

METSÄRUNKO-OJIEN MITOITUSPERUSTEISTA

JOHDANTO

Metsärunko-ojien mitoitus on monitahoinen ongelma, johon on viime aikoina jouduttu kiinnittämään erityistä huomiota. Tämän kirjoituksen tarkoituksena on tuoda esille muutamia tärkeimpiä pulmakysymyksiä ja toivottavasti aiheuttaa samalla mielipiteiden vaihtoa.

Erityisesti haluan korostaa, että käsiteltävänä ovat ainoastaan metsäojitusalueeseen kuuluvat runko-ojat. Viljelysmaan runko-ojien mitoitukseen ei paljolti puututa, olkoonkin, että metsärunko-oja joudutaan useinkin vetämään osittain viljelysmaan kautta. Tärkeimpänä selvitettävänä asiana pitäisin sitä, mihin metsärunko-ojien mitoituksella pyritään; itse mitoitusmenetelmiä meillä on käytettävissä jo useitakin ja ne antavat varsin luotettavia tuloksia. Mitoitusongelmaan liittyy lisäksi suuri joukko taloudellisia ja juridisia erikoiskysymyksiä. Tässä on kuitenkin tarkoitus käsitellä mitoitusta lähinnä puiden ekologian ja vesistötieteen kannalta.

Vesilaisissa (VL 264/61), metsänparannuslaisissa (Mpl 413/67) ja rahoituslaisissa 443/63 on esitetty eräitä periaatteita, joiden noudattamiseen valtaojien mitoitus tähtää. Ne voidaan lyhyesti mainita seuraavasti:

1. Ojitus ei saa aiheuttaa vahingollista vetymistä tai muuta vahinkoa.

2. Ojittajan on saatava mahdollisuus ojittaa maansa haluamaansa kuivatussyvyyteen.

3. Valtaojasta ei miltei osin saa tehdä liian suurta ja aiheuttaa täten tarpeettomia kustannuksia hankkeelle.

Jotta mitoitus voitaisiin suorittaa, on siis kyettävä vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

— mikä on katsottava metsän kasvua haittaavaksi tulvaksi ja minkälaiset veden korkeudet yleensä aiheuttavat vetymisvahinkoja metsälle.

— mikä on metsäojitukselta vaadittava kuivatussyvyys.

— miten määritellään raja tarpeettomien ja tarpeellisten ojituskustannusten välillä.

Viljelysmaan valtaojia mitoitettaessa on tietenkin tehtävä samat kysymykset, mutta näiden tärkeysjärjestys on ratkaisevasti toinen kuin metsäojituksessa. Metsätalous on vielä nykyään niin paljon maataloutta ekstensiivisempi elinkeino, että sen kohdalla on kustannusten minimointia pidettävä tärkeimpänä kohtana. Sitä paitsi viljelysmaan ojituksella pyritään osittain toisiin

päämääriin kuin metsäojituksella; esim. työkoneiden käyttö viljelyskuviolla on ratkaisevasti riippuvainen sen kuivatusasteesta ja kuvion heikoimmin kuivattu kohta määrää koko kuvion viljeltävyyden. Tällaista ongelmaa ei metsäojituksessa lainkaan esiinny.

HAITALLINEN TULVA METSÄMAALLA

Tarkasteltaessa kysymystä metsä kasvulle haitallisesta tulvasta on ensinnäkin todettava, että tulvan haittavaikutus on riippuvainen kahdesta tekijästä, nimittäin

— tulvan kestoajasta ja

— tulvan sattumisajankohdasta.

Sillä, miten suuria vedenkorkeuksia tulvan aikana saavutetaan, ei varttuneen puuston kohdalla ole merkitystä; pääasiahan on se, että juuret ovat veden alla. Sen sijaan taimiston kohdalla saattaa asia olla toinen.

Suomen vesistöissä sattuu vuotuinen vedenkorkeusmaksimi aina keväällä lumen sulamisen jälkeen, jolloin 2—4 viikon aikana tapahtuu n. 40 % vuotuisesta kokonaisvalunnasta. Pohjois-Suomessa tulvahuippu on jyrkempi kuin Etelä-Suomessa ja sitä luonnehtii lisäksi sulamattomasta roudasta johtuva heikko suodanta. Puiden kannalta tämä merkitsee sitä, että tulva alkaa aina paljon ennen kasvun alkamista ja useimmissa tapauksissa tulvahuippukin on jo selvästi sivuutettu kasvun alkamisajankohdaksi.

