijärven ja Kallaveden rannoilla tehdyt silmävaraiset havainnot ovat yhdenmukaisia SEPPÄSEN havaintojen kanssa. Näiden vesistöjen rannoilla myös saattoi todeta, että vesivahinko loppui silmävaraisesti arvioituna noin 20—30 cm tuhoutumisrajan yläpuolella. Vihdissä Maasojan koekentällä vuosina 1939—40 suoritettut kasvinviljelyskokeet osoittavat myös, että jo noin 20—30 cm vedenpinnan yläpuolella viljelyskasvien kärsimä vahinko jää kuivina kesinä hyvin vähäiseksi. Päinvastoin eräillä kasveilla kuten heinällä ja kauralla voi korkean pohjaveden vesitysvaikutus tällöin olla erittäin edullinen.

Edellä oleva koskee lähinnä *b*- ja *c*-ryhmiin kuuluvia vesistöjä. Näissä vedenkorkeusvaihtelut tapahtuvat niin hitaasti, että 10 cm tulvahuipun alapuolella oleva vedenkorkeus kestää usein yli kuukauden. Ilmeinen vesivahinko ulottuu tällöin tulvahuipun yläpuolelle. *a*-ryhmään kuuluvissa vesistöissä taas vedenkorkeusvaihtelut ovat niin jyrkkiä, että tulvan laskettua haitallinen vedenkorkeus nopeasti alenee niin alas, että sillä ei enää ole vaikutusta. Tällöin tulvan kestävyys sellaisenaan määrää, mille korkeudelle tuhoutumisraja asettuu. Niinpä apila oli vielä osaksi säilynyt Jämijärven, Pyhäjoen Haapaveden, Petääjärven ja Haapaniemenjärven rannoilla korkeudella, jossa tulva oli kestänyt n. 2 viikkoa. Timotei oli alemmilla korkeuksilla, joissa apila jo oli tuhoutunut, vielä säilynyt, vaikka tulva oli kestänyt 3 viikkoa jopa ylikin. Ruis oli m. m. Jämijärven ja Pyhäjoen Haapaveden rannoilla säilynyt korkeudella, jossa tulva oli viipynyt n. viikon. Mutta sellaisella korkeudella, jossa tulva oli viipynyt n. 2 viikkoa, sadon arvo oli yleensä merkityksetön.

Kauralla ja ohralla tehdyt havainnot Pyhäjoen Haaveden rannalla, jossa v. 1934 nousi toinen tulva kylvetyille pelloille, viikon kestänyt vesipeitto oli kasvun suurin piirtein tuhonnut, mutta viemä-

rin varrella kaura oli säilynyt, vaikka se oli ollut tulvan alla 5 vrk (KAITERA 1935).

Tuhoutumisraja eri viljelyskasveilla oli yleensä epäselvempi α -ryhmään kuuluvissa vesistöissä kuin muissa vesistöissä.

Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten yhteydessä suoritetuissa astiakokeissa (KAITERA 1935 ja 1941 käsikirj.) on todettu, että aikaisin keväällä maan vielä ollessa roudassa kasveja peittävän veden aiheuttama vahinko ei ole niin suuri kuin myöhemmin keväällä roudan sulattua ja kasvien päästyä kasvun alkuun. Siitä, miten kauan kasvit kestävät kasvukauden alkupuolella vesipeittoa, nämä astiakokeet ovat antaneet yhdenmukaisia tuloksia edellä esitettyjen silmävaraisten havaintojen kanssa. Tuloksista mainittakoon, että jyväsadot sekä apilan ja timotein ilmakeivä sadot olivat 2—3 vuoden aikana tehtyjen kokeiden mukaan vähentyneet puoleen ja neljanteen osaan vastaavista vertailuastioiden satojen määristä, kun astiat olivat olleet touko- kesäkuun vaihteessa veden alla keskimäärin seuraavassa yhdistelyssä esitetyt ajat:

Koeakasvi	Sato oli pienentynyt	
	puoleen	neljanteen osaan
	kun koeastiat olivat olleet veden alla	
timotei	13 vrk	> 18 vrk
apila	5 »	9 »
ruis (jyväsato)	4 »	7 »
kaura „	4 »	7 »
ohra „	3 »	6 »

Vedenkorkeusvaihteluiden ja tulvien haitallinen vaikutus ranta-alueiden viljelykseen ei kuitenkaan rajoitu ainoastaan siihen vahinkoon, mikä sadolle aiheutuu. Liiallisesta kosteudesta on haittaa m. m. muokkaustöille. FREDHOLM (1941) on arvioinut, että työskentely pelloilla voi vaikeutua tämän vuoksi aina 30 %:lla. SEPPÄNEN (1940) on esittänyt, että muokkaustöiden suoritus käy mahdottomaksi, kun vedenpinta on turvemailla 25 cm ja kivennäismailla 10 cm maanpinnan alapuolella, ja mainittavaa haittaa ei enää esiinny, jos vedenpinta on turvemailla 50 cm ja kivennäismailla 30 cm maanpinnan alapuolella.

Tulvat aiheuttavat myöskin kasvinravintoaineiden huuhtoutumista pelloilta. Tästä johtuvan epävarmuuden vuoksi tulva-alueilla viljelysmaita ei lannoiteta niin tehokkaasti kuin muita pelloja.

