



# **Myllyojan valuma-alueen hulevesiriskiselvitys OLO-hankkeelle**

**Laadullisten riskien kartoitus ja arviointi**

Tiimi 1: Jutta Pantsu, Salla Saario, Matti Törmäkangas, Niko Vastamäki

Tiimi 2: Sari Järveläinen, Yolanda Korpi, Pirita Pykäläinen,  
Sonja Stedt, Anu Tapper, Nelli Toikkanen

Tiimi 3: Mette Jensen, Akseli Leinonen, Piia Mustasilta,  
Elina Sauvola, Jenni Syrenius, Heidi Toivola

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Tutkimuksen lähtökohdat .....	2
2.1	Tutkimusalue .....	3
2.2	Hulevesien aiheuttamat riskit alueella .....	6
3	Tutkimuksen toteuttaminen .....	7
3.1	Tutkimuksen tavoite .....	8
3.2	Tutkimuskysymykset.....	9
3.3	Tutkimusmenetelmät.....	9
3.3.1	Pistemäisten hulevesiriskikohteiden jako riskityyppien mukaan .....	10
3.3.2	Pistemäisten hulevesiriskikohteiden teemat ja riskimatriisi .....	12
3.4	Tutkimuksen luotettavuus .....	13
4	Paikkatiedon toimenpiteet ja käytetyt aineistot .....	14
4.1	Valuma-alueen rajaus, ruudukon teko, vesistöt ja tiestö sekä korkeusmalli. 14	
4.2	Corine maanpeiteaineiston luokittelu.....	15
4.3	Maaperäaineiston luokittelu .....	16
4.4	Hajakuormitusriskin mallintaminen .....	16
4.5	Hulevesiverkoston georeferointi ja osavaluma-alueet .....	18
4.6	Vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhykkeet .....	20
4.7	Pistemäisten hulevesiriskikohteiden sijoittaminen kartalle.....	21
4.8	Riskiruudukon teko .....	21
4.8.1	Aineistojen yhdistäminen riskiruudukoksi.....	21
4.8.2	Riskiruudukon luokittelu.....	22
4.8.3	Pistemäisten riskikohteiden yhdistäminen riskiruudukkoon .....	24
5	Hulevesiriskit Myllyojan valuma-alueella .....	24
5.1	Pistemäiset riskikohteet .....	27
5.1.1	Eläinsuojat.....	30
5.1.2	Huoltamot ja jakeluasemat .....	32
5.1.3	Jätehuollon kohteet .....	33
5.1.4	Maa- ja metsätalous .....	35
5.1.5	Maa-aineksen käsittely .....	37

5.1.6	Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet .....	38
5.1.7	Ylivuoto- ja hulevesiputket .....	41
5.1.8	Yritykset .....	43
5.1.9	Muut .....	45
5.2	Aluemaiset riskikohteet .....	46
5.2.1	Luokiteltu maanpeite valuma-alueella .....	47
5.2.2	Luokiteltu maaperä valuma-alueella .....	48
5.2.3	Hajakuormitusriski valuma-alueen maastossa .....	50
5.2.4	Hulevesiviemäröity alue .....	51
5.2.5	Riskiruudukko .....	53
5.3	Valuma-alueen riskikartat .....	55
6	Toimenpide-ehdotukset .....	59
7	Johtopäätökset .....	60
	Lähteet .....	62

## **Kuvat, taulukot ja kaavat**

Kuva 1	Myllyojan valuma-alueerajaus .....	2
Kuva 2	Corine maanpeite Myllyojan valuma-alueella .....	4
Kuva 3	Maaperä Myllyojan valuma-alueella .....	5
Kuva 4	Myllyojan valuma-alueella sijaitseva pohjavesialue .....	6
Kuva 5	Purkautumispisteet ja osavaluma-alueet numeroituina .....	26
Kuva 6	Kuvakaappaus Excel-tiedostosta .....	28
Kuva 7	Kuormituslähteiden teemoittainen jakautuminen valuma-alueella .....	29
Kuva 8	Pistemäiset hulevesiriskikohteet Myllyojan valuma-alueella .....	30

Kuva 9 Eläinsuojat-kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella.	32
Kuva 10 Huoltamot ja jakeluasemat -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella.....	33
Kuva 11 Jätehuollon kohteet -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella .	35
Kuva 12 Maa- ja metsätalous -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella. ....	37
Kuva 13 Maa-ainesten käsittely -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella. ....	38
Kuva 14 Päälystetyt kentät ja pysäköintialueet -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella.....	41
Kuva 15 Ylivuoto- ja hulevesiputket -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella .....	42
Kuva 16 Yritykset-kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella.	45
Kuva 17 Muut-kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella . .	46
Kuva 18 Luokiteltu maanpeite Myllyojan valuma-alueella .....	47
Kuva 19 Luokiteltu maaperä Myllyojan valuma-alueella.....	49
Kuva 20 Hajakuormitusriski Myllyojan valuma-alueen maastossa.....	50
Kuva 21 Hulevesiviemäriverkoston osa-valuma-alueet ja purkupisteen .	52
Kuva 22 Hulevesiviemäröity alue Myllyojan valuma-alueella.....	53
Kuva 23 Myllyojan valuma-alueen riskiruudukko.....	54
Kuva 24 Riskiluokkien osuudet valuma-alueella.....	55

Kuva 25 Myllyojan valuma-alueen riskikartta .....	56
Kuva 26 Myllyojan valuma-alueen suojavyöhykkeen riskikartta .....	58
Taulukko 1 Haitta-ainekategoriat .....	11
Taulukko 2 Pistemäisten hulevesiriskikohteiden teemajako .....	12
Taulukko 3 Riskimatriisi .....	12
Taulukko 4 Riskiruudun luokitus.....	23

## **Liitteet**

- Liite 1. Excel-tietokanta pistemäisistä riskikohteista
- Liite 2. Hulevesiputkien purkupisteet ja jätevesien ylivuotoputket – kuvia maastokäynneiltä
- Liite 3. Luokiteltu maanpeite Myllyojan valuma-alueella.
- Liite 4. Luokiteltu maaperä Myllyojan valuma-alueella
- Liite 5. Hajakuormitusriski Myllyojan valuma-alueen maastossa.
- Liite 6. Hulevesiviemäriverkoston osavaluma-alueet ja purkupisteet Myllyojan valuma-alueella.
- Liite 7. Hulevesiviemäröity alue Myllyojan valuma-alueella.
- Liite 8. Myllyojan valuma-alueen riskiruudukko.
- Liite 9. Myllyojan valuma-alueen riskikartta.
- Liite 10. Myllyojan valuma-alueen suojavyöhykkeen riskikartta.

# 1 Johdanto

Huleveden, eli maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavan sade- ja sulamisveden, mukana kulkeutuu haitta-aineita aiheuttaen laadullista haja- ja pistekuormitusta vesistöihin. Kuntaliiton julkaisemassa Hulevesioppaassa (2012, s. 124) mainitaan haitta-aineita päätyvän hulevesiin muun muassa märkä- ja kuivalaskeumana, liikenteen päästöistä, ajoneuvojen ja rakennusmateriaalien korroosiosta, tiemateriaalien kulumisesta sekä liukkaudentorjuntaan käytetyistä aineista. Ilmastonmuutoksen myötä kasvavat sademäärät sekä voimistuvat sadetapahtumat kasvattavat kuntien tarvetta varautumis- ja sopeutumistoimenpiteille. Jotta toimenpiteet hulevesien hallitsemiseksi valuma-alueella osataan mitoittaa riittäviksi, tarvitaan kokonaisvaltaista kuvaa valuma-alueen ominaisuuksista ja hulevesien laatuun vaikuttavista tekijöistä.

Opitaan lisää ojista -hanke (OLO) on viimeisin osa yli kymmenvuotista vesiensuojeluhankkeiden jatkumoa Hämeen alueella. OLO-hankkeen tavoitteena on edistää valuma-alueelähtöistä vesien suojelua ja yhteensovittaa maa- ja metsätalouden sekä taajama-alueiden vesienhallintaa. Hattulan Lehighjärveen laskevan Myllyojan valuma-alue on toinen hankkeen kahdesta pilottivaluma-alueesta. Osana hanketta laaditaan Myllyojan valuma-alueelle valuma-aluekohtainen kunnostussuunnitelma. Hämeen ammattikorkeakoulun Vesivarojen hallinta -moduulissa toteutettiin kaksi kunnostussuunnitelman laadintaa tukevaa hulevesiriskejä käsittelevää osaprojektia, joiden tulokset on koottu tähän raporttiin.

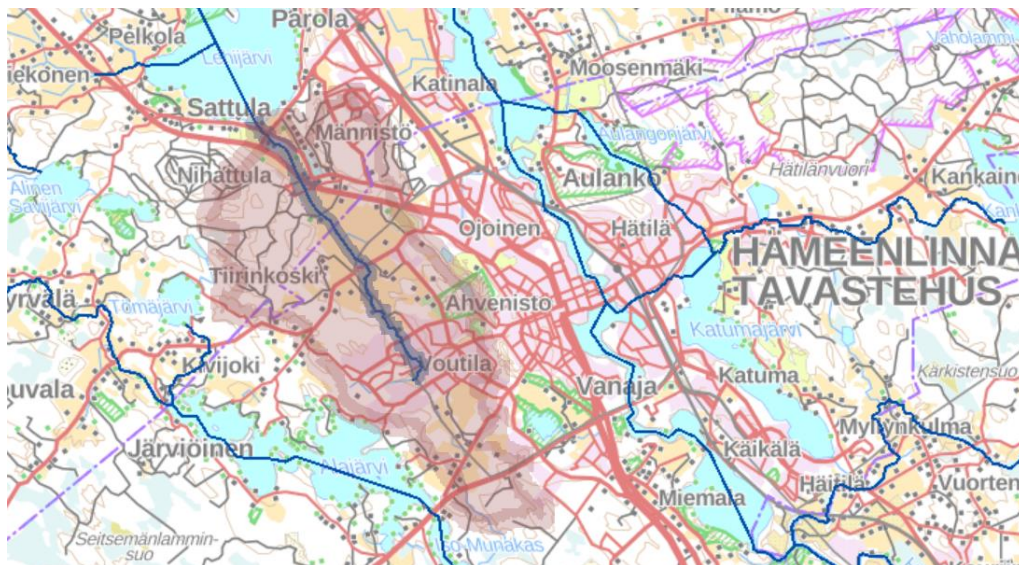
Osaprojekteista ensimmäisessä selvitettiin pistemäisiä, laadullisia hulevesiriskikohteita Myllyojan valuma-alueella. Kartoitetuista kohteista laadittiin tietokanta (Liite 1), joka sisältää muun muassa tiedot kohdekohtaisesti riskipotentiaalista asteikolla 1–3 sekä riskityypistä (hygieeninen, rehevöityminen, pilaantuminen). Toisessa osaprojektissa tehtiin paikkatietoa hyödyntäen alueellinen tutkimus valuma-alueen ympäristöolosuhteiden vaikutuksista hulevesiin. Yksi tarkastelun kohteista oli alueella syntyvä hajakuormitus ja sen aiheuttamat riskit. Hajakuormituksen syntymiseen vaikuttavat ihmistoiminnan ja maankäytön lisäksi biofyysiset tekijät kuten maan kaltevuus ja vettä läpäisemättömän pinta-alan osuus sekä maaperän hienojakoisuus ja veden läpäisevyys (HAMK, 2023, ss. 8, 16). Osaprojektin tuloksena syntyi kartta-aineistoja, jotka ilmentävät valuma-alueen alueellisia riskikohteita.

## 2 Tutkimuksen lähtökohdat

Tässä raportissa esitellään Hattulan Myllyojan valuma-alueen hulevesiriskeistä tehtyä selvitystä ja sen tuloksia. Vaikka selvityksessä keskityttiin laadulliseen hulevesirisrien kartoitukseen, sisälsi se myös määrällistä hulevesirisrien kartoitusta. OLO – Opitaan lisää ojista -hanke on Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) koordinoima ja tämän selvityksen tilaaja. OLO-hankkeessa mukana olevia toimijoita ovat HAMK:n lisäksi Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry., Metsähoitoyhdistykset Kanta-Häme ja Päijät-Häme, ProHauhonselkä ry. sekä Tapio Oy. Hankkeen ohjausryhmässä on edellä mainittujen tahojen lisäksi edustajia myös Hattulan kunnalta ja Hämeenlinnan kaupungilta, HS Vesi Oy:ltä, Hämeen ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksilta, Lehijärven suojeluyhdistykseltä, ProAgria Etelä-Suomi ry:ltä sekä Vanajavesikeskukselta.

Viestintä ja osaamisen lisääminen ovat tärkeä osa OLO-hankkeen toimintaa ja hankkeessa osallistetaan paikallisia vesiensuojeluyhdistyksiä valuma-aluesuunnitteluun. OLO-hankkeessa laaditaan Myllyojan valuma-alueelle valuma-aluekohtainen kunnostussuunnitelma. Raportissa tarkasteltava Lehijärven Myllyojan valuma-alue valikoitui pilottikohteeksi kohteiden priorisointilistan avulla. Myllyojan valuma-alueen raja on esitelty kuvassa 1. Syksyn 2023 aikana Hämeen ammattikorkeakoulun opiskelijat kartoittivat Myllyojan valuma-aluetta ja sen riskikohteita paikkatiedon ja maastovierailujen avulla. Osa maastovierailuista oli OLO-hankkeen järjestämiä pellonpiennartilaisuuksia. (HAMK, n.d.)

Kuva 1 Myllyojan valuma-alueen raja (MML, 2023a. SYKE, 2022).



OLO-hanke on saanut rahoitusta Ympäristöministeriön ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen Vesiensuojelun tehostamisohjelmasta. Hankkeen toteutusaika on 1.5.2023-15.6.2025. Hanke on jatkumoa aiemmin toteutetuille Opitaan ojista-, Ojat kuntoon- ja OPET – Ojitusten luonnonmukainen peruskunnostus -hankkeille. (HAMK, n.d.)

## 2.1 Tutkimusalue

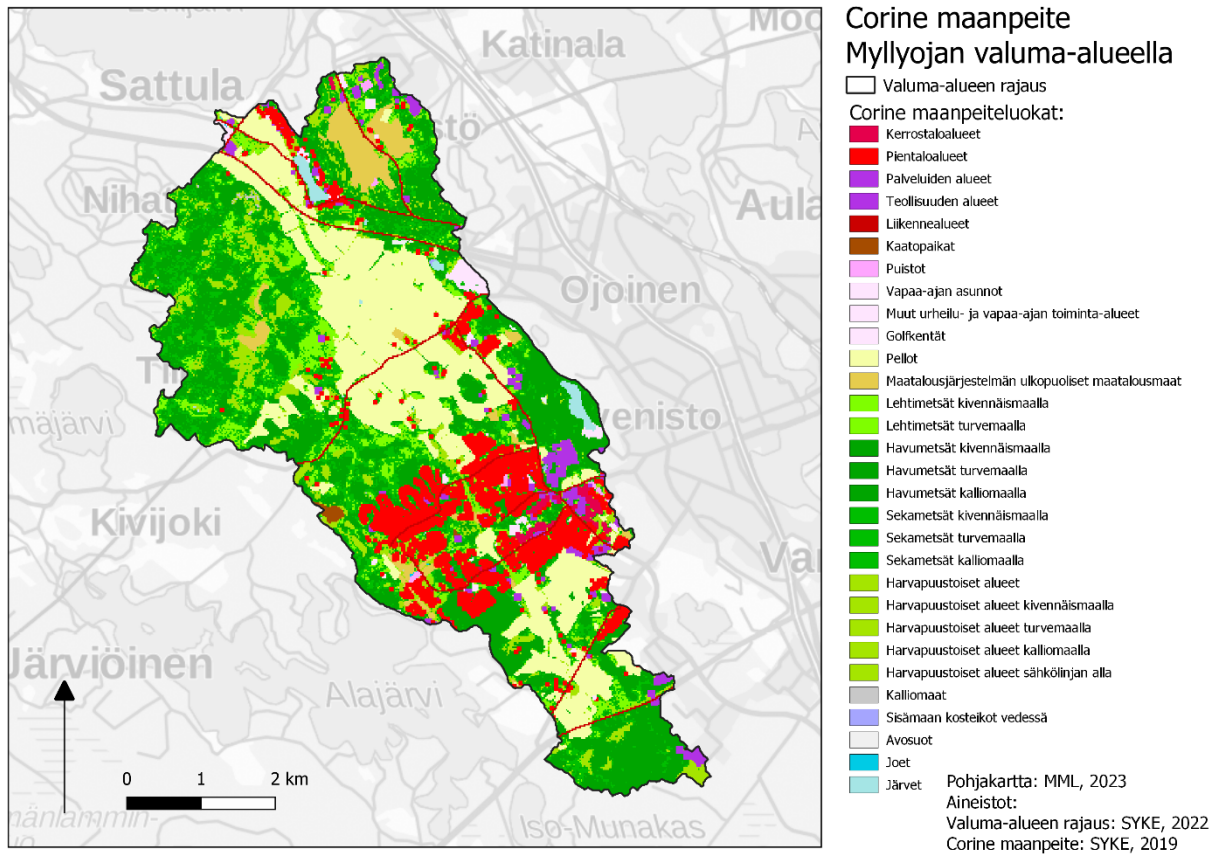
Myllyojan valuma-alue sijaitsee Hattulan ja Hämeenlinnan alueella, Kanta-Hämeessä eteläisessä Suomessa. Valuma-alueen pinta-ala on noin 30 km<sup>2</sup> (SYKE, 2022). Noin kymmenen kilometrin pituinen Myllyoja laskee kaakosta Hattulan puolella sijaitsevaan noin 700 hehtaarin suuruiseen Lehijärveen. Lehijärvi on harjunlievejärvi ja se on luontaisesti ravinteinen järvityyppi. Järven vesikasvillisuus on rehevää ja linnusto monipuolista. (Ely-keskukset, 2023.) Lehijärvi kuuluu valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan ja sitä suojellaan luonnonsuojelulailta ja vesilailta. Järvellä toimii toimintansa vuonna 1973 aloittanut Lehijärven Suojeluyhdistys ry. Lehijärven rannoilta löytyy haja- ja loma-asutusta ja järvi on virkistyskäytössä. (Järvi-meriwiki, 29.9.2021.) Lehijärven ongelmana on heikko happitilanne, joka aiheuttaa järvelle sisäistä ravinnekuormaa. Ravinnekuormitus ilmenee kesäisinä sinileväkukintoina. (Lehijärven suojeluyhdistys, n.d.) Vesien tilaa Myllyojan valuma-alueella ovat heikentäneet asuinalueiden viemäriveresien ylivuodot, joiden mukana vesistöihin on päässyt suolistobakteereja. (Niskanen, 2018.) Asuinalueilta valuvat hulevedet voivat sisältää ravinteita ja haitallisia mikrobeja myös esimerkiksi alueelle jätetyistä koirien ulosteista. (Talvio, 2018, s. 1)

Myllyojan valuma-alueella sijaitsee paljon maataloutta, joka aiheuttaa fosfori- ja typpikuormitusta vesistöille. Valuma-alueen pinta-alasta noin 22 % on peltoja ja noin 3 % maataloustukijärjestelmän ulkopuolisia maatalousmaita (SYKE, 2019). Alla olevassa kuvassa on esitetty kartalla Corine maanpeiteluokkien esiintyminen valuma-alueella (Kuva 2). Myllyojan alueella sijaitsevissa metsissä ei harjoiteta merkittävää metsätaloutta ja alueella sijaitsevia ojitettuja suometsiä on vähän, joten metsätalouden valumavesien aiheuttama kuormitus on vähäinen.



Kuva 2 Corine maanpeite Myllyojan valuma-alueella (MML, 2023b; SYKE, 2019, 2022).

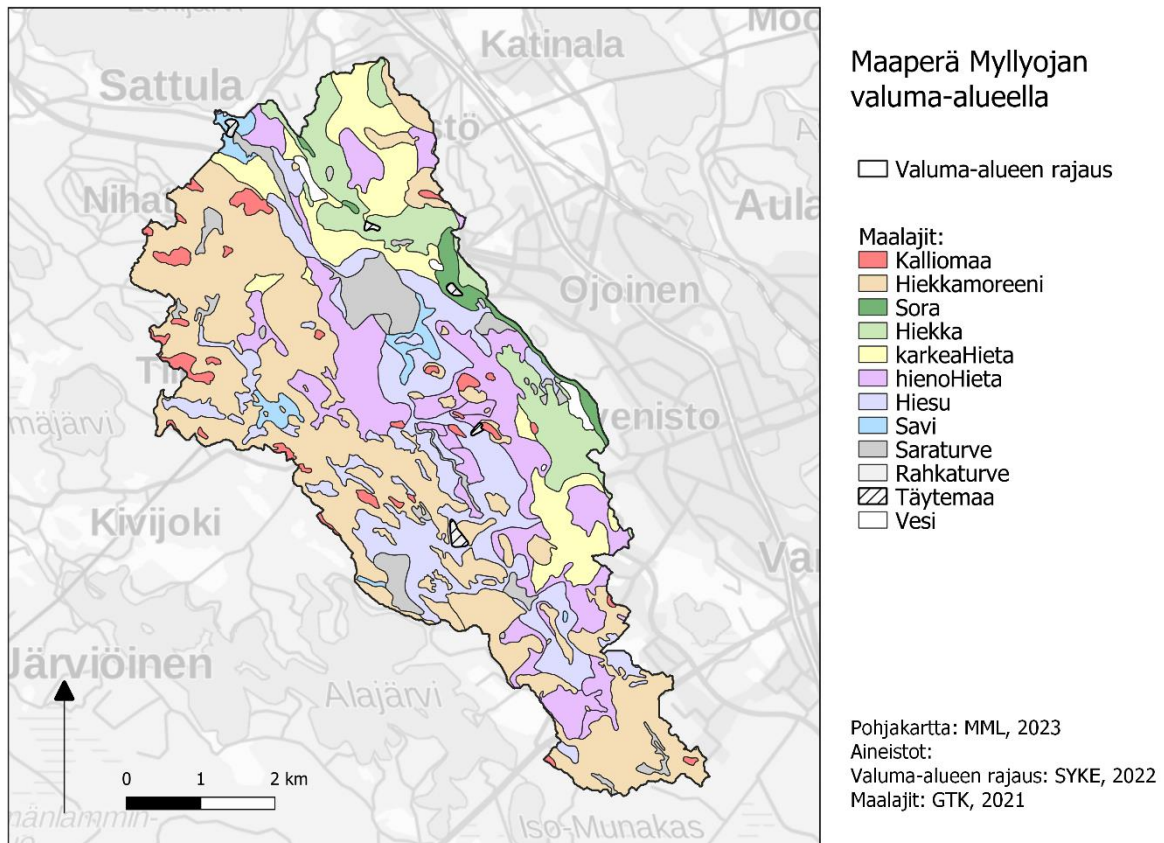
Maanpeitekartta kuvaa Corine maanpeiteluokkien esiintymistä valuma-alueella.



Myllyojan valuma-alue on maaperältään pääasiassa hiekkamoreenia, hiesua ja hienoa hietaa. Maalajien esittämiseen on käytetty Geologian tutkimuskeskuksen GTK:n maaperäaineistoa (GTK, 2021). Maalajien jakautuminen valuma-alueella on esitetty kartalla alla olevassa kuvassa (Kuva 3).

Kuva 3 Maaperä Myllyojan valuma-alueella (GTK, 2021; MML, 2023b; SYKE 2022).

Maaperäkartta kuvaa maalajien jakautumista valuma-alueella.

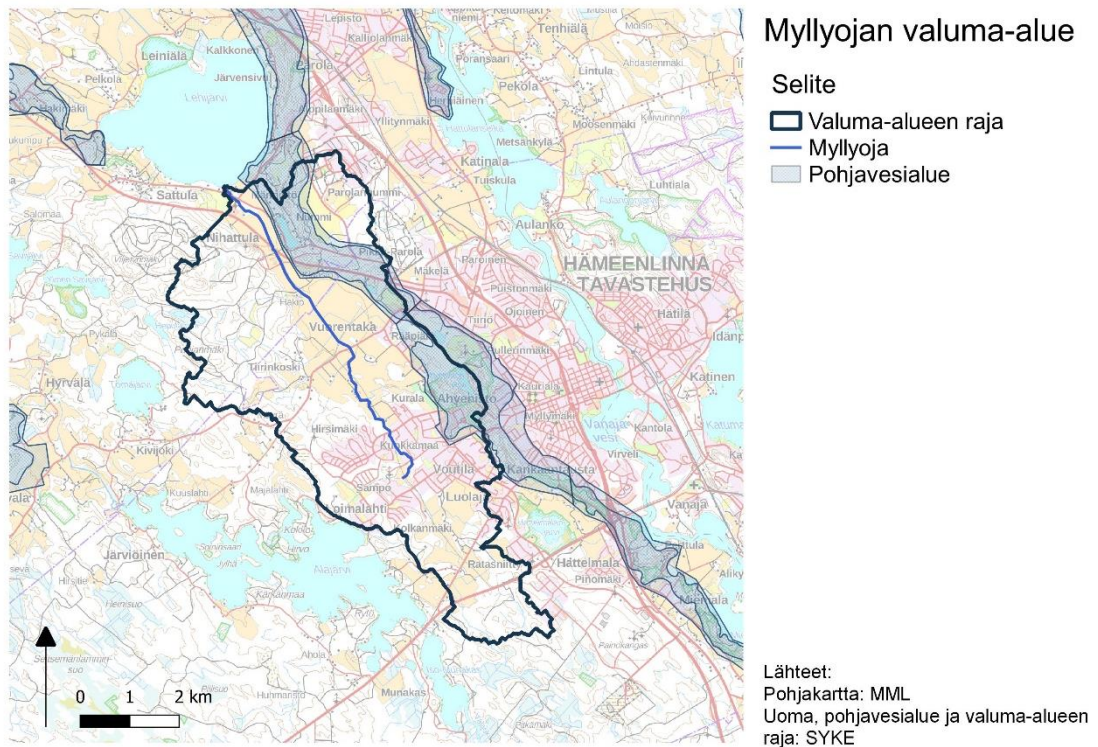


Myllyoja virtaa Hämeenlinnan läntisten asuinalueiden läpi. Ojalle on tehty kaupungin toimesta merkittäviä kunnostus- ja maisemointitoimenpiteitä, joten se toimii myös merkittävänä virkistyskohteena asuinalueen ihmisille. Myllyojan vesien tila vaikuttaa siis myös alueen asukkaiden viihtyvyyteen. Projektitiimin vieraillessa OLO-hankkeen järjestämällä kosteikkovierailulla Elina Sorvali Hämeen ELY-keskuksesta kertoi (henkilökohtainen tiedonanto, 8.9.2023), että Myllyojan hulevesien viivytyksen parantamiseksi kaupunki on esimerkiksi rakentanut ojaa Sammonojan kohdalta leveämmäksi, mutkittelevaksi ja syvyydeltään vaihtelevaksi. Sammonojasta on pyritty tekemään luonnonmukaisempi lisäämällä uoman kasvillisuutta ja erikokoisia kiviä. Ojaan on rakennettu myös tulva-allas. Asukkaiden viihtyvyyttä lisäävät vierellä kulkeva ulkoilureitti ja ojan ylittämiseen rakennetut sillat.

Myllyojan valuma-alueella sijaitsee pohjavesialue, joka ulottuu Miemalasta Hattulaan, jossa se rajautuu Vanajaveteen. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset luokittelevat pohjavesialueet kolmeen luokkaan. Luokat on jaoteltu sen perusteella, kuinka hyvin ne soveltuvat vedenhankintaan. Luokitteluun vaikuttaa myös mahdollinen suojelutarve. Myllyojan valuma-alueella sijaitseva pohjavesialue on määritetty kuuluvan luokkaan 1:

vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet. 1-luokan pohjavesialueiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan taikka talousvetenä enemmän kuin 10 kuutiometriä vuorokaudessa tai yli viidenkymmenen ihmisen tarpeisiin. (SYKE, 2022a.) Pohjavesialueen sijainti valuma-alueella on esitetty kuvassa 4.

Kuva 4 Myllyojan valuma-alueella sijaitseva pohjavesialue. (MML, 2023a.; SYKE, 2012, 2021a, 2022.)



## 2.2 Hulevesien aiheuttamat riskit alueella

Hulevesien vaikutukset voivat olla akuutteja tai kroonisia. Akuutit vaikutukset ovat seurausta hetkellisistä korkeista kuormituspiikeistä, kuten sekaviemäreiden ylivuodoista rankkasateella ja niiden jälkiseurauksena voivat olla esimerkiksi kalakuolemat tai uimaveden käyttökelvottomuus. Krooniset vaikutukset ovat pitkän aikavälin kuormituksesta johtuvia seuraamuksia. Näihin seuraamuksiin kiinnitetään yleensä huomiota vasta siinä vaiheessa, kun vaikutukset alkavat näkyä vesistöissä ja sinne on jo kerääntynyt suuri määrä haitta-aineita. Hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan avulla pystytään parantamaan valuma-alueen vesistöjen tilaa ja pienentämään haitta-aineriskejä. Tärkeintä on aloittaa hulevesien ehkäiseminen jo syntypaikassa, näin haitta-aineet eivät pääse kulkeutumaan haavoittuvimmille alueille. (Orkoneva ym., 2023, s. 9) Myllyojan valuma-alue muodostaa yli

puolet koko Lehijärven valuma-alueesta. Myllyojan valuma-alueen vesien tilan parantumisella olisi siksi merkittävä vaikutus Lehijärven kokonaisravinnekuormituksen vähenemiseen. Myllyojan hulevesien haitta-aineet muodostavat toisaalta myös merkittävän riskin Lehijärvelle.

Hulevesien hallinnan ohella on tärkeää kartoittaa myös valuma-alueen riskikohteita alueen päästölähteiden löytämiseksi. Päästöjen pienentämiseksi ja vesistöjen laadun huononemisen estämiseksi on tällöin mahdollista suunnitella tarvittavia toimenpiteitä. (Orkoneva ym., 2023, s. 6) Hulevesiriskien hallintaa on järkevää kohdistaa sinne, missä se on kaikkein tarpeellisinta. Riskikohteiden tiedostaminen auttaa myös suunnittelemaan valuma-alueen maan- ja muuta käyttöä tulevaisuudessa siten, että hulevesien haitta-ainekuormitus olisi mahdollisimman pieni. Myllyojan valuma-alueen haavoittuvia kohteita kartoitettiin projektin alussa. Haavoittuvalla alueella tarkoitetaan muun muassa vastaanottavia vesistöjä, joiden tila huonontuu huleveden kuljettamien haitta-aineiden takia. On hyvä huomioida, että alue voi olla samaan aikaan niin ekologisesti, sosiaalisesti kuin taloudellisesti haavoittuva riippuen sen käytöstä. (Orkoneva ym., 2023, s.12) Myllyojan valuma-alueelta löytyi pohjavesialueen lisäksi luonnonsuojelualueita (mm. Natura2000), järviä ja uimarantoja, lehto sekä leirikeskus, jotka luokitellaan haavoittuviksi kohteiksi. Näille alueille hulevesien kuljettamat haitta-aineet aiheuttavat osittain suurtakin ongelmaa ja riskiä myös ihmisille.

Pohjavesien laadulle hulevesien haitta-aineet voivat muodostaa riskin vettä hyvin läpäisevillä mailla. Haitta-aineita päätyy hulevesiin monia eri reittejä pitkin, esimerkiksi ilmastopäästöistä, jätevesistä, pihoilta ja liikennealueilta. Suurin osa haitta-aineista on kuitenkin sitoutuneina kiintoainekseen. Hulevesien pohjavesihaittoja ehkäistään samoin kuin haittoja pintavesiin: estämällä haitallisten aineiden pääsyä hulevesiin sekä hallitsemalla hulevesiä viivyttämällä ja imeyttämällä, jolloin osa haitta-aineista voi esimerkiksi pidäytyä maaperään. (SYKE, 2022b)

### **3 Tutkimuksen toteuttaminen**

Tämä tutkimus toteutettiin Hämeen ammattikorkeakoulussa syksyn 2023 aikana osana Vesivarojen hallinta -moduulia. Tutkimus tehtiin kolmen kestävän kehityksen opiskelijoista koostuvan tiimin projektina. Kahden tiimin painopisteenä oli laadullista hulevesiriskiä aiheuttavien pistemäisten kohteiden selvittäminen Myllyojan valuma-alueelta sekä niistä aiheutuvan riskin arviointi. Tiimit etsivät kohteita siten, että valuma-alue oli jaettu kahtia Myllyojan myötäisesti itä- ja länsipuoleen ja kumpikin tiimi etsi kohteita omalta puoleltaan, joskin joitakin kohteita merkittiin myös toisen tiimin puolelta. Löydetyt kohteet jaettiin

yhdeksään teemaan, teemat jaettiin kahden tiimin kesken ja riskinarviointi tehtiin teemoittain. Hulevesiriskejä ja teemoja on avattu luvussa 5.

Kolmas tiimi keskittyi paikkatietopohjaiseen työskentelyyn selvittäen ympäristöolosuhteiden vaikutusta hulevesien liikkeisiin Myllyojan valuma-alueella sekä hulevesiriskikartan tekemiseen. Paikkatiedon toimenpiteitä on avattu tarkemmin luvussa 4. Tiimi analysoi ja luokitteli paikkatietoaineistoja, jonka pohjalta rakennettiin vaiheittain erilaisia alueellisia riskikarttoja. Näitä esitellään luvuissa 5.2 ja 5.3.

Koska tutkimus toteutettiin OLO-hankkeelle, vaikuttivat työskentelyyn sekä tilaajan tarpeet ja tavoitteet, että opettajien asettamat oppimisen tavoitteet ja arviointikriteerit. Tutkimuksen tavoitteita toimeksiannon ja oppimisen kannalta on esitelty alaluvussa 3.1. ja tutkimuskysymyksiä alaluvussa 3.2. Tutkimus vastasi laajuudeltaan opiskelijoille viittä opintopistemää. Tutkimuksen toteuttamisessa tehtiin rajoituksia esimerkiksi riskikohteiden etsinnän määrässä ja riskinarvioinnin tarkkuudessa, jotta työmäärä ja ajankäyttö vastasivat opintopistemäärää.

