

Metsänhoidon suositukset vesiensuojeluun, työopas

Tapion julkaisuja



Metsänhoidon suositusten uudistamisen ohjausryhmä on hyväksynyt suositusten käsikirjoituksen kokouksessaan 14. maaliskuuta 2013.

Metsänhoidon suositukset on toimijoiden yhdessä laatima vapaaehtoisesti noudatettava ohje metsänhoidon perusteista ja menetelmistä. Suositukset tarjoavat metsänomistajalle metsänkäsittelyyn erilaisia vaihtoehtoja, joista hän voi tavoitteidensa mukaisesti valita sopivimman. Kuvatut menettelytavat ovat taloudellisesti, ekologisesti sekä sosiaalisesti ja kulttuurillisesti kestäviä. Metsänomistajan päätöksen mukaan kestävyiden eri osat alueet painottuvat metsänkäsittelyssä eri tavoin. Kun suosituksissa viitataan eri lakeihin, on se tekstissä selkeästi ilmaistu, näin lakisääteiset ja vapaaehtoiset toimenpiteet eivät pääse sekoittumaan.

Tapio on huolellisesti tutkimustiedon ja käytännön kokemuksen perusteella varmistanut, että tässä teoksessa oleva tieto on mahdollisimman luotettavaa. Tämä teos on laadittu Tapion johtamassa projektissa, jossa on ollut mukana laajasti metsäalan toimijoita ja asiantuntijoita. Tapio ei anna käyttäjälle takuuta tässä teoksessa olevan tiedon ajantasaisuudesta, virheettömyydestä tai käyttökelpoisuudesta tiettyyn nimenomaiseen tarkoitukseen. Tapio ei myöskään millään tavoin takaa teoksen käyttäjälle tietyn tai halutun lopputuloksen saavuttamista kaikissa olosuhteissa. Tapio ei vastaa suhteessa käyttäjään kulusta, menetyksestä tai vahingosta, joka mahdollisesti aiheutuu tämän teoksen käyttämisestä.

Metsänhoidon suositukset ovat saatavissa verkosta www.metsanhoitosuosituks.fi.

Julkaisun sisältämien tietojen käyttö on sallittu sillä edellytyksellä, että tiedon lähde ja tekijöiden nimet mainitaan tietoja käytettäessä sekä tiedot esitetään muuttamattomina

(Creative Commons Nimeä-Ei muutoksia; CC BY-ND).



Suosittelava viittaustapa:

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. 2019. Metsänhoidon suositukset vesiensuojeluun, työopas. Tapion julkaisuja.

ISBN 978-952-5632-72-9

Julkaistu verkossa 2013 ja päivitetty viimeksi 30.12.2019

Piirroksat

Juha Varhi

Julkaisija

Tapio Oy

Metsänhoidon suositusten johto- ja ohjausryhmien jäsenet

<https://www.metsanhoitosuosituks.fi/taustat-ja-tekijat/laadintaprosessi/johto-ja-ohjausryhmien-jasenet/>

Sisällys

1	JOHDANTO	5
2	METSÄTALOUDEN VESISTÖVAIKUTUKSET	7
2.1	Kiintoaine- ja ravinnekuormitus	7
2.2	Maanpinnan kuluminen	8
2.3	Maalajit ja niiden tunnistus	8
2.4	Pohjavesialueet	10
2.5	Happamat sulfaattimaat ja niillä toimiminen	10
2.6	Öljyvahinkojen välttäminen	12
3	VESIENSUOJELUN MENETELMIÄ	13
3.1	Suojakaistat	13
3.2	Kaivu- ja perkauskatkot sekä lietekuopat.....	13
3.3	Pintavalutuskentät.....	14
3.4	Laskeutusaltaat	15
3.5	Virtaamanhallinta ja patorakenteet	17
3.5.1	Putkipato	18
3.5.2	Settipato	20
3.5.3	Munkki.....	20
3.5.4	V-pato.....	21
3.5.5	Pohjapadot ja putousportaat.....	22
3.6	Kosteikot.....	23
3.6.1	Kosteikon suunnittelu	23
3.6.2	Kosteikon rakentaminen.....	25
3.6.3	Veden korkeuden säätely kosteikossa ja patojen mitoitus.....	26
3.6.4	Kosteikon hoitaminen	26
4	VESIENSUOJELU METSÄTALOUDEN TOIMENPITEISSÄ.....	27
4.1	Hakkuu ja puunkorjuu.....	27
4.2	Energiapuun korjuu.....	29
4.3	Uudistusalan maanmuokkaus.....	30
4.3.1	Vesiensuojelumenetelmät muokkaustavoittain.....	31
4.3.2	Maanmuokkaus pohjavesialueilla	32
4.4	Tienrakentaminen	33
4.5	Kulotus.....	34
4.6	Lannoitus ja metsien ravinnetalous.....	35
4.6.1	Lannoitteiden huuhtoutuminen.....	35

4.6.2 Vesiensuojelu metsälannoituksessa.....	36
5 KUNNOSTUSOJITUS.....	37
5.1 Eroosion vähentäminen	38
5.2 Valunta.....	38
5.3 Kunnostusojituskelpoisuuden määrittäminen.....	39
5.4 Kunnostusojitusta edeltää hyvä suunnittelu.....	40
5.4.1 Ojien kaivussyvyys	41
5.4.2 Ojituksen toteutusjärjestys	42
5.4.3 Maastomerkinnot ja mittaukset.....	42
5.4.4 Kunnostusojituksen toteutus.....	43
6 METSÄNPÄRANNUSTOIMINNAN LAADUN SEURANTA JA OMAVALVONTA	45
6.1 Luonnonhoidon laadunarviointi.....	45
6.2 Kunnostusojituksen laadunseuranta	46
6.3 Kunnostusojituksen vastuut ja valvonta.....	46
7 KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY	47
KIRJALLISUUS.....	49
LIITTEET	56
LIITE 1 – Kunnostusojituskelpoisuuden määrittäminen	56
LIITE 2 – Maalajien routivuus ja eroosioherkkyys	58
LIITE 3 – Maalajitteiden huuhtoutumisherkkyys ja laskeutumisnopeus.....	60
LIITE 4 – Eri metsätaloustoimenpiteiden yhteyteen soveltuvat vesiensuojelumenetelmät	61
LIITE 5 – Laskeutusaltaan mitoituspintakuormamenetelmällä.....	62
LIITE 6 - Esimerkkilaskelmat kosteikon tavoitetilavuudelle ja pinta-alalle.....	65

1 Johdanto

Tässä oppaassa kerrotaan Metsänhoidon suositusten mukaisista vesiensuojelumenetelmistä. Metsätalouden vesiensuojelulla pyritään vähentämään metsätalouden vesistökuormitusta ja tätä kautta osaltaan turvaamaan vesistöjen hyvä tila.

Opas on tehty metsätalouden vesiensuojelun suunnittelijoiden, vesiensuojelurakenteiden toteuttajien sekä muiden vesiensuojelusta kiinnostuneiden käyttöön. Opas täydentää ja tarkentaa Metsänhoidon suosituksissa kuvattuja metsätalouden ja vesiensuojelun toimenpidesuosituksia sekä kokoaa menetelmät ja niiden toteutustavat yksiin kansiin.

Metsänhoidon suosituksia noudattamalla voidaan vähentää metsätalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta ilman, että puuntuotanto alenisi merkittävästi. Maanomistaja voi halutessaan painottaa vesiensuojelua esimerkiksi käyttämällä suositusten minimitasoa leveämpiä suojakaistoja sekä investoimalla vesienhoidollisiin toimenpiteisiin. Vesiensuojelun vaikuttavuutta voi lisätä yhteishankkeilla, jolloin kunnostusojituksen vesiensuojeluratkaisujen vaikuttavuus tehostuu verrattuna tilatasolla tehtyihin toimenpiteisiin.

Tämä opas täydentää ja tarkentaa Metsänhoidon suosituksissa kuvattuja metsätalouden ja vesiensuojelun toimenpidesuosituksia sekä kokoaa menetelmät ja niiden toteutustavat yksiin kansiin. Suositukset perustuvat viimeisimpään tutkimustietoon ja käytännön kokemukseen tehokkaasta vesiensuojelusta. Niitä noudattamalla voidaan vähentää metsätalouden aiheuttamaa vesistökuormitusta ilman, että puuntuotanto alenee merkittävästi.

Opas on tehty metsätalouden vesiensuojelun suunnittelijoiden, vesiensuojelurakenteiden toteuttajien sekä muiden vesiensuojelusta kiinnostuneiden käyttöön. Oppaan julkaisija on Tapio Oy.

Vesiensuojelun tavoitteet

Metsätalouden vesiensuojelulla pyritään vähentämään metsätalouden vesistökuormitusta ja tätä kautta osaltaan turvaamaan vesistöjen hyvä tila. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitteena on kaikkien pinta- ja pohjavesien hyvä ekologinen tila vuoteen 2015, tai tietyin poikkeuksin viimeistään vuoteen 2027 mennessä. Kansallinen metsäohjelma (KMO) 2015 sekä Kansallinen metsästrategia 2025 tukevat tätä tavoitetta niin, että metsätalous vaikuttaa osaltaan vesistöjen hyvän ekologisen tilan saavuttamiseen. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä vesiensuojelun suuntaviivoiksi 2021 korostetaan metsätaloustoimien hyvää ennakkosuunnittelua kiintoaineksen huuhtoutumisen torjumiseksi sekä virtaamansäädön keinojen tehostamista.

Uusi vesilaki ja vesiasetus tulivat voimaan vuoden 2012 alussa. Lain tarkoituksena on turvata vesivarojen kestävä käyttö, ehkäistä käytöstä koituvia haittoja sekä parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa. Metsätalouden kannalta tärkeä muutos on, että tähän asti vapaaehtoiset ojitusta ja ojitusalueiden kunnostamista koskevat ilmoitusmenettelyt ovat muuttuneet pakollisiksi. Ilmoitusmenettely koskee kaikkia vähäistä suurempia ojituksia. Ilmoitus tehdään alueelliselle ELY-keskukselle.

Toinen merkittävä muutos on muuttunut luonnontilaisuuden käsite. Luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia purouomia ei saa muuttaa kaivamalla eikä niihin lasketa metsätaloustoimista kiintoainesta ilman Aluehallintoviraston (AVI) lupaa. Kokonaan luonnontilaisten purojen lisäksi lupa tarvitaan myös osin muutettujen purojen luonnontilaisten osien luonnontilaa vaarantaville hankkeille. Myös

purosta tai norosta perattua uomaa, joka on aikaa myöten palautunut luonnontilaisen kaltaiseksi, koskevat samat säädökset kuin luonnontilaisia puroja.

Metsätalouden vesiensuojelusta koituva välitön hyöty ihmisille tulee yhteiskunnassa laajasti ja konkreettisesti esille. Latvavesien purot, joet ja pienet järvet ovat sekä vesiluonnon että virkistyskäytön kannalta tärkeitä kohteita. Monen vapaa-ajanpalvelutuottajan elinkeino nojaa puhtaisiin luonnonvesiin. Vesiensuojelurakenteiden, esimerkiksi kosteikkojen, luominen on merkityksellinen toimenpide riistan elinympäristön hoidossa ja metsästettävien vesilintukantojen ylläpidossa.

2 Metsätalouden vesistövaikutukset

Metsätalouden vesistökuormitus on maatalouden tai haja-asutuksen kuormituksen tapaan luonteeltaan hajakuormitusta. Koska metsätaloutta harjoitetaan laajoilla alueilla koko maassa, on sen aiheuttama kuormitus merkittävää suhteellisen pienestä kuormitusosuudesta huolimatta. Merkittävyyttä lisäävät kuormituksen pitkäaikaisuus ja kohdistuminen pääosin herkimpiin latvavesiin, joihin kohdistuu yleensä vähän muuta kuormitusta.

Metsätalouden vesistökuormitus voidaan jakaa ravinne- (pääasiassa fosfori ja typpi), kiintoaine-, metalli- ja happamuuskuormitukseen. Huomiota kiinnitetään myös humuskuormitukseen, jolla tarkoitetaan lähinnä liukoisen orgaanisen aineksen huuhtoutumista vesistöihin.

Metsätalouden keskimääräiseksi osuudeksi ihmistoiminnan aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta vesistöihin on arvioitu olevan fosforin osalta noin 6 % ja typen osalta noin 5 %. Esimerkiksi luonnon huuhtouman osuus vesistöihin tulevasta fosforikuormasta on noin kolmannes ja typpikuormasta runsaat 37 %. Metsätalouden kuormitusarvioita tarkennetaan vuoden 2019 aikana uusimpien tutkimusten annettua siihen aihetta. Metsätalouden vesistövaikutuksessa kiintoainekuormitus on merkittävämpi tekijä kuin ravinnekuormitus. Metsätalouden aiheuttama kuormitus on helpoiten havaittavissa latvavesissä.

Metsätaloustoimien aiheuttaman kuormituksen suuruuteen vaikuttavat eniten toteutettu toimenpide, sen etäisyys vesistöön ja kohdealueen maaperän ominaisuudet sekä maaston muodot (topografia). Myös eroosioon ja virtaamiin vaikuttavilla tekijöillä, kuten sademäärällä on vaikutusta. Tehostuneet vesiensuojelutoimet ovat kuitenkin vähentäneet metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana.

2.1 Kiintoaine- ja ravinnekuormitus

Suurin yksittäinen metsätalouden vesistökuormittaja on kunnostusojituksen seurauksena valumavesien mukana kulkeutuva kiintoaine. Kiintoaine liettää vesistöjä, ja sen sisältämä orgaaninen aine kuluttaa happea hajotessaan.

Typpi ja fosfori kulkeutuvat vesistöön ojitusalueiden valumavesien mukana useimmiten sitoutuneena kiintoaineeseen. Kuormitusta aiheuttavat varsinkin sellaiset maanmuokausmenetelmät, joiden tarkoituksena on johtaa vettä pois metsän uudistusalueelta. Merkittävin näistä on ojitusmätästys.

Kuormitusta voivat aiheuttaa myös uudistushakkuiden hakkuutähteistä vapautuneet ravinteet sekä metsänlannoitus. Myös kantojen nosto ja jossakin määrin metsäautoteiden rakentaminen aiheuttavat kiintoainekuormitusta. Metsänlannoitus ja hakkuut aiheuttavat lähinnä ravinnekuormitusta.

Pienin riski vesistökuormituksen syntymiselle on harvennushakkuissa ja metsänhoitotöissä. Päätehakkuut ja lannoitukset tuottavat ravinnekuormitukselle riskin, joka on suurempi turvemilla kuin kivennäismilla toimittaessa. Kunnostusojituksissa kiintoaineshuuhtouman riski on suuri. Maanmuokauksessa riskit syntyvät silloin, kun johdetaan vesiä paikasta toiseen, kuten ojitusmätästyksessä.

Metsätalouden vesistökuormitukseen vaikuttavat tekijät:

- Tehtävä toimenpide ja toimenpiteen ajankohta
- Maaston muodot (kohteen topografia)
- Maaperän rakenne ja maalaji
- Käsittelyalueen pinta-ala
- Pohjaveden läheisyys
- Vesistöjen läheisyys

2.2 Maanpinnan kuluminen

Maanpinnan kulumista eli eroosiota tapahtuu etenkin veden vaikutuksesta, esimerkiksi lumien sulamisen ja vesisateiden yhteydessä. Eroosioon kuuluu maa-aineksen huuhtoutuminen, kulkeutuminen ja kasautuminen. Eroosion suuruuteen vaikuttavat esimerkiksi maalaji, maanpinnan laatu ja kaltevuus, rinteen pituus, maan vedenläpäisykyky ja liikkuvan veden määrä.

Metsätalous aiheuttaa eroosiota epäsuorasti, kun maanpintaa sitovaa pintakasvillisuutta poistetaan tai pintavesien kulkureittejä muutetaan. Uudistushakkuissa maanpinnan rikkoutuminen ja maanmuokkaus voivat aiheuttaa kiintoaineen huuhtoutumista. Ojien kaivu ja perkaus lisäävät kiintoaineen huuhtoutumista, kun kaivutyön yhteydessä maa-ainesta irtaantuu ja sekoittuu veteen. Ojaluiskat ja kaivumassat ovat pitkään alttiina virtaavan veden aiheuttamalle syöpymiselle. Maa-aines, jota kasvilisuus ei vielä peitä, saattaa huuhtoutua ojiin sateen ja lumen sulamisvesien mukana.

Kuivatusojissa virtaavan veden määrä on tavallisesti vähäinen, joten ojaluiskien syöpyminen ja aineiden kulkeutuminen niistä on vähäistä. Sen sijaan kokooja- ja laskuojissa suuret virtaamat lisäävät ojien syöpymisriskiä. Ojastoon syntyy kuitenkin ajan kuluessa kasvillisuutta, joka pidättää veden mukana kulkeutuvaa kiintoainetta ja sitoo ravinteita. Ojien syöpyminen vähenee maatumattomaan turpeeseen ja karkeaan kivennäismaahan kaivetuissa ojissa kaivun jälkeen huomattavasti nopeammin kuin hienojakoiseen, paljon savea sisältävään kivennäismaakerrokseen ulottuvissa ojissa.

Sateiden voimakkuus sekä niiden ajankohta ja määrä vaikuttavat merkittävästi huuhtoutuvan kiintoaineen määrään. Kiintoainekuormitus on suurinta valumahuippujen aikaan. Kevään valumahuipun suuruuteen vaikuttavat etenkin lumen vesiarvo ja sulamisnopeus. Valuma-alueen koko vaikuttaa olennaisesti virtaaman määrään ja samalla eroosiorisktiin.

2.3 Maalajit ja niiden tunnistus

Kivennäismaat

Kivennäismaat jaetaan kolmeen maalajiryhmään keskimääräisen raekoon perusteella: karkeat, keski-karkeat ja hienot maalajit (taulukko 1). Raekoostumus vaikuttaa maan ilmavuuteen, routimiseen, vedenjohtavuuteen ja ravinteiden pidätyskykyyn sekä kantavuuteen. Hienolajitteiset maat pidättävät tehokkaasti vettä ja ravinteita. Toisaalta ne johtavat vettä sitä huonommin mitä enemmän niissä on savea.

Maalajien karkeutta voidaan arvioida aistinvaraisesti tekemällä kämmenellä rullauskoe. Hienoimista maalajeista saa tehtyä ohuimman langan rullaamalla maa-ainesta kädessä. Karkeat maalajit

katkeavat helposti, kun niistä yrittää pyörittää kämmenessä lankaa. Jaotuksella on merkitystä valittaessa metsänuudistamisessa maanmuokkaus- ja vesiensuojelumenetelmää.

Taulukko 1. Kivennäismaalajien ominaisuuksien tunnistaminen raekoon ja ominaisuuksien perusteella.

Maalajiryhmä	Maalajit	Tunnistaminen	Ominaisuuksia
Karkea	Sora, hiekka, soramoreeni	Raekoko helppo arvioida silmävaraisesti.	Läpäisevät helposti vettä. Karuja maita.
Keski-karkea	Karkea hieta ja hiekkamoreeni	Yksittäiset rakeet nähtävissä paljain silmin, rakeet irrallisia.	Vesitalous yleensä kunnossa. Metsänkasvatuksen kannalta parhaita maita.
Hieno	Hieno hieta, hiesu, hienoainesmöreeni	Yksittäisiä rakeita ei erota paljain silmin. Kosteana pyöritettävissä 2–6 mm paksu pötkö. Kuivana hajoaa pöliseväksi jauhoksi.	Läpäisee heikosti vettä, märkänä juoksevaa, erittäin routivaa, kovettuu kuivaessaan.
	Savi	Kosteana pyöritettävissä alle 2 mm paksu pötkö. Ei hajoa täydellisesti kuivana.	Vesi liikkuu hyvin hitaasti, märkänä sitkeää, tiivistä ja kovettuu ja halkeilee kuivuessaan.

Turvemaat

Turvemailla turpeen maatuneisuus vaikuttaa maanmuokkausmenetelmän valintaan. Turpeet luokitellaan kolmeen luokkaan maatuneisuusasteen perusteella: maatumattomiin, kohtalaisesti maatuneisiin tai pitkälle maatuneisiin. Turpeen maatuneisuusaste arvioidaan puristamalla juuristokerroksesta otettua turvenäytettä. Arvio tehdään näytteen ulkonäön, puristejäännöksen kimmoisuuden ja sormien välistä pursuavan veden ja turveaineksen ulkonäön perusteella.

Taulukko 2. Turpeen maatuneisuuden arviointi.

Maatuneisuusaste	Turpeen ominaisuus	Ulkonäkö	Ravinnetilanne
Maatumattomat	Vesi väritöntä ja kirkasta, näyte kimmoista, ei puuromainen.	Kasvionosat tunnistettavissa	Rahkaturpeessa kaikkia ravinteita niukasti
Kohtalaisesti maatunut	Puristettaessa lähtee sameaa vettä. Puristejäännös puuromaista ja puristettaessa alle puolet turveaineesta pursuaa sormien välistä.	Kasvirakenne jonkin verran tunnistettavissa	Tyypitilanne hyvä tai tyydyttävä, paksuturpeissa oloissa ravinne-epätasapaino yleinen
Pitkälle maatunut	Puristettaessa kaikki turveaines pursuaa sormien lävitse. Jos vettä erottuu, se on vellimäistä ja hyvin tummaa.	Kasvirakennetta ei enää tunnistettavissa	Tyypitilanne hyvä, paksuturpeissa oloissa ravinne-epätasapaino yleinen

2.4 Pohjavesialueet

Suomessa on noin 6 000 kartoitettua ja luokiteltua pohjavesialuetta, joissa on arvioitu muodostuvan noin kuusi miljoonaa kuutiota pohjavettä vuorokaudessa. Pohjavesialueet luokitellaan vedenhankintakäyttöön soveltuvuuden ja suojelutarpeen perusteella kolmeen luokkaan:

- **Luokka 1** Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka vettä käytetään tai jota on tarkoitettu käyttäen yhdyskunnan vedenhankintaan tai vaikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin
- **Luokka 2** Muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, joka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuu 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön
- **Luokka E** Pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen

Suomessa on noin 3800 vedenhankintaa varten tärkeää ja vedenhankintakäyttöön soveltuvaa pohjavesialuetta, joista suurin osa tilaltaan hyviä. Pohjavesialueiden rajausta ja luokituksen ajantasaisuus tarkistetaan tarvittaessa ELY-keskuksesta tai ympäristöhallinnon paikkatietopalvelusta. Ojitukset saattavat vaarantaa pohjaveden laatua etenkin alueilla, joilla pohjaveden pinta on lähellä maanpintaa. Pohjaveden määrä voi muuttua haitallisesti myös pohjavesialueiden reunavyöhykkeillä tehtävien ojitusten seurauksena. Pohjavesialueilla ojan kaivaminen saattaa aiheuttaa pohjaveden purkautumista, vaikka oja ei ulottuisi kivennäismaahan saakka. Paineellinen vesi voi löytää eristävän maakerroksen läpi kulkureitin ojaan, jolloin ojan kuivattava vaikutus kohdistuu haitallisesti pohjavesimuodostumaan.

Hakkuut voivat aiheuttaa pohjaveden nitraattipitoisuuden kohoamista, jos nitraatti huuhtoutuu maaperässä alaspäin. Pitoisuuden lisäys on kuitenkin erittäin vähäistä, joten sillä ei ole merkitystä pohjaveden käyttämiseen talousvetenä. Metsän luontaisesta uudistamisesta on todettu aiheutuvan vähemmän nitraatin huuhtoutumista pohjaveteen kuin avohakkuusta.

2.5 Happamat sulfaattimaat ja niillä toimiminen

Happamuuden kannalta erityisen ongelmallisia ovat maamme rannikkovesistöjen valuma-alueilla sijaitsevat happamat ja rikkipitoiset sulfaattimaat, joita esiintyy Suomessa muinaisen Litorinameren ylimmän rantaviivan alapuolisilla alueilla. Niitä esiintyy erityisesti Pohjois-Pohjanmaalla aina 100 metriin ja Etelä-Suomessa aina 30–40 metriin asti merenpinnan yläpuolella.

Pääosa Etelä-Suomen rikkipitoisista maista sijaitsee rannikkoalueella lieju- ja savimailla. Pohjanmaan rannikolla hietamaiden osuus happamista sulfaattimaista on suurempi. Happamia sulfaattimaita esiintyy myös turvemailla, ja jossain määrin hiekkamailla. Sulfaattimaita paljastuu vesijättömailla mereen laskevien jokien suistoissa. Niitä esiintyy myös Keski- ja Itä-Suomen soiden pohjalla.

