

N:o 6

1955

5. vuosikerta



15. 2. 1956

S U O

Julkaisija: SUOSEURA

Toimituskunta: Mauno J. Kotilainen (puh. joht.),
Martti Salmi, Aatu Pöntys, Lauri Lehtonen (päätoimittaja)

Toimitus:

Helsinki

Käpyläntie 4 C 36

Puh. 792049



Tilauhinta 350:—

Kirjoituksia lainattaessa pyydetään mainitsemaan lehden nimi

Pentti Kaitera:

RAIVAUKSEN JA OJITUKSEN VAIKUTUKSESTA VESISTÖ- ALUEIDEN HYDROLOGIAAN

Viime aikoina on ruvettu jälleen kiinnittämään huomiota ihmistoimenpiteiden merkitykseen luonnon vesitaloudessa. Tämä on johtunut osaksi siitä, että jatkuvan metsien raivaamisen on oletettu saaneen haitallisia seuraamuksia. Niinpä on esitetty, että se on muuttanut ilmastoa viljelysedellytysten kannalta epäedulliseen suuntaan. Tietyissä osissa maapalloa on mm. kuivuuden haitallisten vaikutusten kasvaminen pantu liiallisen metsien hävityksen syyksi. Toisaalta asiantuntijain kesken ei ilman muuta olla taipuvia myöntämään, että kuivuuden lisääntyminen voisi oleellisessa määrässä johtua metsien hävityksestä. Se, että metsäalueilla on yleensä mitattu enemmän sadetta kuin aukeilla, johtunee osaltaan metsien antamasta tuulen suojasta. Tuulisilla paikoilla mittausvirheet voivat erittäinkin lumisateiden aikana aiheuttaa liian pieniä arvoja. Kuitenkin mm. Neuvostoliitossa on suunniteltu laajoja metsänistutuksia, joiden tarkoituksena on yhdessä vesistöjärjestelyiden kanssa saada Kaspianmeren kuivat ympäristöalueet asutuskelpoisiksi ja viljelykseen soveliaiksi. Tällaiset suurisuuntaiset suunnitelmat ovat uudelleen nostattaneet tutkimustoiminnassakin esille kysymyksen, mikä osuus metsillä voi olla ilmastoon ja yleensä vesitalouteen. Nämä kysymykset ovat olleet keskustelun alaisia myös Yhdysvalloissa parin viime vuosikymmenen aikana. Siellä on esitetty mm. väitteitä, että 1930-luvulla ja sen jälkeen sattuneisiin pyöreämyrsky-

hin, jotka ovat kuljettaneet mukanaan valtavia määriä peltojen ruokamultaa, olisi metsien hävityksellä ollut osuutta.

Metsien hävityksen seurauksena on joka tapauksessa todettu, että sateitten ja tuulen aiheuttama erosio on huomattavasti lisääntynyt. Se on monessa maassa saavuttanut niin laajat mittasuhteet, että erosion torjuminen on tullut keskeiseksi ongelmaksi peltoviljelyksessä ja yleensä maan kasvukyvyn säilyttämistä koskevissa suunnitelmissa. Eräissä viime aikoina ilmestyneissä teoksissa, joissa käsitellään ihmiskunnan ravinnon riittävyttä (esim. *Borgström* 1953), erosiokysymys on saanut suurta huomiota osakseen.

Metsien osuus vesistöjen purkautumisvaihteluita tasoittavana tekijänä on myös kysymys, joka jatkuvasti kiinnostaa tutkijoita ja jolla käytännön vesirakennustehtävissäkin on oma merkityksensä.

Kun *Th. Homén* aikanaan selosti metsien vaikutusta Suomen ilmastoon (1901 ja 1917), kiinnitti hän huomiota siihen, että alku- ja keskikesällä on sisämaassa maasta tapahtuvalla haihtumisella huomattava osuus sateiden aiheuttajana. Todettuaan mittauksillaan, että erityisesti suomailta haihtuu kesällä poikkeuksellisen runsaasti vettä, hän tuli metsiin nähden päätelmään, että »haihtumisen täytyy alkukesällä olla metsästä yhtä suuri, usein suurempikin kuin suomailta». Edelleen hän totesi, että »puutteellinen metsien hoito ja niiden hävitys, alueiden kuivatus

sekä jokien vedenjärjestelyt sellaisina kuin niitä tähän mennessä on toteutettu, vaikuttavat kaikki siihen suuntaan, että ne tekevät poikkeukselliset säätilat ankarammiksi, kuivuuden kesällä haitallisemmaksi ja vedenkokoontumisen ja tulvat järvissä ja reiteillä alkukesästä suuremmiksi ja jokien ja lähteiden ehtymisen kuivina aikoina ja talvisin voimakkaammiksi». Kuten sanottu, metsien vaikutusta ilmastoon ei ole havainnoilla voitu selvittää niin luotettavasti, että kaikki nämä päätelmät voitaisiin sellaisinaan hyväksyä.

Metsien vaikutuksesta vesistöjen purkautumissuhteisiin on *Homénin* selvitysten jälkeen esitetty varsin yksityiskohtaisiin havaintoihin nojautuvia tutkimustuloksia. Näitä tutkimuksia on pyritty järjestämään pienehköillä rinnakkaisalueilla, joilla muut olosuhteet ovat olleet mahdollisimman samanlaisia, mutta joilla eroa-

