

Metsäojituksen vaikutuksesta vesitalouteen.

U. METSÄNHEIMO.

Viime aikoina on tulvaesiintymien yhteydessä ja niissä tapahtuneiden vahinkojen johdosta mainittu metsäojitusta eräänä oleellisena tekijänä. Esimerkkinä sellaisista tapauksista mainittakoon mm. Kokemäenjoen tiheästi uusiutuvat tulvat, joita tutkimaan on asetettu erityinen toimikunta, sekä Tornionjoessa kolmena viime vuotena peräkkäin sattuneet tulvat, joiden tutkimisesta komitean avulla eduskunta on vastikään esittänyt toivomuksensa nykyiselle hallitukselle. Paitsi näitä toimikuntia istuu parillaan ns. tulvakomitea, joka muun ohella joutuupi käsittelemään metsäojituksesta aiheutuva tulvavaaraa.

Käsillä oleva kysymys sukeltautuu nykyisin esiin erilaisten tulvatapausten yhteydessä miltei kaikissa hoitoalueissa, joissa metsäojituksia suoritetaan. Purojen varsilla sijaitsevat, tavallisesti viljelyksessä tai heinänkasvussa olevat maathan yleensä kuuluvat yksityisille, ja noihin vesiväyliin metsäojilla kuljetettavat vedetkin on pakko johtaa, jolloin helposti syntyy valituksia metsäojien aiheuttamista tulvista.

Se käsitys on yleinen, että metsäojat tuovat reippaasti ja esteetömästi pois ojitetuilta suomailta ne vedet, mitä siellä kulloinkin sattuu olemaan, satamaan tai sulamaan, päinvastoin kuin luonnontilaisilta soilta, joilla mitään näin käteviä vesijohtoja ei ole, vaan joissa vesien on puhkottava jos jonkinlaisten esteiden läpi, jos mieli lainkaan päästä edes hiljalleen valumaan kohti niitä vartoovia puroja. Kun tätä näkökantaa ovat edustaneet ei ainoastaan tämän alan ammattimiehet, vaan myös kysymystä selvitelleet tiedemiehet, niin ei ole ihme, jos se on muodostunut tavallaan selviöksi maallikoista aina kysymystä käsitteleviin korkeisiin virkamiehiin asti.

Sanoohan jo HOMÉN teoksessaan »Våra skogar och vår vattenhushållning» metsäojituksista näin: »Voimakkaat otteet luonnon taloudessa voivat joskus aiheuttaa seurauksia, joita vähimmin on toivonut esille loihtivan. Jos nyt suuria aloja soistamme tulisi ojitetuksi, niin saattaisi tämä aiheuttaa mitä vaikeimpia vastuksia. Kat-

sokaamme», sanoo Homén, »mikä osuus soillamme on vesitaloudeksamme. Se ei ole vähäinen. Sekä sulavedet keväisin, että sadevedet imeytyvät soilla suureksi osaksi turpeeseen, josta ne sitten osittain haihtuvat, osittain vajoavat pohjavesiin valuen hitaasti puroihin ja jokiin. Suot käyttäytyvät siten kuten isot vettä imevät sienet, jotka suuressa määrässä säännöstelevät vesien valumista vesiväyliin.

Jos nyt ojitus toimeenpannaan, valuvat vedet pois hyvin nopeasti kokoutuen jokiin ja järviin, missä helposti syntyy tulvia ellei edelleen ryhdytä kustannuksia kysyviin vedenjärjestelytoimiin jokiuomissa veden virtauksen edistämiseksi». Kaikki nämä ns. vedenjärjestelytoimet ovat tarkoitettut vesien johtamiseksi pois niin pian kuin suinkin, mikä on mahdollisimman kaukana todellisesta veden säännöstelystä, johon Homén'kin kehoittaa pyrkimään.

Jätämme nyt Homénin mieltä kiinnostavat ajatukset emmekä liioin puutu tässä yhteydessä siihen mielipiteiden vaihtoon, jota tässä kysymyksessä paraillaan käydään ns. asiantuntijoiden kesken ammattilehtien palstoilla.

Esillä olevan kysymyksen laajakantoisuutta kuvastaa mm. se, että nyt aluksihan on tarkoitus metsäojittaa maassamme ei enempää eikä vähempää kuin noin 5—6 miljoonaa ha vesiperäisiä maita eli kuudennes koko valtakunnasta.

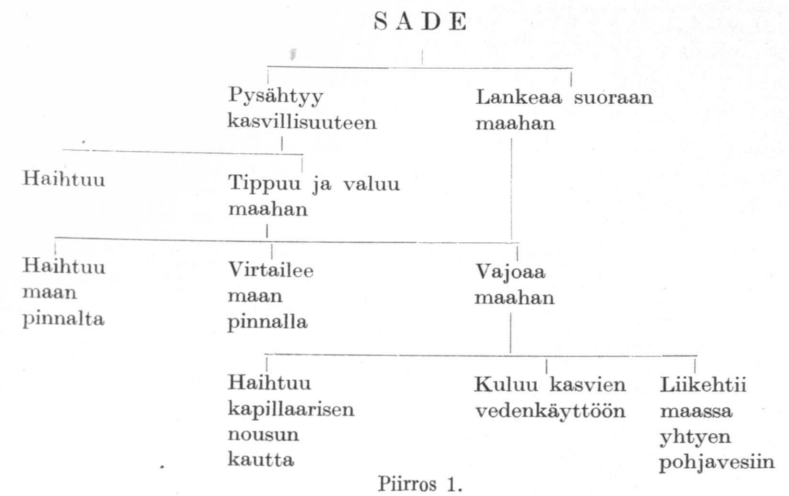
Sateesta ja haihdunnasta.

Asian havainnollistamiseksi on totuttu merkitsemään vesitase seuraavasti:

$$\text{sade} = \text{valuminen} + \text{haihdunta.}$$

Asia ei kuitenkaan ole läheskään niin yksinkertainen kuin mitä tämä yhtälö osoittaa, sillä siihen liittyy varsin monia erilaisia ilmiöitä. Viitattakoon tässä mm. siihen, että kylmästä ilmastostamme johtuen huomattava osa sateesta tulee lumena, mikä yhdessä jäätymis- ja routimisilmiön kanssa vaikuttaa vesien varastoitumiseen. Kun metsäojituksessa ollaan tekemisissä turvemaiden kanssa, niin vesien varastoitumisella on niissä erikoisia omalaatuisia piirteitä. Joka tapauksessa esittää yhtälö kysymyksen päätekijät ja niiden keskinäisen suhteen.

Sadevesien kulkua luonnossa valaisee myös seuraava kaavioasetelma:



Kun metsäojitus kiinteästi liittyy niin metsiin kuin soihin, niin kosketellaan seuraavassa metsien ja soiden merkitystä vesitaloudellisinä tekijöinä. Samasta syystä käsitellään myös metsäilmastoa.