Ojitus happamalla sulfaattimaalla synnyttää rikkihappoa

Sulfaattimaa hapettuu joutuessaan tekemisiin ilman kanssa esimerkiksi maaperän käsittelyn yhteydessä. Tämän seurauksena syntyy rikkihappoa, joka happamoittaa maaperää ja vesistöjä. Hapettumisprosessin seurauksena maakerroksen pH laskee yli 6,0 arvosta jopa alle pH 3,5. Lisäksi happamoitumisen seurauksena maaperästä liukenee kuivatusvesiin ympäristölle haitallisia metalleja.

Kuormitus on erityisen voimakasta kuivakausien jälkeisten runsaiden sateiden jälkeen. Ilmiö voi aiheuttaa voimakasta myrkyllisyyttä vesieliöille ja muun muassa kalakuolemia.

Happamien sulfaattimaiden lisäksi rikkipitoisen kallioperän esiintymisalueilla kunnostusojituksista voi aiheutua happo- ja raskasmetallikuormituksen kasvua. Rannikon ja sisämaan entisillä merenpohja-alueilla rikkipitoisia sedimenttejä esiintyy satunnaisesti myös rikkipitoisen kallioperän, kuten mustaliuskeen, esiintymisalueilla. Mustaliuskepitoisia kallioita on vähäisinä pinta-aloina Itä-Suomessa ja Kainuussa sekä Hämeessä. Pohjois-Pohjanmaalla mustaliuskekallioperää esiintyy erityisesti Kiimingin liuskejaksolla.

Usein sulfaattimaakerrosten päällä esiintyy vaihtelevan paksuisina maakerroksina multamaata, turvetta tai esimerkiksi karkeampia rantakerrostumia ja jokisedimenttejä (hietaa ja hiekkaa). Hapettumattomat rikkipitoiset sulfidikerrokset esiintyvät keskimäärin noin 1–2 metrin syvyydellä maanpinnasta ja niiden paksuus vaihtelee alle puolesta metristä useisiin metreihin. Rikkipitoisten sulfidisedimenttien pohjalla on usein vanhempia savi- ja silttikerroksia, joissa rikkipitoisuudet ovat vähäisiä. Paikoin sulfidisedimentit voivat sijaita suoraan peruskallion tai moreenin päällä.

Happamat sulfaattimaat tulevat kuivatusojien ojitussyvyydellä vastaan yleensä ohutturpeisilla suoalueilla, joilla puuntuotannon edellytykset voisivat olla vesi- ja ravinnetalouden kannalta hyvät. Puuston juuristoon voi syntyä vaurioita, jos juuriston ympärillä oleva vesi muuttuu hyvin happamaksi.

Happamat sulfaattimaat ovat herkkiä eroosiolle, jos turpeen alla oleva kivennäismaalaji on hienojakoinen. Tästä syystä tehokkaiden vesiensuojelutoimenpiteiden tarve metsäojituksessa on korostunut. Laskeutusaltaiden kaivamista tulee tällöin välttää ohutturpeisilla alueilla, koska altainen kaivussyvyys ulottuu normaalisti noin metrin ojan pohjaa syvemmälle.

Happamilla sulfaattimailla vesistökuormituksen vähentämiseen parhaiten sopivia vesiensuojelutoimenpiteitä ovat erityisesti sarkaojen perkaus- ja kaivukatkot sekä kokooja- ja laskuojien pienimuotoiset pintavalutuskentät ja perkauskatkat.

Vesiensuojelusuunnitelmaa varten on tärkeää selvittää, esiintyykö hankealueella happamia sulfaattimaita tai sijoittuuko alue mahdolliselle esiintymisalueelle. Happamien sulfaattimaiden vaihtelevan esiintymissyvyyden vuoksi on yleiskartoitustietojen lisäksi tehtävä esiintymien hankekohtaista havainnointia. Kunnostusojitus suunnittelussa tulee arvioida turvekerroksen paksuus ja paksuusvaihtelu sekä ohutturpeisilla alueilla myös turpeen alla oleva kivennäismaalaji.

Vesiensuojelutoimenpiteet happamilla sulfaattimailla

Kun happamia sulfaattimaita esiintyy ojitussyvyydellä, vältetään kuivatussyvyyden lisäämistä tai pidentämistä kunnostusojituksesta. Suositeltavaa on, että perattavat kuivatusojat ja täydennysojat kaivetaan enintään vanhojen uudisojen pohjien syvyyteen ja täydennysojia ei tehdä.

Jos happamat sulfaattimaat esiintyvät ojitussyvyyttä syvemmällä, niin happamuushaittojen torjuntatoimenpiteet ja hoito voidaan toteuttaa esimerkiksi pohja- ja putkipatoratkaisuilla. Pohja- tai putkipatoratkaisu sekä mahdollisesti myös kalkkirouhepatojen käyttö voivat vähentää kuivatuksesta aiheutuvia ongelmia.

2.6 Öljyvahinkojen välttäminen

Mineraaliöljyt vaarantavat maahan päästessään maaperän ja pohjavesien puhtauden. Yksi litra öljyä voi saastuttaa laajan maa-alueen ja pohjaveteen päästessään pilata noin tuhat litraa ja antaa maun noin miljoonalle litralle pohjavettä. Tästä syystä vähäisenkin öljymäärän pääsy maaperään pyritään estämään. Öljyvahinkojen ympäristöhaittoja voidaan pienentää käyttämällä mineraaliöljyn sijaan biohajoavia öljyjä.

Kaikilla työkohteilla työskentelevissä koneissa tulee olla öljyvahinkojen ensitorjuntavälineistö. Jos öljyvahinko tapahtuu, niin siitä ilmoitetaan hätäkeskukseen (Öljyvahinkojen torjuntalaki (1673/2009) 5 luku 17 §).

Öljyvahinkojen välttämiseksi

- huolehdi koneiden, laitteiden ja niissä olevien letkujen kunnosta
- suojaa öljyastiat kuljetuksen ajaksi
- hävitä jäteöljyt ja tyhjät öljykannut asianmukaisesti
- älä huolla metsäkoneita pohjavesialueilla.

3 Vesiensuojelun menetelmiä

Vesiensuojelurakenteiden ja vesiensuojelutoimenpiteiden suunnittelu perustuu pääsääntöisesti vesimääriin. Valuma-alueella tarkoitetaan sitä aluetta, jolta pintavesi kerääntyy tarkasteltavalle alueelle tai yksittäiselle vesiensuojelurakenteelle. Uudistusalan tai kunnostusojitettavan alueen läpi virtaavan laskuajan valuma-alue voi siis olla huomattavasti laajempi kuin varsinaisesti käsiteltävän alueen koko.

3.1 Suojakaistat

Hakkuiden aiheuttamia kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumia voidaan vähentää pintavalutuksen avulla jättämällä riittävät suojakaistat metsänhoidon eri menetelmissä. Maanpinnan rikkomattomuus, pensaserroksen säästäminen ja kasvinsuojeluaineiden käytön välttäminen suojakaistalla vähentävät eroosiota ja vesistökuormitusta sekä säästävät näiden alueiden alkuperäistä kasvillisuutta. Vesistöjen reunoille jätettävillä suojakaistoilla on vesiensuojelun lisäksi myös tärkeä rooli monimuotoisuuden ja maiseman kannalta. Suojakaistojen leveyttä vaihtelemalla ja maaston muotoja seuraamalla voidaan pehmentää metsänkäsittelyalueen vaikutuksia vesistön maisemaan.

Vesiensuojelun vaatiman suojakaistan leveys riippuu vesistön tai pienveden tyypistä ja luonnontilaisuudesta, pintaveden liikkumisesta ja määrästä, maanpinnan kaltevuudesta ja maalajista. Veteen päin voimakkaasti kaltevilla uudistusaloilla ja hienojakoisilla maalajeilla (hiekkä, hieta, hiesu, savi ja vastaavat moreenit) tarvitaan tasaisia ja karkeajakoisia maita leveämpi suojakaista erityisesti pintavesien purkautumiskohdissa. Vesistön tulviminen tulee ottaa huomioon suojakaistan leveyttä mitoittaessa, jotta kiintoaine ja ravinteet eivät huuhtoutuisi vesistöön tulvan sattuessa. Tulvimisaluetta ei lasketa mukaan suojakaistaan.

Vesistöjen ja pienvesien suojakaistoilla tulee välttää koneilla liikkumista. Koneiden suojakaistalle aiheuttamat painanteet voivat muutoin toimia oikovirtausuomina ja heikentää oleellisesti suojakaistojen tehokkuutta.

3.2 Kaivu- ja perkauskatkot sekä lietekuopat

Ojakohtaista kiintoainekuormaa voidaan kaltevuuden salliessa vähentää jättämällä ojaan kaivu- tai perkauskatkoja. **Kaivukatkot** ovat ojiin ja naveroihin kaivamatta jätettäviä osuuksia, joissa maanpinta säilytetään koskemattomana. Toiminnallisesti kaivukatkot ovat pintavalutuskenttiä pienoiskoossa.

Kaivukatkon pituus riippuu virtaaman määrästä ja maalajista. Kaivukatkon pituus voi vaihdella muutamasta metristä muutamaan kymmeneen metriin. Lyhyitäkin kaivukatkoja voidaan käyttää, mikäli varmistetaan, ettei kaivukatkon muodostama kynnyksen huuhtoudu pois tulva-aikana.

Vanhoja oja perattaessa jätetään ojiin muutamien metrien mittaisia perkaamattomia osuuksia, **perkauskatkoja**. Ojan pohjalla kasvava rahkasammal- ja ruohokasvisto hidastaa virtausnopeutta ja suodattaa perkauskatkon läpi virtaavasta vedestä epäpuhtauksia.

Yksittäisiä oja perattaessa vesi voidaan maanpinnan kaltevuuden salliessa johtaa sivuun alkuperäisestä ojasta; vesi palautuu kohteen alapuolella uudelleen ojaan pintavalutuksena. Tarvittaessa voidaan kaivaa veden keräämiseksi haarukaoja kaivukatkon alapuolelle. Kaivu- ja perkauskatkot ovat ensisijaisesti yhden kuivatusojan vesiensuojeluratkaisuja.

Lietekuopat ovat uusiin ja perattaviin ojiin vähintään noin 100 metrin välein kaivettavia syvennyksiä, joihin pidättyä lähinnä kaivuaikana pohjakulkeumana liikkuvaa karkeaa kiintoainetta. Tavoitteena on, että lietekuoppa on kaivuuhetkellä tilavuudeltaan 1–2 kuutiometriä. Tilavuudella tarkoitetaan liete-kapasiteettia, eli ojan pohjataso alaisen poteron tilavuutta. Lietekuopan vesiensuojelullista merkitystä parantaa huomattavasti, jos sen alapuolelle jätetään kaivukatko. Lietekuoppa kannattaa myös aina kaivaa pintavalutuskentän yläreunaan. Lietekuopat ovat kuivatusojakohtaisia vesiensuojelurakenteita, joita ei yleensä tyhjennetä niiden täytyttyä.

3.3 Pintavalutuskentät

Pintavalutuskentillä pyritään pidättämään valumavesistä kiintoainetta ja ravinteita. Pintavalutukseen soveltuu tasainen maa-alue, jossa vedet saadaan suodattumaan maaperän ja kasvillisuuden läpi, veden liike hidastuu ja vedet leviävät tasaisesti laajalle alueelle. Pintavalutuskenttinä käytetään sekä ojittamattomia ja ojitettuja soita että kivennäismaa-alueita.

Metsätalouden vesiensuojelussa pintavalutuskentällä tarkoitetaan metsänkäsittelyalueen ja vesistön väliin jäävää aluetta, jolle metsänkäsittelyalueen valumavedet ohjataan yleensä laskeutusaltaan kautta. Pintavalutuksessa vesi johdetaan maan pinnan pintakasvillisuuden sekaan. Veteen liuenneet ja huuhtoutuneet epäpuhtaudet sitoutuvat tehokkaasti kasvillisuuteen ja pintamaahan. Pintavalutusta suositellaan käytettäväksi uudistusalojen ojankaivuussa ja -perkauksessa aina, kun olosuhteet sen mahdollistavat.

Perustettaessa pintavalutuskenttiä pinnanmuodoiltaan vaihtelevalle alueelle syntyy helposti oikovirtauksia. Erityisesti voimakkaasti viettävällä rinteellä voi myös syntyä nopeita pintavirtauksia. Nämä oiko- ja pintavirtaukset heikentävät puhdistustulosta. Pintavalutuskentälle menevän veden määrää voidaan rajoittaa ja suunnata erilaisilla toimenpiteillä esimerkiksi jako-ojilla ja ojitusjärjestelyillä. Suoalueelle perustettavilla pintavalutuskentillä ravinteet pidättyvät kentän ylimpiin ja vettä läpäiseviin turvekerroksiin. Hyvä puhdistustulos saavutetaan suunnittelemalla ja toteuttamalla kenttä niin, että valumavesi on mahdollisimman hyvässä kosketuksessa turpeen kanssa.

Hyvän puhdistustuloksen saavuttamiseksi on tärkeää, että kentän toteuttamisvaiheessa maan pintaa ei rikota eikä pintakasvillisuutta vaurioiteta. Puhdistettava vesi tulisi saada jakautumaan tasaisesti koko pintavalutuskentän alueelle. Tämän vuoksi kentän yläpuolelle on useimmiten tarpeen kaivaa kammamainen jako-oja. Pintavalutuskentän yläpuolelle ennen jako-ojaa voidaan tarvittaessa kaivaa myös laskeutusallas, joka pidättää karkeimman veden mukana etenevän kiintoaineen.

Pintavalutuskenttä voidaan suunnitella niin, että vedet ohjautuvat kentältä alapuolella oleviin vanhoihin ojiin, jolloin laskuojaa ei tarvitse perata. Pintavalutuskentälle voidaan myös upottaa oikovirtauskohtiin vesivanerilevyjä estämään virtauksia. Mikäli pintavalutuskenttänä toimii ojittamaton suo-alue, eikä sen lisääntyvästä vesimäärästä aiheudu ympäristölle vettymishaittaa, kentältä pois johtavia uomia ei tarvitse tehdä.

Pintavalutuskentän koko

Pintavalutuskentän koko, sen hyötyala, kentälle tulevan veden määrä, oikovirtaukset sekä kentän kaltevuus, kasvillisuus ja turvekerroksen paksuus vaikuttavat tulevan veden puhdistustulokseen. Pintavalutuskentän tulisi olla niin suuri, että se hidastaa oleellisesti veden virtausta ja vesi suodattuu maan pintakerroksen ja sen kasvillisuuden läpi. Kentälle suositeltava koko on vähintään yksi prosentti

kentän yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Mikäli suositusten mukaista alaa ei ole käytettävissä pintavalutuskentäksi, pienempääkin alaa kannattaa hyödyntää kiintoaineen pidättämiseen, vaikka pidätysteho laskee.

Pienialaisille pintavalutuskentille sopivia kohteita voi löytää hanketasolla helpommin kuin isoille pintavalutuskentille. Pienialaisia pintavalutuskenttiä voi sijoittaa myös useampia peräkkäin tai muiden vesiensuojelurakenteiden yhteyteen, esimerkiksi laskeutusaltaiden ja virtaamansäätörakenteiden alapuolelle. Mikäli pintavalutukseen voidaan yhdistää virtaaman säätö, voidaan saavuttaa kohtalainen kiintoaineen pidätys jo 0,15 %:n kokoisella pintavalutuskentällä.

Pintavalutuskentän valuma-alue on pyrittävä rajaamaan kaivuteknisesti niin, että vedet kentälle valuvat alle 50 hehtaarin alueelta. On myös huolehdittava siitä, että vedet eivät pääse padottumaan tai jää seisomaan kentälle. Kun pintavalutuskenttä tehdään vanhoja ojia tukkimalla, vedenpinta saattaa nousta pintavalutuskentän yläpuolella olevissa ojissa. Pintavalutuskentälle valuvan veden pinnan tason tulee olla alempana kuin ojituksen hyötyalueen maanpinnan taso, jotta pintavalutuskenttä ei heikennä puiden kasvua ojituksen hyötyalueella.

Taloudellisesti vähäarvoinen puusto ja pensaikko suositellaan jätettäväksi pintavalutuskentille. Muun puuston poisto on suositeltavaa erityisesti taloudellisista syistä mutta myös mahdollisen vesistökuormituksen vuoksi. Pintavalutuskentältä kerätään hakkuutähteet pois ravinnehuuhtoumien välttämiseksi.

Pintavalutuskenttä on hyvä, mikäli:

- kentän koko on mitoitettu valuma-alueen mukaisesti
- vesi saadaan jakaantumaan tasaisesti koko kentän alueelle
- kenttään ei pääse syntymään oikovirtauksia
- alapuolisen vesistön tulva ei nouse kentän alueelle
- vedenpinnan nousu ei aiheuta pintavalutuskentän yläpuolisen alueen kohtuutonta vettymistä

3.4 Laskeutusaltaat

Laskeutusaltaat ovat kunnostusojitushankkeissa tavallisesti käytettyjä vesiensuojeluratkaisuja, joita voidaan käyttää myös navero- ja ojitusmätästysaloilla silloin, kun kyseessä on laaja (10–15 ha) tai vesiensuojelullisesti muutoin merkittävä kohde. Laskeutusaltaiden toiminta perustuu veden virtausnopeuden hidastamiseen ja mukana kulkeutuvien hiukkasten laskeutumiseen altaan pohjalle.

Laskeutusaltailla pystytään vähentämään valumavedestä tehokkaasti kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita. Ne ovatkin käyttökelpoisia vesiensuojeluratkaisuja sellaisilla ojitusalueilla, joiden pohjamaa on keskikarkeaa tai karkeaa kivennäismaata.

Laskeutusaltaat toimivat vesiensuojelun täydentäjinä

Laskeutusaltaat täydentävät muita vesiensuojelukeinoja, eivätkä ne ole ensisijainen vesiensuojelukeino varsinkaan ojitusalueella, jossa ojat ulottuvat hienojakoiseen kivennäismaahan tai jossa ojat on kaivettu maatuneeseen turpeeseen. Ensisijaisena keinona suositellaan hyödyntämään kaikkia

alueelle soveltuvia eroosion syntymistä vähentäviä vesiensuojelutoimia, kuten syöpyviin ojiin jätettäviä kaivukatkoja sekä muita virtausnopeutta hidastavia rakenteita. Vesiensuojelun suunnittelussa on hyvä aina kartoittaa kaikki pintavalutukseen soveltuvat alueet.

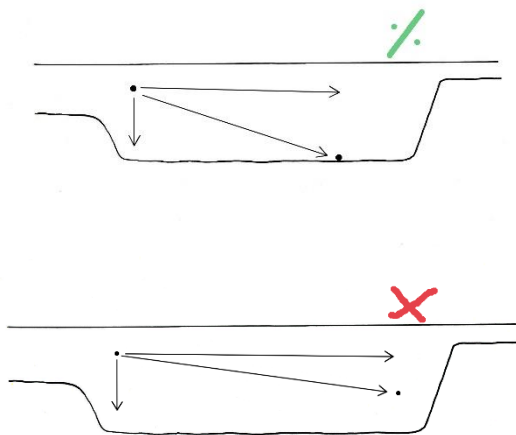
Laskeutusaltaan, jolla voidaan poistaa hienoa hietaa ja sitä karkeampaa maa-ainesta, enimmäisvaluma-alue on käytännössä 40–50 hehtaaria. Laskeutusaltaita ei tule suunnitella veden alle jääville tulva-alueille, joilta altaaseen pidättynyt kiintoaine sekä läjitysmaat huuhtoutuisivat helposti vesistöön tulva-aikana.

Mitoitus

Ohjeet laskeutusaltaan tekemiseen ja mitoitukseen löytyvät tarkemmin liitteistä.

Laskeutusaltaat mitoitetaan siten, että mitoituksen perusteena käytettyyn maalajitteeseen kuuluva hiukkanen pidättyy laskeutusaltaaseen. Yleensä mitoituksessa maalajina käytetään hienoa hietaa, jolloin altaaseen pidättyy hiukkasia, joiden läpimitta on suurempi kuin 0,02 mm. Mikäli altaan yläpuolisen ojaston maalajit tunnetaan riittävän hyvin, voidaan altaan mitoituksessa käyttää myös karkeamman maalajitteen mitoitusta. Tällöin mitoitus perustuu arvioituun altaaseen tulevan lietteen määrään ja sen varastoitamiseen tarvittavaan tilavuuteen. Mitoituksen perusteena käytetty maalajite tulee käydä aina ilmi suunnitelmasta.

Altaaseen virtaavan veden mukana saapuva hiukkanen pidättyy altaaseen, mikäli se saavuttaa altaan pohjan ennen purkupäätä. Veden virtaus kuljettaa hiukkasta eteenpäin. Toisaalta hiukkanen liikkuu samanaikaisesti alaspäin painovoiman vaikutuksesta (alla oleva kuva).



Kuva 1. Laskeutusaltaan toimivuus ja hiukkasen pidättyminen altaaseen.

Altaiden mitoituksessa on huomioitava, ettei kahden peräkkäisen altaan rakentaminen vähennä alemman altaan mitoitusvaluma-aluetta, koska mitoitus perustuu vesimäärään ja maalajiin.

Altaan reunan kaltevuus

Laskeutusaltaiden suunnittelussa tulee huomioida, että hienojakoisella ja routivalla maalla luiskien sortuminen voi nopeuttaa altaan täyttymistä ja tehdä siitä kuormituslähteen. Altaat tulisikin sijoittaa ojitusalueen paksuturpeiselle osalle. Laskeutusaltaan luiskan suositeltavaan kaltevuuteen vaikuttaa altaan kaivusvyvyys sekä maalajin ominaisuudet. Routivilla ja hienojakoisilla mailla altaan luiskien kaltevuus saa olla enintään 45 astetta. Kokonaan maatumattomaan turpeeseen tehtävien altaiden luiskien kaltevuus voi olla suurempi. Läjitysmaalle varataan riittävästi tilaa ja maat läjitetään riittävän

kauas altaan reunasta, jotta luiskien sortumisriski pienentyy ja etteivät läjitysmaat kulkeudu takaisin altaaseen. Käytännössä läjitysmaille varataan tilaa 2–3 kertaa altaan leveyden verran ja maat tiivistetään ja maisemoidaan kaivun yhteydessä. Luiskat muotoillaan niin loivaksi, että altaaseen joutunut eläin pääsee sieltä pois.

Altaan täyttymistä on syytä ennakoida

Altaan toimivuuteen vaikuttaa merkittävästi altaan täyttymisaste, sillä se lakkaa toimimasta hienon aineksen osalta jo huomattavasti ennen kuin allas on täyttynyt kokonaan. Tällöin allas on voinut muodostua kuormituslähteeksi, josta huuhtoutuu sinne aikaisemmin sedimentoitunutta kiintoainetta. Altaan täyttymistä on seurattava säännöllisesti siten, että sen täyttymisajankohta voidaan ennakoida ja allas tyhjentää ennen sitä. Kasvittuneista tai muuten kuormittamattomista altaista ei ole haittaa eikä niitä ole syytä tyhjentää, ellei ole odotettavissa kuormitushuippua, joiden tasaamiseen tarvitaan laskeutusaltaita.

Vesiensuojelun tehostaminen

Laskeutusaltaiden vesiensuojeluvaiikutusta voidaan parantaa, mikäli niihin yhdistetään pintavalutuskenttä tai suojakaista. Laskeutusaltaan purkupäähän pyritään jättämään kynnyksen tai vähintään laskuja kaivetaan matalammaksi kuin altaaseen laskeva oja. Virtaamansäätörakenteen yhdistämisellä laskeutusaltaaseen voidaan tehostaa altaan toimivuutta. Virtaamansäätörakenne mahdollistaa vedenpinnan nostamisen altaassa väliaikaisesti tulva-aikoina, jolloin altaan toiminnallinen pinta-ala kasvaa kuormituksen kannalta kriittisinä ajankohtina. Käytettäessä virtaamansäätörakenteena putkipäätä, parannetaan samalla kulkuyhteyksiä ja helpotetaan altaan tyhjennystä.

3.5 Virtaamanhallinta ja patorakenteet

Virtaamanhallinnan avulla pyritään varmistamaan, että veden virtausnopeus pysyy riittävän pienenä eikä maa-ainesta lähde kulkeutumaan veden mukana. Lähes kaikilla metsätalouden vesiensuojelussa käytettävillä vesiensuojelurakenteilla on jossakin määrin vaikutusta veden virtaamaan. Varsinaisilla virtaamanhallintarakenteilla tarkoitetaan kuitenkin vain niitä rakenteita, joilla on merkittävää vaikutusta virtaaman voimakkuuteen ja nopeuteen. Tällä hetkellä käytössä olevia virtaamaan vaikuttavia rakenteita ovat erilaiset padot.

