

Metsäojitus ja vesiensuojelu Itämeren maissa - nykytietämys, menetelmät ja kehitystarpeet

1. Johdanto

Tämä raportti on koottu WAMBAF –projektissa (Water Management in Baltic Forests) mukana olleiden sekä muutamien kutsuttujen asiantuntijoiden toimesta. Projektia rahoittaa Euroopan unionin Interreg Itämeri –ohjelma ja se toimii 1.3.2016 – 28.2.2019 välisenä aikana.

WAMBAF–projekti perustettiin kehittämään metsätalouden vesiensuojelua ja erityisesti tarkastelun kohteena ovat ravinteiden, kiintoaineen ja elohopean huuhtoutuminen pintavesiin. Projekti keskittyy kolmeen pääteemaa, jotka vaikuttavat merkittävästi veden laatuun Itämeren alueen maissa:

- rantametsien hakkuisiin
- metsäojitukseen
- majavatulvikoihin.

Tähän raporttiin on tiivistetty vuoden 2016 aikana Itämeren alueen maista laaditun selvityksen tulokset koskien

- nykytietämystä metsäojituksen vaikutuksesta ravinteiden, kiintoaineen ja elohopean huuhtoutumiseen
- tutkimustuloksia käytettyjen vesiensuojelurakenteiden tehokkuudesta huuhtoutumien pienentämisessä
- olemassa olevia metsäojituksen ja vesiensuojelun suunnittelun työkaluja ja havaintokohteita
- metsäojitukseen liittyvää voimassaolevaa lainsäädäntöä, metsäsertifiointijärjestelmien standardeja ja vesiensuojeluohjeistusta.

Tutkimusaineisto kerättiin tutkimusjulkaisuista ja muusta materiaalista, joka saatiin metsätalouden vesiensuojelun asiantuntijoilta Latviasta, Liettuasta, Puolasta, Suomesta, Ruotsista ja Virossa.

WAMBAF



Kuva 1. Uusi kevyt ruotsalainen kunnostusojituskone "Varanen". Kuva: Anja Lomander.

2. Raportissa käytetyt käsitteet

Ojitus ja veden varastointi metsään pitävät sisällään toimet, joilla vaikutetaan metsäalueen hydrologiaan. Ojitus tarkoittaa tässä raportissa uudisojitusta, kunnostusojitusta (kuva 1) ja navero-ojitusta.

Uudisojitus tehdään pohjavedenpinnan laskemiseksi ja puuston kasvun parantamiseksi luonnontilaisella suolla tai soistuneella kangasmaalla. Suomessa ja Ruotsissa ojat kaivetaan 0,5–1,0 metrin syvyisinä avo-ojina. Baltian maissa ja Puolassa ojat voivat olla syvempiä, koska alueet ovat tasaisempia ja maalajit hienojakoisempia (kuvat 2 ja 3).

Kunnostusojitus on vanhojen ojien perkausta ja täydennysojitusta. Sen tarkoituksena on puuston kasvun parantaminen.

Navero-ojitus tehdään hakkuun jälkeen pintavesien poisjohtamiseksi tai tilapäisesti nousseen pohjaveden pinnan laskemiseksi. Ruotsissa ojat kaivetaan avo-ojina 0,3–0,5 metrin syvyisinä. Samanlainen menetelmä on käytössä myös Latviassa, jossa ojien syvyys ei saa ylittää 0,4 metriä

(valtion metsissä raja on 0,3 metriä). Suomessa vastaava menetelmä on ojitusmätästys, jossa ojasta nostetusta maasta muotoillaan uudistusalueelle istutuskohtia.



Kuva 2. Metsäojitusalue Liettuassa. Kuva: Dovilė Čiuldienė.

Varastoitaessa vettä metsään -ojituksella lisätään vesivarastoa metsässä säätämällä pohjavedenpinnan tasoa sekä metsänhoitomenetelmien (mm. suosimalla puulajeja, joiden sadeveden latvuspidentä on pieni) että teknisten ratkaisujen (ojat, padot, tekoaltaat, kosteikoiden kunnostus) avulla. Tätä menetelmää käytetään muun muassa Puolassa kuivuuden ja tulvien haittojen ehkäisemiseksi (kuva 3).

Vesiensuojelumenetelmät kunnostusojituksessa

Lietekuopat ovat ojan pohjaan kaivettuja kuoppia, jotka keräävät liikkeelle lähtenyt kiintoainetta ja ehkäisevät sen päätymistä vesistöihin. Suomessa lietekuoppien syvyys on yleensä alle metri ja niitä tehdään 100 metrin välein.

Kaivu- ja perkauskatkat ovat kunnostamattomia ja ojittamattomia osuuksia ojastossa. Niiden tarkoitus on hidastaa veden virtausta, ehkäistä ojaeroosiota ja suodattaa liikkeelle lähtenyt kiintoainetta.

WAMBAF

Laskeutusaltaat ovat tilapäisiä vesialtaita, jotka tehdään lähelle kunnostusojitusalueen purkupistettä. Niillä kerätään liikkeelle lähtenyt kiintoainetta ja ehkäistään sen päätymistä vesistöihin (kuvat 4, 5 ja 6). Suomessa laskeutusaltaiden mitoitus on ohjeiden mukaan 3–8 m² valuma-aluehehtaaria kohti (yksi allas maksimissaan 40 hehtaarin valuma-alueelle) ja niiden syvyys on 2 metriä. Latviassa valtion metsissä laskeutusallas on pakollinen, jos ojien yhteenlaskettu pituus on yli 0,8 kilometriä. Allas tehdään 0,5 metriä syvemmäksi kuin varsinainen kuivatusoja ja sen pituus on 30 – 50 metriä.

Pintavalutuskentät ovat ojittamattomia alueita, joille kunnostusojitusalueilta tuleva valunta ohjataan (kuva 7). Pintavalutuskentät suodattavat kunnostusojitusalueelta purkautuvaa kiintoainetta ja pidättävät ravinteita. Suomessa niiden koko on 0,5–1 prosenttia valuma-alueen koosta.

Virtaamansäätöpadon avulla vettä varastoidaan hetkellisesti metsäojjiin putkirakenteisen padon avulla. Virtaama purkautuu kahden eri korkeudella olevan putken kautta. Padon tarkoituksena on rajoittaa virtaamaa tulvahuippujen aikana sekä vähentää eroosiota ja kiintoaineen kulkeutumista alapuolisiin vesistöihin (kuva 8).