Tutkimus toteutettiin perehtymällä hulevesien muodostumiseen ja niiden aiheuttamaan riskiin liittyvään taustamateriaaliin. Myllyojan valuma-alueeseen tutustuttiin karttojen, selvitysten ja muun taustamateriaalin avulla. Alueella suoritettiin myös maastokatselmuksia.

Tutkimusmenetelmiä on avattu tarkemmin alaluvussa 3.3. Tutkimuksen työvaiheita ja tuloksia esitellään tässä raportissa sekä hulevesiriskikartassa. Raportin kirjoittamiseen ovat osallistuneet kaikki kolme tiimiä.

### **3.1 Tutkimuksen tavoite**

Tutkimuksen tavoitteet oli asetettu opiskelijaprojektin tehtävänannossa Vesivarojen hallinta - moduulin Moodle-oppimisalustalla. Tavoitteet olivat:

1. Selvittää laadullista hulevesiriskejä aiheuttavia pistemäisiä kohteita Myllyojan valuma-alueelta, muodostaa näistä riskikohteista kokonaiskäsitys ja suorittaa alustavaa riskiarviointia kohteista.
2. Tutkia paikkatietoa hyödyntäen Myllyojan valuma-aluetta ja ympäristöolosuhteiden vaikutusta hulevesien liikkeisiin alueella.
3. Tuottaa hulevesiriskikartta, joka yhdistää kohtien 1) ja 2) tiedot.

Tutkimusprojektille asetetut oppimistavoitteet liittyivät valuma-aluekäyttöön, hulevesienhallintaan, riskien ja niiden merkittävyyden arviointiin, paikkatiedon osaamiseen sekä projektin hallintaan ja toteuttamiseen (henkilökohtainen tiedonanto, 2023.). Tutkimus linkittyi OLO-hankkeen tavoitteeseen laatia valuma-aluekohtainen suunnitelma Myllyojan valuma-alueelle (HAMK, n.d.).

### 3.2 Tutkimuskysymykset

Selvityksessä etsittiin vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaisia pistemäisiä ja aluemaisia hulevesiriskikohteita Myllyojan valuma-alueelta löytyy?
2. Millaista laadullista hulevesiriskiä kyseiset pistemäiset kohteet aiheuttavat?
3. Miten ympäristöolosuhteet vaikuttavat Myllyojan valuma-alueen hulevesien liikkeisiin?

Tutkimuskysymykset keskittyivät valuma-alueen laadullisten riskien kartoitukseen.

Laadullisten riskikohteiden kartoitus auttaa Myllyojan vesienhoidollisten toimenpiteiden kokonaisvaltaisessa suunnittelussa. Riskiluokittelu helpottaa suunniteltujen resurssien ja toimenpiteiden suuntaamista oikeisiin kohteisiin.

### 3.3 Tutkimusmenetelmät

Tässä luvussa kuvataan pistemäisten riskikohteiden kartoitus- ja tutkimusmenetelmiä sekä riskiluokittelua. Selvityksessä käytetyistä paikkatiedon menetelmistä kerrotaan tarkemmin luvussa 4 Paikkatiedon toimenpiteet. Tutkimusmenetelmänä käytettiin empiiristä tutkimusta. Empiirisessä tutkimuksessa tutkimustuloksia kerätään konkreettisten havaintojen avulla ja analysoimalla jo kerättyä tutkimusaineistoa. (Jyväskylän yliopisto, 2015.) Tutkimusaineistona käytettiin erilaisia valmiita ja itse kerätyn datan avulla luotuja paikkatietoaineistoja sekä hulevesiin liittyviä aiempia tutkimuksia. Lisätietoa kerättiin havainnoimalla kohteita maastokäynneillä.

Pistekohteiden selvityksen avulla pyrittiin muodostamaan kokonais käsitys Myllyojan valuma-alueen hulevesiriskikohteista. Valuma-alueelta löytyviä pistemäisiä hulevesiriskikohteita etsittiin erilaisten kartta-aineistojen ja hakukoneiden avulla. Valuma-alue rajattiin Suomen

ympäristökeskuksen VALUE-valuma-alueen rajaustyökalua käyttäen. Pistemäisiä kohteita ovat esimerkiksi sairaalat, hautausmaat, huoltoasemat, virkistystoiminta, jätteidenkäsittelypisteet ja kaatopaikat, maankaatopaikat, laajat päällystetyt kentät kuten pysäköintialueet, ylivuoto- ja hulevesiputket, eläinsuojat ja erilaiset tuotanto- ja teollisuuslaitokset. Kohteille etsittiin koordinaatit paikkatietoikkunan tai QGIS-ohjelman avulla ja kohde vietiin Excel-taulukkoon. Kohteita etsittiin ja tarkennettiin myös maastokäynneillä. Projektiryhmä vieraili itse järjestettyjen maastokohteiden lisäksi OLO-hankkeen järjestämällä vierailulla valuma-alueella sijaitsevalla Sammonojalla ja Lehijärven tuntumassa sijaitsevalla Hirvilammen luomutilalla. Sammonojalla projektiryhmä tutustui alueelle rakennettuihin kosteikkoihin ja muihin vesienhallintaratkaisuihin sekä jätevesivuotojen aiheuttamiin riskeihin. Hirvilammen tilalla kuultiin maanomistajan kertomana tulvien vaikutuksista maatalouteen ja tutkittiin pelloille tehtyjä ojitusratkaisuja. (HAMK, n.d.)

Tiedonkeruussa ilmeni myös tarve rajata kohteita. Selvityksen ulkopuolelle rajattiin projektiin resursoidun ajan takia lasten leikkipaikat ja hakkuualueet, sekä osa päällystetyistä parkkialueista. Näistä kaikista nostettiin kuitenkin yksi tai kaksi esimerkkiä luokitteluun saakka. Hulevesillä ei yleisesti tarkoiteta pelloilla ja metsissä muodostuvia valumavesiä tai pintavaluntaa, mutta kartoituksessa haluttiin tarkastella myös maa- ja metsätalouden aiheuttamia vesistöriskejä, minkä takia kartoitukseen on sisällytetty valuma-alueella sijaitsevia maatalousalueita ja kaksi hakkuualueita. Tilaajan toiveena oli myös tieverkoston hulevesiriskin huomioiminen. Teitä oli kuitenkin haastavaa merkitä pistemäisinä kuormituslähteinä, ja pistekuormittajaksi merkitseminen ei olisi ilmentänyt tiestöjen aiheuttamia hulevesiriskejä, joten kartoituksessa päädyttiin siihen, että tiestöt huomioidaan siltä osin kuin ne tulevat maanpeiteaineistossa esiin. Varsinkin isommat tiestöt pystyttiin huomioimaan paikkatiedon riskianalyseissä maanpeiteluokituksen kautta (SYKE, 2019).

### **3.3.1 Pistemäisten hulevesiriskikohteiden jako riskityyppien mukaan**

Selvityksessä keskityttiin laadullisen hulevesiriskin arviointiin. Tämä tehtiin määrittämällä jokaiselle pistekohteelle riskin tyyppi. Kohteet koordinaatteineen listattiin Excel-taulukkoon, jonka jälkeen jokaisen kohteen osalta selvitettiin mahdolliset haitta-aineet, joilla on riski päätyä kohteesta hulevesien kautta vesistöön. Käytetyt haitta-ainekategoriat on listattu taulukossa 1 Haitta-ainekategoriat.

Taulukko 1 Haitta-ainekategoriat

<b>Haitta- ainekategoriat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ravinteet <ul style="list-style-type: none"> <li>○ typpi, fosfori</li> </ul> </li> <li>• Kiintoaines</li> <li>• Raskasmetallit</li> <li>• Muut metallit</li> <li>• Mikromuovit</li> <li>• Lääkeaineet</li> <li>• Kemikaalit <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Torjunta-aineet, pesuaineet, Voiteluaineet, liuottimet, polttoaineet, öljyt, kloridi, PAH-yhdisteet, hapot, emäkset</li> </ul> </li> <li>• Haitalliset mikrobit</li> <li>• Roskat</li> </ul>
-----------------------------------	--

Haitta-aineiden arvioinnin jälkeen kohteelle voitiin määrittää riskityyppi. Jokainen kohde numeroitiin riskityypin mukaan, jotta tieto voidaan luokitella QGIS-paikkatieto-ohjelmassa. Riskityyppi määriteltiin mahdollisten haitta-aineiden perusteella. Esimerkiksi runsas ravinnehuuhtouma voi aiheuttaa rehevöitymistä, kemikaalikuorma voi aiheuttaa pilaantumista ja haitallisten mikrobien esiintyminen voi aiheuttaa hygieenisen riskin. (Nurhonen, 2020. ss. 3–14.) Riskityyppien osalta päädyttiin seuraavaan kolmijakoon:

1. Hygieeninen riski
2. Rehevöityminen
3. Pilaantuminen

Riskityypittelyn jälkeen listauksesta koottiin kohteet, jotka vaativat tarkennusta tai lisätarkastelua. Tällaisiin kohteisiin tehtiin maastokäynnit. Maastokäyntien kohteiksi valikoitui esimerkiksi ylivuoto- ja hulevesiputkien sijainteja ja käynneillä etsittiin myös aiemmin mainitut hakkuualueet.



### 3.3.2 Pistemäisten hulevesiriskikohteiden teemat ja riskimatriisi

Listatut kohteet luokiteltiin yhdeksään eri kattoteemaan, jotka löytyvät taulukosta 2 Pistemäisten hulevesiriskikohteiden teemajako. Jokaista teemaa ja teemaan kuuluvien kohteiden aiheuttamia laadullisia hulevesiriskejä riskiluokitteluineen tarkastellaan tarkemmin luvussa 5 ja sen alaluvuissa.

Taulukko 2 Pistemäisten hulevesiriskikohteiden teemajako

<b>Pistemäisten hulevesiriski-kohteiden teemajako</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eläinsuojat</li> <li>2. Huoltamot ja jakeluasemat</li> <li>3. Jätehuollon kohteet</li> <li>4. Maa- ja metsätalous</li> <li>5. Maa-aineksen käsittely</li> <li>6. Päälystetyt kentät ja pysäköintialueet</li> <li>7. Ylivuoto- ja hulevesiputket</li> <li>8. Yritykset</li> <li>9. Muut</li> </ol>
---	---

Kohteiden laadullisesta hulevesiriskiä arvioitiin käyttämällä projektiryhmän kehittämää riskimatriisia, joka on taulukon 3 mukainen. Riskimatriisin avulla määritettiin kullekin pistekohteelle oma riskiluokka asteikolla 1–4. Luokat 1–3 ovat projektiryhmän antamia riskimatriisiin perustuvia arvioita. Luokituksessa 1 on suurin riskiarvio ja 3 vähäisin riskiarvio. Luokituksen 4 saivat kaikki valuma-alueelta löytyneet ympäristöluvalliset kohteet, joiden osalta riskin suuruuteen perustuvaa luokittelua ei ole tehty.

Taulukko 3 Riskimatriisi

	Tapahtuman toistuvuus: <b>harvoin</b>	Tapahtuma toistuvuus: <b>usein</b>
Tapahtuman vakavuus: <b>vähäiset vaikutukset</b>	3 = vähäinen riski	2 = keskisuuri riski
Tapahtuman vakavuus: <b>voimakkaat vaikutukset</b>	2 = keskisuuri riski	1 = suuri riski

Riskimatriisi luotiin helpottamaan vajavaisiin tietoihin nojaavaa ja siten varsin subjektiivisesti tehtävää riskiarviointia. Riskimatriisi perustuu arvioihin hulevesien tapahtumien ajallisesta toistuvuudesta kahdella parametrillä: harvoin (tapahtuu kerran alle kahdessa vuodessa) ja usein (tapahtuu kerran kahdessa vuodessa tai useammin). Tapahtumien ajallisen toistuvuuden lisäksi tapahtumien laadulliset vaikutukset on jaettu kahteen parametriin: vähäiset vaikutukset ja voimakkaat vaikutukset. Kohteen riskinarviointi pohjautuu siis näiden neljän parametrin osoittamaan riskiluokitukseen.

Riskiluokituksessa on ollut mahdollisuus soveltaa riskiluokituksen sijoittumista matriisin luokitukseen. Osassa riskikohteiden arviointia on sovellettu matriisin riskiluokittelua, esimerkiksi riskiluokitusta suurentavasti, mikäli kohteessa on arvoitu tapahtuva päällekkäisiä hulevesien riskejä erilaisten sadetapahtumien takia. Tällöin riskien arvioinnista on kirjoitettu poikkeavan käytön periaatteet ja perustelut kyseisen kohdeteeman yhteyteen. Riskinarvioinnissa on käytetty myös harkintaa ilmastonmuutoksesta johtuvien sääilmiöiden muuttuessa.

### **3.4 Tutkimuksen luotettavuus**

Projektin tuloksia tarkastellessa ja luotettavuutta arvioidessa on hyvä ottaa huomioon projektin luonne. Kyseessä on viiden opintopisteen kokonaisuus, jossa kartoitettiin Myllyojan valuma-alueelta pistemäisiä ja aluemaisia hulevesiriskikohteita kolmen opiskelijaryhmän kesken, kaksi ryhmää työsti pistekohteiden kartoitusta ja yksi ryhmä alueellisten hulevesiriskien visualisointia. Aikarajoitteen ja projektille suunnatun työmäärän puitteissa maastokäynnit jäivät vähäisiksi, tutkimusta tehtiin pääasiallisesti julkaistun aineiston perusteella, eikä alueelta otettu tutkimukseen liittyviä vesi- tai maaperänäytteitä. Luotettavampaa analyysia kohteista olisi varmasti saatu, jos projekti olisi kestänyt pidempään ja opiskelijoilla olisi ollut käytössään kattavammat resurssit ympäristönäytteenottoon.

Raportissa avatut riskimatriisi ja riskinarvio perustuvat opiskelijoiden tekemään arvioon. Arvioita pyrittiin perustelemaan mahdollisimman kattavasti ja luotettavasti kerätyn aineiston ja havaintojen avulla, mutta arvioihin on syytä suhtautua suuntaa antavina. Jokaisen kohteen perinpohjainen kartoitus vaatisi perusteellista näytteenottoa niin maaperästä kuin alueen hulevesistäkin. Tutkimuksessa on tehty resurssien puitteissa myös rajaamista kohteiden kartoituksessa, eikä kaikkia alueen pistemäisiä hulevesiriskikohteita ole voitu tässä

raportissa kuvata. Raportissa pyritään kuitenkin kuvaamaan käytetyt menetelmät mahdollisimman tarkasti, jotta tutkimus voidaan tarvittaessa toisintaa ja jotta lukijalle jää mahdollisimman selkeä kuva tehdyistä toimenpiteistä, sekä siitä mitä on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

## 4 Paikkatiedon toimenpiteet ja käytetyt aineistot

Yhtenä projektin tavoitteista oli luoda kartta-aineisto Myllyojan valuma-alueen hulevesiriskialueista. Datan analysoinnissa ja karttatasojen luonnissa käytettiin QGIS-ohjelmaa. QGIS on avoimen lähdekoodin ilmainen ohjelma, jolla voi käsitellä paikkatietoaineistoja monilla tavoilla (QGIS, 2023). Ohjelma mahdollistaa attribuuttien jakamisen tasoille, jolloin niitä voi tarkastella ja käsitellä yksitellen. QGIS-ohjelmaan tuotua paikkatietodataa voi myös tarkastella ja analysoida taulukkomuodossa. Ohjelman perustoiminnoista käytettiin esimerkiksi Merge-työkalua, jolla yhdistetään eri tasoja toisiinsa, ja funktiopohjaista Field Calculator -laskinta, jolla analysoidaan dataa. QGIS:iin on myös saatavilla ulkoisten kehittäjien työkaluja, joita esitellään myöhemmin raportissa.

### 4.1 Valuma-alueen rajausta, ruudukon teko, vesistöt ja tiestö sekä korkeusmalli

Paikkatietoaineiston käsittely aloitettiin valuma-alueen määrittämisellä, jotta saatiin selville, millaiselta alueelta valuma- ja hulevedet kulkeutuvat Myllyjojaan. Määrittämisessä käytettiin VALUE – valuma-alueen rajaustyökalua. Se on Suomen ympäristökeskus SYKE:n laatima työkalu, joka on käytettävissä selainsovelluksena (SYKE, 2022). Tämä sovelluksesta saatu valuma-alueen rajausta tallennettiin ja ladattiin QGIS-ohjelmaan jatkotyöstöä varten. Kaikki analyysissä käytetty aineisto leikattiin valuma-alueen rajojen mukaisesti leikkaustyökaluja (mm. Leikkaa rasteri maskitasolla ja Leikkaa vektori maskitasolla) käyttäen.

Valuma-alueesta tehtiin ruudukkopohjainen kartta, jossa yhden ruudun koko on 100 metriä x 100 metriä. Ruudukko luotiin Luo hila- työkalua käyttäen. Ruudukon tyypiksi valittiin suorakaide, laajuudeksi valuma-alue ja vaaka- ja pystytason välistyksiksi 100 metriä. Ruudukkokoko kokeiltiin myös 200 m x 200 m ja 50 m x 50 m, mutta 100 m x 100 m ruudukko todettiin sopivimmaksi valuma-alueen kokoon nähden. Ruudukko mahdollistaa eri aineistojen yhdistämisen ja tarkastelun ruutukohtaisesti.

Valuma-alueen vesistöt, uomasto ja tiestö saatiin Maanmittauslaitoksen latauspalvelusta Maastokartan karttalehdistä (MML, 2023d). Palvelusta ladattiin valuma-alueen kattavat karttalehdet, joista otettiin QGIS-ohjelmaan vesialue, vesiviiva ja tieviiva. Kahden karttalehden alueelle ulottuvat vesiviivat ja tieviivat yhdistettiin, ja vesialue, vesiviiva ja tieviiva tallennettiin omiksi tasoikseen.

Valuma-alueen pinnanmuodot ovat, maaperän ja maankäytön ohella, yksi keskeinen valuntaan vaikuttava tekijä. Voimakkaasti kaltevilla rinteillä valunta on runsaampaa ja virtaus nopeampaa kuin tasaisemmalla maalla. Maastonmuotojen kuvaamisessa ja analyysien tausta-aineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen avoimena aineistona tarjoamaa kahden metrin digitaalista korkeusmallia. Sitä kutsutaan myös nimellä DEM2 (lyhenne sanoista Digital Elevation Model). Tämä korkeusmalli esittää maanpinnan korkeutta merenpinnasta, ja se on tuotettu laserkeilausaineistosta. DEM2 on ruutukooltaan 2 m x 2 m, ja se on tarkin korkeusmalli Suomesta. (MML, n.d.) DEM2-karttaruutuja ladattiin koko valuma-alueen kattava määrä, minkä jälkeen nämä karttatasot yhdistettiin omaksi tasokseen.

## 4.2 Corine maanpeiteaineiston luokittelu

Corine maanpeite 2018 20 m –rasterimuotoinen aineisto ladattiin Suomen ympäristökeskuksen paikkatietoaineistoista (SYKE, 2019). Aineisto kuvaa Suomen maanpeitettä ja maankäyttöä vuonna 2018, ja se on luokiteltu 20 x 20 metrin pikselin tarkkuudella maanpeiteluokkiin. Maanpeitteellä ja maankäytöllä on vaikutusta hulevesien muodostumiseen ja liikkeisiin. Rakennetuilla alueilla on paljon päällystettyä pintaa, joka lisää ja nopeuttaa pintavaluntaa. Kasvillisuus puolestaan hidastaa ja vähentää pintavaluntaa, koska osa vedestä pidättyy ja imeytyy kasvillisuuteen. Aineiston maanpeiteluokkia tarkasteltiin ja jaoteltiin niiden maankäytön, kasvillisuuden ja maaperän mukaan, ja tämän pohjalta aineisto luokiteltiin neljään luokkaan:

1. Kerrostaloalueet, palveluiden alueet, teollisuuden alueet, liikennealueet, harvapuustoiset alueet, cc 10–30 %, kalliomaalla, kalliomaat
2. Pientaloalueet, kaatopaikat, puistot, vapaa-ajan asunnot, muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet, golfkentät, pellot, maataloustukijärjestelmän ulkopuoliset maatalousmaat, havumetsät kalliomaalla, sekametsät kalliomaalla, harvapuustoiset alueet, cc <10 %, harvapuustoiset alueet, cc 10–30 %, kivennäismaalla, harvapuustoiset alueet, cc 10–30 %, turvemaalla, harvapuustoiset alueet, sähkölinjan alla

3. Lehtimetsät kivennäismaalla, lehtimetsät turvemaalla, havumetsät kivennäismaalla, havumetsät turvemaalla, sekametsät kivennäismaalla, sekametsät turvemaalla
4. Sisämaan kosteikot vedessä, avosuot, joet, järvet

Luokiteltu maanpeiteaineisto vektoroitiin Muunna polygoneiksi (vektori) -työkalulla ja se tallennettiin omaksi tasokseen. Luokiteltu maanpeite on esitetty kartalla luvussa 5.2.1 (Kuva 18).

### 4.3 Maaperäaineiston luokittelu

Maaperä vaikuttaa hulevesien liikkeelle lähtemiseen ja kulkeutumiseen. Vesi virtaa läpäisemättömästä maaperästä nopeasti pintavaluntana pois, kun taas hyvin vettä läpäisevässä maaperässä vesi pidättyy ja osa siitä imeytyy maaperään. Maaperä 1:20 000/1:50 000 -aineisto ladattiin Geologian tutkimuskeskuksen Hakku-palvelusta (GTK, 2021). Aineisto luokiteltiin maalajien vedenläpäisevyyden perusteella kolmeen eri luokkaan. Luokittelussa käytettiin GTK:n Maalajien ominaisuudet ja soveltuvuus eräisiin käyttötarkoituksiin -ohjeistusta soveltuvin osin (GTK, n.d.).

Maaperäluokat:

1. Kalliomaa, savi, täytemaa; pieni vedenläpäisevyys
2. Hiekkamoreeni, hieno ja karkea hieta, hiesu, rahka- ja saraturve; kohtalainen vedenläpäisevyys
3. Hiekka, sora, vesi; suuri vedenläpäisevyys

Luokiteltu maaperäaineisto tallennettiin omaksi tasokseen. Luvussa 5.2.2 on esitetty luokiteltu maaperä kartalla (Kuva 19).

### 4.4 Hajakuormitusriskin mallintaminen

Valumavesien liikettä maanpinnalla ja samalla mahdollisten haitta-aineiden kulkeutumista mallinnettiin SAGA:n maastoanalyysi-työkaluilla, mistä tuloksena saatiin pintavaluntaviivataso ja paikallista riskipistettä ilmaiseva taso. Pintavaluntaviivat mallintavat

sitä, millä tavoin vesi virtaa maan pinnalla. Pintavaluntaviivat tehtiin SAGA:n Channel Network and Drainage Basins -työkalulla, joka muodostaa pintavaluntaviivoista vektoritason. Mallinnus pohjaa digitaaliseen korkeusmalliin, ja tässä työssä käytettiin esikäsiteltyä korkeusmallia pohjatasona. Digitaalisissa korkeusmalleissa voi olla useista tekijöistä johtuvia virheitä ja painanteita, jotka saattavat aiheuttaa puutteita ja ongelmia pintavaluntaviivojen muodostamisessa. Jotta veden virtaus saatiin näkymään jatkuvana eikä se katkea näihin virheellisiin painanteisiin, korkeusmalli täytyi esikäsitellä SAGA:n Filled Sinks (Wang & Liu XXL) -työkalulla, joka tunnistaa ja täyttää korkeusmallista pinnan painaumat.

SAGA:n Diffuse pollution -työkalu pyrkii mallintamaan maastossa syntyvää hajakuormitusriskiä eli sitä millä tavoin ja mistä ainesta lähtee liikkeelle ja miten se kulkeutuu. Mallinnuksen avulla pyritään löytämään alueita, joilla kuormitusriskin syntyminen on todennäköistä. SAGA:n työkalu perustuu SCIMAP:in hajakuormitus- ja tulvaveden lähteiden kartoituksen metodologiaan (SAGA, n.d.), joka huomioi maanpeitteen, topografian, rinteiden kaltevuuden ja niiden liittyneisyyden ja sen, kuinka helposti aines pääsee kulkeutumaan uomiin (SCIMAP, n.d.). SAGA:n Diffuse pollution -työkalun lähtötasoina käytetään digitaalista korkeusmallia, jonka lisäksi painotuskenttinä voidaan käyttää rasteroitua pintavaluntaviivatasoa, maanpeitettä ja sadeveden määrää.

Tässä työssä käytettiin lähtötasoina ainoastaan digitaalista korkeusmallia, sillä pintavaluntaviivojen ja Corine maanpeiteaineiston käyttäminen painotuskenttinä ei onnistunut. Tuloksena työkalu muodostaa kolme tasoa, joista jatkossa käytettiin interpoloimatonta Locational Risk -tasoa. Tätä paikallista riskipistettä ilmentävää tasoa verrattiin Luonnonvarakeskuksen vuonna 2018 laatimaan RUSLE-eroosiomalliin, joka ottaa huomioon sateen, maaperän ja maanpeitteen sekä rinteiden pituuden ja jyrkkyyden vaikutukset eroosioon ja toimenpiteet eroosioaineksen liikkumisen estämiseksi ja ohjaamiseksi (SYKE, 2020). Vaikka eroosiomalli on tausta-aineistopohjaltaan laajempi kuin tässä pelkkään korkeusmalliin perustuva paikallista riskiä kuvaava taso, havaittiin molempien noudattavan pääosin samankaltaisia linjoja. Vertaamalla paikallista riskipistetasoa ja RUSLE-eroosiomallinnusta päädyttiin valitsemaan omaksi paikallista riskipistettä ilmentäväksi luokakseen kaikki arvoltaan 50 000 ylittävät kohteet. Tämä riskiluokka vastasi parhaiten RUSLE:n mallintamaa kiintoainekuormaa, joka ylitti 400 kg/ha/v. Näiden kohteiden arveltiin olevan niitä, jotka muodostavat maastossa todellisen riskin kiintoaineksen ja haitta-aineiden kulkeutumiselle.

Nämä todellista riskiä edustavat kohteet erotettiin omaksi tasokseen rasterilaskimella valitsemalla kaikki yli 50 000 arvoa edustavat kohteet. Tuloksena saatu taso muutettiin

vektoritasoksi, mutta tämä osoittautui liian raskaaksi jatkotyöskentelyn kannalta. Rasteritaso muutettiin siksi pistemäiseksi tasoksi Raster pixels to points -työkalulla, ja saatu pistetaso yhdistettiin 100 m x 100 m -ruudukkoon Count in polygons -työkalua käyttäen. Tätä uutta Paikallinen riski -ruudukkoa verrattiin aiempaan riskipistetasoon ja RUSLE-eroosiomalliin. Vertailun tuloksena määritettiin, että riskiä muodostuu niistä ruuduista, joissa pisteiden lukumäärä on 150 tai suurempi. Paikallisen riskin muodostuminen maastossa kuvataan kartalla luvussa 5.2.3 (Kuva 20).

#### **4.5 Hulevesiverkoston georeferointi ja osavaluma-alueet**

Hulevesiviemäreiden tarkoitus on taata nopea kuivatus päällystetyiltä ja tiheään rakennetuilta alueilta johtamalla vesi alueelta putkistoa pitkin purkupisteisiinsä. Tällöin vesi ja sen mukana liikkeelle lähtevät haitta-aineet eivät suodatu maaperään, eikä hulevesien hallinnan kannalta olennainen huleveden käsittely syntypaikalla pääse toteutumaan, vaan kuormitus siirtyy kauemmas hulevesiviemäriin purkupisteisiin. Hulevesiviemäreissä vesi virtaa nopeasti ja käsittelemättömänä. Huleveden tarkastuskaivoissa voi kuitenkin olla sakkapesiä kiintoaineksen laskeutumista varten. Silti purkupiste joutuu alttiiksi virtaaman vaihteluille ja siten sen aiheuttamalle eroosiolle ja vastaanottava vesistö tilan heikkenemiselle. Tätä voidaan vähentää vihervyöhykkeen avulla eli johtamalla hulevesi purkuaukosta kasvillisuusalueelle, joka suodattaa veden haitta-aineita ennen sen päätymistä vesistöön. Hulevesiviemärit ovat kuitenkin haittavaikutuksistaan huolimatta oleellinen ja tärkeä osa hulevesien kokonaisvaltaista hallintaa. (Suomen Kuntaliitto, 2012, ss. 18–21, 133–135, 265, 268)

Korkeusmalliin perustuvan hydrologisen analyysin lisäksi projektissa on otettu huomioon Myllyojan valuma-alueella sijaitseva hulevesiviemäriverkosto. Tämän avulla on pyritty selvittämään huleveden kulkeutuminen läpäisemättömien pintojen alueilta hulevesiviemäreiden kautta pitkienkin matkojen päähän vesistöön. Kaikki alueiden vesi ei kuitenkaan välttämättä kulkeudu pelkästään hulevesiviemäriin vaan voi imeytyä alueiden ympärillä olevaan läpäisevään maaperään (Suomen Kuntaliitto, 2012, s.18).

Hulevesiverkoston tarkastelulla on haluttu ottaa huomioon hulevesien syntypaikalla olevat mahdolliset riskipisteet ja niistä kulkeutuvien ravinteiden, kiintoaineksen ja muiden haitta-aineiden päätyminen hulevesiviemäreiden kautta purkupisteisiin asti. Tässä yhteydessä ei ole pystytty huomioimaan sitä, onko hulevesiverkoston yhteydessä käytetty esimerkiksi jonkinlaista suodatusta, vaan oletuksena on ollut purkupisteiden sijainnin perusteella niiden laskevan suoraan vastaanottavaan uomaan.

Myllyojan valuma-alueen hulevesijärjestelmää ja sen laajuutta on tarkasteltu HS-Veden aluekuivatusjärjestelmästä saadun PDF-muotoisen johtokarttaotteen (HS-Vesi Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 17.5.2023) avulla. Johtokarttaote on digitoitu rasteritasoksi QGIS-ohjelmaan Georeferointi-työkalulla kuuden ympäri karttaotetta sijaitsevan vastinpisteen avulla. QGIS laskee vastinpisteille georeferointivirheet x- ja y-koordinaatistossa ja niiden yhteenlasketun residuaalin, joka ei saa olla yli 10 pikseliä (QGIS Documentation, 2020). Ilmaantuneet virheet korjattiin mahdollisimman pieniksi ja lopullinen residuaali (pikseleihin) oli alle 1. Tätä georeferoitua karttaa verrattiin Maanmittauslaitoksen taustakarttarasteriin 1:5 000 (MML, 2023c).

Georeferoidun hulevesikartan pohjalta luotiin verkoston osavaluma-alueita ja niiden yksittäisiä purkupisteitä. Osavaluma-alueita muodostui alun perin 30. Prosessin aikana muodostuneet pienimmät osavaluma-alueet yhdistettiin isommiksi kokonaisuuksiksi. Perusteena tälle oli kaikkien purkupisteiden sijoittaminen taustakartalla näkyvään ojaan, jolloin pienemmät pintavaluntareitit sisällytettiin muihin alueisiin ja näiden alueiden purkupisteeksi on valittu yhteinen piste, joka on ojan varrella. Lopullisessa aluerajauksessa osavaluma-alueita oli 24. Näille jokaiselle yhtä lukuun ottamatta on määritetty oma purkupiste ojan tai vesistön varrelta tai suuremmilla alueilla useampia purkupisteitä tilanteessa, jossa ei pystytty karttaotteen perusteella määrittämään erillisiä alueita.

Purkupisteiden määrittämisessä on hyödynnetty pääasiassa georeferoitua karttaotetta, ja osa pisteistä on käyty varmistamassa maastokäynneillä Sampo-Alajärven osayleiskaavan hulevesiselvityksen pohjalta. Yhden puuttuvan purkupisteen kohdalla ei pystytty määrittämään läheltä mitään vesistöä, johon se päätyisi. Kyseessä on niin pieni alue, että siellä hulevesi luultavasti ehtii imeytyä maaperään ennen kuin se päätyy pintavaluntana vesistöön asti. Purkupisteitä on lopullisessa versiossa määritetty 28. Alueiden rajaamisessa on pyritty pitämään silmämääräisesti sama etäisyys osavaluma-alueen reunojen ja verkoston välillä. Tasaisilla alueilla ja kaltevilla alueilla on hyödynnetty verkoston laajuuden lisäksi myös DEM-korkeusmallista Rasterimuotoisen maastoanalyysin Kaltevuus-työkalulla muodostettua tasoa sekä pintavaluntaviivoja, jotka on tehty SAGA:n Channel Network and Drainage Basins -työkalulla. Sen käyttöä on esitelty tarkemmin aiemmassa luvussa 4.4. Oletuksena on koko työvaiheessa ollut, että hulevesiviemärit kulkevat painovoimaisesti pääosin luonnollisia valumareittejä mukailen. Kaltevuuden, pintavaluntareittien ja hulevesiviemärien vertailu on tehty tarkastelemalla näitä aineistoja QGIS-ohjelmassa päällekkäin. On kuitenkin syytä muistaa, että tarkastelussa ei välttämättä ole voitu huomioida kaikkia pienimpiä painanteita ja on todennäköistä, että niitä on jäänyt osin huomaamatta.



Hulevesiverkoston osavaluma-alueiden rajaamiseen liittyi myös epävarmuutta, esimerkiksi aineiston kuvanlaatu aiheutti haasteita karttaotteen tulkintaan. Saadun aineiston muoto (PDF) myös kavensi sen hyödyntämismahdollisuuksia ja vaikeutti joidenkin alueiden rajaamista. Lisäksi näissä valuma-alueissa on huomioitu vain hulevesiviemäriverkoston alueet, joilla putket kulkevat karttaotteen mukaan, mutta siinä ei ole huomioitu täysin kaikkia pintavaluntareittejä, joilta hulevettä voi alueelle valua. Pintavaluntareitit rajattiin tästä pois, ja ne on huomioitu muissa analyyseissä tarkemmin. Tässä osiossa ajateltiin, että kauempaa valuva vesi ehtii todennäköisesti imeytyä maaperään tai kulkeutua muuta kautta vesistöön ennen kuin se päätyy hulevesiviemäriin. Lisäksi tässä haluttiin korostaa hulevesiviemäriä aluetta omana tasanaan. Tämän vaiheen kartta löytyy luvusta 5.2.4 (Kuva 21).