Virtaamanhallinnan onnistumiseen voidaan vaikuttaa tehokkaimmin ojituksen suunnittelun yhteydessä. Virtaamanhallinnan kannalta on oleellista arvioida hankealueen ojakohtaiset vesimäärät sekä ojien pituuskaltevuudet. Vesien ohjailulla voidaan vaikuttaa alueen ojakohtaisiin vesimääriin. Veden virtausnopeuteen voidaan tarvittaessa vaikuttaa myös erilaisten vesiensuojelurakenteiden avulla. Ojan pituuskaltevuutta voidaan pienentää esimerkiksi pohjapatojen tai kaivukatkojen avulla. Veden nopeuteen voidaan vaikuttaa erilaisilla patorakenteilla. Suunnittelun apuna voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia paikkatietoaineistoja ja karttatarkastelua.

Virtaamanhallinnan suunnittelussa voidaan käyttää apuna seuraavaa menettelyä:

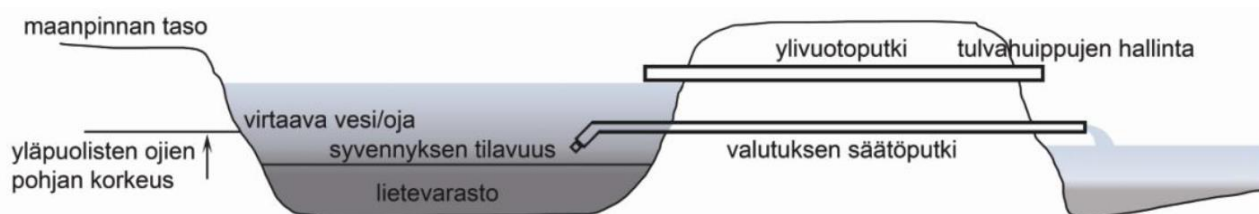
- 1) Määritellään vesienkulku ojitusalueella ja ojakohtaiset valuma-alueet
- 2) Määritellään mahdolliset riskikohteet arvioiden ojien eroosioalttius
- 3) Selvitetään, voidaanko ojien eroosioalttiutta vähentää ojitussuunnitelmaa muuttamalla
- 4) Mikäli ojitusjärjestelyillä ei pystytä vaikuttamaan tarpeeksi, selvitetään, voidaanko käyttää virtaamanhallintarakenteita
- 5) Määritellään alustavasti mahdolliset virtaamanhallintarakenteiden paikat
- 6) Tarkistetaan maastossa paikan soveltuvuus muun muassa valuma-alueen pinta-alan, rakenteen vaikutusalueen ja veden pidätystilavuuden osalta
- 7) Mitoitetaan rakenteen padotusputken halkaisija. Apuna voidaan käyttää nomogrammia tai laskukaavoja
- 8) Suunnitellaan padon rakenne. Määritellään asennettavien putkien korkeudet sekä tulva-vesien ohjaus
- 9) Sovitaan padon jatkotarkkailun järjestämisestä.

3.5.1 Putkipato

Putkipato asennetaan metsäojaan. Se muistuttaa tierumpua (kuva 18) ja sen tarkoituksena on rajoittaa padon läpi virtaavan veden määrää tulvahuippujen aikana. Putkipato pienentää hetkellisiä tulvahuippuja ja ojastossa virtaavan veden virtausnopeutta.

Putkipadon toimintaperiaate perustuu ylivirtaamien aikana veden hetkelliseen varastoitumiseen padon yläpuolelle. Tavoitteena on pienentää ylivirtaamien voimakkuutta, padottaa vettä hetkellisesti ojitusalueelle ja siten vähentää eroosiota padon ylä- ja alapuolella pienentyneen virtausnopeuden ansioista.

Putkipatoa käytetään myös erillisenä vesiensuojelurakenteena, jolloin sen toiminta perustuu pitkälti veden pidättämiseen ojitusalueella. Putkipadon avulla voidaan tehostaa myös muiden vesiensuojelurakenteiden toimintaa.



Kuva 2. Putkipadon rakenne koostuu syvennyksestä, ylivuotoputkesta ja varsinaisesta valutuksen säätöputkesta.

Putkipadon suurin vaikutus kohdistuu padon yläpuolelle, sille osalle ojastoa, johon putken padotus ulottuu. Padotuksen johdosta veden virtausnopeus pienenee. Menetelmällä vähennetään eroosiota, estämällä kiintoaineen liikkeelle lähtö ja edistämällä liikkeelle lähteneen kiintoaineen uudelleen

laskeutumista. Tämän lisäksi veden puhdistumista voi tapahtua kemiallisten ja biologisten prosessien kautta.

Taulukko 3. Putkipadon soveltuvuus vesiensuojelurakenteeksi. Lähde: Hannu Marttila, Juha Jämsén.

Soveltuu hyvin	Soveltuu huonosti	Ei sovellu
• Ojitusalueet missä esiintyy virtaamapiikkejä • Hyvä pidätystilavuus • Laajat ojitusalueet	• Pienet ojitusalueet • Pieni pidätystilavuus	• Luonnon purot • Yksittäiset sarkaojat • Jos vaarana on puiden kasvun häiriintyminen • Padon rakentamiseen käytävä maalaji on helposti syöpyvää / eroosioherkkää

Suunnittelu ja mitoitus

Huolellisen suunnittelun avulla voidaan varmistaa padon tehokas toiminta. Parhaiten rakenne pystytään toteuttamaan silloin, kun maa on sulana. Rakentaminen onnistuu huolellisesti tehtynä myös jäätynneen maan aikana. Padon paikka valitaan siten, että rakenteen yläpuolella on mahdollisimman paljon varastotilavuutta suhteessa yläpuolella olevan valuma-alueen kokoon, eli padolle tulevaan vesimäärään.

Suunnittelun yhteydessä on tärkeää varmistaa, ettei padosta aiheudu haittaa puuston kasvulle tai alueen muulle käytölle myöskään mahdollisten häiriötilanteidenkaan aikana. Häiriö padon toiminnassa voi syntyä esimerkiksi putkien tukkeutumisesta. Tukkeutumisen seurauksiin voidaan varautua ylivuotoputken avulla. Ylivuotoputken asennuskorkeus määritellään siten, että ojituksen kuivatus-teho säilyy myös tulvapatken avulla metsänkasvun kannalta riittävänä. Lisäksi pato pyritään sijoittamaan paikkaan, jossa tulva-aikaiset vedet pääsevät purkautumaan ojitusalueelta pois esimerkiksi pintavalunnan tai alueella olevien vanhojen ojien kautta.

Putkipatojen toimivuuden seurannan ja huoltamisen kannalta hyviä sijoitusvaihtoehtoja syvennyksille voivat olla esimerkiksi piennartasanteet tai vastaavat kulkureitit tai näiden kohteiden läheisyydessä olevat kohteet. Putkipatojen käyttämiselle täytyy kuitenkin aina olla vesiensuojelliset perusteet.

Padon mitoituksessa huomioidaan ylivirtaamien suuruuteen vaikuttavat valuma-alueen ominaisuudet sekä padon yläpuolisen ojaston kaltevuussuhteet. Mitoitus tehdään siten, että kasvukauden aikana pohjavedenpinta pysyy metsänkasvun kannalta riittävän alhaisella tasolla.

Rakentaminen

Putken molempien päiden kohdalle kaivetaan altaana toimiva syvennys. Ensimmäisenä kaivetaan padon etupuolelle tuleva laskeutusallas. Putken kohta ojassa tasoitetaan ja samalla varmistetaan, ettei pohjalle jää esimerkiksi kiviä. Seuraavaksi putki asennetaan ojan pohjalle siten, että putken päät tulevat syvennyksien kohdalle.

Pato pyritään rakentamaan paikalla olevasta maa-aineksesta. Pato on tarkoitettu käytettäväksi etupäässä turvemailla, joten rakentamiseen soveltuvaa ainesta on yleensä helposti löydettävissä. Routivilla ja syöpymisherkillä alueilla voidaan käyttää apuna suodatinkangasta ja kiveämistä. Padon materiaalina vältetään käyttämästä eroosioherkkiä kivennäismaalajeja.

Putki peitetään ja tiivistetään etenkin putken ympäriltä huolellisesti. Ylimenoputki asennetaan korkeudelle, joka on noin 30–40 cm:ä ympäröivän ojitusalueen maanpinnan alapuolella. Ylimenoputki kannattaa asentaa siten, että sen läpi purkautuva vesi ei riko padon rakennetta. Tarvittaessa putki voidaan asentaa patopenkereeseen siten, että putken toinen pää ulottuu lähes ojan pohjaan patopenkerein takapuolella.

Lopuksi pato täytetään ja tiivistetään siten, että padon harja on selvästi ympäröivää maanpintaa korkeammalla. Etenkin talviaikana kannattaa korotusta tehdä reilusti maa-aineksen painumisen takia.

Putkipato laskeutusaltaan yhteydessä

Laskeutusaltaan kynnykselle asennetulla putkipadolla voidaan tehostaa altaan toimintaa. Putkipadon käyttö on perusteltua etenkin kohteilla, joissa altaan kynnyks joudutaan riittävän kuivatuksen varmistamiseksi tai muun syyn takia kaivamaan syväksi. Padon avulla saadaan altaan vesitilavuus hyödynnettyä tehokkaasti ja pato toimimaan mitoituksen mukaisesti.

Laskeutusaltaiden yhteyteen rakennettava putkipato eroaa ilman allasta rakennettavasta padosta siinä, ettei padottavaa putkea asenneta aivan altaan pohjalle. Putken asennuskorkeus määritellään yläpuolisen ojitusalueen kuivatustarve huomioiden. Lisäksi putken korkeuden määrittämisessä otetaan huomioon altaan mitoitukseen liittyvä ohjeistus.

Altaan suunnittelussa pyritään siihen, että tulvahuiput ohjautuvat pois altaasta esimerkiksi pintavalutuskentälle tai vesistön suojavyöhykkeelle.

3.5.2 Settipato

Settipato on metallista valmistettu, yleensä rummun yhteydessä oleva kehikko, jossa veden virtausuuntaan nähden poikittain asetetuilla lankuilla pystytään säätämään veden korkeutta ja virtausta. Padossa voidaan käyttää myös ns. v-patoa. V-mallinen pato toimii tehokkaimmin virtaamien tasaamisessa.

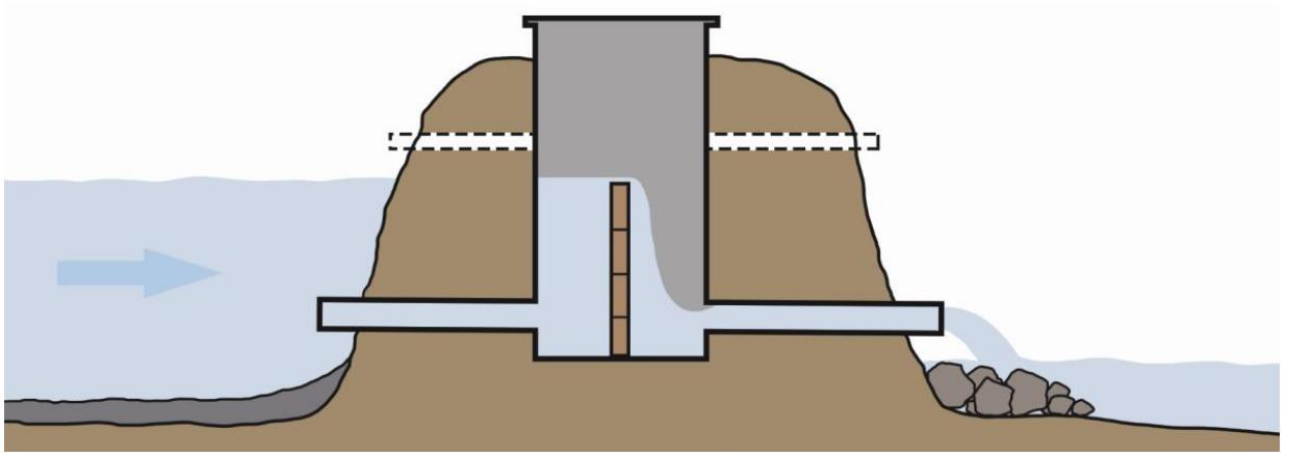
Settipatoja voidaan esimerkiksi käyttää, kun laskeutusaltaassa halutaan säädellä vedenpinnan korkeutta, tai altaan tehoa halutaan seurata rakentamisen jälkeen. Padotus tehostaa kiintoaineen jämistä altaaseen ja estää sen huuhtoutumista altaasta tulva-aikana.

Valmistajilta on saatavissa valmiita rakenteita, joita voidaan liittää rumpuputkiin. Settipadot soveltuvat hyvin, jos purkuojaan muutenkin tarvitaan rumpu, jolloin lisäkustannus jää pieneksi. Settipatoa ei kuitenkaan käytetä kohteilla, joissa kalankulku on mahdollista.

3.5.3 Munkki

Munkki on patopenkereeseen tehtävä säätökaivo (kuva 21), johon vesi tulee putkea pitkin. Munkista vesi ohjataan pois lähtöojan pohjan tasolle asennettua putkea pitkin. Putkien koko määritetään tapauskohtaisesti tulvanaikaisen suurimman mahdollisen virtaaman avulla. Vedenpinnan korkeutta munkissa säädellään mekaanisesti levyn avulla. Tulvien varalta patopenkereeseen kannattaa tehdä

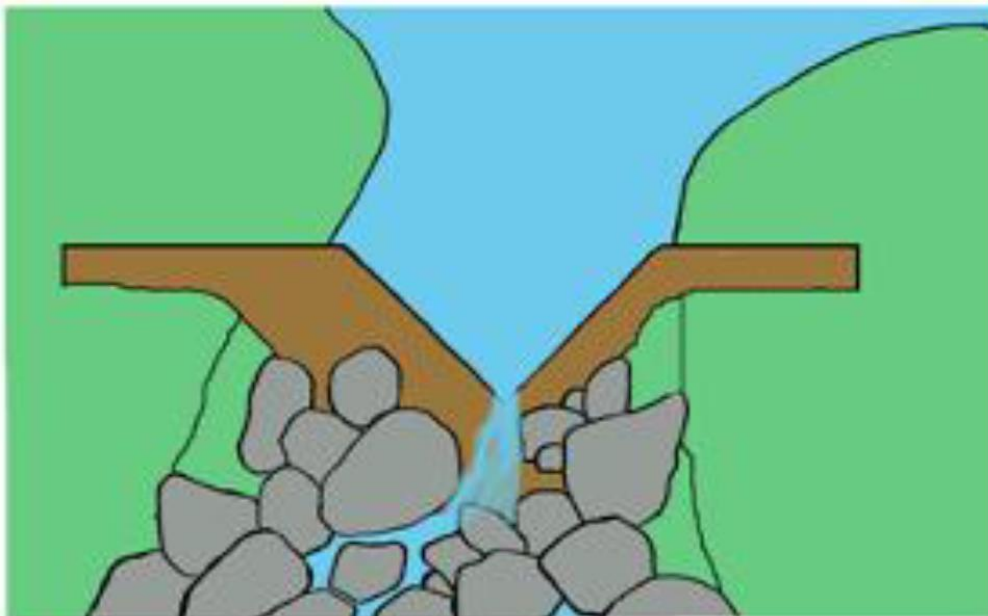
tulvapatket. Munkin voi tehdä itse esimerkiksi kaivonrenkaista tai muoviputkesta, mutta niitä saa myös tehdasvalmisteisina. Munkki sopii ympärivuotiseen käyttöön, sillä se ei yleensä jäädy talvella.



Kuva 3. Munkki.

3.5.4 V-pato

V-padolla tarkoitetaan patoa, jossa on v-aukkoinen, esimerkiksi vesivanerista tehty levy (kuva 30). Levy kaivetaan maan sisälle sekä pysty- että sivusuunnassa ja tuetaan kivillä, jolloin pato kestää myös tulvavirtaamat. V-pato soveltuu pienehköihin kohteisiin ja V-aukkoon voidaan laittaa mitta-asteikko virtaaman seuraamiseksi.



Kuva 4. V-pato.

3.5.5 Pohjapadot ja putousportaat

Ojien ja naveroiden pohjille vieritetyistä kivistä, puusta tai muusta materiaalista tehdyillä pohjapadoilla pyritään hidastamaan ojassa kulkevan veden virtausnopeutta (kuva 23). Maa-ainesten syöpmisen vähenemisen lisäksi pohjapadot pidättävät myös pohjakulkeumana liikkuvaa karkeaa kiintoainetta. Nopeasti toteutettavia pohjapatoja voidaan tehdä ojituksen yhteydessä esimerkiksi uudistusalojen vesitaloutta järjestellessä. Padon rakentaminen voidaan myös toteuttaa erillistytönä esimerkiksi jo kaivetuilla kohteilla.

Pohjapatoja voi olla peräkkäin useita, jolloin puhutaan pohjapatosarjasta tai putousportaista. Putousportaiden avulla ojien kaltevuutta pienennetään siten, että pohjapatojen välillä veden virtausnopeus laskee ojien syöpmisen kannalta riittävän pieneksi. Patojen korkeudet kannattaa varmistaa vaaituksella. Tavoitekaltevuus määritellään kohteen maalajin mukaisen virtausnopeuden perusteella.

Ojitushankkeiden yhteydessä pohjapatoja käytetään etupäässä kohteilla, joissa entuudestaan on todettu suuri syöpmisriski. Kaivettavien ojien yhteydessä pyritään ojakaltevuuden pienentämisessä käyttämään perkaus- ja kaivukatkoja. Yksittäisiin kuivatusojiin voidaan rakentaa tilapäispatoja havuista vähentämään paikallisen syöpmisherikän aineen liikkeellelähtöä kaivun yhteydessä. Nämä tiläpääspadot voidaan tarvittaessa poistaa, kun kaivutyön aiheuttamaa syöpmisvaaraa ei enää ole.

Pohjapatojen avulla voidaan tehostaa laskeutusaltaiden toimintaa käyttämällä pohjapatoja altaiden purkukynnyksellä. Patoja kannattaa käyttää etenkin tilanteissa, joissa kaivamalla on vaikea lisätä altaan vesitilavuutta riittävästi. Samalla hidastetaan veden tulva-aikaista läpivirtausta. Kosteikkorakenteissa pohjapatojen avulla voidaan vaikuttaa vesien kulkuun ja siten tehostaa veden levittäytymistä alueella.

Erillisen pohjapatorakenteen toteutus

Paras padon rakentamisajankohta on keskikesän kuivimpana aikana. Materiaalin tulee olla riittävän karkeata louhetta tai seulontajätettä, läpimitaltaan 0–200 mm tai 0–400 mm. Käytettävän kiviaineksen koko valitaan kohteella olevan vedenvirtauksen mukaisesti siten, ettei se pääse kulkeutumaan veden mukana. Materiaalit kannattaa yleensä toimittaa paikalle jäätyneen maan aikana.

Kohteella, jossa veden virtaama on pieni, padon rakentamismateriaaliksi riittää suodatinkangas ja kiviverhoilu. Kohteilla, joissa veden virtaama on suuri, käytetään edellisten lisäksi tukiseinämää, joka voidaan rakentaa esimerkiksi ponttilankusta tai vesivanerilla tiivistetystä lankkuseinämästä.

Uoman luiskaus tehdään kaivinkonetyönä. Tukiseinä rakennetaan pohjapadon keskelle ojan poikki siten, että se ulottuu syöpmättömään kivennäismaahan sekä riittävän pitkälle uoman reunojen yli. Rakentamisvaiheessa suodatinkangas levitetään ojan pohjan, luiskien ja tukirakenteiden yli patokohdan alimmaiseksi rakenteeksi. Kangasvuodot asetetaan poikittain ojan pituussuuntaan nähden. Kankaat limitetään siten, että veden kulkusuunnassa ylemmän kankaan helma on aina alemman päällä. Ylimmästä kankaasta asetellaan kaivurin avulla maahan noin 50 cm:n lieve kohtisuoraan alaspäin, millä estetään veden kiertämistä padon alle. Kivilouhe asetellaan kaivinkoneella muotoillen kankaan päälle; kiviverhoilun tulisi ulottua riittävän pitkälle alajuoksulle.

3.6 Kosteikot

Metsätalouden vesiensuojelussa kosteikolla tarkoitetaan patoamalla tai kaivamalla tehtyä osittain avovesipintaista vesiensuojelurakennetta. Kosteikot ovat ainakin runsaamman virtaaman aikana veden peitossa ja ne pysyvät myös muun ajan märkinä tai kosteina. Kosteikoiden avulla pyritään vähentää metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Kosteikot myös lisäävät luonnon monimuotoisuutta ja niillä voi olla riistanhoidollista arvoa.

Ensisijaisesti kosteikko tulisi perustaa luontaisesti kosteille paikoille, kuten vanhoihin lampikuivioihin sekä herkästi tulviville pelloille, pellon reuna-alueelle tai metsämaalle. Mieluiten kosteikko sijoitetaan paikkaan, johon se voidaan perustaa pääasiassa padottamalla ja pengertämällä. Tällöin vältetään huomattavalta rakentamiselta, joka jo itsessään voi aiheuttaa kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumista. Kokonaan kaivamalla tehtyjä kosteikkoja voidaan suunnitella tilanteissa, joissa kaltevuussuhteet eivät salli pengertämisestä aiheutuvaa vedenpinnan nostamista ja muut edellytykset ovat hyvät. Mikäli alue on maalajiltaan hienojakoista tai muuten maarakennusteknisesti haasteellista eikä kosteikon mitoitusvaatimus täyty, ei kosteikkoa tule suunnitella kyseiselle paikalle.

Rakennettu kosteikko voi olla suuren laskeutusaltaan ja pintavalutuskentän yhdistelmä. Kosteikko voi olla myös pienempi ja toimia osaratkaisuna metsäojitushankkeen vesiensuojelussa. Kosteikkojen rakentamisessa suositellaan yhteistyötä muiden toimijoiden, kuten maatalouden ja metsästysjärjestöjen, kanssa.

Kosteikon muodostamisessa huomioon otettavia seikkoja

- Kosteikon pinta-alan tulee olla sellainen, että kosteikossa saavutetaan riittävä veden viipymä ja vesiensuojelullinen teho. Kuitenkin tätä suositusarvoa pienemmätkin kosteikot voivat pitää vedestä karkeaa kiintoainetta.
- Kosteikko kannattaa perustaa mahdollisimman luontaisesti soveltuvaan paikkaan, jolloin säästytään ylimääräisiltä kaivutöiltä.
- Kosteikkoihin tulee suunnitella syvä avovesipinta kiintoaineen pidättämiseksi ja matalan veden alueita virtaaman hidastamiseksi
- Kosteikon maisemallista arvoa voidaan lisätä kannasten ja saarekkeiden avulla.
- Kosteikkokasvillisuus vakiinnuttaa kosteikon olosuhteita ja parantaa kosteikon vesiensuojelullista tehoa.

3.6.1 Kosteikon suunnittelu

Maastosuunnittelun aikana kerätään tiedot mitoitusta varten ja selvitetään kosteikon vaikutusalue mahdollisten vettymis- ym. haittojen arvioimiseksi. Maastomittauksiin kuuluu maanpinnan muotojen, uomien ja niiden veden korkeuksien selvittäminen. Myös alueen maalajit sekä turvekerroksen paksuus selvitetään.

Mikäli kosteikon valuma-alueen määrittely ei onnistu karttatarkastelun avulla, käydään epäselvät kohdat tarkastamassa maastossa. Samalla selvitetään vesiensuojelun tehostamismahdollisuudet suunnitellun kosteikon yläpuolisessa ojaostossa. Selkeät eroosiolle alttiit kohdat yläpuolisessa ojaostossa on usein kustannustehokkainta hoitaa virtausta hidastavilla rakenteilla paikan päällä. Yläpuoliset rakenteet vähentävät myös kosteikon kunnossapitotarvetta.

Maapinnan korkeusvaihtelun lisäksi mitataan ojien syvyydet. Korkeuspisteitä mitataan varsinaista kosteikkoaluetta laajemmalla alueella kosteikon tarkan vaikutusalueen selvittämiseksi. Korkeuspisteitä mitataan kosteikkoon vettä johtavista uomista niin pitkälle, että kosteikon vaikutusalueen raja tulee vastaan. Korkeuspisteitä mitataan uoman pohjan lisäksi myös maanpinnalta. Korkeuspisteitä tulee mitata riittävästi erityisesti kosteikoissa, jotka rakennetaan pengertämällä, jotta pengertämisestä johtuvan vettyvän alueen laajuus voidaan määritellä tarkasti. Erityisesti selvitetään vedenpinnan nousulle kriittisten alueiden korkeusasemat. Tällaisia alueita ovat muun muassa peltojen sala-ojien päät, tiet ja tierummut sekä tontit ja rakennukset.