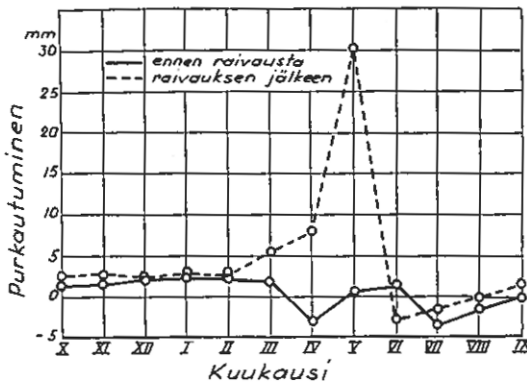
vaisuudet metsäisyyteen nähden on koettu saada niin suuriksi kuin suinkin. Tunnetuimpia tällaisista tutkimuksista ovat eräät Sveitsissä v. 1903 ja Yhdysvalloissa v. 1910 alullepannut havainnot. Sveitsissä suoritettu tutkimus tapahtui kahdella rinnakkaisalueella, joista toinen oli pääasiassa metsää kasvava ja toinen aukea (*Engler* 1919 ja *Burger* 1934). Yhdysvalloissa taas tutkimus järjestettiin niin, että molemmat rinnakkaisalueet aluksi olivat metsää kasvavia. Kahdeksan vuoden havaintojen jälkeen toinen alue hakattiin paljaaksi ja risut poltettiin. Tämän jälkeen jatkettiin vielä havaintoja seitsemän vuotta ja verrattiin saatuja tuloksia vastaavana aikana tehtyihin metsäisen rinnakkaisalueen tuloksiin (*Bates & Henry* 1928). Näitä tutkimustuloksia on selostettu meillä mm. *Tulvakomitean* mietinnössä (1939). Esitettäköön niistä tässä seuraavat asetelmat, taulukot 1 ja 2.

Taulukko 1. Havaintotuloksia Sperbelgrabenin ja Rappengrabenin rinnakkaisalueilla Sveitsissä vuosina 1903—1915 ja 1915—1926.

	Sperbelgraben		Rappengraben	
Vesistöalueen pinta-ala	55.8 ha		69.7 ha	
Alueesta on metsää	96.9 %		30.9 %	
„ „ laidunta	3.1 %		58.6 %	
„ „ peltoa ja niittyä	—		10.5 %	
Alueen korkein kohta	1204 m		1261 m	
„ matalin „	912 m		983 m	
<i>Englerin</i> tutkimukset vuosina 1903—1915				
Vuosipurkautuminen	943 mm	59.3 %	1026 mm	61.9 %
Vuosihaihtuminen	646 mm	40.7 %	631 mm	38.1 %
Vuosisade	1589 mm		1657 mm	
<i>Burgerin</i> tutkimukset vuosina 1915—1926				
Vuosipurkautuminen	906 mm	56.1 %	1076 mm	64.5 %
Vuosihaihtuminen	708 mm	43.9 %	592 mm	35.5 %
Vuosisade	1614 mm		1668 mm	

Taulukko 2. Havaintotuloksia Yhdysvalloissa vuosina 1910—1926 kahdella rinnakkaisalueella (Wagon Wheel Gap. Colo.).

	Alue A		Alue B	
Alueen pinta-ala		90 ha		81 ha
Metsää, lehtipuita	48.7 %		60.9 %	
„ havupuita	29.7 %	78.4 %	23.4 %	84.3 %
Aukeaa		21.6 %		15.7 %
Alueen korkein kohta		3460 m		3340 m
Alueen matalin kohta		2860 m		2820 m
Havainnot vv. 1910—1918 ennen kuin alue B hakattiin paljaaksi				
Vuosipurkautuminen	154.4 mm	28.9 %	156.9 mm	29.3 %
Vuosihaihtuminen	379.8 mm	71.1 %	379.0 mm	70.7 %
Vuosisade	534.2 mm		535.9 mm	
Havainnot 1919—1926, kun alue B oli hakattu ja risut poltettu				
Vuosipurkautuminen	157.7 mm	29.3 %	184.4 mm	34.9 %
Vuosihaihtuminen	379.8 mm	70.7 %	344.7 mm	65.1 %
Vuosisade	537.5 mm		529.1 mm	



Kuva 1. Kuukausipurkautumisen erotus A ja B alueilla ennen ja jälkeen raivauksen Bates & Henryn tutkimuksessa.

Kummassakin tapauksessa alueet ovat olleet jyrkkäviettoisia, tunturimaastolle tyypillisiä puronotkelmia. Metsäisyys on tehtyjen havaintojen mukaan ollut vuosipurkautumista pienentävä tekijä. Yhdysvalloissa suoritetuissa tutkimuksissa on tullut erityisen selvästi esille se, että hakkuiden aiheuttama purkautumismäärän kasvu on tapahtunut jotenkin kokonaisuudessaan kevätvaiheessa, maaliskuu—toukokuulla, johtuen tämä ero ennen muuta metsäisen maaston paremmasta vedenläpäisy- ja pidätyskyvystä (kuva 1). Samoin Sveitsissä suoritetuissa tutkimuksissa on tärkeimmäksi syyksi purkautumisessa todettu erihin katsottu metsäisen alueen maaperän suurempi vedenpidätys- ja läpäisykyky.

Purkautumismaksimiin nähden on Sveitsissä suoritetuissa tutkimuksissa vuosina 1910—1918 todettu, että lumen sulamis-

ta aiheutuva ylivaluma on aukealla alueella arvioitu olleen 34—76 % suurempi kuin metsäisellä alueella. Tulos on saatu laskelmallisesti muuttamalla Rabbengrabenin arvot täysin aukean alueen arvoja vastaaviksi ja Sperbelgrabenin arvot vastaavasti täysin metsäisen alueen arvoiksi. Paitisi metsäisen alueen maaperän suurempaa läpäisevyyttä katsotaan tämän aiheutuneen vähäisemmästä lumimäärästä metsäalueella. Myös vuosien 1915—1926 maksimipurkautumisessa on saatu samansuuntaisia eroja. Yhdysvalloissa suoritetuissa tutkimuksissa tulokset ovat varsin yhdenmukaisia edellä selostetun kanssa. Niinpä keskiylivesimäärä on todettu metsien hakkuun johdosta kasvaneen n. 55 %.

Alivesimääriin nähden ei Sveitsissä suoritetuissa tutkimuksissa ole metsäisyydellä todettu olleen sanottavaa vaikutusta. Sen sijaan Yhdysvalloissa todettiin alivesimäärien kasvaneen metsien hakkuiden johdosta n. 14 %.

Erosioon nähden Sveitsissä on todettu, että aukealta alueelta on kulkenut maaineista vesistöön 2.22 m³ vuodessa hehtaarilta, kun taas metsäisellä alueella vastaava määrä on ollut 0.85 m³. Yhdysvalloissa oli alkujaksolla B-puron tuoman maan painon suhde A-puron tuomaan maamäärään 0.82, mutta jälkijaksolla se oli 7.00.