#### **4.6 Vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhykkeet**

Kaikille alueen vesistöille ja maastokartassa näkyville uomille luotiin suojavyöhykkeet, jotta saatiin tarkemmin arvioitua riskiä haitta-aineiden kulkeutumisesta Myllyjoaan. Vesistön läheisyydestä tuleva kuormitus on vesistön kannalta haitallisempaa kuin kauempaa kulkeutuva, sillä haitta-aineet eivät ehdi suotautua maahan ennen päätymistä veteen. Suojavyöhykkeiden kokoa määritettäessä käytettiin lähteenä paikallisissa ympäristönsuojelumääräyksissä (Hämeenlinnan kaupunki, 2011) määriteltyjä ranta-alueita. Tässä projektissa käytettiin 200 metrin vyöhykettä kaikille muille vesistöille paitsi Ahvenistonjärvelle 500 metrin vyöhykettä. Nämä suojavyöhykkeet piirrettiin Buffer-työkalulla. Kullekin vesialueelle ja uomalle luodut suojavyöhykkeet sulautettiin yhdeksi tasoksi Dissolve-työkalulla.

Hulevesiverkosto haluttiin ottaa suojavyöhykkeeseen mukaan, koska sen vaikutusalueella sijaitsevista riskipisteistä voi päätyä haitta-aineita nopeasti ja käsittelemättöminä suoraan vesistöön. Hulevesiverkoston ympärille ei tässä kohtaa ole lisätty erillistä suojavyöhykettä kuten vesistöjen ympärille, vaan se on otettu huomioon hulevesiverkoston osavaluma-alueen laajuudessa. Aineistojen yhdistäminen tehtiin Merge-työkalulla, minkä jälkeen muodostuneet alueet sulautettiin yhdeksi karttatasoksi Dissolve-työkalulla. Lopuksi vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhykkeet yhdistettiin ja sulautettiin yhdeksi, yhtenäiseksi suojavyöhykkeeksi.

## 4.7 Pistemäisten hulevesiriskikohteiden sijoittaminen kartalle

Myllyojan valuma-alueella sijaitsevat pistemäiset riskikohteet kerättiin Excel-pohjaiseen tietokantaan, joka tuotiin QGIS-ohjelmaan. Tietokanta sisältää kunkin riskikohteen sijainnin koordinaatteina, joten riskikohteita kuvastavat pisteet sijoittuivat automaattisesti oikeille kohdille pohjakartalla. Pohjakarttana käytettiin Maanmittauslaitoksen maastokarttarasteria koossa 1:100 000.

Pistemäisiä riskikohteita havainnollistavia karttoja tehtiin yhteensä kymmenen. Yksi kartoista sisältää kaikki Myllyojan valuma-alueella sijaitsevat pistemäiset riskikohteet. Pistemäiset riskikohteet jaettiin yhdeksään teemaan, joiden sisältämät kohteet on esitetty erikseen omilla teemakohtaisilla kartoillaan. Tietokannassa riskikohteille on määritetty riskityyppi ja kunkin kohteen aiheuttaman mahdollisen hulevesiriskin suuruus on arvioitu asteikolla 1–3. Kartalla kohteiden riskityyppiä on havainnollistettu erilaisilla kuvioilla. Numeerista riskiluokitusta puolestaan on havainnollistettu erilaisilla väreillä. Lisäksi karttoihin on lisätty pohjavesialue ja selkeyden vuoksi Myllyojaa kuvastava uoma. Sekä pohjavesialue että uoma ovat Suomen ympäristökeskuksen tuottamaa aineistoa.

## 4.8 Riskiruudukon teko

Tämän vaiheen tarkoituksena oli luoda Myllyojan valuma-alueen kattava riskiruudukko, johon on yhdistetty valittuja aineistoja. Aineistojen yhdistämistä kuvaillaan luvussa 4.8.1.

Yhdistetyistä aineistoista luotiin kolme riskiluokkaa. Riskiluokituksen tekoa avataan luvussa 4.8.2. Luokiteltuun riskiruudukkoon yhdistettiin lopuksi pistemäiset riskikohteet ja vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhyke. Tästä projektin lopullisen tuotoksen yhdistämisestä kerrotaan luvussa 4.8.3.

### 4.8.1 Aineistojen yhdistäminen riskiruudukoksi

Alueellisen hulevesiriskin mallintamiseen valittiin kolme aineistoa: luokitellut maanpeite- ja maaperäaineistot sekä maastonmuotojen perusteella mallinnettu paikallinen riski.

Maanpeitteen, maaperän ja maastonmuotojen todettiin vaikuttavan merkittävästi hulevesien kulkeutumiseen, ja niiden yhteisvaikutuksen tarkastelemiseksi valituista aineistoista luodut tasot yhdistettiin Yhdistä ominaisuustiedot sijainnin perusteella -työkalua käyttäen. Työkalu yhdistää toisiinsa kaksi vektoritasoa kerrallaan sen perusteella, miten niiden ominaisuustiedot sijaitsevat maantieteellisesti suhteessa toisiinsa.

Paikallinen riski -ruudukkoon yhdistettiin luokiteltu maanpeitetaso, ja niistä yhdistettyyn tasoon luokiteltu maaperätaso. Geometrisiksi predikaateiksi valittiin kaikki saatavilla olevat (leikkaavat, ovat päällekkäisiä, sisältävät, ovat sisällä, ovat yhtenevät, risteävät ja sivuavat), ja tasojen ominaisuustiedoista valittiin mukaan vain luokituksen sisältävät kentät.

Liitostyyppinä kokeiltiin sekä one to one että one to many -liitoksia. One to one -liitoksella ohjelma valitsee ominaisuudet vain ensimmäisestä sijoitetusta ominaisuustiedosta, kun taas one to many -liitoksella se luo erillisen ominaisuuden jokaiselle sijoitetulle ominaisuustiedolle. Eri liitostyypeillä yhdistettyjä tasoja vertailtiin maanpeite- ja maaperäaineistoihin, ja one to many -liitoksen todettiin tuovan paremmin esille sekä maanpeite- että maaperäluokituksen yhdistetyssä tasossa. Yhdistetyt aineistot tallennettiin omaksi tasokseen.

#### **4.8.2 Riskiruudukon luokittelu**

Riskiruudukosta tehtiin erilaisia hakuja attribuuttitaulukkoa käyttäen, jotta saatiin selville, kuinka paljon alueella on sellaisia kohtia, jotka aiheuttavat riskiä valumavesien kulkeutumiseen ja miten riskiä aiheuttavat tekijät sijoittuvat suhteessa toisiinsa. Koska projektissa haluttiin mallintaa nimenomaan riskialueita, päätettiin riskiluokituksessa huomioida ainoastaan kohtalaista tai suurempaa riskiä aiheuttavat alueet. Näin luokittelun ulkopuolelle jäivät kokonaan ne alueet, joiden ei katsottu sisältävän riskiä tai joilla riskin katsottiin olevan vähäinen.

Riskiruudukko luokiteltiin kolmeen riskiluokkaan. Riskiluokka 1 kuvastaa korkeaa riskiä, ja tällaiseksi arvioitiin ne alueet, jotka ovat pitkälti rakennettuja ja päällystettyjä alueita, sijaitsevat huonosti läpäisevällä maaperällä alueella ja jonka maasto muodostaa riskin haitta-aineiden kulkeutumiselle. Korkean riskiluokan muodostavat siis ne alueet, joissa on päällekkäin sekä maanpeiteluokka 1, maaperäluokka 1 että paikallinen riskipiste yli 150. Riskiluokka 2 kuvastaa merkittävää riskiä ja siihen arvioitiin kuuluvan ne alueet, joissa maastonmuodot aiheuttavat riskin (riskipiste yli 150) ja jotka sijaitsevat joko rakennetuilla ja päällystetyillä alueilla (maanpeiteluokka 1) tai huonosti läpäisevillä maaperillä (maaperäluokka 1). Kolmas riskiluokka kuvastaa kohtalaista riskiä ja siihen arvioitiin kuuluvan rakennetut alueet tai huonosti läpäisevällä maaperällä sijaitsevat alueet missä tahansa maastossa tai ne alueet, joissa maasto muodostaa riskin (riskipiste yli 150) ja jotka ovat maanpeitteeltään matalan kasvillisuuden alueita kuten peltoja (maanpeiteluokka 2). Riskiluokitus on kuvattu alla olevassa taulukossa (Taulukko 4).

Taulukko 4 Riskiruudukon luokitus. Taulukossa on esitetty riskiruudukon kolme riskiluokkaa.

Riskiluokka 1 Korkea	Riskiluokka 2 Merkittävä	Riskiluokka 3 Kohtalainen
Maanpeite 1+ maaperä 1 + paikallinen riskipiste yli 150	Maanpeite 1 + paikallinen riskipiste yli 150	Maanpeite 1
	Maaperä 1 + paikallinen riskipiste yli 150	Maaperä 1
		Maanpeite 2 + paikallinen riskipiste yli 150

Riskiruudukkoon luotiin uusi riskiluokkaa kuvaava kenttä kentän arvojen laskimen avulla käyttäen seuraavaa tekemäämme kaavaa, jossa "DN" tarkoittaa maanpeiteluokitusta, "luokittelu" maaperäluokitusta ja "NUMPOINTS" paikallista riskipistettä:

```
case when "DN" = 1 and "luokittelu" = 1 and "NUMPOINTS" >= 150 then 1 when "DN" = 1
and "NUMPOINTS" >= 150 and "luokittelu" >= 2 then 2 when "luokittelu" = 1 and
"NUMPOINTS" >= 150 and "DN" >= 2 then 2 when "DN" = 1 and "NUMPOINTS" < 150 then
3 when "luokittelu" = 1 and "NUMPOINTS" < 150 then 3 when "NUMPOINTS" >= 150 and
"DN" = 2 then 3 end
```

Tuloksena syntynyt valuma-alueen riskiruudukko on esitetty kartalla luvussa 5.2.5 (Kuva 23).

Ongelmia riskiluokituksessa aiheutti se, että riskiruudukossa eri riskiluokat sijoittuvat päällekkäin niin, että riskiluokka 2 pitää sisällään myös riskiluokan 1 ruudut ja riskiluokka 3 pitää sisällään osan riskiluokkien 1 ja 2 ruuduista. Visuaalisesti kartalla ruudut saatiin näkymään tarkoittamamme riskiluokituksen mukaan säätämällä kohteiden piirtojärjestystä (1. riskiluokka 1, 2. riskiluokka 2, 3. riskiluokka 3). Tämä ongelma johtuu luultavasti siitä, että kunkin ruudun sisälle sijoittuu useita eri maanpeite- ja maaperäluokkia ja tällöin myös riskiluokkia, johtuen eri tasojen yhdistämisessä tehdyistä valinnoista. Tässä projektissa ei lähdetty muuttamaan valintoja projektin tiukan aikataulun vuoksi ja siksi, että kartta kuitenkin näyttää visuaalisesti riskiluokituksen mukaiselta ja attribuuttitaulukossa riskiluokat näkyvät niin kuin oli tarkoitettu. Tämä kuitenkin voi aiheuttaa ongelmia, mikäli työtä on tarkoitus kehittää tai riskiruudukosta haluttaisiin tehdä enemmän analyysyjä. Ratkaisuna voi olla riskiruudukon pienentäminen 50 m x 50 m tai jopa 25 m x 25 m -kokoiseksi ja tasojen yhdistäminen one to one -liitostyyppillä.

### 4.8.3 Pistemäisten riskikohteiden yhdistäminen riskiruudukkoon

Myllyojan valuma-alueella sijaitsevia pistemäisiä riskikohteita kartoitettiin muun muassa maastokäyntien, karttojen ja paikkatiedon avulla. Kohteille määriteltiin niiden mahdollisesti aiheuttama riskityyppi, kuten esimerkiksi rehevöityminen tai pilaantuminen, mahdolliset haitta-aineet ja riskiluokka, jolla voidaan arvioida riskin vakavuutta. Kaikilla riskikohteilla on koordinaatit, joiden avulla pisteet voidaan sijoittaa kartalle. Pistemäisistä riskikohteista kerrotaan tarkemmin luvussa 5.1.

Excel-tilukkuun kerätyt pistemäiset riskikohteet tallennettiin .csv-muodossa, ja tilukku lisättiin QGIS-ohjelmaan Lisää erotinmerkkejä sisältävä tekstitiedosto -toiminnolla. Näin pistemäiset riskikohteet ja niiden ominaisuustiedot saatiin tallennettua ohjelmaan omaksi tasokseen. Sijoittamalla pistemäiset riskikohteet sisältävän tason alkuperäisen riskiruudukon päälle voitiin tarkastella ja analysoida pisteiden sijoittumista riskialueille. Valuma-alueen riskikartta, jossa riskiruudukko ja pistemäiset riskikohteet on yhdistetty, on esitetty luvussa 5.3 (Kuva 25).

Riskiruudukko ja pistemäiset riskikohteet sisältävä taso leikattiin vielä lopuksi vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhykkeen mukaisesti. Näin voitiin tarkastella, miten riskialueet ja riskikohteet sijoittuvat suojavyöhykkeelle. Suojavyöhykkeen riskikartta on esitetty luvussa 5.3 (Kuva 26).

## 5 Hulevesiriskit Myllyojan valuma-alueella

Tässä luvussa ja sen alaluvuissa kerrotaan tarkemmin Myllyojan valuma-alueen hulevesien muodostumisesta, alueelta kartoitetuista pistemäisistä ja aluemaisista hulevesiriskikohteista sekä näiden kaikkien yhdistämisestä valuma-alueen kokonaistarkasteluun. Myllyojan valuma-alueelta löytyy taajama-alueelle tyypillisesti asutuksen lisäksi metsiä, maatalousalueita, teollisuutta, yritystoimintaa ja virkistyspaikkoja. Nämä jakaantuvat kohtuullisen tasaisesti sekä itä- että länsipuolelle. Valuma-alueen itäpuolelta löytyvät sairaalat, hautausmaat ja armeijan toimintaa. Länsipuolelta löytyy enemmän metsäalueita ja golf-kenttä. Länsipuolella sijaitsee myös luvussa 2.1 Tutkimusalue mainittu 1-luokan

pohjavesialue. Hämeenlinnan kaupunki on hulevesitulvariskiärvion yhteydessä vuonna 2018 todennut Myllyojan tulvaherkäksi alueeksi (Hämeenlinnan kaupunki, 2018, s. 21).

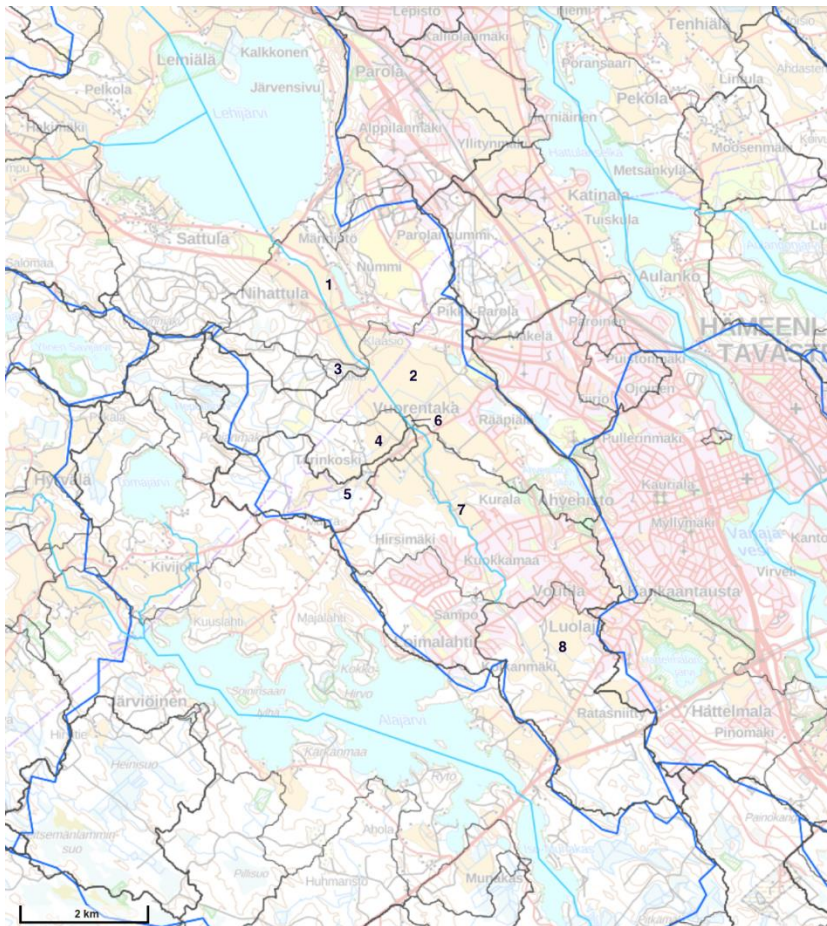
Taajama-alueen tyypillisimpiä haitta-aineita ovat aiemmin taulukossa 1 eriteltyt aineet, kuten ravinteet, kiintoaine, metallit, mikromuovit, lääkeaineet, kemikaalit, haitalliset mikrobit ja roskat. Nämä haitta-aineet ovat useimmiten lähtöisin liikenteestä, eroosiosta, lannoituksesta, teollisuudesta, viemärivuodoista, eläinten ja ihmisten ulosteesta, roskista ja jätteistä sekä rakennusmateriaaleista. Taajama-alueiden maankäyttömuodot kuten asutus, tiestöt, maatalousalueet, työmaa-alueet, viheralueet, teollisuusalueet ja kaatopaikat ovat todennäköisin syy näiden haitta-aineiden esiintymiselle hulevesissä. (Valtanen ym., 2023, ss. 13–14.) Tässä selvityksessä ei tarkastella tieverkoston vaikutusta hulevesien laatuun, mutta on syytä muistaa, että liikenne heikentää merkittävästi hulevesien laatua. (Vatanen ym., 2023, s. 12) Tiestöllä ja liikenteellä on kuitenkin samantyyppistä laadullista vaikutusta hulevesiin kuin esimerkiksi asfaltti- tai hiekkapäällysteisillä kentillä ja pysäköintialueilla, joiden vaikutuksia on tässä selvityksessä tarkasteltu luvussa 5.1.6 Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet. Tieverkosto on myös huomioitu Myllyojan valuma-alueen riskiruudukossa, joka esitellään luvussa 5.2.5 Riskiruudukko.

Luvussa 3.3 Tutkimusmenetelmät kerrottiin selvityksen ulkopuolelle rajatuista kohteista, mutta mainittiin projektiryhmän valinneen selvitykseen muutamia esimerkkejä poisrajatuista kohteista, vaikka aikaa kaikkien pisteiden kartoitukselle ei ollut. Esimerkkikohteina haluttiin nostaa muun muassa joitakin eri materiaalein pinnoitettuja laajempia alueita, kuten parkkipaikkoja, urheilukenttiä ja golf-kenttä. Valuma-alueella sijaitsee lukuisia parkkipaikkoja ja urheilukenttiä, mutta projektiin varatun ajan puitteissa näistä ehdittiin kartoittaa vain osa. Yrityksistä päädyttiin pitämään mukana listauksessa sellainen yritystoiminta, jossa käsitellään päivittäin aineita, jotka vesistöihin päätyessään voivat aiheuttaa vesistöriskiä; esimerkiksi moottoriajoneuvojen huoltoon ja korjaukseen liittyvä yritystoiminta. Kaikkien esimerkkikohteiden valintojen perustelut avataan luvun 5 alaluvuissa kunkin teeman osalta.

Maatalousalueet levittäytyvät laajasti valuma-alueelle ja maatalouden vesistökuormitus on usein pääasiassa hajakuormitusta, jossa kuormitusta tulee useista eri kohteista erilaisia määriä. Maatalouden pistekuormituskohde voi olla esimerkiksi jaloittelutarha. (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto, 2021.) Kartoituksessa eriteltiin erikseen eläinsuojat, kuten hevostallit, kotieläinpihat ja Hirvilammen luomutilan eläinsuoja. Kartoituksessa haluttiin kuitenkin nostaa esille myös maatalousalueiden riskit vesistöille, joita päädyttiin tarkastelemaan hulevesien purkupisteiden kautta. Yksittäisten tilojen ja peltolohkojen sijaan projektissa onkin tarkasteltu maatalousalueita Myllyojan osavaluma-alueina. Näin ollen

maatalousalueille päädyttiin etsimään Paikkatietoikkunan uomakartaston ja uomien valuma-alueiden (SYKE, 2012, 2021b.) avulla hulevesien ja pintavalunnan purkautumispiste. Osavaluma-aluejaon perusteella tehdyille maatalousalueille määriteltiin alin purkupiste, johon koko alueen hulevedet ja pintavalunta lopulta johtavat osavaluma-alueen sisällä. Näin ollen purkupisteet sijoittuvat Myllyojan koko osuudelle. Maatalousalueita kartoitettiin alueelta yhteensä kahdeksan ja jokaiselle alueelle selvitettiin oma purkupiste. Purkautumispisteille voi kertyä maatalouden pintavalunta- ja hulevesikuormitusta sekä karjatilojen laitumilta että viljellyiltä peltoalueilta. Purkautumispisteet ja osavaluma-alueet on esitetty numeroituna kartalla kuvassa 5.

Kuva 5 Purkautumispisteet ja osavaluma-alueet numeroituna (MML, 2023.; SYKE, 2012, 2021b.)



Metsätalouden avohakkuut aiheuttavat ravinnekuormitusta vesistöille ja kuormitus on usein hajakuormitusta. Kuormitus riippuu hakkuualueen etäisyydestä vesistöön, metsän maaperästä ja pinnanmuodoista, sekä hakkuiden yhteydessä tehdyistä suojelullisista toimenpiteistä, kuten suojakaistoista ja patorakennelmista. (Joensuu, ym. 2019, s. 7) Projektin laajuus ei mahdollistanut kaikkien alueella sijaitsevien hakkuualueiden kartoitusta,

mutta projektissa haluttiin tuoda esille metsätalouden riskit valuma-alueen vesistöille. Tästä syystä raporttiin nostettiin esimerkinomaisesti kaksi valuma-alueelle sijoittuvaa hakkuukohdetta, joista projektiryhmä suoritti riskiarvioinnin ja riskiluokituksen. Hakkuualueet etsittiin maastokäynnillä.

Valuma-alueen paikkatietopohjaisessa aluemaisten riskien tarkastelussa käytettiin taustaineistoina maaperää, maanpeitettä ja maastonmuotoja. Näiden ympäristötekijöiden yhdistelmää analysoimalla selvitettiin, millä alueilla maastoon mahdollisesti päätyvä haitta-aine todennäköisimmin kulkeutuisi vesistöön ja millaisia reittejä pitkin. Tarkastelussa huomioitiin myös, miten hulevesiverkosto muuttaa alueen luontaisia valuntareittejä ja mahdollisesti jouduttaa haitta-aineiden kulkeutumista. Aluemaisten riskikohteet ja hulevesiviemäroity alue on esitetty omilla kartoillaan luvussa 5.2. Lopuksi aluemaisten ja pistemäisten hulevesiriskikohteet yhdistettiin, jotta valuma-alueen kokonaisvaltainen tarkastelu mahdollistui. Aluemaisten ja pistemäisten hulevesiriskin yhdistävät valuma-alueen riskikartat on esitetty luvussa 5.3.

## **5.1 Pistemäiset riskikohteet**

Kartoituksessa löydettiin yhteensä 50 pistemäistä hulevesiriskikohdetta Myllyojan valuma-alueelta. Listatut kohteet luokiteltiin yhdeksään eri kattoteemaan: eläinsuojat, huoltamot ja jakeluasemat, jätehuollon kohteet, maa- ja metsätalous, maa-aineksen käsittely, päällystetyt kentät ja pysäköintialueet sekä muut. Kullekin kohteelle määritettiin teeman lisäksi kuormituslähde, koordinaatit, kohteelta vesistöihin päätyvät mahdolliset haitta-aineet, riskin tyyppi sanallisesti ja numeroina, sekä kohteen riskiluokitus riskimatriisiin perustuen. Kuvassa 6 on kuvakaappaus riskikohdelistauksesta, koko lista löytyy liitteestä 1. Riskikohteiden tiedot sisältävä Excel-tiedosto toimitetaan projektin päätteeksi tilaajalle erillisenä ladattavana tiedostona.

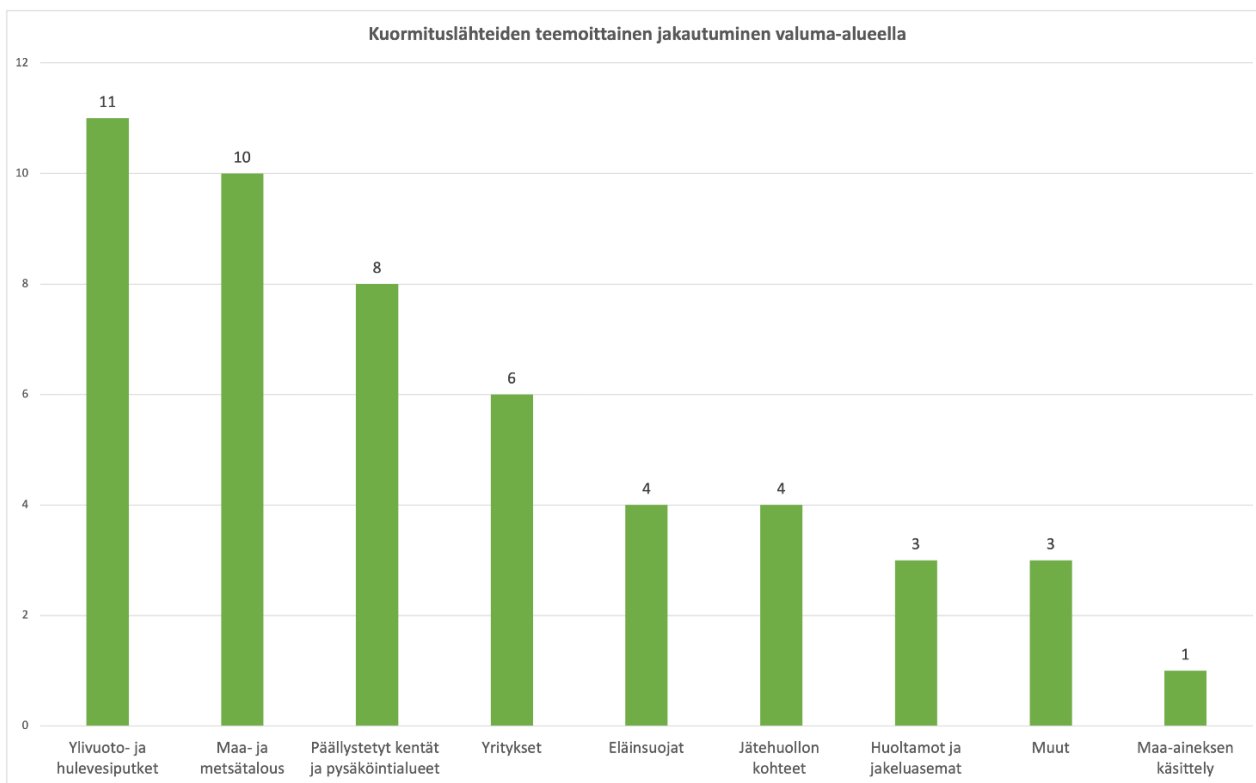


Kuva 6 Kuvakaappaus Excel-tiedostosta.

Teema	Kuormituslähde (Yrityksen nimi, jos tiedossa)	Koordinaatti N	Koordinaatti E	Mahdolliset haitta-aineet	Riskityyppi	Riskityyppi numero	Riskiluokitus
Eläinsuojat	Hevostalli (Pajulan Pollet)	6768083	356528	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, hygieeninen	2	2
Eläinsuojat	Kotieläinpiha/hevostalli (Kissankulman eläinpiha)	6765929	358009	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, hygieeninen	2	2
Eläinsuojat	Eläinsuoja (Hirvilammen luomu)	6767134	358111	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit	rehevöityminen	2	3
Eläinsuojat	Kotieläintila (Tiirinkosken tehdas)	6765207	356970	ravinteet, haitalliset mikrobit	rehevöityminen	2	1
Huoltamot ja jakeluasemat	Huoltoasema (Neste Oy)	6763766	360151	kemikaalit	pilaantuminen	3	4
Huoltamot ja jakeluasemat	Huoltoasema (ABC Hämeenlinna S-Market Jukola)	6763950	360254	kemikaalit	pilaantuminen	3	1
Huoltamot ja jakeluasemat	Huoltoasema (SEO Hattula)	6768535	355591	kemikaalit, mikromuovit, raskasmetallit, kiintoaines	pilaantuminen	3	4
Jätehuollon kohteet	Aluekeräyspiste (Rinki Oy)	6763999	359220	roskat	pilaantuminen	3	4
Jätehuollon kohteet	Aluekeräyspiste (Rinki Oy)	6763369	359780	roskat	pilaantuminen	3	4
Jätehuollon kohteet	Kaatoaika (Vuorentaan vanha kyläkaatoaika)	6766619	358671	kemikaalit, roskat, mikromuovit	pilaantuminen	3	
Jätehuollon kohteet	Aluekeräyspiste (Rinki Oy)	6762908	358065	roskat, mikromuovit, kemikaalit	pilaantuminen		4
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 1 (Nihattula-Männistö)	6768817	355556	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	3
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 2 (Vuorentaka-Klaasio-Rääpiälä)	6766805	357093	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	3

Kohteet jakautuivat teemoittain kohtalaisen tasaisesti. Eniten alueelta löytyi ylivuoto- ja hulevesiputkia, joita kartoitettiin yhteensä 11 kappaletta. Maa- ja metsätalouden kohteita kartoitettiin 10 kappaletta, päällystettyjä kenttiä ja pysäköintialueita 8 ja yrityksiä 6. Vähiten alueelta kartoitettiin maa-aineksen käsittelypaikkoja, huoltamoita ja jakeluasemia ja muutteemaan kuuluvia kohteita. Teemojen määrällinen jakauma on esitetty kuvassa 7. Kohteet esitellään teemajaon mukaisesti tämän luvun alaluvuissa 5.1.1–5.1.9, joissa kerrotaan kunkin teeman erityispiirteistä sekä teemassa olevien kohteiden riskinarvioinnista.

Kuva 7 Kuormituslähteiden teemoittainen jakautuminen valuma-alueella.



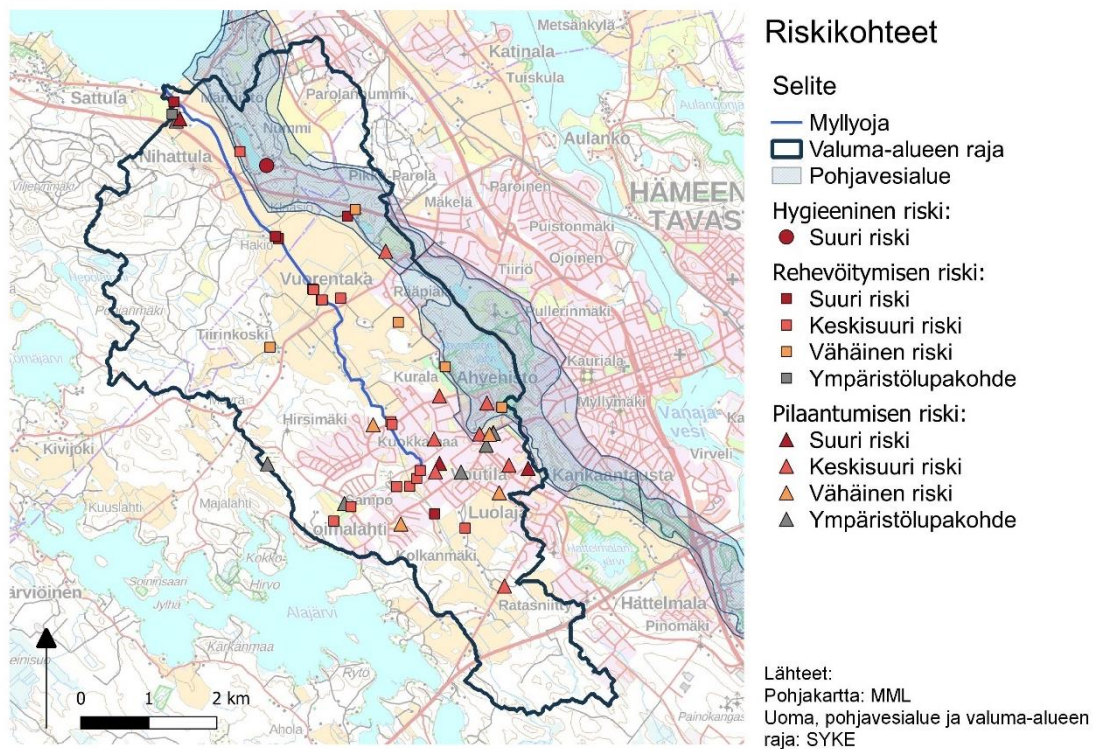
Teemajaolla pyrittiin selkeyttämään kohdelistausta ja jokainen teema sisältää samantyyppisiä kohteita, paitsi Muut-teema (luku 5.1.9), joka pitää sisällään Vuorentaan ja Ahveniston hautausmaat sekä Assi-sairaalan rakennustyömaan. Eläinsuojiin (luku 5.1.1) sisällytettiin lisäksi hevostalli Pajulan Pollet ja Kissankulman kotieläinpiha. Huoltamoihin ja jakeluasemiin (luku 5.1.2) ei laskettu alueelta kartoitettua ja ABC Hämeenlinna - huoltoaseman vieressä sijaitsevaa ABC Carwash –autopesua, vaan se luokiteltiin teemaltaan yritykseksi. Jätehuollon kohteiksi (luku 5.1.3) luokiteltiin Rinki-aluekeräyspisteet ja Vuorentaan vanha kyläkaatopaikka. Maa- ja metsätalouden teemasta (luku 5.1.4) löytyvät aiemmin mainitut kahdeksan kappaletta maatalousalueiden hulevesien purkupisteitä sekä kaksi avohakkuuta. Päällystettyihin kenttiin ja pysäköintialueisiin (5.1.6) lukeutuivat kaksi tekonurmikenttää, golf-kenttä, Hattula Golfin ja Kolkkiksen kentän parkkialueet sekä Kämmejän puiston sorakenttä. Ylivuoto- ja hulevesiputkien teemassa (luku 5.1.7) asuinalueen hulevesiverkostojen purkupisteitä oli kuusi kappaletta ja viemäriverkostojen ylivuotoputkia viisi kappaletta. Yritykset-teemasta (luku 5.1.8) löytyvät myös moottoriajoneuvojen huoltoon ja korjaukseen erikoistuneet yritykset.