Kosteikon mitoitus ja suunnittelun periaatteet

Kosteikon tai peräkkäisten kosteikkojen pinta-alan tulee olla sellainen, että saavutetaan riittävä veden viipymä. Kosteikolle menevän veden määrää voidaan rajoittaa esimerkiksi jakopadoilla ja ojitusjärjestelyillä. Ravinteiden poistolle on edullista, että allas on suhteellisen matala. Se nopeuttaa vesikasvillisuuden muodostumista, joka edesauttaa kiintoaineen ja ravinteiden pidättymistä. Keskisyvyden kosteikolla pitäisi olla vähintään 0,5 metriä, jotta kosteikon hydraulinen mitoitus voidaan saavuttaa ja kosteikko ei kasva umpeen liian nopeasti. Kosteikon tulopäähän rakennetaan syvä laskeutusallaan tapainen kaivanto, joka on helppo käydä tyhjentämässä.

Mikäli kosteikko rakennetaan pengertämällä tai patoamalla, ei maanpintaa ole syytä kuoria tarpeettomasti. Maanpinnan pintakerroksen kuoriminen muutaman kymmenen sentin syvyydeltä voi olla kuitenkin tarpeellista, mikäli kosteikko perustetaan vanhalle viljelysmaalle, jossa ravinteita on rikastunut maan pintakerrokseen.

Kosteikkojen mitoitusvaiheessa selvitetään altaaseen tuleva vesimäärä ja sitä vastaava kosteikon vähimmäistilavuus. Vähimmäistilavuutena kosteikoilla pidetään sitä tilavuutta, jonka avulla kosteikkoon tulevalle vedelle saavutetaan 1-2 vuorokauden viipymä myös keskiylivirtaaman (Mhq) aikana keväällä. Riittävä viipymä on erityisen tärkeää tulva-aikoina, jolloin kosteikon läpi kulkeutuu merkittävä osa vuotuisesta kuormituksesta. (Katso Liite 6 Esimerkilaskelmat tavoitetilavuudelle ja pinta-alalle)

Yleensä kosteikko rakennetaan niin suureksi, kuin alueen maastonmuodot ja käytettävissä oleva alueen pinta-ala sallii, jolloin mitoitustaskelmalla todetaan viipymän suuruus, jonka kosteikko luontaisesti saa. Tilanteissa, joissa kosteikko joudutaan perustamaan kokonaan tai suurimmaksi osaksi kaivamalla, on mitoitustaskelman tekeminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa tärkeää kosteikon toteutuskelpoisuuden toteamiseksi.

Hyvässä suunnitelmassa (Käytännön kosteikkosuunnittelu, TEHO-hankkeen julkaisu 1/2012) esitetään kaikki kosteikon rakentamisessa tarvittavat tiedot.

Suunnitelmasta tulee käydä ilmi:

- 1) Hankkeen yleiskuvaus ja tavoitteet
- 2) Hankkeen yksilöity toteutustapa ja -aika
- 3) Hankkeen toteuttamiseen osallistuvat tahot, toteutus- ja rahoitusvastuut ja mahdolliset sopimusjärjestelyt
- 4) Kustannusarvio kustannuserittelyineen ja rahoitussuunnitelma
- 5) Kosteikon sijaintikartta
- 6) Suunnitelma-alueen kartta
- 7) Kosteikon pinta-alan suhde yläpuolisen valuma-alueen pinta-alaan
- 8) Kosteikon perustamistoimenpiteet
- 9) Selvitys kosteikkoalueen vesien johtamisesta ja patoamisesta
- 10) Selvitys kosteikkoalueen penkereistä, syvänteistä, niemekkeistä, saarekkeista ja kasvillisuusvyöhykkeistä
- 11) Kosteikon mitoitus
- 12) Yleispiirteinen selvitys kosteikon perustamisen jälkeisistä hoitotoimenpiteistä
- 13) Selvitys hankkeen vaikutuksista kosteikkoalueen yläpuolisten metsätalousalueiden kuivatustilanteeseen tai muuhun maankäyttöön
- 14) Kosteikkoalueen omistussuhteet
- 15) Vaadittavat viranomaisluvut

3.6.2 Kosteikon rakentaminen

Kosteikko perustetaan yleensä pengertämällä ja kaivamalla. Penkereiden leveys ja luiskan kaltevuus määräytyvät penkereen korkeuden ja maalajin perusteella. Luiskan tulee olla erityisen loiva hienojakoisilla ja korkeilla penkereillä.

Yleensä padottavat penkereet on tarkoituksenmukaista rakentaa siten, että niiden harjalla voidaan liikkua koneilla, jolloin penkere voidaan tiivistää ja kosteikon myöhempi huoltaminen on helppoa. Mikäli padottavat penkereet joudutaan tekemään talvella, tulee penkereen rakennusvaiheessa huomioida painuminen. Yleensä tulee varautua vähintään 0,5 metrin painumiseen. Padottavan penkereen sydän tulee rakentaa tiivistä ja vettä huonosti läpäisevästä maasta. Penkereeseen ei tule upottaa kantoja ja hakoja, sillä ne heikentävät penkereen tiiviyyttä ja kestävyyttä sekä lisäävät vuodon riskiä. Penkereet tulee rakentaa erityisen vahvoiksi patojen ympäriltä. Tarvittaessa patojen ympärillä penkereiden luiskat voidaan vahvistaa suodatinkankaalla ja verhoilla esimerkiksi kivillä.

Kosteikko muotoillaan siten, että penkereet voidaan rakentaa mahdollisimman pitkälle kosteikon kaivumaista. Mahdolliset ylijäävät kaivumaat läjitetään riittävän kauas kosteikosta ja ne tiivistetään huuhtoutuminen vähentämiksi. Luiskiin ja läjitysmaille voidaan kylvää esimerkiksi heinänsiementä, joka sitoo pintamaata ja vähentää siten huuhtoutumista.

Veden padotuksessa voidaan käyttää pohja- tai pintapatoa. Pohjapadossa vesi kulkee patokannaksen yli, pintapadoissa vesi ohjataan putkia pitkin patokannaksen läpi. Patovaihtoehtoja voidaan myös yhdistellä. Esimerkiksi kalojen kulun turvaamiseksi voidaan kosteikon patorakenteena käyttää pohjapatoa mutta liittää siihen munkki, jolloin kosteikon tyhjentäminen kasvillisuuden hallitsemiseksi on mahdollista. Putkipato sopii kosteikon patorakenteeksi vesiensuojelun virtaamansäätörakenteena toimimisen lisäksi.

3.6.3 Veden korkeuden säätely kosteikossa ja patojen mitoitus

Vedenpinnan korkeus kosteikossa voi vaihdella virtaamien suhteessa. Suunnittelussa on kuitenkin tärkeää määritellä vedenpinnan maksimikorkeus, jonne vesi voi tulva-aikoina nousta ilman, että vedenpinnan noususta aiheutuu haittaa kosteikon ulkopuolella tai itse kosteikon rakenteille. Vedenpinnan nostaminen maksimikorkeudelle tulva-aikana lisää kosteikon tilavuutta ja pidentää siten veden viipymää kosteikossa.

Kosteikon vedenpinnan korkeutta voidaan säädellä patorakenteilla. Mikäli kosteikon vedenpinnan halutaan pysyvän vakiotasolla, patorakenteena voidaan käyttää tasaharjaista ja leveää pohjapatoa. Mikäli taas vedenpinnan korkeuden halutaan vaihtelevan altaassa vesimäärien suhteessa, voidaan käyttää virtaamansäätörakenteita. Vedenpintaa voidaan säädellä myös settipatojen avulla. Ne koostuvat rumpuputken etupuolelle asetettavista settilankuista, joilla säädellään veden pinnan korkeutta, sekä varsinaisesta rumpuputkesta, jonka kautta valumavedet ohjataan penkan läpi. Settipadon etuna on se, että vedenpinnan korkeutta voidaan säädellä halutulle korkeudelle riippumatta kosteikkoon tulevasta vesimäärästä. Kosteikko voidaan myös laskea tyhjäksi mahdollisen kunnostuksen ajaksi.

3.6.4 Kosteikon hoitaminen

Kosteikkoa tulee hoitaa sen toimivuuden varmistamiseksi. Kosteikoissa kertyy lietettä etenkin ojien suihin sekä mahdolliselle syvän veden alueelle. Sitä voi poistaa tarvittaessa koneellisesti kaivaen tai lietepumpulla. Patorakenteiden kunto tulisi tarkistaa keväällä ja syksyllä. Mahdolliset patovuodot tulisi korjata heti niiden synnyttyä.

Kasvillisuus ja pensaikko tulisi niittää ainakin osalta kosteikkoa ja sitä ympäröivältä alueelta jopa vuosittain umpeenkasvun estämiseksi. Ainakin suurimmat kosteikot kannattaa suunnitella siten, että niittäminen koneellisesti on mahdollista. Niittojätettä ei jätetä kosteikkoalueelle, sillä kasvimassan hajotessa siitä vapautuu ravinteita. Lisäksi niittojäte voi täyttää kosteikkoa, jolloin kosteikon tehokkuus heikkenee.

4 Vesiensuojelu metsätalouden toimenpiteissä

Vesiensuojelun lähtökohtana on vähentää tai kokonaan välttää toimenpiteistä aiheutuva kiintoaine- ja ravinnehuuhtouma. Tämä edellyttää tietoa kuormituksen lähteistä, suuruudesta sekä vesien kulu- maastossa ja vesistössä. On tärkeää tunnistaa vesiensuojelun kannalta kriittiset kohteet ja maastonkohdat.

Hyvä suunnittelu ja huolellinen toteutus takaavat kohdealueelle sopivimmat ja tehokkaimmat vesien- suojelutoimenpiteet. Mitä enemmän maaperää käsitellään ja mitä lähempänä vesistöjä toimitaan, sitä suurempi on todennäköisyys ravinteiden ja kiintoaineksen päätyemisestä vesistöön. Kasvupaikan viljavuuden parantuessa myös riski ravinteiden huuhtoutumiselle kasvaa.

Ota vesiensuojelu huomioon kun

- toimit vesistöjen tai pienvesien välittömässä läheisyydessä
- toimit pohjavesialueella
- toimenpidealueelta johtaa uusia tai vanhoja toimivia ojia suoraan vesistöihin tai pienvesiin
- hakkuualan läpi virtaa suuri määrä vettä (ts. hakkuualan yläpuolinen valuma-alue on laaja).

Näissä kohteissa vesiensuojelu korostuu

- kun maapohja on viljavaa (tuore kangas tai tätä viljavampi kasvupaikka)
- kun maalaji on lajittunutta, hienojakoista kangasmaata tai pitkälle maatunutta turvetta
- kun maalajit tarttuvat herkästi kiinni kauhaan, kohde on vesiensuojelun kannalta huomionarvoinen
- kun maa viettää jyrkästi vesistöä kohti
- kun alueella tehdään ojitus- tai naveromätästystä
- kun alueelta nostetaan kantoja
- kun toimit kelirikko-aikaan tai työn aikana on riski maastovaurioille.

Lähde: Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2015. Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnonhoitoon, työopas. Tapion julkaisuja.

4.1 Hakkuu ja puunkorjuu

Puunkorjuun onnistunut ajoitus vähentää haitallista maanpinnan rikkoutumista, puun juurien vaurioi- tumista ja syöpymiselle alttiiden ajourapainumien muodostumista. Kantavaan aikaan ja kohteelle so- veltuvalla korjuukalustolla tehty korjuu on osa puunkorjuun vesiensuojelutoimenpiteitä. Tämä koros- tuu erityisesti turvemailla.

Suojakaistat puunkorjuussa

Vesistöjen (järvi, lampi, joki, puro) ja pienvesien (noro ja lähde) varsille suositellaan jätettäväksi yhtenäisen vähintään 5 metriä leveä suojakaista, jolla maanpinta säilytetään rikkoutumattomana. Suojakaista rajataan vaihtelevan levyiseksi hyödyntäen maaston, puuston ja muun kasvillisuuden luonnollisia vaihtelukohtia. Suojakaistan leveys voi vaihdella rannan pintavalunnan mukaan. Hakkuutähteitä ei tule karsia suojakaistalle.

Suojakaistoille jätetään kasvamaan taloudellisesti vähäarvoisia puita ja pensaita, sillä suojakaistat ovat erinomaisia kohteita säästöpuiden keskittämiseen. Suojakaistalta on mahdollista korjata puita, mikäli hakkuu voidaan tehdä suojakaistan ulkopuolelta maanpintaa ja pintakasvillisuutta rikkomatta (kuva 10). Mikäli suojakaistan leveys on niin suuri, että sen ulkopuolelta ei voida puita korjata, niin suojakaistalla tapahtuva hakkuu suositellaan tehtäväksi mahdollisimman kantavaan aikaan maanpintaa rikkomatta. Puita ei tule kaataa vesistöön.

Hakkuiden vaikutus ravinne- ja kiintoaineshuuhtoumiin

Uudistushakkuut lisäävät kiintoaineen, typen ja fosforin huuhtoutumista vesistöihin. Kiintoainehuuhtouma aiheutuu pääosin maanpinnan rikkomisesta maanmuokkauksessa ja vesistöjen läheisyyteen tulleista ajourapainumista. Huuhtoumien määrän kasvu ajoittuu muutamaan ensimmäiseen uudistushakkuun jälkeiseen vuoteen, jolloin hakkuualueella on hajoavaa hakkuutähdettä eikä ravinteita sitovaa pintakasvillisuutta ole vielä kehittynyt. Hakkuutähteiden korjuu energiapuuksi vähentää lahoavasta puuaineksesta vapautuvia ravinteita ja niiden huuhtoutumista vesistöön.

Turvemaiden uudistushakkuut lisäävät valumaveden happamuutta sekä humuksen ja kaliumin huuhtoutumista. Vesiliukoista fosforia huuhtoutuu karujen rahkaturvevaltaisten suometsien hakkuutähteistä. Runsasravinteisilta soilta huuhtoutuu ammonium- ja nitraattityppeä. Sulan maan aikainen hakkuu puolestaan lisää kiintoaineen huuhtoutumista.

Kivennäis- ja turvemaiden harvennushakkuut vaikuttavat kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumiin melko vähän.

Vesiuomien ylitykset

Puunkorjuussa tulee välttää purojen, norojen ja isojen ojien ylityksiä. Ellei kiertäminen ole mahdollista, tulee ylityspaikan olla maaperältään mahdollisimman kantava. Ylityspaikka suojataan tarvittaessa hakkuun ajaksi latvuksilla ja puilla tai tilapäissillalla. Ylityspaikan suoja poistetaan uomasta hakkuun päätyttyä.

Puunkorjuussa arvokkaiden elinympäristöjen ominaispiirteet säilyttävä leimikon raja- ja yleensä riittävä myös vesiensuojelullisesti. Erityisesti kosteiden ja maapohjaltaan upottavien elinympäristöjen välittömässä läheisyydessä liikkumista koneilla tulee välttää, jotta elinympäristön vesitalous säilyy muuttumattomana.

Juurikäävän torjunta

Suomessa voidaan käyttää ainoastaan Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES:n hyväksymiä kasvin-suojeluaineita. Kasvin-suojeluaineiden ammattikäytössä on työntekijällä ja yrittäjällä oltava aina kasvin-suojelututkinto (Laki kasvin-suojeluaineista 1563/2011). Tämä koskee myös juurikäävän torjuntaa urealla tai harmaaorvakkasienellä.

Kasvin-suojeluaineiden käytössä on noudatettava käyttöohjeen mukaista suojaetäisyyttä vesistöihin, joka esimerkiksi urealla on kymmenen metriä. Lisäksi on huomioitava metsäsertifiointin vaatimus, että vesistöjen ja pienvesien suojakaistoilla ei saa käyttää kasvin-suojeluaineita.

4.2 Energiapuun korjuu

Suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen on kuvattu tarkemmin Tapion julkaisussa Met-sänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen (2016). Tässä kappaleessa on esitetty energiapuun korjuuta ja kantojen nostoa erityisesti vesiensuojelun näkökulmasta.

Latvusmassan korjuu

Metsäenergian korjuu uudistusaloilta vähentää hakkuutähteistä vapautuvan ravinnehuuhtouman määrää, sillä puustoon sitoutuneista ravinteista pääosa on lehdissä ja neulasissa. Biomassan keruu näyttää muun muassa pienentävän nitraattityypen huuhtoutumista. Hakkuutähteiden hajoaminen alkaa nopeasti hakkuun jälkeen, mikä näkyy ravinnehuuhtoumahuippuna hakkuun jälkeisinä vuosina. Vesistöjen, pienvesien ja ojien varsille ei tule jättää latvusmassaa ravinnehuuhtoumien vähentämiseksi.

Kantojen nosto

Kantojen nosto paljastaa runsaasti kivennäismaata (kuva 23) ja lisää metsäkoneiden käyntikertoja hakkuualalla. Tämä lisää kiintoaine- ja kokonaisravinnehuuhtoumien riskiä erityisesti vesistöjen läheisyydessä toimittaessa. Paljastunut kivennäismaa on aluksi altis eroosiolle, mikä edesauttaa huuhtoutumista. Korjuutyössä ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumista vesistöihin vähennetään rajamalla korjuualat riittävän suojakaistoin ja toteuttamalla korjuu suositusten mukaisesti.

Vesiensuojelusta huolehtiminen on erityisen tärkeää, kun kantojen korjuuta tehdään vesiensuojelun kannalta haasteellisilla, viljavilla kasvupaikoilla, joilla maaperä on hienojakoista. Näillä kohteilla kantojen nosto voi altistaa suuren osan kivennäismaan pinnasta eroosiolle.

Vedenhankintaa varten tärkeillä 1- ja 2-luokan pohjavesialueilla ei suositella kantojen nostoa. Kantojen noston vaikutuksia pohjavesiin ei tunneta tarkasti mutta pohjavesien pilaamiskielto on ehdoton. Kannonnoston ulkopuolelle jätetään vesistöjen ja pienvesien suojakaistat ja ojien penkereet. Kantojen varastointia toimivien ojien päälle tulee välttää.

Kannonnoston yhteydessä tehtävässä maanmuokkauksessa noudatetaan lisäksi käytettävän muokausmenetelmän mukaisia vesiensuojelumenetelmiä kuten virtauksen hidastamista.

Muokattu maanpinta on herkkä taimettumiselle ja uudistushakkuualoille tyypillisen kasvillisuuden sukkessiolle. Uusi kasvava biomassa sitoo ravinteita ja vähentää huuhtoutumisriskiä jo muutaman vuoden kuluessa hakkuusta ja kantojen nostosta.

Kannonnostossa jätettävien suojakaistojen suositeltavat vähimmäisleveydet

- Vesistöjen rannoilla ja pienvesistöjen, kuten purojen, norojen, lampien ja lähteiden varsilla, jätetään vähintään 5 metrin suojakaista, jossa maan pintaa ei rikota. On otettava huomioon, että varsinkin isoja kantoja nostettaessa maata voi paljastua laajalti kannon ympäriltä.
- Toimivien metsäojien varsille jätetään noin metrin levyinen kaista, jossa maan pintaa ei rikota.
- Jos kannonnoston yhteydessä tehdään maanmuokkaus, niin ojien reunaan jätetään 1 metrin levyinen piennar, jossa maan pintaa ei rikota eikä siellä olevia maamassoja levitetä.

Suojakaistoilta ei nosteta kantoja ja latvusmassan jättämistä niille vältetään.

Edellä esitettyä leveämpi suojakaista on tarpeen hienojakoisilla ja viettävillä mailloilla sekä silloin, kun korjuuun liittyvä valuma-alue on laaja. Esimerkiksi 10–20 hehtaaria ylittävän valuma-alueen vesimäärä nousee suureksi suhteessa suositeltavaan suojakaistan vähimmäisleveyteen. Jos kivennäismaata on paljastettu runsaasti kohteilla, joilla kaltevuudesta tai maalajista johtuen syöpymisvaara on suuri, käytetään leveämpää suojakaistaa. Maan pinnanmuotojen ja viettävän maan mukaan voidaan silmämääräisesti arvioida valuma-alueen rakennetta.

Vesiensuojelun muut toimenpiteet energiapuun korjuussa

Suojakaistojen lisäksi vesiensuojelusta huolehditaan seuraavin toimenpitein:

- Eroosioherkillä jyrkillä rinteillä jätetään kannot kokonaan korjaamatta tai tehdään rinteeseen nostokatkoja, jotka ovat poikittain pääkaltevuussuuntaan nähden.
- Ojien ja pienvesien ylityspaikat valitaan harkiten ja suojataan tarvittaessa havutuksella tai kevytsillalla. Ojat jätetään korjuun jälkeen toimintakuntoon ja niistä poistetaan latvusmassa, kantopalat ja hake.
- Vältetään latvusmassan ja kantojen varastointia ojien päälle.
- Kun uudistusallalla tehdään vesitalouden järjestelyjä kaivamalla ojia, vesiensuojelussa käytetään kohteeseen soveltuvia menetelmiä kuten lietekuoppia, kaivukatkoja, pintavalutusta ja laskeutusaltaita.

4.3 Uudistusalan maanmuokkaus

Maanmuokkauksen tavoitteena on luoda mahdollisimman hyvät olosuhteet uuden metsän syntymiselle niin lämmön, ravinteiden kuin vesitaloudenkin suhteen. Tehokas metsänuudistaminen edellyttää tavallisesti maanpinnan muokkaamista, mikä aiheuttaa ravinteiden ja maa-aineksen kulkeutumista vesistöön.

Muokausmenetelmän oikealla valinnalla ja kohdentamisella vähennetään kiintoaineen irtoamista ja ravinteiden kulkeutumista pois muokkausalueelta. Kullekin uudistusallalle tai sen osalle valitaan metsänuudistamisen kannalta riittävän tehokas mutta kuitenkin mahdollisimman vähän maan pintakerroksia muuttava muokausmenetelmä.

Maanmuokkausmenetelmää valittaessa kiinnitä erityisesti huomiota

- maalajiin
- maan pinnanmuotoihin
- vesitalouden järjestelytarpeeseen
- kohteen sijaintiin vesistöihin, pienvesiin ja pohjavesialueisiin nähden.

Vaihtelevat maanpinnan muodot uudistusallalla tulee huomioida maanmuokkausmenetelmää valittaessa. Samalla uudistusallalla voi olla sekä kuivaa ja karkeaa maalajia että hienojakoisia ja vesitalouden järjestelyjä vaativia alueita. Muokkauskaluston valinnalla ja kuljettajan ammattitaidolla vaihtaa muokausmenetelmästä toiseen voidaan vaikuttaa myös vesiensuojelun kannalta hyvään

lopputulokseen. Vaihtelevat maanpinnan muodot vaikuttavat myös vesistöjen varrelle jätettävän suojakaistan leveyteen.

Maanmuokkauksen yhteydessä vältetään ojien ja pienvesien turhaa ylitystä. Maanmuokkausta ei uloteta ojiin saakka, vaan toimivien ojien reunaan jätetään noin metrin levyinen muokkaamaton pienar. Vesistöjen ja pienvesien varteen jätetään muokkaamaton suojakaista.

Suojakaistat maanmuokkauksessa

Vesistöjen ja pienvesien varsille suositellaan jätettäväksi yhtenäinen vähintään 5 metriä leveä suojakaista, jolla maanpinta säilytetään rikkoutumattomana. Suojakaista rajataan vaihtelevan levyiseksi hyödyntäen maaston, puuston ja muun kasvillisuuden luonnollisia vaihtelukohtia. Suojakaistalle voi istuttaa puita ilman maanmuokkausta. Lisäksi ojien reunaan jätetään 1 metrin levyinen piennar, jota ei muokata.

Edellä esitettyä leveämmät suojakaistat ovat tarpeen hienojakoisilla ja viettävillä mailla sekä silloin, kun korjuuun liittyvä valuma-alue on laaja. Esimerkiksi 10–20 hehtaaria ylittävän valuma-alueen vesimäärä nousee suureksi suhteessa suositeltavaan suojakaistan vähimmäisleveyteen. Jos kivennäismaata on paljastettu runsaasti kohteilla, joilla kaltevuudesta tai maalajista johtuen syöpymisvaara on suuri, käytetään leveämpää suojakaistaa. Maan pinnanmuotojen ja viettävän maan mukaan voidaan silmämääräisesti arvioida valuma-alueen rakennetta.

