

# Pintavesien kuormitusarviointi ja vesiensuojelurakenteiden sijoittuminen

Hauksuonnevan tuuli- ja aurinkovoimahanke

wpd Suomi Oy



## Muutosluettelo

| Versio | Päiväys | Muutoksen kuvaus                 | Tarkastettu | Hyväksyjä |
|--------|---------|----------------------------------|-------------|-----------|
| 1      | 7.8.    | Vähäisiä lisäyksiä               | JT          | JT        |
| 2      | 17.9.   | Kuvalisäyksiä, tekstin muutoksia |             |           |
|        |         |                                  |             |           |

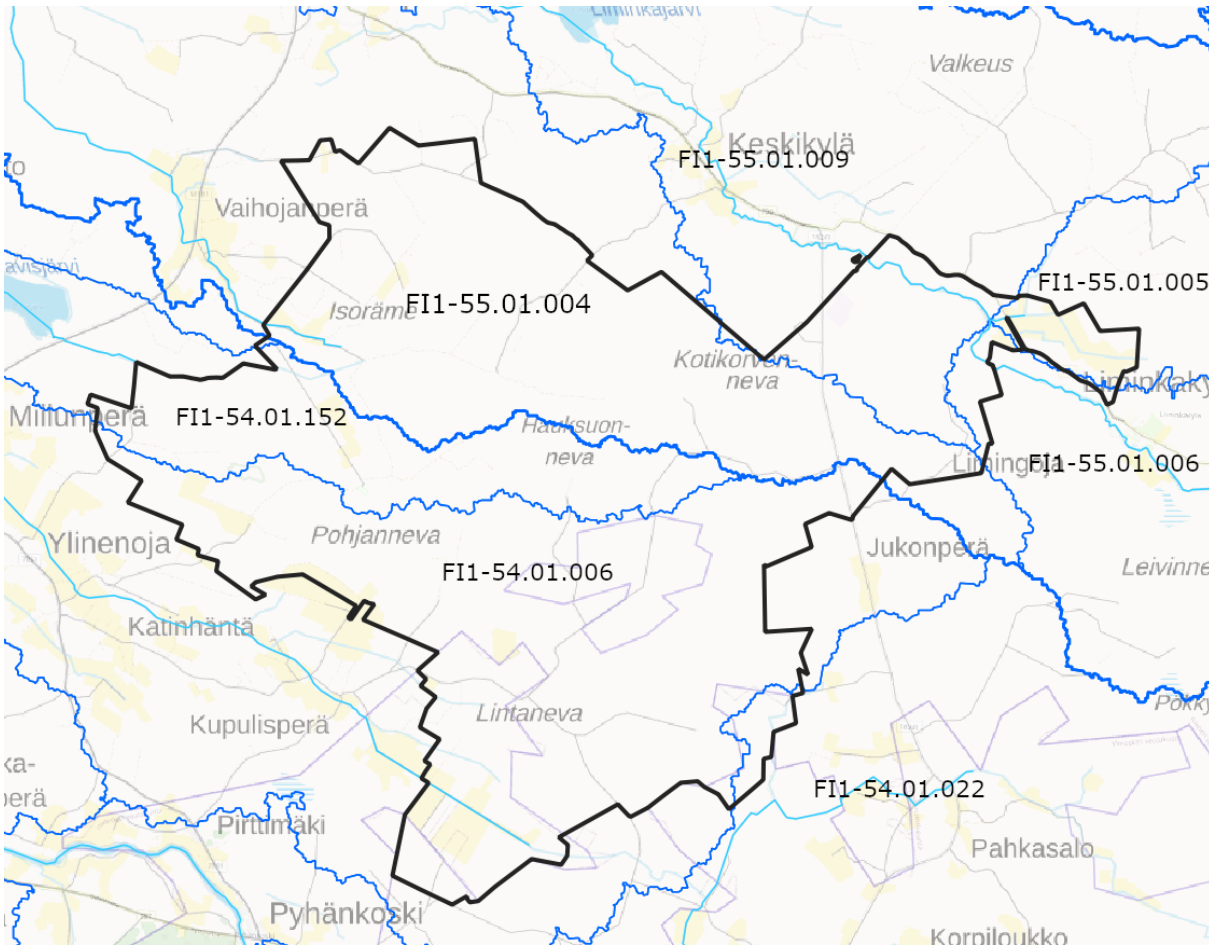
|     |                                                                      |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Johdanto .....                                                       | 4  |
| 2   | Valuma-alueiden kuvaus .....                                         | 4  |
| 3   | Kuormituksen mallinnus .....                                         | 7  |
| 4   | Vesiensuojelurakenteiden sijoittuminen .....                         | 8  |
| 4.1 | Rakenteet .....                                                      | 9  |
| 4.2 | Oravisjärven/Niitto-ojan valuma-alueelle sijoittuvat rakenteet ..... | 10 |
| 4.3 | Vaihojan valuma-alueelle sijoittuvat rakenteet .....                 | 14 |
| 4.4 | Lampinnevanon valuma-alueelle sijoittuvat rakenteet .....            | 16 |
| 5   | Vaihtoehtojen vertailu .....                                         | 20 |
| 6   | Suositukset .....                                                    | 24 |
| 7   | Kirjallisuus .....                                                   | 25 |

# 1 Johdanto

Tämä raportti käsittelee Hauksuonnevan tuuli- ja aurinkovoimahankkeesta aiheutuvaa vesistökuormitusta ja hallintarakenteiden sijoittelua. Raportin tuloksia voidaan hyödyntää soveltuvien vesienhallintarakenteiden sijainnin ohjaukseen. Kuormitusta arvioitiin suunnittelutiedon ja valuma-alueaineistojen avulla. Tarkoituksena oli selvittää, mille ojareiteille kuormitusta todennäköisesti eniten aiheutuu ja mitkä aiemmin soveltuviksi esitetyt vesiensuojelurakenteet olisivat tehokkaimpia kuormituksen vähentämisessä. Valuma-alueiden tarkasteluun käytettiin ScalgoLIVE ohjelmistoa, jolla valuma-alueet rajattiin. Kuormituksen määrää rakennettaviksi suunnitelluilta alueilta arvioitiin RUSLE-mallin (eroosiomalli) ja kirjallisuuden perusteella. Rakenteiden alustavan sijoituspaikkatarkastelun teki Pyhäjoen vesistö ry (Sauvula 2025). Erityistä huomiota kiinnitettiin siihen, miten vesiensuojelurakenteilla pystyttäisiin hallitsemaan Oravisjärveen suuntautuvaa kuormitusta.

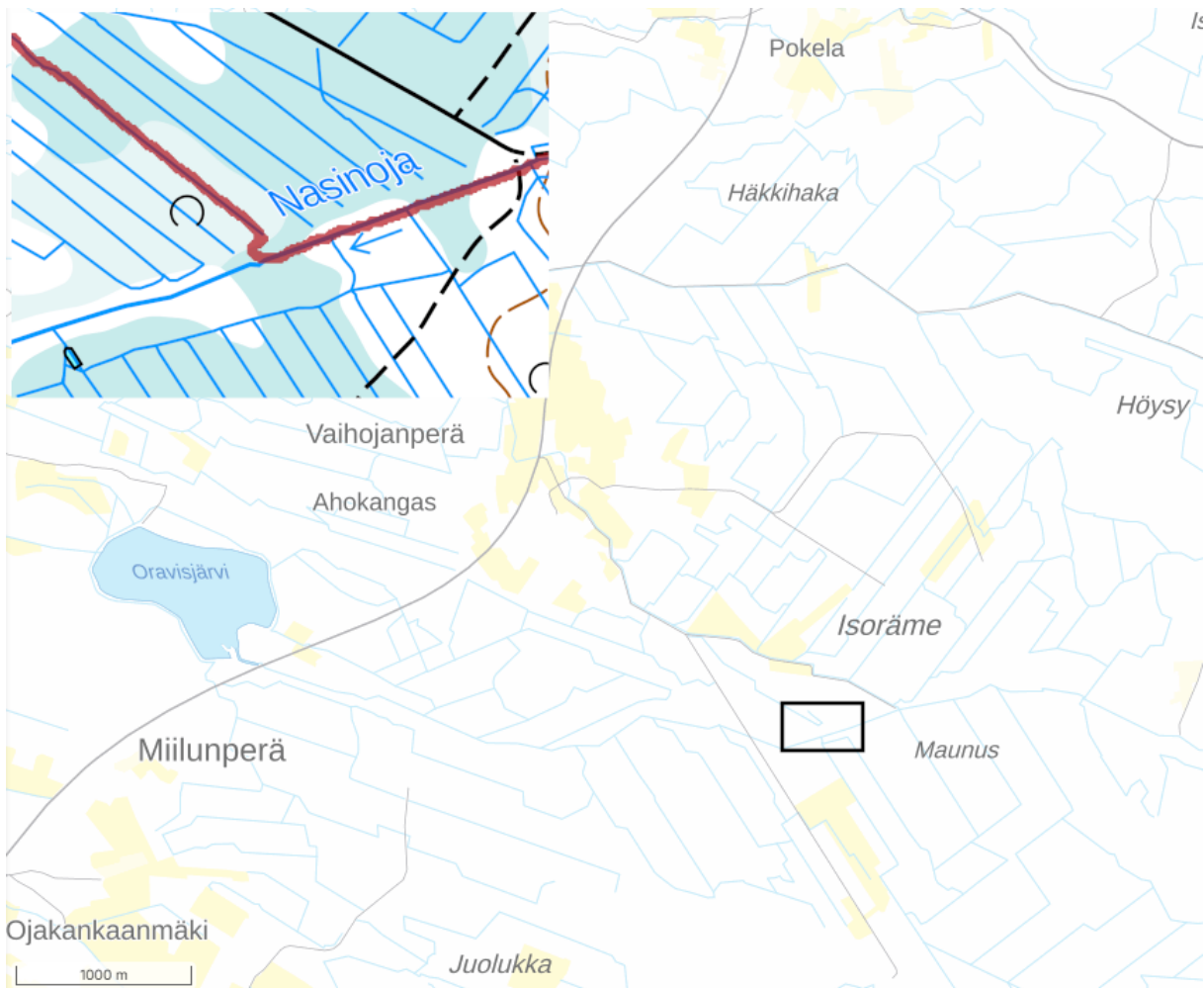
# 2 Valuma-alueiden kuvaus

Hankealue sijoittuu Liminkaojan (55) ja Pyhäjoen vesistöalueille (kuva 1). Hankealueen pohjoisosassa (valuma-alue FI1-55.01.004) vedet valuvat pääasiassa Tervaojan Vaihojaa myöten Tervaojaan ja edelleen Liminkaojaan. Pieneltä osin hankealue sijoittuu pohjoisessa myös valuma-alueelle FI1-55.01.009, jonka vedet valuvat Liminkaojan kautta Liminkajärveen ja edelleen mereen Pyhäjoen pohjoispuolella. Hankealueen koillisosasta, pieneltä alueelta (valuma-alue FI1-55.01.006) vesiä valuu Liminkaojaan ja äärimmäisenä koillisessa sijaitsevalta hankealueen osalta (aurinkovoima-alue Tervaojan pohjoispuolella) (valuma-alue FI1-55.01.005) vedet valuvat ojastoa myöten Liminkaojaan. Hankealueen keskellä (valuma-alue FI1-54.01.152) vedet virtaavat länteen Oravisjärveen ja edelleen Pyhäjokeen Haapakosken kohdalla. Hankealueen eteläosasta (valuma-alue FI1-54.01.006) vedet virtaavat länteen ja Paskojan-Lampinnevanon kautta Pyhäjokeen Pirttikosken pohjoispuolella. Kaakossa pieneltä alueelta (valuma-alue FI1-54.01.022) vedet laskevat etelään ja Pyhäjokeen hankealueen eteläpuolella. Hankealue on kauttaaltaan ojitettu ja pääosin metsämaata.

