

Jaana Hoffrén

RÄIMÄJÄRVEN VALUMA-ALUESUUNNITELMA

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristötekniikan koulutus

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä	Jaana Hoffrén
Työn nimi	Räimäjärven valuma-aluesuunnitelma
Toimeksiantaja	Pohjois-Savon ELY-keskus
Vuosi	2025
Sivut	57 sivua, liitteitä 4 sivua
Työn ohjaajat	Arto Sormunen (Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu), Antti Kanninen (Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristö- keskus)

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota perustietoa Räimäjärven valuma-alueesta, vesistöistä ja vesistökuormituksesta, ongelmista ja tarpeista sekä kartoittaa vesiensuojelun tehostamismahdollisuuksia valuma-alueella. Räimäjärven sekä sen valuma-alueella sijaitsevien Lyhyenjärven ja Pitkäjärven ekologinen tila on tyydyttävä ja merkittävin tilaa heikentävä tekijä peltoviljelyn aiheuttama ravinnekuormitus. Järvien, myös valuma-alueella sijaitsevan Iso-Petäisen, humuspitoisuus on kasvanut ja ne ovat osin tummuneet.

Valuma-aluesuunnittelun lähtökohtana oli ensisijaisesti järvien ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäminen. Työssä kartoitettiin maa- ja metsätalouden vesistökuormitusta ehkäiseviä ja vähentäviä viljely- ja metsänkäyttömenetelmiä. Valuma-aluetarkastelussa kartoitettiin valuma-alueelle sopivia mahdollisia vesiensuojelurakenteita (kosteikot ja kaksitasouomat) ja niiden sijainteja. Suunnitelman alueelliset tarkastelut tehtiin karttatarkastelun ja mallinnustyökalujen avulla ja niitä täydennettiin maastokatselmuksilla.

Valuma-alueen vaikuttavissa vesiensuojelutoimissa korostuu kuormituksen syntymistä ehkäisevien ja vähentävien toimien merkitys. Kevennetyllä muokkauksella, peltojen talviaikaisella kasvipeitteisyydellä ja suojavyöhykkeillä sekä maan hyvästä kasvukunnosta huolehtimalla vähennetään peltoviljelystä johtuvaa kuormitusta. Jatkuva metsänkasvatus sekä kunnostusojitusten keventäminen vähentävät metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta.

Tarkastelun perusteella valuma-alueella ei ole merkittäviä potentiaalisia ja helposti toteutettavissa olevia kohteita vesiensuojelullisesti vaikuttavien kosteikkojen perustamiseen. Aiemmat kosteikkoselvitykset sekä monimuotoisuusnäkökulmat huomioiden kosteikkorakentaminen voisi kuitenkin olla perusteltua muutamilla alueilla. Kaksitasouomien tarkoituksenmukaisuutta alueella tulisi tarkentaa jatkotarkasteluissa. Sisäkuormitteinen Lyhyenjärvi voisi hyötyä hoitokalastuksesta.

Asiasanat: vesienhoito, valuma-aluesuunnittelu, maa- ja metsätalouden vesistökuormitus, valuma-aluekunnostus, vesistökunnostus

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Jaana Hoffrén
Thesis title	Räimjärvi watershed plan
Commissioned by	North Savo ELY-centre
Time	2025
Pages	57 pages, 4 pages of appendices
Supervisor	Arto Sormunen, Antti Kanninen

ABSTRACT

The objective of the thesis was to gather information about the catchment of Lake Räimjärvi, its water bodies and nutrient loading, and its problems and needs. Additionally, it aimed to identify possibilities to enhance water protection in the catchment. The ecological status of Räimjärvi, as Lyhyenjärvi and Pitkäjärvi located in the catchment, is a moderate and most significant factor that weakens the status is the nutrient load caused by agricultural activity. In addition, the humus concentration of the lakes, including Iso-Petäinen in the catchment area, has increased and the lakes are getting darker.

The watershed planning was primarily based on reducing external nutrient loading to the lakes. The study examined agricultural and forestry practices that help prevent the generation of such loading. In addition, possible water protection structures, such as wetlands and two-stage ditches, and their locations were examined. The regional evaluations were conducted using map analysis and modelling tools, supplemented by field surveys.

Effective water protection measures in the watershed are measures that prevent and reduce the generation of the loading. Reduced tillage, maintaining plant cover on fields during winter, buffer zones and good soil fertility reduce the load caused by arable farming. Continuous forest cultivation and reduced maintenance ditching reduce the load caused by forestry.

Based on the review, there were no significant potential areas for establishing wetlands that would have major water protection benefits. However, considering previous wetland surveys and diversity perspectives as multifunctional wetlands, wetland construction could be justified in a few areas. The suitability of the two-stage ditches in the area should be specified in further reviews. The internally loaded Lyhyenjärvi could benefit from biomanipulation fishing.

Keywords: water management, watershed planning, nutrient and sediment loading, forestry and agriculture, watershed restoration, lake restoration

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	VESIENHOITO JA VALUMA-ALUESUUNNITTELU	7
2.1	Vesienhoidon tavoitteet ja toimeenpano	7
2.1.1	Pintavesien tilan arviointi, luokittelu ja tyypittely	8
2.2	Valuma-aluesuunnittelu ja -kunnostus	9
3	MAA- JA METSÄTALouden VESISTÖKUORMITUS	9
3.1	Kuormituksen lähteet	9
3.2	Kuormituksen vaikutukset	11
3.2.1	Järven sisäinen kuormitus	12
3.3	Maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämismahdollisuudet	12
3.3.1	Erosion ja kuormituksen synnyn ehkäisy	12
3.3.2	Yleisimpiä vesiensuojelurakenteita kuormituksen pidättämiseen	14
3.4	Järvikunnostusmenetelmiä	16
3.4.1	Hoitokalastus	16
3.4.2	Vesikasvillisuuden poisto ja kelluva kosteikko	17
3.4.3	Järven vedenpinnan nosto ja rantojen ruoppaus	18
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	18
5	TULOKSET	19
5.1	Räimäjärven valuma-alue	19
5.1.1	Maankäyttö ja maaperä	20
5.1.2	Muut taustatiedot	22
5.1.3	Järvien ominaisuudet, ekologinen tila ja vedenlaatu	24
5.1.4	Vesistökuormitus ja peltoviljely	26
5.1.5	Vesiensuojelun tehostamistarpeet ja tavoitteet	31
5.2	Vesiensuojelun tehostamismahdollisuudet valuma-alueella	32
5.2.1	Kuormituksen synnyn ehkäisy ja vähentäminen	32
5.2.2	Vesiensuojelurakenteet	35

5.2.3	Järvikunnostusmenetelmät	46
6	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	47
	LÄHTEET.....	50
	LIITE	

1 JOHDANTO

Maa- ja metsätaloudesta peräisin oleva kuormitus aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä ja tummumista, mikä heikentää vesistöjen ekologista tilaa, kaventaa luonnon monimuotoisuutta ja vähentää vesistöjen virkistyskäyttöarvoa. Vesienhoidon tavoitteena on estää vesien tilan heikkeneminen ja saavuttaa sekä ylläpitää vesistöjen hyvä ekologinen tila. Valuma-aluesuunnittelulla vastataan tarpeeseen kokonaisvaltaisesta vesienhallinnan tarkastelusta valuma-alueella. Vesistöissä tehtävien kunnostustoimien ohella vesistöjen tilaa pyritäänkin enenevässä määrin parantamaan valuma-alueella tehtävillä vesiensuojelutoimilla. Tärkeintä maa- ja metsätalouden vesiensuojelussa on maaperän eroosion ja ravinne- ja kiintoainekuormituksen synnyn ehkäisy. Vesiensuojelurakenteiden, kuten kosteikkojen ja kaksitasouomien, avulla pyritään viivyttämään veden virtausta ja estämään muodostuneen kuormituksen pääsy vesistöön, minkä lisäksi varsinkin kosteikoilla on myös merkittävä rooli luonnon monimuotoisuuden ylläpitämisessä. Järvessä tehtävät kunnostustoimet voivat täydentää valuma-alueella tehtäviä toimenpiteitä.

Siilinjärvellä Pohjois-Savossa sijaitseva Räimäjärvi on rehevöitynyt ja lievästi humuspitoinen järvi, jonka valuma-alueelta voidaan erottaa lisäksi Lyhyenjärven, Pitkäjärven ja Iso-Petäisen osavaluma-alueet. Järvien ekologinen tila on Iso-Petäistä lukuun ottamatta tyydyttävä ja niiden merkittävin tilaa heikentävä tekijä on peltoviljelyn aiheuttama ravinnekuormitus (Hertta s.a.; Vallinkoski ym. 2022, 49). Järvissä havaitaan myös humuspitoisuuden lisääntymistä. Järvien kunnostustarve sekä valuma-aluekunnostuksen selvitystarve, Lyhyenjärven osalta, on esitetty Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelmassa (Vallinkoski ym. 2016, 116; Vallinkoski ym. 2022, 102, 112). Räimäjärven valuma-alueella on tehty maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnittelua vuonna 2012 (Hirvonen & Jokela 2013), mutta suunnitelmassa tunnistetut potentiaaliset kosteikkokohteet eivät ole edenneet toteutukseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa Räimäjärven valuma-alueelle yleistasoinen valuma-aluesuunnitelma. Valuma-aluesuunnittelun lähtökohtana on ensisijaisesti valuma-alueen järvien ulkoisen ravinnekuormituksen vähentäminen, mutta myös luonnon- ja elinympäristöjen monimuotoisuuden lisääminen sekä

virikistyskäyttöarvon kohentuminen. Tavoitteena on alueen kuvauksen lisäksi kartoittaa vaikuttavia ja teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoisia vesiensuojeluratkaisuja valuma-alueella. Valuma-alueen ominaispiirteistä johtuen pääpaino on maatalouden vesistökuormituksen ja -vaikutusten, niiden vähentämiskeinojen sekä vesiensuojelurakenteiden tarkastelussa, mutta myös metsätalouden osalta kuormitus ja sen hallinta otetaan huomioon. Suunnitelman alueelliset tarkastelut tehdään paikkatieto- ja mallinnustyökalujen avulla, joita täydennetään maastokatselmuksilla. Valuma-alueen tarkastelun pohjalta kartoitetaan valuma-alueelle sopivia mahdollisia vesiensuojelurakenteita (esim. koskeikot) ja niiden sijainteja. Mahdollisia toimenpiteitä ja rakenteita tarkastellaan myös siitä näkökulmasta, että maa- ja metsätaloudelle ei aiheutuisi haittaa tai haitta olisi mahdollisimman vähäinen. Valuma-alueella toteutettavien kunnostustoimenpide-ehdotusten lisäksi työ sisältää myös ehdotuksia järvikunnostustoimenpiteiksi. Valuma-aluesuunnitelmaa voidaan hyödyntää tarkemmassa toimenpidesuunnittelussa, mikäli vesiensuojelutoimenpiteet alueella konkretisoituvat. Suunnitelma on alustava alueellinen tarkastelu, eikä työn aikana ole esimerkiksi otettu yhteyttä maanomistajiin tai keskusteltu alueen maanomistajien kanssa toimenpiteiden toteuttamismahdollisuuksista. Kaikki esitetyt vesiensuojelun tehostamismahdollisuudet ovat vapaaehtoisia.

Opinnäytetyön tavoitteet ovat seuraavat:

1. koota perustietoa Raimjärven valuma-alueesta, vesistöistä, vesistökuormituksesta, ongelmista ja tarpeista
2. kartoittaa vesiensuojelun tehostamismahdollisuuksia valuma-alueella.

Opinnäytteen toimeksiantaja on Pohjois-Savon ELY-keskus. Opinnäytetyö tehdään Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelman insinööriopintoihin.

2 VESIENHOITO JA VALUMA-ALUESUUNNITTELU

2.1 Vesienhoidon tavoitteet ja toimeenpano

Vesienhoidon tavoitteena on estää vesien tilan heikkeneminen ja saavuttaa vesistöjen hyvä tila. Vesienhoito perustuu EU:n vesipuitedirektiiviin (VPD) (Euroopan parlamentin ja neuvoston vesipuitedirektiivi 2000/60/EY). Kansal-

lisesti vesienhoidosta on säädetty laissa vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä, valtioneuvoston asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä ja valtioneuvoston asetuksessa vesienhoitoalueista (Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 30.12.2004/1299; Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä 30.11.2006/1040; Valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista 30.12.2004/1303). Vesien hyvän tilan saavuttamiseksi toteutetaan erilaisia toimenpiteitä, jotka voivat joko olla suoraan vesistöön tai valuma-alueelle kohdistuvia, tai toimenpiteitä, jotka vaikuttavat kuormitukseen tai muihin paineisiin. Vesienhoidon ohjauskeinoja ovat lisäksi muun muassa rahoituksen ohjaus ja tietoisuutta lisäävät toimenpiteet. Vesienhoidon toimeenpano on laajaa yhteistyötä eri vesiin vaikuttavien tahojen kesken. Vesienhoidon toteutuksessa huomioidaan kokonaisvaltaisesti vesien laadun lisäksi myös veden riittävyyttä sekä tulvariskien hallintaa, vesien virkistyskäyttöä ja luonnon monimuotoisuutta. Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskukset vastaavat vesienhoidon suunnittelusta, sisältäen vesien tilan arvioinnin ja seurannan sekä ympäristöpaineiden kuvauksen, ympäristötavoitteiden määrittelyn ja vesienhoidon toimenpideohjelmien laatimisen. (Vallinkoski ym. 2022, 3, 66). Vesiensuojelun ”toimenpiteiden valintaan vaikuttavat tehokkuuden lisäksi kustannukset, lainsäädännölliset, yhteiskunnalliset ja teknis-taloudelliset sekä luonnonolosuhteisiin liittyvät rajoitteet.” (Vesienhoitosuunnitelma... 2022, 57).

2.1.1 Pintavesien tilan arviointi, luokittelu ja tyypittely

Vesistöjen ekologista tilaa arvioidaan 5-portaisella asteikolla ihmisten toiminnan aiheuttamien muutosten voimakkuuden perusteella. Erinomaisen ekologisen tilan luokassa vesistöissä on vain vähän ihmistoiminnasta johtuvia biologisia, fysikaalis-kemiallisia ja hydromorfologisia muutoksia. Pääpaino arvioinnissa on vesistön biologisissa tekijöissä. Tilaluokittelua edeltää vesistön luontaisen tyyppin määrittely, minkä perusteella kullekin vesimuodostumalle asetetaan luontaisia ominaisuuksia vastaava vertailu- ja tavoitetila. Tyypittelyssä järviä arvioidaan muun muassa koon, viipymän ja maaperästä johtuvan luontaisen ravinteisuuden ja humuspitoisuuden perusteella. Vesien tilan arvioita päivitetään kuuden vuoden välein. Viimeisin vesien ekologisen tilan arvio on vuodelta 2019, ja arviossa on käytetty vedenlaatutietoja ja biologisia seuranta-

tietoja vuosilta 2012–2017. Vedenlaatutietojen sekä vesistöjen tilaa heikentävien tekijöiden arvioinnin ja tarkastelun pohjalta on tehty alueelliset vesienhoitosuunnitelmat ja toimenpideohjelmat vuosille 2022–2027. (Aroviita ym. 2019.)

2.2 Valuma-alue suunnittelu ja -kunnostus

Valuma-alue suunnittelulla vastataan osaltaan vesienhoidon tavoitteeseen saavuttaa ja säilyttää vesistöjen hyvä tila. Valuma-alue suunnittelussa huomioidaan kokonaisvaltaisesti veden laatuun ja määrään liittyviä haasteita ja tarpeita koko valuma-alueella (SYKE s.a.). Koska vesistöjen tila selittyy suurelta osin valuma-alueen maankäytöllä, ovat valuma-alueella tehtävät toimenpiteet keskeinen osa vesistöjen suojelua ja kunnostusta (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2024). Valuma-alue suunnittelulla voidaan edistää vesien hyvän tilan saavuttamisen ja turvaamisen lisäksi muitakin tavoitteita, kuten tulvasuojelua, kuivuuteen varautumista, elinvoimaisia kalakantoja, luonnon monimuotoisuutta ja ilmastotavoitteita (SYKE s.a.). Linnamaa ym. (2023, 18) mukaan ”valuma-alue lähtöinen suunnitelma on hyödyllinen toimintatapa (*vesienhallinnan*) kokonaisuuden hahmottamiseksi sekä vaikuttavien vesienhoidon toimenpiteiden löytämiseksi”.

Valuma-alueen kunnostustarve johtuu usein vesistön veden laadun heikkeneemisestä ja tavoitteesta parantaa vedenlaatua. Kunnostuksessa ensisijaista on pyrkiä estämään kuormituksen muodostumista ja toissijaista pidättää muodostunut kuormitus mahdollisimman lähelle sen syntylähdettä. Keskeinen tavoite on valuma-alueen vesiolosuhteiden palauttaminen lähemmäs luonnontilaista, veden virtauksen hidastaminen ja viivyttäminen erilaisten rakenteiden avulla. Kunnostustoimenpiteiden valintaan vaikuttavat kuormituslähteiden lisäksi valuma-alueen ominaispiirteet. Vesien suojelun lisäksi valuma-alue kunnostuksella voidaan edistää myös tuottavaa maa- ja metsätaloutta, luonnon monimuotoisuutta, maisemanhoitoa, ilmastomuutokseen sopeutumista sekä virkistysmahdollisuuksia. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 49; SYKE 2021b.)

3 MAA- JA METSÄTALouden vesistökuormitus

3.1 Kuormituksen lähteet

Maa- ja metsätalouden vesistökuormitus on luonteeltaan pääosin hajakuormitusta, eli se muodostuu laajoilta alueilta eikä ole paikallistettavissa yksittäisiin

päästölähteisiin. Ojituksilla on keskeinen merkitys sekä maa- että metsätalouden kuormituksessa ja vesistövaikutuksissa. Maataloudessa maankuivatus on välttämätön viljelyn edellytys ja metsätaloudessa ojituksia on tehty tuottavuuden lisäämiseksi. Sekä pelto- että metsäojitukset vähentävät veden pidättymistä maaperässä ja luonnollisissa rakenteissa nopeuttaen veden kulkeutumista valuma-alueelta vesistöön. Maa- ja metsätalouden vesistökuormitus aiheutuu erityisesti maanpinnan eroosiosta sekä eroosion myötä aiheutuvasta ravinnehuuhtoumasta. Ravinteet kulkeutuvat sekä maanesteessä että partikkeleihin sitoutuneena. Maatalous aiheuttaa vesistöihin erityisesti kiintoainekuormitusta sekä fosforin ja typen ravinnekuormaa ja metsätalous orgaanisen aineksen, humuksen, kuormaa, mutta myös kiintoainetta ja ravinteita. Merkittävimmät vesistövaikutukset aiheuttaa fosfori, joka säätelee sisävesien rehevöitymistä sekä humus, joka aiheuttaa tummumista. (Puustinen ym. 2007; Tattari ym. 2015; Paasonen-Kivekäs ym. 2016; Päivänen 2016; Finer ym. 2020.)

Maatalous on merkittävin vesistöjä kuormittava maankäyttömuoto ja mitä suurempi peltojen osuus valuma-alueella on, sitä heikompi on vesistön vedenlaatu ja ekologinen tila (Vilmi ym. 2021, 30). Peltojen eroosio ja ravinnehuuhtouma aiheuttavat merkittävää vesistökuormitusta. Eroosion ja kuormituksen suuruuteen vaikuttavat muun muassa maaperän ja pellon ominaisuudet kuten maalaji, kasvukunto, vesitalous ja lohkon kaltevuus sekä pellon käyttötavat kuten tuotantosuunta, viljelyn intensiteetti, viljelymenetelmät ja kasvipeitteisyys. Myös keskittynyt kotieläintuotanto voi paikoin kasvattaa kuormitusta. Kuormituksen määrä vaihtelee suuresti myös sääolosuhteiden mukaan. Huomattavaa on, että maatalouden vesistökuormitus syntyy lähes kokonaan kasvukauden ulkopuolella syksyllä ja keväällä, jolloin valunta on suurta, mutta ilmastonmuutoksen myötä myös talvella. Ravinteet ja maa-aines kulkeutuvat vesistöihin pääosin pintavaluntana, mutta myös salaojien ja pohjamaan valunnan kautta. Fosfori kulkeutuu erityisesti kiintoainekseen sitoutuneena, mutta myös liuenneena. Viljelytoimenpiteistä erityisesti maan muokkaus lisää voimakkaasti eroosioriskiä ja siihen liittyvää partikkelifosforin huuhtoutumaa. Viljelysmaiden pintaeroosion lisäksi uomissa tapahtuva uomaeroosio lisää kokonaiskuormitusta vesistöihin. (Puustinen ym. 2007; Franti 2016; Puustinen 2019; LUKE 2023a.)

Metsätalouden osalta merkittävin vesistökuormitus aiheutuu ravinteiden ja huumuksen huuhtoutumisesta vanhoilta ojitusalueilta, erityisesti turvemaiden ojittukset aiheuttavat liuenneen orgaanisen hiilen kuormitusta. Ojien kunnostus sekä uudistushakkuiden maastovauriot ja maanmuokkaus aiheuttavat osan kiintoaine-, humus- ja ravinnekuormituksesta. (Finer ym. 2020; Tapio 2025a.)

Eroosiota sekä ravinteiden ja orgaanisen aineksen huuhtoutumista tapahtuu valuma-alueelta myös luontaisesti, mutta ihmistoiminta lisää ja voimistaa huuhtoutumista huomattavasti (Tattari & Linjama 2004, 27). Edelleen ilmastomuutoksen aiheuttamat leudot lumettomat talvet sekä lisääntyvät ja voimistuvat sadannat, erityisesti talvella, tulevat lisäämään valuntaa ja kuormitusta (Tattari ym. 201, 45; Puustinen ym. 2019).

3.2 Kuormituksen vaikutukset

Ravinne-, kiintoaine ja humuskuormitus aiheuttaa vesistössä muun muassa rehevöitymistä, eli perustuotannon kasvua, samentumista sekä tummumista, jotka aiheuttavat edelleen erilaisia fysikaalisia, kemiallisia ja ekologisia muutoksia. Rehevöitymiskehityksen kannalta merkittävin kuormitustekijä on fosfori, joka säätelee sisävesien rehevöitymistä. Veden tummumiseen vaikuttaa erityisesti humuskuormitus. (Puustinen ym. 2007; Sarvilinna & Sammalkorpi 2010; Härkönen & Lepistö 2021; SYKE 2022c.)