Maanmuokkaajan työmaaohjeessa suositellaan olevan vesiensuojelua koskevat seuraavat kohdetiedot

- kartta alueesta
- ohjeet olemassa olevien ojien perkaustarpeesta
- tieto siitä, sijaitseeko kohde tärkeällä pohjavesialueella
- maapohjan eroosioherkkyys
- eri vesiensuojelutoimenpiteiden mitoitus (suojakaistat, kaivukatkot, lietekuopat, laskeutusaltaat, pintavalutuskentät, yms.)
- maanmuokkausalueella tai sen vieressä sijaitsevien kuormitukselle herkkien pienvesien, vesistöjen ja luonnon monimuotoisuuden vuoksi suojeltavien alueiden sijainti

4.3.1 Vesiensuojelumenetelmät muokkaustavoittain

Metsän uudistusalalla käytettävät vesiensuojelumenetelmät valitaan kohteen ominaisuuksien ja käytettävän maanmuokausmenetelmän mukaan.

Äestyksessä jätetään veden virtausta vähentäviä muokkauskatkoja, etenkin kaltevilla mailla ja kohteissa, joissa hakkuutähteet, kannot ja kivet eivät aiheuta katkoja. Rinteissä äestys tehdään poikki-suuntaan rinteen laskusuuntaan nähden.

Laikutuksessa, laikku- tai kääntömätästyksessä muodostuu harvoin vettä johtavia yhtenäisiä kanavia, joten menetelmien haittariski vesiensuojelun näkökulmasta on vähäinen.

Maanmuokausmenetelmistä suurimmat kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumat aiheutuvat **ojitus- ja naveromätästyksestä**. Naveromätästystä käytetään pintavesien ohjaamiseen, mutta tavoitteena ei ole vesien johtaminen pois alueelta ja alueen pysyvä kuivattaminen pohjaveden pinnan tasoa laskemalla kuten ojitusmätästyksessä.

Vesiensuojelutoimenpiteet suositellaan esitettäväksi työmaakartalla, mikä helpottaa muokkausko-
neen kuljettajan työskentelyä. Ojitusmätästysten tarve harkitaan kohdekohtaisesti huolella ja sitä
käytetään vain niissä uudistusalan osissa, joissa se on välttämätöntä. Kuivemmat osat voidaan esi-
merkiksi laikkumätästää. Ojitusmätästyskohteilla voi tarpeen mukaan käyttää samoja vesiensuojelu-
menetelmiä kuin kunnostusojituksessa

Veden vaivaamalla kangasmailla hyvä nyrkkisääntö on: jos muokatessa kunnan alta paljastuu kerrok-
sellinen podsolimaannos, ojitusta ei tarvita.

Navero- ja ojitusmätästyskohteilla

- Jätä naveroihin kaivukatkoja ja tee lietekuoppia vähintään 50 metrin välein. Lietekuoppia
kaivetaan etenkin naveroiden päihin
- Älä yhdistä naveroita suoraan toimiviin ojiin tai vesistöihin
- Jätä ojiin ja naveroihin veden virtausta hidastavia kiviä tai muita esteitä
- Älä perkaa alueella olevia toimivia kuivatusojia tarpeettomasti
- Käytä laskeutusaltaita joko yksinään tai yhdistettynä pintavalutukseen
- Käytä vesien poisjohtamiseen pintavalutusta aina kun mahdollista

Lisäksi ojitusmätästyskohteilla

- Jätä ojiin mahdollisuuksien mukaan kaivukatkoja sekä kaiva lietekuopat vähintään 50 m:n
välein
- Vedet suositellaan johdettavaksi ensisijaisesti pintavalutuksen kautta vesistöön tai siihen
johtavaan ojastoon
- Laskeutusaltaita voidaan käyttää joko yksinään tai yhdistettynä pintavalutukseen.
- Vesiensuojelutoimet tehdään lähtökohtaisesti uudistusalan sisäpuolella. Vesien laskemi-
nen puhdistamattomana naapurikuvioille ei ole suositeltavaa.

Pohjois-Suomen paksukunttaisilta ja soistuneilta säätöaurausaloilta vesi suositellaan johdettavaksi
ensisijaisesti pintavalutuksen kautta vesistöön tai siihen johtavaan ojastoon. Laskeutusaltaita voidaan
käyttää joko yksinään tai yhdistettynä pintavalutukseen.

Maanmuokkausalueelta ei saa johtaa vesiä suoraan metsälain mukaan säilytettäviin arvokkaiisiin
elinympäristöihin. Myöskään muihin monimuotoisuuden vuoksi säilytettäviin kohteisiin vesien johta-
mista ei suositella. Mikäli veden luontainen virtaussuunta on elinympäristöön päin, on muokkaus-
alalla tapahtuvalla pintavalutuksella huolehdittava, ettei maanmuokkausosalta pääse kiintoainetta
metsälain mukaan säilytettävään arvokkaaseen elinympäristöön. Maanmuokkauksella ei myöskään
saa kuivattaa metsälain mukaan säilytettäviä arvokkaita luontokohteita. Mikäli kohteet ovat luonteel-
taan kosteita, kuten kosteikot, soistumat, tulevat suojelusuokohteet jne. veden johtamista ei tarvitse
välttää.

4.3.2 Maanmuokkaus pohjavesialueilla

Vedenhankintaa varten tärkeille 1- ja 2- luokan pohjavesialueille suositellaan vain kevennyttyä maan-
muokkausta kuten kivennäismaan pintaa paljastavaa kevyttä laikutusta tai äestystä. Samoin menetel-
lään E-luokan pohjavesialueella, jonka pohjavedestä pintavesi tai maaekosysteemi on suoraan riippu-
vainen. Mikäli pohjavesialueella maanpintaa peittää moreenikerros, alueella voidaan käyttää myös

laikku- ja kääntömätästystä sillä edellytyksellä, että muokkausjälki ei ulotu moreenikerroksen läpi. Turvemaiden pohjavesialueilla voidaan tehdä naveromätästystä, jos naverot eivät ulotu kivennäismaahan asti. Myös kääntömätästys on turvemaiden suositeltava menetelmä.

Paineellisen pohjaveden alueilla järeä maanmuokkaus, kuten esimerkiksi ojitus- tai naveromätästys, voi aiheuttaa pohjaveden purkautumisriskin. Tästä syystä ojitus- ja naveromätästystä ei suositella käytettävän pohjavesialueilla.

Poikkeustapauksissa veden vaivaamilla tiiviillä maapohjilla voi olla tarpeen käyttää ojitusmätästystä uuden metsän aikaansaamiseksi. Tällöin tulee varmistua, että toimenpiteestä ei aiheudu vesilaissa kiellettyjä seurauksia. Pohjavesialueella tapahtuvasta vähäisestäkin ojituksesta on aina ilmoitettava ELY-keskukselle 60 vuorokautta ennen toimenpiteen aloittamista.

Maanmuokkausalueilla pohjaveden pilaantumisen riski on onnettomuustapauksissa tavallista suurempi. Esimerkiksi mineraaliöljyä voi päästä muokkauksella paljastettuun maaperään. Koneissa on siksi aina oltava mukana öljyntorjuntaa varten liittyvää imeytyskalustoa, jolla pilaantumisen riskiä vähennetään. Öljyvahinkojen välttämiseksi huollot suositellaan tekemään pohjavesialueiden ulkopuolella.

4.4 Tienrakentaminen

Metsäteillä on pintavesien virtauksiin melko vähäinen vaikutus, koska tiet pääsääntöisesti linjataan kantaville maille vetisiä maastokohtia välttämällä. Rakentamisessa paljastetaan kuitenkin paljon maata ja kaivetaan ojia, jolloin lietteitä voi sateiden aikana päästä vesistöön. Mikäli tien pituuskaltevuus on suuri ja sivuoissa on runsaasti vettä, niin hienojakoiset maalajit saattavat lähteä liikkeelle. Tien rakentaminen vesistöjen tai purojen yli vaikuttaa maisemaan ja veden virtauksiin. Soiden ja notkelmien yli rakennettu tie muuttaa pintavesien virtauksia ja kuivattaa usein tien lähialuetta.

Tienrakentamisessa vältetään vesistöjen rantojen lähialueita ja kapeita niemiä sekä luonnontilaisia soita. Etelä-Suomessa luonnontilaiset letot ja rehevät korvet ovat tärkeimpiä suojeltavia soita. Metsätien suunnittelussa ja rakentamisessa vesistöjen läheisyyteen tulee ottaa huomioon suojelualueet ja arvokkaat luontokohteet, joita ovat muun muassa metsälain mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt, vesilain 2 luvun 11§:ssä luetellut pienvesibiotoopit, pohjavesialueet ja muut arvokkaat vesiluontokohteet ja alueet. Mikäli metsälain määrittelemän erityisen tärkeän elinympäristön kiertäminen ei ole teknisesti tai kohtuullisin kustannuksin mahdollista, tienrakentamiselle voidaan hakea metsälain 11 §:n mukaista poikkeuslupaa Suomen metsäkeskukselta.

Lausunnot ja luvat

Metsätienrakennus- ja metsätien perusrakennushankkeen suunnittelun yhteydessä laaditaan ympäristöselvitys, josta pyydetään paikallisen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen lausunto.

Sillan, rummun tai penkereen rakentaminen vesistöön on tavallisin tilanne, jolloin tarvitaan ympäristöviranomaisen lupa. Vesilain tarkoittamien pienvesien, kuten vesistöä vähäisempien uomien eli no-rojen luonnontilaisuuden muuttaminen, edellyttää poikkeuslupaa. Metsätien rakentamiselle uoman yli ei tarvita poikkeuslupaa, mikäli kohteen luonnontilaisuus säilyy.

Pohjavesialueet

Tärkeällä tai muulla vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella toimittaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei aiheuteta pohjaveden pilaantumista eikä pohjaveden haitallista

purkautumista. Maa-aineksen ottopaikoilla on jätettävä riittävä suojakerros pohjavesipinnan yläpuolelle.

Suoalueiden pinta- ja pohjavesien pääsy pohjavesialueille on estettävä. Kuivatusjärjestelyt voivat alentaa pohjaveden pintaa suoalueen läheisyydessä ja aiheuttaa muutoksia vesien virtauksessa. Suovesien virtausmuutoksia vältetään esimerkiksi rakentamalla pengertie. Erityisesti on huolehdittava maa-ainesten ottopaikoilla käytettävien työkonien öljyvahinkojen ennaltaehkäisystä ja torjunnasta. Työkonien huoltopaikat ja polttoainevarastot tulisi sijoittaa pohjavesialueiden ulkopuolelle.

Lähteet tulee jo tien suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon. Tie on linjattava riittävän kauas lähteistä ja hetteistä, jotta tien rakentaminen ja käyttö ei aiheuta pohjaveden pilaantumisvaaraa eikä haitallista pohjaveden purkautumista.

Vesien selkeytys

Laskuojia ei saa kaivaa suoraan vesistöön asti. Vedet johdetaan vesistöön pintavaluntana aina kun se on mahdollista. Tierunkoa ja ojia kaivettaessa huolehditaan, että vesi ei syövytä hienojakoisia maita liikkeelle. Lietteiden mahdollinen pääsy vesistöihin on estettävä. Lietteiden kulkeutuminen estetään samoin menetelmin kuin kunnostusojituksissakin. Esimerkiksi rumpujen päihin kaivetaan lietekuoppia ja laskuojan yhteyteen laskeutusaltaita. Niiden mitoituksessa kannattaa soveltaa kunnostusojituksessa käytettyjä ohjearvoja. Pitkissä rinteissä liettyminen vähenee, kun sivuojat porrastetaan pohjapadoilla virtausnopeuden pienentämiseksi.

Lietteiden kulkeutumista ja liettymistä tulee silta- ja rumputöissä estää esimerkiksi väliaikaisilla padoilla, tilapäisellä uoman siirroilla ja työn ajoittamisella vähävetiseen aikaan.

4.5 Kulotus

Kulotuksen metsänhoidollisena tavoitteena on parantaa uudistamistulosta ja puuston kasvua. Lisäksi menetelmää voidaan käyttää myös luonnonhoidollisin perustein. Kulotus parantaa kasvupaikan lämpöoloja ja vapauttaa ravinteita kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Menetelmällä voidaan helpottaa kuntaantuneiden kasvupaikkojen metsänuudistamista ja siten vähentää maaperän mekaanisen muokkauksen tarvetta.

Kulotukseen sopivat parhaiten moreenimaiden tuoreet ja kuivahkot kankaat, joiden vesitalous on kunnossa. Turvemailla kulotus on kielletty turvepaloriskin takia.

Kulotus lisää valumavesien typpipitoisuutta muutaman vuoden ajan kulotuksen jälkeen. Vesistövaikutuksien vähentämiseksi vesistöjen ja pienvesien varteen tulee jättää vähintään viiden metrin levyinen suojakaista, jota ei raivata, muokata eikä kuloteta. Suojakaistalla ehkäistään poltossa vapautuneiden ja veteen liuenneiden ravinteiden, erityisesti typen ja fosforin, pääsyä vesistöön.

Kulotusalueen rajaava palokuja ja sammutusveden ottoon tarkoitetut palokaivot sijoitetaan niin, ettei niistä ole suoraa yhteyttä vesistöön tai pienvesiin.

Vedenhankintaa varten tärkeillä ja siihen soveltuvilla pohjavesialueilla ei suositella kulotusta metsänhoidollisten tavoitteiden saavuttamiseksi, mutta luonnonhoidollinen kulotus voi poikkeuksellisesti tulla kyseeseen. Asiasta kannattaa olla yhteydessä ELY-keskuksen asiantuntijaan.

4.6 Lannoitus ja metsien ravinnetalous

Lannoituksessa on toimenpiteen kannattavuuden ja myös vesiensuojelun kannalta tärkeää valita huolellisesti lannoitettavat kohteet ja arvioida lannoitustarve maastossa. Käytettävien lannoitteiden ja levitysmenetelmän valinnalla on suuri merkitys vesiensuojelun onnistumisessa. Esimerkiksi vesiliukoiset peltolannoitteet voivat aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä. Suunnittelun tärkeydestä huolimatta toteutustyön laatu ratkaisee lopulta vesiensuojelun kannalta onnistuneen lopputuloksen.

Sellaisista kohteista, joissa lannoitus tuottaa halutun kasvuvasteen puustossa tai poistaa ravinteiden epäsuhteesta aiheutuvat kasvuhäiriöt, on hyvin tutkimustietoa. Lannoitus on kannattavinta kohdistaa pääasiallisesti näille alueille. Lannoitteilla lisättävien ravinteiden ja mahdollisesti mukana tulevien muiden alkuaineiden haitallisuus luonnossa vaihtelee suuresti. Vesistöille haitallisimpina ravinteina pidetään yleisesti fosforia ja typpeä. Käytettävien tuhkalannoitteiden tulee täyttää lannoiteasetuksen mukaiset raja-arvot raskasmetallien osalta.

Ojitus muuttaa pintaturpeen ravinteisuutta lisäämällä typen ja fosforin kokonaismäärää yleensä juuristokerroksessa. Muiden ravinteiden määrät pysyvät kutakuinkin ennallaan tai vähenevät. Kaliumin ja boorin huuhtoutumisriski kasvaa kunnostusojituksen ja hakkuiden yhteydessä

4.6.1 Lannoitteiden huuhtoutuminen

Kivennäismaiden typpilannoituksen aiheuttama huuhtouma keskittyy ensimmäiseen kahteen vuoteen lannoituksen jälkeen. Kivennäismaiden typpilannoituksessa on myös riski nitraatin huuhtoutumisesta pohjavesiin.

Typpeä on havaittu huuhtoutuvan NPK-lannoitusta vaativilta karuilta soilta, jos levitys tehdään talvella. Ureapohjaisia typpilannoitteita voidaan käyttää soilla vain, jos lannoite levitetään sulaan maahan. Sopivin lannoitusajankohta urealla on syyskesä ja syksy.

Kivennäismailla fosforilannoitteiden käyttö ei yleensä lisää vesistöjen fosforikuormitusta, koska fosfaatti sitoutuu kivennäismaan rauta- ja alumiiniyhdisteisiin ja pintavalunta on ollut tutkimuksissa kohteissa vähäistä. Myös huuhtoutuminen pohjavesiin on vähäistä. Mikäli lannoite sisältää vesiliukoista fosforia ja/tai kohteen turvelaadulla on huono fosforinpidätyskyky (happamat rahkaturpeet), turve maiden lannoitus lisää fosforin huuhtoutumista. Fosforin huuhtoutuminen on voimakkainta lannoitettaessa karuja soita, joiden turve sisältää vähän rautaa ja alumiinia. Karuilta soilta huuhtoutuu fosforia myös hidasliukoista fosforia sisältävistä lannoitteista. Maataloudessa käytettävät lannoitteet sisältävät yleensä vesiliukoista fosforia ja siksi niitä ei tulisi käyttää soiden lannoitukseen.

Vaikka tuhkalannoitus nostaa turpeen pintakerroksen ravinnepitoisuuksia, vesistöille haitallisen fosforin huuhtoumat ovat olleet hyvin vähäisiä. Todennäköisenä syynä pidetään fosforin sitoutumista tiukasti tuhkan sisältämiin rauta- ja alumiiniyhdisteisiin. Karuilla soilla on kuitenkin fosforin huuhtoutumisriski.

Talvilevitys ei lisää merkittävästi fosforin huuhtoumia. Ravinteiden ja raskasmetallien huuhtoutuminen lisääntyy kuitenkin merkittävästi, jos tuhkaa päätyy levityksen yhteydessä suoraan ojiin tai vesistöihin.

4.6.2 Vesiensuojelu metsälannoituksessa

Lannoitusosalta huuhtoutuvien ravinteiden pääsy ojitetuilta kohteilta vesistöihin estetään tehokkaimmin käyttämällä ojituksessa pintavalutukseen perustuvia vesiensuojelumenetelmiä, kuten suojakais-toja ja pintavalutuskenttiä.

Lannoittaessa huolehditaan, ettei lannoitteita levitetä vesistöihin tai pienvesiin. Lannoitteiden levi-tyksessä tulee ottaa huomioon myös pintavesien purkautumissuunta ja maaston kaltevuus, jotta väl-tetään lannoitteiden kulkeutumista vesistöihin. Vesistöjen rannoilla lannoitteiden ja tuhkan levitys tulee toteuttaa niin, että maaston muodot ja levitysajankohdan tuuliolosuhteet huomioon ottaen varmistutaan, ettei lannoitteita levitetä vesistöihin.

Lentolevitys tehdään ojitusalueilla ojien suuntaisesti, muuten lannoitetta menee ojiin. Sivutuuli lisää entisestään lannoitteen riskiä joutua ojiin, joten lentolevitystä vältetään kovalla tuulella. Kun suomet-sien hoidon yhteydessä lannoitetaan, vesiensuojelun vuoksi on suositeltavaa tehdä ensin hakkuut, sitten lannoitus ja viimeisenä mahdollinen kunnostusojitus.

Vedenhankintaa varten tärkeitä pohjavesialueita (luokka 1) ja muita vedenhankintakäyttöön soveltu-via pohjavesialueita (luokka 2) ei lannoiteta. Mikäli metsän terveyden ylläpitämiseksi kuitenkin tarvi-taan lannoitusta, sen pohjavesivaikutukset tulee arvioida ja tarvittaessa tulee olla yhteydessä ELY-keskukseen lannoitusedellytysten selvittämiseksi.

Lannoituskäsittelyksi suositellaan turvemaiilla PK-lannoitetta, johon on lisätty rautaa fosforin huuht-outumisen estämiseksi tai hyvälaatuista puuntuhkaa. Turvemaiden lannoituksia ei kohdenneta ka-ruille, tyypeä vaativille soille, joiden turve sisältää vähän rautaa ja alumiinia fosforin huuhtoutumis-vaaran vuoksi. Karujen, lajittuneiden ja helposti vettä läpäisevien kivennäismaiden metsiä ei lannoi-teta tyypeä sisältävillä lannoitteilla typen huuhtoutumisriskin välttämiseksi.

Tuhkalta on vaadittava lannoiteasetuksen edellyttämä tuoteseloste, jotta suositeltavia ja ympäristön kannalta turvallisiksi arvioituja raskasmetallipitoisuuksia ei ylitettäisi. Metsätuhkan sisältämät ravin-teet ja raskasmetallipitoisuudet on tiedettävä aina ennen levitystä myös oikean levitysmäärän arvioi-miseksi.

Lannoitteet levitetään ainoastaan sulan maan aikana tuhkaa lukuun ottamatta. Nitraattityyppä sisäl-tävät lannoitteet levitetään kevätkesällä.

Lannoitteiden leviämisen tasaisuutta ja tarkkuutta suositellaan seurattavaksi näytesuppiloiden avulla punnitusmenetelmää käyttäen. Samoin toimitaan käytettäessä tuhkaa lannoitteena. Erityisesti tämä seuranta on vesiensuojelun kannalta tarpeen lentolevityksessä.

Yhteenveto lannoituksen vesiensuojelusta

- Maakone- ja lentolevityksessä on huolehdittava, ettei lannoitetta levitetä vesistöihin
- Purojen ja lähteiden läheisyydessä huomioitava pintavesien purkautumissuunta ja maas-ton kaltevuus
- Lentolevityksessä:
- Levitysajankohdan tuuliolosuhteiden pitää olla sellaiset, ettei lannoitetta joudu levityk-sessä vesistöön
- Lentolevitys tehdään ojien suunnan mukaisesti
- Sivutuuli on huomioitava erityisesti ojien suuntaisissa levityksissä

5 Kunnostusojitus

Kunnostusojituksessa alueen vesitaloutta pyritään suuntaamaan puuntuotannon kannalta optimaaliseksi. Samalla huolehditaan vesiensuojelusta. Ensisijainen vesiensuojelun tavoite on vähentää ojien syöpymistä mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi huolehditaan, ettei kunnostusojituksella vähennetä pohjavesiesiintymien antoisuutta tai muutoin huononnetta niiden käyttökelpoisuutta. Kohteen kunnostusojituskelpoisuus määritetään aina jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Yksittäisen kohteen kunnostusojituskelpoisuuteen vaikuttaa myös kunnostettavan alueen kokonaistilanne.

Kunnostusojitus vaikuttaa puuston kasvuun vesitalouden kautta mutta nopeuttaa myös ravinteiden vapautumista turpeesta. Kunnostusojituksen seurauksena kiintoaine ja ravinnepitoisuudet voivat kohota valumavesissä. Huuhtoutuvat aineet ovat peräisin osittain pohjavesistä ja ympäröiviltä kangasmailta. Fosforin huuhtoutumisen lisääntyminen liittyy kiintoainehuuhtoutuman väliaikaiseen kasvuun, sillä pääosa fosforista on sitoutuneena hienoon kivennäismaa-ainekseen, erityisesti savekseen.

Kunnostusojituksen aiheuttama kuormituksen lisääntyminen on suurimmillaan noin kahden vuoden ajan toimenpiteen jälkeen. Kiintoaineen huuhtoutuminen on vähintään yhtä suurta kuin aikanaan uudisojituksessa, joskus jopa suurempaakin. Kunnostusojitusta suunniteltaessa syöpymis- ja lietty-misherät kohdat voidaan todeta vanhojen uomien muodonmuutoksista.

Uudisojituksen jälkeen tapahtunut turvekerroksen ohentuminen lisää kunnostusojituksessa ojien syöpymisalttiutta, koska aiempaa suuremmalla osalla ojaverkostoa kunnostusojat ulottuvat kivennäismaahan saakka.

Kunnostusojitus pienentää lähes aina valumaveden happamuutta. Vaikutus kestää noin kymmenen vuotta. Rehevillä, runsasrikkisillä soilla tai rannikkoseutujen happamien sulfaattimaiden alueilla kuivatuksen ulottuminen syvemmälle saattaa kuitenkin johtaa valumavesien voimakkaaseen happamointumiseen.

Ravinteiden ja huuhtoutumisen vähentäminen

Kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumista kunnostusojituksessa vähennetään jättämällä syöpyvillä alueilla ojat perkaamatta tai hidastamalla veden virtausta niissä siten, ettei eroosiota tapahdu. Vesiensuojelurakenteet mitoitetaan ja sijoitetaan ojitusalueelle siten, että ne estävät kiintoaineen liikkeellelähdon tai pysäyttävät huuhtoutuneen kiintoaineen tehokkaasti ojitusalueelle.

Ojien kaivaminen ajoitetaan mahdollisuuksien mukaan vähäsateiseen ajankohtaan, sillä ojissa virtaavan veden määrä vaikuttaa merkittävästi huuhtoutuvan kiintoaineen ja ravinteiden määriin (kuva 33).