Tähän seikkaan kiinnitetään m. m. Saksassa huomiota arvosteltaessa kuivatus- ja vesistönjärjestelytöistä aiheutuvaa hyötyä. Niinpä Strogen-joen järjestelyhankkeen yhteydessä Bayerissa suori-

tettiin hyödynarvio seuraavasti (KAITERA 1937 b): Ensin arvioitiin satomäärä hehtaaria kohden normaalina vuosina ennen joen järjestelyä. Sen lisäksi arvioitiin tulvien aiheuttama sadon vähennys tulva-vuosina sekä tulvien aiheuttamat vahingot lannoitusaineiden poiskulkeutumisen kautta. Myös tulvien aiheuttama haitta pelloilla työskenneltäessä otettiin huomioon. Näillä perusteilla määrättiin ennen joen järjestelyä vuotuinen tuotto alueella vähennettynä tulvien aiheuttamien vahinkojen ja haittojen kustannuksella. Sen lisäksi määrättiin tuotto järjestelyn jälkeen vähennettynä uudesta viljelysmuodosta johtuvilla lisäkustannuksilla, jotka kohdistuivat lähinnä lannoitukseen. Näiden tuottojen erotuksen kapitalisoitu arvo edusti maataloudellisen tuoton lisäystä.¹⁾

Tulva-alueiden viljelyksen epävarmuudesta johtuen ei kaikkia sellaisia viljelysrajan yläpuolella olevia alueita, jotka muutoin voitaisiin viljellä, raivata pelloiksi, vaan annetaan jäädä luonnonniityiksi tai laidunmaiksi. Tämä ilmenee m. m. seuraavasta ins. EINO W. SEPPÄSEN tutkimuksiin nojautuvasta yhdistelystä, joka koskee peltojen ja niittyjen määrää Oulujärven rannalla eri korkeusvyöhykkeillä:

Korkeusväli	Peltoa ha	Niittyä ja nevaniittyä ha	Peltoa pellon, niityn ja neva- niityn yhteis- määrästä %
187—217	0	531	0
217—242	1	640	0.1
242—267	18	421	4.0
267—292	81	173	31.8
292—317	138	120	53.7
317—342	167	87	66.1
342—367	198	83	70.5

Kuten yhdistelystä havaitaan lisääntyy peltoala säännöllisesti, mitä ylävämmät vyöhykkeet ovat kyseessä, samalla kun niittyjen ja nevaniittyjen määrä vähenee. Viljelysten alaraja Oulujärvessä on aikaisemmin esitettyjen laskelmien mukaan korkeudella 246. Yhdistelystä havaitaan, että tämän rajan alapuolella ei peltoja esiinny juuri lainkaan.

Edellä on myös esitetty, miten tulva-alueilla eri viljelyskasvien suhteellinen määrä eroaa ylävämmillä vyöhykkeillä viljeltävien kasvien määrästä. Tämä seikka on myös otettava huomioon arvosteltaessa vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttamaa vesivahinkoa.

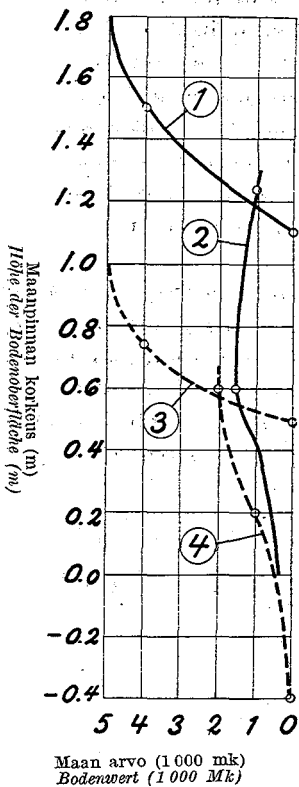
¹⁾ Viljelykselle tulevan hyödyn lisäksi otettiin laskelmissa huomioon liikenteelle ja vesivoimataloudelle tuleva hyöty.

Kysymys siitä, miten vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttama tuoton vähennys vaikuttaa rantamaiden käyttöarvoon, on saanut laajaa huomiota osakseen varsinkin maankuivatus- ja vesistönjärjestely-

hankkeiden hyödyn ja vahingonarvioissa. Tätä monivivahteista ja vaikeaa kysymystä on meillä selvittänyt etenkin HALLAKORPI (1924 a, 1924 b, 1929, 1932).

Kuvassa 26 on Hallakorven esittämiä arvioimiskäyriä viljelysmaan ja niittymaan arvon muutoksista eri korkeusvyöhykkeillä, kun vedenkorkeusvaihteluista riippumattoman maan keskihinta on 5 000 mk/ha. Korkeus 0.0 tarkoittaa kesäveden korkeutta. Käyrät (1) ja (2) kuvaavat olosuhteita, joissa MHW on korkeudella 1.1 ja HW korkeudella 1.5. Käyrät (3) ja (4) kuvaavat olosuhteita, joissa MHW on korkeudella 0.4 ja HW korkeudella 0.7. Käyrät (1) ja (3) esittävät peltomaan ja käyrät (2) ja (4) niittymaan arvon muutoksia.

Ruotsissa on asiaa laajasti selvitetty etenkin Vänern-järven säännöstelyhankkeen vahingonarvion yhteydessä. Säännöstelyhankkeen hakijat esittivät vahingonarvion olettamalla, että maan arvo vähenee suhteessa puhtaaseen tuottoon, kun vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttama vesivahinko lisääntyy (n. s. markskadesakkunnige-asantuntijain käsitys). Eri vuosien vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus otettiin mainitussa arviossa huomioon siten, että vuosi vuodelta määrättiin maan arvo eri korkeusvyöhykkeillä, jolloin alavammille vyöhykkeille saatiin negatiivisiakin arvoja. Saatujen arvojen keskiarvot edustivat maan arvoa eri korkeusvyöhykkeillä. Toisen käsityksen mukaan (n. s. jordbruks-sakkunnige-asantuntijain esittämä käsitys) maan arvo eri korkeusvyöhykkeillä voidaan paremmin määrätä nojautumalla puhtaan tuoton asemesta kokonaistuottoon. Tähän käsitykseen myös vesituomioistuin yhtyi

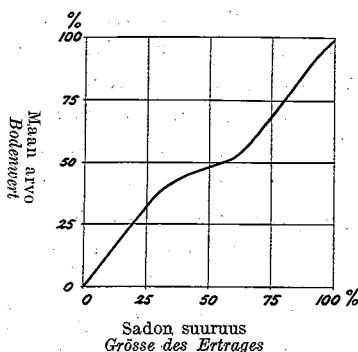


Kuva 26. HALLAKORVEN esittämiä arvioimiskäyriä. Yhtenäiset viivat kuvaavat olosuhteita, jolloin vesivahinko on riippuvainen ensi sijassa tulvista ja katkonaiset viivat olosuhteista, jolloin kesävesimäärää pääasiassa vesivahingon suuruuden. Käyrät (1) ja (3) esittävät maan arvon muutosta pelloilla ja käyrät (2) ja (4) niityillä. (Katso tekstiä).