Metsäojituksen kautta ja yhteydessä johdetaan aukeiden alojen metsittämiseen (kuva 2) ja vaikutetaan olemassa olevien metsien kasvun elpymiseen sekä suorastaan soiden vesisuhteisiin ja pintakasvillisuuden muuttumiseen, ja sikäli kuin näillä tekijöillä on vaikutusta ilmastoon ja sadeoloihin, myös metsäojituksella on siinä osuutta.

Veden haihtumista suomalla on meillä aikanaan tutkinut Homén ja todennut, että luonnontilainen avosuo haihduttaa avokankaaseen verrattuna kesäkuukausina vettä yli kaksinkertaisen määrän. Verrattuna samanaikaiseen sademäärään on haihdunta soilla ollut kesäkuukausina sitä huomattavasti suurempi. Vesisuhteissa esiintyy niin ollen kesäkuukausina luonnontilaisilla soilla vähenevä pürre. Useat tutkimukset osoittavat, että haihdunta soilla on suurempi kuin vesien pinnoilta, joilla se on tunnetusti suuri niiltäkin.

Haihdunta maasta riippuu vesivaroista, huokoisilmästä, kasvillisuudesta jne. sekä ilmastollisista tekijöistä. Haihtuminen maasta metsän sisällä on pienempi kuin aukealla, eräiden havaintojen mukaan mäntymetsässä vain puolet siitä, mitä aukealla. Sama on asian laita turvemilla.

Tämän mukaan säilyttää maanpinnan ylin kerros metsässä niin suolla kuin kankaalla kosteutensa paremmin kuin aukealla, jossa voimakas tulosäteily ja ilmavirtaukset edistävät haihtumista.

Veden käyttö metsässä on huomattavan suuri puiden elintoiminnan tarpeisiin. Mainittakoon tässä, että eräiden viime-aikaisten tutkimusten mukaan ei ole voitu havaita varmaa eroa erikseen lehti- ja havumetsän haihdunnan välillä. Eräät sveitsiläiset tutkimukset osoittavat, että kokonaihaihdunta, siis haihdunta maasta ja kasvillisuudesta sekä kasvien, niihin luettuna puut, veden käyttö, metsäisellä alueella on suurempi kuin vähämetsäisellä. Haih-



(2). 75-vuotista mäntymetsää »nälkävuosina» ojitetulla 3.3 m syvällä nevalle. 151 m³/ha. Pihtipudas, Teerineva.
— Valok. 1935 O. J. Luukkala.

duttava pintahan onkin metsässä tunnetusti suuri, suurempi kuin viljellyillä alueilla, jota paitsi metsän muoto ja koko on sellainen, että se on omiaan edistämään haihduntaa. Kokonaihaihdunta onkin metsästä suurempi kuin vapaasta vesipinnasta.

Metsäoijituksen vaikutus haihduntaan on varsin moninainen. Pintakasvillisuus muuttuu kserofiilisemmäksi, mutta sen ei tarvitse merkitä haihduntakyvyn vähenemistä vaikkakin kasvillisuus tällöin voi mukautua suurempaan kuivuuteen. Suomaiden kuivuminen oijituksen kautta voi aiheuttaa veden puutetta vaikuttaen vähentävästi haihduntaan, samoin metsän lisääntyminen ja tiheneminen vaikuttaa vähentävästi haihduntaan maanpinnalta. Tämän vastakohtana esiintyy metsien lisääntyvän kasvun ja tiheyden mukanaan tuoma

vedenkäyttö ja haihdutus sekä sateen pysähtyminen latvuskatostoon ja haihtuminen sieltä. Nämä tekijät ovat siksi suuret, että kokonaihaihdunta suurenee metsän vedenkäytön ja vedenpidätyskyvyn lisääntymisen ansiosta. Kesäkuukausina on tämä haihdunta suurempi kuin vastaavan ajan normaalin sademäärä. Vaikka varsinaisia haihduntaa selvittäviä tutkimuksia ei olekaan tehty vertailukohtena metsäoijitettu ja -oijittamaton suoalue, niin useiden edellä esitettyjen seikkojen ja läheisten tutkimusten nojalla voidaan päätellä, että kokonaihaihdunta metsäoijitetulla alueella on ainakin yhtä suuri kuin oijittamattomalla, mutta todennäköisesti suurempi.

Kun sateet ovat riippuvaisia haihtuvista vesimääristä, niin on edellä tullut määritellyksi metsäoijituksen todennäköinen suhde sateiden muodostumiseen. Talvipuolen sateet ovat Suomessa peräisin valtamereltä, mutta kesällä on paikallinen haihdunta meillä tärkein sadetekijä. Kesäisten sateiden määrään vaikuttavat ratkaisevasti lämpösuhteet, maaperä ja sen vesisuhteet sekä kasvillisuus. Kesäsateiden osuus sademäärästä on meillä suurin Pohjois-Suomessa, missä se tekee noin 40 % vuotuisesta sademäärästä.

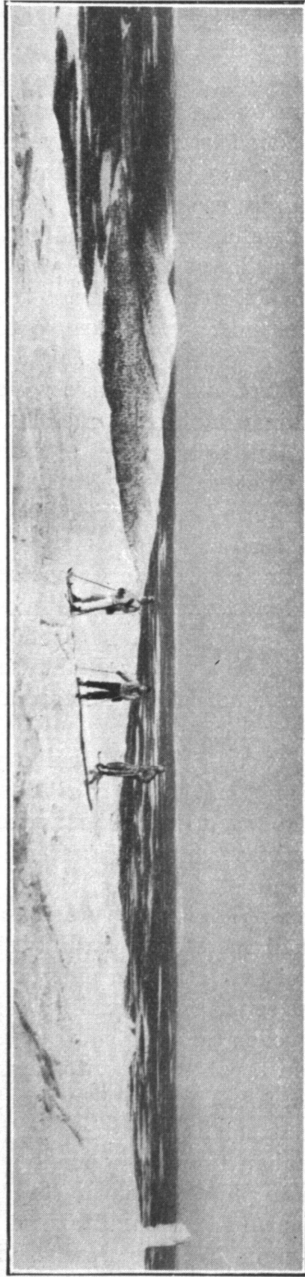
On olemassa eräitä esimerkkejä tapauksista, joissa metsä lisää sademäärää välittömästi. Näin on laita ns. vaakasuoran sateen, jota esiintyy etupäässä korkeammassa seuduissa, missä nähdään pilvienkin liikkuvan ja missä siten usein on sumua. Puihin tarttuu tällöin vesipisaroihin siksi paljon, että muodostuu tihkusadetta tai pakkasen vallitessa hurretta ja jäätä puihin.

Meidän maassamme esiintyy vaakasuoraa sadetta enimmänsä vaaromailla ja erikoisesti Pohjois-Suomessa. Tämän yhteydessä esiintyy sikäläisissä metsissä eritoten kuusikoissa ns. tykkymuodostumia (kuva 3). Vaakasuoran sateen on katsottava merkittävässä määrässä lisäävän sikäläistä sademäärää.

