



# Valuma-alueiden kunnostukset Hauholla: vedenlaadun seurantaohjelman suunnitelma

KVVY Tutkimus Oy



RAPORTTI  
2025

**Tekijä:** Kirsi Kuoppamäki, FT, Dosentti (HY, ympäristöekologia), ympäristöasiantuntija  
KVVY Yhdistys, kirsi.kuoppamaki@kvvy.fi

**Tilaaja:** Oma Visio -hanke, <https://prohauhonselka.fi/oma-visio-hanke>

**Kansikuva:** Satelliitin 18.7.2025 ottama kuva Hauhonselän alueelta. Vuorenselkä Hauhon taajaman eteläpuolella erottuu samean vihreänä ilmeisen leväkukinnan vuoksi. Myös Hauhonselän länsirannalla näkyy samennusta, joka on kuitenkin rusehtavaa. Kirrisen (Vuorenselän eteläpuolella sitä pienempi järvi) vedessä ei näy samennusta. Kuva sisältää muokattua Copernicus Sentinel-2 dataa, TARKKA+, Syke ([www.tarkka.syke.fi](http://www.tarkka.syke.fi))

## SISÄLTÖ

|       |                                                                                     |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Johdanto                                                                            | 2  |
| 1.1   | Ihmistoiminnan heikentämien vesistöjen tilan kohentaminen lähtee valuma-alueelta    | 2  |
| 1.2   | Hajakuormituksen hallinta valuma-alueella                                           | 2  |
| 1.3   | Hauhon vesistöjen kunnostuksen tarve                                                | 3  |
| 1.4   | Valuma-alueiden kunnostustyön vedenlaatuvaikutusten seuranta                        | 4  |
| 2.    | Hauhon vesistöjen seuranta                                                          | 4  |
| 2.1   | Olemassa olevat vedenlaadun seurantaohjelmat                                        | 5  |
| 2.2   | Hauhon vesistöjä, joilla ei ole seurantaa mutta joista voisi olla hyvä saada tietoa | 5  |
| 3.    | Osavaluma-alueiden kunnostuskohteiden vedenlaatuvaikutuksen seuraamiseksi           | 9  |
| 3.1   | Kunnostettaviksi ehdotetut viisi valuma-aluetta                                     | 9  |
| 3.1.1 | Hietasillanojan valuma-alue                                                         | 9  |
| 3.1.2 | Rompsenojan, Tomajanojan valuma-alue                                                | 10 |
| 3.1.3 | Vekuri-Jokijärvien valuma-alue                                                      | 11 |
| 3.1.4 | Hormanojan valuma-alue                                                              | 12 |
| 3.1.5 | Kyläsuonojan valuma-alue                                                            | 13 |
| 3.2   | Osavaluma-alueilta kerättävistä vesinäytteistä tehtäviä analyysejä                  | 13 |
| 4.    | Kirjallisuus                                                                        | 14 |

## Valuma-alueiden kunnostukset Hauholla: vedenlaadun seurantaohjelman suunnitelma

### 1. Johdanto

#### 1.1 Ihmistoiminnan heikentämien vesistöjen tilan kohentaminen lähtee valuma-alueelta

Ihmistoiminnasta johtuva ns. kulttuuriperäinen vesistöjen tilan heikentyminen, etenkin rehevöityminen on yksi merkittävimmistä, hankalasti ratkaistavista ympäristöongelmista (Thornton ym. 2013). Rehevöitymisen ohella toinen merkittävä ongelma on vesistöjen tummuminen, jonka aiheuttaa ns. humusaineet, keskeisesti liuennut orgaaninen eli eloperäinen hiili. Suomessa keskeisin syy humuskuormitukseen on metsänkasvatuksen tarpeisiin tehdyt voimaperäiset ojitukset, soiden kuivattaminen ja jaksollinen metsänkasvatus (Finér ym. 2021, Lepistö ym. 2023). Paikoin myös turvetuotanto aiheuttaa humuskuormitusta. Lisäksi happaman laskeuman vähenemisen seurauksena maaperän hiili esiintyy aiempaa enemmän liukoisessa muodossa ja liikkuu siten herkemmin valumavesien mukana vastaanottaviin vesistöihin (van de Waal ym. 2010).

Hajakuormitusta eli lukuisista pisteistä kautta koko valuma-alueen kertyy valumavesien mukana maa- ja metsätaloudesta sekä haja-asutuksesta ja hulevesien mukana rakennetuilta taajama-alueilta. Ilmastonmuutos voimistaa kuormitusta, kun sadanta kasvaa ja sään ääri-ilmiöt, kuten rankkasateet vielä nykyisestäkin yleistyvät (Papalexiou & Montanari 2018, IPCC 2022) ja lisäävät valuma-alueelta huuhtoutuvaa kuormitusta (Moss ym. 2011). Suomessa sadannan on ennustettu kasvavan 30 % kuluvan vuosisadan loppuun mennessä ja etenkin talvista on tulossa yhä sateisempi (Ruosteenoja ym. 2016).

#### 1.2 Hajakuormituksen hallinta valuma-alueella

Rehevöitymisiongelmiä voidaan jossain määrin ratkoa vesistöissä itsessään esimerkiksi ravintoverkkokunnostuksen kautta, jos kalakanta on vinoutunut planktonia syövien lajien, etenkin särkikalojen valtaamaksi. Sellainen kunnostus ei ole kuitenkaan kestävällä pohjalla niin kauan kun ympäröivältä valuma-alueelta huuhtoutuu liikaa ravinteita suhteessa vesistön sietokykyyn. Tummumiseen liittyviä ongelmia on erittäin vaikea, ellei mahdotonta ratkaista järvessä tehtävillä toimenpiteillä vaan ne tulee keskittää valuma-alueelle. Näin siksi että nykyisillä ojitusten vesiensuojelurakenteilla, kuten laskeutusaltailla tai putkipadoilla ei pidätetä orgaanista hiiltä, joten lähtökohtaisesti tulee keskittyä kuormituksen syntymistä ennaltaehkäiseviin menetelmiin (Lepistö ym. 2023, Marttunen & Annala 2023). Ylipäänsä peruseriaatteena tulisi olla se, että kuormitusta pyritään hallitsemaan siellä missä se syntyy sen sijaan että yritetään saada haitta-aineita kiinni silloin kun ne ovat jo päässeet lähtemään liikkeelle.

Hajakuormituksen hallinnassa ensisijaisia ratkaisuja ovat valuma-alueelle tehtävät erilaiset luonnonmukaiset vettä pidättävät ja suodattavat sekä virtaamaa hidastavat rakenteet. Fosforikuormituksen vähentämisessä hyvä uutinen on se, että fosfori kulkeutuu valumavesissä suurelta osin sitoutuneena kiintoaineeseen, joka on suhteellisen helppoa saada pidättymään suodattavilla rakenteilla (Kuoppamäki ym. 2014, 2019 ja 2021, Sandström ym. 2020). Typen kulkeutuminen on erityyppistä kuin fosforin, ja siihen vaikuttavat enemmän (mikro)biologiset tekijät ja siten myös lämpötila. Typen pidättymistä saadaan parannettua esimerkiksi kasvillisuuden avulla (Kuoppamäki ym. 2019, Valtanen ym. 2017).

Hajakuormituksen vähentäminen on hajautettu, kokonaisvaltainen työ: vesienhallinta koostuu lukuisista erilaisista ratkaisuista kautta valuma-alueen, alkaen sieltä missä sade osuu maahan. Imeyttävillä

rakenteilla vähennetään valumavesien syntymistä ja siten käsittelytarvetta alempana valuma-alueella. Maa- ja metsätalousalueilla imeyttävinä ja viivytävinä rakenteina toimivat esimerkiksi ennallistettavat suot, taajama-alueilla kasvikatot ja huleveden imeytyspainanteet. On helpompaa hallita pieniä vesimääriä yläjuoksulla kuin suuria vesimassoja alajuoksulla. Monesti kuitenkin keskitytään jälkimmäiseen vaihtoehtoon eli vedet kootaan ja ohjataan esimerkiksi kosteikkoihin vastaanottavan vesistön äärelle tai laskeutusaltaisiin. Ne voivat varastoida kiintoainetta ja sen mukana fosforia ainakin silloin kun virtaamat eivät ole suuria ja kun kosteikko on tarpeeksi suuri suhteessa sen valuma-alueeseen. Voimakkaissa ylivirtaamatilanteissa tai jos haitta-aineiden kuormitus on huomattavan suuri, on riskinä, että kosteikot muuttuvatkin kuormituslähteiksi (Jarvie ym. 2020). Kiintoaineen pidätyminen voi heikentyä myös ajan myötä (Uusheimo ym. 2020). Tällaisia rakenteita onkin siis ylläpidettävä ja hoidettava esimerkiksi säätelämällä vedenpinnan korkeutta ja poistamalla kertynyttä lietettä, jotta se ei pääse karkaamaan alavirtaan (Laakso ym. 2017).

