



Erkka Laitinen, Katja Pellikka & Juha-Pekka Vähä (LUVY)

Mika Salmi (Suomen metsäkeskus)

Julkaisu 11/2022

Pohjois-Pusulan järvireitin metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelma

Pohjois-Pusulan järvireitin metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelma



Huomio metsien vesienhoitoon – Fokus på skogsbrukets vattenvård on vuonna 2020 alkanut Uudenmaan maakunnan alueella toimiva tiedonvälityshanke, jossa kehitetään metsänomistajien, metsäalan toimijoiden ja vesiasiantuntijoiden välistä yhteistyötä. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry:n (LUVY) lisäksi hankkeessa ovat mukana Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys (VHVSY), Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys ry sekä Suomen metsäkeskuksen eteläinen palvelualue. Hankkeen päärahoittaja on Euroopan maaseudun kehittämisen maaseuturahasto, minkä lisäksi sitä tukee myös Uudenmaan ELY-keskus Ympäristöministeriön rahoituksella.

Tekijät: Erkka Laitinen, Katja Pellikka, Juha-Pekka Vähä (LUVY)
Mika Salmi (Suomen metsäkeskus)

Taitto: Tiia Palm

Valokuvat: LUVY, Suomen metsäkeskus

Kansikuva: Heinjärvi keväällä 2022 (LUVY / Erkka Laitinen)

ISBN 978-952-250-258-2

ISSN 1798-2677

Julkaisu on saatavana myös nettisivuiltamme: www.luvy.fi/julkaisut

Kuvailulehti

<i>Julkaisija</i>	Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry PL 51, 08101 LOHJA vesi.ymparisto@luvy.fi 019 323 623 www.luvy.fi	Julkaisu-aika 6/2022
		Julkaisun kieli Suomi
		Sivuja 76
<i>Tekijä(t)</i>	Erkka Laitinen, Katja Pellikka, Juha-Pekka Vähä, Mika Salmi	
<i>Julkaisun nimi</i>	Pohjois-Pusulan järvireitin metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelma	
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Julkaisu 11/2022	
<i>Tiivistelmä</i>	Uudenmaan alueella vuonna 2019 käynnistyneen Huomio metsien vesienhoitoon -hankkeen suunniteltuihin toimenpiteisiin kuuluu laatia metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelmia kohdealueille, jotka ovat metsävaltaisella valuma-alueella sijaitsevia kirkasvetisiä ja lähes luonnontilaisia vesistöjä. Tällaiset vesistöt ovat usein herkkiä pienillekin kuormitusmuutoksille. Pohjois-Pusulan järvireitti on eräs hankkeen kohdealueista. Järvet sijaitsevat Karjaanjoen vesistön latvoilla, ja niiden ekologinen tila on hyvä tai erinomainen. Alueen maapinta-alasta yli 90 % on metsää, jolloin myös järviin kohdistuva kuormitus on merkittävältä osin peräisin metsätaloudesta. Osassa alueen järvistä näkösyvyys on pienentynyt, happipitoisuus laskenut ja rehevöityminen lisääntynyt. Käsillä oleva yleissuunnitelma sisältää kuvauksen alueen vesistöistä sekä tehdyistä ja ennustetuista tulevista metsätaloustoimista. Näiden lisäksi esitellään käytännön suosituksia vesiensuojelun edistämiseksi ja käydään läpi tapauskohtaisia esimerkkejä alueelta valittujen havaintopisteiden avulla. Metsänomistajat ja muut toimijat voivat käyttää näitä tietoja apunaan metsätalouden toimenpiteitä suunnitellessaan. Toimenpidesuosituksiset eivät sido maanomistajia. Niillä lisätään tietoa metsätalouden vesiensuojelun mahdollisuuksista ja tuetaan metsänomistajien päätöksentekoa.	
<i>Asiasanat</i>		
<i>Toimeksiantaja</i>	Huomio metsien vesienhoitoon – Fokus på skogsbrukets vattenvård	

Sisältö

1 Johdanto.....	5
2 Pohjois-Pusulan järvireitti.....	5
2.1 Vesistöt ja niiden tila	5
2.2 Merkittävä lajisto ja luontotyytit	9
2.2.1 Kalasto.....	9
2.2.2 Pienvedet, virtavedet, lähteet ja erityisen tärkeät elinympäristöt	9
2.2.3 Suojelualueet	11
2.3 Valuma-alueen maankäyttö ja maaperä.....	12
2.4 Valuma-alueen puusto ja hakkuut.....	15
2.5 Vesistökuormitus ja kuormituksen sietokyky	18
2.5.1 Vesistökuormituksen jakautuminen kuormituslähteisiin	18
2.5.2 Ravinteiden kulkeutuminen pääuomassa	19
2.5.3 Metsätaloustoimien vesistökuormitus.....	23
2.5.4 Kuormituksen sietokyky	25
3 Metsätalouden vesistökuormitus ja vesiensuojelu.....	26
3.1 Metsätalouden vesistökuormitus	26
3.2 Metsätalouden vesiensuojelun menetelmiä ja suosituksia.....	26
3.2.1 Toimenpiteiden ajoittaminen ja suunnittelu	27
3.2.2 Rantametsien käsittely ja suojavyöhykkeet.....	32
3.2.3 Turvemaiden vesiensuojelu ja kunnostusojitustarpeen harkinta.....	33
3.2.4 Vesiensuojelumenetelmät ja -rakenteet	33
4 Metsätalouden vesiensuojelun suosituksia ja havaintopisteitä Pohjois-Pusulan järvireitin alueella	37
4.1 Heinjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet	39
4.2 Saloveden lähivaluma-alueen havaintopisteet	50
4.3 Vaheranjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet	57
4.4 Saarijärven lähivaluma-alueen havaintopiste	61
4.5 Heinäistenjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet	63
4.6 Saukonpään lähivaluma-alueen havaintopiste.....	66
4.7 Tarkeelanjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet.....	68
5 Yhteenveto.....	71
Lähdeluettelo	74

1 Johdanto

Uudenmaan ELY-keskuksen tuoreimmassa vesistöjen ekologista luokitusta koskevassa selvityksessä todetaan Uudenmaan jokien olevan pääasiassa tyydyttävässä tai välttävissä tilassa. Järvien osalta suurin osa sijoittuu joko hyvään tai tyydyttävään luokkaan. Uudenmaan alueella hyvässä tai erinomaisessa tilassa olevat vesistöt sijaitsevat usein metsävaltaisilla valuma-alueilla ja niiden latvaosilla. Järvien ekologinen tila muuttuu hitaasti, missä piilee myös riski, ettei ongelmia tunnisteta riittävän aikaisin. Kuormituksessa tapahtuvat muutokset voivat johtaa hitaasti kohti tilannetta, jossa järven rehevöityminen nousee pysyvästi aiempaa huonommalle tasolle. Järven palauttaminen muutosta edeltävään tilaan vaatii suhteellisesti suurempia ponnisteluja ja muutoksia kuin järven tilan säilyttäminen ennallaan.

Yksittäisen vesistön tilaan vaikuttaa olennaisesti valuma-alueen maankäyttö. Yleisesti maataloudesta peräisin olevan ravinnekuormituksen on todettu olevan merkittävin vesistöjä kuormittava tekijä. Uudenmaan alueen metsiin kohdistuu kuitenkin suuria hyödyntämispaineita, ja myös metsätaloudella voi olla yksittäisen vesistön kannalta suuri vaikutus. Järven kannalta ei ole merkitystä, mistä kuormitus sinne saapuu. Siksi kaikki valuma-alueella tehtävät kuormitusta vähentävät toimet ovat tärkeitä.

Käsillä olevan, Pohjois-Pusulan järvireitin alueen metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelman ovat laatineet Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (LUVY) ja Suomen metsäkeskus. Alue sijaitsee Karjaanjoen vesistön latvoilla, ja käsitellyt järvet ovat hyvässä tai erinomaisessa ekologisessa tilassa. Pohjois-Pusulan järvireitti käsittää kahdeksan järveä: Heinjärvi, Salovesi, Saarijärvi, Jäljänjärvi, Saukonpää, Antainen, Vahermanjärvi ja Tarkeelanjärvi, minkä lisäksi siihen yhtyvät Kolmperseen ja Vähäveden (käsitellään tässä yhtenä kokonaisuutena) sekä Heinäistenjärven lasku-uomat.

Tulevaisuudessa tehtävät metsätaloustoimenpiteet voivat lisätä järviin kohdistuvaa kuormitusta. Kuormitusta voidaan kuitenkin vähentää huomioimalla vesiensuojelulliset seikat toimenpiteiden toteuttamisen yhteydessä. Metsäkeskukseen saapuneiden metsänkäyttöilmoitusten perusteella valuma-alueella on toteutettu uudistushakkuita lähes saman verran kuin Uudellamaalla keskimäärin. Metsäkeskuksen metsävaratietojen tietojen mukaan alueella on runsaasti uudistuskypsää metsää, joten lähivuosina hakkuupotentiaali pysyy merkittävänä. Osa uudistuskypsistä metsäalueista sijaitsee aivan vesistöjen läheisyydessä. Maanomistajat päättävät hakkuiden toteutuksesta itse ja he voivat valitsemillaan toimenpiteillä vaikuttaa metsätalouden vesiensuojelun toteutumiseen. Tämän yleissuunnitelman tarkoitus on toimia suosituksena alueen metsätalouden vesistökuormituksen hallinnassa ja siten se tarjoaa metsänomistajille mahdollisuuden osallistua omalta osaltaan Pohjois-Pusulan järvireitin järvien hyvän tilan säilyttämiseen.

Metsätaloustoimenpiteiden kuormitusta vesistöihin voidaan vähentää merkittävästi toimenpiteiden suunnittelulla sekä töiden oikealla ajoittamisella. Tärkeä osa toimenpiteiden suunnittelua on selvittää toimenpidealueen ominaispiirteet sekä mahdolliset vesiensuojelulliset riskikohteet. Tässä metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelmassa annetaan taustatietoa Pohjois-Pusulan järvireitin valuma-alueesta tulevien metsätalouden toimenpiteiden suunnittelua varten sekä käytännön esimerkkejä siitä, miten vesiensuojelu voidaan huomioida toimenpiteiden yhteydessä, jolloin vesistöjen kuormittumisen riski pienenee.

2 Pohjois-Pusulan järvireitti

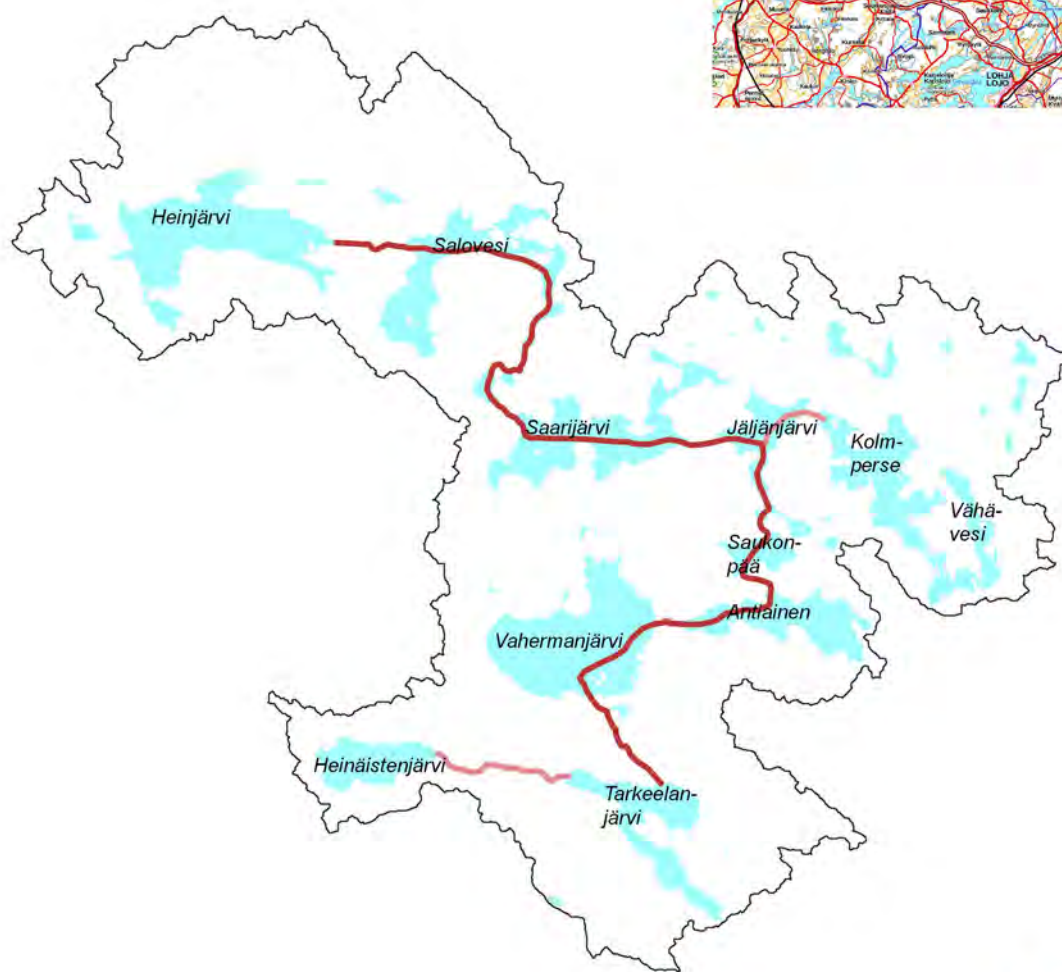
2.1 Vesistöt ja niiden tila

Pohjois-Pusulan järvireitti käsittää kahdeksan järveä, jotka ovat Karjaanjoen vesistöön kuuluvia latvajärviä. Koko tarkastellun valuma-alueen pinta-ala järvineen on noin 6 300 ha (63 km²). Edellä mainittujen kahdeksan järven lisäksi pääuomaan yhtyvät samaan valuma-alueeseen kuuluvien Kolmperse-Vähäveden sekä Heinäistenjärven lasku-uomat. Pääuoman pituus on noin 15 km. Kartta tarkastelluista järvistä on esitettyä kuvassa 1. Pääuoma on merkitty karttaan mustalla viivalla ja Kolmperse-Vähäveden ja Heinäistenjärven lasku-uomat sinisillä. Tarkastelluista järvistä Heinjärvi sijaitsee Lohjan ja Someron rajalla, ja Kolmperse-Vähävesi Lohjan ja Karkkilan rajalla. Muut järvet ovat kokonaisuudessaan Lohjan kaupungin (entisen Nummi-Pusulan kunnan) alueella. Valuma-alueen rajauksessa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen VALUE-työkalua (Suomen ympäristökeskus 2020a).



Selite

- Pohjois-Pusulan järviceitin pääuoma
- Tärkeimmät sivu-uomat



0 1 2 km



© Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (2022)
 © MML (Maastotietokanta 11/2016, 06/2020)
 © UUDELY (POVET, 02/2020)
 © SYKE (VALUE 04/2022)

Kuva 1. Tarkasteltu alue järvineen. Pääuoma on merkitty kirkkaanpunaisella viivalla sekä pääuomaan yhtyvät sivu-uomat vaaleanpunaisiin viivoihin. Tarkasteltu alue vastaa vesireitin alimman järven eli Tarkeelanjärven valuma-aluetta.

Pintavesien ekologista tilaa arvioidaan biologisten laatutekijöiden perusteella. Näihin kuuluvat muun muassa planktonlevät, pohjalevät, vesikasvillisuus, pohjaeläimet ja kalat. Järven tilaa verrataan olosuhteisiin, jossa ihmistoiminnan vaikutus on vähäinen. Koska tietoa biologisista tekijöistä ei kuitenkaan usein ole riittävästi saatavilla, apukeinoina ekologisen tilan määrittämisessä käytetään fysikaalis-kemiallisia parametreja (esim. typpi- ja fosforipitoisuudet, pH-arvo, näkösyvyys, väriluku) sekä hydrologis-morfologisia tekijöitä kuten virtausolosuhteita, veden viipymäaika järvestä, syvyysprofiilia sekä rantavyöhykkeen ja pohjan rakennetta. Myös tässä yleissuunnitelmassa tarkastelluista järvistä usean ekologinen luokitus perustuu suppeaan aineistoon, mikä merkitsee muun muassa eliöstönäytteiden puuttumista. Ekologisen tilan asteikko on viisiportainen: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono.

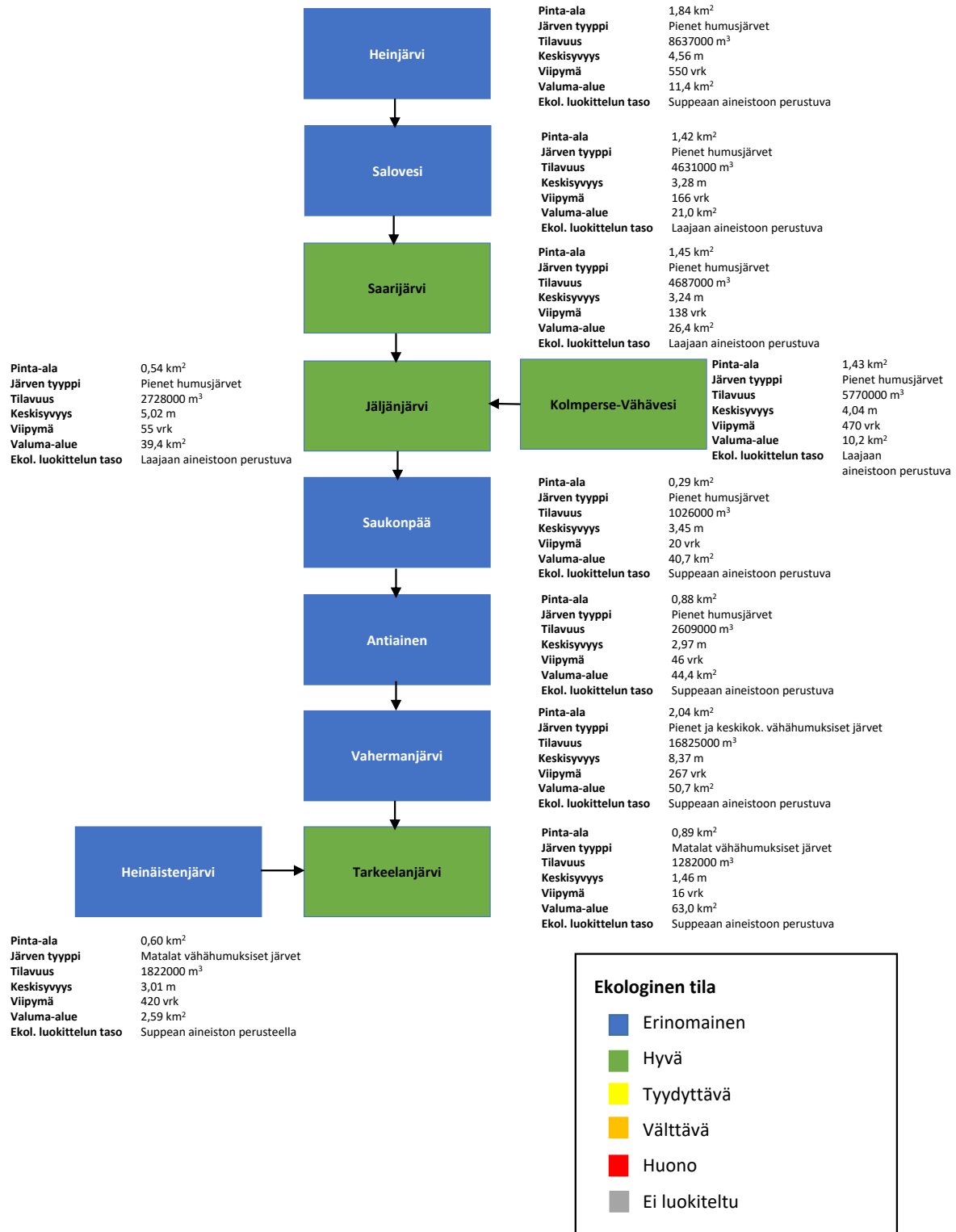
Pintaveden kemiallinen tila luokitellaan hyväksi, jos siitä mitattujen vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuuksien vuosikeskiarvot alittavat ympäristölaatusnormin mukaiset lukuarvot. Jos pitoisuus ylittyy tai pohjasedimentissä tai eliöstössä on havaittu korkeita pitoisuuksia, kemiallinen tila määritellään hyvää huonommaksi.

Ekologista tilaa määrittelevien muuttujien lukuarvoja ei kuitenkaan voi suoraan käyttää järvien ekologisten luokitusten keskinäiseen vertailuun. Ekologisen tilan määrittelemiseksi on tunnettava myös kyseisen järven tyyppi, joka on määritelty sen luontaisten ominaisuuksien perusteella. Näitä ovat muun muassa järven koko ja humuspitoisuus sekä järven valuma-alueen koko ja sen maaperän turvepitoisuus. Koska erityyppisissä järvissä luontaiset olosuhteet poikkeavat toisistaan, myös ekologisten luokkien luokkarajat riippuvat tutkitun järven tyypistä. Tässä tarkastelun kohteena olevat järvet jakautuvat kolmeen tyyppiin: Vahermanjärvi luokitellaan kuuluvaksi pieniin ja keskikokoisiin vähähumuksisiin järviin, Tarkeelanjärvi ja sen länsipuolella oleva Heinäistenjärvi mataliin vähähumuksisiin järviin, kun taas muut järvet ovat pieniä humusjärviä. Yksityiskohtaista tietoa pintavesien tyypittelystä ks. Pilke (toim.) 2012. Tiedot tarkasteltavan alueen järvistä sekä järvien tyypit ja niiden ekologisen luokittelun taso ja perusta on esitetty kuvassa 2.

Tarkastellun alueen järvien ekologinen tila on luokiteltu erinomaiseksi tai hyväksi; kemiallinen tila kaikissa järvissä sen sijaan hyvää huonommaksi, mikä johtunee bromatuista difenyylieteereistä. Joillakin järvillä on myös havaittu veden laadun heikkenemistä tai siihen johtavia riskitekijöitä: Heinjärven näkösyvyys on pienentynyt oletettavasti lämpimien talvien vaikutuksesta 2000-luvulla muutamassa vuodessa nopeasti ja sen väriluku on humuksen määrän myötä kasvanut, mutta järvi sijoittuu kuitenkin edelleen erinomaiseen ekologiseen luokkaan. Vastaavaa kehitystä on havaittu myös Salovedessä, Saarijärvestä ja Jäljänjärvestä, joissa on lisäksi havaittu etenkin pohjan läheisten happipitoisuuksien heikkenemistä. Heinjärvestä, Saukonpäässä sekä tarkasteltavista järvistä alimpana sijaitsevassa Tarkeelanjärvestä on havaittu lievää rehevöitymistä. Tarkeelanjärven vedenpintaa nostettiin vuonna 2014 umpeenkasvun hidastamiseksi ja nykyään järvi sijoittuu aiemman tyydyttävän sijasta hyvään ekologiseen luokkaan. Myös Antiaisella happipitoisuudet ovat olleet ajoittain alhaiset, mutta järvi sijoittuu edelleen vedenlaadultaan erinomaiseen ekologiseen luokkaan. Muiden tarkasteltujen järvien osalta tilanne on pysynyt vakaana 2000-luvun alusta alkaen. (Suomen ympäristökeskus 2020b; Tikander ja Hietaranta 2016; Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2020.)

Pääuoman varrella sijaitsevista järvistä pisimmät viipymäajat ovat Heinjärvestä, Vahermanjärvestä, Salovedessä ja Saarijärvestä, joissa kaikissa viipymäaika on useiden kuukausien mittainen. Kaikkein pisin viipymäaika on Heinjärvestä, 550 vrk. Lyhytviipymäisin tutkituista järvistä on puolestaan Tarkeelanjärvi, jonka viipymäaika on vain 16 vuorokautta. Myös Saukonpään ja Antiaisen viipymäajat ovat lyhyet, 20 ja 46 vuorokautta. Viipymäajalla on merkitystä ravinteiden kulkeutumiseen, jota käsitellään myöhemmin. Pääuoman ulkopuolella sijaitsevien Kolmperse-Vähäveden (470 vrk) ja Heinäistenjärven (420 vrk) viipymäajat ovat verrattain pitkiä.

Uoman järvet ja niiden ekologinen tila



Kuva 2. Tietoja tarkastellun alueen järvistä sekä järvien ekologinen luokitus. (Suomen ympäristökeskus. Tiedot on haettu huhtikuun 2020 aikana.)

2.2 Merkittävä lajisto ja luontotyypit

2.2.1 Kalasto

Karjaanjoen vesistön 36 lajia käsittävä kalasto ja kaksi rapulajia käsittävä ravusto on Suomen mittakaavassa poikkeuksellisen runsaslajinen (Teräsvuori ja Villa 2006). Tässä yleissuunnitelmassa tarkastelluilta järviltä ei ole saatavissa standardisoituihin koekalastusmenetelmiin perustuvaa kalastoseurantatietoa, mutta järvien kalasto koostuu kuitenkin pääosin kevätkutuisista kalalajeista kuten lahna, ahven, hauki ja särki. Järvien talouskalastoa on kuitenkin pyritty parantamaan ja ylläpitämään istutuksin. Tyypillisiä istutuslajeja vesistöissä ovat olleet siika, kuha, taimen, karppi, toutain ja ankerias. Heinjärveen ja Saloveteen on istutettu myös täplärapija. Petokalakannan on päätelty useissa järvissä olevan saaliiden perusteella hyvä.