Kosteikko on patoamalla tai kaivamalla tehty osittain avovesipintainen pieni lampi tai niiden ketju. Kosteikoilla pidätetään kiintoainetta ja ravinteita veden virtausta hidastamalla ja kasvillisuutta hyväksi käyttäen (kuva 9).



Kuva 3. Patorakennelma ojastossa, jonka tarkoitus on varastoida vettä metsäalueelle Puolassa. Kuva: Wojciech Gil.

3. Metsäojitus Itämeren alueella

Suurin osa Euroopan turvemaista sijaitsee seuraavissa Itämeren alueen maissa (kuva 10)

- Latviassa
- Liettuaissa
- Puolassa
- Ruotsissa
- Suomessa
- Virossa



Kuva 4. Laskeutusallas Ruotsissa. Kuvaaja Ulf Sikström.

Näissä maissa turvemaiden yhteenlaskettu pinta-ala on 19,5 miljoonaa hehtaaria (taulukko 1) ja niissä turvemaita ja soistuneita kankaita on ojitettu yhteensä noin 10 miljoonaa hehtaaria metsänkasvun turvaamiseksi ja parantamiseksi.

Ojitusta on tehty eniten Suomessa ja Ruotsissa, joissa niillä on saatu aikaan merkittävä puuston kasvun lisäys. Suomessa metsän vuotuinen kasvu on 104 miljoonaa kuutiometriä (Peltola 2014), josta turvemailla kasvavan puuston osuus on 25 prosenttia (Päivänen ja Hånell 2012). Nykyisin uudisojituksia ei enää tehdä Itämeren alueen maissa, vaan painopiste on siirtynyt

kunnostusojituksiin. Suomessa kunnostusojituksia tehdään metsänkasvun turvaamiseksi ja parantamiseksi noin 50 000 hehtaarilla vuosittain.

Ruotsissa veden vaivaamilla uudisaloilla käytetään navero-ojitusta, jonka vuosittaiset toimenpidepinta-alat ovat noin 4 000 hehtaaria. Kunnostus- ja navero-ojitusten määriä ei kattavasti tilastoida eri Itämeren alueen maissa. Itämeren alueella Puolassa ja vähäisemmässä määrin myös Liettuassa ojaverkon kunnostusta tehdään veden varastoimiseksi metsiin tulva- ja kuivuushaittojen ehkäisemiseksi.



Kuva 5. Laskeutusallas ja pohjapato Suomessa. Kuva: Leena Finér.

4. Vesiensuojelu metsäojituksissa

Kunnostusojituksen ja veden varastoinnin vaikutus valunnan laatuun

Metsäojitus ja kunnostusojitus voivat lisätä ravinteiden, kiintoaineen ja elohopean huuhtoutumista vesistöihin. Huuhtoutuva typpi ja fosfori rehevöittävät vesistöjä, kiintoaine samentaa vettä ja vaikuttaa veden valonläpäisevyyteen. Kiintoaineen *sedimentoituminen* puolestaan vaikuttaa haitallisesti vesieliöstöön ja niiden elinympäristöön. Elohopea rikastuu ravintoketjussa ja metyylielohopea on eliöiden hermostolle myrkyllistä.

Uudisojituksen aiheuttamaa vesistökuormitusta on tutkittu Itämeren alueen maista vain Suomessa ja Ruotsissa (Ahtiainen ja Huttunen 1999, Finér ym. 2010, Launiainen ym. 2014,

Simonsson 1987). Tulosten mukaan uudisojitus lisää merkittävästi *kiintoaineen huuhtoutumista* ja vähäisemmässä määrin myös *ravinteiden huuhtoutumista* (taulukko 2).



Kuva 6. Laskeutusallas Latviassa. Kuva: Zane Libiete.

Kunnostusojituksen aiheuttamaa vesistökuormitusta on tutkittu Suomessa yli 40 valuma-alueella. Tulosten mukaan kunnostusojitus lisää merkittävästi kiintoaineen ja sen mukana kulkeutuvan fosforin huuhtoutumista vesistöihin (taulukko 2). Sen sijaan typen huuhtoutumiseen kunnostusojitus ei vaikuttanut. Kunnostusojituksen vaikutus ainehuuhtoumiin on suurin 1–3 vuotta toimenpiteiden jälkeen, jonka jälkeen se asteittain vähenee ja saavuttaa taustakuorman tason 10–20 vuodessa.

Kunnostusojituksen vaikutusta elohopean huuhtoutumiseen on tutkittu kahdella alueella Ruotsissa. Toisella alueella elohopeapitoisuus nousi muutamiksi päiviksi toimenpiteen jälkeen (mitattu maksimipitoisuus oli 160 ng L^{-1}), mikä johti vuositasolla 15 prosentin huuhtoutumisen lisääntymiseen, kun taas toisella alueella vastaavaa ei havaittu (Hansen ym. 2013).

Veden varastoinnin vaikutuksia metsistä valuvan veden laatuun on tutkittu Puolassa, mutta on julkaistu vain puolaksi.

Vesiensuojelumenetelmien tehokkuus

Parasta *vesiensuojelua* on välttää tarpeetonta kunnostusojitusta. Esimerkiksi ravinneköyhät turvemaat, joissa puuston kasvu ei ole elpynyt uudisojituksen jälkeen, eivät tarvitse kunnostusojitusta. Lisäksi alueilla, joilla puusto on tärkeä veden haihduttaja kasvun kannalta, kunnostusojituksen tekemisen voi siirtää päätehakkuuseen saakka. Suomalaisen tutkimuksen mukaan puuston 120–150 kuutiomäärä hehtaarilla haihduttaa riittävän paljon vettä, että juuristokerroksen ilmatila pysyy riittävänä (Sarkkola ym. 2013). Vastaavia tuloksia ei ole saatavissa muista Itämeren alueen maissa. Kasvupaikkojen hydrologia ja ilmasto-olot ovat kuitenkin hyvin erilaiset Itämeren alueen maissa, ja esimerkiksi paineisen pohjaveden alueilla ojitus on välttämätön riittävän kuivatuksen aikaansaamiseksi.



Kuva 7. Pintavalutuskenttä Suomessa. Kuvaaja Antti Leinonen.

