

METSÄOJITUKSEN VAIKUTUKSESTA VALUNTAAN

1. JOHDANTO

Metsäojitus merkitsee aina muutosta luonnon olosuhteisiin. Näkyvimpänä seurauksena ojituksesta on maan tuottokyvyn paraneminen. Metsäojituksella on kuitenkin muitakin seurauksia, jotka eivät koske ainoastaan ojitusaluetta, vaan niiden vaikutus saattaa ulottua laajalle sen ulkopuolellekin. Nämä vesitalouden muutoksesta johtuvat seurausilmiöt voivat olla metsäojituksessa voimakkaita, lähinnä kahdesta syystä: metsäojitus kohdistuu miltei poikkeuksetta luonnontilaiselle suolle, joka edustaa vesitaloudellisessa mielessä eräänlaista ääritapausta ja metsäojituspinta-alat ovat yleensä suuria, paljon suurempia kuin esim. maatalouspuolella kyseeseen tulevat kuivatusalueet. Ei näinollen ole ihme, että metsäojituksen vaikutuksista on usein keskusteltu, varsinkin kun näihin päiviin asti on ollut puutetta tätä asiaa koskevista tutkimustuloksista.

Tämä esitys rajoittuu käsittelemään metsäojituksen vaikutusta valuntaan. Asian luonteesta johtuen on pakko kosketella myös ojituksen vaikutusta muihin hydrologisiin suureisiin, koska ne vaikuttavat toisiinsa hyvin läheisesti. Ojituksen vaikutusta on myös tarkasteltava kahdesta näkökulmasta: 1) ojituksen vaikutus välittömästi ojitusalueelta tapahtuvaan valuntaan ja 2) ojituksen vaikutus koko valuma-alueen valuntaan. Tällöin valuma-alueella tarkoitetaan sen vesiuoman valunta-aluetta, johon ojitusalueelta tulevat vedet johdetaan. Kun jäljempänä puhutaan valuma-alueesta, tarkoitetaan sillä juuri tätä aluetta, jonka osana ojitusalue on.

2. YLEISTÄ

21. Ojituksen vaikutus hydrologisiin suureisiin

Hydrologisia suureita ovat sadanta, valunta, haihdunta ja suodanta. Ojitus vaikuttaa kaikkiin, sadantaa ehkä lukuunottamatta. Mikäli Suomen koko suopinta-ala ojitetaan, on mahdollista, että ojitus vaikuttaa myöskin sadantaan koko maan puitteissa.

Ojituksen tarkoituksena on johdattaa ojitusalueella jo oleva ja sinne tuleva vesi mahdollisimman nopeasti pois sekä alentaa pohjaveden pintaa. Jos tarkastellaan ensimmäistä tehtävää, veden poisjohtamista, havaitaan, että se vaikuttaa valuntaan, mutta tuskin muihin hydrologisiin suureisiin. Sillä on valuntaa lisäävä vaikutus, ainakin jos tarkastellaan välittömästi ojitusaluetta. Sen sijaan on vaikea sanoa, kuinka suuri lisäys suhteellisesti ottaen on.

Ojituksen toinen seuraus, pohjaveden pinnan aleneminen, vaikuttaa valuntaan, haihduntaan ja suodantaan. Voimakkaimmin sen vaikutus tuntuu haihdunnassa; haihdunta ojitusalueelta pienenee ja mikäli sadanta pysyy samana, on tästä seurauksena vastaava lisäys valunnassa. Sen sijaan valuntaan on pohjaveden vajoamisella päinvastainen vaikutus; mitä syvemmillä on pohjavesi, sen pienempi on valunta. Pohjaveden vajoaminen merkitsee myös lisääntyvää veden varastoitumistilaa pohjavesipinnan yläpuolella, ts. ojituksen seurauksena suodanta lisääntyy. Suodannan lisääntyminen taas yleensä pienentää valuntaa, vaikkakin sen pääasiallinen merkitys on valumahuippujen tasoittajana.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ojitus teoriassa lisää välittömästi ojitusalueelta tapahtuvaa valuntaa, mutta pienentää samalla valumahuippujen ja -minimien välistä eroa.