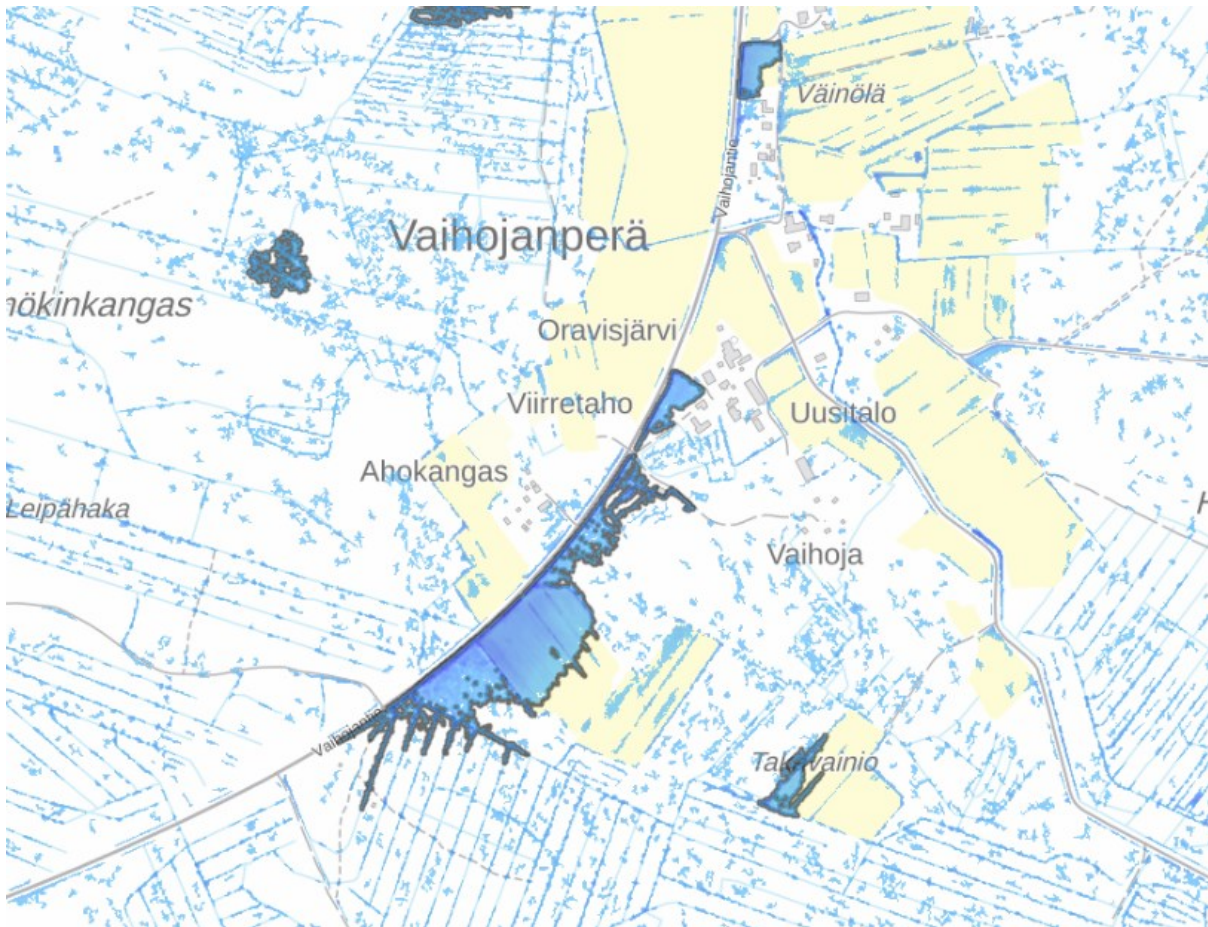


Kuva 1 4. tason valuma-alueet ja hankealueen rajaus.

Hankealueen vesien kannalta merkittävät ihmisen tekemät muutokset ovat laajat ojitukset ja varsinkin Isorämeen eteläpuolella Nasinojan vesien ohjaus Vaihojaan (kuva 2). Tämä muutos on merkittävästi vähentänyt Niitto-ojaa myöten Oravisjärveen virtaavan veden määrää ja vastaavasti kasvattanut Vaihojan virtaamaa. Vaihojan yläosan valuma-alue on tuon vesienohjaustoimenpiteen vuoksi muuttunut huomattavasti ja pinta-alaltaan lähes kaksinkertaistunut (Vaihojanperän kohdalla valuma-alueen muutos  $13,4 \text{ km}^2 \rightarrow 24,2 \text{ km}^2$ ). Vastaavasti Niitto-ojan valuma-alueen pinta-ala on pienentynyt selvästi ( $\sim 19,8 \text{ km}^2 \rightarrow 8,9 \text{ km}^2$ ). Muutoksen ajankohta ei ole tiedossa. Vaihojanperän alueella on ScalgoLIVE järjestelmän perusteella tulvavaarallisia alueita, ja vesienohjaaminen on todennäköisesti lisännyt tulvariskiä Vaihojan alaosissa (kuva 3). Oravisjärvi on tärkeä luonnonravintolammikko. Järvessä kasvatetaan siian poikasia ja kalanpoikaset ovat suhteellisen herkkiä vedenlaadun muutoksille. Erityisesti happamoituminen voi aiheuttaa kasvatustilamoissa huomattavaa haittaa. Oravisjärven kalanviljelytoimintaa tekee Perämeren Kalatalousyhteisöjen liitto oman suunnitelmansa mukaisesti.



Kuva 2 Kohta, jossa Nasinojan vedet on käännetty luoteeseen Vaihojaan. Aiemmin vesi virtasi lounaaseen Niitto-Ojaan.



Kuva 3 Vaihojanperän tulvariskialueet (ScalgoLIVE).

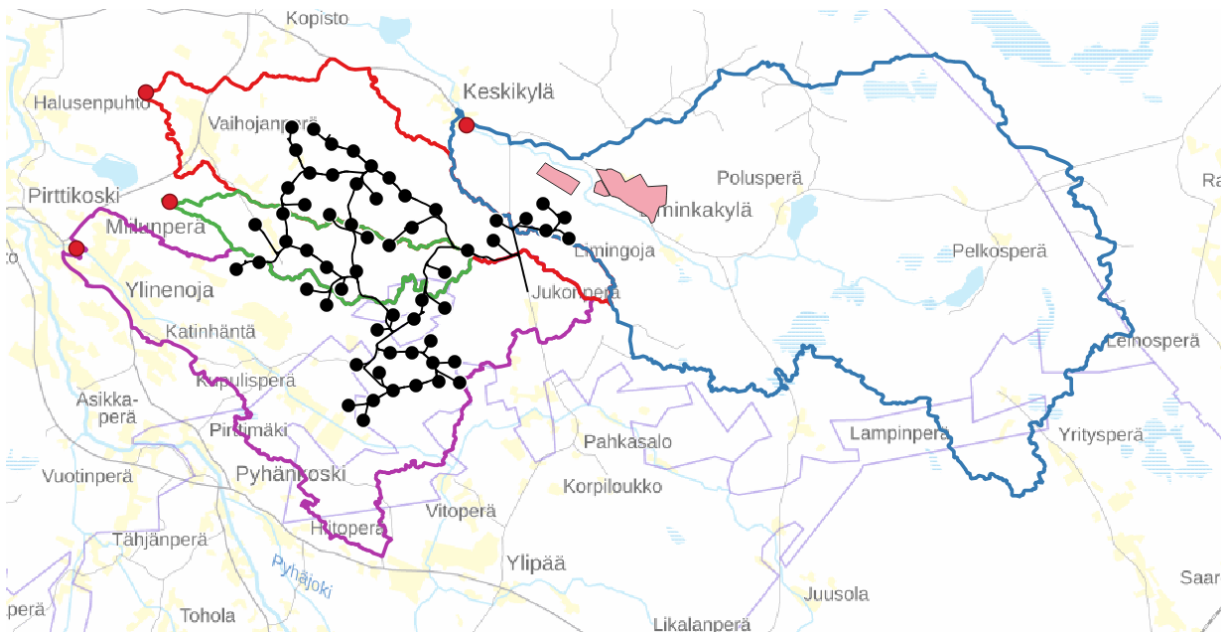
### 3 Kuormituksen mallinnus

Rakentamisen jälkeistä fosfori- ja kiintoainekuormitusta simuloitiin sVEMALA mallilla. Laskelma perustui kiintoainekuormituksen osalta RUSLE2015 -aineistoon ja fosforikuormituksen osalta käytettiin Finer ym. (2010) kuormituslukuja. sVEMALA:lla simuloitiin kuormitus hankealueen alapuolelle kuvan (kuva 4) pisteisiin, jolloin saatiin karkeat arviot pitoisuusmuutoksista simuloituissa pisteissä (taulukko 1). Vaihojan, Oravisjärven ja Paskojan-Lampinnevan osalta tulokset olivat suurempia varsinkin fosforin osalta. Tuulivoima- ja tierakentamisen vaikutus Liminkaojan vedenlaadulle on hyvin vähäinen, ja todennäköisesti rantaan sijoittuvan aurinkovoimarakentamisen vaikutus on selvästi suurempi. Liminkaojaa ei ole käsitelty vesiensuojelurakennetarkastelussa, sillä Liminkaojan valuma-alueelle ei ole esitetty vesienhallintarakenteita tämän hankkeen yhteydessä (Sauvula 2025).

Kuormituksen vaikutuksia on käsitelty hankkeen YVA-selostuksessa, jossa myös laskettu aurinkovoimarakentamisen vedenlaatuvaikutuksia Liminkaojaan. Liminkaoja on hankealueen vaikutusalueen vesistöistä herkin ja lisäksi sen välittömään läheisyyteen rakennetaan aurinkovoima-alue. Siten, vaikka Liminkaojaa ei tässä tarkastelussa käsitellä, tulee sen suojeluun kiinnittää erityistä huomiota hankkeessa. Mikäli mahdollista, kohdan 6 suosituksia olisi järkevää soveltaa myös Liminkaojan lähistöllä rakennettaessa. Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto on tehnyt Liminkaojalle kalataloudellisen kunnostussuunnitelman 2021 (Perämeren Kalatalousyhteisöjen liitto 2021)

Taulukko 1 Vaihtoehdon VE1 tuulivoiman, aurinkovoiman ja tiestön aiheuttama kuormitus rakentamisen jälkeisenä vuonna valuma-alueittain ja vedenlaadun muutos vuosikeskiarvona.

| Nro | Valuma-alue                        | kuormitus kiintoaines (kg) | kuormitus fosfori (kg) | pitoisuuslisäys kiintoaines (mg/l) | pitoisuuslisäys fosfori (µg/l) |
|-----|------------------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1   | Vaihojan valuma-alue               | 5984,4                     | 25,1                   | 0,92                               | 3,84                           |
| 2   | Liminkaojan valuma-alue            | 16056                      | 67,4                   | 0,67                               | 2,77                           |
| 3   | Paskojan-Lampinnevanon valuma-alue | 5826,0                     | 24,5                   | 0,59                               | 2,46                           |
| 4   | Oravisjärven valuma-alue           | 2112,8                     | 8,9                    | 1,03                               | 4,3                            |



Kuva 4 Väritetyt rajaukset kuvaavat valuma-alueen rajoja, punaiset pisteet valuma-alueiden purkupisteitä (simulointipisteet), mustat pisteet VE1 voimalasijainteja ja mustat viivat uusia tai parannettavia teitä. Aurinkovoima-alueet on merkitty vaaleanpunaisella

## 4 Vesiensuojelurakenteiden sijoittuminen

Ojitusintensiteettiä, veden virtausnopeutta ja eroosiovoimaa voidaan säädellä hankkeen kuivatussuunniteluvaiheessa jättämällä osa ojista tai ojanpätkestä kunnostamatta ja välttämällä kunnostettavien ojien syventämistä. Veden virtausnopeutta ja eroosiovoimaa voi säädellä myös rakentamalla pohjapatoja ja putkipatoja. Putkipadot voivat lisäksi pidättää kiintoainetta ja siihen sitoutuneita ravinteita (Haahti 2018). Lietekuopat ja laskeutusaltaat voivat pysäyttää karkean ja keskikarkean kiintoaineen kulkeutumisen (Finer ym. 2020).

Mahdollisten vesiensuojelurakenteiden sijoittumisen tarkastelu tehtiin valuma-alueanalytiikan keinoin. Kunkin ehdotetun vesiensuojelurakenteen valuma-alue rajattiin, jolloin pystyttiin tunnistamaan ne sijainnit, joihin kohdistuu eniten kuormitusta (eli joiden valuma-alueille sijoittuu eniten rakentamista). Yhteensä sellaisia vesiensuojelurakenteita, joihin valuu vettä hankkeen rakennusalueilta, tunnistettiin kuusitoista. Vaihtoehdon VE1 59 voimalapaikasta 42 voimalaa ja selvästi suurin osa uusista tai parannettavista tiejaksoista sijoittuu alueille, joiden valumavesien kuormitusta on mahdollista vähentää

ehdotetuilla vesiensuojelurakenteilla. Tärkeimpiä näistä ovat alimmat rakenteet, sillä ne vastaanottavat vesiä rakennusalueilta eniten. Ne ovat kuitenkin samalla myös haastavimpia, sillä näihin valuma-alueiden alimpiin kohtiin valuu myös eniten vettä.