Metsäpuiden tulvansietokykyä on tutkittu yllättävän vähän, ja varsinkin turvemaiden kohdalla on tutkimustulosten puute silmiinpistävä. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla on perustettu tätä kysymystä selvittelevä koe, mutta tuloksia on odotettavissa vasta joidenkin vuosien kuluttua.

Suomalaisista ovat asiaa käsitelleet Heleinius (1964) ja Kaitera (1968). Tutkimuksia on suoritettu viiden eri järven rannoilla, nimittäin Saimaalla, Oulunjärvellä, Ontojärvellä, Vesijaolla ja Höytiäisellä. Vesivahinkoalueen korkeudeksi (minimikuivatussyvyys) saatiin männylle 40—60 cm ja kuuselle 50—80 cm ylimmän vedenkorkeuden yläpuolelle. Tulvankestävimmäksi osoittautui leppä ja vähiten tulvaa sietäväksi kuusi. Viimeainnuttikin kesti kuitenkin hengissä n. viikon pituisen tulvapeiton joka vuosi, mänty vastaavasti n. kaksi viikkoa. Vahingollisimmaksi osoittautui jääpeiton aikainen vedenkorkeusmaksimi ja vähiten hai-

talliseksi välittömästi kasvukauden jälkeen satuva vedenkorkeusmaksimi.

Ruotsalaisen Erikssonin (1951) mukaan on vesivahinkoalueen korkeus (minimikuivatussyvyys) männyllä 40—60 cm ja kuusella 60—80 cm. Jos vesi nousee padotusrajalle vasta kasvukauden lopulla, on vahinkoalueen korkeudeksi saatu vain n. 20 cm.

Padotuksesta aiheutuvat kasvutappiot olivat kuusen kohdalla 2 % jokaista veden nousun senttimetriä kohti, kun tarkastellaan vyöhykettä 0—40 cm yliveden yläpuolella. Männyn kohdalla kasvutappiot käyvät ilmeiseksi vasta 0—20 cm vyöhykkeessä ja tappio tässäkin tapauksessa on 2 % suuruusluokkaa jokaista vedenousun senttimetriä kohti.

Kummassakin tutkimuksessa oletettiin kasvutappioiden johtuvan tulvavuonna kehittyvistä heikkolaatuisista neulasista. Tulvavuonna kasvu oli yleensä tavallista parempi, mutta männyllä seurasi tämän jälkeen 3—4 vuoden ja kuusella 7—8 vuoden heikomman kasvun kausi.

Näyttää siis siltä, että vuosittainkaan ennen kasvukauden alkua toistuva vähäinen tulva ei haittaa metsän kasvua, joten keskiylivirtaamaan perustuvaa mitoittamista voidaan pitää mainiosti riittävänä. On kuitenkin muistettava, että mikäli valuma-alueesta on huomattava osa ojitettu, aiheuttaa tämä lisäyksen keskiylivalumaan, mikä mitoitettaessa on huomioitava.

METSÄOJITUKSELTA VAADITTAVA KUIVATUSSYVYYS

Kuivatussyvyyskysymys liittyy lähinnä sarkaojituksen piiriin. Runko-oja tämä koskee vain sikäli, että sarkaojista on oltava riittävä putous runko-ojaan.

Metsäpuiden vaatimasta kuivatussyvyydestä on saatu runsaasti tietoja metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston perustamissa metsäpuiden ekologiaa selvittämissä tutkimuksissa (Huikari ja Paarlahti 1967). Pohjaveden korkeutta säännöstelemällä on voitu todeta, että rämeillä on minimikuivatussyvyytenä pidettävä 30 cm ja maksimikuivatussyvyytenä 60 cm. Korvissa on minimikuivatussyvyys sama, mutta 70 cm:n kuivatussyvyys ei ole aiheuttanut vielä kasvun heikkenemistä. Korpienkin kohdalla on todettava, ettei kuivatussyvyyden lisäyksellä 50 cm:stä 70 cm:iin ole saavutettu enää merkittävää kasvun paranemista.