Osalla kohteista, esimerkiksi maa-aineksen käsittely -teeman (luku 5.1.5) maankaatopaikalla ja kahdella polttoaineen jakeluasemalla, on ympäristölupa. Ympäristöluvalliset kohteet on

ilmoitettu Hämeenlinnan kaupungin karttapalvelussa (Hämeenlinnan kaupungin karttapalvelu, 2023). Ympäristöluvallisilta kohteilta vaaditaan omat, toimialakohtaiset riskinarviot, joten ympäristöluvalliset kohteet jätettiin arvioimatta riskiluokittelussa. Jos kohteella on ympäristölupa, se on saanut tässä selvityksessä riskiluokituksen 4.

Kaikki Myllyojan valuma-alueella sijaitsevat pistemäiset hulevesiriskikohteet on esitetty kuvassa 8. Hygieenistä riskiä aiheuttavat kohteet on kartassa merkitty ympyrällä, rehevöitymistä aiheuttavat kohteet neliöllä ja pilaantumista aiheuttavat kohteet kolmiolla. Kuvioiden värit kuvastavat riskin suuruutta. Ympäristölupakohteet on merkitty harmaalla, koska niiden aiheuttaman riskin suuruutta ei ole erikseen arvioitu.

Kuva 8 Pistemäiset hulevesiriskikohteet Myllyojan valuma-alueella. (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.)



### 5.1.1 Eläinsuojat

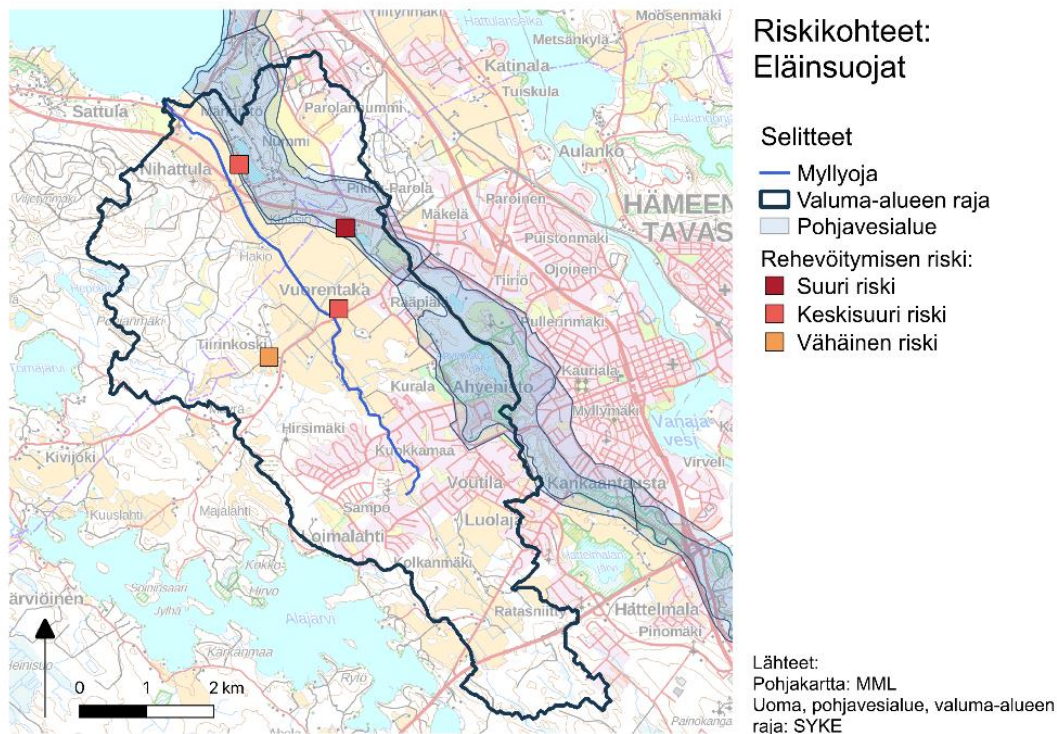
Eläinsuojia tarkasteltaessa kiinnitimme huomiota eläinsuojien kokoon sekä eläinten määrään alueella. Nämä tekijät vaikuttivat merkittävästi riskiluokituksen arvosanaan. Eläinsuojista Pajulan Pollet, Tiirinkosken tehdas sekä Kissankulman eläintila olivat kokonsa puolesta merkittävästi pienempiä kuin Hirvilammen luomu, ja eläinten määrä oli myös sen mukainen. Alueen eläinsuojat on esitetty kartalla kuvassa 9.

Hirvilammen luomulla vierailtuamme voimme todeta, että laidunmaat ovat suuret ja niiden lisäksi viljellyt nurmipellot ovat pinta-alaltaan suuria. Hirvilammen Luomun Susanna Valtosen mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto, 8.9.2023) lohkolla on ongelmia kuivatuksen kanssa. Tämä aiheuttaa nurmipellon tulvimista ja vetisyyttä, mikä lisää huuhtoutumisriskiä. Valtonen kertoi myös vierailulla peltojen tulvivan säännöllisesti. Tulviminen johtuu lähelle rakennetun asuinalueen myötä kasvaneista hulevesimääristä, joita vanhemmat ojat eivät tällaisenaan pysty hallitsemaan. Näin ollen ravinteita päätyy tulvavesien mukana vesistöön. Suuren lehmämäärän ja peltoalan vuoksi päädyimme luokittelemaan tämän suuren riskin alueeksi eli riskiluokituksella 1. Lisäksi tilan peltojen takaa löytyy hakkuualue, joka tulee ottaa luokittelussa huomioon.

Kissankulman sekä Pajulan Pollet - Eläinsuojilla oli pienimuotoista hevostallitoimintaa, jolloin pohdimme arvioinnissa mahdollisen ratsastus kentän suolauksen vaikutuksia, tarhoista ja laitumilta pääsevien ravinteiden valumariskiä, sekä laidunmaiden kokoa. Ilman haastattelua on kuitenkin vaikea tietää tallien siivouskäytännöistä tai muista ravinteiden valumaan vaikuttavista tekijöistä. Lannankäsittely ja huoltotoimet vaikuttavat merkittävästi huuhtoutuvien ravinteiden määrään.

Tiirinkosken tehtaan alueella näytti olevan pienimuotoista tehdastoimintaa villatuotteiden valmistuksessa sekä tähän liittyen tehtaanmyymälä. Pelto ei karttoja tai ilmakuvia tarkasteltaessa näyttänyt viljellyltä ja alue on ilmoitettu LUMO-alueeksi. Kyseessä on pieneläintila, joten emme kokeneet kohdetta riskiluokitukseltaan kovinkaan suureksi näistä syistä.

Kuva 9 Eläinsuojat-kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella. (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.)



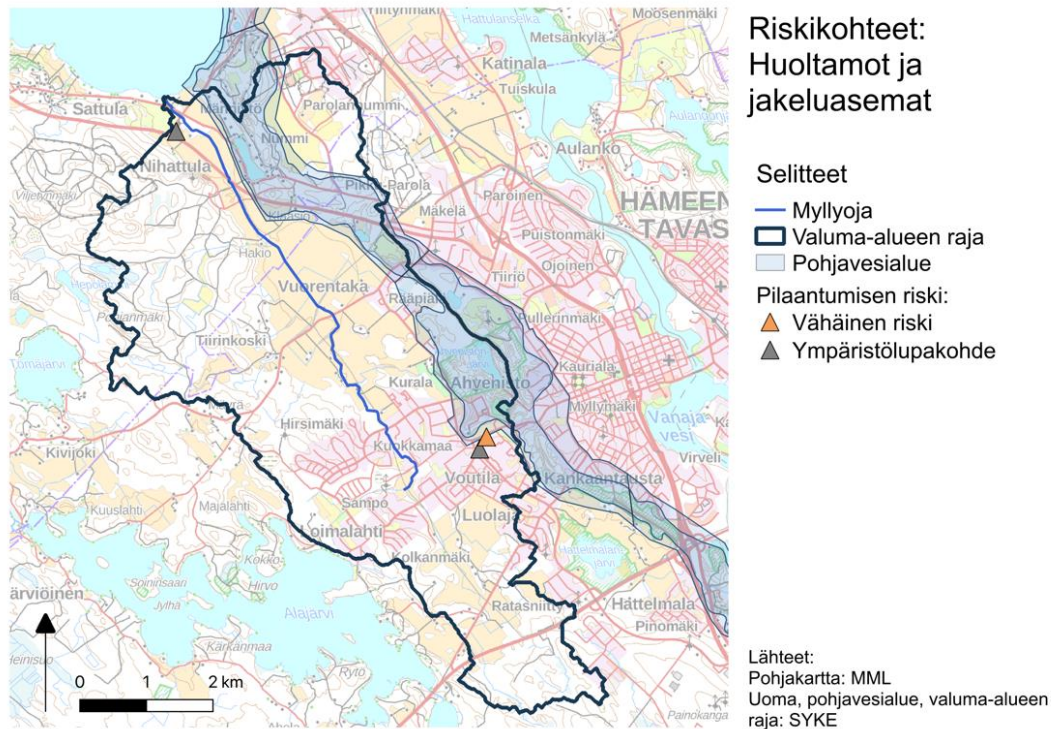
### 5.1.2 Huoltamot ja jakeluasemat

Alueella sijaitsee kolme jakeluasemaa (ABC S-market Jukola, Neste Express Jukola ja SEO Hattula). Kohteet on esitetty kartalla kuvassa 10. Kahdella näistä asemista on ympäristölupa, minkä takia kohteet ovat pieniriskisiä ja niitä ei myöskään sen takia arvioitu. Ympäristölupa itsessään velvoittaa ottamaan toiminnassa huomioon mahdolliset erilaiset riskit, mitä ympäristölle voi aiheutua. Kolmannelta kohteelta (ABC S-market Jukola) ei löytynyt ympäristölupaa ainakaan vielä, mutta jakeluaseman toiminta on pitänyt rekisteröidä.

Kaikkia jakeluasemia velvoittaa valtioneuvoston asetus nestemäisten polttoaineiden jakeluasemien ympäristönsuojeluvaatimuksista (314/2020), jossa määritellään selkeästi ympäristön suojeluun liittyvät asiat. Samasta asetuksesta löytyvät rakenteelliset ohjeistukset jakeluasemien hulevesien ja muiden nestepäästöjen huolehtimiseksi. Aseman öljyiset nestepäästöt ohjataan alueella sijaitsevaan öljynerottimeen ja hulevedet ohjataan viemäröintijärjestelmään. Samalla on varmistettu, etteivät hulevedet pääse öljynerottimeen.

Arvioitaessa kyseisen kohteen riskin suuruutta otettiin huomioon mahdolliset vuoto- ja päästöriskit, miten alueella hoidetaan poikkeustilanteet, minkälainen rakennelma on kyseessä ja sijaitseeko jakeluasema pohjavesialueella. Nämä huomioon ottaen arvioinnissa päädyttiin matalaan riskiluokkaan.

Kuva 10 Huoltamot ja jakeluasemat -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella. (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.)

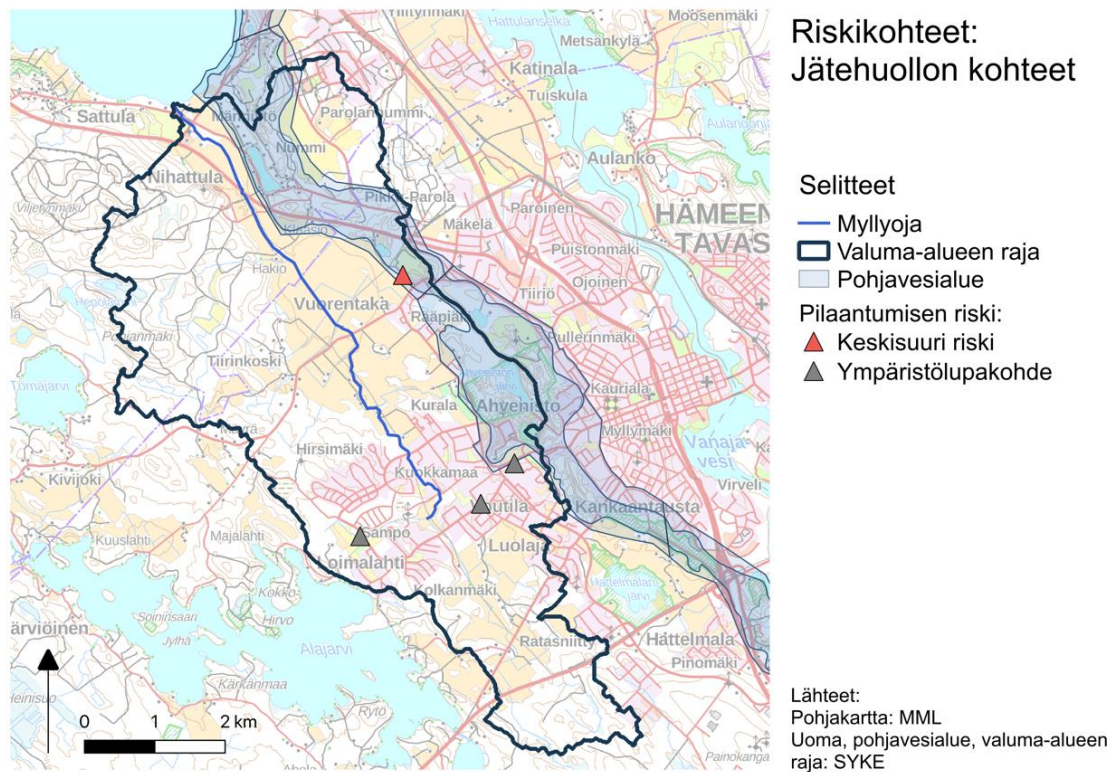


### 5.1.3 Jätehuollon kohteet

Jätehuollon kohteisiin valittiin alueella sijaitsevat kolme Rinki-aluekeräyspistettä sekä jo toimintansa lopettanut Vuorentaan vanha kyläkaatopaikka. Jätehuollon kohteet kartalla näkyvät kuvassa 11. Rinki-aluekeräyspisteissä kerättäviä jätejakeita ovat kartonkipakkaukset, lasipakkaukset, metalli, muovipakkaukset, paperi ja vaatteet (Suomen pakkauskierrätys Rinki Oy, n.d.). Riskinarviota aluekeräyspisteille ei laadittu, sillä kohteilla on ympäristölupa. Kuitenkin keräyspisteiltä mahdollisesti hulevesiin joutuvia haitta-aineita arvioitiin olevan kerättäviä jätejakeita mukailien roskat, mikromuovit, muut metallit sekä kemikaalit, ja kohteiden riskityyppi on siten pilaantuminen. Haitta-aineiden joutumista keräyspisteiltä hulevesiin voidaan olettaa vähentävän keräyspisteiden ja niiden ympäristön siisteyden ylläpito sekä riittävä keräysastioiden tyhjennysväli.

Vaikka Vuorentaan kyläkaatopaikka ei ole enää toiminnassa, valittiin se mukaan riskikohteeksi, sillä toiminnasta poistetut vanhat kaatopaikat voivat edelleen aiheuttaa kuormitusta alueen hulevesille. Toiminnassa ollessaan kaatopaikalla on ollut ympäristölupa. Toiminnan päätyttyä ympäristölupa on rauennut, mutta entisellä toimijalla voi kuitenkin olla yhä joitakin, esimerkiksi maisemointiin liittyviä, vastuita. Hämeenlinnan kaupunki on tehnyt alueella pohjavesien tarkkailua (Mattila, 2020; Ritari, 2023). Alueella on mitattu korkeita pitoisuuksia raskasmetallien, raudan ja mangaanin osalta. Ajoittain osa mitatuista pitoisuuksista on ylittänyt pohjaveden ympäristölaatu- ja talousveden laatuvaatimukset. Vedestä on löydetty myös orgaanisia halogeeniyhdisteitä, öljyhiilivetyjä sekä ulosteperäisiä bakteereja. Vuonna 2020 pohjavesissä ei todettu selviä kaatopaikasta johtuvia vaikutuksia kaatopaikkaan viittaavaa orgaanisten halogeeniyhdisteiden esiintymistä lukuun ottamatta. Selvityksissä alueen veden on todettu olevan hygieenisesti puhdasta ja pohjaveden laadun pohjavesiputkissa olevan pääosin hyvä. Vuorentaan entiselle kaatopaikalle tehtiin tämän projektin myötä maastokäynti, jossa havaittiin yhden ojanreunuksen sortuneen, ja sortuman alta paljastuneen jätettä. Jätteen pääsyä hulevesiin kuitenkin rajoittaa sortuman ympärillä olevan vettä sitovan maan ja kasvillisuuden runsas määrä. Pohjavesien tarkkailun tulosten sekä maastokäynnin havaintojen perusteella kohteelle annettiin riskiluokittelussa luokka 2 (keskisuuri riski).

Kuva 11 Jätehuollon kohteet -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyjojan valuma-alueella (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.).



#### 5.1.4 Maa- ja metsätalous

Tiedossa olevat eläintilat on käsitelty erikseen luvussa 5.1.1. ja eläintiloja ei otettu enää erikseen huomioon tämän luvun kohteiden riskiluokittelussa. Kuten jo luvussa 5 on esitelty, maatalousalueet jaettiin kahdeksaan osaan osavaluma-alueiden perusteella. Maaperä maatalousalueilla on pääosin hiesua ja hienoa hietaa, joiden seassa on mukana myös muita hienoja maalajeja, sekä moreenia ja saraturvemaita. Maastokäyntien perusteella kaikilla alueilla oli viljelyssä viljoja ja nurmea. Alueilla 1–3 oli viljelyssä sokerijuurikasta, jonka pinta-ala kattoi karkean arvion mukaan noin 10 % kyseisistä viljelyalueista. Muutamia peltolohkoja oli kesantoina tai niittynä. Lohkoilla näkyi olevan myös suojakaistat. Maa- ja metsätalouden kohteet on esitetty kartalla kuvassa 12.

Nykyväinen maanviljely tuottaa Suomessa merkittävää kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutumista. Hienot maalajit huuhtoutuvat karkeita herkemmin, joten viljelyllä arvioitiin tässä riskiarvioinnissa olevan jo lähtökohtaisesti keskisuuri huuhtoutumisriski. Viljapeltojen osalta huuhtoutumista voi tapahtua melko usein normaalien sateiden takia, mikäli maanpinta ei ole jatkuvasti kasvipeitteinen. Lisäksi ilmastomuutoksen myötä voimistuvat ja yleistyvät

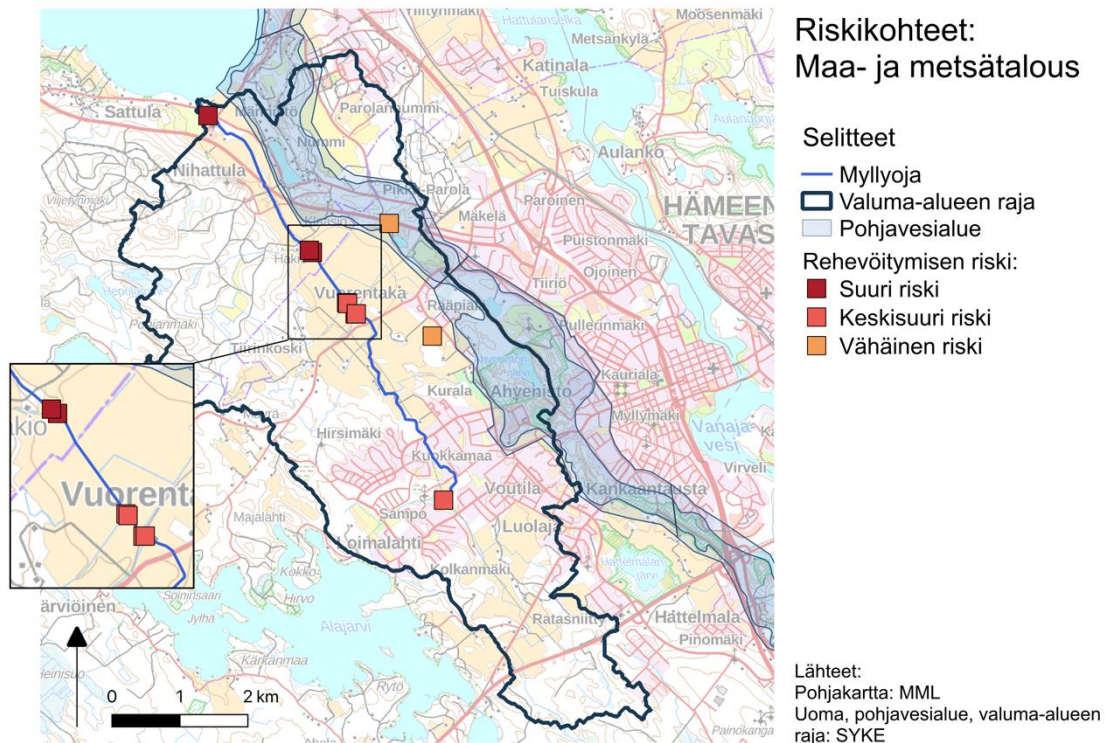


rankkasateet voivat tulevaisuudessa lisätä huuhtoutumista aiheuttaen vakavampia seurauksia huuhtoumämäärien kasvaessa ja sadetapahtumien yleistyessä. Ympärivuotisella kasvipeitteisyydellä huuhtoumariskiä pienennetään kevätvaluntojen ja syysateiden aikana, jota suurella osaa viljalohkoista oli nähtävissä. Tällöin riskin arvioitiin jäävän luokkaan 2, keskiuuri. Viljelyalueilla 1–3, joilla viljeltiin sokerijuurikasta, maa jätetään mustalle mullalle sokerijuurikkaan noston jälkeen, jotta viljely onnistuu seuraavana vuonna. Kasvipeitteettömyyden arvioitiin nostavan riskiä, jolloin huuhtoutumisriksi nousi luokkaan 1 (suuri riski).

Kahden riskinarvointiin sisällytetyn avohakkuualueen, Hirvilammen ja Ässälän, hakkuissa kantoja ei ollut nostettu tai maata muutoinkaan muokattu. Molemmat hakkuut olivat pinta-aloiltaan varsin pieniä, noin yhden hehtaarin laajuisia. Avohakkuulla on vaikutusta valumavesien lisääntymiseen puuston vettä sitovan ja haihduttavan vaikutuksen poistuessa. Maan muokkaus ja kantojen poisto hakkuiden jälkeen lisäävät entisestään riskiä kiintoaineksen ja ravinteiden huuhtoutumiselle. Myös maaston muodot ja mahdollisten suojavyöhykkeiden leveys vaikuttavat huuhtoutumisriskiin. Hirvilammen avohakkuualue sijaitsee peltoalueiden takana ja aivan 130-tien vieressä. Vedet näyttivät maastonmuotojen mukaan valuvan läheiseen Hirvilampeen, josta ei kartan mukaan ole uomaa Myllyjoaan. Pienialaisuuden ja maanpinnan rikkoontumattomuuden katsottiin vähentävän huuhtoutumariskiä, joskin tienpientareelle kerääntyvä tieverkoston hulevesi voi tien hulevesiratkaisuista riippuen lisätä laadullista kuormitusta Hirvilampeen. Vaikutus Myllyjoaan jää kuitenkin todennäköisesti vähäiseksi, 3. Ässälän hakkuualue oli kooltaan hieman suurempi ja rajautui pellonreunaan. Maasto vietti kohti peltoa, jonne vesi valuu hakkuualueelta. Maan muokkaamattomuus kuitenkin vähensi riskiä huomattavasti ja pienen hakkuualan takia tässäkin kohteessa riskin arvioitiin jäävän vähäiseksi, 3. Mikäli hakkuualueet olisivat olleet merkittävästi suurempia tai maata muokattu, olisi arvioinnissa päädytty keskisuureen riskiluokkaan 2.

Riskinarvioinnissa huomioitiin, että maa- ja metsätaloudesta tulee todennäköisesti aina jonkinasteista, väistämätöntä huuhtoutumaa, joka kuuluu myös ekologiseen kiertoon. Kuitenkin tehokkaimmiksi tutkittujen huuhtoumariskiä vähentävien toimien ja käytäntöjen hyödyntäminen voi pienentää riskiä siten, että riskiluokituksessa päästään vähäiseen riskin tasoon.

Kuva 12 Maa- ja metsätalous -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyjojan valuma-alueella. Vuorentaan kohdalla useita päällekkäisiä purkupisteitä. (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.)



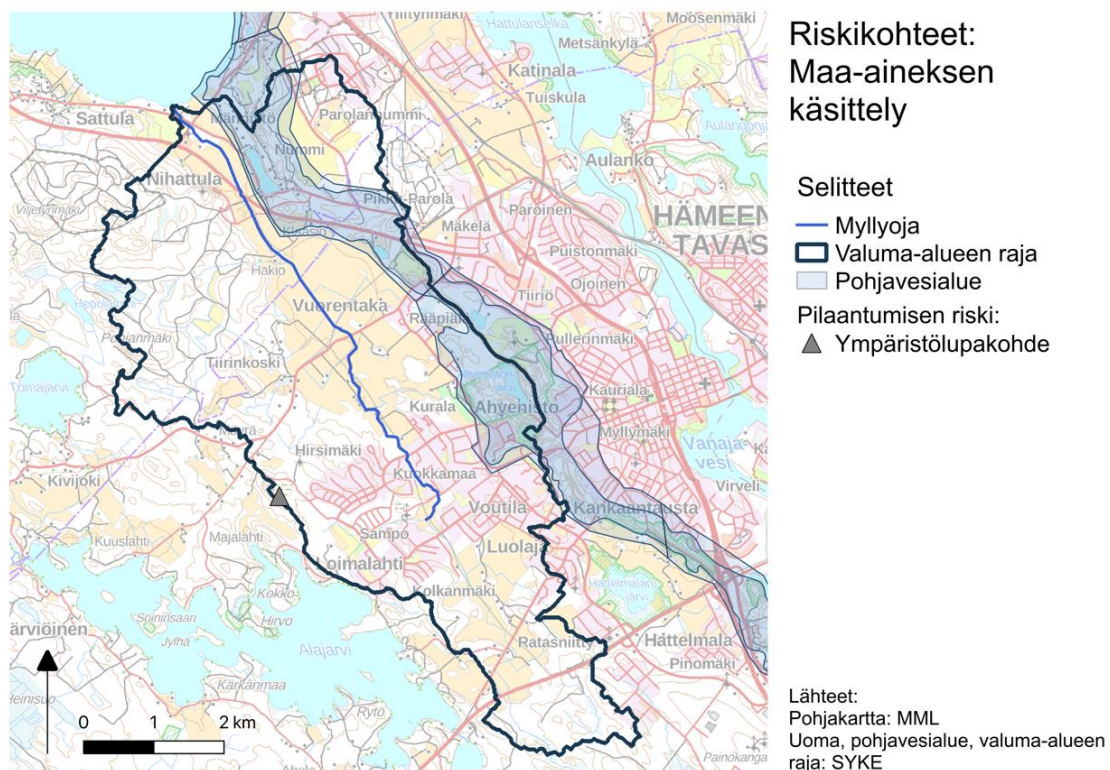
### 5.1.5 Maa-aineksen käsittely

Maa-aineksen käsittelyyn liittyviä kohteita löytyi valuma-alueelta yksi (kuva 13). Kuuslahden vanha maankaatopaikka on kapasiteetin täyttymisen vuoksi vuonna 2019 käytöstä poistettu maankaatopaikka (Hämeenlinna, 2023). Kohde ei sijaitse pohjavesialueella. Ilmakuvien perusteella voidaan arvela, että vanhan maankaatopaikan välittömässä läheisyydessä saattaa olla myös maa-aineksen välikvarastointiin käytetty alue, mutta koska tästä ei löytynyt mitään virallista merkintää, kohde on jätetty pois listauksesta. Kuuslahden vanhan maankaatopaikan riskiluokkaa ei arvioitu, sillä maankaatopaikka kuuluu ympäristöluvallisiin kohteisiin. Maankaatopaikoissa vaarana on ympäristön pilaantuminen, joten maankaatopaikan pitäminen vaatii ympäristönsuojelulain mukaan ympäristöluvan. Maankaatopaikan toiminta on loppunut vuonna 2019, mutta ympäristölain mukaan toimintaa harjoittanut vastaa edelleen tarvittavista toimista pilaantumisen ehkäisemiseksi sekä toiminnan vaikutusten selvittämisestä ja tarkkailusta (527/2014 27§, §87). Maankaatopaikan ympäristöluvassa on voitu säätää myös yksilöllisiä veloitteita esimerkiksi maisemointiin liittyen. Hämeenlinnan ympäristötarkastaja Petra Korkiakosken mukaan (henkilökohtainen

tiedonanto, 11.10.2023) Kuuslahden maankaatopaikalle on parhaillaan vireillä uusi ympäristölupa.

Jos maankaatopaikalle tuotavan maa-aineksen sisältämät haitta-ainepitoisuudet eivät aiheuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa, ei maankaatopaikkaan sovelleta kaatopaikka-asetusta. Pilaantumattomia maa-aineksia läjitettäessä aineksen haitta-ainepitoisuudet alittavat arvot, joista on säädetty valtioneuvoston asetuksessa maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007). Maankaatopaikalle tuoduista aineksista voi kuitenkin aiheutua haittaa maaperälle tai vesistöille. Maa-aines voi esimerkiksi sisältää pilaantuneita maita, tai irtonaista maa-ainesta voi kulkeutua hulevesien avulla vesistöihin. Nämä otettiin riskityypittelyssä huomioon ja maankaatopaikan hulevesiriskeiksi arvioitiin pilaantuminen ja rehevöityminen.

Kuva 13 Maa-ainesten käsittely -kategorian hulevesirisikohteiden sijainti Myllyjojan valuma-alueella (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.).



### 5.1.6 Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet

Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet -teeman riskinarvioinnissa kiinnitettiin huomiota alueiden kokoon, pinnoitteisiin ja niiden läpäisevyyteen, alueiden maastonmuotoihin ja

kaltevuuksiin sekä alueiden käyttöön ja toimintaan. Hulevesien muodostumista ja mahdollisten haitta-aineiden joutumista hulevesiin arvioitiin edellä mainittujen seikkojen pohjalta. Kohdekohtaisia maastokäyntejä toteutettiin tämän teeman kohteisiin yksi, Jukolan koululle. Maastokäyntien vähäisyyden vuoksi ja koska toteutuneella maastokäynnillä ei voitu tarkastella yksityiskohtaisia asioita, kuten kaivorakenteita, ei riskinarvioinnissa ole voitu huomioida näitä seikkoja. Teemaan valittiin alueella sijaitsevat tekonurmikentät (Jukolan koulu ja Nummen yhtenäiskoulu); yksi tyypillinen asfaltoitu pysäköintialue (Jyrätien liikuntahallit), jonka riskinarvioinnista saadaan viitteitä myös alueen muiden pinnoitettujen pysäköintialueiden hulevesiriskistä; kaksi tyypillistä päällystämätöntä kenttää (Kämmekän puiston sorakenttä ja Kolkkiuksen kentän hiekkaparkki), joiden riskinarvioinnista saadaan viitteitä alueen muiden läpäisevien kenttien hulevesiriskistä; yksi moninaisten toimintojen alue (Hattula Golfen myymälän alue), jonka riskinarvioinnissa erilaisten pinnoitteiden ja toimintojen aiheuttama riski kumuloituu; sekä golfkentän alue, jonka riskiä ei arvioitu sen ollessa ympäristöluvallinen kohde, mutta joka hulevesikohteena on kuitenkin huomionarvoinen.

Pintojen läpäisevyys vähentää hulevesiriskiä ja kovat pinnoitteet lisäävät sitä.

Kasvipeitteisyys vähentää hulevesiriskiä, myös suojavyöhykkeet ja alueita välittömästi ympäröivä kasvillisuus voivat vähentää riskiä. Maastonmuotojen osalta alueiden tasaisuus vähensi arvioitua riskiä, koska tällöin hulevesien liikkeet pinnoilla ovat vähäisempiä ja haitta-aineiden huuhtoutuminen siten vähäisempää. (Suomen Kuntaliitto, 2012, s.19.) Alueiden pieni koko luonnollisesti vähensi riskiä. Tasaisten sorakenttien riskiä on lähtökohtaisesti arvioitu suhteellisen pieneksi ja tasaisten asfalttikenttien riskiä keskisuureksi. Alueiden riskiä saattoi nostaa alueen moninaiset toiminnot, esimerkiksi Hattula Golfen myymälän parkkialueen läheisyydessä on myös golfkentän harjoitusalue ja padel-kenttiä, lisäksi piha-alueella on varastoituna vanhoja kumirouhemattoja sääälle alttiina. Riskin katsottiin kumuloituvan kohteessa suureksi.