22. Ojitus ja valuma-alueen hydrauliset ominaisuudet

Mikäli tarkastellaan ojituksen vaikutusta koko valuma-alueen valuntaan, joudutaan tekemisiin valuma-alueen hydraulisten ominaisuuksien kanssa, jotka määräävät, kuinka nopeasti vedet ehtivät valuma-alueen eri puolilta pääuomaan. Näitä ovat valuma-alueen koko ja muoto, ojitusalueen koko ja sijainti valuma-alueella, järvisyysprosentti ja maaston peitteisyyden laatu. On selvää, että näin monen eri suuntaan vaikuttavan tekijän ollessa kysymyksessä ei voida antaa mitään yleispätevää vastausta siihen, miten metsäojitus vai-

kuttaa valuntaan, vaan kysymys on ratkaisu kussakin yksityistapauksessa erikseen. Joitakin yleisiä sääntöjä voitaneen kuitenkin mainita.

Valumaolot ovat yleensä sitä tasaisemmat, mitä suuremmasta valuma-alueesta on kysymys. Mitä pienempi ojitusalue on valuma-alueeseen verrattuna, sitä vähemmän se pystyy lisäämään koko alueen valuntaa. Kapeaa ja pitkänomaista valuma-aluetta pidetään hydraulisesti edullisempänä kuin leveää ja viuhkanmuotoista. Jos ojitusalue sijaitsee pitkän ja kapean valuma-alueen alajuoksulla, se saattaa jopa pienentää ylivalumaa. Valuma-alueen yläosassa sijaitseva ojitusalue yleensä suurentaa ylivalumaa, ja sitä enemmän, mitä leveämmästä valuma-alueesta on kysymys ja mitä suurempi ojitusalue on valuma-alueeseen verrattuna.

Valuma-alueen järvisyysprosentti ja peltoprocentti vaikuttavat myös valuntaan. Järvet pienentävät ja tasoittavat voimakkaasti valuntaa. Kuitenkin niiden vaikutus on sitä heikompi, mitä ylempänä valuma-alueella ne sijaitsevat. Ojittamattomat suot, varsinkin avosuot, vaikuttavat samaan tapaan kuin järvet, sillä ne lisäävät huomattavasti vuotuista haihduntaa. Luonnontilaiset suot pienentävät myös alivaluntaa. Suon ojitus lisää aina alivalumaa, olipa sen vaikutus ylivalumaan mikä tahansa. Näin ollen voidaan todeta, että valuma-alueen alaosassa sijaitsevan suurehkon suon ojittaminen tasoittaa valumasuhteita, kun taas valuma-alueen yläosassa suoritettun metsäojituksen vaikutus on päinvastainen. Mikäli ojittettava suo on pieni valuma-alueeseen verrattuna, sen vaikutus valuntaan on aivan huomaamaton.

23. Ilmastolliset tekijät

Valunnan kannalta on myös merkitystä sillä, kuinka suuri osa sadannasta tulee maahan lumena, kuinka nopeasti lumi sulaa keväisin ja kuinka syväle routa ulottuu. Näiden ilmastollisten tekijöiden vaikutus riippuu läheisesti myös suon pinnanmuodosta ja puustosta.

Pohjois-Suomessa on lumen osuus vuosisadannasta 40—50 % l. 200—230 mm. Lumen sulaminen tapahtuu äkillisemmin kuin Etelä-Suomessa ja yhdistyneenä syväle ulottuvaan routaan, joka merkitsee olematonta turpeen suodantakykyä, ja aukeisiin, huonolaskuisiin soihin, tämä merkit-

see voimakasta ylivalumahuippua keväisin. Tällaisissa oloissa ojitus merkitsee valuntalojen huomattavaa tasoittumista; ylivaluma pienenee ja alivaluma suurenee. Etelä-Suomen puustoisilla kohosuon luonteisilla soilla ei ojitus merkitse niin suurta muutosta varsinkaan kun lumi ja routa eivät ole yhtä merkittäviä tekijöitä. Sen sijaan puuston haihduttava vaikutus lienee huomattava. Ojitus merkitsee tässä tapauksessa ennenkaikkea alivaluman suurenemista.

3. TUTKIMUSTULOKSIA

31. Ojituksen vaikutus valunnan suuruuteen

Suomalaisista tutkijoista ovat tätä asiaa käsitelleet Hallakorpi, Metsäheimo ja Kaitera. Kysymyksessä ovat pikemminkin tutkijoiden henkilökohtaiset käsitykset kuin varsinaiset tutkimustulokset. Kaikki ovat tulleet siihen tulokseen, että ojitus pienentää ylivalumaa, mutta lisää vuosivaluntaa. Tulvakomitean mietinnössä (1939) todetaan ojittamisen voivan sekä suurentaa että pienentää ylivalumaa, riippuen suon ominaisuuksista ja ojien sijainnista. Vasta Mustosen ja Laikarin tutkimuksessa vuodelta 1961 esitetään varsinaisia tutkimustuloksia.