Edellä olevan perusteella voidaan todeta, ettei runko-oja ole tarpeen syventää metsän kasvulle tarpeellisen kuivatussyvyyden aikaansaamiseksi, vaan tämä on täysin hoidettavissa sarkaojituk-

sen avulla. Ainoastaan siitä on pidettävä kiinni, ettei kasvukauden vedenkorkeuden vallitessa vesi nouse runko-ojasta varsinaisiin sarkaojiin. Tähän päästään kaivamalla runko-oja esim. 30 cm sarkaojia syvemmäksi.

TARPEETTOMAT KUSTANNUKSET

Runko-ojan keskiylivirtaama, ojan pohjan kaltevuus ja karkeuskerroin määräävät uoman vesipoikkileikkauksen pinta-alan. Todellisen poikkileikkauksen pinta-alan täytyy kuitenkin olla tätä suurempi, koska ojittajan täytyy varautua sellaisten tekijöiden kuin painumisen ja lietymisen varalta. Lisäksi viljelysmaiden valtaojsissa käytetään ns. kuivavaraa. Kaikki nämä tekijät saattavat suurentaa ojan poikkileikkauksen pinta-alan kaksin—kolminkertaiseksi, mikäli ne otetaan täysimääräisinä huomioon.

Mitä ensinnäkin kuivavaraan tulee, on kehitys mennyt siihen suuntaan, että se on metsärunko-ojissa tarpeeton. Lukkala (1947) ehdottaa käytettäväksi 20 cm:n kuivavaraa, Heikurainen (1960) 10 cm:n ja Huikari ym. (1963) ovat sitä mieltä, ettei kuivavaraa tarvita. Perusteluina tälle esitetään se jo esille tullut asia, että puut kestävät lyhytaikaisia tulvia vahinkoa kärsimättä.

Painumisvarasta ovat sekä Lukkala että Heikurainen samaa mieltä; painumisvara on metsärunko-ojissa tarpeeton. Huikari sen sijaan ehdottaa painumisen huomioon ottoa sillä avoin, että turpeen annetaan vapaasti painua 20 cm:n matkalla ojan reunasta lukien ja vasta tämän matkan päässä tapahtuva painuminen otettaisiin painumisvarana huomioon. Tämä merkitsi suotyypistä riippuen 10—30 cm:n lisäystä runko-ojan syvyyteen.

Liettymisvaraa pitävät kaikki kolme edellä mainittua tutkijaa tarpeettomana. Liettyminen on ongelma, joka tulisi ratkaista jollakin muulla tavalla kuin oja syventämällä. Tällaisia keinoja ovat esim. ojan pohjan kaltevuuden järjestäminen sopivaksi tai putousportaitten käyttö. Useissa tapauksissa liettymisilmiö on niin voimakas, että sitä ei voida estää millään keinolla, vaan runko-oja liettyy kokonaan umpeen. Tällöin tulee liettymisvaralla varustetun ojan perkauskin saman verran kalliimmaksi kuin sen kaivaminen tuli tavalliseen ojaan verrattuna.

Yhteenvedona voidaan todeta, että kuivavara ja liettymisvara ovat metsärunko-ojissa tarpeettomia. Turpeen painuminen otetaan huomioon vain osittain, jolloin tulviminen, mikäli sitä tapahtuu, rajoittuu kapealle vyöhykkeelle ojan kummallakin puolella.

LOPPULAUSE

Johdannossa esitettiin kysymyksiin voidaan siis vastata seuraavalla tavalla:

- haitalliseksi tulvaksi metsämaalla on katsottava toukokuun puolenvälin ja heinäkuun puolenvälin välisenä aikana tapahtuva yli viikon pituinen tulva.

KIRJALLISUUTTA

- Eriksson, S. 1951. Undersökningar angående sambandet mellan grundvattenståndet och barrskogens tillväxt. Kungl. Vattenfallsstyrelsens Förrådsbyrån. Stockholm.
- Heikurainen, L. 1957. Metsäojien syvyyden ja pintalevyden muuttuminen sekä ojien kunnon säilyminen. AFF 65.5. Helsinki. 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. Helsinki.
- Helenius, L. 1964. Tutkimus rantapuuston kasvun riippuvaisuudesta järven vedenkorkeuden vaihteluista. Diplomityö Teknisessä Korkeakoulussa.
- Huikari, O. 1959. Metsäojitettujen turvemaiden vesitaloudesta. MTJ 51.2. Helsinki.
- Huikari, O., Muotiala, S., Wäre, M. 1963. Ojitusopas. Helsinki.
- Huikari, O., Paarlahti, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. MTJ 64.1. Helsinki.
- Huikari, O., Paarlahti, K., Paavilainen, E. ja Ravela, H. 1966. Sarkalevyden ja ojasyvyyden vaikutuksesta suon vesitalouteen ja valuntaan. MTJ 61.8. Helsinki.
- Kaitera, P. 1949. On the melting of snow in springtime and its influence on the discharge maximum in streams and rivers in Finland. Teknillisen Korkeakoulun tutkimuksia n:o 1. Helsinki.