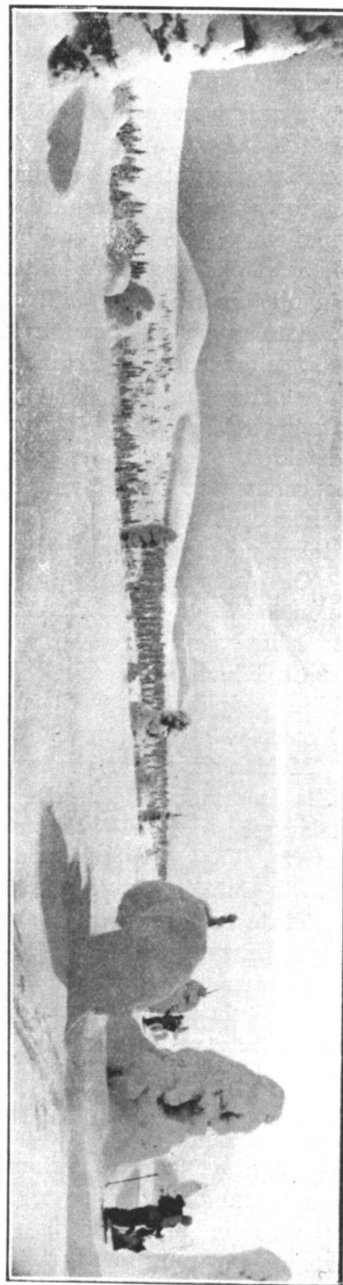
Tiede on muutenkin taipuvainen nykyään myöntämään, että metsät lisäävät sademääriä. Ja mikäli metsäoijitus välillisesti vaikuttaa samaan suuntaan, niin siitä koituvia etuja on pidettävä suurempina kuin vastaavia haittoja, koska se pääasiassa vaikuttaisi sademäärän lisääntymiseen kesällä, jolloin veden tarve on suuri ja valuminen pieni, joten valumissuhteissa siten tapahtuisi tasoittumista.

On olemassa joukko tutkimuksia, joissa selvitetään sateen jäämistä puuston latvuskatostoon. Pidättämällä oksistossaan ja lehvistössään vettä pienentää maahan tulevaa sademäärää. Saksassa suoritettujen havaintojen mukaan pidättää kuusimetsä latvustoillaan noin 40 % vuotuisesta sademäärästä summittaisena keskiarvona sanottuna, mäntymetsä vain noin 25 %, lehtimetsä vieläkin vähemmän. Alle 5 mm:n sateista pystyy kuusimetsä pidättämään yli

(4). Länsi-Lapin tunturimaastoa Kittilän Levintunturilla luoteeseen. Vasemmalla etualalla Kätkätunturi ja Pyhäntunturi. Taustalla häämiittää Pallastunturi ja siihen liittyvä tunturijono. Valok. H. Nybom. 30. III. 1936.



(3). Tunturimaastoa lähellä Kittilän Sirkkaa Pyhäntunturilla lounaaseen kohki Aakemus- ja Ylästuntureita. Valok. H. Nybom. 30. III. 1936.



70 % mäntymetsän pidättäessä lähes 50 %. Osa sateesta voi valua alas runkoa myöten, rankimmillakaan sateilla ei sen osuus kuusimetsässä ole enempää kuin 5 % sademäärästä. Kuusihan onkin tunnettu hyvänä suojana sadetta vastaan. Lehtimetsässä voi runkoja myöten valuva sademäärä olla 20 % sademäärästä.

Ne havainnot, mitä meillä metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueilla on suoritettu sademääristä metsissä, osoittavat metsän suuren merkityksen vesisateen pidättäjänä viitaten siihen, että tiheissä metsissä, eritoten kuusikoissa, kesäisin maahan lankeava sademäärä olisi huomattavan vähäinen.

Lumesta ja roudasta.

Metsän sadetta pidättävä vaikutus näyttäytyy myös lumipeitteen paksuudessa, kuten suoritettujen lumihavainnot osoittavat. Vielä Pohjois-Suomessa, missä metsät ovat harvempia kuin etelämpänä, voidaan havaita metsän vähentävä vaikutus maassa esiintyviin lumimääriin.

Sääntönä pidetään, että lumi sulaa ensin aukeilta mailta ja viimeksi metsistä. Poikkeuksena ovat tunturiseudut. Länsi-Suomessa, Hämeessä, Pohjanmaan tasangoilla ja Suomenlahden rannikkoseuduilla sulaa lumi metsistä keskimäärin 17—20 päivää, mutta maan keski-, itä- ja pohjois-osissa 12—13 päivää myöhemmin kuin avoimilta pientareilta.

Kun havupuut keväisin latvustoillaan pystyvät pidättämään pääosan tulosäteilyä itselleen, niin ei aurinko pääse kuin osaksi lämmöllään sulattelemaan lumia. Sulaminen täten metsissä hidastuu ja sula vedet säilyvät metsissä kauemmin.

Metsiemme järein vaikutus vesisuhteisiin ilmenee epäilemättä tässä, että ne myöhästyttävät ja pitkittävät keväisin lumen sulamiskautta vaikuttaen siten alentavasti tulvavesien korkeuteen. Tämän seikan merkitys käy ymmärrettäväksi, kun huomioidaan, että lumipeitteen suurin vesipitoisuus voi meillä kohota eräillä seuduilla yli 230 mm. Kevättulvaan nähden on vielä huomioitava sulamisajan sademäärä, jolla sateisina keväänä voi olla merkittävä vaikutus tulvaan. Kevättulvaan yhtyvä vesimäärä voi useissa tapauksissa olla yli kolmanneksen vuotuisesta sademäärästä. Tunturiseuduilla saattaa lumipeitteen vesiarvo kohota yli 300 mm (kuva 4).

Alussa tuli jo viitatuksi siihen, että viileästä ilmastostamme johtuen meillä lumen ohella roudalla on vaikutusta vesitalouteen,

joten vesisuhteita koskevat ilmiöt meillä tästäkin johtuen esiintyvät monimutkaisempina kuin lämpimämmissä ilmastoissa.

Roudan muodostuminen ja sulaminen vaihtelee maasta ja ilmastosta sekä maan kuivatustilasta riippuen. Erityisen hidasta on roudan sulaminen sateettomina kevät- ja kesäkuukausina. Iäkkäitä routaesiiintymiä tavataan varsinkin turvemailla, sangen usein varjoissa korvissa. Pohjois-Suomessa tapaapi vanhaa routaa etenkin kuusta kasvavilla savipohjaisilla rinneilla. Roudan vuosittaiseen suureen vaihteluun vaikuttaa eritoten suojaavan lumipeitteen saapuminen ja paksuus.