Metsäojituksen aiheuttamia ainehuuhtoumia vesistöihin ja vesiensuojelumenetelmien tehokkuutta on tutkittu runsaasti (30 tutkimusta) eri Itämeren alueen maissa. Puolalaiset tutkimukset ovat keskittyneet selvittämään metsien vaikutusta veden laatuun. Näissä tutkimuksissa on perustettu yhteensä 140 valuma-aluetta ja 54 koealaa, joista osa sijaitsee tutkimusvaluma-alueiden sisällä.

Suomalaiset tutkimukset on julkaistu pääosin myös englanniksi ja muissa maissa tehdyt tutkimukset joko englanniksi tai vain pelkästään kansallisilla kielillä. Yhtä vanhempaa suomalaista tutkimusta lukuun ottamatta tutkimukset on tehty vuosina 1991–2009. Noin puolessa tutkimuksia huuhtoumia ei ole seurattu ennen ojitusta. Jos seuranta on aloitettu ennen ojitusta, se on kestänyt vähintään kolme vuotta ja ojituksen jälkeenkin yli kolme vuotta.

Uudisojitustutkimuksissa ei yleensä ole käytetty vesiensuojelumenetelmiä, koska niiden käynnistyessä vesiensuojeluun ei vielä kiinnitetty riittävästi huomiota. Vain yhdessä suomalaisessa tutkimuksessa on tutkittu uudisojitusalueen ja vesistön väliin jätetyn ojittamattoman suojavyöhykkeen tehoa pidättää ravinteita ja kiintoainetta uudisojituksen jälkeen (Ahtiainen & Huttunen 1999). Tulosten mukaan ojittamaton suojavyöhyke voi pidättää 20 prosenttia typen huuhtoumasta, mutta se ei estänyt kiintoainetta tai fosforin huuhtoumia.

Vesiensuojelumenetelmien valikoima, joita voidaan käyttää kunnostusojitusten haitallisten vesistövaikutusten ehkäisemiseksi, on tänä päivänä laaja. Yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat kaivu- ja perkauskatkot, lietekuopat, pohjapadot, laskeutusaltat, pintavalutus kentät, kosteikot ja virtaamansäätö putkipadoilla. Tutkimusalueita ja -tietoa on eniten laskeutusaltaiden ja pintavalutus kenttien tehokkuudesta (taulukko 3).



Kuva 8. Virtaamansäätöpato eli putkipatorakennelma Suomessa, alemman säätöputken mutka näkyy oranssina vesirajassa ja ylempi musta säätöputki sen yläpuolella. Kuva: Antti Leinonen.

WAMBAF

Keskimäärin laskeutusaltaat pidättävät 25 prosenttia ja pintavalutuskentät 50 prosenttia siihen tulevasta kiintoaineesta, mutta kumpikaan ei pidätä fosforia (taulukko3). Tutkimuksissa on selvitetty pääasiassa eri tyyppi- ja fosforiyhdisteiden sekä hiilen ja kiintoaineen pidättymistä vesiensuojelurakenteisiin. Elohopean pidättymistä on selvitetty vain yhdessä ruotsalaisessa tutkimuksessa.



Kuva 9. Kosteikko Suomesta. Kuvaaja Sirpa Piirainen.

Koska kunnostusojitus ei lisää typen huuhtoutumista, laskeutusaltailla ei myöskään ole vaikutusta typen huuhtoutumiseen. Pintavalutuskenttien tehokkuuteen vaikuttaa niiden koko ja se kuinka hyvin virtaava vesi on kontaktissa pintavalutuskentän kasvillisuuden ja maaperän kanssa (Saari 2014, Silvan 2005).

Keskimäärin pintavalutuskentät pidättävät kiintoainetta paremmin kuin laskeutusaltaat ja pintavalutuskenttiin voi pidätyä myös ravinteita muun muassa kasvillisuuden ravinteidenoton kautta. Tulviminen ja virtaavan veden muodostamat oikoreitit vähentävät pintavalutuskenttien tehokkuutta. Toisin kuin laskeutusaltaat ja pintavalutuskentät, virtaamansäätö putkipadoilla pidättää tehokkaasti sekä kiintoainetta että ravinteita (Marttila ja Klove 2009, Marttila ym. 2010), mutta putkipatojen pidätyskyvystä on vielä liian vähän tutkimustuloksia tulosten yleistämiseksi.

WAMBAF

Yhteenvetona voidaan todeta, että eri vesiensuojelumenetelmien tehokkuus vaihtelee paljon ja vaihteluun vaikuttavat paikalliset tekijät, kuten vesiensuojelurakenteiden mitoitus suhteessa valuma-alueen pinta-alaan, sekä

- kunnostusojitusalueen maalaji
- veden virtausreitit
- vesiensuojelurakenteiden kasvillisuus
- kasvillisuuden peittävyys.

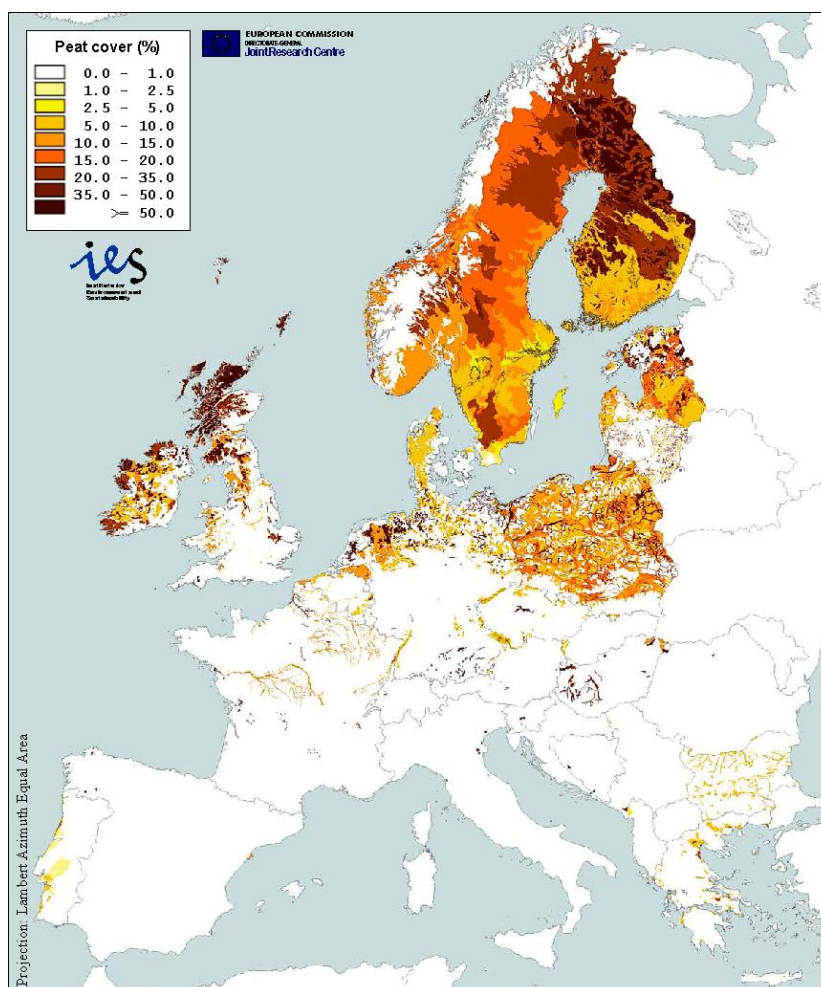
Kullekin kunnostusojitusalueelle sopivimman ja tehokkaimman vesiensuojelumenetelmän valinta edellyttääkin hyvää tuntemusta valuma-alueen ominaisuuksista.