Lisääntyneen tuotannon myötä myös hajotustoiminta lisääntyy ja kuluttaa vedestä enenevässä määrin happea. Rehevöityneissä vesistöissä kelluslehtiset ja ilmaveroiset vesikasvit runsastuvat, mutta uposkasvillisuus vähenee, lisäksi kalaston rakenne vinoutuu ja kalasto muuttuu särkikalavaltaiseksi. Myös vesilintujen määrä ja lajimäärä vähenee ja lajisto muuttuu. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11, 20, 24.)

Humus tummentaa vettä vähentäen järven näkösyvyyttä ja tuottavan kerroksen paksuutta. Tummuminen muuttaa vesistöjen valaistus-, lämpötila- ja happiolosuhteita siten, että eliöstön elintilaa kapenee, lajisto yksipuolistuu ja lopulta tuottavuus vähenee. Pohjan hapettomuutta voi lisätä sekä voimistunut lämpötilakerrostuneisuus että orgaanisen aineksen hajoaminen. Lisäksi humus liettää rantoja ja pyydyksiä. (Härkönen & Lepistö 2021; SYKE 2022c.)

Rehevöityneissä ja tummuneissa vesistöissä monimuotoisuus siis vähenee ja virkistyskäyttöarvo heikkenee. On huomattava, että luonnonhuuhtouman vuoksi rehevöityminen ja umpeenkasvu voivat olla järven luonnollista kehitystä, mutta ihmistoiminnasta aiheutuva kuormitus nopeuttaa tätä prosessia huomattavasti (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10).

3.2.1 Järven sisäinen kuormitus

Valuma-alueelta tulevan ulkoisen kuormituksen lisäksi järven tilaa voi merkittävästikin heikentää sisäinen kuormitus. Sisäisessä kuormituksessa järven pohjasedimenttiin jo sitoutuneet ravinteet vapautuvat takaisin veteen. Vapautumista aiheuttaa ja edesauttaa erityisesti pohjan läheisen vesikerroksen heikko happitilanne, mutta myös pohjaa pöyhivien särkikalojen suuri kanta tai muu sedimentaatiopohjaa pöyhivä toiminta, kuten ruoppaus. Ravinteiden vapautuminen kiihdyttää rehevöitymistä lisäämällä leväkasvua ja lopulta taas hajotustoimintaa ja hapenkulutusta. Vaikka ulkoinen kuormitus vähentyisi, sisäinen kuormitus voi ylläpitää järven rehevöitymiskehitystä pitkäänkin. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 12, 56, 59.)

3.3 Maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen vähentämismahdollisuudet

3.3.1 Eroosion ja kuormituksen synnyn ehkäisy

Vesiensuojelussa tärkeintä on pyrkiä estämään ja vähentämään kuormituksen syntymistä. Maa- ja metsätalouden kuormituksen vähentämisessä olennaista on ehkäistä maaperän eroosiota. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010; SYKE 2021b.)

Maatalous

Maan kasvukunto on kokonaisuus, joka vaikuttaa olennaisesti satotasoihin, mutta myös vesistökuormitukseen. Peltomaan kasvukuntoa edistävät muun muassa maan hyvä rakenne ja toimiva vesitalous sekä ravinteiden käyttö kasvin ja maaperän tarpeiden mukaisesti. Maan kasvukuntoa voidaan lisätä esimerkiksi eloperäisten maanparannusaineiden sekä alus- ja kerääjäkasvien

käytöllä. Maanparannusaineista rakennekuidut sopivat käytettäväksi myös vesistöjen valuma-alueilla. Sekä alus- että kerääjäkasvit ja rakennekuidut lisäävät pellon eloperäistä ainesta, joka parantaa maan rakennetta, vähentää tiivistymis- ja eroosioriskiä sekä parantaa maan kykyä pidättää vettä ja ravinteita. Orgaanisen aineksen lisäyksen lisäksi maanparannuskuidut kiihdyttävät maan pieneliöstön toimintaa. Alus- ja kerääjäkasvit myös kuohkeuttavat maata ja sitovat ravinteita sekä peittävät pellon pintamaata. Sekä alus- että kerääjäkasvit ja rakennekuidut siis vähentävät eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista. Myös monivuotiset nurmet ja monimuotoisuuspellot kohentavat maan kasvukuntoa. (Känkänen 2011; Tattari ym. 2015; Hyvönen ym. 2020; Ajosenpää ym. 2021.)

Koska suurin osa peltojen eroosiosta ja ravinnehuuhtoumista muodostuu kasvukauden ulkopuolella, on talviaikainen kasvipeitteisyys tärkeä tekijä kuormituksen vähentämisessä. Myös kevennetty muokkaus vähentää eroosiota ja kuormitusta (Puustinen ym. 2019). Maatalouden suojavaoähykkeet ovat maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään kuuluvia monivuotisen nurmikasvuston peittämiä vyöhykkeitä vesistön tai kosteikon läheisyydessä, pohjavesialueella tai erittäin eroosioherkillä peltolohkoilla. Suojavaoähykkeet vähentävät valuntaa, ehkäisevät eroosiota ja parantavat monimuotoisuutta (SYKE 2024a). Suojavaoähykkeet vähentävät eroosiota ja partikkelimaisen fosforin kulkeutumista erityisesti jyrkillä pelloilla, ja suojavaoähykkeet myös vähentävät typen huuhtoutumista vesistöihin (Puustinen ym. 2007; Hyvönen ym. 2020). Uusissa suojavaoähykesuosituksissa onkin huomioitu aiempaa paremmin vesiensuojelullinen vaikuttavuus, ja suojavaoähykkeiden perustamissuositukset on kohdennettu muun muassa kalteville vesistöön viettäville peltolohkoille. Aiemmin suhteellisen tasaisillekin alueille perustetut suojakaistat tai -vyöhykkeet eivät ole olleet vesiensuojelullisesti tehokkaita (Tattari ym. 2015, 42). Herkästi tulviville ja vaikeasti viljeltäville peltoalueille suositellaan suojavaoähykkeiden tai kosteikkojen perustamista (Puustinen ym. 2007).

Kuormitusta vähentävistä toimenpiteistä esimerkiksi viljelykierto, vesistöjen varsien suojakaistat ja tietyn tasoinen talviaikainen kasvipeitteisyys tai kevennetty muokkaus sekä viljavuustutkimukset, jotka tähtäävät tarpeenmukaiseen lannoitukseen, ovat maatalouden perustason vesiensuojelua edistäviä toimia.

Lisäksi esimerkiksi erittäin kaltevilla pelloilla lannanlevitys on tehtävä sijoittamalla. (Ruokavirasto 2025.)

Metsätalous

Metsätaloudessa eroosiota voidaan estää vesistön varrelle hakkuissa jätettävällä puustoisella suojavyyhykkeellä, jolloin maanpinta säilyy rikkoutumattomana. Metsätalouden vesiensuojelumenetelminä on käytetty myös muun muassa pintavalutuskenttiä, kaivukatkoja, lietekuoppia ja laskeutusaltaita sekä soiden ennallistamista. Pintavalutuksessa vesi johdetaan suodattumaan maan pintakerrosten läpi pintakasvillisuuden sekaan, mikä pidättää kiintoainetta ja ravinteita. Kaivukatossa ojan osa jätetään ojaa kunnostaessa avaamatta, mikä hidastaa veden virtausnopeutta, vähentää eroosiota ja pidättää erityisesti kiintoainekuormitusta. Suon ennallistamisen tavoitteena on useimmiten suoluonnon monimuotoisuuden tilan parantaminen, mutta ennallistamisella edistetään myös vesiensuojelua. (Tapio 2025b.) Metsätalouden aiheuttaman kuormituksen ehkäisyn merkitys korostuu erityisesti liunneen hiilen kohdalla, sillä mitkään vesiensuojelurakenteet eivät onnistu sen pidättämisessä. Jatkuva kasvatus vähentää vedenpinnan vaihteluita ja turpeen maatumista, minkä lisäksi myös sekapuustoisuuden on todettu vähentävän humuskuormitusta. (Härkönen & Lepistö 2021.)

3.3.2 Yleisimpiä vesiensuojelurakenteita kuormituksen pidättämiseen

Vesiensuojelullisesti vaikuttavat kosteikot ovat merkittäviä vesiensuojeluratkaisuja, jotka tasoittavat virtaamaa, pidättävät kiintoainesta ja fosforia ja poistavat typpeä (Puustinen ym. 2007, 12–13). Vesiensuojelullisesti merkittävän kosteikon tulisi olla mahdollisimman suuri yläpuoliseen valuma-alueeseen nähden sekä vesisyvydeltään ja kasvillisuudeltaan vaihteleva ja monimuotoinen (Puustinen ym. 2007, 14; Hagelberg ym. 2012, 12–13). Veden mahdollisimman pitkä viipymä tehostaa kuormituksen pidättymistä. Vesiensuojelullisesti merkittävän kosteikon pinta-alan tulisi olla vähintään 0,5 % yläpuolisesta valuma-alueesta, mutta myös pienempien kosteikoiden (0,1 % valuma-alueesta) on todettu pidättävän ravinteita ja olevan vesiensuojelullisesti vaikuttavia (Alhainen ym. 2015, 21; Valkama 2017). Suhteellisesti suurella kosteikolla voidaan saavuttaa merkittäviä kiintoaine- ja ravinnepoistumia. Vesiensuojelun

vaikuttavuuden kannalta kosteikko tulisi perustaa mahdollisimman peltovaltaisille valuma-alueille, joilla viljely on intensiivistä. Kosteikoita voidaan kuitenkin hyödyntää myös metsätalouden aiheuttaman kuormituksen pidättämiseen (Tapio 2025a). Vesiensuojelun lisäksi kosteikoilla on myös merkittävä rooli luonnon monimuotoisuudessa. Koska luontaiset kosteikot ovat kuivatustoiminnan vuoksi vähentyneet radikaalisti, on rakennetuilla kosteikoilla suuri merkitys muun muassa lintujen pesimäympäristönä (Alhainen ym. 2015). Monivaikeisissa kosteikoissa voidaan vesiensuojelullisen näkökulman lisäksi huomioida muun muassa kosteikon merkitys eliöstön ja linnuston elinympäristönä ja luonnon monimuotoisuudessa, tulvien pidättäjänä, metsästysalueena ja virkistysalueena. Kosteikon perustamisen periaatteet eroavat kuitenkin hieman tavoitteesta riippuen. Kosteikon perustamiselle soveltuvin paikka on luontaisesti kostea tai ajoittain tulviva painanne, joka sijaitsee mahdollisimman lähellä kuormituslähdettä. Luontaiset painanteet ovat helpoimmin toteutettavissa olevia kosteikkokohteita ja siten myös kustannuksiltaan edullisimpia. Usein parempi ratkaisu on perustaa pienempiä rakenteita valuma-alueen yläosiin kuin sijoittaa yksi iso kosteikko valuma-alueen alaosaan. (Puustinen ym. 2007; Alhainen ym. 2015.)

Kosteikkojen ohella myös kaksitasouomat tasaavat virtaamia ja vähentävät uomaeroosiota, pidättävät kiintoainesta ja ravinteita, erityisesti partikkelimaista fosforia. Lisäksi kaksitasouomat lisäävät maatalousympäristön monimuotoisuutta. Kaksitasouoma koostuu syvemmästä uomasta sekä sitä molemmin puolin tai toiselta puolelta reunustavasta tasanteesta, johon vesi suuremman virtaaman aikana vesi nousee ja kuormitusta pidättyy. Vesiensuojelurakenteena kaksitasouomat soveltuvat toteuttavaksi laajasti erilaisiin ympäristöihin ja hyötyjä saadaan kaksitasouomien osuuden ollessa 10–20 % kokonaisuumapituudesta. Vesiensuojelullisen vaikuttavuuden kannalta kaksitasouomat kannattaisi sijoittaa suurimpien peltoalueiden kohdalle tai alaosalle. Kaksitasouomien toimivuudesta metsätalouden vesiensuojelurakenteena puuttuu vielä tutkimustietoa. (Tapio 2025a; Valkama ym. 2025).

Ojiin voidaan tehdä myös pienimuotoisempia rakenteita, kuten laskeutusaltaita, lietekuoppia ja pohjapatoja veden virtaamaan hidastamiseksi. Rakenteet laskeuttavat lähinnä karkeampaa kiintoainesta ja niiden vesiensuojelullinen merkitys ainoina toimenpiteinä on rajallinen, mutta ne voivat täydentää muita

vesiensuojeluratkaisuja. (Puustinen 2007.) Rakenteet kannattaa perustaa hiitaasti virtaaviin uomaosuuksiin.

3.4 Järvikunnostusmenetelmiä

Valuma-alueelta tapahtuvan kuormituksen vähentäminen on aina ensisijainen toimenpide vesistöjen kunnostuksessa. Järvessä tehtävien toimenpiteiden vaikutus ei ole kestävä, mikäli ulkoinen kuormitus jatkuu suurena (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11). Useat perinteiset järvikunnostusmenetelmät, kuten hapetus ja fosforin kemiallinen saostaminen, pyrkivät ravinteiden pidättämiseen sedimenttiin niiden poiston sijaan, mikä on usein vain väliaikaista apua sisäiseen kuormitukseen. Järvien sisäisessä kunnostuksessa tulisi pyrkiä pysyvämpään ravinteiden poistoon niiden sedimenttiin sitomisen sijaan. (Horpila 2019.) Osa järvikunnostusmenetelmistä ovat järven virkistyskäyttöä parantavia toimenpiteitä, joilla ei juurikaan ole vaikutusta vedenlaatuun tai sen kohenemiseen (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 50, 56).

3.4.1 Hoitokalastus

Hoitokalastuksella, eli särkikalojen vähentämisellä, voidaan paitsi vähentää järven sisäistä kuormitusta, myös poistaa järvestä kaloihin sitoutuneita ravinteita. Hoitokalastuksessa eläinplanktonia syövien särkikalojen määrä vähennee, mikä tehostaa kasviplanktoniin kohdistuvaa saalistusta. Kalakannan harventuminen vahvistaa muiden kalalajien kantoja, kuten ahvenkantaa. (KVYY s.a.)

Hoitokalastustarvetta arvioidaan veden ravinne- ja klorofyllipitoisuuksien, veden ravinnepitoisuuksien vuodenaikaisvaihtelun, veden klorofylli-fosfori-suhteen sekä koekalastusten tulosten perusteella (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 51–52). Ollakseen vaikuttavaa, sekä poistettavan kalabiomassan että kalojen kappalemäärän on oltava tarpeeksi suuri ja poistokalastusta on toteutettava useampana peräkkäisenä vuonna. Hoitokalastuksen onnistuessa suoran ravinnepoistuman ja kalaston rakenteen muutosten lisäksi vesi kirkastuu, näkösyvyys kasvaa sekä ravinnetasot ja levämäärät laskevat. Petokalakantojen voimistaminen tukee hoitokalastuksen vaikutuksia. Hoitokalastuksella on positiivisia monimuotoisuusvaikutuksia myös linnustolle, sillä särkikalavaltainen kalasto vähentää kokonaisuudessaan pesivien vesilintujen biomassaa ja

lajimäärää, vaikka voikin lisätä kalansyöjälintujen määrää. Hoitokalastuksen positiiviset vaikutukset voivat kuitenkin jäädä toteutumatta, mikäli ulkoinen (tai sisäinen) kuormitus jatkuu suurena. Pysyvämpi vaikutus vaatii usein ylläpitävää kalastusta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 48, 51–52; Sammalkorpi 2021; SYKE 2022a; Vesterinen 2025.) Hoitokalastuksella on myös merkitystä paikallisten asukkaiden vesiensuojelumyönteisyyden ja -aktiivisuuden vahvistamisessa (Penttilä 2002, 68).

3.4.2 Vesikasvillisuuden poisto ja kelluva kosteikko

Vesikasvien niitto tuottaa virkistyskäyttö- ja maisemahyötyjä sekä parantaa lintuston pesimäympäristöjä, mutta vesikasvien poisto ei juuri vaikuta järven ravinnetasoihin. Vesikasvien poistolla voi olla jopa negatiivisia vaikutuksia järven vedenlaatuun, sillä niitto voi aiheuttaa eroosiota ja sameuden lisääntymistä, myös kasviplanktonin määrä saattaa lisääntyä. Poistettu kasvusto myös palautuu herkästi tai vaihtoehtoisesti korvautuu muilla kasvilajeilla tai levillä. Vesikasvillisuuden poisto kannattaakin kohdentaa virkistyskäytön kannalta tärkeille umpeenkasvaneille alueille ja keskittää lähinnä ilmaversoisten kasvien, kuten järviruo'on poistoon. Uposkasvillisuutta ei tulisi poistaa kuin tapauksissa, joissa se haittaa merkittävästi virkistyskäyttöä, sillä uposkasvillisuudella on merkittävä rooli hyvän vedenlaadun ylläpitämisessä. Myöskään laskuojista vesikasveja ei kannata ravinteiden pidätyksen vuoksi poistaa. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 11, 50–51; Härkönen 2021.)

Kelluva kosteikko on keinotekoinen kelluva kasvillisuusrakenne, jossa liukoisia ravinteita poistuu vesipatsaasta kasvillisuuden keinotekoisien lisäämisen myötä. Kelluvilla kosteikoilla ei ratkaista laajoja ravinnekuormitusongelmia, mutta ne voivat täydentää muuta vesiensuojelutyötä erityisesti pienialaisissa ja matalissa rehevöityneissä järvissä ja lammissa. Kelluvalla kosteikolla on myös monimuotoisuusvaikutuksia. Kelluvia kosteikoita on pilotoitu Suomessa toistaiseksi muutamassa kohteessa. (Omenainen 2024; SKVSY 2024; Kontio 2025; Viitanen & Möller 2025.)

3.4.3 Järven vedenpinnan nosto ja rantojen ruoppaus

Järven vedenpinnan nosto lisää vesitilavuutta sekä pidentää viipymää, millä on vedenlaatua parantava vaikutus. Lisäksi vesisyvyyden kasvaessa kasvillisuus vähenee, järven umpeenkasvu hidastuu ja virkistyskäyttömahdollisuudet parantuvat. (Lakso 2005, 235–236.) Rantojen ruoppaus parantaa lähinnä virkistyskäyttömahdollisuuksia, mutta ei vedenlaatua (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 56). Perinteisesti kaivamalla toteutettu ruoppaus tai imuruoppaus aiheuttaa hetkellisesti myös vedenlaadun heikkenemistä. Uudenlainen menetelmä pintasedimentin poistoon, hitaan virtaaman imuruoppaus, on kuitenkin lupaava menetelmä myös veden fosforipitoisuuden vähentämiseen ja ravinteiden pysyvään poistoon, mutta käyttöä rajoittaa hankala toteutettavuus ja korkeat kustannukset (Härkönen 2025).

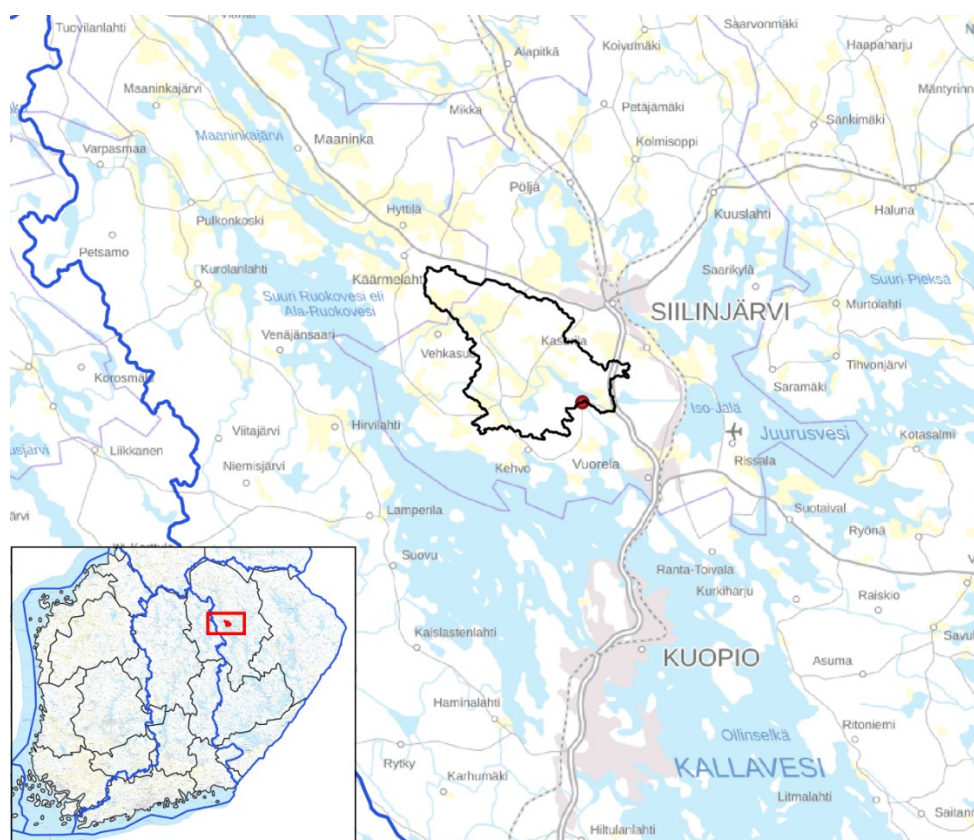
4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön kirjallisuuskatsaus perustuu pääosin kansallisiin oppaisiin, ohjeisiin ja muihin asiantuntijatahojen julkaisuihin. Suunnittelualueen kuvauksessa on hyödynnetty runsaasti paikkatietoaineistoja, joihin on viitattu alueen kuvauksen yhteydessä. Järvien ominaisuus- ja vedenlaatutiedot sekä osin myös valuma-alueen kuormitustiedot on ladattu ympäristöhallinnon Hertta ja Pisara-tietojärjestelmistä (Hertta s.a.; Suomen ympäristökeskus ym. 2024). Valuma-alueen kuormitustiedot perustuvat Suomen ympäristökeskuksen kehittämään vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmään, WSFS-VEMALA- eli Vemala-malliin (SYKE 2024b). Kartta- ja ilmakuvatarkastelun sekä kaupallisen, korkeusmalliin perustuvan Scalgo Live-palvelun (Scalgo s.a.) mallinnuksen avulla tarkasteltiin luontaisia vedenkertymisalueita, joita voitaisiin hyödyntää kosteikkojen muodostamisessa. Tutkielmassa esitetyt kartat ja niihin liittyneet analyysit on tehty QGIS-ohjelmistolla. Karttatarkastelun perusteella valuma-alueelle on tehty maastokäynti, jossa vesiensuojelurakenteiden soveltuvuutta ja toteutuskelpoisuutta on arvioitu maastossa.