Kasvillisuuden avulla kiintoaineen ja ravinteiden pidättymistä saadaan tehostettua, joskin se on kosteikoissa herkkä vedenpinnan korkeuden vaihtelulle (Robertson ym. 2018). Kun vesienhallintaan tehdyissä rakenteissa, kuten kaksitasouomissa kasveja ajoittain niitetään ja poistetaan, kasvimateriaalin mukana saadaan poistettua ravinteita (Västilä ym. 2021). Vettä puhdistavissa, suodattavissa rakenteissa hyvin tuloksiin voidaan päästä myös soveliailla materiaalivalinnoilla hyödyntämällä ravinteita pidättäviä aineksia, kuten biohiiltä tai sivuvirta- tai kierrätettyä betonimursketta (Kuoppamäki ym. 2019, 2023). Nämä voidaan katsoa kierrätysmateriaaleiksi ja siten kestäväksi ratkaisuksi. Fosforin poistossa esimerkiksi rakennettujen kosteikkojen puhdistuskyky onkin havaittu heikoksi jollei käytetä materiaaleja, jotka sitovat sitä (Vymazal 2007).

Hajakuormituksen hallinnassa tarvitaan monenlaisia erilaisia ratkaisuja valuma-alueella, jota on aina tarkasteltava kokonaisuutena, jotta saavutetaan tavoiteltu tulos eli vastaanottavaan vesistöön kohdistuvan kuormituksen väheneminen. Monesti samalla saavutetaan muitakin hyötyjä, kuten lisätään luonnon monimuotoisuutta, sopeudutaan ilmastomuutokseen ja kohennetaan ympäristön viihtyisyyttä asukkaille. Parhaassa tapauksessa voidaan siis luoda monenlaisia positiivisia ekosysteemipalveluita näiden ns. luontoperustaisten ratkaisujen avulla, ja sen tulisi olla kunnostustoimien lähtökohtana.

### 1.3 Hauhon vesistöjen kunnostuksen tarve

Valtaosa Hauhon pitäjän alueella sijaitsevien 74 järven pinta-alasta on kirkkaita, hyvälaatuisia selkävesiä, jotka keräävät vetensä laajoilta Kukkian ja Ormajoen reittien sekä Vuolujoen valuma-alueilta (Juttila 2004). Hauholla on myös tummavetisiä humusjärviä, kuten Hauhonselkä ja Vuorenselkä. Ympäristöhallinnon tekemän kunnostuksen tarpeen arvioinnin lähtökohtana on tunnistaa hyvää huonommassa tilassa olevat sekä sellaiset vesistöt, joiden tilan säilymiseen kohdistuu riski. Käytännössä valtaosa Hauhon vesistöistä kuuluu näistä jompaankumpaan ryhmään.

Hauhon alueella etenkin Hauhonselän tila on pitkäaikaisten vedenlaatuaineistojen perusteella heikentynyt 1970-luvulta alkaen, ja tämä kehitys on voimistunut 2000-luvulla (Kuoppamäki 2024). Toisaalta sedimentin piileväjäänteiden perusteella Hauhonselän ekologinen tila on todettu kuitenkin hyväksi eikä muutostrendejä ole havaittavissa 50 vuoden aikana (Eloranta 2019). Vuorenselkä ja Kirinen, joiden vedet virtaavat Hauhonselkään, ovat pysyneet yhtä huonossa kunnossa aina 1970-luvulta näihin päiviin. Ne kuuluvat WSFS-vesistömallin, ns. Vemala-mallin (SYKE) mukaan Hauhonselän valuma-alueen voimakkaimpiin kuormittajiin (Kuoppamäki 2024) Vuolujoen valuma-alueen ohella (Alajoki 2014).

Hauhonselän valuma-alueelle suunniteltiin kunnostustoimia jo toistakymmentä vuotta sitten, jolloin niitä nähtiin tärkeäksi suunnata etenkin maatalousmaille (Alajoki 2014). Tilanne ei ole reilussa kymmenessä

vuodessa muuttunut. WSFS-vesistömallin mukaan peltoviljely aiheuttaa yli puolet järveen kohdistuvasta fosforikuormituksesta (Kuoppamäki 2025). Alajoen (2014) tarkastelussa kiinnitettiin huomiota myös Vuolujoen valuma-alueella sijaitsevaan turvetuotantoalueeseen, josta kohdistuu pistekuormitusta ja jonne suositeltiin vesiensuojelun tehostamista, samoin kuin muille ojitetuille suoalueille.

## 1.4 Valuma-alueiden kunnostustyön vedenlaatuvaikutusten seuranta

Kunnostustoimien vaikuttavuutta voidaan arvioida seuraamalla vedenlaatua ennen toimenpiteitä ja niiden jälkeen. Toinen periaate on verrata toteutettuihin vesienhallintarakenteisiin tulevan ja sieltä lähtevän veden laatua. Vaikka yksittäiselle valuma-alueelle ehdotetut kaikki kunnostustoimet toteutuisivat, ne heijastuvat vastaanottavan järven selkäalueen vedenlaadussa todennäköisesti varsin vähän ja vasta pitkällä aikavälillä. Järviin tulee kuormitusta monista lähteistä, muualtakin kuin kunnostuskohteiksi valituilta valuma-alueilta. Järvien vedenlaadun seurannassa näytteet haetaan yleensä järven syvimmästä/syvimmistä ulappa-alueen pisteistä. On periaatteessa mahdollista nähdä kunnostustoimien vaikutuksia ulappa-alueita nopeammin erillisillä lahtialueilla, joihin ojavedet laskevat.

Ojauomissa hydrologinen tilanne ja sen myötä vedenlaatu voi vaihdella ajoittain voimakkaasti, mikä aiheuttaa haasteita seurantaohjelman suunnittelulle. Siinä missä järvillä tehtävän vedenlaadun tarkkailun ajankohdat ja monet muut yksityiskohdat, kuten näytesyvytydet voidaan suunnitella ennakolta kohtalaisen helposti, ojissa tilanne on haastavampi. Näytteenoton ajankohdat voivat määrittyä paljolti kulloisenkin virtaamatilanteen perusteella, mikä onkin tärkeä huomioonotettava tekijä kuormituksen arvioinnissa. Kuormituksen arviointiin tarvitaan tietoa vesimääristä ja virtaamasta, mihin satunnaisilla näytteenotoilla ja virtaamamittauksilla on vaikeaa ja usein mahdotonta päästä. Tarkka näytteenottopaikka nähdään usein vasta käytännössä paikan päällä maastossa. Niinpä tässä esitetty seurantaohjelma koostuu yleisluontoisista, jatkosuunnittelua ohjaavista ehdotuksista.

Kohteissa, joissa vedenlaatu voi eri syistä vaihdella voimakkaasti, olisi suositeltavaa hyödyntää jatkuvatoimisia mittaustekniikoita. Esimerkiksi sameutta mittaamalla voidaan epäsuorasti saada arvioitua fosforipitoisuutta (Grayson ym. 1996, Koskiahio ym. 2015, Skarbøvik & Roseth 2015), jonka suoraan *in situ* jatkuvatoimiseen mittaamiseen ei ainakaan toistaiseksi ole olemassa menetelmää. Tällä tavoin ei kuitenkaan päästä eroon näytteenoton tarpeesta, vaan päinvastoin: näytteitä tarvitaan datan validoimiseen ja kalibrointiin (Ketola ym. 2014). Lisäksi antureita on huollettava vähintään parin viikon välein: sondit on puhdistettava ja paristokäyttöisten laitteiden patterit on vaihdettava säännöllisesti. Jatkuvatoiminen mittaus ei siis ole ns. automaattista, mutta sen avulla voidaan saada erittäin arvokasta dataa esimerkiksi valuma-alueen kuormituksesta ja vesienhallintarakenteiden toiminnasta.

