



MYLLYOJAN VALUMA-ALUEEN HULEVESISELVITYS

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Kestävä kehitys (AMK)

Syksy 2024

Elina Sauvola

Kestävä kehitys

Tekijä Elina Sauvola

Työn nimi Myllyojan valuma-alueen hulevesiselvitys

Ohjaaja Rauni Varkia

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Opitaan lisää ojista (OLO)- hanke, jonka tavoitteena on edistää valuma-alueelähtöistä vesienhallintaa. Osana hanketta laaditaan Myllyojan valuma-alueelle valuma-aluekohtainen kunnostussuunnitelma. Opinnäytetyön tavoite oli kuvata hulevesien hallinnan nykytilanne Myllyojan valuma-alueen taajama-alueella, kartoittaa mahdollisia haasteita, sekä alueita, joissa hulevesien hallintaratkaisuja voisi lisätä. Työ rajautui tarkastelemaan rakennettuja alueita ja alueita, joille tullaan tulevaisuudessa rakentamaan.

Tutkimuksessa käytettiin menetelminä asiantuntijahaastatteluita sekä verkkopohjaista SCALGO Live – vesienhallinnan työkalua. Työssä haastateltiin kahdeksaa henkilöä, joilla työnsä kautta oli tietämystä alueen hulevesistä, mahdollisista haasteista ja Myllyojan valuma-alueesta. SCALGO Live ohjelman lisenssi saatiin käyttöön Hämeenlinnan kaupungilta ja ohjelmaa käytettiin osavaluma-alueiden määrittelyyn ja alueiden tulvaherkkyiden arviointiin.

Hulevesien hallinta koostuu Myllyojan valuma-alueella muutamista vesiä viivyttävästä alueellisesta ratkaisusta ja johtamisjärjestelmästä. Hulevesien hallinnan ei ole katsottu riittävän hulevesien määrän käsittelyyn, jolloin alueelle on syntynyt hulevesien hallintavelkaa. Rakennetuilla alueilla ei koettu suuria haasteita hulevesien määrän suhteen, vaan suurimmat ongelmat koettiin rakennettujen alueiden ulkopuolella. Jukolan ja Vuorentaan alueet korostuivat kuitenkin tulvaherkkinä, ja molemmissa oli myös tapahtunut tulvimisia. Jukolan alueelle keskittyi myös aiemmin kartoitettuja laadullisia riskipisteitä, joiden riskiä tulvaherkkyys kasvattaa. Isoimmat osavaluma-alueet, joilta hulevesiä muodostuu, sijoittuvat lähemmäksi Hirsimäenkadun molemmin puolin. Samalle alueelle keskittyy myös mahdollisuudet lisätä hulevesien hallintaa ja alue nousi esiin mahdollisena alueena hulevesien viivytyksratkaisuille.

Avainsanat hulevesi, hulevesien hallinta, paikkatieto, tulvakartta

Sivut 60 sivua

This Bachelor's Thesis was carried out for OLO project, the commissioner of this thesis. The project aims to promote catchment-based water management and create a restoration plan for the Myllyoja catchment area. The objective of this thesis was to describe the current state of the stormwater management in the Myllyoja catchment area, find out possible challenges related to stormwater and identify areas, where stormwater management could be increased or developed. The study was limited to examining the current high-density areas and the areas that will be built-up in the future.

In this thesis, experimental and qualitative research methods were used. The expert interview was conducted for eight interviewees, who had expertise about stormwater management and experience of possible challenges especially in the Myllyoja catchment area. SCALGO Live, a digital platform for water management planning, was used to define subcatchment areas and evaluate flood sensitivity. License to the platform was obtained from the City of Hämeenlinna.

As a result, stormwater management in Myllyoja includes a few regional retention methods and a drainage system. Based on the interviews, no significant problems in stormwater were experienced in built-up areas, but the biggest problems caused by the large amount of stormwater were experienced to be floodings outside the built-up areas. Still, two areas, Jukola and Vuorentaka, stood out as possible flood sensitive places and a few floodings were already experienced in there. In Jukola, there were also mapped risk points that form a risk to quality hazards and the flood sensitivity increases these risks. The largest subcatchment areas forming the largest amount of stormwater located close to each other on both sides of Hirsimäenkatu in Hämeenlinna. The same area was considered a possible area to increase stormwater retention management and solutions.

Keywords Stormwater, stormwater management, geographical information, flood map

Pages 60 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hulevedet.....	2
2.1	Huleveden muodostumiseen vaikuttavat tekijät.....	2
2.2	Sademäärä	4
2.3	Ilmastonmuutoksen vaikutus vesivaroihin	5
2.4	Hulevedet ja kestävä kehitys.....	5
2.5	Hulevesien aiheuttamat riskit	7
3	Hulevesien hallinta	7
3.1	Hulevesiin liittyvä lainsäädäntö	8
3.2	Hulevesiin liittyvät vastuut	9
3.3	Hulevesien määrän vähentäminen	10
3.3.1	Kasvillisuus.....	10
3.3.2	Hulevesien imeyttäminen.....	11
3.3.3	Läpäisevät päällysteet	12
3.4	Hulevesien viivyttäminen.....	12
3.5	Hulevesien johtaminen.....	13
3.5.1	Avojärjestelmät.....	13
3.5.2	Suljetut järjestelmät	13
3.6	Hulevesimäärien arviointi ja mitoitus	14
4	Aineisto ja menetelmät.....	15
4.1	Haastattelut.....	15
4.2	SCALGO Live ja paikkatieto.....	16
5	Tutkimusongelman kuvaus	17
6	Tutkimusalueen kuvaus	19
6.1	Vesistöt.....	20
6.2	Maanpeite	21
6.3	Maalajit	22
7	Hulevesien hallinta tutkimusalueella.....	23
7.1	Hulevesien hallinta Hämeenlinnassa.....	23
7.2	Hulevesien hallinnan menetelmät tutkimusalueella	24
7.2.1	Sammon kosteikko	26
7.2.2	Vuorentaan allasketju	26
7.2.3	Muita alueellisia huleveden hallintaratkaisuja	27
7.2.4	Kaavoihin merkityt hulevesien hallintaratkaisut.....	29