Abb. 26. Von HALLAKORPI dargestellte Bonitierungskurven. Die ausgezogenen Linien bezeichnen Verhältnisse, unter denen der Wasserschaden in erster Linie von den Hochwasserständen abhängig ist, und die gestrichelten geben solche Verhältnisse wieder, unter denen der Sommerwasserstand hauptsächlich die Größe des Wasserschadens bestimmt. Die Kurven (1) und (3) stellen die Wertveränderungen des Bodens auf Äckern und die Kurven (2) und (4) auf Weisen dar.

päätöstä tehdessään. Kuvassa 27 on esitetty mainitun vahingon-arvion mukainen viljelysmaan arvon muuttuminen tuoton alentuessa 100 %:sta 0 %:iin.

FREDHOLM (1941) suosittelee seuraavaa menettelytapaa arvioitaessa maan arvon muutoksia: Ensin lasketaan satomäärien perusteella kokonaistuotto esim. seitsemänvuotista viljelyskiertoa käyttäen ja vähennetään tästä keskimääräiset käyttökustannukset niihin luettuina käyttöpääoman kuoletus ja osaksi myös sen korko. Näin saadusta arvosta määrätään kapitalisoimalla maan perusarvo. Maan arvo eri kuivatussyvyyksillä saadaan arvioimiskäyrien avulla. Näitä käyriä määrättäessä on vältettävä kaavamaisuutta ja usein on syytä suorittaa olosuhteiden perusteella tasoituksia laskelmilla saatuihin arvoihin.



Kuva 27. Viljelysmaan arvon riippuvaisuus sadon määrästä Vänern-järven säännöstelyhankkeessa »jordbrukssakkunnige»-asiantuntijain esittämän käsityksen mukaan.

Abb. 27. Die Abhängigkeit des Bodenwertes von der Ertragsmenge in dem Regelungsprojekt des Wenersees nach der Auffassung der »jordbrukssakkunnige».

Suomessa ja Ruotsissa vedenkorkeusvaihteluiden aiheuttama vesivahinko ranta-alueilla on, kuten edelläolevasta havaitaan, arvioitu yleensä maan arvon vähenemisenä. Aikaisemmin on jo viitattu siihen, että Saksassa vesivahinko arvioidaan myös tuoton vähenemisenä.

Tuottoon nojautuvat arviot eroavat maan arvoon nojautuvista arvioista ennenkaikkea siinä, että ensiksi mainituissa arvioissa kuivatusyritykset käsitetään erillisinä liikeyrityksinä, kun taas viimeksi mainittuihin arvioihin on kytketty viljelyksen yleiset kannattavuus- ja tuottoedellytykset k. o. paikkakunnalla. Saksassa esitettyjen käsitysten (KAITERA 1937 b) mukaan voidaan tuottoon nojautuvissa arvioissa paremmin ottaa huomioon erilaisten kuivatusyritysten erikoisluonne, kuin jos arvio tehtäisiin maan arvoon nojautumalla.

Viljellyillä alueilla kuivatushankkeen aiheuttamaksi hyödyksi voidaan usein laskea kokonaistuoton lisäksi melkein sellaisenaan. Jos

esim. peltoalueen kokonaistuotto on 3 000 mk/ha ja maan arvo 10 000 mk/ha täysin kuivatetussa tilassa ja korkeasta pohjavedestä aiheutuva sadonvähennys 25 %, saadaan kuvan 27 mukaan kuivatuksesta aiheutuvaksi maan arvon lisäykseksi n. 3 200 mk. Kokonaistuoton lisäys taas on 750 mk. Jos oletetaan, että lannoituksessa, sadonkorjuussa y.m. tulee parempien satojen johdosta lisäystä kustannuksiin 250—500 mk hehtaaria kohden ja kapitalisoidaan näillä perusteilla laskettu hyöty 5 %:n mukaan, saadaan hyödyn pääomarvoksi 10 000—5 000 mk eli huomattavasti suuremmat arvot kuin edellä. Tämä esimerkki riittänee osoittamaan, miten suuriin eroihin eri arviomenetelmät voivat johtaa.

Viljelysten alaraja tulva-alueilla kuvastaa, kuten jo on mainittu, maanomistajain käsitystä siitä, millä korkeudella viljelyksen kannattavaisuus yleensä loppuu. Tämän rajan korkeudella viljelyksestä saatavan tuoton ja viljelykseen uhrattavien kustannusten ero on maiden luontaisen puhtaan tuoton suuruinen. Tutkimalla vesistön vedenkorkeusvaihteluja ja arvioimalla haitallisten vedenkorkeuksien aiheuttaman vahingon suuruus eri vuosina viljelysrajan korkeudella, voidaan päätellä, kuinka suuri suhteellinen sadon vähennys saa olla, ennenkuin maanomistajain käsitysten mukaan viljelys tulee kannattamattomaksi. Kuvassa 26 vastaa viljelysten alaraja korkeutta, jossa »peltokäyrä» leikkaa vastaavan »niittykäyrän».

Edellä esitettyjen vesivahinkoa koskevien havaintojen nojalla useassa vesistöissä, jossa rantatutkimuksia on suoritettu, viljelysten alaraja näyttää asettuneen korkeudelle, jossa keskimääräinen sadonvähennys on noussut lähes puoleen kokonaissadosta jopa siitä ylikin.

Vastaavasti voidaan myös määrätä sadonvähennyksen suhde ylävämällä vyöhykkeillä. Viljelysrajaa koskevia havaintoja voidaan näin käyttää apuna arvosteltaessa viljelysten kannattavaisuusedellytyksiä tulva-alueilla. Laskelmia voidaan myös soveltaa kuivatus- ja vedenjärjestelytyöissä hyödyn- ja vahingonarvioissa. Näitä töitä suunniteltaessa on myös syytä tutkia, mitä viljelyskasveja eri korkeusvyöhykkeillä viljellään.