## 2. Hauhon vesistöjen seuranta

Osana Oma Visio – Hauhon pitäjän vesienhoitohanketta ([www.prohauhonselka.fi/oma-visio](http://www.prohauhonselka.fi/oma-visio)) vedenlaatu- ja muuta tietoa, kuten mallinnettua järviakohtaista kuormitusta koottiin alueen sellaisista vesistöistä, jotka ovat hyvää heikommassa kunnossa ja joiden nykyinen tila on uhattuna ilman toimenpiteitä (Kuoppamäki 2024). Seuraavassa vaiheessa valuma-alueilta kartoitettiin kohteita, jonne kunnostustoimia kannattaisi ensisijaisesti suunnata ja alustavasti arvioitiin minkä tyyppisiä toimenpiteitä tarvitaan (Ortamala 2025). Alustavista käytännön vesienhallintaratkaisista on laadittu suunnitelmat viidelle valuma-alueelle (Utriainen 2025a-e), joita tässä raportissa tarkastellaan vedenlaatuvaikutusten seurannan näkökulmasta. Työn tavoitteena oli hahmotella ehdotus, jonka avulla Pro Hauhonselkä -yhdistys voi suunnitella seurantaohjelmaa etenkin kohteisiin, joista ei muiden organisaatioiden toimesta

haeta näytteitä mutta joihin kohdistuu syystä tai toisesta mielenkiintoa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi kohteet missä toteutetaan vesienhallinnan kunnostustoimenpiteitä. Seurantojen järjestäminen riippuu tietenkin kulloinkin käytettävissä olevista resursseista ja muutkin tilanteet elävät ajan saatossa. Niinpä ohjelman on syytä olla joustava ja aina tarvittaessa päivittyvä.

## 2.1 Olemassa olevat vedenlaadun seurantaohjelmat

ELY-keskuksella on seurantaohjelma, jossa kohteissa pyritään käymään näytteenotossa kolmen tai kuuden vuoden. Nykyisin seurannassa on kuusi järveä ja kaksi jokea (Taulukko 1). ELY-keskukset lakkaavat olemasta vuoden 2025 lopussa eikä vielä ole tietoa seurantojen jatkumisesta uudessa organisaatiossa, joten Taulukossa 1 esitetyt suunnitellut tulevat näytteenotot ovat vain arvioita.

**Taulukko 1.** Hämeen ELY-keskuksen seurannassa olevat vesistöt Hauhon pitäjän alueella, näytteenottoväli vuosien välillä (ns. rotaatio), nykyiset ja tulevat näytteenottovuodet sekä vuodet, joilta on olemassa aiempia vedenlaatutuloksia kyseisestä vesistöstä.

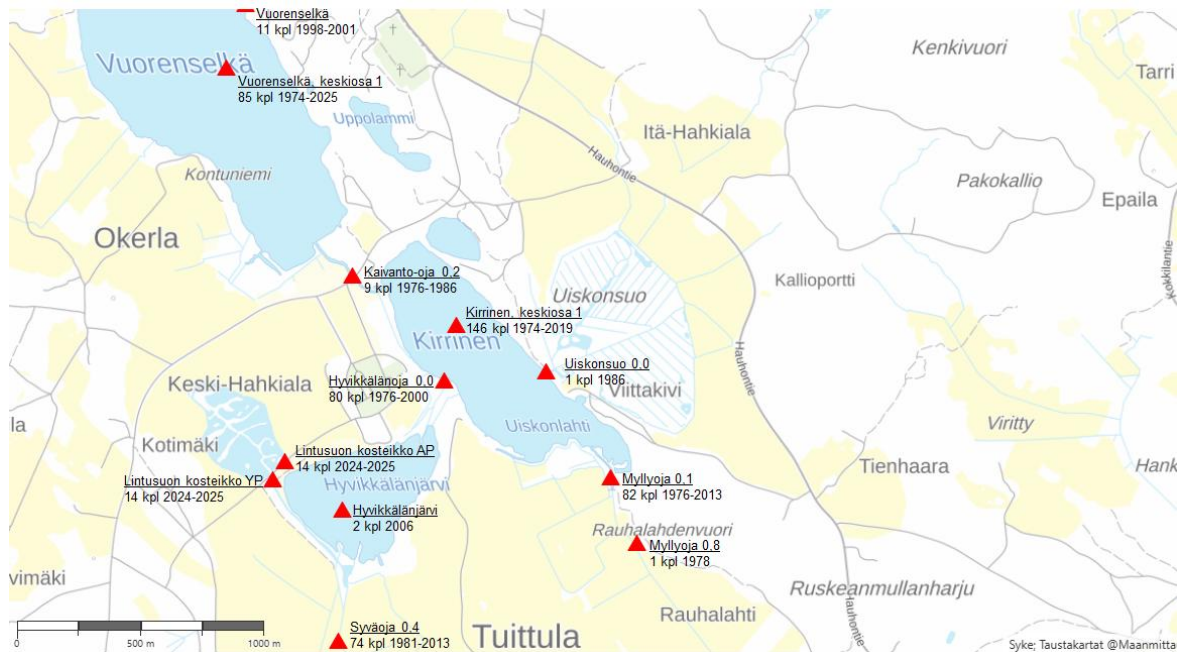
| Vesistö        | Seurannan aikaväli, v. (ns. rotaatio) | Nykyiset/tulevat näytteenotot, v. | Aiempia tuloksia Hertta-tietokannassa, v. |
|----------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| Hauhonselkä    | 3                                     | 2027, 2030                        | 1962-2024                                 |
| Vuorenselkä    | 3                                     | 2025, 2028                        | 1998-2022                                 |
| Ilmoilanselkä  | 3                                     | 2027, 2030                        | 2000-2024                                 |
| Pyhäjärvi      | 6                                     | 2024, 2030                        | 1967-2024                                 |
| Iso-Roine      | 6                                     | 2027, 2033                        | 1964-2023                                 |
| Konaanjärvi    | 3                                     | 2023, 2029                        | 2006-2023                                 |
| Alvettulanjoki | 3                                     | 2027, 2030                        | 1965-2024                                 |
| Vuolujoki      | 3                                     | 2025, 2028                        | 2000-2022                                 |

Myös Hämeenlinnan kaupungilla on vesiseurantaohjelma, jossa tutkitaan yksi järvi jokaisesta pitäjästä ja joka on tarkoitus päivittää vuonna 2026 (tiedonanto: Korkiakoski, P., sähköpostiviesti 14.8.2025). Seurantaa pyritään kohdentamaan järville, missä vedenlaatua ei ole pitkään aikaan tutkittu tai missä on noussut tarve kartoittaa tilannetta. Hämeenlinnan seurantaohjelmassa on otettu näyte kerran vuodessa elokuun aikana.

Pro Hauhonselkä ry on yhdessä Vanajavesikeskuksen kanssa ottanut vesinäytteitä vuosina 2017-2019 Hauhonselältä ja Ilmoilanselältä. Kannattaa selvittää onko niiden tulokset viety ympäristöhallinnon Hertta-tietokantaan.

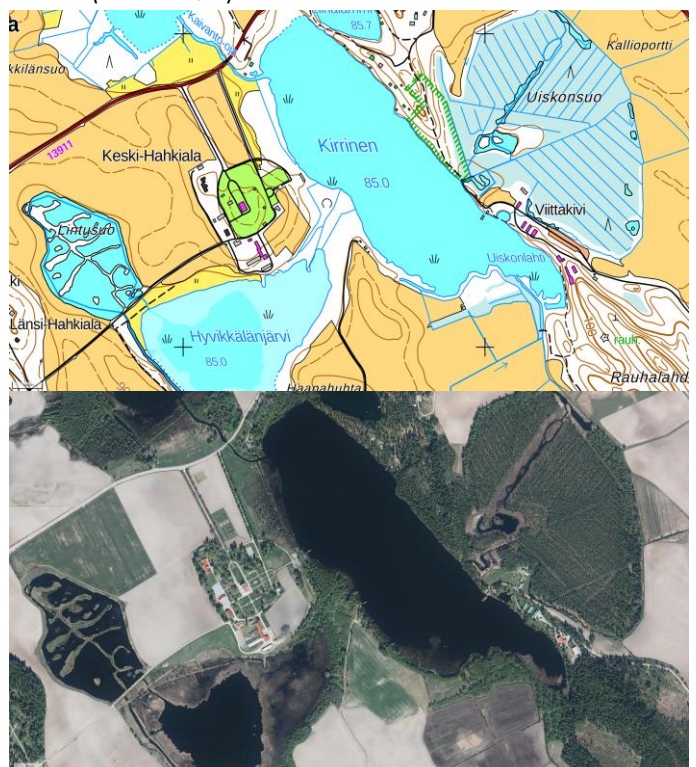
## 2.2 Hauhon vesistöjä, joilla ei ole seurantaa mutta joista voisi olla hyvä saada tietoa

Hauhonselän valuma-alueella sijaitsevan Kirinen-järven ravinnepitoisuudet ovat vaihdelleet tasolla, joka osoittaa tyydyttävää tai välttävää ekologista tilaa (Kuoppamäki 2024). Kirisestä ei ole 5.3.2019 jälkeen olemassa vedenlaatutuloksia ympäristöhallinnon Hertta-tietokannassa. Sitä aiemmin, vuodesta 1974 alkaen, järven keskiosasta on haettu näytteitä 146 kertaa (Kuva 1).