Niin vaihtelevia kuin routasuhteet erilaisilla mailla ovatkin, niin yleisenä piirteenä roudan sulamiselle suomailta voidaan pitää, että se tapahtuu hitaammin ja myöhemmin kuin viljellyiltä soilta. Suomaat vaikuttavat niin ollen tässä suhteessa tasoittavasti keväiseen vesien valumiseen. Erityisesti on tässäkin huomattava se seikka, että metsäisillä soilla metsät myötävaikuttavat samaan suuntaan, toisaalta estäen syvää routautumista, toisaalta taas viivyttäen lumen ja roudan sulamista. Merkille pantava on roudan heikko muodostuminen korvissa ja taas sen erityisen hidas sulaminen siellä.

Ne havainnot, joita on suoritettu metsäojitetuilla suoalueilla roudan suhteen, osoittavat, että lähempänä ojaa, missä pohjavesi on syvemmällä, syntyy vähemmän routaa kuin kauempana ojasta, missä kuivatuksen teho ei ole niin voimakas ja siitä johtuen pohjavesi korkeammalla. Ojan lähetyvillä oleva routa sulaa hitaammin, joten sulaminen loppuu suunnilleen samoihin aikoihin vaikka roudan paksuudessa esiintyy huomattavaakin eroa. Havainnot ojitetuilta ja ojitamattomilta suoalueilta käyvät samaan suuntaan. Kuivatettu suo routii hitaasti ja vähän, märkä suo taas routii nopeasti ja syvään, kuivatetulla suolla routa sulaa hitaasti, märällä taas suhteellisen nopeasti kiitos runsaan sulaveden. Metsäojitus siis vähentää roudan muodostumista ja hidastaa sen sulamista.

Metsien, soiden ja metsäojituksen vaikutuksesta veden varastoitumiseen.

Metsän vaikutuksesta vesien valumiseen mainittakoon, että puut juurineen ja maassa olevine tähteineen hidastuttavat vesien liikkeitä. Toisaalta taas puiden juuristot muodostavat maassa vedelle sopivia kulkureittejä, joiden merkitys varsinkin turvemaassa on tuntuva, turpeethan ovat tunnetusti heikosti vettä läpäiseviä. Tekemällä maan kuohkeaksi ja läpäiseväksi metsä vähentää pintavesien esiintymistä.

Maan vedenläpäisykykyä selvittävät tutkimukset erilaisilla maalaaduilla osoittavat, että tämä ominaisuus metsämailla on erinomaisen suuri verrattuna niitty- ja viljelysmaihin ja eritoten laitumiin.

Tämä veden läpäisemisnopeuden ero metsä- ja avomaiden välillä selittää useat metsän vaikutusilmiöt vesisuhteisiin.

On suoritettu tutkimuksia, jotka valaisevat metsäojituksen ja metsittymisen parantavaa vaikutusta maan läpäisykykyyn. Eräässäkin kokeessa, jossa metsäojitukset ovat olleet vain 5-vuotiaita, ovat läpäisykokeet osoittaneet, että sadevesien vajoamismahdollisuus on kuivatuksen kautta kaksinkertaistunut.

Metsän merkitystä maan vesitaloudessa tehostaa muun ohella sen vaikutus pohjavesiin. Tasaisella maalla on pohjaveden pinta



(5). Rimpisuo. Muonio. Valok. 29. VII. 1910 A. Havola.

metsän alla oleellisesti syvemmällä kuin aukealla. Eri puulajien vaikutus saattaa samankaltaisissakin olosuhteissa olla erilainen. On havainnoitu, että pohjaveden taso kasvuisan lehtikuusikon alla on kesäaikana saattanut olla yli metrinkin alempana kuin ympäröivässä heikkokasvuisessa kuusikossa. Hyvässä kasvukunnossa oleva metsä kuluttaa runsaasti vettä ja pitää paremmin pohjavettä kurissa kuin kitukasvuinen. Juuristot eri puulajeilla esiintyvät eri syvässä, joten eri puulajit suhtautuvat ja vaikuttavat eri tavalla pohjaveteen. Kun metsäojitus puolestaan vaikuttaa alentavasti pohjaveden tasoon, niin metsäojituksen aiheuttama metsän kasvun parannus on omiaan tätä vaikutusta tehostamaan.

Näin olemmekin tulleet kysymykseen suomaiden vedenvarastoitumiskyvystä ennen ja jälkeen ojituksen. Vesien valumiseen ja tulvakykyyn nähden sillä on varsin oleellinen merkitys. Asiasta ei

ole olemassa vartavastisia tutkimuksia, mutta tehtyjen havaintojen ja kysymystä lähellä olevien selvitysten perusteella voidaan asialle luoda valaistusta.

Suomaillahan pohjaveden pinta on sangen yleisesti korkealla, usein lähellä maan pintaa jopa sen yläpuolellakin, esimerkiksi rimpisoilla, missä jänteet pidättelevät, voi vesipinta olla 20—30 cm rimpikohdilla suon pinnan yläpuolella keskellä kesääkin (kuva 5). Vedenvarastoimiskyvyn katsotaan silloin loppuneen, kun pintavesi alkaa liikehtiä pitkin maata.

Luonnontilaisten soiden vedenvarastoimiskyky on vaihteleva ja riippuvainen kaltevuussuhteista, metsäisyydestä, suonlaadusta, turpeen paksuudesta ja lahonneisuudesta. Sääsuhteet vaikuttavat tuntuvasti pohjaveden tasoon ja siten myös varastoimismahdollisuuksiin. Että ojitettomilla soilla esiintyy huomattavaakin vedenvarastoimiskykyä, sitä ilmaisevat suoritettujen pohjavesihavainnot, joiden mukaan pohjavesi niillä pysyttelee yleisimmin 0—20 cm:n syvyydessä: näin on laita useiden neva- ja rämetyyppien. Toisinaan pohjavesi nousee pintavedeksi ja voi taas kuivina kausina laskeutua jopa yli 0.5 m:n syvyyteen. Varsinaisissa korvissa pysyttelee pohjavesi 0—30 cm:n vaiheilla, aleten muurainkorvissa joskus 70 cm:n syvyyteen. Ohutturpeisilla soilla ovat pohjaveden vaihtelut melkoisia pohjaveden aletessa kuivina kausina helposti yli 50 cm:n jopa metrin syvyyteen. Voidaan todeta, että pohjaveden vaihtelut luonnontilaisilla soilla vuosittain ovat verrattain suuret sääsuhteista riippuen.

Metsäojien tiheydestä, syvyydestä, suunnittelusta jopa ojamul-tien asettelusta riippuu miten syvälle pohjaveden pinta ojituksen jäl-keen asettuu, samalla kuin siihen vaikuttavat samat edellä mainitut seikat kuin luonnontilaisillakin soilla.

Esimerkkinä pohjavesien korkeussuhteiden vaihtelusta ojitetuilla soilla esitämme seuraavan piirroksen Vilppulan kokeilualueelta. Jaakkoinsoilta. Piirroksessa on esitetty sademäärät 1933 $\frac{1}{4}$ -kuu-kausittain erilaisten murtoviivojen kuvassa pohjaveden tasoa maan-pinnan alla erilaisilla ojitetuilla rämeillä.