Ainoastaan Tarkeelanjärven kalastosta on tehty arvio kurenuottauksen perusteella (Savola 2008). Koekalastuksen perusteella arvioitiin, että Tarkeelanjärven kalastosta 67 % on särkikaloja, mitä on pidetty merkinä rehevöitymiskehityksestä. Sitten järven vedenkorkeutta on nostettu pohjapadon avulla vedenlaadun parantamiseksi. Vedenkorkeuden noston vaikutuksesta kalastoon ei tosin ole tietoa.

Alueen virtavesistä Myllypurossa ja Jokisuunjoessa (Antiaisen laskupuro) on järvitaimenelle soveltuvaa lisäätymisaluutta ja sieltä myös taimenen poikasia on sähkökoekalastusseurannoissa tavattu, mutta muutoin alueen alkuperäinen taimenkanta on taantunut voimakkaasti alapuolisen vesistön vaellusesteellisyyden ja puroumien perkausten vuoksi. Virtavesistä kerrotaan tarkemmin seuraavassa.

2.2.2 Pienvedet, virtavedet, lähteet ja erityisen tärkeät elinympäristöt

Pohjois-Pusulan järvireitin alueella on myös runsaasti pienvesiä, puroja, noroja ja jonkin verran myös lähteitä. Suuri osa alueen virtavesistä on säilynyt hyvässä tilassa lähes luonnontilaisena ja niitä on aikoinaan inventoitu Karjaanjoki LIFE -projektissa (2001–2005). Inventointitulosten mukaan on saatu seuraavaa tietoa:

Jokisillanjoki laskee Heinjärvestä Saloveteen. Uoma meanderoi luonnontilaisena suometsässä, jota on paikoin ojitettu. Uomaa reunustaa runsas kasvillisuus.

Kahilaisenpuro laskee Salovedestä Saarijärveen. Kasvillisuus purossa on runsasta, ja sammalia esiintyy niukasti. Uoman pohjalla on siellä täällä suurehkoja kiviä. Puron ympäristö on ojitettua suometsää.

Tammenjoki laskee Saarijärvestä Jäljänjärveen. Uoman keskivaiheilla uomaa on perattu tukkien uittoa varten kauan aikaa sitten. Kunnostusmenetelmäksi on ehdotettu uoman kiveämistä. Tammenjoessa on runsaasti kalaa ja sitä pidetään maisemallisesti tärkeänä kohteena.

Jäljänjärvenpuro laskee Jäljänjärvestä Saukonpäähän. Puron alapäässä on havaittu suomenlummetta (*Nymphaea tetragona*). Jäljänjärvenpurossa on runsaasti kaloja ja sen kasvillisuus on melko runsasta. Yläpäässä uoman poikki kulkee metsäautotie, joka jää vedenpinnan alle.

Saukonpäänjoki laskee Saukonpäästä Antiaiseen. Yläosa on järven salmen kaltainen paikka.

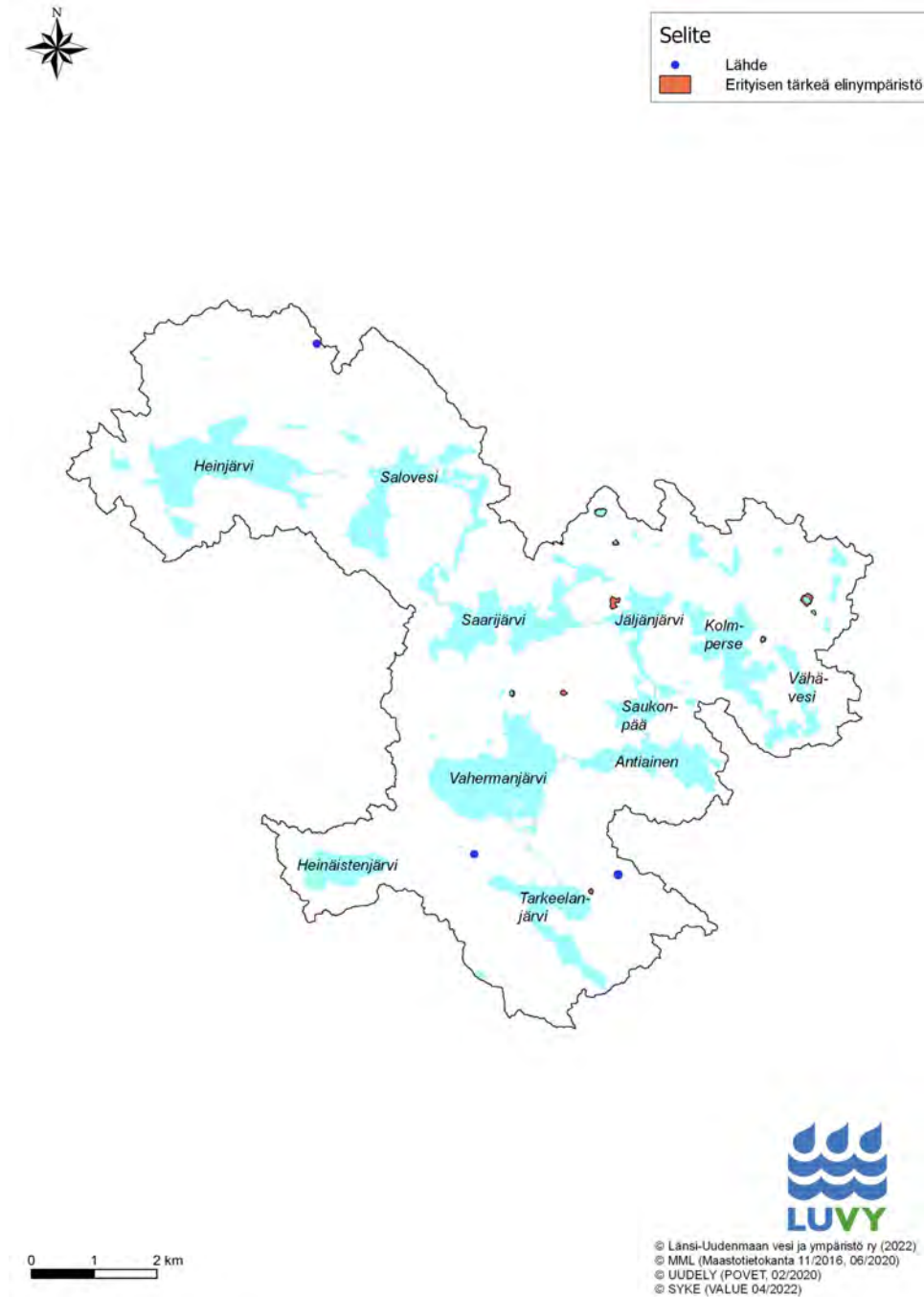
Maisemallisesti arvokas *Myllypuro* laskee Vahermanjärven viereisestä Tytylammesta Tarkeelanjärveen. Tarkeelanjärven suulla virtaus on paikoin nivamaista, mutta se hidastuu yläjuoksulle edettäessä. Vaikka uoman pohja on pääosin karkeaa soraa ja kivenlohkareita, hitaan virtauksen alueilla esiintyy lyhyehköjä osuuksia, joissa puron pohjamateriaali on turvetta. Tytylammesta kohti koskiosuuksia kuljettaessa materiaali muuttuu karkeammaksi ja virtaus voimistuu. Uomassa on noin 500 m pituinen koskiosuus, jonka välissä on lyhyehkö suvanto-alue. Ympäristöltään Myllypuron alue on lähes luonnontilaista kuusimetsää, eteläpäässä metsää on rannan tuntumassa hakattu ja harvennettu jonkin verran. Kasvillisuus Myllypurossa on melko runsasta hitaammin virtaavissa paikoissa, muutoin putkilokasveja esiintyy melko vähäisesti. Sammalia on runsaasti. Rihmamaisia leviä purossa esiintyy Tytylammen puoleisella jaksolla. Rehevyyttä indikoivia kasvilajeja Myllypurossa on vähän.

Antiaisesta Vahermanjärveen laskevassa uomassa (*Jokisuunjoki tai Antiaisen laskupuro*) sekä Myllypurossa on tavattu taimenen lisääntymistä ainakin vielä vuonna 2009 (sähkökoekalastusrekisteri). Antiaisen luusuassa oleva

padon raunio on tunnistettu kuitenkin osittaiseksi esteeksi kalojen vaellukselle. Koekalastustietoja taimenen osalta lähimenneisyydestä ei ole.

Lähteitä alueella sijaitsee Maanmittauslaitoksen maastotietokannan mukaan kolme kappaletta, joista kaksi sijaitsee valuma-alueen eteläosassa Tarkeelanjärven lähialueilla ja kolmas aivan valuma-alueen rajalla pohjoisessa. Lohjan kaupunki ei ole tehnyt erillistä lähdekartoitusta, minkä vuoksi on oletettavaa, että todellisuudessa lähteitä on maastotietokannassa olevia tietoja suurempi määrä.

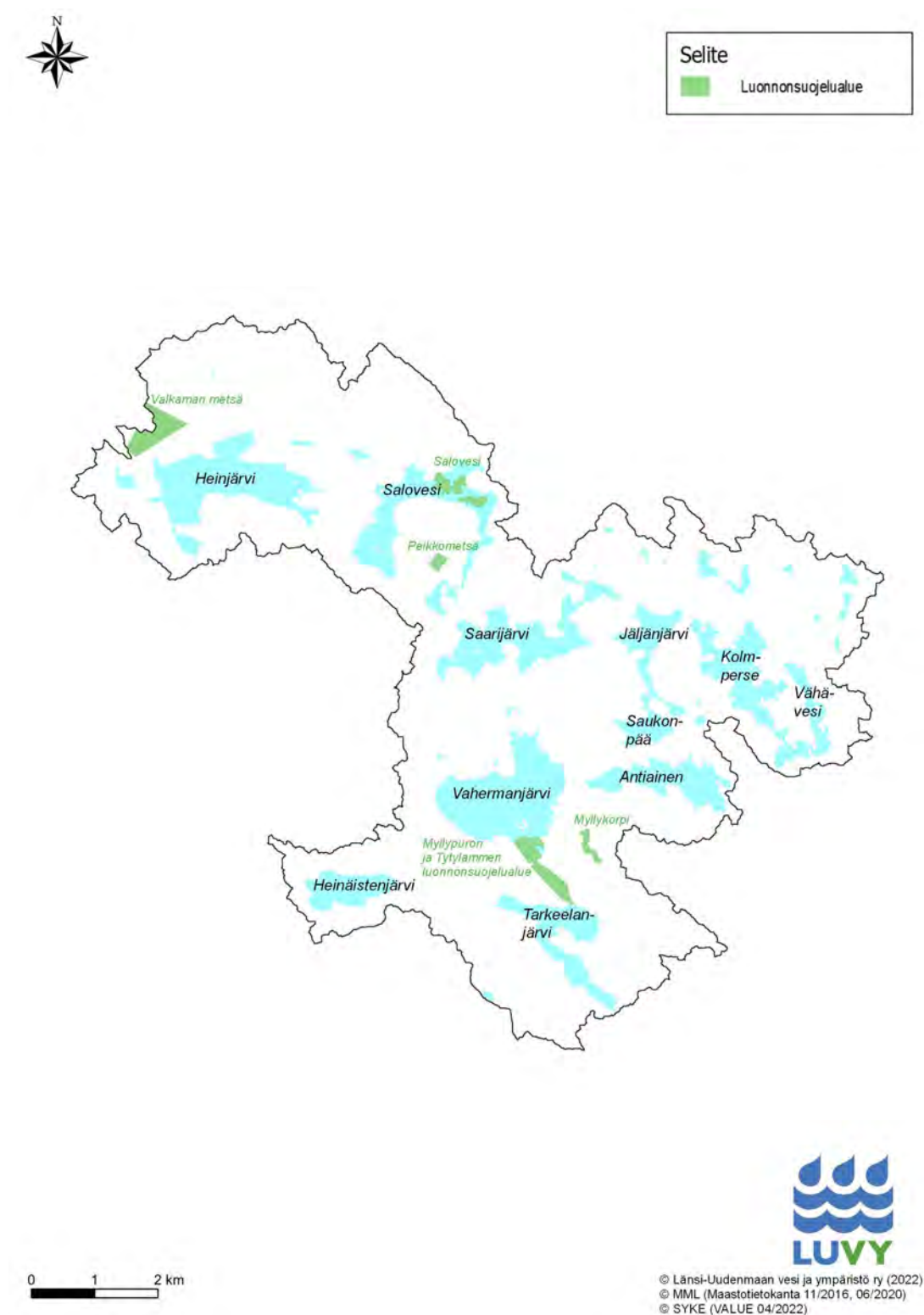
Erityisen tärkeiksi elinympäristöiksi luokiteltuja kohteita on Metsäkeskuksen aineistojen mukaan yhteensä noin 7,3 ha, mikä vastaa noin 0,1 prosenttia alueen kokonaispinta-alasta. Alueet ovat käytännössä yksinomaan pienvesistöjen välittömiä elinympäristöjä sekä suoelinympäristöjä. Tiedossa olevat lähteet ja erityisen tärkeät elinympäristöt on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Pohjois-Pusulan järvireitin valuma-alueella sijaitsevat erityisen tärkeät elinympäristöt sekä lähteet. (Maanmittauslaitos, Suomen metsäkeskus)

2.2.3 Suojelualueet

Tarkastellulla alueella on yhteensä viisi luonnonsuojelualuetta, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 87 ha. Tämä vastaa hieman yli prosenttia valuma-alueen kokonaispinta-alasta. Yksi luonnonsuojelualueista, Valkaman metsä, kuuluu Natura 2000-verkostoon. Kuvaukset luonnonsuojelualueista esitellään seuraavassa, ja niiden sijainnit kartalla on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Pohjois-Pusulan järvireitin luonnonsuojelualueet. (Maanmittauslaitos)

2.2.3.1 Valkaman metsä

Heinjärven luoteispuolella sijaitsevaan Valkaman tilaan kuuluvat metsäalueet muodostavat merkittävän vanhan metsän kohteen ja se kuuluu Natura 2000-verkostoon. Alueen pinta-ala on 44 ha. Alue koostuu pääasiassa tuoreista ja lehtomaisista, luonnontilaistumassa olevista kangasmetsistä sekä puustoisista suoalueista. Alueella on laidunnuskäytössä olevia pihapiirejä ja peltoja, ja myös liito-oravan pesiä on havaittu. (Ympäristöministeriö 2015.)

2.2.3.2 Salovesi

Saloveden suojelualue sijaitsee yksityisellä maalla Saloveden järven itäosassa ja sen pinta-ala on noin 11 ha. Alue sijaitsee osittain saarilla, joista suurimmat ovat Puttisaari, Isosaari ja Mustikkasaari, sekä osittain mantereen puolella. Alueella on luonnonsuojelullisesti arvokasta tuoretta ja kuivaa kangasmetsää sekä lahopuuta. (Uudenmaan ELY-keskus 2017.)

2.2.3.3 Peikkometsä

Peikkometsän noin 4 hehtaarin kokoinen luonnonsuojelualue sijaitsee Saloveden valuma-alueella Pöksänmaan niemessä yksityisellä maalla. Alueella on iäkästä puustoa ja lahopuuta, minkä lisäksi kasvillisuustyyppien kirjo on laaja. (Uudenmaan ELY-keskus 2021.)

2.2.3.4 Myllypuron ja Tytylammen luonnonsuojelualue

Vahermanjärvestä Tarkeelanjärveen laskevan, luonnontilassa olevan Myllypuron ympäristö sekä Vahermanjärven välittömässä läheisyydessä sijaitseva Tytylammen luonnonsuojelualue muodostavat yhdessä pinta-alaltaan 23 hehtaarin suuruisen arvokkaan luonnontilaisen kokonaisuuden. Myllypuron rantametsä koostuu pääosin vanhasta kangasmetsästä, jonka valtalajina on kuusi. Myllypuron rantametsässä suojelullisesti arvokkaita lajeja ovat purosuomusammal ja pikkukorvasammal, minkä lisäksi Myllypuron virtavedessä esiintyy Suomessa harvinainen virtalude. Tytylammen etelä- ja pohjoisrannalla on avointa kalvakkarämettä ja -nevaa, joiden kasvillisuus on omaleimainen. (Uudenmaan ELY-keskus 2016a.)

2.2.3.5 Myllykorpi

Myllykorven noin 5 ha:n laajuinen luonnonsuojelualue sijaitsee Myllypuron itäpuolella yksityisellä maalla. Se on luonnontilaisena säilynyt kapea korpijuotti eli pitkä ja kapea suoalue. Alueella on erittäin uhanalaista ruohokorpea, jonka puusto on vanhaa ja monimuotoista. Valtakunnallisessa soidensuojelun täydennysesityksessä Myllykorpi on todettu valtakunnallisesti arvokkaaksi suojelualueeksi. (Uudenmaan ELY-keskus 2016b.)

2.3 Valuma-alueen maankäyttö ja maaperä

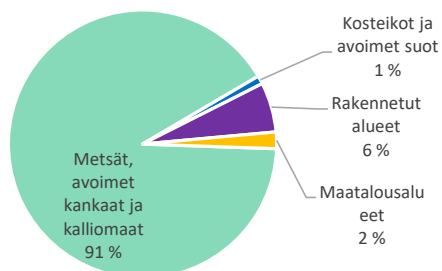
Corine 2018 -aineiston tietojen mukaan alueen metsäpinta-ala on 4 991 hehtaaria eli 79 % valuma-alueen kokonaispinta-alasta vesialueet mukaan laskettuina. Jos vesialueet jätetään pois tarkastelusta, metsäpinta-alan osuus nousee 91 prosenttiin. Pieni osa (2 %) on maatalousaluetta (kuvat 5 ja 6). Järvien rannoilla on kesä mökkejä. Yksittäisten järvien valuma-alueiden maankäyttö havaittiin tarkastelussa hyvin samankaltaiseksi kuin koko alueen.

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) pohjamaalajiaineiston perusteella maapinta-alasta noin 90 % on kivennäismaalajeja ja 10 % turvemaata (kuva 7). Kivennäismaasta noin 97 % on karkearakeista ja 3 % hienojakoista. Eroosiolle herkimpiä maalajeja ovat hienorakeiset maalajit.



Kuva 5. Valuma-alueen maankäyttömuodot. (Corine 2018 -aineisto)

Valuma-alueen maankäyttötyypit
Corine 2018 -aineiston mukaan



Kuva 6. Valuma-alueen maankäyttömuodot osuuksittain Corine 2018-aineiston (SYKE) perusteella. Vesialueet on rajattu pois.



Selite: Pohjamaalajit

- Kallioma, maanpeite enintään 1 m (yleensä moreenia)
- Sora (Sr)
- Hiekka (Hk)
- Hiekkamoreeni (Mr), Soramoreeni (SrMr)
- karkea Hietä (KHt)
- hieno Hietä (HHt)
- Hiesu (Hs)
- Savi (Sa)
- Rahkaturve (St)
- Saraturve (Ct)



0 1 2 km

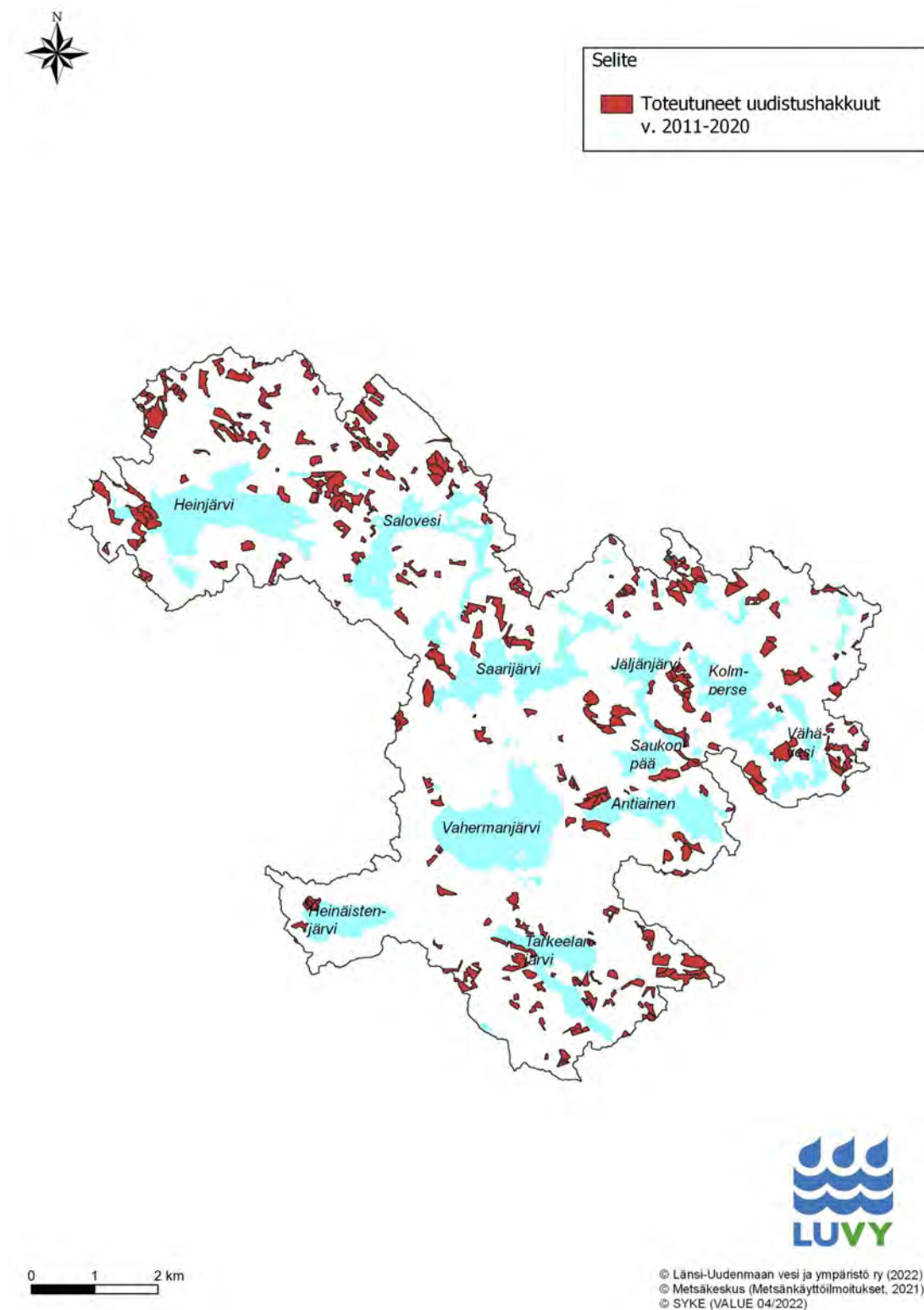


© Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (2022)
 © GTK (Maaperä, 1:20 000 -rajapinta)
 © SYKE (VALUE 04/2022)

Kuva 7. Valuma-alueen pohjamaalajit.

2.4 Valuma-alueen puusto ja hakkuut

Vuosien 2011–2020 aikana Metsäkeskukseen saapuneiden metsänkayttöilmoitusten mukaan toteutettuja uudistushakkuita on 521 hehtaarilla metsäpinta-alasta. Vuosittain metsää on uudistettu noin 1 % verran valuma-alueen koko metsäpinta-alasta. Uudenmaan alueella vuonna 2018 vastaava luku oli noin 0,9 % metsätalouden pinta-alasta. Päätehakuista 90 % on tehty kivennäismailla ja 10 % turvemilla (kuva 8 ja taulukko 1).



Kuva 8. Vuosina 2011–2020 toteutetut uudistushakkuualat (Suomen metsäkeskus).