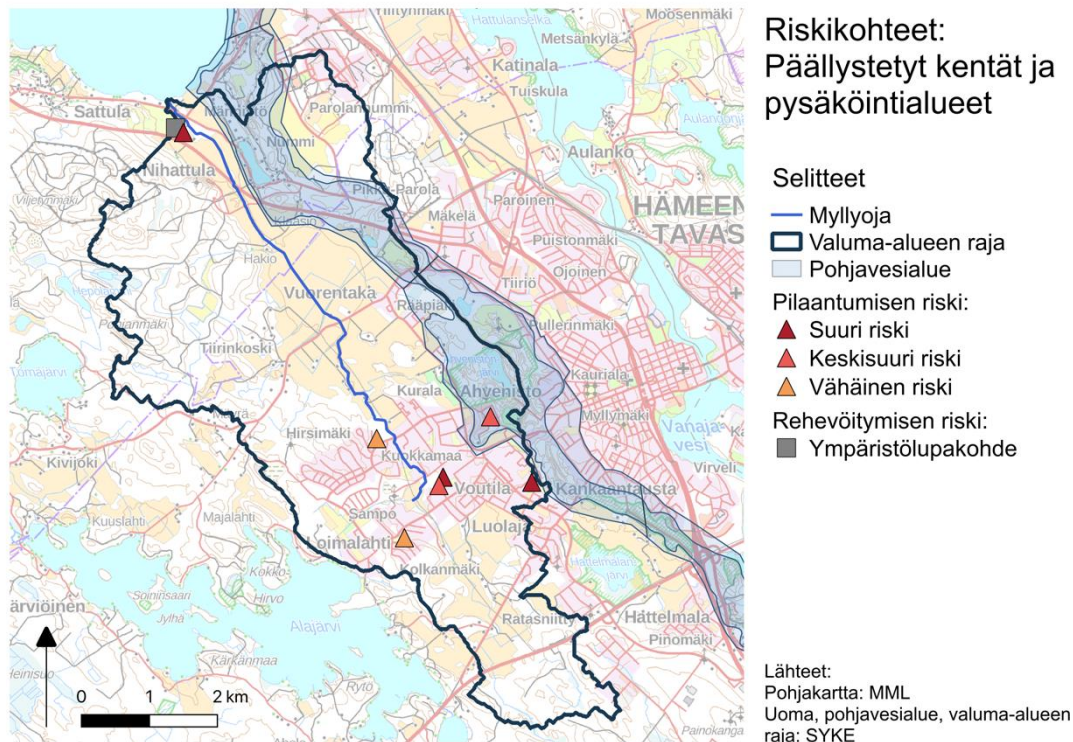
Tekonurmikenttien riskinarvioinnissa suurinta riskiä katsottiin aiheuttavan tekonurmen kumirouhe, joka on mikromuovin lähde. Kumirouhetta oletettavasti kulkeutuu koulujen pihoilla olevilta kentiltä myös pihan muihin osiin kenkien mukana ja esimerkiksi asfalttipinnoilta rouhe huuhtoutuu helposti hulevesikaivoihin. Rouhetta kulkeutuu oletettavasti myös sulamisvesien mukana tekonurmikenttien kaivorakenteiden ohi ja ylivuotoina vesistöihin. Ojiin tai hulevesiputkiin päästyään kumirouhe kulkeutuu nopeasti ja hallitsemattomasti vesistöihin. Tutkimusten mukaan kumirouhetta poistuu tekonurmikentiltä suuria määriä sen käytön ja huollon seurauksena. (Setälä ym., 2022, ss. 46–47.) Mikromuovien haittavaikutukset ovat moninaisia, ne kertyvät ravintoverkossa, hajoavat hitaasti ja sitovat itseensä muita haitallisia

aineita kuten raskasmetalleja. (Valtanen ym., 2023, s. 38.) Tekonurmikenttien riskinarvioinnissa on näihin tietoihin nojaten lähtökohtaisesti arvioitu hulevesien laadullista riskiä korkeaksi.

Teemaan lukeutui yksi ympäristöluvallinen kohde, golfkenttä, jonka riskiä ei ole siksi arvioitu. Golfkentän osalta on kuitenkin huomionarvoista, että se sijaitsee aivan Lehijärven läheisyydessä ja Myllyoja kulkee golfkentän läpi juuri ennen laskuaan Lehijärveen. Golfkentän mahdolliset hulevesien mukana huuhtoutuvat haitta-aineet muodostavat siksi erityisen riskin Lehijärvelle.

Päälystettyjen kenttien ja pysäköintialueiden kohdalla mahdollisia haitta-aineita katsottiin olevan kiintoaines esimerkiksi sorapintaisilta kentiltä ja nurmikoilta, mikromuovit tekonurmikentiltä ja autonrenkaista, roskat, kemikaalit esimerkiksi torjunta-aineista, ravinteet muun muassa nurmien lannoitteista ja metallit esimerkiksi parkkialueilta. Riskinarvioinnissa on tarkasteltu arvioitua merkittävintä haitta-ainetta sekä useiden haitta-aineiden kumuloituvaa riskiä. Kaikki teeman kohteet on esitetty kartalla kuvassa 14.

Kuva 14 Päälystetyt kentät ja pysäköintialueet -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.).

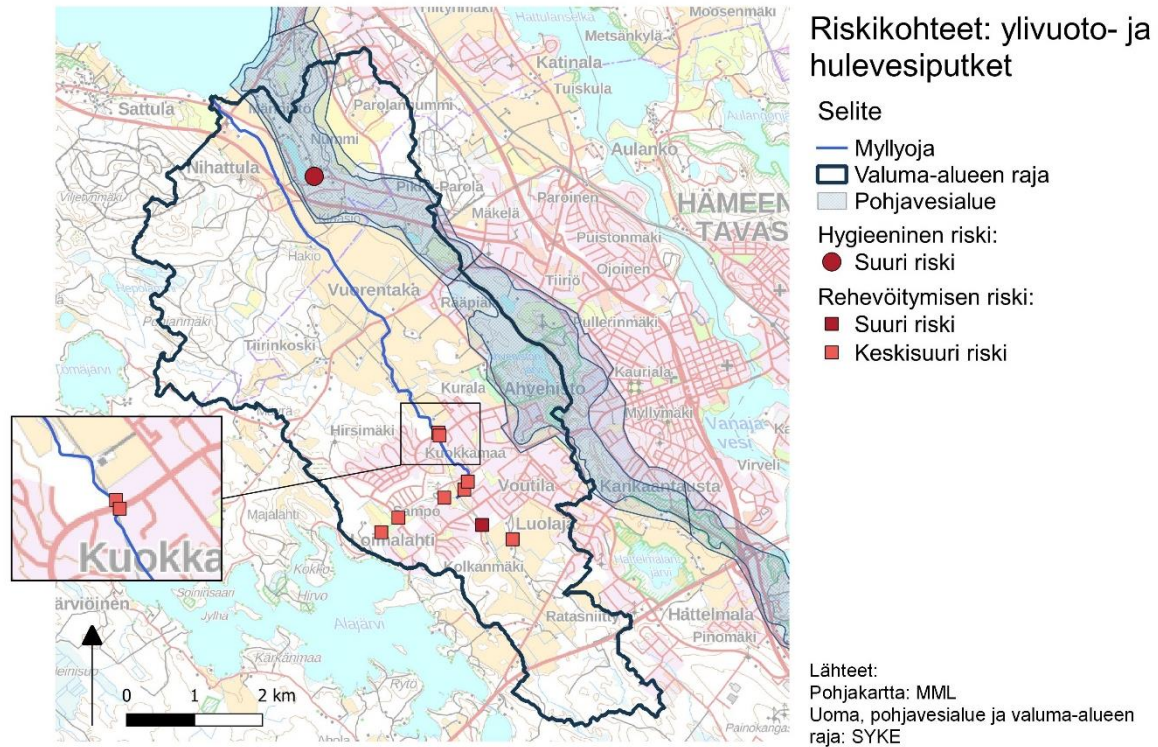


### 5.1.7 Ylivuoto- ja hulevesiputket

Ylivuoto- ja hulevesiteeman alle kerättiin yhteensä yksitoista kohdetta, jotka on esitetty kartalla kuvassa 16. Näistä pistemäisistä riskikohteista viisi on jätevesien ylivuotoputkia ja kuusi hulevesien purkupisteitä. Kohteista käytetään jatkossa nimitystä ”ylivuotoputki x tai ”purkuputki x”. Kohteiden tarkemmat tiedot löytyvät liitteistä (Liite1; Liite 2). Kohteet on esitetty kartalla alla olevassa kuvassa (kuva 15). Kohteiden sijainnit määritettiin Myllyojan aluekuivatusjärjestelmän, Hämeenlinnan hulevesitulvariskiärvion ja uomien valuma-alueiden avulla (HS-Vesi, 2023; Hämeenlinnan kaupunki, 2018; SYKE, 2021b). Projektin aikana toteutettiin kaksi maastokäyntiä, joiden aikana käytiin tarkastelemassa teeman kohteita. Kahta kohdetta ei onnistuttu maastotarkastelussa paikantamaan maaston kosteuden (purkupiste 5) tai runsaan kasvillisuuden (purkupiste 1) vuoksi, ja yhden kohteen (purkupiste 3) sijaintia tarkennettiin maastokäyntien jälkeen, eikä kohteesta näin ollen ole maastotarkastelun tuloksia. Purkupiste 1 osoittautui maastotarkastelussa kiinnostavaksi kohteeksi, sillä aluekuivatusjärjestelmään on merkitty lähemmäksi kaksi hulevesien purkuputkea (Liite 2). Näistä putkista eteläisempää ei maastossa pystytty paikantamaan, sillä paikalla kasvoi runsasta pajukkoa, sekä muuta kasvillisuutta. Pohjoisempi, lähellä

Hirsimäenkatua oleva putki ulottuu maastotarkastelun perusteella lähemmäs Myllyjojaa kuin aineistossa. Projektissa kohteeksi merkittiin maastotarkastelussa havaittu purkupiste.

Kuva 15 Ylivuoto- ja hulevesiputket -kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyjojan valuma-alueella (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.).



Ylivuoto- ja hulevesiputkien riskiluokituksen vaikuttivat kohteen sijainti suhteessa vesistöihin ja ojiin, ympäröivän alueen käyttötapa, hulevesi- ja jätevesien ylivuotoputkien keskinäinen läheisyys ja ympäröivän alueen nykyinen tila (kosteus, kasvillisuus, käyttömahdollisuudet). Kaikki muut teeman kohteet yhtä lukuun ottamatta (ylivuotoputki 5) arvioitiin riskiluokkaan 2, keski-suuri. Ylivuotoputki 5 arvioitiin riskiluokkaan 1, suuri riski, sillä putki sijaitsee Armijärven rannassa siten, että sen välittömässä läheisyydessä on laituri ja rannan virkistyskäyttö on ilmeistä (Liite 2). Lisäksi kyseinen putken kohta maastossa on niin runsaasti nurmettu, että suojuoluukku ei sulkeudu täysin (Liite 2) Kun kyseessä on jätevesien ylivuotoputki, aiheutuu mahdollisista ylivuodoista muiden haittojen lisäksi hygieeninen riski.

Ylivuotoputki 3 kiinnitti myös huomiota maastotarkastelussa, sillä sen yhteyteen on lisätty pienimuotoinen laskeutus- tai viivytysallas ennen kuin ylivuoto pääsee laskemaan läheiseen ojaan (Liite 2). Kyseisen kohteen riskiluokitusta arvioitaessa pohdittiin alaan positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia. Positiivisia vaikutuksia ovat jäteveden laskeuttaminen ja

hidastaminen, sekä jonkin asteinen ravinteiden imeytyminen maastoon ennen vesistöön pääsyä. Negatiivisia vaikutuksia ovat altaaseen kertyvä jätevesiliete, etenkin sen aiheuttama hygieeninen riski, paikalle kertyvät ravinteet, sekä esteettiset ja hajuhaitat. Myös ylivuotoputken sijainti virkistysalueella ja lapsille houkuttelevien leikkipaikkojen (puromainen oja ja kevyen liikenteen silta) läheisyys vaikuttivat riskiluokitukseen. Kyseisen kohteen ylivuotojen määrää ei ole voitu projektin aikana selvittää. Kohde päädyttiin laittamaan riskiluokkaan 2, mutta mikäli ylivuotoja kyseisellä paikalla tapahtuu usein, tulisi riskiluokitusta harkita uudelleen.

Ylivuotoputki 4 sijaitsee ojan penkassa lähellä maastotarkastelun aikaista vedenpintaa ja putken vieressä on hulevesiputki (ei mukana tarkasteltavissa kohteissa) (Liite 2). Mikäli kyseisen Myllyojan vedenpinta nousee, mikä on odotettavissa ainakin keväisin ja syksyisin runsaiden sateiden ja sulamisvesien aikaan, on olemassa riski, että ojassa virtaava vesi pääsee hulevesi- ja ylivuotoputkiin. On myös mahdollista, että ylivuotoputkeen pääsee hulevesiä (HS-Vesi, 2022). Hulevesien purkupiste 4 sijaitsee useiden ojien yhtymäkohdassa ja näin ollen on oletettavaa, että kyseiseen kohtaan kertyy paljon hulevesiä.

Maastotarkastelussa havaittiin kohteen ojissa olevan runsaasti kasvillisuutta, sekä laudoista rakennettu siltamainen rakennelma (Liite 2). Runsaan hulevesikuorman aikana virkistyskäyttö alueella todennäköisesti hankaloituu, ja maalle nousevan veden mukana huuhtoutuu vesistöihin ravinteita ja kiintoainesta.

Tämän projektin aikarajan puitteissa teeman kohteiden tarkempi tarkastelu ei ollut mahdollista. Koska jätevesien ylivuotoja tapahtuu usein juuri runsaiden sateiden ja keväisten sulamisvesien aiheuttaman hulevesikuorman aikaan, olisi tärkeää tarkastella kunkin kohteen valuma-aluetta tarkemmin (HS-Vesi, 2022). Aluekuivatusjärjestelmän ja osavaluma-alueiden mukaisen tarkastelun myötä voitaisiin selvittää miten paljon ja minkä laatuista hulevettä kuhunkin hulevesien purkupisteeseen tulee ja toteuttaa mahdolliset muutokset tähän tietoon perustuen. Myös jätevesien ylivuotoputkien sijainteja tulisi tarkastella uudelleen ja varmistaa, ettei putkien kautta pääse virtaamaan hulevesiä jätevesikaivoihin. Aiemmin tässä luvussa mainittujen maastossa tehtyjen huomioiden lisäksi on syytä mainita, että purkupisteitä 1 ja 5 ympäröivä maasto oli maastokatselmuksessa erittäin kosteaa ja paikoin lammikkoista, mikä voi olla merkki aluekuivatusjärjestelmän toimimattomuudesta kyseisillä alueilla.

### **5.1.8 Yritykset**

Yritys-temaan valituista kohteista viisi kuudesta ovat autoalan yrityksiä. Yrityksistä neljän päätoimiala on Suomen Asiakastieto Oy:n rekisterin mukaan moottoriajoneuvojen huolto ja

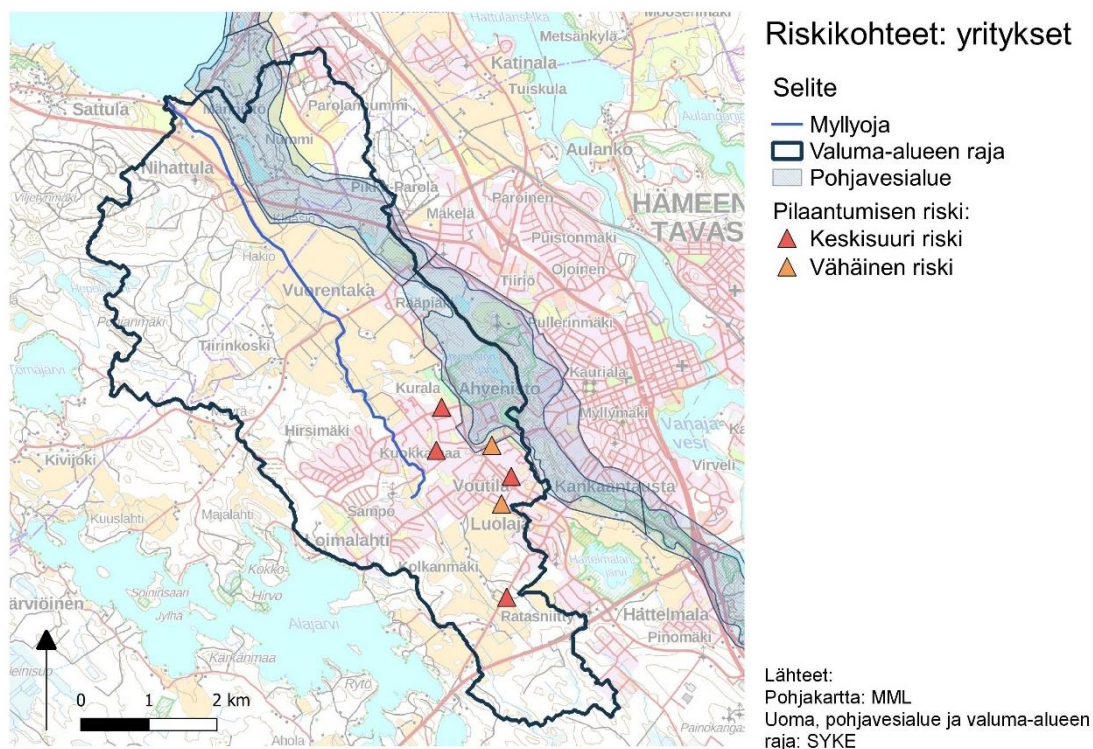


korjaus yhden autoalan kohteista ollessa autopesula. Lisäksi listauksessa on yksi kiinteistöhoitoon erikoistunut yritys. Mahdollista hulevesiin kohdistuvaa riskiä aiheuttavat yritykset on esitetty kartalla kuvassa 16.

Autoalan yritysten riskinarvioinnissa otettiin huomioon toiminnassa syntyvät ympäristölle vaaralliset jätteet, kuten liuottimet, jäteöljyt sekä jarru- ja jäähdytinnesteet. Hämeenlinnan kaupungin ympäristönsuojelumääräykset (2011, § 11) velvoittavat käsittelemään ja varastoimaan vaarallisia jätteitä siten, etteivät ne normaalioloissa tai onnettomuustilanteissa pääse kulkeutumaan ympäristöön. Kemikaalit on myös säilytettävä määräysten mukaan lukitussa tilassa tai siten, etteivät väärät tahot saa niitä haltuunsa. Tässä projektissa ei yrityskohtaisesti selvitetty vaarallisten jätteiden säilytys- ja käsittelytapoja, joten tarkkaa riskiluokitusta kemikaalien kulkeutumisesta hulevesien mukana ei pystytty tekemään. Valittu riskiluokitus perustui olettamukseen, jossa yritykset toimivat ympäristönsuojelumääräysten mukaisesti.

Kiinteistöhoitoon erikoistuneen yrityksen valintaperusteena olivat silmämääräisesti sekä ilmakuvista tehdyt havainnot yrityksen pihapiirissä säilytettävistä oletetuista jätteistä maapohjalla. Projektin puitteissa ei pystytty todentamaan sitä, säilytetäänkö kiinteistöllä esimerkiksi rekisteristä poistettuja romuajoneuvoja. Riskiluokituksen perusteena oli rankkasateiden aikana mahdollisesti kulkeutuva kiintoaines, joka saattaa sisältää maaperään sitoutuneita haitta-aineita.

Kuva 16 Yritykset-kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.).



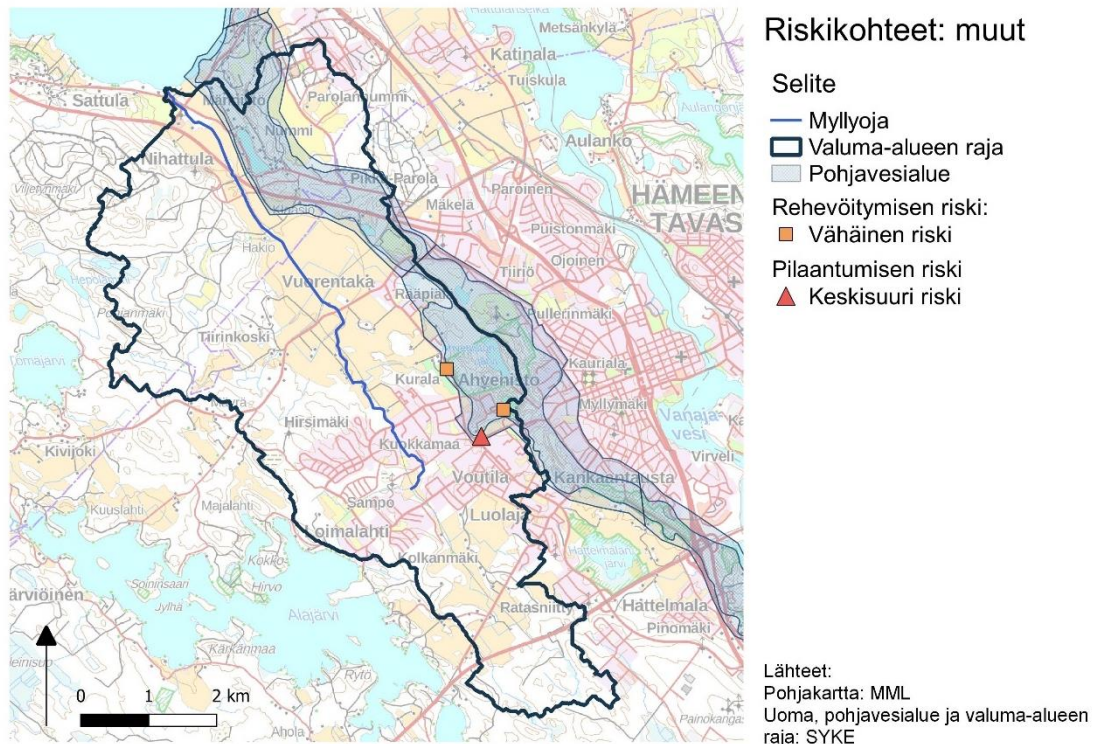
### 5.1.9 Muut

Myllyojan valuma-alueella on kaksi hautausmaata, joista toinen sijaitsee Vuorentaassa ja toinen Ahvenistossa. Hautausmaiden kohdalla kiintoaines ja ravinteet arvioitiin mahdollisiksi hulevesiin päätyviksi haitta-aineiksi. Kiintoainesta voi lähteä liikkeelle esimerkiksi hautausmailla tehtävien kaivuutöiden yhteydessä. Ravinnehuuhtoumien osalta mahdollinen hulevesiin kohdistuva riski muodostuu lähinnä muistolehdoista, joihin vainajien tuhkat sirotellaan. Ilmakuvien perusteella hautausmailla ei juurikaan ole päällystettyä pintaa, joten sade- ja sulamisvedet pääsevät lähtökohtaisesti imeytymään maaperään. Hautausmailta hulevesiin päätyvät ravinne- ja kiintoainemäärät ovat todennäköisesti suhteellisen pieniä, joten hautausmaiden aiheuttaman hulevesiriskin arvioitiin olevan vähäinen.

Ahveniston sairaalan rakennustyömaalta mahdollisten hulevesiin päätyvien haitta-aineiden arvioitiin olevan kiintoaines, kemikaalit, mikromuovit ja raskasmetallit. Kyseisten haitta-aineiden perusteella työmaan riskityypiksi määriteltiin pilaantuminen. Koska rakennustyömaa on kooltaan merkittävä, työmaaliikenne on oletettavasti vilkasta. Näin ollen ajoneuvoista ja työkoneista voi päätyä hulevesiin esimerkiksi erilaisia kemikaaleja sekä mikromuovia, jota voi

irrota erityisesti ajoneuvojen renkaista. Lisäksi työmaalta voi hulevesien mukana lähteä liikkeelle kiintoainesta, jonka määrä riippuu siitä, kuinka paljon maanmuokkaus- ja kaivuutöitä työmaalla tehdään. Liikkeelle lähtevän kiintoaineksen määrä vaikuttaa oleellisesti siihen, miten paljon työmaa vaikuttaa alueen vesistöjen tilaan, koska esimerkiksi kemikaalit ja raskasmetallit kulkeutuvat hulevesissä kiintoainekseen sitoutuneena (Vesi.fi, 2022). Rakennustyömaa on kuitenkin väliaikainen hulevesien kuormittaja, sillä sairaalan rakentaminen on aloitettu vuonna 2021 ja se valmistuu arviolta vuonna 2025 (Ahveniston sairaala, n.d.). Vaikka hulevesiin kohdistuva kuormitus sairaalan rakennusvaiheessa on oletettavasti suhteellisen merkittävää, arvioitiin rakennustyömaan riski keskisuureksi kuormituksen väliaikaisuuden vuoksi. Rakennustyömaan ja hautausmaiden sijainnit, riskityypit ja riskien suuruudet on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 17).

Kuva 17 Muut-kategorian hulevesiriskikohteiden sijainti Myllyojan valuma-alueella (MML, 2023a.; SYKE 2012, 2021a, 2022.).



## 5.2 Aluemaiset riskikohteet

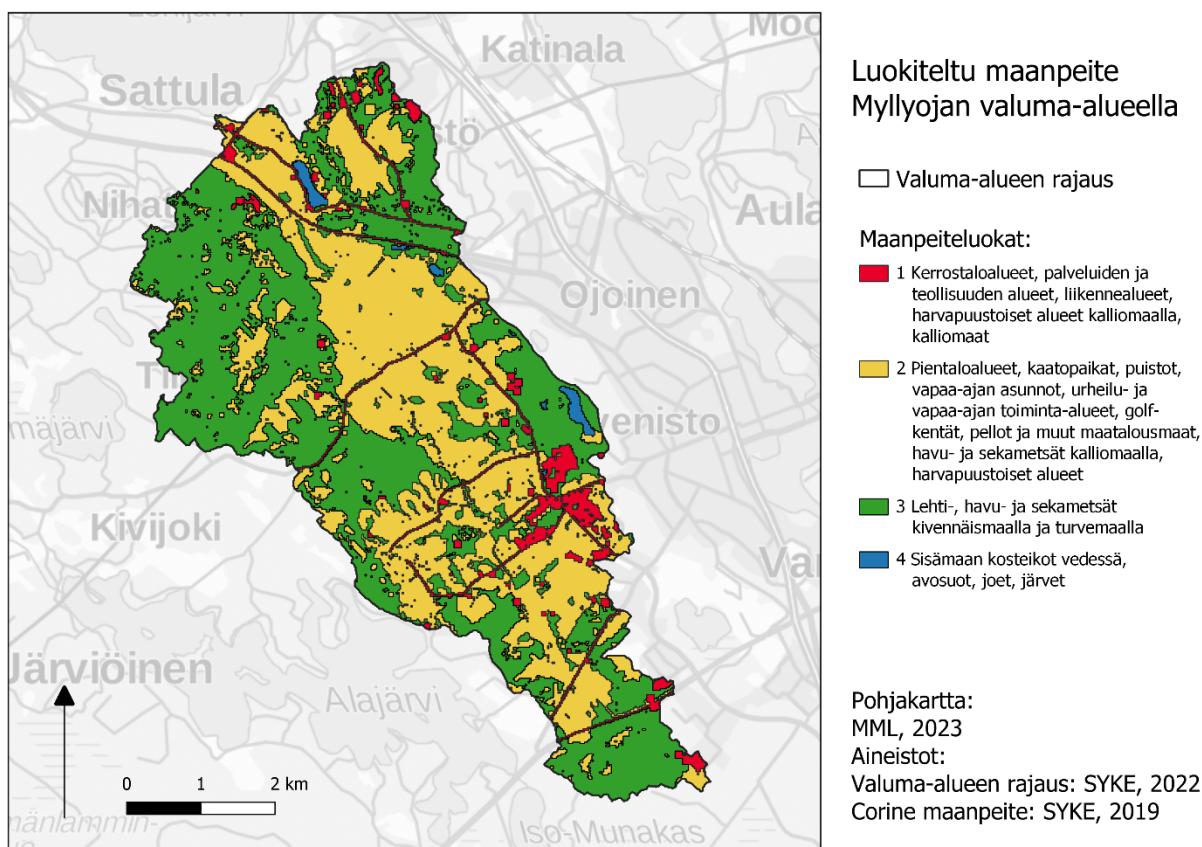
Paikkatietopohjaisen tutkimisen ja analyysin tuloksena syntyi kartta-aineistoja, jotka kuvaavat Myllyojan valuma-alueen alueellisia riskikohteita. Ympäristöolosuhteista, jotka vaikuttavat valumavesien kulkeutumiseen, valittiin merkittävimmiksi maanpeite, maaperä ja maastonmuodot, ja näitä kolmea tausta-aineistoa käytettiin mallintamaan mahdollisia

riskialueita. Aineistojen kartat on esitetty luvuissa 5.2.1, 5.2.2 ja 5.2.3. Valuma-alueen riskiruudukko yhdistää edellä mainitut aineistot ja kuvaa niiden yhteisvaikutusta valuma-alueella. Riskiruudukko on esitetty luvussa 5.2.5. Hulevesiviemäriverkosto nähtiin yhtenä merkittävänä riskiä aiheuttavana tekijänä, ja sitä tarkastellaan omalla kartallaan luvussa 5.2.4.

### 5.2.1 Luokiteltu maanpeite valuma-alueella

Valuma-alueen maanpeite luokiteltiin maankäytön, kasvillisuuden ja maaperän mukaan neljään luokkaan. Luokittelu on kuvattu luvussa 4.2. Maanpeiteluokat on esitetty kartalla alla olevassa kuvassa (Kuva 18) ja liitteenä (Liite 3).

Kuva 18 Luokiteltu maanpeite Myllyojan valuma-alueella (MLL, 2023b; SYKE 2019, 2022). Valuma-alueen maanpeite on luokiteltu kartassa neljään luokkaan.



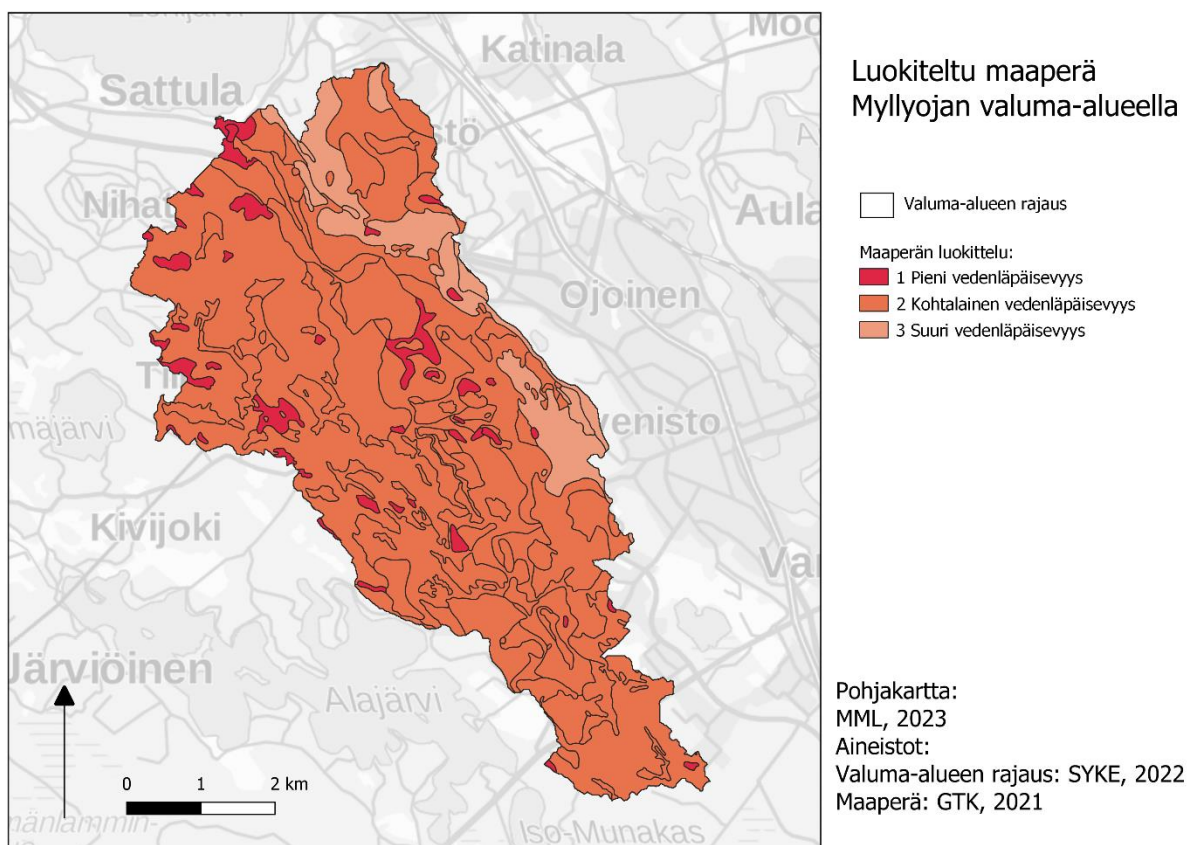
Karttaan (Kuva 18) punaisella värillä merkityt luokan 1 alueet ovat rakennettuja, päällystettyjä tai kalliopintaisia alueita, joilla on paljon vettä läpäisemätöntä pintaa ja vähän vettä pidättävää kasvillisuutta. Läpäisemätön pinta estää veden imeytymisen maaperään ja lisää pintavaluntaa. Luokan 1 alueet muodostavat suuren riskin hulevesien muodostumiselle ja

liikkeelle lähtemiselle. Näitä alueita on noin 6 % valuma-alueesta, ja suurin osa niistä sijoittuu valuma-alueen itäosan asuinalueille. Keltaisella värillä merkityillä luokan 2 vähäisen tai matalan kasvillisuuden alueilla osa vedestä pidättyy kasvillisuuteen, mikä vähentää ja hidastaa pintavaluntaa. Tosin pelloilla ja muilla maatalousmailla riski valumavesien muodostumiselle on suuri etenkin kasvukauden ulkopuolella, mikäli niiden pinta ei ole kasvipeitteinen. Luokan 2 alueet sijoittuvat lähes kokonaan Myllyojan varrelle, ja ne kattavat noin 45 % valuma-alueesta. Vihreällä värillä merkityt luokan 3 alueet ovat metsäisiä, hyvin vettä pidättäviä ja haihduttavia alueita. Kasvillisuuden lisäksi myös alueiden maaperä pidättää vettä, mikä vähentää veden kulkeutumista maan pinnalla. Metsäisiä alueita on noin 48 % valuma-alueesta, ja ne sijaitsevat valuma-alueen reunoilla. Sinisellä värillä merkityt luokan 4 alueet ovat alueita, joilla on suuri vesipinta-ala tai jotka pidättävät vettä hyvin. Näitä alueita on noin 1 % valuma-alueesta.

### **5.2.2 Luokiteltu maaperä valuma-alueella**

Valuma-alueen maaperä luokiteltiin vedenläpäisevyyden perusteella kolmeen eri luokkaan. Maaperäluokittelu on kuvattu luvussa 4.3. Alla olevassa kuvassa on esitetty luokiteltu maaperäkartta (Kuva 19), joka löytyy myös liitteenä (Liite 4).