7.2.5	Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta	30
7.2.6	Hulevesiverkosto	31
7.3	Rakennettujen alueiden osavaluma-alueet	32
8	Hulevesien hallinnan haasteet ja kehityskohteet	35
8.1	Hulevesien laatu ja laadulliset haasteet tutkimusalueella	35
8.2	Näkemyksiä hulevesien hallinnan haasteista	37
8.3	Haasteelliset alueet tutkimusalueella	39
8.4	Tulvaherkät alueet	41
8.5	Hulevesien hallinnan kehittäminen	44
9	Alueiden tarkastelu	46
9.1	Alue 1: Hirsimäenkadun pohjoispuoli	46
9.2	Alue 2: Myllyojan alue- Hirsimäenkadun eteläpuoli	49
9.3	Alue 3: Nummen osavaluma-alue	50
9.4	Alue 4: Vuorentaan alue.....	53
10	Tulevan rakentamisen vaikutus hulevesiin	54
11	Johtopäätökset ja pohdinta	56
11.1	Tutkimuksen luotettavuus	56
11.2	Pohdintaa hulevesien hallinnan haasteista.....	57
11.3	Pohdintaa hulevesien hallinnan kehittämisestä	59
	Lähteet	61

Kuvat ja taulukot

Taulukko 1.	Tutkimusalueen maalajit ja niiden vedenläpäisykyky, asteikolla 1-3, jossa 1 = pieni vedenläpäisevyys, 2 = kohtalainen ja 3 = suuri.....	3
Taulukko 2.	Valumakertoimet SCALGO Live ohjelman maanpeite luokille	4
Taulukko 3.	Hulevesiin liittyy useita Agenda 2030 kestävän kehityksen tavoitteita.....	6
Taulukko 4.	Myllyojan valuma-alueen hulevesien osavaluma-alueet.....	34
Taulukko 5.	Hulevesien hallinnan haasteiden kohdekuvaukset.....	41
Taulukko 6.	Hulevesien hallinnan kehitysalueiden kuvaukset	46

Kuva 1. Tutkimuksessa on käytetty mitoitussateena kerran kolmessa vuodessa tapahtuvaa sadetapahtumaa, joka huomioi ilmastonmuutoksen ja mitoitussateen kestossa huomioidaan valuma-alueen koko.....	14
Kuva 2. Maankäytön kehitys ja kosteudesta kärsivät peltoalueet eri vuosien ilmakuvissa	18
Kuva 3. Tutkimusalueen rajaus Myllyojan valuma-alueella sisältää taajama-alueet ja tulevat rakennettavat alueet	20
Kuva 4. Tutkimusalueen uomat, vesistöt ja Natura 2000 – suojelualue	21
Kuva 5. Tutkimusalueen maanpeiteluokat ja niiden osuudet alueesta.....	22
Kuva 6. Tutkimusalueen maalajit ja niiden vedenläpäisykyky (1= pieni, 2 = kohtalainen ja 3 = suuri)	23
Kuva 7. Tutkimusalueen hulevesien hallintarakenteisiin kuuluu viivytys-, laskeutus- ja imeytysaltaita	25
Kuva 8. Laskeutusaltaaseen ohjataan vesiä entiseltä kaatopaikka-alueelta.....	27
Kuva 9. Vuorentaan lampi, johon ohjataan hulevesiä.....	28
Kuva 10. Tohkakallion asuinalueen avo-oja	29
Kuva 11. Assi-sairaalan imeytysaltaaseen johdetaan hulevesiä sairaalan alueelta	31
Kuva 12. Hulevesien johtamisjärjestelmä Myllyojan tutkimusalueella	32
Kuva 13. Hulevesiverkoston osavaluma-alueet purkupisteittäin.	33
Kuva 14. Tutkimusalueen isoimmat valuma-alueet, niiden pinta-alat, keskimääräiset valumakertoimet ja mitoitusvirtaama kerran kolmessa vuodessa tapahtuvalla sadetapahtumalla	35
Kuva 15. Laadullista riskiä aiheuttavat riskipisteet. Pisteiden väri kertoo riskin teemajaottelun ja numero arvioidun riskiluokan.....	36

Kuva 16. Hulevesien hallinnan kannalta haasteelliset kohteet on luokiteltu haasteen tyyppin mukaan.....	40
Kuva 17. Tulvaherkät alueet ja todetut tulvimistapahtumat.	42
Kuva 18. Tulvaherkkien alueiden läheisyyteen sijoittuvat laadulliset riskipisteet.....	43
Kuva 19. Hulevesien hallinnan mahdolliset kehitysalueet	45
Kuva 20. Hirsimäenkadun pohjoispuolen osavaluma-alueet, hulevesien hallinnan haasteet ja kehitysehdotukset	47
Kuva 21. Hirsimäenkadun pohjoispuolelle sijoittuvalle avouoman osuudelle on ehdotettu hulevesien viivytystä	48
Kuva 22. Hirsimäenkadun eteläpuolen osavaluma-alue, hulevesien hallinnan haasteet ja kehitysehdotukset.	50
Kuva 23. Nummen valuma-alueen tunnistetut haasteet, tulvaherkät alueet ja kehitysehdotukset.	51
Kuva 24. Nummen alueen läpi kulkevan avouoman reunoissa on nähtävillä eroosiota.	52
Kuva 25. Vuorentaan valuma-alueen tulvaherkät alueet, havaitut haasteet ja nykyiset hulevesien hallintarakenteet.....	54
Kuva 26. Tertin ja Hovilan kaavarunkoalueiden suurpiirteinen sijoittuminen ja tulevan rakentamisen vaikutus alueiden hulevesien määrään	56

Liitteet

Liite 1.	Aineistonhallintasuunnitelma
----------	------------------------------

Opinnäytetyössä esiintyviä käsitteitä

Alivirtaama: Pienin virtaama tietyllä ajanjaksolla (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 9).

Hulevesi: Rakennetuilta alueilta pois johdettava sade-, sulamis- ja kuivatusvesi (SYKE, 2019).

Hydrologinen kierto: Veden kierto maapallolla

Ilmastoskenaario: Vaihtoehtoisia arvioita siitä, miten ja millaiseksi ilmasto muuttuu erilaisilla oletuksilla siihen vaikuttavista tekijöistä, kuten kasvihuonekaasujen määrästä (SYKE ym., n.d.-a)

Luontopohjaiset ratkaisut: Luonnon omaan toimintaan pohjaavia ratkaisuja erilaisiin yhteiskunnallisiin ongelmiin (Sitra, n.d.).

Läpäisemätön pinta: Pinta, joka estää veden imeytymistä maaperään (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 12).