Ruokolahdella sijaitsevan Huhtisuon—Latosuon tutkimusalue käsittää kaksi koekenttää, joiden valuntoja on yli kahdenkymmenen vuoden ajan verrattu toisiinsa. Vuonna 1958 ojitettiin Huhtisuo 130 cm:n syvyisiin ojiin, joita tuli 65 m/ha, sarkaleveys n. 150 m. Vuonna 1960 suoritettiin varsinainen sarkaojitus, jolloin ojämääräksi tuli 225 m/ha. Tutkimustulokset koskevat kuitenkin pelkän valtaojituksen vaikutusta valuntaan.

Tutkimuksen mukaan kasvoi alueen vuosivalunta keskim. 105 mm, mikä merkitsee vuoden keskivalunnan lisääntymistä n. 60 %. Turpeen vesipitoisuuden pieneneemisestä suoritettut tutkimukset osoittavat kuitenkin, että ojitushetkellä suossa olleiden vesien poisvaluminen on lisännyt valuntaa vain 5 %:lla ja loput 95 % on pantava haihdunnan pienenevän tiliin. Itse suolta, joka käsittää n. 40 % koko valuma-alueen pinta-alasta on valunta lisääntynyt 250 mm/v. Huhtisuon alueen vuosivalunta ei kuitenkaan ole kasvanut poikkeuksellisen suureksi, vaan ainoastaan vertailualueen vuosivalunnan suuruiseksi.

32. Ojituksen vaikutus valunnan kestävyysasteeseen

Valunnan kestävyysasteella tarkoitetaan tässä valunnan herkkyyttä muutoksille, esim. ylivaluman ja alivaluman suhdetta vuoden keskivalumaan.

Aikaisemmin on jo useaan otteeseen todettu ojituksen suurentavan alivalumaa, kun taas sen vaikutus ylivalumaan voi olla päinvastainenkin. Mustosen ja Laikarin tutkimuksessa on todettu kesävalunnan ja talvivalunnan, siis vuoden alivaluntakausien valunnan lisääntyneen huomattavasti. Tämä johtuu jo ennen mainitusta haihdunnan pienemisestä. Sen sijaan ylivaluma on hieman pienentynyt. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että kyseessä on avosuon valtaojitus. Pintavirtaus suolla ei ole sanottavasti muuttunut, joten varsinainen sarkaojitus tulee todennäköisesti palauttamaan ylivaluman ennalleen, ehkä hieman suurentamaankin sitä. Ojituksen vaikutus ylivalumaan on kuitenkin niin monitahoinen asia, ettei yhden tapauksen perusteella voida mennä tekemään mitään yleistyksiä. Sen sijaan ojituksen alivaluntaa suurentava vaikutus lienee kiistan.

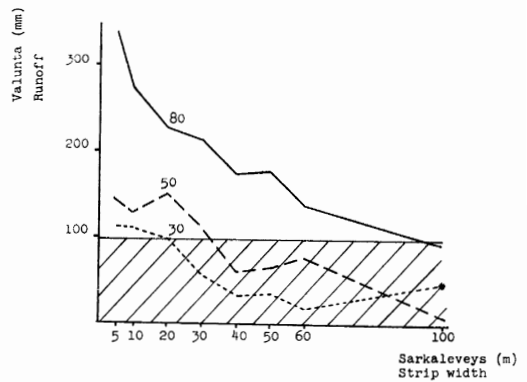
33. Ojituksen vaikutus valuntaan

Tätä asiaa on käsitellyt Huikari tutkimuksessaan (1959). Ojitusteholla tarkoitetaan tällöin sarkaleveyttä; mitä pienempi sarkaleveys, sen tehokkaampi ojitus. Ojasyvyyttä ei tässä tapauksessa oteta huomioon.

Huikari totesi, että sarkaleveyden pienentäminen suurentaa valuntaa. Valunnan suuruus riippuu myös suon metsäisyydestä ja havaintovuoden sääsuhteista. Yleensä valunta on metsäisiltä alueilta pienempi kuin aukeilta soilta ja erikoisesti kärjistynyt on ero kuivina vuosina.

Valunta ei kuitenkaan lisääntynyt suoraan sarkaleveyden pienetessä, vaan 50 m leveämmät sarat olivat jokseenkin samanarvoisia; vasta kun sarkaleveys laski alle 30 m, alkoi valunnan muutos olla tuntuva.

