



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 29/2016

# Vesiviljelyn sijainninohjaussuunnitelma Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen sisävesille

VesiVilja-hankkeen loppuraportti

Jani Pulkkinen, Henri Vanhanen, Jouni Vielma

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 29/2016

# **Vesiviljelyn sijainninhjaus- suunnitelma Oulujoen-ljoen vesienhoitoalueen sisävesille**

VesiVilja-hankkeen loppuraportti



Suomen elinkeinokalatalouden  
toimintaohjelma  
2007–2013



EU investoi kestäväan kalatalouteen



ISBN: 978-952-326-243-0 (Painettu)

ISBN978-952-326-244-7 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-244-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Jani Pulkkinen, Henri Vanhanen, Jouni Vielma

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisu vuosi: 2016

Kannen kuva: Jani Pulkkinen

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>



# Tiivistelmä

Jani Pulkkinen<sup>1)</sup>, Henri Vanhanen<sup>2)</sup> & Jouni Vielma<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Luonnonvarakeskus, Vilppulantie 415, 43740 Valkola

<sup>2)</sup> Luonnonvarakeskus, Yliopistonkatu 6, 80100 Joensuu

<sup>3)</sup> Luonnonvarakeskus, Survontie 9 A, 40500 Jyväskylä

Suomessa kulutetusta kalaravinnosta noin 75 prosenttia on peräisin ulkomailta. Tuontikalasta suurin osa on kasvatettua lohta, pääosin Norjasta tuotua Atlantin lohta. Kotimaisesta kalasta noin kolmannes tulee kalanviljelystä, reilu kolmannes vapaa-ajankalastuksesta ja vajaa kolmannes ammattikalastuksesta. Kun vapaa-ajankalastuksen saalismääriä ei oteta huomioon, on kuluttajan markkinoilla saatavilla olevasta kalasta yli 80 prosenttia ulkomaista alkuperää.

Vesiviljelyllä kokonaisuudessaan on valtava potentiaali ja se onkin ollut maailmalla nopeimmin kasvava elintarviketuotannon muoto. Nykyään vesiviljelytuotannosta saadaan enemmän ihmisravintoa kuin naudanlihantuotannosta. Maailmalla vesiviljelytuotannosta saatava ravinnonmäärä on ennusteiden mukaan ylittänyt kalastuksella saadun ravinnonmäärän vuonna 2014. Suomessa tiukka lupapolitiikka on vaikeuttanut kalankasvatuksen kehittymistä ja kilpailukykyä. Nykyisten laitosten tuotantomääriä on supistettu, eikä uusiin laitoksiin ole saatu lupia, vaikka kalankasvatuksen ympäristökuormitusta on saatu vähennettyä ruokintamenetelmien ja rehukehityksen avulla.

VesiVilja-hankkeen tarkoituksena on tehdä Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueelle vesiviljelyn sijainninohjaussuunnitelma, jolla ohjataan vesiviljelyelinkeinon sijoittumista, laitospakettia ja laitoksissa käytettävää tekniikkaa huomioiden laitosten aiheuttama ravinnekuormitus ja sen vaikutus vesistön tilaan. Hankkeella pyritään parantamaan vesiviljelyn ympäristölupahaun onnistumista. Hankkeessa on otettu uudella, ainutlaatuisella tavalla alla toimivat sidosryhmät mukaan suunnitteluun. Hankealue toimii myös pilottialueena ja hankkeesta saatavien tietojen avulla voidaan arvioida soveltuvatko käytetyt menetelmät koko Manner-Suomen sisävesille. Vaikka pääosa vesiviljelyn tuotannosta tehdään merialueella, on sisävesien tuotannolla myös tärkeä merkitys varsinkin poikastuotannossa.

Hankealueella ainoastaan Oulujoen ja Lijoen vesistöalueisiin voidaan sijoittaa vesiviljelyä. Venäjän puolelle laskevien vesistöalueiden osalta tarkastelu jätettiin mahdollisen rajajokiysteistyön tarkasteluun, vaikka alueella voi olla potentiaalisia paikkoja vesiviljelyyn. Oulujoen alueelta kartoitettiin 10 soveltuvaa paikkaa vesiviljelyyn, joista nykyisellään on jo laitos 8 paikassa. Lijoen osalta kartoitettiin 9 soveltuvaa paikkaa vesiviljelyyn, joista nykyisellään on jo laitos 5 paikassa. Maltillisella 1000 kg:n fosforikuormituksella sekä lijoella, että Oulujoella voitaisiin lisätä vesiviljelyn tuotantoa nykyisellä ominaiskuormituksella laskettuna noin 360 000 kg. Hankealueelta kartoitettiin lisäksi kolme potentiaalista teollisuusaluetta kiertovesiviljelyyn.

Asiasanat: Elintarviketuotanto, fosforikuormitus, kalankasvatus, kiertovesiviljely, sijainninohjaussuunnitelma, ympäristövaikutukset

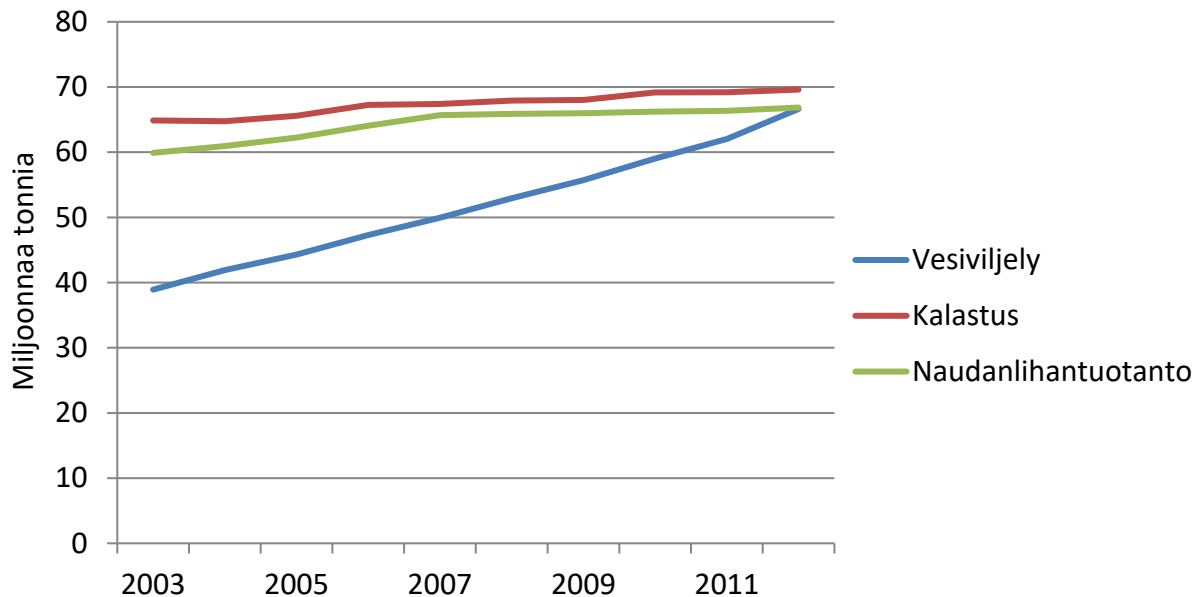
# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Vesiviljelyn nykytila.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Aineisto ja menetelmät .....</b>	<b>11</b>
3.1. Haastattelut .....	12
3.1.1. Vesiviljely-yrittäjät.....	12
3.1.2. Viranomaiset .....	13
3.2. Työpajatoiminta .....	13
<b>4. Sijainninohjauksen rajaukset .....</b>	<b>14</b>
4.1. Kriteerit .....	14
4.2. Tekniset rajaukset.....	14
4.2.1. Natura2000-alueet ja luonnonsuojelualueet .....	14
4.2.2. Vesien ekologinen tila .....	16
4.2.3. Vesialueen koko .....	17
4.3. Laadulliset rajaukset .....	18
4.4. Vesistöjen sietokyky.....	19
<b>5. Laitoksissa käytettävä tekniikka .....</b>	<b>21</b>
5.1. Verkkoallaslaitos .....	21
5.2. Läpivirtauslaitokset .....	21
5.3. Kiertovesilaitokset .....	21
5.4. Luonnonravintolammikot .....	22
<b>6. Sijainninohjaussuunnitelma .....</b>	<b>22</b>
6.1. Iijoki.....	23
6.1.1. Ijoen alaosa .....	23
6.1.2. Livojoki .....	25
6.1.3. Korpijoki .....	26
6.1.4. Ijoen keskiosa .....	29
6.1.5. Ijoen yläosa .....	31
6.1.6. Kostonjoki.....	33
6.2. Oulujoki .....	36
6.2.1. Oulujoki .....	36
6.2.2. Emäjoki.....	37
6.2.3. Nuottijoki .....	40
6.2.4. Vuokkijärvi ja Vuokinjoki .....	42
6.2.5. Hossanjoki .....	44
6.2.6. Ontojoki ja Ontojärvi .....	46
6.2.7. Vieksinjoki .....	48

6.2.8. Saunajoki .....	50
6.3. Kiertovesilaitokset .....	52
6.3.1. Teollisuusalueet .....	52
6.3.2. Kaatopaikat .....	54
6.4. Yhteenveto.....	54
<b>7. Suunnitelman vaikutukset.....</b>	<b>56</b>
7.1. Oikeusvaikutukset.....	56
7.2. Ympäristövaikutukset .....	56
7.3. Taloudelliset vaikutukset .....	56

# 1. Johdanto

Vesiviljely on nopeimmin kasvava elintarviketuotannonala maailmassa ja sen vuosittainen kasvu on ollut viimevuosina noin 6 % (Kuva 1). Vuonna 2013 vesiviljelytuotanto ylitti ensi kertaa naudanlihan tuotannon. Lisäksi on arvioitu, että vuonna 2015 vesiviljelyllä tuotetun ruuan tuotanto ylittää kalastuksella saadun ruuan tuotannon (FAO 2014). Suomessa tuotanto on laskenut 1990-luvulta lähtien huomattavasti, vaikka Suomi oli yksi Euroopan johtavia suurien lohikalojen tuottajamaita 1980-luvulla (Setälä ym. 2014).



Kuva 1. Kalastuksen, vesiviljelyn ja naudanlihantuotannon tuotantomäärien kehitys maailmassa (FAO 2007, FAO 2014, FAO 2015).

Suomen kansallisen biotalousstrategian tavoitteena on luoda uutta talouskasvua ja uusia työpaikkoja biotalouden alalla. Biotalousstrategian määrällisenä tavoitteena on nostaa biotalouden tuotos 100 miljardiin euroon ja luoda 100 000 uutta työpaikkaa vuoteen 2025 mennessä. Vesiviljely sijoittuu sinisen biotalouden alalle ja sen kasvupotentiaali tunnustetaan (Suomen biotalousstrategia). EU:n strategiset suuntaviivat vesiviljelyalan kestäväksi kehittämiseksi ovat hallinnollisten menettelyjen yksinkertaistaminen, kasvun varmistaminen aluesuunnittelulla, kilpailukyyn parantaminen ja tasavertaisen toimintaedellytysten edistäminen (Euroopan Komissio 2013). Suomen vesiviljelystrategian tavoitteena on vesiviljelytoiminnan kestävä kasvu. Strategian tavoitteena on tuotannon määrän nostaminen 20 miljoonaan kiloon vuoteen 2022 mennessä (Vesiviljelystrategia 2022).

Kalankasvatuksella saadaan tuotettua terveellistä lähiruokaa kuluttajille. Kalojen rehunkäyttö on maalla kasvatettaviin tuotantoeläimiin verrattuna tehokkaampaa, jolloin myös tuotanto on ekologisesti tehokasta. Vaihtolämpöisinä eläiminä, ei kaloilla kulu energiaa ruumiinlämmön ylläpitoon ja vedessä liikkuminen on energiatehokasta. Kotimaisella kalankasvatuksella pyritään vähentämään Suomen elintarviketeollisuuden tuontiriippuvuutta ulkomaisesta raaka-aineesta. Kotimainen kalankasvatus parantaa siten huoltovarmuutta ja luo kotimaisia työpaikkoja elintarviketeollisuuteen.

Kalankasvatuksen kasvua tukemaan valmisteltiin maa- ja metsätalousministeriössä ja ympäristöministeriössä vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma (MMM & YM 2014). Sijainninhjaus on keskeinen keino vähentää vesiviljelyn ympäristövaikutuksia ja parantaa elinkeinon kilpailukykyä. Sijainninhjaussuunnitelman tavoitteena on ohjata vesiviljelytuotantoa ympäristön, vesiviljelyelinkeinoon ja muiden vesien käyttömuotojen kannalta sopiville vesialueille ja näin helpottaa vesiviljelyyn vaadittavien



ympäristölupien saantia. Sen tarkoituksena on ohjata vesiviljelyelinkeinoon sijoittumista, laitospölköä ja laitoksissa käytettävää tekniikkaa huomioiden vesiviljelylaitosten aiheuttama ravinnekuormitus ja sen vaikutus vesistön tilaan. Tuotantoa voidaan sijoittaa vesipuidedirektiivin mukaisen luokituksen mukaan määritetyille hyvän veden tilan omaaville alueille, mutta laitosten aiheuttama kuormitus ei saa heikentää vesistöjen tilaa. Sijainninhjaussuunnitelmassa ei esitetty paikkoja sisävesien kalankasvatuksen keskittämiseen. Vaikka suurin osa tuotannosta tehdään merialueella, voidaan sisävesillä tarjota kalankasvatusta merialueen kasvatuksen tarpeisiin mutta myös paikallisesti tuottaa terveellistä lähiruokaa.

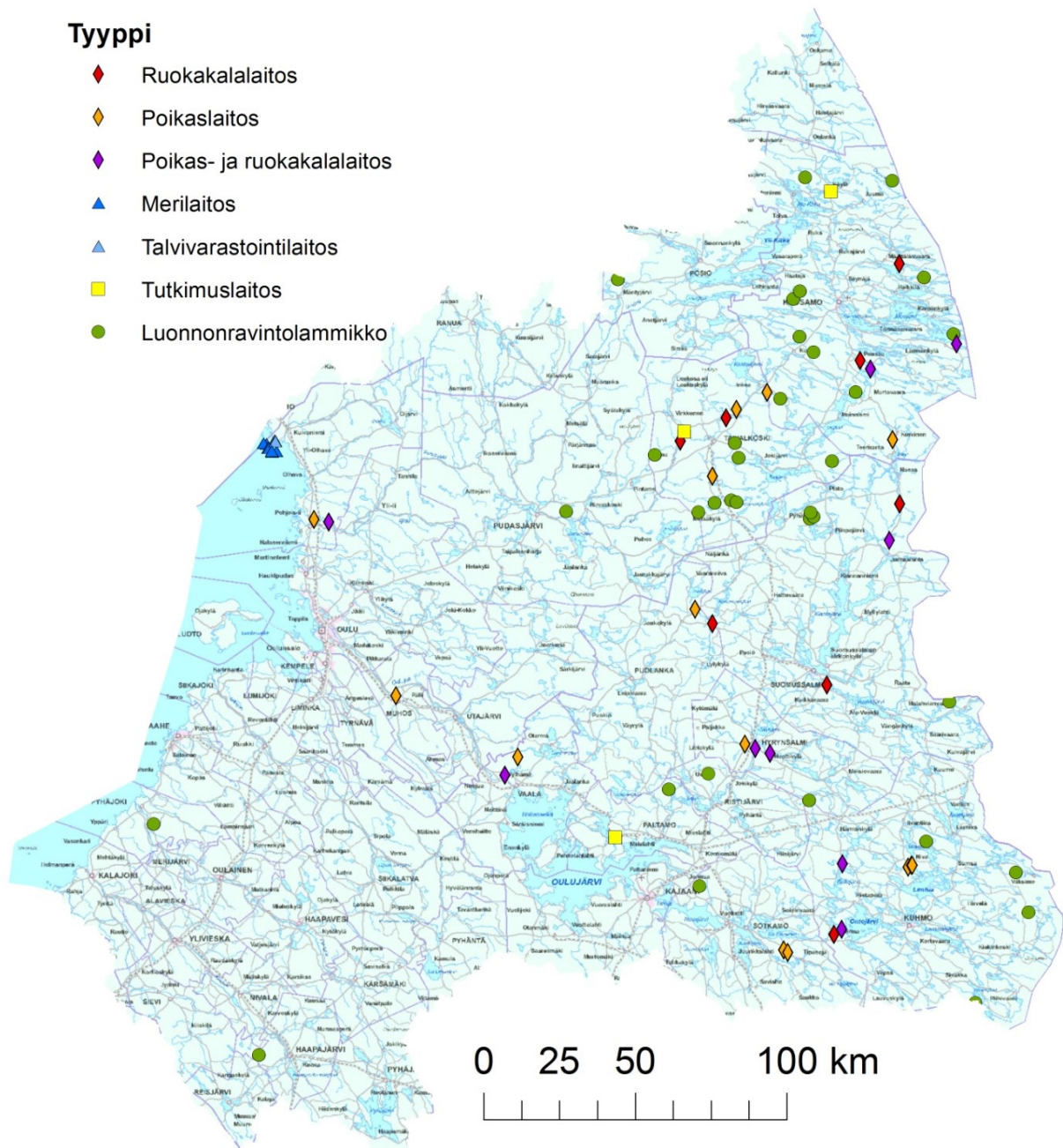
Tuotannon ympäristövaikutusten arvioimiseksi ja niiden minimoimiseksi vesiviljely on luvanvaraista toimintaa. Vesiviljelyn aloittamiseen vaaditaan alueellisen ympäristöviranomaisen myöntämä ympäristölupa. Kalankasvatus- ja kalankasvatustilat tarvitsevat luvan silloin, kun niissä käytetään vähintään 2 000 kg kuivarehua vuodessa tai sitä vastaava määrä muuta rehua tai kalojen vuosikasvu on vähintään 2 000 kg vuodessa. Lisäksi luvan tarvitsee kooltaan vähintään 20 hehtaarin luonnonra-vintolammikko tai lammikkoryhmä. Osana ympäristönsuojelulain muutosta, näitä kynnysarvoja on kuitenkin suunniteltu loiventaa.

Tässä raportissa tarkoitetaan vesiviljelyllä kalojen, äyriäisten, nilviäisten ja vesikasvien kasvattamista hallituissa olosuhteissa. Hankealueella ei tällä hetkellä ole muuta kasvatusta, kuin kalankasvatusta. Sijainninhjaussuunnitelma soveltuu parhaiten kalankasvatukseen mutta samat lainalaisuudet pätevät muuhunkin vesiviljelyyn. Hanke on rahoitettu Kainuun – Koillismaahan kalatalousryhmän määrärahaista, jota hallinnoi Oulujärvi leader. Hankkeen tavoitteena on toteuttaa vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma yhdessä Oulujärvi Leaderin Kalaleader ohjelman kanssa toimialan sosiaalisesti ja ympäristöllisesti kestävä kasvun turvaamiseksi huomioiden Oulujoen - liojen vesienhoitosuunnitelma tavoitteet. Hankkeessa pilotoidaan myös vesiviljelyn kansallisen sijainninhjaussuunnitelman linjausten soveltuvuutta sisävesille.

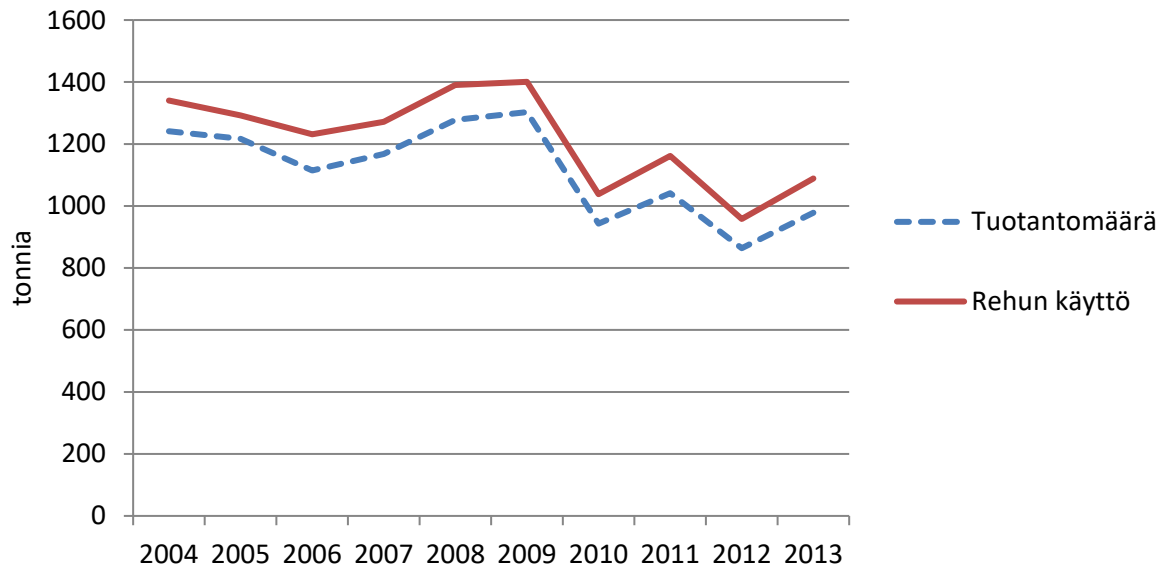
Mikäli vesiviljelystrategian tavoitteena oleva 13 miljoonan kilon kasvu Manner-Suomen ruokakalatuotannossa toteutuisi samassa suhteessa nykyisen tuotannon mukaan merialueen ja sisävesialueen kesken, tarkoittaisi se sisävesille noin kahden miljoonan kilon lisätuotantoa. Mikäli kasvatus kiertovesilaitoksissa yleistyy, voi tämä määrä olla suurempikin. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan maakunnissa tuotetaan sisävesien tuotannosta noin 40–50 %, joten strategian mukainen tavoitteellinen kasvu voisi olla noin miljoona kiloa. Strategian tavoitteen mukaisen miljoonan kilon ruokakalatuotannon kasvu tarkoittaisi vuotuiselta tuotantoarvoltaan noin 6 miljoonaa euroa ja kerrannaisvaikutukset huomioon ottaen noin 15 miljoonaa euroa ja 100 työpaikkaa (Vesiviljelystrategia 2022, Setälä ym. 2014).

## 2. Vesiviljelyn nykytila

Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen sisävesillä toimi vuonna 2014 31 ruokala- tai poikaslaitosta 20. eri yrittäjän toiminnassa. Alueella on lisäksi 3 Luonnonvarakeskuksen ylläpitämää kalankasvatus- ja tutkimuslaitosta, 7 merialueen kalankasvatuslaitosta ja 34 luonnonravintolammikkoa (Kuva 2). Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakunnat ovat sisävesien osalta kalankasvatuksen keskittymiä, sillä alueella tuotetaan keskimäärin 40 % koko sisävesien ruokakalatuotannosta (Savolainen 2013, 2012, 2011, 2010, 2009). Kymmenen vuoden ajalta keskimääräinen vuosittainen lisäkasvu on ollut noin 1,1 miljoonaa kiloa, mutta viime vuosina tuotantomäärät ovat laskeneet (Kuva 3).

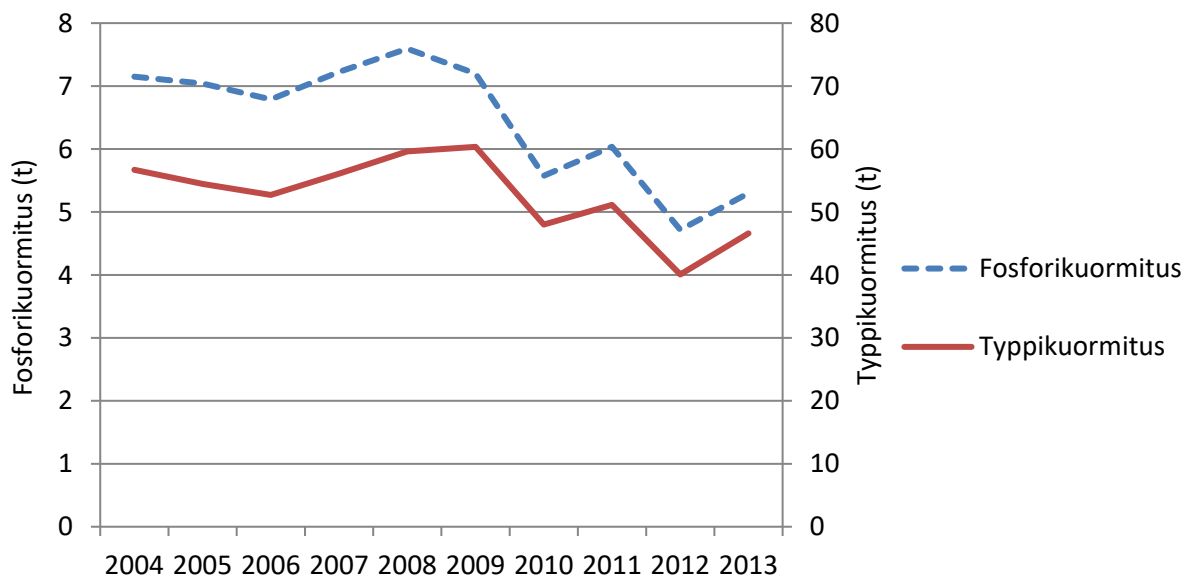


Kuva 2. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen vesiviljelylaitokset (Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä VAHTI). Tuotantosuunnat voivat poiketa nykyisestä. ©MML, SYKE

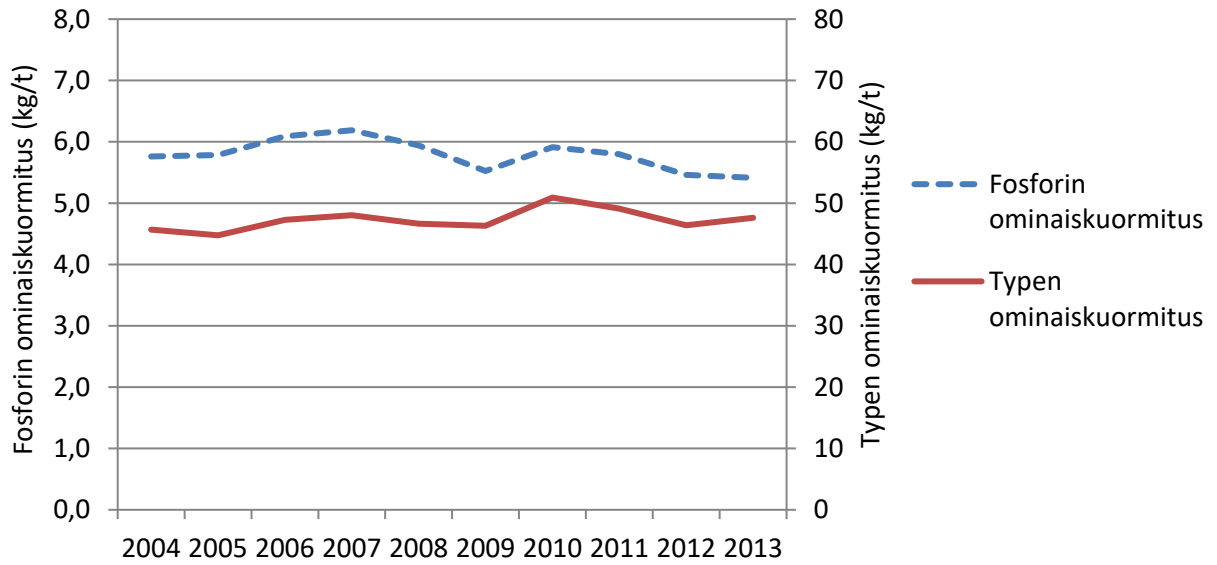


Kuva 3. Oulujoen ja lijoen vesienhoitoalueen sisävesien kalankasvatuksen tuotantomäärät sekä rehun käyttö viimeisen kymmenen vuoden ajalta (VAHTI).

Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan sisävesillä kalankasvatuksen fosfori- ja typpikuormitus on alentunut viimeisten kymmenen vuoden aikana (Kuva 4). Fosforin osalta alentuminen johtuu pääasiassa tuotantomäärien pienenemisestä mutta myös pienenneestä ominaiskuormituksesta. Ominaiskuormitus kertoo fosfori tai typpikuormituksesta suhteessa tuotettuun kalamäärään. Typen osalta ominaiskuormitus on pysynyt viime vuosina samanlaisena (Kuva 5). Koko Suomea tarkasteltaessa kalankasvatuksen ominaiskuormitus sekä typen, että fosforin osalta on alentunut noin kolmannekseen 1980-luvun alusta vuoteen 2010 (Setälä ym. 2014). Hankealueella kalankasvatuksen kuormitus on ihmisen aiheuttamasta fosforikuormituksesta noin 2 % ja typenkuormituksesta noin 1 % (Laine 2015). Kokonaiskuormituksesta kalankasvatuksen kuormitus on pientä mutta paikallisesti kuormitus voi olla merkittävää. Ympäristövaikutukset näkyvät lähinnä vesistöjen rehevöitymisinä ja liettymisenä. Nykyään hankealueen kalankasvatustilosten välittömällä vaikutusalueella olevista vesistöistä 82 % on vähintään hyvässä ekologisessa tilassa. Järvi- ja jokikohteista ainoastaan kolme on ekologiselta tilaltaan hyvää huonommassa kunnossa.



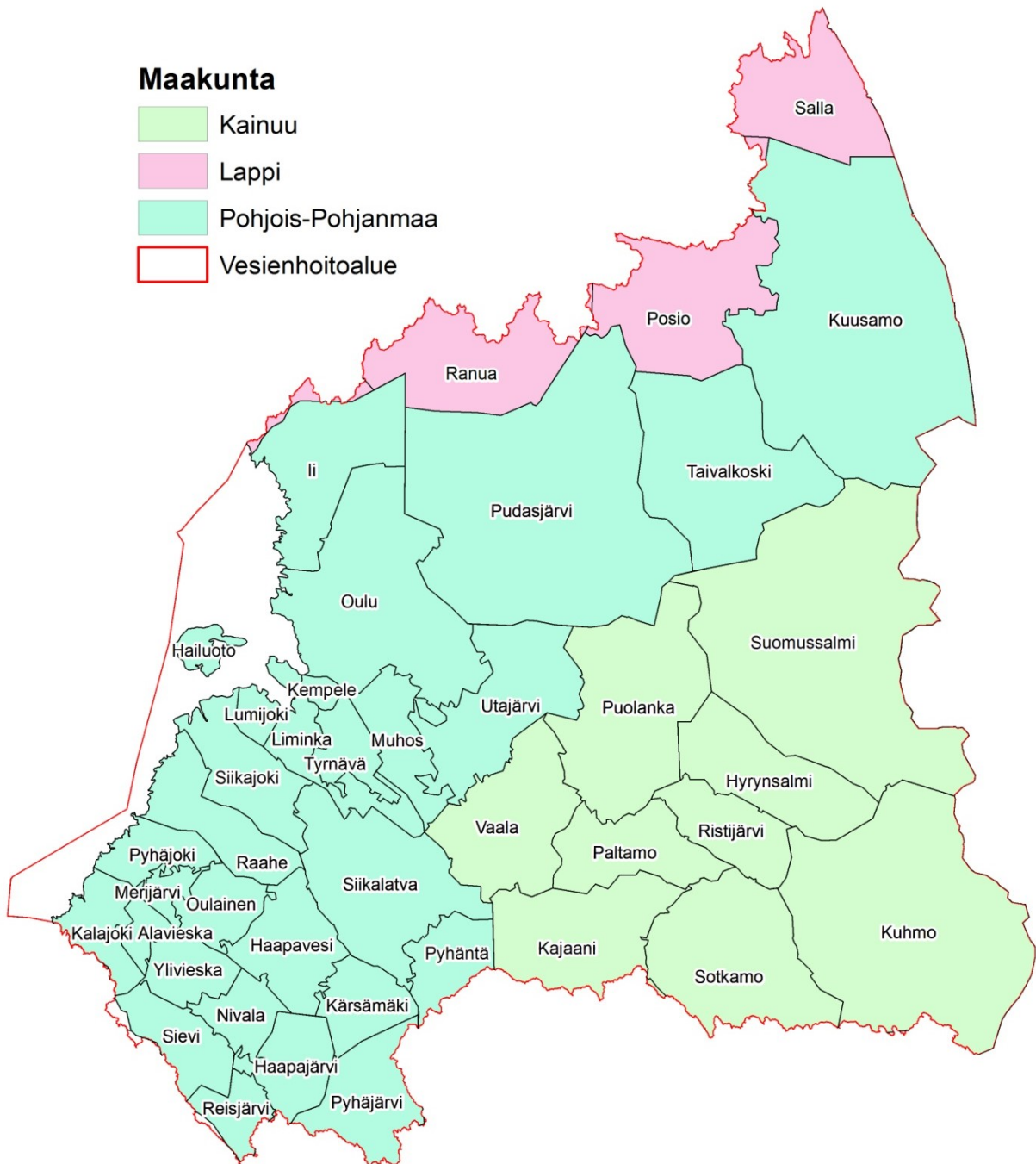
Kuva 4. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntien sisävesien kalankasvatustilosten fosfori- ja typpikuormitus vuosina 2004–2013. (VAHTI)



Kuva 5. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntien sisävesien kalankasvatustiltojen fosforin ja typen ominaiskuormitus vuosina 2004–2013. Ominaiskuormitus on kiloa fosforia/typpeä tuotettua kalatonna kohden. (VAHTI)

### 3. Aineisto ja menetelmät

Sijainninhjaussuunnitelman hankealueena on Oulujoen-lijoen vesienhoitoalue. Vesienhoitoalue sijoittuu Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin maakuntiin (Kuva 6). Suunnittelu toteutettiin maa- ja metsätalousministeriön vesiviljelyn kansallisen sijainninhjaussuunnitelman rajausten (MMM & YM 2014) ja vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelman ympäristöselostuksen mukaisesti (Setälä ym. 2014). Tämän lisäksi hankkeessa on käytetty osittain Itä-Suomen vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelman määrittelemiä rajauksia (Tuomainen & Mölsä 2011).



Kuva 6. Hankealueen maakunnat ja kunnat. © MML, ESRI Finland

Hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi käytettiin työpajatoimintaa, paikkatietoanalyysijä, vesistöjen fosforikuormituksen sietokyvyn mallinnusta sekä neuvotteluja vesialueenomisajien ja teollisuusalueiden hallinnoijien kanssa mahdollisuudesta sijoittaa vesiviljelyä alueelle. Työpajatyöskentelyssä jokaiselle työpajalle asetettiin tavoitteet suunnittelun etenemisestä. Työpajatoimintaan sitoutettiin sidosryhmät ja viranomaiset, joita vesiviljely ja siihen vaadittava lupamenettely koskettaa. Työpajatoimintaan osallistui kalatalousviranomaisedustaja, ympäristöviranomaisedustaja, kalastusalueiden isännöitsijä, kalastusalueiden ja osakaskuntien edustajia, alueella toimivia vesiviljely-yrittäjiä, Kainuukoillismaan kalatalousryhmän edustaja ja vesiviljelyn erityisasiantuntija. Työpajoja järjestettiin Sotkamossa, Kajaanissa ja Taivalkoskella.

Työpajan ulkopuolelta haastateltiin puhelimitse ja sähköpostilla aluehallintoviranomaisia, jotka toimivat ympäristö- ja vesitalouslupien myöntävinä viranomaisia sekä teollisuuslaitosten aluejohtajia. Lisäksi kysyttiin puhelimitse vesiviljelylle soveltuvien alueiden osakaskuntien näkemyksiä vesiviljelystä.

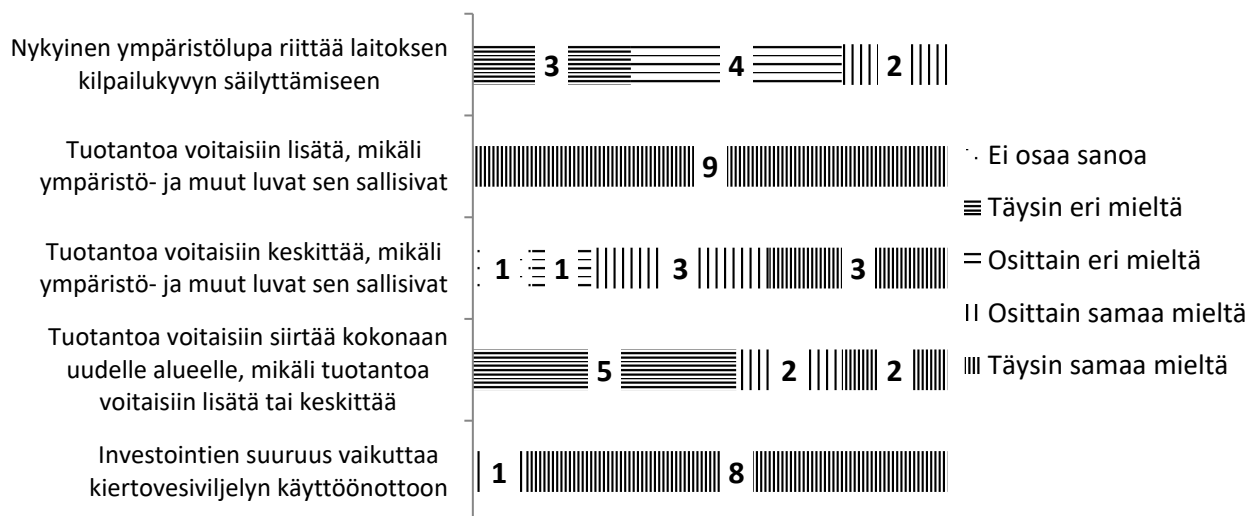
Hankkeessa tehtiin Internet-pohjainen Webropol-kysely alueen vesiviljely-yrittäjille heidän nykyisestä tilastaan ja tulevaisuuden näkymistä. Internet-kyselyllä pyrittiin kartoittamaan mahdollisia ongelmia, jotka tuovat haasteita nykyisessä tuotannossa ja tulevaisuuden suunnittelussa. Kysely lähetettiin alueen 15 yrittäjälle ja vastaus saatiin 9 yrittäjältä. Kysely toimi ensimmäisen työpajan suunnittelun apuvälineenä.

Hankkeessa on käytetty paikkatietoaineistoja teknisten rajausten ja karttojen tekemiseen. Suuri osa aineistosta on saatu valtion ympäristöhallinnon OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelusta (aineistot ladattu 1.9–31.12.2014). Lisäksi on käytetty Maanmittauslaitoksen aineistoja (Lupa nro MML/VIR/MYY/337/09) sekä Esri Finlandin aineistoja. Suomen ympäristökeskus teki hankkeeseen fosforikuormituksen mallinnuksen vesistömallijärjestelmällä (WFSF-VEMALA). Mallinnuksella arvioitiin vesistöjen fosforikuormituksen sietokykyä. Mallinnuksella voitiin suuntaa-antavasti arvioida, kuinka paljon tiettyssä pisteessä voidaan sallia lisäfosforikuormitusta.

## 3.1. Haastattelut

### 3.1.1. Vesiviljely-yrittäjät

Hankkeen alussa kartoitettiin Webropol-kyselyllä vesiviljely-yritysten näkemyksiä yritysten nykytilasta, tulevaisuuden näkymistä, kiertovesiviljelyn kiinnostuksesta ja näkemyksistä ympäristölupaprosessista (Kuva 7). Webropol-kysely lähetettiin 15. henkilölle, jotka toimivat hankealueella vesiviljelyn parissa ja vastaus saatiin 9. henkilöltä. Yhteystiedot saatiin ympäristöluvista.



Kuva 7. Vesiviljely-yrittäjille suunnatun Webropol-kyselyn tärkeimpiä tuloksia.

### 3.1.2. Viranomaiset

Hankeessa haastateltiin Pohjois-Suomen aluehallintoviraston vesiviljelyasioissa työskenteleviä viranomaisia. Heidän näkemykset olivat henkilökohtaisia, eivätkä edusta viraston näkemyksiä. Viranomaisien näkemysten mukaan tärkeimmät huomioon otettavat asiat ympäristölupamenettelyssä ovat yleensä päästöjen vaikutukset vesistön tilaan ja vesienkäsittelytekniikan asianmukaisuus. Päästöjen vaikutukset vesistöjen tilaan linkittyy olennaisesti sijoituspaikan soveltavuuteen. Jos arvioidaan, että vesiviljelytoiminnan päästöistä yksinään tai yhdessä muiden vesistöön kohdistuvien päästöjen kanssa, aiheutuisi merkittävää vesistön pilaantumista tai sen vaaraa, ei ympäristöluvan saannille ole edellytyksiä. Päästöjen lisäksi huomioon otettavia asioita ovat vesistön luonne, vesistön nykyinen tila, vesistön tilatavoite ja muut vesistöön kohdistuvat päästöt. Laitoksia ei tulisi ohjata alueille, jossa laimenemisolosuhteet ovat heikot, vesistöt ovat muuten alttiita rehevöitymiselle tai erityisen arvokkaina pidetyille vesialueille.

Viranomaisten näkemysten mukaan lupaa ei myöskään voida myöntää, jos vesienkäsittelytekniikka ei ole parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista. Uusilta sisävesialueiden laitoksilta edellytetään nykyisin tehokasta ravinteiden ja kiintoaineiden poistotekniikkaa. Verkkoallaslaitoksilla tällaista tekniikkaa ei ole saatavilla ja sen takia verkkoallaslaitoksia ei tulisi lainkaan ohjata sisävesialueille joi-takin rakennettuja vesiä kenties lukuun ottamatta.

### 3.2. Työpajatoiminta

Hankeessa järjestettiin neljä työpajaa. Ensimmäisessä työpajassa käsiteltiin vesiviljelyyn liittyviä ongelmia, joista tärkeimmiksi nousivat ympäristölupaprosessiin liittyvät ongelmat. Ympäristölupaprosessi nähtiin hankalana ja pitkänä prosessina, jonka läpi viemiseen tarvitaan paljon materiaalia. Vaikka suuressa osassa tapauksista ympäristölupa on toistaiseksi voimassa oleva, on yrittäjillä pelko lupien jatkumisesta samanlaisena. Tämä aiheuttaa hankaluuksia yrityksen pitkän aikavälin suunnitelmien tekemisessä. Muita esille nousseita asioita olivat kuormitustarkkailuiden kohtuuttomuus suhteessa toimintaan, osaavan työvoiman saanti jatkossa sekä kuormituksen vaikutusten arvioiminen vastaanottavaan vesistöön. Alalle olisi mahdollista ohjata lisärahoitusta investointien muodossa mutta alan epävarmuus ei tee sitä järkeväksi.

Toisessa työpajassa käsiteltiin tarkemmin teknisten rajausten perusteella hyvin vesiviljelyyn soveltuvia alueita. Työpajan tarkoituksena oli karsia kohteita pois, joissa ei ollut vesiviljelylle edellytyksiä. Yleisenä mielipiteenä oli, että jo voimakkaasti muutettujen rakennettujen jokien voimalaitosaltaiisiin ja säännösteltyihin järviin olisi järkevää ohjata vesiviljelyä. Hankealueen eteläiset vesistöalueet eivät sovi vesiviljelyyn pääosin heikon vedenlaadun takia. Venäjän puolelle laskevien jokien vesistöalueella vesiviljelyn sijainninhjaus tulisi tehdä yhteistyössä venäläisten kanssa. Kuitenkin kalataloudellisesti ja virkistyksestä tärkeään Kitkajärveen ei katsottu olevan järkevää sijoittaa vesiviljelyä. Myös Oulujärvi katsottiin tällaiseksi alueeksi. Parhaat paikat vesiviljelylle ovat lijoen ja Oulujoen vesistöalueella.

Kolmannessa työpajassa käsiteltiin vesiviljelyn sijainninhjausta vesistöjen käyttäjien ja omistajien kanssa. Työpajan tarkoituksena oli kartoittaa paikallisen näkemystä vesiviljelylle soveltuvista kohteista. Yleisnäkemys oli, että jo voimakkaasti muutettuihin kohteisiin on järkevää sijoittaa vesiviljelyä. Ilijoella tulevaisuuden ongelmana voi olla mahdollinen Kollajan tekoallas ja sen vaikutukset virtaamiin ja vedenlaatuun. Oulujoen alueella ongelmana on paikoin runsas asutus sekä paikoin voimakas ympäristökuormitus.

## 4. Sijainninhjauksen rajaukset

### 4.1. Kriteerit

Vesiviljelyyn soveltuvien verkkoallas- ja läpivirtauslaitosten rajaukset tehtiin osittain vesiviljelyn sijainninhjauksen ympäristöselostuksen (Setälä ym. 2014) ja kansallisen vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelman (MMM & YM 2014) mukaan. Lopulliset kriteerit päätettiin projektiryhmässä alueellisesti sopiviksi:

- Vesialue on vähintään hyvässä ekologisessa tilassa ja suorassa vaikutuspiirissä ei ole hyvää huonommassa tilassa olevia vesiä
- Vesialueen ja sen vaikutuspiirissä olevien vesien tila ei ole vaarassa heikentyä lisäkuormituksen takia
- Vesialueella ei ole Natura- tai luonnonsuojelualueita, joiden perusteella vesien luontaista tilaa ei saa muuttaa
- Vesistön keskialivirtaama on vähintään  $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , jotta laimenemisolosuhteet ovat riittävät ja vesistöstä pystytään ohjaamaan vettä vesiviljelyn käyttöön
- Vesialueella ei ole tärkeitä vapaa-ajankalastuskohteita, eikä muita tärkeitä kalatalousalueita, jotka voisivat vaarantua kalankasvatuksen kuormituksen tai vedenoton takia.
- Vesialue soveltuu viljelyyn yrittäjien näkökulmasta
- Vesialue soveltuu viljelyyn vesialueiden omistajien ja käyttäjien näkökulmasta

Kiertovesikasvatukseen soveltuvien paikkojen tarkastelussa otetaan huomioon teollisuusalueen mahdollisesti tarjoamat synergiaedut, joita ovat energiansaanti, puhtaan veden saanti, jätevedenpuhdistus sekä tarvittavan tilan olemassaolo.

Vesiviljelyyn soveltuvien luonnonravintolammikoiden tunnistamisessa käytetyt kriteerit muodostettiin hankkeen aikana:

- Lammikon tyhjennysvedet johdetaan vähintään hyvässä ekologisessa tilassa oleviin vesistöalueisiin
- Lammikon rannoilla ei ole vapaa-ajan- tai vakituista asutusta.

### 4.2. Tekniset rajaukset

#### 4.2.1. Natura2000-alueet ja luonnonsuojelualueet

Hankealueella sijaitsee 379 Natura2000-verkoston kuuluvaa aluetta. Natura-alueiden koot ovat vaihtelevia, pienimmän, Kyyttikarinnokan alueen ollessa  $184 \text{ m}^2$  ja suurimman, Litokairan alueen, ollessa  $30\,382$  hehtaaria. Näiden lisäksi alueella on useita luonnonsuojelualueita.

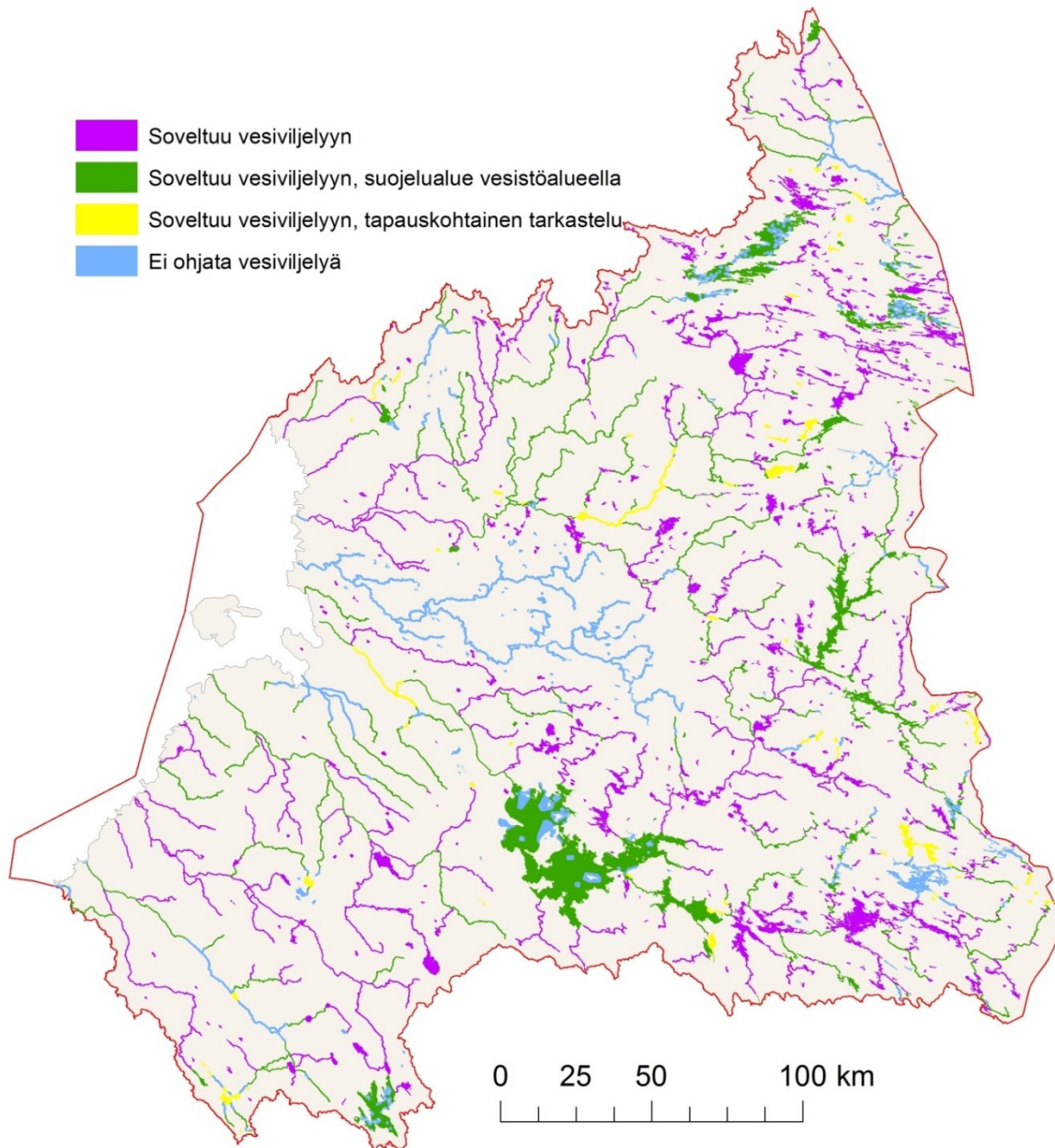
Tässä hankkeessa huomioon otettiin vain suojelualueet, jotka sijaitsevat vesialueilla tai joilla on yhteistä rajapintaa vesialueiden kanssa. Kokonaan maa-alueilla olevia suojelualueita ei siis huomioitu ja mikäli uusia rakenteita halutaan rakentaa maa-alueille, tulee suojelualueet huomioida erikseen. Sijainninhjauksen suojelualueiden mukaan tarkasteltiin kategorisesti. Mikäli järven tai joen alueella ei ole suojelualueita, voidaan niille ohjata vesiviljelyä (Kuva 8). Mikäli vesialueeseen rajautuu suojelualue, voidaan alueelle ohjata vesiviljelyä mutta suojelualue tulee ottaa huomioon tarkempia suunnitelmia tehtäessä. Lisäksi vesialueista rajattiin erikseen alueet, joilla ei ole suojelualuetta mutta joiden vedet johtuvat suoraan suojelualueisiin ja joilla kuormituksen lisääminen voi vaikuttaa suojeluarvoihin. Näihin vesialueisiin rajattiin myös alueet, joiden suojeluarvoista ei selvästi käy ilmi voidaanko kuormituksen lisääminen hyväksyä. Neljänteen rajaukseen jätettiin vesialueet, joille ei voida ohjata vesiviljelyä.

#### Erityisalueet



Kiiminkijoki kuuluu Natura2000-alueisiin. Kiiminkijoki on suojeltu voimataloudelliselta rakentamiselta koskiensuojelulailla sekä se kuuluu erityistä suojelua vaativiin vesistöihin. Kiiminkijoki on myös erittäin suosittu virkistys- ja kalastuspaikka. Näistä syistä koko Kiiminkijoen alueelle ei ohjata vesiviljelyä.

Rantojensojelualueille mallinnettiin 500 metrin suojavajöhyke, jonka sisäpuolelle ei ohjata vesiviljelyä. Rantojensojeluohjelmalla pyritään säilyttämään arvokasta meri- ja järviluontoa. Ohjelman tavoitteena on suojella rakentamattomia rantoja. Lintuvesien suojeleohjelmien kohteisiin ei ohjata vesiviljelyä. Lintuvesien suojeleohjelman tavoitteena on säilyttää kohteet mahdollisimman luonnontilaisina.