Maavesi: Maaperässä oleva vesi, joka on pohjaveden pinnan yläpuolisissa kerroksissa (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 12).

Mitoitussade: Kuvaa kuinka paljon sadevettä (l) kertyy tietylle alueelle (ha) tietyssä ajassa (s) (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 12).

Mitoitusvirtaama: Hulevesijärjestelmien suunnittelussa käytettyä laskennallinen virtaama. Lasketaan kertomalla alueen valumakerroin mitoitussateen intensiteetillä ja alueen pinta-alalla (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 101).

Pintavalunta: Sadevesimäärä, joka ei imeydy maahan, vaan valuu maan pintaa pitkin (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 13).

Painanne: Maastossa oleva alava kohta (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 12).

Painannevarasto: Maanpinnan alavien kohtien muodostama varasto, johon vesi lammikoituu (Illgren, 2011, s. 68).

Pohjavesi: Maanpinnan alapuolella oleva vesi joka täyttää maaperän ja kallion huokokset (SYKE ym., n.d.-b).

Rehevöityminen: Ravinnekuormituksen aikaansaama vesistön perustuotannon kasvu (SYKE, 2023).

Sadanta: Tietyssä ajassa sataneen sadeveden määrä (mm) (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 13).

Sateen intensiteetti: Tietyn aikavälin keskimääräinen sadanta (l/s/ha tai mm/h) (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 13).

Taajama-alue: Tiheään asuttu alue. Vähintään 200 asukkaan rakennusryhmät, joissa talojen välinen etäisyys ei ylitä 200 metriä (Tilastokeskus, n.d.)

Valuma-alue: Alue, jolta sen maastonmuotojen vuoksi vedet virtaavat tiettyyn vesistöön (SYKE ym., n.d.-c).

Valumakerroin/valuntakerroin: Kuvaa imeytymisen, haihtumisen ja varastoitumisen jälkeen pintavalunnaksi muodostuvan veden määrän suhdetta sade- ja sulamisveden kokonaismäärään (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 15).

Valunta: Sade- tai sulamisvesien osuus, joka kulkeutuu maan pintaa pitkin tai sen sisällä (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 15).

Vihreä infrastruktuuri: Strategisesti suunniteltujen luonnontilaisten ja ihmisen luomien viheralueiden verkosto, jonka tarkoitus on tuottaa erilaisia ekosysteemipalveluita ja luontopohjaisia ratkaisuja (SYKE, 2013, s. 16).

Virtaama: Vesimäärä, joka kulkee tietyn alueen, kuten uoman poikkileikkauksen läpi tietyssä aikayksikössä (SYKE ym., n.d.-d).

Ylivirtaama: Tietyn ajanjakson suurin virtaama (SYKE ym., n.d.-e).

1 Johdanto

Maankäytön muutokset, kuten lisääntyvä rakentaminen ja ilmastonmuutoksen vuoksi lisääntyvä sateisuus, tulevat kasvattamaan hulevesien määrää entisestään.

Kaupungistuminen keskittää asumisen yhä tiiviimpiin kasvukeskuksiin. Hämeenlinnan väestönkehityksessä kasvu on keskittynyt erityisesti läntiseen ja itäiseen kantakaupunkiin ja väestöennusteen mukaan kasvun tulee olemaan suurinta näillä samoilla alueilla tulevaisuudessakin (Hämeenlinnan väestöennuste, n.d. ss. 8 & 39).

Maankäytön muutokset ja päällystettyjen pintojen osuus lisäävät hulevesien määrää. Rakennetuilla alueilla sateesta voi muodostua pintavalunnaksi jopa puolet, kun luonnonmukaisilla alueilla pintavalunta voi olla ainoastaan kymmenesosa sateesta (Illgren, 2011, s. 60). Kuormitus voi rankkasateen vuoksi olla niin suuri, ettei hulevesien johtamiseen tarkoitettu järjestelmä riitä veden käsittelyyn, ja tästä aiheutuvat hulevesitulvat aiheuttavat terveydellisiä, taloudellisia ja ympäristöllisiä riskejä (SYKE, 2022). Hulevesien mukana kulkeutuu taajama-alueilta monenlaisia haitta-aineita, jotka kuormittavat vastaanottavien vesistöjen tilaa.

Tämä opinnäytetyö tarkastelee Hattulan Lehijärveen laskevan Myllyojan valuma-alueen hulevesien hallintaa. Työn tilaajana on Opitaan lisää ojista (OLO)- hanke. OLO-hanke toteutetaan Ympäristöministeriön Vesiensuojelun tehostamisohjelman rahoituksella, jonka on myöntänyt Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Hankkeen toteuttajia ovat Hämeen ammattikorkeakoulu, Kokemäen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys ry, Tapio Oy, Metsänhoitoyhdistys Häme ja Metsänhoitoyhdistys Päijät- Häme. OLO-hanke edistää valuma-alueiden vesienhallintaa ja yhteensovittaa maa- ja metsätalouden ja taajama-alueiden vesienhallintaa. Osana hanketta laaditaan Myllyojan valuma-alueelle valuma-aluekohtainen kunnostussuunnitelma. Kunnostussuunnitelman laatimiseksi täytyy valuma-alueen nykytilasta olla hyvä käsitys, ja opinnäytetyö luo pohjaa suunnitelmalle hulevesien osalta.

Opinnäytetyön tavoite on kuvata hulevesien hallinnan nykytilanne Myllyojan valuma-alueen taajama-alueella, kartoittaa mahdollisia haasteita, sekä alueita, joissa hulevesien hallintaratkaisuja voisi lisätä. Tutkimuksessa käytettiin menetelminä haastatteluita sekä verkkopohjaista SCALGO Live – vesienhallinnan työkalua.