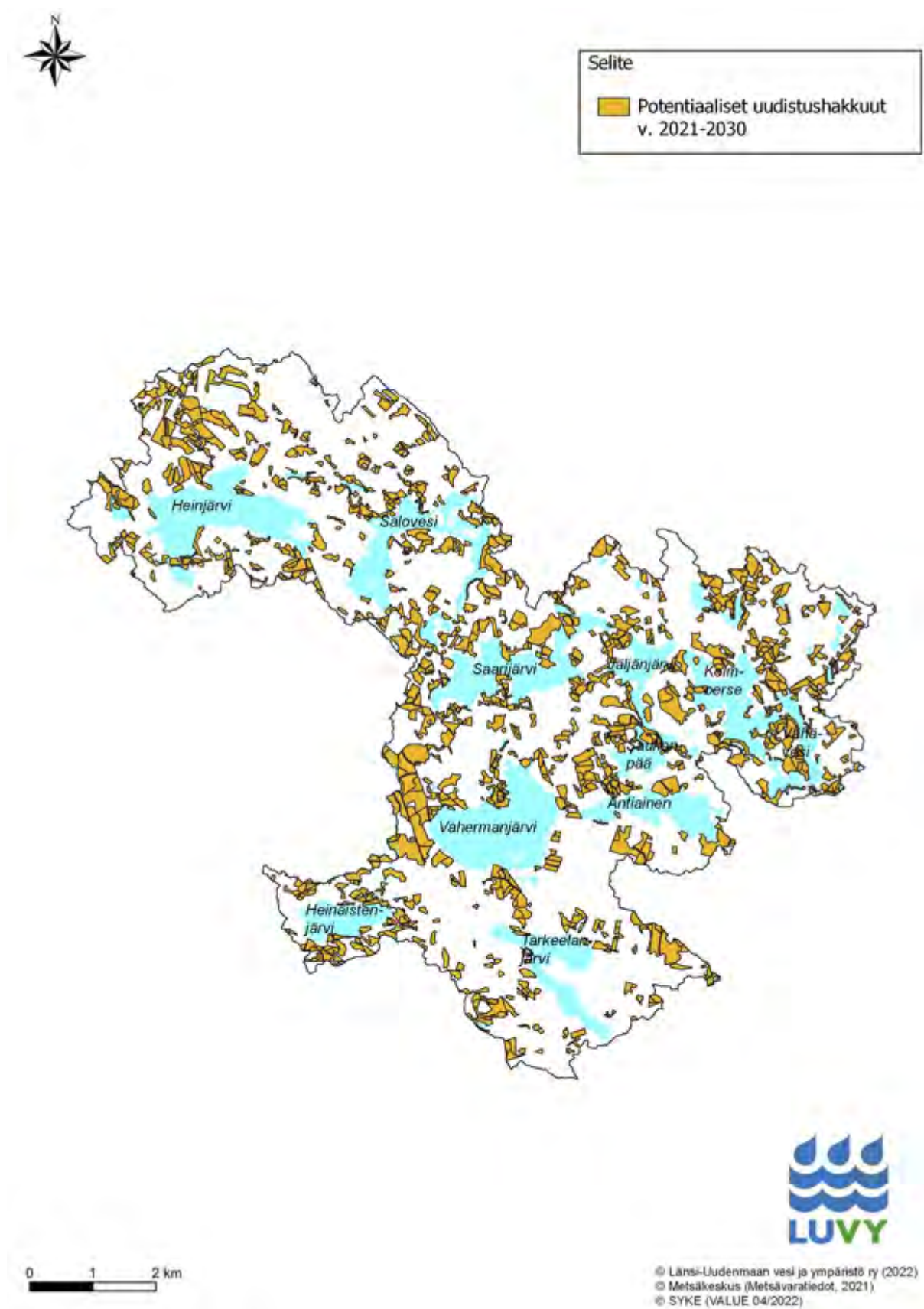
Taulukko 1. Toteutuneiden uudistushakkuualojen pinta-alat maalajeittain (GTK).

Luokittelu	Pinta-ala, ha	Maalaji	Pinta-ala, ha
Karkearakeiset maalajit	464,6	Kalliomaa (Ka) RT	46,6
		Sora (Sr) RT	0,2
		Hiekkamoreeni (Mr) RT	395,3
		Hiekka (Hk) RT	19,3
		karkea Hieta (KHt) RT	3,1
Hienorakeiset maalajit	9,4	hieno Hieta (HHt) RT	1,6
		Hiesu (Hs) RT	6,1
		Savi (Sa) RT	1,7
Turvemaat	50,9	Rahkaturve (St) RT	3,3
		Saraturve (Ct) RT	47,6

Uudistuskypsiä metsiköitä on 25 % (1 235 ha) valuma-alueen metsäpinta-alasta. Uudellamaalla vastaava osuus on 9 % metsämaan pinta-alasta. Tulevien uudistushakkuiden määrät perustuvat Metsäkeskuksen metsävaratietojärjestelmän tuottamiin simuloiteihin metsien uudistushakkuuentsityksistä, jotka perustuvat puuston kokoon ja ikään. Näiden simulointien pohjalta on laskettu alueen uudistushakkuupotentiaali, joka vuosille 2021–2030 on määritelty 1 315 hehtaarin suuruiseksi (kuva 9, taulukko 2). Vuosittainen uudistushakkuupotentiaali koko valuma-alueelle on vuosien 2021–2030 aikana arvioitu siten noin 132 hehtaarin suuruiseksi. Koska nämä eivät ole metsänomistajien hakkuuajomuksia, uudistushakkuupotentiaaliin perustuvat arvioidut uudistushakkuumäärät lähivuosina ovat todennäköisesti todellisuutta suurempia. Eräs syy tähän on, että rannoilla on paljon kesämökkejä, ja on epätodennäköistä, että näillä mökkirannoilla tehtäisiin laajoja hakkuita.

Valuma-alueella uudistushakkuille potentiaaliset kohteet vuosien 2021–2030 aikana sijaitsevat pääasiallisesti karkearakeisilla kivennäismailla (90 %), jotka eivät ole vesiensuojellisesti suuren riskin kohteita (Taulukko 2). Potentiaalisista uudistushakkuista erittäin pieni osa (alle 1 %) on hienojakoisilla kivennäismailla. Tällaisilla mailla eroosioriski voi olla suuri, jos maata muokataan voimakkaasti ja paljastetaan paljon kivennäismaata. Erityisen herkkiä eroosiolle ovat jyrkät rinteet, joilla maata muokataan voimakkaasti. Näillä kohteilla kevennetyllä maanmuokkauksella ja riittäväillä suojavyöhykkeillä voidaan vähentää alueelta vesistöön suuntautuvaa kuormitusta. Osa potentiaalisista päätehakkuista sijaitsee aivan järvien rannoilla (kuva 9). Hienojakoisilla mailla, jyrkässä rinteessä vesistöjen äärellä päätehakkuut ja niiden maanmuokkaus aiheuttavat suuren kuormitusriskin, minkä vuoksi näillä alueilla tällaiset toimenpiteet vaativat erityisen huolellista suunnittelua.

Potentiaalisia uudistushakkuita turvemailla on vuosien 2021–2030 aikana 123 hehtaaria. Turvemailla merkittävin kuormitusta aiheuttava tekijä on kunnostusojitus, jota tehdään myös harvennushakkuiden yhteydessä. Kunnostusojituksia suunniteltaessa on tärkeää pohtia ojituksen tarpeellisuutta suhteessa jäävän puuston haihduntaan ja tulevan puuston kasvuun. Vesiensuojelun kannalta on hyvä asia, että toteutuneista ja tulevaisuudessa hakattavista alueista vain noin 11 % sijaitsee hienorakeisilla kivennäismailla ja turvemailla.



Kuva 9. Potentiaaliset uudistushakkuualat vuosille 2021–2030 (Suomen metsäkeskus).

Taulukko 2. Tulevien uudistushakkuualueiden pinta-alat maalajeittain (GTK).

Luokittelu	Pinta-ala, ha	Maalaji	Pinta-ala, ha
Karkearakeiset maalajit	1179,2	Sora (Sr) RT	9,1
		Kalliomaa (Ka) RT	139,5
		Hiekkamoreeni (Mr) RT	971,5
		Hiekka (Hk) RT	57,5
		karkea Hieta (KHt) RT	1,7
Hienorakeiset maalajit	6,4	hieno Hieta (HHt) RT	0,7
		Hiesu (Hs) RT	4,1
		Savi (Sa) RT	1,5
Turvemaat	123,4	Rahkaturve (St) RT	21,8
		Saraturve (Ct) RT	101,6

2.5 Vesistökuormitus ja kuormituksen sietokyky

Tarkastellun valuma-alueen ravinnekuormitusta kokonaisuudessaan arvioitiin Suomen ympäristökeskuksen VEMALA-vesistömallilla. VEMALA on operatiivinen, useita osamalleja sisältävä malli. Osamallit simuloivat ravinteiden prosesseja, niiden kulkeutumista ja huuhtoutumista maa-alueilla, virtavesissä sekä järvissä. VEMALA simuloi vesistöihin kulkeutuvaa kokonaisravinnekuormitusta sekä ravinteiden pidättymistä (sedimentaatio), minkä lisäksi sen perusteella on mahdollista arvioida Suomen vesistöistä Itämereen päätyvää ravinnekuormaa. Mallia kehitetään ja päivitetään jatkuvasti. (Suomen ympäristökeskus 2020c). Tässä yleissuunnitelmassa esitetyt tiedot kuormitusarvioista on haettu VEMALA:sta pääosin 2.4.–9.4.2020 välisenä aikana ja niitä on jonkin verran täydennetty saman vuoden heinä- ja elokuussa.

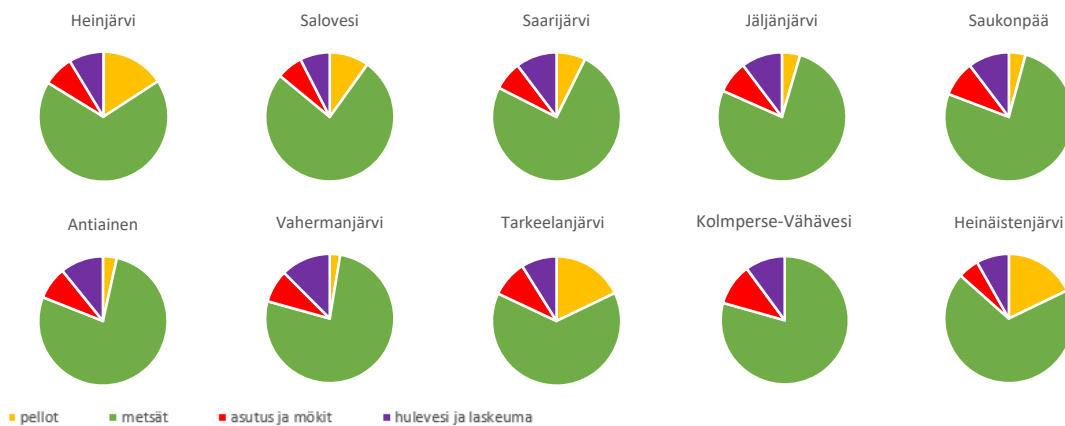
Jos järveen virtaa sen sietokykyyn nähden liikaa ravinteita, sen ekologinen tila heikkenee. Ekologisen tilan heikkeneminen puolestaan johtaa rehevöitymiseen, mikä aiheuttaa muutoksia vesistön ravintoverkon rakenteessa. Järven rehevöitymistä säätelee minimiravinteen määrä, joka rajoittaa levien ja kasvien kasvua. Suomen järvissä yleisin minimiravinne on fosfori (Liljendahl 2018: 8), merialueilla taas yleensä typpi (Howarth ja Marino 2006). Itämeressä noin 85 % kokonaistyyppikuormasta on kuitenkin peräisin joista, minkä vuoksi myös typpikuormitukseen on kiinnitettävä kokonaisuutena huomiota (Ympäristöministeriö 2020). Kriittisen typpikuorman määrittäminen ei ole yhtä suoraviivaista kuin kriittisen fosforikuorman, mutta vähennystarvetta on mahdollista haarukoida pitoisuuksista vertaamalla niitä hyvään ekologiseen tilaan.

2.5.1 Vesistökuormituksen jakautuminen kuormituslähteisiin

Edellä on käsitelty tarkasteltavan alueen maankäyttöä ja todettu myös, ettei maankäytössä ole merkittäviä järviakohtaisia eroja. Seuraavassa havainnollistetaan alueen fosfori- ja typpikuormituksen jakautumista eri kuormituslähteisiin. Typpi- ja fosforikuormituksen jakautumista on havainnollistettu kuvissa 10 ja 11.

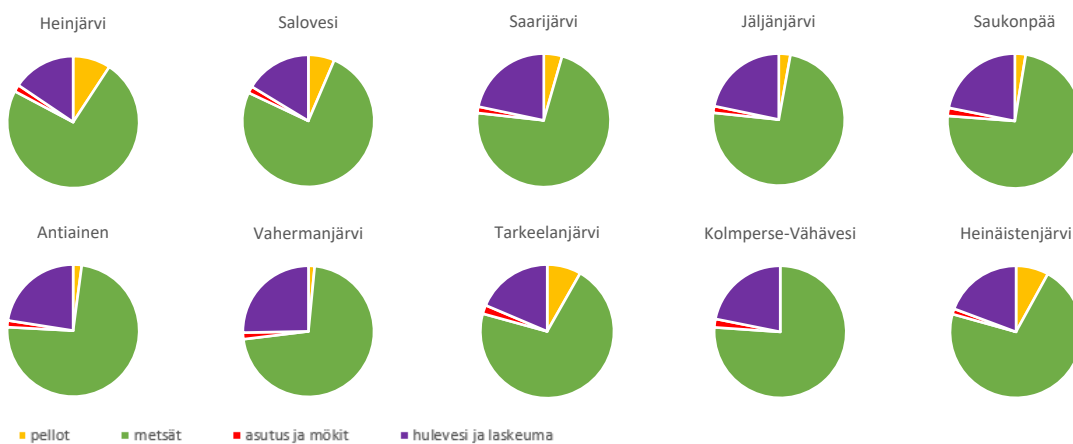
Kuvista 10 ja 11 on nähtävissä, etteivät erot ole kovin suuria järvien välillä. Peltoviljelyn kuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on suurin Heinjärvessä, Salovedessä, Tarkeelanjärvessä ja Heinäistenjärvessä. Osalla järvistä puolestaan ei ole maatalousperäistä kuormitusta mallinnuksen mukaan käytännössä lainkaan. Suurin osa järviin saapuvasta kuormituksesta on peräisin metsäalueilta. Metsäalueilta peräisin oleva kuormitus pitää sisällään ihmisperäisen toiminnan kuten hakkuut, maanmuokkauksen, kunnostusojituksen, lannoituksen sekä lisäksi luonnonhuuhtouman. Metsistä peräisin olevan kuormituksen yksityiskohtaista jakautumista ei tässä ole ollut mahdollista tarkasti laskea, sillä tietoja ojituksesta tai lannoituksesta ei ole ollut käytettävissä. Ojitusalan osuudella on huomattava vaikutus kokonaiskuormitukseen (Nieminen 2021). Haja-asutuksen ja loma-asuntojen vaikutus on fosforikuormituksen osalta suurempi kuin typpikuormituksen.

Fosforikuormituksen jakautuminen kuormituslähteisiin eri järvissä



Kuva 10. Fosforikuormituksen jakautuminen kuormituslähteisiin järvittäin SYKEN VEMALA-mallin mukaan.

Typpikuormituksen jakautuminen kuormituslähteisiin eri järvissä



Kuva 11. Typpikuormituksen jakautuminen kuormituslähteisiin järvittäin SYKEN VEMALA-mallin mukaan.

2.5.2 Ravinteiden kulkeutuminen pääuomassa

Mitä kauempana ylimmästä latvajärvestä tarkasteltu järvi sijaitsee, sitä suurempi on yleensä siihen tuleva ravinnekuormitus. Tämä johtuu siitä, että yläjuoksulta alempiin järviin tuleva kumulatiivinen kuorma tavallisesti kasvaa. Osa kuormasta kuitenkin pidättyy eli sedimentoituu suotuisissa olosuhteissa järven pohjalle, jolloin se ei enää jatka matkaansa uomassa.

Ravinteiden kulkeutumiseen uomassa vaikuttavat vesistön järviin tuleva ulkoinen ja sisäinen kuormitus sekä hydrologis-morfologiset tekijät kuten järven pinta-ala, muoto, tilavuus ja veden viipymäaika järvessä. Viipymäajat on esitetty kuvassa 2 sivulla 8. Tavallisimmin mitä pidemmästä viipymäajasta on kyse, sitä suurempi osuus järveen tulevasta ravinteista pidättyy. Pidättymisen määrää kuvataan tässä työssä retentioprosentilla, joka kertoo, kuinka monta prosenttia vesistöön päätyvistä ravinteista arvellaan sedimentoituvan pohjalle, jolloin ne eivät enää jatka matkaansa eteenpäin.

Fosforin ja typen kulkeutumista pääuomassa havainnollistetaan kuvissa 12 ja 13. Kuviin on merkitty järvien lisäksi myös järvien välissä sijaitsevista uomista tuleva kuormitus järveen sekä uomien ekologinen tila. Värikoodeihin

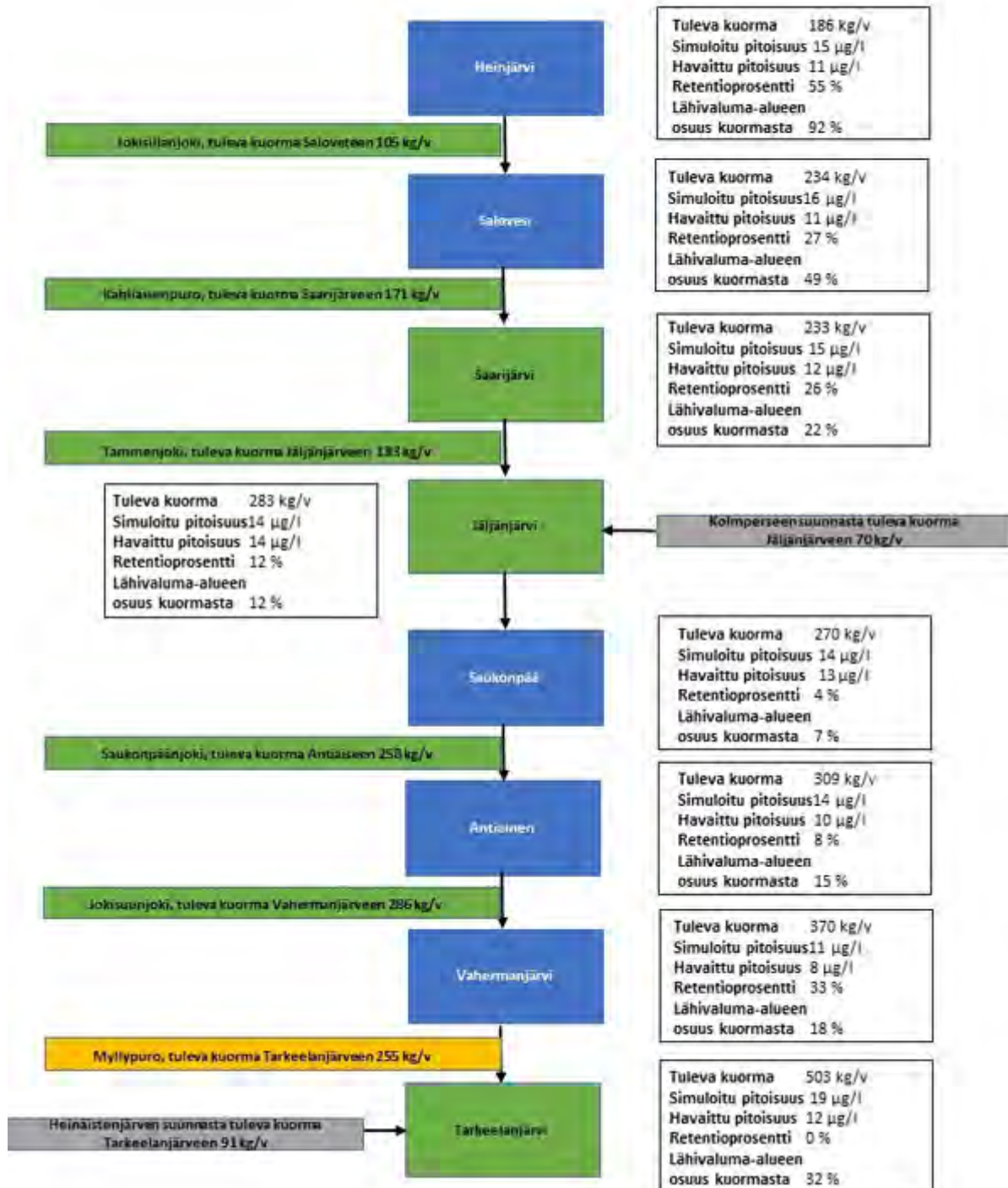
perustuva ekologinen luokitus on nähtävissä kuvasta 2. Simuloidut typpi- ja fosforipitoisuudet ovat peräisin VEMALA-mallinnuksesta. Jäljänjärven ja Saukonpään yhdistävä uoma on hyvin lyhyt, minkä vuoksi sitä ei ole VEMALA:ssa erikseen määritelty omaksi uomakseen. Järvien kokonaiskuormituksessa on huomioitu myös ilmasta tulevan laskeuman osuus. Esimerkiksi Heinjärvellä on latvajärvenä pieni valuma-alue, eikä yläpuolisia vesistöjä ole, mutta myöskään Heinjärveen tuleva kuormitus ei synny yksinomaan sen omalla lähivaluma-alueella, ja 8 % sen fosfori- ja 17 % typpikuormituksesta on peräisin laskeumasta.

Kuvista 12 ja 13 on nähtävissä, että sekä kumulatiivinen typpi- että fosforikuorma kasvavat sitä mukaa, mitä kauemmaksi latvajärvestä (Heinjärvi) uomassa edetään. Kuitenkin on nähtävissä, että mallinnuksen mukaan Jäljänjärvi pidättäisi sekä typpeä että fosforia sen verran, että seuraavaan järveen Saukonpäähän päätyy Jäljänjärveä hieman pienempi kuorma. Myöskään Saarijärveen suuntautuvien kuormien määrissä ei ole suurta eroa Saloveteen verrattuna.

Lähivaluma-alueen osuus kokonaiskuormituksesta vaihtelee huomattavasti järvittäin. Suhteelliset osuudet ovat suurimmat järviketjussa ylimpinä sijaitsevilla Heinjärvellä ja Salovedellä, mutta vaikutus on huomattava myös alempana olevissa järvissä. Suhteellisten osuuksien rinnalla on mielekästä tarkastella myös absoluuttisia kuormitusmääriä, jolloin nähdään, mihin järviin lähivaluma-alueelta suuntautuu määrällisesti eniten kuormitusta. Absoluuttiset kuormitusmäärät typen ja fosforin osalta jokaisen lähivaluma-alueen osalta on esitetty kuvissa 14 ja 15. Taulukoihin ei ole sisällytetty pääuomasta sivussa olevia Kolmperse-Vähävetä eikä Heinäistenjärveä, mutta näiden osalta todettakoon, että kummankin järven ympäröivät valuma-alueet ovat suhteellisen pienet (Heinäistenjärvi 3,48 km² ja Kolmperse-Vähäveden 9,90 km²).

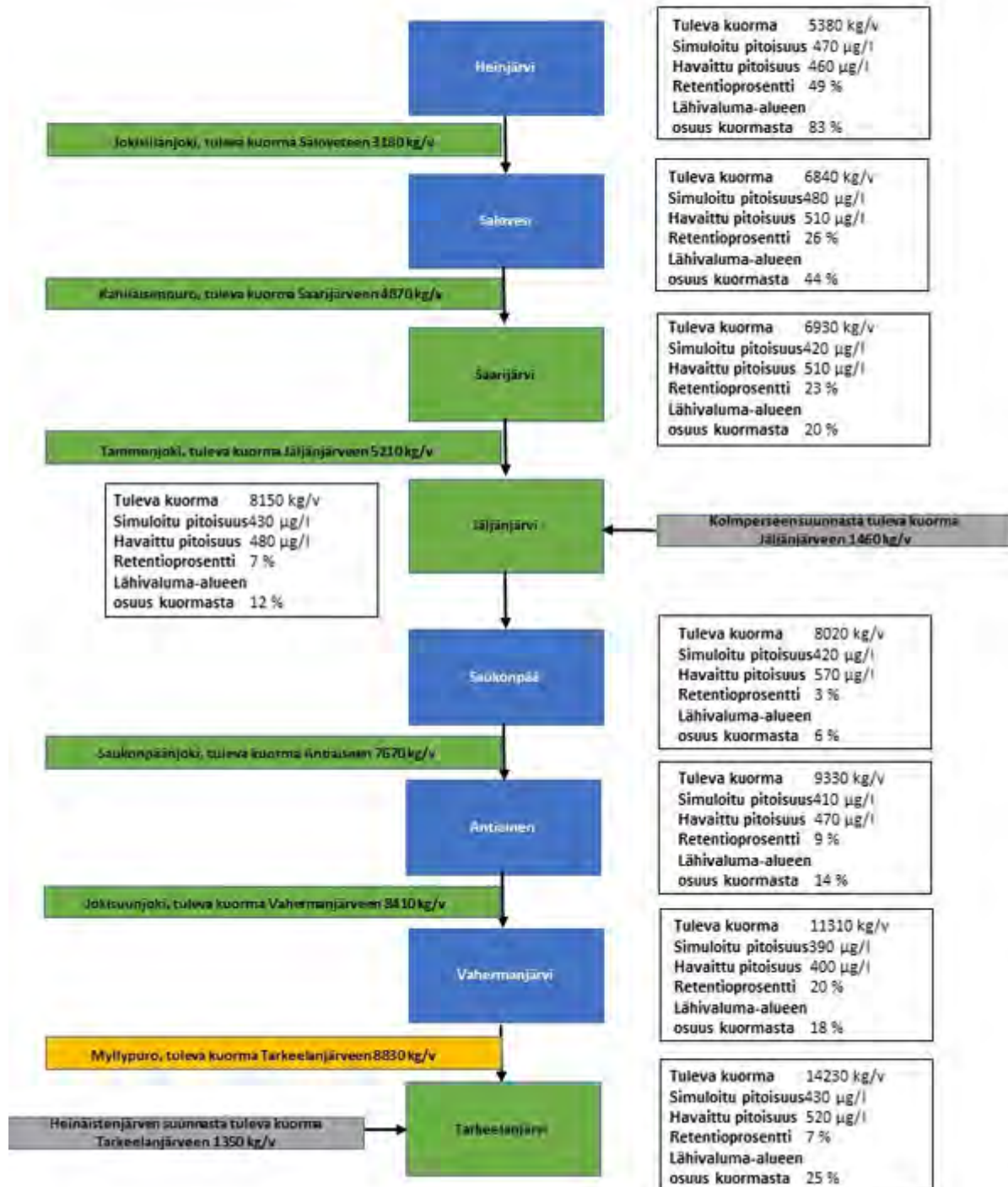
Kuvista 14 ja 15 on nähtävissä, että myös absoluuttisen lähivaluma-alueella syntyvän kuormituksen määrissä on huomattavia järvikohtaisia eroja. Suurimmat absoluuttiset ravinnekuormat tulevat yläjuoksulla sijaitseviin Heinjärveen ja Saloveteen sekä tarkastelluista järvistä alimpana sijaitsevaan Tarkeelanjärveen. VEMALA-mallinnuksen perusteella suurin osa kaikkien edellä mainittujen järvien kuormituksesta syntyy metsien luonnonhuuhtoumasta. Metsätalouden aiheuttamasta absoluuttisen ravinnekuormituksen määrästä on Suomen olosuhteissa saatu kuitenkin tuloksiksi keskenään ristiriitaisia tietoja. Eräs merkittävä syy tähän on, että laskentatapoja on ollut käytössä useita. (Finér ym. 2019: 31.)