**Kuva 1.** Vuorenselän, Kirriksen, Hyvikkälänjärven ja Lintusuon kosteikon vedenlaadun havaintopisteet (punaiset kolmiot) sekä valuma-alueella olevat näytepisteet Hertta-tietokannassa (kartta: SYKE). Karttaan on kirjoitettu näytepisteiden nimet, niistä tähän asti haettujen näytteiden lukumäärä sekä ajankohdat vuositasolla. Myllyoja 0.8 -pistettä etelämpänä ei ole näytepisteitä Myllyojan (=ojitusyhteisö Hietasillanojan) valuma-alueella, joka näkyy Utraisen (2025a) laatimassa raportissa. Siksi valtaosa valuma-alueesta rajautuu tämän kuvan ulkopuolelle.

Hämeen ELY-keskus ei suunnittele käynnistävänsä järviseurantaa uudelleen. Hämeenlinnan kaupunki päättää asiasta aikaisintaan vuonna 2026. Kirriksen eteläpuoliselle Hietasillan osavaluma-alueelle on suunniteltu kunnostustoimia (ks. kappale 3.1) ja sen muilla valuma-alueilla on vaikuttaa olevan jo toteutettuja vesienhallinta- tms. rakenteita, kuten järven itäpuolella olevan ojitetun Uiskonsuon laskeutusallas ja länsipuolella oleva Lintusuon kosteikko (Kuvat 1, 2).



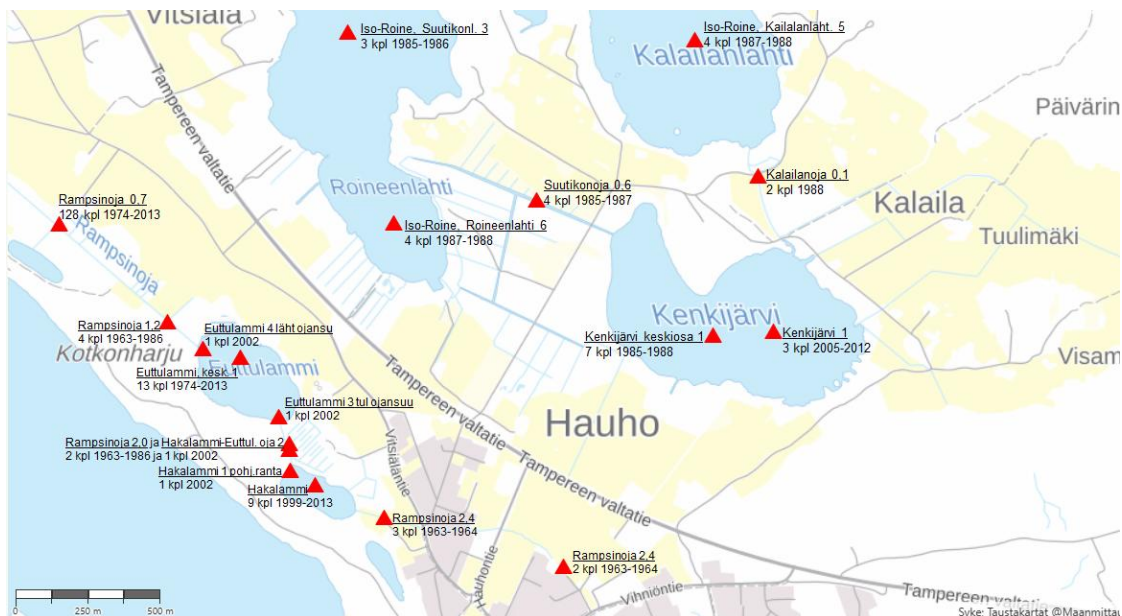
**Kuva 2.** Kirriksen valuma-alueella olevia vesienhallinta- tms. rakenteita maastokartalla ja ortokuvassa (kuvakaappaukset osoitteesta <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi>).

Koska Kirrisen valuma-alueella on vesienhallinnan rakenteita ja niitä on sinne suunniteltu lisää ainakin Hietasillanojan valuma-alueelle, olisi tärkeää jatkaa järven vedenlaadun seurantaa. Näyttepisteestä "Kirrinen, keskiosa 1" voisi vuodesta 2026 alkaen hakea näytteet a) kesäkerrostuneisuuskauden loppupuolella elokuussa ja mahdollisuuksien mukaan b) talvikerrostuneisuuskauden loppupuolella maaliskuussa esimerkiksi kolmen vuoden välein. Jos järviseurantaa on karsittava, talvea tärkeämpi on kesätilanne, joka kannattaa priorisoida.

Näyteteistessä "Kirrinen, keskiosa 0.1" mitataan näkösyvyys sekä yhden ja neljän metrin syvyyksiltä veden lämpötila sekä happipitoisuus ja -kylästäys. Sen jälkeen samoilta syvyyksiltä otetaan vesinäytteet, joista mitataan laboratoriossa kokonaisfosforin ja -tyylin pitoisuudet, sähköjohtavuus, pH, väriluku ja kesänäytteistä klorofylli-a sekä resurssien niin sallissa orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus (TOC; Total Organic Carbon).

Pyhäjärven itäpuolella on Lehee-niminen järvi, jonka ekologinen tila on tyydyttävä. Ympäristöhallinnon tekemän arvion mukaan järven tilatavoitetta ei ole saavutettu, minkä vuoksi toimenpiteitä tarvittaisiin (ks. myös Kuoppamäki 2024; Kuva 2). Järvestä on kerätty vedenlaatutietoa 25 kertaa vuosina 1975–2024 eikä ainakaan ELY-keskus aio sisällyttää sitä jatkossa seurantaohjelmaansa. Jos Lehee jää myös Hämeenlinnan ohjelman ulkopuolelle, sen seuranta voisi harkita lisättäväksi tässä ehdotettuun ohjelmaan. Näytepisteestä "Lehee, keskiosa 3" voisi hakea vesinäytteitä samalla periaatteella kuin mitä on ehdotettu Kirrinen-järvelle (ks. edellä).

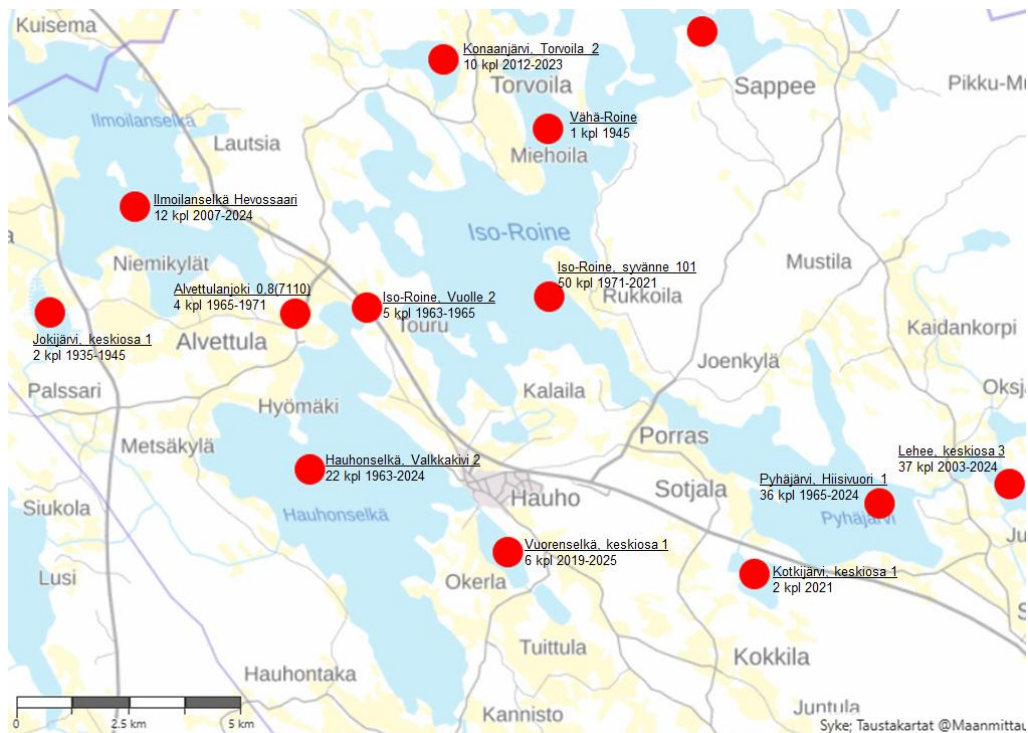
Lähellä Hauhon keskustaa sijaitsevan Kenkijärven vedenlaatua on tutkittu vain kymmenen kertaa vuosien 1985 ja 2012 välillä (Kuva 3). Jos järven tilasta halutaan saada tuoreempaa tietoa, näytepisteestä "Kengkijärvi 1" voisi hakea näytteitä samalla periaatteella kuin mitä tässä on ehdotettu Kirriselle ja Leheelle. Jos seurantaa on karsittava, kannattaa priorisoida kesätilanne ja jättää talvinäytteenotto pois ohjelmasta.