Vesistöissä, joissa lumen kevätsulamisesta aiheutuneet tulvat sattuvat myöhään kesällä, kuten esim. Saimaassa, vedenkorkeusvaihteluiden pitkäaikainen jaksollisuus asettaa määrättyjä vaatimuksia tällaisille laskelmille (SEPPÄNEN 1936). Vesistöissä, joissa tulvat sattuvat keväällä, vedenkorkeusvaihteluiden vaikutus voidaan yleensä huomioida keskimääräisten olosuhteiden nojalla tarvitsematta kiinnittää vastaavaa huomiota edellämainittuun jaksollisuuteen.

Yhteenvedoja.

Edellä olevien havaintojen ja laskelmien perusteella voidaan esittää m. m. seuraavaa vedenkorkeusvaihteluiden vaikutuksesta ranta-alueiden pelto- ja niittyviljelykseen:

1) Vesistön vedenkorkeusvaihteluiden luonne määrää, miten alavilla tulva-alueilla voidaan peltoviljelystä harjoittaa. Lumen kevät-sulamisesta aiheutuvan, yliveden keskimääräinen sattumisaika ja vesistön vedenkorkeusvaihteluiden suuruus ovat tekijöitä, joiden nojalla voidaan varsin suurella tarkkuudella määritellä, mille korkeudelle viljelysten alaraja vesistön rannalla asettuu. Viljelysten alarajan korkeusasema vesistön vedenkorkeusvaihteluihin verrattuna voidaan määritellä esimerkiksi kaavojen (2) ja (3) avulla. Samoin vedenkorkeuksien kestävyyskäyrien avulla voidaan määritellä viljelysten alarajan korkeustaso.

2) Myös luonnonvaraisten kasvustojen esiintymisrajat ovat riippuvaisia vedenkorkeusvaihteluista. Niinpä esimerkiksi lauhaniityn alaraja asettuu likimäärin korkeudelle, joka jää veden peittoon keskimäärin puolentoista kuukauden ajaksi vuodessa. Vesisaraikon alaraja tai kortteikon yläraja taas on likimäärin 13 cm keskiveden alapuolella.

3) Viljelysten alarajan ja luonnonvaraisten vyöhykerajojen kesken on myös havaittavissa siinä määrin riippuvaisuutta, että luonnonvaraisten kasvustovyöhykkeiden perusteella ottamalla samalla huomioon vedenkorkeusvaihteluiden suuruus voidaan arvioida, mille korkeudelle viljelysten alaraja voi asettua.

4) Suurissa ja järvirikkaissa vesistöissä, joissa lumen kevät-sulamisesta aiheutuva ylivesi sattuu vasta kesäkuun lopulla tai heinäkuussa, on havaittavissa vedenkorkeusvaihteluiden pitkäaikaisesta jaksollisuudesta johtuvaa vyöhykerajojen siirtymistä vuodesta toiseen.

5) Viljelysten keskimääräisen alarajan samoin kuin luonnonvaraisten kasvustovyöhykkeiden rajakorkeuksien avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä vesistön vedenkorkeusvaihteluista. Edellä esitetyt, alustaviin havaintoihin nojautuvat säännöt antavat viitteitä siitä, minkäläatuisia menettelytapoja voidaan käyttää määrättäessä kasvustovyöhykkeiden avulla tunnusomaisia vedenkorkeuksia. Säännön-mukaisuus mainittujen kasvustorajojen ja vedenkorkeuksien kesken

on niin selvä, että tällaisilla menettelytavoilla voidaan päästä lähes yhtä suureen tarkkuuteen kuin muutamia vuosia kestävien vedenkorkeushavaintojen avulla. Varsinkin sellaisissa tapauksissa, joissa jollakin vesistönosalla on suoritettu vedenkorkeushavaintoja, voidaan vyöhykerajoja käyttää apuna määrättäessä vastaavia vedenkorkeuksia jossakin toisessa kohdassa vesistöä, jossa vedenkorkeushavaintoja ei ole suoritettu.

6) Luonnonvaraisten kasvustojen vyöhykerajoja voidaan käyttää apuna myös määrättäessä alavilla rannoilla järven rantaviiva.

7) Tulva-alueilla olevat viljelysmaat voidaan yleensä jakaa kahteen vyöhykkeeseen.

Alavammalla vyöhykkeellä viljellään yleensä vain kylvöheinää, kevätviljaa ja ruista. Kylvöheinää on havaintokohtien määrästä ollut n. 30 %, kevätviljaa n. 45 % ja ruista n. 20 %. Ylävämmällä vyöhykkeellä viljellään lisäksi perunaa ja muitakin viljelyskasveja.

8) Viljelysraja koskevia havaintoja voidaan käyttää apuna arvosteltaessa maankuivatus- ja vesistönjärjestelyhankkeissa syntyvää hyötyä taikka vesivahinkoa. Tulva-alueilla vallitsevien olosuhteiden nojalla voidaan päätellä hankkeiden toteuttamisen jälkeen vallitsevia olosuhteita.

Lähdeluettelo.