Fosforin kulkeutuminen pääuomassa, tulevat kuormat järviin, pitoisuudet järvissä sekä järvien retentioprosentit

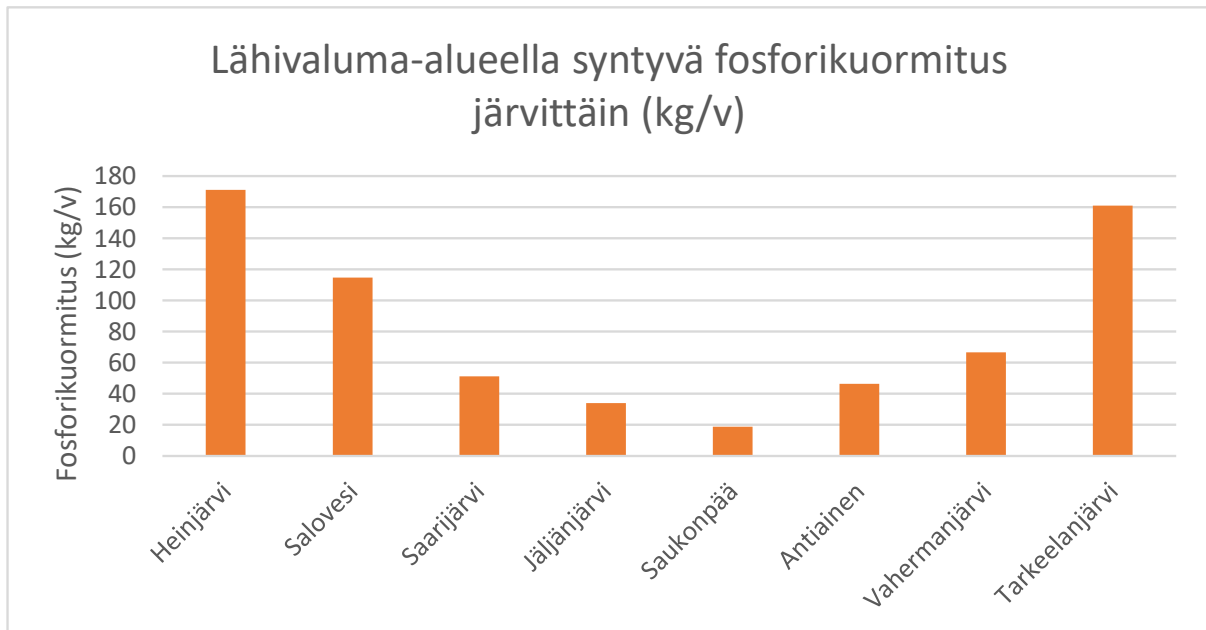


Kuva 12. Fosforin kulkeutuminen Heinjärvestä Tarkeelanjärveen SYKEN VEMALA-mallin mukaan.

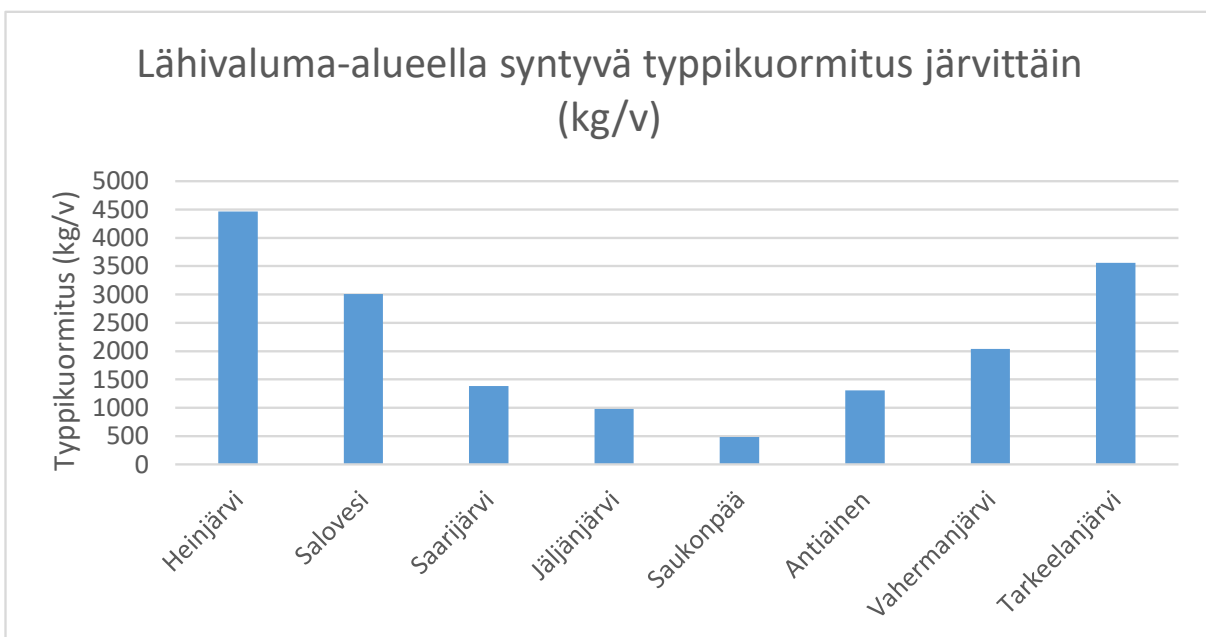
Typen kulkeutuminen pääuomassa, tulevat kuormat järviin, pitoisuudet järvissä sekä järvien retentioprosentit



Kuva 13. Typen kulkeutuminen Heinjärvestä Tarkeelanjärveen SYKEN VEMALA-mallin mukaan.



Kuva 14. Lähivaluma-alueella syntyvä fosforikuormitus järvittäin SYKen VEMALA-mallin mukaan (kg/vuosi).



Kuva 15. Lähivaluma-alueella syntyvä typpikuormitus järvittäin SYKen VEMALA-mallin mukaan (kg/vuosi)

2.5.3 Metsätaloustoimien vesistökuormitus

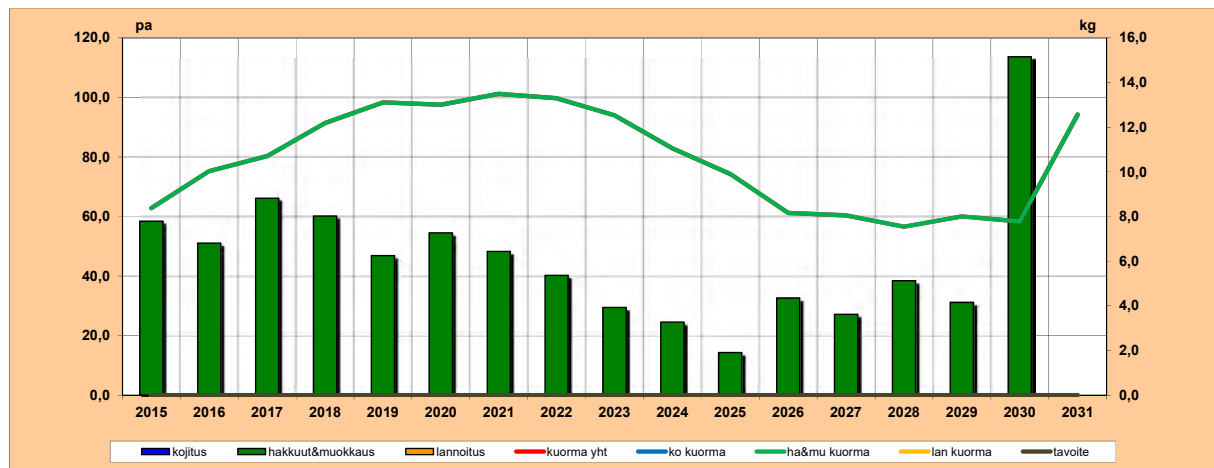
Tässä yleissuunnitelmassa metsätalouden fosforikuormitusta on yksityiskohtaisemmin arvioitu KUHA-mallin avulla (ks. Hiltunen ym. 2014). Aiemmin todettiin, että fosfori on järvialueilla tavallisin levien ja kasvien kasvua rajoittava ravinne, minkä vuoksi typpikuormitus on tässä jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Luvussa 2.4 käsiteltiin valuma-alueella toteutuneita uudistushakkuista sekä tulevaisuuden hakkuupotentiaalia. Hakkuiden ajoituksessa on käytetty lähtökohtana puun kokoa laskevaa mallinnusta, jonka avulla on mahdollista määrittää, milloin hakkuu laskennallisesti kannattaa tehdä.

On kuitenkin huomattava, että toteutuneiden uudistushakkuiden määrä on vuosina 2011–2020 ollut mallinnuksen tuottamaa arviota alhaisempi, jolloin toteutumattomista hakkuista mallinnukseen jää tuolta ajalta kertynyt hakkuupotentiaali. Malli sijoittaa tuon kertyneen potentiaalin kokonaisuudessaan sille vuodelle, jolloin

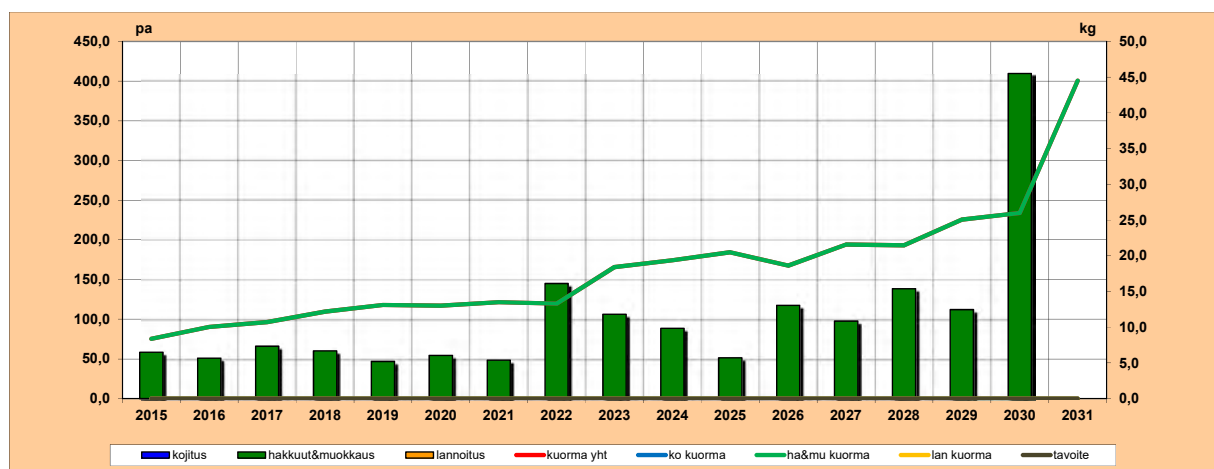
mallinnus on tehty (tässä tapauksessa vuodelle 2021), minkä seurauksena myös KUHA-mallinnuksen tuloksena kyseiselle vuodelle syntyy suuri, todellisuudesta poikkeava kuormitushuippu.

Tulevaisuuden uudistushakkuiden ja maanmuokkauksen tuottamaa fosforikuormitusta on tässä yleissuunnitelmassa tarkasteltu kahdella tapaa, joita voidaan nimittää myös kuormitusskenaarioiksi. Skenaariossa 1 vuoden 2021 hakkuiden määräksi on laskettu vuosina 2011–2020 toteutuneiden sekä vuosille 2022–2030 ennustettujen hakkuiden keskiarvo. Siten tulevien uudistushakkuiden kokonaispinta-ala on tässä skenaariossa taulukossa 2 (sivu 18) kerrottuja lukuarvoja pienempi.

Kuitenkin jos tämä kertynyt potentiaali jätetään huomiotta, laskettu hakkuiden kokonaismäärä jää todellisuutta pienemmäksi. Skenaariossa 2 esitetty hakkuupotentiaali (taulukko 2) on kokonaisuudessaan huomioitu, mutta se on jaettu vuosille 2022–2030 siten, että vuosittaiset suhteelliset osuudet hakkuiden määrässä pysyvät samoina kuin mallissa simuloitujen hakkuiden määrä vuosille 2022–2030 ilman kertynyttä potentiaalia. Maalajien suhteelliset osuudet ovat puolestaan samat kuin skenaariossa 1. On edelleen korostettava, että mallinnuksen laskemat hakkuut tuleville vuosille ovat mallin perusteella määritettyjä ehdotuksia, ja todelliset hakkuut voivat poiketa näistä huomattavasti. Kuvat hakkuiden tuottamasta kuormituksesta vuosittain skenaarioissa 1 ja 2 on nähtävissä kuvissa 16 ja 17. Kuormitus on mallinnettu myös vuodelle 2031 eli vuotta myöhemmäksi kuin hakkuiden määrä.



Kuva 16. KUHA-mallinnuksen tulostama kuva hakkuiden ja maanmuokkauksen tuottamasta fosforikuormasta skenaariossa 1. Kuvaa tulkittaessa on huomioitava, että vasemmanpuoleisella y-akselilla on hakkuu- ja maanmuokauspinta-ala hehtaareina ja oikeanpuoleisella syntyvä kuormitus kilogrammoina. Pylväät kuvaavat hakkuiden ja maanmuokkauksen yhteispinta-alaa ja vihreä viiva puolestaan kuormaa.



Kuva 17. KUHA-mallinnuksen tulostama kuva hakkuiden ja maanmuokkauksen tuottamasta fosforikuormasta skenaariossa 2. Kuvaa tulkittaessa on huomioitava, että vasemmanpuoleisella y-akselilla on hakkuu- ja maanmuokauspinta-ala hehtaareina ja oikeanpuoleisella syntyvä kuormitus kilogrammoina. Pylväät kuvaavat hakkuiden ja maanmuokkauksen yhteispinta-alaa ja vihreä viiva puolestaan kuormaa.

KUHA-mallinnuksen tuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että ero kuormituksessa skenaarioiden välillä on suuri. Skenaariossa 1 hakkuiden ja maanmuokkauksen tuottama fosforikuormitus aikavälillä 2022–2031 on keskimäärin 9,9 kg vuodessa, kun taas skenaariossa 2 vastaava luku on 22,9 kg vuodessa. Siten skenaariossa 2 mallinnetun kuormituksen suuruus on yli 2,5-kertainen skenaariossa 1 mallinnettuun tilanteeseen verrattuna. Tämän työn yhteydessä tehty KUHA-mallinnus ei myöskään sisällä kaikkia alueen metsätaloustoimien kuormitustietoja, sillä kunnostusojituksesta tai lannoituksesta tietoja ei ollut käytettävissä. Lisäksi on huomioitava, että mallinnuksessa käytetyt ominaiskuormitusluvut perustuvat Finérin ym. 2010 tietoihin, joita on myöhemmissä julkaisuissa pidetty aliarvioina (Finér ym. 2020: 17, vrt. luku 3).

2.5.4 Kuormituksen sietokyky

Vollenweider (1975) on esittänyt laskennallisen tavan arvioida sallitun ja kriittisen ulkoisen fosforikuormituksen määrää. Sallitulla kuormalla tarkoitetaan sitä kuormaa, jonka järvi kestää ilman, että se alkaa rehevöityä nykyistä enempää. Jos puolestaan kriittinen kuorma ylittyy, järvi on suuressa vaarassa alkaa rehevöityä nopeasti, ja kunnostustoimet olisi rajoitettava ulkoisen kuormituksen vähentämiseen. Vollenweiderin malli ei kuitenkaan ota huomioon järven sisäistä kuormitusta, jonka vaikutus rehevöitymiseen on huomattava etenkin matalissa rehevöityneissä järvissä (Liljendahl 2018: 12).

Sallittu ulkoinen fosforikuormitus P_a lasketaan Vollenweiderin mallilla seuraavasti:

$$P_a = 0,055 * (Q/A)^{0,635}$$

Kriittinen kuorma P_v puolestaan lasketaan kaavalla:

$$P_v = 0,174 * (Q/A)^{0,469}$$

Kaavoissa Q on järveen tuleva vesimäärä (kuutiometriä vuodessa) ja A on järven pinta-ala neliömetreinä (Vollenweider 1975). Kummassakin kaavassa saatu tulos kerrotaan vielä järven pinta-alalla.

Uoman järvien VEMALA-mallin simuloima tämänhetkinen kuormitus (vuosien 2012–2020 keskiarvo) sekä sallitut ja kriittiset kuormat on esitetty taulukossa 3. Taulukossa ovat mukana pääuoman järvet sekä Kolmperse-Vähävesi ja Heinäistenjärvi, joiden lasku-uomat yhtyvät suoraan pääuomaan tarkasteltavalla alueella.

Taulukko 3. Nykyiset, sallitut ja kriittiset fosforikuormitukset Vollenweiderin (1975) esittämän mallin mukaan.

Järven nimi	Nykyinen kuorma (kg/v)	Sallittu kuorma (kg/v)	Kriittinen kuorma (kg/v)
Heinjärvi	186	206	541
Salovesi	234	275	625
Saarijärvi	233	314	693
Jäljänjärvi	283	281	497
Saukonpää	270	230	365
Anttainen	309	361	674
Vahermanjärvi	370	540	1137
Tarkeelanjärvi	503	459	810
Kolmperse-Vähävesi	133	163	425
Heinäistenjärvi	61	61	165

Taulukosta 3 on nähtävissä, ettei nykytilanteessa yhdenkään järven fosforikuormitus lähesty laskennallisen kriittisen kuorman alarajaa. Laskennallinen sallitun kuorman raja on sen sijaan ylittynyt Jäljänjärvessä, Saukonpäässä ja Tarkeelanjärvessä. Lisäksi Heinäistenjärvessä nykyinen kuorma on lähellä sallitun kuorman ylärajaa. Prosentuaalisesti laskennallinen sallittu kuorma on ylittynyt eniten Saukonpäässä, jossa ylitys on noin 18

prosenttia. Tarkeelanjärvessä ylitys on noin 10 prosenttia ja Jäljänjärvessä noin yhden prosentin. Näistä järvistä etenkin Tarkeelanjärvessä lähivaluma-alueen osuus kuormituksesta on suuri, mutta Jäljänjärven ja Saukonpään kuormitus tulee suurimmaksi osaksi yläjuoksun järvistä. Kaikki edellä mainitut järvet ovat matalahkoja läpivirtausjärviä, joiden viipymäajat ovat 1–2 kuukautta.

3 Metsätalouden vesistökuormitus ja vesiensuojelu

3.1 Metsätalouden vesistökuormitus

Metsätalouden vesistökuormitus on luonteeltaan laajoilla alueilla muodostuvaa hajakuormitusta samoin kuin maatalouden tai haja-asutuksen kuormitus. Metsätalouden vesistökuormitus voidaan jakaa ravinne- (pääasiassa fosfori ja typpi), kiintoaine-, metalli- ja happamuuskuormitukseen. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota myös humuskuormitukseen, jolla tarkoitetaan lähinnä liukoisen orgaanisen aineksen huuhtoutumista vesistöihin. Lisäksi työkoneissa käytettäviä ihmiselle ja ympäristölle haitallisia ja vaarallisia aineita voi päätyä vesistöihin metsätaloustoimenpiteiden yhteydessä.

Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen uuden arvion mukaan metsätalouden keskimääräinen osuus Suomen vesistöjen kokonaisfosforikuormituksesta on 12 % ja kokonaistyyppikuormituksesta noin 14 % (Finér ym. 2020). Metsätalouden osalta kiintoaine- ja humuskuormitus ovat usein ravinnekuormitusta merkittävämpiä vesistön tilaan vaikuttavia tekijöitä. Humusleimana näkyvä liennut orgaaninen hiili aiheuttaa etenkin latvavesissä tummumista, liettymistä ja rehevöitymistä (Finér ym. 2020: 12). Lisäksi osa maaekosysteemeistä sisävesiin päätyneestä orgaanisesta hiilestä muuttuu mikrobiologisen toiminnan seurauksena metaaniksi, mikä puolestaan kiihdyttää ilmastomuutosta. (Miettinen ym. 2015). Metsätalouden osuudeksi metsistä ja soilta peräisin olevasta orgaanisen hiilen kuormituksesta on Suomessa arvioitu olevan 4 %, mutta orgaanisen hiilen kokonaiskuormituksesta ei Suomessa ole toistaiseksi olemassa virallisia tilastoja (Finér ym. 2020: 36, 38). Myös vesien ruskettuminen muuttaa vesiekosysteemien toimintaa, kun pintavesi lämpenee aikaisempaa enemmän ja perustuotanto niukkenee valon vähentyessä (ks. esim. Lepistö ym. 2021).

Suurin metsätalouden vesistökuormittaja on kunnostusojituksen seurauksena valumavesissä kulkeutuva kiintoaine, joka liettää vesistöjä ja jonka sisältämä orgaaninen aine kuluttaa happea hajotessaan. Typpi ja fosfori kulkeutuvat vesistöön ojitusalueiden valumavesien mukana useimmiten sitoutuneena kiintoaineeseen, mutta myös liuenneina yhdisteinä. Tällä on merkitystä etenkin puroissa, jotka voivat hiekoittua tai liettyä. Kuormitusta aiheuttavat myös sellaiset maanmuokkausmenetelmät, joiden tarkoituksena on johtaa vettä pois uudistusalalta. Tärkein näistä on ojitusmätästys, mutta myös kevyemmästä maanmuokkauksesta voi aiheutua vesistökuormitusta. Lisäksi kuormitusta voivat aiheuttaa uudistushakkuiden hakkuutähteistä liikkeelle lähteneet ravinteet sekä metsänlannoitus. Myös energiapuun korjuu ja jossakin määrin metsäautoteiden rakentaminen aiheuttavat kiintoaine-kuormitusta. Metsälannoitus ja hakkuut aiheuttavat lähinnä ravinnepestöjä.