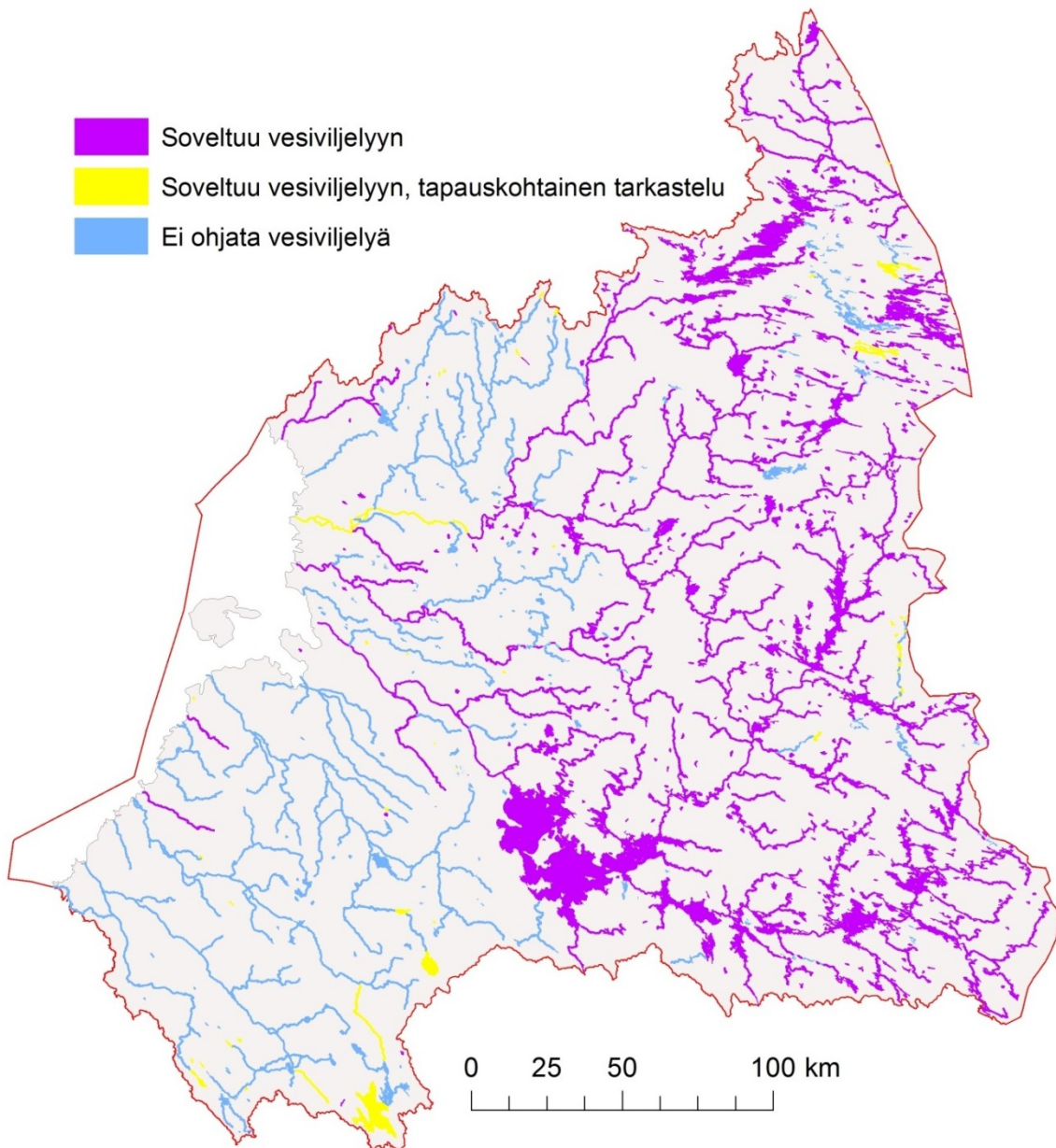


Kuva 8. Vesiviljelyn sijainninhjaus hankealueella luonnonsuojelu- ja NATURA2000-alueiden mukaan. © SYKE, ELY-keskukset

#### 4.2.2. Vesien ekologinen tila

Lähtökohtana sijainninhjaussuunnittelussa on, että uusia laitoksia ja laitosten keskittämistä voidaan tehdä alueille, joissa vesistön tilaa ei vaaranneta. Vesienhoidon suunnittelussa on tavoitteena kaikkien järvien ja jokien vähintään hyvä ekologinen tila. Järven tai joen soveltuvuutta vesiviljelyyn sen ekologisen tilan perusteella, tarkasteltiin kategorisesti. Vesien ekologinen tila nousi tärkeänä asiana esille sekä haastatteluissa, että työpajatoiminnassa. Euroopan vesipolitiikan puitedirektiivin tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä koko EU:n alueella vuonna 2015. Tämän vuoksi vesienhoidon toimenpiteitä kohdistetaan järviin ja jokiin, joissa ekologien tila on tyydyttävä tai sitä huonompi. Tavoitteiden saavuttamiseksi, ei myöskään tällaisille alueille suosita kuormitusta lisääviä toimenpiteitä.

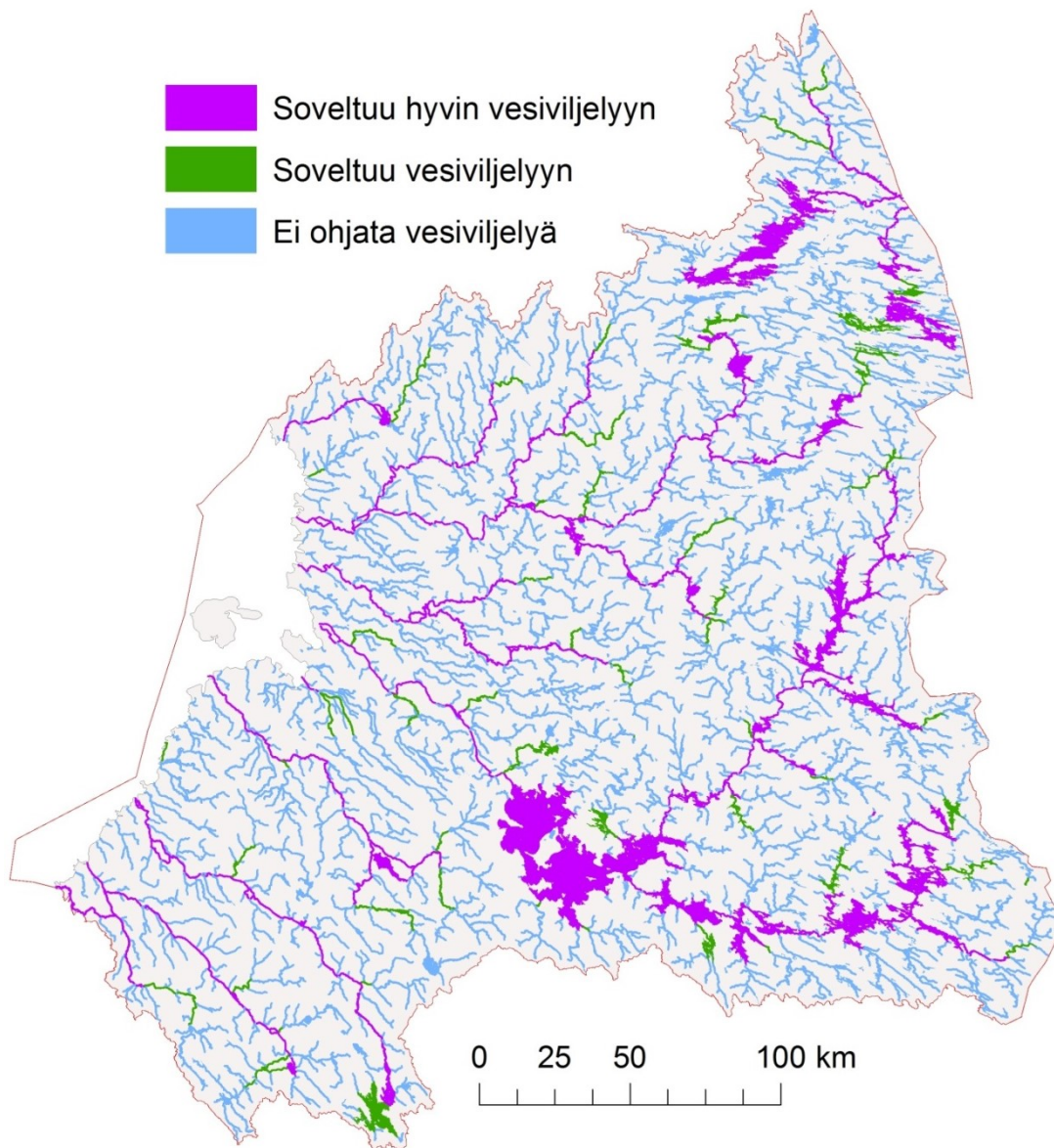
Vesiviljelyn sijaintia ei ohjata alueille, jossa vesien ekologinen tila on hyvää huonompi muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta (Kuva 9). Mikäli järvi tai joki on keinotekoinen tai voimakkaasti muutettu, voidaan vedenlaadun salliessa ja muiden kriteereiden täytyessä ohjata alueelle vesiviljelyä. Vähintään hyvässä tilassa oleviin vesiin, joiden purkautumisvedet kohdistuvat suoraan hyvää huonommassa tilassa oleviin vesiin, ei myöskään ohjata vesiviljelyä. Vesialueet, joiden vedet eivät suoraan johdu huonossa tilassa oleviin vesiin mutta joiden vedet voivat vaikuttaa näihin, on rajattu erikseen. Näihin rajauksiin on myös lisätty vesialueet, joilta ei ole kattavaa vedenlaatutietoa ja siten ekologista tilaa ei ole määritetty. Näiden vesialueiden kohdalla tarvitaan tapauskohtainen tarkastelu, kun alueelle suunnitellaan vesiviljelyä.



Kuva 9. Vesiviljelyn sijainninhjaus hankealueella jrvien ja jokien ekologisen tilan mukaan. © SYKE, ELY-keskukset

#### 4.2.3. Vesialueen koko

Kolmas tekninen raja koski vesialueen kokoa. Joki tai järvi, jonka keskialivirtaama luusuassa tai purkautumispisteessä on alle  $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , rajattiin suunnitelma ulkopuolelle (Kuva 10). Mikäli keskialivirtaama on  $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  tai yli, soveltuu vesistö erinomaisesti vesiviljelyyn. Näiden välissä olevat kohteet soveltuvat hyvin pienimuotoisempaan vesiviljelyyn kuten poikaskasvatukseen. Mallinnettu keskivirtaama  $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  keskialivirtaamalla on  $6,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  ja  $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  keskialivirtaamalla  $3,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Keskialivirtaamat mallinnettiin hankealueella olevien virtaamahavaintopaikkojen havaittujen keskialivirtaamien sekä valuma-alueiden koon mukaan.



Kuva 10. Vesiviljelyn sijainninhjaus hankealueella vesistön mallinnetun virtaaman mukaan. Hyvin soveltuvilla alueilla mallinnettu keskialivirtaama on yli  $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , vesiviljelyyn soveltuvilla alueilla  $1\text{-}2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  ja alueilla jonne viljelyä ei ohjata alle  $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . © SYKE

### 4.3. Laadulliset rajaukset

Laadullisista rajauksista keskusteltiin työpajoissa sidosryhmien kanssa. Näitä rajoituksia ovat yrittäjien näkemys parhaista paikoista, vesistöjen käyttäjien ja omistajien näkemykset parhaista paikoista ja merkittävät kalatalousalueet sekä virkistyskalastusalueet.

Suurimmista järvistä Oulujärvi, Kitkajärvi ja Kiantajärvi rajattiin vesiviljelyyn soveltuvien alueiden ulkopuolelle niiden muun kalataloudellisen merkityksen vuoksi. Suurin osa muista järvistä rajattiin pois tekniikan soveltuvuuden takia. Järvillä käytetyin kalankasvatustekniikka on verkkoallaslaitos, joita ei kuitenkaan suosita rakennettavan sisävesille. Oulun vesistöalueella Ontojärven ja Vuokkijärven katsottiin olevan niin voimakkaasti muutettuja, että niille voidaan muiden ehtojen täytyessä ohjata vesiviljelyä. Järvien virtakohtiin voidaan myös rakentaa maalle keinoaltaita, joihin ohjataan vettä joko suoraan virrasta tai virrankehittimen avulla. Tälläisiä kohteita ei ole tässä suunnitelmassa käsitelty mutta mikäli niihin rakennetaan tehokas ravinteiden poisto- ja käsittelytekniikka, voidaan muiden ehtojen täytyessä niihin ohjata vesiviljelyä.

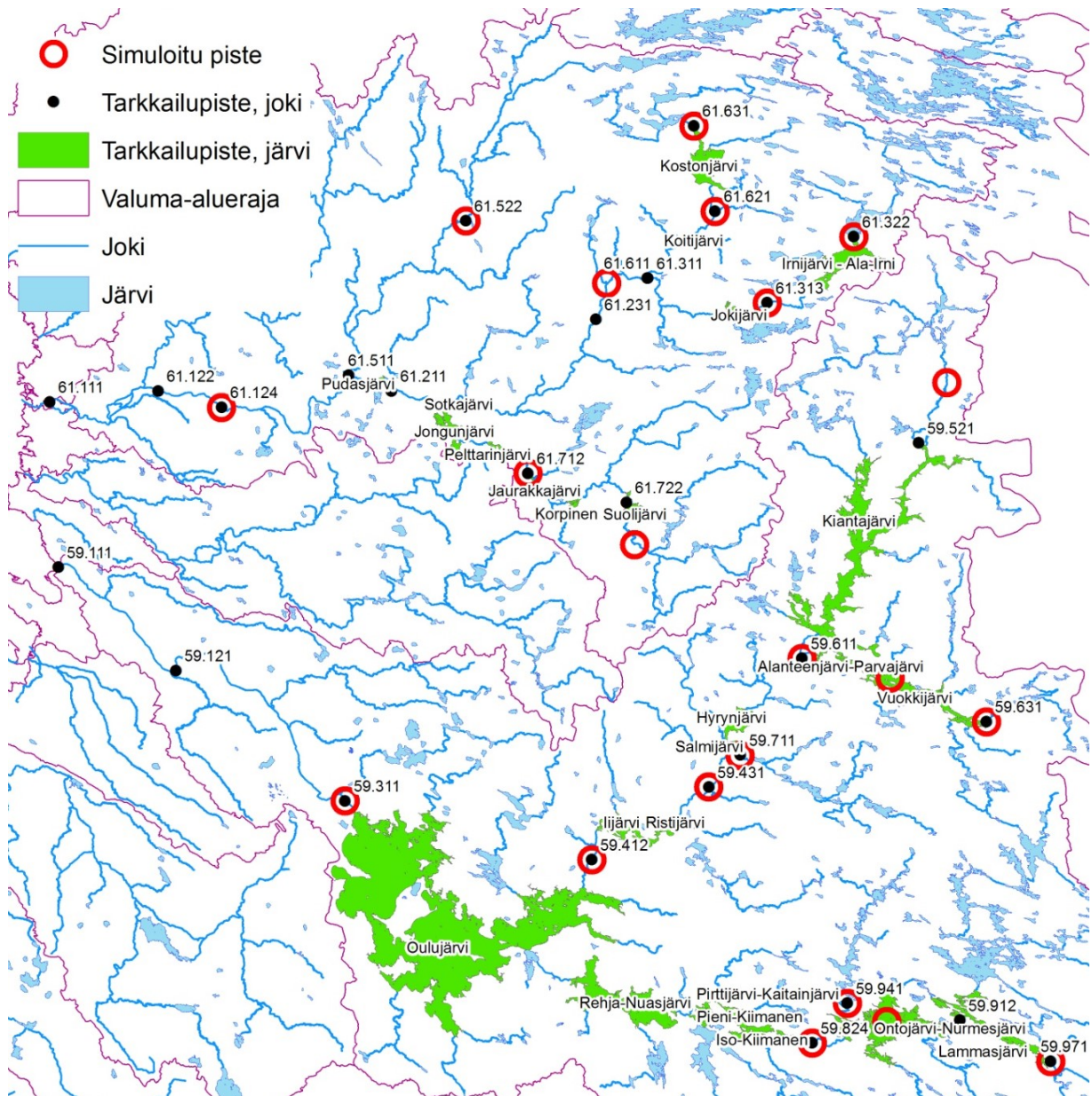
Oulujoen alueella on useita virkistyskalastusalueita, joiden välittömään läheisyyteen ei ohjata vesiviljelyä. Näitä ovat Hossanjoen pohjoisosa, Syväjoki, Vuosangan pikkukosket, Luvanjoen vesistön kosket ja Louhenjoki. Iijoen huomioon otettuja virkistyskalastusalueita on Iijoen pääuomassa, Livojoella ja Korpjoella.

Yhtenä laadullisena rajauksena on otettu mukaan loma- ja vakituiseen asumiseen käytettävien rakennusten etäisyys kohteesta. Suosituksena on, että uusia laitoksia suunniteltaessa ei laitoksia sijoiteta alle 500 metrin etäisyydelle loma- tai vakituiseen asumiseen käytettävistä rakennuksista. Osa rajoituksissa esitetyistä rakennuksista voi olla tyhjillään tai jopa käytettävissä vesiviljely-yrittäjillä, joten rakennusten perusteella ei voida tehdä suoraa rajausta, vaan asia on tarkasteltava tapauskohtaisesti.

#### 4.4. Vesistöjen sietokyky

Teknisten rajausten ja työpajojen avulla saaduille parhaimmille vesiviljelykohteille tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforikuormituksen kulkeutumisen mallinnus. Mallinnus tehtiin syöttämällä haluttuun pisteeseen fosforin lisäkuorma. Lisäkuorman vaikutuksia järven tai joen fosforipitoisuuteen ja kokonaisfosforikuormitukseen tarkkailtiin pisteessä ja sen alapuolisissa kohteissa. Lisäkuorma syötettiin malliin kalankasvatuksen tyyppillisen ajallisen kuormituksen mukaan. Suurin osa kuormituksesta tulee loppukesän ja syksyn aikana. Arvio kuormituksen ajallisesta jakautumisesta saatiin Kuhmon Eko-kalan kuukausittaisista ruokintamääristä.

Simuloituista tuloksista laskettiin keskimääräinen kasvukauden (kesä-syyskuu) fosforipitoisuus ja verrattiin sitä havaittuihin arvoihin ja fosforin ekologisen luokittelun luokkarajoihin. Lisäksi tarkasteltiin kokonaiskuormituksen ihmistoiminnan aiheuttaman kuormituksen osuutta. Simuloinnit tehtiin 21 kohteeseen ja kuormitusta tarkkailtiin 27 jokipisteessä ja 24 järvessä (Kuva 11).



Kuva 11. Vesistömallijärjestelmällä simuloitua kohteita ja vedenlaadun tarkkailupisteitä. © SYKE

## 5. Laitoksissa käytettävä tekniikka

Mahdollisissa uusissa sekä nykyisissä vesiviljelylaitoksissa käytettävän tekniikan tulee olla parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista (BAT) tai ympäristön kannalta parhaan käytännön periaatteiden mukaista (BEP). Nykytiedon mukaan läpivirtaus- ja kiertovesilaitoksilla voidaan käyttää BAT-periaatetta mutta verkkoallaslaitoksilla BEP-periaatetta. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaista toimintaa on käyttää mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä sekä toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- ja käytötapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai vähentää sitä. Tekniikka on teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista silloin, kun se on saatavissa yleisesti ja sitä voidaan soveltaa kohtuullisin kustannuksin. Lisätietoa tekniikoista ja kalankasvatuksen hyvistä käytännöistä on kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohjeessa (YM 2013).

### 5.1. Verkkoallaslaitos

Ympäristölupaviranomaisten mukaan verkkoallaslaitoksia ei tulisi nykyisellään ohjata sisävesille lainkaan lukuun ottamatta joitakin rakennettuja vesistön osia. Tässä suunnitelmassa verkkoallaslaitoksia voitaisiin ohjata jokien voimalaitosten patoaltaisiin, jotka ovat keinotekoisia kohteita sekä keinotekoisiiin tai voimakkaasti muutettuihin järviin (KeVoMu-vesimuodostumat). Laitoksia sijoitettaessa voimalaitosten patoaltaisiin, voi ongelmaksi tulla alueen epätasaiset virtaamaolosuhteet. Patoluukkujen ollessa suljettuna voi veden virtaus läpi verkkokassien heikentyä, ja kalojen hyvinvointi vaarantua. Tällöin myös kuormitus ei pääse laimenemaan suuriin vesimassoihin, vaan voi aiheuttaa haittoja lähialueella.

Verkkoallaskasvatuksen ympäristövaikutuksia voidaan vähentää käyttämällä mahdollisimman vähän kuormittavia rehuja ja pyrkimällä mahdollisimman pieneen rehukertoimeen paikalliset ja hetkelliset olosuhteet huomioon ottaen. Lisäksi laitokset tulisi sijoittaa ja mitoittaa sijainninhjaussuunnitelman kriteerejä käyttäen. Verkkoallaskasvatuksessa lietteenpoistojärjestelmät eivät ole osoittautuneet käyttökelpoiseksi tekniikaksi ympäristöhaittojen vähentämiseksi. (YM 2013).

### 5.2. Läpivirtauslaitokset

Läpivirtauslaitoksessa vesi johdetaan laitokseen yläpuolisesta joesta tai järvestä, joko painovoiman tai pumppujen avulla. Kaloja voidaan kasvattaa pääasiassa maahan kaivetuissa keinoaltaisissa tai maa-altaisissa. Läpivirtauslaitoksissa saatetaan voida käyttää joitakin tehostettuja vesiensuojelumenetelmiä vaikka kasvatuksen ravinnepäästöt esiintyvät erittäin laimeina pitoisuuksina suurissa vesimäärissä.

Maapohjaisten kasvatusaltaiden käyttö ilman tehokkaita vedenpuhdistusjärjestelmiä ei ole uusissa hankkeissa parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Uusissa laitoksissa allas- ja poistovesirakenteet sekä laitosten vesienkäsittely on suunniteltava niin, että ne mahdollistavat kiintoaineeseen sitoutuneiden ravinteiden tehokkaan talteenoton ja jatkokäsittelyn. Tässä suunnitelmassa läpivirtauslaitoksia voidaan sijoittaa kaikkiin sijainninhjaussuunnitelmassa esitettyihin jokialueisiin. Läpivirtauslaitoksia, jotka rakennetaan järvien virtakohteiden vierelle, ei ole tässä suunnitelmassa otettu huomioon mutta kriteereiden täytyessä ja puhdistustehon ollessa riittävä, myös niitä voidaan rakentaa. (YM 2013).

### 5.3. Kiertovesilaitokset

Kiertovesikasvatuksessa käytetään suljetun kierron periaatetta, jolloin suurin osa vedestä käsitellään ja kierrätetään uudelleen kasvatusaltaisiin. Tällöin laitoksen vedentarve pienenee ja käytetty vesi voidaan puhdistaa tehokkaasti, jolloin tuotantomäärää kohden rehevöittävät päästöt vähenevät. Kierrätettävä vesi puhdistetaan kiintoaineesta mekaanisesti, tyyppiyhdisteistä biologisesti ja hiilidioksidista ilmastamalla, jolloin sitä voidaan käyttää kasvatukseen uudelleen. Kierrätettävä vesimäärä

mahdollistaa veden lämpötilan säätämisen, jolloin kasvatusolosuhteet saadaan optimoituja kasvatetavalle lajille. Kiertovesikasvatuksen hiilijalanjälki on huomattavasti suurempi verrattuna perinteiseen läpivirtaus- tai avoverkkokasvatukseen mutta riippuu suurelta osin tekniikkaan tarvittavan sähkön tuotantotavasta (Silvenius ym. 2012).

Kiertovesilaitosten tekniikka vaatii paljon investointeja sekä energiaa, joten synergia teollisuuden, valmiin infrastruktuurin ja palveluiden kanssa alentavat kustannuksia. Kustannusten alentaminen vaikuttaa suoraan kiertovesitekniikan kiinnostavuuteen ja mahdollistaa kannattavan liiketoiminnan perustamisen. Suomessa nykyisin toimivat kiertovesilaitokset ovat rakennettu mm. puuteollisuuden yhteyteen, kaatopaikalle sekä olemassa olevien läpivirtauslaitosten yhteyteen. Suurten investointien takia kiertovesilaitoksilla kasvatetaan yleensä arvokkaampia kalalajeja mutta aivan viime vuosina on muutamia hankkeita käynnistynyt myös kirjolohen kasvattamiseen kiertovesitekniikalla.

Vaikka kiertovesilaitos säästää vettä kierrättämällä sitä tehokkaasti, on silti laitoksilla tarve saada hyvälaatuista vettä käyttöönsä. Laitos voi ottaa vettä käyttöönsä pintavedestä, pohjavedestä tai jopa viemäriverkosta. Pintavedenotossa tulee kiinnittää erityisen tarkkaa huomiota kalatautiriskiä. Suomen ilmasto-olosuhteiden takia kiertovesilaitokset rakennetaan suljettuihin halleihin käytetyn tekniikan ja alaiden lämpötilakontrollin takia. Lämmön säätelyyn ja veden kierrättämiseen tarvitaan paljon energiaa, joka voidaan saada edullisemmin suurten teollisuusalueiden aluesähköstä. Energiaa voidaan saada myös suljettujen kaatopaikkojen biokaasusta. Ruokakalankasvatuksessa kiertovesilaitos tarvitsee poikasia, jolloin etua saadaan mahdollisimman lähellä olevasta poikaslaitoksesta logistiikkakustannuksia pienentämällä. Myös olemassa olevan läpivirtauslaitoksen tuotannosta osa voidaan siirtää kiertovesikasvatukseen.

Yrityksille suunnatussa kyselyssä, eivät paikalliset kasvattajat ole kiinnostuneita kiertovesiviljelyyn. Kyselyn perusteella kiertovesiviljelyn käyttöönottoon vaikuttavat korkeat investointikustannukset sekä käytettävissä olevan tekniikan epävarmuus. Alueen yritykset ovat pääosin pieniä perheyrityksiä, joilla suuriin investointeihin ei ole mahdollisuuksia. Tässä suunnitelmassa on tarkasteltu hankealueen teollisuutta ja infrastruktuuria potentiaalisten kiertovesilaitosten paikkojen selvittämiseen.

## 5.4. Luonnonravintolammikot

Luonnonravintolammikkokasvatuksella tarkoitetaan kalankasvatusta pienessä lammessa tai järvässä, jossa kaloja ei ruokita ulkopuolisella ravinnolla, vaan kalojen ravinto tulee vesistön omasta tuotannosta. Luonnonravintolammikoita käytetään yleensä kalanpoikasten tuottamiseen. Kasvatus on ympäristöluvan vaativaa toimintaa, mikäli lammen koko ylittää 20 hehtaaria. Hankealueella on 32 ympäristöluvan omaavaa luonnonravintolammikkoa, joista yli puolet on 20–40 hehtaarin kokoisia.

Kansallisessa sijainninhajausuunnitelmassa ei annettu ohjeita luonnonravintolammikoiden sijainninhajukseen. Sijainninhajausuunnitelman ympäristöselostuksessa kerrotaan, että luonnonravintolammikoiden kuormitus on niin vähäistä, että niiden sijoittamista ei ohjata suunnitelmalla. Luonnonravintolammikoiden ympäristökuormitus on pientä, koska ylimääräistä ravintoa ei tuoda järveen. Päästöt tulevat lähinnä lammen tyhjennyksestä ja tarpeen vaatiessa tehtävästä lammikon lannoituksesta.

Hankealueella on pieniä 5-20 ha kokoisia lampia 2569 kappaletta. Suurempia, kaupalliseen tuotantoon soveltuvia lampia 20–100 hehtaarin välillä on 1352 kappaletta. Luonnonravintolammikon sijoittumisessa tulee ottaa huomioon alueen omistussuhteet, vesistöalue sekä lammikon koko. Lammet, joista vesi laskee hyviin laimenemisolosuhteisiin ja ekologiselta tilalta vähintään hyvässä tilassa oleviin vesiin, sopivat luonnonravintokasvatukseen. Alueen ekologiselta tilalta vähintään hyvässä tilassa olevat kohteet ovat esitetty kuvassa 9. Suuremmissa lammissa mahdollinen ranta-asutus ja vapaa-ajan kalastus voivat estää luonnonravintokasvatuksen.