Myöskin muissa maissa, kuten Japanissa ja Tsekkoslovakiassa, on suoritettu metsän vaikutusta selventäviä tutkimuksia ja tulokset ovat olleet samansuuntaisia.

Ruotsissakin on tehty kahdella rinnakkaisella alueella hydrologinen tutkimus vuosina 1925—1937 (S. Kihlberg). Eräät tulokset ilmenevät taulukosta 3.

Taulukko 3. Havaintotuloksia Himmelsbergin rinnakkaisalueilla Ruotsissa.

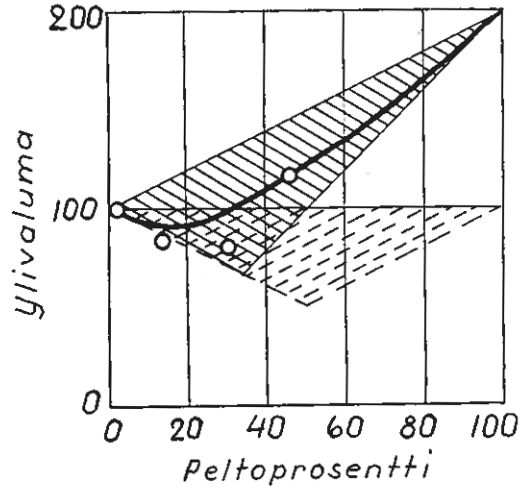
		Länsialue	Itäalue
Vesistöalueen pinta-ala		89.3 ha	115.1 ha
Alueesta on metsää		86.3 %	80.3 %
„ „ paljasta ja kalliota		1.7 %	10.0 %
„ „ turvemaata		12.0 %	9.7 %
Alueen korkein kohta		455 m	475 m
„ matalin kohta		366 m	363 m
„ keskikorkeus		416 m	422 m
Vuosipurkautuminen	1925—1931	404 mm	459 mm
„ „	1931—1937	405 mm	376 mm
Vuosihaihtuminen	1925—1931	369 mm	318 mm
„ „	1931—1937	355 mm	350 mm
Vuosisade	1925—1931	773 mm	777 mm
„ „	1931—1937	710 mm	726 mm
Kevätmaksimi Hq	1925—1931	114 l/s. km ²	146 l/s. km ²
„ „	1931—1937	91 „	100 „

Vuonna 1931 hakattiin länsialueelta metsä lukuunottamatta vähäistä osaa länsinurkassa, jossa hakkuu suoritettiin seuraavana talvena. Havaintokauden lyhydestä johtuen tulokset ovat jonkin verran epämääräisiä, mutta vertailujen avulla saadaan, että keskivaluma on metsän hakauksen johdosta kasvanut n. 20 %. Kevään ylivaluman kasvu on ollut n. 15 %. Myös alivaluma on kasvanut.

Nämä tutkimukset ovat kohdistuneet jyrkkäviettoisiin alueisiin, joten niiden antamia tuloksia ei suoranaisesti voida soveltaa tasaisilla mailla ja sellaisessa maastossa, mikä on Suomessa tyypillistä. Meillä tehdyistä tutkimuksista mainittakoon maataloushallituksen vesiteknillisissä tutkimuksissa kootun havaintoaineiston pohjalta tehty vertailu 28 pienen vesistöalueen Kevään ylivesimääristä vuosina 1934—1937 (*Tulvakomitean mietintö*). Ryhmitämällä nämä järviköyhät alueet suhteellisen peltoalan mukaan neljään ryhmään ja muuntamalla kunkin ryhmän keskiarvot vastaamaan sadealueen suuruuden ja kevään lumimäärän puolesta samanlaisia olosuhteita, saadaan seuraavanlainen yhdistelmä keskiyliveden suuruudesta peltoprosentin kasvaessa (sadealueen suuruus on keskimäärin 40 km², järvi prosentti 1 ja kevään lumivaraston vesiaron vähenemisen maksimi 45 mm viidessä vuorokaudessa).

Alueita ryhmässä	Pelto-prosentti	Keskiylivaluma MHq, kun en-MHq 1/s. km ²	Suhteellinen arvo on
8	2	146	100
7	15	120	82
7	30	126	80
6	43	173	119

Pieni keskiylivaluma toisessa ja kolmannessa ryhmässä johtuu siitä, että peltoprosentin ollessa alhainen määräytyy ylivaluma metsäalueen ylivaluman mukaan. Kun pelloilla lumi sulaa aikaisemmin kuin metsissä ja lisäksi pelto-ajat ja sarkojen kuperä muoto edistävät vesien pintavirtausta, ehtivät ylivedet virrata peltoalueelta pois ennenkuin ne metsäalueelta saapuvat. Vasta kun peltoala tulee riittävän suureksi, rupeaa sen ylivaluma vaikuttamaan määräävästi kokonaisalueen ylivalumaan. Edellyttäen, että ylivaluma pellolla on kaksinkertainen metsäalueeseen verrattuna, saadaan kuvassa 2 esitetty piirros osoittamaan, miten ylivaluma kasvaa peltopro-



Kuva 2. Ylivaluman riippuvuus peltoprosentista, kun edellytetään, että pellon ylivaluma on kaksinkertainen (ehkä viivoitus) tai yhtä suuri (katkoviivoitus) verrattuna metsän ylivalumaan.

sentin kasvaessa. Viivoitettu osa osoittaa sen alueen, jolla teoreettisesti ajatellen havaintotulosten pitäisi sijaita, kun otetaan huomioon kaikki erilaiset mahdollisuudet pelto- ja metsäalueen ylivaluman sattumisaikaan nähden. Kuten kuvasta havaitaan edelläesitetyt keskimääräiset havaintotulokset asettuvat tehtyjen olettamusten mukaisesti. Tämä osoittaa, että peltoalueen ylivaluman täytyy olla ainakin 1.5 kertainen ehkä 2-kertainen metsäalueen ylivalumaan verrattuna. Jos nimittäin pelto- ja metsäalueella ylivaluman arvot olisivat samansuuruiset, täytyisi havaintotulosten asettua pilkkuviivojen merkitylle alueelle, sen alareunalle, koska lumen sulaminen tapahtuu pelloilla useita vuorokausia aikaisemmin kuin metsissä.