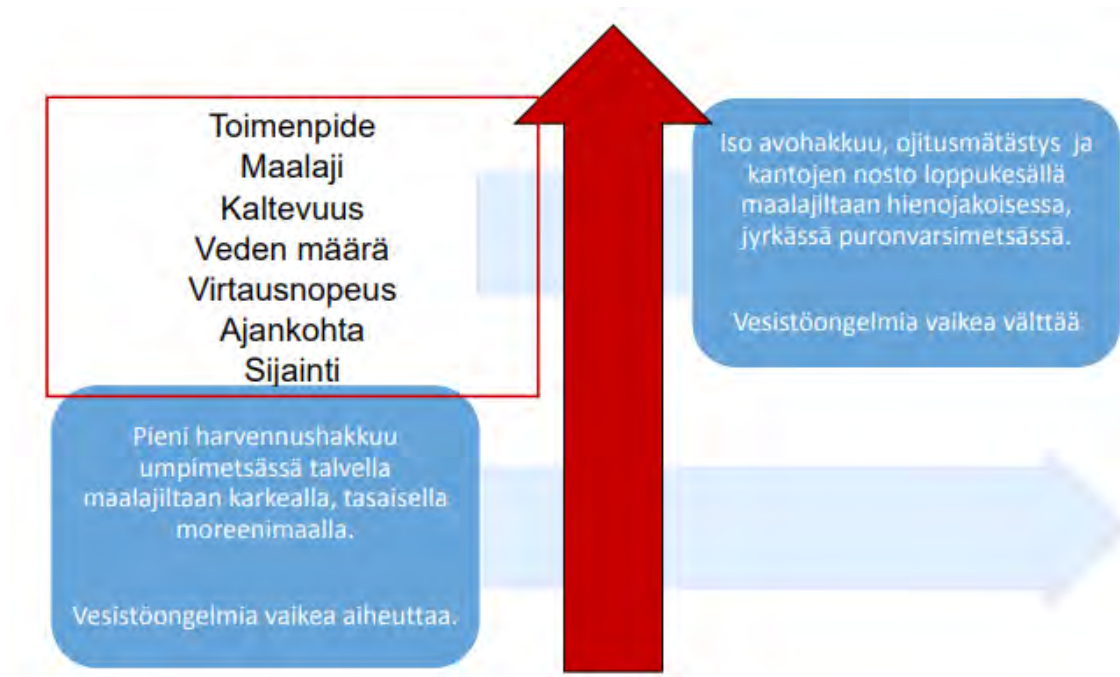
3.2 Metsätalouden vesiensuojelun menetelmiä ja suosituksia

Metsätalouden vesiensuojelua ohjaa laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä sekä vesilaki ja -asetus. Lisäksi metsälaissa edellytetään tiettyjen luonnontilaisten tai luonnontilaisen kaltaisten pienvesien välittömän lähiympäristön ominaispiirteiden säilyttämistä (metsälaki 10 §). Kestävän metsätalouden rahoituslailla (Kemera) puolestaan ohjataan metsäojitusten tekoa. Kemera-laki on kuitenkin muuttumassa, ja se on voimassa korkeintaan vuoden 2023 loppuun. Tilalle otetaan käyttöön uusi METKA-lainsäädäntö uusine tukiperusteineen. Pääasiassa vesiensuojelua kuitenkin ohjaavat suositukset (Tapion hyvän metsänhoidon suositukset - vesiensuojelu) ja metsäsertifiointi (PEFC ja FSC). Linkit näihin aineistoihin on löydettävissä tämän raportin lopusta.

Metsänomistaja voi halutessaan toteuttaa vaatimuksia ja suosituksia tehokkaampaa vesiensuojelua. Suosituksia ja sertifiointia noudattamalla pystytään vähentämään vesistökuormitusta olennaisesti. Riskikohteilla kevyemmillä toimenpiteillä ja laajemmilla suojakaistoilla vähennetään tehokkaasti kuormitusriskiä. Riskikohteiden kartoituksessa on apua paikkatietoaineistoista, joiden avulla kartoitetaan vesistökuormituksen riskipaikat ja kohdistetaan vesiensuojelutoimenpiteet erityisesti niihin. Linkkejä hyödyllisiin paikkatietoaineistoihin on raportin lopussa.

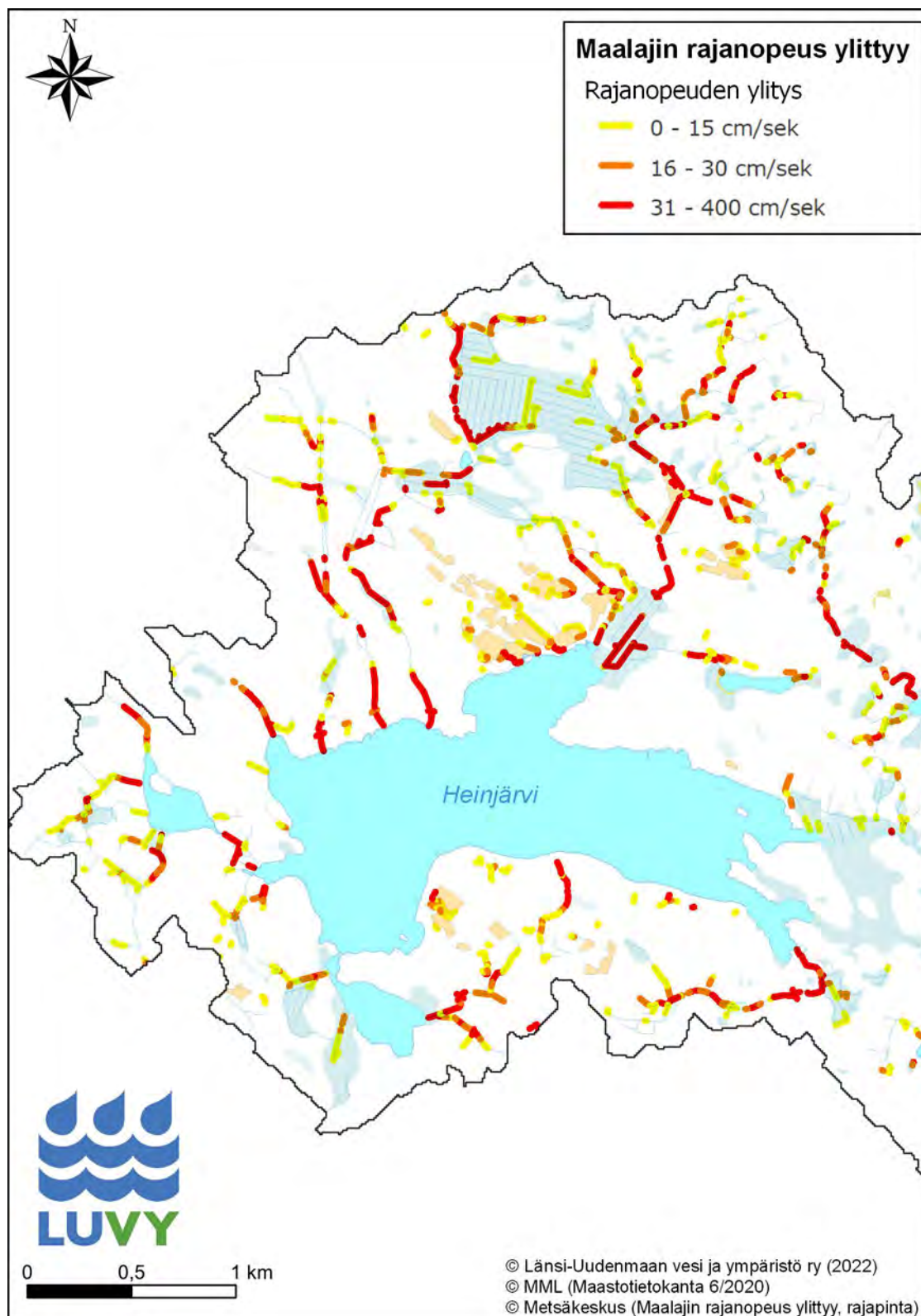
3.2.1 Toimenpiteiden ajoittaminen ja suunnittelu

Vesistökuormituksen vähentämiseksi ja metsänomistajalle aiheutuvien kustannusten minimoimiseksi metsässä kannattaa tehdä vain välttämättömät työt. Metsätalouden toimenpiteistä aiheutuva kiintoainekuormitus on yleensä sitä suurempaa mitä voimakkaammin maata muokataan ja ojitetaan. Myös alueen jyrkkyys, lyhyt etäisyys vesistöön ja hienojakoinen maa-aines kasvattavat eroosioriskiä. Riskikohteet kuormituksen muodostumisen kannalta onkin hyvä pystyä tunnistamaan ja suunnitella niiden toimenpiteet huolella (kuva 18). Yleisesti myös yksinkertaisilla työskentelytapojen muutoksilla on myös suuri merkitys muun muassa pienvesikohteilla toimitaessa. Jos uomien ja lähteikköjen ylityksiä metsäkoneella vältetään, säilyvät myös lähteiden puusto ja purojen varret vesilain mukaisesti koskemattomina.

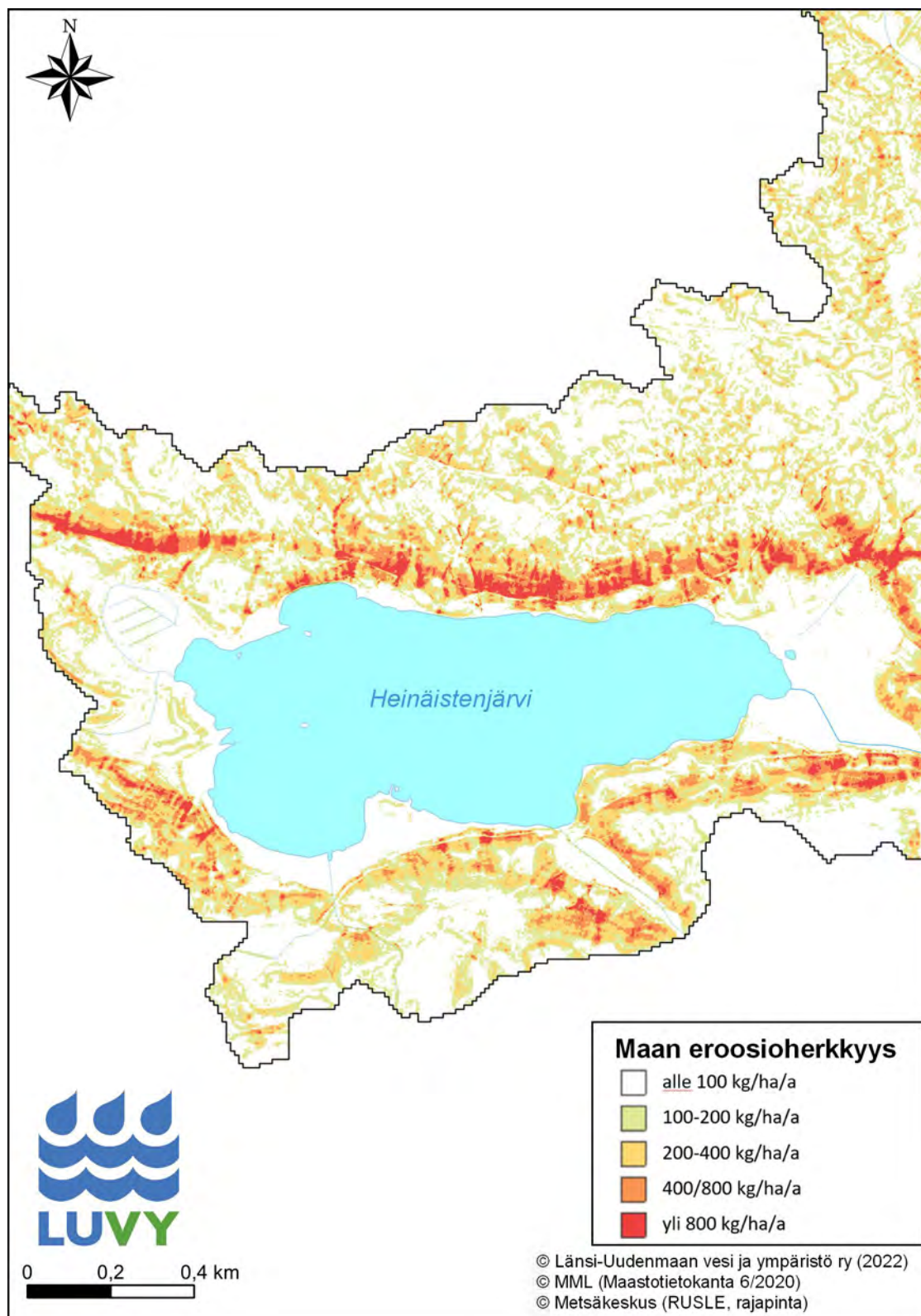


Kuva 18. Vesistökuormituksen riskitekijät. (Suomen metsäkeskus)

Vesistökuormituksen riskikohteiden tunnistamiseen voi käyttää apuna olemassa olevia paikkatietoaineistoja, kuten ojien eroosioriskiä kuvastavaa uoma-analyysiä (kuva 19) sekä toimenpiteen jälkeistä eroosioherkkyttä kuvastavaa RUSLE-eroosiomallia, jonka avulla voidaan arvioida tavallista leveämpien suojavyöhykkeiden tarvetta (kuva 20). Lisäksi kosteusindeksillä voidaan tunnistaa pehmeitä ja vettyviä maita, joita kannattaa välttää koneella liikuttaessa.



Kuva 19. Uoma-analyysin avulla voidaan kuvata ojaston eroosioriskiä eli ylittääkö veden virtausnopeus ojassa maalajin rajanopeuden. Punaisella kuvatuissa ojissa eroosioriski on suurin, oranssilla kuvatuissa riski on keskimääräinen ja keltaisella kuvatuissa riski on vähäisin. Kuvassa Heinjärvi.



Kuva 20. RUSLE-eroosiomalliilla kuvataan uudistuskohteen laskennallista vesistökuormitusta. Aineiston perusteella voidaan arvioida toimenpiteen jälkeen huuhtoutuvan kiintoaineen määrää (kg/ha/a) ja sen perustella esim. leveämmän suojavyöhykkeen tarvetta. Kuvassa Heinäistenjärvi.

Toimenpiteiden (hakkuut, ojitukset ja maanmuokkaukset) oikealla ajoituksella ja suoritustavalla voidaan vähentää niiden aiheuttamaa vesistökuormitusta. Seuraavassa on koottuna hyviä yleissääntöjä:

Maalaji

Maalajite tulee selvittää lähdetäessä suunnittelemaan toimenpiteitä (uudistushakkuu, maanmuokkaus ja ojitus). Maaperäkarta on löydettävissä geologian tutkimuskeskuksen (GTK) sivuilta, jonne on linkki tämän raportin lopussa.

- Hienojakoiset kivennäismaat ja maatuneemmat turpeet ovat herkempiä eroosiolle, ja näillä kohteilla toimittaessa on erityinen tarve vesiensuojeluratkaisuille.
- Happamien sulfaattimaiden esiintymien alueella tulee myös selvittää ennen toimenpiteeseen ryhtymistä.
 - Karttalinkki happamien sulfaattimaiden tietoihin (GTK) on raportin lopussa.

Vuodenaika

Sateiden voimakkuus sekä niiden ajankohta ja määrä vaikuttavat merkittävästi huuhtoutuvan kiintoaineen määrään. Tulvien on arvioitu yleistävän ilmastomuutoksen seurauksena. Vesistöjen syys- ja talvitulvat yleistyvät ja kasvavat, kun taas kevättulvat pienenevät ja aikaistuvat.

- Kiintoainekuormitus on suurinta valumahuippujen aikaan. Tämän vuoksi keväisin suurien sulamisvesien aikaan voimakasta maanmuokkausta ja ojitusta on järkevää välttää. Paras aika toimenpiteille on kuivaan aikaan keskikesällä tai talvella.

Pohjavesialueet

Hakkuilla ja ojituksilla voi olla vaikutusta pohjaveden laatuun ja määrään.

- I ja II luokan pohjavesialueille suositellaan vain kevennyttyä maanmuokkausta kuten kivennäismaan pintaa paljastavaa kevyttä laikutusta tai äestystä. Mikäli pohjavesialueella maanpintaa peittää moreenikerros, alueella voidaan käyttää äestystä, laikkumätästystä ja kääntömätästystä, kunhan muokkausjälki ei ulotu pohjamaahan.
- Pohjavesialueilla ei pääsääntöisesti tehdä kunnostusojituksia, lannoituksia, kannon nostoa eikä kulotusta.
- Uudistushakkuualueilta suositellaan hakkuutähteiden poistoa ravinnekuormituksen vähentämiseksi pohjaveteen.
- Pohjavesialueilla ojan kaivaminen saattaa aiheuttaa pohjaveden purkautumista.
- Myös pohjavesialuetiedot on löydettävissä GTK:n sivuilta.

Ojitukset

Ojien kaivuu ja perkaus lisäävät kiintoaineen ja humuksen huuhtoutumista, kun kaivutyön yhteydessä maa-ainesta irttoa ja sekoittuu veteen.

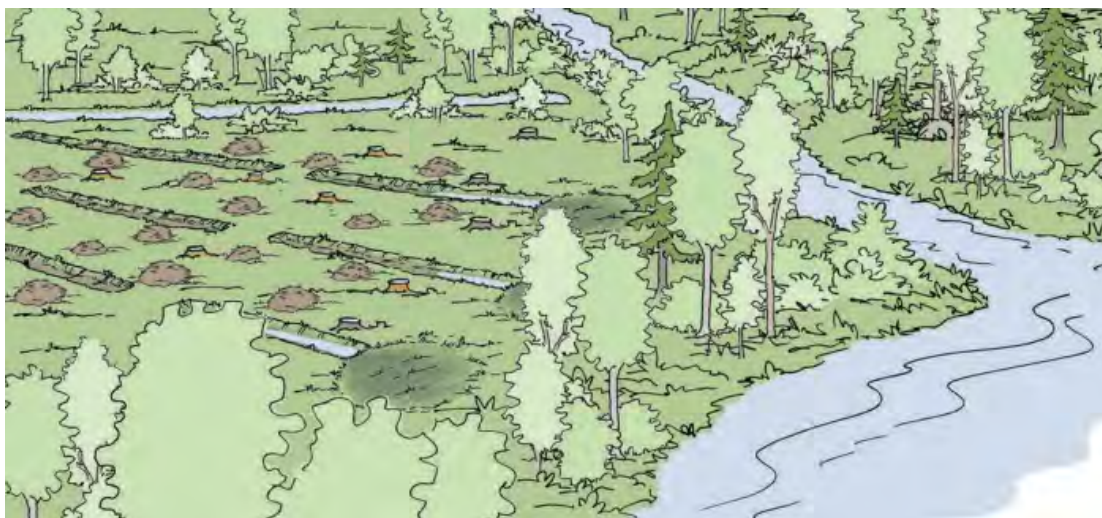
- Ojituksen tulee olla kannattavaa. Kunnostusojitettavaksi aiotun kohteen puuston kasvun tulee olla ollut 20 m³/ha 20 vuodessa ja 30 m³/ha 30 vuodessa.
- Ojitustarve on arvioitava. Jos ojitusalueella on hyväkasvuinen tilavuudeltaan yli 120 m³/ha puusto, se jo ylläpitää riittävää kuivatusta uudistamiseen asti. Myös tuhkalannoituksen puuston kasvua lisäävä ja sitä kautta kuivatusta parantava vaikutus voi korvata kunnostusojituksen teon. Pohjaveden pinnan tulisi kuitenkin olla puiden kasvukauden aikana vähintään 30–50 cm:n syvyydellä.
- Kunnostusojitus tulee sovittaa hakkuiden sekä metsänhoitotoimenpiteiden yhteyteen.
- Ojia ei kaiveta kuivatuksen kannalta tarpeettoman syviksi (syvyys max. 110 cm) ja ojien reunat jätetään loivaluiskaisiksi ojaeroosion ehkäisemiseksi.
- Virtaamaa hidastavat rakenteet (putkipato, pohjapadot) vähentävät tehokkaasti ojituksen kiintoainekuormitusta.

- Ojat eivät saa johtaa suoraan vesistöön ja vanha laskuoja jätetään mahdollisuuksien mukaan perkaamatta.
 - Jos laskuoja kuitenkin perataan, jätetään perattavaan ojaan kaivukatkoja
- Lisätietoja vesiensuojelumenetelmistä ja rakenteista on tämän raportin luvussa 3.2.4.
- **Muista tehdä ojitussilmoitus paikalliseen ELY-keskukseen!**
 - Hankkeesta vastaavan on kirjallisesti ilmoitettava muusta kuin vähäisestä ojituksesta valtion valvontaviranomaiselle vähintään 60 vuorokautta ennen ojitukseen ryhtymistä.

Hakkuut

Uudistushakkuissa maanpinnan rikkoutuminen ja maanmuokkaus voivat aiheuttaa kiintoaineen huuhtoutumista.

- Tarkista sertifiointikriteerien vaatimat vesiensuojelukriteerit.
- Maanmuokkaus ei saa ulottua vesistön rantaan asti. Vähintään 5 metriä leveä suojavyöhyke olisi jätettävä vesistön ja muokatun alan välille, enemmänkin jos maan pinta on kalteva. Koneet eivät saa liikkua suojavyöhykkeellä.
- Muokkauksen suunnan tulee olla rinteen vastainen.
- Hakkuutähteistä vapautuu ravinteita, jotka ovat alttiita huuhtoutumaan vesistöihin. Metsäenergian korjuu vähentää hakkuutähteistä tapahtuvaa ravinnehuuhtoutumaa. Hakkuutähteitä ei suositella jätettäväksi vesistöihin tai vesistöjen suojakaistoille.
- Naveromätästyksessä naveroihin jätetään tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan kaivukatkoja, suositus n. 50 m välein, sekä kaivetaan tarpeen mukaan myös lietekuoppia, etenkin naveroiden päihin. Vesiä ei johdeta suoraan vesistöön tai ojiin (kuva 21).



Kuva 21. Naveroilla ei johdeta vettä pois uudistusalalta ja niiden päässä saa olla seisovaa vettä, koska niillä ei tavoitella pysyvää kuivatusta. (Metsätalouden vesiensuojeluopas 2007)

Lannoitus

Lannoitusosalta huuhtoutuvien ravinteiden pääsy ojitetuilta kohteilta vesistöihin estetään tehokkaimmin käyttämällä ojituksessa pintavalutukseen perustuvia vesiensuojelumenetelmiä kuten suojakaistoja ja pintavalutuskenttiä.

- Levitys on toteutettava niin, ettei lannoitetta joudu ojiin ja vesistöihin.
- Lannoituskäsitteeksi suositellaan turvemaiden PK-lannoitetta, johon on lisätty rautaa fosforin huuhtoutumisen estämiseksi tai hyvälaatuista puuntuhkaa. Karujen, lajittuneiden ja helposti vettä läpäisevien kivennäismaiden metsiä ei lannoiteta tyypeä sisältävillä lannoitteilla typen huuhtoutumisriskin välttämiseksi.

- Tärkeillä pohjavesialueilla (I-luokka) ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (II-luokka) olevia alueita ei lannoiteta, ellei ELY-keskukselta ole erityislupaa. Kivennäismaiden metsiä ei lannoiteta tyypeä sisältävillä lannoitteilla tyyden huuhtoutumisriskin välttämiseksi.
- Tärkeillä pohjavesialueilla (I-luokka) ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla (II-luokka) olevia alueita ei lannoiteta, ellei ELY-keskukselta ole erityislupaa.
- Lannoitteet levitetään ainoastaan sulan maan aikana, tuhkaa lukuun ottamatta.

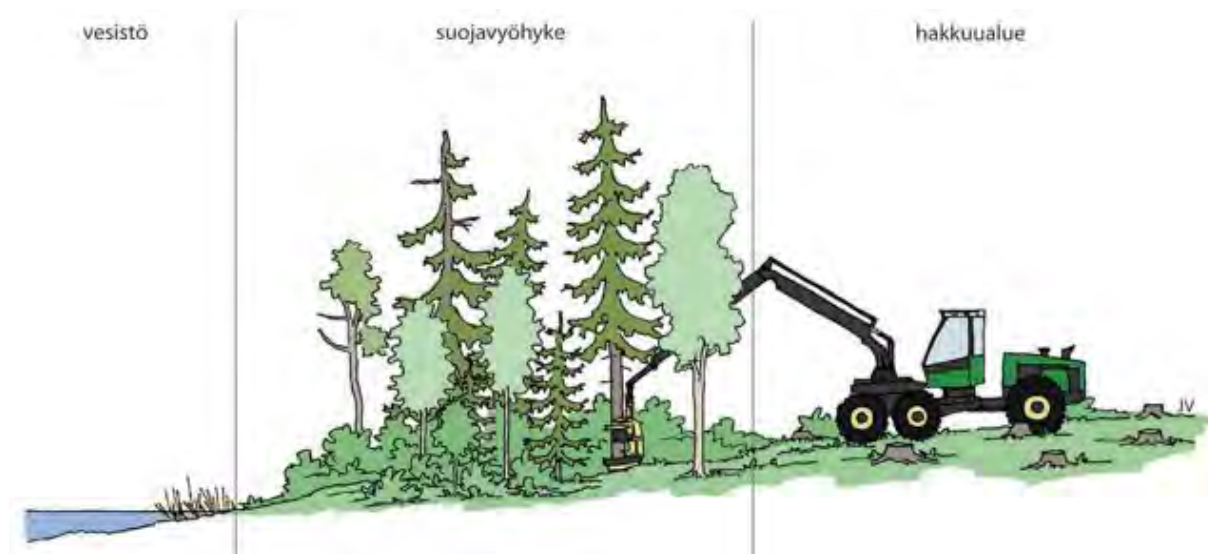
3.2.2 Rantametsien käsittely ja suojavyöhykkeet

Rantametsät ovat pienilmastoltaan ja lajistoltaan erityisiä vesiekosysteemien ja metsän vaihtumisyvyöhykkeitä. Rantametsät ylläpitävät osaltaan hyvää vedenlaatua sekä lisäävät ranta- ja vesieliöstön hyvinvointia ja monimuotoisuutta. Rantapuusto vähentää mm. rantojen eroosiota, pidättää ravinteita, varjostaa vesistöä pitäen veden viileänä sekä tuottaa kariketta ja puuainesta vesieliöstölle ravinnoksi ja elinympäristöiksi. Rantametsä toimii myös vesistön suojavyöhykkeenä ehkäisten valuma-alueelta tulevaa kuormitusta. Rantametsien laaja-alaisilla hakkuilla voi siten olla paikallisesti merkittäviä haittavaikutuksia vesistön tilaan.