## 6. Sijainninhajausuunnitelma

Tässä kappaleessa esitellään rajausten, haastatteluiden ja mallinnuksen avulla saadut parhaat kohteet vesiviljelyn sijainnille. Tuotannon lisäämisessä pitää jokiympäristössä ottaa huomioon



vesistöalueen yläpuolinen kuormitus ja mahdolliset uudet tuotantolaitokset. Yläpuolisen vesistöalueen kuormituksen lisääminen vaikuttaa tämän kohteen alapuolella olevan kuormituksen lisäämiseen. Kohteissa on arvioitu tapauskohtaisesti yläpuolisten pisteiden kuormituksen lisäämisen vaikutukset. Suunnitelmassa esitetyt viisinumeroiset paikkakoodit ovat jokipisteitä, jotka sijaitsevat vesistöjen kolmannen jakovaiheen purkupisteillä. Paikat ovat kokonaisuudessa esitettynä kuvassa 11.

Järvet ja joet luokitellaan vesipuitedirektiivin mukaan biologisten muuttujien mukaan, joita ovat levät, vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat sekä fysikaalis-kemiallisten muuttujien mukaan, joita ovat fosforipitoisuus ja typpipitoisuus (Aroviita ym. 2012). Tässä suunnitelmassa on painotettu vesiviljelyn ympäristökuormituksen osalta fosforia, joka on pääosin Suomen sisävesillä tuotantoa rajoittava ravinne ja fosforikuormituksen nousu voi aiheuttaa rehevöitymishaittoja (Pietiläinen 1997, Yang ym. 2015). Fosforipitoisuuden ja biologisten muuttujien välillä on usein positiivinen korrelaatio (Jeppesen ym. 2000, Basu & Pick 1996), joten fosforipitoisuuden muutoksilla on tässä suunnitelmassa arvioitu potentiaalisia haitallisia vaikutuksia, joita vesiviljely voi aiheuttaa järvelle tai joelle.

Kappaleessa esitetyt fosforin kuormitusluvut ja pitoisuudet ovat Suomen ympäristökeskuksen vesistömallijärjestelmän vedenlaatuosion (WSFS-Vemala) simuloituja lukuja. Luvut ovat vain suuntaa antavia ja ne perustuvat mallintamiseen ja ovat keskiarvoja vuosien 2000–2011 mallinnustuloksista. Kohteiden havaitut sekä simuloitut fosforipitoisuudet ovat kasvukauden (kesä-syyskuu) keskimääräisiä pitoisuuksia vuosilta 2006–2012. Kasvukauden fosforipitoisuuksia käytetään luokitellessa vesistöjen fosforimuuttujaa. Lisäksi esitetyt fosforipitoisuuden luokitustiedot ovat toisen vesienhoidon suunnittelukauden luokittelun tuloksia (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu).

Suunnitelmassa tunnistettiin Oulujoen ja Iijoen vesistöalueilta soveltuvia kohteita vesiviljelylle. Myös Venäjän puolelle laskevissa joissa oli teknisten rajausten perusteella vesiviljelyyn hyvin soveltuvia alueita. Näihin ei kuitenkaan tehty sietokyvyn mallinuksia, eikä tarkempia tarkasteluja, sillä rajajokien vesiviljelyn sijainninhajausuunnittelu tulisi toteuttaa yhteistyössä rajavaltioiden kesken.

Kappaleessa ei ole suoraan esitetty soveltuviin kohteisiin sopivaa tuotantomäärää, vaan arvio siitä, miten tietyn suuruinen lisäkuormitus vaikuttaa alapuolisiin vesialueisiin. Alueiden sopivuus vesiviljelyyn on arvioitu siitä, voiko kuormitusta lisätä ilman että fosforipitoisuuden luokitus alenee ja miten fosforipitoisuus muuttuu suhteessa nykyiseen simuloituun ja havaittuun pitoisuuteen.

## 6.1. Iijoki

Iijoen vesistöalueella on 9 suunnitelmassa tunnistettua jokialuetta vesiviljelyyn, joissa on nykyisin 5 laitosta. Iijoen koko vesistöalueella on nykyisin 11 kalanviljelylaitosta. Iijoen kalanviljelylaitosten viimeisten viiden vuoden keskimääräinen fosforikuormitus on ollut noin 2 560 kg.

Iijoen fosforikuormitus Perämereen on 127 tonnia vuodessa, josta pistekuormituksesta on peräisin 4 % (5 468 kg) ja ihmistoiminnasta 38 % (48 295 kg). Iijoen vesistöalueella syntyvä fosforin pistekuormitus on 6 046 kg, josta kalanviljelyn osuus on 42 %. Kalanviljelyn osuuksiin ei ole laskettu Luonnonvarakeskuksen pääosin tutkimuskäytössä olevaa Ohtaojan laitosta (fosforikuormitus keskimäärin 288 kg).

Iijoen vesistöalueella on vähän järviä, joten latvoilla syntyvä kuormitus pidättyy heikosti vesistöalueella ja päättyy suuremmin osin Perämereen. Iijoen fosforikuormitus Perämereen on samaa luokkaa Oulujoen fosforikuormituksen kanssa, vaikka Iijoen virtaama on huomattavasti Oulujokea pienempi.

### 6.1.1. Iijoen alaosa

Iijoen alaosassa on 5 vesivoimalaitosta, joten jokialue on suurelta osin rakennettua ja voimakkaasti muutettua aluetta. Voimalaitosten rakennettuihin patoaltaisiin voidaan nykytiedon mukaan sijoittaa verkkoallaslaitoksia tai vastaavasti johtaa vettä painovoimalla patoaltaasta läpivirtauslaitokseen. Iijoen

alaosassa on käytetty molempaa tekniikkaa, sillä alueella on kaksi kalankasvatuslaitosta, Raasakan voimalaitoksen alapuolella läpivirtauslaitos ja voimalan patoaltaassa verkkoallaslaitos.

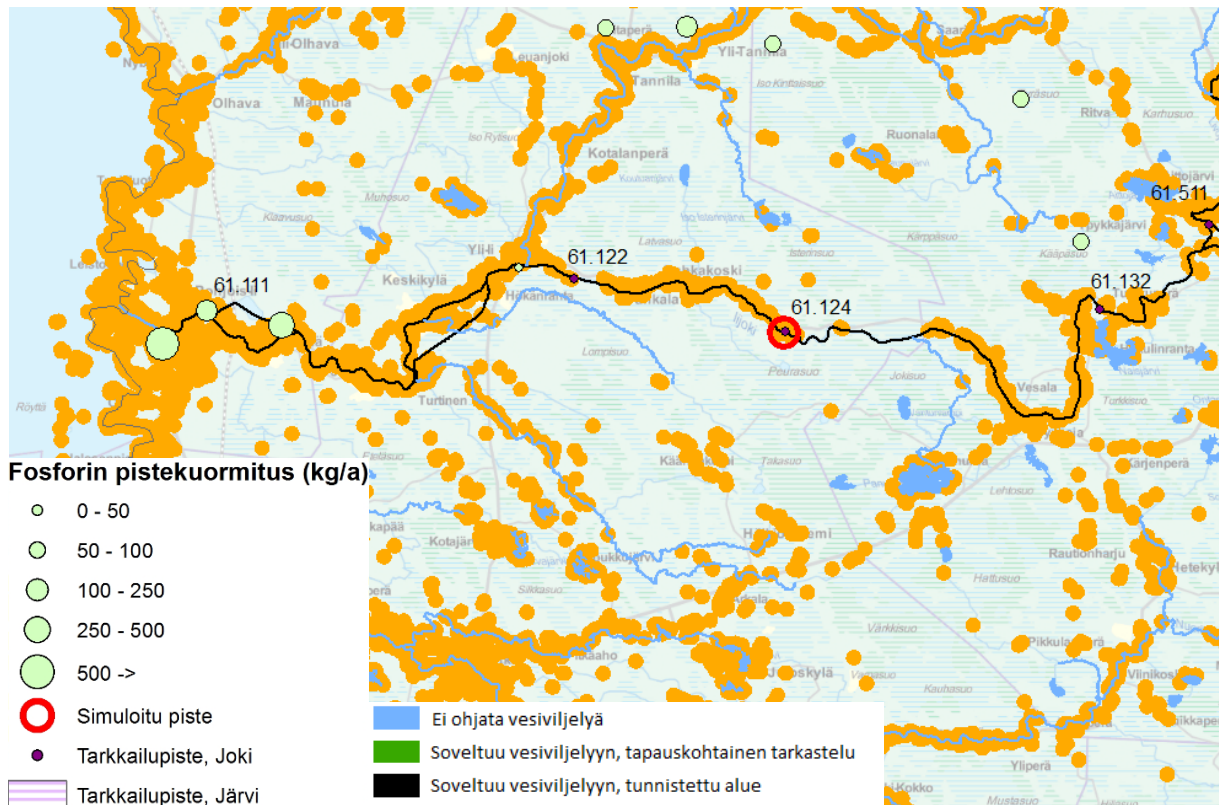
lijoen alaosan fosforikuormitus mallinnetussa pisteessä (61.124) on 88 274 kg vuodessa, josta 3 % (3069 kg) on pistekuormituksesta peräisin ja 37 % (32 284 kg) on ihmisen aiheuttamaa kuormitusta. Simulointien perusteella lisäkuormituksella oli vain pieni vaikutus pisteen kasvukauden aikaiseen fosforipitoisuuteen sekä ihmisen aiheuttaman kuormituksen osuuteen (Taulukko 1). 600 kg:n lisäkuorman nosti mallinnetun pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 2,7 % ja lijoen alimman pisteen (61.111) fosforipitoisuutta 1,6 %.

Alaosan pisteen mallinnettu kasvukauden fosforipitoisuus on 18,9 µg/l ja koko lijoen alaosan havaittu fosforipitoisuus 22,4 µg/l. Lijoen alaosan fosforipitoisuuden ekologinen luokka on hyvä ja tyydyttävän ekologisen luokan raja on 40 µg/l.

**Taulukko 1.** lijoen alaosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
61.124	18,9	19,1	19,3	19,4	200	400	600	37 %	37 %	37 %	37 %
61.122	19,0	19,2	19,4	19,5	198	396	592	37 %	37 %	37 %	37 %
61.111	19,3	19,4	19,6	19,7	195	390	580	38 %	38 %	38 %	38 %

**Suositus:** lijoen alaosa soveltuu erinomaisesti vesiviljelyyn suuren virtaaman ja kuormituksen laimennemisen takia. Simulointien perusteella luokkarajan alenemisen vaaraa ei ole suurillakaan kuormituksilla. Perämeren ekologiseen tilaan ei lisäkuormituksella arvioida olevan vaikutuksia, sillä suurin simuloitu lisäkuorma, 600 kg, on vain noin 0,5 % lijoen nykyisestä kokonaiskuormituksesta. Tuotantoa voitaisiin keskittää nykyisiin laitoksiin. Lijoen alaosassa on myös Haapakosken voimalaitoksen pato-altaassa mahdollinen paikka uudelle vesiviljelylaitokselle, sillä alue on harvaan asuttua (Kuva 12). Lijoen alaosan kuormituksissa tulee ottaa huomioon kaikkien yläpuolisten kohteiden lisäkuormitus.



Kuva 12. Livojen alaosan pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.1.2. Livojoki

Livojoki laskee Iijokeen Pudasjärven kirkonkylän länsipuolella. Livojen alaosassa on voimakkaasti asutua aluetta ja yläosassa tärkeä virkistyskalastusalue. Livojoella voi tulevaisuudessa olla haasteena mahdollinen Kollajan tekoallas, joka voi vaikuttaa alueen virtaamiin. Livojoen ainoa pistekuormittaja on Syötteen jätevedenpuhdistamo, jonka jätevedet tulevat Livojokeen Pärjänjokea pitkin.

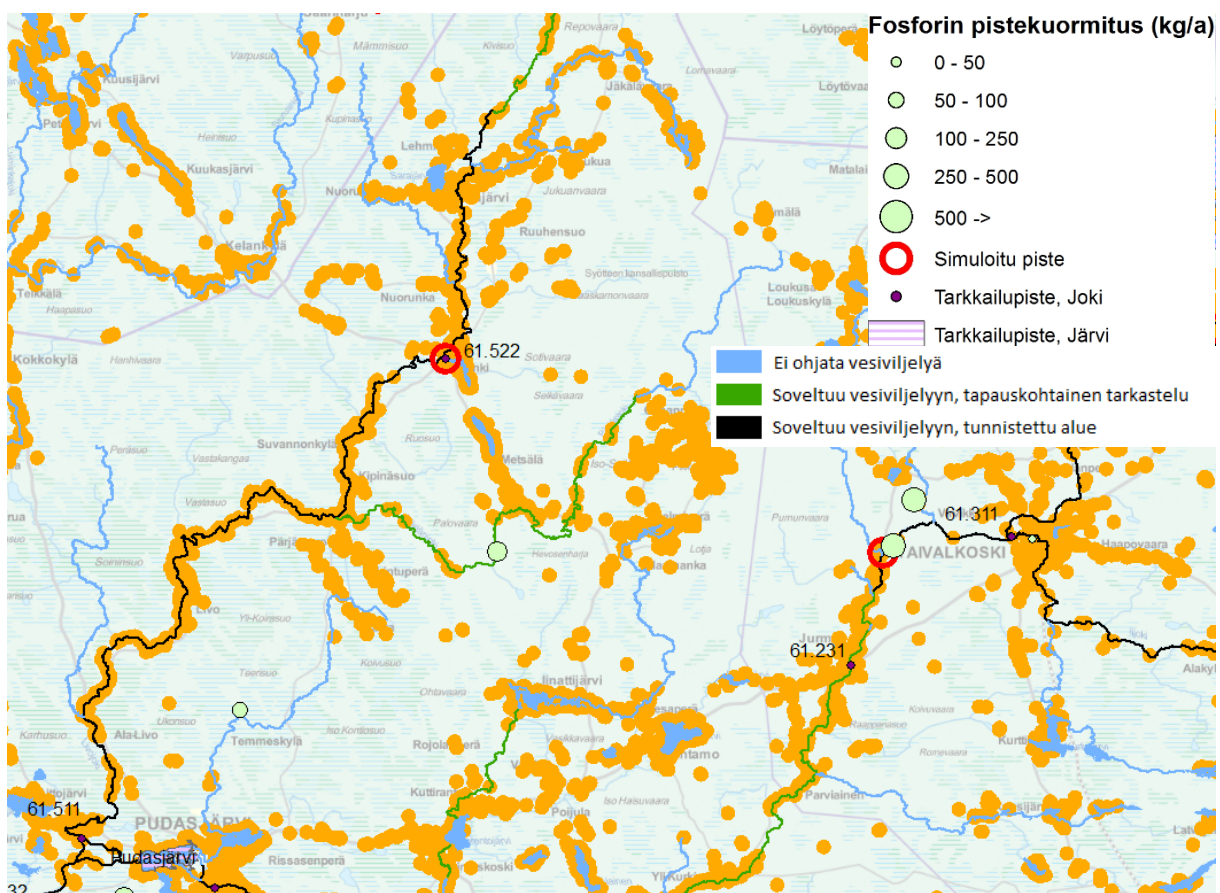
Livojoen fosforikuormitus mallinnetussa pisteessä on 11 515 kg vuodessa. Mallinnetun pisteen yläpuolella ei ole pistekuormitusta mutta 31 % (3 540 kg) on ihmisen aiheuttamaa kuormitusta. Simulointien perusteella 200 kg:n lisäkuormitus nosti simuloitun pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 7,7 % (1,6 µg/l) ja alajuoksulla Livojoen ja Iijoen yhtymäkohdassa 4,0 % (0,8 µg/l) (Taulukko 2).

Livojoen mallinnettu kasvukauden fosforipitoisuus on 20,9 µg/l ja havaittu 20,5 µg/l. Livojoki on fosforipitoisuuden osalta hyvässä ekologisessa tilassa ja tyydyttävän ekologisen luokan raja on 35 µg/l. Simulointien perusteella luokkarajan alenemisen vaaraa ei ole pienillä kuormituksilla.

**Taulukko 2.** Livojoen alaosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
61.522	20,9	22,5	24,1	25,8	200	400	600	31 %	32 %	33 %	34 %
61.511	19,8	20,6	21,3	22,0	200	400	599	30 %	30 %	31 %	31 %
61.132	19,3	19,4	19,6	19,7	193	319	518	36 %	37 %	37 %	37 %
61.124	18,9	19,0	19,2	19,3	188	310	505	37 %	37 %	37 %	37 %
61.111	19,3	19,4	19,5	19,6	184	300	491	38 %	38 %	38 %	38 %

**Suositus:** Livojoki soveltuu pienimuotoiseen vesiviljelyyn. Joessa on pieni alue Rytingin ja Suvannonkylän välissä, jossa on asumatonta aluetta ja mahdollisuus uudelle läpivirtauslaitokselle, joskin jokialueella on pienet korkeuserot (Kuva 13).



Kuva 13. Livojoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.1.3. Korpijoki

Korpijoki laskee Iijokeen Jongunjärven kautta Pudasjärven kuntakeskuksen itäpuolella. Korpijoen yläjuoksulla Näljänkäjoen alueella on kaksi kalankasvatuslaitosta mutta muuten alueella ei ole pistekuormittajia. Korpijoen alueella on virkistyskalastusalueita Korpijoen pääuomassa lähellä maakuntien rajaa sekä Näljänkäjoessa nykyisten kalankasvatuslaitosten alueella.

Korpijoella tehtiin kahdessa pisteessä fosforikuormituksen mallinnus. Toinen piste on yläjuoksulla nykyisten kalankasvatustiltojen kohdalla ja toinen Jaurakkajärven alajuoksulla. Yläosalle on rakennettu kalankasvatustiltojen läheisyyteen viime vuosina 100 hehtaaria uutta peltoa, jonka kuormitus ei näkynyt vielä vesistömallijärjestelmässä. 100 hehtaarin peltokuormitus voi olla välillä 90–180 kg fosforia vuodessa.

Korpijoen yläjuoksun (61.724) fosforikuormitus mallinnetun pisteen alajuoksulla Suolijärven kohdalla on 12 491 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 4 % (512 kg) ja ihmistoiminnan osuus 39 % (4 923 kg). Simulointien perusteella 200 kg:n lisäkuormitus nosti Suolijärven kasvukauden fosforipitoisuutta 6,1 % (1,2 µg/l). Korpijoen yläosan lisäkuormituksesta oli jäljellä noin 78 % Korpijoen alaosan simulointipisteessä (Taulukko 3).

Korpijoen yläosan vesimuodostuma on Suolijoki-Näljänkäjoki-Junnojoki, jonka havaittu fosforipitoisuus on 14,5 µg/l ja jokipisteen simuloitu fosforipitoisuus 19,6 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän ekologisen luokan raja on 20 µg/l. Suolijärven havaittu fosforipitoisuus on 21,5 µg/l ja simuloitu fosforipitoisuus 19,6 µg/l. Suolijärven ekologinen luokka fosforipitoisuuden osalta on hyvä ja tyydyttävän luokan raja on 28 µg/l.

**Taulukko 3.** Korpijoen yläosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Fosforikuormituksen muutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	T/L	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
Suolijärvi	19,6	20,8	22,1	23,3	T	200	400	600	40 %	41 %	42 %	43 %
					L	173	345	518				
61.722	19,6	20,4	21,4	22,2	L	173	345	518	39 %	40 %	41 %	42 %
Tenämäjärvi	19,2	19,9	20,8	21,5	T	173	345	518	40 %	40 %	41 %	42 %
					L	169	337	506				
Korpinen	18,5	18,9	19,4	19,9	T	168	336	504	38 %	39 %	39 %	40 %
					L	165	330	495				
Jaurakkajärvi	18,4	18,6	19,0	19,3	T	164	327	490	38 %	39 %	39 %	40 %
					L	156	312	469				
Pelttarinjärvi	18,4	18,6	18,9	19,2	T	156	312	514	38 %	39 %	39 %	39 %
					L	155	309	463				
Jongunjärvi	18,5	18,7	18,9	19,1	T	155	353	463	39 %	39 %	39 %	40 %
					L	150	344	450				
61.211	17,9	17,9	18,0	18,1	L	143	300	450	39 %	40 %	40 %	40 %
Pudasjärvi	19,0	19,1	19,2	19,3	T	143	299	448	39 %	39 %	39 %	39 %
					L	143	299	448				
61.124	18,9	18,9	19,0	19,1	L	138	291	436	37 %	37 %	37 %	37 %
61.111	19,3	19,3	19,4	19,4	L	135	284	425	38 %	38 %	38 %	38 %

Korpijoen alajuoksun (61.712) fosforikuormitus mallinnetussa pisteessä oli 20 661 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 3 % (525 kg) ja ihmistoiminnan osuus 38 % (7 946 kg). Simulointien perusteella 400 kg:n lisäkuormitus nosti Pelttarinjärven kasvukauden fosforipitoisuutta 8,2 % (1,5 µg/l) ja alajuoksulla Jongunjärven kasvukauden fosforipitoisuutta 5,9 % (1,1 µg/l) (Taulukko 4).

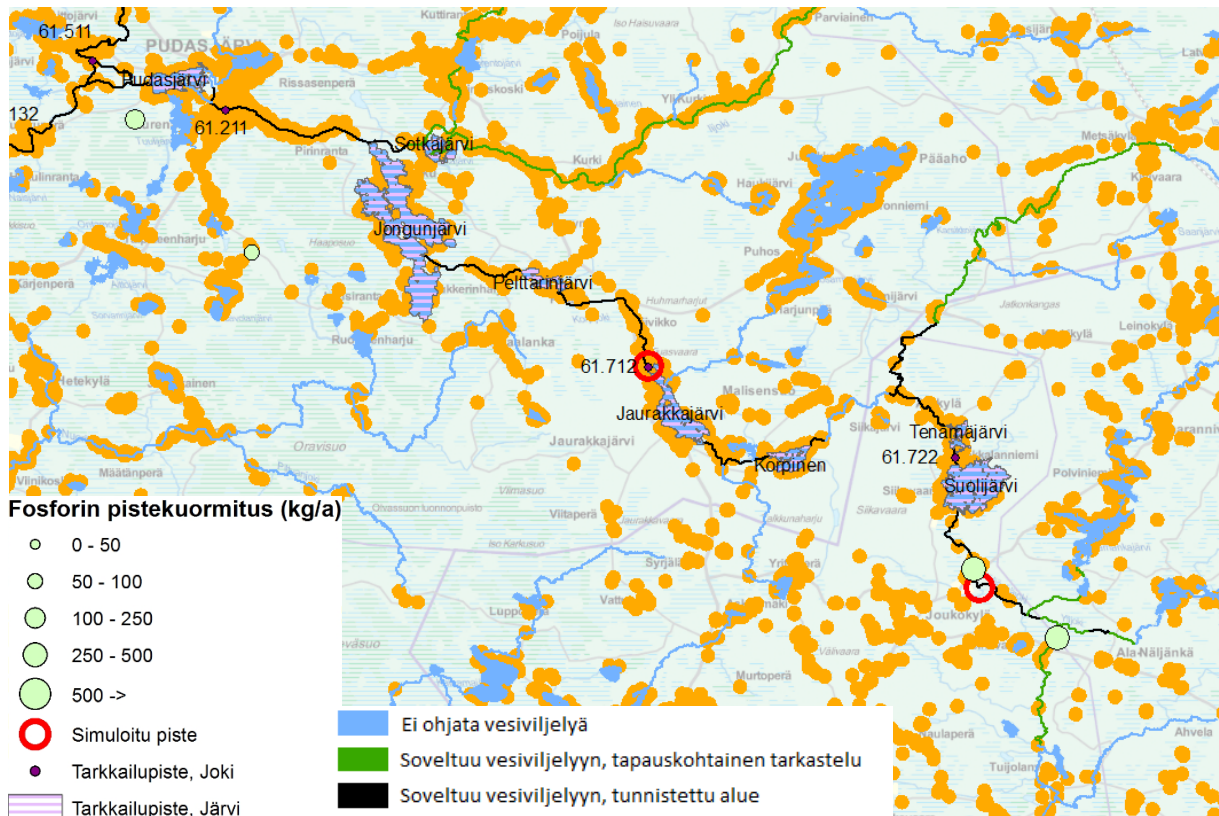
Korpijoen alaosaan havaittu fosforipitoisuus on 15,9 µg/l ja simuloitu fosforipitoisuus 18,4 µg/l. Korpijoen alaosa on fosforipitoisuuden osalta hyvässä ekologisessa luokassa ja tyydyttävän ekologisen luokan raja on 35 µg/l. Pelttarinjärvi on erinomaisessa ekologisessa luokassa ja havaittu fosforipitoisuus on 16 µg/l ja simuloitu fosforipitoisuus 18,4 µg/l. Hyvän ekologisen luokan raja on 25 µg/l.

**Suositus:** Korpjoen yläosa soveltuu vesiviljelyyn. Korpjoen yläosan pisteeseen tehty fosforimallinnus, ei pienillä kuormilla aiheuta vaaraa Suolijärven ekologisen luokan alenemiseen. Yläosan jokimuodostuman fosforipitoisuus on kahden luokan rajalla ja noin 100 kg:n lisäkuorma voi alentaa luokkaa. Joki-alueen havaittu fosforipitoisuus on kuitenkin huomattavasti simuloitua pitoisuutta pienempi. Yläosalla tuotantoa voitaisiin keskittää nykyisiin laitoksiin.

Korpjoen alaosa soveltuu erinomaisesti vesiviljelyyn. Suuretkaan lisäkuormat eivät aiheuttaneet vaaraa mallinnetun pisteen alapuolisten järvien fosforiluokan alenemiselle. Korpijoki on paikoin runsaasti asuttua mutta Siivikon kylän alapuolella on pieni jokialue asumaton aluetta, jossa voisi olla mahdollinen paikka uudelle läpivirtauslaitokselle (Kuva 14). Korpjoen alaosan lisäkuormituksessa tulee ottaa huomioon mahdollinen Korpjoen yläosan lisäkuorma.