Tutkimus- ja kehitystarpeet

Metsäojitusten vesiensuojeluselvitystä tehtäessä huomattiin seuraavia tutkimus- ja vesiensuojelumenetelmien kehittämistarpeita:

- Tarvitaan enemmän tietoa kunnostusojitusten aiheuttamien kuormien ja pitoisuuksien vaikutuksesta vesiekosysteemien toimintaan ja biologiaan.
- Kunnostusojitus ja vesiensuojelu on sopeutettava ilmastomuutoksen aiheuttamiin muutoksiin.

WAMBAF



Kuva 10. Turvemaiden suhteellinen osuus (%) maapinta-alasta eri Euroopan maissa. Lähde: the Soil Mapping Units of the European Soil Database, Montanarella ym. 2006 (kuva julkaistu Mires and Peat 1(01) 2006, <http://mires-and-peat.net/> -julkaisun luvalla).

- Tarvitaan enemmän tietoa eri vesiensuojelumenetelmien ja -rakenteiden sekä niiden yhdistelmien tehokkuudesta eri maissa. Lisäksi tarvitaan tietoa, mikä on eri menetelmien vaikutus ei pelkästään ravinteiden, mutta myös metallien kuten elohopean ja raudan huuhtoutumiseen sekä kiintoaineen kulkeumaan ojan pohjalla.
- On laadittava uusia vesiensuojeluratkaisuja turvemaille, joilla tehdään kunnostusojitus uudistamisen yhteydessä.
- Eroosiolle ja haitallisten aineiden huuhtoutumiselle (esim. elohopea) riskialttiit alueet ja happamat sulfaattimaat on pystyttävä tunnistamaan.
- Tarvitaan kokonaisvaltainen turvemaiden metsänkasvatusketjun (harvennukset, kunnostusojitus, uudistaminen) kannattavuuden arviointi.

WAMBAF

- Tarvitaan arvio, mitä tarvittavien kunnostusojitusten toteuttamatta jättäminen vaikuttaa kansantalouteen pitkällä aikavälillä.
- On tunnettava paremmin kuinka metsätaloustoimet vaikuttavat haitallisten aineiden, kuten elohopean, pitoisuuksiin vesieliöstössä.
- Kiintoaineen ja liukoisen orgaanisen aineen laatu ja niiden huuhtoutuminen on tunnettava paremmin.

Taulukko 1. Soiden ja soistuneiden kangasmaiden kokonaispinta-alat, ojitusalueiden pinta-alat, metsäojien yhteenlaskettu pituus ja ojatiheys metsähehtaareilla eri Itämeren maissa. Soiden määritelmä on erilainen eri maissa ja luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia.

Maa	Turvemaat	Metsäojitetut suot	Metsäojien kokonaispituus	Keskimääräinen metsäojatiheys	Pääasiallinen ojitustoimenpide
	Milj. ha	Milj. ha	km	m/ha	
Viro	1,20 ¹	0,56 ¹	97 169 ²	174	Kunnostusojitus
Suomi	8,76 ³	5,96 ³	1 300 000 ⁴	218	Kunnostusojitus
Latvia	1,14 ⁵	0,5 ⁵	43 000 ⁶	86	Kunnostusojitus
Liettua	0,65 ⁷	0,4 ⁸	15 000 ⁸	31 ⁸	Kunnostusojitus
Puola	1,30 ⁵	0,86 ⁹	430 000 ⁹	50	Kunnostusojitus ja veden varastointi
Ruotsi	6,4 ¹⁰	1,5–2,0 ¹⁰	600 000 ¹¹	400	Kunnostusojitus ja navero-ojitus
Yht.	19,45	9,78–10,3	2 485 169		

¹Viron turvemaainventointi (Estonian Mires Inventory), julkaistu 6.9.2011, ²Viron ympäristökeskus (Estonian Environmental Agency, KAUR), E. Lodenin tekemä haastattelu 16.10.2014, ³Peltola 2014, ⁴Laskettu oletuksella, että sarkaväli on 30–40 metriä 5,96 Milj. ha pinta-alalla, ⁵Paavilainen ja Päivänen 1995, ⁶Sisältää vain valtion maat, ⁷Taminskas ym. 2011, ⁸Ruseckas ja Urbaitis 2013, ⁹Wisniewski 1996, pääasiassa kivennäismaita, ¹⁰Päivänen ja Hännell 2012, ¹¹Laskettu oletuksella, että sarkaväli on 25 metriä 1,5 Milj. ha pinta-alalla.

- On tunnistettava kasvupaikat, jotka eivät tarvitse kunnostusojitusta, eli ne, joilla puuston haihdunta pitää kuivatuksen riittävänä tai ne, jotka ovat ravinteisuudeltaan epäsoivia puuston taloudelliseen kasvattamiseen.
- Monimuotoisuuden kannalta arvokkaat elinympäristöt maalla ja vedessä on tunnistettava paremmin.
- Tarvitaan lisää tietoa, miten ja mitkä vesiensuojelurakenteet toimivat hydrologialtaan erilaisissa olosuhteissa, kuten turvemailla, jotka ovat muodostuneet paineisen pohjaveden vaikutuksesta.