Rantametsän tulisi olla riittävän leveä (5–30 m) ja sen maaperän täysin muokkaamaton ylläpitääkseen vesistön hyvää tilaa. Rantametsässä voi maanpintaa rikkomatta suorittaa arvokkaiden tukkipuiden poimintahakkuuta ja sitä voi hyvin harventaa voimakkaastikin kasvatusvaiheessa lehtipuita suosien.

Vesilaki ja metsälaki eivät sisällä määräyksiä vesistöjen varsille jätettävistä suojavyöhykkeistä, mutta metsäsertifioinnit edellyttävät suojavyöhykkeitä vesistöjen varsille. Myös pienempien ojien varsilla on hyvä säilyttää muokkaamaton vyöhyke vesiensuojelun takia, vaikka sertifiointi ei siihen velvoitakaan. Ainespuun korjuu suojakaistoilta voi olla vesiensuojelullisesti järkevää varsinkin, kun tällä vältetään myrsky- ja tuulituhojen aiheuttamaa kivennäismaan paljastumista suojavyöhykkeellä.

Suojakaistan leveys riippuu vesistön tai pienveden tyypistä ja luonnontilaisuudesta, pintaveden liikkumisesta ja määrästä, maanpinnan kaltevuudesta ja maalajista. Suojakaistan leveys esimerkiksi maanmuokkausten yhteydessä on oltava vähintään 5 metriä. Tämä on riittävä, jos maa on tasaista ja maalaji huonosti veden mukana liikkuvaa eli karkeaa hiekkamaata. Tasaisia ja karkeajakoisia maita leveämpi suojavyöhyke tarvitaan veteen päin kaltevilla uudistusaloilla ja hienojakoisilla maalajeilla. Suojakaistan maanpintaa ei rikota, mutta sieltä voi poistaa yksittäisiä puita (kuva 22). Myös vesistön tulviminen on syytä ottaa huomioon suojakaistan leveyttä suunniteltaessa. (Joensuu ym. 2004, 2012.)



Kuva 22. Suojakaistalta voi poistaa maanpintaa rikkomatta yksittäisiä puita. (Joensuu ym. 2013)

3.2.3 Turvemaiden vesiensuojelu ja kunnostusojitustarpeen harkinta

Kunnostusojituskohteet valitaan kunnostusojitustarpeen sekä kunnostusojituskelpoisuuden perusteella. Kunnostusojitustarve arvioidaan puuston kasvulle riittävän kuivatustilanteen perusteella ja kunnostusojituskelpoisuus ojituksen taloudellisen kannattavuuden perusteella. Kannattavuuden arvioinnissa huomioidaan mm. kasvupaikan ravinteisuus ja alueella kasvavan puuston määrä.

Kasvupaikkatyypiltään varputurvekankaita karumpia kohteita ei ole kannattavaa ojittaa. Varputurvekankailla ja 1-tyyppin puolukkaturvekankailla kunnostusojituskelpoisuuden kriteerinä on Etelä-Suomessa nuoressa kasvatusmetsässä vähintään 600 rungon kasvatuskelpoinen puusto, jonka on siis oltava metsikkökuviolla jo ennen ojitusta. Varputurvekankaita ei ole taloudellisesti kannattavaa uudistaa kuin luontaisesti tai kylväen, eikä näillä uudistamismenetelmillä yleensä saada kunnon taimikkoa aikaan kohteiden paksusta turverroksesta johtuen. Näin ollen varputurvekankailla ojitaminen ja metsätalouden harjoittaminen ei ole välttämättä perusteltua. Kitu- ja joutomaita ei ojiteta.

Maastossa tarkastellaan silmävaraisesti ojien kuntoa, suokasvillisuuden esiintymistä, puiden kasvua ja elinvoimaisuutta. Kunnostusojitustarve on ilmeinen, jos ojat ovat tukkeutuneet tai kasvaneet umpeen ja puuston kasvu on taantunut maaperän liiallisen märkyyden vuoksi. Lisääntynyt suokasvillisuus on usein merkinä ojien heikosta kuivatustehosta. Myös puulajin perusteella voi arvioida ojitustarvetta; kuusikolle ojaoston ei tarvitse olla yhtä syvä kuin männikölle sen hyvän haihdutuksen ja matalan juuriston ansiosta.

Ojitustarvetta voidaan arvioida myös puuston tilavuuden perusteella. Yli 120 m³/ha puusto jo ylläpitää itsessään riittävää haihdutusta, kunhan juuristolla on kasvuvaiheessa vähintään 30 cm kuivavara maanpinnasta.

3.2.4 Vesiensuojelumenetelmät ja -rakenteet

Valuma-alueella tarkoitetaan aluetta, jolta sade- ja pintavedet kerääntyvät esim. tarkasteltavaan uomaan eli latvavesillä tehdyt toimet vaikuttavat myös alapuolisiin vesistöihin (Joensuu ym. 2004, 2012). Tehokkainta vesiensuojelu on, kun voidaan välttää kivennäismaan paljastamista maanpintaa rikkomalla sekä uomien perkausta erityisesti eroosioherkillä ja kaltevilla kohteilla vesistöjen läheisyydessä, jollei se ole välttämätöntä. Vesiensuojelua on järkevää toteuttaa erilaisten rakenteiden yhdistelmänä (kuva 23). Näin lopputulosta voidaan tehostaa merkittävästi verrattuna tilanteeseen, jossa käytettäisiin vain yhtä vesiensuojelumenetelmää.



Kuva 23. Vesiensuojelumenetelmien yhdistelmä. (Suomen metsäkeskus)

Alla on esitelty yksittäisiä vesiensuojeluratkaisuja.

Kevennetty maanmuokkaus

Voimakkaan maanmuokkauksen seurauksena kiintoaineen huuhtouma lisääntyy, mutta myös fosfori- ja typpikuormituksen on todettu kasvavan. Auraus on voimakas muokkausmenetelmä, jota ei enää oikeastaan käytetäkään Suomessa. Kulotus on sen sijaan varsin suositeltavaa ja soveltuu parhaiten kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden hienoa hietaa karkearakeisempien moreenimaiden käsittelyyn. Laikutus sopii ohutkunttaisille, karkeille moreenimaille. Äestys taas sopii ohutkunttaisille, keskikarkeille moreenimaille. Laikutus-mätästys soveltuu melko paksukunttaisillekin, keskikarkeille ja hienolajitteisille routiville maapohjille. Ojitusmätästystä käytetään vain veden vaivaamilla ja soistuneilla mailla (Ympäristöhallinnon verkkosivut: Metsätalouden vesiensuojelu). Ojat eivät saa johtaa suoraan vesistöön ja maanmuokkausjälki tulee tehdä aina rinteen vastaisesti.

Kaivu- ja perkauskatkot

Ojakohtaista kiintoainekuormitusta voidaan vähentää jättämällä ojaan kaivu- tai perkauskatkoja (kuva 24). Kaivukatkon pituus on yleensä noin 10–30 metriä, mistä vesi kulkee pintavaluntana alapuoliseen ojaan. Perkauskatkot ovat kunnostusojituksen aikana perkaamattomiksi jätettyjä kohtia ojissa. (Joensuu ym. 2004, 2012.) Katkoja tulee jättää, jos ojan pitkittäiskaltevuus on yli 3 %, ja eroosioherkillä mailla 0,3 % (Päivinen ym. 2011). Kaivukatkot ovat tehokas ja kustannustehokas menetelmä vähentää kunnostusojituksesta aiheutuvaa huuhtoumaa.



Kuva 24. Kaivukatko. (Suomen metsäkeskus)

Lietekuoppa

Lietekuopat ovat ojakohtaisia vesiensuojelurakenteita ja niiden pääasiallisena tarkoituksena on pysäyttää kaivun aikana ja välittömästi sen jälkeen irtoavaa karkeaa kiintoainetta. Lietekuopat täyttyvät yleensä nopeasti kaivun jälkeen eikä niitä tyhjennetä toisin kuin laskeutusaltaita. (Joensuu ym. 2004, 2012.)

Laskeutusallas

Laskeutusaltaiden toiminta perustuu veden nopeuden hidastamiseen niin, että veden mukana kulkeutuva kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle. Laskeutusaltaat mitoitetaan vesimäärän perusteella, mihin vaikuttaa altaan yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala. Laskeutusallas tulee mitoittaa niin, että:

- virtausnopeus altaassa on enintään 1 cm/s
- veden viipymä altaassa on vähintään tunti
- allaspinta-alan olisi oltava 3 - 8 m² valuma-aluehehtaaria kohden

Laskeutusaltaiden toimintakunnossa pysyminen vaatii niiden toistuvaa tyhjennystä eivätkä ne toimi niin hyvin hienojakoisilla mailla kuin kosteikot ja pintavalutuskentät, jotka karkean kiintoaineen lisäksi sitovat myös hienompaa ainesta ja ravinteita. (Joensuu ym. 2004, 2012.) Patorakenteet tehostavat altaan toimintaa.

Pohjapato

Pohjapadot hidastavat ja tasaavat veden virtaamaa ojassa (kuva 25). Ne vähentävät syöpmistä ja pidättävät ojan pohjalla kulkevaa karkeaa kiintoainetta. Pohjapatoja voidaan laittaa useita peräkkäin, jolloin ne muodostavat putousportaat. Putousportaiden ansiosta putousten välillä veden nopeus jää riittävän alhaiseksi, jottei eroosiota pääse syntymään. (Joensuu ym. 2004, 2012.) Pohjapadon voi valmistaa kivistä, sementistä, maa-aineksesta tai puusta. Padon yläpuolelle on yleensä hyvä kaivaa laskeutusallas, johon veden mukana tuleva kiintoaine voi kertyä.



Kuva 25. Pohjapato. (Suomen metsäkeskus)

Putkipato

Putkipadoilla (kuva 26) varastoidaan ylivirtaamia hetkellisesti metsäoijiin rakennetun padon putkirakenteen avulla. Ylivirtaamien pienemisen ansiosta kiintoainekuormitus vähenee, koska virtausnopeus ojaostossa pienenee samalla eroosiota vähentäen. Parhaiten putkipadot soveltuvat turvemaille. (Joensuu ym. 2004, 2012.) Myös putkipadon yhteyteen on hyvä kaivaa allastilavuutta.



Kuva 26. Laskeutusallas putkipadolla. (Suomen metsäkeskus)

Pintavalutuskenttä

Pintavalutuskentällä tarkoitetaan yleensä tasaista suoaluetta, jonne ohjattu vesi suodattuu virratessaan suokasvillisuuden seassa ja osittain turpeen sisällä (kuva 26). Hyvin toimiva pintavalutuskenttä suodattaa 70–90 % kiintoaineesta sekä jopa jonkin verran liukoisia ravinteita. Pintavalutuskentän pinta-alan olisikin oltava vähintään 1 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. (Joensuu ym. 2004, 2013.)



Kuva 27. Pintavalutuskenttä. (Suomen metsäkeskus)

Puuaineksen käyttö vesiensuojelurakenteissa

Edellä kuvattujen menetelmien lisäksi on alettu tutkia myös uusia vesiensuojelumenetelmiä, joita on mahdollista yhdistää jo olemassa oleviin rakenteisiin. Eräs menetelmistä on puunippujen käyttö, jolla on saatu lupaavia tuloksia ravinteiden ja mahdollisesti myös orgaanisen hiilen pidättymisestä (Härkönen 2021). Tulosten perusteella oppopuun käyttöä voidaan suositella käytettäväksi paitsi vesiensuojelurakenteissa (mm. laskeutusallas) myös kuivatusuomastoissa. Omaan upotettavan puumateriaalin pinnalle muodostuu ravinteita sitova biofilmi, joka on usean organismin hyödynnettävissä (Vuori 2022). Vaikka seurantatulokset ovat lupaavia, tuloksia on kuitenkin tätä kirjoitettaessa vielä varsin vähän eikä menetelmää käsitellä tässä yksityiskohtaisemmin. Lisätietoa on luettavissa seurantahankkeen (PuuValuVesi) kotisivuilta, jonne on linkki raportin lopussa.

Kosteikko

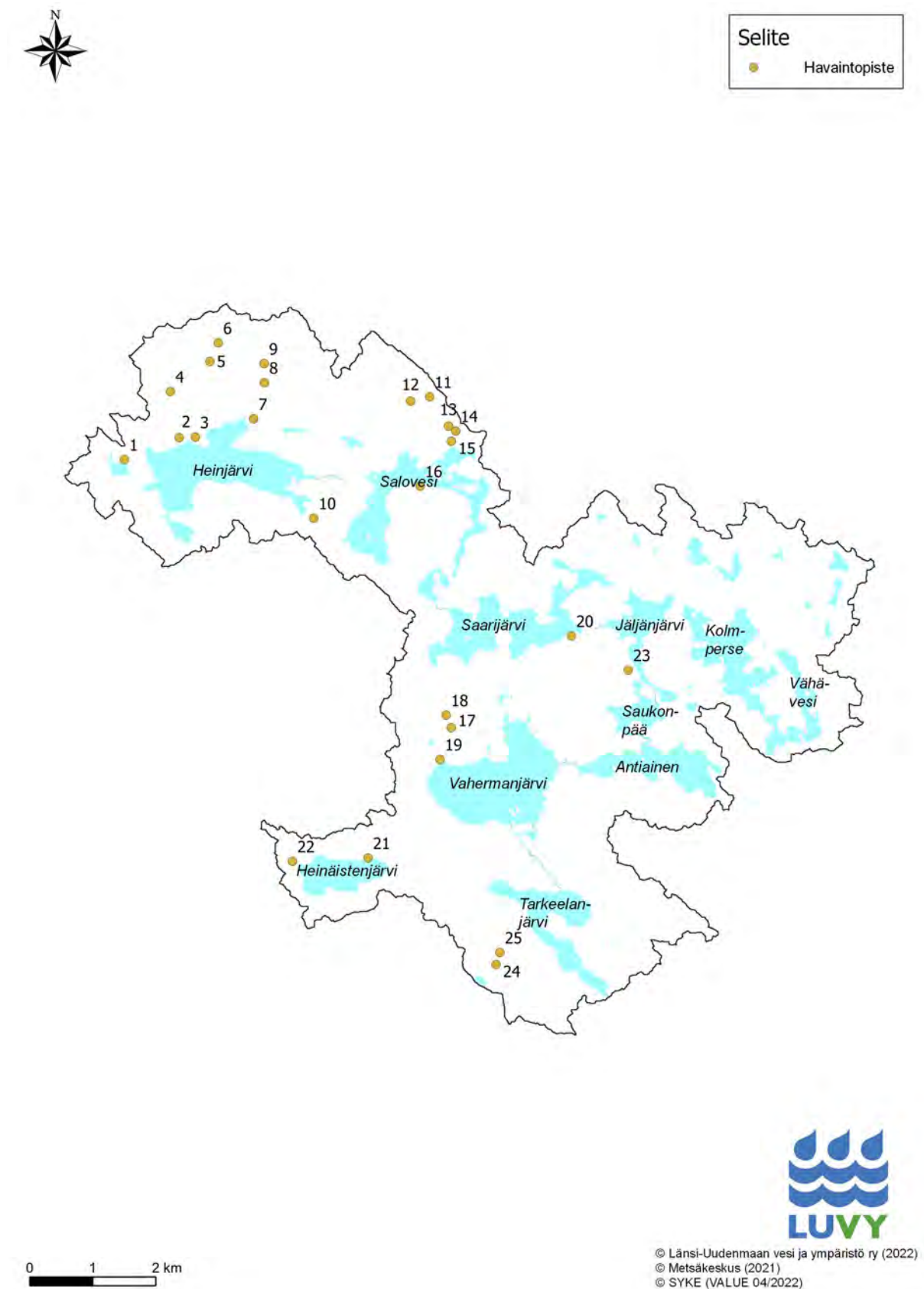
Kosteikko on alue, joka pysyy kosteana tai märkänä ympäri vuoden. Luontaisia kosteikkojen paikkoja ovat vesistöjen laskun tuloksena syntyneet vesijättöalueet. Kosteikkoja voidaan rakentaa myös patoamalla uomia sellaisissa paikoissa, joissa vettyminen ei tuota ongelmia. Kosteikon hyötynä on, että se kerää talteen kiintoainetta ja siihen sitoutuvia ravinteita etenkin kasvukauden aikana, minkä lisäksi se toimii elinympäristönä useille lajeille kuten vesilinnuille. Kosteikon rakenteita tulee kuitenkin hoitaa ja pohjalle kertynyttä maa-ainesta poistaa ajoittain.

Kosteikon hyvän toiminnan edellytykset:

- pinta-ala vähintään 1-2 % valuma-alueesta
- sisältää sekä syvän että matalan veden alueita ja saarekkeitä
- hidas virtaus
- loivat penkat, joilla on runsaasti kasvillisuutta

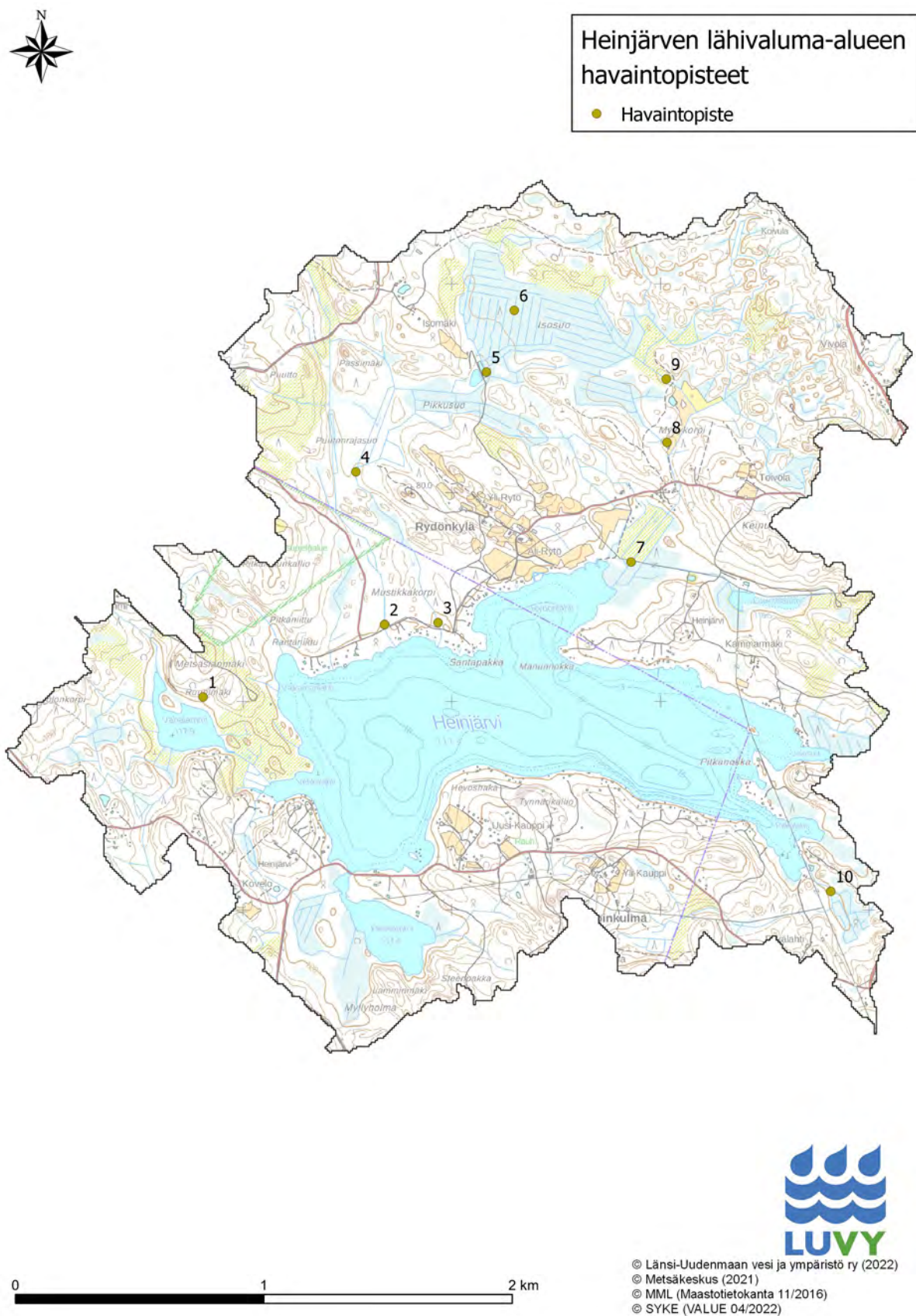
4 Metsätalouden vesiensuojelun suosituksia ja havaintopisteitä Pohjois-Pusulan järvireitin alueella

Pohjois-Pusulan järvireitin alueella kartoitettiin kesällä 2021 vesiensuojelun kannalta kriittisiä- ja mahdollisia riskikohteita. Kohteet on esitetty havaintopistein (kuva 27). Jokaisesta havaintopisteestä on kirjattu kuvaus sekä mahdolliset toimenpidesuosituksat. Osalla havaintopisteistä ehdotetaan toteutettavaksi vesiensuojelurakenteita. Toimenpidesuosituksat eivät sido maanomistajia. Niillä lisätään tietoa metsätalouden vesiensuojelun mahdollisuuksista ja tuetaan metsänomistajien päätöksentekoa.



Kuva 28. Pohjois-Pusulan järvireitin alueen havaintopisteet

4.1 Heinjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet



Kuva 29. Heinjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet (1–10) kartalla.

Havaintopiste 1

Kuvaus

Avohakkuu eroosioherkässä rinteessä. Maanmuokkausta ei vielä alkukesästä 2021 ollut tehty. Eroosioherkässä painanteessa ajoura, jossa on urapainumia. Vahalammin rantaan on jätetty 10–15 metriä leveä suojavyöhyke ehkäisemään ravinteiden valumista vesistöön.

Suositukset

Seuraava metsänhoidollinen toimenpide on maanmuokkaus. Maanmuokkausta ei uloteta vesistön suojavyöhykkeelle, ja eroosioherkässä maastonkohdissa pyritään kevennettyyn maanmuokkaukseen. RUSLE-eroosiomallin ja kosteusindeksin avulla voidaan tunnistaa maastovaurioille ja eroosiolle herkimmät kohdat alueella. Linkki paikkatietoaineistoihin on tämän raportin lopussa.



Kuva 30. Havaintopiste 1, avohakkuu eroosioherkässä rinteessä. Urapainumat ovat nähtävissä selvästi.

Havaintopiste 2

Kuvaus

Heinjärveen laskeva uoma, jonka ympärillä on uudistuskypsää metsää. Havaintohetkellä keväällä 2021 kohteella on menossa uudistushakkuu. Ojassa virtaus on varsinkin kevään tulvien aikana runsasta. Ojaan on muodostunut pieniä pohjapatoja ojaan pudonneista kuolleista puista ja karikkeesta.

Suositukset

Seuraava toimenpide on maanmuokkaus. Maanmuokkauksessa uomaan jätetään riittävän leveä 2–3 metriä leveä suojakaista. Suojakaistan avulla voidaan vähentää kivennäismaan paljastumisesta aiheutuvaa eroosiota ojaan ja sitä kautta valuma-alueen vesistöihin.

Lasku-uomaan rakennettavalla pohjapatosarjalla olisi mahdollista hidastaa veden virtausta ja vähentää uoman eroosiota.



Kuva 31. Havaintopiste 2, jolta uoma laskee Heinjärveen. Pohjapatosarjalla olisi mahdollista hidastaa veden virtausta sekä vähentää eroosiota (vrt. havaintopiste 3).

Havaintopiste 3

Kuvaus

Heinjärveen laskeva uoma, jonka ympärillä on varttunutta kasvatusmetsää. Seuraava toimenpide on harvennushakkuu. Uoman reunoilta on poistettu yksittäisiä puita. Uomassa virtaus on varsinkin kevään tulvien aikana runsasta. Uomaan on muodostunut luonnollisia pohjapatoja ojaan pudonneista kuolleista puista ja karikkeesta.

Suositukset

Lasku-uomaan rakennettavalla pohjapatosarjalla olisi mahdollista hidastaa veden virtausta ja vähentää uoman eroosiota.



Kuva 32. Havaintopiste 3. Uomaan on muodostunut luonnollisia pohjapatoja, mutta virtausta ja eroosiota voitaisiin vähentää entisestään rakentamalla pohjapatosarja (vrt. havaintopiste 2).

Havaintopiste 4

Kuvaus

Havaintopisteiltä 5 ja 6 laskeva oja, joka ulottuu kivennäismaahan asti. Maalaji on hiekkamoreenia. Vesi virtaa ojassa paikoin voimakkaasti. Laskuojiin laskevissa ojissa on vähemmän kuivavaraa ja ojat ovat pääosin turvemaalla. Puusto havaintopisteellä on varttunutta kasvatusmetsää.

Suositukset

Seuraava metsänhoitotoimenpide on harvennus, jonka yhteydessä ei ole tarvetta kunnostusojitukselle. Harvennuksen jälkeen puuston haihdutus riittää edelleen pitämään veden pinnan tason riittävän matalalla puiden kasvun häiriintymättä.