**Taulukko 4.** Korpjoen alaosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )				Fosforikuormituksen muutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	T/L	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
<b>61.712</b>	18,4	19,2	20,1	20,9	L	200	400	600	38 %	39 %	40 %	40 %
<b>Pelttarinjärvi</b>	18,4	19,1	19,9	20,6	T	200	400	600	38 %	39 %	40 %	40 %
					L	197	395	592				
<b>Jongunjärvi</b>	18,5	19,0	19,6	20,2	T	197	395	592	39 %	39 %	40 %	40 %
					L	194	387	581				
<b>61.211</b>	17,9	18,0	18,3	18,4	L	186	387	581	39 %	40 %	40 %	40 %
<b>Pudasjärvi</b>	19,0	19,2	19,4	19,6	T	186	386	579	38 %	38 %	38 %	38 %
					L	186	386	579				
<b>61.124</b>	18,9	19,0	19,2	19,3	L	180	375	562	37 %	37 %	37 %	37 %
<b>61.111</b>	19,3	19,4	19,5	19,6	L	176	366	549	38 %	38 %	38 %	38 %



Kuva 14. Korpilampi pistekuormitus, simulointien tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituihin pisteisiin tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

#### 6.1.4. Iijoen keskiosa

Iijoen keskiosassa on kalankasvatuslaitos Jurmun kylästä pohjoiseen Koivukoskella. Iijoen keskiosa on valtakunnallisesti arvokas maisema-alue. Lisäksi jokialue on pitkälti osin tärkeää virkistyskalastusalue. Alueella ei ole pistekuormittajia mutta yläpuolisilta valuma-alueilta tulee jonkin verran pistekuormitusta.

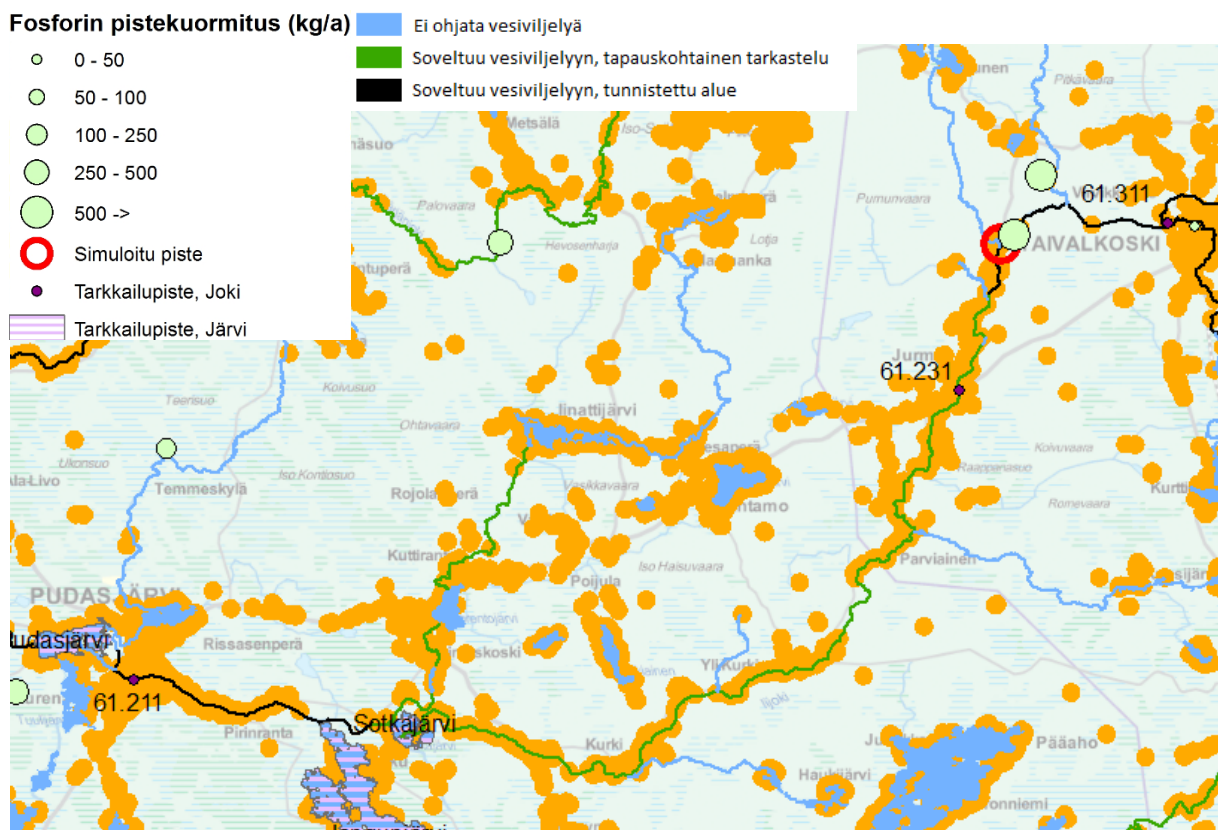
Iijoen keskiosan fosforikuormitus mallinnetun pisteen alajuoksulla Jurmun kylän kohdalla on 26 673 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 7 % (1 725 kg) ja ihmistoiminnan osuus 42 % (11 102 kg). Simulointien perusteella 600 kg:n lisäkuormitus nosti Jurmun kylän kohdalla kasvukauden fosforipitoisuutta 7 % (1,2 µg/l) ja alajuoksulla Sotkajärven kasvukauden fosforipitoisuutta 5,7 % (1,0 µg/l) (Taulukko 5).

Iijoen keskiosan havaittu fosforipitoisuus on 17,2 µg/l ja simuloitu 17,1 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 20 µg/l. Sotkajärven havaittu fosforipitoisuus on 16 µg/l ja simuloitu 17,6 µg/l. Sotkajärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 25 µg/l.

**Taulukko 5.** Iijoen keskiosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Fosforikuormituksen muutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	T/L	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
<b>61.231</b>	17,1	17,5	17,9	18,3	L	191	397	596	42 %	42 %	43 %	43 %
<b>Sotkajärvi</b>	17,6	17,9	18,3	18,6	T	191	397	596	40 %	40 %	41 %	41 %
					L	189	392	588				
<b>Pudasjärvi</b>	19,0	19,2	19,5	19,6	T	187	387	580	39 %	39 %	39 %	40 %
					L	186	387	580				
<b>61.124</b>	18,9	19,0	19,2	19,4	L	181	376	564	37 %	37 %	37 %	37 %
<b>61.111</b>	19,3	19,4	19,5	19,6	L	176	367	550	38 %	38 %	38 %	38 %

**Suositus:** Iijoen keskiosaa soveltuu erinomaisesti vesiviljelyyn. Suurillakaan kuormilla ei alapuolisten järvien tai jokialueiden fosforiluokan raja ole vaarassa heikentyä. Tuotantoa voitaisiin ensisijaisesti keskittää nykyiseen laitokseen. Laitoksen yläpuolella on lisäksi harvaan asuttua seutua, jonne voidaan toissijaisesti sijoittaa uusi läpivirtauslaitos (Kuva 15). Iijoen keskiosan lisäkuormituksessa tulee ottaa huomioon Kostonjoen ja Iijoen yläosan mahdolliset lisäkuormitukset.



Kuva 15. Iijoen keskiosan pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.



### 6.1.5. lijoen yläosa

lijoen yläosan latvaosissa on kaksi kalankasvatusta, joista toista käytetään ainoastaan talvisäilytykseen edellisen ympäristölupahakemuksen perusteella. Muita pistekuormittajia ei ole alueella. Kalankasvatustilojen alapuoliset järvet ovat tyydyttävässä tilassa ja kalankasvatuksen fosforikuormitus on vähentynyt huomattavasti kahden laitoksen lopetettua kasvatustoiminnan. Tärkeitä virkistyskalastusalueita on Taivalkosken ja Jokijärven välisellä alueella jokialueen alajuoksulla.

lijoen yläosaan tehtiin kahteen pisteeseen fosforikuormituksen mallinnus. Toinen piste on Iso-Keiron ja Irnijärven välissä Heikkisennivassa (61.322) ja alue on runsaasti asuttua. Tietävästi tässä pisteessä on kuitenkin pienimuotoista kalankasvatusta, joka ei tarvitse ympäristölupaa. Toinen piste on Murhijoella harvaan asutulla seudulla (61.313).

Heikkisennivan mallinnetun pisteen fosforikuormitus on 3 468 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 6 % (200 kg) ja ihmistoiminnan osuus 46 % (1 590 kg). Simulointien perusteella 200 kg:n lisäkuormitus nosti mallinnetussa pisteessä kasvukauden fosforipitoisuutta 14,7 % (1,6 µg/l), Irnijärvessä kasvukauden fosforipitoisuutta 3,6 % (0,3 µg/l) ja alapuolisella Murhijoen pisteellä kasvukauden fosforipitoisuutta 1,9 % (0,2 µg/l) (Taulukko 6).

Heikkisenniva kuuluu Iijärvi-Irnijärvi uomat-vesimuodostumaan, jonka havaittu fosforipitoisuus on 9,3 µg/l ja simuloitu 10,9 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l. Irnijärven havaittu fosforipitoisuus on 8 µg/l ja simuloitu 8,4 µg/l. Irnijärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 18 µg/l.

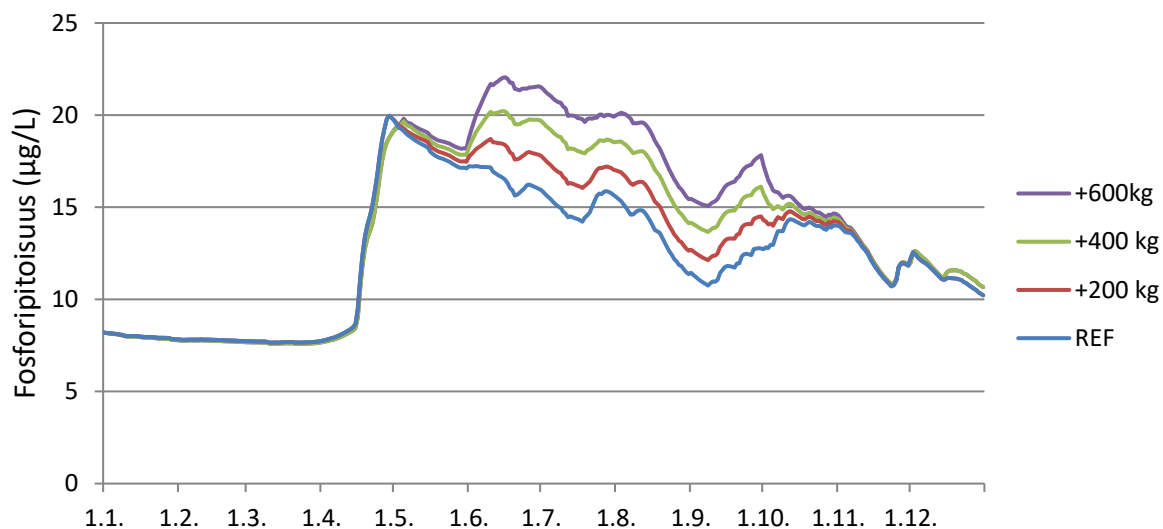
**Taulukko 6.** lijoen yläosan Heikkisennivan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Fosforikuormituksen muutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	T/L	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
<b>61.322</b>	10,9	12,5	14,1	15,6	L	200	400	600	46 %	49 %	51 %	54 %
<b>Irnijärvi</b>	8,4	8,7	9,0	9,4	T	200	400	600	43 %	45 %	47 %	48 %
					L	100	201	302				
<b>61.313</b>	10,6	10,8	11,0	11,2	L	87	182	273	50 %	51 %	53 %	54 %
<b>Jokijärvi</b>	12,5	12,6	12,8	12,9	T	84	182	273	51 %	51 %	52 %	53 %
					L	82	177	265				
<b>61.311</b>	13,7	13,8	14,0	14,1	L	81	175	263	45 %	45 %	46 %	47 %
<b>Sotkanjärvi</b>	17,6	17,6	17,7	17,8	T	81	174	262	40 %	40 %	40 %	40 %
					L	79	172	258				
<b>Pudasjärvi</b>	19,0	19,0	19,1	19,2	T	79	170	255	39 %	39 %	39 %	39 %
					L	79	170	255				
<b>61.124</b>	18,9	18,9	19,0	19,0	L	76	165	247	37 %	37 %	37 %	37 %
<b>61.111</b>	19,3	19,3	19,4	19,4	L	74	161	242	38 %	38 %	38 %	38 %

Murhijoen mallinnetun pisteen fosforikuormitus on 4 167 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 4 % (149 kg) ja ihmistoiminnan osuus 50 % (2 095 kg). Simulointien perusteella 200 kg:n lisäkuormitus nosti Murhijoen pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 16,7 % (1,8 µg/l) ja alapuolisella Jokijärvellä kasvukauden fosforipitoisuutta 8,8 % (1,1 µg/l) (Taulukko 7).

Murhijoki kuuluu lijoen keski- ja yläosan vesimuodostumaan, jonka havaittu fosforipitoisuus on 17,2 µg/l ja Murhijoen kohdalla simuloitu pitoisuus 10,6 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 20 µg/l. Jokijärven havaittu

fosforipitoisuus on 11,3 µg/l ja simuloitu pitoisuus 12,5 µg/l (Kuva 16). Jokijärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 25 µg/l.

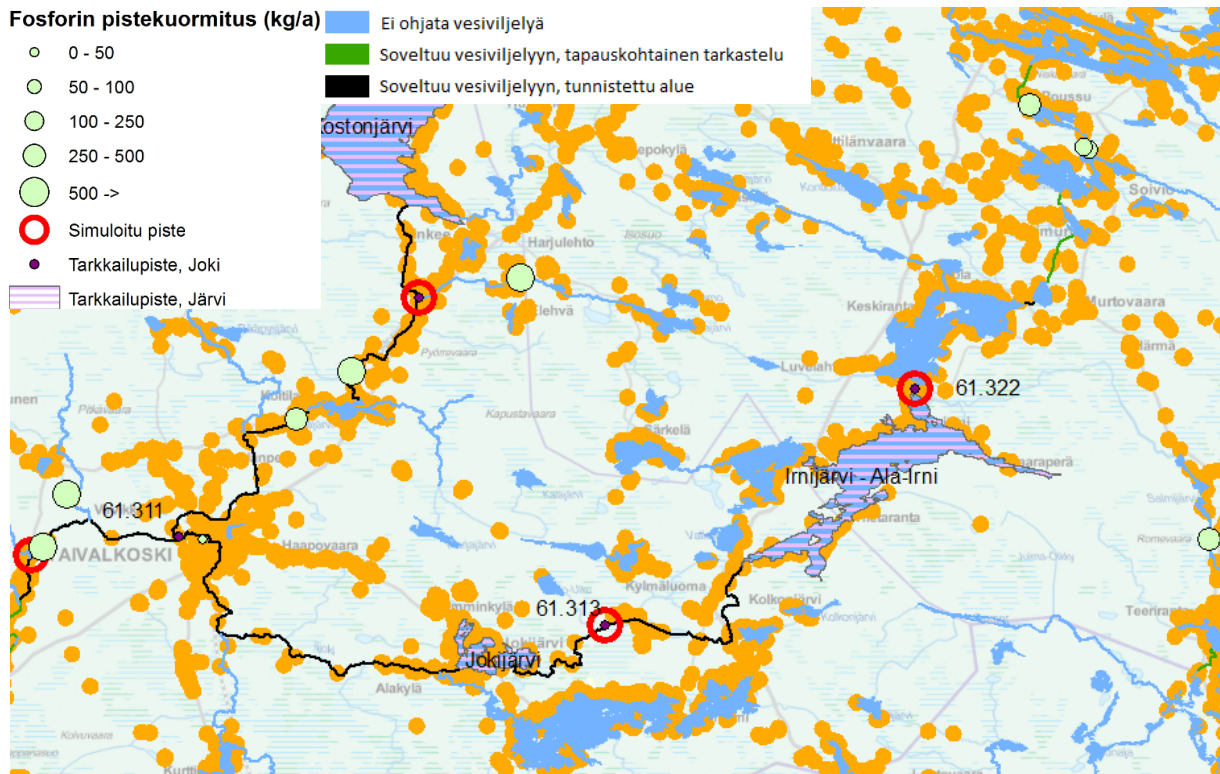


Kuva 16. Esimerkkinä Jokijärven simuloitun fosforipitoisuuden muutos yhtenä vuotena (2012), kun ylävirrassa olevaan jokipisteeseen simuloidaan lisäkuorma. REF on nykyinen simuloitu pitoisuus.

**Taulukko 7.** Ijoen yläosan Murhijoen fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Fosforikuormituksen muutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta			
	REF	200 kg	500 kg	600 kg	T/L	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
61.313	10,6	12,4	14,2	16,0	L	195	400	600	50 %	53 %	55 %	57 %
Jokijärvi	12,5	13,6	14,8	16,0	T	192	400	600	51 %	52 %	54 %	55 %
					L	186	387	581				
61.311	13,7	14,7	15,7	16,6	L	185	384	576	45 %	46 %	47 %	49 %
Sotkanjärvi	17,6	17,9	18,2	18,5	T	184	382	573	40 %	40 %	41 %	41 %
					L	181	377	565				
Pudasjärvi	19,0	19,2	19,4	19,6	T	179	372	558	39 %	39 %	39 %	40 %
					L	179	372	558				
61.124	18,9	19,0	19,2	19,3	L	174	361	542	37 %	37 %	37 %	37 %
61.111	19,3	19,4	19,5	19,5	L	169	352	528	38 %	38 %	38 %	38 %

**Suositus:** Ijoen yläosa soveltuu vain pienimuotoiseen vesiviljelyyn, sillä alue on luontaisesti karua ja nykyiset fosforikuormat pieniä. Heikkisenniva on voimakkaasti asuttua aluetta ja paikka uudelle laitokselle vaatii tiivistä yhteistyötä alueen asukkaiden kanssa. Irnjärven fosforipitoisuuteen ei ollut lisäkuormituksella suurta vaikutusta. Murhijoella on harvaan asuttua seutua ja mahdollisuus uudelle läpivirtauslaitokselle (Kuva 17).



Kuva 17. Iijoen yläosan pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Iijoen yläosan kolmesta pistekuormittajasta kaksi on lopettanut toimintansa. Simuloituihin pisteisiin tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.1.6. Kostonjoki

Kostonjoen valuma-alueella on kolme kalankasvatuslaitosta, eikä muita pistekuormittajia. Kostonjoelle tehtiin kahteen pisteeseen fosforikuormituksen mallinnus, Kostonjärven yläjuoksulle (61.631) ja alajuoksulle (61.621). Kostonjärven yläpuolelta on yksi kalankasvatuslaitos lopettanut toimintansa.

Kostonjärven yläpuolisen pisteen (61.631) fosforikuormitus on 6 727 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 1 % (80 kg) ja ihmistoiminnan osuus 41 % (2 764 kg). Yläosan pistekuormittajana ollut kalankasvatuslaitos on lopettanut toimintansa. Simulointien perusteella 200 kg:n lisäkuormitus nosti Kynsijoen pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 19,9 % (3,6 µg/l) ja alapuolisella Kostonjärvellä kasvukauden fosforipitoisuutta 1,9 % (0,3 µg/l) (Taulukko 8).

Yläpuolinen piste kuuluu Kurkijoki-Kynsijoki-Soilunjoki-Raatejoki vesimuodostumaan, jonka havaittu fosforipitoisuus on 10,8 µg/l ja simuloitu pitoisuus 18,6 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l. Kostonjärven havaittu fosforipitoisuus on 10,6 µg/l ja simuloitu pitoisuus 15,7 µg/l. Kostonjärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l.

**Taulukko 8.** Kostonjoen yläosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)			Fosforikuormituksen muutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta		
	REF	200 kg	400 kg	T/L	200 kg	400 kg	REF	200 kg	400 kg
<b>61.631</b>	18,6	22,3	26,0	L	200	400	41 %	43 %	44 %
<b>Kostonjärvi</b>	15,7	16,0	16,3	T	200	400	45 %	46 %	47 %
				L	115	230			
<b>61.621</b>	15,8	16,1	16,3	L	115	230	44 %	45 %	46 %
<b>61.611</b>	19,3	19,5	19,6	L	115	230	40 %	41 %	41 %
<b>61.231</b>	17,1	17,1	17,3	L	107	229	42 %	42 %	42 %
<b>Sotkanjärvi</b>	17,6	17,7	17,8	T	107	229	40 %	40 %	40 %
				L	105	226			
<b>Pudasjärvi</b>	19,0	19,1	19,2	T	104	223	39 %	39 %	39 %
				L	104	223			
<b>61.124</b>	18,9	18,9	19,0	L	101	216	37 %	37 %	37 %
<b>61.111</b>	19,3	19,3	19,4	L	98	211	38 %	38 %	38 %

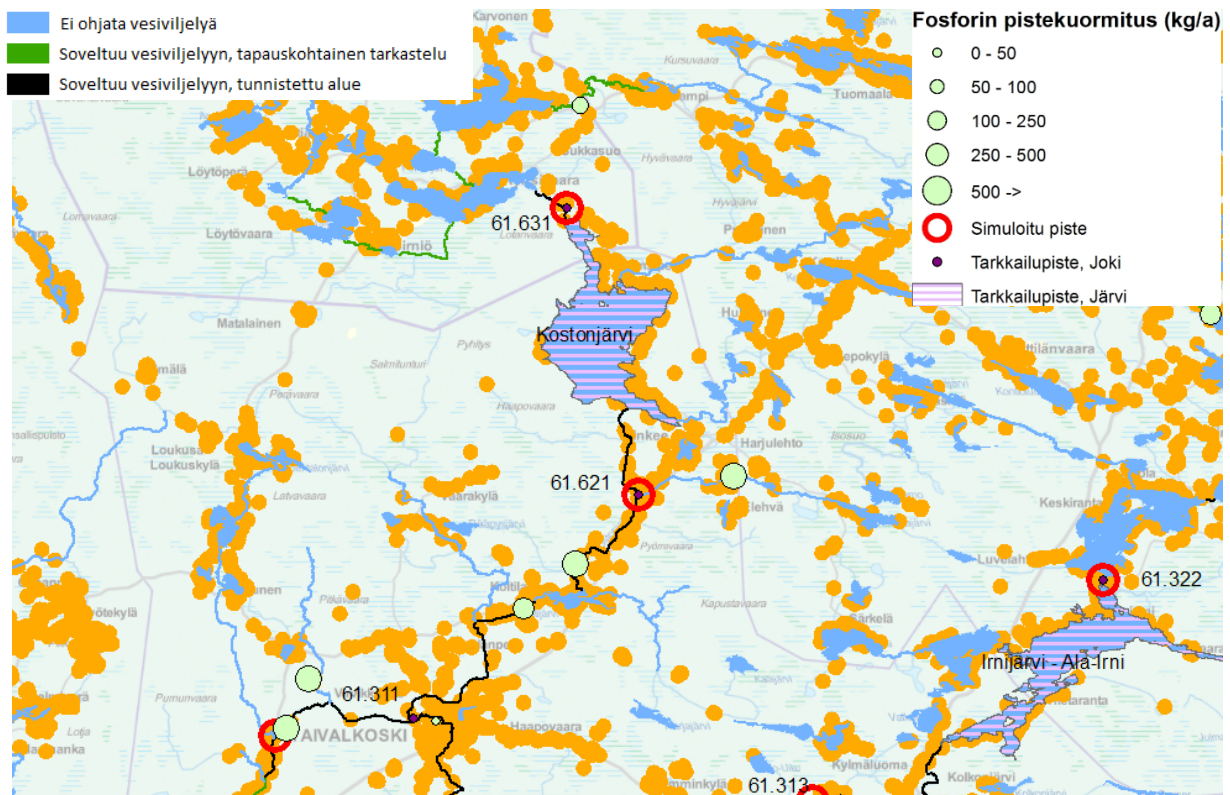
Kostonjärven alapuolisen pisteen (61.621) fosforikuormitus on 7 175 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 1 % (85 kg) ja ihmistoiminnan osuus 44 % (3 153 kg). Simulointien perusteella 200 kg:n lisäkuormitus nosti Kostonjoen pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 11,4 % (1,7 µg/l) ja Kostonjoen ja lijoen yhtymäkohdassa kasvukauden fosforipitoisuutta 4,1 % (0,8 µg/l) (Taulukko 9).

Kostonjoen havaittu fosforipitoisuus on 16,4 µg/l ja simuloitu pitoisuus 15,8 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta hyvässä ekologisessa luokassa ja tyydyttävän luokan raja on 35 µg/l. Vesistömallijärjestelmä ei huomionnut simuloineissa Koitijärveä, joten lisäkuorman vaikutuksia Koitijärveen ei voitu arvioida. Koitijärven tuleva fosforikuormitus on noin 4 700 kg vuodessa ja havaittu fosforipitoisuus 15,9 µg/l. Koitijärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 25 µg/l.

**Taulukko 9.** Kostonjoen alaosan fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Fosforikuormituksen muutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaisfosforikuormituksesta			
	REF	200 kg	400 kg	600 kg	T/L	200 kg	400 kg	600 kg	REF	200 kg	400 kg	600 kg
<b>61.621</b>	15,8	17,6	19,3	21,1	L	200	400	600	44 %	45 %	47 %	48 %
<b>61.611</b>	19,3	20,1	20,9	21,7	L	200	400	600	40 %	41 %	42 %	43 %
<b>61.231</b>	17,1	17,5	17,9	18,3	L	191	398	596	42 %	42 %	43 %	43 %
<b>Sotkanjärvi</b>	17,6	17,9	18,2	18,5	T	191	398	596	40 %	40 %	41 %	41 %
					L	189	392	589				
<b>Pudasjärvi</b>	19,0	19,2	19,4	19,6	T	187	387	581	39 %	39 %	39 %	40 %
					L	187	387	581				
<b>61.124</b>	18,9	19,0	19,2	19,3	L	181	376	564	37 %	37 %	37 %	37 %
<b>61.111</b>	19,3	19,4	19,5	19,6	L	177	367	550	38 %	38 %	38 %	38 %

**Suositus:** Kostonjoen yläosa soveltuu pienimuotoiseen vesiviljelyyn. Pienellä lisäkuormalla ei ollut suuria vaikutuksia Kostonjärven kasvukauden fosforipitoisuuteen. Kostonjoen alaosa soveltuu hyvin vesiviljelyyn ja tuotantoa voidaan keskittää nykyisiin Kostonjoen pääuomassa oleviin laitoksiin (Kuva 18).



Kuva 18. Kostonjoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Kostonjärven yläpuolella oleva pistekuormittaja on lopettanut toimintansa. Simuloituihin pisteisiin tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

## 6.2. Oulujoki

Oulujoen vesistöalueella tunnistettiin 8 jokikohdetta ja 2 järvikohdetta vesiviljelyyn, joissa nykyisin on 8 laitosta. Oulujoen koko vesistöalueella on nykyisin 18 vesiviljelylaitosta, joiden fosforikuormitus on keskimäärin 3 790 kg vuodessa. Tähän ei ole laskettu Luonnonvarakeskuksen Paltamon laitosta, joka on pääosin tutkimuskäytössä.

Oulujoen fosforikuormitus on Perämereen 126 tonnia vuodessa, josta pistekuormituksesta on peräisin 5 % (6 120 kg) ja ihmistoiminnasta 55 % (68 977 kg). Kalankasvatuksen osuus pistekuormituksesta on 62 %.

Oulujoen erityispiirteinä ovat lukuista suuret järvet, joissa tapahtuu ravinteiden pidättymistä. Oulujoen fosforikuormitus Perämereen on samaa luokkaa lijojen kanssa, vaikka valuma-alue on huomattavasti suurempi ja ihmistoiminta on voimakkaampaa.