1. AARIO LEO, 1933 — Vegetation und postglaziale Geschichte des Nurmijärvi-Sees, Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja, Osa 3, N:o 2, Helsinki.
2. CAJANDER E., 1922 — Maataloudellinen muokkauskausi eri jaksoineen suhteessa maatalouden järjestämiseen Suomessa, Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja, Helsinki.
3. FREDHOLM OLOF 1941 — Torrläggning och bevattning, Svenska jordbrukets bok, Stockholm.
4. HALLAKORPI I. A., 1924 a — Vedenpintojen järjestely kuivatusyrityksissä, Teknillinen Aikakauslehti N:o 4, 1924, Helsinki.
5. — 1924 b — Kustannustenjaon teknillinen suoritus maanparannusyrityksissä, Helsinki.
6. — 1929 — Haitallisten vesikorkeuksien aiheuttaman maan arvon vähenemisen arvioimisesta, Maataloustieteellinen Aikakauskirja, 1929, Helsinki.
7. — 1932 — Perusparannusten arvioiminen ja kustannustenjako maan kuivatusyrityksissä, Helsinki.
8. KAITERA PENTTI, 1934 — Järvenlasku- ja joenperkaushankkeiden suunnittelua varten suoritettavasta hydrometrisestä tutkimuksesta, Teknillinen Aikakauslehti N:o 5—6, 1934, Helsinki.
9. — 1935 — Viljelyskasvien kyvystä kestää vesipeittoa, Maataloustieteellinen Aikakauskirja, 1935, Helsinki.
10. — 1937 a — Maatalouden vesirakennuksen tehtävistä viljellyn maan tuottokykyä ja alaa lisättäessä, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1937, Viipuri.
11. — 1937 b — Saksaan ja Sveitsiin v. 1937 tehdyn opintomatkan muistiinpanot (käsikirj.).
12. — 1939 — Lumen kevät sulamisesta ja sen vaikutuksesta vesiväylien purkautumissuhteisiin Suomessa, Maataloushallituksen kulttuuriteknillisiä tutkimuksia N:o 2, Helsinki.
13. — 1940 a — Sadonlisäyksistä sadetuskokeissa vuosina 1938—1940, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1940, Hämeenlinna.
14. — 1940 b — Maataloushallituksen kulttuuriteknillisistä tutkimuksista, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1940, Hämeenlinna.
15. — 1941 käsikirj. — Maataloushallituksen vesiteknillisissä tutkimuksissa suoritetuista vesivahinkokokeista, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1941, Hämeenlinna.
16. KAITERA PENTTI, PAASILAHTEI S., 1939 — Maan kuivatus ja vesitys, Keksintöjen kirja, Porvoo.
17. KOKKONEN P., 1926 — Kymijoen perkauksesta johtuva maanarvon nousu, Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja N:o 11, Helsinki.

18. KORHONEN V. V., 1922 — Ilmasto, Suomen Maatalous, I Nidos, Porvoo 1922.
 19. MARISTO L., 1935 — Näsijärven Aitolahden vesikasvillisuus, Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja, Osa 6, N:o 4, Helsinki.
 20. — 1941 — Die Seetypen Finnlands auf floristischer und vegetationsphysiognomischer Grundlage, Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja, Osa 15, N:o 5, Helsinki.
 21. POHJALA L., 1933 — Äyräpäänjärven vesikasvillisuudesta, Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja, Osa 3, N:o 3, Helsinki.
 22. RISKU AHTI, 1939 — Kemijärven vedenkorkeuksien vaikutuksesta tulvalueen viljelykseen ja kasvustoon, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1939, Viipuri.
 23. SEPPÄNEN EINO W., 1936 — Vuosittaisten vedenkorkeusvaihteluiden huomioonottaminen määrättäessä Saimaan rantamaiden vesivahinkoa, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1936, Viipuri.
 24. — 1940 — Peltoviljelyksen vaatimasta kuivatussyvyydestä, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1940, Hämeenlinna.
 25. TERÄSVUORI K., 1931 — Eräitä nüttyjen jyvityksessä huomioonotettavia seikkoja, Maanmittaus, Helsinki.
 26. VAHERI ERKKI, 1932 — Jyväsjärven kasvillisuus, Suomalaisen Eläin- ja Kasvitieteellisen Seuran Vanamon kasvitieteellisiä julkaisuja, Osa 3, N:o 1, Helsinki.
 27. Tulvakomitean mietintö 1939, Komiteanmietintö N:o 14, 1939, Helsinki.
 28. Vänern-järven säännöstely — Ansökan till Västerbygdens vattendomstol om tillstånd till Vänerns reglering, Tekniska meddelanden från kungl. vattenfallsstyrelsen, Ser. B, N:r 4 a, Stockholm 1925.
 29. — Bidrag till frågan om regleringens inverkan på inägor vid Vänern, Tekniska meddelanden från kungl. vattenfallsstyrelsen, Ser. B, N:r 14, Stockholm 1928.
 30. — Västerbygdens vattendomstols dom den 19 juni 1937 i mål angående Vänerns reglering, Tekniska meddelanden från kungl. vattenfallsstyrelsen, Ser. B, N:r 21, Stockholm.
 31. Hydrografisen toimiston vuosikirjat.
 32. Hydrografisen toimiston arkisto.
 33. Maataloushallituksen viljelysteknillisen osaston arkisto.
 34. Uudenmaan ja Hämeen maanviljelysinsinööripiirin arkisto.
 35. Saimaan säännöstelytoimiston arkisto.
-

Referat.

Über den Einfluss der Wasserstandsschwankungen auf den Acker- und Wiesenbau der Ufergelände in Finnland.

Über die Wasserstandsschwankungen der Gewässer.

In den Wasserstandsschwankungen der Gewässer ist in Finnland ein deutlicher jährlicher Gang wahrzunehmen, in dem zwei Maxima und zwei Minima auftreten. Das auf der Schneeschmelze im Frühling beruhende Maximum ist grösser als das durch die Herbstniederschläge verursachte. Die Minima liegen im Vorfrühling und im Spätsommer. Auf Abbildung 1 (S. 8) sind die Wasserstandsschwankungen der Gewässer verschiedenen Typs in den J. 1934—38 dargestellt. Der Flächeninhalt (F) und das Seeprozent (J) des Niederschlagsgebietes der Gewässer sind auf S. 7 wiedergegeben. Die Gewässer sind solche, auf deren Ufern Untersuchungen über den Acker- und Wiesenbau angestellt worden sind.

Die Grösse der Wasserstandsschwankungen ist u. a. vom Seeprozent abhängig. Auf S. 10 findet sich eine Zusammenstellung, aus der hervorgeht, wie gross der Höhenunterschied zwischen Mittelhoch- und Mittelwasser ($MHW - MW$) bei wechselndem Seeprozent, $J = 0-30\%$, gewesen ist. Auch der Flächeninhalt (F) des Niederschlagsgebietes ist von Einfluss auf die Grösse der Wasserstandsschwankungen, was aus Tabelle 1 hervorgeht (S. 11).