2 Hulevedet

Vesi kiertää maapallolla jatkuvasti siirtyen eri muodoissa ilmakehän, maan ja vesistöjen kautta varastosta toiseen ja tätä kiertoa kutsutaan hydrologiseksi kierroksi. Vesi siirtyy haihduntana, kulkeutumalla vesihöyrynä ilmakehässä, sadantana, valunnan ja imeytymisen välityksellä väliaikaisiin varastoihin. Varastoja on sekä maanpinnalla, jossa erilaiset painanteet muodostavat pintavesistöjä, että maaperässä, jossa imeytynyt vesi varastoituu maavesiksi ja pohjavesiksi. Osa maahan sataneesta tai sulaneesta vedestä haihtuu takaisin ilmakehään, osa imeytyy maaperään ja osa jatkaa matkaansa pintavaluntana maan pintaa pitkin. (Vakkilainen, 2014, s.1)

Veden kiertokulkuun vaikuttavat useat tekijät ja koska taajama-alueet eroavat suuresti ominaisuuksiltaan luonnontilaisesta, on hydrologinen kiertoakin poikkeavaa. Eniten taajama-alueiden veden kiertoon vaikuttaa runsas päällystettyjen ja läpäisemättömien pintojen määrä, joiden vuoksi vesi ei pääse pidättymään ja suodattumaan maaperään. Luonnontilaisilla alueilla noin puolet sadevedestä imeytyy maaperään ja rakennetuilla alueilla vain noin 15 %. Pintavalunta muodostuu siis huomattavasti suuremmaksi kuin luonnontilaisemmillä alueilla. (Illgren, 2011, s. 60). Rakennetuilla alueilla pintavaluntana kulkevaa ja pinnoille kerääntynyttä kutsutaan hulevedeksi (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 18).

2.1 Huleveden muodostumiseen vaikuttavat tekijät

Pintavalunnan kulkeutumisen keskeinen tekijä on maastonmuodot, sillä vesi kulkeutuu painovoimaisesti virtausreittejä pitkin ja kerääntyy painanteisiin. Valuma-alueen koko ja muoto, eli se millaiselta alueelta satanut vesi muodostuu pintavalunnaksi ja kulkeutuu tiettyyn pisteeseen, vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti valuntaa kertyy. (Vakkilainen, 2014, s. 9). Pieneltä alueelta hulevedet ehtivät valuma-alueen latvoilta nopeasti purkupisteeseen ja isommilta alueilta tässä kestää kauemmin. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 209). Osa sadevedestä jää maanpinnan painannevarastoon, johon vaikuttaa maaston muoto, kaltevuus ja pinnan ominaisuudet (Illgren, 2011, s. 68). Rakentamisen myötä painannevarasto usein heikentyy, kun pinnat tasataan ja maaston luonnolliset painaumat menetetään (Helsingin kaupunki ym., n.d.-a, s. 3).

Osa sadevedestä imeytyy maaperään ja tämän määrään vaikuttaa luonnonmukaisilla alueilla eniten maaperän ominaisuudet. Maalajeilla on erilaisia vedenläpäisy ominaisuuksia ja hienorakeisilla maalajeilla, jotka läpäisevät vettä heikosti, on pintavalunta suurempaa kuin

karkearakeisilla maalajeilla (Vakkilainen, 2014, s. 9). Maalajien vedenläpäisevyys on esitetty taulukossa 1. Päälystetyt pinnat estävät veden imeytymisen maahan, eikä maaperän laadulla ole tällöin suurta merkitystä. Kasvillisuuspeitteisillä alueilla, kuten puistoissa, maaperän ominaisuuksilla on merkitystä, sillä niillä vedenläpäisykyky on vastaava kuin luonnonmukaisilla alueilla. (Illgren, 2011, s. 66).

Taulukko 1. Tutkimusalueen maalajit ja niiden vedenläpäisykyky, asteikolla 1-3, jossa 1 = pieni vedenläpäisevyys, 2 = kohtalainen ja 3 = suuri (GTK., n.d.; SCALGO Live, 2024a)

Maalaji	Vedenläpäisykyky
Moreeni	
Soramoreeni	2
Hiekkamoreeni	1-2
Hieta- /hiesumoreeni	1
Karkearakeiset maalajit	
Sora	3
Karkea hieta	2
Hiekka	3
Hienorakeiset maalajit	
Hieno hieta	2
Hiesu	2
Savi	1
Eloperäiset maalajit	
Saraturve	1-2
Rahkaturve	1-2
Lieju	1

Keskeisin tekijä hulevesien syntyyn taajama-alueilla on maankäytön aiheuttamat muutokset, sillä mitä suurempi läpäisemättömien pintojen osuus on, sitä nopeammin ja enemmän pintavaluntaa syntyy (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 18). Maankäyttömuodoilla on erilaisia vaikutuksia pintavalunnan syntyyn ja näitä voidaan arvioida valumakertoimella. Valumakerroin kuvaa sadannan ja pintavalunnan suhdetta, eli sitä määrää sateesta, joka muodostuu pintavalunnaksi. Tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla, jossa on paljon läpäisemätöntä pintaa, valuntakerroin on 0,7–0,95 eli noin 70–95 % sateesta muodostuu pintavalunnaksi. Pientalovaltaisten alueiden valuntakerroin on 0,5- 0,7 ja puistojen ja puutarhojen 0,05-0,3 (Butler ym., 2018, s. 215). Valumakertoimet SCALGO Live-ohjelman maanpeiteluokille on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Valumakertoimet SCALGO Live-ohjelman maanpeite luokille. Mukailtu seuraavien lähteiden pohjalta: (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 208; Butler ym., 2018, s. 215; Helsingin kaupunki ym., n.d.-b).

Maanpeiteluokka	Valumakerroin
Luonnonllinen maanpeite	
Paljas maa	0,3
Matala kasvillisuus (nurmi, puisto)	0,2
Tiheä kasvillisuus (metsä)	0,1
Pelto	0,2
Paljas kallio	0,4
Keinotekoinen maanpeite	
Päällystetty tie	0,8
Muu päällystetty alue	0,8
Päällystämötön tie	0,3
Rakennus (katto)	0,9

2.2 Sademäärä

Sade on hulevesien syntyyn ja määrään liittyvä olennainen tekijä. Sadetapahtuman suureita ovat sademäärä, sateen intensiteetti eli rankkuus ja sateen kesto. Koska nämä kaikki tekijät vaihtelevat suuresti, on tilastoinnin avulla luotu arvio tietyn sadetapahtuman todennäköiselle toistuvuudelle. (Illgren, 2011, s. 61). Tätä mitoitussadetta, joka kuvaa tietyllä todennäköisyydellä tapahtuvaa, tietyn keston, intensiteetin ja sademäärän sisältävää sadetapahtumaa käytetään hulevesien hallinnan suunnittelussa mitoittavana tekijänä.