### 6.2.1. Oulujoki

Oulujoessa on 6 vesivoimalaitosta, joten jokialue on suurelta osin rakennettua ja voimakkaasti muutettua aluetta. Voimalaitosten rakennettuihin patoaltaisiin voidaan nykytiedon mukaan sijoittaa verkkoallaslaitoksia tai vastaavasti johtaa vettä patoaltaasta läpivirtauslaitokseen. Oulujoessa on käytetty molempaa tekniikkaa, sillä alueella on kaksi kalankasvatuslaitosta, Montan voimalaitoksen alapuolella läpivirtauslaitos ja Nuojuan voimalan patoaltaassa verkkoallaslaitos.

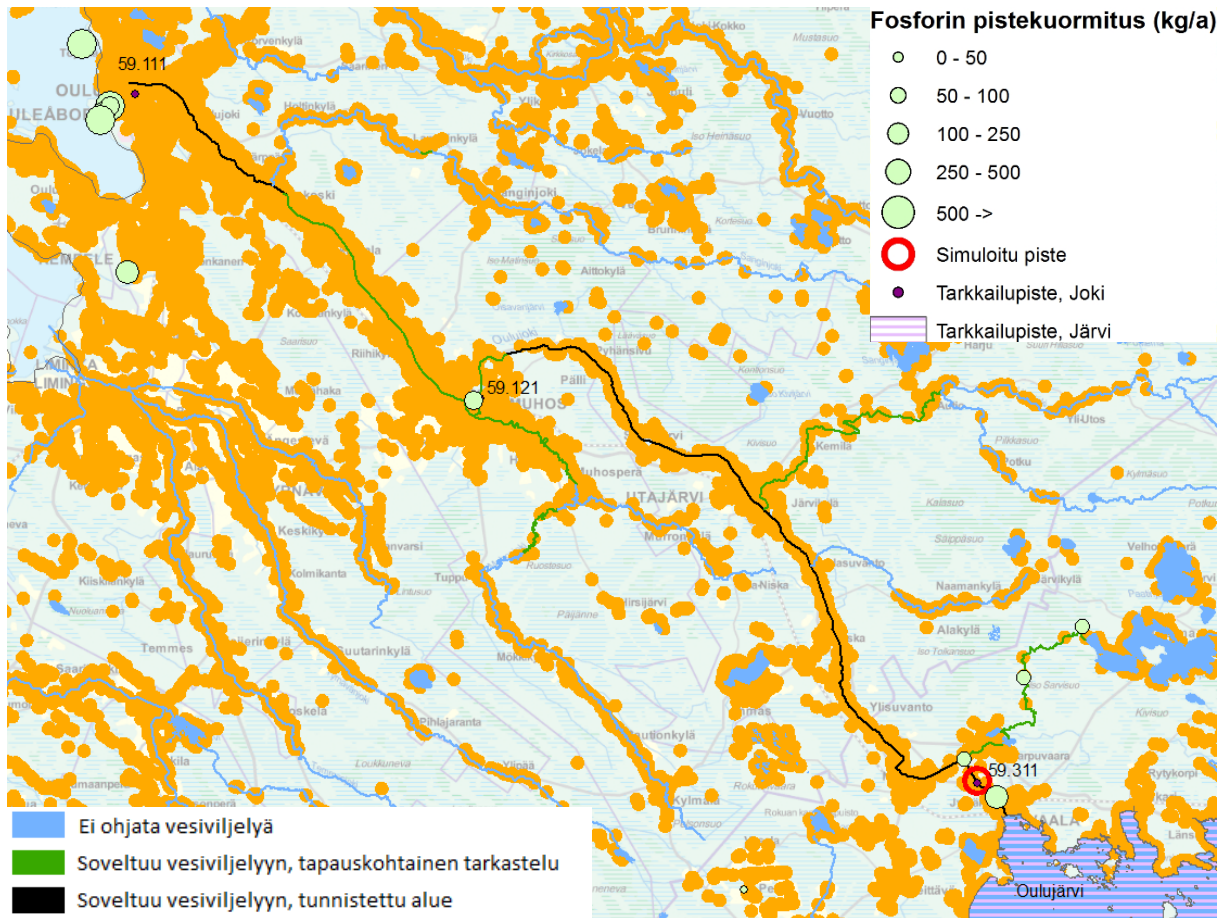
Oulujoen yläosan fosforikuormitus simuloidussa pisteessä (59.311) on 68 994 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 5 % (3 408 kg) ja ihmistoiminnan osuus 51 % (35 164 kg). Simulointituloksen perusteella 785 kg:n lisäkuorma nosti Oulujoen simuloidun pisteen kasvukauden aikaista fosforipitoisuutta 5,2 % (0,7 µg/l) (Taulukko 10).

Oulujoen keski- ja yläosan havaittu kasvukauden aikainen fosforipitoisuus on 13,5 µg/l ja simuloitu pitoisuus 13,9 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l. Oulujoen alaosan havaittu kasvukauden aikainen fosforipitoisuus on 19,6 µg/l ja simuloitu pitoisuus 18,0 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta hyvässä ekologisessa luokassa ja tyydyttävän luokan raja on 35 µg/l.

**Taulukko 10.** Oulujoen fosforisimuloinnin tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)			Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta		
	REF	157 kg	785 kg	T / L	157 kg	785 kg	REF	157 kg	785 kg
59.311	13,9	14,1	14,6	L	157	785	39 %	39 %	40 %
59.121	15,8	15,9	16,2	L	154	769	50 %	50 %	51 %
59.111	18,0	18,1	18,2	L	154	769	54 %	54 %	55 %

**Suositus:** Oulujoen alaosa soveltuu erinomaisesti vesiviljelyyn suuren virtaaman ja kuormituksen läimenemisen takia. Simuloinnin perusteella luokkarajan alenemisen vaaraa ei ole. Perämeren ekologiseen tilaan ei lisäkuormituksella arvioida olevan vaikutuksia, sillä suurin simuloitu lisäkuorma, 785 kg, on vain noin 0,6 % Oulujoen nykyisestä kokonaiskuormituksesta. Tuotantoa voitaisiin keskittää nykyisiin laitoksiin, sillä jokialue on tiheästi asuttua ja uudelle laitokselle on vaikea löytää tilaa (Kuva 19). Oulujoen alaosan lisäkuormituksissa tulee ottaa huomioon kaikkien yläpuolisten kohteiden mahdollinen lisäkuormitus. Oulun kaupunki ottaa raakavetensä Oulujoesta, mikä täytyy ottaa huomioon tarkempia suunnitelmia tehtäessä.



Kuva 19. Oulujoen alaosan pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.2.2. Emäjoki

Emäjoella on neljä vesivoimalaitosta, joten jokialue on suurelta osin rakennettua ja voimakkaasti muutettua aluetta. Voimalaitosten rakennettuihin patoaltaisiin voidaan nykytiedon mukaan sijoittaa verkkoallaslaitoksia tai vastaavasti johtaa vettä painovoimalla patoaltaasta läpivirtauslaitokseen.

Emäjokeen tehtiin kolmeen pisteeseen fosforikuormituksen mallinnus, alaosaan (59.412), keskiosaan (59.431) ja yläosaan (59.611). Emäjoen alaosan piste on Kiehimäjoen Leppikosken voimalaitoksen kohdalla ja alue on runsaasti asuttua. Jokialueella ei ole pistekuormittajia mutta yläpuolella on Ristijärven jätevedenpuhdistamo ja alapuolella Oulujärven suoraan vaikuttava Paltamon jätevedenpuhdistamo.

Emäjoen keskiosan piste on Seitenoikean voimalaitoksen alueella. Alueella on yksi kalankasvatuslaitos Hyrynsalmen kuntakeskuksen alapuolella. Aluetta kuormittaa lisäksi kaksi kalankasvatuslaitosta, jotka ovat Emäjokeen laskevissa sivujoissa, sekä Hyrynsalmen ja Ristijärven jätevedenpuhdistamot.

Emäjoen yläosan piste on Aittokosken voimalaitoksen kohdalla. Emäjoen yläosassa ei ole kalankasvatuslaitoksia mutta pistekuormitusta tulee Suomussalmen jätevedenpuhdistamolta ja Vuokkijoen olemasta kalankasvatuslaitoksesta.

Emäjoen alaosan pisteen fosforikuormitus on 51 484 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 4 % (1 849 kg) ja ihmistoiminnan osuus 41 % (20 854 kg). Simulointien perusteella 785 kg:n lisäkuormitus nosti Emäjoen alaosan keskimääräistä kasvukauden fosforipitoisuutta 16,6 % (2,9 µg/l). Oulujärven Paltaselällä muutos kasvukauden aikaisessa fosforipitoisuudessa oli pieni (Taulukko 11).

Koko Emäjoen havaittu fosforipitoisuus on 14,0 µg/l ja alaosan simuloitu fosforipitoisuus on 17,5 µg/l. Emäjoki on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l.

**Taulukko 11.** Emäjoen alaosan fosforisimuloinnin tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)			Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta		
	REF	157 kg	785 kg	T / L	157 kg	785 kg	REF	157 kg	785 kg
<b>59.412</b>	17,5	18,0	20,4	L	157	785	41 %	41 %	41 %
<b>Oulujärvi Paltaselkä</b>	16,9	16,9	17,0	T	157	785	48 %	48 %	48 %
				L	95	474			
<b>Oulujärvi Niskaselkä</b>	13,9	13,9	13,9	T	42	208	51 %	51 %	51 %
				L	26	126			
<b>59.111</b>	18,0	18,0	18,0	L	25	124	54 %	54 %	54 %

Emäjoen keskiosan pisteen fosforikuormitus on 38 773 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 5 % (1 755 kg) ja ihmistoiminnan osuus 40 % (15 417 kg). Simulointitulosten perusteella 785 kg:n lisäkuorma nosti Emäjoen keskiosan pisteen kasvukauden aikaista fosforipitoisuutta 18,3 % (3,0 µg/l). Ristijärven kasvukauden aikainen fosforikuormitus nousi 7,2 % (1,2 µg/l) (Taulukko 12).

Koko Emäjoen havaittu fosforipitoisuus on 14,0 µg/l ja keskiosan simuloitu fosforipitoisuus 16,4 µg/l. Emäjoki on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l. Ristijärven havaittu fosforipitoisuus on 16,5 µg/l ja simuloitu pitoisuus 16,6 µg/l. Ristijärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 18 µg/l.

**Taulukko 12.** Emäjoen keskiosan fosforisimuloinnin tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)			Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta		
	REF	158 kg	785 kg	T / L	158 kg	785 kg	REF	158 kg	785 kg
<b>59.431</b>	16,4	16,9	19,4	L	158	785	40 %	40 %	41 %
<b>Ristijärvi</b>	16,6	16,8	17,8	T	157	783	40 %	40 %	40 %
				L	155	772			
<b>Iijärvi</b>	17,3	17,5	18,0	L	155	772	40 %	40 %	41 %
				T	149	737			
<b>59.412</b>	17,4	17,6	18,0	L	148	731	41 %	41 %	41 %
<b>Oulujärvi Paltaselkä</b>	16,9	16,9	17,0	T	147	731	48 %	48 %	48 %
				L	92	455			
<b>Oulujärvi Niskaselkä</b>	13,9	13,9	13,9	T	41	203	51 %	51 %	51 %
				L	25	123			
<b>59.111</b>	18,0	18,0	18,0	L	25	120	54 %	54 %	54 %

Emäjoen yläosan pisteen fosforikuormitus on 20 941 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 4 % (856 kg) ja ihmistoiminnan osuus 39 % (8 181 kg). Emäjoen yläosan simuloitun pisteen (61.611) fosforipitoisuuden muutoksista ei saatu tuloksia mutta pisteen alapuolisten kohteiden osalta saatiin. Simulointien perusteella 785 kg:n lisäkuorma nosti Hyrynjärven kasvukauden aikaista fosforipitoisuutta 7,0 % (1,1 µg/l) (Taulukko 13).

Koko Emäjoen havaittu fosforipitoisuus on 14,0 µg/l ja yläosan simuloitu fosforipitoisuus 10,7 µg/l. Hyrynjärven havaittu fosforipitoisuus on 13 µg/l ja simuloitu pitoisuus 15,8 µg/l. Hyrynjärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 18,0 µg/l.



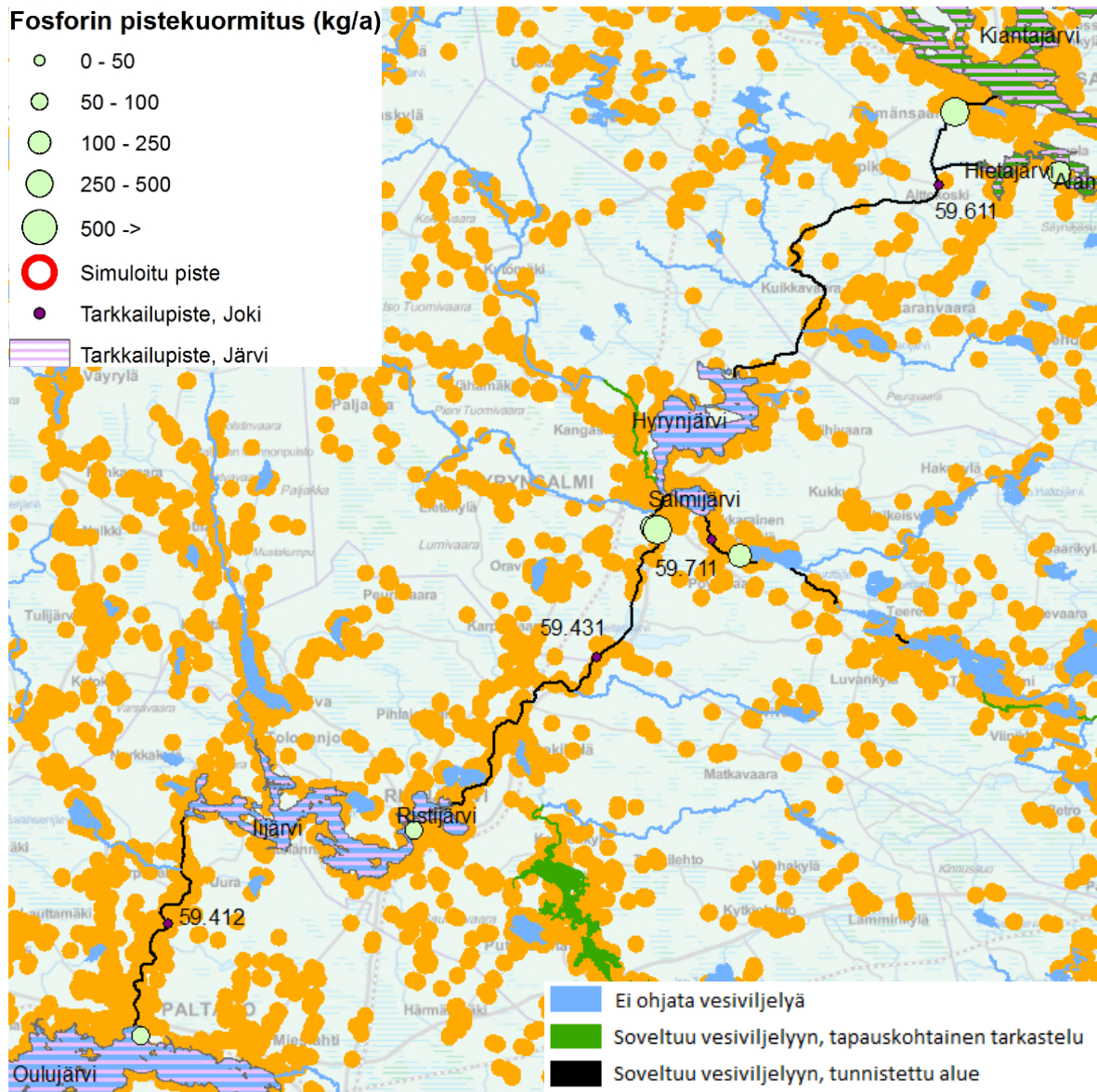
**Taulukko 13.** Emäjoen yläosan fosforisimuloinnin tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)			Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta		
	REF	157 kg	785 kg	T / L	157 kg	785 kg	REF	157 kg	785 kg
59.611	10,7	-	-	L	157	785	39 %	40 %	41 %
Hyrynjärvi	15,8	16,0	16,9	T	157	785	39 %	39 %	40 %
				L	150	753			
59.431	16,4	16,6	17,4	L	149	748	40 %	40 %	41 %
Ristijärvi	16,6	16,7	17,2	T	149	746	40 %	40 %	41 %
				L	147	737			
Iijärvi	17,3	17,5	17,6	T	147	737	40 %	40 %	41 %
				L	142	707			
59.412	17,5	17,6	17,7	L	141	701	41 %	41 %	41 %
Oulujärvi Paltaselkä	16,9	16,9	16,9	T	141	701	48 %	48 %	48 %
				L	91	451			

**Suositus:** Emäjoen alaosa Leppikosken voimalaitoksen alueella soveltuu vesiviljelyyn, joskin uudelle laitokselle voi olla vaikea löytää tilaa, sillä alue on runsaasti asuttua. Emäjoen alaosan kuormitus kohdistuu Oulujärven Paltaselkään, joka kestää hyvin kuormitusta. Emäjoen alaosan kuormituksessa tulee ottaa huomioon mahdolliset lisäkuormitukset Emäjoen yläosilla sekä Nuottijoella, Vuokkijärvellä ja Hossanjoella. (Kuva 20).

Emäjoen keskiosa Seitenoikean voimalaitoksen kohdalla soveltuu hyvin vesiviljelyyn. Seitenoikean yläosassa on harvaan asuttua aluetta. Kuormitus kohdistuu Ristijärveen, joka kestää hyvin simuloituja kuormituksia. Alueella voidaan ohjata tuotantoa nykyiseen laitokseen lähelle Hyrynsalmen keskustaa tai vaihtoehtoisesti uuteen laitokseen. Emäjoen keskiosan kuormituksessa tulee ottaa huomioon mahdolliset lisäkuormitukset Emäjoen yläosalla sekä Nuottijoella, Vuokkijärvellä ja Hossanjoella.

Emäjoen yläosa Aittokosken voimalaitoksen kohdalla soveltuu hyvin vesiviljelyyn. Alue on harvaan asuttua. Kuormitus kohdistuu Hyrynjärveen, joka kestää hyvin simuloituja kuormituksia. Emäjoen yläosan kuormituksessa tulee ottaa huomioon mahdolliset lisäkuormitukset Vuokkijärvellä ja Hossanjoella.



Kuva 20. Emäjoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituihin pisteisiin tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.2.3. Nuottijoki

Nuottijoki laskee Salmijärveen Hyrynsalmen kunnassa. Alueella on yksi kalankasvatuslaitos ja muita pistekuormittajia ei ole. Nuottijoen kosket ovat suosittuja virkistyskalastuskohteita. Emäjoen puolella on pistekuormittajina Hyrynsalmen jätevedenpuhdistamo ja kalankasvatuslaitos.

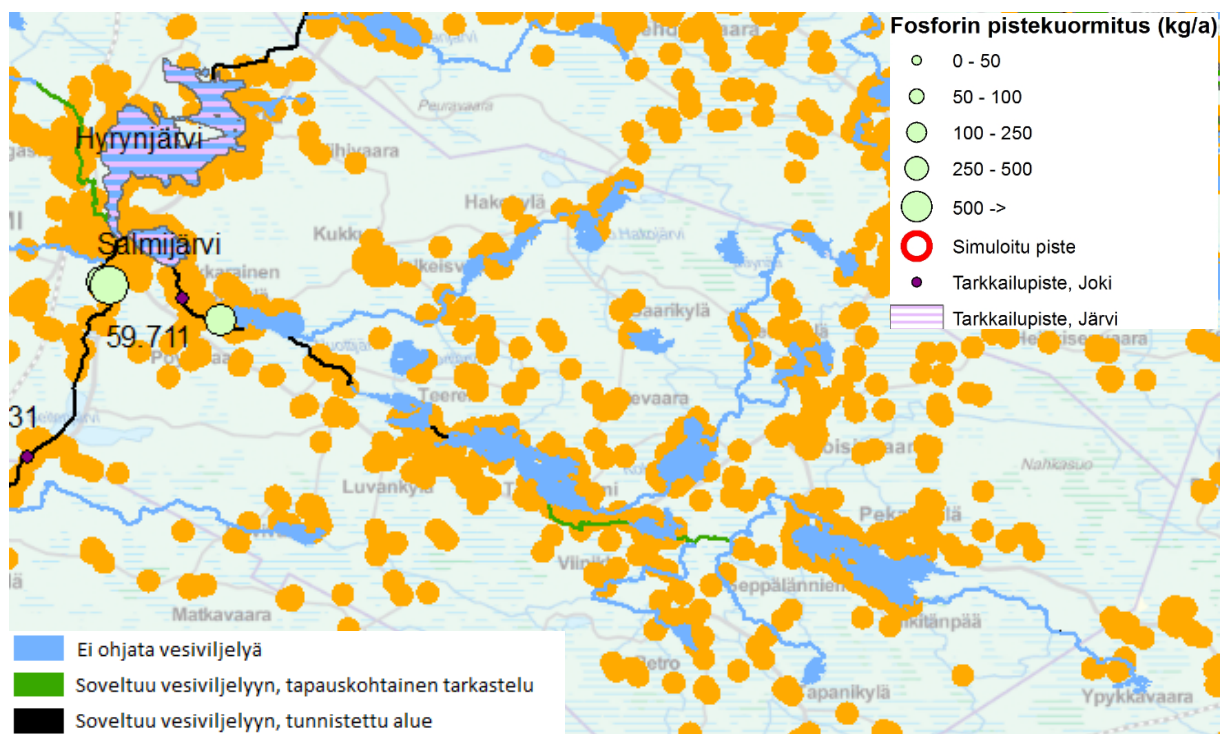
Nuottijoen fosforikuormitus on 6 543 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 3 % (202 kg) ja ihmistoiminnan osuus 42 % (2 741 kg). Simulointituloksen perusteella 157 kg:n lisäkuorma nosti Nuottijoen pisteen kasvukauden aikaista fosforipitoisuutta 13,3 % (2,2 µg/l). Salmijärven kasvukauden aikainen fosforikuormitus nousi 7,7 % (1,3 µg/l). Suuremmalla simulointikuormituksella Nuottijoen ja Salmijärven fosforipitoisuudet nousivat paljon (Taulukko 12).

Nuottijoen havaittu fosforipitoisuus on 15,3 µg/l ja simuloitu fosforipitoisuus 16,6 µg/l. Nuottijoki on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 20 µg/l. Salmijärven havaittu fosforipitoisuus on 17 µg/l ja simuloitu pitoisuus 16,8 µg/l. Salmijärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 18,0 µg/l.

**Taulukko 14.** Nuottijoen fosforisimuloinnin tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)			Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta		
	REF	157 kg	785 kg	T / L	157 kg	785 kg	REF	157 kg	785 kg
59.711	16,6	18,8	27,8	L	157	785	42 %	43 %	48 %
Salmijärvi	16,8	18,1	23,2	T	157	785	42 %	43 %	48 %
				L	150	750			
59.431	16,4	16,5	17,1	L	143	716	40 %	40 %	41 %
Ristijärvi	16,6	16,7	16,9	T	143	715	40 %	40 %	40 %
				L	141	706			
Iijärvi	17,3	17,4	17,5	T	141	706	40 %	41 %	41 %
				L	136	679			
59.412	17,5	17,5	17,5	L	135	674	41 %	41 %	41 %
Oulujärvi Paltaselkä	16,9	16,9	16,9	T	135	674	48 %	48 %	48 %
				L	89	442			

**Suositus:** Nuottijoki soveltuu hyvin pienimuotoiseen vesiviljelyyn. Alue on kuitenkin runsaasti asuttua ja jokialueen kosket ovat suosittuja virkistyskalastuskohteita, joten uudelle laitokselle ei välttämättä ole tilaa (Kuva 21). Tuotantoa voitaisiin keskittää nykyiseen laitokseen. Nuottijoen kuormitus kohdistuu Salmijärveen, joka kestää pientä lisäkuormitusta.



Kuva 21. Nuottijoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

## 6.2.4. Vuokkijärvi ja Vuokinjoki

Vuokkijärvi on erittäin voimakkaan säännöstelyn kohteena, jonka vuoksi alue voisi soveltua verkkoal-laskasvatukseen. Vuokkijärven lisäksi alueella on Alanteen-Parvajärvi ja Hietajärvi voimakkaasti muu-tettuja järviä. Alueella on yksi kalankasvatuslaitos Alanteenjärvessä ja muita pistekuormittajia ei ole.

Vuokinjoki laskee Vuokkijärveen idästä. Alueella ei ole pistekuormittajia ja alue on harvaan asut-tua.

Vuokkijärveen tuleva fosforikuormitus on 11 016 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 0 % (34 kg) ja ihmistoiminnan osuus 34 % (3 744 kg). Simulointituloksen perusteella 471 kg:n lisä-kuorma nosti Vuokkijärven pisteen kasvukauden aikaista fosforipitoisuutta 5,2 % (1,1 µg/l). Alanteen-Parvajärven kasvukauden aikainen fosforikuormitus nousi 3,4 % (0,7 µg/l) (Taulukko 15).

Vuokkijärven havaittu fosforipitoisuus on 20,0 µg/l ja simuloitu fosforipitoisuus 21,2 µg/l. Vuokkijärvi on fosforipitoisuuden osalta hyvässä luokassa ja tyydyttävän luokan raja on 25 µg/l.

**Taulukko 15.** Vuokkijärven fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukau-den fosforipitoisuus (µg/l)				Kuormitusmuutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonais-kuormituksesta			
	REF	157 kg	314 kg	471 kg	T / L	157 kg	314 kg	471 kg	REF	157 kg	314 kg	471 kg
Vuokkijärvi	21,2	21,7	21,9	22,3	T	157	314	471	34 %	35 %	36 %	37 %
					L	132	264	396				
Alanteen-Parvajärvi	20,5	20,7	21,0	21,2	T	132	264	396	36 %	37 %	38 %	39 %
					L	127	253	379				
Hietajärvi	19,5	19,8	20,0	20,2	T	127	253	379	36 %	37 %	38 %	39 %
					L	123	245	367				
59.611	10,6	10,7	10,7	10,7	L	122	241	362	39 %	39 %	40 %	40 %
Hyrynjärvi	15,8	15,8	15,9	15,9	T	122	241	362	39 %	39 %	39 %	39 %
					L	118	233	349				
59.431	16,4	16,4	16,5	16,5	L	117	232	348	40 %	40 %	40 %	40 %
Ristijärvi	16,6	16,6	16,6	16,6	T	116	231	347	40 %	40 %	40 %	40 %
					L	105	229	344				
Iijärvi	17,3	17,4	17,4	17,4	L	115	229	344	40 %	40 %	41 %	41 %
					T	112	223	334				
59.412	17,4	17,5	17,5	17,5	L	111	221	332	41 %	41 %	41 %	41 %
Oulujärvi Paltaselkä	16,9	16,9	16,9	17,0	T	111	221	332	48 %	48 %	48 %	48 %
					L	73	146	220				

Vuokinjoen fosforikuormitus on 2 299 kg vuodessa, josta ihmistoiminnan osuus on 32 % (728 kg). Simulointituloksen perusteella 157 kg:n lisäkuorma nosti Vuokinjoen pisteen kasvukauden aikaista fosforipitoisuutta 23,5 % (3,8 µg/l). Vuokkijärven kasvukauden aikainen fosforikuormitus nousi 2,4 % (0,5 µg/l) (Taulukko 16).