- Tarvitaan tietoa, muuttuuko pintavalutuskenttinä käytettyjen luonnontilaisten soiden ekologia ja ravinteisuustaso.
- Erilaisten kaivinkonekauhojen vaikutusta ojaeroosioon ja kiintoaineen kulkeutumiseen (U-muotoinen kauha ja V-muotoinen kauha, kuva 1) on selvitettävä.
- On selvitettävä miten majavakanta ja sen hoito vaikuttaa veden laatuun.
- On tutkittava, voidaanko riistakosteikkoja hyödyntää metsätalouden vesiensuojelussa.

5. Vesiensuojelun suunnittelutyökalut ja havaintokohteet

Vesiensuojelun suunnittelutyökalut

Hyvä suunnittelu on edellytys onnistuneelle vesiensuojelulle. Itämeren alueen maista löytyy tällä hetkellä vain muutamia metsäojitukseen sopivia suunnittelutyökaluja ja oppaita. Suomessa työkaluja on viisi, Ruotsissa kaksi ja Liettuassa yksi. Työkalut ovat saatavissa vain kansallisilla kielillä, mikä rajoittaa niiden käyttöä muissa maissa.

Taulukko 2. Typen, fosforin ja kiintoaineen taustakuormat metsäalueilta Suomessa sekä uudisojituksen ja kunnostusojituksen aiheuttama vesistökuormituksen lisäys. Vesistökuormituksen lisäykset on laskettu kg/ha 10 vuoden ajalle, mikä on keskimäärin ojitusten aiheuttaman kuormituksen kesto (Finér ym. 2010, Launiainen ym. 2014).

	Kokonaistyyppi	Kokonaisfosfori	Kiintoaine
Uudisojitus¹	+23	+1.7	+2460
Kunnostusojitus²	0	0 – +1,0	+210 – 973
Taustakuorma³	3 – 23	0.2 – 1,5	9 – 475

¹Ahtiainen ja Huttunen 1999, ei vesiensuojelua

²Joensuu ym. 1999, Joensuu 2002, Nieminen ym. 2010, vesiensuojelumenetelmät käytössä

³Mattsson ym. 2003, Kortelainen ym. 2006, Finér ym. 2010

Suomalaista RLGis –paikkatietotyökalua käytetään ennustamaan perattavaksi suunniteltujen ojien eroosioriskiä vesiensuojelun suunnittelussa (kuva 11). KUHA –työkalu on myös suomalainen, ja sillä voidaan laskea valuma-alueella eri metsänkäsittelytoimenpiteistä, mukaan lukien kunnostusojitus, aiheutuvat kiintoaine- ja fosforikuormitukset vastaanottavaan vesistöön. KUHA –laskelmien tuloksia hyödynnetään vesiensuojelun suunnittelussa ja erityisesti eri toimenpiteiden ajoittamisessa, jolloin voidaan välttää kuormitushuippuja. Liettualaista opasta hyödynnetään ojitusaluiden valunnan säätelyssä ja ruotsalaista työkalua käytetään

perustietojen keräämiseen ojaverkostosta ja sen kunnostustarpeista. Molemmissa maissa tietoja hyödynnetään valuma-alueitasoisesti.

Havaintokohteet

Vesiensuojelumenetelmien suunnittelu, tekeminen sekä ojitusten vesistövaikutusten ymmärtäminen on tehokkaampaa, jos niitä havainnollistetaan oikeilla tai virtuaalisilla maastokohteilla ja koealueilla. Pysyviä *havaintokohteita* on perustettu vain Latviaan ja Liettuaan. Latvian kuusi aluetta havainnollistavat ojitusten vaikutusta veden laatuun ja Liettuan kohteella demonstroidaan veden laadun seurantaa. Muissa Itämeren maissa havaintokohteina ovat tutkimusalueet tai tilapäisesti perustetut alueet.

Työkalujen ja havaintokohteiden kehittämistarpeet

- Tehokkaampi laserkeilausaineiston hyödyntäminen, kun kehitetään vesiensuojelutyökaluja.
- Tarvitaan digitaalisia työkaluja, jotka yhdistävät paikkatietoaineistot ja vesiensuojelun parhaiden käytäntöjen ohjeistuksen.
- Tarvitaan työkaluja, jotka laskevat tarvittavien vesiensuojelurakenteiden mitoituksen.
- Suunnittelutyökalujen pitäisi sisältää myös kustannustehokkuuslaskelmat.
- Vesiensuojelusuunnitelmat tulee laatia kaikille kohteille, joissa tehdään vesien poisjohtamista, kuten kunnostusojituksia, navero-ojituksia tai veden varastointia ojaston avulla.
- Käyttöön tulee olla saatavilla vesiensuojelun suunnittelutyökalut, jotka kattavat toimenpidealueen koko valuma-alueen ja kaikki sen metsätaloustoimenpiteet.
- Kaikkia olemassa olevia vesiensuojelumenetelmiä, lietekuoppia, -altaita, putkipatoja, pintavalutuskenttiä ja kosteikkoja tulee hyödyntää ja käyttää entistä monipuolisemmin ja tarkoituksenmukaisemmin.
- Tarvitaan järjestelmä seuraamaan eri vesiensuojelumenetelmiä ja niiden yhdistelmien laatua ja toimivuutta.
- Yhtenäistetään metsätaloustoimista aiheutuvien kuormitusten arviointi eri Itämeren maiden kesken.
- Tietotaidon jakaminen eri Itämeren maiden kesken.
- Työkalujen pitäisi pystyä ottamaan huomioon eri maiden väliset erot alueiden ominaisuuksissa.
- Tehdään yhteistyötä metsätalouden ja muiden toimijoiden (maanviljelijät, metsästäjät, kalastajat) kesken.
- Perustetaan havaintokohteita viranomaisten ja metsänomistajien koulutusta varten, kuinka vesiensuojelua suunnitellaan ja miten se toteutetaan käytännössä.
- Perustetaan uusia pysyviä havaintokohteita, jotka ovat maantieteellisesti edustavia ja joissa esitellään erilaisia vesiensuojelurakenteita. Lisäksi niiden pitäisi sijaita logistisesti helposti

saavutettavissa paikoissa matkakustannusten minimoimiseksi. Alueet tarvitsevat myös hyvän esittelymateriaalin.