Kunnostusojituksella pyritään siihen, että pohjaveden pinta olisi kasvukauden aikana 30–50 senttimetrin syvyydellä, jolloin kuivatusteho on riittävä.

Kunnostusojituksessa käytettäviä vesiensuojelumenetelmiä

- Toimenpiteen ajankohdan oikea valinta
- Suojakaistat
- Hyvä ojituksen suunnittelu
- Kaivu- ja muokkaussyvyyden säätö
- Perkaus- ja kaivukatkot
- Ojituskohteen valinta
- Lietekuopat
- Laskeutusaltaat
- Pintavalutus
- Kosteikot
- Pohja- säätö- setti- ja putkipadot
- Tarvittaessa toteutuksen jaksotus usealle vuodelle.

5.1 Eroosion vähentäminen

Kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumisriski on usein suurimmillaan kunnostusojituksen jälkeisenä keväänä. Huuhtoutumista saattaa olla runsaasti myös kaivukesän syksyllä ja kesäajan valumien aikana. Sen jälkeen kiintoaineen huuhtoutuminen vähenee yleensä merkittävästi jo muutamien vuosien kuluessa. Eroosio voi kuitenkin jäädä kaivun aikaiselle tasolle tilanteissa, joissa maalaji on hienojakoista ja lajittunutta sekä ojan vesimäärä suuri. Savimaalla ojien reunat eivät sorru. Hiesua ja hienoa hietaa sisältävillä mailla sen sijaan ojien reunat voivat sortua ja valua ojaan aiheuttaen siten maa-aineksen kulkeutumista veden mukana.

Ojaeroosion vähentäminen edellyttää kaivettaessa todennäköisesti syöpyvien ojien tunnistamista suunnitteluvaiheessa. Ojien eroosioalttiuteen vaikuttavia tärkeimpiä ominaisuuksia ovat maalaji, vesimäärä sekä ojan pohjan kaltevuus. Vesimäärä ja ojan pohjan kaltevuus vaikuttavat veden virtausnopeuteen ojassa. Täten suuri virtausnopeus lisää ojan eroosioalttiutta sekä veden kykyä kuljettaa huuhtoutunutta ainesta mukanaan.

5.2 Valunta

Kunnostusojituksen vaikutus valuntaan riippuu ainakin osittain perattavien ojien ja täydennysojien määrän välisestä suhteesta ojitusalueella. Jos kunnostusojitukset ovat pääosin vanhojen ojien perkausta, vaikutus virtaamahuippuihin on yleensä vähäinen. Ojien perkauksen ei ole todettu lisäävän myöskään ylivalumaa, mutta sillä saatetaan lisätä sateettomien ajanjaksojen valumaa eli alivalumaa. Täydennysojitus sen sijaan saattaa kasvattaa valuntahuippuja, koska alueen ojatiheys kasvaa, jolloin pintavesien virtaus ojiin nopeutuu.

5.3 Kunnostusojituskelpoisuuden määrittäminen

Kunnostusojituskohteet valitaan kunnostusojitustarpeen sekä puuntuotannollisen kunnostusojituskelpoisuuden perusteella. Kunnostusojitustarve arvioidaan puuston kasvulle riittävän kuivatustilan-teen perusteella ja kunnostusojituskelpoisuus ojituksen taloudellisen kannattavuuden perusteella. Kannattavuuden arvioinnissa huomioidaan kasvupaikan ravinteisuus, lämpösumma ja alueella kasva-
van puuston määrä. Kitu- ja joutomaita ei kunnosteta.

Maastossa tarkastellaan silmävaraisesti ojien kuntoa, suokasvillisuuden esiintymistä, puiden kasvua ja elinvoimaisuutta. Kunnostusojitustarve on ilmeinen, jos ojat ovat tukkeutuneet tai kasvaneet um-
peen ja puuston kasvu on taantunut maaperän liiallisen märkyyden vuoksi. Lisääntynyt suokasvilli-
suus on usein merkinä ojien heikosta kuivatustehosta.

Ojituskelpoisuus arvioidaan turvekangastyyppien perusteella. Turvekangastyyppien tunnistaminen on tärkeää, sillä osa turvemaatyypeistä on alttiita ravinnetalouden epätasapainolle, jota tulee hoitaa terveyslannoituksin, mikäli alue suunnitellaan kunnostusojitettavaksi.

Kunnostusojitus suositellaan sovitettavaksi yhteen hakkuiden sekä metsänhoitotoimenpiteiden kanssa vesiensuojelun edistämiseksi. Koko ketju suositellaan tehtäväksi kerralla kaikki tarpeelliset toimenpiteet käsittävänä suometsänhoitohankkeena. Uudistettavaa tai lähellä uudistuskypsyyttä ole-
vaa puustoa kasvavien ojitusalueiden kunnostusojitus pyritään ajoittamaan metsikön uudistamisajan-
kohtaan. Tällöin ojituskelpoisuuden arvioinnissa huomioidaan kohteen jatkoinvestointikelpoisuus
metsänhoitosuosituksen mukaisesti huomioiden muun muassa puuston siihenastinen kasvu.

Kunnostusojituskelvottomat metsikkökuviot ja luonnonhoidolle arvokkaat alueet rajataan kunnostus-
ojitustoimenpiteiden ulkopuolelle. Pienvesien lähimmät ojat suositellaan tukittavaksi, jos ojilla on
vaikutusta pienveden vesitalouteen. Arvokkaiden elinympäristöjen suoja-alueella ei kaivettuja ojia
kunnosteta ja tarvittaessa tukitaan vanhat kuivattavat ojat. Suon reunalla kunnostettava oja suositel-
laan kaivettavaksi riittävän kauas turvemaan puolelle, jotta vesien kulkua kivennäismaalta suon luon-
taiselle vaihtumisvyöhykkeelle ei estetä.

Happamilla sulfaattimailla vältetään kaivamasta alkuperäistä ojitusvyöhytystä syvemmälle.

Kunnostusojittamatta suositellaan jätettäväksi:

- alueet, joilla ojat syöpyvät jatkuvasti
- vesiensuojelutarkoituksiin, esimerkiksi pintavalutuskenttinä, käytettävät alueet
- vesistöjen tulva-alueelle kaivetut ojat
- metsänhoitosuosituksissa luetellut metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt.
- vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet (luokka 1) ja muut vedenhankintakäyt-
töön soveltuvat pohjavesialueet (luokka 2), mikäli ojat jouduttaisiin kaivamaan turveker-
roksen alla olevaan kivennäismaakerrokseen alkuperäistä ojitusvyöhytystä syvemmäksi
- Kunnostusojitusalueen ulkopuolelle rajataan metsälain 10 §:ssä ja luonnonsuojelulaissa
suojellut kohteet.

Aiemmin ojitetuilla turvepintailla pohjavesialueen osilla voidaan usein perata ojia aiheuttamatta
pohjavesihaittoja, kun perkausta ei uloteta alkuperäistä kuivatussyöpytystä syvemmälle. Tällöin varmis-
tetaan, että vanha kuivatus ei ole aiheuttanut pohjaveden purkautumista. Mikäli ojitusvyöhyden

lisääminen kuitenkin olisi välttämätöntä vesien johtamisen takia, varmistetaan maaperäselvityksiin perustuvalla asiantuntija-arviolla, että pohjaveden purkaantumista syvennettäviin ojiin ei voi tapahtua. Arviointiapua voi kysyä esimerkiksi alueellisesta ELY-keskuksesta. Lisäksi olisi perusteltua selvittää mahdollinen paineellisen pohjaveden esiintyminen.

Mikäli kunnostusojitukseen kuuluu pohjavesiluokkaan E kuuluvia alueita, lähialueilla saattaa olla muuhun lainsäädäntöön perustuvia suojelukohteita, kuten esimerkiksi vesilain 2 luvun 11 §:n nojalla suojeltuja pienvesiekosysteemejä. E-luokituksen tarkoitus on informoida pohjavesialueesta riippuvaista ekosysteemiä koskevasta muuhun lainsäädäntöön perustuvasta suojelusta. Asiasta kannattaa olla yhteydessä paikalliseen ELY-keskukseen.

Kunnostusojitusalueelta vesiä poisjohtavat laskuojat voidaan kaivaa ojituskelvottoman alueen kautta tai ojituskelvottomalla alueella olevat laskuojat voidaan perata, mikäli se on veden poisjohtamisen kannalta tarpeellista.

Erityisesti soidensuojelualueen ympäristössä toimittaessa on tarpeen selvittää suon valuma-alue-ekologia tarvittaessa erityisasiantuntijan apua käyttäen.

5.4 Kunnostusojitusta edeltää hyvä suunnittelu

Kunnostusojituksen suunnittelu aloitetaan vesiensuojelusta ja vesien johtamisesta. Suunnittelun aikana valitaan perattavat ojat sekä suunnitellaan tarvittavat täydennysojat. Kuivatustarpeen lisäksi ojituksen suunnittelijan tulee tunnistaa eroosiolle alttiit ojat. Tämä edellyttää valuma-alueiden määrittelyä ja tietoa alueen maalajeista sekä ojien kaltevuussuhteista. Eroosioalttiisuus voi vaihdella merkittävästi eri osissa ojitusaluetta tai jopa yksittäisen ojan sisällä. Eroosioalttiuden arvioimisessa voidaan hyödyntää liitteen 2 taulukkoa, jossa on kuvattu perattavan ojan suurin suositeltava kaltevuus valuma-alueen pinta-alan sekä maalajin perusteella.

Eroosioalttiuden arvioimisessa sekä muiden suunnittelussa tarvittavien tietojen tuottamisessa voidaan hyödyntää paikkatieto-ohjelmia ja avoimia paikkatietoaineistoja, joiden avulla voidaan analysoida tehokkaasti mm. maanpinnanmuotoja, vesimääriä ojastossa sekä maalajien vaikutusta eroosioon.

Sellaisilla osilla ojastoa, jossa eroosiota arvioidaan tapahtuvan, ensisijaisena vesiensuojelukeinona on syöpyvän ojan jättäminen perkaamatta. Jos ojan perkaaminen on kuitenkin välttämätöntä, selvitetään eroosioalttiuteen vaikuttavat ojan ja valuma-alueen ominaisuudet.

Vesiensuojelukeinojen suunnittelun lähtökohtana on parhaan käyttökelpoisen vesiensuojelutekniikan soveltaminen alueella. Erityisen tärkeää on selvittää heti suunnittelun alussa ojitusvesien purkukohden ja sopivien pintavalutusenttien ja laskeutusaltaiden sijainti. Vesiensuojelurakenteiden suunnittelu ja niiden sijoittaminen ojitusalueelle edellyttää valuma-alueiden määrittelyä jo ennen varsinaisten mitoituslaskelmien laatimista.

Ojien perkaustarve arvioidaan ojan tehtävän perusteella. Kuivatusojien tavoitteena on kuivattaa niiden välitöntä lähiympäristöä. Nykykäytännön mukaisesti kuivatusojina toimivia sarkaojia kaivetaan keskimäärin 40 metrin välein. Täydennysojitus sarkoja halkomalla tulee kyseeseen yleensä silloin, kun ojien välinen etäisyys (saran leveys) on yli 60 metriä. Sarka voidaan halkaista myös savimaasoistumilla ja normaalia heikommin vettä läpäisevillä maaperillä. Kunnostusojituksessa ei ojitusalueen pinta-alaa kuitenkaan kasvateta.

Täydennysojituksessa voidaan vanhat ojat jättää perkaamatta ja kaivaa vain niiden välille uusi oja. Näin suositellaan tehtäväksi silloin, jos kunnostusojituskohteilla saran keskiosan puusto on selvästi ojanvarsiapuustoa pienempää ja se kasvaa ojanvarsiapuustoa harvemmassa. Tällöin perkaamattomien ojanvarsien puustot suositellaan käsiteltävän puuston hoitotarpeesta riippuen.

Ojaverkosto sijoitetaan alkuperäiseen verkostoon nähden uudelleen, mikäli ojitetun alueen kuivatusolosuhteet ovat muuttuneet tai vanhassa ojituksessa ojat on suunniteltu virheellisesti joko suoraan pääkaltevuuden suuntaisesti tai täysin kohtisuoraan pääkaltevuutta vastaan. On kuitenkin syytä todeta, että pääkaltevuuden suuntainen ojasto on edelleen tarkoituksenmukaisin, mikäli alueen kaltevuus on pieni.

Kuivatusojien perkaustarve arvioidaan metsänkäsittelykuvioittain, jolloin huomioidaan ojien kuivatusteho, hakkuutarpeet sekä hakkuun jälkeen jäljelle jäävän puuston haihduttava vaikutus. Soistuneilla kankailla ja turvekankailla huomiota kiinnitetään kenttäkerroksen rahkasammalten määrään, joiden suuri peittävyys voi kertoa uudelleen alkaneesta soistumisesta.

Kokoojajolla kootaan ja johdetaan tietyn sarkaojien muodostaman aluekokonaisuuden vedet laskuojaan. Laskuojalla johdetaan vedet pois kunnostusojitusalueelta.

Laskuojat perataan vain siltä osin, kuin se on tarpeellista kuivatusojien riittävän kuivatussyvyyden aikaansaamiseksi kasvukauden aikana. Aina kun kaltevuuden ja veden virtausolosuhteiden puolesta on mahdollista, laskuoja jätetään kokonaan perkaamatta tai perataan vain osittain, taikka ojien perkaus tehdään 1–2 vuoden kuluttua sarkaojien kaivamisen jälkeen.

Laskuojaksi luokitellun ojan perkaustarvetta ei arvioida ojan kuivatukseen vaikuttavien ominaisuuksien, kuten syvyyden tai kasvillisuuden perusteella. Myöskään laskuojan vedenjohtokyvyn riittävyyttä ei arvioida hetkellisten virtaamahuippujen näkökulmasta. Vesi voi nousta tilapäisesti laskuojissa ja kuivatusojissa tulva-aikoina, kunhan vedenpinnan nousu ei ole kuivatusojissa pysyvää.

Laskuojien perkaustarvetta arvioidaan erityisen kriittisesti, sillä laskuojien kuivatusojia suurempi vesimäärä lisää niiden eroosioalttiutta ja hidastaa ojan pohjaa ja luiskia sitovan kasvillisuuden syntymistä ojan perkauksen jälkeen. Maastossa tulee kiinnittää huomioita edellisen ojituksen jälkeisiin mahdollisiin merkkeihin eroosiosta, jotka näkyvät uoman poikkeavana kokona. Oja voi olla esimerkiksi muita alueen ojia huomattavasti syvempi ja leveämpi. Matala, mutta pohjaltaan leveä ja tasainen laskuoja voi kertoa luiskien sortumisesta tai eroosiosta yläpuolisessa ojastossa.

Kunnostusojituksessa vesistöön johtavat vanhat ojat jätetään perkaamatta muutaman kymmenen metrin matkalta ennen vesistöä. Suojakaistalla olevat vanhat ojat padotaan oikovirtausten estämiseksi. Vesi ohjataan suojakaistalle kääntämällä ojia vanhan uoman ulkopuolelle. Ojat tulisi sijoittaa niin kauas vesistöstä, että niiden pohja jää keskivedenkorkeuden yläpuolelle. Tällöin vesi ei pääse nousemaan niihin vesistön vedenpinnan korkeuden vaihdellessa.

5.4.1 Ojien kaivussyvyys

Kunnostusojituksella pyritään siihen, että pohjavesipinta olisi puiden kasvukauden aikana 30–50 cm:n syvyydellä. Tällöin kuivatusojien syvyys voi olla 60–110 cm. Ojasyvyyteen vaikuttavat lähinnä maalaji ja turpeen paksuus sekä maaston kaltevuus ja kaltevuuden vaihtelut (liite 2).

Kuivatustarpeeseen nähden liian syviksi kaivetuilla ojilla heikennetään maaston kulkukelpoisuutta sekä vähennetään pintavalutukseen perustuvien vesiensuojelumenetelmien käyttömahdollisuuksia.

Tarpeeseen nähden liian syvillä ojilla vähennetään myös luonnonmukaisen vesirakentamisen keinojen käyttömahdollisuuksia. Mikäli maalaji on helposti routivaa ainesta, ojat kaivetaan loivaluiskaisiksi. Ojien kaivusvyödyt merkitään suunnitelmaan.

5.4.2 Ojituksen toteutusjärjestys

Suunnittelun aikana määritellään ojituksen toteutusjärjestys. Pintavalutuskentät ja laskeutusaltaat suositellaan tehtäväksi ennen kuivatusoja. Ojien kaivu pyritään ajoittamaan kesäkauteen, jolloin veden virtaama on pienimmillään ja ojien syöpymisriski vähäisempi kuin kevään tai syksyn runsasvetisinä ja sateisina aikoina. Kiintoaineen huuhtoutumista voidaan vähentää, kun ojien kaivu aloitetaan kunnostusojitusalueen latva- ja ojista. Laskuojien kaivu ajoitetaan viimeiseksi. Sen paras ajankohta on muuta ojitusta seuraava vuosi.

Mikäli valuma-alueella on laajoja ojituksia, niiden toteuttaminen pyritään ajoittamaan usean vuoden ajalle. Ojien kaivu- sekä vesiensuojelurakenteiden toteutusjärjestys merkitään suunnitelmaan, samoin kuin ojien kaivamisen mahdollinen jaksottaminen.

Maastosuunnittelussa huomioidaan ja merkitään kunnostusojitus suunnitelman liitteenä olevaan karttaan:

- kunnostusojituskelpoisen alueen laajuus ja raja-
aus
- maaperän ominaisuudet, maaston kaltevuussuhteet, vesien johtaminen alueelta vesistöön
- vesiensuojelun edellyttämät toimenpidetarpeet
- kunnostusojitusalueilla mahdollisesti olevat metsälain mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt ja luonnonsuojelulain suojellut luontotyytit ja niiden ominaispiirteiden säilymisen edellyttämät toimenpiteet
- alueella tarvittavat muut metsänhoito- ja hakkuutarpeet
- pienvedet, pinta- ja pohjavesien suojelun edellyttämät toimenpidetarpeet

5.4.3 Maastomerkinnät ja mittaukset

Ojalinjat ja tarvittavat vesiensuojelutoimenpiteet merkitään kartalle ja maastoon selkeästi ojalinjahakkuita ja ojankaivamista varten. Perattavat ojat merkitään alku- ja loppupaaluin sekä tarvittaessa kuitunauhoin. Täydennysojat merkitään linjakepein ja -paaluin. Maastomerkinnöistä voidaan luopua, mikäli tieto kaivettavista ojista tallennetaan paikkatiedoksi suunnittelun yhteydessä ja tallennettu tieto on myöhemmin käytettävissä sähköisessä muodossa myös hakkuiden ja ojan kaivun aikana.

Uudis- ja kunnostusvaiheissa ilmenneet eroosioherkät kohdat ovat kunnostusojituksen maastosuunnittelussa yleensä helposti nähtävissä. Tällaisilla kohdilla vältetään ojien perkaamista. Turpeen painumisen myötä kunnostusojat ulottuvat aiempaa useammin turpeen alla olevaan kivennäismaahan, jolloin on mahdollista, että syöpyminen lisääntyy. Eroosio- ja liettymisongelmien on todettu olevan suurimmillaan kokooja-, veto- ja laskuojissa, joissa veden virtaama on suuri.

Turpeen paksuus ja sen alla olevan kivennäismaan ominaisuudet selvitetään maastosuunnittelun yhteydessä vanhojen ojien pohjista. Työvälineeksi suositellaan russia, jossa on ura kivennäismaalajin selvittämistä varten. Vesiensuojelun kannalta on tärkeää selvittää erityisesti ojitusalueen vielä

havaitsemattomat eroosioherkät kohdat. Rassauspisteverkon tulee olla riittävän tiheä, jotta saadaan luotettava kuva kunnostusojitusalueen maalajijakaumasta.

Apuna kunnostusojituksen suunnittelussa voidaan hyödyntää paikkatietojärjestelmillä tuotettuja aineistoja. Veden virtausreitit, vesimääriä sekä ojien eroosioherkkyyttä kuvaavat teemakartat auttavat maastosuunnittelun suuntaamisessa sekä huomion kiinnittämisessä vesiensuojelun kannalta olennaisiin seikkoihin.

Jos nähdään välttämättömäksi suunnitella ojitusta pohjavesialueen vaikutuspiiriin, voidaan kuivatuksen suunnittelua ja vaikutusten arviointia varten tarvita lisäksi tieto ylimmän pohjavesipinnan korkeudesta.

Laskeutusaltaiden kaivussa ja tyhjennyksessä kertyvän maa-aineksen läjitysalueen paikat merkitään maastoon tai tieto on oltava käytettävissä muulla tavoin, jotta puusto voidaan etukäteen poistaa riittävän laajasti ojalinjahakkuiden yhteydessä. Laskeutusaltaiden kaivumaille ja tyhjennyslietteelle suositellaan varattavaksi kolminkertainen pinta-ala laskeutusaltaan pinta-alaan verrattuna.

Kaivukatkot ja pintavalutuskentät merkitään maastoon, jotta niillä ei liikuta koneilla ojitusalueella tehtävien töiden yhteydessä. Laskeutusaltaista ja pintavalutuskentistä laaditaan tarvittaessa selkeä, yksityiskohtainen mittakaavaan piirretty rakennepiirros ohjeeksi työn toteuttajalle.

Vaaituksia tehdään tarpeen mukaan vesien pois johtamisen ja alueen kaltevuussuhteiden selvittämiseksi. Pienimuotoisia pintavalutuskenttiä lukuun ottamatta pintavalutuskentän suunnittelu vaatii yleensä vaaituksia kentän tehokkaan toimivuuden ja hyötyalan arvioimiseksi.

Laserkeilaukseen perustuvien korkeusmallien parantunut tarkkuus tehostaa ojitusten suunnittelua vähentämällä maastossa tehtävien mittauksen tarvetta. Korkeusmalleja voidaan hyödyntää esimerkiksi ojien suuntaamisessa, kaivukatkojen sekä pohja- tai putkipatojen paikkojen suunnittelussa, sopivien pintavalutuskenttä- tai kosteikkokohteiden etsimisessä sekä suojakaistojen leveyksien määrittämisessä ja laskeutusaltaiden sijoittamisessa.

Maastossa tarkennetaan kartalle kunnostusojitusalueen raja- ja vesien poisjohtaminen ojitusalueelta sekä suunnitellaan vesiensuojeluratkaisujen paikat. Samoin suunnitellaan alueella tarvittavat kulkuyhteydet ja alueelle mahdollisesti tehtävät piennartiet sekä muut kulkuyhteyksiä parantavat ratkaisut, kuten rummut ja luiskaukset.

5.4.4 Kunnostusojituksen toteutus

Työn toteuttajan kanssa sovitaan kunnostusojituksen työmäärästä, työskentelytavasta, kaivutyön ajoittamisesta ja hinnasta. Lisäksi sovitaan valtuuksista, vastuusta ja menettelytavoista, mikäli kaivutyössä tapahtuisi pienvesille, vesistöille tai pohjavesille vahinkoja tai aiheutettaisiin muuta vahinkoa eikä työn teettäjä ole paikalla.

Työn teettäjä varmistaa ennen kaivutyön aloittamista, että suunnitelmassa avattavaksi aiotut ojalinjat on aukaistu ja että sovitut hakkuu- ja metsänhoitotyöt on tehty alueella. Hän myös varmistaa, että tarvittavat ojitusluvut on hankittu ja selvittää niihin liittyvät ehdot toteuttajalle.

Kaivuriyrittäjän muistilista

Vesiluonnonsuojelun kannalta on tärkeää, että

- kunnostusojitus suunnitelmaan merkittyjä ohjeita ja työn teettäjän antamia työmaakohtaisia ohjeita noudatetaan
- Mikäli toteutuksen aikana havaitaan tarve poiketa suunnitelmasta esimerkiksi vesiensuojelullisista syistä, ilmoitetaan poikkeamistarpeesta työn teettäjälle tai suunnittelijalle
- suunnitellut vesiensuojelurakenteet tehdään mahdollisuuksien mukaan ensin
- eroosioherkkien ja muiden teknisesti vaikeiden kohteiden kaivu ajoitetaan mahdollisimman kuivaan ajankohtaan
- luonnontilaisten tai luonnontilaisten kaltaisten purojen tai pienvesien ylityksiä vältetään; purot ja norot ylitetään vain merkityistä kohdista sekä lähteet ja hetteet kierretään riittävän kaukaa
- ojien ylityspaikat puhdistetaan käytön jälkeen
- koneella ei liikuta pintavalutukseen varatuilla alueilla eikä vesistöjen suojakaistoilla
- jäteöljyt viedään pois metsästä asianmukaisesti hävitettäväksi
- työn teettäjään tai suunnitelman laatijaan otetaan yhteys, mikäli huomataan sellaisia vesiensuojeluun liittyviä puutteita, joita ei pystytä itse korjaamaan.