Maataloushallituksen vesiteknillisten tutkimusten yhteydessä M. Wäre on järjestänyt myös erikoistutkimuksia metsänsäyden vaikutuksen selvittämiseksi. K-H. Korhonen on teknillisen korkeakoulun tutkintotehtävässään käsitellyt näistä havainnoista kolmella Vihdissä olevalla alueella vuosina 1946—1954 tehtyjä mittauksia ja tutkinut erityisesti lumen sulamisen aiheuttamien ylivesimäärien suuruutta. Taulukossa 4 on esitetty eräitä tietoja näistä alueista ja niillä sattuneista ylivesimääristä.

Metsäalueet ovat jyrkkäviettoisia, Salpausselkään liittyviä moreeniharjuja, joissa maaperä on paremmin vettä läpäisevää kuin peltoalueilla, jotka ovat vaikeastilä-

Taulukko 4. Havaintotuloksia kolmella rinnakkaisalueella Vihdissä vuosina 1946—1955.

	Hovin alue	Ali-Knuutilan alue	Yli-Knuutilan alue
Vesistöalueen pinta-ala	11,5 ha	24,0 ha	6,4 ha
Alueesta on metsää	0 %	46 %	100 %
” ” avo-ojitettua peltoa	100 %	54 %	0 %
Ylimmän ja alimman kohdan korkeusero likimäärin	15 m	45 m ¹⁾	55 m
Kevätmaksimi Hq	326 1/s. km ²	275 1/s. km ²	152 1/s. km ²
Keskim. kevätmaksimi MHq	223 ”	171 ”	69 ”
Hq:n suhde MHq:hun	1,5	1,6	2,2
Hetkellisen ja vuorokauden maksimin suhde (keskim.)	2,5	2,0	1,8

¹⁾ Pelto-osalla vastaava korkeusero on n. 15 m.

päisevää tiivistä hiesusavea. Tämä maala-
jien erilaisuus vaikeuttaa selvittelyä siitä,
mikä on metsän osuus maksimivalumaan.
Samoin myös pellon ja metsän erilaiset
viettosuhteet ovat vertailuja häiritsemässä.
Todettakoon, että metsäisellä Yli-Knuutti-
lan alueella kevään ylivaluman arvot ovat
n. 40 % pienempiä kuin keskimäärin pie-
nillä metsäisillä alueilla Suomessa, jos niitä
verrataan *Kaiteran* 1949 esittämiin keski-
tuloksiin, siitä huolimatta, että alue on
huomattavan jyrkkäviettoinen. Peltoaluei-
den valuma-arvot taas vastaavat likimää-
rin keskitilannetta, jos oletetaan, että puhta-
aan peltoalueen ylivaluma on 1,5—2,0
kertainen puhtaan metsäalueen ylivalu-
maan verrattuna. Taulukon arvot tuovat
esille myös sen, että peltoalueella vuoro-
kautiset purkautumisvaihtelut ovat suu-
rempiä kuin metsäalueella (vert. *Kaitera*
1938).

Nämä havainnot, jotka ovat kohdistu-
neet pienempiin alueisiin kuin ne, joiden
nojalla kevään ylivaluma-arvoja on vesirakennustöissä arvioitu, tukevat aikaisem-
piä päätelmiä seuraavissa suhteissa:

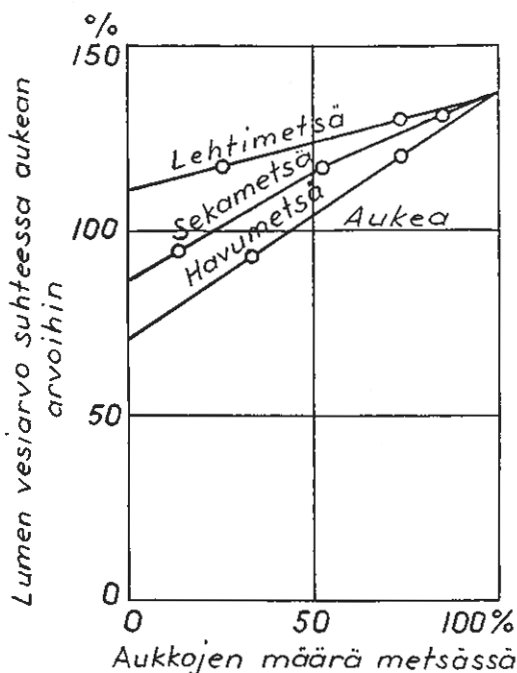
1. Peltoalueilla ylivaluman arvot ovat
likimäärin 1,5—2,0 kertaa niin suuria
kuin maaston suhteen muutoin samanlai-
silla metsäalueilla.

2. Maaperän läpäisevyys erityisesti
pienillä alueilla on huomioonotettava tekijä
kevään ylivaluman suuruutta määrät-
täessä. Metsäisyydenkin vaikutus ilme-
nee lähinnä siinä, että vesien imeytyminen
maahan helpoittuu.

3. Sensijaan maan viettosuhteiden vai-
kutuksen on siksi vähäinen, että se ei kykene
tasoittamaan niitä eroja, mitä maaperän
läpäisevyydestä aiheutuu.

4. Alueen suuruus ei pienillä alueilla
enää ole samalla tavalla ylivaluman ar-
vioissa huomioonotettava tekijä kuin suu-
rilla alueilla.