- runko-ojituksen tulee mahdollistaa metsämaan kuivattaminen 50 cm:n syvyyteen asti, ei kuitenkaan kevättulvan aikana.
- liettymisvaran ja kuivavaran käyttö on metsärunko-ojissa tarpeetonta, samoin turpeen painumisen huomioiminen täysimääräisenä. Sen sijaan ojituksen aiheuttama lisäys alueen keskiylivalumaan on pyrittävä huomioimaan.

- Kaitera, P. 1968. Metsämaalle tuleva vettymisvahinko. Insinöörijärjestön koulutuskeskus, julkaisu 12-68. (Vahinkojen arvioiminen, osa I.) Helsinki.
- Lukkala, O. J. 1947. Metsämiehen suo-oppi. Helsinki.
- Kaitera, P. 1949. Soiden turvekerroksen painuminen ojituksen johdosta. MTJ 37.1. Helsinki.
- Maa- ja vesirakentajan käsikirja. 1963. Helsinki.
- Mustonen, S. 1963. Muistio metsäojituksen vaikutuksesta ylivalumaan.
- Kaitera, P. 1964. Ojituksen vaikutuksesta suon hydrologiaan. Rakennustekniikka 3. Helsinki.
- Kaitera, P. 1965. Meteorologisten ja aluetekijöiden vaikutuksesta valuntaan. Maa- ja vesitekniillisiä tutkimuksia 12. Helsinki.
- Kaitera, P. 1968. Ylivalumista pienillä järvettömillä valuma-alueilla. Rakennustekniikka 5. Helsinki.
- Kaitera, P., ja Laikari, H. 1961. Ojituksen vaikutuksesta valuntaan Huhtisuon havaintoalueella. Maataloushallituksen insinööriosaston maa- ja vesitekniillisen tutkimustoimiston tiedotuksia n:o 2. Helsinki.
- Ravela, H. 1967. Metsäojituksen vaikutuksesta valuntaan. Suo n:o 4. Helsinki.

SUMMARY:

ON THE PRINCIPLES OF DIMENSIONING FOREST MAIN DRAINS

To avoid making too large main drains one must know the MHq of the areas to be drained by the drains in question. When a runoff area rich in lakes is in question, this value is obtained from Kaitera's (1949) nomogram, and when an area without lakes from Mustonen's (1968) nomogram. The runoff values thus obtained must be corrected, however, when more than 10 per cent of the area in question has been or will be artificially drained because various studies have established that drainage operations increase the MHq. This correction is 10—40 per cent depending on the degree of stocking of the tree stand, the extent of the drained area and the drain spacing and drain depth employed or to be employed.

On the basis of the aforesaid, the following

requirements may be put on forest main drains:

- They must be able to lead away the water of normal spring floods without being too large. Exceptional floods do not require consideration.

- Their water may not reach the lateral drains under normal water conditions during the growing season.

- Compression of the peat near the drains has not to be taken into consideration, but only that occurring at a distance of, for instance, 20 m from the drains. This is so because floods of short duration along the drains do not arrest tree growth.

The principal aims of main drain dimen-

AKTIIVIHIILESTÄ JA TURPEESTA

Aktiivihiiilestä, kuten niin monesta muustakin tuotteesta voidaan sanoa, että se »on korkean elintason tuote». Jos haluamme soke-
rimme valkoisena tai juomavetemme hyvänma-
kuisena, käytämme aktiivihiihtä. Mainittuihin
tarkoituksiin käytetään maailman aktiivihiihi-
tuotannosta, joka on noin 200.000 tonnia, suu-
rin osa. Tuotannon kasvu näyttää kohdistuvan
hyvin voimakkaasti veden puhdistushiihiin. So-
kerin puhdistushiihillä on oma vakaa kulutuk-
sensa, joka ei juuri lisäännä. Muita tärkeitä
käyttöalueita ovat: kemikaalien, ravintoaineiden
ja juomien puhdistus, kaasujen talteenotto, auto-
jen valkokylkirenkaiden valmistus ja ilman puh-
distus.