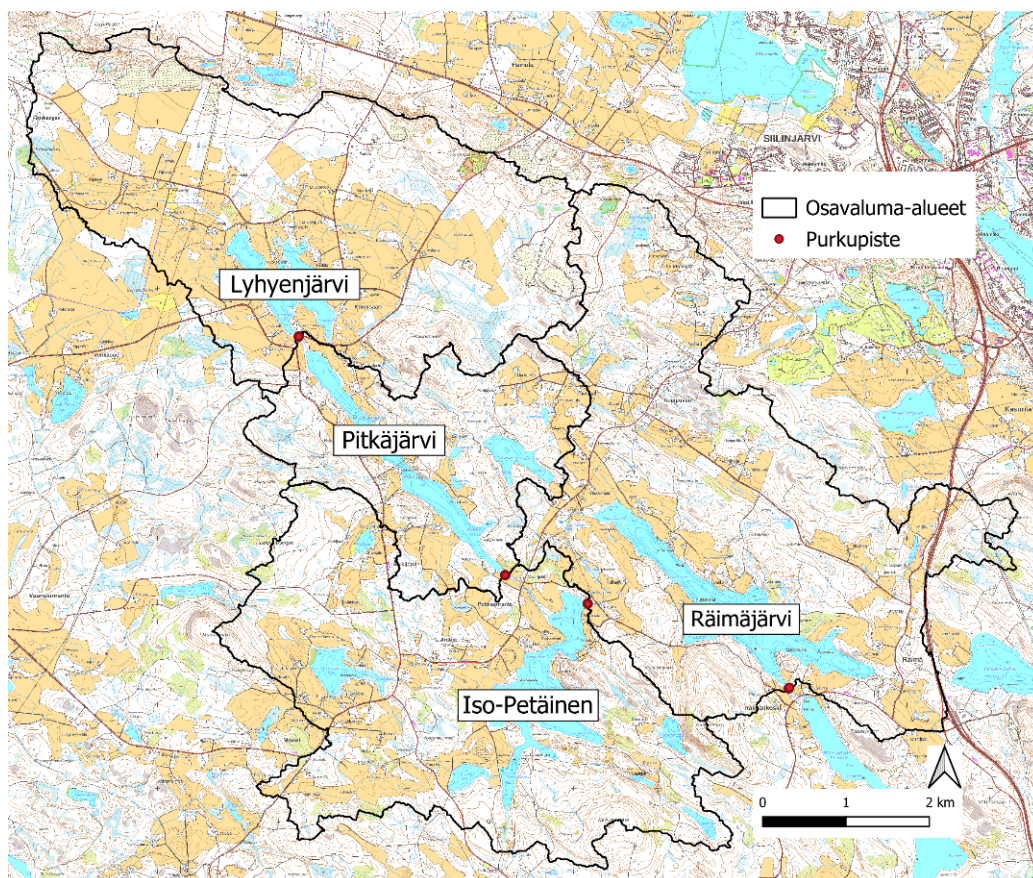
5 TULOKSET

5.1 Räimäjärven valuma-alue

Räimäjärven 62 km²:n kokoinen valuma-alue sijaitsee Siilinjärven kunnassa Pohjois-Savossa Vuoksen vesienhoitoalueella (kuva 1). Räimäjärvi sijaitsee noin 5 km:n päässä Siilinjärven kuntakeskuksesta lounaaseen. Räimäjärvi laskee Räimänkosken kautta Pohjois-Kallaveteen. Räimäjärven valuma-alueelta voidaan lisäksi erottaa Lyhyenjärven, Pitkäjärven ja Iso-Petäisen osavaluma-alueet (kuva 2).



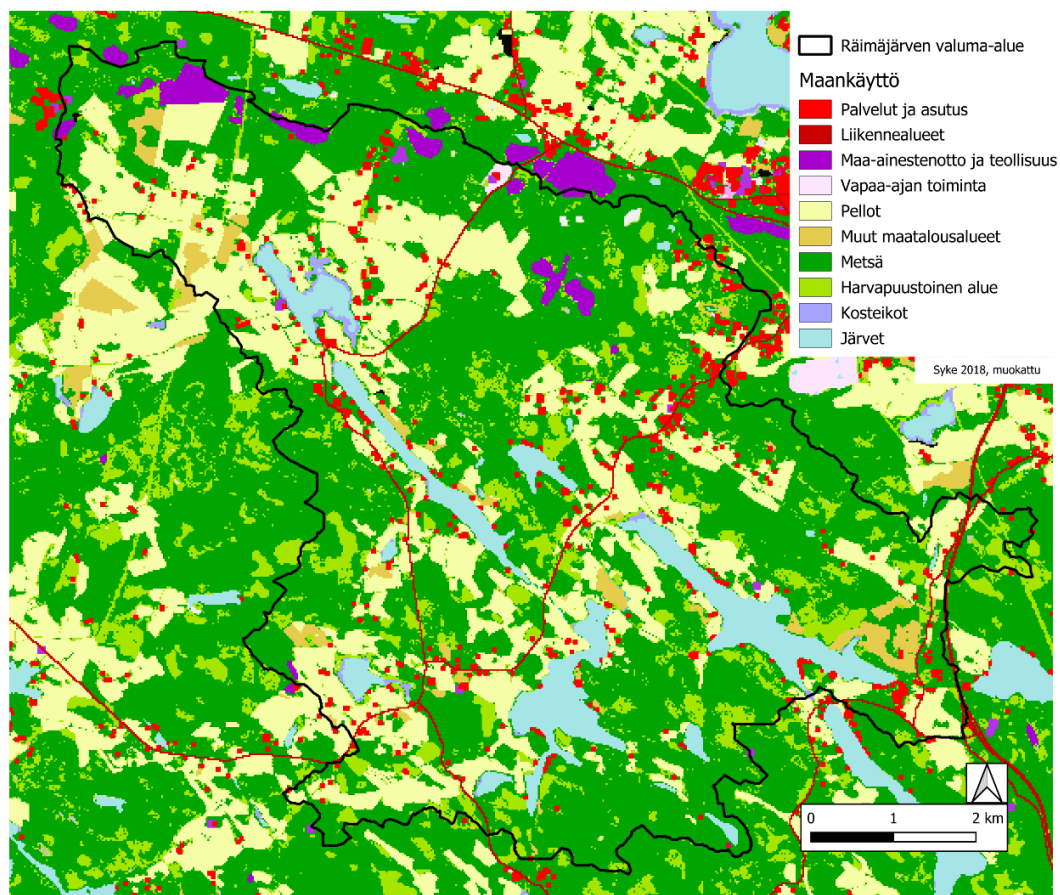
Kuva 1. Räimäjärven valuma-alueen sijainti Siilinjärvellä Pohjois-Savossa, Vuoksen vesienhoitoalueella (SYKE 2005; SYKE 2023a; MML 2025b; MML 2025c)



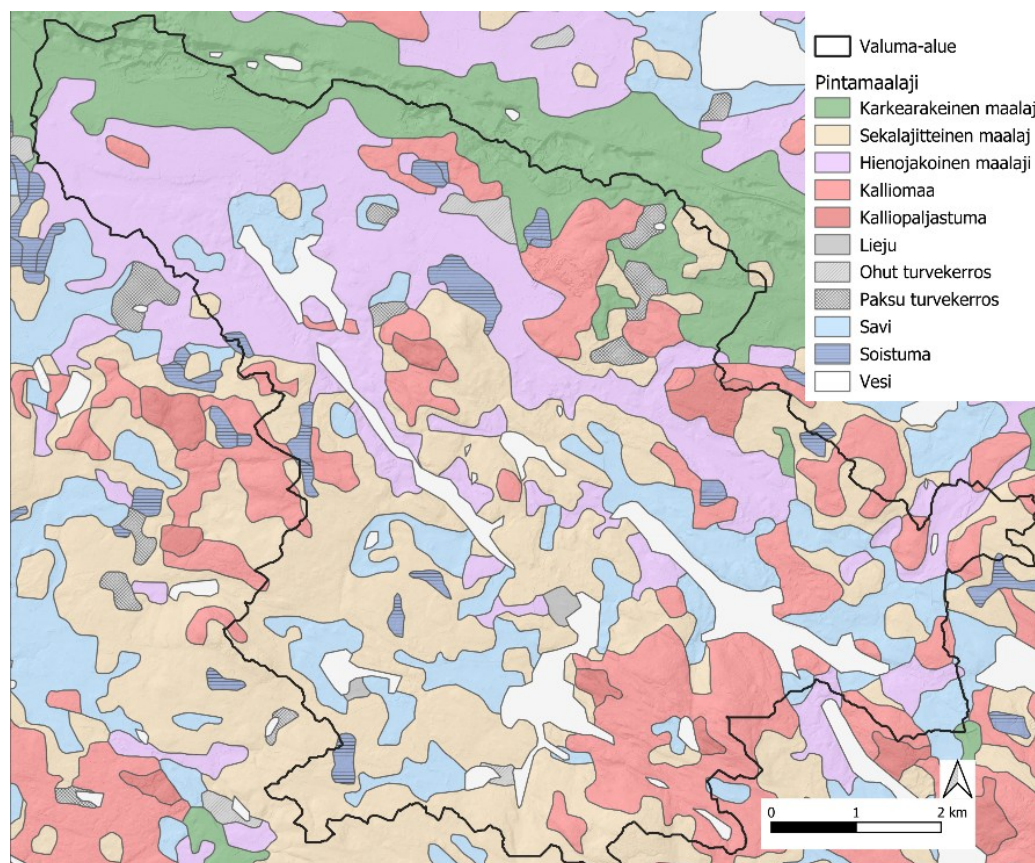
Kuva 2. Raimjärven valuma-alue osavaluma-alueineen ja purkupisteet alapuoliseen vesistöön (MML 2023; SYKE 2023a)

5.1.1 Maankäyttö ja maaperä

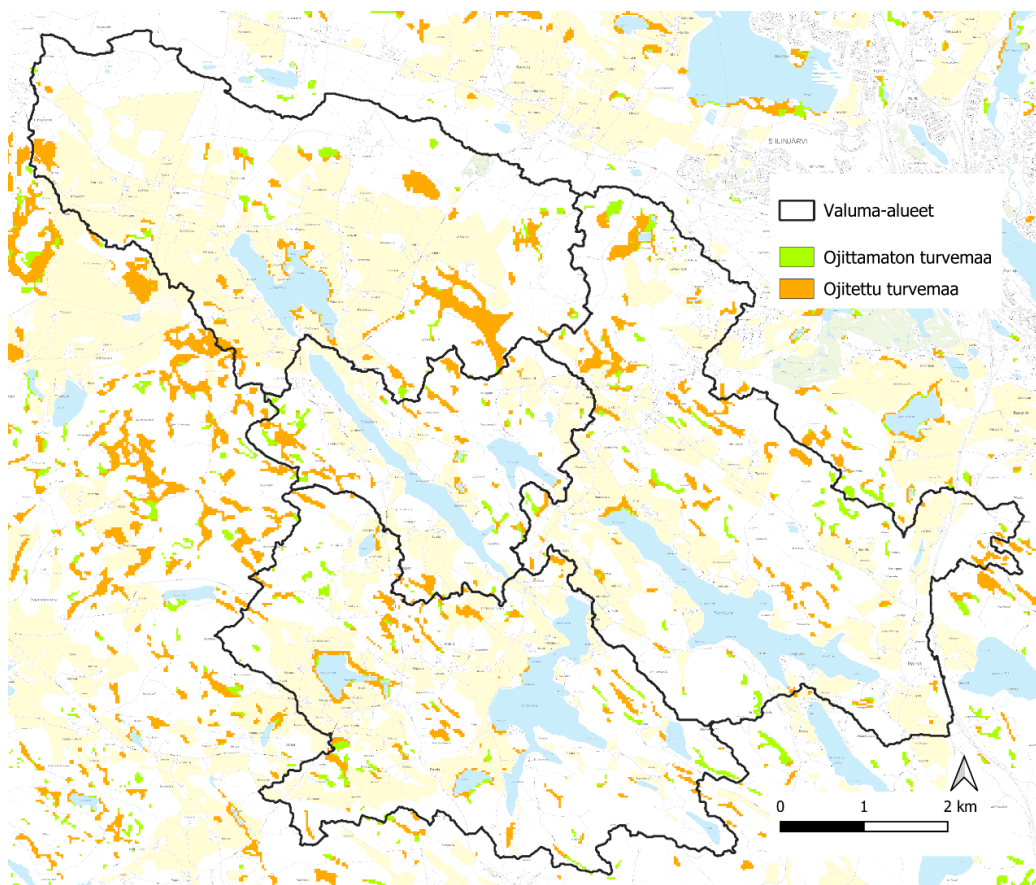
Valuma-alueen pinta-alasta metsää on noin 60 % ja maatalousalueita 35 % (kuva 3) (SYKE ym. 2018). Valuma-alueen maaperä koostuu pääosin seka- ja hienojakoisista maalajeista (29 % ja 22 %), savimaiden osuus on noin 12 % ja turvemaiden noin 4 % (kuva 4) (GTK 2010). Suurimmat yhtenäiset ojitetut turvemaa-alueet ovat tuottavassa metsätalouskäytössä (kuva 5) (SYKE 2011).



Kuva 3. Metsät kattavat valuma-alueen maankäytöstä 60 % ja maatalousalueet 35 % (SYKE 2018; SYKE ym. 2018 muokattu; SYKE 2023a).



Kuva 4. Valuma-alueen maaperä (GTK 2010; SYKE 2023a; MML 2025a)



Kuva 5. Turvemaat valuma-alueella (SYKE 2011; SYKE 2023; MML 2025b)

5.1.2 Muut taustatiedot

Räimäjärven valuma-alue rajautuu pohjoisreunaltaan vedenhankintaa varten tärkeään pohjavesialueeseen (SYKE 2021a). Valuma-alueella on metsälain 10. §:n erityisen tärkeitä elinympäristöjä, muinaisjäännöskohteita sekä valuma-alueen pohjoisosissa on pieni yksityismaiden luonnonsuojelualue, Suuren Ruokolammen suo eli Jussilan lettosuo (Museovirasto 2017; Metsähallitus 2018; Suomen metsäkeskus 2025). Suunnittelussa erityishuomioitavat alueet on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Valuma-alesuunnittelussa erityishuomioitavat alueet sekä ehdotetut maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet (Museovirasto 2017; Metsähallitus 2018; mukailten Ger 2019; SYKE 2021a; SYKE 2023; Suomen metsäkeskus 2025; MML 2025b)

Nykyisellään Iso-Monnijärvi (Iso-Petäisen länsipuolella) sekä sitä ympäröivät viljelyalueet kuuluvat maakunnallisesti arvokkaaseen maisema-alueeseen. Myös Lyhyenjärven ja Pitkjärven ympäristöä on ehdotettu maakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi uuteen Pohjois-Savon maakuntakaavan (kuva 6). Alueen arvokkaaseen kulttuurimaisemaan kuuluu avoin viljelysmaisema pi-hapiireineen sekä Lyhyenjärven (kuva 7) ja Pitkjärven rantamaisemat ja järvien välinen maisemallisesti merkittävä kannas. Paikallisesti arvokkaiksi maisema-alueiksi on ehdotettu myös osin Raimajärven (kuva 8), Raimänkosken sekä Iso-Petäisen ympäristöjä. (Ger 2019.)



Kuva 7. Lyhyenjärven maisemaa, ehdotettu maakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi (Ger 2019; Lyhyenjärvi s.a.)



Kuva 8. Raimäjärven maisemaa, ehdotettu paikallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi (Ger 2019; Raimäjärvi s.a.)

5.1.3 Järvien ominaisuudet, ekologinen tila ja vedenlaatu

Valuma-alueen järvien ominaisuustietoja on esitetty taulukossa 1. Järvet ovat luontaisesti runsaskalkkisia, mistä johtuu niiden järvityyppi (Rk). Runsaskalkkisten järvien erityispiirre on korkea luontainen alkaliniteetti (Aroviita ym. 2019, 51). Järvien ekologinen tila on tyydyttävä lukuun ottamatta Iso-Petäistä, jonka tila on hyvä (Hertta s.a.). Taulukossa 2 on esitetty järvien tarkempi ekologisen tilan tarkastelu. Järvien hydro-morfologinen tila on erinomainen, mutta kemiallinen tila hyvää huonompi, kuten kaikissa vesistöissä Suomessa (Hertta s.a.; SYKE 2022d).

Taulukko 1. Lyhyenjärven, Pitkäjärven, Iso-Petäisen ja Raimäjärven ominaisuustietoja (Hertta s.a.; SYKE 2023a)

	Lyhyenjärvi 04.289.1.016	Pitkäjärvi 04.289.1.012	Iso-Petäinen 04.289.1.005	Raimäjärvi 04.289.1.001
pinta-ala (ha)	61	63	106	134
valuma-alue (km ²)	18	25	40	62
viipymä (vrk)	153	153	147	288
keskisyvyys (m)	3,1	6,4	4,5	10,2
suurin syvyys (m)	8,6	15	14	31
tyyppi	Rk	Rk	Rk	Rk
ekologinen tila	tydyttävä	tydyttävä	hyvä	tydyttävä

Taulukko 2. Lyhyenjärven, Pitkäjärven, Iso-Petäisen ja Räimäjärven ekologinen tila (Hertta s.a.)

	Lyhyenjärvi	Pitkäjärvi	Iso-Petäinen	Räimäjärvi
Ekologinen tila	Tyydyttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Tyydyttävä
Biol. muuttuja	Tyydyttävä	-	Hyvä	Tyydyttävä
Kasviplankton	Tyydyttävä	-	Hyvä	Välttävä
Päällyslevät	Välttävä	-	-	-
Pohjaeläimet	Tyydyttävä	-	-	-
Kalat	Tyydyttävä	-	-	-
Fys.-kem. muuttuja	Tyydyttävä	-	Hyvä	Hyvä
Ravinteet	Tyydyttävä	-	Hyvä	Hyvä
Hydro-morfologia	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen
Kemiallinen tila	Hyvää huonompi	Hyvää huonompi	Hyvää huonompi	Hyvää huonompi

- = ei arvioitu

Lyhyenjärvi on järvistä rehevin ja tummavetisin (fosfori 48 µg/l, väri 65 mg Pt/l), Räimäjärvi lievästi rehevä ja lievästi humuspitoinen (fosfori 21 µg/l, väri 38 mg Pt/l) (Hertta s.a.; Oravainen 1999, 14, 17). Järvien vedenlaadusta on seurantatuloksia vaihtelevin mittausvälein vuosilta 1981–2023, säännöllisemmin 2000- ja 2010-luvuilta alkaen (Hertta s.a.). Latvajärvi Lyhyenjärven vedenlaatua on tutkittu perusteellisimmin, sillä järvi on ollut mukana hajakuormituksen sekä maa- ja metsätalouden vesistövaikutusten seurannoissa (Hertta s.a.; Vilmi ym. 2021). Lyhyenjärven ja Räimäjärven ravinnetasot ovat selvästi laskeneet 1980- ja 1990-luvuilta, ja edelleen 2000-luvulla. 2000-luvulla Lyhyenjärven vedenlaatu on väriluvun, näkösyvyyden ja klorofyllin osalta kohentunut, mutta Räimäjärvestä havaitaan hienoista päinvastaista negatiivista kehitystä. Molemmissa järvissä kemiallinen hapenkulutus, joka ilmentää osittain myös humuskuormitusta, on kasvanut. Iso-Petäisen osalta näkösyvyys on kasvanut ja ravinne- ja klorofyllipitoisuudet pienentyneet, mutta väriluku ja kemiallinen hapenkulutus kasvaneet. (Hertta s.a.). Kuvaajia vedenlaadun muutoksista pitkällä aikavälillä on esitetty liitteessä 1.

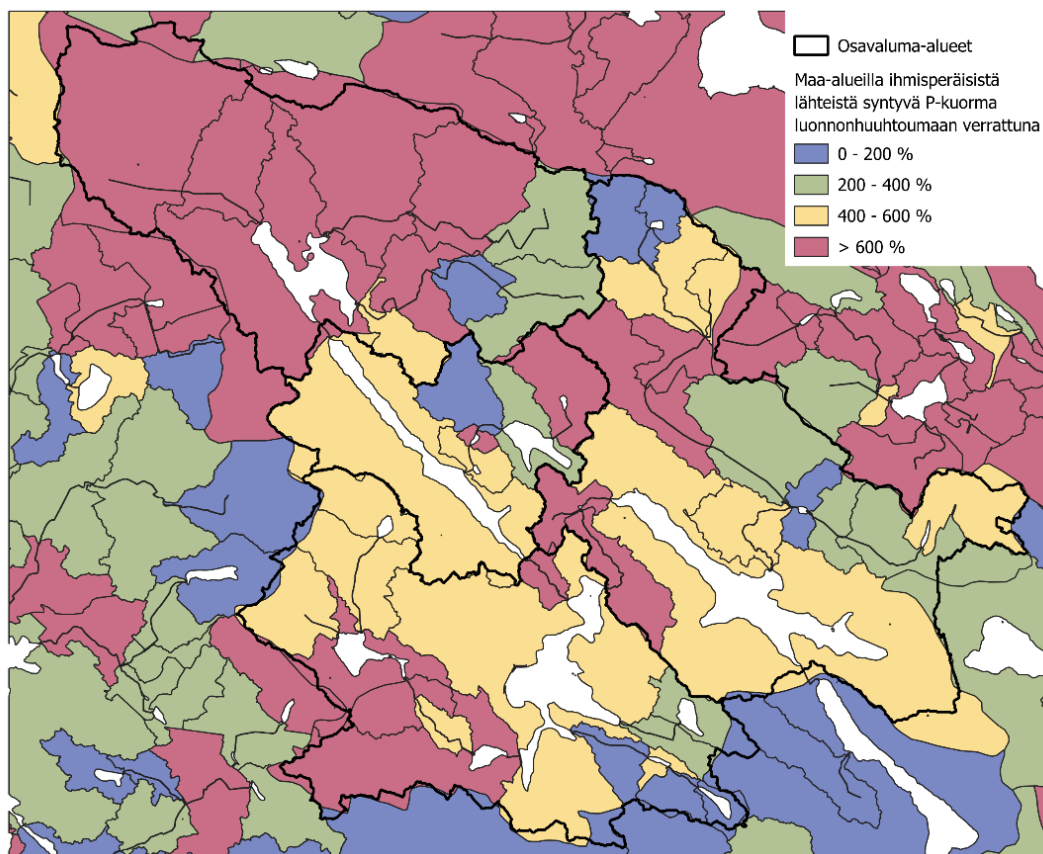
Lyhyenjärvestä on sekä talvi- että kesäaikaista hapettomuutta pohjan läheisessä vesikerroksessa, mikä aiheuttaa ravinteiden vapautumista sedimentistä, eli järvi on sisäkuormitteinen (Hertta s.a.; Vallinkoski ym. 2022, 49). Myös Räimäjärvestä ja Iso-Petäisessä on talvella ja kesällä kerrostuneisuuskauden loppussa vähähappiset olosuhteet pohjanläheisessä vesikerroksessa. Leväkukintojen aiheuttamaa hapen ylikyllästystä havaitaan pintavedessä kesäisin. Haitallisten sinilevien osuus on Räimäjärvestä korkea (Hertta s.a.).