Kuvauksena näiltä neljältä koealalta mainittakoon:

Koeala 3. Suotyypiltään suopursuräme, ojitettu 1909, metsä harvaa 150-vuotista männikköä, kuutiomäärä 127 m³/ha, juokseva vuotuinen kasvu ha kohti lähes 2 m³ (1934). Turve keskinkertaisesti lahonnutta saraturvetta yli 2 m:n syvyyteen. Koeala on 0.6 m:n syvyisten sarkaojien välissä (sarkaväli noin 100 m). (Kuva 6.)



(6). Jaakkoinso, koeala 3. Valok. O. J. Lukkala.

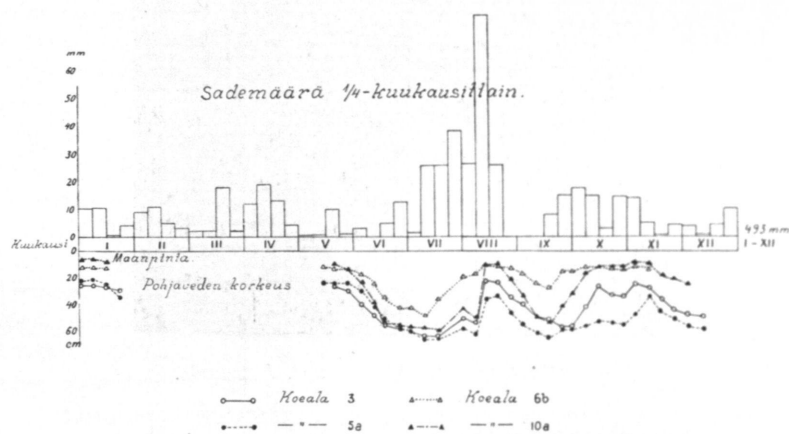
Koeala 5 a. 1909 kaivettujen ojien (syvyys nyt 0.7 ja 0.9 m) välisessä kulmauksessa. Suotyypit ojitettaessa ruohoinen sararäme, nykyinen tyyppi lehtomainen turvekangas. Ojituksen jälkeen hyvin elpynyt kuusi-koivu-sekametsä, joukossa vähän mäntyä. Keski-ikä 63 v., kuutiomäärä 130 m³/ha, juokseva vuotuinen kasvu ha kohti lähes 8 m³ (1934). Turvekerros 0.40 m saraturvetta, alla hiesu.

Koeala 6 b. Sijaitsee 30—60 m v. 1909 kaivetusta 0.7 m syvästä ojasta. Suotyypit ojitettaessa isovarpuinen niittyvillaräme, nyt suopursuräme. Metsä harvaa, epätasaista 4—8 m:n pituista mäntymetsää. Ojituksen vaikutus heikko. Keski-ikä 85 vuotta. Turvekerros yli metrin paksu, saraturvetta. Kuutiomäärä 33 m³/ha, juokseva vuotuinen kasvu ha kohti vain vähän yli 1 m³ (1934).

Koeala 10 a. 1909 kaivetun, nyt 0.5 m syvän ojan varrella. Suotyypit ojitettaessa varsinainen sararäme, nyt tyyppi sararämekangas. Metsä- ojituksesta hyvin elpynyttä mäntymetsää, seassa koivua. Kuutiomäärä 75 m³/ha, kasvu noin 4 m³ vuotta ja ha kohti (1928). Turvekerros vain 30 cm rahkasaraturvetta, alla hiesu.

Pohjavesimittarit sijaitsevat ko. koealojen keskustassa ollen likipitään noin 50 m:n päässä ojista ja edustaen siis kohtia, joissa pohjavesi on ylinnä. Pohjaveden pintahan on tunnetusti kupera aleten lähempänä ojia.

Kun tarkastamme ohellisessa piirroksessa esitettyjä pohjavesikäyriä ja vertaamme niitä samanaikaisiin sademääriin, niin havaitsemme selvää riippuvaisuutta, johon kuitenkin monet eri tekijät antavat omia piirteitään. Äärimmäisiä arvoja tarkatessamme huomaamme, että pohjavesi ei nouse koskaan pintavedeksi, mikä on tärkeä seikka valumisen kannalta, vaan ylinnä se käy 10 cm:n päässä



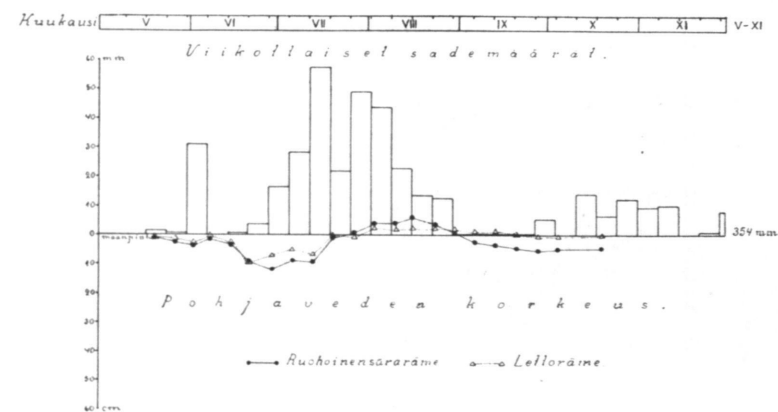
Piirros 7.

pinnasta. Keväällä on pohjavesi korkeimmillaan lumien sulattua ja taas syksyllä kasvukauden jälkeen, jolloin meillä on tavanmukainen sadekausi. Se seikka, että pohjavesi kesälläkin käy korkealla, johtuu esillä olevassa tapauksessa poikkeuksellisen korkeasta sademäärästä. Elokuussa oli sademäärä normaaliin nähden lähes kaksinkertainen ja suurin osa tästä eli 88 mm on tullut yhtenä sateena kahden päivän aikana. Siitä huolimatta ei varastoitumistila ole tullut loppuun käytetyksi. Koeala 3, suopursuräme, syväturpeisella suolla edustaa tapausta, jossa veden varastoitumistila on suuri. Elokuun suuri, rankka 88 mm:n sade on aiheuttanut vain 30 cm:n pohjavesipinnan nousun, vastaten 3.5 mm 1 mm:n sademäärää kohti. Pohjaveden laskeutuminen entiselleen on tässä tapauksessa kestänyt lisää tulleen 26 mm:n sateen kanssa toista kuukautta, mikä viittaa turvemaiden suureen vedenpidätyskykyyn.

Pohjavesien vaihtelut talvikuukausina (tammi-, marras-, joulukuukausina) osoittavat vesien liikehtimistä talvikautena. Näiden kuukausien sade on tullut lumena. Myös luonnontilaisilla soilla esiintyy pohjaveden alenemista talviaikana. Todennäköisesti tähän vaikuttaa maan routautuminen.