Voidaan arvioida, että rakentamalla alimmat vesiensuojelurakenteet, voidaan pidättää vesiä 2/3 rakentamisen kohteeksi jäävältä alueelta. Jos rakenteet pidättävät 50 % kiintoaines- ja fosforikuormasta, voidaan arvioida, että kuormitus vähenee koko hankealueelta yhteensä noin 35 % kun vesiensuojelurakenteet otetaan käyttöön (kts. laskelma alla). Mikäli rakennetaan enemmän vesiensuojelurakenteita, vähenee kuormitus edelleen.

*Esimerkilaskelma:*

*Jos 100 km<sup>2</sup> alueelta tulee 1 kg kuormitusta ja tästä alueesta 70 % vedet ohjataan vesienpuhdistukseen, menee luontoon vesienpuhdistuksen ohi 0,3 kg kuormitusta.*

*Vesienpuhdistukseen, menee jäljelle jäävä 0,7 kg kuormitusta. Puhdistuksen (jonka teho on 50 %) jälkeen luontoon pääsee 0,35 kg kuormitusta.*

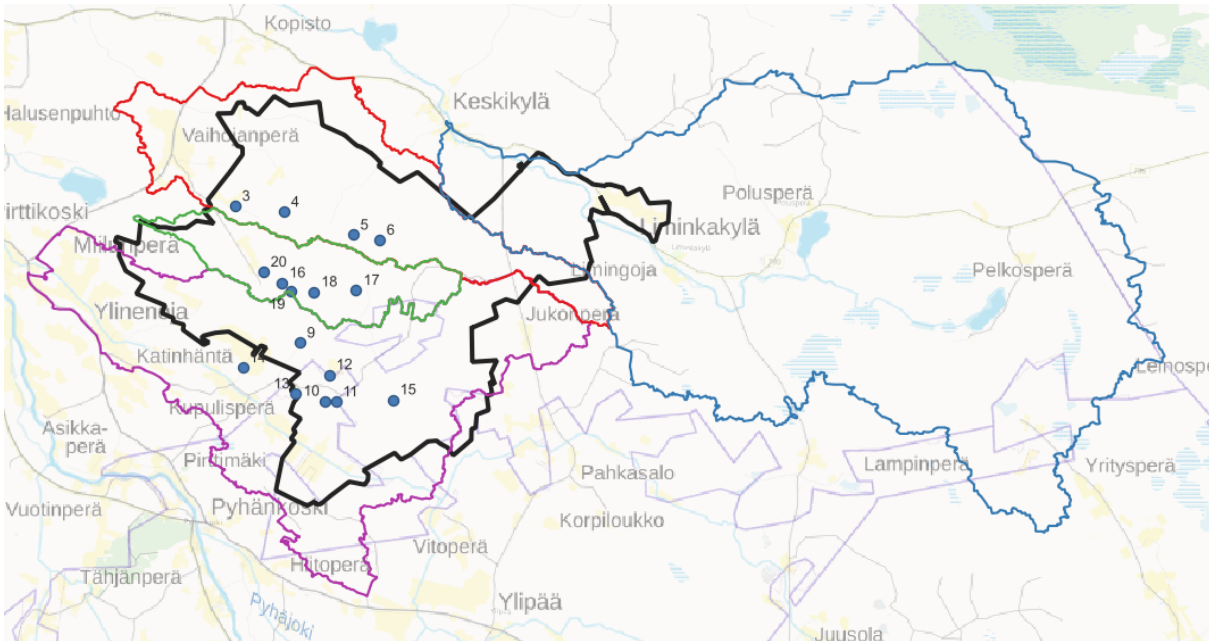
*Yhteensä luontoon pääsee 0,65 kg kuormitusta (35 % puhdistusteho).*

## 4.1 Rakenteet

Esitettyjä vesiensuojelurakenteita sijoittuu rakentamisalueiden valumavesien reiteille yhteensä 16 kappaletta (taulukko 2, kuva 5). Näistä alustavasti potentiaalisesti parhaiksi todettiin 9 rakennetta, jotka pidättävät eniten hankkeen rakennusalueiden vesiä.

Taulukko 2 Rakenteet, niiden tyyppi ja sijainti

| Nro | Nimi         | Rakennetyyppi                             | Pohjois-koordinaatti | Etelä-koordinaatti | Voimalapaikkoja rakenteen valuma-alueella |
|-----|--------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 3   | Isoräme      | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7146008,875          | 376201,037         | 3                                         |
| 4   | Kettukaarta  | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7145888,534          | 377336,073         | 11                                        |
| 5   | Puskakangas  | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7145357,444          | 378947,719         | 8                                         |
| 6   | Oksanen      | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7145224,894          | 379542,633         | 5                                         |
| 9   | Kaaliräme    | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7142864,146          | 377702,973         | 2                                         |
| 10  | Lintaneva    | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7141508,517          | 378290,284         | 1                                         |
| 11  | Lintaneva    | Putkipatoallas tai allas pohjakynnyksellä | 7141492,522          | 378546,32          | 2                                         |
| 12  | Koppaneva    | Tulvatasanne                              | 7142117,707          | 378393,779         | 7                                         |
| 13  | Lintaneva    | Tulvatasanne                              | 7141689,549          | 377601,527         | 14                                        |
| 14  | Ukura        | Tulvatasanne                              | 7142293,066          | 376393,832         | 19                                        |
| 15  | Ahkionkangas | Vesienohjaus maanottopaikalle             | 7141539,82           | 379867,351         | 2                                         |
| 16  | Paistonkorpi | Laskeutusallas pohjakynnyksellä           | 7144239,403          | 377296,852         | 6                                         |
| 17  | Tervasoja    | Laskeutusallas pohjakynnyksellä           | 7144080,166          | 379009,71          | 1                                         |
| 18  | Nasinpaisto  | Laskeutusallas pohjakynnyksellä           | 7144030,588          | 378032,814         | 0                                         |
| 19  | Alapaisto    | Laskeutusallas sarjat pohjakynnyksellä    | 7144045,982          | 377496,158         | 3                                         |
| 20  | Hauksuonneva | Laskeutusallas sarjat pohjakynnyksellä    | 7144488,714          | 376876,002         | 7                                         |



Kuva 5 Rakenteiden sijoittuminen hankealueelle valuma-alueittain.

## 4.2 Oravisjärven/Niitto-ojan valuma-alueelle sijoittuvat rakenteet

Oravisjärven/Niitto-ojan valuma-alueelle sijoittuu suunnitelmassa viisi mahdollista paikkaa vesienhallintarakenteille. Näistä parhaimman vesiensuojelullisen hyödyn saa oletettavasti sellaisista, jotka keräävät vesiä useimmilta rakennuspaikoilta niin, että suurimpaan kuormitukseen voidaan puuttua.

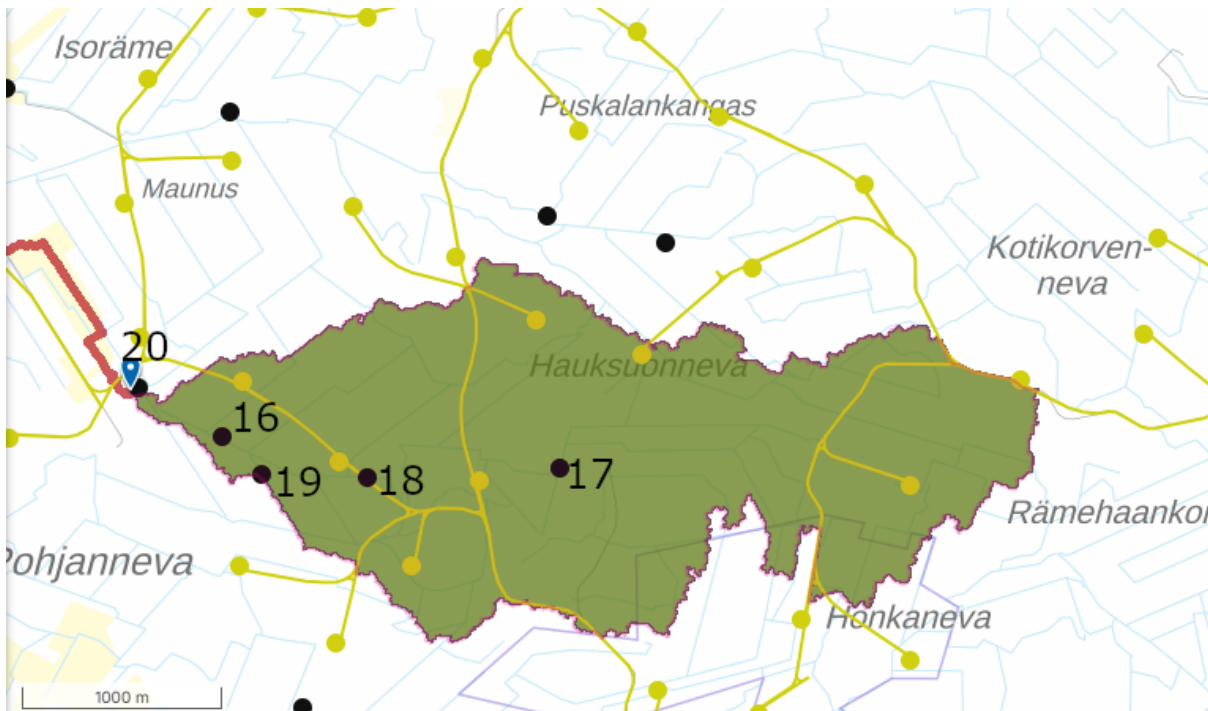
Alin rakenne (numero 20) pidättää kaikkien yläpuolelle sijoittuvien alueiden vesiä. Myös toiseksi alin rakenne (numero 16) vastaanottaa vesiä useilta rakennettavilta alueilta. Rakenne numero 19 vastaanottaa vesiä valuma-alueen eteläosasta, kun taas rakenne numero 17 vastaanottaa vesiä yhdeltä tai mahdollisesti kahdelta voimalapaikalta. Rakenne 18 vastaanottaa vesiä lähinnä tiestön alueelta.

Valuma-alue- ja virtaamasuuntien tarkastelun perusteella potentiaalisesti parhaita sijainteja Oravisjärven ja Niitto-ojan kuormituksen vähentämisen hallintarakenteille ovat numerot 20, 16 ja 19. Näihin sijainteihin kohdistuu eniten kuormitusta ja siten näiden kohtien vesiensuojelurakenteista odotetaan koituvan paras hyöty vesienhallinnan kannalta. Kuvasarjassa 6–10 on esitetty hallintarakenteiden sijainnit ja niiden yläpuoliset valuma-alueet sekä alueelle suunniteltu rakentaminen. Kuvista nähdään, että 20, 16 ja 19 potentiaalinen vaikutus rakennettavilta alueilta valuviin vesiin on huomattavasti parempi verrattuna esimerkiksi pisteisiin 17 ja 18. Suosituksena todetaan, että 20, 16 ja 19 ovat parhaita paikkoja vesiensuojelurakenteiden toteuttamiseksi.

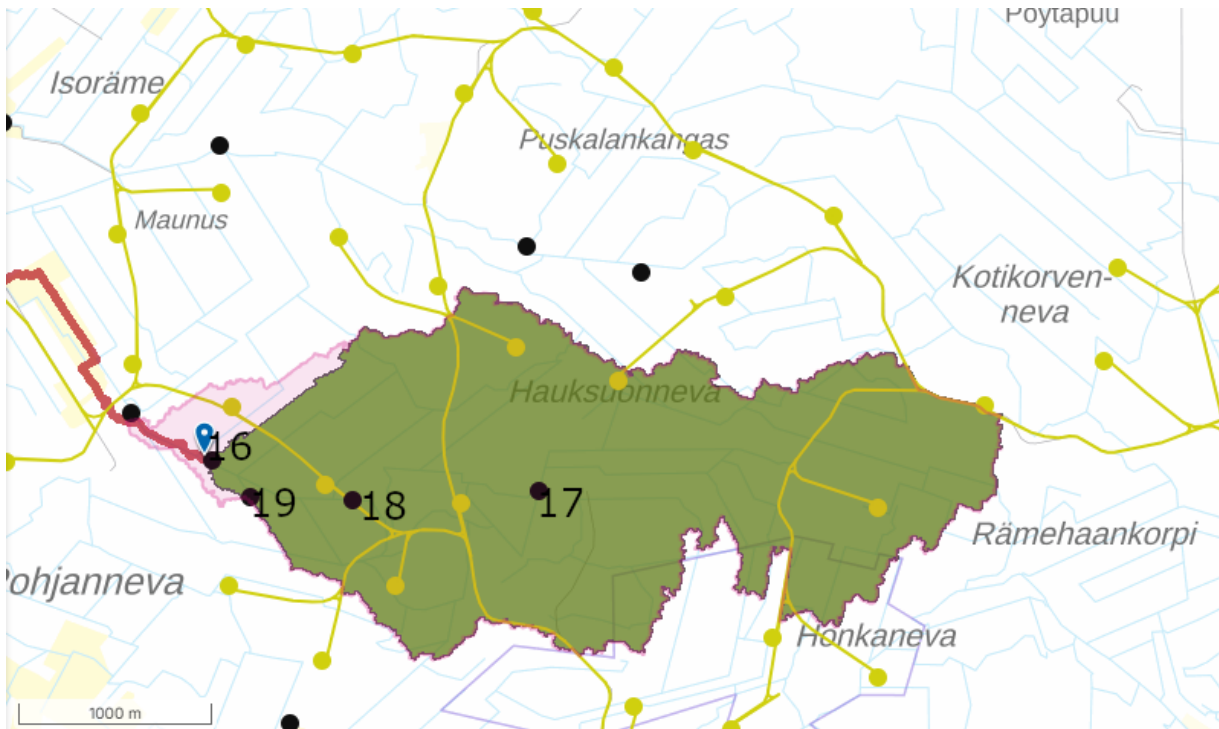
Ehdotetuista rakenteista varsinkin laskeutusaltaiden sarjat voivat osoittautua hyväksi ratkaisuksi, sillä suuren valuma-alueen vesien viivyttäminen (ja kiintoaineksen pidätys) vaatii suuren pinta-alan. Yksittäisen suuren pidätysaltan rakentaminen saattaa olla hankalaa.