Suomessa ei ole käytössä yleistä ohjeistusta mitoitussateiden todennäköisyyksille, vaan mitoitus tehdään tapauskohtaisesti ja siihen vaikuttaa mm. kustannukset, hyväksytty tulviminen ja mahdollisten hulevesitulvien aiheuttamat riskit, hulevesien hallinnan keinot ja halutut vaikutukset. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 107) Esimerkiksi Ilmastokestävän kaupungin tonttikohtaisissa hulevesien hallintarakenteiden ohjeissa mitoitussateen intensiteettinä käytetään kerran kahdessa vuodessa tapahtuvaa 10 minuutin kestäväää sadetapahtuman intensiteettiä 150 l/s/ha (Helsingin kaupunki ym., n.d.-b), kun taas hulevesien laadullisen hallinnan järjestelmissä mitoitus voidaan perustaa tavanomaisen sateen aiheuttaman hulevesimäärän käsittelemiseen (Suomen kuntaliitto, 2012, s.110). Sateen rankkuus pienenee sateen keston lisääntyessä ja valuma-alueen koko vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti hulevedet virtaavat valuma-alueen läpi purkupisteelle. Tämän vuoksi hulevesien määrää arvioitaessa huomioidaan sadetapahtumien kesto erikokoisille valuma-

alueille. Esimerkiksi alle kahden hehtaarin valuma-alueella käytetään mitoitussateena 5 minuutin kestoista sadetapahtumaa ja 5–20 hehtaarin valuma-alueella 20 minuutin sadetapahtumaa. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 209)

2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus vesivaroihin

Ilmastonmuutoksella on monia vaikutuksia Suomen vesivaroihin. Ilmastonmuutos vaikuttaa sekä veden määrää lisäävästi, että vähentävästi ja vaikutukset voivat olla alueellisia. Sademäärän on arvioitu kasvavan ilmastoskenaariosta riippuen 7–18 % ja rankkasateiden on arvioitu voimistuvan 10–25 %. (Ilmatieteenlaitos ym., 2017) Lisääntyvä sateisuus lisää valunnan määrä, mutta vuosivalunnan muutokset ovat paikallisia. Keskimäärin vuosivalunnan katsotaan nousevan Suomessa 7 % vuoteen 2050 mennessä. Valunnan määrän lisäksi muuttuu myös sen ajoittuminen, etenkin Etelä- Suomessa kevätvalunnan arvioidaan pienenevän ja talvivalunnan kasvavan, kun lumipeitteinen aika lyhenee. Lumen määrä vähenee ja lumen sulamisaika aikaistuu, jolloin sulamisvesien vaikutusaika muuttuu vuodenkierrossa varhaisemmaksi. Lämpötilojen nousu, talven lyheneminen ja yleistyvät hellejaksot lisäävät haihduntaa ja aiheuttavat kuivuusjaksoja. (SYKE, 2016)

Ilmastonmuutos saattaa lisätä tulvien määrää, mutta vaikutukset vaihtelevat riippuen alueesta, tulvan tyypistä ja vesistöjen ominaisuuksista. Kaupungeissa tulvariski kasvaa erityisesti lisääntyneiden rankkasateiden vuoksi (Veijalainen ym., 2012, s. 63). Sademäärän ja sateen rankkuuden on arvioitu kasvavan n. 20 % vuosisadan loppuun mennessä ja tämän vuoksi tapahtuvien tulvahuippujen toistuvuus tulisi muuttumaan nykytilaan verrattuna niin, että nyt 5, 10 ja 25 vuoden välein tapahtuvat tulvahuiput tulisivat tapahtumaan 3, 5 ja 10 vuoden välein (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 98–99). Koska suurimpien sademäärien kasvu tulee olemaan noin 20 %, tulisi hulevesijärjestelmät mitoittaa kestämään noin 20 % isommat sademäärät kuin aiemmin (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 111).

2.4 Hulevedet ja kestävä kehitys

Kestävän kehityksen tavoite on turvata hyvät elämisen mahdollisuudet nykyisille ja tuleville sukupolville ja sen ulottuvuuksia ovat ekologinen taloudellinen, sosiaalinen ja kulttuurillinen kestävyys (Ympäristöministeriö, 2023). Kestävän kehityksen työtä ohjaa maailmanlaajuinen toiminta ohjelma, Agenda 2030, jonka 17 päätavoitetta ja näiden alatavoitteet ohjaavat kestävä kehityksen toteutumista. (Valtioneuvoston kanslia, n.d.-a) Tavoitteista useat liittyvät myös hulevesiin ja nämä on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Hulevesiin liittyviä useita Agenda 2030 kestävän kehityksen tavoitteita (Valtioneuvoston kanslia, n.d.-b-f.).

Agenda 2030 Kestävän kehityksen päätavoite		Esimerkki hulevesiin liittyvästä tavoitteesta
Tavoite 6	Puhdas vesi ja sanitaatio	Integroitu vesivarojen hallinta ja vesistöihin liittyvien ekosysteemien suojeleminen
Tavoite 11	Kestävät kaupungit ja yhteisöt	Kestävä kaupungistuminen ja kaupungistumisen aiheuttamien haitallisten ympäristövaikutusten vähentäminen
Tavoite 13	Ilmastotokeja	Ilmastoön liittyviin riskeihin sopeutuminen
Tavoite 14	Veden alainen elämä	Merten saastumisen vähentäminen maalla tapahtuvien toimintojen vaikutuksesta
Tavoite 15	Maanpäällinen elämä	Sisämaan makean veden ekosysteemien suojeleminen ja kestävä käyttö

Hulevesien hallinnan tarpeet ja tavoitteet ovat muuttuneet runsaasti viimeisten vuosikymmenien aikana. Tarve hulevesien hallintaan on liittynyt aluksi alueiden kuivatukseen ja perustunut hulevesien johtamiseen pois niiden syntypaikalta. Nykyään kuivatuksen rinnalla huomioidaan kestävän kehityksen mukaiset ekologiset, sosiaaliset ja taloudelliset ulottuvuudet. Hulevesien hallinnassa huomioidaan hulevesien aiheuttamat laadulliset haitat, vesistöjen ekologinen tila ja kuormituksen ehkäiseminen, esteettiset ja viihtyvyyteen liittyvät tekijät, virtausjärjestelmän ja hydrologisen järjestelmän ennallistaminen luonnonmukaisemmaksi, luonnon monimuotoisuus ja tarkastelu mahdollisena resurssina, esimerkiksi kastelussa tai virkistysarvona. (Fletcher ym., 2014, ss. 10, 13)