Vuonna 1966 ilmestyneessä tutkimuksessa (Huikari — Paarlahti — Paavilainen — Ravela) on käsitelty sekä ojasyvyuden että sarkaleveyden vaikutusta valuntaan. Koska koe on perustettu avosuolle, ei metsäisyyden vaikutusta voitu tutkia. Sarkaleveyden suhteen saa-



Kuva 1. Touko—lokakuun kokonaisvalunta Alkiannevan koekentällä v. 1964 eri levyisiltä saroilta ojasyvyyksillä 30, 50 ja 80 cm. Varjostetulla alueella olevat havainnot eivät poikkea merkittävästi 30 cm:n ojan ja 100 m leveän saran valunnasta.

Fig. 1. Total run off during May—October in the Alkianneva experiment field y. 1964 on different strip-widths and on ditch-depths of 30, 50, and 80 cm.

tiin samansuuntaisia tuloksia kuin em. Huikarin tutkimuksessa, toisin sanoen sarkaleveyden kasvaessa tietyn rajan yli, ei valunnassa havaittu enää muutoksia. Sensijaan ojasyvyydellä havaittiin olevan voimakas vaikutus valuntaan. Jos pidetään vertailukohteena 30 cm:n syvyyistä ojaa 100 m:n sarkaleveydellä, jonka aiheuttama valunta vastanee luonnontilaisen suon valuntaa, voidaan todeta, että käytettäessä ojasyvyytensä 30 cm:iä on sarkaleveyden oltava alle 20 m, jotta valunta lisääntyisi ojituksen ansiosta. Sensijaan ojasyvyuden ollessa 50 cm jo 30 m:n levyinen sarka lisää valuntaa ja ojasyvyuden ollessa 80 cm jo 50—60 m leveä sarka kohottaa valunnan lähes kaksinkertaiseksi. Ojasyvyuden valuntaa lisäävä vaikutus perustuu siihen, että syvistä ojista valuu vesiä aivan sateetominakin kausina, kun taas matalat ojat kuivuvat tällöin helposti kokonaan. Jos sensijaan sataa runsaasti, tulee myös sarkaleveys valuntaa voimakkaasti suurentavaksi tekijäksi. Sateettomina aikoina tapahtuva valunta on ojasyvydestä riippumatta suurimmillaan n. 30 m sarkaleveydellä, vaikka pienillä ojasyvyyksillä ero suurimman ja pienimmän havaitun valunnan välillä on luonnollisesti varsin pieni. Sateen aiheuttama valunta sensijaan on suurimmillaan aivan kapeilla saroilla ja pienenee jyrkästi mitä leveämpään sarkaan siirrytään.

Erikoisesti on huomattava, että halut-

taessa selvittää ojituksen vaikutus valuntaan, tarjoaa välittömästi ojitusalueelta purkautuvien vesimäärien mittausta tähän ainoan käytännössä kyseeseen tulevan mahdollisuuden. Mikäli ryhdytään selvittämään ojituksen vaikutusta koko valuma-alueen valuntaan, joudutaan tekemisiin hyvin monimutkaisen ongelmavyyhden kanssa, josta ojituksen aiheuttaman muutoksen selville saaminen on äärimmäisen vaikeaa. Sitäpaitsi tällainen tutkimustulos ei ole yleistettävissä, vaan se koskee ainoastaan sitä nimenomaista valuma-aluetta, jolla tutkimus on suoritettu. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla ryhdyttiinkin jo 50-luvun alkuvuosina tutkimaan metsäojituksen hydrologisia vaikutuksia em. pienillä, kokonaan ojitetuilla valuma-alueilla, joilla ainoat valuntaan muutoksia aiheuttavat tekijät olivat käytetty sarkaleveys ja ojasyvyys. Tällä hetkellä näitä koekenttiä on kaikkiaan seitsemän, eteläisin Karvialla ja pohjoisin Sodankylässä ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala on yli 300 ha. Käytetyt sarkaleveydet vaihtelevat 2 m:stä 100 m:iin ja ojasyvyydet 30 cm:stä 90 cm:iin. Koekentät tarjoavat myös mahdollisuuden vertailla eri ojitustapoja (vako-ojitus, avo-ojitus, salaojitus) hydrologisessa mielessä toisiinsa. Koska mittaustuloksia on jo olemassa useilta peräkkäisiltä vuosilta, voidaan ojituksen aiheuttama valuman lisäys laskea etukäteen ojasyvyyden ja sarkaleveyden funktiona.