Turvemailla laskeutusaltaat eivät kuitenkaan ole paras vaihtoehto. Ne yleensä täydentävät muita vesiensuojelumenetelmiä, eivätkä ole ensisijainen vesiensuojeluratkaisu varsinkaan paksuturpeisilla ojitusalueilla, joilla ojat eivät ulotu turvekerroksen alla olevaan kivennäismaahan. Laskeutusaltaat eivät pysty merkittävässä määrin pidättämään liikkeelle lähtenytä turvetta (Finer ym. 2020).

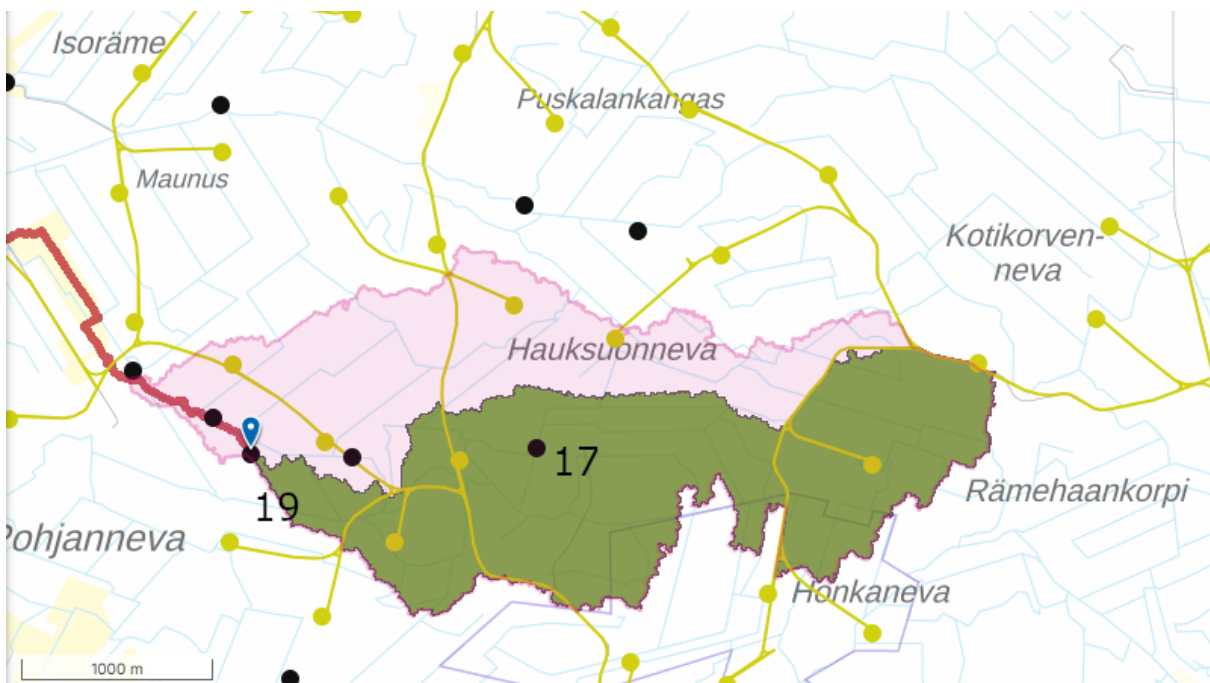
Oravisjärven/Niitto-ojan valuma-alueella on ensisijaisen tärkeää pyrkiä ehkäisemään virtaamapiikkejä ja eroosiota jo rakennusvaiheessa, sillä korkeat virtaamat lisäävät eroosiota (ja kiintoaineshaittaa) myös varsinaisten rakentamisalueiden ulkopuolella. On ylipäänsä helpompi ehkäistä vedenlaadun heikentymistä kuin poistaa vedestä sen laatua heikentäviä aineita. Jos mahdollista, tulisi vesiensuojelurakenteiden suunnitteluvaiheessa suosia pikemminkin putkipatoratkaisuja laskeutusaltaiden sijaan.



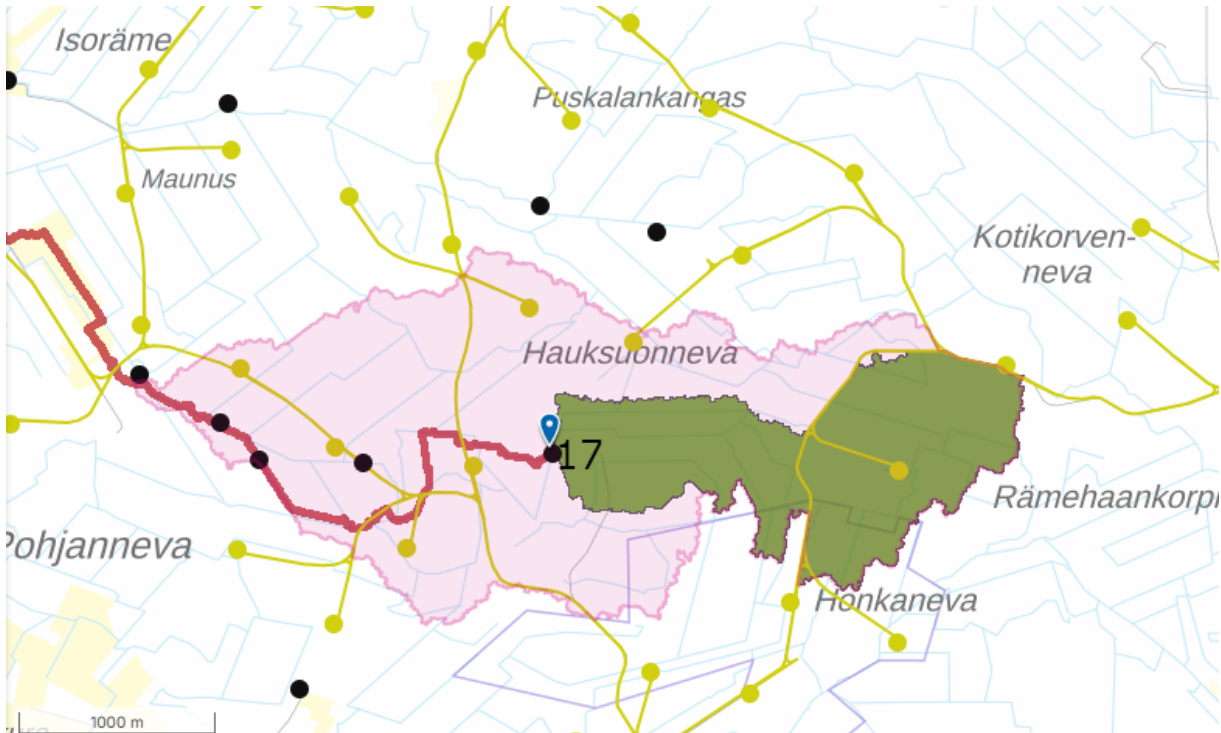
Kuva 6 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Vaaleanpunainen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



Kuva 7 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Vaaleanpunainen raja on alue, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



Kuva 8 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Vaaleanpunainen raja on alue, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



Kuva 9 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Vaaleanpunainen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä

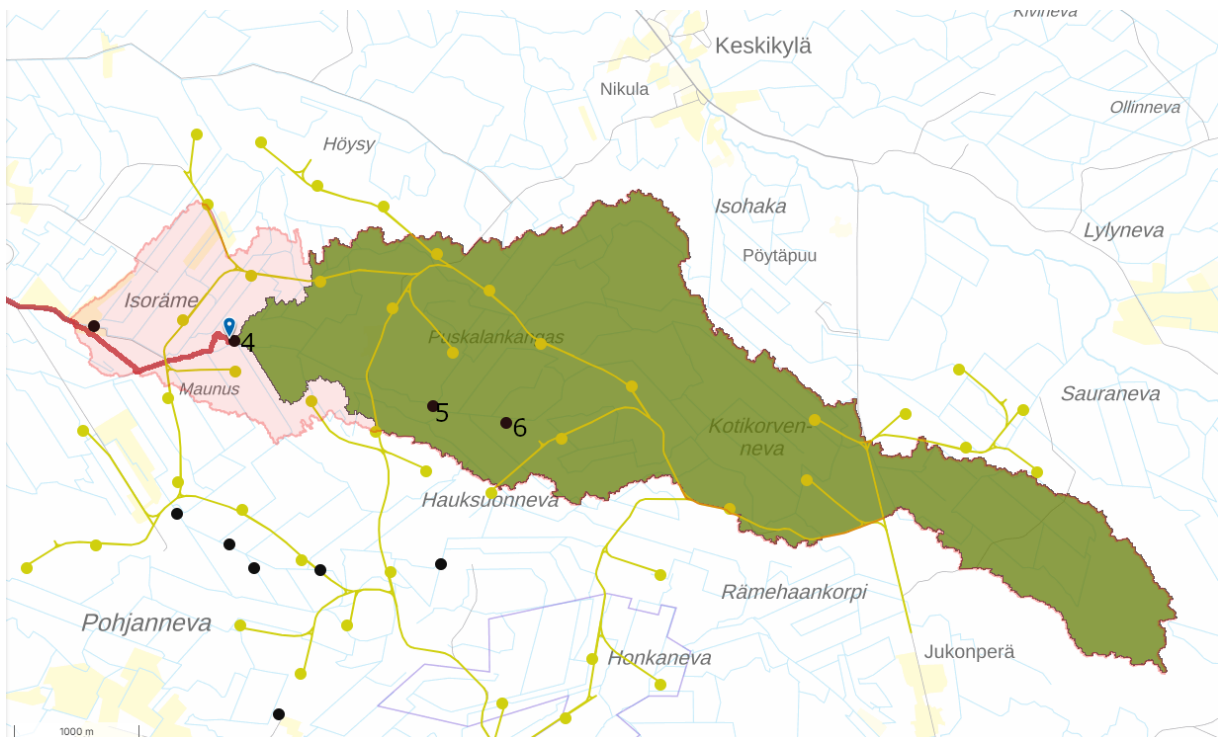


Kuva 10 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Vaaleanpunainen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä

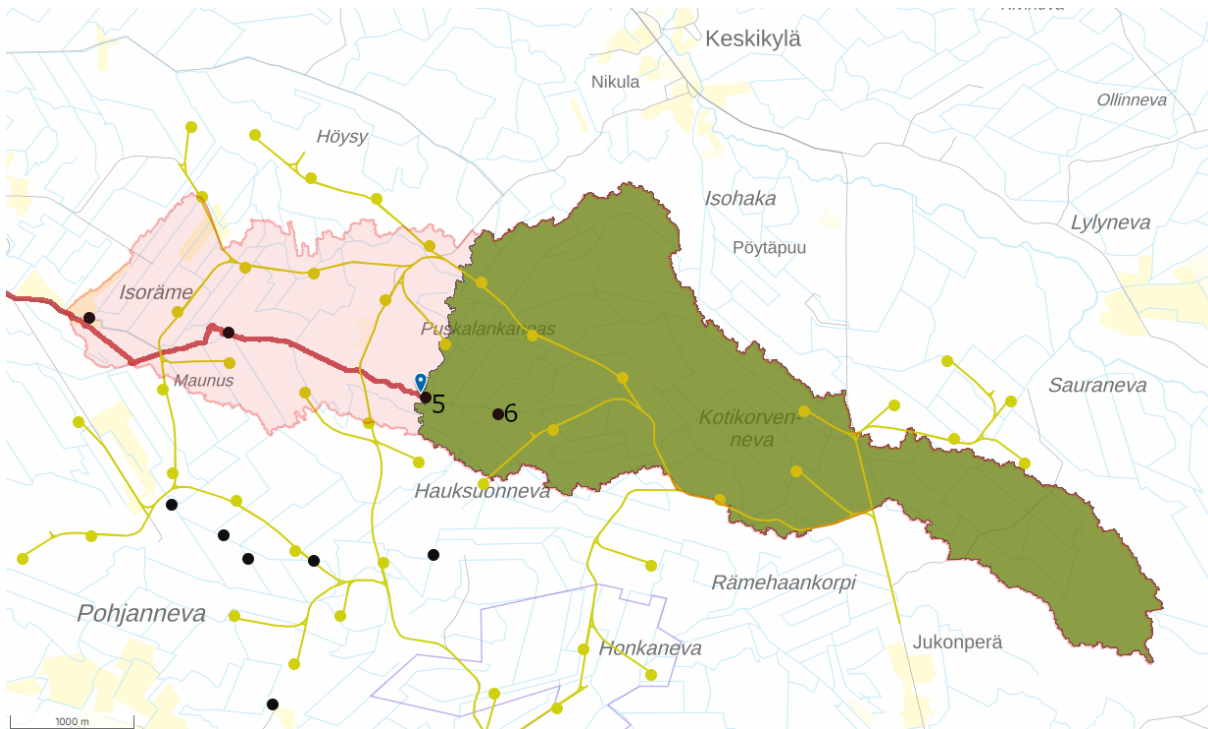
### 4.3 Vaihojan valuma-alueelle sijoittuvat rakenteet

Vaihojan valuma-alueelle sijoittuu suunnitelmassa neljä mahdollista paikkaa vesienhallintarakenteille. Näistä parhaimman vesiensuojelullisen hyödyn saa oletettavasti sellaisista, jotka keräävät vesiä useimmilta rakennuspaikoilta niin, että suurimpaan kuormitukseen voidaan puuttua. Alin rakenne (numero 4) vastaanottaa vesiä laajasti Vaihojan valuma-alueelta ja myös rakenne 5 vastaanottaa vesiä suhteellisen suurelta alueelta (noin 50 % valuma-alueelle sijoittuvasta rakentamisesta). Rakenne 6 vastaanottaa vesiä itäiseltä alueelta ja rakenne 3 saa vesiä valuma-alueen luoteiselta alueelta.

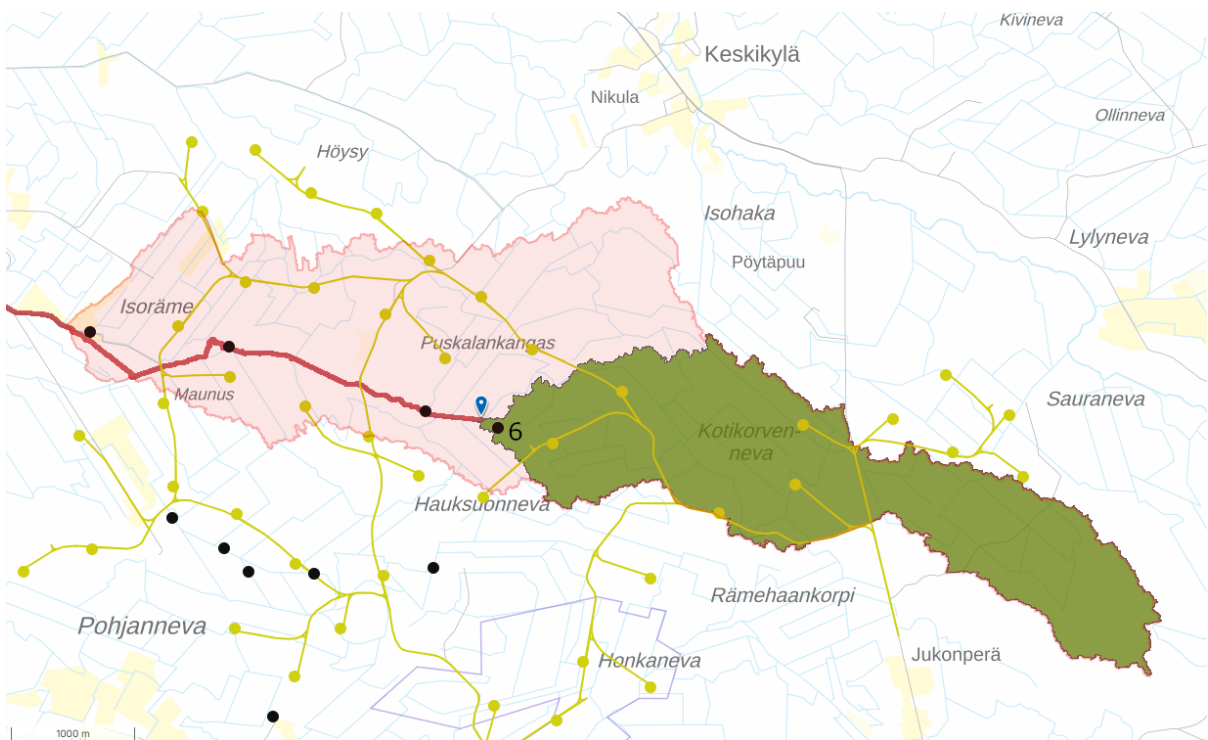
Tarkastelun perusteella ehdotetuista vesienhallintarakenteiden sijainneista eniten vesiä Vaihojan valuma-alueella valuu rakenteisiin 4, 5 ja 6 (kuvat 11-14). Putkipitorakenteet pidättävät hyvin karkeaa kiintoainesta, mutta niiden hyöty turvemaidella kytkeytyy virtaamanhallintaan (Haahti 2018). Turvemaidella eroosio lisää humusaineiden pitoisuutta vedessä ja liuenneet humusaineet eivät oikeastaan pidäty rakenteisiin. Siksi on ensiarvoisen tärkeää pyrkiä estämään virtaamapiikkejä ja tulvatilanteita sekä ehkäistä eroosio syntymistä. Alueella tehtyjen vesienohjausratkaisujen vuoksi (kts. kohta 2) Vaihojan eroosionhallinta on ensisijaisen tärkeää. Eroosiohaitta on tunnistettu myös Sauvalan (2025) raportissa. Virtaamien tasoittaminen voisi myös vähentää tulvariskiä alajuoksulla.



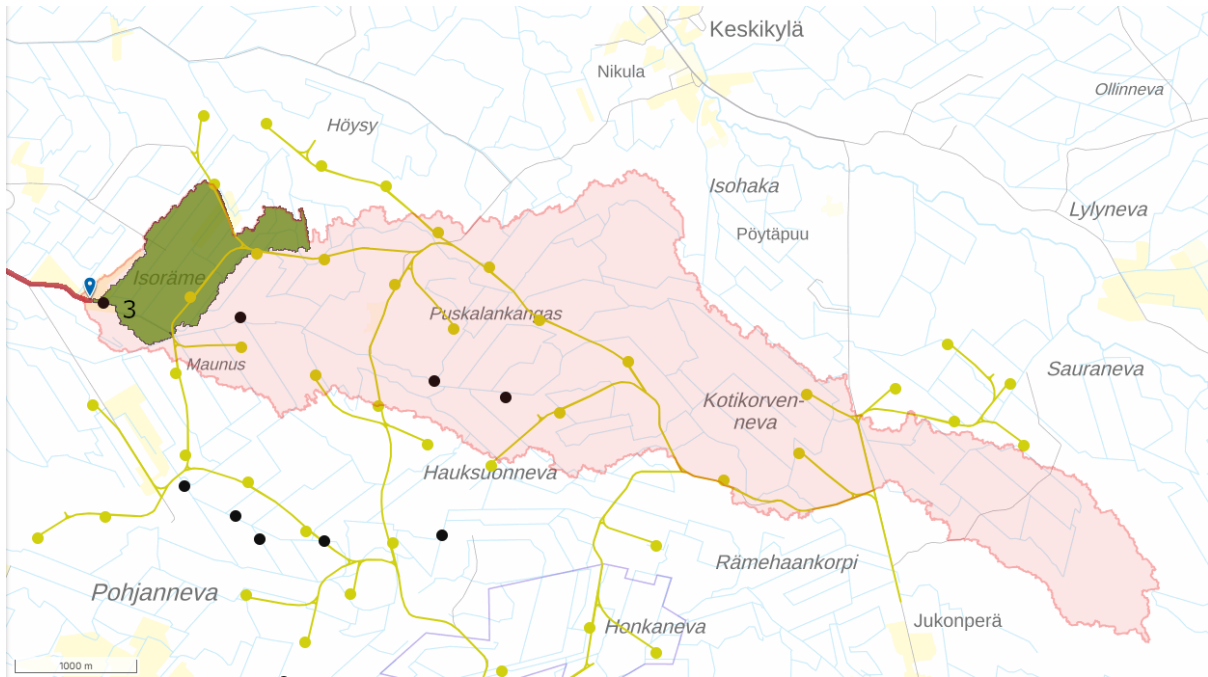
Kuva 11 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkittämään vesienhallintarakenteeseen. Punainen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



Kuva 12 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Punainen rajaus kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



Kuva 13 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Punainen rajaus kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä

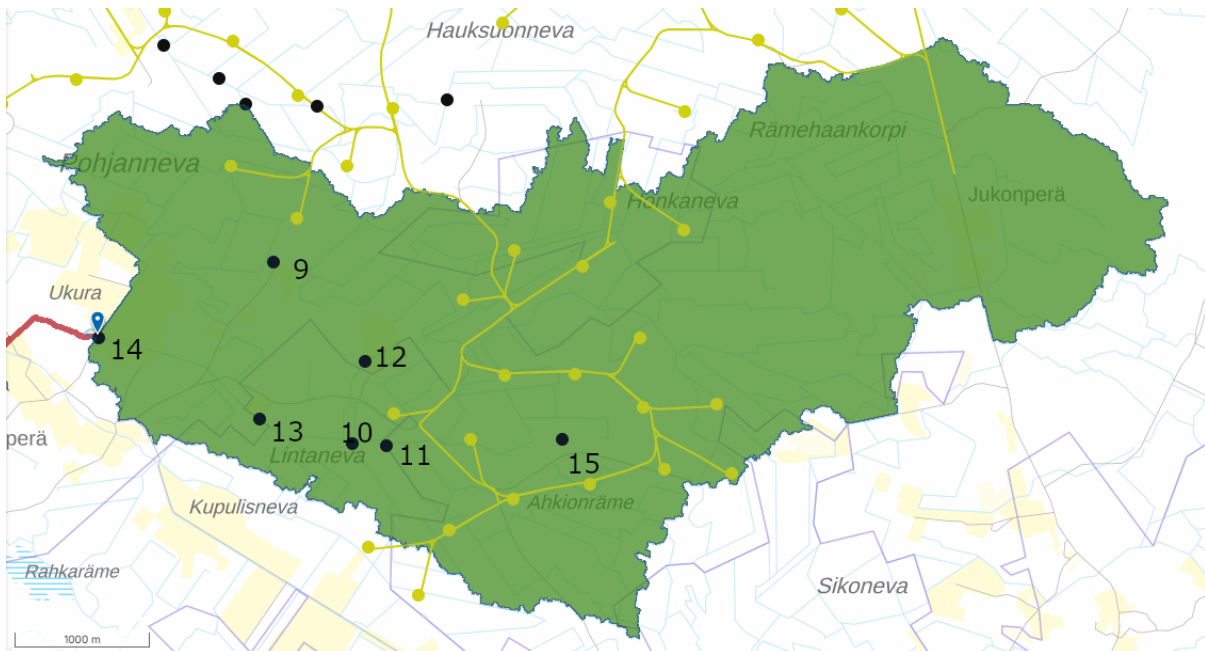


Kuva 14 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Punainen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä

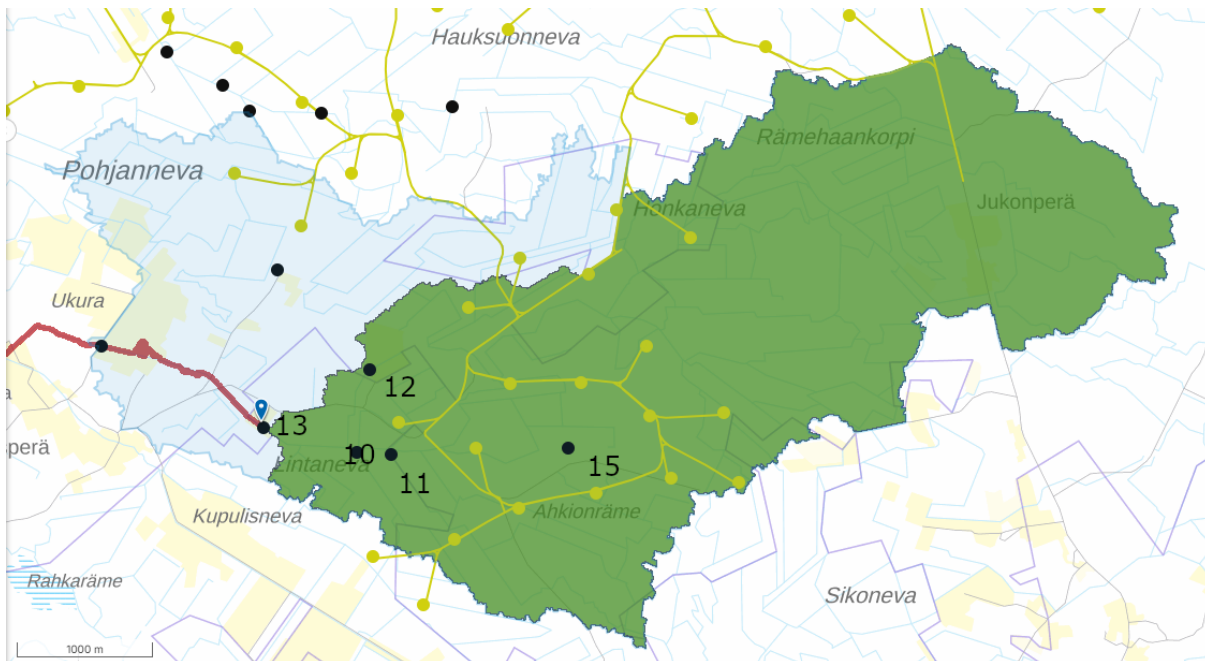
## 4.4 Lampinnevanon valuma-alueelle sijoittuvat rakenteet

Lampinnevanon valuma-alueelle sijoittuu suunnitelmassa seitsemän mahdollista paikkaa vesienhallintarakenteille. Näistä parhaimman vesiensuojelullisen hyödyn saa oletettavasti sellaisista, jotka keräävät vesiä useimmilta rakennuspaikoilta niin, että suurimpaan kuormitukseen voidaan puuttua.

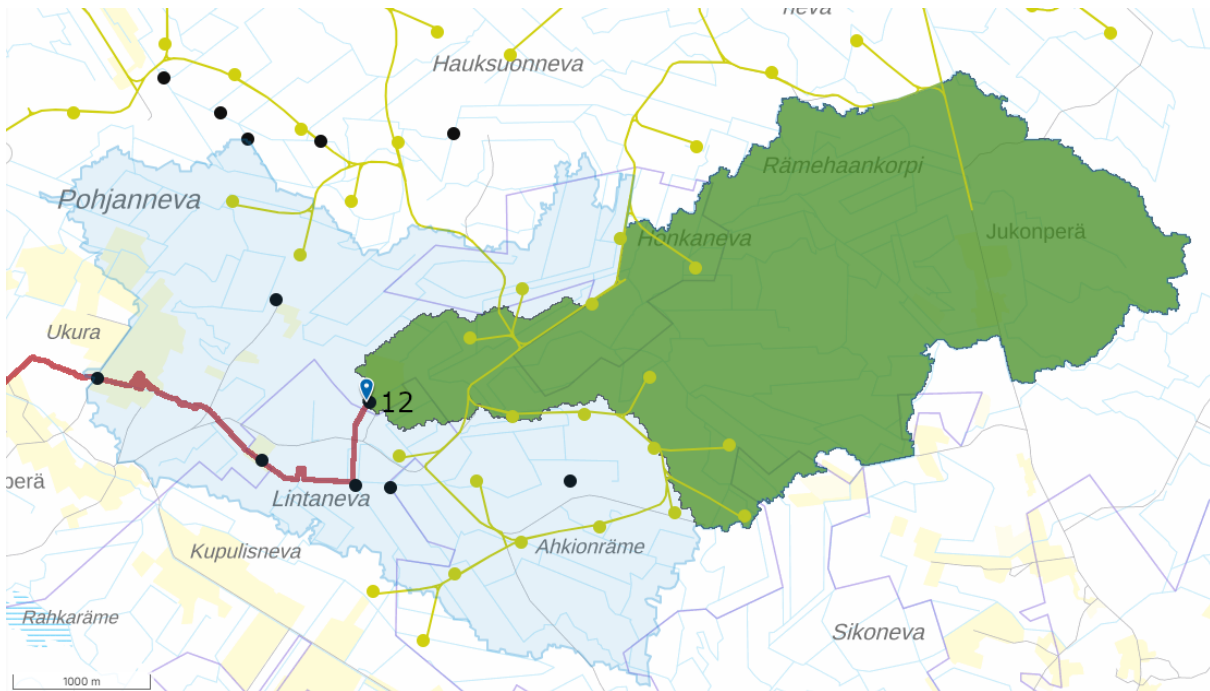
Alin rakenne (numero 14) vastaanottaa vesiä koko alueelta. Rakenne 13 saa vesiä alueen itä- ja koillisosasta ja rakenne 12 koillisesta. Rakenne 9 saa vesiä pohjoiselta alueelta, kun taas rakenteet 11 ja 10 saavat vesiä kohtalaisen pieniltä alueilta etelän suunnasta. Rakenne 15 saa vesiä pieneltä alueelta, mutta kahden tuulivoimalan rakennusalueelta. Tarkastelun perusteella parhaat paikat vesienhallintarakenteille ovat numerot 12, 13 ja 14 (kuvat 15-21). Tulvatasanteet ja putkipatorakenteet voivat toimia tehokkaasti virtaamapiikkien (ja eroosiohaitan) pienentämiseen (Haahti 2018). Valuma-alue on laaja ja siten rakennusalueiden vesiensuojeluun tulee kiinnittää huomiota jo rakennusvaiheessa ennaltaehkäisevästi.



Kuva 15 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



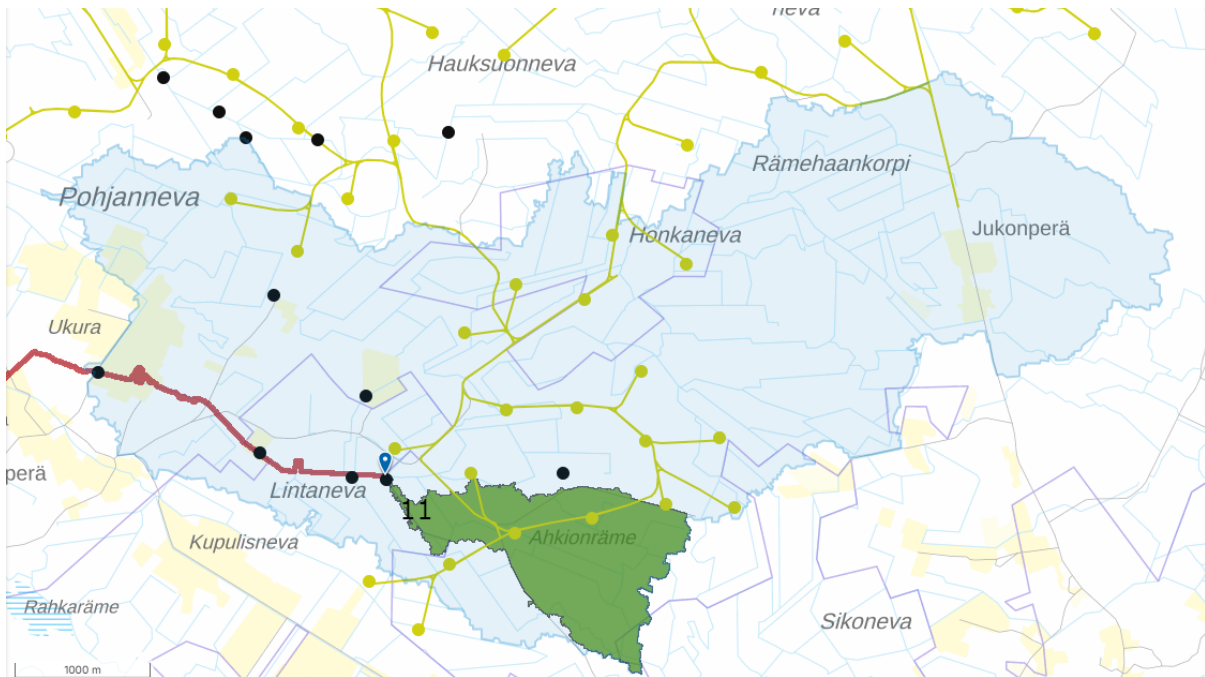
Kuva 16 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



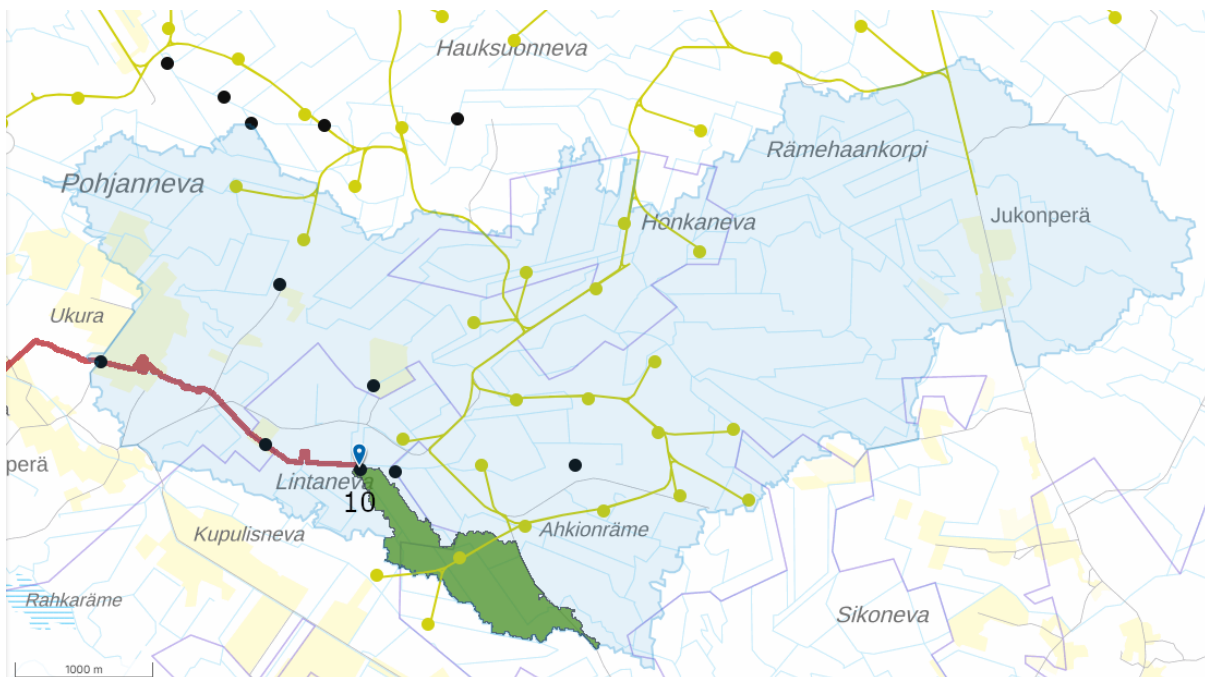
Kuva 17 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



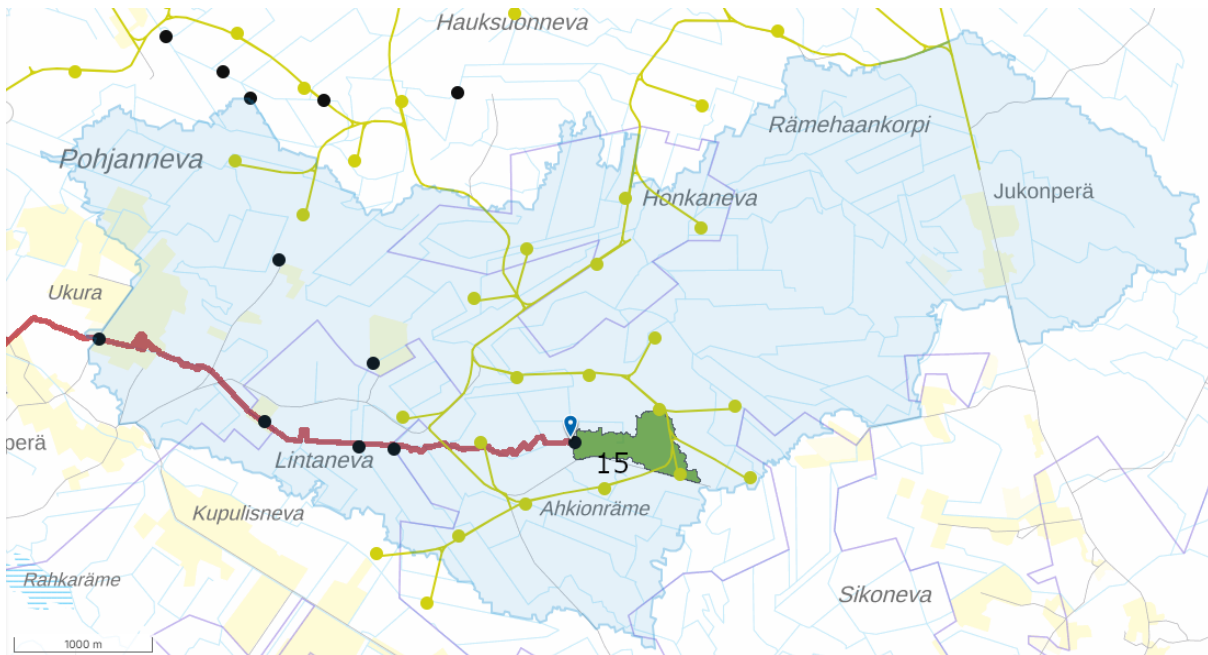
Kuva 18 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