Luontopohjaisiin ratkaisuihin ja vihreään infrastruktuuriin perustuva luonnonmukainen hulevesien hallinta on yleistymässä ja on herättänyt kiinnostusta, sillä monitoiminnallisena se tuottaa hulevesien hallinnan lisäksi monia muitakin hyötyjä mm. lisäämällä alueen monimuotoisuutta tarjoamalla elinympäristöjä, säätelemällä ilmanlaatua tai toimimalla virkistyskohteena. (Lähde, 2021, s. 19) Luontopohjaiset ratkaisut (nature-based solutions) ovat luonnon toimintaan pohjaavia ratkaisuja, joilla pyritään ratkaisemaan yhteiskunnallisia ongelmia ja se toimii kattoterminä useille muille, kestävään hulevesien hallintaan liittyville periaatteille ja filosofioille, joita käytetään eri puolilla maailmaa (Kautto, 2021, s. 10). Vihreä infrastruktuuri on sekä luonnon omia, että ihmisen luomia viheralueita sisältävä strategisesti luotu verkosto, jonka tarjoamia ekosysteemipalveluita suunnitellaan ja ylläpidetään tarkoituksella. Vihreä infrastruktuuri pitää sisällään myös vesialueet ja pienvedet, joskin vesien kohdalla puhutaan erikseen sinisestä infrastruktuurista. (SYKE, 2013, ss. 16–17)

2.5 Hulevesien aiheuttamat riskit

Suomessa suurin vesistökuormittaja on maatalous ja yhdyskuntien osuus rehevöittävästä kuormituksesta on maatalouteen verrattuna pientä (SYKE, 2021b). Hulevesien vesistövaikutus voi kuitenkin olla paikallisesti merkittävää ja niiden mukana kulkeutuu lukuisia erilaisia haitta-aineita, yhdisteitä ja vaarallisia aineita, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti pinta- ja pohjavesiin. Taajama-alueilta haitallisia aineita päätyy vesiin mm. ilmalaskeumana, liikenteestä, rakentamisessa käytetyistä materiaaleista, lemmikkieläinten ulosteista, teollisuusalueilta, lannoitteista, viemärivuodoista, liukkauden torjunnasta ja roskaamisesta. Haitta-aineita on monenlaisia, ja niitä on mm. ravinteet, raskasmetallit, suolat, bakteerit, öljy- ja hiilivedyt, PFAS- yhdisteitä ja mikromuovit. (Valtanen ym., 2023, ss. 12–15)

Hulevesien määrä voi aiheuttaa riskin, kun rankkasateen tai sulamisvesien aiheuttama kuormitus hulevesijärjestelmälle on niin suuri, ettei se pysty kuljettamaan vettä riittävän nopeasti pois. Alueet, joilla on paljon päällystettyä pintaa ovat alttiita hulevesitulville, ja ilmastomuutoksen myötä yleistyvät rankkasateet lisäävät tätä riskiä. (SYKE, 2022)

Rakennettujen alueiden usein suoristetut ja oikaistut vesiuomat, sekä se, että runsas määrä hulevettä johdetaan yhteen purkupisteeseen lisää purku-uomien eroosiota, äärevöittää virtaamia ja voi aiheuttaa tulvimista purku-uoman alajuoksulla (Vakkilainen ym., 2005, s. 81 & Tornivaara-Ruikka, 2006, s. 13). Hulevesien määrä on yhteydessä laatuun, sillä mitä suurempi määrä purkuvesiin johdettavia hulevesiä muodostuu, sitä enemmän ne pitävät sisällään myös laadullisia riskitekijöitä.

Pohjavesialueilla hulevedet voivat muodostaa riskin pohjaveden laadulle ja määrälle. Mikäli hulevesiä johdetaan pois pohjavesialueilta, voi pohjaveden määrä vähentyä. Tämä voi vaikuttaa myös pohjaveden laatuun ja virtauksiin. Mikäli hulevesi imeytetään maaperään, voi pohjavesien laatu heikentyä, jos hulevedet sisältävät suuria pitoisuuksia haitta-aineita. Pohjavesialueilla puhtaat hulevedet tulisi mahdollisuuksien mukaan imeyttää ja likaantuneet hulevedet joko puhdistaa ennen imeyttämistä, tai johtaa pois pohjavesialueilta. (Valtanen ym., 2023, s. 39)

3 Hulevesien hallinta

Läpäisemättömille pinnoille kertyvää vettä pyritään hallitsemaan niin, ettei se aiheuta tulvia, aiheuta yli- tai alivirtaamia tai vaaranna vastaanottavan vesistön tilaa. Huleveden

poisjohtaminen ei riitä hallinnan menetelmäksi, vaan niiden syntyä pyritään estämään, määrää vähentämään ja laatua parantamaan. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 20) Hulevesien hallinta on kokonaisuus, jossa käytetään useita menetelmiä rinnakkain (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 141). Luonnonmukaisilla huleveden hallintakeinoilla, kuten kosteikoilla, kasvillisuuspainanteilla tai viivytyksaltilla pyritään käyttämään hyväksi luonnon prosesseja huleveden määrän vähentämisessä, sen laadun parantamisessa ja luomaan samalla viihtyisiä ympäristöjä (Vakkilainen ym., 2005, s. 65).

Hulevesien hallinnan järjestämiseen liittyy useita eri lakeja, joista keskeisin on maankäyttö ja rakennuslaki. Hulevesiin liittyvää lainsäädäntöä uudistettiin vuonna 2014, tavoitteena edistää hulevesien kokonaisvaltaista hallintaa ja muutoksen myötä vastuu hulevesien hallinnasta asemakaavoitetuilla alueilla siirtyi kunnille. (Suomen Kuntaliitto, 2017, s. 4) Tässä luvussa kuvataan keskeisin hulevesiin liittyvä lainsäädäntö ja vastuiden jakautuminen, hulevesien hallintamenetelmiä ja niiden suunnittelussa tarvittavaa hulevesien määrän arviointia.