Kuva 33. Havaintopiste 4. Ojassa on havaittavissa paikoin voimakasta virtausta.

Havaintopiste 5

Kuvaus

Tien ja metsän väliin rakennettu allas, jonka historiasta ei ole tietoja.

Suositukset

Altaasta olisi helppo muovata laskeutusallas yläpuolisen suon valumavesille. Vedet altaaseen johdettaisiin sen pohjoispäästä, ja altaan eteläpäähän rakennetaan padottava kynnyks, jonka kautta vedet johdetaan takaisin lasku-uomaan. Vanha uoma olisi padottava ja tukittava tai vaihtoehtoisesti altaan voisi laajentaa ojaan ulottuvaksi, jolloin allastilavuus kasvaisi.



Kuva 34. Havaintopiste 5, jossa valmiiksi olemassa oleva allas voitaisiin muuttaa laskeutusaltaaksi.

Havaintopiste 6

Kuvaus

Havaintopiste sijaitsee Isosuolla. Ojat Isosuolla ovat osittain umpeen kasvaneet, mutta niissä on vielä riittävästi kuivavaraa. Isosuon puusto on varttunutta kasvatusmetsää karulla varputurvekankaalla. Puuston kasvu on suolla vaatimatonta eikä suon heikon ravinteisuuden takia kuivatustilannetta parantamalla puuston kasvua juuri pystytä parantamaan.

Suositukset

Ei toimenpide-ehdotuksia metsätalouden toimenpiteille. Kunnostusojitus näin karulla kohteella on todennäköisesti taloudellisesti kannattamatonta. Näin ollen kunnostusojituksesta pidättäytyminen mahdollisten seuraavien metsätalouden toimenpiteiden yhteydessä on järkevää niin taloudellisesti kuin vesiensuojelullisesti.



Kuva 35. Havaintopiste 6.

Havaintopiste 7

Kuvaus

Havaintopisteellä on tehty avohakkuu talvella tai keväällä 2021. Kevättulvan aikaan vedenpinta on korkealla. Laskuoja leimikolta kulkee suoraan Heinjärveen.

Suosituks

Seuraava toimenpide on maanmuokkaus ja taimien istutus. Maanmuokkauksessa voi vaatia kuivatustilanteen parantamiseksi ja uudistamisen varmistamiseksi navero-ojien kaivamista. Naveroita kaivaessa on muistettava, että niitä ei kaiveta kiinni lasku-uomaan.

Heinjärven rannalla on kitukasvuista sekapuustoista suota, jonka läpi lasku-uoma kulkee Heinjärveen. Suon ennallistamisella sekä padottamalla lasku-uoma olisi mahdollista muodostaa suolle pintavalutuskenttä vähentämään ravinteiden ja kiintoaineiden huuhtoutumista Heinjärveen.



Kuva 36. Havaintopiste 7. Jos alueella kaivetaan navero-ojia, niitä ei pidä kaivaa kiinni lasku-uomaan.

Havaintopiste 8

Kuvaus

Pellon reunaan kaivettu allas, jonka metsistä laskevat ojat kuitenkin kiertävät.

Suositukset

Altaasta olisi järkevää muodostaa laskeutusallas yläpuoliselta metsäiseltä valuma-alueelta tulevan kiintoaine-kuormituksen vähentämiseksi. Metsistä laskevat ojat johdetaan altaaseen ja altaasta padottavan kynnyksen kautta takaisin laskuojaan. Toinen vaihtoehto on perustaa alueelle kosteikko.



Kuva 37. Havaintopiste 8. Pellon reunaan kaivettu allas, jonka ojat kiertävät. Allas olisi muutettavissa laskeutusaltaaksi tai kosteikoksi.

Havaintopiste 9

Kuvaus

Isosuolta laskeva oja, jonka ympärillä on tehty avohakkuu. Uudistamistoimenpiteet kohteella on tehty. Ojassa on kevättulvien aikaan voimakasta virtausta.

Suosituks

Oja on kaivettu kivennäismaahan asti eikä siinä ole kunnostuksen tarvetta. Eroosion ehkäisemiseksi ojaan olisi järkevää rakentaa pohjapattosarja hidastamaan virtausta ja vähentämään eroosiota. Oja jatkuu alapuolelta pellolle, johon kaivamalla laskeutusallas päästäisiin myös kiinni alueelta huuhtoutuvaan kiintoaineeseen.



Kuva 38. Havaintopiste 9.

Havaintopiste 10

Kuvaus

Puusto havaintopisteen eteläpuolella on nuorta kasvatusmetsää ja pohjoispuolella varttunutta kasvatusmetsää. Ojat ovat hyvässä kunnossa.

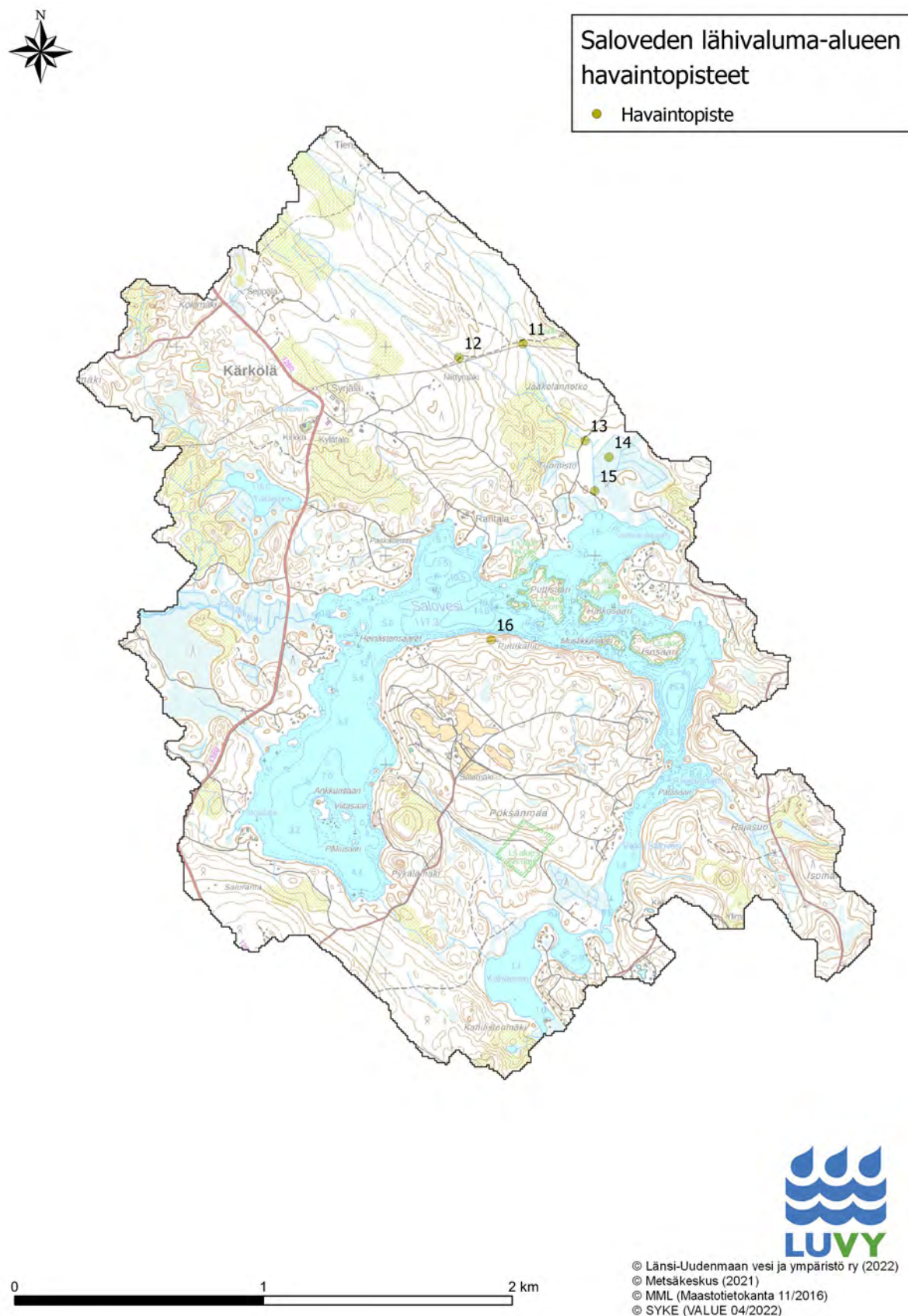
Suositukset

Varttuneessa kasvatusmetsässä seuraava toimenpide olisi harvennus. Ojissa ei ole tarvetta kunnostusojitukselle, ja hakkuissa olisi vältettävä ojien turhaa ylittämistä.



Kuva 39. Havaintopiste 10. Kunnostusojitukselle ei ole tarvetta, minkä lisäksi ojien turhaa ylittämistä pitäisi hakkuita tehtäessä välttää.

4.2 Saloveden lähivaluma-alueen havaintopisteet



Kuva 40. Saloveden lähivaluma-alueen havaintopisteet (11–16) kartalla.

Havaintopiste 11

Kuvaus

Oja kivennäismaalla. Maalaji on hiekkamoreenia ja metsä havaintopisteellä varttunutta kasvatusmetsää, nuorta kasvatusmetsää ja taimikkoa. Ojassa on runsasta virtausta. Valuma-alue havaintopisteellä on noin 44 hehtaaria.

Suositukset

Taimikossa tien alapuolella on sopiva paikka laskeutusaltaalle. Tien yläpuolista uomaa olisi kuitenkin ennen laskeutusaltaan rakentamista padotettava virtauksen hidastamiseksi. Metsänkäsittelyn yhteydessä ojaan tulee jättää riittävät suojavyöhykkeet ja uoman ylittämistä puunkorjuun yhteydessä tulee välttää.



Kuva 41. Havaintopiste 11. Havaintopisteen uomassa on runsasta virtausta. Uoman yhteyteen olisi mahdollista rakentaa laskeutusallas, mikä vaatisi samalla kuitenkin myös padotusta virtauksen hidastamiseksi.

Havaintopiste 12

Kuvaus

Laskeutusallas putkipadolla. Altaan jälkeen vesi jatkaa virtaamista luonnontilaisen kaltaisena uomana.

Suositukset

Altaan toimivuus on vielä varsin hyvä, mutta sen kunnostusta on syytä harkita.



Kuva 42. Havaintopiste 12, jolla on putkipadolla varustettu laskeutusallas. Altaalle suositellaan kunnostusta lähitulevaisuudessa.

Havaintopiste 13

Kuvaus

Tien alapuolella rummun jälkeen pieni laskeutusaltaan tapainen levennys ojassa. Ojassa on kasvillisuutta hidastamassa virtausta. Metsikkö ympärillä on varttunutta kasvatusmetsää tai uudistuskypsää metsää. Rummun yläpuolisessa ojassa on runsas virtaus sekä ympärillä varttunutta kasvatusmetsää ja taimikkoa.

Suosituks

Ennen uudistushakkuuta tai uudistushakkuun yhteydessä kohteelle rakennetaan laskeutusallas. Uudistushakkuun jälkeen maanmuokkauksessa huomioidaan riittävät suojakaistat ojaan. Tierummun yläpuolista virtausta olisi hyvä hidastaa pohjapatosarjalla. Ojia ei ole tarpeellista kunnostaa, mikä vähentää myös vesiensuojelutarvetta.



Kuva 43. Havaintopiste 13. Paikalle olisi suositeltavaa rakentaa laskeutusallas.

Havaintopiste 14

Kuvaus

Ojien välissä oleva metsikkökuvio. Metsässä on sekä nuorta että varttunutta kasvatusmetsää. Puustossa on eri-ikäisrakenteisuuden piirteitä ja vanhat ajourat ovat taimettuneet hyvin.

Suosituks

Metsikköä kehitetään eri-ikäisrakenteisena. Eri-ikäisrakenteinen kasvatus pitää pohjaveden pinnan riittävän matalalla, jolloin voitaisiin välttää maanmuokaus sekä maanmuokkauksen yhteydessä mahdollisesti tehtävät navero-ojat.



Kuva 44. Havaintopiste 14. Alueelle suositellaan metsän kasvatusa eri-ikäisrakenteisena. Menetelmä pitää pohjaveden pinnan riittävän matalalla, jolloin voidaan välttää maanmuokaus sekä siihen liittyvät toimenpiteet.

Havaintopiste 15

Kuvaus

Saloveteen laskeva uoma tierummun yläpuolella. Varttunutta kasvatusmetsikköä sekä uudistuskypsää metsää. Seuraava toimenpide on harvennushakkuu tai uudistushakkuu.

Suosituks

Uudistushakkuun yhteydessä jätetään riittävä muokkaamaton suojavöhyke uomaan. Uomaa ei ylitetä hakkuutöiden yhteydessä.

Tierummun yläpuolella on sopiva paikka laskeutusaltaalle, joka pidättäisi yläpuolelta tulevan kiintoaineen huuhtoutumista Saloveteen.



Kuva 45. Uoma havaintopisteellä 15.

Havaintopiste 16

Kuvaus

Uudistuskypsää metsää eroosioherkässä rinteessä. Alueella on myös paikoittain runsaasti lahoppuuta. Rannan metsikkökuvio saattaisi sopia myös suojeluun METSO-ohjelman kautta.

Suositukset

Seuraava metsätalouden toimenpide olisi uudistushakkuu. Uudistushakkuussa jätetään 10–15 metriä leveä suojakaista Saloveden rantaan. Suojakaistalta voi poimia yksittäisiä varsinkin tuulituhoille alttiita puita. Suojakaistalle ei kuitenkaan ole suotavaa tehdä maanmuokkausta. Vaihtoehtoinen toimenpide on tarjota aluetta METSO-ohjelman kautta suojeltavaksi alueeksi. Linkki METSO-ohjelman sivuille on raportin lopussa.



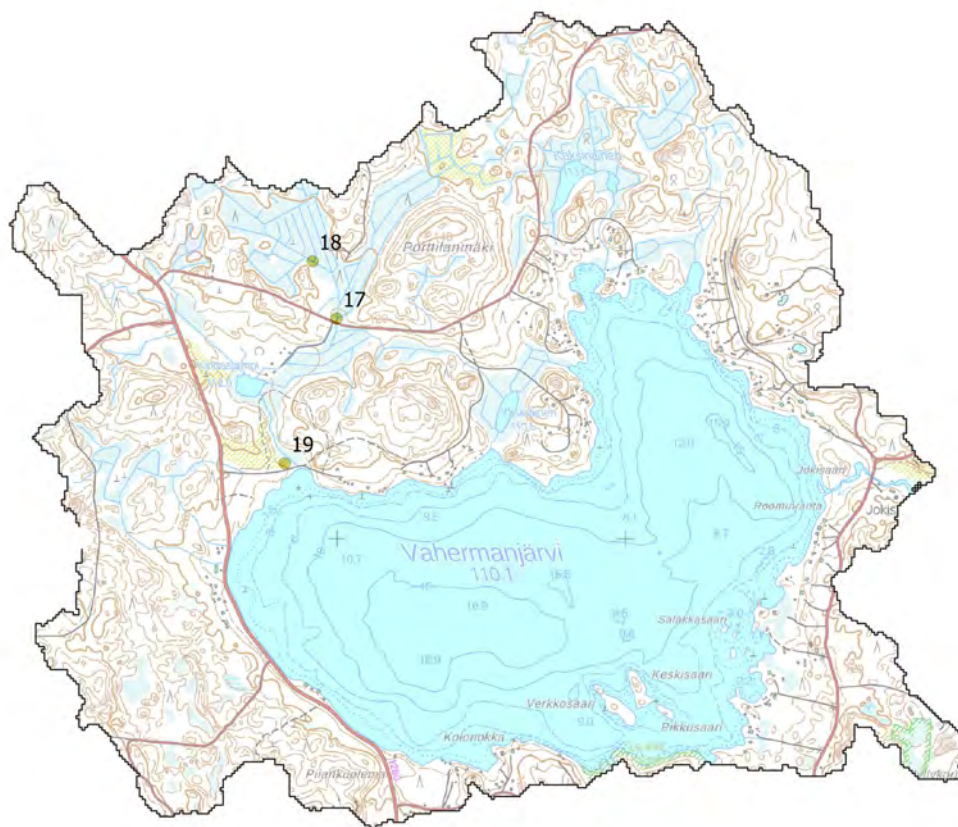
Kuva 46. Havaintopiste 16.

4.3 Vahermanjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet



Vahermanjärven lähivaluma-
alueen havaintopisteet

● Havaintopiste



© Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (2022)
© Metsäkeskus (2021)
© MML (Maastotietokanta 11/2016)
© SYKE (VALUE 04/2022)

Kuva 47. Vahermanjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet (17-19) kartalla.

Havaintopiste 17

Kuvaus

Kokoojaoja tien vieressä. Havaintopisteen valuma-alueen koko on noin 24 hehtaaria. Ojarummun yläpuolella on hyvä sijainti laskeutusaltaalle.

Suositukset

Rakennetaan laskeutusallas tierummun yläpuolelle.



Kuva 48. Havaintopiste 17. Ojarummun yläpuolella on hyvä paikka laskeutusaltaalle.

Havaintopiste 18

Kuvaus

Kitumaan ojitettu suo, jonka ojat melko umpeenkasvaneita. Kitumaan ojien kunnostaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. Kokoojaoja on edelleen hyvässä kunnossa ja kuivavara on riittävä. Tulvahuippujen aikana vettä olisi mahdollista pidättää padottamalla kokoojaojaa puuston kasvun tästä kärsimättä.

Suosituks

Ojat jätetään kunnostamatta. Kokoojaojaan voidaan rakentaa padottava kynnys hidastamaan tulvahuippujen aikaista virtausta.



Kuva 49. Havaintopiste 18. Kitumaan ojitettu suo, jonka ojat suositellaan jätettävän kunnostamatta.

Havaintopiste 19

Kuvaus

Vahermanjärveen laskeva oja, jonka ympärillä on uudistuskypsää metsää. Havaintopiste sijaitsee lähellä rantaa. Metsätaloustoimenpiteet havaintopisteen ympärillä aiheuttavat riskiä ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumiselle Vahermanjärveen. Maalaji havaintopisteellä on hiekkamoreenia.

Suositukset

Jos metsänuudistamistoimenpiteisiin ryhdytään, maanmuokkauksessa ojien reunaan jätetään vähintään 3 metrin levyinen piennar, jota ei muokata. Puunkorjuun yhteydessä ojan ylittämistä tulee välttää. Ojassa itsessään ei ole kunnostustarvetta.



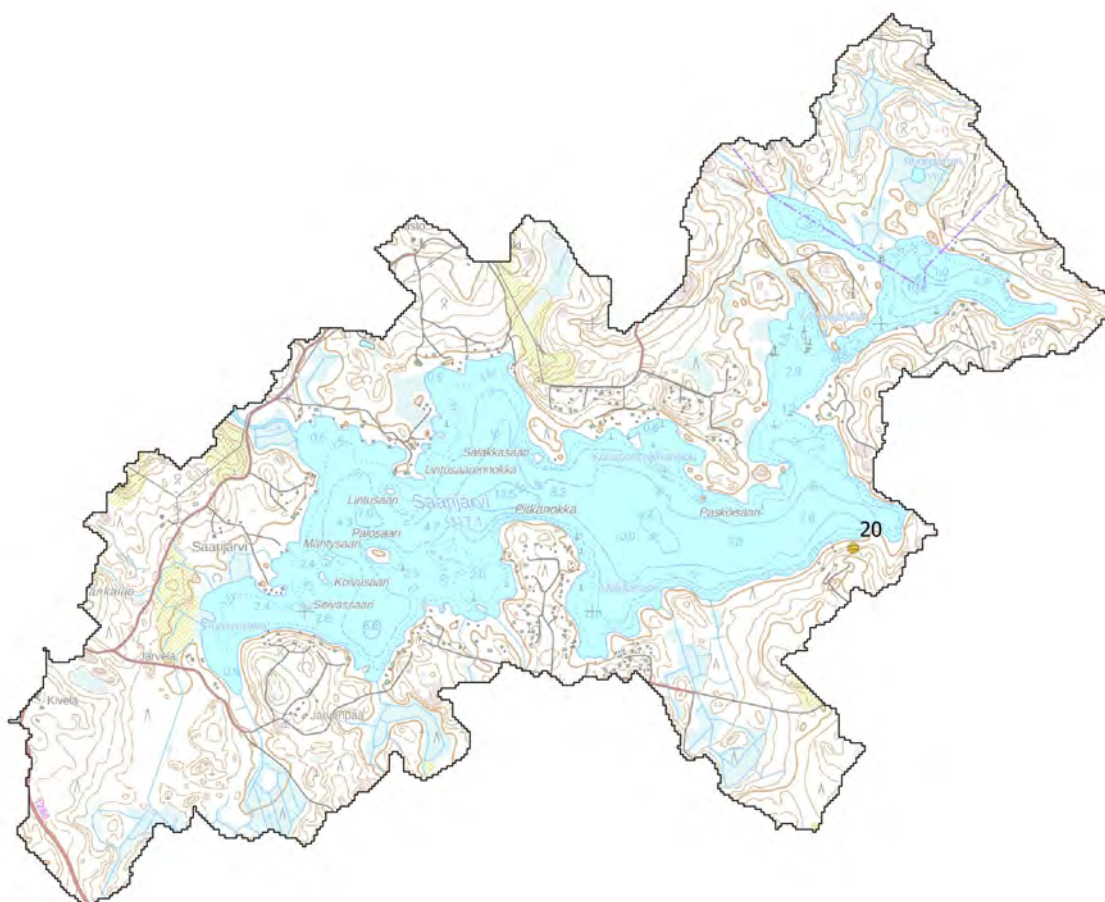
Kuva 50. Havaintopiste 19. Metsätaloustoimet havaintopisteen lähiympäristössä aiheuttavat riskin ravinne- ja kiintoainehuuhtoutumalle läheiseen Vahermanjärveen.

4.4 Saarijärven lähivaluma-alueen havaintopiste



Saarijärven lähivaluma-alueen
havaintopiste

● Havaintopiste



0 1 2 km



© Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (2022)
© Metsäkeskus (2021)
© MML (Maastotietokanta 11/2016)
© SYKE (VALUE 04/2022)

Kuva 51. Saarijärven lähivaluma-alueen havaintopiste (nro 20) kartalla.

Havaintopiste 20

Kuvaus

Varttunutta kasvatusmetsää eroosioherkässä rinteessä. Seuraava toimenpide on harvennus tai päätehakkuu.

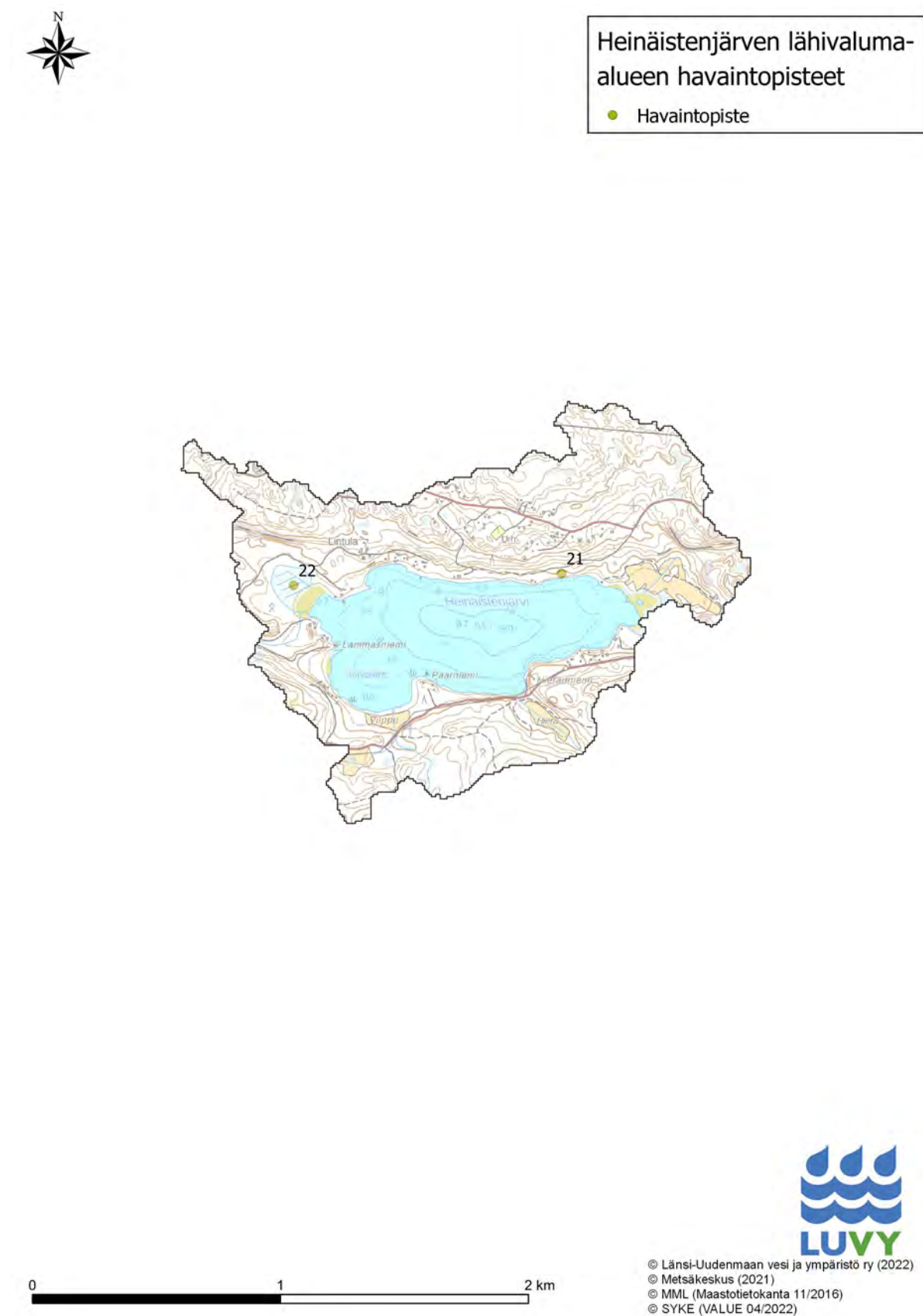
Suositukset

Rinne on jyrkkää ja rannoille olisi jätettävä riittävän leveät (n. 10–15 m) suojakaistat varsinkin eroosiolle herkimmillä kohteilla. Suojakaistoilta voi poimia ainespuuta, mutta maanmuokkausta ja hakkuutähteiden jättämistä suojakaistalle tulee välttää. RUSLE-eroosiomallikartan avulla voidaan tarkastella eroosiolle herkimpien kohtien esiintymistä. Linkki karttaan on raportin lopussa.