Piirros 8 esittää sade- ja pohjavesihavaintoja ojittamattomalla suoalueella Ääverjoen seudulla Kolarissa 1936. Turvekerros ko. rämeillä on 1.0–1.5 m paksu. Metsä harvaa matalaa eri-ikäistä mäntikköä. Kuutiomäärä 10–20 m³/ha. Huomattakoon harvinaisen korkea sademäärä heinäkuussa 151 mm, mikä on moninkertainen nor-

Sade- ja pohjavesihavaintoja Ääverjoen seudulla v. 1936.



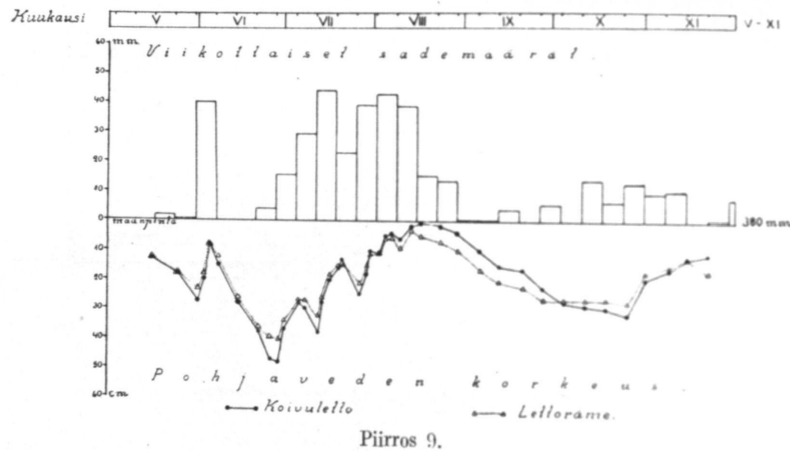
Piirros 8.

maaliin verrattuna. Päinvastoin kuin Etelä-Suomessa oli viime kesä (1936) Pohjois-Suomessa erittäin sateinen. Niinpä eräällä sadeasemalla Ylitorniossa mitattiin heinäkuussa sadetta 199 mm.

Piirros osoittaa, että pohjaveden pinta käy alimmillaan 12 cm maanpinnan alapuolella kesäkuun lopulla poutakauden päättyessä nouden elokuun puoliväliin mennessä yli 6 cm syväksi pintavedeksi laskien siitä taas sadekauden päättyessä. Pohjavesipinnan vaihtelut ovat siten verraten pienet, vaikka ko. kesäkautena pouta- ja sadekaudet ovat verraten jyrkästi toisistaan erossa. Kesäkuussa on kolmen viikon helteinen pouta ja syyskuussa ei esiinny sadetta kuin jokunen mm. Pintavettä esiintyy keskellä kesää kuukauden päivät, lettorämeellä vielä kauemmin, joten mainitut rämeet eivät ole pysyneet varastoimaan kesäisiä, tosin runsaita, sadevesiä.

Piirros 9 esittää sade- ja pohjavesihavaintoja ojitetulla alueella Kolarin Teuravuomalla v. 1936. Turvekerros ko. soilla 1.0—2 + m. Sarkaleveys on 100 m ja vähän yli. Koivuletolla kasvaa harvaa pientä koivikkoa. Kuutiomäärä mitätön (Δ). Lettorämeellä harvaa mänikköä. Kuutiomäärä 10 m³/ha. Alkukesän poutakauden lopussa painuu pohjavesi noin 0.5 m:n syvyyteen nousten ankarien sateiden johdosta elokuun puolivälissä lähelle maanpintaa. Vaikka kesä on ollut näin poikkeuksellisen sateinen, ei pintavettä ole esiintynyt. Vesien hidasta liikehtimistä ojitetulla suolla kuvastaa se, että syys-

Sade- ja pohjavesihavaintoja Teuravuomalla v. 1936.

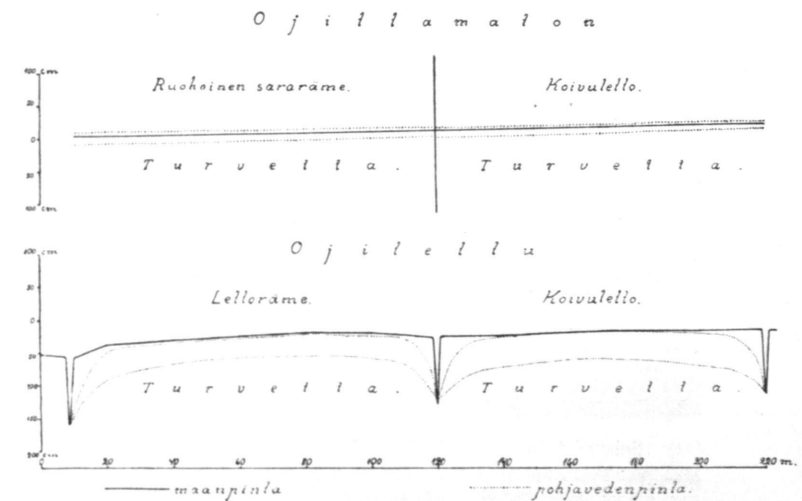


puolen poutakautena pohjaveden aleneminen n. 25 cm on vaatinut aikaa lähes pari kuukautta. Haihdunnan merkitys koleassa syyskuussa on ollut vähäinen.

Poikkileikkauspiirros 10 esittää pohjavesipinnan vaihteluja ojittamattomalla ja ojitetulla suolla Kolarissa kesäkautena 1936. Turve- ja metsäisyysuhteet ovat samat kuin edellisissä piirroksissa. Ojitus on 5 vuotta vanha. Maanpinnan ja alimman pohjavesipinnan väli osoittaa veden varastoitumistilaa. Ojittamattomilla soilla esiintyy pintavettä, mikä merkitsee, että varastoitumistila on tullut ylityksi. Suot voivat kuitenkin varastoida vettä pintavetenäkin, näin on etenkin laita rimpi- ja jännesoiden. Näissä tapauksissa varastoitumistila on täytetty, kun esiintyy pintavesien virtausta. Piirros osoittaa, että ojitetuilla soilla veden varastoitumistila on huomattavasti suurempi kuin luonnontilaisilla soilla.

Kun meillä tehtyjen havaintojen perusteella käypi päättelemään kuinka suuri ero pohjaveden tasossa samanlaisilla soilla on luonnontilassa ja ojitettuina siten kuin se meillä metsänkasvatusta varten tapahtuu, niin voidaan summittaisesti sanoa, että se on keskimäärin noin 20—30 cm, vaihdellen olosuhteiden mukaan. Suunnilleen näihin määriin viittaavat myös ne pohjavesihavainnot, jotka allekirjoittanut on tehnyt Pohjois-Suomen metsäojitusalueilla. Toden-

Pohjavesipinnan vaihteluja kesällä 1936.
(Kolari)



näköistä on kuitenkin, että metsäojitus harvuutensakaan tähden ei edes edellä mainitussa määrässä alenna pohjavettä soilla, joissa kaltevuus on huomattava tai pohjamaa lähellä ja tiivistä.