Näitä käyttötarkoituksia ei peitä yksi ainoa
aktiivihiihi, vaan lähes jokaiseen tarkoitukseen
on oma tietty ominaisuudet ja laatuvaatimuk-
set täyttävä hiililaatunsa. Yhteistä näille kaikille
hiilille on samankaltainen tai sama raaka-aine ja
valmistusmenetelmät, sekä se, että niiden käyttö
perustuu samaan ilmiöön, adsorptioon.

Koska adsorptio on pintaan kerääntymistä,
vaaditaan tällaiselta aineelta eli adsorbenssiltä
suuri ominaispinta-ala, jonka tekee mahdolli-
seksi aineen huokoinen rakenne. Aktiivihiihillä
huokoistilavuus on noin 50—60 %. Mitä pie-
nempiä huokokset ovat, sitä suuremmaksi voi
niitten yhteinen seinämän pinta-ala muodostua.
Huokoskokoa ei kuitenkaan voi määrättömästi
pienentää, vaan rajan asettaa se aine, jota hii-
len tulisi adsorboida. Kolloisidit aineet, kuten
monesti väriaineet ovat, vaativat huokoskokoa,

jossa tehollinen säde on noin 100 Å:n luok-
kaa (1 Å = Ångström-yksikkö = 10^{-10} m).
Kaasuille riittää pienemmät alle 10 Å huoko-
set. Vastaavat ominaispinta-alat ovat värinpois-
tohiilille 300—600 m²/g hiiltä ja kaasujen tal-
teenottohiilillä 1.000—1.600 m²/g.

Aktiivihiiilet eivät sisällä ainoastaan näitä
tarpeellisia ja hiilen selektiivisyyden määrääviä
huokosia, vaan niissä on raaka-aineesta ja val-
mistusmenetelmästä johtuen myös suurempia
aina mikroskoopilla nähtäviin huokosiin asti.
Aktiivoinnilla suurennetaan raaka-aineessa jo
esiintyvää huokostilaa, mutta kemiallista reakti-
ota ei pystytä suuntaamaan vain niihin hu-
kosiin, jotka ovat tarpeellisia adsorptiokyvyllä,
vaan kaikki huokokset suurenevat. Aktiivihii-
luonnetta kuvaa parhaiten juuri huokoskokoja-
kautuma, jota voidaan käyttää arvioitaessa hii-
len sopivuutta käyttötarkoituksiin.

Erilaisia aktivointimenetelmiä on kokeiltu
erittäin runsaasti, mutta teolliseen käyttöön ni-
tä on otettu ehkä kymmenkunta. Nämä jakaan-
tuvat pääasiassa kahteen peruseritykseen: vettä-
poistavilla aineilla käsitellään kasvimateriaaleja
korotetussa lämpötilassa. Tällöin materiaalista
jää jäljelle hiilirunko. Vettä poistavia aineita
ovat mm. fosforihappo ja ZnCl₂. Hiiltä hapet-
tavilla aineilla käsitellään hiilipitoista tavalli-
sesti koksattua materiaalia korotetussa lämpö-
tilassa. Hapetus kohdistuu itse hiilirunkoon,
josta osa kaasuntuu muodostaen hiilidioksidiä
tai -monoksidiä. Hapettavia aineita ovat mm.
vesihöyry, hiilidioksidi ja ilma.

sioning are to observe the following principles
presented in the Water Law:

1. Prevention of injurious waterlogging and
other damages.

2. Accomplishment of the drainage depth
required.

There are no instructions in the Water Law
concerning explicitly forest drainage; therefore
questions, for instance pertaining to floods in-
jurious to the forest and to the minimum drain-
age depth to be secured in forest drainage
remain open. On the other hand, in the Forest
Improvement Law there is still another principle
of great importance explicitly for the dimen-
sioning of forest main drains:

3. Main drains must under no conditions be
over-dimensioned, which causes the undertaking
undue costs.

According to Eriksson (1951) and He-
lenius (1964), the spruce is able to stand an
annual flood of about one week's duration, the
corresponding time for the pine being about
two weeks. Damages occur in the area lying not
more than about 20 cm above the maximum
water level. According to Huikari and
Paarlahti (1967), the optimum depth of
the ground water table with respect to forest
growth on peatlands is 30—50 cm depending
on the tree species and the site type in
question.