Kuva 19 Luokiteltu maaperä Myllyjojan valuma-alueella (GTK 2021; MML 2023b; SYKE, 2022). Kartassa on kuvattu valuma-alueen maaperä kolmeen luokkaan luokiteltuna.

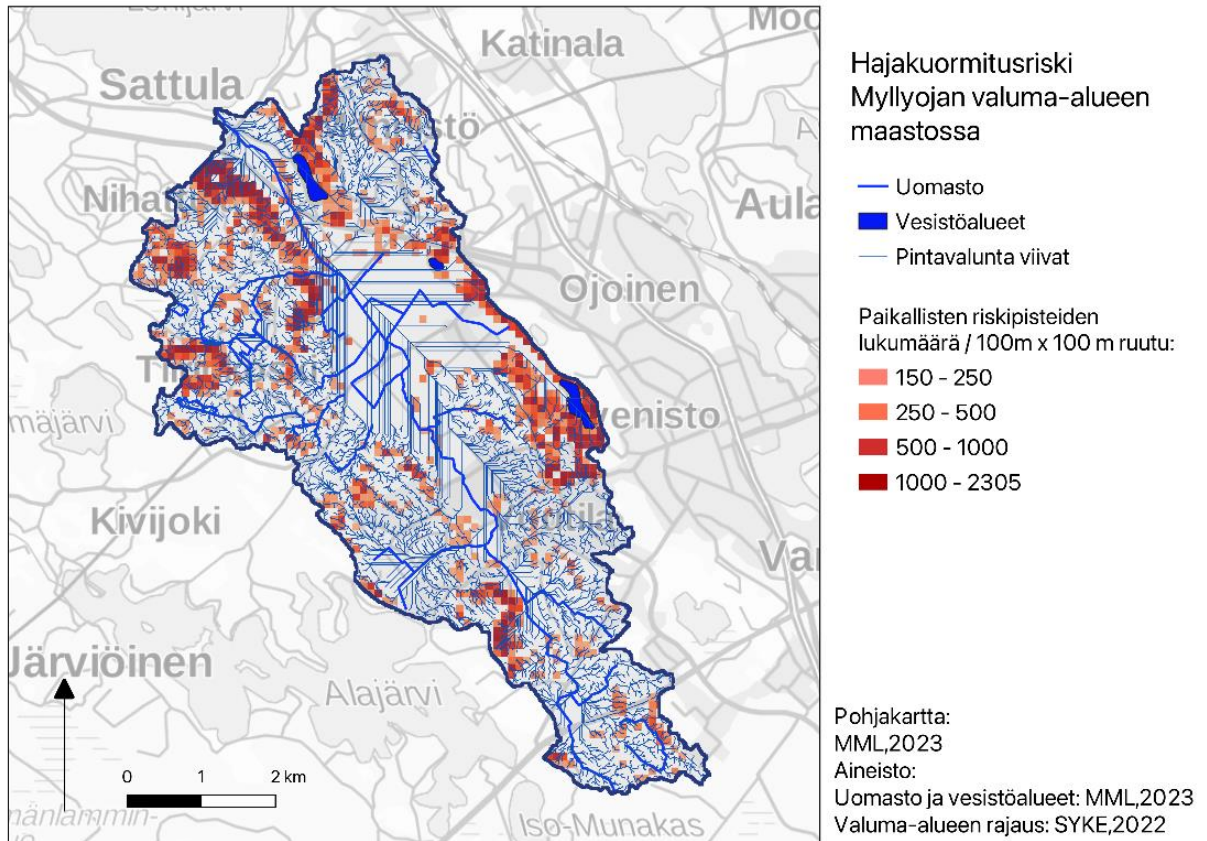


Kartalla (Kuva 19) maaperäluokka 1 on kuvattu punaisella, maaperäluokka 2 oranssilla ja maaperäluokka 3 vaaleanoranssilla värillä. Maaperät, joiden vedenläpäisevyys on pieni eli ne läpäisevät vettä huonosti, on luokiteltu luokkaan 1. Näitä ovat savimaa, kalliomaa ja täytemaa. Luokkaan 1 kuuluvaa maaperää on valuma-alueella vähiten: noin 4,5 %. Luokan 2 maaperillä on kohtalainen vedenläpäisevyys, mikä voi aiheuttaa riskiä tietynlaisissa olosuhteissa kuten tulvien tai kovien sateiden aikana. Tähän luokkaan sisältyvät hiekkamoreeni, hiesu, hieno ja karkea hieta sekä sara- ja rahkaturve. Suurin osa valuma-alueesta - 85 % - on luokan 2 maaperää. Luokan 3 maaperät läpäisevät hyvin vettä eli niillä on suuri vedenläpäisevyys. Siten niiden hulevesiriski on matala. Luokkaan 3 kuuluvat hiekka, sora ja vesi. Tätä maaperää on noin 10,5 % valuma-alueesta. Maaperän vedenläpäisevyys korreloi hulevesiriskin kanssa; pieni vedenläpäisevyys lisää riskiä huomattavasti, sillä vesi virtaa siitä toisaalle mahdollistaen pintakerroksen sisältämän aineksen kulkeutumisen. Maaperä kohottaa valuma-alueen hulevesiriskiä laajalla alueella kohtalaisesti ja paikoitellen korkeasti. Esimerkiksi Nihattulan, Vuorentakan, Tiirinkosken ja Pohjanmäen alueilla on luokkaan 1 kuuluvaa maaperää.

### 5.2.3 Hajakuormitusriski valuma-alueen maastossa

Hajakuormitusriski valuma-alueen maastossa -kartta mallintaa maastossa syntyvää hajakuormitusriskiä eli sitä kuinka todennäköisesti haitalliset aineet kulkeutuvat maastossa valumaveden mukana ja millaisia reittejä pitkin vesi valuu maan pinnalla. Kartta on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 20) ja liitteenä (Liite 5).

Kuva 20 Hajakuormitusriski Myllyojan valuma-alueen maastossa (MML 2023b, 2023d; SYKE 2022). Kartta kuvaa alueita, joilta haitta-aineet kulkeutuvat helposti hulevesien mukana.



Paikallinen riskipiste kuvaa alueita, joilta aines kulkeutuu helposti hulevesien mukana. Mitä tummempi ruutu, sitä enemmän paikallisia riskipisteitä ruudussa on ja sitä todennäköisempää aineksen kulkeutuminen maastossa on. Pintavaluntaviivat kuvaavat niitä reittejä, joita pitkin vesi todennäköisesti maan pinnalla kulkeutuu. Pintavaluntaviivojen analyysissä näkyy kartan keskellä virheellinen tulos kohdassa, jossa viivat näkyvät pitkinä suorina viivoina. Tämä voi johtua siitä, että kyseinen alue on tasaista ja analyysissä on tapahtunut virhe. Pintavaluntaviivat eivät näiltä osin ole totuudenmukaiset. Toisaalta alue on pääsääntöisesti viljeltyä ja salaojitettua peltoaluetta, ja salaojituksen vuoksi alueen valuma ei näiltä alueilta ole muutenkaan pintavaluntaviivojen mukaista.

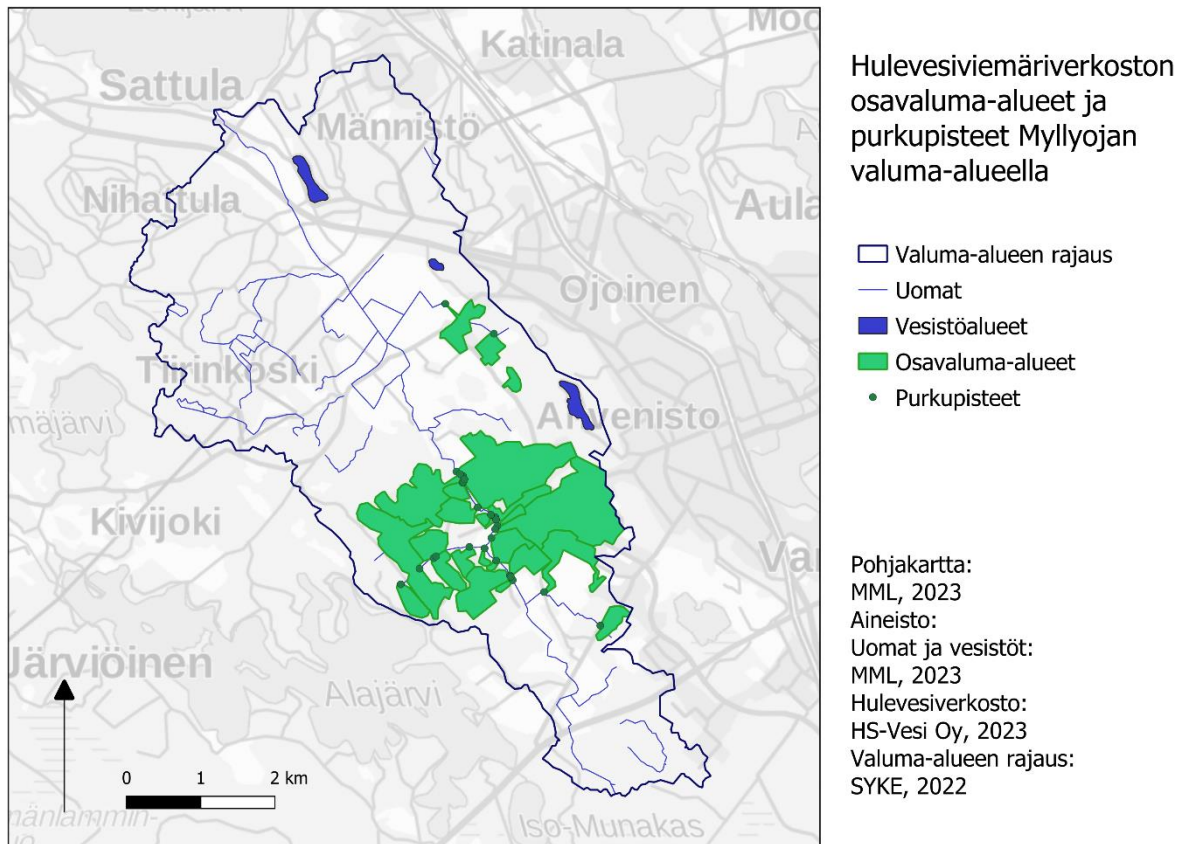
Kartassa näkyvät punaisella ne alueet, joilla hajakuormituksen kulkeutumiselle on maastossa edellytykset ja se, mitä reittejä pitkin kuormitus kulkeutuu vesistöön. Kartalla paikallisen riskin alueena korostuu laajahko yhtenäinen alue valuma-alueen pohjoispuolella, mikä kulkee Ilveskallion alueelta Hakionmäelle. Ainesten kulkeutumisen lisäksi tästä alueesta tekee riskialueen sen sijoittuminen lähelle ojastoa ja paikoin sen kohdalle. Toinen kartalla korostuva yhtenäinen ja laajahko paikallisen riskin alue on valuma-alueen itäpuolella sijaitseva Ahveniston alue. Kartalla huomionarvoista on myös se, että valuma-alueen kaikki kolme pintavesistöä - Armijärvi, Hirvilampi ja Ahvenistonjärvi - ovat paikallisen riskialueen vieressä. Armijärvessä ja Hirvilammissa paikallisen riskin alue sijaitsee vesistöjen sillä puolella, josta valuma kulkeutuu näihin vesiin, ja Ahvenistonjärvi on lähes kokonaan paikallisen riskialueen ympäröimä. Paikallinen riskialue ei vielä yksin kerro, että alueella on riski haitta-ainesten kulkeutumiseen, sillä nämä alueet saattavat olla esimerkiksi metsäisiä alueita, jolloin maastonmuodoista huolimatta riski haitta-aineksen kulkeutumiseen on vähäinen.

#### **5.2.4 Hulevesiviemäröity alue**

Hulevesiviemäröidyn alueen purkupisteiden ja osa-valuma-alueiden rajaaminen on kuvattu luvussa 4.5. HS-Veden karttaotetta verrattiin taustakarttaan ja muuhun aiemmin luotuun aineistoon ja sen pohjalta muodostettiin huleveden osavaluma-alueet. Myllyojan valuma-alueen hulevesiviemäriverkoston osavaluma-alueet on kuvattu seuraavassa kartassa (Kuva 21), joka löytyy myös liitteenä (Liite 6).

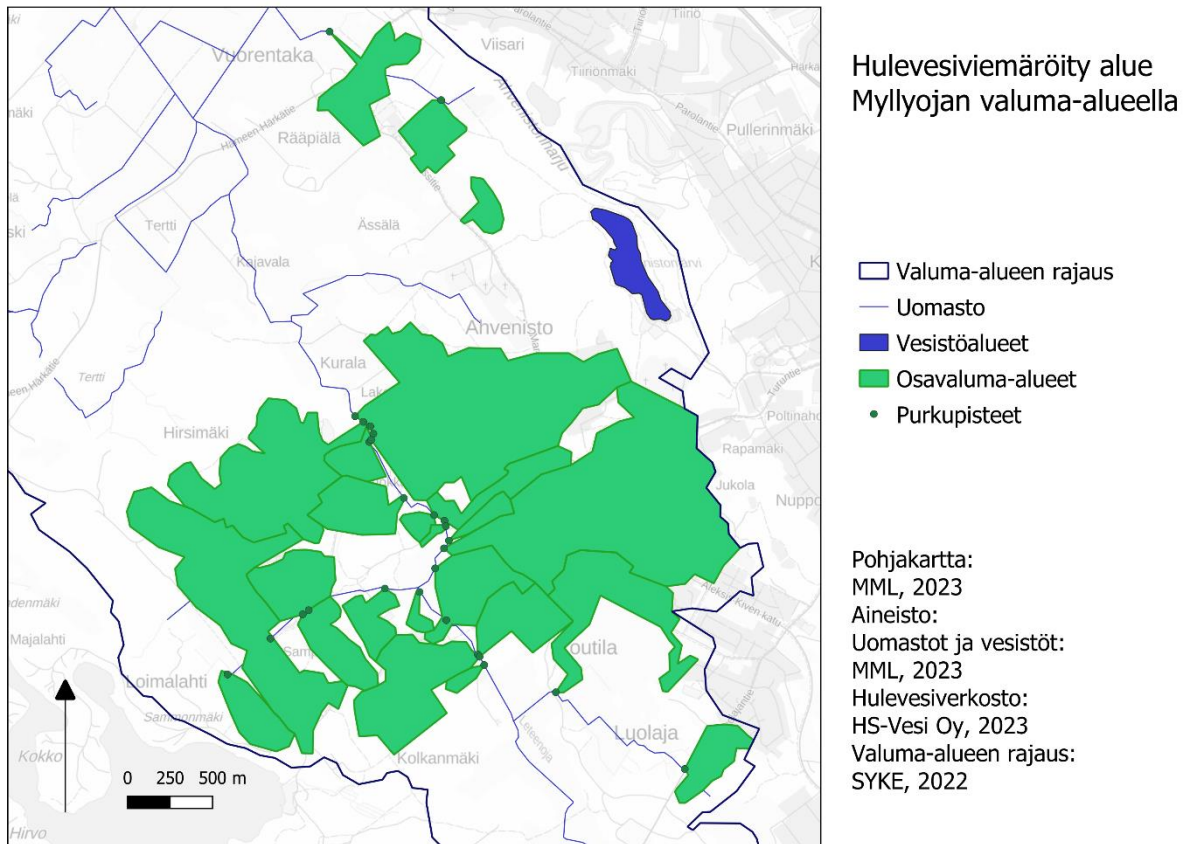


Kuva 21 Hulevesiviemäriverkoston osa-valuma-alueet ja purkupisteen Myllyojan valuma-alueella (HS-Vesi Oy 2023; MML 2023b, 2023d; SYKE 2022). Kartassa näkyy hulevesiviemäriverkoston sijoittuminen suhteessa Myllyojan valuma-alueeseen.



Hulevesiviemäriverkoston osavaluma-alueiden rajaus kulkee melko pitkälti noudattaen tiheästi asuttuja asuinalueita, jotka näkyvät luvussa 2.1 esitetystä kartasta (Kuva 2). Näitä alueita vertaamalla voidaan todeta hulevesien nopean poiskuljettamisen olevan tärkeää erityisesti juuri kyseisillä alueilla. Näillä alueilla on paljon vettä läpäisemätöntä pintaa. Hulevesiviemäröidyn alueen kattavuus on melko pieni koko Myllyojan valuma-alueesta, sillä se on muualta metsä- ja maatalousvaltaista, eikä hulevesiviemäreille ole niillä alueilla samanlaista tarvetta. Alla olevassa kartassa (Kuva 22) näkyy lähemmässä tarkastelussa hulevesiviemäröity alue. Kartta löytyy myös liitteenä (Liite 7).

Kuva 22 Hulevesiviemäröity alue Myllyjojan valuma-alueella (HS-Vesi Oy 2023; MML 2023b, 2023d; SYKE 2022). Kartasta näkyy, että osavaluma-alueiden purkupisteet sijaitsevat uomaston varrella.



Hulevesiviemäröidyn alueen osavaluma-alueita on yhteensä 24 ja purkupisteitä 28. Ero johtuu siitä, että esimerkiksi Ahveniston suunnalta tulevalle isolle osavaluma-alueelle ei pystytty määrittämään vain yhtä purkupistettä tai jakamaan aluetta useampaan pienempään alueeseen. Vaihtelevuutta alueiden koossa on paljon, ja siinä missä pienimmiltä alueilta tulee vain vähäisiä määriä hulevettä tiettyyn purkupisteeseen, isoilta alueilta tulee todennäköisesti huomattavasti suurempi määrä hulevettä, mikä voi aiheuttaa kyseisissä purkupisteissä lisääntyntä kuormitusta. Karttaa tarkastellessa voidaan huomata purkupisteiden sijoittuvan melko lähellä toisiaan ja aiheuttavan näin alueellista riskiä näille omaosuuksille.

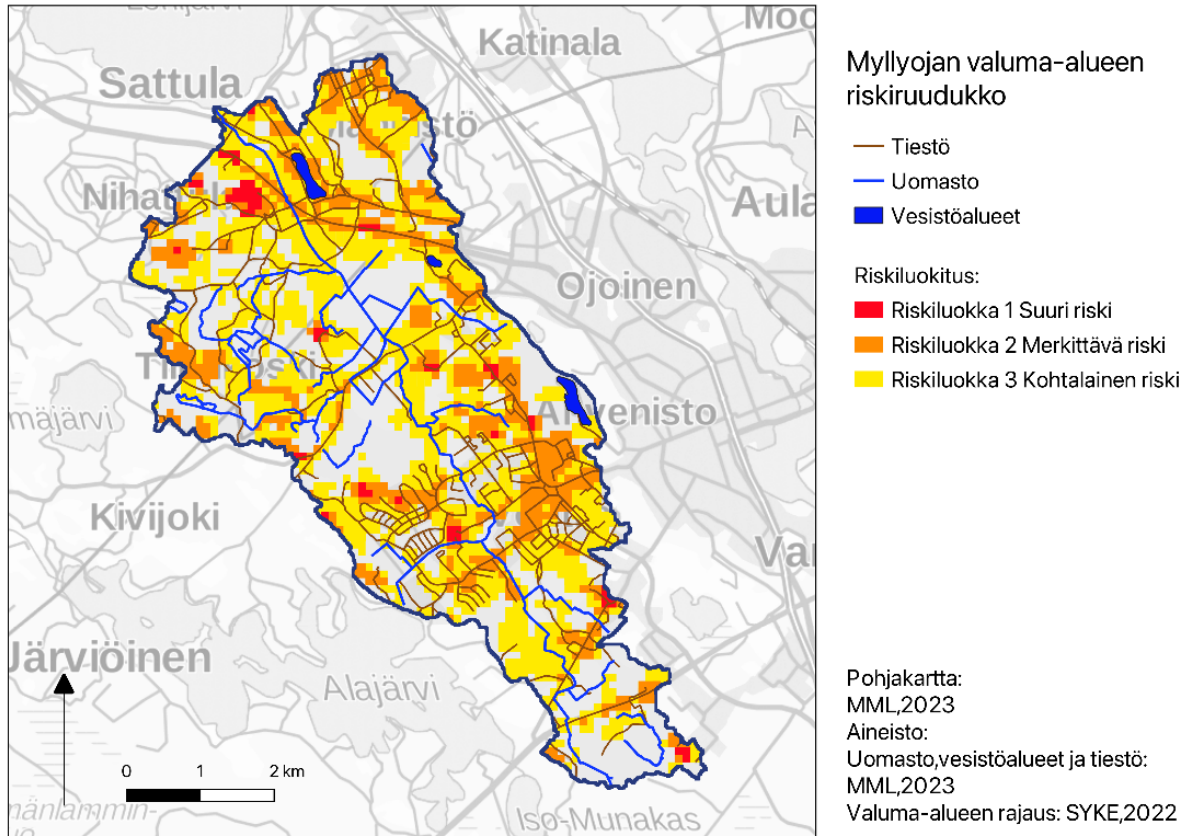
### 5.2.5 Riskiruudukko

Riskiruudukkoon on yhdistetty maastonmuotojen perusteella mallinnettu paikallinen riski sekä luokitellut maanpeite- ja maaperäaineistot. Aineistojen yhdistäminen on kuvattu luvussa 4.8.1. Riskiruudukko luokiteltiin kolmeen riskiluokkaan siten, että jokaisesta siihen yhdistetystä aineistosta valittiin ne arvot tai luokat, joiden arvioitiin aiheuttavan eniten riskiä

hulevesien muodostumiseen ja kulkeutumiseen. Riskiluokituksen tekeminen on esitetty luvussa 4.8.2. Alla olevassa kuvassa on kartta riskiruudukosta ja sen luokituksesta (Kuva 23). Kartta löytyy myös liitteenä (Liite 8).

Kuva 23 Myllyojan valuma-alueen riskiruudukko (MML 2023b, 2023d; SYKE 2022).

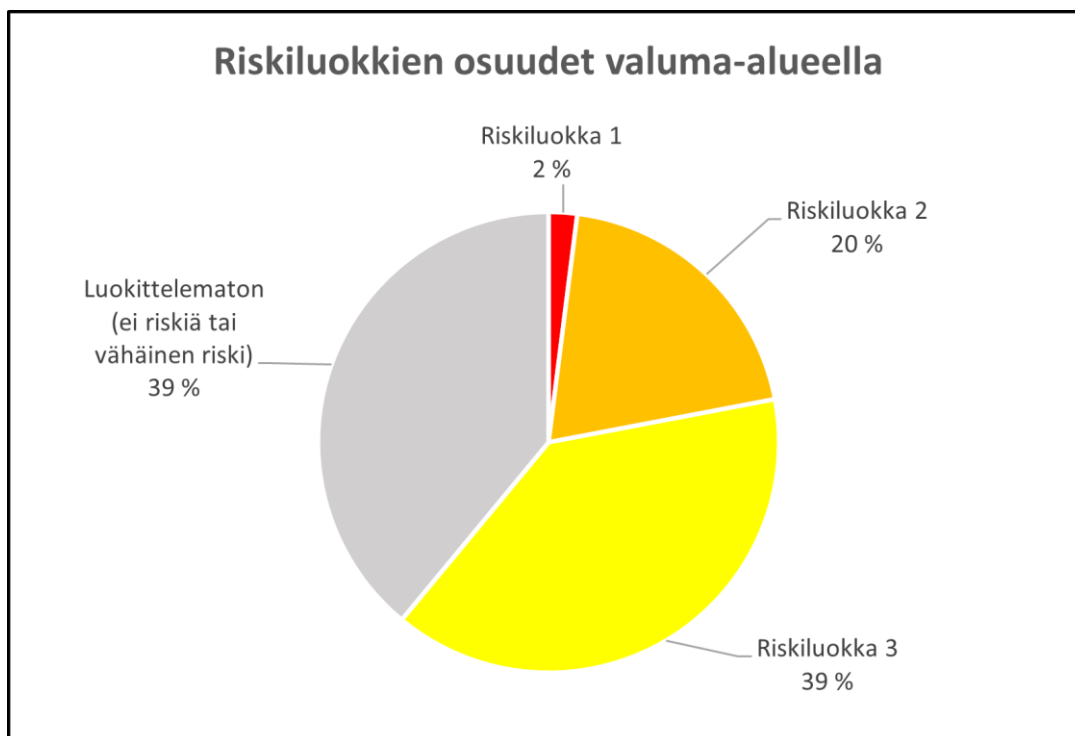
Riskiruudukkokartta kuvaa maastonmuotojen, maanpeitteen ja maaperän yhteisvaikutusta hulevesiriskin muodostumiseen Myllyojan valuma-alueella.



Riskiruudukkokartta (Kuva 23) mallintaa maanpeitteen, maaperän ja maastonmuotojen yhteisvaikutusta hulevesiriskin muodostumiseen valuma-alueella. Kartassa on esitetty tehdyn riskiluokituksen mukaiset riskiluokat ja niiden alueellinen sijoittuminen valuma-alueella. Riskiluokka 1 kuvaa suurta riskiä, ja se on esitetty kartalla punaisella värillä. Suuren riskin alueilla maanpeiteluokka on 1, maaperäluokka 1 ja paikallinen riskipiste yli 150. Nämä alueet ovat pieniä, yksittäisiä alueita, jotka sijaitsevat eri puolilla valuma-alueella. Suuren riskin alueita on valuma-alueella vähiten: vain 0,6 km<sup>2</sup> valuma-alueesta. Riskiluokka 2 kuvaa merkittävää riskiä, ja se on kuvattu kartalla oranssilla värillä. Merkittävän riskin alueilla maanpeiteluokka on 1 ja paikallinen riskipiste yli 150 tai maaperäluokka on 1 ja paikallinen riskipiste yli 150. Näitä alueita on valuma-alueella noin 6,4 km<sup>2</sup>, ja ne mukailevat pitkälti tiestöä ja asuinalueita. Riskiluokka 3 kuvaa kohtalaista riskiä, ja se on esitetty kartalla keltaisella värillä. Kohtalaisen riskin alueilla maanpeiteluokka on 1 ja paikallinen riskipiste alle

150 tai maaperäluokka on 1 ja paikallinen riskipiste alle 150 tai maanpeiteluokka on 2 ja paikallinen riskipiste yli 150. Näitä alueita on valuma-alueella eniten – ne kattavat noin 13 km<sup>2</sup> valuma-alueesta. Kohtalaisen riskin alueet muodostavat suhteellisen laajoja alueita ja jakaantuvat aika tasaisesti koko valuma-alueelle. Lisäksi kohtalaisen riskin aluetta on laajalti Myllyojan varrella. Riskialueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 20 km<sup>2</sup> eli lähes kaksi kolmasosaa koko valuma-alueesta. Vähintään kohtalaista hulevesiriskiä muodostuu siis laajalle alueelle ja ympäri valuma-alueita. Riskiluokkien osuuksia valuma-alueen pinta-alasta on havainnollistettu kaaviolla alla olevassa kuvassa (Kuva 24).

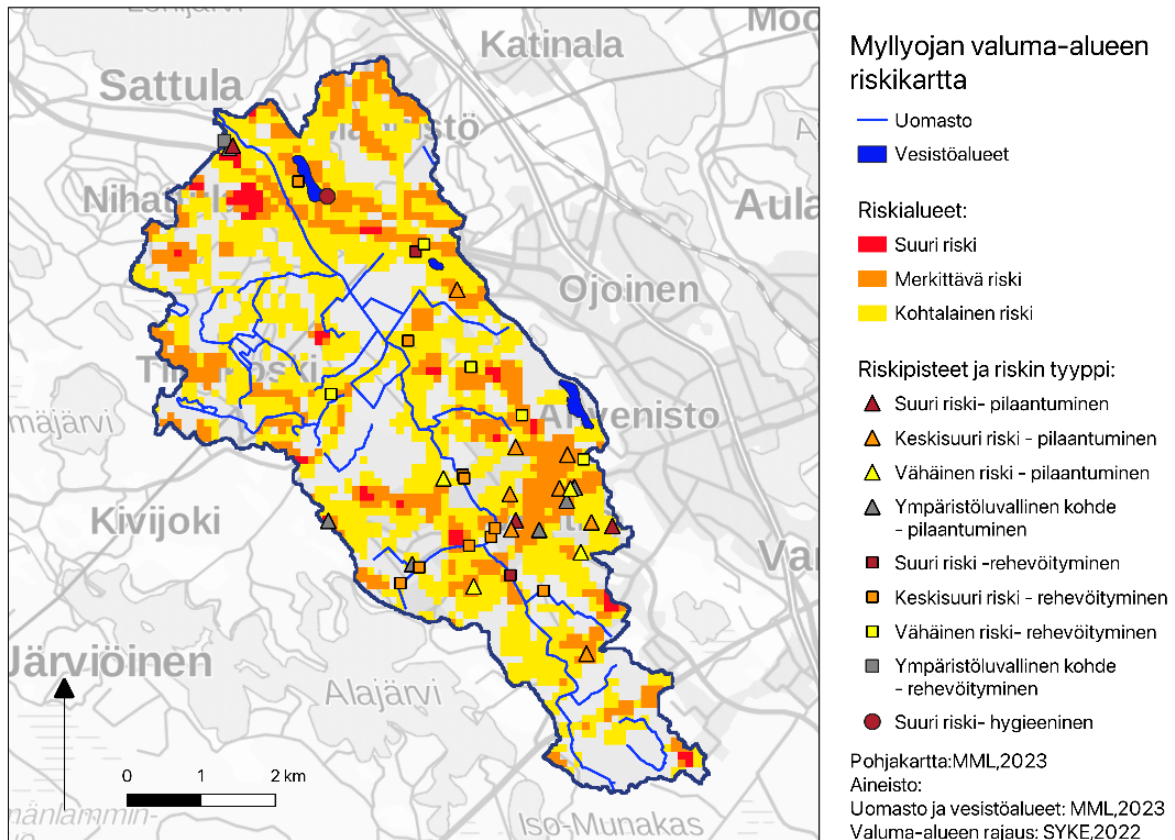
Kuva 24 Riskiluokkien osuudet valuma-alueella. Kaaviosta näkyy eri riskiluokkien ja luokittelemattoman alueen (ei riskiä tai vähäinen riski) suhteelliset osuudet valuma-alueen pinta-alasta.



### 5.3 Valuma-alueen riskikartat

Valuma-alueen hulevesiriskien kokonaistarkastelua varten tuotettiin kartta, johon on yhdistetty valuma-alueen riskiruudukko ja valuma-alueella sijaitsevat pistemäiset riskikohteet. Tämä valuma-alueen riskikartta on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 25) ja liitteenä (Liite 9). Kartta kuvaa pistemäisten riskikohteiden sijaintia suhteessa alueelliseen riskiin. Sekä alueelliset että pistemäiset riskit on luokiteltu hulevesiriskin vakavuuden mukaan kolmeen eri luokkaan.

Kuva 25 Myllyojan valuma-alueen riskikartta (MML 2023b, 2023d; SYKE 2022). Kartta kuvaa valuma-alueen alueellisia ja pistemäisiä hulevesiriskikohteita.



Kartalla (Kuva 25) riskien vakavuutta kuvataan väriskaalalla ja pistemäisten kohteiden riskityyppiä erilaisilla symboleilla; pilaantumista kuvaa kolmio, rehevöitymistä neliö ja hygieenistä riskiä ympyrä. Ympäristöluvalliset pistemäiset kohteet on merkitty omana luokkana, sillä ympäristöluvan saadakseen kohteista on jo tehty omat, toimialakohtaiset riskiarviot. Pistemäisistä riskikohteista on kartalla jätetty pois maatalouden pistekohteet päällekkäisyyksien välttämiseksi, sillä maatalousalueet on huomioitu riskiruudukossa maanpeiteaineiston luokituksen kautta. Näiden pisteiden poistamisen jälkeen pistemäisiä riskikohteita on kartalla yhteensä 42 kappaletta, ja ne ovat esimerkiksi yrityksiä, ylivuotoputkia ja hulevesiverkoston purkupisteitä.

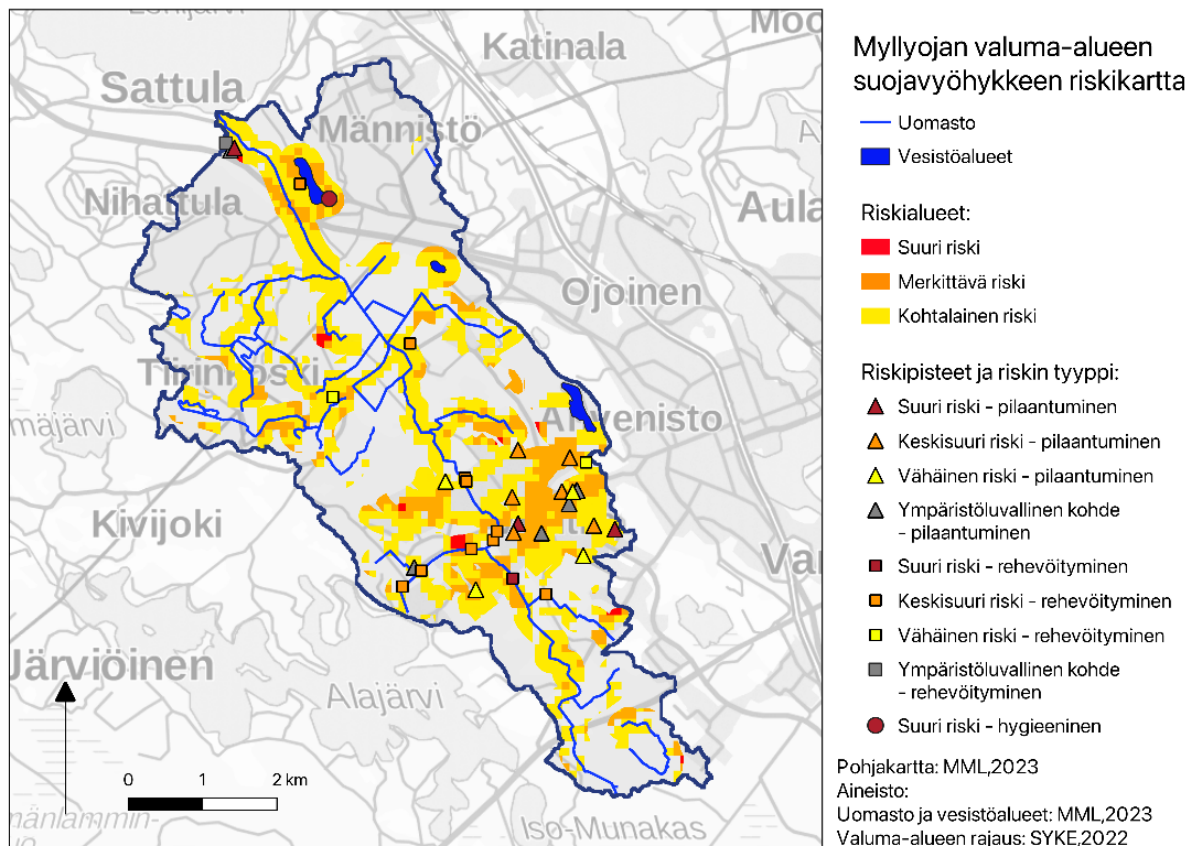
Kartasta näkyy, että suurin osa riskipisteistä – yhteensä 35 kappaletta – sijoittuu vähintään merkittävän riskin alueille. Valuma-alueella on riskipisteistä ja riskialueista muodostuvia päällekkäisiä riskitekijöitä, ja on oletettavaa, että pistemäisistä riskikohteista syntyvä mahdollinen kuormitus kulkeutuu maastossa helposti hulevesien mukana. Suuri osa pistemäisistä kohteista sijoittuu taajamiin tai tiheimmin asutuille alueille. Nämä rakennetut alueet muodostavat myös korkeamman alueellisen riskin esimerkiksi maankäytön ja vesien

suodattumisen osalta. Taajama-alueet siis korostuvat kartalla yhtenäisenä riskialuekokonaisuutena.