Metsäojitustoiminnassa on meillä tapahtunut kehitystä siihen suuntaan, että ojustot on alettu tehdä yhä tiheämmiksi, nythän käytetään yleisesti jo 60—80 m:n sarkavälejä, jolloin pohjaveden aleneminen on jonkin verran suurempi kuin edellä on vanhempien ojustuksien perusteella havainnointu. Vielä nytkään ei ole olemassa selvyyttä siitä, mikä kuivatussyvyys olisi metsänkasvatuksen kannalta edullisin. Eri puulajit suhtautuvat eri lailla pohjaveteen nähden, joten kuivatussyvyyden optimi ei ole sama eri puulajeille.

Edellä esitettyihin seikkoihin nojaten voidaan päätellä, että metsäojitetuilla soilla pohjaveden aleneminen sangen yleisesti on niin suuri, että ei ainoastaan rankkasateet, vaan myös keväiset sulavedet, jotka suurimmillaan vastaavat meillä kahden viikon sademäärän ennätysarvoja, voivat mahtua painumaan suohon, josta ne pohjavesinä sillä hitaudella, mikä erilaisille turvelaaduille on ominaista, virtaavat ojiin.

Metsäojituksen vaikutuksesta valumis- suhteisiin.

On sanottu, että soilla on järvimäinen tasoittava vaikutus vesisuhteisiin. Tämä on sopuosinnussa sen kanssa, että on osoitettu soilla



(11). Sulavedet luonnontilaisella suolla kulkevat leveänä virtana pääväylää kohti. Kolarin Teuravuoma maantien itäpuolella. Valok. 1. V. 1936 A. Miettinen.

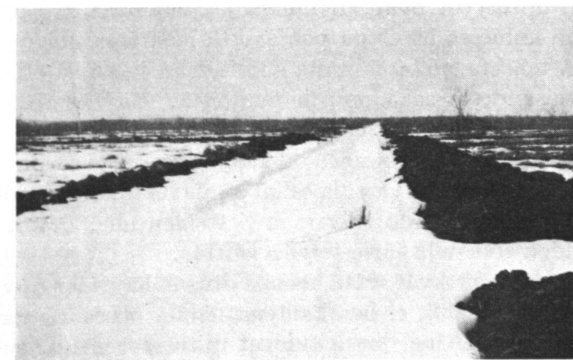
luonnontilassakin olevan vedenvarastoimiskykyä. Metsäojitus tätä varastoimiskykyä vielä lisää.

Sitä seikkaa ei voida kieltää, etteikö metsäojitus suuresti multistaisi vedenkulkusuhteita entiseen nähden. Varteen otettavimpana muutoksena on pidettävä sitä, että kun luonnontilaisilla soilla esiintyy melko runsaasti pintavesien virtausta, niin metsäojitetuilla alueilla, sikäli kuin kuivatus niillä on riittävän tehokas, ei esiinny pintavettä kuin poikkeuksellisesti ja vielä harvemmin liikkeessä olevana. Keväisin niitä kuitenkin esiintyy metsäojitetuillakin alueilla, vaikka silloin huomattavasti vähemmässä määrässä kuin luonnontilaisilla soilla johtuen siitä, että lumen äkkiä sulaessa ja jään alla pidättäessä vesi ei niilläkään aina ennätä vajota maahan, jonka ylikyllästymistä vedellä routa auttaa.

Keväisessä lumen sulamisessa ovat monet tekijät vaikuttamassa yhdessä, kuten lumi ja routa, siis talvinen vedenvarastoituminen, metsä sekä sääsuhteet, jotka säättävät sulamisen nopeuden. Turve-



(12). Ojittamattomalta suoalueelta tulevat sulavedet ovat ottaneet maantien väyläksen. Kolarin Teuravuoma. Valok. 1. V. 1936 A. Miettinen.



(13). Metsäojitetun suoalueen (400 ha) pääviemäri, jossa ei esiinny näkyvästä vesien virtausta. Sulavedet ovat imeytyneet turpeeseen. Kolarin Teuravuoma maantien länsipuolella, 1 km kuvien 11 ja 12 paikalta. Valok. 1. V. 1936 A. Miettinen.

mailla ojitus vähentää routaa sikäli kuin se alentaa pohjavettä ja turpeen vesipitoisuutta. Kuiva pintaturve suojelee alla olevan kerroksen routimista. Samasta syystä routa ojitetuilla turvemailloin usein verraten haurasta. Vaikka onkin todettu, että routa ei tee mahdolliseksi sulavesien vajoamista maahan, niin se kuitenkin vesipitoisena voi vetyttää maan niin, että se on esteenä vesien vajoamiselle. Edellä on jo viitattu siihen, että metsä vähentää roudan muodostumista ja varjostuksellaan hidastaa lumen sulamista tasoittaen siten vesien valumista.

Metsäojat vaikuttavat syys- ja talvipuolella veden varastoitumista vähentävästi kuljettaen vesiä, jotka luonnontilaisilla soilla varastoituvat talveksi täyttäen ne valmiiksi ja muodostaen siten varman pohjan lumien sulamisen aiheuttamille pintavesien virtauksille ja tulville. On todettu, että edullisissa olosuhteissa voivat ei ainoastaan valtaojat vaan kuivatusojatkin työskennellä talviaikanakin tehden siten varastotilaa kevätvesiä varten.

Edellä on osoitettu useita tekijöitä, jotka metsäojituksen yhteydessä vaikuttavat tasoittavasti kevättulviin. Näistä talvivarastoitumisen pieneneminen yhdessä muiden tekijöiden kanssa merkitsee ilmiötä, joka tietää valumissuhteiden tasoittumista ei ainoastaan eri vuodenaikojen vaan myös vuosien kesken ja siksi tärkeänä myönteisenä tekijänä merkille pantava.

Kevättulvia tasoittavana tekijänä mainittakoon vielä, että oijen kuljetuskyvystä riippuen vesien valuminen ojitetuilta alueilta voi alkaa ennemmin kuin ojittamattomilta alueilta, mikä ensinmainituilla vaikuttaa pintavesien kasautumista estävästi.

Metsäojitus vaikuttaa myös vesien valumista lisäävästi, nimittäin silloin, kun ojitustyöt ovat käynnissä ja jonkin aikaa sen jälkeen. Kaivutöiden kuluessa irroittuu pohjavettä määrässä, joka on riippuvainen siitä tehosta, jolla kaivuita suoritetaan ja kuivatettavien soiden vesipitoisuudesta sekä muista tekijöistä. Käytännössä ei tämä seikka usein suuria merkitse, koska ojitus yleensä tapahtuu ajankohtana, jolloin vesien valuminen on vähäistä. Mutta seuduilla, missä poisjohtavien vesiväylien varsilla esiintyy alavia maita tai vesijättöjä, nämä ovat vaarassa jäädä tulvan ja lietteiden alle. Näitä haittoja voidaan töiden sopivalla järjestelyllä välttää.