Lyhyenjärvessä suoritettujen koekalastusten perusteella sekä kalojen yksilömäärä että kalabiomassa ovat suuria ja särkikalojen biomassaosuus on noin 60 %. Lyhyenjärven klorofylli-fosfori-suhde on $> 0,4$, mikä myös indikoi suurta kalatiheyttä. (Hertta s.a.)

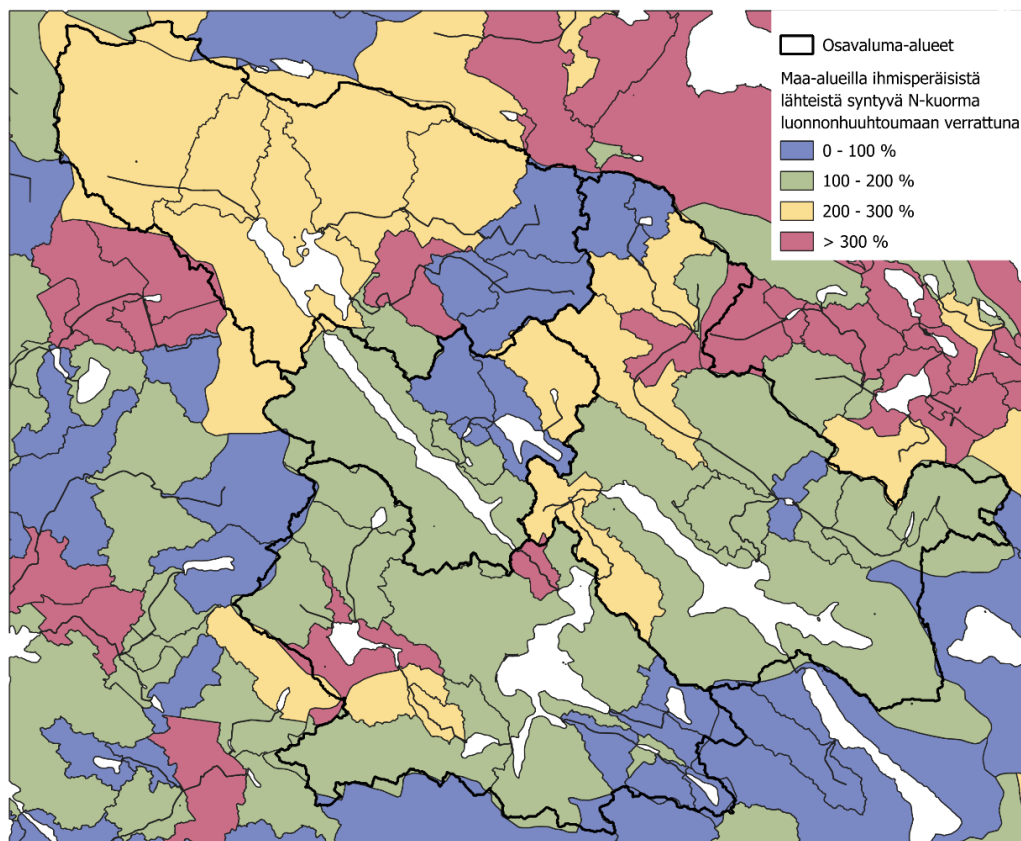
Vesialueiden käyttäjien havaintojen ja kokemuksien mukaan Räimäjärvestä ongelmia on esimerkiksi vesikasvillisuudessa tapahtuneet muutokset sekä vähempiarvoisten kalojen runsaus (Laulajainen 2011, 78).

5.1.4 Vesistökuormitus ja peltoviljely

Vemala-mallin mukaan järviin kohdistuu valuma-alueelta erittäin merkittävää ihmistoiminnasta aiheutuvaa ravinnekuormitusta (kuva 9 ja 10) (SYKE 2023b). Erityisesti fosforin kuormitus on huomattavaa, paikoin yli kuusinkertaista luonnonhuuhtoumaan verrattuna. Myös typen kuormitus on luonnonhuuhtoumaan verrattuna suurempaa. Erittäin merkittävän fosforikuormituksen taso on määritetty kaksinkertaiseksi luonnonhuuhtoumasta. Typen kuormituksen ollessa luonnonhuuhtouman tasolla se määritellään erittäin merkittäväksi tilaa huonontavaksi tekijäksi (SYKE 2023b). Fosforin ihmisperäinen kuormitus on suurta koko valuma-alueella, mutta huomattavan suurta erityisesti Lyhyenjärven valuma-alueella. Lyhyenjärven osalta suurin kuormitus tulee järven luoteisosaan laskevan uoman kautta (300 kg P/v), mutta myös koillisosaan järveä laskeva uoma aiheuttaa huomattavaa kuormitusta (260 kg P/v). Kyseisten uomien virtaamat vaihtelevat välillä 5 ja 800 l/s, keskivirtaamien ollessa 50 l/s. Vemala-mallin mukaan luonnonhuuhtouman osuus järvien kokonaiskuormituksesta fosforin osalta on noin 12–16 % ja typen osalta on 30–34 %.

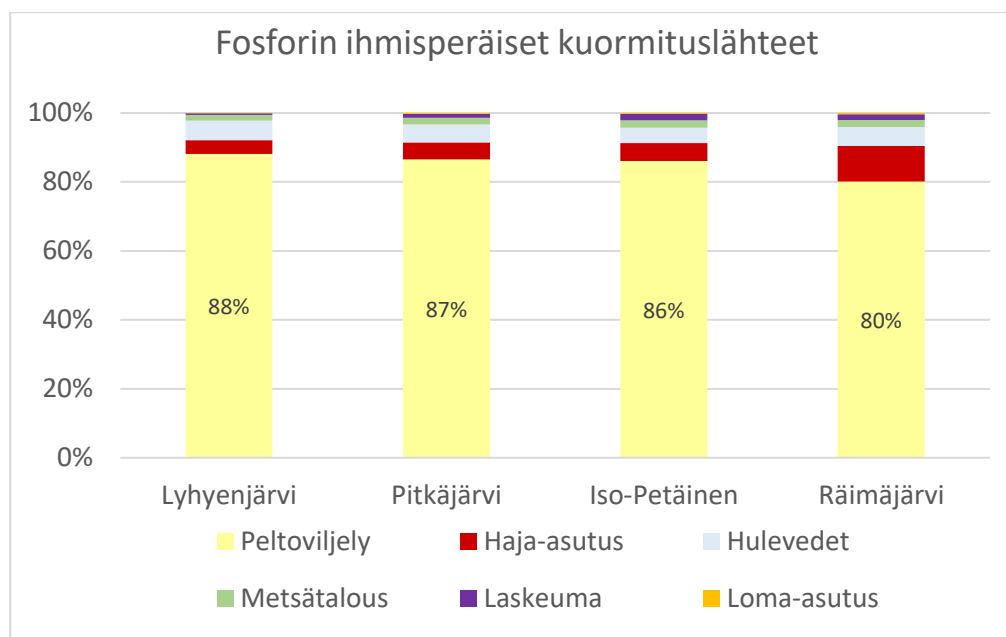


Kuva 9. Maa-alueilta ihmisperäisistä lähteistä muodostuva fosforikuormitus luonnonhuuhtoumaan verrattuna, > 200 % on erittäin merkittävä kuormitus (SYKE 2023a; SYKE 2023b)

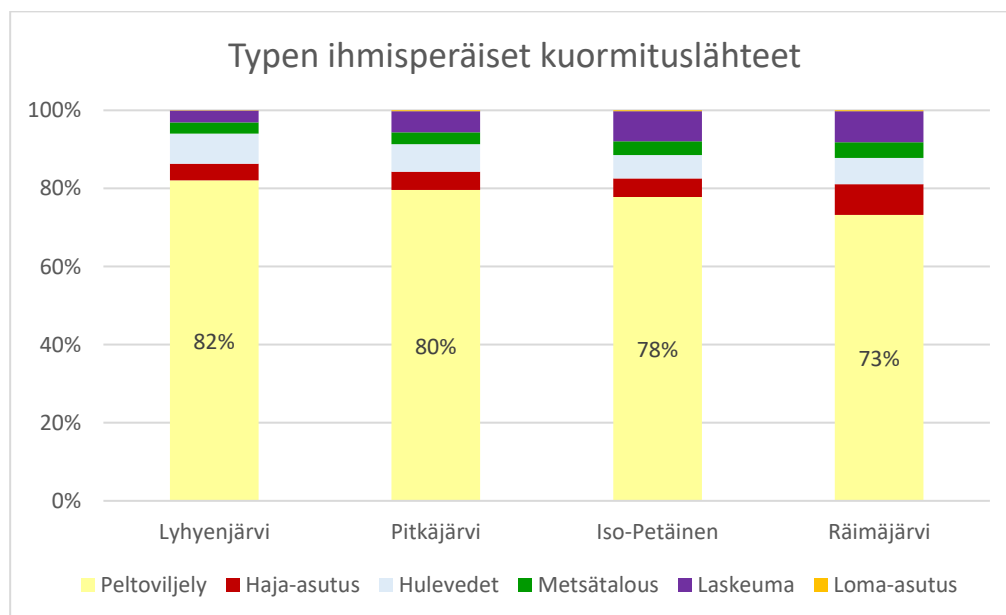


Kuva 10. Maa-alueilta ihmisperäisistä lähteistä muodostuva typpekuormitus luonnonhuuhtoumaan verrattuna, >100 % on erittäin merkittävä kuormitus (SYKE 2023a; SYKE 2023b)

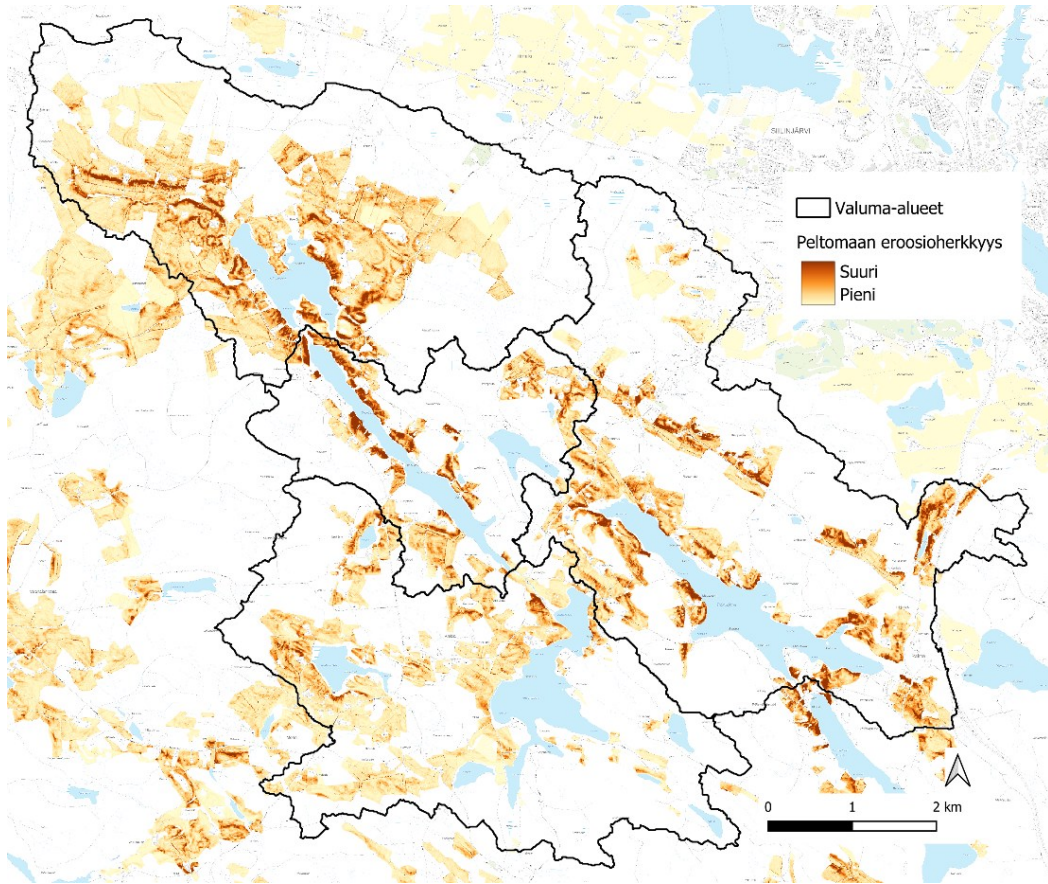
Fosforin vuotuinen ihmisperäinen kokonaiskuormitus järvissä on 640–980 kg (Suomen ympäristökeskus ym. 2024). Vemala-mallin mukaan ihmisperäisestä fosforikuormituksesta suurin osa, 80–88 %, aiheutuu peltoviljelystä (kuva 11). Peltoviljelyyn verrattuna muiden ihmisperäisten kuormituslähteiden merkitys on pieni. Typen vuotuinen ihmisperäinen kokonaiskuormitus järvissä on 7 000–13 000 kg (Suomen ympäristökeskus ym. 2024). Vemala-mallin mukaan myös ihmisperäisestä typpikuormituksesta suurin osa, 73–82 %, aiheutuu peltoviljelystä (kuva 12).



Kuva 11. Fosforikuormituksen ihmisperäiset kuormituslähteet järvissä Vemala-mallin mukaan (Suomen ympäristökeskus ym. 2024).



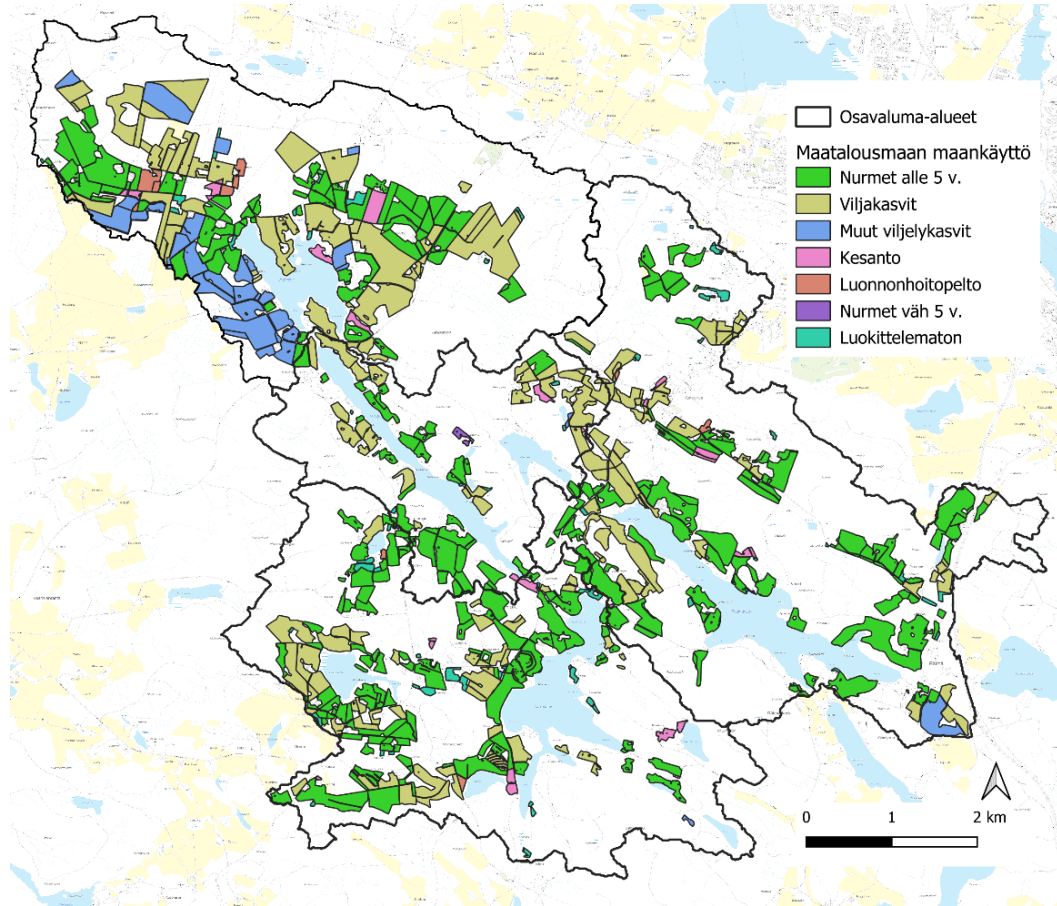
Kuva 12. Typpikuormituksen ihmisperäiset kuormituslähteet järvissä Vemala-mallin mukaan (Suomen ympäristökeskus ym. 2024)



Kuva 13. Peltomaan eroosioherkkyys valuma-alueella (Luonnonvarakeskus & Räsänen 2021; SYKE 2023a; MML 2025b)

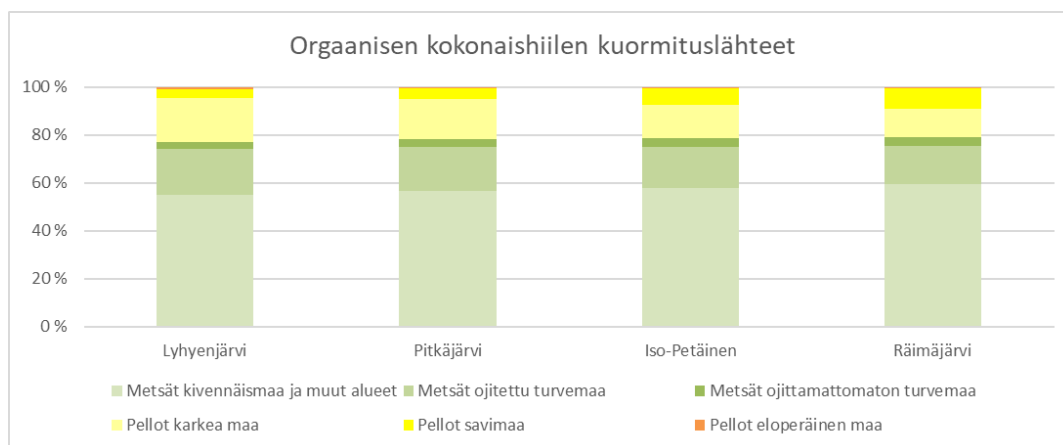
Peltoviljelyn osuus ravinnekuormituksesta on suuri, sillä iso osa valuma-alueiden maankäytöstä on viljelyssä. Lisäksi järvien välittömässä läheisyydessä on eroosioherkkiä suuren rinnekaltevuuden peltolohkoja (kuva 13) (Luonnonvarakeskus & Räsänen 2021). Eroosioherkkyysmallin laskennassa on otettu huomioon sadannan, maaperän ja rinteiden pituuden, rinteiden jyrkkyyden vaikutus eroosioon, mutta ei kasvipeitteisyyttä tai ihmistoimia kuten suojavyöhykkeitä, kasvillisuutta tai muita ihmistoimia. Koko Raimajärven valuma-alueen yläpuolisen maatalousmaan käytöstä monivuotiset nurmet ja viljakasvit kattavat suurimman osan (48 ja 38 %) (kuva 14) (SYKE 2023c). Pysyvät nurmet, luonnonhoito- ja monimuotoisuuspellot sekä suojavyöhykkeet (sitoumus 2015 alkaen) kattavat peltoalasta yhteensä 2,5 %. Lyhyenjärven valuma-alueen maataloudessa merkittävää on sipulinviljelyn suuri osuus (12 %) (SYKE 2023c). Sipulinviljelyssä leimallista on kasvipeitteisyyden vähäisyys sekä kasvukaudella että sen ulkopuolella, mikä voi lisätä kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumaa muuhun viljelyyn verrattuna. Lisäksi sipulinviljelyssä joudutaan käyttämään kasvinuojeluaineita verrattain useasti sekä rikkakasvien että kasvitautien torjuntaan

(Sarkala 2023). Räimäjärven valuma-alueella sijaitsee myös muutamia eläintiloja. Peltöjen keskimääräiset ravinneylijäämät Pohjois-Savossa ovat laskeneet koko 2000-luvun ollen fosforin osalta 0,7 kg/ha ja typen osalta 34 kg/ha vuonna 2023 (LUKE 2023b). Määrät alittavat asetetut kansalliset tavoitetasot.



Kuva 14. Maatalousmaan käyttö valuma-alueella vuonna 2021 (SYKE 2023a; SYKE 2023c; MML 2025b).

VEMALA-mallin mukaan suurin osa orgaanisen hiilen (TOC) kuormituksesta aiheutuu metsäalueilta, pääosin kivennäis- ja turvemailta (n. 60 ja 20 %) (SYKE 2023b) (kuva 15). Kokonaisuudessaan TOC-kuormitus valuma-alueelta ei ole erityisen merkittävää (Kanninen 2025b).