Kuva 52. Lähellä Saarijärven rantaa sijaitsevalla havaintopisteellä 20 on eroosioherkkä rinne, jolloin varsinkin eroosiolle herkimmillä kohteilla on jätettävä riittävän leveät suojakaistat, jos alueella tehdään toimenpiteitä.

4.5 Heinäistenjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet



Kuva 53. Heinäistenjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet (21 ja 22) kartalla.

Havaintopiste 21

Kuvaus

Varttunutta sekapuustoista kasvatusmetsää eroosioherkässä rinteessä. Puusto kuviolla on eri-ikäisrakenteista. Ei tarvetta metsänhoidollisille toimenpiteille.

Suosituks

Metsän kasvattamista suositellaan kehitettävän jatkuvan kasvatuksen menetelmin.



Kuva 54. Havaintopiste 21. Metsän kasvattamista alueella suositellaan kehitettävän jatkuvan kasvatuksen menetelmin.

Havaintopiste 22

Kuvaus

Varttunutta mäntymetsää varputurvekankaalla Heinäistenjärven rannassa. Ojat ovat kasvaneet umpeen ja kuivavaraa ei ole juurikaan jäljellä. Laskuoja kuviolta laskee avosuon kautta pintavaluntana Heinäistenjärveen.

Suositukset

Kohteelle ei suositella uudistushakkuuta eikä kunnostusojitusta. Kunnostusojituksen taloudellinen kannattavuus on heikko. Uudistushakkuun seurauksena ojat olisi kunnostettava, mistä seuraisi mahdollisesti ravinnekuormitusta Heinäistenjärveen. Varputurvekankaita ei ole taloudellisesti kannattavaa uudistaa kuin luontaisesti tai kylvällä eikä näillä uudistamismenetelmillä yleensä saada kunnon taimikkoa aikaan kohteiden paksusta turvekerroksesta johtuen. Laskuoja havaintopisteeltä laskee avosuolle Heinäistenjärven rantaan. Avosuo toimii pintavalutuskenttänä ja vähentäisi mahdollisen kunnostusojituksen aiheuttamaa kiintoainehuuhtoumaa. Viereisten kuvioiden hakkuiden yhteydessä kuviolta voidaan poimia suurimpia puita. Hakkuut suositellaan kuitenkin tehtävän talvella maan ollessa jäätynä. Näin vältetään suurimmilta korjuuvaurioilta.



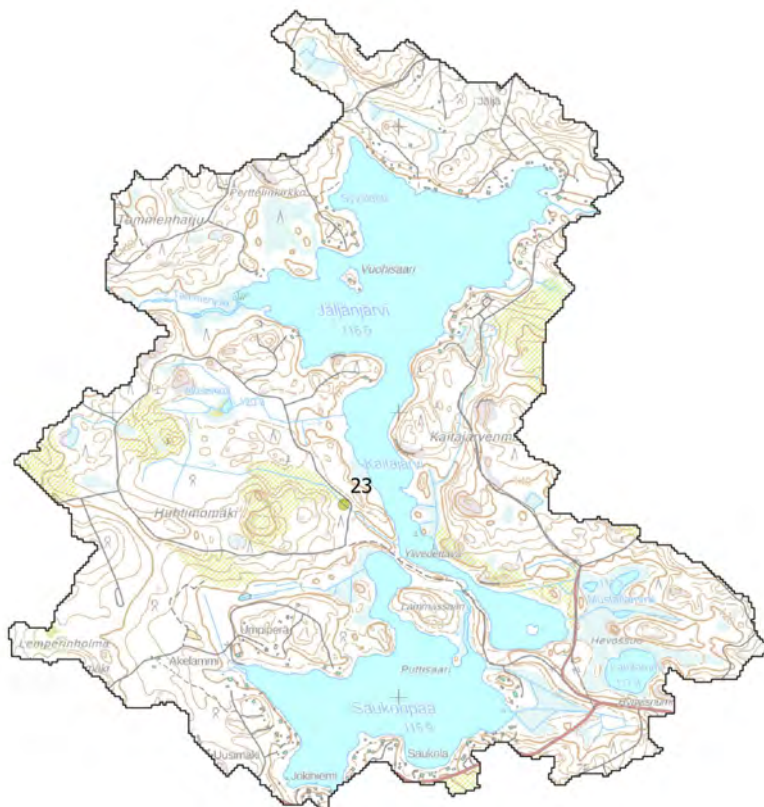
Kuva 55. Havaintopiste 22.

4.6 Saukonpään lähivaluma-alueen havaintopiste



Saukonpään lähivaluma-alueen
havaintopiste

● Havaintopiste



0 1 2 km



© Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry (2022)
© Metsäkeskus (2021)
© MML (Maastotietokanta 11/2016)
© SYKE (VALUE 04/2022)

Kuva 56. Saukonpään lähivaluma-alueen havaintopiste (nro 23) kartalla.

Havaintopiste 23

Kuvaus

Lasku-uoma taimikossa. Uoman yläpuolisella valuma-alueella on ojitettua turvemaata.

Suosituks

Seuraava metsänhoidollinen toimenpide olisi taimikon varhaishoito. Vesiensuojelullisesti toimenpide ei aiheuta riskiä alueen vesistölle. Uomassa olisi hyvä paikka laskeutusaltaalle, jolloin se vähentäisi tulevaisuudessa kiintoaineen huuhtoutumisriskiä.



Kuva 57. Havaintopiste 23. Uomassa olisi sopiva paikka laskeutusaltaalle.

4.7 Tarkeelanjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet



Kuva 58. Tarkeelanjärven lähivaluma-alueen havaintopisteet (24 ja 25) kartalla.

Havaintopiste 24

Kuvaus

Uudistuskypsää metsää Pihkapalonsuolla. Ojat ovat hyvässä kunnossa. Osa sarkaojista on hieman umpeenkasvaneita. Metsikkö on paikoin eri-ikäisrakenteista ja taimialikasvosta on runsaasti. Havaintopiste sijaitsee ensimmäisen luokan pohjavesialueella. Kunnostusojitusta tällaisilla kohteilla olisi hyvä välttää.

Suositukset

Uudistushakkuun yhteydessä tehtävältä kunnostus- tai navero-ojitukselta voitaisiin välttyä, jos hakkuu tehtäisiin poiminta- ja pienaukkohakkuuna tähdäten eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatukseen. Vesiensuojelullisesti eri-ikäisrakenteisen metsän kasvattaminen tällaisella kohteella olisi suositeltavaa.



Kuva 59. Havaintopiste 24. Alueella olisi suositeltavaa siirtyä eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatukseen.

Havaintopiste 25

Kuvaus

Pellon reunan uoma, johon vedet laskevat Pihkapalonsuolta. Havaintopiste sijaitsee aivan ensimmäisen luokan pohjavesialueen reunalla.

Suosituks

Pellon reunaan laskevaan uomaan voisi harkita pohjapatoa hidastamaan tulvahuippujen virtausta. Pellon länsireunassa kulkevaan ojan kunnostaminen kaksitasouomaksi tai tulvatasanteeksi vähentäisi kevättulvien aikaista ravinteiden huuhtoutumista pellolta.



Kuva 60. Havaintopiste 25. Uomaan tehtävillä vesiensuojelurakenteilla olisi mahdollista vähentää ravinteiden huuhtoutumista.

5 Yhteenveto

Käsillä olevassa tarkastelussa on esitelty Karjaanjoen vesistön latvoilla sijaitsevan Pohjois-Pusulan järvireitin aluetta metsätalouden vesiensuojelun näkökulmasta. Järvireitin valuma-alue on noin 6 300 hehtaarin (63 km²) suuruinen, ja sen pääuoman varrella on kahdeksan järveä. Lisäksi kahden järven lasku-uomat yhtyvät pääuomaan. Valuma-alueella on myös useita pienvesiä sekä huomattava määrä luonnonsuojelullisesti merkittäviä kohteita. Järvet ovat valuma-alueen latvajärviä, jotka ovat usein herkkiä pienillekin kuormitusmuutoksille.

Valuma-alueen maapinta-alasta yli 90 % on metsää, minkä vuoksi metsätaloudella on vaikutusta alueen järvien tilaan. Kaikkien alueen järvien ekologinen tila on hyvä tai erinomainen, mutta osalla järvistä on kuitenkin havaittu vedenlaatua heikentäviä tekijöitä. Kahdella järvellä sallittu laskennallinen fosforikuorma on ylittynyt, ja kolmella se on hyvin lähellä raja-arvoa.

Raportissa on esitelty kohdealueen tärkeimmät vesistöt ja niihin kohdistuva ravinnekuormitus. Tämän jälkeen puolestaan on tarkasteltu valuma-alueen maankäyttöä, sekä toteutuneita ja simuloinnin avulla määriteltyjä mahdollisia metsätalouden toimenpiteitä tulevaisuudessa. Metsätalouden vesistökuormitusta voidaan vähentää vesiensuojelurakenteiden avulla, mutta suuri merkitys on myös toimenpiteiden kriittisellä tarveharkinnalla sekä ajoituksella.

Lopuksi maastotarkastelujen perusteella löydettyjen esimerkkien (havaintopisteiden) avulla on havainnollistettu metsätalouden vesistökuormituksen vähentämismahdollisuuksia käytännössä. Havaintopisteitä on valittu eri puolilta valuma-aluetta, ja tarkasteluun on haluttu ottaa esimerkkejä erityyppisistä kohteista. Osalle havaintopisteistä on ehdotettu vesiensuojelurakenteita tai veden virtauksen muuttamista, toisille taas on esitetty suosituksia, joita voidaan hyödyntää metsätaloustoimia tehtäessä tulevaisuudessa. Suositukset eivät sido maanomistajia, vaan niillä lisätään tietoa metsätalouden vesiensuojelun mahdollisuuksista ja tuetaan metsänomistajien päätöksentekoa.

Tässä luvussa esitetään ensin tiivistetty yhteenveto keinoista, joiden avulla vesistökuormitusta on mahdollista vähentää etenkin toimenpiteiden toteuttamisen yhteydessä. Tämän jälkeen seuraa muistilista, johon koottuja asioita metsänomistaja voi puolestaan käyttää ohjenuorana toimenpiteitä suunniteltaessa. Näiden jälkeen esitetään linkkejä, joiden kautta on saatavilla lisätietoa sekä metsänomistajien että metsäalan toimijoiden tueksi.

Eroosiota ja ravinnekuormitusta voi vähentää tehokkaimmin:

- Jättämällä kasvillisuutta ja puustoa etenkin vesistöjen varsille sekä jyrkkiin rinteisiin. Kasvien ja puiden juuret sitovat maa-ainesta paikoilleen estäen sen kulkeutumista vesistöihin.
- Keventämällä maanmuokkausta etenkin uomien läheisyydessä, hienojakoisilla mailla ja turvemailla.
- Minimoimalla ojitus. Joissakin tapauksissa uudisojituksia on mahdollista korvata tuhkalannoituksella, jolloin puuston parantunut kasvu ja lisääntynyt haihdutus pitävät pohjaveden pinnan riittävän matalalla puuston kasvun kannalta.
- Jättämällä kaivukatkoja ojiin.
- Selkeällä suunnittelulla ja töiden oikealla ajoittamisella. Paikkatiedon avulla selkeät suunnitelmakartat saadaan metsäkoneen kuljettajille ja muokkaajille, jolloin vesiensuojelusuunnitelmat toteutuvat myös kävtännössä.

Metsänomistajan muistilista

- Jos harkitset metsäsi hakkuuta, ota yhteyttä puun ostajaan. Jos olet kiinnostunut jatkuvapeitteisestä kasvatuksesta, mutta olet epävarma sen toteutuksesta omassa metsässäsi, pyydä metsäalan toimihenkilöä arvioimaan toimenpiteen toteutusmahdollisuuksia metsässäsi. Jatkuvapeitteistä kasvatusta ei tarvitse toteuttaa kaikilla alueilla, vaan harkinnan mukaan se voi olla hyvä vaihtoehto joillekin soveltuville alueille.
- Jos tiedossasi on, että metsässäsi on metsälain 10 §:n kohteita, lähteitä tai muita suojeluarvoja, ota tämä puheeksi leimikon suunnittelijan kanssa. Jos et tiedä kohteista metsässäsi, mutta haluat varmistaa, että tiettyjen alueiden lähellä tehdään erityisen varovaisia toimenpiteitä, keskustele leimikon suunnittelijan kanssa ja varmista, että hän tietää kohteet ja merkitsee haluamasi kohteet hakkuusuunnitelmaan. Ajankohtaiset tiedot luontoarvoista löydät metsaan.fi palvelusta.
- Halutessasi voit käyttää muistilistana tämän yleissuunnitelman luvussa 3.2 listattuja asioita, jotka huomioidaan hakkuun suunnittelussa.
- Pyydä leimikon suunnittelijaa lähettämään ennen hakkuuta hakkuukartta, johon on merkitty säästettävät kohteet ja säästöpuut. Metsäkoneenkuljettaja tekee hakkuut kartan perusteella, joten varmista, että suunnitelmassa on huomioitu kaikki haluamasi kohteet.
- Luonnonhoitotoimenpiteiden tarkistuslistasta löydät lisätietoa mahdollisista huomioitavista toimenpiteistä (linkki raportin lopussa).
- Vesistökuormituksen kannalta muokkaus on usein olennaisempaa kuin hakkuut. Muokkausta keventämällä voidaan pitää kiintoaine-, humus- ja ravinnekuormitus vähäisenä. Keskustele tästä hakkuun/ muokkauksen toteuttajatahon kanssa ja pyri pitämään muokkaus minimissään varsinkin vesistöjen läheisyydessä ja jyrkissä eroosioherkissä rinteissä.
- Jos olet kiinnostunut toteuttamaan omistamallasi alueelle vesiensuojelu- tai riistakosteikon, ota yhteyttä metsäkeskukseen tai paikalliseen riista- tai metsänhoitoyhdistykseen. Parhaita kosteikko-paikkoja ovat valmiiksi kosteat painanteet, kuivatut lammet ja vastaavat paikat, joihin kosteikon voi toteuttaa patoamalla. Patoaminen ei saa kuitenkaan aiheuttaa vettymishaittaa toisen maanomistajan maalla. Lisätietolinkki on tämän raportin lopussa.

Lisätietoa ja hyödyllisiä Internet-osoitteita vesiensuojelun tausta- ja paikkatietoaineistoihin

- Hankkeen tarinakartta: interaktiivista materiaalia Huomio metsien vesienhoitoon -hankkeen kohdevesistöistä sekä metsätalouden vesiensuojelusta. Tarinakartta julkaistaan syksyyn 2022 mennessä:
<https://storymaps.arcgis.com/stories/aa492c63513447d287315bad4e1f2d64>
- Metsään.fi – metsänomistajien ja metsäalatoimijoiden maksuton asiointipalvelu:
<https://www.metsakeskus.fi/fi/asiointi/metsaanfi>
- Vesistökunnostajan karttapalvelu (Suomen ympäristökeskus). Internet-sivu, jossa on mahdollista tutustua vesistökunnostuksiin sekä ilmoittaa myös omista toimenpiteistä:
<https://syke.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=3a9031b0547d43a1b7265d95351abd21>
- Luonnonhoidon paikkatietoaineistot (Suomen metsäkeskus). Internet-sivu, jonne on koottu luonnonhoidon suunnittelussa apuna käytettäviä paikkatietoaineistoja:
<https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=9fff2da9d8ed48deb2f28e4ae629bba0>
- Maaperäaineisto (GTK): <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>
- Pintavesien ekologinen tila (SYKE):
http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikarttaviewers/Html5Viewer_2_11_2/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VesikarttaKansa/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI
- Tietoa jatkuvasta ja tasaikäisestä metsänkasvatuksesta (Suomen metsäkeskus):
<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/metsanhoito-ja-hakkuut/metsankasvatus-ja-kasvatushakkuut>
- Tuhkalannoituksesta (Tapio Oy, Tuhka osana kestävää liiketoimintaa -opas):
<https://tapio.fi/wp-content/uploads/2021/11/Tuhka-osana-kestavaa-liiketoimintaa-opas-Tapio-16112021.pdf>
- Tietoa metsälain 10 §:stä (Suomen metsäkeskus):
<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/metsien-suojelu-ja-elinymparistojen-hoito/metsalain-erityisen-tarkeat-elinymparistot>
- Tietoa Kemera-tuista (Suomen metsäkeskus) (Huom. Kemera-laki on voimassa korkeintaan vuoden 2023 loppuun, minkä jälkeen otetaan käyttöön uusi METKA-lainsäädäntö.):
<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsatalouden-tuet/kemera-tuet>
- Metsänhoidon suositukset vesiensuojeluun -työopas (Tapio oy):
<https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-vesiensuojeluun-TAPIO-2019.pdf>
- Tietoa PEFC- ja FSC-sertifikaateista: <https://pefc.fi> ja <https://fi.fsc.org/fi-fi>
- Happamat sulfaattimaat (GTK): <https://gtkdata.gtk.fi/Hasu/index.html>
- Pohjavesialueet (GTK) (karttatase pohjavesialueet): <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>
- Luonnonhoitotoimenpiteiden tarkistuslista (Suomen metsäkeskus):
<https://www.metsakeskus.fi/fi/metsan-kaytto-ja-omistus/metsanhoito-ja-hakkuut/talousmetsien-luonnonhoito/luonnonhoitotoimenpiteiden-tarkistuslista-ja>
- PuuValuVesi-hanke (Uppopuun käyttö, Suomen ympäristökeskus):
https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/PuuValuVesihanke
- Metson polku, yksityisille metsänomistajille suunnattu vapaaehtoinen ohjelma luontoarvojen säilyttämistä varten korvausta vastaan:
<https://www.metsonpolku.fi/fi-FI>

Lähdeluettelo

- Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S., ja Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 10/2010. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.
- Finér, L., Huttunen, M., Härkönen, L., Kortelainen, P., Lepistö, A., Mattsson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, T., Tattari, S. ja Ukonmaanaho, L. 2019. Metsätalouden vesistökuormituksen arviointimenetelmiä on kehitettävä. Julkaisussa: Vesitalous 5/2019, 29–32.
- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, T. ja Ukonmaanaho, L. 2020. Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. MetsäVesi -hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Hiltunen, T., Jämsén, J., Joensuu, S., Heikkinen, K. ja Vuollekoski, M. 2014. Opas metsätalouden vesiensuojelun suunnitteluun. TASO-hankkeen julkaisuja.
- Howarth, R. W. ja Marino, R. 2006. Nitrogen as the limiting nutrient for eutrophication in coastal marine ecosystems: Evolving views over three decades. Julkaisussa: Limnology and Oceanography 51(1, part 2), 2006, 364–376.
- Härkönen, L. 2021. Metsätalous ja vesistöt, voidaanko tummumista ehkäistä? Esitys Metsätalouden vesiensuojelupäivillä 4.11.2021.
- Joensuu, S., Makkonen, T. ja Matila, A. 2004. Metsätalouden vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- Joensuu, S., Hynninen, P., Heikkinen, K., Tenhola, T., Saari, P., Kauppila, M., Leinonen, A., Ripatti, J., Jämsén, J., Nilsson, S. ja Vuollekoski, M. 2012. Metsätalouden vesiensuojelu -kouluttajan aineisto.
- Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. ja Tenhola, T. 2013. Hyvän metsänhoidon suositukset -Vesiensuojelu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.
- Lepistö, A., Räike, A., Sallantausta, T. ja Finér, L. 2021. Increases in organic carbon and nitrogen concentrations in boreal forested catchments – Changes driven by climate and deposition. Julkaisussa: Science of The Total Environment (780: 2021; 146627).
- Liljendahl, A. 2018. Kirkkonummen Syväjärven kunnostussuunnitelma. Lohja: Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Raportti 721/2018.
- Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2020: Vesientila-portaali. Verkkoaineisto. <http://www.vesientila.fi>, luettu 30.7.2020.
- Miettinen, H., Pumpanen, J., Heiskanen, J. J., Aaltonen, H., Mammarella, I., Ojala, A., Levula, J. ja Rantakari, M. 2015. Towards a more comprehensive understanding of lacustrine greenhouse gas dynamics — two-year measurements of concentrations and fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O in a typical boreal lake surrounded by managed forests. Julkaisussa: Boreal Environment Research 20, 75–89.
- Nieminen, M. 2021. Sähköpostikeskustelu 14.4.2021.
- Pilke, A. (toim.) 2012. Ohje pintaveden tyypin määrittämiseksi. Suomen ympäristökeskus.
- Päivinen, J., Björkqvist, N., Karvonen, L., Kaukonen, M., Korhonen, K.-M., Kuokkanen, P., Lehtonen, H. ja Tolonen, A. (toim.): Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67. 162 s.
- Savola, P. 2008. Tarkeelanjärven koekalastus 2008. Julkaisematon aineisto.
- Suomen ympäristökeskus. 2020a. VALUE – valuma-alueen rajaustyökalu. Verkkoaineisto. <http://paikatieto.ymparisto.fi/value/>. Luettu 28.7.2020.

- Suomen ympäristökeskus. 2020b. Vesien tila. Verkkoaineisto. http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesi-karttaviewers/Html5Viewer_2_11_2/Index.html?configBase=http://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/VesikarttaKansa/viewers/VesikarttaHTML525/virtualdirectory/Resources/Config/Default&locale=fi-FI. Luettu 28.6.2020.
- Suomen ympäristökeskus. 2020c. Vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmä VEMALA. Verkkoaineisto. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnekuormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma__VEMALA, luettu 13.4.2020.
- Teräsvuori, L. ja Villa, L. 2006. Seurannan kehittäminen Karjaanjoen vesistöalueella – Karjaanjoki Life-projektin osahankkeen 7 loppuraportti. Uudenmaan ympäristökeskuksen monistamo, Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 172.
- Tikander, S. ja Hietaranta, J. 2016. Someron vesienhoitosuunnitelma, osaraportti III: Heinjärven hoitosuunnitelma. Somero: Someron kunta.
- Uudenmaan ELY-keskus 2016a. Luonnonsuojelualueen perustamispäätös: Myllypuron-Tytylän luonnonsuojelualue.
- Uudenmaan ELY-keskus 2016b. Luonnonsuojelualueen perustamispäätös: Myllykorpi.
- Uudenmaan ELY-keskus 2017. Luonnonsuojelualueen perustamispäätös: Salovesi.
- Uudenmaan ELY-keskus 2021. Luonnonsuojelualueen perustamispäätös: Peikkometsä.
- Vollenweider, R.A. 1975. Input-output models, with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. Julkaisussa: Schweizerische Zeitung für Hydrologie 37, 53–84.
- Vuori, K.-M. 2022. Perinteisestä perkauksesta luonnonmukaisiin menetelmiin. Esitys Maa- ja metsätalouden vesienhallinta – suunnittelusta käytäntöön –webinaarissa 25.1.2022.
- Ympäristöministeriö 2015. Natura 2000 -tietolomake: Valkaman metsä. Verkkoaineisto. <http://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/FI0200167.pdf>. Luettu 30.7.2020
- Ympäristöministeriö 2020. Itämeren typpikuorma Suomesta. Verkkoaineisto. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Meri/Mika_on_Irameren_tila/Irameren_typpikuorma_Suomesta, luettu 21.5.2020.



Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry
Västra Nylands vatten och miljö rf

PL 51, 08101 Lohja

Puh. 019 323 623

vesi.ymparisto@luvy.fi

www.luvy.fi

ISBN 978-952-250-258-2

ISSN 1798-2677