Kuva 19 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



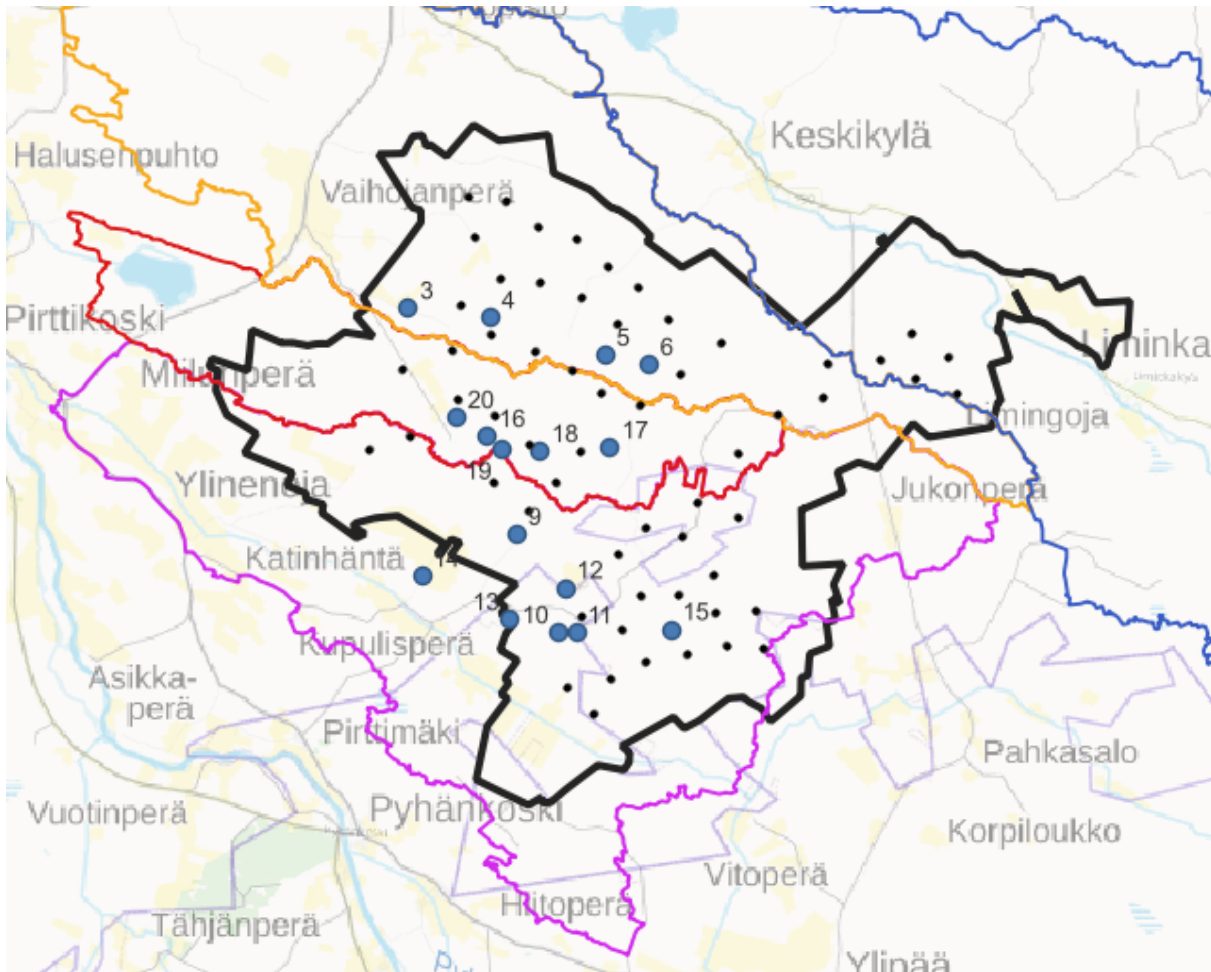
Kuva 20 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä



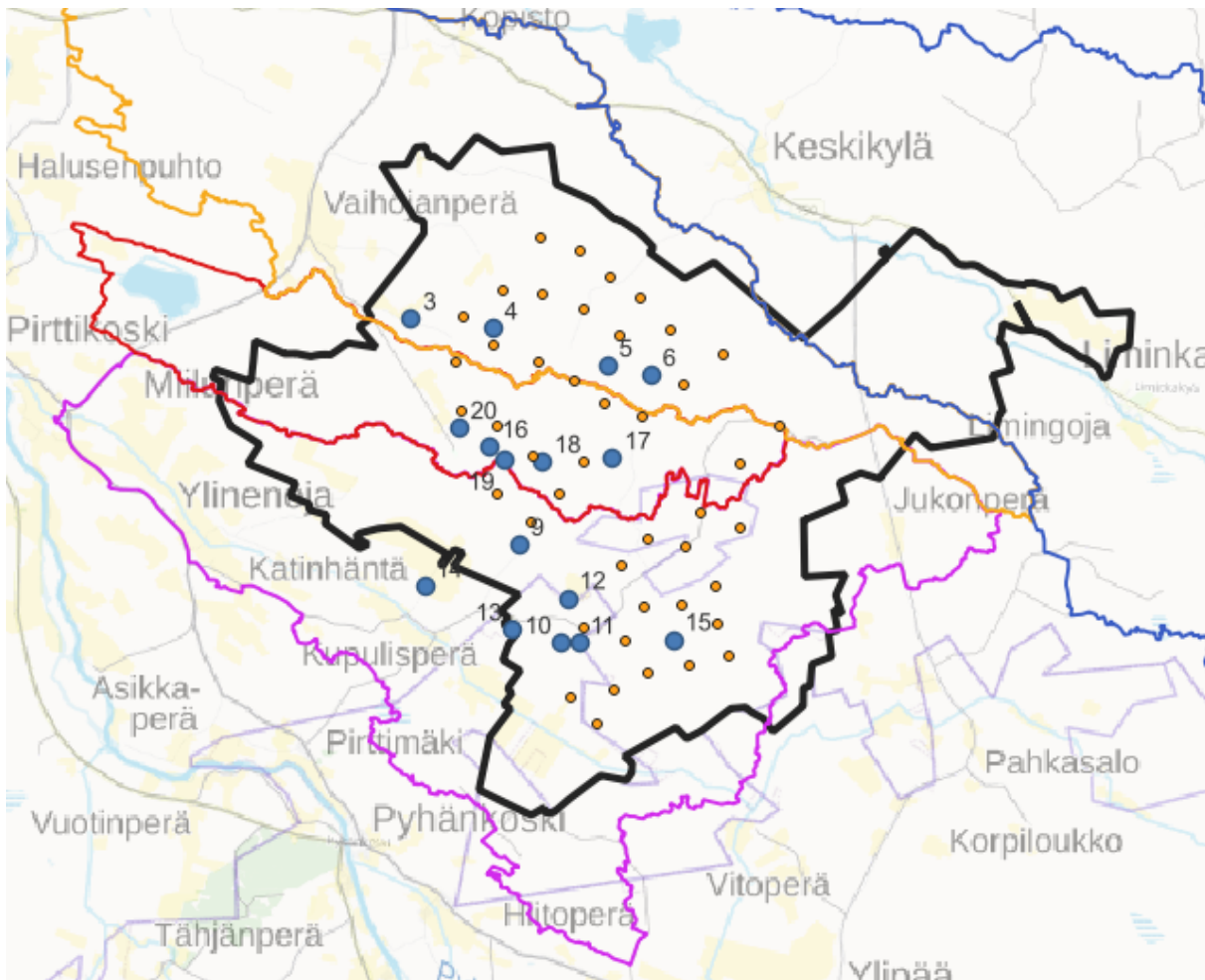
Kuva 21 Vihreä alue on se valuma-alue, jonka vedet valuvat sinisen pisteen merkitsemään vesienhallintarakenteeseen. Sininen rajausta kuvaa aluetta, jolta vedet valuvat suurimmalta alueelta vesiä keräävään vesienhallintarakenteeseen. Keltainen kuvaa VE1:n mukaisia voimalapaikkoja ja teitä

## 5 Vaihtoehtojen vertailu

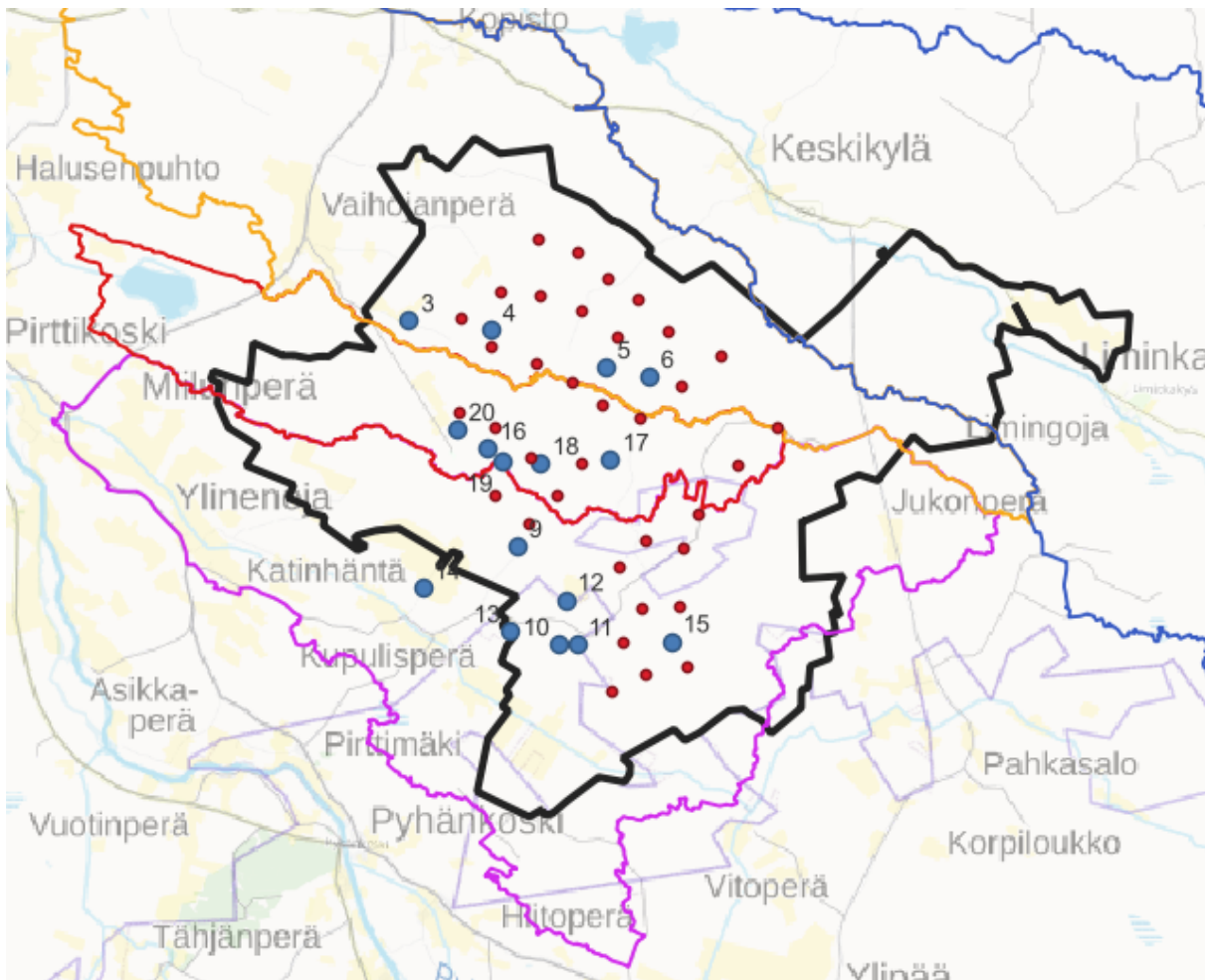
Oravisjärven/Niitto-ojan valuma-alueen ne rakennusalueet, joiden valumavesiin voidaan vaikuttaa esitetyillä rakenteilla, ovat kaikissa tuulivoimarakentamisen vaihtoehtoissa samat. Vaihtojen valuma-alueella hallintarakenteisiin valuu hieman vähemmän rakennusalueiden vesiä, sillä kaksi itäistä voimalaa (ja niihin liittyvä tierakentaminen) jää pois vaihtoehtoissa VE2 ja VE3. Eniten vähenee rakenne nro 6 kohdalle valuvien työmaavesien määrä (vaihtoehtoissa VE2 ja VE3 rakenne nro 6 yläpuolella on 2 voimalaa vähemmän verrattuna VE1). Lampinnevanon valuma-alueen itäosaan rakennetaan eri vaihtoehtoissa kaksi (VE2) tai kuusi (VE3) voimalaa vähemmän verrattuna vaihtoehtoon VE1. Parhaista vesiensuojelurakenteista rakenne nro 12 hyöty vähenee, jos vaihtoehto VE2 tai VE3 toteutuu, sillä itäosan voimalarakentamista (ja rakenne nro 12 vastaanottamia työmaavesiä) on näissä vaihtoehtoissa selvästi vaihtoehto VE1 vähemmän. Eri vaihtoehtojen sijoittuminen valuma-alueille ja suhteessa vesienhallintarakenteiden sijaintiin on esitetty kuvissa 22–24.