Kuva 15. TOC-kuormituksen lähteet valuma-alueilla VEMALA-mallin mukaan (SYKE 2023b).

Myös uomaeroosiota tapahtuu monin paikoin valuma-alueen uomissa, sillä veden virtausnopeus ylittää maalajin rajanopeuden (Suomen metsäkeskus s.a.). Rajanopeuden ylittyessä uomassa alkaa esiintyä eroosiota.

5.1.5 Vesiensuojelun tehostamistarpeet ja tavoitteet

Valuma-alueen ihmisperäinen ravinnekuormitus on suurta lähes koko alueella ja kuormitus aiheutuu suurelta osin peltoviljelystä. Erityisen suuren kuormituksen alueena erottuu Lyhyenjärven valuma-alue. Vesiensuojelutoimia tulisikin kohdentaa erityisesti peltovaltaisille alueille, kuten Lyhyenjärven valuma-alueelle. Ravinnekuormituksen vähentäminen erityisesti minimiravinnefosforin osalta on keskeistä. Vesiensuojelun toimenpiteissä tulisi ensisijaisesti keskittyä eroosion ehkäisyyn maa-alueilla, toissijaisesti ravinne- ja kiintoainekuormituksen pidättämiseen valuma-alueella. Myös metsäalueilta peräisin olevan orgaanisen hiilen eroosion torjuntaan on tärkeää kiinnittää huomiota. Kuormituksen vähentäminen latvajärven valuma-alueella vähentää myös alapuolisten vesistöjen kuormitusta.

Vemala-mallinnuksen mukaan Lyhyenjärven fosforikuormituksen määrän tulisi puolittua, jotta hyvä ekologinen tila voitaisiin saavuttaa (Vallinkoski ym. 2022, 49). Mallinnettu kuormituksen vähennystarve on huomattavan suuri. Näin huomattavaan kuormitusvähennykseen voi olla epärealistista pyrkiä, mutta kaikki valuma-alueelta tapahtuva fosforikuormituksen väheneminen on kuitenkin vesistön tilan kannalta myönteistä ja tukee vesienhoitotavoitteiden edistämistä. Järvien ravinnetasot ovat jo laskeneet. Vaikka ekologisen tilan arvioinnissa ei huomioida veden väriä tai orgaanisen hiilen pitoisuutta, on humuksen merkitys

vesien tilaa heikentävänä tekijänä yleisesti tunnistettu ja myös humuskuormitusta tulisi pyrkiä estämään. Ulkoisen kuormituksen lisäksi sisäistä kuormitusta ja sen negatiivisia vaikutuksia voi pyrkiä minimoimaan.

Kuormituksen vähentyminen voi johtaa vedenlaadun kohentumiseen, järvien ekologisen tilan parantumiseen sekä luonnon monimuotoisuusarvojen sekä virkistyskäyttöarvon lisääntymiseen. On huomattava, että ulkoisen kuormituksen väheneminen vesistöissä voi näkyä vasta pitkälläkin viiveellä vedenlaadussa ja vesimuodostuman ekologisessa tilassa. Kuormituskehitys on tapahtunut vuosikymmenten kuluessa, joten myös tilanteen korjaantuminen vie aikaa (Horppila 2019).

Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelmassa keskeiseksi keinoksi vesistöjen tilan parantamiseen on esitetty suojavyöhykkeitä ja talviaikaista kasvi-
peitteisyyttä vesistöjen lähellä sijaitsevilla suuren eroosioriskin peltolohkoilla. Tavoitteena on myös muun muassa lisätä vesiensuojelullisesti merkittävää kosteikkoalaa sekä luomupeltoalaa. (Vallinkoski ym. 2022, 66, 72–73.)

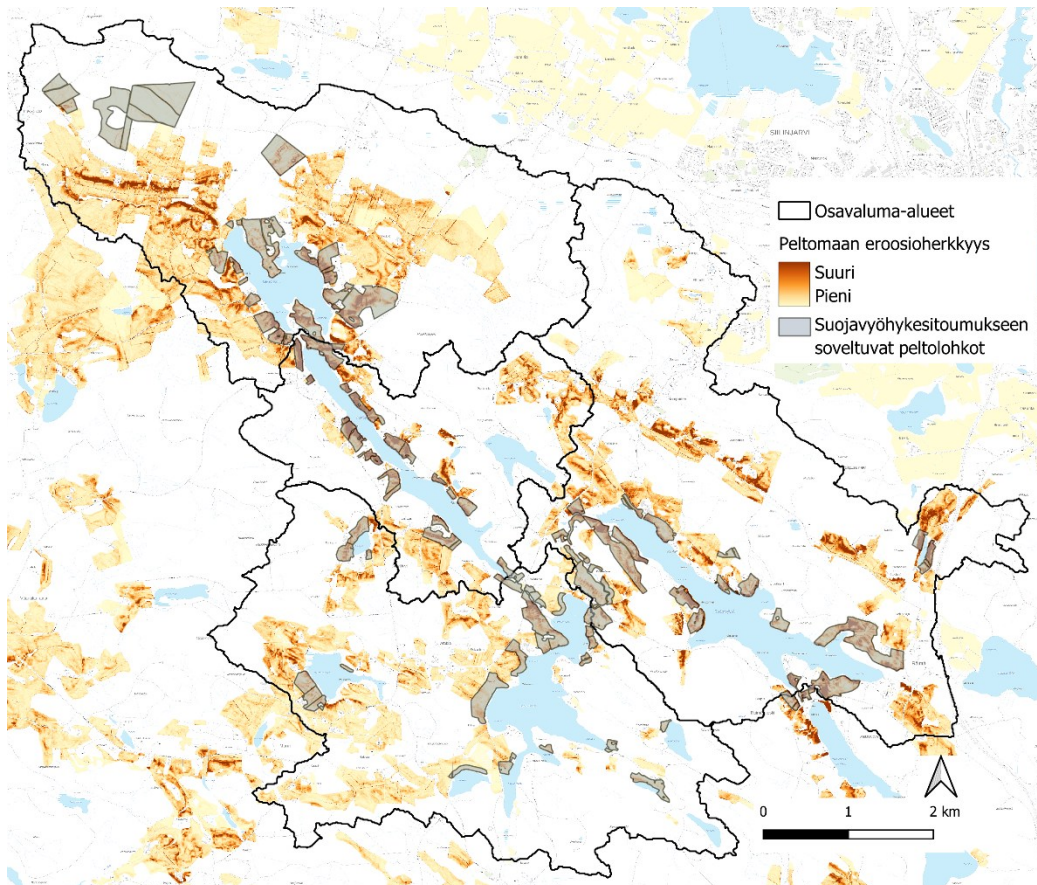
Alueella on paikallista aktiivisuutta ja mielenkiintoa vesiensuojeluun, elinympäristöjen monimuotoistamiseen, vesilinnuston elinolosuhteiden parantamiseen sekä maisema- ja virkistyskäyttöarvojen kohentamiseen (Kanninen 2025a). Paikallinen aktiivisuus on tärkeää onnistuneessa vesiensuojelussa (SYKE 2022b).

5.2 Vesiensuojelun tehostamismahdollisuudet valuma-alueella

5.2.1 Kuormituksen synnyn ehkäisy ja vähentäminen

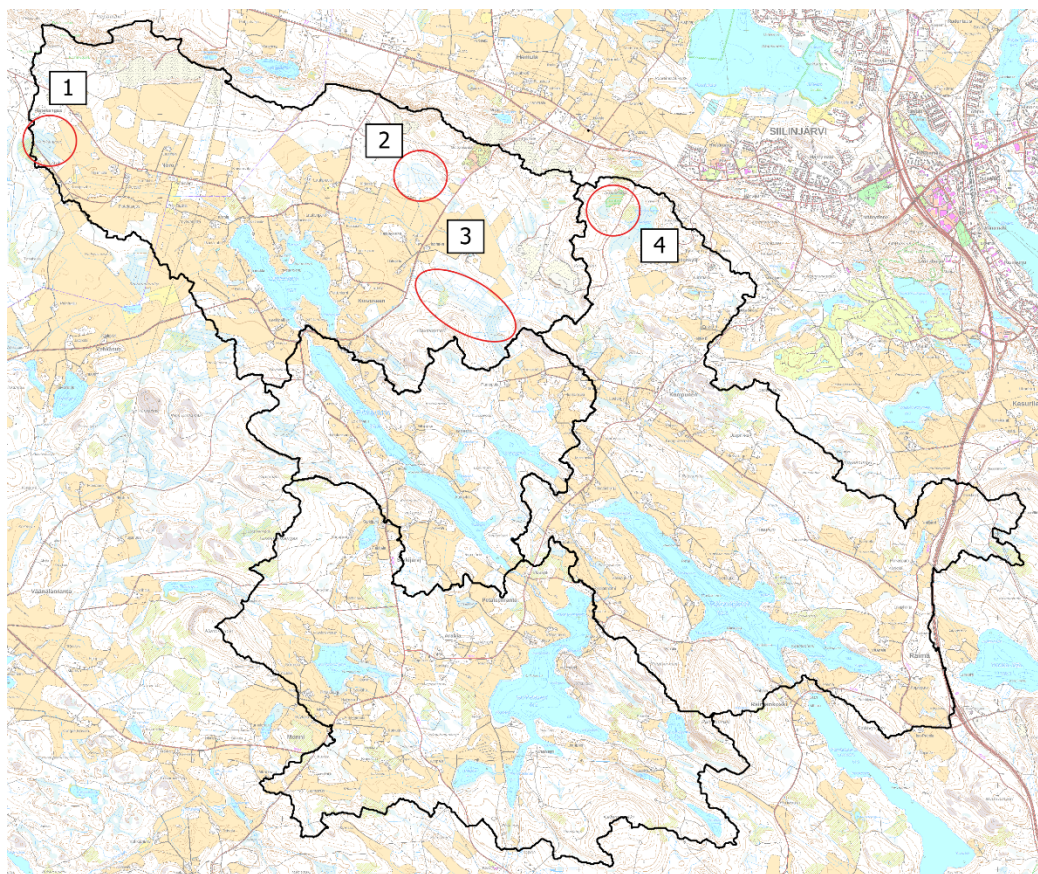
Valuma-alueella korostuu kuormituksen synnyn ehkäisyn merkitys. Maataloudessa tulee huolehtia maan hyvästä vesitaloudesta ja kasvukunnosta, jota osaltaan voi tehostaa muun muassa alus- ja kerääjäkasvien sekä maanparannusaineista rakennekuidun käytöllä. Viljelyssä tarpeenmukainen lannoitus, sekä kevennetty muokkaus tai talviaikainen kasvipeitteisyys ovat olennaisimpia tekijöitä kuormituksen vähentämisessä.

Suojavyöhykkeillä on huomattava vesiensuojelullinen merkitys kuormituksen vähentämisessä. Kuvassa 16 on esitetty maatalouden suojavyöhykkeiksi soveltuvat ja suositeltavat peltolohkot, joihin myönnetään maatalouden ympäristötukikorvauksen suojavyöhyketukea (Ruokavirasto ja Varsinais-Suomen ELY-keskus 2024). Suojavyöhykkeitä suositellaan perustettavaksi laajalti valuma-alueen eroosioherkille, järviin rajatuville peltolohkoille. Suojavyöhykkeet olisivat kuitenkin erityisen tarpeellisia Lyhyenjärven valuma-alueella, jossa ravinnekuormitus Vemala-mallin mukaisesti on erityisen merkittävää. Myös pohjavesialueella tai sen läheisyydessä sijaitsevat peltolohkot kuuluvat suojavyöhykesuosituksen piiriin.



Kuva 16. Suojavyöhykkeiksi soveltuvat ja suositeltavat peltolohkot sekä peltojen eroosioherkkyys (Luonnonvarakeskus & Räsänen 2021; SYKE 2023a; Ruokavirasto ja Varsinais-Suomen ELY-keskus 2024; MML 2025b).

Alueen turvemetsissä (kuva 17) tulisi suosia jatkuvaa kasvatusta. Kunnostus-
ojituksia tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää, toteuttaa mahdollisimman ke-
vyesti tai toteuttaa esimerkiksi kaivukatkein. Maastotarkastelun perusteella
metsäojat ovat kuitenkin paikoin hyvinkin syviä ja ulottuvat mineraalimaahan
asti. Vedenpinnan lasku ja turvemaan hajoaminen on paikoin selvästi näky-
vissä turvemaan painumisena.

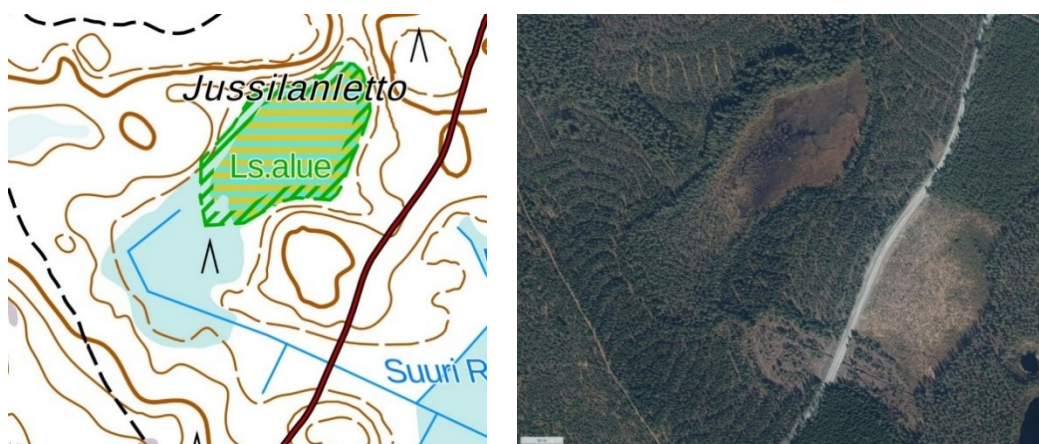


Kuva 17. Valuma-alueen jatkuvaan kasvatukseen suositeltavat turvemetsäalueet (1–3) sekä potentiaalinen ennallistettava suometsäkohde (4) (SYKE 2011; MML 2023; SYKE 2023a)

Valuma-alueella sijaitsevan suojellun Jussilan lettosuon (kuva 18) viereisen turvemetsän ennallistaminen avosuoksi voisi olla mahdollista yksittäisen ojan täyttämällä tai patoamisella (kuva 19). Alue rajautuu luontaisena painanteena ympäristöstään erottuen siitä myös puuntuotannollisesti (kuva 20). Ennallistaminen vähentäisi osaltaan vain vähän vesistökuormitusta, mutta luonnon monimuotoisuuden kannalta toimenpide voisi olla merkittävämpi.



Kuva 18. Jussilan lettosuo

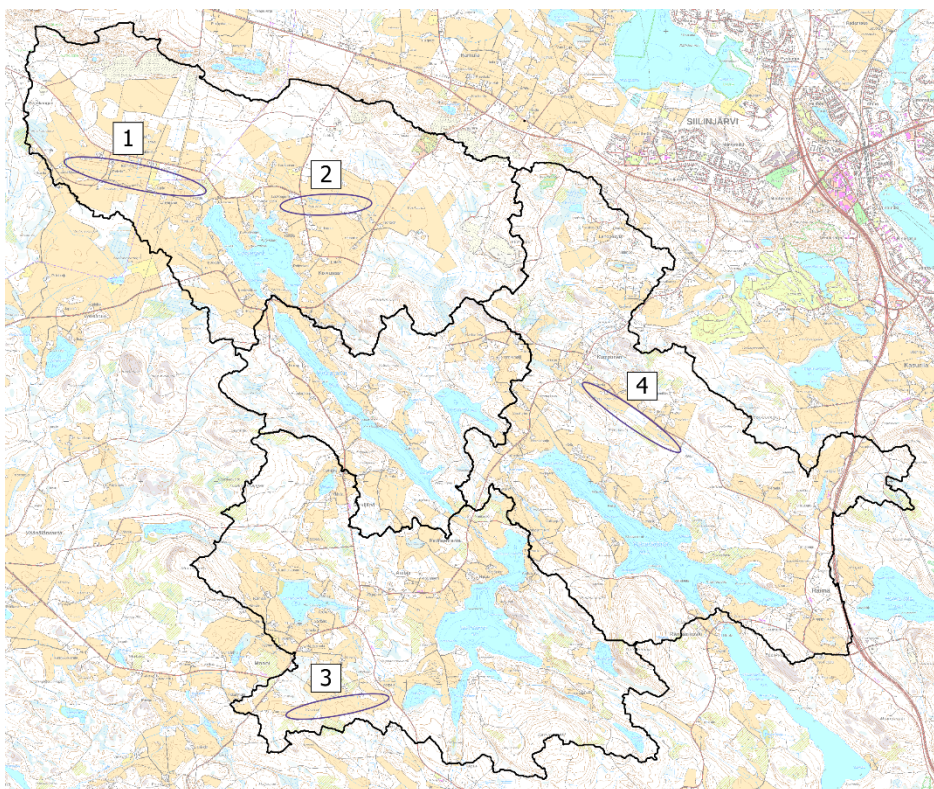


Kuva 19 ja 20. Luontaisessa painanteessa Jussilanletto. Ehdotettu potentiaalinen ennallistamisalue erottuu myös ilmakuvassa (MML 2023; Scalgo s.a.)

5.2.2 Vesiensuojelurakenteet

Kaksitasouomat

Kaksitasouomia voidaan perustaa hyvin erilaisiin ympäristöihin, joten niitä suositellaan perustettavaksi laajalti valuma-alueen maatalouden peruskuivatusuomiin, mutta erityisesti mahdollisille tulvaherkille osuuksille. Ollakseen vaikuttavia kaksitasouomia tulisi kuitenkin olla 10–20 % kokonaisuomapituudesta. Kaksitasouoma voisi soveltua esimerkiksi Lyhyenjärven luoteisosassa kulkevaan peltouomaan (1), Iso-Petäisen Koivusuon (3) sekä Räimäjärven Körtinojan peltouomaan (4) (kuvat 21, 22 ja 24), joilla kaikilla peltoprosentti on yli 20 (Scalgo s.a.). Todelliset toteuttamismahdollisuudet vaativat kuitenkin vielä tarkempaa arviointia. Laskeutusaltaita ja pohjapatoja voidaan rakentaa karkeamman maalajin alueille tehostamaan muita vesiensuojelurakenteita.

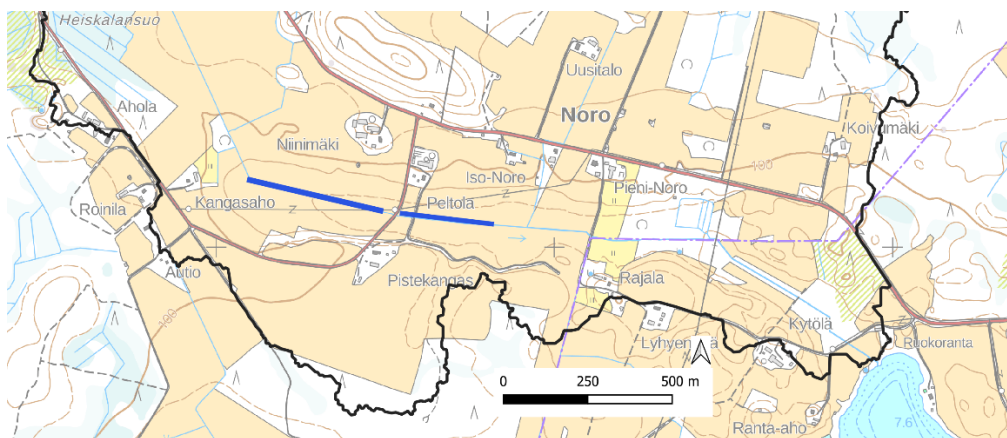


Kuva 21. Mahdolliset kaksitasouomien perustamiskaikat (MML 2023; SYKE 2023a)



Kuva 22. Käärtsinoja

Tarkemmin työssä kartoitettiin Noron alueella kulkevaa uomaa (kuva 23 ja 24). Erityisesti peltoa halkovan tien länsipuolella uoma virtaa lähes pellon tasossa ja katselmuksella oli nähtävissä vettyneitä peltolohkoja, joten 2-tasouomasta voisi olla konkreettista hyötyä (Hirvonen 2025). Myös suositus 10–20 %:n osuudesta uomapituudesta täytyisi kohteessa. Kaksitasoisuutta havaitaan jo valmiiksi esimerkiksi Lyhyenjärven Vehkapuron uomassa (kuva 25 ja 26), mutta mahdollisuutta alan lisäämiseen voisi jatkoselvittää.