- Riistakosteikkoverkoston (www.kosteikko.fi; 48 aluetta) sisällyttäminen metsätalouden vesiensuojelun havainnointiverkostoon.

6. Metsäojitus lainsäädännössä, metsäsertifiointijärjestelmissä ja metsänhoitosuosituksissa

Säädökset

Kaikki tässä raportissa mukana olleet maat kuuluvat Euroopan unioniin ja ovat vienneet EU:n vesipuitedirektiivin (VPD, 2000/60/EU) ja sen tytärdirektiivit osaksi kansallista lainsäädäntöään. VPD:n tavoite on vesistöjen ekologisesti hyvä tila koko EU:n alueella, ja sen saavuttamiseksi esimerkiksi vaarallisille aineille on asetettu laatukriteerit. Metsäojitusta ei ole mainittu VPD:ssa, mutta laajat ojitukset (Suomessa yli 200 hehtaaria ja Latviassa ja Virossa yli 100 hehtaaria) tarvitsevat ympäristövaikutusarvioinnin YVA -direktiivin nojalla (YVA, 2011/92/EU).

Taulukko 3. Eri vesiensuojelumenetelmien keskimääräinen tehokkuus kiintoaineen, fosforin ja typen pidättäjinä kunnostusojitustutkimusten mukaan. Vaihteluväli ja tutkimusalueiden lukumäärä (lkm) on myös ilmoitettu.

Vesiensuojelumenetelmä	Kiintoaine	lkm	Kokonais-fosfori	lkm	Kokonais-typpe	lkm
	%		%		%	
Laskeutusaltaat	-25 (-50 — +28)	40 ¹	±0 ²	37 ³	±0 ²	37 ³
Pintavalutuskentät	-50 (-100 — +10)	9 ⁴	±0 ²	9 ⁴	-78 — ±0 ²	8 ⁴
Virtaamansäätöpadot	-86	7 ⁵	-67 ⁶	7 ⁵	±65 ⁶	7 ⁵
Kosteikot	-76 — -16	2 ⁷	±0 ²	2	±0 ²	2

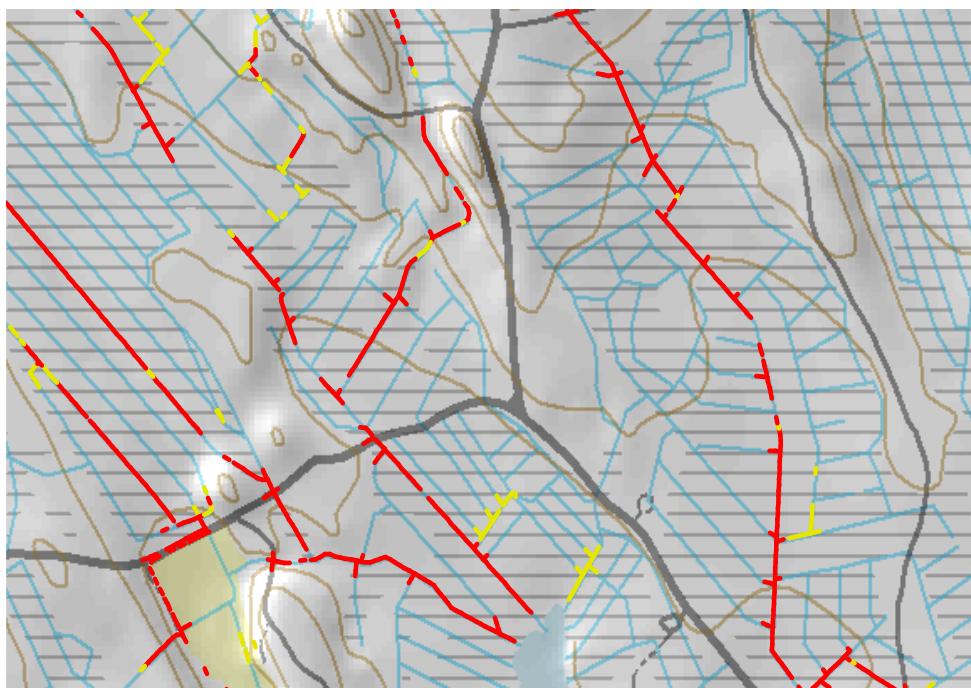
¹Joensuu ym. 1999, ²Liukoinen fosfori tai typpe, ³Joensuu ym. 2002, ⁴Hynninen ym. 2011, Nieminen ym. 2010, Saari ym. 2010a, Saari ym. 2010b, Saari ym. 2013, ⁵Marttila ja Kløve 2009, Marttila ym. 2010,

⁶Suodattamaton fosfori, ⁷Joensuu ym. 2012.

Metsäojitusta koskeva kansallinen lainsäädäntö vaihtelee maittain. Esimerkiksi Latviassa laki sisältää yleisiä ohjeita koskien ojitusta ja ojaverkon kunnostusta (Amelioration Act, 25.1.2010) ja ojitukseen liittyviä teknisiä parametreja säätelee rakennuslaki (Regulation Nr. 329 "Concerning the Latvian building standard LBN 224-15", 30.6.2015). Liettuassa laki sisältää teknisiä parametreja ojitukseen liittyen (Drainage Act, 9.12.1993). Puolassa ojarakenteiden tekeminen on luvanvaraista (Water Act, 2001). Suomessa (Vesilaki 587/2011) ja Ruotsissa (Forestry Act 1979/429 ja Environmental Code 1998/808) viranomaisia pitää informoida kaikista ojituksista, ja lisäksi uusien ojitusten tekeminen vaatii Ruotsissa luvan. Tämän lisäksi

WAMBAF

kunnostusojitushankkeet, joihin haetaan Suomessa valtiolta tukea, tarvitsevat hakemukseen vesiensuojelusuunnitelman (KEMERA, 34/2015). Myös Virossa uusien ojitusten tekeminen on laissa kiellettyä (Nature Conservation Act, 1.7.2015) ja lisäksi lait säätelevät ojitusten vesiensuojelumenetelmien valintaa (Water Act, 18.1.2016) ja ojitusrakenteiden teknisiä parametreja (Land Improvement Act, 4.9.2015).