3.1 Hulevesiin liittyvä lainsäädäntö

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) on ensisijainen hulevesien hallintaa säätelevä laki. Lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö niin, että edellytykset hyvälle elinympäristölle täyttyy ja edistetään kestävä kehitystä (MRL 132/1999). Maankäyttö- ja rakennuslaissa annetaan erityisiä säädöksiä hulevesiin liittyen, mm. määritellään hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet ja vastuut. Lain mukaan kiinteistön omistajalla on vastuu hulevesien hallinnasta tontilla ja kunnalla on vastuu hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaava-alueilla. (MRL 682/2014 §103) 1.1.2025 voimaan astuvan lakimuutoksen (752/2023) myötä maankäyttö- ja rakennuslain nimike muuttuu alueidenkäyttölainsäädännöksi. Samalla tulee voimaan rakentamislaki (751/2023) jossa säädetään rakennusten ja rakennuskohteiden suunnittelusta ja käytöstä. Rakentamislainsäädännössä säädetään veden johtamiseen liittyvien rakenteiden sijoittamisesta ja ojittamisesta silloin, kun tätä ei säätele vesilaki (Rakentamislaki 751/2023 §132).

Tulvariskilainsäädännössä (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010) säädetään tulvariskien hallinnan järjestämisestä. Hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta säädetään siten, että kunnan tulee tehdä alustava arvio hulevesitulvista aiheutuvista riskeistä ja nimetä merkittävät tulvariskialueet (Laki tulvariskien hallinnasta, 620/2010 §19).

Vesilain (587/2011) tavoite on edistää vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä kestävällä tavalla, ehkäistä haittoja ja parantaa näiden tilaa. Laissa säädetään mm. luvanvaraisista vesitaloushankkeista ja ojituksesta. Vesihuoltolain (119/2001) tavoitteena on mm. terveyden

ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi ja siinä säädetään vesihuollon järjestämisestä. Hulevesien osalta laissa määritetään kunnan mahdollisuus sopia vesihuoltolaitoksen kanssa hulevesien viemäroinnistä, kiinteistön liittämistä hulevesiviemäriin ja liittämisvelvollisuudesta vapauttamisesta (Vesihuoltolaki 119/2001 §17).

Ympäristönsuojelulain (YSL 527/2014) tavoite on ehkäistä ympäristön pilaantumista, se velvoittaa toimijoita olemaan selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista ja ehkäisemään ympäristön pilaantumista ja määrittää luvanvaraisen toiminnan, eli sen milloin toimintaa varten tarvitaan ympäristölupa. Hulevesien kohdalla ympäristölupa saatetaan tarvita niiden johtamiseen, mikäli niistä aiheutuu ympäristön pilaantumista tai ne sisältävät tiettyjä haitta-aineita (YSL 527/2014 § 27).

3.2 Hulevesiin liittyvät vastuut

Kunta vastaa hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaavoitetuilla alueilla ja huolehtii hulevesien hallinnan suunnittelusta, rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta. (Suomen Kuntaliitto, 2017, ss. 26–27). Kaupungeilla ja kunnilla voi olla hulevesistrategia, joka ohjaa hulevesien hallinnan suunnittelua kokonaisvaltaisesti ja määrittää hulevesien hallinnan yleiset toimintaperiaatteet ja tavoitteet (Jutila, 2009, ss. 2, 5). Maakuntakaavassa saatetaan tarkastella hulevesien merkitystä yleispiirteisesti osana tulvien hallintaa ja vesistöjen suojelua. Yleiskaavassa hulevesien hallintaa tarkastellaan valuma-alueitasoisesti, tehdään maisemaan ja maastoon liittyviä selvityksiä ja voidaan osoittaa tilavarauksia alueellisten hulevesien käsittelyyn. Asemakaavassa esitetään hulevesien hallinnan mitoituseriaatteen ja menetelmät, osoitetaan aluevarauksia ja tehdään määräyksiä ja ohjeistuksia rakentamista varten. (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 74–79)

Kiinteistön omistaja vastaa hulevesien hallinnasta tontin rajan saakka noudattamalla kunnan antamia määräyksiä ja ohjeita. Vesihuoltolaitoksen viemärointialueella kiinteistön tulee liittyä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon. Mikäli tähän ei ole velvoitetta tai kiinteistö ei voi käsitellä hulevesiä omalla tontilla, tulee kiinteistön johtaa hulevedet kunnan hulevesijärjestelmään. (Suomen Kuntaliitto, 2017, s. 24) Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan antaa ohjeistuksia ja määräyksiä hulevesien hallintaan, esimerkiksi ohjeistaa läpäisevien pintojen käyttöön tai vaatia tietyn hulevesimäärän imeyttämistä tonttikohtaisesti (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 86).

Vesihuoltolaitos vastaa hulevesien viemäroinnistä, mikäli kunnan kanssa näin on sovittu ja käytäntö, esimerkiksi putkiviemärointilaitteiston hallinnasta, voi vaihdella kunnan mukaan.

Vesihuoltolaitoksen vastuulle voi antaa ainoastaan hulevesienviemäröintiin liittyvät vastuut ja muut hallintarakenteet kuuluvat kuntien vastuulle. (Suomen Kuntaliitto, 2017, ss. 29–30) Valtioneuvosto vastaa valtakunnallisista alueiden käyttötavoitteista ja hyväksyy vesienhoitosuunnitelmat. Elintarvike, liikenne ja ympäristökeskus valvoo valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutumista kaavoituksessa, vesilain ja ympäristönsuojelulain toteutumista sekä ylläpitää yhdessä Suomen ympäristökeskuksen kanssa tietojärjestelmää tulvariskeihin liittyvistä arvioinneista. Aluehallintoviraston toimintaan kuuluu vesi- ja ympäristönsuojelulain mukaiset lupa-asiat. (Suomen Kuntaliitto, 2017, ss. 30–31)

3.3 Hulevesien määrän vähentäminen

Hulevesien määrää vähentämällä vaikutetaan hulevesien muodostumiseen ja pyritään ennallistamaan hydrologista kiertoa luonnonmukaista vastaavaksi. Keinoja huleveden vähentämiseen on kasvillisuus, läpäisevät pinnoitteet ja imeyttäminen. Koska päällystettyjen pintojen määrä vaikuttaa hulevesien syntyyn, on niiden määrän vähentäminen yksi keino vähentää hulevesien muodostumista. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 142)

3.3.1 Kasvillisuus

Kasvillisuus on hulevesien hallinnassa merkityksellinen, koska sillä on monia veden kiertoon liittyviä vaikutuksia. Sadevesi pidättyy kasvillisuuden pinnalle ja haihtuu siitä takaisin ilmakehään, kasvillisuuspeitteisen maan kautta vesi imeytyy maaperään, josta kasvillisuus jälleen haihuttaa vettä tai se imeytyy pohjaveteen. Kasvillisuudella on paljon muitakin etuja, sillä se parantaa vedenlaatua suodattamalla haitta-aineita. (Perini & Sabbion, 2017, luku 6.1)