4. YHTEENVETO

Ojituksen vaikutusta valuntaan voidaan tarkastella kahdesta näkökulmasta: ojituksen vaikutus välittömästi ojitusalueelta ta-

pahtuvaan valuntaan ja ojituksen vaikutus sen valuma-alueen valuntaan, jonka osa ojitusalue on. Ojituksen vaikutus valuntaan on myös kahdenlainen: ojitus vaikuttaa sekä valunnan suuruuteen että sen kestävyys. Edellistä kuvataan vuosivallunalla ja jälkimmäistä esim. vuoden keskivalumalla tai vuoden yli- ja alivaluman erotuksena.

Tutkimustulosten mukaan ojitus lisää sekä välittömästi ojitusalueelta tapahtuvaa että koko valuma-alueen valuntaa. Lisäys johtuu lähinnä haihdunnan piententymisestä. Suossa olevien vesien poistuminen ei aiheuta leveäsarkaisessa ojituksessa suurta lisäystä valuntaan, ellei ole poikkeuksellisen isosta kuivatusalueesta kysymys. Lisäys ei leveäsarkaisella ojituksella myöskään ole sitä suuruusluokkaa, että se antaisi normaalioloissa aiheutta huoleen vesistöjen vesimäärien suurenemisesta. Mutta jos kasvualustan parantamisen takia on pakko käyttää kapeaa sarkaa, on ojasyvyys tällöin pidettävä mahdollisimman pienenä.

Mitä tulee valunnan kestävyys, on ojituksen vaikutus tähän hyvin monitahoinen. Tulos riippuu ojitustehosta, kuivatuskohteen laadusta ja pinta-alasta, valuma-alueen hydraulista ominaisuuksista ja ilmastosta. Yleisenä sääntönä voidaan pitää, että ojitus lisää alivalumaa ja näin ollen myös vuoden keskivalumaa. Ylivalumaan voi ojituksen vaikutus olla suurentava tai pienentävä valuma-alueen hydraulista ominaisuuksista ja ojasyvyydestä ja sarkaleveydestä riippuen. Sen suuruus on myös ennakkoon laskettavissa nykyisten tutkimustulosten avulla.

SUMMARY

The effect of draining on runoff can be studied from two sectors: the effect of draining on the runoff of the drainage area, and the effect of draining on the runoff of the watershed where the drainage area is located. Draining may also affect runoff in two ways: draining affects both the volume and the duration of runoff. The former is expressed by the annual runoff, the latter by for instance the average annual runoff or the difference bet-

ween the maximum and the minimum runoff of the year.

According to research results, draining causes an increase in the runoff of both the drainage area and the whole watershed. The increase is mainly due to decreased evaporation. When the ditches are widely spaced, peatlands release only relatively little extra water, and in drainage areas that are not exceptionally large only a small increase in runoff can be seen.

When the ditches are widely spaced, the increase is not of the magnitude that there is fear of increased streamflow in the water system. When a narrow spacing has to be used for soil improvement, the ditches must, however, be as shallow as possible.

Draining has a complex effect on the duration of runoff. The result depends on the effectiveness of draining, the quality and area of the drainage area, the hydro-

raulic characteristics of the watershed, and the climate. As a rule, draining increases the runoff minimum and as a result also the average annual runoff. Draining may increase or decrease the runoff maximum, depending on the hydraulic characteristics of the watershed, drain depth, and ditch spacing. Its level can also be precalculated according to research results available.

5. KIRJALLISUUTTA

Hallakorpi, I. A. 1936. Suurenevatko vesistöjen vedenpaljoudet joenperkaus- ja maankuivatustöiden johdosta. Teknillinen Aikakauslehti.

Huikari, O. 1959. Metsäojitetujen turvemaiden vesitaloudesta. MTJ 51.2.

Huikari — Paarlahti — Paavilainen — Ravela, 1966. Sarkaleveyden ja ojasyvyyden vaikutuksesta suon vesitalouteen ja valuntaan. MTJ 61.8.

Kaitera, P. 1955. Raivauksen ja ojituksen vaikutuksesta vesistöalueiden hydrologiaan. Suo N:o 6.

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

Mustonen, S. 1963. Hydrologia. Maa- ja vesirakentajan käsikirja.

Mustonen — Laikari. 1961. Ojituksen vaikutuksesta valuntaan Huhtisuon havaintoalueella. Maataloushallituksen insinööriosaston vesiteknillisen tutkimustoimiston tiedotus 2/1961.

Tulvakoitean mietintö. 1939.

KIRJALLISUUTTA
KIRJALLISUUTTA
KIRJALLISUUTTA