Metsäisyyden vaikutusta haihtumiseen
on K. Niinivaara käsitellyt väitöskirjas-
saan (1953). Aineisto tosin on niukka.
Saadut tulokset viittaavat siihen, että
Suomen oloissa, missä havumetsiä on run-
saasti, metsien haihtumista lisäävä vai-
kutuksen ei eroa peltoalueiden vaikutuksesta
niin paljoa, että selvää tendenssiä olisi ha-
vaittavissa. Peltoalueiden kohdalla tuuli-
suus lisäänee tiettyinä aikoina vuodesta
haihtumista niin, että vaikka jonakin toi-
sena ajankohtana metsäalueiden haihtumi-
nen olisi suurempi, niin vuosipurkautumi-
sessa erot oleellisessa määrin tasoittuvat.
Metsän laadun ja ilmastollisten tekijöiden
ohella myös metsän tiheydellä on merki-
tystä siihen, haihtuuko metsäalueilta enem-



Kuva 3. Lumen vesiarvon kevätmaksimi tiheydel-
lään ja puustoltaan erilaisissa metsissä Suomessa
verrattuna aukean maaston määriin.

män kuin aukeilta. Tämä ilmenee mm. lumipeitteeseen talven aikana varastoitu-
neista lumimääristä. Kuvassa 3 on esitetty,
miten metsän tiheys ja laatu vaikuttavat
lumipeitteen vesi-arvon kevätmaksimiin.
(*Kaitera* 1939). Siinä havaitaan, että ti-
heissä metsissä se voi olla pienempi kuin
aukeilla ja harvoissa metsissä suurempi.
Missä määrin nämä erot lumipeitteen vesi-
varastossa ovat riippuvaisia siitä, että tuu-
li kuljettaa aukeilla lunta mukanaan kinos-
taakseen sen muualle, on vielä lisätutki-
muksia kaipaava. Mutta on ilmeistä, että
näihin eroihin myös on vaikuttamassa
erilainen haihtuminen.

Kysymys, jolla on oma erityinen mien-
lenkiintonsa tässä yhteydessä, on metsä-
ojitusten vaikutus vesitalouteen. Tästä
seikasta ei ole olemassa senlaatuista suo-
ranaisia havaintoja, että niiden nojalla voi-
taisiin täsmällisiä päätelmiä tehdä. Sen
vuoksi kysymystä on tarkasteltava osaksi
tutkimalla, minkälaisia muutoksia metsä-
ojitukset aiheuttavat alueiden hydrolo-
giaan vaikuttavissa osatekijöissä, ja osaksi
sellaisten havaintojen valossa, joissa sa-
manaikaisesti tulee esille useamman osa-
tekijän vaikutus.

Ojituksen vaikutusta purkautumisvai-
teluihin on osatekijöiden valossa meillä sel-
vitellyt mm. *I. A. Hallakorpi* (1930 ja
1936). Näissä selvittelyissään hän kiinnitti
erityistä huomiota siihen, että »maan kui-
vattaminen eli pohjavedenpinnan alentami-
nen lisää yleensä maiden vedenvarastoi-
mis- eli vedenpidättämiskykyä, sillä maan
huokoistilaan, mikä tavallisesti vaihtelee
noin 30—40 % maan tilavuudesta, mah-
tuu kuivatetuilla mailla enemmän vettä
kuin pohjaveden vallassa olevilla mailla,
joiden huokoistila on ennestään veden



Kuva 4 Ojitetulla suolla on lumen sulamisen lop-
puvaiheessakin pintavirtaus vähäistä samoin kuin
virtaus valtaoajassakin. *Teuravuoma*. 1. 5. 1936.
Valok. A. Miettinen.



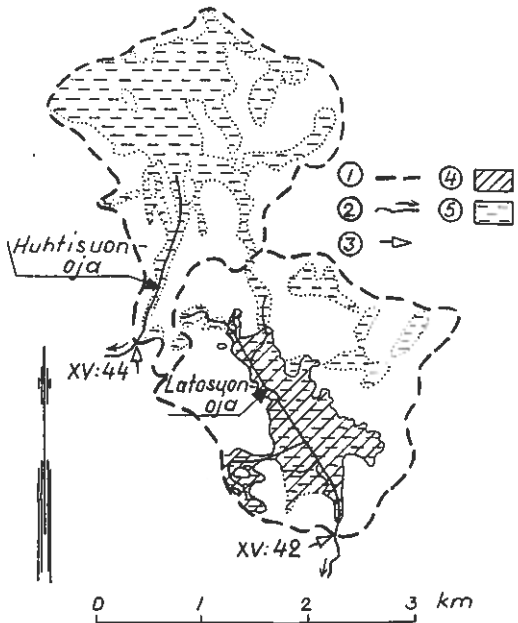
Kuva 5. Ojittamattomalla suolla esiintyy lumen sul-
lamisen loppuvaiheessa runsaasti pintavirtausta.
Teuravuoma. 1. 5. 1936. Valok. A. Miettinen

täyttämä.» Varsinaisesti metsäojitusten
vaikutusta koskevasta tämänluontoisista
selvittelyistä on ennen muuta mainittava
U. Metsänheimon tutkimus. Metsänheimo
päättyi samansuuntaiseen käsitykseen kuin
*Hallakorpi*kin, että metsäojitukset voivat
olla ylavesimääriä pienentävä tekijä.
Tämä Metsänheimon tutkimus, jossa on
laaja katsaus alaan liittyvään kirjallisuu-
teen, sisälsi monia sellaisia näkökohtia,
jotka pakoittavat myöntämään, että soi-
den ojituksella todella voi olla vastoin
kansanomaista käsitystä ylavesimääriä
pienentäväkin vaikutus. Tutkielmasta
lainatut kuvat 4 ja 5 osoittavat ojitettua
ja ojittamatonta suoaluetta Lapissa ke-
vättulvien aikana. Edellisessä tapauk-
sessa ei pintavarausta ole esiintynyt,
kun taas jälkimmäisessä tapauksessa
se on ollut hyvin runsasta. Lapin soilla lu-
men sulamisen loppuvaiheessa liikkuneille
on tuttua, että ojittamattomilla aapasoilla
tapahtuu huomattavaa tulvavesien vir-
tailua. Mainittakoon lisäksi, että siinä
pienen vesistöjen purkautumissuhteita
koskevassa havaintoaineistossa, jonka ke-
rääminen pantiin alulle maataloushalli-
tuksen toimesta 1930-luvulla, suurim-
mat havaitut ylivaluman arvot esiintyivät
juuri Lapin suoalueilla (*Kaitera* 1939).
Mikäli ojitus kykenee alentamaan etenkin
nevasoilla pohjaveden pintaa niin paljon,
että maahan ja maan pinnalla oleviin not-
kelmiin muodostuu sulamisvesille huomati-
tava varastoitumistila, pintavirtaus vähe-
nee. Tällöin ojituksella on kevään ylavesi-
määriä pienentävä vaikutus. Myös Tulva-
komitea on tullut ojituksen vaikutuksen
suhteen tämänsuuntaisiin päätelmiin.