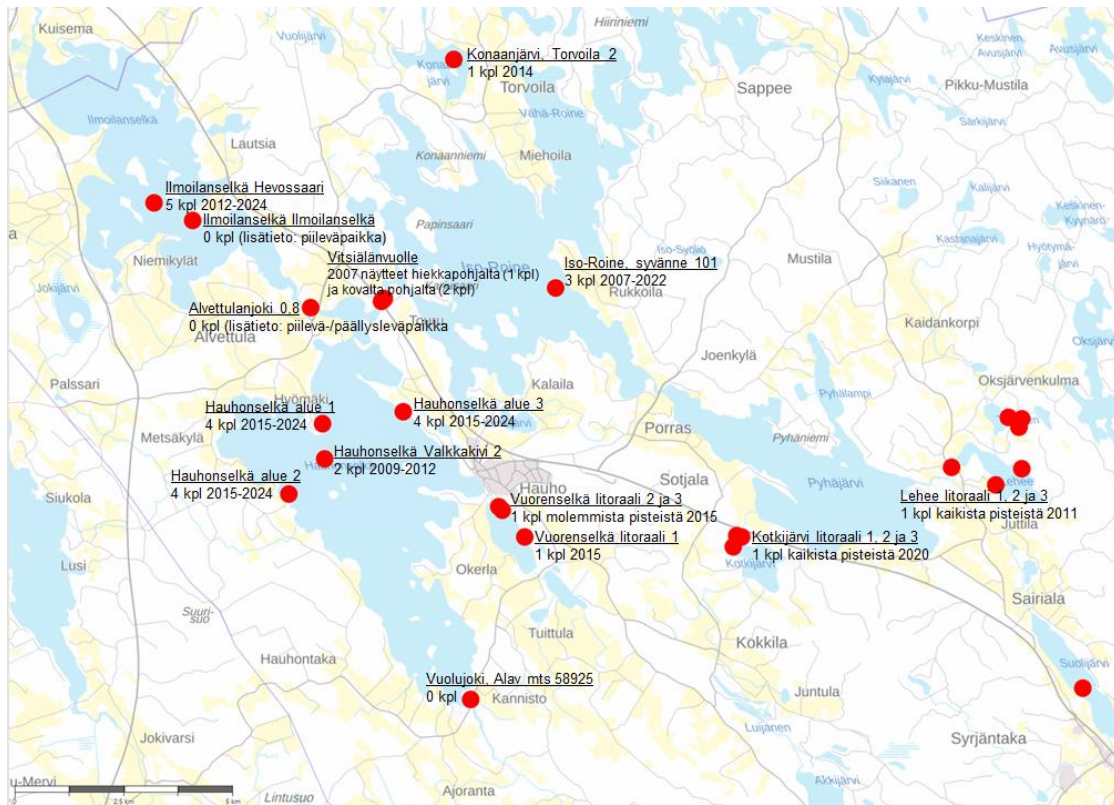
**Kuva 3.** Vedenlaadun havaintopisteet (punaiset kolmiot) Hauhon keskustan lähialueilla. Karttaan on kirjoitettu näytepisteiden nimet, niistä tähän asti haettujen näytteiden lukumäärä sekä ajankohdat vuositasolla.

Vedenlaatuseurantaan ovat kuuluneet perinteisesti lähinnä kemiallis-fysikaaliset tekijät sekä biologisten ominaisuuksien osalta kasviplanktonbiomassaa ilmentävä klorofylli-a pigmentin pitoisuus. Monilla järvilla, ainakin niillä, jotka kuuluvat velvoitetarkkailujen piiriin, tehdään vesipuitedirektiivin mukaisesti tutkimuksia myös kasviplanktonin, kalojen, pohjaeläinten ja vesikasvien osalta. Vanhimmat Hauhon

vesistöissä tehdyt selvitykset kasviplanktonista ovat melkein sadan vuoden takaa ja tuoreimmat vuodelta 2025 (Kuva 4). Pohjaeläinselvityksiä on tehty jonkin verran kuluvan vuosisadan aikana (Kuva 5). Ravintoverkon rakenne vaikuttaa keskeisesti järvien vedenlaatuun ja siksi biologiset tutkimukset ovat hyvin suositeltavia. Eläinplankton ei kuulu vesipuitedirektiivin mukaan seurattaviin eliöyhteisöihin huolimatta siitä, että se on järvien avainyhteisö, josta voi helposti ja kustannustehokkaasti saada käsityksen kalastosta ja järven tilasta (Caroni & Irvine 2010, Jeppesen ym. 2011, Ruuhijärvi ym. 2020). Mikäli Hauhon vesistöissä päädytään selvittämään ravintoverkon merkitystä järvien tilaan, eläinplanktonia suositellaan sisällytettäväksi mukaan ohjelmaan.



**Kuva 4.** Kasviplanktonyhteisön havaintopisteet (punaiset pallot) Hauhon keskustan lähialueilla. Karttaan on kirjoitettu näytepisteiden nimet, niistä tähän asti haettujen näytteiden lukumäärä sekä ajankohdat vuositasolla.



**Kuva 5.** Pohjaeläinyhteisön havaintopisteet (punaiset pallot) Hauhon keskustan lähialueilla. Karttaan on kirjoitettu näytepisteiden nimet, niistä tähän asti haettujen näytteiden lukumäärä sekä ajankohdat vuositasolla.

### 3. Osavaluma-alueiden kunnostuskohteiden vedenlaatuvaikutuksen seuraamiseksi

#### 3.1 Kunnostettaviksi ehdotetut viisi valuma-aluetta

##### 3.1.1 Hietasillanojan valuma-alue

Noin 14 km<sup>2</sup> kokoiselta valuma-alueelta vettä keräävä Myllyoja, jonka valuma-alueesta neljännes on peltoja, laskee Hauhonselän valuma-alueella sijaitsevan Kirrisen eteläpäähän. Myllyojan alueen ojitussyhteisön nimi on Hietasillanojat, minkä vuoksi suunnittelukohdetta kutsutaan Hietasillanojan valuma-alueeksi. Ympäristöhallinnon WSFS-vesistömallin, ns. Vemala-mallin mukaan Kirrisen vuotuisesta fosforikuormasta valtaosa on peräisin peltoviljelystä, joten kunnostustoimia kannattaa suunnata sen valuma-alueella etenkin peltoalueille (Kuoppamäki 2024).

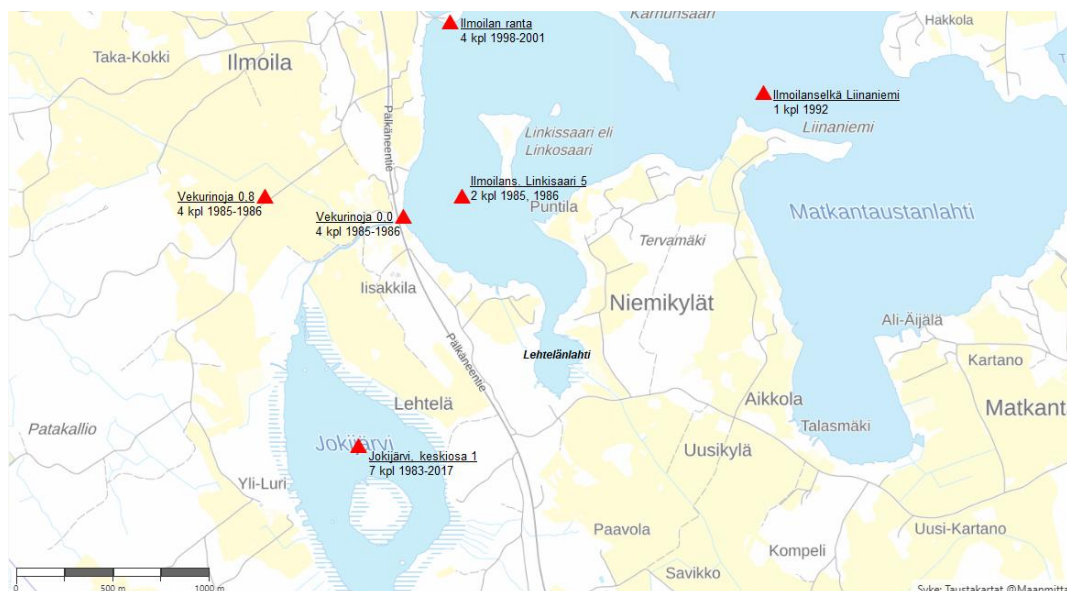
Hietasillanojan valuma-alueen alajuoksulle on ehdotettu kaksitasouomia, tulvatasanteita, järveen rajautuvaa pientä kosteikkoa sekä pumppuaseman uusimista (Utriainen 2025a). Alueella on paljon vesienhallinnan haasteita, kuten tulvimista, märkyyttä, eroosiota ja siten ravinnehuuhtoumaa, minkä vuoksi tarvitaan vedenpumppaamoa (Ortamala 2025). Muilta osin vesienhallinnan suunnitelma pohjautuu valtaosin pohjapatoihin ja laskeutusaltaisiin. Valuma-alueen yläosassa on kaksi ojitettua suoaluetta, joita on ehdotettu ennallistettaviksi (Utriainen 2025a). Ennallistamisessa aikanaan metsätalouden tarpeisiin kuivatetun suon annetaan uudelleen vettyä, jolloin alue voi pidättää aiempaa paremmin vettä ja siten samalla orgaanista hiiltä, kiintoainetta ja ravinteita (Menberu ym. 2017).