Kuva 23. Kartoitettu uoma-ala (sinisellä) Lyhyenjärven valuma-alueella (MML 2023; SYKE 2023a)



Kuva 24. Lyhyenjärven valuma-alueella peltoaukealla kulkeva oja (Mäntyselkä 2025)



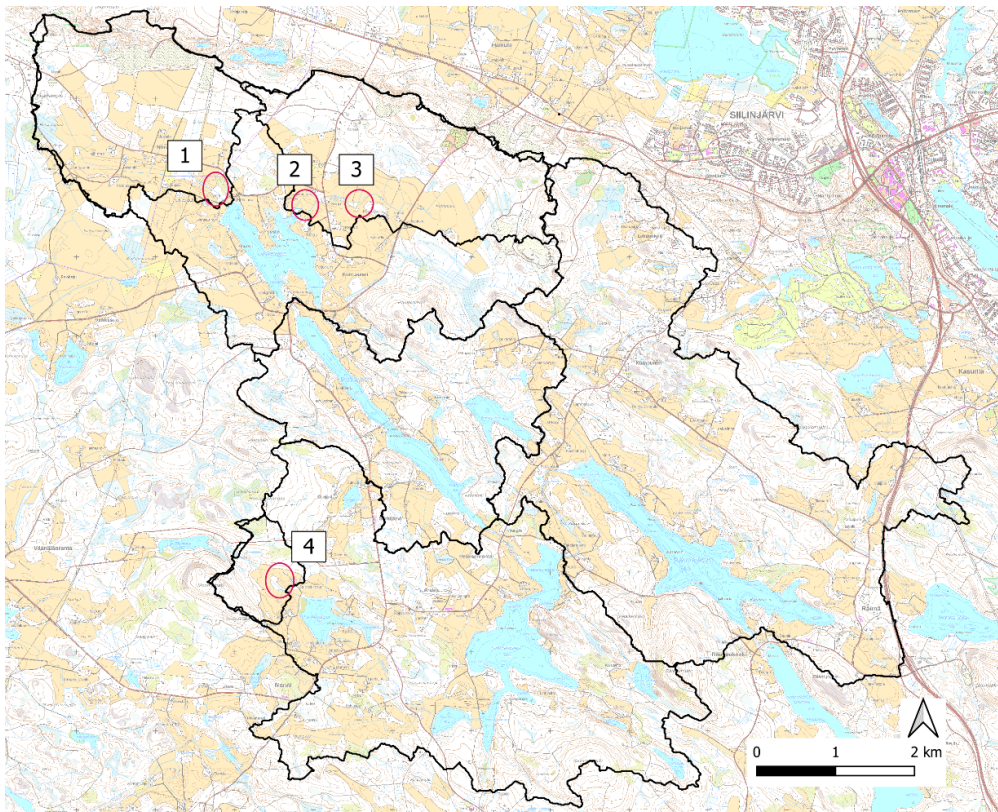
Kuva 25. Vehkapuron uoman kaksitasoisuutta



Kuva 26. Vehkapuron uoman kaksitasoisuutta

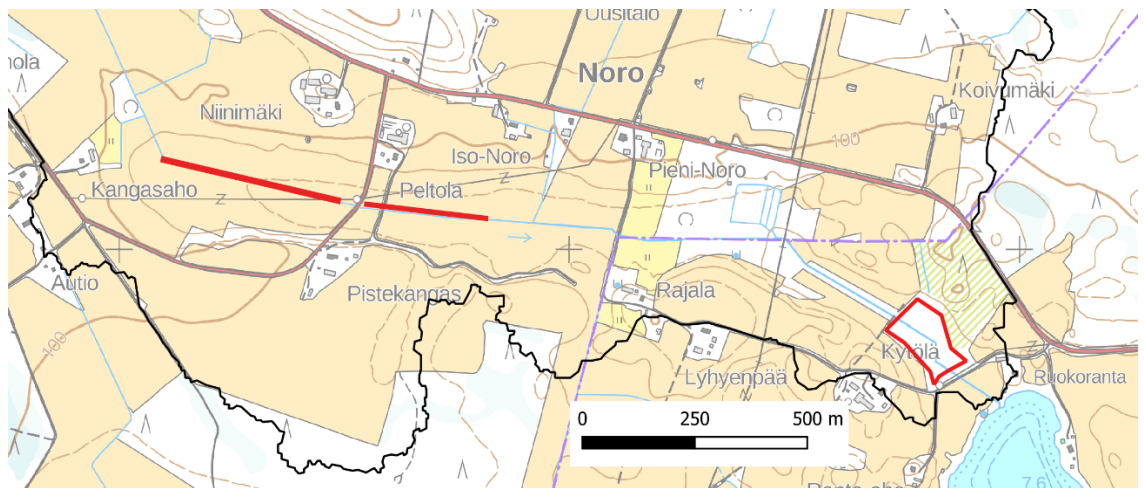
Kosteikot

Karttatarkastelun sekä vesien kerääntymismallinnuksen havaintojen perusteella kosteikon perustamismahdollisuuksia arvioitiin tarkemmin maastossa neljällä alueella. Lyhyenjärven valuma-alueelta tarkasteltiin kolmea aluetta ja Iso-Petäisen valuma-alueella yhtä aluetta (kuva 27).



Kuva 27. Maastokatselmuksen kohdealueet valuma-alueineen Lyhyenjärven (1–3) ja Iso-Petäisen (4) valuma-alueilla (MML 2023; SYKE 2023a; Scalgo s.a.).

Lyhyenjärveen luoteisosaan laskevan uoman valuma-alueen koko on 5,1 km² ja maankäytöstä peltoa 41 % (Scalgo s.a.) (kohde 1, kuva 27). Valuma-alueen alaosa kartoitettiin noin kahden hehtaarin kokoista vedenkertymisaluetta (kuva 28, 29, 30). Kartoitetun alueen koko yläpuoliseen valuma-alueeseen on pieni (< 0,4 %) eikä mahdollinen kosteikko näin ollen olisi vesiensuojellisesti erityisen merkittävä, vaikkakin alueella on voimakasta maatalouden kuormitusta. Maastokatselmuksella havaittiin, että alue oli vettänyt, suhteellisen avoin ja siellä kulki pieniä uomia (kuva 31), millä perusteella alue voisi olla potentiaalinen kosteikon perustamiseen (Hirvonen 2025). Kosteikon perustaminen vaatisi kuitenkin runsaasti puuston poistoa sekä suojaavia vallirakenteita ja pintamaan poistoa (Hirvonen 2025). Ylempänä valuma-alueella mahdollinen peltouoman muuttaminen kaksitasoiseksi lisäisi osaltaan kuormituksen pidättymistä kokonaisuudessaan. Kosteikon suhteellinen koko jäisi niukasti suositeltua pienemmäksi, mutta monivaikutteisena kohteena kosteikon perustaminen voisi kuitenkin olla perusteltua.



Kuva 28. Kartoitettu mahdollinen kosteikkoalue (Kytölä) ja kartoitettu uoma-ala ylempänä valuma-alueella (MML 2023; SYKE 2023a)

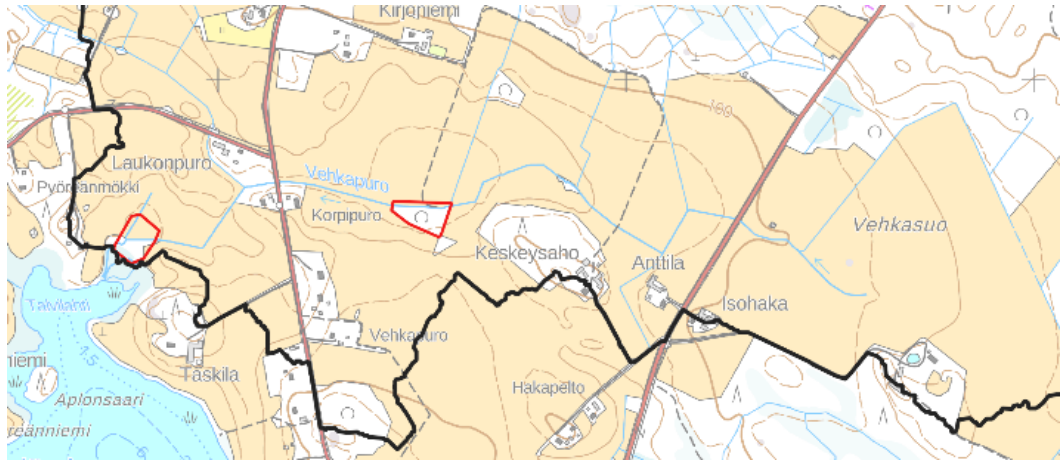


Kuva 29 ja 30. Vedenkertymisalue Lyhyenjärveen luoteisosaan laskevan uoman alaosa (Scalgo s.a.)



Kuva 31. Vettynyt kartoitettu mahdollinen kosteikkoalue (Mäntyselkä 2025)

Lyhyenjärveen laskevan Vehkapuron valuma-alueen koko on 5,2 km² ja maankäytöstä peltoa 31 % (Scalgo s.a.) (kohde 2, kuva 27). Vehkapuron suulta erottuu pienehkö, noin hehtaarin kokoinen vedenkertymisalue (kuva 32, 33 ja 34). Kartoitetun alueen koko yläpuoliseen valuma-alueeseen nähden on pieni (0,2 %) eikä mahdollinen kosteikko näin ollen olisi vesiensuojelullisesti vaikuttava. Maastokatselmuksella havaittiin, että Vehkapuron suu on vetinen, umpeenkasvanut ja pajukoitunut ja myös peltolohkon alimmat osat olivat vettyneitä. Mahdollisuus vettyneen peltolohkon kosteikkokäyttöön lisäisi kosteikkoalaa tai vaihtoehtoisesti peltoa tulisi suojata kosteikon vettymishaitoilta. Myös ranta-alueen valuntaolosuhteita tulisi muokata kosteikkorakentamisessa. Hieman ylempänä valuma-alueella kartoitettiin lisäksi pientä 0,3 ha pajukoituttua kaistaletta peltouoman varressa. Pienen suhteellisen pinta-alan lisäksi kartoitettujen alueiden muuttaminen kosteikoiksi olisi teknis-taloudellisesti haastavaa eikä kohteiden vesiensuojelullinen kosteikkorakentaminen ole siten realistista (Hirvonen 2025).



Kuva 32. Kartoitetut alueet Vehkapuron valuma-alueella (MML 2023; SYKE 2023a)

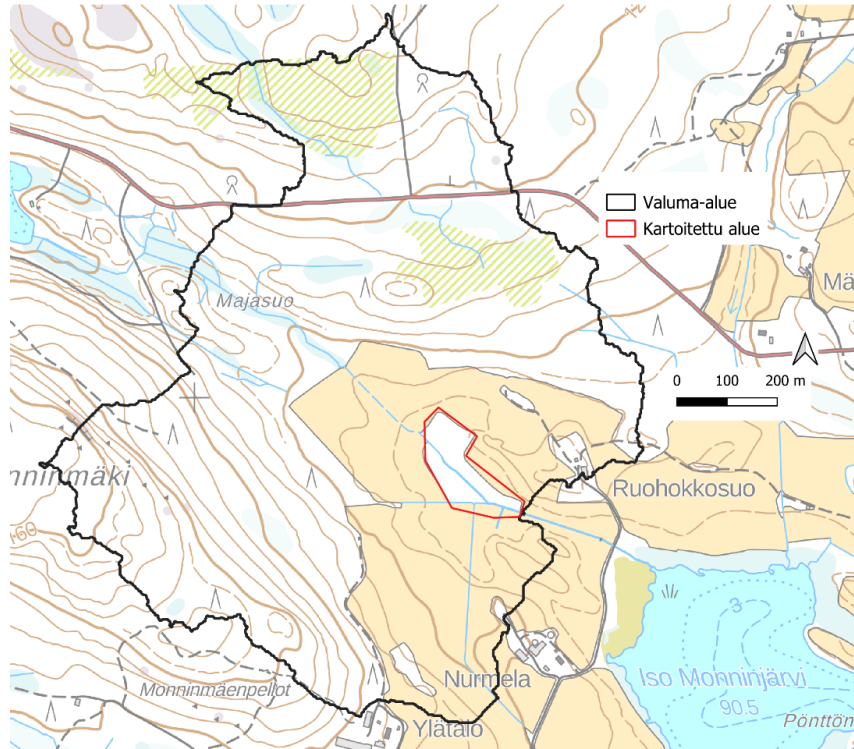


Kuva 33. Vedenkertymisalue Vehkapuron suulla ja ylempänä valuma-alueella peltouoman varressa (Scalگو s.a.)

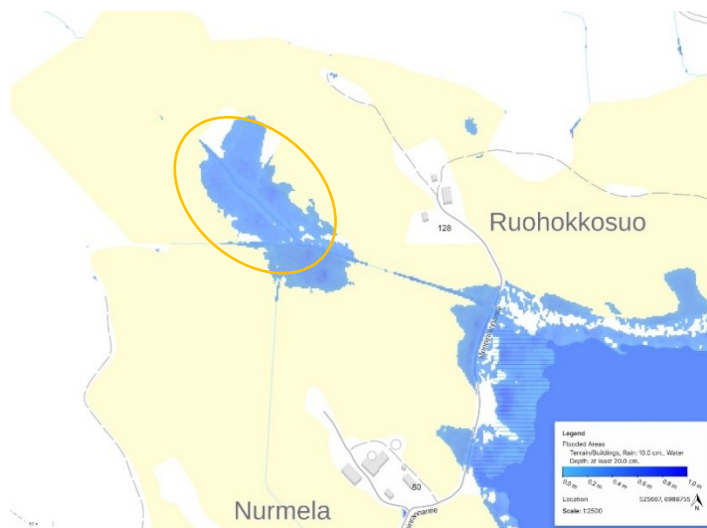


Kuva 34. Ilmakuvasa erottuu kostea Vehkapuron suu sekä pajukoitunut kaistale ylempänä peltouoman varressa (Scalگو s.a.)

Iso-Monninjärven luoteisosaan laskevassa uomassa erottuu selkeä noin 1–1,5 hehtaarin kokoinen vedenkertymisalue (kuva 35, 36 ja 37). Uoman valuma-alueen pinta-ala on noin 0,9 km² ja peltoprosentti 31 (Scalگو s.a.). Kartoitetun alueen suhteellinen koko (1 % valuma-alueesta) sekä valuma-alueen korkea peltoprosentti tekisivät kosteikkokohteesta vesiensuojelullisesti vaikuttavan, vaikkakin kuormitusmäärä alueelta kokonaisuudessaan on verrattain pieni. Maastokatselmuksen perusteella alue ei kuitenkaan ainakaan kokonaisuudessaan ole soveltuva kosteikon perustamiseen tai kosteikon perustaminen vaatisi runsaasti työtä (Hirvonen 2025). Kartoitetun alueen yläosassa pieni monivaikutteinen kosteikkoala voisi mahdollisesti onnistua uomaa padottamalla, pajukkoa raivaamalla ja puuston poistolla, myös ympäröiviä peltolohkoja tulisi suojata vettymiseltä (Hirvonen 2025) tai selvittää mahdollisuutta kosteikkokäyttöön. Maastotarkastelussa alueella havaittiin uomien paikoin allasmaista rakennetta (kuva 38).



Kuva 35. Kartoitettu alue Monninjärven laskevassa uomassa (MML 2023; SYKE 2023a).



Kuva 36. Vedenkertymisalue Monninjärven valuma-alueella (Scalco s.a.).

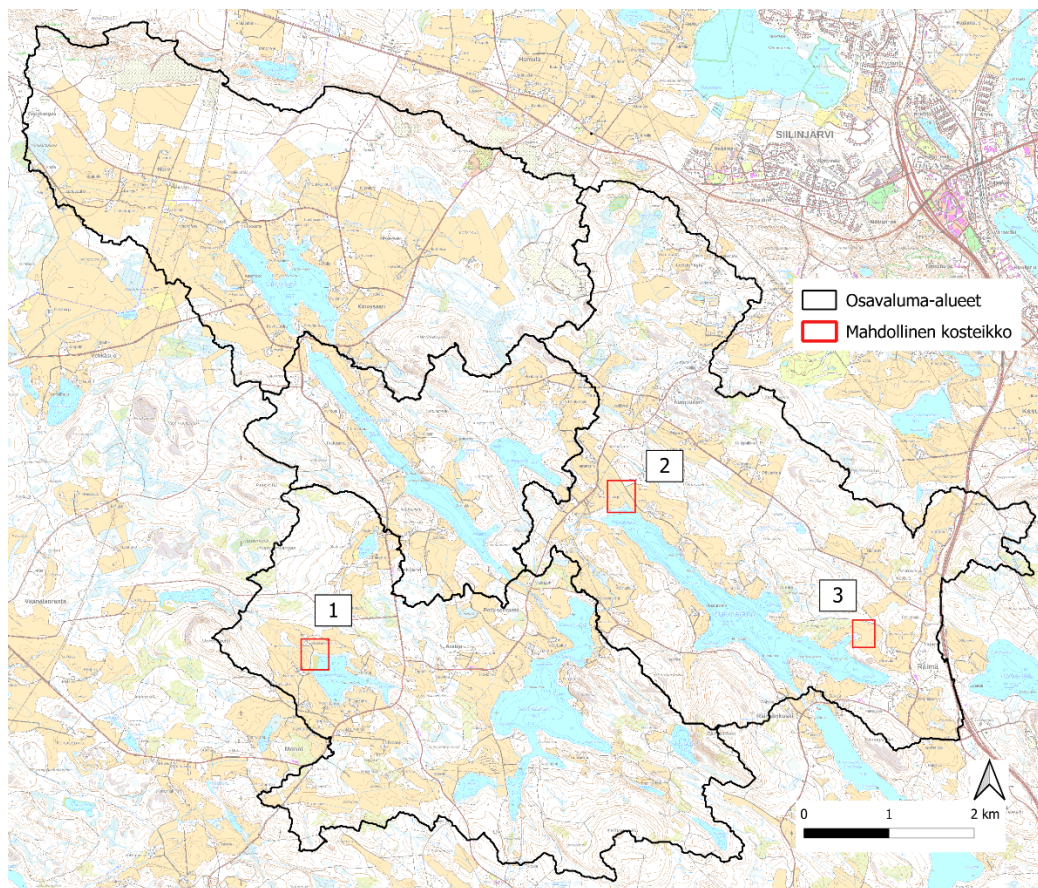


Kuva 37. Ilmakuva vedenkertymisalueesta Monninjärven valuma-alueella (Mäntyselkä 2025)



Kuva 38. Vedenkertymisalue Monninjärven alaosassa

Räimäjärven valuma-alueella vuonna 2012 tehdyssä maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnittelussa toteutusehdotus kosteikosta tehtiin kolmelle potentiaaliselle alueelle (kuva 39) (Hirvonen & Jokela 2013, 18, 110, 116), mutta kosteikot eivät ole edenneet toteutukseen. Kohteiden arviointia ja tarkempaa tarkastelua ei ole toistettu tässä työssä, mutta niitä voitaneen yhä pitää potentiaalisina kosteikkopaikkoina. Kohteet ovat vesiensuojelullisesti merkittäviä ja vaikuttavia sekä pinta-alaltaan (pl. alue 1) että valuma-alueen suuren peltoprosentin vuoksi (taulukko 3).

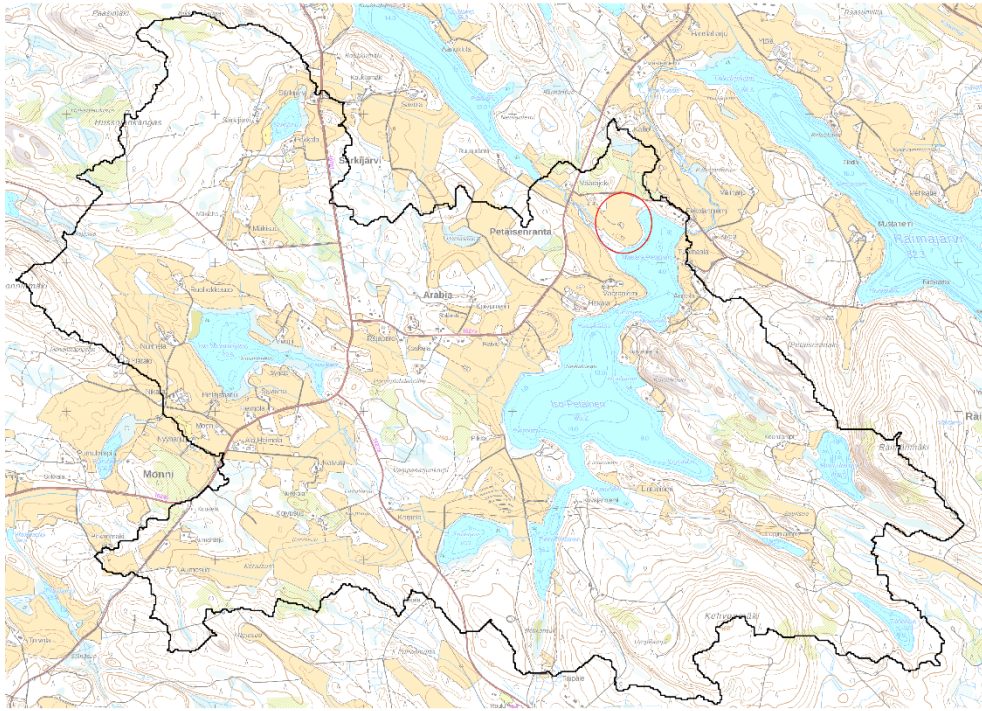


Kuva 39. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnittelussa ehdotetut potentiaaliset kosteikkopaikat Raimajärven valuma-alueella (Hirvonen & Jokela 2013; MML 2023; SYKE 2023a).

Taulukko 3. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnittelussa ehdotettujen potentiaalisten kosteikkopaikkojen ominaisuustietoja (Hirvonen & Jokela 2013, 18, 110, 116)

Alue	Mahdollinen kosteikkoala (ha)	Valuma-alueen pinta-ala (ha)	Pelto-%
1 Ruohokkosuo	0,3	104	30
2 Haasiaharju	0,32	64	44
3 Väänälä	0,52	46	55

Ilmakuvista on paikoin tulkittavissa myös kosteita peltoalueita, kuten Iso-Petäisen valuma-alueella (kuva 40 ja 41). Peltolohko kuuluu osittain suojavyöhykesitoumuksen piiriin; viljelyolosuhteiden ollessa haastavat myös lohkon kosteikkomahdollisuuksia voisi selvittää.



Kuva 40. Kosteaa peltoaluetta sijainti Iso-Petäisen valuma-alueella (MML 2023; SYKE 2023a)



Kuva 41. Ilmakuva kosteasta peltoalueesta (Scalgo s.a.)

5.2.3 Järvikunnostusmenetelmät

Hoitokalastus Lyhyenjärvellä on perusteltua klorofylli-a:n ja fosforin suhdelluvun, suhteellisen korkean särkikalojen biomassasuuden, suuren kalabiomassan sekä kalojen yksilömäärän perusteella tarkasteltuna. Saalistavoite rehevissä järvissä, joiden veden fosforipitoisuus on alle 50 µg/l, on noin 50–100 kg/ha vuodessa (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 52). Hoitokalastus on toistettava vähintään kolmena peräkkäisenä vuotena, mutta ylläpitävää kalastusta

on usein tarpeen jatkaa pidempäänkin. Lyhyenjärven hoitokalastuksen saalistavoitteet sekä tavoitteiden mukaiset laskennalliset ravinnepoistumat on esitetty taulukossa 4. Kalojen poiston myötä tapahtuva ravinnepoistuma perustuu särkikalan tuorepainoon, josta 0,7 % on fosforia (P) ja typpeä (N) 2,7 % (Setälä 2015). Myös Raimäjärvellä klorofylli-a:n ja fosforin suhde on korkea, mutta tarkempaa tietoa kalaston rakenteesta ei ole. Raimäjärven hoitokalastuksen tarpeellisuutta ja hyödyllisyyttä voitaisiin tarkemmin arvioida muun muassa koekalastusten avulla. Lyhyenjärvi on kuitenkin vaikuttavuuden kannalta potentiaalisempi hoitokalastuskohde, koska kalojen vaellusyhteydet eivät ole yhtä vahvat kuin Raimäjärvellä (Kanninen 2025c).