Der auf der Schneeschmelze im Frühjahr beruhende Zeitpunkt des Hochwassers ist desgleichen von den Werten F und J abhängig. Das ist zu ersehen aus Abbildung 2 (S. 13), in der $T_1 - T_0$ den Unterschied zwischen dem Zeitpunkt des Maximalabflusses und demjenigen bedeutet, an dem der Schnee auf den Äckern geschmolzen ist.

Die Form der Hochwasserwelle ist von den oben angeführten Faktoren abhängig, aber das Verhältnis zwischen der Dauer des fallenden Teils der Welle und der ihres steigenden ist bei den verschiedenen Gewässern fast dasselbe, was aus Tabelle 2 zu entnehmen ist (S. 14). Infolgedessen spiegelt der Zeitpunkt des auf der Schneeschmelze im Frühling beruhenden Hochwasserspiegels gleichzeitig auch die Dauer des Hochwassers wider.

Der Wasserschaden ist in den verschiedenen Zeiten der Vegetationsperiode verschieden, so dass der Charakter des Gewässers die Nutzungsmöglichkeiten der Ufergebiete bestimmt. Vom Hochwasser an abwärts gelangt man in Niveaus, die immer häufiger von Hochwasserständen erfasst werden und in denen diese immer länger dauern. Die Hochwasserstände der verschiedenen Jahre dauern in diesen niedrigen Niveaus verschieden lange, was aus Tabelle 3 hervorgeht (S. 16).

In den seenreichen Gewässersystemen Finnlands ist auch eine langfristige Periodizität festzustellen.

Untersuchungen an den Ufern der Gewässer.

An den Ufern der Gewässer ist untersucht worden, wie weit abwärts man die Ufergebiete als Acker benutzt hat und in welchen Höhenzonen verschiedene Wiesentypen auftreten. Ausserdem ist okular der durch Hochwasser verursachte Schaden bestimmt worden, u. a. der Umstand, in welcher Höhe die Kulturpflanzen durch Hochwasser vernichtet worden sind usw.

Die Untergrenze der Kulturen hat man nivelliert an Stellen, an denen der Boden gleichmässig nach dem Ufer abfällt und an denen Faktoren wie Flurgrenzen usw. nicht daran hindern, die niedriger gelegenen Gelände zu bebauen, sondern ausschliesslich die Wasserstandsschwankungen der Anlass dazu gewesen sind, diese Gebiete wild bewachsen zu lassen. Durch an vielen Stellen ausgeführtes Nivellieren derartiger Grenzen lässt sich die Auffassung der Grundbesitzer darüber, wo die 0-Grenze der Kurrentabilität im Mittel liegt, herausstellen.

Auf den tiefer gelegenen Äckern baut man im allgemeinen Mähwiese, Klee und Timothee, Hafer und Roggen, auf den höher gelegenen Überschwemmungsgebieten auch andere Kulturpflanzen. In den Überschwemmungsgebieten treten somit auch Grenzen verschiedener Benutzungsformen auf. In diesem Sinne sind bei der Untersuchung an den Ufern verschiedener Gewässer die untersten Anbaustellen der verschiedenen Kulturpflanzen nivelliert und die Überschwemmungsgebiete in zwei Zonen geteilt worden. Der Zone *I* sind die untersten Beobachtungsstellen (50 % der Beobachtungen) und der Zone *II* die obersten zugezählt worden.

In bezug auf die Wiesentypen sind die Untergrenzen folgender Bestände untersucht worden: Schachtelhalm-, Wasserseggen-, Landseggen-, Rasenschmielen- und Weisskleebestand.

Als Untersuchungsgegenstand sind nur solche Gewässer ausgewählt worden, an denen regelmässige Wasserstandsbeobachtungen zur Ausführung gelangt sind. Die Wasserstandsschwankungen der Gewässer sind aus der den Untersuchungen vorausgegangenen 5—10-jahresperiode berücksichtigt worden. Zur Veranschaulichung der Wasserstandsschwankungen sind hinsichtlich der meisten Gewässer folgende Kurven gezeichnet worden (die Nummern entsprechen den Kurvennummern der Abbildungen.)

- 1) Die Frequenzkurve der Wasserstandsmaxima in verschiedenen Jahren.
- 2) Die Frequenzkurve der Frühjahrsmaxima in verschiedenen Jahren.
- 3) Die Dauerkurve der täglichen Wasserstände.
- 4) » » » » » von April—September.
- 5) » » » » » von Mai—August.

Ausserdem sind die Extrem- und Mittelwerte der Wasserstände bestimmt worden:

HW = Hochwasser,
MHW = Mittelhochwasser,
MW = Mittelwasser,
MNW = Mittelniederwasser,
NW = Niederwasser,
W 50 % = gewöhnliches Wasser,
MW IV = Mittelwasser im April usw.

Für die Kultur- und Bestandesgrenzen sind folgende Abkürzungen benutzt worden:

Mittlere Untergrenze der Kulturen, die mit der Untergrenze

von Zone I gleichbedeutend ist	»	VR od. VR _I
» Zone II	im Mittel	VR _{II}
» Klee und Timothee	»	H
» Hafer	»	K ₁
» Gerste und Sommerweizen	»	K ₂
» Winter-roggen (oder Brachfeld)	»	S
» Kartoffel	»	J ₁
» Schachtelhalmbestand	»	Eq
» Wasserseggenbestand	»	C ₁
» Landseggenbestand	»	C ₂
» Rasenschmielenbestand	»	D
» Weisskleebestand	»	Tr

Die an den Ufern der verschiedenen Gewässer ausgeführten Untersuchungen sind je Gewässer zur Darstellung gelangt:

1. *Taasianjoki*. Der Fluss liegt an der Südküste. Das Niederschlagsgebiet umfasst ca. 400 km² und ist ohne Seen. Das Hochwasser im Frühjahr ist im Mittel auf den 20. IV. gefallen. Die Uferuntersuchungen, die nur die Untergrenze der Kulturen betrafen, finden sich in Tabelle 4 (S. 22). Die Beobachtungsstellen sind Tonboden.