Maataloushallituksen vesiteknillisten

tutkimusten yhteydessä pantiin 1930-luvulla alulle myös tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää ojituksen vaikutusta suoalueiden purkautumissuhteisiin. Ruokolahdelle järjestettiin Huhtisuon havaintoalue, jossa oli tarkoitus selvittää Huhtisuon purkautumissuhteita ennen ojitusta n. 10 vuoden aikana sekä vastaavasti suon ojituksen jälkeen. Vertailualueita järjestettiin kolme, mutta päähuomio kohdistettiin viereiselle Latosuon alueelle, jossa oli peltoa n. 20 %. Sotien vuoksi ei Huhtisuon ojitusta voitu suorittaa, mutta havainnot ovat jatkuneet, joten nyt on olemassa n. 20 vuoden tulokset näiltä alueilta. Ojitus tultane lähitulevaisuudessa toteuttamaan. Kuitenkin jo nyt voidaan edellämainituilla alueilla suoritetuista havainnoista saada viitteitä ojituksen vaikutuksesta, koska Latosuon alue edustaa osittain ojitettua aluetta.

Kuvassa 6 on esitetty alueiden sijainti toisiinsa nähden sekä metsä-, pelto- ja suoalueet niillä. Taulukossa 5 on esitetty tietoja alueiden ominaisuuksista ja purkautumissuhteista.



Kuva 6. Huhtisuon ja Latosuon vesistöalueet. 1 = vesistöalueen raja, 2 = vesiuylä, 3 = vedennmittauspato, 4 = peltoa, 5 = suomaata. Valkkea osa vesistöalueesta on kivennäismaata.

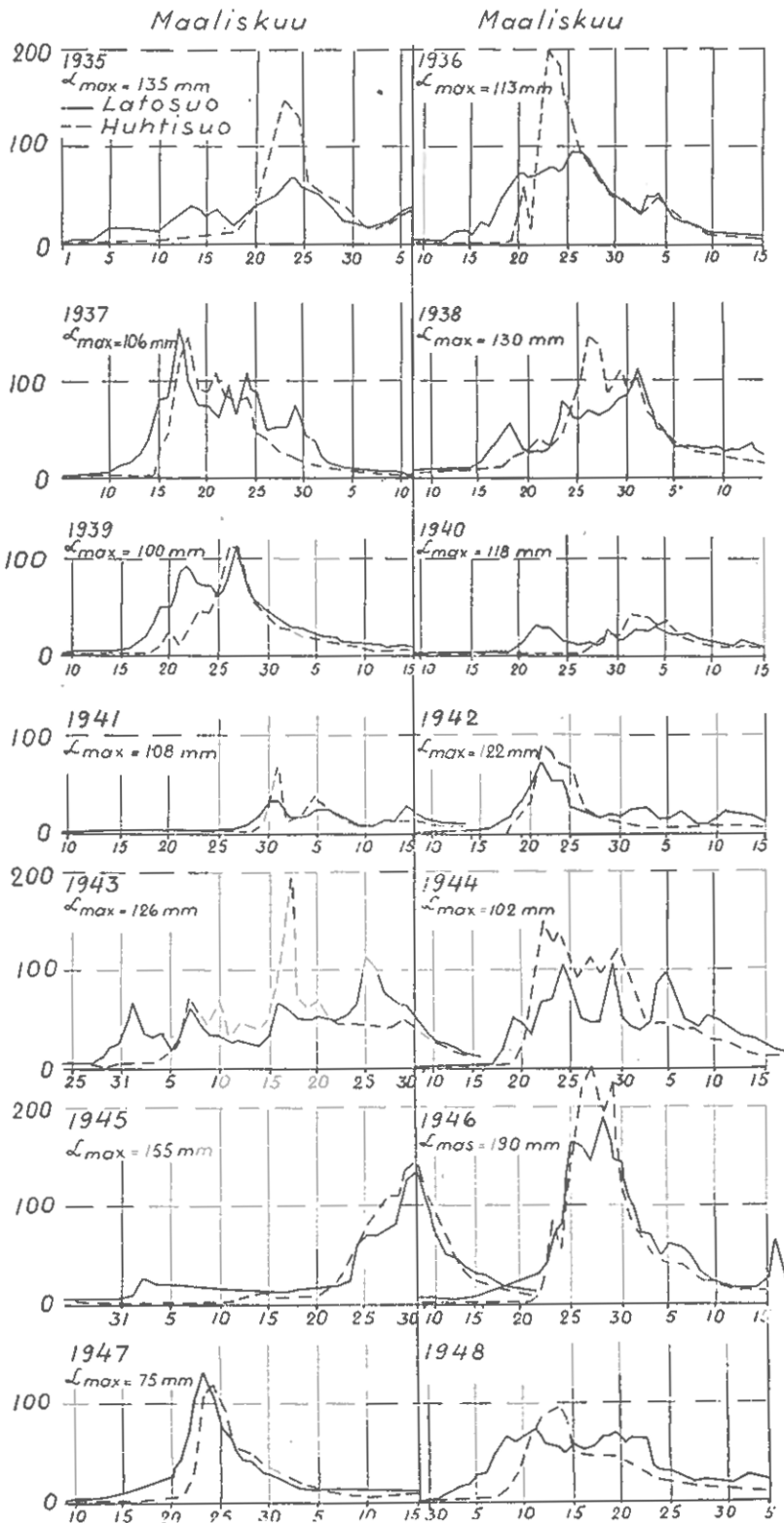
Taulukko 5. Tuloksia Huhtisuolla ja Latosuolla tehdyistä havainnoista.