Kunnostustoimien vaikutusten seuraamiseksi vesinäytteitä ehdotetaan kerättäväksi jo ennen kunnostustöitä ja niiden jälkeen. Hietasillanojan/Mylyjojan a) yläjuoksulta läheltä kohtaa, missä ojan voidaan katsoa alkavan ja missä on riittävästi vettä varten sekä b) alajuoksulta Myllyoja 0,1 -pisteestä, mistä on aiemmin, vuosina 1976–2013 haettu yli 80 kertaa vesinäytteitä (Kuva 1). Näytteitä kerätään ainakin silloin kun ojassa virtaa vettä eli lähinnä keväällä lumien sulettua ja syysateilla, mahdollisesti myös kesällä kulloinkin vallitsevan vesitilanteen mukaan. Leutoina talvina valuntaa syntyy jo ennen varsinaisen kevään alkamista ja kevättulva voi jäädä väliin. Niinpä talven-kevään näytteenoton ajankohtien haarukoimisessa on hyvä olla joustava. Kun ojaan tehdään vesiensuojelun/-hallinnan rakenteita, uusia näytepisteitä voi mahdollisuuksien ja resurssien niin salliessa perustaa kohteisiin siten, että voidaan seurata rakenteeseen tulevaa ja sieltä lähtevää vettä. Kuitenkin vähintään ehdotetaan otettavaksi näytteitä ylä- ja alajuoksulta, jotta voidaan arvioida valuma-alueelta huuhtoutuvan kuormituksen sekä toteutettavien kunnostustoimien vaikutuksia vedenlaatuun.

### 3.1.2 Rompsenojan, Tomajanojan valuma-alue

Yläjuoksulla Rompsenoja-, alajuoksulla Tomajanoja-niminen, noin 4,5 km pitkä uoma virtaa halki valuma-alueen, jonka koko on 5 km<sup>2</sup>. Siitä peltoa on 2,3 km<sup>2</sup> eli melkein puolet (Utriainen 2025b). Oja laskee Ilmoilanselän Lehtelänlahteen. Rompsen-/Tomajanojaan on suunniteltu tehtäväksi kaksitasouomia ja alajuoksulla järveen rajoittuvaa pientä kosteikkoa. Valuma-alueen raja on esitetty Utraisen (2025b) raportissa, jossa alueen eteläosaan on ehdotettu lisäksi kahta patorakennetta.

Ympäristöhallinnon Hertta-tietokannan mukaan Rompsenojan/Tomajanojan valuma-alueella ei ole vedenlaadun havaintopisteitä (Kuva 6). Lähimpänä näytteitä on otettu Ilmoilanselällä Linkosaaren lounaispuolella olevasta pisteestä, joskin nelisenkymmentä vuotta sitten: yksi vuonna 1985 ja toinen vuonna 1986.



**Kuva 6.** Vedenlaadun havaintopisteet (punaiset kolmiot) Ilmoilanselän eteläpään ja Jokijärven alueella Hertta-tietokannassa (kartta: SYKE). Valtaosa Rompsen-/Tomajanojan sekä Vekuri-Jokijärvien valuma-alueesta, joka näkyy Utraisen (2025a) laatimassa raportissa, on rajattu pois kuvasta, koska siellä ei ole vedenlaadun havaintopisteitä.

Kunnostustoimien vaikutusten seuraamiseksi vesinäytteitä ehdotetaan kerättäväksi Rompsenojasta/Tomajanojasta jo ennen kunnostustöitä ja niiden jälkeen. Näytteenottopisteiksi valitaan a) yläjuoksulta kohta, missä ojan voidaan katsoa alkavan ja missä on riittävästi vettä näytteenottoa ajatellen sekä b) alajuoksulta. Ojaan saattaa sen alajuoksulla virrata järvivettä, koska valuma-alue on hyvin alavaa ja suurelta osin järven tasolla. Niinpä on suositeltavaa koettaa löytää alajuoksulta näytepiste, joka edustaa oja- eikä järvivettä. Näytteitä kerätään ainakin silloin kun ojassa virtaa vettä eli lähinnä keväällä lumien sulettua ja syyssateilla, mahdollisesti myös kesällä kulloinkin vallitsevan vesitilanteen mukaan. Leutoina talvina valuntaa syntyy jo ennen varsinaisen kevään alkamista ja kevättulva voi jäädä väliin. Niinpä talven-kevään näytteenoton ajankohtien haarukoimisessa on hyvä olla joustava. Kun ojaan tehdään vesiensuojelun/-hallinnan rakenteita, uusia näytepisteitä voidaan resurssien niin salliessa perustaa kohteisiin niin, että voidaan seurata rakenteeseen tulevaa ja sieltä lähtevää vettä.

Valuma-alueen kunnostustoimien vaikutuksia Ilmoilanselän vedenlaatuun voisi yrittää dokumentoida lähinnä Lehtelänlahdella, jonne resurssien niin salliessa voi harkita näytteenottopisteen perustamista ja hakea vesinäytteitä esimerkiksi kerran vuodessa elokuussa ja vähintään kolmen vuoden välein.

### 3.1.3 Vekuri-Jokijärvien valuma-alue

Useiden uomien kautta Vekuri-Jokijärvien valuma-alueen vedet kertyvät kaakkoiskulmassa Vekurinojaan, johon virtaa vettä myös eteläpuolella olevasta Jokijärvestä valuma-alueineen. Vedet purkautuvat Ilmoilanselän lounaiskulmaan. Valuma-alueelle on suunniteltu rakennettavaksi useita patorakenteita, kolme laskeutusallasta, kaksitasouomia sekä Vekurinjärven kaakkoisrannalle kosteikko (Utriainen 2025c). Lisäksi valuma-alueella on kolme ennallistettaviksi ehdotettua suoaluetta: yksi pohjoisosassa ja kaksi eteläosassa. Valuma-alueen alaosa on hyvin peltovaltainen, ja tiettävästi pellot kärsivät märkyydestä, minkä lisäksi pelloille levitetään lietelantaa, joka päättyy suurelta osin vastaanottavaan vesistöön, kun peltoja kuivatetaan keväällä pumppaamalla (Ortamala, M., suullinen tiedonanto). Kyseinen pumppuasema edellyttäisi automatisointia, jotta peltojen kosteustilanne saataisiin nykyistä paremmin hallintaan.

Kunnostustoimien vaikutusten seuraamiseksi vesinäytteitä ehdotetaan kerättäväksi jo ennen kunnostustöitä ja niiden jälkeen siten, että nähtäisiin millaista vedenlaatu on valuma-alueen yläjuoksulla ja millaista alajuoksulla, missä vedet purkautuvat alapuoliseen vesistöön. Vekuri-Jokijärvien valuma-alueella on ympäristöhallinnon Hertta-tietokannassa vedenlaadun havaintopiste nimeltä "Vekurinoja 0,8" ja lisäksi ojan suulla kohdassa, missä vedet laskevat Ilmoilanselkään, on näytepiste "Vekurinoja 0,0" (Kuva 4). Jälkimmäinen edustaa paitsi Vekuri- ja Jokijärvien valuma-alueelta, myös etelästä Jokijärvestä ja sen valuma-alueelta virtaavaa vettä. Jos halutaan seurata vain kunnostettavaksi esitetyn Vekuri/Jokijärvien valuma-alueelta kertyvää vettä, näytepiste kannattaa perustaa sen alaosaan kuvassa 7 ehdotettuun kohtaan.