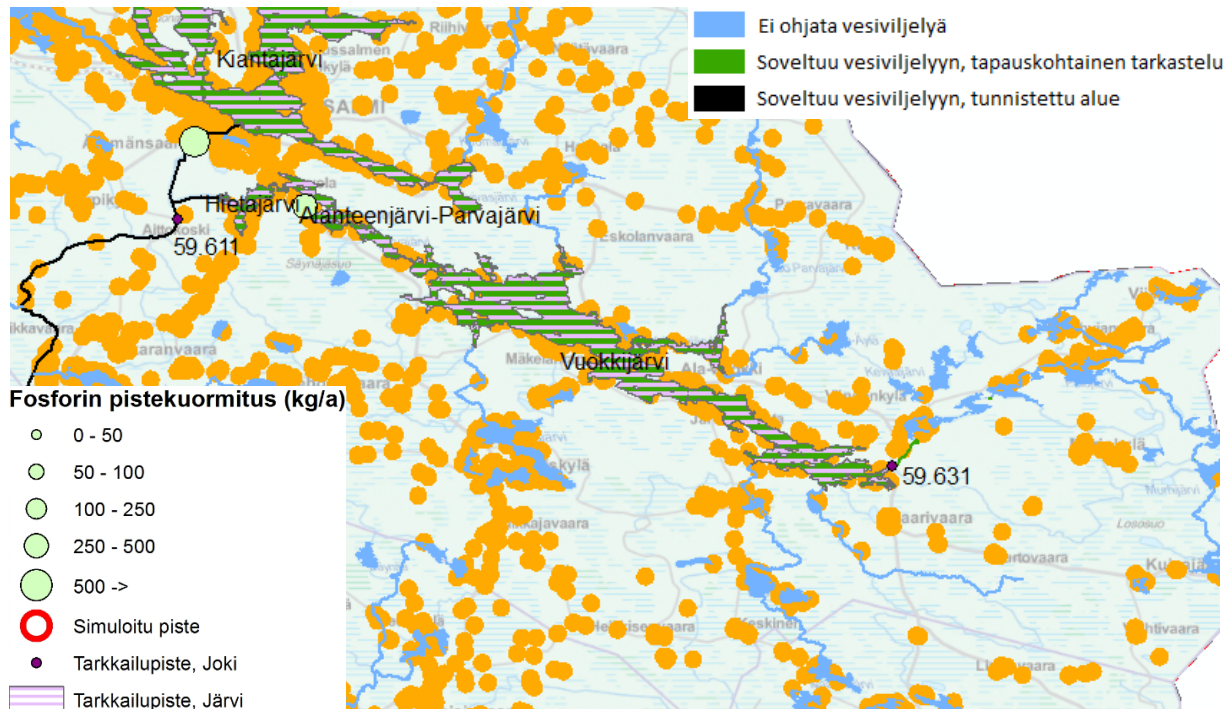
Vuokinjoen havaittu fosforipitoisuus on 15,0 µg/l ja simuloitu fosforipitoisuus 16,2 µg/l. Vuokinjoki on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 20 µg/l. Vuokkijärven havaittu fosforipitoisuus on 20 µg/l ja simuloitu pitoisuus 21,2 µg/l. Vuokkijärvi on fosforipitoisuuden osalta hyvässä luokassa ja tyydyttävän luokan raja on 25 µg/l.

**Taulukko 16.** Vuokinjoen fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvu- kauden fosforipitoisuus (µg/l)			Kuormitusmuutos			Ihmisen toiminnan osuus koko- naiskuormituksesta		
	REF	157 kg	785 kg	T / L	157 kg	785 kg	REF	157 kg	785 kg
<b>59.631</b>	16,2	20,0	35,5	L	157	785	32 %	36 %	49 %
<b>Vuokkijärvi</b>	21,2	21,7	23,1	T	157	785	34 %	35 %	39 %
				L	132	667			
<b>Alanteen-Parvajärvi</b>	20,5	20,7	21,8	T	132	667	36 %	37 %	40 %
				L	127	639			
<b>Hietajärvi</b>	19,5	19,8	20,7	T	127	639	36 %	37 %	40 %
				L	123	619			
<b>59.611</b>	10,6	10,7	10,9	L	121	609	39 %	39 %	41 %
<b>Hyrynjärvi</b>	15,8	15,8	16,0	T	121	609	39 %	39 %	40 %
				L	117	589			
<b>59.431</b>	16,4	16,4	16,6	L	116	586	40 %	40 %	41 %
<b>Ristijärvi</b>	16,6	16,6	16,6	T	116	585	40 %	40 %	40 %
				L	115	579			
<b>Iijärvi</b>	17,3	17,4	17,4	L	115	579	40 %	40 %	41 %
				T	112	560			
<b>59.412</b>	17,4	17,7	17,7	L	111	556	41 %	41 %	41 %
<b>Oulujärvi Paltaselkä</b>	16,9	16,9	16,9	T	111	556	48 %	48 %	48 %
				L	73	367			

**Suositus:** Vuokkijärvi soveltuu hyvin vesiviljelyyn, sillä se kestää hyvin lisäkuormitusta. Vuokkijärven rannat ovat suhteellisen vähän asuttuja (Kuva 22). Vuokkijärvi soveltuu nykytiedon mukaan verkkoal-laskasvatukseen mutta tuotantoa voitaisiin keskittää myös nykyiseen laitokseen Alanteenjärveen. Vuokkijärvestä voi ongelmaksi muodostua suuri vedenkorkeuden vaihtelu.

Vuokinjoki ei sovellu hyvin vesiviljelyyn, sillä alue on luontaisesti karua ja jo pienellä lisäkuormalla oli suuri vaikutus Vuokinjoen fosforipitoisuuteen. Jos lisäkuorma kohdistuu suoraan Vuokkijärveen, eikä jokialueelle, voi pienimuotoiseen vesiviljelyyn olla mahdollisuuksia. Vuokkijärvi kestää hyvin pientä lisäkuormitusta (Kuva 22).



Kuva 22. Vuokkijärven ja Vuokkijoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituihin pisteisiin tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.2.5. Hossanjoki

Hossanjoki on vapaana virtaava ja virkistyskalastajien suosiossa oleva joki. Hossanjoen keskiosassa on yksi kalankasvatuslaitos ja alaosassa toinen. Alueen muita pistekuormittajia on Hossanjärven yläpuolella oleva kalankasvatuslaitos ja suoraan Kiantajärveen vaikuttava Juntusrannan jätevedenpuhdistamo.

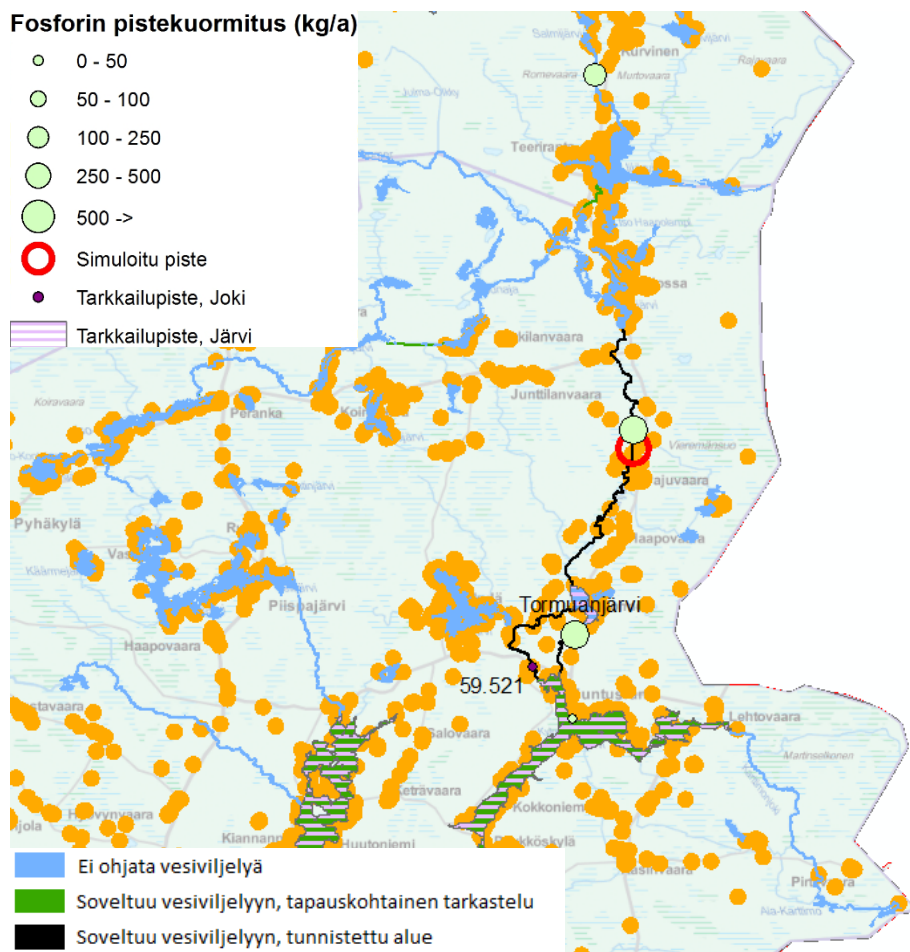
Hossanjoen simuloitun pisteen alapuolisessa Tormuanjärnessä fosforikuormitus on 7 404 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 1 % (111 kg) ja ihmistoiminnan osuus 32 % (2 374 kg). Simulointien perusteella 150 kg:n lisäkuorma nosti Tormuanjärven keskimääräistä kasvukauden fosforipitoisuutta 7,1 % (1 µg/l) ja Hossanjoen purkupisteellä 6,4 % (1 µg/l) (Taulukko 17).

Tormuanjärven havaittu fosforipitoisuus on 13,5 µg/l ja simuloitu 14,1 µg/l. Tormuanjärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 25 µg/l. Koko Hossanjoen havaittu fosforipitoisuus on 8,0 µg/l ja simuloitussa pisteessä 15,6 µg/l. Hossanjoki on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l. Kiantajärveen ei suurillakaan lisäkuormilla ollut suuria vaikutuksia.

**Taulukko 17.** Hossanjoen fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )				Kuormitusmuutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta			
	REF	150 kg	300 kg	451 kg	T / L	150 kg	300 kg	451 kg	REF	150 kg	300 kg	451 kg
Tormuanjärvi	14,1	15,1	16,0	17,0	T	150	300	451	32 %	33 %	35 %	36 %
					L	142	285	427				
59.521	15,6	16,6	17,5	18,5	L	142	283	425	37 %	38 %	39 %	40 %
Kiantajärvi	10,2	10,2	10,2	10,3	T	123	246	369	39 %	40 %	40 %	40 %
					L	55	111	166				
59.611	10,6	10,6	10,6	10,6	L	55	109	164	39 %	39 %	39 %	40 %
Hyrinjärvi	15,8	15,8	15,8	15,8	T	55	109	164	39 %	39 %	39 %	39 %
					L	53	106	158				
59.431	16,4	16,4	16,4	16,4	L	53	105	158	40 %	40 %	40 %	40 %

**Suositus:** Hossanjoki soveltuu hyvin vesiviljelyyn, sillä alapuoliset vesialueet kestävät hyvin pientä lisäkuormitusta. Virkistyskalastusluonteen takia tuotantoa tulisi keskittää nykyisiin laitoksiin, eikä uutta laitosta suositella rakennettavan (Kuva 23).



Kuva 23. Hossanjoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus.

### 6.2.6. Ontojoki ja Ontojärvi

Ontojoen alueella on kaksi voimalaitosta, Kallioisen voimalaitos ja Katerman voimalaitos. Ontojoen lähialueella on kaksi kalankasvatustilaa Ontojärven luusuassa. Ontojoen valuma-alueella on lisäksi pistekuormittajina 4 muuta kalankasvatustilaa sekä Kuhmon kaupungin jätevedenpuhdistamo ja Kuhmon saha. Ontojärvi on voimakkaan säännöstelyn kohteena.

Ontojoen pisteen (59.824) fosforikuormitus on 27 206 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 6 % (1 725 kg) ja ihmistoiminnan osuus 45 % (12 113 kg). Simulointien perusteella 334 kg:n lisäkuormitus nosti Ontojoen pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 12,5 % (2,0 µg/l) ja alapuolisella Iso-Kiimassa kasvukauden fosforipitoisuutta 3,0 % (0,5 µg/l) (Taulukko 18).

Ontojoki kuuluu Kajaaninjoki-Ontojoki vesimuodostumaan, jonka havaittu fosforipitoisuus on 14,0 µg/l ja simuloitu pitoisuus 16,0 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l. Iso-Kiimasan havaittu fosforipitoisuus on 17,0 µg/l ja simuloitu pitoisuus 16,7 µg/l. Iso-Kiimanen on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 18 µg/l.

**Taulukko 18.** Ontojoen fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Kuormitusmuutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta			
	REF	334 kg	491 kg	785 kg	T / L	334 kg	491 kg	785 kg	REF	334 kg	491 kg	785 kg
<b>59.824</b>	16,0	18,0	19,0	21,1	L	334	491	785	45 %	45 %	45 %	46 %
<b>Iso-Kiimanen</b>	16,7	17,2	17,5	18,0	T	314	471	766	46 %	46 %	47 %	47 %
					L	296	443	704				
<b>Pieni-Kiimanen</b>	17,5	18,0	18,2	18,7	T	296	443	705	47 %	47 %	47 %	48 %
					L	288	433	678				
<b>Pirttijärvi</b>	18,0	18,3	18,4	18,7	T	288	433	677	48 %	48 %	48 %	49 %
					L	280	419	657				
<b>Nuasjärvi</b>	16,9	17,0	17,0	17,1	T	280	419	656	50 %	51 %	51 %	51 %
					L	234	351	548				
<b>Oulujärvi Paltaselkä</b>	16,9	16,9	17,0	17,0	T	234	351	339	48 %	48 %	48 %	48 %
					L	155	232	293				
<b>Oulujärvi Niskaselkä</b>	13,9	13,9	13,9	13,9	T	68	103	171	51 %	51 %	51 %	51 %
					L	41	61	103				
<b>59.111</b>	18,0	18,0	18,0	18,1	L	40	60	101	54 %	54 %	54 %	54 %

Ontojärveen tuleva fosforikuormitus on 31 081 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 6 % (1 972 kg) ja ihmistoiminnan osuus 44 % (13 821 kg). Simulointien perusteella 785 kg:n lisäkuormitus nosti Ontojärven kasvukauden fosforipitoisuutta 3,1 % (0,5 µg/l) (Taulukko 19).

Ontojärven havaittu fosforipitoisuus on 13,0 µg/l ja simuloitu pitoisuus 16,0 µg/l. Ontojärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l.

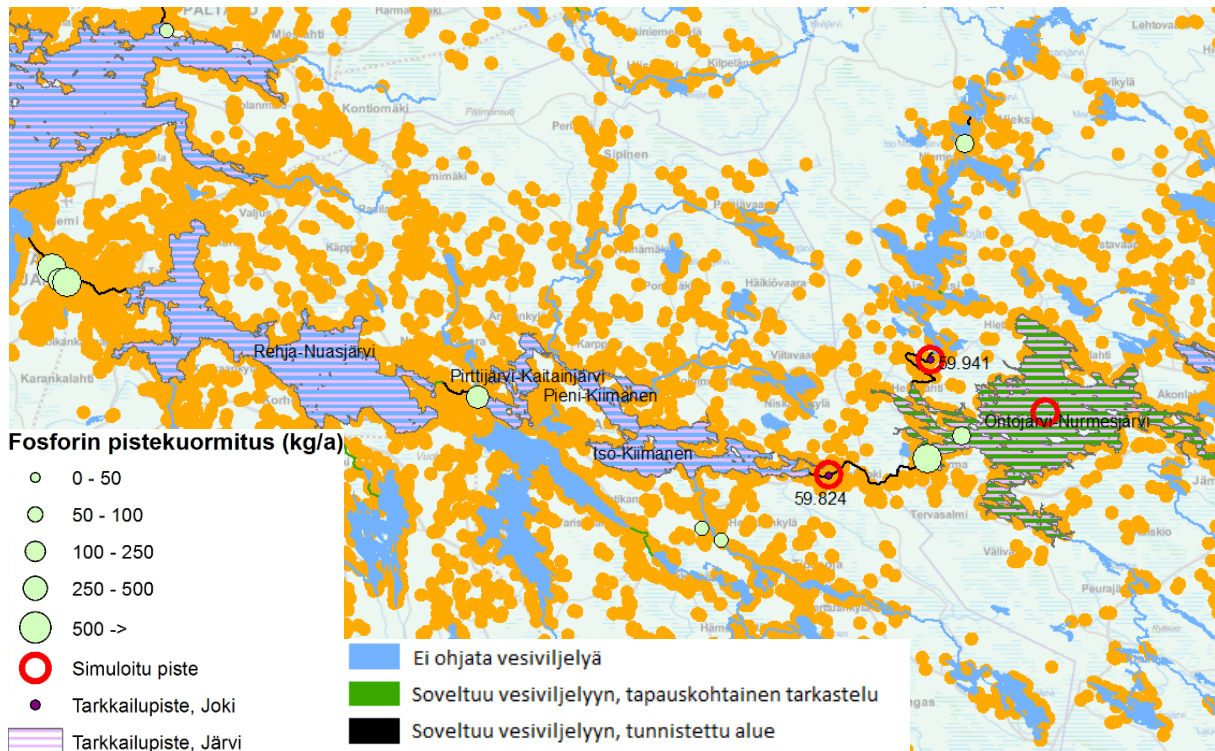


**Taulukko 19.** Ontojärven fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus				Kuormitusmuutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta			
	REF	334 kg	491 kg	785 kg	T / L	334 kg	491 kg	785 kg	REF	334 kg	491 kg	785 kg
<b>Ontojärvi</b>	16,0	16,2	16,3	16,5	T	314	471	785	44 %	45 %	45 %	46 %
					L	260	391	651				
<b>59.824</b>	16,0	16,2	16,3	16,5	L	279	409	649	45 %	45 %	45 %	46 %
<b>Iso-Kiimanen</b>	16,7	16,8	16,9	17,0	T	260	390	649	46 %	46 %	47 %	47 %
					L	249	373	622				
<b>Pieni-Kiimanen</b>	17,5	17,6	17,7	17,0	T	249	373	622	47 %	47 %	47 %	48 %
					L	250	374	624				
<b>Pirttijärvi</b>	18,0	18,1	18,1	18,2	T	250	374	624	48 %	48 %	48 %	49 %
					L	244	365	609				
<b>Nuasjärvi</b>	16,9	17,0	17,0	17,1	T	244	365	609	50 %	51 %	51 %	51 %
					L	209	314	522				
<b>Oulujärvi Paltaselkä</b>	16,9	16,9	17,0	17,0	T	209	314	523	48 %	48 %	48 %	48 %
					L	137	206	344				
<b>Oulujärvi Niskaselkä</b>	13,9	13,9	13,9	13,9	T	60	90	151	51 %	0 %	51 %	51 %
					L	36	54	91				
<b>59.111</b>	18,0	18,0	18,0	18,1	L	36	53	89	54 %	54 %	54 %	54 %

**Suositus:** Ontojoki soveltuu vesiviljelyyn, sillä alapuoliset järvet kestävät hyvin kuormitusta. Alueen ongelma on epätasaiset virtaamaolosuhteet, sillä voimalaitokset voivat olla suljettuina useita päiviä peräjälkeen. Tällöin kuormitus ei pääse laimenemaan ja voi aiheuttaa lähialueella haittoja.

Ontojärvi soveltuu hyvin vesiviljelyyn. Simulointien perusteella Ontojärvi ja alapuoliset kohteet kestävät hyvin lisäkuormitusta. Nykyisten laitosten kuormitus kohdistuu pistemäisesti suoraan Ontojärven luusuaan, jossa voi ajoittain aiheutua haittaa patoluukkujen ollessa suljettuina (Kuva 24). Mahdollisen lisäkuormituksen olisi parempi jakautua laajemmalle alueelle Ontojärveen, jotta välttyttäisiin suurilta pistemäisiltä haitoilta.



Kuva 24. Ontojoen alueen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus

### 6.2.7. Vieksinjoki

Vieksinjoki laskee Ontojärveen lähelle Ontojärven luusuaa. Vieksinjoen valuma-alueen yläosassa Kellojärven virransalmessa on kalankasvatuslaitos ja muita pistekuormittajia alueella ei ole. Vieksinjoen kosket, Konapinkoski ja Hiidenkoski ovat virkistyskalastuskohteita.

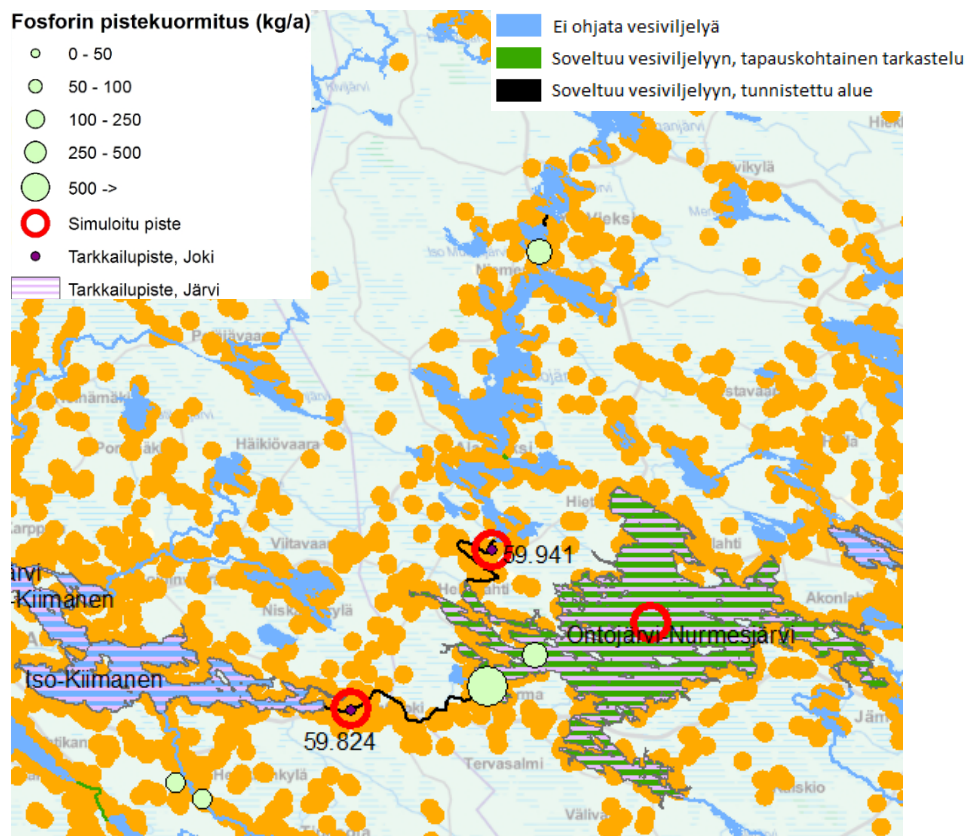
Vieksinjoen pisteen (59.941) fosforikuormitus on 3 441 kg vuodessa, josta pistekuormituksen osuus on 2 % (82 kg) ja ihmistoiminnan osuus 41 % (1 415 kg). Simuloinnin perusteella 157 kg:n lisäkuormitus nosti Vieksinjoen pisteen kasvukauden fosforipitoisuutta 18,5 % (2,8 µg/l) ja alapuolisella Ontojärvellä kasvukauden fosforipitoisuutta 0,6 % (0,1 µg/l) (Taulukko 20).

Vieksinjoki kuuluu Vuosanganjoki-Kuusamonjoki-Konttijoki-Lapinjoki vesimuodostumaan, jonka havaittu fosforipitoisuus on 13,0 µg/l ja simuloitun pisteen pitoisuus 15,1 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 20 µg/l. Ontojärven havaittu fosforipitoisuus on 13,0 µg/l ja simuloitu pitoisuus 16,0 µg/l. Ontojärvi on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 15 µg/l.

**Taulukko 20.** Vieksinjoen fosforisimuloinnin tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvu- kauden fosforipitoisuus ( $\mu\text{g/l}$ )		Kuormitusmuutos		Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta	
	REF	157 kg	T / L	157 kg	REF	157 kg
<b>59.941</b>	15,1	17,9	L	157	41 %	44 %
<b>Ontojärvi</b>	16,0	16,1	T	157	44 %	45 %
			L	130		
<b>59.824</b>	16,0	16,1	L	130	45 %	45 %
<b>Iso-Kiimanan</b>	16,6	16,9	T	130	46 %	46 %
			L	124		
<b>Pieni-Kiimanan</b>	17,5	17,5	T	124	47 %	47 %
			L	125		
<b>Pirttijärvi</b>	18,0	18,0	T	125	48 %	48 %
			L	122		
<b>Nuasjärvi</b>	16,9	16,9	T	122	50 %	50 %
			L	104		

**Suositus:** Vieksinjoki soveltuu vain pienimuotoiseen vesiviljelyyn, sillä jokialue on luontaisesti karua ja jo pienellä lisäkuormituksella oli vaikutusta Vieksinjoen fosforipitoisuuteen. Vieksinjoki on kuitenkin tiheästi asuttua ja alueen kosket ovat virkistyskalastuskäytössä, joten uudelle laitokselle voi olla vaikeaa löytää paikkaa. Tuotantoa voitaisiin myös keskittää Kellojärnessä olevaan laitokseen.



Kuva 25. Vieksinjoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus

## 6.2.8. Saunajoki

Saunajoki laskee Kuhmon itäosassa Lammasjärveen. Saunajokeen yhdistyy Kesselinjoki ja Kiekinjoki ja jokialueella on lukuisia virkistyskalastuskäytössä olevia koskia. Alueella ei ole pistekuormittajia ja alue on harvaan asuttua seutua.