Taulukko 4. Lyhyenjärven mahdollisen hoitokalastuksen saalistavoite ja suora ravinnepoistuma

	saalistavoite kg/ha	saalistavoite kg	P Poistuma kg	N-poistuma kg
1.vuosi	100 kg	6100	43	165
2.vuosi	75 kg	4600	33	124
3.vuosi	50 kg	3000	21	81

Pienimuotoisena ja koeluontoisena toimenpiteenä voisi toteuttaa myös kelluvien kosteikoiden sijoittamisen esimerkiksi matalaan Lyhyenjärveen. Kelluvien kosteikkojen rakennus ja asennus helppo toteuttaa myös paikallisin voimin ja kokeilu voisi toimia hoitokalastuksen kaltaisena yhteisöllisyyden luojana ja vesiensuojelutyön innoittajana.

Virkistyskäyttömahdollisuuksien parantamiseksi toteutettava vesikasvillisuuden poisto tulee kohdentaa vain virkistyskäytön kannalta tärkeille alueille, joista alueiden käyttäjillä on parhain paikallistuntemukseen perustuva käsitys. Myös mahdolliset ruoppaukset tai pinnannostot tulee toteuttaa harkiten.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Raimäjärven valuma-alueen vesistöjen ekologinen tila on Iso-Petäistä lukuun ottamatta tyydyttävä ja järvien merkittävin tilaa heikentävä tekijä on peltoviljelyn aiheuttama merkittävä ravinnekuormitus. Järvien humuspitoisuus on myös kasvanut ja vedet ovat osin tummuneet. Erityisen suuren ravinnekuormituksen alueena erottuu Lyhyenjärven valuma-alue. Vesiensuojellisuuden vaikuttavuuden kannalta toimenpiteitä tulisi kohdentaa erityisesti Lyhyenjärven valuma-

alueelle, missä ravinnekuormitus on suurinta. Lyhyenjärven tila vaikuttaa myös alapuolisten järvien tilaan. Erityisesti ravinne-, mutta myös humuskuormituksen vähentämiseen tähtääviä toimenpiteitä on kuitenkin perusteltua toteuttaa koko Räimäjärven valuma-alueella, sillä mallinnettu ravinnekuormitus on erittäin merkittävää koko alueella.

Valuma-alueella korostuu kuormituksen muodostumisen ehkäisyn merkitys. Maatalouden suojavaikotteet, peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys sekä maan hyvä kasvukunto vähentävät peltoviljelyn aiheuttamaa vesistökuormitusta. Metsätaloudessa jatkuva kasvatusta sekä kunnostusojitusten mahdollisimman kevyt toteutus tai esimerkiksi toteutus kaivukatkoin vähentävät kuormitusta. Myös suon ennallistaminen on mahdollinen Räimäjärven valuma-alueella toteutettava toimenpide. Opinnäytetyön tarkastelujen perusteella valuma-alueelta ei tunnistettu erityisen merkittäviä potentiaalisia kosteikkokohteita, jotka olisivat vesiensuojelullisesti vaikuttavia ja helposti toteutettavissa. Pääosin kartoitettujen alueiden mahdollisten kosteikkojen suhteellinen koko jäisi melko pieneksi, ja lisäksi kosteikon perustaminen olisi useissa tapauksissa työlästä ja kallista. Huomioiden myös aiemman kosteikkokartoituksen (Hirvonen & Jokela 2013) tulokset sekä monimuotoisuusnäkökulmat, kosteikkorakentaminen voisi kuitenkin olla mahdollista joissakin kohteissa. Kohteiden tarkempi arviointi ja suunnittelu edellyttävät lisäselvityksiä. Kaksitasouomia voidaan yleisesti suositella peltouomiin, mutta niidenkin tarkoituksenmukaisuus Räimäjärven valuma-alueella vaatii myös jatkoselvityksiä. Järvikunnostustoimenpiteistä voidaan suositella Lyhyenjärven hoitokalastusta. Lisäksi Lyhyenjärven voitaisiin kokeilla kelluvia kosteikoita.

Yleisesti esitetyt keinot ja toimenpiteet edistäisivät toteutuessaan vesiensuojelua ja vähentäisivät järvien ravinne- ja humuskuormitusta. Toimenpiteillä on myös positiivisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen alueella sekä vesistöjen virkistyskäyttöön. On huomioitava, että valuma-alue suunnitelma on tehty opinnäytetyönä, joten tulokinnassa voi olla puutteellisuutta ja virheellisyyttä. Valuma-alue suunnittelu on haastava kokonaisuus, ja suunnitteluosaamisen puute on tunnistettu valtakunnallisesti.

Useimmat vesiensuojelutoimet perustuvat vapaaehtoiseen osallistumiseen ja eri sidosryhmien yhteistyöhön. Valuma-alueen vesiensuojelun toimenpiteiden

toteutus riippuu maanomistajien, ja järvien osalta osakaskuntien, sekä paikallisten aktiivisuudesta ja halukkuudesta ryhtyä toimenpiteisiin. Sekä maa- että metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteisiin, ennallistamishankkeisiin sekä järvikunnostuksiin on mahdollista hakea rahoitusta eri kanavista hanketyypistä riippuen. Räimäjärven valuma-alueella on yleistä aktiivisuutta ja mielenkiintoa vesienhoitoon ja tätä aktiivisuutta on hyvä tukea myös informaatio-ohjauksella. Opinnäytetyö voi osaltaan lisätä paikallista kiinnostusta vesiensuojeluun sekä edistää vesienhoitotoimenpiteiden jatkosuunnittelua. Maanomistajat ovat kuitenkin usein maidensa parhaita asiantuntijoita, joten heidän kuulemisensa on keskeistä niin mahdollisten ongelmakohtien ja kehitystarpeiden tunnistamisessa kuin ratkaisujen löytämisessäkin. Yhteistyö maanomistajien kanssa valuma-aluesuunnittelun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa on tärkeää toimenpiteiden menestyksekkään toteutumisen ja siten myös vesiensuojelun kannalta.

LÄHTEET

- Alhainen, M., Niemelä, T., Siekkinen, J., Svensberg, M., Kuittinen, J., Nurmi, J., Väyrynen, H., Rautiainen, M., Väänänen, V.-M., Nummi, P., Berndtson, S. & Korkiakoski, P. 2015. Kosteikko-opas. Helsinki: Suomen riistakeskus. E-kirja. Saatavissa: <https://www.riistainfo.fi/wp-content/uploads/2023/09/kosteikko-opas-2015.pdf> [viitattu 10.4.2025].
- Ajosenpää, T., Lauri A., Ekholm, P., Heikkinen, J., Jaakkola, S., Kaseva, A., Kämäri, M., Kääriä, J., Luodeslampi, P., Malmilehto, S., Muurinen, S., Rasa, K., Soinne, H., Talola, S., Uusi-Kämppeä, J. & Uusitalo, R. 2021. Kipsi, kuitu ja rakennekalkki – opas viljelijöille. ProAgrian hankejulkaisut 10. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/maanparannusaineet_opas_viljelijöille_digitaalinen-julkaisu.pdf?_gl=1*1rp38jw*_ga*MTEz-MDgzNTM5Ny4xNzY5MjczODI4*_ga_94F5LHB0XC*MTc0MzY2ODE1MS42LjAuMTc0MzY2ODE1MS42MC4wLjA [viitattu 3.4.2025].
- Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen, S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/306745> [viitattu 28.2.2024].
- Euroopan parlamentin ja neuvoston vesipuitedirektiivi 2000/60/EY.
- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, T. & Ukonmaanaho, L. 2020. Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020 – MetsäVesi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. E-kirja. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-826-7> [viitattu 3.4.2024].
- Franti, T. 2016. Eroosio ja kiintoaineen kulkeutuminen. Teoksessa Paasonen-Kivekäs M., Peltomaa R., Vakkilainen P. & Äijö H. (toim). Maan vesi- ja ravinnetalous - Ojitus, kastelu ja ympäristö. Helsinki: Salaojayhdistys 169–181. E-kirja. Saatavissa: <https://www.salaojayhdistys.fi/2022/03/maan-vesi-ja-ravinnetalous-ojitus-kastelu-ja-ymparisto-2/> [viitattu 4.3.2024].
- Ger, R. 2019. Pohjois-Savon maisema-alueet -päivitysinventointi. Pohjois-Savon maakuntakaavan 2040 2. vaihetta varten laadittu maakunnallisesti ja valtakunnallisesti merkittävien maisema-alueiden päivitys. FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.pohjois-savo.fi/media/4-maakuntakaavat-ja-liikenne/valmisteilla-olevat-maakuntakaavat/kaava-selvitykset/psmk2040-maisema-alueet-paivitysinventointi.pdf> [viitattu 25.2.2025].
- GTK 2010. GTK:n Maaperä 1:200 000. Avoin lisenssi Nimeä CC 4.0. Geologian tutkimuskeskus. Ladattu Hakku-palvelu 1.11.2024.
- Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A., Larsson, R & Lundström, E. 2012. Käytännön kosteikkosuunnittelu. 4. korjattu painos. Teho-hankkeen julkaisuja 1/2012. Turku: TEHO Plus -hanke/Varsinais-Suomen ELY-keskus. E-kirja. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-473-2> [viitattu 3.2.2025].

Hertta s.a. Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötietojärjestelmät. Hertta-tietokanta. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <https://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/kirjaudu.asp>.

Hirvonen, J. & Jokela S. 2013. Maatalousalueen monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma, Maaningan ja Siilinjärven alue. Raportteja 26. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-750-4> [viitattu 3.2.2025].

Hirvonen, J. 2025. Vesienhoidon asiantuntija. Sähköpostiviesti 22.5.2025. Pohjois-Savon ELY-keskus.

Horppila, J. 2019. Sediment nutrients, ecological status and restoration of lakes. *Water Research* 160, 206–208. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.xamk.fi/science/article/pii/S0043135419304622> [viitattu 10.4.2025].

Hyvönen, T., Heliölä, J., Koikkalainen, K., Kuussaari, M., Lemola, R., Miettinen, A., Rankinen, K., Regina, K. & Turtola, E. 2020. Maatalouden ympäristötoimenpiteiden ympäristö- ja kustannustehokkuus (MYTTEHO): loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-919-4> [viitattu 1.4.2025].

Härkönen, L. 2021. Järvien kunnostusmenetelmät. Vesistökunnostuskoulutus. Videoleike. Saatavissa: <https://vimeo.com/656474467> [viitattu 10.3.2024].

Härkönen, L. & Lepistö A. 2021. Laura Härkönen ja Ahti Lepistö: Vesien tummuminen etenee – voidaanko kehityskulkua hillitä? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.syke.fi/fi/tietoa-meista/blogit-ja-podcastit/laura-harkonen-ja-ahti-lepisto-vesien-tummuminen-etenee-voidaanko-kehityskulkua-hillita> [viitattu 19.2.2025].

Härkönen, L. 2025. Pintasedimentin poiston pitkäaikaisvaikutukset Kaunaisten Gallträskillä. Kohti kestävämpää järvikunnostusta. Vesistökunnostusverkosto. Youtube. Videoleike. Julkaistu 29.4.2025. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=NH3rjGtKq0c&t=3961s> [viitattu 11.5.2025].

Kanninen, A. 2025a. Johtava asiantuntija. Sähköpostiviesti 11.2.2025. Pohjois-Savon ELY-keskus.

Kanninen, A. 2025b. Johtava asiantuntija. Sähköpostiviesti 9.5.2025. Pohjois-Savon ELY-keskus.

Kanninen, A. 2025c. Tiedoksianto. 28.5.2025. Johtava asiantuntija. Pohjois-Savon ELY-keskus.

Koivusaaren kylä s.a. Koivusaaren kylä ja kotiseutuyhdistys. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://kotiseudut.fi/koivusaarenkyla/etusivu> [viitattu 25.2.2025].

Kontio, T. 2025. Kosteikkoamukahvit: Kelluvat kosteikot. Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry. Youtube. Videoleike. Julkaistu 31.1.2025. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=HFRy8HGvyns> [viitattu 11.2.2025].

KVY s.a. Hoitokalastus ja petokalakantojen vahvistaminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://vesienhoito.kvvy.fi/kunnostajan-abc/kalasto/kunnostustoimet/> [viitattu 1.2.2025].

Känkänen, H. 2011. Alus- ja kerääjäkasvien mahdollisuudet hyödyksi. MTT, Kasvintuotannon tutkimus. 9.11.2011. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.helsinki.fi/fi/ruralia-instituutti/opetus/luomutietoverkon-materiaalit/alus-ja-kerajakasvien-mahdollisuudet-hyodyksi> [viitattu 24.4.2025].

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 30.12.2004/1299.

Lakso, E. 2005. Järven vedenpinnan nosto. Teoksessa Ulvi, T. & Lakso E. (toim.). Järvien kunnostus. Ympäristöopas 114. Helsinki: Edita & Suomen ympäristökeskus, 227–239. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/41746> [viitattu 28.5.2025].

Laulajainen, J. 2011. Juurusveden käyttö- ja hoitosuunnitelma III. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kalapaikka.net/kuvat/409f59u78.pdf> [viitattu 24.2.2025].

Linnamaa, J., Hiironen, R., Nuotio, E. (toim.) & Valkama, P. (toim.) 2023. Valuma-aluelähtöinen suunnittelu ja vesienhoidon toimenpiteiden implementointi. Raportteja 28. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. E-kirja. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-143-0> [viitattu 24.10.2024].

LUKE 2023a. Maatalousmaan eroosio. Luonnonvarakeskus. WWW-dokumentti. Päivitetty 16.12.2024. Saatavissa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/agrikaattori-capvaikuttavuusindikaattorit-20232027/maatalousmaan-eroosio> [viitattu 25.2.2025].

LUKE. 2023b. Maatalousmaan ravinnetase. Luonnonvarakeskus. WWW-dokumentti. Päivitetty 4.2.2025. Saatavissa: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/agrikaattori-capvaikuttavuusindikaattorit-20232027/maatalousmaan-ravinnetase> [viitattu 24.4.2025].

Luonnonvarakeskus & Räsänen, T. 2021. Peltomaiden eroosioherkkyys, 2021. CSC - Tieteen tietotekniikan keskus Oy. Saatavissa: <http://urn.fi/urn:nbn:fi:att:fdb14fe3-dd2d-499f-81a5-e1e799d8db8a>. Ladattu 31.10.2024.

Lyhyenjärvi s.a. Kuvakaappaus sivusta. Valokuvaaja tuntematon. Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry. Saatavissa: <https://www.iisalmenreitti.fi/jarvet-ja-joet/lyhyenjarvi/> [viitattu 20.5.2025].

Metsähallitus 2018. Luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet. Saatavissa: <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/%7BC8FC4A42-A2C3-40C4-92CD-2299C688514E%7D>. Ladattu 3.2.2025.

MML. 2023. Peruskarttalehti. Maanmittauslaitos. Ladattu 31.10.2024.

- MML. 2025a. Rinnevarjoste. Maanmittauslaitos. Ladattu 24.1.2025.
- MML. 2025b. Taustakarttasarja. Maanmittauslaitos. Ladattu 3.2.2025.
- MML. 2025c. Suomen maakunnat 2021 vuoden 2018 maakuntakoodeilla. Maanmittauslaitos. Ladattu 4.4.2025.
- Museovirasto. 2017. Museoviraston kulttuuriympäristöaineisto, suojellut kohteet. 8.11.2017. Ladattu 3.2.2025.
- Mäntyselkä, A.-M. 2025. Valokuvat, maastokatselmus 16.5.2025. Vesitalousasiantuntija. Pohjois-Savon ELY-keskus.
- Penttilä, S. (toim.) 2002. Uudenmaan järvien tehokalastusprojekti. Kala- ja riistahallinnon julkaisu 61. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Omenainen, T. 2024. Vihdin Enäjärven suojelutyössä kokeillaan uutta: kelluvat kosteikkosaaret puhdistavat vettä. Länsi-Uusimaa. 21.8.2024. Saatavissa: <https://www.lansi-uusimaa.fi/paikalliset/7709051> [viitattu 10.2.2025].
- Oravainen, R. 2019. Vesistötulosten tulkinta – opasvihkonen. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf> [viitattu 11.5.2025].
- Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P., Äijö H. (toim.). 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous - Ojitus, kastelu ja ympäristö. Helsinki: Salaojayhdistys ry. E-kirja. Saatavissa: <https://www.salaojayhdistys.fi/2022/03/maan-vesi-ja-ravinnetalous-ojitus-kastelu-ja-ymparisto-2/> [viitattu 4.3.2024].
- Puustinen, M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M., Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/38401> [viitattu 10.2.2025].
- Puustinen, M., Tattari, S., Väisänen, S., Virkajärvi, P., Rätty, M., Järvenranta, K., Koskiaho, J., Röman, E., Sammalkorpi, I. & Uusitalo, R. 2019. Ravinteiden kierrätys alkutuotannossa ja sen vaikutukset vesien tilaan. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 22. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/304956> [viitattu 10.2.2025].
- Päivänen, J. 2016. Metsäojitus ja vesiensuojelu. Teoksessa Paasonen-Kivekäs M., Peltomaa R., Vakkilainen P. & Äijö H. (toim). Maan vesi- ja ravinnetalous - Ojitus, kastelu ja ympäristö. Helsinki: Salaojayhdistys, 373–386. E-kirja. Saatavissa: <https://www.salaojayhdistys.fi/2022/03/maan-vesi-ja-ravinnetalous-ojitus-kastelu-ja-ymparisto-2/> [viitattu 2.3.2024].
- Ruokavirasto. 2025. Ehdollisuuden opas 2025. 12.2.2025. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/perusehdot/ehdollisuus/ehdollisuuden-opas/ehdollisuuden-opas-2025/> [viitattu 10.4.2025].

Ruokavirasto & Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2024. Suojavyöhykesitoumukseen soveltuvat peltolohkot. Paikkatietoaineisto. 11.3.2025. Saatavissa: <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/suojavyohykesitoumukseen-soveltuvat-peltolohkot>.

Räimäjärvi. Kuvakaappaus sivusta. Valokuvaaja tuntematon. Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry. Saatavissa: <https://www.iisalmenreitti.fi/jarvet-ja-joet/raimajarvi/> [viitattu 20.5.2025].

Räimän kyläyhdistys ry. s.a. Räimä - kuoreita ja koskenkuohuja. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://raima.yhdistysavain.fi/> [viitattu 25.2.2025].

Sammalkorpi, I. 2021. Hoitokalastus – mahdollisuus vai uhka kalastolle ja vesiluonnolle? Hoitokalastus vesienhoitotoimena Webinaari 25.3.2021. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://skvsy.fi/wp-content/uploads/2021/04/Sammalkorpi-Hoitokalastus-mahdollisuus-vai-uhka-kalastolle-ja-vesiluonnolle.pdf> [viitattu 24.2.2025].

Sarkala, T. 2023. Sipulin viljely, kannattavuus ja markkinat. MTK Pohjois-Savo. Youtube. Videoleike. Julkaistu 9.5.2023. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=ZI--1asSCvo> [viitattu: 1.3.2025].

Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas 2010. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/38819> [viitattu: 1.2.2025].

Scalgo s.a. Luodaan tilaa vedelle. Saatavissa: <https://scalgo.com/fi/>.

Setälä, J. 2015. Rannikkovesien poistokalastus. Kannattava hoitokalastus? -seminaari. Vesistökunnostusverkosto. Youtube. Videoleike. Julkaistu 21.8.2015. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=uGBVAPd8UqQ> [viitattu: 24.2.2025].

SKVSY. 2024. Pohjois-Savossa testataan kelluvien kosteikkolautojen toimivuutta pienten rehevöityvien lampien kunnostamisessa. Savo-Karjalan Vesiensuojeluyhdistys ry. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://skvsy.fi/etusi-vun-nosto/pohjois-savossa-testataan-kelluvien-kosteikkolautojen-toimivuutta/> [viitattu 23.1.2025].

Suomen metsäkeskus. 2025. Eriyksen tärkeät elinympäristökuviot. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/aineistot-paikkatieto-ohjelmille/paikkatietoaineistot>. Ladattu 3.2.2025.

Suomen metsäkeskus s.a. Vesiensuojelu. Vesiuomien maa-aineksenhuuhtoutumisriski. WMS-rajapinta. Saatavissa: https://aineistot.metsakeskus.fi/metsakeskus/rest/services/Vesiensuojelu/Vesiuomien_maa_aineksen_huhtoutumisriski/MapServer. Ladattu 11.2.2025.

Suomen ympäristökeskus, ELY-keskus ja Ympäristöministeriö 2024. Pisara. Vesien- ja merenhoidon tietojärjestelmä. Ladattu 17.12.2024.

SYKE. s.a. Valuma-alue suunnittelu. Suomen ympäristökeskus. WWW-dokumentti: Saatavissa: <https://www.vesi.fi/teemasivu/valuma-alue-suunnittelu/> [viitattu: 16.12.2024].

SYKE. 2005. Vesienhoitoalueet. Suomen ympäristökeskus. Ladattu 6.4.2025.

SYKE. 2011. Soiden ojitustilanne. Pohjautuu MML aineistoon. SOJT_09b1. Suomen ympäristökeskus. Ladattu 25.2.2025.

SYKE. 2018. Osittain LUKE, MAVI, LIVI, DVV, EU, MML Maastotietokanta 01/2017. Corine maanpeite 2018. Suomen ympäristökeskus. Ladattu 31.10.2024.

SYKE, EEA, EU/Copernicus. 2018. Corine maanpeite 2018 (vektoriaineisto). Suomen ympäristökeskus. Ladattu 31.10.2024.

SYKE. 2021a. Pohjavesialueet. Suomen ympäristökeskus. Ladattu 3.2.2025.

SYKE. 2021b. Valuma-alueen kunnostus. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu: 20.9.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/vesi-tieto/valuma-alueen-kunnostus/> [viitattu 16.12.2024].

SYKE. 2022a. Hoitokalastus lintuvesillä. Suomen ympäristökeskus. Päivitetty 15.8.2023. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/suojelu-ennallistaminen-ja-luonnon-hoito/lintuvesien-kunnostus-ja-hoito/hoitokalastus> [viitattu 14.2.2025].