Kuva 22 Vaihtoehto VE1 voimalat (mustat pisteet), valuma-alueet (värirajaukset) ja esitetyt vesienhallintarakenteet (siniset pisteet).

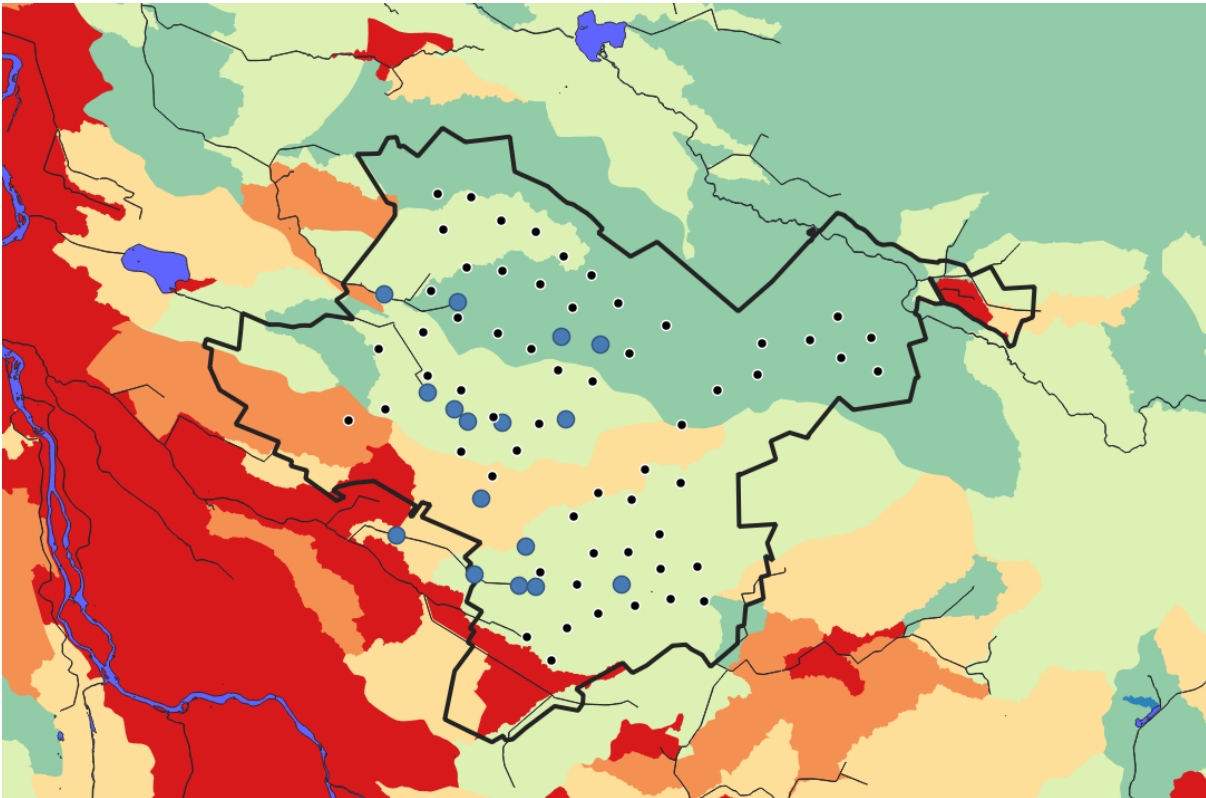


Kuva 23 Vaihtoehto VE2 voimalat (oranssit pisteet), valuma-alueet (värirajaukset) ja esitetyt vesienhallintarakenteet (siniset pisteet).



Kuva 24 Vaihtoehto VE3 voimalat (punaiset pisteet), valuma-alueet (väirajaukset) ja esitetyt vesienhallintarakenteet (siniset pisteet).

Nykyään vesistöihin aiheutuu maalta peräisin olevaa kuormitusta eniten hankealueen eteläosista (kuva 25). Näiden alueiden alavirran puoleisiin uomiin ei oikeastaan ole esitetty vesiensuojelurakenteita. Tuulivoimarakentamista ei uloteta alueen eteläosiin tässä hankkeessa.



Kuva 25 VEMALA teemakartta (maa-alueelta syntyvä P-kuormitus (kg/km<sup>2</sup>/v). Punainen > 25, oranssi 20–25, keltainen 15–20, vaalean vihreä 10–15, vihreä 5–10. Pintavedet esitetty sinisellä. Esitetyt vesiensuojelurakenteet on merkitty sinisillä pisteillä, mustavalkoiset pisteet ovat VE1 voimalapaikkoja. Musta rajausta on hankealueen rajausta.

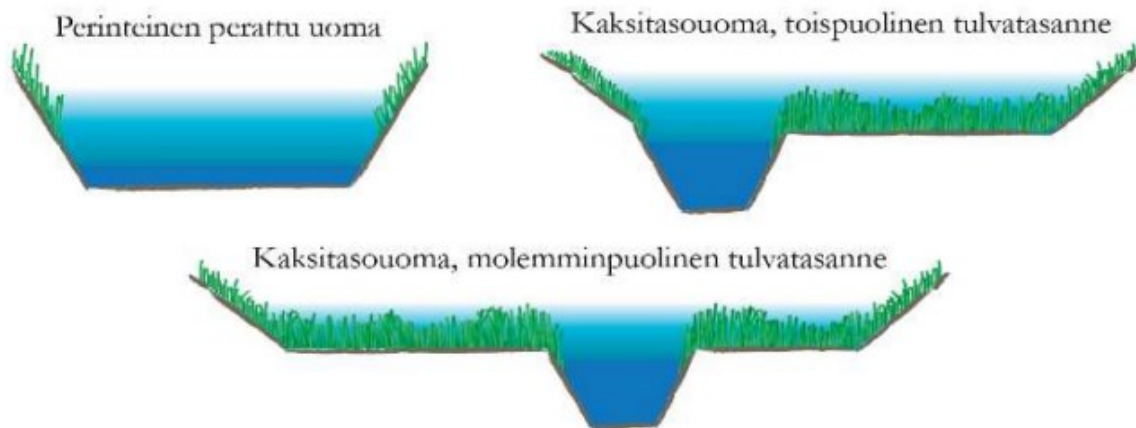
## 6 Suositukset

Valuma-alue- ja kuormitustarkastelun perusteella hankkeen vesistövaikutuksia kohdistuu etenkin kolmelle valuma-alueelle, joiden purkupisteisiin valuu rakennettavien alueiden vesiä kaikkein eniten. Vaikka esitetyt rakenteet toteutettaisiinkin, jää vesienhallintarakenteiden valuma-alueiden ulkopuolelle silti rakentamisalueita. Näillä kohteilla suositellaan toteutettavan erityisen hyvää työmaavesien hallintaa ja työmaasuunnittelua vaikutusten ehkäisemiseksi (kts. Vilminko ym. 2022 ja erityisesti Kropsu ym. 2025).

Ensisijaisesti tulisi keskittyä eroosion vähentämiseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa (Finer ym. 2022). Paras menetelmä kuormituksen vähentämiseksi on tulvapiikkien madaltaminen vesien imeytysratkaisuilla (tai pintavalutuskenttärakenteilla) tai virtaamansäätöpadoilla (esim. putkipadot) (Haahti 2018). Lisäksi on suositeltavaa kiinnittää huomiota mahdollisten uusien ojien ja/tai kunnostettavien ojien eroosion ennaltaehkäisyyn esimerkiksi suojaamalla eroosioriskialueita kiveämisellä ja kaivamalla ojien luiskat riittävän loiviksi eroosion välttämiseksi.

Tulvaherkille alueille ja virtaamiltaan suurimpiin ojiin voisi soveltua myös ojitus kaksitasouomakaivuulla (kuva 26). Kaksitasouomia on hyödynnetty erityisesti maatalouden peruskuivatuksessa ja menetelmää on jo pilotoitu metsätalouden ojituksissa ”Menetelmiä maa- ja metsätalouden kestävään vesienhallintaan -hankkeessa (Tapio 2025).

Parhaiten vesistökuormitusta alueelta saadaan hallittua rakentamalla useita vesiensuojelurakenteita peräkkäin ja huolehtimalla rakentamisen aikaisesta vesienhallinnasta ja huolehtimalla kuormituksen ennaltaehkäisystä (mm. eroosio).



Kuva 26. Periaatekuva kaksitasouomasta. Alivirtaamalla virtaus keskittyy alivesiuomaan ja tulvavirtaamalla uoma leviää kaksitasouoman tulvatasanteelle. Tulvittamisella saadaan kiintoaineita ja ravinteita laskeutumaan tulvatasanteelle. (Kuva: Västilä ym. 2021)

Rakenteiden mitoittamiseen tulee kiinnittää joka tapauksessa erityistä huomiota, sillä tulvatilanteessa vesiensuojelurakenne voi muuttua kuormituslähteeksi. Lisäksi tulee huomioida kuormitus vesiensuojelujärjestelmien rakennusvaiheessa (kaivuutöistä aiheutuva eroosioriski). Eroosioriskiä voidaan vähentää mm. suojaamalla eroosioherkät kohdat kiviaineksilla ja rakentamalla ojien ja altaiden luiskat loiviksi, mikä edistää niiden kasvittumista.

Kaikki vesiensuojelurakenteiden sijainnit tulisi tarkastaa maastossa ennen jatkosuunnittelua.

## 7 Kirjallisuus

Finer L, Härkönen L, Jämsen J, Joensuu S ym. (2022) Ohjeita vesiensuojelurakenteiden toteutukseen suometsissä ja veden pidättämiseen metsäalueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 64/2020

Haahti K (2019) Modelling hydrology and sediment transport in a drained peatland forest. Aalto University publication series. Doctoral Dissertations 45/2018

Kropsu E, Rytönen AM, Aronsu K, Rintala J, Saari M, Schuss M (2025) Maatuulivoiman rakentamisen ympäristövaikutukset. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 10/2025

Perämeren Kalatalousyhteisöjen liitto (2021) Liminkaojan kalataloudellinen kunnostussuunnitelma 2021. Perämeren Kalatalousyhteisöjen liitto 52 s.

Sauvula T (2025) Pyhäjoen vesistö ry:n paikkatietoaineistotarkastelu WPD Hauksuonnevan tuulipuistohankkeen valuma-alueista ja pintavesien viivytysrakenteiden sijainneista. Raportti, Pyhäjoen vesistö ry. 21 s,

Tapio 2025. <https://tapio.fi/projektit/menetelmia-maa-ja-metsatalouden-kestavaan-vesienhallintaan-hanke/> (viitattu 19.6.2025).

Vilminko H, Leskinen P, Honkala N. ym. (2022) Työmaavesien laadunhallinta haltuun – Opas kaupungeille ja kunnille. Turun Ammattikorkeakoulu. ISBN:978-952-216-824-5

Västilä K. ym 2021. Ohjeistus kaksitasouomien suunnitteluun, mitoittamiseen, rakentamiseen ja hoitoon. Versio 25.8.2021. <https://vesi.fi/aineistopankki/wp-content/uploads/2022/06/Valkama-kaksitasouomat-20-6-2022.pdf> (viitattu 19.6.2025)