Havainnot osoittavat, että metsäojitusta käyttäen täydellisesti kuivatetuilla suoalueilla ei kesäkautena nähdä ojissa virtaavan paljon muita vesiä kuin ne, jotka tulevat ojitusalueen ulkopuolelta ja joita niskaojat keräävät. Tässä ei kuitenkaan ole tilaisuutta käydä selvittelemään näiden ojitusalueen ulkopuolelta tulevien vesien merkitystä vesisuhteille.

Metsäojituksen yhteydessä joudutaan jossain määrin laskemaan pieniä lampia ja perkailemaan puroja. Näitä toimenpiteitä on varsinkin viime aikoina alettu pitää ehkä liian yksipuolisesti vesien kulkua jouduttavina ja tulvatilanteita kärjistävinä. Lammen vedenpinnan laskemisen ei kuitenkaan aina tarvitse merkitä varastoimistilan pienenemistä, jos lampi on riittävän syvä ja nielu tehdään ahtaaksi tai käytetään tammeamista. Paljon riippuu siitä miten tällaiset toimenpiteet suoritetaan. Sama koskee purojen perkausta ainakin osittain. Kynnyspaikkojen liian rohkea laajennus luonnollisesti hävittää veden varastoimismahdollisuuksia, voipa aiheuttaa haittoja uitollekin ja vettä tarvitseville laitoksille. Pienien purojen vedenpidätyskyky on kuitenkin usein mitätön luonnontilassa, joten perkausten vaikutus, mikäli se on vesien valumista jouduttava, jää vähäiseksi ja usein käytännöllistä merkitystä vaille.

Jos metsäojitussuunnitelmia laadittaessa pidetään silmällä vesisuhteiden tasoittamista, voidaan asian hyväksi toimia monin tavoin. Tämä on laaja kysymys ja voidaan siihen tässä vain viitata. Metsäojittajan vallassa on useasti valita eri pienvesistöjen välillä, minne johtaa kuivatusalueiden vedet. Jos tällöin valitaan vesien kululle pisimmät ja järvisimmät reitit, vaikutetaan vesisuhteisiin tasoittavasti.

Edellä on esitetty lukuisia päätelmiä, joiden kestävyyttä on syytä tarkistaa luonnossa suoritettavien valumishavaintojen avulla. Ol-lakseen riittäviä ne kuitenkin vaativat runsaasti aikaa. Meillä ei sel-laisia ole vielä suoritettu.

Edellä esitettyjen näkökohtien valossa metsäojitus osoit-tautuu kulttuuritekniillisenä toimenpiteenä vesisuhteita tasoittavaksi ja tulvia ehkäise-väksi. Tähdennettäköön tässä vielä sitä merkitystä, joka metsä-ojituksella on vedenvarastoimistilan suurentajana ja siten vesien va-lumissuhteiden suuriarvoisena säännöstelijänä.

Erikoisesti tulee tämä vaikutus tehoste-tuksisen kautta, että metsäojituksella ediste-tään metsien kasvua samalla kuin aukeitakin suoaloja tulee kuivatetuksi metsäalan lisää-mistarkoituksessa. Metsien tulvia ja valumissuhteita ta-soittava vaikutus, jota edelläkin on kuvattu, onkin yleisesti tunnus-tettu.

Metsäojitukset ja metsät joutuvat ko. metsänparannustoiminnan kautta yhteistyössä palvelemaan vesitaloutta tulvien vähentäjinä ja vesisuhteiden tasoittajina.

Maassamme esiintyy epäilemättä muitakin tässä mainitsemattomia tekijöitä, jotka vaikuttavat varsin huomattavasti vesitalouteen. Ajatelkaamme vain esim. metsien hakkauksia ja metsä- ja joutomaiden raivauksia uutisviljelyksiksi, mitkä kummatkin toimintamuodot ovat meillä mittasuhteiltaan sangen laajoja alueita käsittäviä. Niihin ei kuitenkaan tulvakysymysten yhteydessä ole kiinnitetty erikoisempaa huomiota. Pellon ja metsän eroavaisuutta vaikutuksissaan vesisuhteisiin kuvastavat ne keskimääräiset tulvakertoimet, joita käytetään vesimäärälaskelmien teossa ja jotka vaihtelevat maan kulttuuritilan mukaan siten, että keskimääräinen tulvakerroin, joka metsä- ja suomailta on laskettu 0.3 litraksi sekunnissa ha:lta, on peltomailta laskettu 1 litraksi eli yli kolminkertaiseksi.

Arvosteltaessa maan kulttuuritilan merkitystä tulvasuhteisiin on otettava huomioon, että eri tiluslajeista kokoonpannun sadealueen valumissuhteet voivat olla tasaisempia kuin sellaiset yhden tiluslajin, kuin esim. puhtaan metsäalueen tai puhtaan viljelysalueen, koska eri tiluslajeilla esim. valumisen maksimi-arvot sattuvat eri aikoihin.

Tulvien syitä tunnetaan muitakin. Puhutaan hyytötulvista, kun joet pakkasen aikana laskevat suppoa, joka saattaa patoutua. Keväisin saattaa esiintyä jääpatoutumistulvia, kun jää joen suupuolella ei ennätä tarpeeksi haurastua, kuten sattui Loimijoessa viime keväänä. Suupuolen liettymistä esiintyy mm. Kokemäenjoessa, mikä on herkkä tulvimaan. Pohjanmaan joet ovat tunnettuja jokakeväsistä tulvistaan. Siellä puuttuu järvien tasoittava vaikutus. Maan kohoaminen on rannikolla nopeampaa kuin sisämaassa, joten lasku joissa aikaa myöten siellä huononee. Mainitaanpa aiheena sekim, että polttoviljelys madaltaa maita niin, että joutuvat tulville alttiiksi. Pohjois-Suomessa eivät vedet keväisin tule yhdellä kertaa kiitos tuntureiden ja jokien pohjois-eteläsuunnan. Silti saattaa kevättulva tai tunturitulva olla niin voimakas, että aiheutuu vahinkoja.



(14). Maantie Kolarin Teuravuomalla 26. IV. 1934.
Valok. E. Haapea.



(15). Maantie Kolarin Teuravuomalla 9. V. 1934 tulvan jälkeen. Vedet ovat tulvineet oikeanpuoliselta ojittamattomalta suoalueelta yli maantien metsäojitetulle suoalueelle vasemmalla. Valok. A. Miittinen.



(16). Tunturitulva. Torniojoki Juoksenki 21. V. 36.
Valok. A. Miettinen.



(17). Kevättulva purolla. Säkkioja. Ylitornio.
Valok. A. Einiö. 1936.