	Huhtisuo		Latosuo	
Vesistöalueen pinta-ala	4.5 km ²		4.9 km ²	
Alueesta on turvemaata	49 %		29 %	
„ „ kivennäismaata	51 %		71 %	
„ „ aukeaa (suota)	11 %	2 %	2 %	22 %
„ „ (peltoa)	0 %	11 %	20 %	22 %
„ „ metsää kasvavaa	89 %		78 %	
Vuosipurkautuminen vv. 1935—39 ja 1942—47	223 mm		301 mm	
Vuosihaihtuminen „ „ „	367 mm		310 mm	
Vuosisade „ „ „	587 mm		610 mm	
Kevätmaksimi Hq vv. 1935—1948	240 l/s. km ²		190 l/s. km ²	
Keskim. kevätmaksimi „ „	135 „		102 „	

Vuosipurkautumista, sadetta ja haihtumista koskevat arvot on koottu Niinivaaran tekemien laskelmien perusteella. Kevään purkautumissuhteita havainnollistamaan on lisäksi laadittu kuvassa 7 esitetyt piirrokset. Purkautumiskäyrät, joiden avulla vesimääräarvot on saatu, näyttävät olevan jääsuhteista johtuen jossakin määrin epäluotettavia nimenomaan ylivesien korkeudella, vaikka mittaukset on suoritettu erityisten mittauspatojen avulla. Mahdolliset virheet vesimääräarvoissa eivät kuitenkaan voi muuttaa kuvan 7 ja taulukon 5 antamaa yleiskuvaa alueiden purkautumismaksimienkaan suhteesta, ja vuosipurkau-

tumista koskevia arvoja voidaan pitää varsin luotettavina.

Taulukosta 5 havaitaan, että ojittamatonta Huhtisuon alueelta on haihtunut vettä keskimäärin 57 mm (eli 18 %) enemmän vuodessa kuin Latosuon alueelta, vaikka Huhtisuolla keskimääräinen vuosisade on ollut 21 mm pienempi kuin Latosuolla. Keskimääräinen kevätmaksimi on Huhtisuolla ollut 34 % suurempi kuin Latosuolla. Minimivesiin nähden todettakoon, että Huhtisuon alueelta on purkautuminen ollut pitkät ajat kesäisin täysin pysähdyksissä, kun samanaikaisesti Latosuolta on vettä virrannut useita lit-



Kuva 7. Kevään valuma-arvoja Huhtisuon ja Latosuon alueille vuosina 1935-1948. L_{max} = lumen vesiarvon keuhätkänsimi.

roja sekunnissa. Nämä varsin selvät eroavaisuudet alueiden purkautumissuhteissa johtuvat eittämättä osaltaan siitä, että Latosuon alueella suo-osa on ojitettu ja viljelty, kun taas Huhtisuolla ojitusta ei ole lainkaan suoritettu. Tulokset ovat yhdenmukaisia niiden käsitysten kanssa, joita meillä on esitetty (*Hallakorpi, Metsänheimo, Kaitera, Tulvakomitean mietintö*) ojituksen vaikutuksesta purkautumissuhteisiin.

Mielenkiintoista on tarkastella vuosi vuodelta kuvassa 7 esitettyjä ylivesiaaltoja kummallakin alueella. Havaitaan, että keväällä, kun lumi alkaa sulaa, ojitetulla Latosuolla vedet rupeavat jo aikaisessa vaiheessa virtaamaan purkautumisen Huhtisuolta ollessa vielä olematonta. Kun siten ylivesiaalto nousee, ovat sulamiskauden alkupuolella lumesta vapautuneet vedet Latosuolla jo ehtineet valua pois niin, että yliveden huippuarvo on jäänyt pienemmäksi kuin Huhtisuolla. Erityisen selvän kuvan tällaisesta kehityksestä antavat vuodet 1935, 1936, 1938, 1941, 1943, 1946 ja 1948. Useana mainituista vuosista purkautumismaksimin nousu Huhtisuolla on hyvin äkillinen. Tällöin on ilmeisesti tapahtunut lumivallien taakse patoutuneiden vesien äkillistä vapautumista, kun patona toiminut lumipeite on loppuvaiheessa sulanut pois. Kuitenkin kuvasta 7 on havaittavissa, että ylivesiaallon kehitys eri vuosina rinnakkaisalueilla voi olla varsin erilainen, mikä osaltaan johtunee sääsuhteista yliveden sattumisaikana. Niinpä vuosina 1937 ja 1947 Latosuon ylivaluma on ollut suurempi kuin Huhtisuon. Kuva antaa

samalla hyvän käsityksen siitä, miten epä-säännöllinen ylivesiaalto eri vuosina voi tällaisilla pienillä alueilla olla. Niinpä mm. vuosina 1943 ja 1944 Huhtisuon ylivaluma on sattunut noin viikkoa aikaisemmin esiintyneen lämpöaallon kohdalle kuin Latosuon ylivaluma.

Arvosteltaessa nimenomaan metsäojitusten vaikutusta purkautumissuhteisiin on syytä kiinnittää huomiota myös siihen, että ojitus saa aikaan entistä tiheämpien metsien muodostumista. Tällä on vastakkainen vaikutus verrattuna siihen, mitä raivauksella on edellä todettu olevan. Mikäli ojitus lisää huomattavassa määrässä lumensulamamisessa vapautuvien vesien varastoitumistiloja maassa, se on eittämättä purkautumisvaihteluita tasoittava tekijä. Toisaalta on otettava huomioon se, että jouduttamalla vesien valumista ojitus voi myös kärjistää vesien samanaikaista koostumista alempana vesiväylällä. Näinollen ojituksen vaikutus voi olla sekä ylivesimääriä suurentava että pienentävä riippuen paikallisista olosuhteista. Sadetulviin nähden ojituksen vaikutus voi olla toisenlainen kuin lumen sulamisesta aiheutuviin tulviin nähden. Varsinkin pitkinä sadekausina sattuneet sadehuiput näyttäivät ojitetuilla alueilla aiheuttavan herkemmin korkeita purkautumishuippuja kuin ojittamattomilla alueilla. Kuitenkin todettakoon, että lumen sulamisesta aiheutuneet tulvat ovat Suomessa jotenkin säännöllisesti vuoden maksimitulvia sellaisissa vesistöissä, joissa metsäojitusten vaikutus voi tulla merkittäväksi.