**Kuva 7.** Maastokartalle ja ortokuvaan merkitty ehdotus näytepisteeksi (punainen pallo), jossa voisi havainnoida Vekuri-Jokijärvien valuma-alueelta purkautuvan veden laatua. Tarkempi paikka määrittyy käytännössä maastossa.

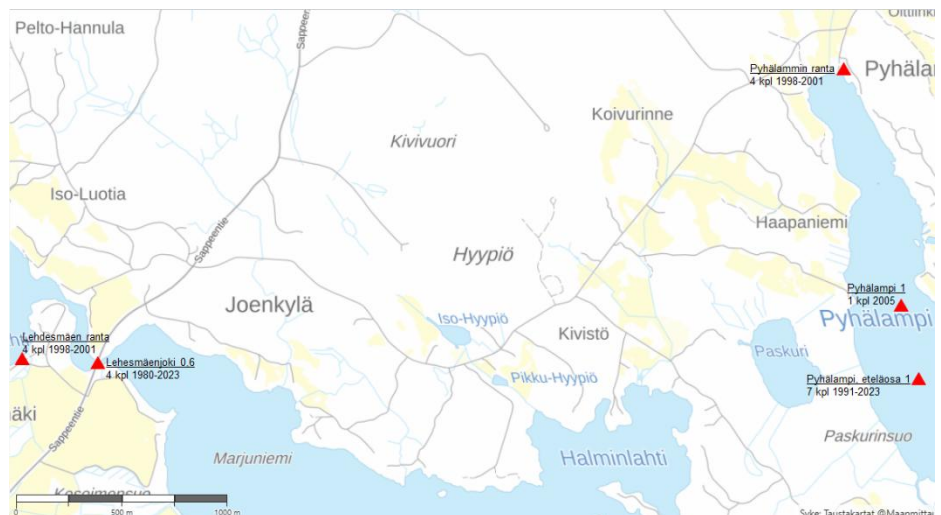
Vekuri-Jokijärvien valuma-alueen yläjuoksulle näytepisteitä voisi perustaa ojiin sellaisiin kohtiin, joiden alapuolelle on suunniteltu kunnostustoimenpiteitä, mikäli resurssit sen sallivat. Näin saataisiin vertailtua vedenlaatua rakenteisiin tulevan ja niistä lähtevän veden laatua.

Näytteitä kerätään ainakin silloin kun ojassa virtaa vettä eli lähinnä keväällä lumien sulettua ja syysateilla, mahdollisesti myös kesällä kulloinkin vallitsevan vesitilanteen mukaan. Leutoina talvina valuntaa syntyy jo ennen varsinaisen kevään alkamista ja kevättulva voi jäädä väliin. Niinpä talven-kevään näytteenoton ajankohtien haarukoimisessa on syytä olla joustava.

### 3.1.4 Hormanojan valuma-alue

Pyhäjärven pohjoispuolella sijaitsevan Hormanojan valuma-alueelle on suunniteltu yläjuoksulle suon ennallistamista ja alajuoksulle kaksitasouomia sekä patorakenne ja pieni järveen rajautuva kosteikko (Utrainen 2025d). Valuma-alueella ei ole yhtään vedenlaadun seurantapistettä ympäristöhallinnon Hertta-tietokannan mukaan (Kuva 8). Sieltä kertyvän veden laatua voisi seurata esimerkiksi alajuoksulla kohdassa, jossa oja alittaa Salomaantien. Jos kaksitasouomat toteutetaan, jatkossa näytteitä kannattaa ottaa myös rakenteiden yläpuolelta. Toinen yläjuoksun vedenlaadun havaintopiste voisi sijoittua ennallistettavan suon alueelle siten, että seurattaisiin ainakin suolta lähtevän veden laatua, mutta mielellään myös suolle tulevaa vettä. Etenkin ennallistamistoimien jälkeen olisi hyvä, jos pystyttäisiin keräämään vesinäytteitä sekä suolle tulevasta että sieltä lähtevästä vedestä. Jos kosteikko saadaan toteutettua, sieltä lähtevän veden laatua voidaan myös alkaa seurata.

**Kuva 8.** Vedenlaadun havaintopisteet (punaiset kolmiot) Pyhäjärven pohjoispuolella Hertta-tietokannassa (kartta: SYKE). Hormanojan valuma-alueella, jonka rajaus näkyy Utraisen (2025d) laatimassa raportissa, ei ole vedenlaadun havaintopisteitä.



### 3.1.5 Kyläsuonojan valuma-alue

Iso-Roineen pohjoisosassa sijaitseva Kyläsuonoja virtaa lähes koko matkansa peltoalueiden halki ja pellot ovatkin 1,76 km<sup>2</sup> laajuisen valuma-alueen vallitseva maankäyttömuoto 1,1 km<sup>2</sup> pinta-alallaan (Utriainen 2025e). Peltola on siis 62,5 % valuma-alueen pinta-alasta. Järvi-meriwiikin mukaan Iso-Roineen pinta-ala on 31 km<sup>2</sup> eli Kyläsuonojan osuus siitä on hieman yli 5 %.

Kyläsuonojan valuma-alueelle on suunniteltu kaksitasouomaa sekä ojan purkupisteeseen järvenrantaan kosteikko (Utriainen 2025e). Molemmat rakenteet sijoittuvat alajuoksulle eikä valuma-alueen yläosaan ole ainakaan toistaiseksi suunniteltu vesienhallinnan ratkaisuja, vaikka alue on hyvin peltovaltainen ja siten maatalouden vesiensuojelurakenteita todennäköisesti olisi hyvä edistää. WSFS-vesistömallinnuksen, ns. Vemala-mallin mukaan noin puolet Iso-Roineeseen huuhtoutuvasta fosforikuormituksesta on peräisin maatalousalueilta, joskin myös haja-asutuksen on arvioitu aiheuttavan kohtalaisen osan kuormituksesta (Kuoppamäki 2024).

Kyläsuonojan valuma-alueella, jonka rajaus esitetään Utraisen (2025e) raportissa, ei Hertta-tietokannan mukaan ole vedenlaadun havaintopisteitä (Kuva 9). Sinne kannattaisi perustaa alkuvaiheessa ainakin kaksi vedenlaadun seurantapistettä: yksi ojan alajuoksulle lähelle järveä sellaiseen paikkaan, jossa näyteenvesi edustaa oja- eikä järvivettä, toinen suunniteltujen kaksitasouomien yläpuolelle. Näin voidaan seurata kaksitasouomien vaikutusta vedenlaatuun. Mikäli kosteikko toteutetaan, olisi hyvä seurata sinne tulevan ja sieltä lähtevän veden laatua



**Kuva 9.** Vedenlaadun havaintopisteet (punaiset kolmiot) Pyhäjärven pohjoispuolella Hertta-tietokannassa (kartta: SYKE). Hormanojan valuma-alueella ei ole vedenlaadun havaintopisteitä.

## 3.2 Osavaluma-alueilta kerättävistä vesinäytteistä tehtäviä analyyskejä

Ojavesinäytteistä olisi hyvä analysoida ainakin kiintoaine, sähkönjohtavuus, pH, kokonaisravinteet (fosfori ja typpi) sekä resurssien niin salliessa mielellään myös fosfaattifosfori (PO<sub>4</sub>). Lisäksi suositellaan orgaanisen hiilen kokonaispitoisuuden (TOC, Total Organic Carbon) ja veden värin analysoimista ainakin soiden ennallistamiskohteissa suolle tulevasta ja sieltä lähtevästä vedestä.

Rompsenojan, Tomajanojan valuma-alueen vedet virtaavat Lehtelänlahdelle, joka on varsin suljettu Ilmoilanselän lahti ja jonka vedenlaatu voi siten kuvastaa kohtalaisesti yläpuoliselta valuma-alueelta tulevaa kuormitusta – ja kunnostustoimien jälkeen odotettavasti vähentynyttä kuormitusta. Tosin vastaavaa tietoa voidaan saada myös ojan alajuoksulta mahdollisesti kerättävien näytteiden avulla. Jos kuitenkin myös Lehtelänlahden tilaa halutaan seurata, sieltä voidaan mitata näkösyvyys sekä yhden metrin syvyydeltä veden lämpötila sekä happipitoisuus ja -kyllästys. Sen jälkeen yhden metrin syvyydeltä otetaan Limnos-noutimella vesinäyte, josta mitataan laboratoriossa kokonaisfosforin ja -typen sekä klorofylli-a pitoisuudet, sähkönjohtavuus, pH, väriluku ja kemiallinen hapenkulutus (COD<sub>Mn</sub>).