2. *Putaanjoki*. Der Fluss Putaanjoki liegt an der Südwestküste. Das Niederschlagsgebiet umfasst 79 km², wovon 2 % Seen sind. Das Frühjahrshochwasser ist im Mittel auf den 11. IV. gefallen. Die Extrem- und Mittelwerte der Wasserstände sind auf S. 24 angegeben.

Bei den Uferuntersuchungen wurden nur die Untergrenzen der Kulturen nivelliert. Im Mittel lag VR in der Höhe von 15.85. Die Beobachtungsstellen waren Torfboden.

3. *Ihantalanjärvi*. Der See Ihantalanjärvi liegt nördlich von Viipuri. Das Niederschlagsgebiet ist 12.5 km² gross, wovon 8 % auf Seefläche entfällt. Der Zeitpunkt des Hochwassers im Frühjahr, T₁, liegt am 24. IV. Die Extrem- und Mittelwerte der Wasserstände sind auf S. 26 angegeben. Die Höhen sind Pegelablesungen.

Bei den Uferuntersuchungen wurden die Wiesengrenzen nivelliert. Die Grenze D lag in der Höhe von 69 und die Grenze C₁ in der von 41.

Die Grenze VR lag in der Höhe 110. In Tabelle 5 sind die Ertragsmengen von verschiedenen Wiesentypen und aus verschiedenen Höhen nach Probe-parzellen von 0.25 Ar angeführt.

4. *Jämijärvi*. Der See Jämijärvi liegt in Westfinnland. Sein Niederschlagsgebiet umfasst 365 km², davon 3 % Seefläche. Der See ist in den J. 1931—32 so gesenkt worden, dass MHW um 67 cm und MW um 81 cm abgenommen hat. Auf S. 28 sind die Mittel- und Extremwerte der Wasserstände vor und nach der Seesenkung angegeben. Tabelle 6 enthält VR vor der Seesenkung. Tabelle 7 umfasst die in den Jahren 1934 und 1936 angestellten Beobachtungen über die nach der Seesenkung eingetretenen Verhältnisse.

VR hat sich durch die Seesenkung um 80 cm oder um 13 cm mehr als MHW vermindert. Die Hochwasserstände sind von kürzer Dauer gewesen und 8 Tage früher als vor der Seesenkung eingetreten; dann lag der Zeitpunkt von T₁ am 5. V.

5. *Der See Haapavesi im Flusssystem des Pyhäjoki.* Der Fluss mündet in den Bottnischen Busen. Der See liegt 100 km von der Stadt Oulu nach Süden. Das Niederschlagsgebiet um den Haapavesi macht 1950 km² aus, das See-prozent beläuft sich auf 8. Der Gipfel des Frühjahrshochwassers ist auf den 29. IV. gefallen. Die Extrem- und Mittelwerte der Wasserstände sind auf S. 34 dargestellt.

Die in den Jahren 1934 und 1936 angestellten Uferuntersuchungen sind aus Tabelle 9 zu entnehmen. T_1 ist auf 30. IV entfallen.

6. *Der See Haapajärvi im Flusssystem des Kalajoki.* Der Kalajoki mündet ca. 30 km südlich vom Pyhäjoki in den Bottnischen Busen. Das Niederschlagsgebiet um den Haapajärvi beträgt 1175 km², davon 3 % Seefläche. T_1 ist auf den 1. V. entfallen. Die Wasserstandsangaben finden sich auf S. 37. Die Grenze VR lag in der Höhe 245.

7. *Petääjärvi.* Der See Petääjärvi liegt im Binnenland, 40 km NE von Tampere. Das Niederschlagsgebiet umfasst 29 km², davon 11 % Seegebiet. Der Zeitpunkt T_1 hat am 1. V. gelegen. Die Wasserstandsangaben finden sich auf S. 38. Die Grenze VR liegt in Höhe 112.

8. *Kuortaneenjärvi.* Der im Lauf des Lapuanjoki gelegene Kuortaneen-järvi liegt ca. 80 km von der Stadt Vaasa nach E. Das Niederschlagsgebiet umfasst 1,300 km², davon 5 % Seefläche. Der Zeitpunkt T_1 ist auf den 3. V. entfallen. Die Angaben über den Wasserstand sind auf S. 40 dargestellt. Die Uferuntersuchungen sind in Tabelle 10 (S. 39) wiedergegeben.

9. *Haapaniemenjärvi.* Der See liegt 15 km von Hämeenlinna nach S. Das Niederschlagsgebiet macht 550 km² aus, davon 8 % Seegebiet. T_1 hat am 1. V. gelegen. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 42 dargestellt. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 11 angeführt.

10. *Kuusjärvi.* Der See liegt 35 km von Joensuu nach W. Das Niederschlagsgebiet umfasst 23 km², davon 9 % Seefläche. T_1 ist auf den 5. V. entfallen. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 44 wiedergegeben. Die Höhe von VR ist 186.

11. *Vihtamonjärvi.* Der See liegt 35 km von Kajaani nach E. Das Niederschlagsgebiet macht 26 km² aus, wovon 9 % auf Seefläche entfällt. T_1 hat am 9. V. gelegen. Die Wasserstandsangaben finden sich auf S. 45. Die Grenze VR liegt in der Höhe 98.

12. *Kemijärvi.* Der See liegt im Flusslaufe des Kemijoki, 70 km von Rovaniemi nach E. Das Niederschlagsgebiet umfasst 27,285 km², wovon 2 % Seefläche. T_1 ist am 19. V. eingetreten. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 46 dargestellt. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 12 wiedergegeben. RISKU (1939) hat ebenfalls Uferuntersuchungen angestellt.

13. *Kyrösjärvi.* Der See ist 30 km von Tampere nach NW gelegen. Das Niederschlagsgebiet beträgt 2,705 km², wovon 10 % Seefläche ausmacht. T_1 ist auf den 17. V. gefallen. Die Wasserstandsangaben finden sich auf S. 51. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 14 dargestellt.