6 Metsänparannustoiminnan laadun seuranta ja omavalvonta

Useassa metsäorganisaatiolla on käytössään laatu- ja ympäristöjärjestelmä. Se edellyttää, että toiminnassa noudetaan sovittuja organisaation toiminta- ja työohjeita sekä ympäristöperiaatteita. Laatu- ja ympäristöjärjestelmään liittyy myös jatkuva toiminnan kehittäminen. Organisaation eri tasojen itsensä tekemällä omavalvonnalla saadaan tietoa mahdollisista toiminnassa olevista parannustarpeista.

Metsäojitusten vesiensuojelussa metsäorganisaatioiden itsensä suorittamalla järjestelmällisellä metsäojitusten laadun seurannalla organisaatio voi nopeasti reagoida mahdollisiin epäkohtiin ja tehdä korjaavat toimenpiteet omiin ohjeisiinsa. Omavalvontaan liittyvät tarkastukset täydentyvät MMM:n määräämillä tarkastuksilla, metsäsertifioinnin vaatimilla vuosittaisilla auditointituloksilla ja ELY-keskusten tekemillä tarkastuksilla. Hyvällä omavalvonnalla voidaan vähentää joko viranomaisseurannassa tai muutoin esille tulevia ongelmia ja niistä aiheutuvaa lisätyötä.

6.1 Luonnonhoidon laadunarviointi

Talousmetsien luonnonhoito ymmärretään tavallisimmin joukkona toimenpiteitä, joilla turvataan metsien käytön ekologinen kestävyys. Luonnonhoidon laadunseuranta aloitettiin vuonna 1995. Järjestelmä kehitettiin Tapion metsätalouden ympäristöryhmässä yhteistyönä metsätalouden organisaatioiden kesken.

Suomen metsäkeskus vastaa yksityismetsien maastoarvioinneista. Metsähallitus ja metsäteollisuusyhtiöt toteuttavat vastaavaa seurantaa hallinnoimissaan ja omistamissaan talousmetsissä. Vuosittain yksityismetsissä ja metsäyhtiöiden omistamissa metsissä on arvioitu olevan noin 1200 uudistushakkuualaa eli pinta-alallisesti noin 1–2 prosenttia vuosittaisesta kokonaisuudistushakkuualasta.

Seurannassa kerätään tietoa muun muassa arvokkaiden luontokohteiden esiintymisestä ja säilymisestä hakkuissa sekä monimuotoisuuden vuoksi säästetyn puuston määrästä ja laadusta. Lisäksi tietoa kerätään vesiensuojelun, maanmuokkauksen, energiapuun korjuun ja maisemanhoidon laadusta sekä luonnonhoidon kustannuksista.

Arviointiaineiston otanta kohdistuu uudistushakkuualoille, koska uudistushakkuiden vaikutukset luontokohteiden ominaispiirteiden säilymisen sekä vesiensuojelun ja maisemanhoidon kannalta ovat kasvatushakkuita selvästi merkittävämpiä. Arvioitavat kohteet valitaan otannalla metsänkäyttöilmoituksista.

Luonnonhoidon laadun seurannan tavoitteet:

- tuottaa palautetta tehdystä työstä käytännön toimijoille organisaatioiden eri tasoille (puunjuurelta johtoportaan ja leimikkotasolta valtakunnantason yhteenvetoihin)
- todentaa, kuinka luonnonhoidon ohjeet ja normit toteutuvat uudistushakkuualojen metsänhoitotoimenpiteissä
- tukea metsätalouden ympäristöviestintää
- olla osa PEFC ja FSC-metsäsertifioinnin tiedonkeruujärjestelmiä.

6.2 Kunnostusojituksen laadunseuranta

Metsäkeskus seuraa kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisen kunnostusojituksen työn laatua otannalla tehtävin maastotarkastuksin. Yhtenäisellä tarkastus- ja arviointimenetelmällä saadaan aiempaa parempaa tietoa kunnostusojitushankkeiden suunnittelun ja toteutuksen laadusta, vesien-suojelun onnistumisesta sekä kunnostusojituksen ympäristövaikutuksista. Tarkastus perustuu hankekohtaiseen otantaan. Otantatarkastuksessa arvioidaan kunakin vuonna valmistuneita ja valmistuvia kunnostusojitushankkeita.

Hankkeen arviointi perustuu koeala-arviointiin. Pienillä hankkeilla koealaotanta voi kohdistua koko hankkeen alueelle. Suurilla hankkeilla ja hajallaan olevista käsittelykuvioista koostuvilla hankkeilla tarkastus kohdistuu vain osaan hankkeesta.

Kunnostusojituksen työn laadun jatkuvan kehittämisen päämääränä on, että tuotteen ja palvelun laatu vastaa tilaajan odotuksia ja täyttää kunnostusojitusta koskevan metsä-, ympäristö- ja vesilainsäädännön ja määräysten sekä muiden sopimusten edellytykset.

Kunnostusojituksen suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden osaamista kehitetään ja pidetään yllä jatkuvalla koulutuksella. Samoin on tärkeätä pitää kunnostusojituksen suunnittelua ja toteutusta koskevat suositukset ja ohjeet ajan tasalla. Työnlaadun seurannasta kertyvä aineisto on erinomainen väline tässä työssä. Ojituksen suunnittelijoilta ja urakoitsijoilta kerätään myös palautetta kunnostusojituksen eri työvaiheissa ilmenneiden ongelmien välitöntä poistamista varten.

6.3 Kunnostusojituksen vastuut ja valvonta

Kunnostusojitushankkeen suunnittelijan tulee selvittää ojituksen mahdolliset ympäristöhaitat ja suunnitella toimenpiteet niiden vähentämiseksi. Hän myös tarkistaa ja tarvittaessa varmistaa metsä- ja ympäristöviranomaisilta alueen mahdolliset metsälain, luonnonsuojelulain ja vesilain mukaiset erityiskohteet sekä hoitaa ojituksen ennakkoilmoituksen ELY-keskukseen vesilain ja vesitalousasetuksen mukaisesti.

Lähtökohtana on, että kunnostusojitustyö tehdään laaditun suunnitelman mukaisesti. Suunnitelmasta poikkeaminen voi vaikuttaa muun muassa vastuukysymyksiin mahdollisissa vahinkotapauksissa. Mikäli työn toteuttaja havaitsee perusteltuja syitä poiketa suunnitelmasta, hän ottaa ennen muutosta yhteyden työn teettäjään.

Kunnostusojitussuunnitelmaan työn aikana tehdyt muutokset tulee kirjata hankkeeseen liittyviin asiakirjoihin.

Itse kunnostusojituksen kannalta on tärkeätä, että tieto huomioon otettavista metsä-, luonnonsuojelu- ja vesilain mukaisista erityiskohteista välittyy ojituksen toteuttajalle.

Työn suunnittelija ja toteutusorganisaatio vastaavat suunnittelussa ja toteutuksessa ympäristövahingoista ja haitoista. Muutoin vastuu kunnostusojituksesta aiheutuneista vesistöhaitoista on pääsääntöisesti hyödynsaajilla tai ojitusta varten perustetulla ojitusyhtiöllä.

7 Käsitteiden määrittely

Hapan sulfaattimaa: Tyypillistä happamuus ja tavanomaista suurempi rikkipitoisuus. Näiden maiden syvemmissä kerroksissa on sulfidia, joka joutuessaan tekemisiin esim. ojituksen seurauksena ilman hapen kanssa hapettuu sulfaatiksi. Samalla vapautuu vetyioneja (H^+), ja lopputuloksena syntyy rikkihappoa (H_2SO_4). Suurin osa sulfaattimaista sijaitsee rannikolla alle 60 m korkeudella merenpinnasta, mutta paikoitellen niitä on myös alueilla, jotka ulottuvat 100 m:n korkeudelle asti merenpinnasta.

Pohjavesialue:

1 luokka vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, jonka vettä käytetään tai jota on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin keskimäärin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin

2 luokka muu vedenhankintakäyttöön soveltuva pohjavesialue, joka pohjaveden antoisuuden ja muiden ominaisuuksiensa perusteella soveltuu 1 kohdassa tarkoitettuun käyttöön

E-luokka ELY-keskuksen luokitteleva pohjavesialue, jonka pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen

Kaivukatko, ojakatko: Ojaan jätettävä kaivamaton osuus. Kaivukatkoja jätetään syöpyviin kohtiin ojien tai syöpyvien kohtien jälkeen siten, että ne nostavat veden pintaa ojassa ja hidastavat virtausnopeutta. Kaivukatkon pituus voi vaihdella muutamasta metrillä kymmeneen metriin.

Kosteikko: Metsätalouden vesiensuojelussa kosteikolla tarkoitetaan kaivamalla tai patoamalla tehtyä osittain avovesipintaista syvän ja matalan veden alueita käsittävää vesiensuojelurakennetta. Kosteikon tavoitteena on pidättää metsänkäsittelyalueelta metsätaloustoimenpiteiden seurauksena vapautuvaa kiintoainetta sekä mahdollisesti myös ravinteita. Kosteikolla voi vesiensuojelun ohella olla luonnon monimuotoisuutta lisäävää vaikutusta tai riistanhoidollista merkitystä.

Laskeutusallas: Ojastokohtainen vesiensuojelurakenne, jonka toiminta perustuu veden mukana kulkeutuvan kiintoaineen laskeutumiseen altaan pohjalle painovoiman vaikutuksesta. Laskeutusaltaat mitoitetaan yleensä vesimäärän perusteella ja ne soveltuvat karkean ja keskikarkean kiintoaineen pidättämiseen.

Lietekuoppa: Tilavuudeltaan 1–2 kuution kokoisia ojan syvennyksiä, jotka keräävät karkeaa kiintoainetta. Lietekuoppia suositellaan rakennettavaksi n. 100 metrin välein sekä ennen jokaista ojan risteystä

Navero: Matala, kivennäismailla 20–30 cm syvä vako. Sillä ei johdeta uudistusallalta vettä pois, joten kuivatusvaikutus on vähäinen. Kaivumaat käytetään istutusmättäiden tekoon.

Pienvedet: Vesistön käsitteen ulkopuolelle jäävät vesistöä pienemmät vedet. Tällaisia ovat myös norot, ojat ja lähteet. Norolla tarkoitetaan puroa pienempää virtaavan veden uomaa, jossa ei jatkuvasti virtaa vettä, ja jossa kalan kulku ei ole merkittävässä määrin mahdollista.

Pintavalutuskenttä: Metsätalouden vesiensuojelussa pintavalutuskentällä tarkoitetaan metsänkäsittelyalueen ja vesistön väliin jäävää aluetta, jolle metsänkäsittelyalueen valumavedet ohjataan yleensä laskeutusalltaan kautta. Pintavalutuskentän tavoitteena on pidättää metsänkäsittelyalueelta

metsätaloustoimenpiteiden seurauksena vapautuvaa kiintoainetta sekä mahdollisesti myös ravinteita.

Alatyypit:

- 1) Luonnontilaiselle suolle perustettu pintavalutuskenttä
- 2) Vanhalle ojitetulle alueelle perustettu pintavalutuskenttä

Paineellinen pohjavesi: Sijaitsee vettä läpäisemättömän tai heikosti läpäisevän kerroksen (esim. savi tai turve) alla siten, että veden painetaso on läpäisemättömän kerroksen alla suurempi kuin muualla.

Pohjaveden muodostumisalue: Alue, jolta sade- ja pintavedet suotautuvat maakerrosten läpi muodostaen pohjavesialtaan. Muodostumisalueeseen kuuluvat myös sellaiset pohjavesialueeseen välittömästi liittyvät kallio- ja moreenialueet, jotka olennaisesti lisäävät alueen pohjaveden määrää.

Pohjavesialueen raja: Osoittaa sitä aluetta, jolla on vaikutusta akviferin eli pohjavesivaraston veden laatuun tai muodostumiseen. Vyöhyke ulottuu hyvän tiiviysasteen yhtenäisesti omaavaan maaperään saakka (esim. savisilttimuodostuman kerrospaksuus > 3 m).

Pohjavesialueen reunavyöhyke: Pohjavesialuerajan ja muodostumisalueen rajan väliin jäävä pohjavesialueen osa.

Putkipato: Metsäojaan rakennettava rakenne, joka muistuttaa tierumpua. Putkipadon tarkoituksena on rajoittaa padon läpi virtaavan veden määrää tulvahuippujen aikana ja siten pienentää hetkellisiä tulvapiikkejä sekä ojastossa virtaavan veden virtausnopeutta.

Suojakaista: Metsänkäsittelyalueen ja vesistön väliin jätetty vaihtelevan levyinen, muokkaamaton, lannoittamaton ja kasvinsuojeluaineilla käsittelemätön, vähintään 5 m leveä vyöhyke.

Valuma-alue: Alue, jolta sade ym. pintavedet kulkeutuvat valittuun tarkastelupisteeseen, joka voi olla esimerkiksi vesiensuojelurakenne.

Valunta: Kuvaa tietyltä valuma-alueelta virtauksen myötä poistuvan veden määrä aikayksikössä. Yleensä valunta ilmoitetaan millimetreinä tai millimetreinä aikayksikössä (mm/s).

Valuma: Valunta pinta-alayksikköä kohden, esimerkiksi l/s/ha.

Valuma-alue suunnittelu: Vesistöön tai vesimuodostuman valuma-alueeseen kohdistuva suunnittelu, jonka tavoitteena on tunnistaa ja suunnitella toimenpiteet, joiden avulla valuma-alueelta huuhtoutuvan kuormituksen määrä voidaan vähentää pysyvästi halutulle tasolle.

Vesistö: Yhteistä laskujokea pitkin purkautuvien vesien muodostama kokonaisuus. Vesilain (587/2011) mukaan vesistöllä tarkoitetaan järveä, lampea, jokea, puroa ja muuta luonnollista vesialuetta sekä tekojärveä, kanavaa ja muuta vastaavaa keinotekoisia vesialuetta

Virtaama: Virtauskanavan, kuten putken tai ojan läpi virtaavan veden määrä aikayksikössä, esimerkiksi l/s.

Joki, puro: Määritellään valuma-alueen koon perusteella. Joen valuma-alue on vähintään 100 km², puron valuma-alue on tätä pienempi.

Kirjallisuus

Herranen, T. 2010: Turpeen rikkipitoisuus Suomen soissa — Tuloksia laajasta turveinventoinnista. Suo - nro. 61.

Rossi, P.M., Ala-aho, P., Ronkanen, A-K. & Kløve, B. 2012: Groundwater-surface water interaction between an esker aquifer and a drained fen. *Journal of Hydrology*, Volume 432–433, s. 52–60.

Rossi, P.M., Ala-aho, P., Vikstedt, H. & Kupiainen, V. 2010: Rokuan harjun vesitalouden selvittäminen matkailullisten edellytysten turvaamiseksi - Loppuraportti, Oulun yliopisto. Saatavilla:

<http://www.oulu.fi/poves/eakr/rokua/loppuraportti.pdf>.

Sutela, T., Vuori, K-M., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S.M., Keinänen, M., Rask, Teppo, A., Urho, L., Vehanen, T., Vuorinen, P.j. & Österholm, P. 2012: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. Suomen ympäristö (painossa).

Kajava, S., Silver, T., Saarinen, M. & Heikkilä, H. 2002: Purot ja norot metsälain kohteina Lounais-Suomessa. *Metsätaloudellinen aikakauskirja* 2/2002.

Kubin, E. 2006: Leaching of nitrogen from upland forest-regeneration sites into wetland areas. Julkaisussa: Krecek, J. & Haigh, M. (toim.). *Environmental role of wetlands in headwaters*. s. 87–94. Springer.

Kubin, E. & Krecek, J. 2009: Impact of forestry practices on groundwater quality in the boreal environment. Julkaisussa: Taniguchi et al. (toim.). *From headwaters to the ocean*. s. 91–96. Taylor & Francis Group.

Kubin, E. ym. 2011: Kantojen noston ja hakkuutähteiden keruun ekologiset ja metsänhoidolliset vaikutukset (3475). Koekenttien perustaminen ja tuloksia. LUONNOS. Metlan työraportteja.

Kubin, E. 2012: Long-term effects silvicultural practices on groundwater quality in boreal forest environment. Julkaisussa: Krecek, J., Haigh, M.J., Hofer, T. & Kubin, E. (toim.). *Management of mountain watersheds*. s. 192–199 Springer.

Metsähallitus 2011: Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67. Edita Prima Oy.

- Luorinen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007: Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2007: Hyvän metsänhoidon suositukset – Energiapuun korjuu ja kasvatus. Lönnberg Print, Helsinki.
- Metsäntutkimuslaitos 2009: Metsätaloudessa vesistöjen ja pienvesien suojavyöhykkeille asetetut tavoitteet ja niiden toteutuminen.
- Metsäteho 2000: Maanmuokkauksen koulutusaineisto.
- Metsäteho ja Tapio 2003: Työmaan ympäristönhoidon ohjeita. Metsätalouden ympäristönhoito-opas.
- Nurmi, J. & Kokko, A. (toim.) 2001: Biomassan tehostetun talteenoton seurannaisvaikutukset metsässä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 816. Enso Oy, 1997. Metsänhoito-ohje. Kunnostusojitus.
- Sertifiointikriteerit, PEFC FI 1002:2009.
- Lappalainen, M. 2008: Transport of sediment from peatland forests after ditch network maintenance. Helsinki University of Technology. Department of Civil and Environmental Engineering. A Master of Science Thesis.
- Lauhanen & Ahti 2000.
- Leinonen, A. 2009: Paikkatiedon hyödyntäminen kunnostusojitusten suunnittelussa. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö.
- Maa- ja metsätalousministeriö ja Ympäristöministeriö 2011: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020. Maa- ja metsätalousministeriö 2/2011. Saatavilla: http://www.mmuun.muassafi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/newfolder_62/5xB6L0P33/mmmjulkaisu2011_2.pdf.

Maa- ja metsätalousministeriön kestävän metsätalouden rahoituslain perusteella antamat määräykset.

Metsähallitus 2011: Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67. Edita Prima Oy.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2007: Hyvän metsänhoidon suositukset turvemaille. Metsäkustannus Oy, Helsinki.

Nuotio, E., Rautio, L.M. & Zittra-Bärsund, S. (toim.) 2009: Kohti happamien sulfaattimaiden hallintaa. Ehdotus happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivoiksi. Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio 8:2009.

Nuotio, ym. 2009: Maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö 2011.
http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/newfolder_62/5xB6L0P33/mmmjulkaisu2011_2.pdf.

Pajula, H. & Järvenpää, L. (toim.) 2007: Maankuivatuksen ja kastelun suunnittelu – Työryhmän mietintö. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23/2007. Suomen ympäristökeskus.

Hynninen, A., Saari, P., Nieminen, M. & Alm, J. 2010: Pintavalutus metsätaloustoimien valumavesien puhdistamisessa – kirjallisuustarkastelu. Suo 61 (3-4): 77–85.

Hynninen, A., Sarkkola, S., Laurén, A., Koivusalo, H. & Nieminen, M. 2011: Capacity of riparian buffer areas to reduce ammonium export originating from ditch network maintenance areas in peatlands drained for forestry. –Boreal Environment Research 16: online.

Hökkä, H., Hyttinen, H., Marttila, H., Jämsén, J. & Klöve, B. 2011: The effect of the PRC method on volume growth of tree stands in ditch maintenance areas, Silva Fennica 45(3):331–339.

Joensuu, S. 2003: Kunnostusojituksen vaikutukset valumavesien ominaisuuksiin. Teoksessa: Jortikka, S., Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). Soilla ja kankailla - Metsien hoitoa ja kasvatusta Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 903.

Joensuu, S., Makkonen, T., Vuollekoski, M., Nieminen, M., Leinonen, A. & Sarkkola, S. 2008: Metsätalouden vesiensuojelu. –Vesitalous 6/2008.

Leinonen, A. 2011: Luonnonhoitohankkeena toteutettavan monitavoitteisen kosteikon suunniteluohje. Etelä-Savon Metsäkeskus.

Liljaniemi, P., Vuori, K.-M., Tossavainen, T., Kotanen, J., Haapanen, M., Lepistö, A. & Kenttämies, K. 2003: Effectiveness of constructed overland flow areas in decreasing diffuse pollution from forest drainages. *Environmental Management* 32: 602–613.

Maatalouden vesiensuojelukosteikot 2001: VESIKOT-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 499.

Marttila, H. 2010: Managing erosion, sediment transport and water quality in drained peatland catchments. *Universitatis Ouluensis, C 375*, PhD thesis

Nieminen, M., Ahti, E., Nousiainen, H., Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 2005b: Capacity of riparian buffer zones to reduce sediment concentrations in discharge from peatlands drained for forestry. - *Silva Fennica* 39(3): 331–339.

Nieminen, M., Ahti, E., Nousiainen, H., Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 2005a: Does the use of riparian buffer zones in forest drainage sites to reduce the transport of solids simultaneously increase the export of solutes? -*Boreal Environment Research* 10: 191–201.

Ohjeistus virtaamansäätöpadon rakentamiseen 2011: Metsäkeskus Keski-Suomi.

Pajula & Järvenpää 2007.

Saari, P., Saari, V., Luotonen, H. & Alm, J. 2010: Vegetation change in spruce swamp buffer indicates the active area of water flows from peatland forestry. -*Annales Botanici Fennici* 47: 425–438.

Silvan, N., Vasander, H. & Laine, J. 2004: Vegetation is the main factor in nutrient retention in a constructed wetland buffer. -*Plant and Soil* 258: 179–187.

Vesilaki 587/2011.

Vikman, A., Sarkkola, S., Koivusalo, H., Sallantausta, T., Laine, J., Silvan, N., Nousiainen, H., & Nieminen, M. 2010: Nitrogen retention by peatland buffer areas at six forested catchments in southern and central Finland. -*Hydrobiologia* 641: 171–183.

Väänänen, R., Nieminen, M., Vuollekoski, M., Nousiainen, H., Sallantausta, T., Tuittila, E.-S. & Ilvesniemi, H. 2008: Retention of phosphorus in peatland buffer zones at six forested catchments in southern Finland. –*Silva Fennica* 42(2): 211–231.

Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86.

Issakainen, J. 2002: Tuhka metsälannoitteena ja suonpohjien metsityskokeissa. Teoksessa: Kemppainen, S. (toim.). Metsätalouden vesistökuormituksen hallinta suopohjilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 856: 25–29.

Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 2007: Huuhtoutuuko fosforia turvemaiden terveyslannoituksesta? *Leipä leveämmäksi* 1/2007: 40–41.

Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I.: Suosta metsäksi - Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947: 259–265.

Korpilahti, A. 2004: Tuhkan kuljetus ja levitys metsään. Metsätehon raportti 173. Metsäteho Oy, Helsinki.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2008: Tuhkalannoitusopas.

Moilanen, M. & Issakainen, J. 2003: Puu- ja turvetuhkien vaikutus maaperään, metsäkasvillisuuden alkuainepitoisuuksiin ja puuston kasvuun. Metsätehon raportti 162. Metsäteho Oy, Helsinki.

Nieminen, M. 2000: Phosphorus fertilizer leaching from drained ombrotrophic peatland forests: empirical studies and modelling. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonanto 756: 1–50 + 4 liitettä.

Nieminen, M. 2002: Miksi soilta huuhtoutuu lannoitefosforia? Voidaanko huuhtoutumista estää? Teoksessa: Hiltunen, A. & Kaunisto, S. (toim.). Suometsien kasvatuksen ja käytön teemapäivät 26.–27.9.2001 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 832: 37–42.

Nieminen, M. 2003: Ravinteiden ja raskasmetallien vapautuminen tuhkalannoitteista. Metsätehon raportti 155. Metsäteho Oy, Helsinki.

Nieminen, M. 2004: Export of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorous following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. *Silva Fennica* 38(2): 123–132.

Nieminen, M. 2005: Suometsien lannoituksen vaikutus fosforin huuhtoutumiseen. Teoksessa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). Suosta metsäksi – Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947: 259–265.

Pasanen, J., Louekari, K. & Malm, J. 2001: Cadmium in Wood Ash Used as Fertilizer in Forestry: Risk to the Environment and Human Health. Ministry on Agriculture and Forestry. Publications 5/2001. Print- Link Oy Ab, Helsinki.