Kuva 11. Kartta kunnostusojitusalueesta ja RLGis analyysin tuloksesta. Punaisella merkityissä ojissa on suuri eroosioriski, keltaisella merkityissä kohtalainen ja sinisellä pieni riski. Kartassa tiet on merkitty tummanharmaalla, korkeuskäyrät ruskealla ja siniset vaakaviivat merkitsevät suoaluetta. Riskianalyysi on tehty Metsäkeskuksessa.

Metsätalouden vesiensuojelua säätelevät lait on hiljattain uudistettu monissa Itämeren alueen maissa, ja siksi niillä ei ole välitöntä uudistamistarvetta. Maiden kesken olisi kuitenkin tarvetta yhtenäistää VPD:n käytäntöön vientiä. Lisäksi kun vesiensuojelulakeja seuraavan kerran uudistetaan, pitäisi harkita ”aiheuttaja korvaa vahingot” periaatteen tuomista voimakkaammin lainsäädäntöön.

Metsäsertifiointijärjestelmät

Itämeren maissa käytetään PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) ja FSC (The Forest Stewardship Council) -metsäsertifiointijärjestelmiä. Metsäala, joka oli sertifioitu FSC:n (The Forest Stewardship Council) mukaan vaihteli 6–74 prosenttiin metsäpinta-alasta (tilanne marraskuussa 2016). PEFC:n mukaan sertifioitu ala vaihteli 0–77 prosenttiin (tilanne syyskuussa 2016). Metsät voivat kuulua molempiin järjestelmiin samanaikaisesti. Sertifiointijärjestelmien käyttöönoton yhteydessä järjestelmiin on tehty kansalliset standardit, jotka huomioivat paikallisen lainsäädännön.



Kuva 12. Kunnostusojitusta Suomessa. Kuva: Markku Saarinen.

Mikäli lainsäädäntö sisältää yksityiskohtaisia määräyksiä, niitä ei toisteta standardeissa ja päinvastoin. Joissain maissa standardeissa on hyvin yksityiskohtaisia määräyksiä ja suosituksia, ja molemmissa järjestelmissä metsäojitukselle on omat kansalliset standardinsa. Suomessa ja Ruotsissa uudisojitus on kielletty molemmissa järjestelmissä ja kunnostusojitus sallitaan vain kohteilla missä puuston kasvu on elpynyt uudisojituksen jälkeen. Molemmissa maissa sekä myös Latviassa sertifiointijärjestelmissä korostetaan monimuotoisuuden turvaamista. Latviassa, Suomessa ja Ruotsissa PEFC -järjestelmässä on vaatimus kiintoaineen pysäyttämistä ennen vesistöjä. Ruotsissa FSC -järjestelmässä on vaatimus laskeutusaltaiden rakentamisesta.

WAMBAF

FSC -järjestelmässä Suomessa ja Ruotsissa oja ei saa johtaa suoraan vesistöihin, eikä Suomessa saa kunnostusojittaa pohjavesialueita, sulfaattimaita eikä helposti syöpyviä oja (kuva 12). Puolassa molemmat järjestelmät keskittyvät veden varastointiin metsässä. Yleisenä huomiona voi todeta, että FSC -järjestelmässä on yksityiskohtaisempia ja tiukempia vesiensuojelumääräyksiä kuin PEFC -järjestelmässä. Arviointia tarvitaan, kumpi järjestelmästä on tehokkaampi metsätalouden vesiensuojelun toteuttaja.

Muu ohjeistus

Vain Liettuassa ja Suomessa metsänomistajille ja metsäammattilaisille on tehty metsänhoitosuosituksia metsäojituksia koskien. Suomessa suositukset sisältävät yksityiskohtaisia ohjeita vesiensuojelumenetelmien suunnitteluun ja toteutukseen (<http://tapio.fi/julkaisut-ja-raportit/metsanhoidon-suositukset-verkkajulkaisu/>). Ohjeistusta tulisi kehittää kaikissa Itämeren maissa ja oppaiden tulisi sisältää hyväksi havaitut vesiensuojelutoimenpiteet myös muista maista. Oppaiden tulisi kuitenkin ottaa huomioon myös eri maiden väliset erot maaperässä ja kasvillisuudessa.

7. Lisätietoja

Erikoistutkija Sirpa Piirainen, Luonnonvarakeskus, sirpa.piiirainen@luke.fi, puh. 029 532 3188 ja
Professori Leena Finér, Luonnonvarakeskus, leena.finer@luke.fi, puh. 029 532 3067.

WAMBAF-projektin www-sivut:

<http://www.skogsstyrelsen.se/en/AUTHORITY/International-activities/WAMBAF/>

https://www.interregbaltic.eu/fileadmin/user_upload/about_programme/Cooperation_priorities/P2_Natural_resources/R011_Water_management_in_Baltic_forests.pdf

Kirjallisuus

Ahtiainen M, Huttunen P (1999) Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. Boreal Environment Research 4:101–114.

Finér L, Mattsson T, Joensuu S, Koivusalo H, Laurén A, Makkonen T, Nieminen M, Tattari S, Ahti E, Kortelainen P, Koskiahio J, Leinonen A, Nevalainen R, Piirainen S, Saarelainen J, Sarkkola S, Vuollekoski M (2010) Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 10:33.

Hansen K, Kronnäs V, Zetterberg T, Zettreberg M, Moldan F, Pettersson P, Munthe J. DiVa - dikesrensningens effekter på vattenföring, vattenkemi och bottenfauna i skogsekosystem Vol B2072. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB; 2013:108.