14. *Pyhävesi.* Der See liegt 45 km von Mikkeli nach SW. Das Niederschlagsgebiet umfasst 545 km², wovon 16 % Seefläche. T_1 ist am 17. V. eingetreten. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 53 dargestellt. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 15 wiedergegeben.

15. *Iso Roinevesi und Hauhonselkä sowie einige Nebenseen.* Die Seen liegen 25 km von Hämeenlinna nach NE. Das Niederschlagsgebiet umfasst 1,290 km², wovon 18 % Seefläche. Die Wasserstände sind abhängig von dem Wehr

in Valkeakoski, durch das das Wasser aus einem 4,400 km² umfassenden Gebiet, in dem die Seenfläche 19 % ausmacht, geregelt wird. T_1 ist auf den 28. V. gefallen. Die Wasserstandsangaben finden sich auf S. 57. Die Resultate der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 16 enthalten.

16. *Muuruejärvi*. Der See liegt 80 km von Jyväskylä nach N. Das Niederschlagsgebiet umfasst 2,540 km², davon 14 % Seefläche. T_1 hat am 26. V. gelegen. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 63 dargestellt. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 18 wiedergegeben.

17. *Viinijärvi*. Der See liegt 20 km von Joensuu nach W. Das Niederschlagsgebiet macht 805 km² aus, wovon 22 % Seefläche. T_1 ist auf den 29. V. entfallen. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 65 dargestellt. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind aus Tabelle 19 zu ersehen.

18. *Kallavesi*. Der See Kallavesi ist ein ausgedehnter See in der Nähe von Kuopio. Das Niederschlagsgebiet beträgt 16,275 km², wovon 15 % Seefläche. T_1 ist am 16. VI. eingetreten. Die Wasserstandsangaben sind auf S. 69 dargestellt. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind aus Tabelle 20 zu ersehen.

19. *Keitele*. Der See Keitele liegt 60 km von Jyväskylä nach N. Das Niederschlagsgebiet umfasst 6,305 km², wovon 18 % Seefläche. T_1 ist am 27. VI. eingetreten. Die Wasserstandsangaben finden sich auf S. 72. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen sind in Tabelle 21 enthalten.

20. *Saimaa*. Das Niederschlagsgebiet des Saimaa umfasst 62 130 km², wovon 20 % Seen. Die Untersuchungen in dem grossen Seebecken des Saimaa betrafen die in der Nähe der Stadt Mikkeli gelegenen Ufergebiete. Die Ergebnisse der Uferuntersuchungen finden sich in Tabelle 22. Die Wasserstandsangaben für die J. 1931—40 sind auf S. 78 wiedergegeben. Der Zeitpunkt T_1 liegt beim Saimaa Ende Juli.

Sonstige Gewässer. Tabelle 23 (S. 80) enthält VR-Höhen, am Ufer gewisser Gewässer bestimmt nach Karten, auf denen genaue Angaben über die Höhen der Ufergelände an den Kulturgrenzen vermerkt sind.

Über die Kulturgrenzen.

Eine Zusammenfassung über die Höhe der Untergrenze der Kulturen im Verhältnis zu gewissen kennzeichnenden Wasserständen ist in Tabelle 24 enthalten (S. 86). Auf Grund der Zusammenfassung sind die Abbildungen 22, 23 und 24 gezeichnet worden, die die Abhängigkeit der Höhe der unteren Kulturgrenze von dem Zeitpunkt, an dem die Hafersaat in der Gegend allgemein ist (T_2), entsprechend die Abhängigkeit vom Zeitpunkt T_1 sowie vom Höhenunterschied $MHW - MW = h$ darstellt. Auch die Höhendifferenz zwischen der Untergrenze der Kulturen und der Untergrenze der Schmielenwiese ist von dem obengenannten Wert h abhängig, wie aus Abbildung 25 ersichtlich. Aus den Abbildungen ist ebenfalls zu ersehen, welche mathematische Formel die verschiedenen Abhängigkeitsverhältnisse annähernd befolgen. Die mittleren Abweichungen von den Regeln schwanken zwischen $\pm 11 - \pm 18$ cm.

Über die Uferwiesen.

Tabelle 25 (S. 93) zeigt entsprechend die Höhendifferenzen zwischen der Untergrenze der Schmielenwiese (D) und der Untergrenze des Wasserseggenbestandes (C_1) sowie gewisser kennzeichnender Wasserstände. Die Grenze

D fällt dabei im Mittel in eine Höhe, in der die Dauer der Wasserstände 13 % ausmacht und die Grenze C_1 im Mittel 13 cm unter MW liegt. Die Abweichungen von den beobachteten Werten in diesen Höhen belaufen sich auf im Mittel nur ± 8 — ± 9 cm. Auch sonstige, wenngleich weniger deutliche Abhängigkeitsverhältnisse lassen sich feststellen.

Die Zonengrenzen entfallen bei den verschiedenen Gewässern so regelmässig, dass durch sie gewisse kennzeichnende Wasserstände mit praktisch oft genügender Genauigkeit bestimmt werden können.

Über den Wasserschaden auf Kulturböden.

Die okularen Wasserschadenbeobachtungen zeigen, dass der Klee zeitig im Frühjahr 2 Wochen, der Timothee noch länger eine Wasserbedeckung vertragen kann, der Roggen kann eine Woche überflutet sein, ehe grösserer Wasserschaden entsteht. Bei Gewässern, in denen die auf der Schneeschmelze im Frühjahr beruhenden Hochwasserstände später im Sommer eintreten, liegt die Vernichtungsgrenze der Kulturpflanzen im allgemeinen 10 cm höher als der längere Zeit bestehende Wasserstand.

Mit ilfe der Beobachtungen über die Kulturgrenze und die in Überschwemmungsgebieten anzubauenden Pflanzen lässt sich bei Bodenentwässerungs- und Gewässerregelungsplanungen beurteilen, wie sich die Verhältnisse nach der Durchführung der Projekte gestalten werden.

Zusammenfassung.

Schliesslich werden in der Untersuchung Zusammenfassungen über die wichtigsten Resultate gegeben.