Kartalla sekä alueiden että pistemäisten kohteiden vakavuutta kuvataan väriskaalalla, jossa punainen on suuri, oranssi merkittävä ja keltainen kohtalainen riski. Pistemäisten kohteiden aiheuttamat riskityypit on eroteltu erilaisilla symboleilla, pilaantumista kuvaa kolmio, rehevöitymistä neliö ja hygieenistä riskiä ympyrä. Ympäristöluvalliset pistemäiset kohteet on merkitty omana luokkana, sillä ympäristöluvan saadakseen kohteista on jo tehty omat, toimialakohtaiset riskiarviot. Sijoittamalla riskipisteet alueellista riskiä kuvaavan ruudukon päälle, voidaan suoraan nähdä mitkä pisteistä sijaitsevat suuren tai merkittävän riskin alueella.

Alla olevassa Myllyojan valuma-alueen suojavyöhykkeen riskikartassa on kuvattu vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhykkeellä sijaitsevat riskialueet ja pistemäiset riskikohteet (Kuva 26). Kartta löytyy myös liitteenä (Liite 10). Kartta on luotu leikkaamalla valuma-alueen riskiruudukko ja pistemäiset riskikohteet suojavyöhykkeen mukaisesti.

Kuva 26 Myllyojan valuma-alueen suojavyöhykkeen riskikartta (MML 2023b, 2023d; SYKE 2022). Kartassa on kuvattu vesistöjen ja hulevesiverkoston suojavyöhykkeellä sijaitsevat riskialueet ja pistemäiset riskikohteet.



Huomattavan riskin muodostavat ne riskialueet ja -pisteet, jotka sijoittuvat ojaston ja vesistöjen lähelle. Tällä alueella sijaitsevat riskit ovat erityisen merkittäviä vesistöjen kannalta, sillä mitä lähempänä vesistöjä ja uomia ollaan, sen huonommin haitta-aineet suodattuvat maaperään ennen vesistöihin päättymistä. Suojavyöhykkeessä on huomioitu ojastolle ja vesistöille 200 m suojavyöhyke ja Ahvenistonjärvelle 500 m vyöhyke. Lisäksi suojavyöhykkeeseen on lisätty hulevesiverkoston osa-valuma-alueet, sillä näiltä alueilta hulevedet voivat valua viemäriverkostoa pitkin käsittelemättöminä suoraan purkupisteeseen pitkältikin matkalta. Suojavyöhykkeen yhteenlaskettu pinta-ala on noin 20 km<sup>2</sup> ja suojavyöhykkeelle sijoittuvan riskialueen pinta-ala on noin 11 km<sup>2</sup>.

Pistemäisistä riskeistä 34 kappaletta sijaitsee suojavyöhykkeellä. Alueen vesistöistä kaksi – Armijärvi ja Hirvilampi – ovat kokonaan riskialueen ympäröimiä, ja Armijärven rannan tuntumassa on kaksi pistemäistä riskikohdetta. Merkittävän hygieenisen riskin aiheuttaa kartan pohjoisosassa näkyvä viemäriverkoston ylivuotoputki Armijärven rannalla. Ylivuototilanteen sattuessa vesistöön voi päästä haitallisia mikrobeja, ravinteita, lääkkeitä,

kiintoainesta tai mikromuoveja. Suojavyöhykkeellä sijaitsevat rehevöitymiselle altistavat riskipisteet ja -alueet voivat entisestään lisätä Lehijärven luontaisesti runsasta rehevyyttä.

## 6 Toimenpide-ehdotukset

Maatalouskohteista tulisi toteuttaa tarkempi ja yksityiskohtaisempi kartoitus vierailujen, sekä mahdollisesti haastattelujen avulla. Näin voitaisiin selvittää eläinsuojien määrät, viljeltyt kasvit, laidunalueet ja eläinten lajit sekä määrä alueilla. Maatalouskohteista saadun tarkemman tiedon perusteella voitaisiin edelleen selvittää alueilta huuhtoutuvien ravinteiden laatua ja määrää, sekä muita hulevesiriskejä aiheuttavia tekijöitä. Myös metsätalouskohteiden tarkempi selvittäminen metsänhoitotoimenpiteiden osalta tulisi toteuttaa, sillä metsänhoitotoimenpiteillä voi olla merkittäviä vaikutuksia kiintoaineiden huuhtoutumiseen, sekä ravinnekuormitukseen. Yleisesti tarkempi kohdekohtainen tarkastelu voisi olla kannattavaa, jotta tämän projektin aikana toteutettu riskinarviointi voitaisiin varmentaa. Kohdennettu viestintä alueen eri toimijoille erilaisin esittein tai oppain lisäisi tietoutta hulevesien hallinnan merkityksestä. Varsinkin sellaisille toimijoille, joiden toiminnasta voidaan todeta syntyvät suurimmat hulevesirismit, tulisi kohdistaa tiedottavaa viestintää. Viestinnälle otollisia tahoja saataisiin selville tarkemmilla kohdekohtaisilla selvityksillä.

Hulevesien hallintatoimien tarkastelu olisi hyvä aloittaa riskikartalla korostuvilta asuinalueilta. Tässä projektissa ei pystytty huomioimaan sitä, millaisia huleveden hallintatoimia alueella on, joten nykyiset huleveden hallintatoimet riskialueena korostuvilla asuinalueilla tulisi selvittää. Lisäksi tulisi selvittää, millaisin keinoin hallintatoimia voisi alueella kehittää, jotta hulevesien hallinta tapahtuisi ensisijaisesti hulevesien syntypaikalla. Valuma-alueen kolmesta vesistöalueesta Armijärven ja Hirvilammen ympäristöt ja suojavyöhykkeet ovat kokonaan riskialuetta, minkä lisäksi Armijärven rannan tuntumassa on kaksi pistemäistä riskikohdetta. Näiden vesistöjen tila tulisi selvittää, ja sitä tulisi aktiivisesti seurata.

Hulevesien purkupisteiden osalta kohteiden tarkastaminen maastossa on suositeltavaa. Projektin maastokäynneillä kaikkia hulevesien urkuputkia tai -pisteitä ei päästy tarkastamaan haastavien maasto-olosuhteiden vuoksi, eikä kaikkia hulevesien purkuputkia pystytty paikantamaan. Myös hulevesiputkien rinnalla tutkittujen jätevesien ylivuotoputkien kohdalla maastotarkastelua suositellaan. Osa ylivuotoputkien purkuluukuista oli kasvillisuuden ympäröimää, mikä saattaa vaikuttaa putkien asianmukaiseen toimintaan. Lisäksi tulisi tarkastella hulevesien purkuputkien ja jätevesien ylivuotoputkien keskinäisiä suhteita.



Joissain paikoin hulevesiputki ja jätevesien purkuputki sijaitsivat niin lähellä toisiaan, että riskinä on vesien sekoittuminen. Laajempaa kunnan ja vesihuoltoyhtiön välistä yhteistyötä, sekä suunnittelua vaativana toimenpide-ehdotuksena esitetään, että tulvaherkillä alueilla, kuten Myllyojan varrella sijaitsevien jätevesien ylivuotoputkien kohdalla harkittaisiin purkupisteen siirtämistä tulvariskiltä suojaisampiin kohteisiin. Tulva-alttiille ylivuoto- ja hulevesiputkille voitaisiin harkita myös jonkinlaisia suojarakenteita, jotka rajoittaisivat sulamisvesistä aiheutuvia tulvahaittoja (Suomen Kuntaliitto, 2012, s.291). Myllyojan alueen tulvat vaikuttavat kuormitukseen ja lisäävät riskiä myös tässä projektissa osoitettujen riskialueiden ulkopuolella, joten nyt laadittua aineistoa tulisi tarkastella yhdessä alueellisen tulvaselvityksen kanssa. Mikäli alueella ei ole tehty tulvaselvitystä, se olisi hyvä tehdä, sillä se tukisi ja syventäisi tämän projektin tuloksia.

Riskianalyysin teko tämän projektin osalta oli menetelmän kehittämistä, eikä käytössä olleiden resurssien vuoksi kaikkia ilmi tulleita parannusehdotuksia pystytty projektin puitteissa toteuttamaan. Projektissa toteutettua menetelmää voisi parantaa ja kehittää, mikäli samanlaista menetelmää haluttaisiin soveltaa toisille alueille tai tämän projektin tiimoilta olisi tarpeen tehdä muutoksia tai jatkokehittelyä. Riskiruudukon koon pienentäminen mahdollistaisi tarkemman tiedon kunkin alueen maanpeitteestä ja maaperästä. Eri valinnat aineistojen yhdistämisessä riskiruudukkoon vaikuttaisi lopputuloksena syntyvään aineistoon niin, että sen käsittely myöhemmissä analyyseissä olisi helpompaa. Lisäksi olisi tarpeen arvioida, tulisiko tasaisen maaston maanviljelysalueet huomioida riskiä aiheuttavana tekijänä riskiluokituksessa.

## **7 Johtopäätökset**

Projektityön opiskelijaosuus toteutettiin yhden periodin aikana, mikä rajoitti työskentelyyn käytettävissä olevaa aikaa melko paljon. Projektin tiimoilta toteutettiin yleisluontoinen hulevesiriskien kartoitus, riskitietokanta ja alueriskiluokitukset asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Rajallisten resurssien vuoksi riskitietokantaan ei koottu kaikkia alueen hulevesiriskikohteita, eikä pistemäisten riskikohteiden osalta suoritettu laajoja selvityksiä osavaluma-aluekohtaisista hulevesikuormista, hulevesien laadusta, maatalousalueiden tarkemmasta käytöstä, ym. riskinarviointiin vaikuttavista tekijöistä. Alueriskien osalta tässä analyysissä ulkopuolelle jäivät tasaisessa maastossa sijaitsevat maanpeiteluokan 2 alueet eli esimerkiksi tasaiset maanviljelysmaat. Ravinteiden leviämiseen voi olla vaikutusta esimerkiksi peltojen ja laidunmaiden salaojituksilla, joita tässä analyysissä ei pystytty huomioimaan. Projektin tiiviin luonteen vuoksi riskianalyysien tekoa opittiin samalla kun työtä

edistettiin, ja johtopäätökset perustuvat kyseisen projektin työskentelyyn ja tuloksiin. Riskiluokittelu perustuu opiskelijoiden arvioon eikä se ole aukoton.

Lopullisessa tarkastelussa todettiin, että pistemäiset riskikohteet sijoittuvat pääosin taajama-alueille, joissa korostuu myös laaja merkittäväksi luokiteltu riskialue. Pistemäisistä riskikohteista suurin osa sijaitsee kartan riskialueilla. Alueen hulevesiverkosto on pääsääntöisesti riskialuetta, ja hulevedet voivatkin aiheuttaa alueella monenlaisia riskejä etenkin tulva-aikoina. Tässä projektissa ei huomioitu sitä, millaisin keinoin hulevesien hallintaa nykytilanteessa toteutetaan ja miten se vaikuttaa nyt tehtyyn riskialueiden luokitteluun. Erityisen suuren riskin muodostavat ojaston ja vesistöalueiden suojavyöhykkeelle osuvat riskialueet ja riskipisteet. Hulevesiriskejä voidaan pienentää esimerkiksi syntypaikalla tapahtuvilla toimenpiteillä, joiden avulla hulevesiverkoston päätyvän huleveden määrää saadaan vähennettyä ja sen laatua parannettua. Valuma-alueen taajama-alueet ovat jo laajalti aluekuivatusjärjestelmän piirissä, mikä korostaa hulevesirisken ennaltaehkäisyn ja poistamisen tärkeyttä. Hulevesien pidättäminen imeyttämällä ja haihduttamalla ovat ensisijaisia keinoja pienentää hulevesikuormaa. Jo pienet paikalliset kasvipeitteiset alueet lisäävät veden imeytymistä, sekä haihduttaa. Viivyttämällä saavutetaan paitsi määrällistä, myös ravinteita ja kiintoainesta pidättävää hyötyä. Viivyttämistä voidaan luontevasti toteuttaa ojien ja uomien muotoilun avulla, esimerkiksi lisäämällä pohjan padotusta tai porrastuksia luonnonkivillä. Lisäksi päällysteiden valinnalla voidaan vaikuttaa niiden vedenläpäisykykyyn. (Suomen Kuntaliitto, 2012, ss. 20–21, 285–289, 157–161)

OLO-hankkeen tavoitteena on lisätä aihepiiriin liittyvää osaamista. Tämä projekti onkin osaltaan vastannut tähän tavoitteeseen. Kolmen tiimin yhteistyönä toteutetussa tutkimusprojektissa on vastattu asetettuihin tutkimuskysymyksiin ja lopputuloksena on saatu laajaa tietoa Myllyojan valuma-alueen hulevesiriskeistä, sekä luotu uudenlaista tietokanta-aineistoa. Riskitietokanta mahdollistaa jatkotutkimuksissa ilmenevien riskikohteiden lisäämisen, jolloin sitä voidaan yhdessä alueriskiluokitusten kanssa hyödyntää tulevien hankkeiden suunnitteluvaiheessa

## Lähteet

Ahveniston sairaala. (n.d.). *Ahveniston sairaala – tuttavallisemmin Assi*. Haettu 8.10.2023 osoitteesta <https://ahvenistonsairaala.fi/>

Ely-keskukset. (23.2.2023). *Lehijärvi*. <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/suojelu-ennallistaminen-ja-luonnonhoito/natura-2000-alueet/lehijarvi>

GTK. (n.d.). *Maalajien ominaisuudet ja soveltuvuus eräisiin käyttötarkoituksiin*. Geologian tutkimuskeskus. <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvat/maalajiominaisuudet.pdf>

GTK. (19.11.2021). *Maaperä 1:20 000 / 1:50 000* [paikkatietoaineisto]. Geologian tutkimuskeskus. [https://hakku.gtk.fi/fi/locations/search?location\\_id=1](https://hakku.gtk.fi/fi/locations/search?location_id=1)

HAMK. (n.d.). *OLO – Opitaan lisää ojista*. <https://www.hamk.fi/projektit/olo-opitaan-lisaa-ujista/#perustiedot>

HAMK. (2023). *HULveveden hallinta kaupunkiVALuma-aluelähtöisessä Turvallisuussuunnittelussa*. HULVATTU-hankkeen loppuraportti. [https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2021/09/Hulvattu\\_loppuraportti.pdf](https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2021/09/Hulvattu_loppuraportti.pdf)

HS-Vesi. (9.9.2022). *Vesiensuojelun tehostamisohjelma -Kaupunkivesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen, viemärylivuodot*. Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy. [https://hsvesi.fi/app/uploads/2022/09/Loppuraportti\\_HS-Vesi\\_9.9.2022.pdf](https://hsvesi.fi/app/uploads/2022/09/Loppuraportti_HS-Vesi_9.9.2022.pdf)

Hämeenlinnan kaupungin karttapalvelu. (23.9.2023). *Hämeenlinnan kaupungin karttapalvelu*. <https://kartta.hameenlinna.fi/ims/>

Hämeenlinnan kaupunki. (10.10.2011). *Hämeenlinnan kaupungin ympäristönsuojelumääräykset*. [https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/02/Ymparistonsuojelumaaraykset\\_1.11.2011.pdf](https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/02/Ymparistonsuojelumaaraykset_1.11.2011.pdf)

Hämeenlinnan kaupunki. (2018). *Hämeenlinnan hulevesitulvariskiarvion päivitys vuonna 2018*. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 37. <https://www.hameenlinna.fi/wp->

[content/uploads/2019/02/Hameenlinnan-hulevesitulvariskiarvion-paivitys-vuonna-2018\\_raportti.pdf](https://www.hameenlinna.fi/content/uploads/2019/02/Hameenlinnan-hulevesitulvariskiarvion-paivitys-vuonna-2018_raportti.pdf)

Hämeenlinnan kaupunki. (23.2.2023). *Maan ja lumen vastaanotto*.

<https://www.hameenlinna.fi/asuminen-ja-ymparisto/kadut-ja-liikenne/maan-ja-lumen-vastaanotto/>

Joensuu, S., Kauppila, M., Lindén, M. & Tenhola, T. (2019). *Metsänhoidon suositukset vesiensuojeluun, työopas*. Tapion julkaisuja. [https://tapio.fi/wp-](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-vesiensuojeluun-TAPIO-2019.pdf)

[content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-vesiensuojeluun-TAPIO-2019.pdf](https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-vesiensuojeluun-TAPIO-2019.pdf)

Jyväskylän yliopisto. (2015). *Empiirinen tutkimus*.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategia/t/empiirinen-tutkimus>

Järvi-meriwiki. (29.9.2021). *Lehijärvi (35.237.1.001)*.

[https://www.jarviwiki.fi/wiki/Lehij%C3%A4rvi\\_\(35.237.1.001\)](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Lehij%C3%A4rvi_(35.237.1.001))

Kaisto, T. (2016). *Myllyojan vesien laatu ja määrä. Kaupunkialueen vaikutus veden laatuun, Vuorentaan laskeutusaltaiden toiminta ja hulevesien hallinta* [opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605025892>

Lehijärven suojeluyhdistys. (n.d.). *Lehijärvi pähkinänkuoressa*.

<https://lehijarvi.blogspot.com/p/lehijarvi-pahkinankuoressa-pinta-ala-on.html>

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto. (25.06.2021). *Maatalouden vesiensuojelu*.

<https://www.mtk.fi/-/maatalouden-vesiensuojelu>

Mattila, M. (9.12.2020). *Hämeenlinnan Vuorentaan vanhan kyläkaatopaikan tarkkailu vuonna 2020*. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusraportti nro 1287/20. 4 s.

MML. (n.d.). *Korkeusmalli 2 m* [paikkatietoaineisto]. Maanmittauslaitos.

<https://www.maanimittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m>

- MML. (2023a). *Maastokartta (rasteri) 1:100 000* [paikkatietoaineisto]. Maanmittauslaitos.  
Haettu 4.10.2023 osoitteesta  
<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaiikka/tiedostopalvelu>
- MML. (2023b). *Taustakarttasarja (rajapinta-aineisto)* [paikkatietoaineisto]. Maanmittauslaitos.  
<https://kartat.kapsi.fi/#Taustakarttasarja>
- MML. (2023c). *Taustakartta (rasteri) 1:5 000* [paikkatietoaineisto]. Maanmittauslaitos. Haettu  
4.9.2023 osoitteesta  
[https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaiikka/tiedostopalvelu/taustakartta\\_rasteri](https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaiikka/tiedostopalvelu/taustakartta_rasteri)
- MML. (2023d). *Maastokartta (vektori) 1:100 000* [paikkatietoaineisto]. Maanmittauslaitos.  
Haettu 29.8.2023 osoitteesta  
<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaiikka/tiedostopalvelu>
- Niskanen, A-M. (31.1.2018). *Viemärivereden vuoto Hämeenlinnassa vaikuttaa Hattulassa asti*.  
Yle. <https://yle.fi/a/3-10051887>
- Nurhonen, N. (2015). *Hulevesien hallinnan tila ympäristölupavollisissa laitoksissa*  
[diplomityö, Tampereen yliopisto]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202002091964>
- Orkoneva, A., Valtanen, M. & Luxton, J. (2023). *Huleveden laadullisten riskikohteiden  
tunnistaminen - Ohje kunnille*.  
[http://www.itamerihaaste.net/files/2852/Huleveden\\_laadun\\_riskitarkastelu\\_kunnille\\_2023.pdf](http://www.itamerihaaste.net/files/2852/Huleveden_laadun_riskitarkastelu_kunnille_2023.pdf)
- QGIS. (4.10.2023). *QGIS Vapaa avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto*.  
<https://www.qgis.org/fi/site/>
- QGIS Documentation. (9.12.2020). *14.2. Lesson: Kartan georeferointi*.  
[https://docs.qgis.org/3.10/fi/docs/training\\_manual/forestry/map\\_georeferencing.html](https://docs.qgis.org/3.10/fi/docs/training_manual/forestry/map_georeferencing.html)
- Ritari, H. (2.2.2023). *Hämeenlinnan velvoitetarkkailu 2022 – Vuorentaan vanha  
kyläkaatopaikka*. WSP Finland Oy. Tutkimusraportti 370233\_2000 REV: A0.
- SAGA. (n.d.). *SAGA-GIS Module Library Documentation (v2.2.5)*. [https://saga-gis.sourceforge.io/saga\\_tool\\_doc/2.2.5/sim\\_hydrology\\_4.html](https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/2.2.5/sim_hydrology_4.html)

SCIMAP. (n.d.). *Diffuse Pollution and Flood Water Source Mapping*. SCIMAP.

<https://scimap.org.uk/>

Setälä, O., Hakala, O., Lehtiniemi, M., Pankkonen, P., Sainio, E. & Tirroniemi, J. (2022).

*Kumirouheen kulkeutuminen jalkapallokentiltä ympäristöön*. Suomen

ympäristökeskuksen raportteja, (24). <http://hdl.handle.net/10138/344042>

Suomen Kuntaliitto. (2012). *Hulevesiopas*. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481->

[hulevesiopas](https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas)

Suomen pakkauskierrätys Rinki Oy. (n.d.). *Rinki-ekopisteet*. Haettu 8.10.2023 osoitteesta

<https://rinkiin.fi/lajittelu-kotona/ekopisteet/>

Suomen ympäristökeskus. (2022a). *Pohjavesialueet*.

<https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesialueet/>

Suomen ympäristökeskus. (2022b). *Hulevesien ympäristöriskit*.

<https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-ymparistoriskit/>

SYKE. (14.11.2012). *Uomaverkosto* [paikkatietoaineisto]. Suomen ympäristökeskus. Haettu

4.10.2023 osoitteesta <https://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/latauspalvelu.html>

SYKE. (26.3.2019). *Corine maanpeite 2018, 20 m* [paikkatietoaineisto]. Suomen

ympäristökeskus. Haettu 6.9.2023 osoitteesta <https://www.syke.fi/fi->

[FI/Avoin tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat paikkatietoaineistot](https://www.syke.fi/fi-Fi/Avoin%20tieto/Paikkatietoaineistot/Ladattavat%20paikkatietoaineistot)

SYKE. (6.11.2020). *RUSLE-eroosiomalli 2018* [paikkatietoaineisto]. Suomen

ympäristökeskus. <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/rusle-eroosiomalli-2018>)

SYKE. (16.11.2021a). *Pohjavesialueet* [paikkatietoaineisto]. Suomen ympäristökeskus.

Haettu 4.10.2023 osoitteesta <https://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/latauspalvelu.html>

SYKE. (11.03.2021b). *Uomien valuma-alueet* [paikkatietoaineisto]. Haettu 29.9.2023

osoitteesta <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>

- SYKE. (1.2.2022). *VALUE - valuma-alueen rajaustyökalu*. Suomen ympäristökeskus.  
[https://www.syke.fi/fiFI/Tutkimus\\_kehittaminen/Vesi/Tietoaineistot\\_ja\\_jarjestelmat/Valumaaluejarjestelma/VALUE\\_valumaalueen\\_rajaustyokalu](https://www.syke.fi/fiFI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Tietoaineistot_ja_jarjestelmat/Valumaaluejarjestelma/VALUE_valumaalueen_rajaustyokalu)
- Talvio, S. (2018). *Koirien jätökset ympäristöongelmana Helsingissä* [pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201808223000>
- Valtanen, M., Paavilainen, P., Jalonen, J., Sopanen, S., Suvanto, S. & Haapalainen, J. (2023). *Selvitys hulevesien laadusta*. Suomen kuntaliitto ry.  
<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2023/2220-selvitys-hulevesien-laadusta>
- Valtioneuvoston asetus maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista 214/2007. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2007/20070214>
- Vesi.fi. (1.2.2022). *Hulevesien ympäristöriskit*. <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-ymparistoriskit/>
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

## Liite 1. Excel-tietokanta pistemäisistä riskikohteista

Teemajaottelu	Kuormituslähde (Yrityksen nimi, jos tiedossa tai alue)	Koordinaatit N	Koordinaatit E	Mahdolliset haitta-aineet	Riskityyppi	Riskityyppi numero	Riskiluokitus
Eläinsuojat	Hevostalli (Pajulan Pollet)	6768083	356528	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, hygieeninen	2	2
Eläinsuojat	Kotieläinpiha/hevostalli (Kissankulman eläinpiha)	6765929	358009	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, hygieeninen	2	2
Eläinsuojat	Eläinsuoja (Hirvilammen luomu)	6767134	358111	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, hygieeninen	2	1
Eläinsuojat	Kotieläintila (Tiirinkosken tehdas)	6765207	356970	ravinteet, haitalliset mikrobit	rehevöityminen	2	3
Huoltamot ja jakeluasemat	Huoltoasema (Neste Oyj)	6763766	360151	kemikaalit	pilaantuminen	3	4
Huoltamot ja jakeluasemat	Huoltoasema (ABC Hämeenlinna S-Market Jukola)	6763950	360254	kemikaalit	pilaantuminen	3	3
Huoltamot ja jakeluasemat	Huoltoasema (SEO Hattula)	6768535	355591	kemikaalit, mikromuovit, raskasmetallit, kiintoaines	pilaantuminen	3	4
Jätehuollon kohteet	Aluekeräyspiste (Rinki Oy Ahvenistontie 13)	6763943	360259	roskat, mikromuovi, muut metallit, kemikaalit	pilaantuminen	3	4
Jätehuollon kohteet	Aluekeräyspiste (Rinki Oy Karhitie 2)	6763369	359780	roskat, mikromuovi, muut metallit, kemikaalit	pilaantuminen	3	4
Jätehuollon kohteet	Kaatopaikka (Vuorentaan vanha kyläkaatopaikka)	6766619	358671	kemikaalit, roskat, mikromuovit	pilaantuminen	3	2
Jätehuollon kohteet	Aluekeräyspiste (Rinki Oy Sammonojantie 11)	6762908	358065	roskat, mikromuovi, muut metallit, kemikaalit	pilaantuminen	3	4



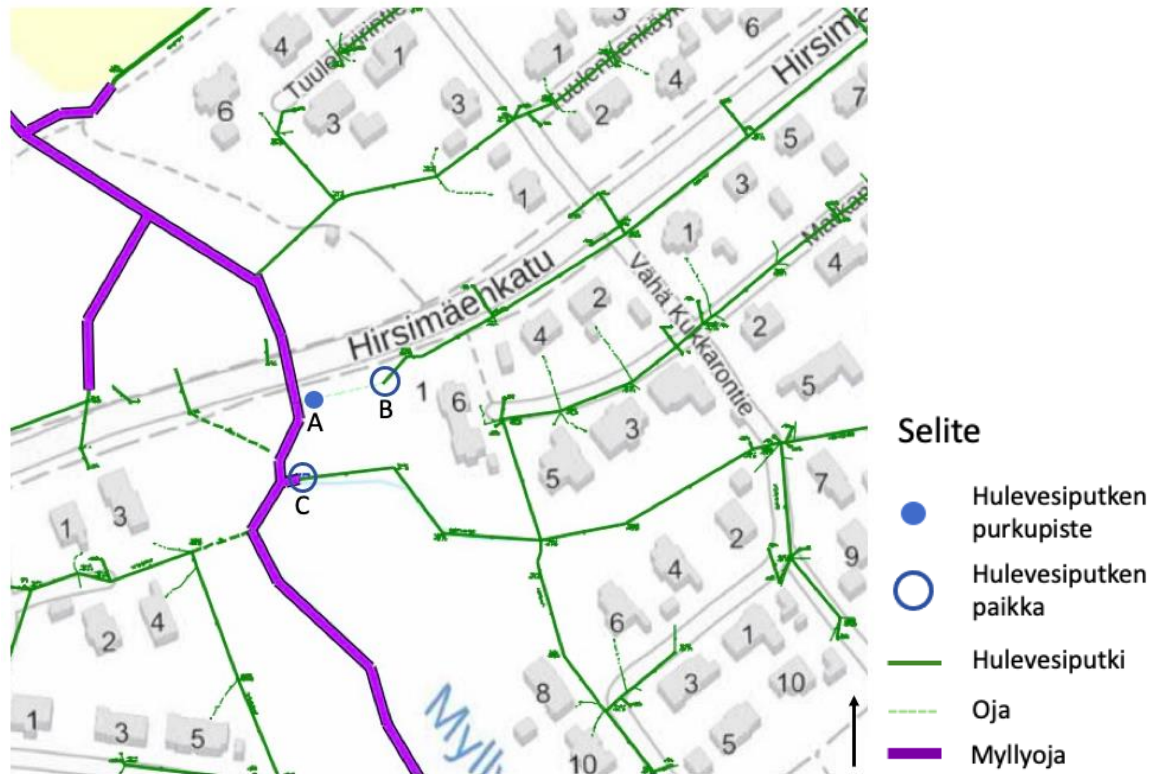
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 1 (Nihattula-Männistö)	6768817	355556	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	1
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 2 (Vuorentaka-Klaasio-Rääpiälä)	6766805	357093	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	1
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 3 (Hakio)	6766837	357048	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	1
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 4 (Tiirinkoski)	6766065	357597	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 5 (Pitkänpelto)	6765901	357722	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 6 (Tauru-Peltola)	6766053	357612	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 7 (Tertti-Kajavala-Kurala)	6765902	357739	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Maa- ja metsätalous	Maatalousalue 8 (Luolaja-Kolkanmäki-Ratasniitty)	6763161	359024	ravinteet, kiintoaines, kemikaalit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Maa- ja metsätalous	Avohakkuu (Hirvilampi)	6767232	358224	ravinteet, kiintoaines	rehevöityminen	2	3
Maa- ja metsätalous	Avohakkuu (Ässälä)	6765574	358858	ravinteet, kiintoaines	rehevöityminen	2	3
Maa-aineksen käsittely	Maankaatopaikka (Kuuslahden maankaatopaikka)	6763493	356933	kiintoaines, roskat, mikromuovit, ravinteet	pilaantuminen, rehevöityminen	3	4
Muut	Rakennustyömaa (Assi-sairaala)	6763932	360054	kiintoaines, kemikaalit, mikromuovit, raskasmetallit	pilaantuminen	3	2
Muut	Vuorentaan hautausmaa	6764920	359547	ravinteet, kiintoaines	rehevöityminen	2	3
Muut	Ahveniston hautausmaa	6764324	360380	ravinteet, kiintoaines	rehevöityminen	2	3
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Sairaala (Kanta-Hämeen keskussairaala)	6764387	360161	kiintoaines, kemikaalit, raskasmetallit	pilaantuminen	3	2

Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Tekonurmikenttä (Jukolan koulu)	6763424	360768	kiintoaines, mikromuovit, roskat	pilaantuminen	3	1
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Tekonurmikenttä (Nummen yhtenäiskoulu)	6763499	359464	mikromuovit, roskat	pilaantuminen	3	1
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Parkkialue, läpäisemätöntä pintaa (Jyrätien liikuntahallit)	6763376	359403	kemikaalit, roskat, mikromuovit	pilaantuminen	3	2
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Sorakenttä, palloilualue (Kämmekän puisto)	6764066	358487	kiintoaines, mikromuovit, roskat	pilaantuminen	3	3
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Golf-kenttä (Hattula Golf, itäinen pääty)	6768634	355529	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit, metallit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	4
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Hiekkaparkki (Kolkkiksen kenttä)	6762607	358895	kiintoaines, mikromuovit, roskat, kemikaalit	pilaantuminen	3	3
Päällystetyt kentät ja pysäköintialueet	Hiekka- ja asfalttiparkki (Hattula Golf, myymälä)	6768567	355644	kiintoaines, mikromuovit, roskat, kemikaalit	pilaantuminen	3	1
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Viemäriverkoston ylivuotoputki 1 (Sammonsuontien päässä)	6762650	357907	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit, kemikaalit, lääkeaineet, mikromuovit	rehevöityminen, hygieeninen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Viemäriverkoston ylivuotoputki 2 (Sammonojantie)	6762862	358160	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit, kemikaalit, lääkeaineet, mikromuovit	rehevöityminen, hygieeninen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Viemäriverkoston ylivuotoputki 3 (Voutilan asuinalue)	6763276	359129	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit, kemikaalit, lääkeaineet, mikromuovit	rehevöityminen, hygieeninen, pilaantuminen	2	2

Ylivuoto- ja hulevesiputket	Viemäriverkoston ylivuotoputki 4 (Aitoniitty)	6764113	358747	ravinteet, kiintoaines, haitalliset mikrobit, kemikaalit, lääkeaineet, mikromuovit	rehevöityminen, hygieeninen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Viemäriverkoston ylivuotoputki 5 (Palokujan päästä Armijärveen)	6767881	356920	haitalliset mikrobit, ravinteet, kiintoaines, kemikaalit, lääkeaineet, mikromuovit	hygieeninen, rehevöityminen, pilaantuminen	1	1
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Asuinalueen hulevesiverkoston purkupiste 1 (Kuokkamaa-Kurala-Ahvenisto)	6764069	358766	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit, kemikaalit, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Asuinalueen hulevesiverkoston purkupiste 2 (Nummi-Voutila-Jukola)	6763394	359181	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit, kemikaalit, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Asuinalueen hulevesiverkoston purkupiste 3 (Luolaja)	6762546	359839	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit, kemikaalit, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Asuinalueen hulevesiverkoston purkupiste 4 (Kolkanmäki)	6762756	359391	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit, kemikaalit, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	1
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Asuinalueen hulevesiverkoston purkupiste 5 (Sampo)	6763157	358833	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit, kemikaalit, haitalliset mikrobit	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2
Ylivuoto- ja hulevesiputket	Asuinalueen hulevesiverkoston purkupiste 6 (Hirsimäki)	6764139	358706	ravinteet, kiintoaines, mikromuovit,	rehevöityminen, pilaantuminen	2	2

				kemikaalit, haitalliset mikrobit			
Yritykset	Kiinteistönhuolto (Kariniemen talohuolto Oy)	6761695	360419	kemikaalit, roskat	pilaantuminen	3	2
Yritykset	Moottoriajoneuvojen huolto ja korjaus (S&T Autopaja)	6764490	359462	kemikaalit	pilaantuminen	3	2
Yritykset	Autopesu (ABC Carwash)	6763928	360200	mikromuovit, kemikaalit	pilaantuminen	3	3
Yritykset	Moottoriajoneuvojen huolto ja korjaus (NRK Finland)	6763856	359384	kemikaalit	pilaantuminen	3	2
Yritykset	Moottoriajoneuvojen huolto ja korjaus (Autohuolto T.Jokinen)	6763472	360485	kemikaalit	pilaantuminen	3	2
Yritykset	Moottoriajoneuvojen pinnoitukset (OA Hyvönen Oy)	6763068	360342	kemikaalit	pilaantuminen	3	3

## Liite 2. Hulevesiputkien purkupisteet ja jätevesien ylivuotoputket – kuvia maastokäynneiltä



Kuvassa on esitetty Myllyojan aluekuivatusjärjestelmän kuvaote, johon merkitty kolme kohdetta. Maastokäynnin perusteella hulevesien purkupiste 1 (A) sijaitsee kuvan osoittamassa kohdassa, tausta-aineiston mukaan se olisi ylempänä rinteessä (B). Kuvan eteläisintä merkittyä purkupistettä (C) ei havaittu maastotarkastelussa. Kuvan aineistona käytetty HS-Veden Johtokarttaotetta (17.5.2023), joka on saatu henkilökohtaisena tiedonantona HS-Vesi Oy:ltä.