- 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* 16:430–440.
- Joensuu S, Kauppila M, Tenhola T, Lindén M, Vuollekoski M (2012) Kosteikot metsätaloudessa -selvitys (<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/TASOhanke/Julkaisut>, ladattu 23.2.2017).
- Joensuu S, Ahti E, Vuollekoski M (2002) Effects of ditch network maintenance on the chemistry of run-off water from peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:238–247.
- Joensuu S, Ahti E, Vuollekoski M (1999) The effects of peatland forest ditch maintenance on suspended solids in runoff. *Boreal Environmental Research* 4:343–355.
- Kortelainen P, Mattsson T, Finér L, Ahtiainen M, Saukkonen S, Sallantausta T. Controls on the export of C, N, P and Fe from undisturbed boreal catchments, Finland. *Aquatic Sciences*. 2006;68:453–468.
- Launiainen S, Sarkkola S, Laurén A, Puustinen M, Tattari S, Mattsson T, Piirainen S, Heinonen J, Alakukku L, Finér L (2014) KUSTAA -työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 33:55.
- Marttila H, Vuori K, Hökkä H, Jämsen J, Kløve B (2010) Framework for designing and applying peak runoff control structures for peatland forestry conditions. *Forest Ecology and Management* 260:1262–1273.
- Mattsson T, Finér L, Kortelainen P, Sallantausta T. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution*. 2003;147:275–297.
- Marttila H, Kløve B (2009) Managing runoff, water quality and erosion in peatland forestry by peak runoff control. *Ecological Engineering* 36:900–911.
- Montanarella L, Jones RA, Hiederer R (2006) The distribution of peatland in Europe. *Mires and Peat* 1:10.
- Nieminen M, Ahti E, Koivusalo H, Mattsson T, Sarkkola S, Laurén A (2010) Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in South-Central Finland. *Silva Fennica* 44(1):39–49.
- Paavilainen E, Päivänen J (1995) *Peatland Forestry: Ecology and Principles*. Ecological studies 111, Springer, New York, 250 s.
- Peltola A (2014) Suomen metsätalastollinen vuosikirja, Metsäntutkimuslaitos, Helsinki, 428 s.
- Päivänen J, Hånell B (2012) *Peatland Ecology and Forestry – a Sound Approach*. Helsingin yliopisto, metsätieteiden laitoksen julkaisuja 3, Helsinki, 267 s.
- Ruseckas J, Urbaitis G (2013) Sausinimo Tinklų Miškuose Būklės Vertinimo ir Renatūralizacijos Tyrimų Metodika. Lithuanian Centre for Agriculture and Forestry, Lutute.
- Saari P (2014) Dynamics of vegetation, nitrogen and carbon as indicators of the operations of peatland buffers. *Dissertationes Forestales* 173, Itä-Suomen yliopisto, Joensuu, 49 s.
- Saari P, Saarnio S, Saari V, Heinonen J, Alm J (2010a) Initial effects of forestry operations on N₂O and vegetation dynamics in a boreal peatland buffer. *Plant and Soil* 330:149–162.
- Saari P, Saarnio S, Heinonen J, Alm J (2013) Emissions and dynamics of N₂O in a buffer wetland receiving water flows from forested peatland. *Boreal Environment Research* 18:164–180.
- Saari P, Saari V, Luotonen H, Alm J (2010b) Vegetation change in peatland buffers as an indicator of active areas of run-on from forestry. *Annales Botanici Fennici* 47:425–438.

WAMBAF

Sarkkola S, Nieminen M, Koivusalo H, Laurén A, Ahti E, Launiainen S, Nikinmaa E, Marttila H, Laine J, Hökkä H (2013) Domination of growing-season evapotranspiration over runoff makes ditch network maintenance in mature peatland forests questionable. *Mires and Peat* 11:1–11.

Silvan N (2005) Nutrient retention in a restored peatland buffer. Helsingin yliopisto, Metsäekologian laitos, Julkaisuja nro 32, Helsinki, 51 s.

Simonsson P (1987) Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser – Slutrapport från ett projektområde. Naturvårdsverket, Rapport 3270:196.

Taminskas J, Pileckas M, Simanauškiene R, Linkevičienė R (2011) Lithuanian wetlands: classification and distribution. *Baltica* 24:151–162.

Wisniewski S (1996) Dotychczasowe metody regulacji stosunków wodnych w lasach i ich efekty. *Sylvan* 140:75–83.

Kirjoittajat

Piirainen, S.¹, Finér, L.¹, Andersson, E.², Armolaitis, K.³, Belova, O.³, Čiuldiene, D.³, Futter, M.⁴, Gil, W.⁵, Glazko, Z.⁶, Hiltunen, T.⁷, Högbom, L.⁸, Janek, M.⁵, Joensuu, S.⁹, Jägrud, L.¹⁰, Libiete, Z.¹¹, Lode, E.¹², Löfgren, S.⁴, Pierzgalski, E.⁵, Sikström, U.⁸, Zariņš, J.⁵ and Thorell, D.¹³

Yhteystiedot

¹Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6, 80101 Joensuu, sirpa.piirainen@luke.fi, leena.finer@luke.fi

²Swedish Forest Agency, P.O. Box 284, SE-90106 Umeå, Sweden, elisabet.andersson@skogstyrelsen.se

³ Lithuanian Centre for Agriculture and Forestry (LRCAF), Liepų str. 1, LT-53101 Girionys, Kaunas distr., Lithuania, d.ciuldiene@gmail.com, Olgirda Belova: baltic.forestry@mi.lt, kestutis.armolaitis@mi.lt

⁴Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Dept. of Aquatic Sciences and Assessment, Box 7050, SE-75007 Uppsala, Sweden, martyn.futter@slu.se, stefan.lofgren@slu.se

⁵Forest Research Institute (IBL), Sekocin Stary ul. Braci Lesnej nr 3, 05-090 Raszyn, Poland, W.Gil@ibles.waw.pl, M.Janek@ibles.waw.pl, E.Pierzgalski@ibles.waw.pl

⁶Ministry of Environment of the Republic of Lithuania, A. Jakšto g. 4/9, LT-01105 Vilnius, Lithuania, zbignev.glazko@am.lt

⁷Metsähallitus, Keskustie 35, 35300 Orivesi, timo.hiltunen@metsa.fi

⁸Skogforsk, Uppsala Science Park, SE-751 83 Uppsala, Sweden, ulf.sikstrom@skogforsk.se, lars.hogbom@skogforsk.se

⁹Tapio, Maistraatinportti 4 A, 00240 Helsinki, samuli.joensuu@tapio.fi

WAMBAF

¹⁰Swedish Forest Agency, Frihamnen 16 B, SE-41755 Göteborg, Sweden,
linnea.jagrud@skogsstyrelsen.se

¹¹Latvian State Forest Research Institute (Silava), Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvia,
zane.libiete@silava.lv

¹²Tallinn University Institute of Ecology, Uus-Sadama 5, 10120 Tallinn, Estonia,
elve.lode@gmail.com

¹³Swedish Forest Agency, Box 343, SE-50113 Bor