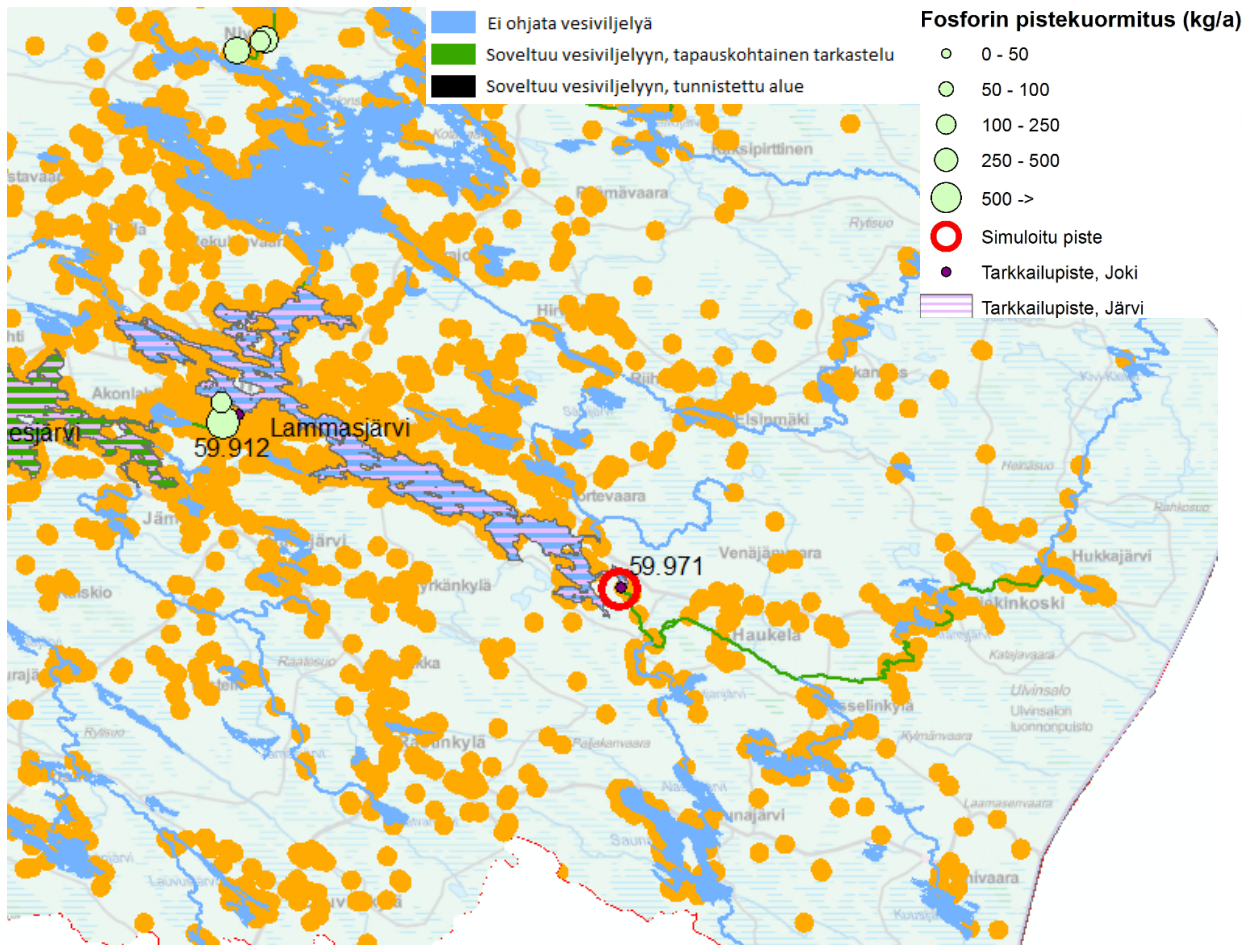
Saunajoen simuloitun pisteen fosforikuormitus on 5 763 kg vuodessa, josta ihmistoiminna osuus on 28 % (1 615 kg). Simulointien perusteella jo 157 kg:n lisäkuorma nosti simuloitun pisteen keskimääräistä kasvukauden fosforipitoisuutta 15,9 % (2,7 µg/l). Lammasjärveen ei lisäkuormalla ollut suuria vaikutuksia (Taulukko 21).

Saunajoki kuuluu Saunajoki-Kiekinjoki-Kaita-Kiekinjoen vesimuodostumaan, jonka havaittu fosforipitoisuus on 16,0 µg/l ja simuloitun pisteen pitoisuus 17,0 µg/l. Jokialue on fosforipitoisuuden osalta erinomaisessa ekologisessa luokassa ja hyvän luokan raja on 20 µg/l. Lammasjärven havaittu fosforipitoisuus on 17,0 µg/l ja simuloitu pitoisuus 14,4 µg/l. Lammasjärvi on fosforipitoisuuden osalta hyvässä ekologisessa luokassa ja tyydyttävän luokan raja on 25 µg/l.

**Taulukko 21.** Saunajoen fosforisimulointien tulokset. REF on nykyinen mallinnustulos ilman lisäkuormia. T/L on järvestä tulevan (T) tai lähtevän (L) fosforikuormituksen muutos.

Paikka	Keskimääräinen kasvukauden fosforipitoisuus (µg/l)				Kuormitusmuutos				Ihmisen toiminnan osuus kokonaiskuormituksesta			
	REF	157 kg	314 kg	471 kg	T / L	157 kg	314 kg	471 kg	REF	157 kg	314 kg	471 kg
<b>59.971</b>	17,0	19,7	22,5	25,2	L	157	314	471	28 %	30 %	32 %	33 %
<b>Lammasjärvi</b>	14,4	14,6	14,9	15,1	T	157	314	471	39 %	40 %	40 %	41 %
					L	137	273	409				
<b>59.912</b>	14,4	14,6	14,9	15,1	L	137	273	409	39 %	40 %	40 %	41 %
<b>Ontojärvi</b>	16,0	16,1	16,1	16,2	T	137	273	409	44 %	45 %	45 %	45 %
					L	114	228	342				

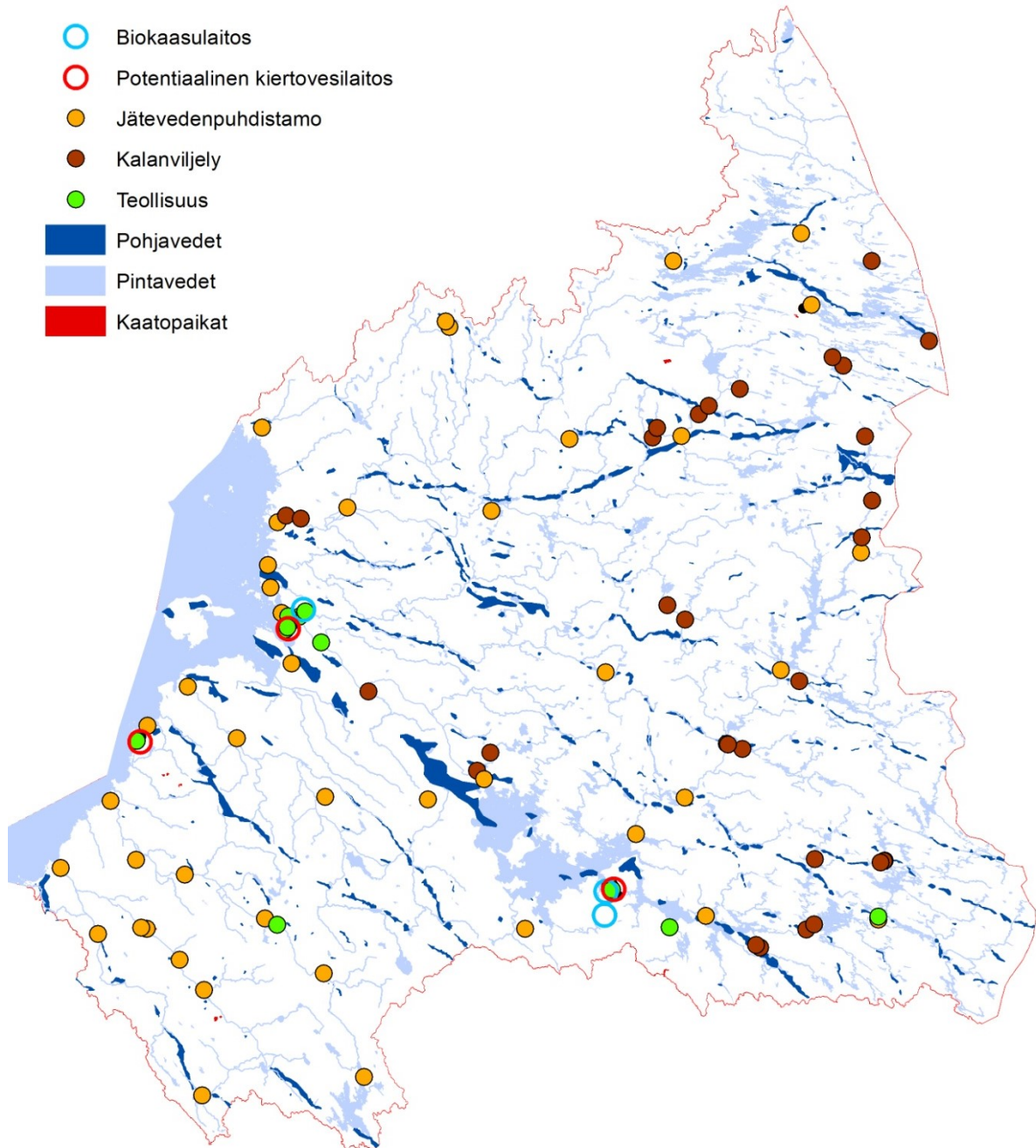
**Suositus:** Saunajoki ei sovellu hyvin vesiviljelyyn, sillä alue on luontaisesti karua ja jo pienellä lisäkuormalla oli suuri vaikutus Saunajoen fosforipitoisuuteen. Jos lisäkuorma kohdistuu suoraan Lammasjärveen, eikä jokialueelle, voi pienimuotoiseen vesiviljelyyn olla mahdollisuuksia. Lammasjärvi kestää hyvin pientä lisäkuormitusta (Kuva 26).



Kuva 26. Saunajoen pistekuormitus, simuloinnin tarkkailupisteet ja asuinrakennusten 500 metrin vyöhykkeet. Simuloituun pisteeseen tehtiin Suomen ympäristökeskuksen toimesta fosforin sietokyvyn mallinnus

## 6.3. Kiertovesilaitokset

Karttatarkastelulla ja alueen teollisuuslaitosten sijainnin tarkastelulla löydettiin 3 teollisuusaluetta, joille voisi mahdollisesti sijoittaa kiertovesilaitoksen (Kuva 27). Näiltä alueilta haastateltiin puhelimitse ja sähköpostilla synergiamahdollisuuksista vesiviljelyn osalta. Hankealueella on lisäksi kolmella kaatopaikalla biokaasun talteenottoa.



Kuva 27. Hankealueen potentiaaliset kiertovesiviljelyyn soveltuvat paikat, pinta- ja pohjavedet, alueen teollisuus sekä kaatopaikat ja jätevedenpuhdistamot.

### 6.3.1. Teollisuusalueet

#### Kajaani, Renforsin ranta

Renforsin ranta on Kajaanin keskustan lähellä oleva yritysalue, joka on perustettu UPM:n Kajaanin paperitehtaan entisiin tiloihin. Alue sijaitsee Kajaaninjoen vieressä lähellä Oulujärveä, joten vettä

tuotannon tarpeisiin on saatavilla. Alueella oleva Kainuun voiman höyryvoimalaitos tuottaa yritysalueelle prosessihöyryn, kaukolämpöä ja sähköä. Paperitehtaan ollessa toiminnassa, tehtaan prosessivedet puhdistetaan alueella olevassa jätevedenpuhdistamossa, joka ei ole enää käytössä. Yritysalueella on vapaana hallitilaa teollisuudelle. Alue sijaitsee Kajaanin keskustan lähellä, joten potentiaalinen markkina-alue on lähellä, kuten myös hyvät liikenneyhteydet.

Haastattelun perusteella Renforsin rannan alueelle on jo ollut kiinnostusta kiertovesilaitoksen perustamiseen. Tekniset suunnitelmat laitoksen perustamiseen ovat jo pitkälti olemassa mutta hanke odottaa käynnistymistään.

## Raahe

Raahessa sijaitsee Rautaruukin suuri terästehdas. Vuonna 2013 tehtaan vuotuinen energiankulutus oli 10,9 TWh. Tehdasalueella sijaitsee lisäksi Raahen voiman voimalaitos, joka tuottaa osan tehtaan tarvitsemasta energiasta. Raahen tehtaan prosesseissa syntyvä lämpö ja höyry hyödynnetään nykyisellään sähköntuotantoon ja lämmitykseen. Vuonna 2013 tehdas möi kaukolämpöä 183 000 MWh Raahen kaupungille. Tehdas sijaitsee meren rannalla, eikä välittömässä läheisyydessä ole suuria jokia. Terästehtaan makean veden saanti on turvattu Pattijoesta johtamalla Haapajärven tekojärven kautta Kuljunlahden makean veden altaaseen. Suurin osa makeasta vedestä käytetään jäähdytysvetenä. Osa vedestä puhdistetaan ja kierrätetään uudelleen. Tehdasalueella on myös jätteiden läjitysalueita, jonne tehtaan prosesseissa syntyviä lietteitä läjitetään. (Rautaruukki Oyj 2014).

Tehtaalta ei tavoitettu henkilöstöä kommentoimaan kiertovesiviljelyyn liittyviä asioita.

## Oulu, Nuottasaari

Oulun Nuottasaarella toimii Stora Enson sellu- ja paperitehdas. Alue sijaitsee Oulujoen suistossa meren rannalla. Tehdasalueella on myös voimalaitos sekä biologinen ja kemiallinen jätevedenpuhdistamo. Voimalaitoksen teho on 105 MW.

Tehdasalueen voimalaitos ei riitä nykyisellään edes tehtaan omaan käyttöön mutta hukkalämmön käyttömahdollisuuksia on olemassa. Tehtaalle on saatavilla pintavettä ja tehtaan aktiivilietelaitoksen käyttömahdollisuus riippuu jäteveden laadusta ja määrästä.

## Muita teollisuusalueita

Oulun Laanilassa on teollisuuskeskittymä, jossa toimii mm. entisen Kemiran muurahaishappotehdas, Oulun ekovoimalaitos sekä alueen läheisyydessä Ruskon kaatopaikka. Alue sijaitsee Oulujoen vieressä. Ekovoimalaitos käyttää polttoaineenaan jätteitä ja tuottaa prosessihöyryä, sähköä ja kaukolämpöä Oulun tarpeisiin. Lisäksi Pohjolan Voiman Laanilan voimalaitos tuottaa alueella sähköä (19 MW) ja lämpöä (135 MW) muurahaishappotehtaalle ja Oulun kaupungille. Alue ei ole yhden toimijan hallinnassa, joten mahdolliset synergiaedut vaativat useamman toimijan keskinäisen yhteistyön.

Haapaveden taajaman läheisyydessä on pieni teollisuusalue, jossa sijaitsee Valion tehdas. Alue sijaitsee Pyhäjoen vieressä. Tehdasalueella Adven Oy tuottaa Valiolle kaukolämpöä. Alueen lähellä on myös Kanteleen Voiman voimalaitos, jonka vuosittainen energiantuotto oli vuonna 2013 193 GWh. Valion tehtaan jätevedet johdetaan Haapaveden kunnan jätevedenpuhdistamoon ja tehtaan jäähdytysvedet Haapajärveen.

Kuhmon Pajakkasuo teollisuusalueella on Kuhmon Lämpö Oy:n Lämpölaitos sekä Kuhmo Oy:n saha. Alue sijaitsee Lammasjärven rannalla. Sahan käyttämät vedet johdetaan tasaus- ja selkeytysaltaan läpi Lammasjärveen.

### 6.3.2. Kaatopaikat

Kiinteitä biokaasulaitoksia yhdyskuntajätteen käsittelyyn on hankealueella kolmella kaatopaikalla (Taulukko 22). Kaatopaikoilla syntyvää biokaasua voitaisiin hyödyntää kiertovesilaitoksen sähkön- ja lämmöntuotossa.

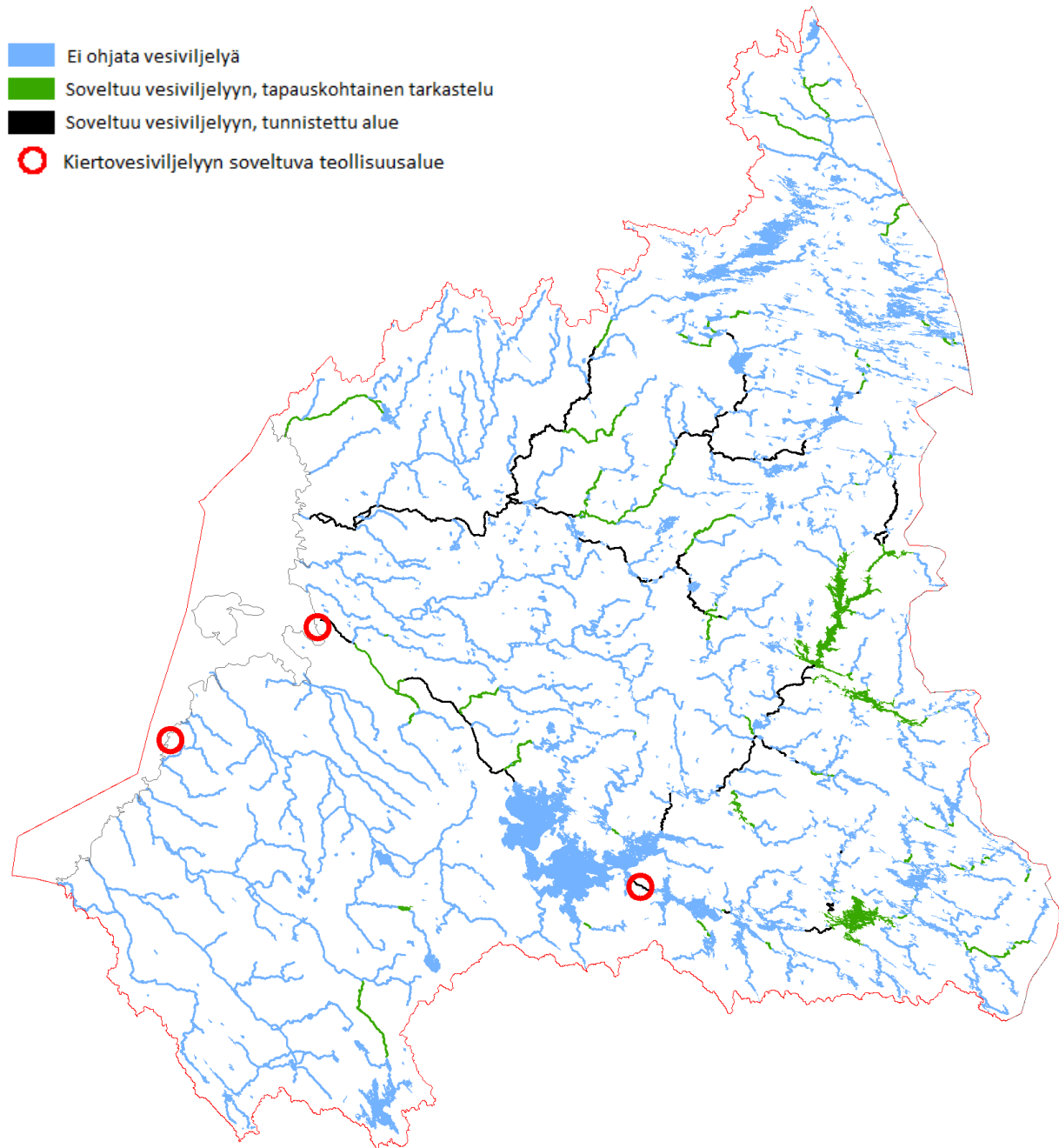
**Taulukko 22.** Hankealueen kaatopaikkojen biokaasulaitokset ja niiden metaanin tuotto ja hyödyntäminen (Huttunen & Kuittinen 2014).

	Tuotto (1000 m <sup>3</sup> )	Hyödyntäminen (1000 m <sup>3</sup> )	Sähköntuotto (MWh)	Lämmöntuotto (MWh)	CH <sub>4</sub> %
<b>Kajaani, Majasaarenkangas</b>	1000	45		201	50
<b>Kajaani, UPM</b>	200				34
<b>Oulu, Rusko</b>	5600	5600	1460	22 780	49

### 6.4. Yhteenveto

Hankealueelta kartoitettiin 17 vesiviljelyyn soveltuvaa jokikohdetta ja 2 järvikohdetta (Kuva 28). Tämän lisäksi kolme teollisuusaluetta sopivat kiertovesiviljelyyn. Kartoitetuissa joki- ja järvikohteissa on nykyisellään 18 kalankasvatustilaa.





Kuva 28. Oulujoen-lijoen vesienhoitoalueen vesiviljelyn sijainninhjaus sisävesillä.

## 7. Suunnitelman vaikutukset

### 7.1. Oikeusvaikutukset

Tällä vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelmalla ei ole lakiin perustuvaa oikeudellista vaikutusta. Vesiviljelyn lupaharkinta tehdään jatkossakin hankekohtaisesti ympäristölupamenettelyssä. Tämä suunnitelma ei edellytä nykyisiä yrittäjiä siirtämään tai keskittämään laitoksia suunnitelmassa esitettyihin kohteisiin. Suunnitelmassa esitettyihin kohteisiin ei myöskään taata myönnettävän ympäristölupia, vaan jokaisen uuden laitoksen on käytävä normaali ympäristölupamenettely. Myöskään olemassa olevien laitosten tuotantolupien määrän ei taata nousevan, vaan asiaa varten on käytävä normaali ympäristölupamenettely.

Sijainninhjaussuunnitelman tarkoitus on helpottaa ympäristölupahaun onnistumista. Suunnitelmassa on pyritty tarkastelemaan ympäristölupahaun onnistumiseen liittyviä asioita kategorisesti. Sijainninhjaussuunnitelma ei myöskään estä yrittäjiä hakemasta lupia suunnitelmassa esitettyjen alueiden ulkopuolelle.

### 7.2. Ympäristövaikutukset

Sijainninhjaussuunnitelmassa on tarkasteltu vesistöjen fosforikuormituksen sietokykyä SYKE:n vesistömallijärjestelmän avulla. Fosforisimulointien avulla on voitu arvioida, kuinka paljon tiettyssä pisteessä voidaan lisätä kuormitusta, jotta ympäristövaikutukset alapuolisiin kohteisiin jäävät pieniksi.

Suunnitelmassa on esitetty alueita, jonne kuormitusta voidaan lisätä siten, että alapuolisten vesialueiden ominaisuudet sen kestävät. Suunnitelman avulla voidaan arvioida kuormitus siten, että vesistöjen ekologinen tila ei heikkene millään alueella. Hankealueella on vain kolme vesiviljelylaitosta, joiden kuormitus kohdistuu suoraan hyvää huonommassa tilassa oleviin kohteisiin. Mikäli näiden laitosten tuotantoa siirretään suunnitelmassa esitettyihin kohteisiin tai vesiensuojelutoimenpiteitä tehostetaan, voidaan jopa odottaa vesien ekologisen tilan paranevan hankealueella.

### 7.3. Taloudelliset vaikutukset

Suunnitelmassa on esitetty, että hankealueella voitaisiin kasvattaa vesiviljelyn tuotantoa usealla alueella. Esimerkkinä hyvin maltillisella 1000 kg lisäkuormituksella Perämereen sekä lijoella, että Oulujoen, voisi kasvattaa kalaa perinteisillä menetelmillä nykyisellä ominaiskuormituksella (5,5 g P/kg) laskettuna 360 000 kg. Tavoitteellisella ominaiskuormituksella (4 g P/kg) laskettuna lisätuotanto voisi olla 500 000 kg. Tämän lisäksi alueella on hyvät mahdollisuudet kiertovesiviljelyn käyttöönottoon. Perinteisten kasvatustapojen kautta lisätuotannon suora arvo 360 000 kg lisätuotannolla voisi olla noin 1,5 miljoonaa euroa (4,1 €/kg) ja työllisyysvaikutus noin 9 htv. Tämän lisäksi lisätuotannosta tulee epäsuoria kerrannaisvaikutuksia.

## Viitteet

- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela T., Vehanen, T. ja Vuori, K-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012-2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. 144 s.
- Basu, B.K. ja Pick, F.R. 1996. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers. *Limnol Oceanogr.* 7: 1572-1577.
- Euroopan Komissio. 2013. Komission tiedonanto Euroopan Parlamentille, Neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. COM(2013) 229. Brysseli. 13 s.
- FAO. 2007. The state of world fisheries and aquaculture. Rooma. 180 s.
- FAO. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. Rooma. 223 s.
- FAO. 2015. FAOSTAT. <http://faostat3.fao.org/home/E>. Luettu 29.7.2015
- Huttunen, M. ja Kuittinen, V. 2014. Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 17. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and studies in forestry and natural sciences No 19. Joensuu. 58 s.
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Sondergaard, M., Lauridsen, T. ja Landkildehus, F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biol.* 45: 201-18.
- Laine, A. 2015. Ehdotus Oulujoen-Iljoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmaksi 2016-2021. – kuulemisasiakirja. 203 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö ja Ympäristöministeriö. 2014. Kansallinen vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma. Helsinki. 47 s.
- Pietiläinen, O-P. 1997. Agricultural phosphorus load and phosphorus as a limiting factor for algal growth in Finnish lakes and rivers teoksessa Phosphorus loss from soil to water toim. Tunney, H., Carton, O.T., Brookes, P.C. ja Johnston, A.E. Cab International, Wallingford. 354-356.
- Savolainen, R. 2009. Riista- ja kalatalous. Tilastoja, nro 5, 2010. 26 s.
- Savolainen, R. 2010. Riista- ja kalatalous. Tilastoja, nro 5, 2011. 26 s.
- Savolainen, R. 2011. Riista- ja kalatalous. Tilastoja, nro 6, 2012. 26 s.
- Savolainen, R. 2012. Riista- ja kalatalous. Tilastoja, nro 5/201, 2013. 30 s.
- Savolainen, R. 2013. Riista- ja kalatalous. Tilastoja, nro 5, 2014. 28 s.
- Setälä, J., Kankainen, M., Suomela, J. ja Tarkki, V. 2014. Vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelman ympäristöselostus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen työraportteja 24/2014. 75 s.
- Silvenius, F., Mäkinen, T., Grönroos, J., Kurppa, S., Tahvonen, R., Kankainen, M., Vielma, J., Silvenoinen K., Setälä, J., Kausteli S. ja Hartikainen, H. 2012. Kirjolohen kasvatuksen ympäristövaikutukset. MTT Raportti 48. 49 s.
- Suomen biotalousstrategia. [https://www.tem.fi/files/39784/Suomen\\_biotalousstrategia.pdf](https://www.tem.fi/files/39784/Suomen_biotalousstrategia.pdf). Luettu 29.7.2015
- Tuomainen, M. ja Mölsä, H. 2011. Vesiviljelyn sijainninhjaus Itä-Suomessa. 32 s.
- Vesiviljelystrategia 2022. 2014. Valtioneuvoston periaatepäätös. Maa- ja metsätalousministeriö. [http://www.mmm.fi/attachments/kalariistajaprot/SUQ370Mw9/Vesiviljelystrategia\\_2022\\_3.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/kalariistajaprot/SUQ370Mw9/Vesiviljelystrategia_2022_3.pdf). Luettu 29.7.2015
- Yang, L., Zhao, X., ja Peng, S. 2015. Integration of Bayesian analysis for eutrophication prediction and assessment in a landscape lake. *Environ Monit Assess* 187: 4169
- Ympäristöministeriö. 2013. Kalankasvatuksen ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2013. 75 s.



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000