SYKE. 2022b. Vesien- ja merensuojelun monet mahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus. WWW-dokumentti. Päivitetty 18.6.2024. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/vesien-ja-merensuojelu> [viitattu 28.2.2025].

SYKE. 2022c. Humuskuormitus ja vesien tummuminen. 23.5.2022. Suomen ympäristökeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/vesi-tieto/humuskuormitus-ja-vesien-tummuminen/> [viitattu 4.4.2025].

SYKE. 2022d. Sisävesien kemiallista tilaa pitää parantaa. Suomen ympäristökeskus. WWW-dokumentti. Päivitetty 21.2.2024. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi/ympariston-tila/vesi/sisavesien-kemiallinen-tila> [viitattu 10.5.2025].

SYKE. 2023a. Valuma-aluejako. Suomen ympäristökeskus. Ladattu 10.12.2024.

SYKE. 2023b. WSFS-Vemala kuormitustiedot. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/wsfs-vemala-kuormitustiedot>. Ladattu 22.12.2024.

SYKE. 2023c. Maatalousmaa 2021. Perustuu Maanmittauslaitoksen ja Ruokaviraston aineistoihin. Suomen ympäristökeskus. Ladattu 28.2.2025.

SYKE. 2024a. Suojavyöhykesitoumukseen soveltuvat peltolohkot. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/suojavyohykesitoumukseen-soveltuvat-peltolohkot> [viitattu: 1.4.2025].

SYKE.2024b. WSFS-Vemala. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.2.2025. Saatavissa: <https://www.syke.fi/fi/palvelut/mallinnus-ja-laskenta/vesi-ja-merimallinnus/vemala> [viitattu: 11.5.2025].

Tapio. 2025a. Metsänhoidon suositukset. Vesiensuojelurakenteet ja -ratkaisut. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/vesiensuojelurakenteet-ja-ratkaisut> [viitattu: 9.4.2025].

Tapio. 2025b. Soiden ennallistaminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/soiden-ennallistaminen> [viitattu: 9.4.2025].

Tattari, S. & Linjama, J. 2004. Vesistöalueen kuormituksen arviointi VEPS-järjestelmällä. *Vesitalous* 45 (3): 26–30. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2013/07/3_2004.pdf [viitattu: 28.2.2025].

Tattari, S., Puustinen, M., Koskiaho, J., Röman, E., Riihimäki, J. 2015. Vesis-
töjen ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/159464> [viitattu 1.4.2025].

Valkama, P., Mäkinen, E., Ojala, A., Vahtera, H., Lahti, K., Rantakokko, K., Vasander, H., Nikinmaa, E. & Wahlroos, O. 2017. Seasonal variation in nutrient removal efficiency of a boreal wetland detected by high-frequency on-line monitoring. *Ecological Engineering* 98, 307–317. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.xamk.fi/science/article/pii/S0925857416306085> [viitattu 10.4.2025].

Valkama, P., Västilä, K. & Koskiaho, J. 2025. Kaksitasouomat parantavat peltojen tulvasuojelua ympäristöstävällisesti. Valumavesi-projekti. Toimintasuosituksia. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/594996> [viitattu 1.5.2025].

Vallinkoski V.-M. T., Miettinen, T., & Aalto, J. (toim.) 2016. Vesien tila hyväksi yhdessä: Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2016–2021. Raportteja 1. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/120085> [viitattu 17.12.2024].

Vallinkoski, V.-M., Aalto, J. & Miettinen, T. (toim.) 2022. Pohjois-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Raportteja 4. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/184045> [viitattu 17.12.2024].

Valtioneuvoston asetus vesienhoidon järjestämisestä 30.11.2006/1040.

Valtioneuvoston asetus vesienhoitoalueista 1303/2004.

Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2024. Valuma-aluesuunnitelman tilausohje. Opas 5. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-267-3> [viitattu 24.3.2025].

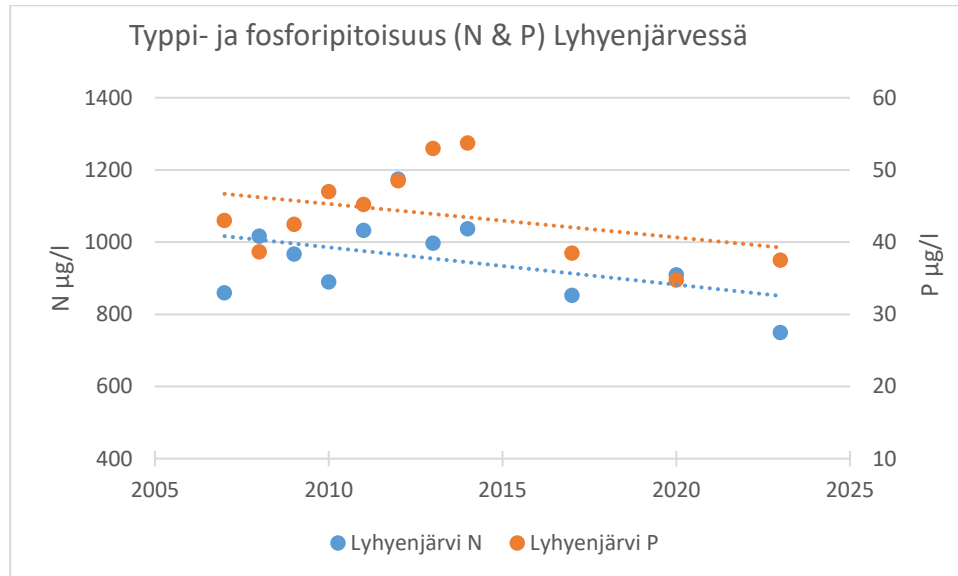
Vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 osa 2: suunnittelussa käytetyt menetelmät ja periaatteet. Raportteja 6. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-999-1> [viitattu 11.2.2025].

Vesterinen, J. 2025. Särkikalojen poisto. Hoitokalastus ja ravintoketjukurkennos. Valonia. Youtube. Videoleike. Julkaistu 10.4.2025. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=sn49Xq87Qal&t=160s> [viitattu 13.3.2025].

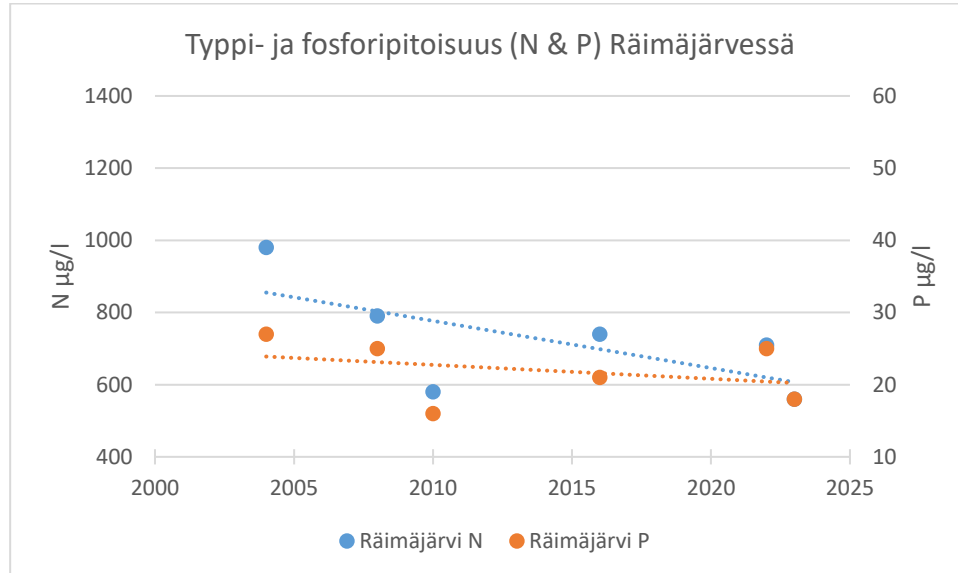
Viitanen, E. & Möller, S. 2025. Pohjanmaalla on kokeiltu, voisiko kelluva viljely puhdistaa rehevöityneitä rannikkovesiä. Yle uutiset. 13.3.2025. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20149432> [viitattu 13.3.2025].

Vilmi, A., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kulo, K., Kuoppala, M., Mitikka, S., Ruuhijärvi J., Sutela, T. & Aroviita, J. 2021. Maa- ja metsätalouden kuormittamien pintavesien tila. MaaMet-seuranta 2008–2020. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 50. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. E-kirja. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5449-2> [viitattu 24.2.2025].

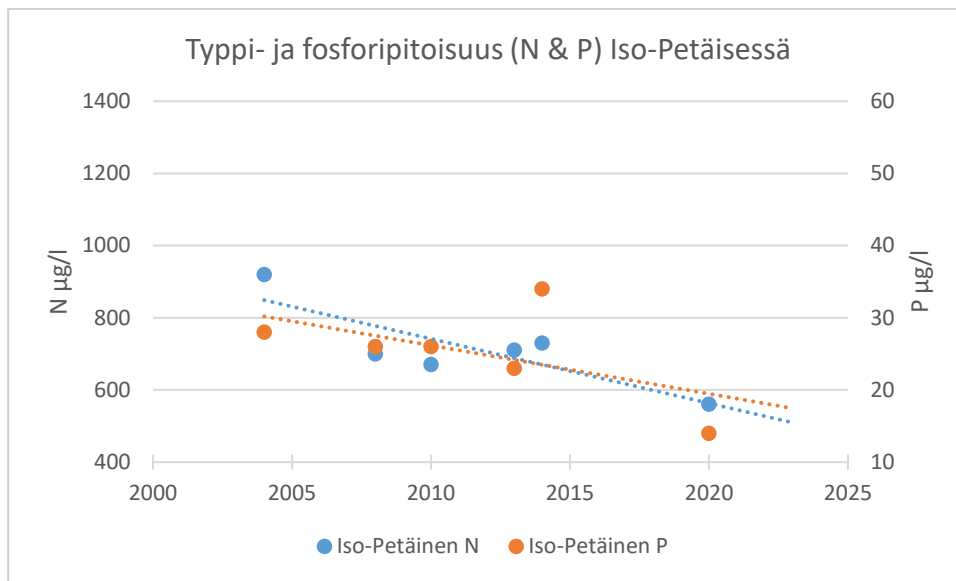
VEDENLAADUN KUVAAJAT



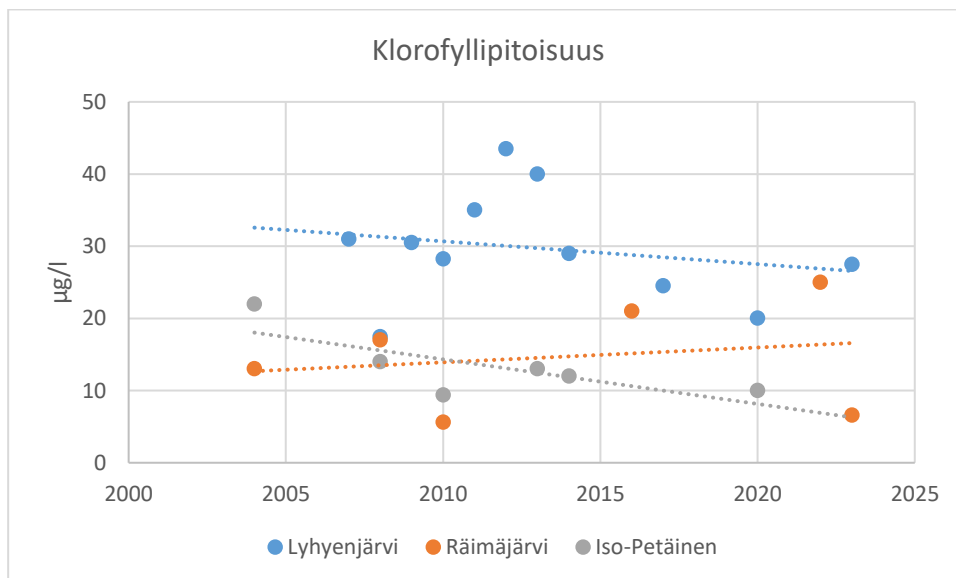
Kuva 1. Lyhyenjärven kasvukauden (1.6.–30.9.) typpi- ja fosforipitoisuus pintavedessä (0–2 m (Hertta s.a.)



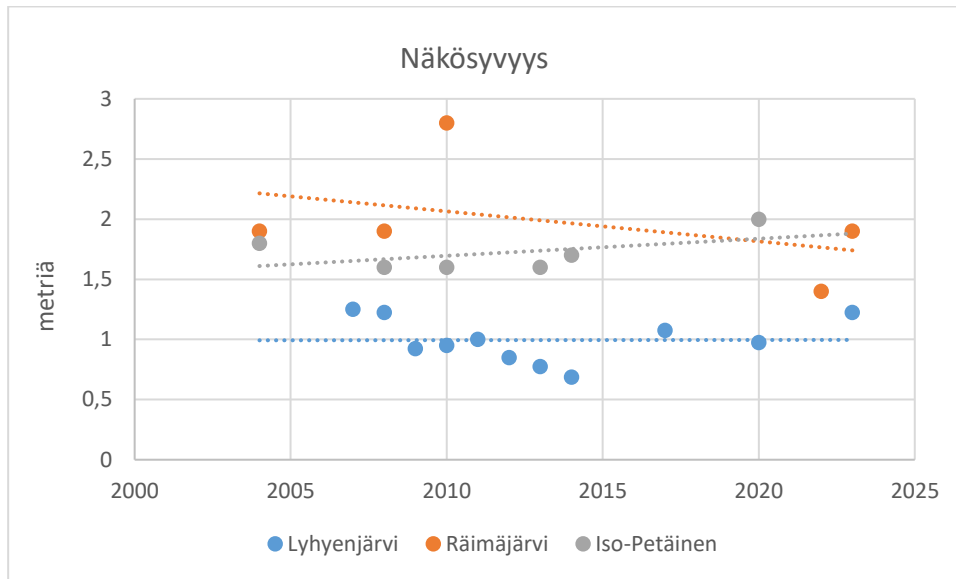
Kuva 2. Räimäjärven kasvukauden (1.6.–30.9.) typpi- ja fosforipitoisuus pintavedessä (0–2 m (Hertta s.a.)



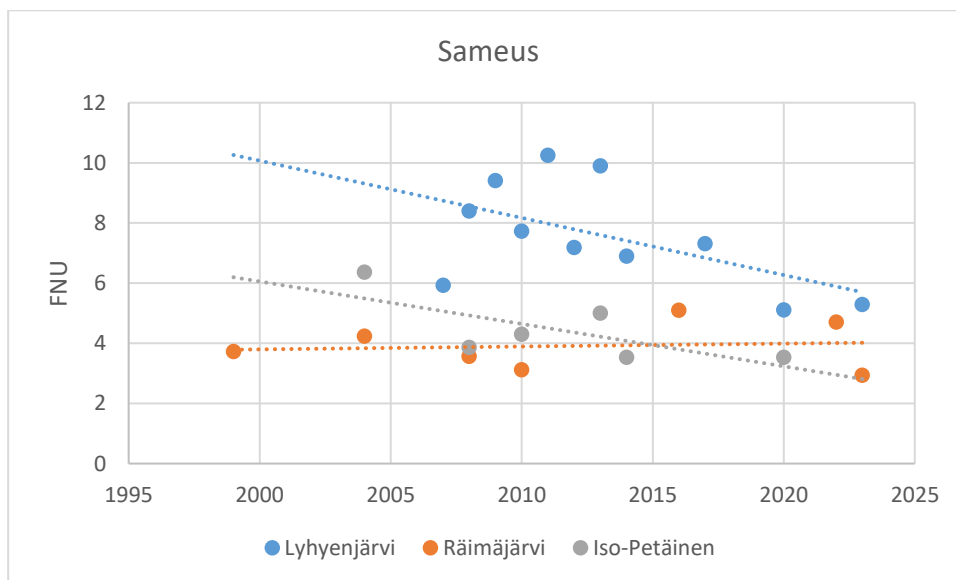
Kuva 3. Iso-Petäisen kasvukauden (1.6.–30.9.) typpi- ja fosforipitoisuus pintavedessä (0–2 m) (Hertta s.a.)



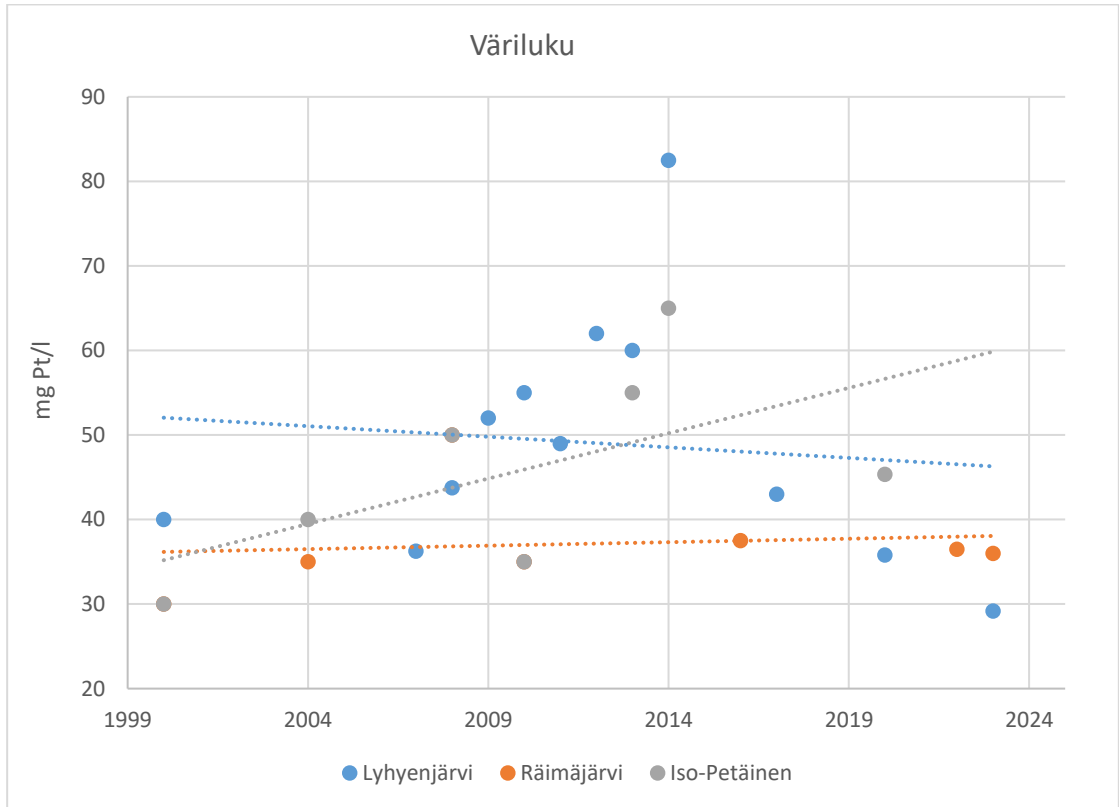
Kuva 4. Kasvukauden (1.6.–30.9.) klorofyllipitoisuus pintavedessä (0–2 m) (Hertta s.a.)



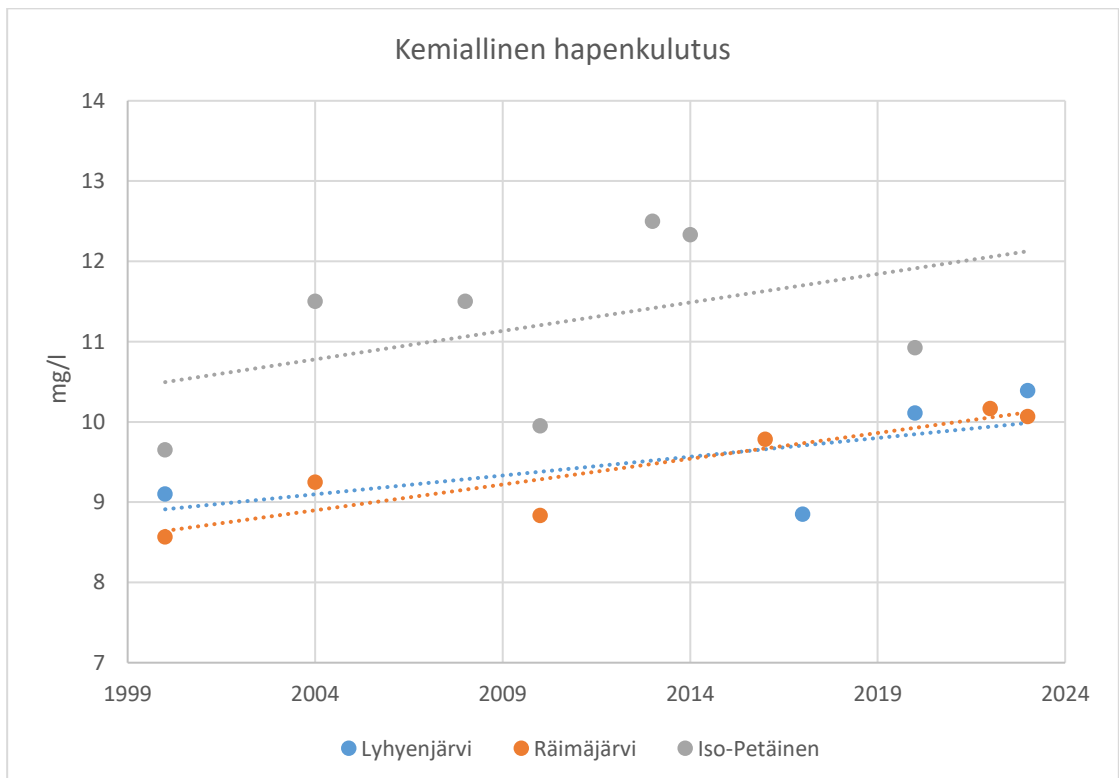
Kuva 5. Kesäajan (1.6.–30.9.) näkösyyvyys (Hertta s.a.)



Kuva 6. Kesäajan (1.6.–30.9.) sameus (kaikki syvyydet) (Hertta s.a.)



Kuva 7. Väriluku (1.1.–31.12., 0–2 m) (Hertta s.a.)



Kuva 8. Kemiallinen hapenkulutus (1.1.–31.12., kaikki syvyydet) (Hertta s.a.)