Piirainen, S. 2000: Huuhtoumat tuhkalannoitetuilta turvemailta. Metsätehon raportti 90: 1–20 + 2 liitettä.

Piirainen, S. 2002a: Nutrient fluxes through a boreal coniferous forest and the effect of clear-cutting. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 859: 1–50 + 5 liitettä.

Piirainen, S. 2002b: Tuhkalannoituksen vaikutus valumaveden laatuun. Teoksessa: Hiltunen, A. & Kaunisto, S. (toim.). Suometsien kasvatuksen ja käytön teemapäivät 26.–27.9.2001 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 832: 48–58.

Saura, M. 2002: Apatiittilannoituksen vaikutus valumaveden laatuun Parkanon Liesinevalla. Teoksessa: Hiltunen, A. & Kaunisto, S. (toim.). Suometsien kasvatuksen ja käytön teemapäivät 26.–27.9.2001. Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 832: 43–47.

Silver, T. & Saarinen, M. 2001: Terveyslannoituskohteen määrittely turvemailloilla. (Summary: Determining the need of repairing fertilization on drained peatlands). SUO 52. 115–120.

Silver, T. & Saarinen, M. 2007: Lentolevityksen tarkkuus ojitusalueiden terveyslannoituksissa (Summary: The accuracy of aerial spreading of repair fertilization on drained peatlands). SUO 58: 63–70.

Tulonen, T., Ollila, S. & Arvola, L. 2000: Tuhkalannoituksen vesistövaikutukset. Metsätehon raportti 87: 1–43.

Tulonen, T., Arvola, L., Pihlström M., Mäkinen, A., Rummukainen, P. & Rask, M. 2003: Tuhkalannoituksen vaikutus metsäjärvissä. Metsätehon raportti 146. Metsäteho Oy. Helsinki.

Yara Suomi Oy. Metsänlannoitusopas.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2011: Talousmetsien luonnonhoidon laadunarviointi. Arviointiohje 2011.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2011: Maastotarkastusten ohjeet 2011.

Liitteet

LIITE 1 – Kunnostusojituskelpoisuuden määrittäminen

Metsikön toimenpidekelpoisuus

Kunnostusojitustarpeen lisäksi arvioidaan kunnostustoimenpiteiden kannattavuus. Toimenpiteiden taloudellisuuden suhteen metsiköt voidaan jakaa neljään luokkaan:

1. Metsänkasvatuskelpoinen metsikkö

Metsän kasvatusta on kannattavaa nyt ja jatkossa, Metsän kasvatuksen tuottoa voidaan parantaa erilaisilla investoinneilla.

2. Kunnostusojituskelpoinen metsikkö:

Kunnostusojitusinvestointi nykyisen puusukupolven kasvattamiseen korjuukypsäksi puustoksi on taloudellisesti tarkoituksenmukainen. Kunnostusojituskelvoton ei täytä edellä mainittua kriteeriä.

3. Jatkoinvestointikelvoton metsikkö:

Investoinnit uuden puusukupolven kasvattamiseen kasvupaikalla eivät ole taloudellisesti tarkoituksenmukaisia, nykyisen puusukupolven kasvattaminen korjuukypsäksi voi kuitenkin olla taloudellisesti tarkoituksenmukaista.

4. Ei metsänkasvatuskelpoinen metsikkö:

Ei tuota korjuukelpoista puusatoa.

Kunnostusojituskelpoisuus Puuston vähimmäisrunkoluku (kpl/ha) taloudellisesti tarkoituksenmukaisessa kunnostusojituksessa eri kasvupaikoilla ja lämpösumma-alueilla, kun lähtöpuustona on nuori kasvatusmetsä. Varttuneessa taimikossa puuston tiheyden tulee olla vähintään 200 runkoa enemmän hehtaarilla kuin nuorena kasvatusmetsässä. Kasvatuskelpoiseksi katsotaan puu, joka on elinvoimainen ja sijainniltaan muihin puihin nähden sellainen, että se voi kasvaa vähintään kuitupuumittaiseksi puuksi.

Turvekangastyypit	Lämpösumma-alue, d.d.			
	Etelä-Suomi Yli 1200	Väli-Suomi 1000–1200	Pohjois-Suomi 900–1000	Pohjois-Suomi 750–900
	Runkoluku, kpl/ha			
Rhtkg, Mtkg I	●	●	●	●
Mtkg II	●	●	600	1000
Ptkg II	●	●	600	1000 ²⁾
Ptkg I	600	1000 ¹⁾	1100 ¹⁾	1200 ^{1) 2)}
Vatkg	600	1100 ¹⁾	1200 ³⁾	✗

● kunnostusojituskelpoinen, ✗ ei kunnostusojituskelpoinen

- 1) Kannattavan taloudellisen tuloksen saavuttaminen edellyttää, että metsikössä tehdään vähintään yksi hakkuutuloja tuottava harvennushakkuu.
- 2) Jos lämpösumma on alle 830 d.d., toimenpiteelle ei saa Kemera-rahoitusta.
- 3) Toimenpiteelle ei saa Kemera-rahoitusta.

Turvekankaiden jatkoinvestointikelpoisuus

Alue	Turvekangas- tyyppi	Korko 2 %		Korko 3 %	
		400 €/ha	900 €/ha	400 €/ha	900 €/ha
Pohjois-Suomi, < 900 d.d.	Vatkg	-	-	-	-
	Ptkg I	+	-	-	-
	Ptkg II	+	+ / -	+	-
	Mtkg II	+	+	+	-
Pohjois-Suomi, < 900 d.d.	Vatkg	+	+ / -	-	-
	Ptkg I	+	+ / -	+	-
	Ptkg II	+	+ / -	+	-
	Mtkg II	+	+	+	-
Väli-Suomi	Vatkg	+	+	+	-
	Ptkg I	+	+	+	-
	Ptkg II	+	+	+	+ / -
	Mtkg II	+	+	+	+
Etelä-Suomi	Vatkg	+	+	+	-
	Ptkg ja paremmat	+	+	+	+

Eri kasvupaikkojen jatkoinvestointikelpoisuus kahdella eri korkovaatimuksella:

- + uuden sukupolven kasvattaminen on taloudellisesti kannattavaa
- uuden sukupolven kasvattamien on kannattamatonta.

Laskelmat on tehty turvemaiden puustojen kehitystä kuvaavilla simulointimalleilla ja ne perustuvat sellaisiin lähtöpuustoihin, jotka ovat syntyneet 15–20 vuotta ensikertaisen ojituksen jälkeen. Laskelmissa luontaisen uudistamisen / kylvön perustamiskustannuksena on käytetty 400 €/ha ja istutuksen perustamiskustannuksena 900 €/ha ja kantohintoina on käytetty vuoden 2003 keskimääräisiä kanto-hintoja. Hyvä kannattavuus edellyttää, että uudistamisen tuloksena syntyy täyspuustoinen taimikko, jossa voidaan tehdä vähintään yksi hakkuutuloja tuottava harvennushakkuu.

Lähde: Hyvän metsänhoidon suositukset turvemaille. 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

LIITE 2 – Maalajien routivuus ja eroosioherkkyys

Kivennäismaan routivuus

Routivuus	Maa-aines
Routimaton	Kallio, lohkat ja kivikko
	Sora ja soramoreeni
	Hiekat ja hiekkamoreenit (karkeat)
	Hiekat ja hiekkamoreenit (hienot)
Routiva	Siltit ja silttimoreenit (karkeat)
	Savi, siltit ja silttimoreenit (hienot)

Suurin suositeltu kaltevuus (m/100 m) eri maalajeille suhteessa valuma-alueen kokoon

valuma- alue ha	Lajite									keskiyli- virtaama HQ l/s
	Savi	Hiesu	Hieta	Hieno hiekk	Karkea hiekk	Hieno Sora	Karkea sora	Maat. turve	Maatum. turve	
	m/100 m									
10	2,00	0,70	0,40	0,40	0,90	5,00	26,90	1,50	5,00	0,021
25	0,95	0,34	0,22	0,22	0,42	2,50	11,65	0,60	2,50	0,053
50	0,52	0,17	0,12	0,12	0,25	1,30	6,05	0,34	1,30	0,105
100	0,30	0,10	0,07	0,07	0,13	0,70	3,50	0,15	0,70	0,210
150	0,21	0,07	0,05	0,05	0,09	0,50	2,35	0,12	0,50	0,315
200	0,17	0,06	0,04	0,04	0,08	0,35	1,80	0,10	0,35	0,420
300	0,13	0,05	0,04	0,04	0,06	0,27	1,30	0,08	0,27	0,630
raja- nopeus m/s	0,6	0,4	0,35	0,35- 0,45	0,45- 0,8	0,8- 1,4	1,4- 2,3	0,5	0,8	

Rajanopeudella tarkoitetaan suurinta veden virtausnopeutta, jolloin maalajite ei vielä lähde liikkeelle eli ei synny eroosiota.

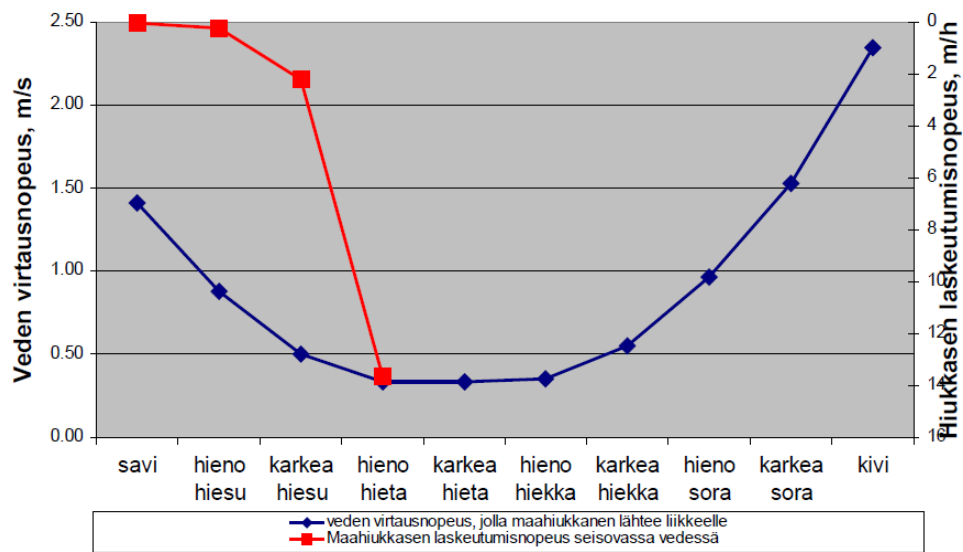
Ojanperkauksessa ja täydennysojituksessa suositellut kuivatusojissa käytettävät syvyydet.

Turvekerroksen paksuus, m	Kaivussyvyys yleensä, m
< 0,30	0,60–0,90
0,30 - 0,80	0,70–1,00
> 0,80	0,80–1,10

Maaperän vaikutus suositeltavaan luiskan kaltevuuteen. Lähde: Pajula & Järvenpää 2007.

Maalaji	Luiskan kaltevuus kaivussyvyyden ollessa			
	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m
Maatuman turve	1:0,75	1:1,00	1:1,50	1:1,50
Maatunut turve	1:1,00	1:1,50	1:2,00	1:2,00
Savi	1:1,50	1:1,75	1:2,00	1:2,00
Siltti ja hiekka	1:1,75	1: 2,00	1: 2,25	1:2,25

LIITE 3 – Maalajitteiden huuhtoutumisherkkyys ja laskeutumisnopeus



Veden virtausnopeuden vaikutus kivennäismaahiukkasen liikkeellelähtoon ja laskeutumisnopeuteen eri maalajeilla.

LIITE 4 – Eri metsätaloustoimenpiteiden yhteyteen soveltuvat vesiensuojelumenetelmät

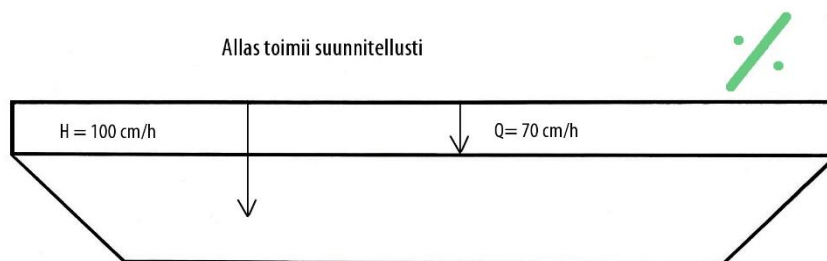
Eri metsätaloustoimenpiteiden yhteyteen soveltuvat vesiensuojelumenetelmät.

	Hakkuut	Ojitus- mätästys	Navero- mätäs- tys	Äestys, laikutus, kääntö- mätäs- tys	Kantojen nosto	Kunnos- tusoitus	Lannoi- tus
Kohdevalinta					x	x	x
Hyvä suunnittelu	x	x	x	x			x
Ajankohta	x	x	x	x	x	x	x
Toteutuksen jakso- tus usealle vuodelle						x	x
Kaivu- ja muok- kaus-syvyyden säätö		x	x	x		x	
Lietekuopat		x	x			x	
Perkaus- ja kaivu- katkot		x	x		x	x	
Suojakaistat	x	x	x	x	x	x	
Laskeutusaltaat		x				x	x
Pohja-, putki-, säätö- ja settipadot						x	
Pintavalutus		x				x	
Kosteikot						x	

LIITE 5 – Laskeutusaltaan mitoitus pintakuormamenetelmällä

Laskeutusaltaan toimivuus perustuu altaaseen tulevan veden virtausnopeuteen ja altaan koon suhteeseen. Vesimäärän mitoituksessa käytetään keskiylivirtaamaa (M_hq), jolla tarkoitetaan vuoden suurinta vuorokauden keskimääräistä virtaamaa. Altaan mitoittaminen tulvahuipun mukaisesti on perusteltua, sillä tulvahuippujen aikana tapahtuu myös suurin osa kiintoaineen kulkeutumisesta.

Pintakuormamenetelmän mukaan altaaseen pidättyy hiukkasia, joiden laskeutumisnopeus (V_L) on yhtä suuri tai suurempi kuin altaan virtaaman (Q) ja altaan vedenpinnan pinta-alan (A) osamäärä (Q/A) (kuva x). Yleensä riittävä virtaaman ja altaan vedenpinnan pinta-alan suhde saavutetaan, kun pinta-ala on pienellä mitoitusvirtaamalla 3 ja suurella mitoitusvirtaamalla 8 m²/valuma-aluehehtaari.



Kuva 1. Altaan toiminta ja pintakuorma.

Hiukkasen laskeutumisnopeuteen vaikuttaa hiukkasen massa ja koko; esimerkiksi hienolla hiedalla nopeus on 1 m/h. Tästä syystä hienojakoisten lajitteiden pidättäminen laskeutusaltaihin on mahdollista. Maalajien laskeutumisnopeuden ero on suuri hieno- ja karkeajakoisilla lajitteilla. Vaikka karkeat lajitteet laskeutuvat nopeasti, altaan mitoituksessa on kuitenkin huomioitava edelleen riittävä varastotilavuus sinne pidättyvälle kiintoaineelle.

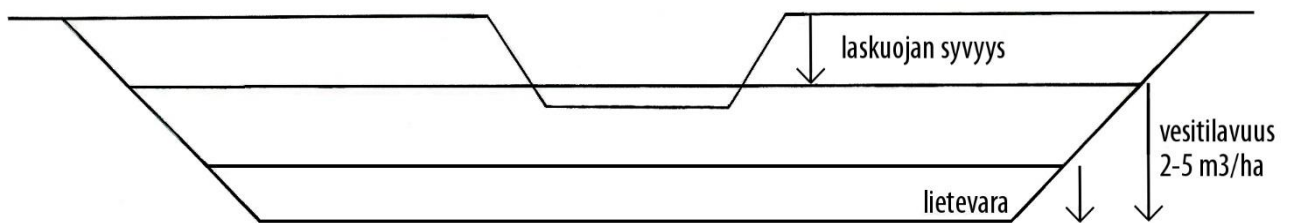
Seuraavaksi lasketaan suurin sallittu virtausnopeus altaassa mitoitusvirtaamalla. Veden virtausnopeus lasketaan altaan virtaaman (Q) ja vesipoikkileikkauksen (a) välisenä suhteenä Q/a . Yleensä altaan toimivuuden kannalta riittävä virtaaman (Q) ja vesipoikkileikkauksen (a) suhde saavutetaan, kun altaan vesitilavuus on pienellä mitoitusvirtaamalla 2 ja suurella mitoitusvirtaamalla 5 m³/valuma-aluehehtaari.

Altaan vedenpinnan pinta-alaan (A) vaikuttaa altaan leveyden ja pituuden ohella luiskien kaltevuus sekä vedenpinnan taso mitoitusvirtaamaa vastaavalla hetkellä. Purkupäähän jätetty perkaamaton kynnykset tehostaa altaan toimintaa lisäämällä sen tehollista pinta-alaa. Mikäli veden pintaa ei saada pidettyä pysyvästi riittävällä tasolla altaan purkupäähän jätettävän tai rakennettavan kynnyksen avulla yläpuolisen ojaston kaltevuussuhteista johtuen, voidaan altaan vedenpintaa nostaa virtaamansäätörakenteen avulla.

Pinta-alan lisäksi altaan mitoituksessa huomioidaan suurin sallittu virtausnopeus, joka mahdollistaa myös kevyiden hiukkasten laskeutumisen vesimassassa. Virtaavaan veteen syntyy pyörteitä, jotka

häiritsevät erityisesti hienojakoisen pienimassaisen aineksen laskeutumista. Suositeltava virtausnopeus on 12 cm/s.

Mitoituksen tavoitteena on määritellä se altaan vesipoikkileikkauksen vähimmäispinta-ala (a), jolla veden virtausnopeus ei aiheuta toimivuutta heikentävää pyörteisyyttä (kuva 1). Altaan leveys määritellään siten, että poikkileikkauksen vähimmäispinta-ala (a) saavutetaan luiskat ja veden korkeus huomioiden. Koska vedenpinnan taso altaassa vaikuttaa oleellisesti vesipoikkileikkauksen pinta-alaan (a) ja sitä kautta myös vaadittavaan altaan leveyteen, kannattaa kynnyks jättää tai tarvittaessa tehdä aina laskeutusaltaan purkupäähän, kun se on mahdollista.



Kuva 2. Altaan poikkileikkaus ja käsitteet.

Altaan täyttyminen

Altaan mitoituksessa tulee huomioida myös altaan täyttyminen. Altaan täyttyminen vaikuttaa altaan toimivuuteen siten, että vesipoikkileikkaus pienenee sitä mukaa kun allas täyttyy tulopäästään. Kun vesipoikkileikkaus on pienentynyt riittävästi, estyy pienimpien hiukkasten pidäytyminen altaaseen virtausnopeuden kasvaessa.

Altaan täyttyminen voidaan huomioida lietevaralla (kuva 2X.), jonka aiheuttama vähennys vesipoikkileikkauksessa ei nosta virtausnopeutta liian suureksi hienojakoisen maalajitteen pidäytymisen kannalta. Karkeampia pohjakulkeuman mukana liikkuvia hiukkasia pidättyy altaaseen niin kauan, kuin altaassa on vapaata vesitilavuutta.

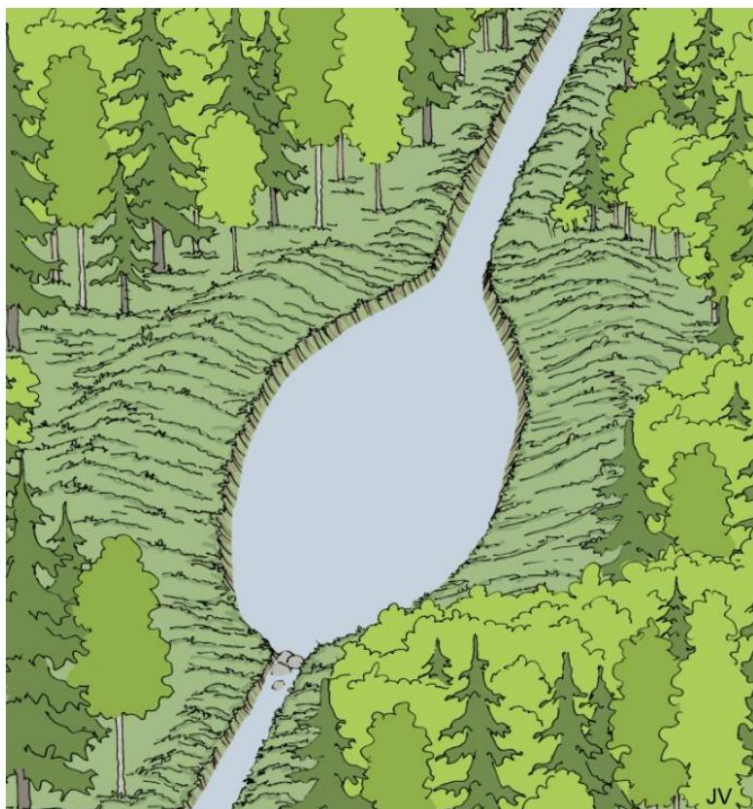
Laskeutusaltaassa veden virtaus hidastuu ja kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Altaan pituus määräytyy valuman mukaan. Altaan kaivumaille varataan kahdesta kolmeen kertaa altaan leveyden verran tilaa.

Lietevaran suuruutta arvioitaessa on hyvä huomioida altaan yläpuolisen ojaston maalaji, muut eroosioalttiuteen vaikuttavat tekijät sekä ennen laskeutusallasta käytettyjen vesiensuojelukeinojen vaikutus. Mikäli altaan täyttymisnopeuden arvioidaan olevan suuri tai allas sijaitsee sellaisessa paikassa, jossa sen tyhjennys on hankalaa, kannattaa lietevara mitoittaa altaan toimivuuden ja kunnossapidon kannalta suuremmaksi.

Varastotilavuuden suuruuteen vaikuttavat samat edellä luetellut periaatteet, kuin pinta-kuormamennetelmälläkin mitoitettulla altaassa. Varastotilavuudella tarkoitetaan altaan sekä purkuojan pohjan korkeuden välistä tilavuutta.

Laskeutusaltaan muoto

Laskeutusaltaan leveyden ja pituuden suhteen tulisi olla 1:3-1:7 välillä. Pienille vesimäärille mitoite-
tuissa altaissa altaan minileveyden määrittää kuitenkin vesipoikkileikkaus. Tavoitteena olevassa pit-
känomaisessa altaassa vesi saadaan jakaantumaan tasaisesti koko altaan leveydelle (kuva 27). Tämä
lisää altaan toimivuutta, sillä kiintoaine laskeutuu vain sillä osalla allasta missä vesi vaihtuu. Monesti
ongelmalliseksi muodostuvat suorakulmaisten altaiden tulo ja purkupää, joiden kulmissa vesi ei
vaihdu.



Kuva 3. Suositeltava altaan muoto ylhäältä päin. Vesipinnan laajuus on mitoitusvirtaamasta riippuen 3-8 m³/ha.

Allas kaivetaan erityisen syväksi altaan tulopäästä, missä altaan täyttyminen on nopeinta veden mu-
kana kulkeutuvan karkean aineksen suuren laskeutumisnopeuden ansiosta. Altaan epätasaisen täyt-
tymisnopeuden huomioiminen parantaa altaan kokonaistoimivuutta sekä vähentää tyhjennystar-
vetta.

LIITE 6 - Esimerkkilaskelmat kosteikon tavoitetilavuudelle ja pinta-alalle

Kosteikon tavoitetilavuus on vähintään yhtä suuri, kuin altaaseen tuleva vesimäärä (m³) tavoitteeksi valitun viipymän aikana. Esimerkiksi kun kosteikon tavoiteviipymäksi asetetaan 24h ja kosteikon valuma-alueen pinta-ala on 150 ha ja MHq on 120 l/s/km², tulee kosteikon tilavuuden olla vähintään 15552 m³ ($24 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 1,5 \text{ km}^2 \cdot 0,12 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$).

Kun kosteikon vähimmäistilavuus on laskettu, voidaan arvioida myös kosteikon vähimmäispinta-alaa. Vähimmäispinta-ala voidaan määrittellä keskisyvyyden ja tilavuuden avulla. Esimerkiksi, jos kosteikon keskisyvyys on 0,7 m ja tilavuus 15552 m³, on kosteikon minimipinta-ala 22217 m² eli n. 2.2 ha ($15552 \text{ m}^3 / 0,7 \text{ m}$).



Maistraatinportti 4 A

00240 Helsinki

tapio@tapio.fi

www.tapio.fi

Metsänhoidon suositukset verkossa

www.metsanhoitosuosituksset.fi