KIRJALLISUUTTA

BATES, C. G., HENRY, A. J. 1928 — Forest and Stream-flow Experiment at Wagon Wheel Gap., Colo, Monthly Weather Review, Supplement No 30, Washington.

BORGSTRÖM, GEORG. 1953 — Jorden — vårt öde, Stockholm.

BURGER, HANS. 1934 — Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1915/27, Mitt. d. Schw. Zentralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, XVIII Band, Zürich.

ENGLER, ARNOLD. 1919 — Untersuchungen über d. Einfluss des Waldes

auf den Stand d. Gewässer, Mitt. d. Schw. Zentralanstalt f.d. forstl. Versuchswesen, XII Band, Zürich.

HALLAKORPI, I. A. 1931 — Maankuivaustöiden suoritus valtion toimesta, Esitelmä Kansantal. yhd. kokouksessa 1930, Helsinki.

HALLAKORPI, I. A. 1936 — Suurenevatko vesistöjen vedenpaljoudet joenperkaus- ja maankuivaustöiden johdosta, Teknillinen Aikakauslehti, Helsinki.

HOMEN, THEODOR. 1917 — Våra sko-

MAANPARANNUSAINEIDEN KÄYTTÖ SUOVILJELYKSILLÄ

Kivennäismaan käyttö suoviljelyksillä maanparannusaineena on ikivanha tapa. Tämän toimenpiteen vaikutuksia lähinnä sadon suuruuteen on viime vuosikymmeninäkin selvitetty useimmissa niissä maissa, joissa soiden viljely on yleistä (9, 14, 26, 28, 29, 34, 36). Vanhaan tietouteen kuuluu myös se, että turvemaat ovat talvisin yleensä lämpimämpiä, mutta kesäisin kylmempiä kuin kivennäismaat. Soiden yleisyyden ja ilmasto-olojemme vuoksi on Suomessa jouduttu jatkuvasti painiskelemaan hallan kanssa. Samantapainen on tilanne myös osassa Ruotsia ja Norjaa. Tämä ilmenee mm. siitä mielenkiinnosta, jota näissä naapurimaissamme osoitetaan hallan torjuntatoimenpiteiden kehittämiseen (8, 10, 11, 12, 37).

Opintomat kallani *Yhdysvalloissa* ja Kanadassa kesällä 1955 jouduin tutustumaan Michiganin suokoeasemalla East Lansingissa maanparannusainekokeeseen, jonka tarkoituksena oli selvittää voitaisiinko tuulen aiheuttamaa erosiota ja hallavaurioita vähentää sekoittamalla hyvin maatuneen suon muokkauskerrokseen savea. Savimäärät olivat vain 25, 50 ja 100 tonnia hehtaaria kohden ja sekoitettiin se 15 cm:n paksuiseen muokkauskerrokseen. Kokeen yhteydessä suoritettiin sekä maan että ilman kosteus- ja lämpötilahavaintoja. Silmäva-

raisestikin oli todettavissa pintakerroksen pölymäisen rakenteen muuttuminen saveen vaikutuksesta ryynimäiseksi, mikä oli omiaan vähentämään tuulesta aiheutuvaa erosiota. Savetus oli myös huomattavasti parantanut muokkauskerroksen kosteusoloja ja vähentänyt hallanvaaraa. Aikaisemmat kokeet olivat osoittaneet myös pinnallisen muokkauksen samoin kuin pohjaveden korkealla pitämisen edullisen vaikutuksen hallaisuuden vähentäjänä (15, 16, 27). Tiettävästi ei USA:ssa ole aikaisemmin suoritettu suolla savetuskokeita, eikä niitä nytkään ole muualla käynnissä.

Turve- ja kivennäismaan sekoittamisen tahi turpeen kivennäismaakerroksella peittämisen vaikutusten selvittämiseksi on tunnettava kummankin maalajin ominaislämpö ja lämmönjohtokyky sekä näiden riippuvaisuus kosteudesta, tiivistymisestä jne. samoin kuin erät muutkin maan fysiikkaaliset ominaisuudet. Kuivien maiden lämmönjohtokyvyn totesivat Smith ja Byers (30) olevan suoraviivaisessa suhteessa huokoistilavuuteen ja tilavuuspainoon. Samoin ovat he selvittäneet kosteuden muutoksen vaikutuksen lämmönjohtokykyyn eräissä tyyppillisissä maalajeissa (31). Varsinkin viime aikoina on USA:ssa suoritettu runsaasti maan lämpötila- ja routatutkimuksia valtamaanteiden ja len-

gar och vår vattenhushållning, Helsingfors.

KAITERA, PENTTI. 1938 — Maankuivatustöiden vaikutuksesta vesistöjen purkautumissuhteisiin Suomessa, Maanviljelysinsinööriyhdistyksen vuosikirja, Helsinki.

KAITERA, PENTTI. 1939 — Lumen kevätsulamisesta ja sen vaikutuksesta vesiväylien purkautumissuhteisiin Suomessa, Helsinki.

KAITERA, PENTTI. 1949 — On the Melting of Snow on Springtime and its Influence on the Discharge Maximum in Streams on Rivers in Finland, Tekn. korkeakoulun tutkimuksia N:o 1.

KIHLBERG, S. 1953 — Himmelsberg (manuskript), Stockholm.

KORHONEN K.H. 1955 — Purkautumisesta pieniltä alueilta Vihdissä, Tutkintotehtävä teknillisessä korkeakoulussa, Helsinki.

METSÄNHEIMO, U. 1936 — Die Entwässerung für den Waldanbau und der Wasserhaushalt, V. Hydr. Konf. d. Baltischen Staaten Bericht 8 B, Helsinki.

NIINIVAARA, K. 1953 — Haihtumisesta pienehköillä vesistöalueilla Suomessa, Helsinki.

TULVAKOMITEAN MIETINTÖ. 1939 — Komiteanmietintö N:o 14, Helsinki.