## 4. Kirjallisuus

- Alajoki, H. 2014. Suunnitelma Hauhonselän kunnostamiseksi. *Aquarius* 1/2014, 18-19.
- Eloranta, P. 2019. Janakkalan Suojärven sekä Hauhonselän tilan kehitys piileväanalyysien tulostan valossa. Raportti, 8 s.
- Caroni, R. & Irvine, K. 2010. The potential of zooplankton communities for ecological assessment of lakes: redundant concept or political oversight? *Biology and Environment: Proc. Royal Irish Academy* 110B, 35-53. <https://doi.org/10.3318/BIOE.2010.110.1.35>
- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Härkönen, L., Huftunen, M., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tattari, S. & Ukonmaanaho, L. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. *Sci. Tot. Env.* 762, 144098. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144098>
- Grayson, R.B., Finlayson, B.L., Gippel, C.J. & Hart, B.T. 1996. The potential of field turbidity measurements for the computation of total phosphorus and suspended solids loads. *J. Env. Manage.* 47, 257-267.
- IPCC, 2022: Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Tignor, M., Poloczanska, E.S., Minterbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A. & Rama, B (toim.) *Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Jarvie, H.P., Pallett, D.W., Schäfer, S.M., Macrae, M.L., Bowes, M.J., Farrand, F., Warwick, A.C., King, S.M., Williams, R.J., Armstrong, L., Nicholls, D.J.E., Lord, W.D., Rylett, D., Roberts, C. & Fisher, N. 2020. Biogeochemical and climate drivers of wetland phosphorus and nitrogen release: Implications for nutrient legacies and eutrophication risk. *J. Env. Qual.* 49, 1703-1716. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20155>
- Jeppesen, E., Nøges, P., Davidson, T.A., Haberman, J., Nøges, T., Blank, K., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Sayer, C., Laugaste, R., Johansson, L.S., Bjerring, R. & Amsinck, S.L. 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676: 279-297. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0831-0>
- Jutila, H. 2004. Hauhon luonto-opas. – Ympäristöosaston julkaisuja 32. Hämeenlinnan seudun kansanterveysyön kuntayhtymän ympäristöosasto, NAPA-projekti. 61 s.
- Ketola, M., Kuoppamäki, K., Huotari, J., Seppälä, J., Kotamäki, N. & Kallio, K. 2014. Aineiston kalibrointi ja laadunvarmistus, s. 41-49 teoksessa: Ketola, M. & Huotari, J. (toim.) *Jatkuvatoiminen levämäärien mittaus – hyvät mittauskäytännöt ja aineiston käsittely. Ympäristöhallinnon ohjeita* 5 | 2014.
- Koskiahio, J., Tattari, S., & Röman, E. 2015. Suspended solids and total phosphorus loads and their spatial differences in a lake-rich river basin as determined by automatic monitoring network. *Environ. Monit. Assess.* 187, 187. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4397-6>
- Kuoppamäki, K. 2024. Katsaus Hauhon järvien tilaan. Tutkimusraportti, KVVY Tutkimus Oy
- Kuoppamäki, K., Pflugmacher Lima, S., Scopetani, C. & Setälä, H. 2021. The ability of selected filter materials in removing nutrients, metals and microplastics from stormwater in biofilter structures. *J. Env. Qual.* 50, 465-475. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20201>
- Kuoppamäki, K., Prass, M. & Hagner, M. 2023. Crushed concrete and biochar: A sustainable solution for vegetated roofs. *Urban Forestry & Urban Greening* 88, 128082. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128082>
- Kuoppamäki K., Setälä H., Rantalainen A.-H. & Kotze D.J. 2014. Urban snow indicates pollution originating from road traffic. *Env. Poll.* 195, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.08.019>
- Laakso, J., Uusitalo, R., Heikkinen, J. & Yli-Halla, M. 2017. Phosphorus in agricultural constructed wetland sediment is sparingly plant-available. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 180, 554-562. <https://doi.org/10.1002/jpln.201700062>
- Lepistö, A., Härkönen, L.H., Kortelainen, P., Räike, A. & Taskinen, A. 2023. Pintavesien tummuminen – muutostrendit ja mahdollisuudet hillitä tummumista, s. 18-27 teoksessa Marttunen, M. & Annala, M. (toim.) *Valuma-aluesuunnittelulla kohti hiilineutraalia maankäyttöä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja* 35 | 2023
- Menberu, M.W., Marttila, H., Tahvanainen, T., Kotiaho, J. S., Hakkanen, R., Kløve, B., & Ronkanen, A.-K. 2017. Changes in pore water quality after peatland restoration: Assessment of a large-scale, replicated Before-After-Control-Impact study in Finland. *Water Resources Research*, 53, 8327-8343. <https://doi.org/10.1002/2017WR020630>
- Moss, B., Kosten, S., Meerhoff M., Battarbee, R.W., Jeppesen, E., Mazzeo, N., Havens, K., Lacerot, G., Liu, Z., De Meester, L., Paerl, H. & Scheffer, M. 2011. Allied attack: climate change and eutrophication. *Inland Waters* 1, 101-105. <https://doi.org/10.5268/IW-1.2.359>
- Ortamala, M. 2025. Hauhon vesistöjen lähivaluma-alueiden kustannustehokkaimmat vesienhallintakohteet. KVVY Tutkimus Oy, raportti.
- Papalexiou, S.M. & Montanari, A. 2018. Global and regional increase of precipitation extremes under global warming. *Water Resources Research* 55, 4901-4914. <https://doi.org/10.1029/2018WR024067>
- Robertson, J.J., Fletcher, T.D., Danger, A. & Szota, C. 2018. Identifying critical inundation thresholds to maintain vegetation cover in stormwater treatment wetlands. *Ecol. Eng.* 116, 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.031>
- Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Kämäräinen, M., 2016. Climate projections for Finland under the RCP Forcing scenarios. *Geophysica* 51, 17-50.
- Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Kuoppamäki, K., Ala-Opas, P. & Vinni, M. 2020. Responses of food web to hypolimnetic aeration in Lake Vesijärvi. *Hydrobiologia* 847: 4503-4523. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04319-6>
- Sandström, S., Futter, M.N., Kyllmar, K., Bishop, K., O'Connell, D.E. & Djodjic, F. 2020. Particulate phosphorus and suspended solids losses from small agricultural catchments: Links to stream and catchment characteristics. *Sci. Tot. Env.* 711, 134616. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134616>
- Skarbøvik, E. & Roseth, R. 2014. Use of sensor data for turbidity, pH and conductivity as an alternative to conventional water quality monitoring in four Norwegian case studies. *Acta Agric. Scand. Sect. B*

- Soil Plant Sci. 65, 63–73. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.966751>
- Thornton, J.A., Harding, W.R., Dent, M., Hart, R.C., Lin, H., Rast, C.L., Rast, W., Ryding, S-O. & Slawski, M. 2013. Eutrophication as w 'wicked' problem. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 18, 298-316. <https://doi.org/10.1111/lre.12044>
- Utriainen, T. 2025a. Hietasillanojat valuma-alue tarkastelu. Työselostus, KVVY Tutkimus Oy
- Utriainen, T. 2025b. Rompsen-Tomanojan valuma-alue tarkastelu. Työselostus, KVVY Tutkimus Oy
- Utriainen, T. 2025c. Vekuri-Jokijärvien valuma-alue tarkastelu. Työselostus, KVVY Tutkimus Oy
- Utriainen, T. 2025d. Hormanoja valuma-alue tarkastelu. Työselostus, KVVY Tutkimus Oy
- Utriainen, T. 2025e. Kyläsuonojan valuma-alue tarkastelu. Työselostus, KVVY Tutkimus Oy
- Uusheimo, S., Tulonen, T., Huotari, J. & Arvola, L. 2020. Long-term (2001–2020) nutrient transport from a small boreal agricultural watershed: hydrological control and potential of retention ponds. *Water* 12, 2731. <https://doi.org/10.3390/w12102731>
- Valtanen, M., Sillanpää, N., & Setälä, H. 2017. A large-scale lysimeter study of stormwater biofiltration under cold climatic conditions. *Ecol. Eng.* 100, 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.018>
- Van de Waal, D.B., Verschoor, A.M., Verspagen, J.M.H., Van Donk, E. & Huisman, J. 2010. Climate-driven changes in the ecological stoichiometry of aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8, 145-152. <https://doi.org/10.1890/080178>
- Vymazal, J. 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Sci. Tot. Env.* 380, 48-65. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.09.014>
- Västilä, K., Väisänen, S., Koskiahho, J., Lehtoranta, V., Karttunen, K., Kuussaari, M., Järvelä, J. & Koikkalainen, K. 2021. Agricultural water management using two-stage channels: performance and policy recommendations based on northern European experiences. *Sustainability* 13, 9349. <https://doi.org/10.3390/su13169349>