Ylivuotoputki 5 sijaitsee Armijärven rannassa, kuvassa nuolen osoittamassa kohdassa. Välittömässä läheisyydessä laituri ja matonpesupaikka. Kuva: Jutta Pantsu



Ylivuotoputki 5 sijaitsee aivan rannassa, korkeamman vedenkorkeuden aikaan todennäköisesti veden alla. Putken sulkuluukku ei mahdu sulkautumaan täysin runsaan nurmikasvuston vuoksi. Kuva: Jutta Pantsu



Jätevesien ylivuotoputken (ylivuotoputki 3) purkupaikalla on pienimuotoinen allas, josta johdettu putki viereiseen Myllyjoaan. Oja muutamia metrejä kuvasta vasemmalle. Kuva: Jutta Pantsu



Purkupiste 4 on kahden ojan risteyskohta, jossa kasvillisuus on hyvin runsasta ja ojat suhteellisen matalia. Alueella on virkistyskäyttöä. Kuva: Sari Järveläinen



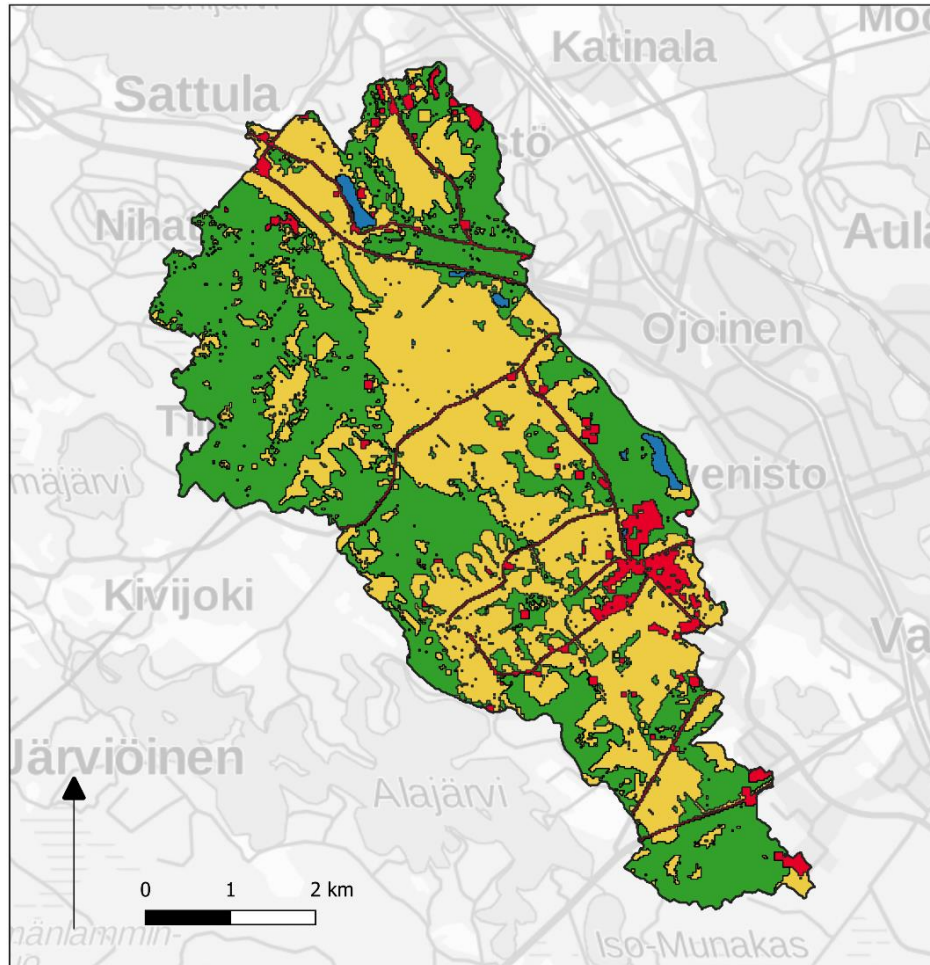
Ylivuotoputki 4 sijaitsee Myllyojan varrella ojan vesirajassa. Vieressä hulevesiputki (ei projektin kohdelistauksessa). Vedenpinnan nousu ojassa voi aiheuttaa veden pääsyä putkiin. Kuva: Matti Törmäkangas



Valkoinen hulevesiputki (purkupiste 2) sijaitsee lähellä Hirsimäenkatua, noin 3–4 m Myllyojasta. Kuva: Jutta Pantsu



## Liite 3. Luokiteltu maanpeite Myllyojan valuma-alueella.

Luokiteltu maanpeite  
Myllyojan valuma-alueella

□ Valuma-alueen rajaus

## Maanpeiteluokat:

- 1 Kerrostaloalueet, palveluiden ja teollisuuden alueet, liikennealueet, harvapuustoiset alueet kalliomaalla, kalliomaat
- 2 Pientaloalueet, kaatopaikat, puistot, vapaa-ajan asunnot, urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet, golfkentät, pellot ja muut maatalousmaat, havu- ja sekametsät kalliomaalla, harvapuustoiset alueet
- 3 Lehti-, havu- ja sekametsät kivennäismaalla ja turvemaalla
- 4 Sisämaan kosteikot vedessä, avosuot, joet, järvet

Pohjakartta:

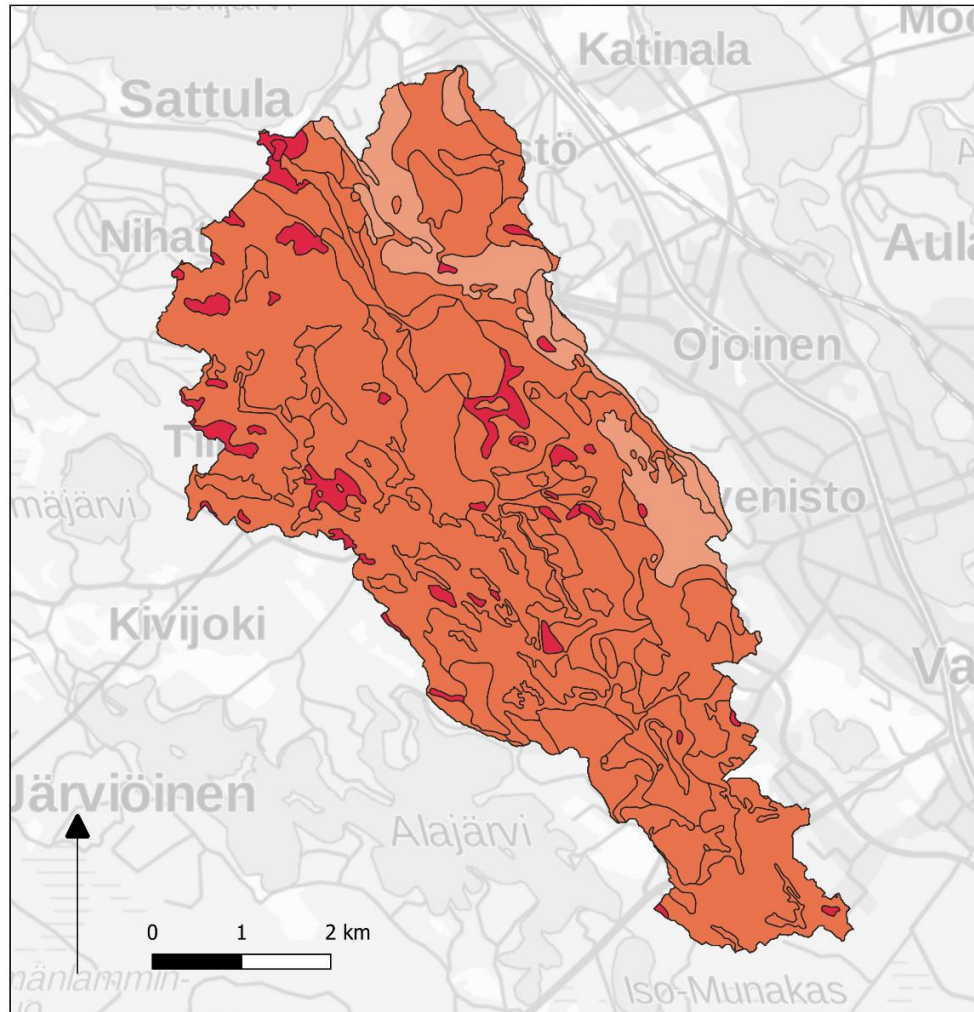
MML, 2023

Aineistot:

Valuma-alueen rajaus: SYKE, 2022

Corine maanpeite: SYKE, 2019

## Liite 4. Luokiteltu maaperä Myllyojan valuma-alueella.

Luokiteltu maaperä  
Myllyojan valuma-alueella

□ Valuma-alueen rajaus

Maaperän luokittelu:

- 1 Pieni vedenläpäisevyys
- 2 Kohtalainen vedenläpäisevyys
- 3 Suuri vedenläpäisevyys

Pohjakartta:

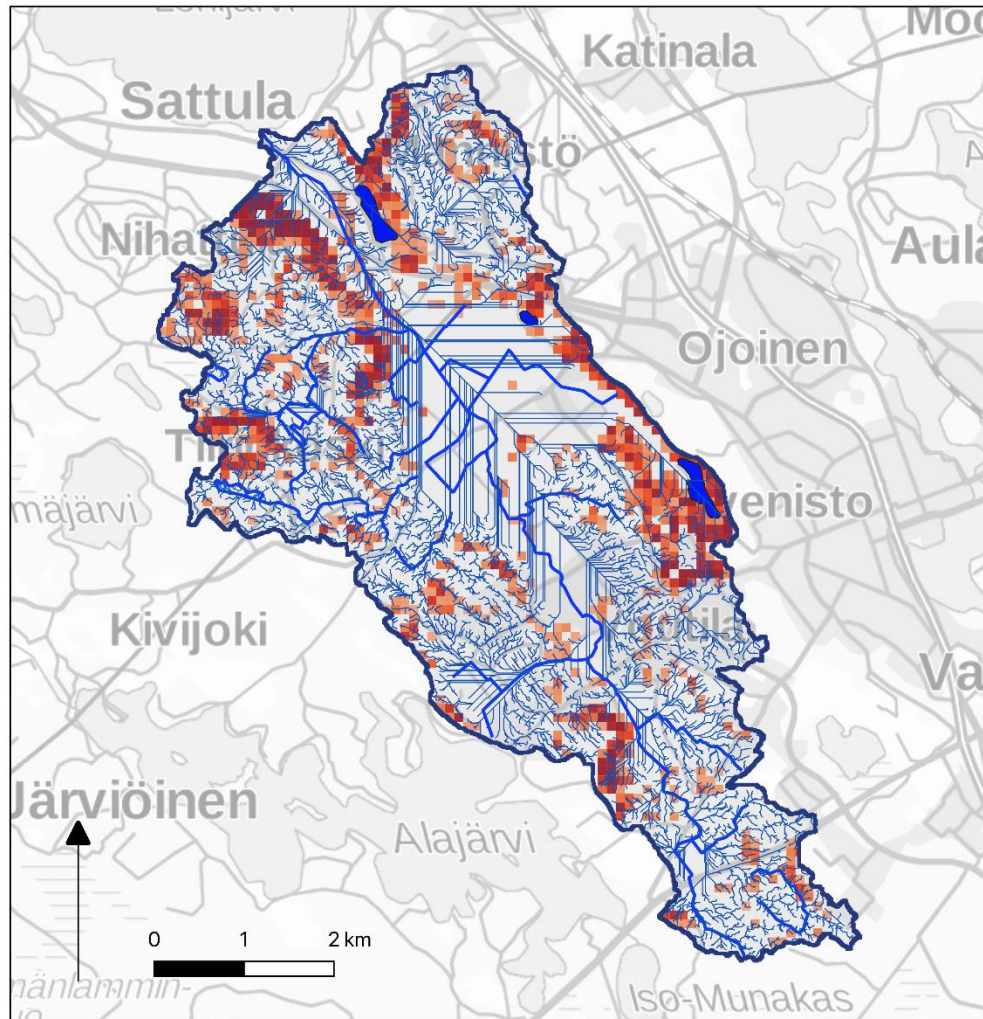
MML, 2023

Aineistot:

Valuma-alueen rajaus: SYKE, 2022

Maaperä: GTK, 2021

## Liite 5. Hajakuormitusriski Myllyojan valuma-alueen maastossa.

Hajakuormitusriski  
Myllyojan valuma-alueen  
maastossa

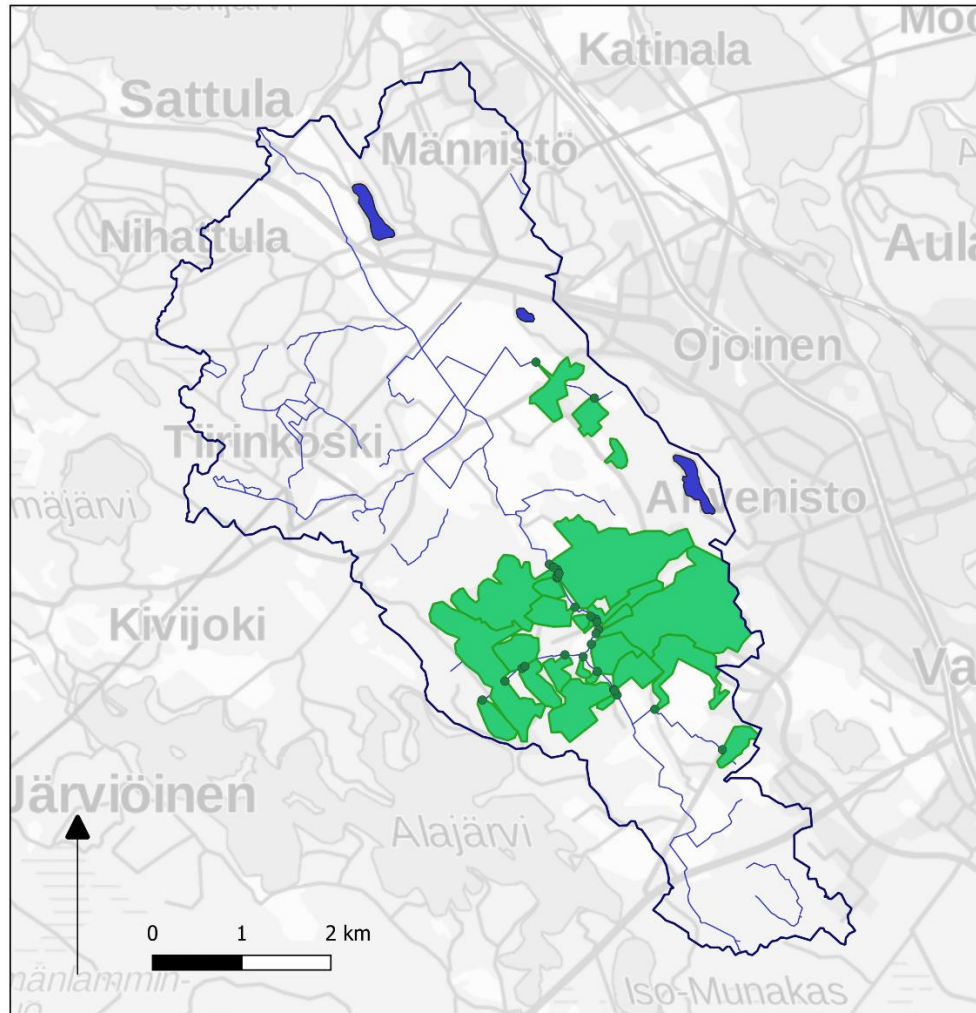
- Uomasto
- Vesistöalueet
- Pintavalunta viivat

Paikallisten riskipisteiden  
lukumäärä / 100m x 100 m ruutu:

- 150 - 250
- 250 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 2305

Pohjakartta:  
MML,2023  
Aineisto:  
Uomasto ja vesistöalueet: MML,2023  
Valuma-alueen rajaus: SYKE,2022

**Liite 6. Hulevesiviemäriverkoston osavaluma-alueet ja purkupisteet Myllyojan valuma-alueella.**

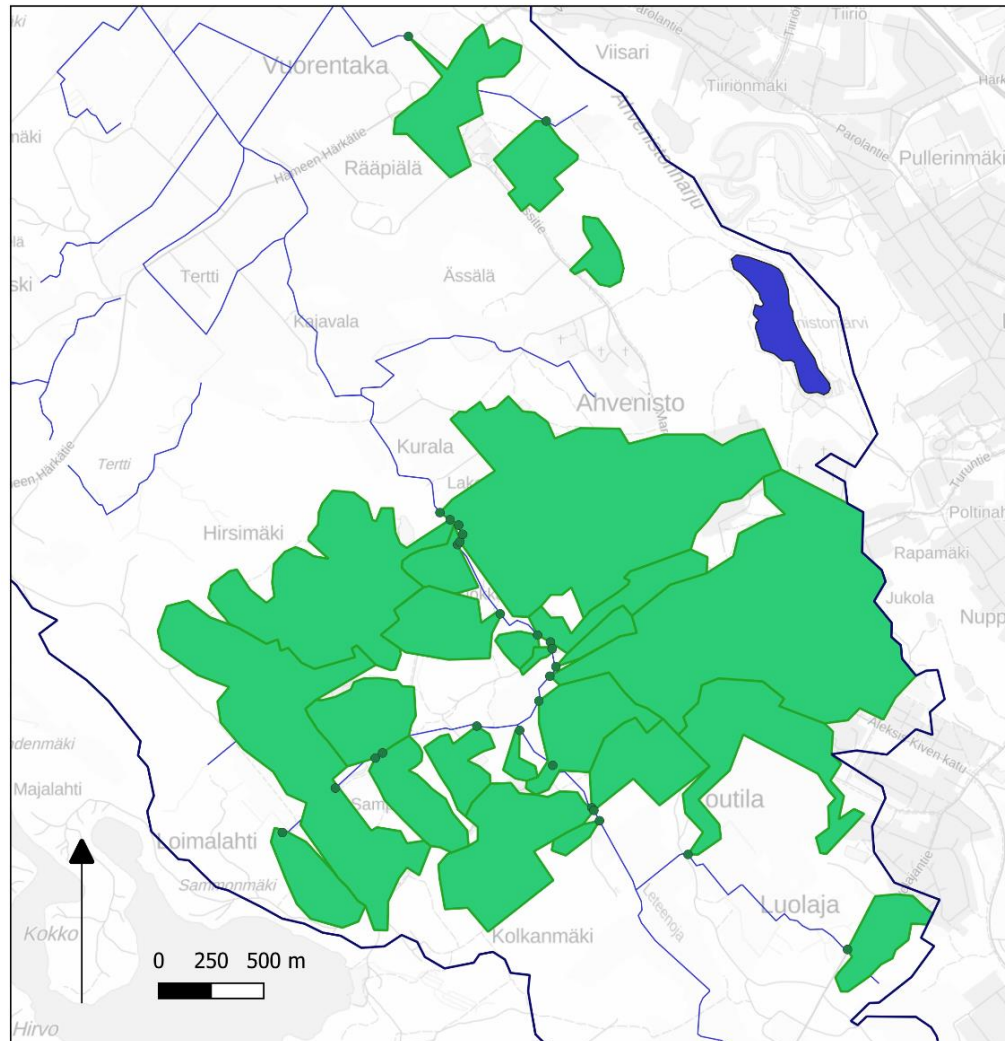


Hulevesiviemäriverkoston  
osavaluma-alueet ja  
purkupisteet Myllyojan  
valuma-alueella

- Valuma-alueen rajaus
- Uomat
- Vesistöalueet
- Osavaluma-alueet
- Purkupisteet

Pohjakartta:  
MML, 2023  
Aineisto:  
Uomat ja vesistöt:  
MML, 2023  
Hulevesiverkosto:  
HS-Vesi Oy, 2023  
Valuma-alueen rajaus:  
SYKE, 2022

## Liite 7. Hulevesiviemäröity alue Myllyojan valuma-alueella.



### Hulevesiviemäröity alue Myllyojan valuma-alueella

- Valuma-alueen rajaus
- Uomasto
- Vesistöalueet
- Osavaluma-alueet
- Purkupisteet

Pohjakartta:  
MML, 2023

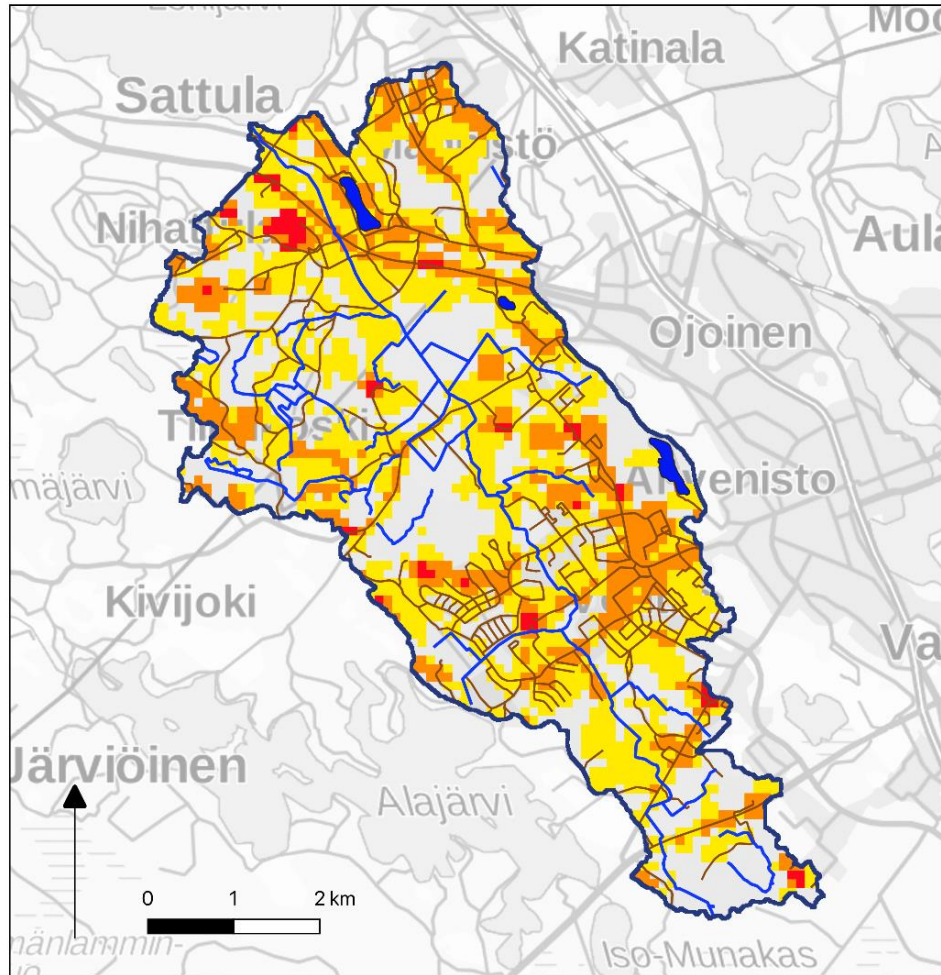
Aineisto:

Uomastot ja vesistöt:  
MML, 2023

Hulevesiverkosto:  
HS-Vesi Oy, 2023

Valuma-alueen rajaus:  
SYKE, 2022

## Liite 8. Myllyojan valuma-alueen riskiruudukko.



## Myllyojan valuma-alueen riskiruudukko

- Tiestö
- Uomasto
- Vesistöalueet

## Riskiluokitus:

- Riskiluokka 1 Suuri riski
- Riskiluokka 2 Merkittävä riski
- Riskiluokka 3 Kohtalainen riski

## Pohjakartta:

MML,2023

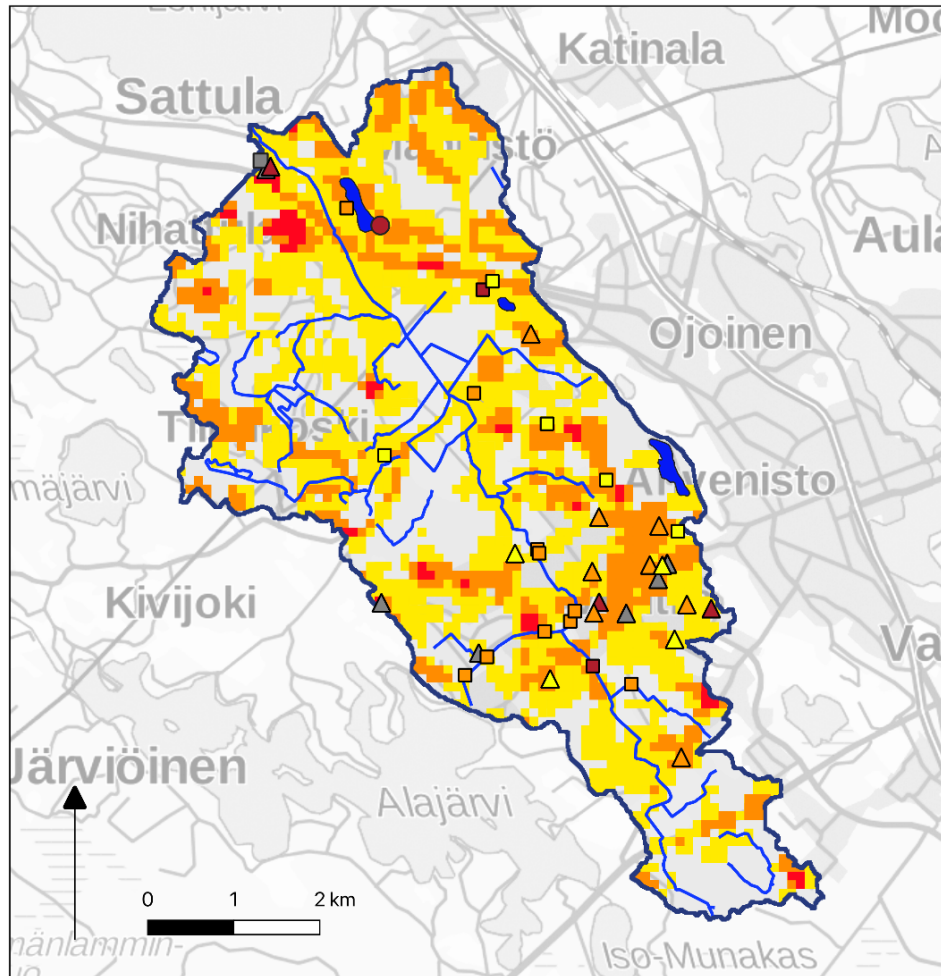
## Aineisto:

Uomasto,vesistöalueet ja tiestö:

MML,2023

Valuma-alueen rajaus: SYKE,2022

## Liite 9. Myllyojan valuma-alueen riskikartta.



## Myllyojan valuma-alueen riskikartta

— Uomasto

■ Vesistöalueet

## Riskialueet:

■ Suuri riski

■ Merkittävä riski

■ Kohtalainen riski

## Riskipisteet ja riskin tyyppi:

▲ Suuri riski - pilaantuminen

▲ Keskisuuri riski - pilaantuminen

▲ Vähäinen riski - pilaantuminen

▲ Ympäristöluvallinen kohde - pilaantuminen

■ Suuri riski - rehevöityminen

■ Keskisuuri riski - rehevöityminen

■ Vähäinen riski - rehevöityminen

■ Ympäristöluvallinen kohde - rehevöityminen

● Suuri riski - hygieeninen

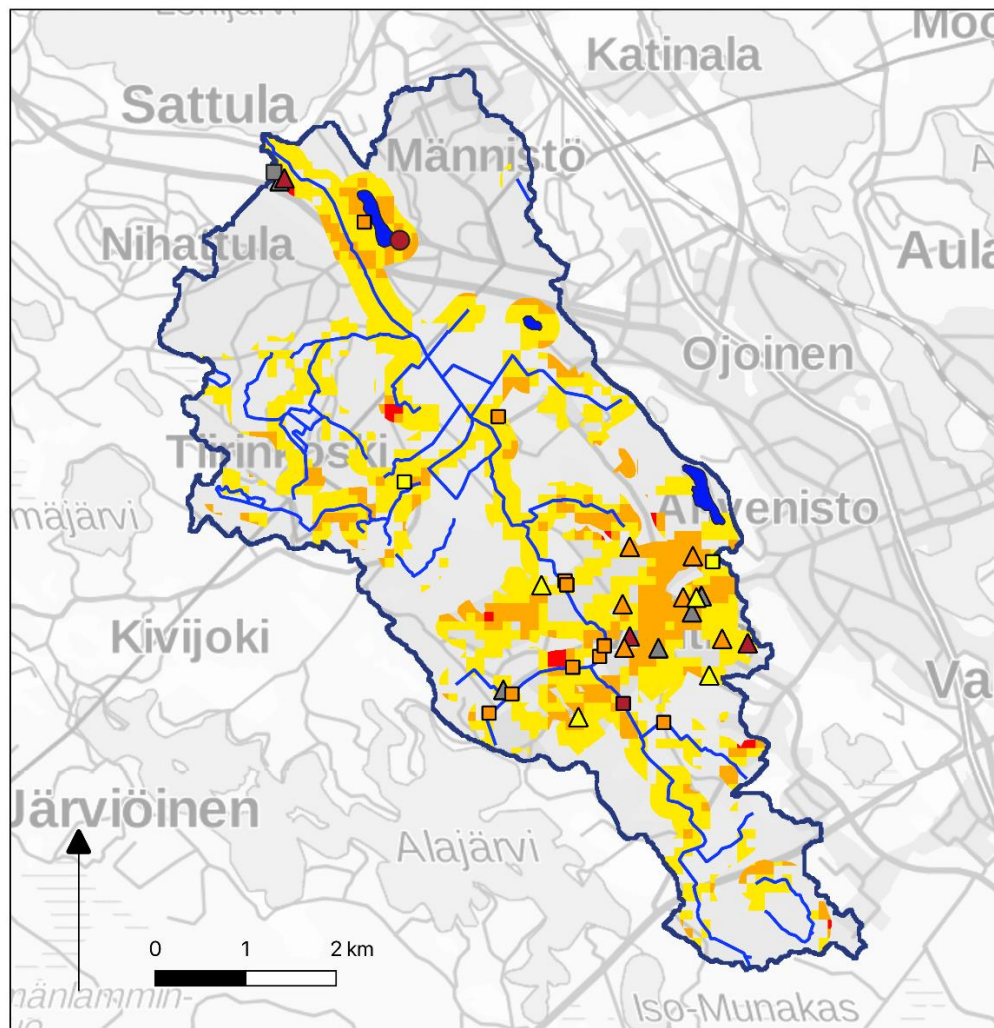
Pohjakartta: MML, 2023

Aineisto:

Uomasto ja vesistöalueet: MML, 2023

Valuma-alueen rajaus: SYKE, 2022

Liite 10. Myllyojan valuma-alueen suojavyöhykkeen riskikartta.



## Myllyojan valuma-alueen suojavyöhykkeen riskikartta

- Uomasto
- Vesistöalueet

## Riskialueet:

- Suuri riski
- Merkittävä riski
- Kohtalainen riski

## Riskipisteet ja riskin tyyppi:

- ▲ Suuri riski - pilaantuminen
- ▲ Keskisuuri riski - pilaantuminen
- ▲ Vähäinen riski - pilaantuminen
- ▲ Ympäristöluvallinen kohde - pilaantuminen
- Suuri riski - rehevöityminen
- Keskisuuri riski - rehevöityminen
- Vähäinen riski - rehevöityminen
- Ympäristöluvallinen kohde - rehevöityminen
- Suuri riski - hygieeninen

Pohjakartta: MML,2023

Aineisto:

Uomasto ja vesistöalueet: MML,2023

Valuma-alueen rajaus: SYKE,2022