Kasvillisuutta voidaan käyttää hyväksi monissa hulevesien hallintamenetelmissä ja sillä on merkittävä rooli esimerkiksi biopidätysaltaissa (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 143) tai kasvillisuuspeitteisissä viherkatoissa, jotka vähentävät katoilta tulevaa hulevesien määrää erityisesti tiivisti rakennetuilla alueilla (Helsingin kaupunki ym., n.d.-a, s. 9). Kasvillisuuden kykyä imeä vettä maasta voidaan käyttää hyväksi ja hulevesiä voidaan ohjata esimerkiksi puiden kasvualustaan, jotka voivat lajista, koosta ja ilmastollisista tekijöistä riippuen imeä ja haihuttaa maasta vettä useita satoja litroja päivässä (Marila, n.d.). Kasvillisuuspeitteisiä pintojen määrää voidaan maankäytön suunnittelussa lisätä, arvioida ja määrittää esimerkiksi viherkertoimen käytöllä. Viherkerroin on työkalu, joka määrittää kuinka paljon kasvillisuuspeitteistä pintaa, tai muita haluttuja elementtejä tulisi olla suhteessa koko tontin pinta-alaan. Eri elementeille, kuten hulevesien hallintarakenteille, läpäiseville pinnoitteille,

istutetulle kasvillisuudelle ja säilyneelle kasvillisuudelle tai maaperälle annetaan erilaisia painotuksia. Viherkertoimen tavoitelukua voidaan käyttää ohjaamaan kasvillisuuden käyttöä ja hulevesien hallintaa tontikohtaisesti. (Helsingin kaupunki & WSP, 2021, s. 7)

3.3.2 Hulevesien imeyttäminen

Hulevesien imeyttämisellä pyritään imeyttämään pintavalumaksi muodostuneita hulevesiä pintakerros- tai pohjavesivalunnaksi. Imeyttämisellä voidaan vähentää huleveden määrää ja tasata virtaamia, joskaan ne yksin eivät riitä hulevesitulvien hallitsemisen keinoksi. Imeyttäminen parantaa hulevesien laatua, sillä vesi puhdistuu suodattuessaan maakerrosten läpi. Erityisen merkittävää imeyttäminen on pohjavesialueilla, joilla pohjaveden pinnan alenemista pyritään estämään. (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 146–147) Imeytysjärjestelmiä on mm. imeytyskaivannot, imeytyspainanteet, tai kasvillisuuspeitteiset biosuodatusalueet eli sadepuutarhat.

Imeytyskaivanto voi olla maanpäälle tehty tai maanalainen kaivanto, joka on täytetty huokoisella materiaalilla, esim. karkealla kiviaineksella. Hulevesi johdetaan kaivantoon, jossa se ensin varastoituu huokoiseen materiaaliin ja sitten imeytyy maaperään. Hulevedet johdetaan maanpäällisiin kaivantoihin maan pintaa pitkin usein kiintoaineita pidättävän esikäsittelyn, kuten viherpainanteen, kautta. Maanalaisiin kaivantoihin hulevedet johdetaan viemäriä pitkin joko suoraan, tai jonkin esikäsittelyn, kuten hiekan- ja öljynerotuskaivon, kautta. (Suomen kuntaliitto, 2012, ss.147–149)

Imeytyspainanteista käytetään myös nimiä sadepuutarha tai biopidätys- tai biosuodatusalue. Nämä ovat kasvillisuuspeitteisiä, matalia painanteita, joihin hulevedet kerääntyvät ja lammikoituvat hetkellisesti ennen imeytymistä maaperään. Imeytyspainanteet ovat melko paikallisia ratkaisuja ja niiden valuma-alueen on korkeintaan muutamia hehtaareja. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 151) Sadepuutarhaksi kutsutun imeytyspainanteen toiminta perustuu usein hyvin vettä pidättävän ja johtavan maaperän ominaisuuksiin ja istutettuun kasvillisuuteen. Muissa imeytyspainanteissa istutuskerroksen ja vettä läpäisevän maaperäkerroksen alle on rakennettu karkeasta kiviaineksesta pidätys- ja imeytyskerros, joka on varustettu purkuputkella. (Perini & Sabbion, 2017, luku 6.5) Purkuputki mahdollistaa painanteen tyhjentymisen riittävän nopeasti ja tietyn viivytystilavuuden ylläpitämisen (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 151).

3.3.3 Lämpäisevät päällysteet

Koska läpäisemättömien pintojen määrä lisää hulevesien muodostumista, voidaan hulevesien määrää vähentää käyttämällä läpäiseviä päällysteitä läpäisemättömien sijaan. (Perini & Sabbion, 2017, luku 7.3). Lämpäisevässä päällysteessä vesi imeytyy läpäisevän pintakerroksen kautta sen alapuolelle karkeasta kiviaineksesta tehtyyn rakennekerrokseen, josta se imeytyy maaperään tai johdetaan muualle.

Pintakerroksena voi olla esimerkiksi avoin asfaltti, jonka rakenne on huokoinen ja vettä läpäisevä, tai harva kivetys, reikälaatta tai muovikennosto, jonka välit on täytetty vettä läpäisevällä materiaalilla, kuten kasvupeitteellä, kennosoralla tai murskeella. Lämpäiseviä päällysteitä voidaan käyttää vähän liikennöidyillä alueilla, kuten kevyen liikenteen väylillä. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 144)

3.4 Hulevesien viivyttäminen

Viivyttämällä hidastetaan hulevesin kulkua varastoimalla ne joksikin aikaa ja vapauttamalla vähitellen eteenpäin. Viivyttämiskäytökset hidastavat hulevesivirtaamaa, ehkäisevät tulvariskejä ja eroosiota ja voivat etenkin kasvillisuuspeitteisinä parantaa hulevesien laatua. Viivytyksen menetelmiä ovat kosteikot, lammikot, painanteet ja rakennetut altaat ja kaivannot. (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 172–173)

Kosteikot ja lammikot soveltuvat isojen vesimäärien viivytykseen ja ovat usein valuma-aluekohtaisia ratkaisuja. Lammikot ovat pienikokoisia altaita, joissa yleisesti on pysyvä vesipinta sellaisella korkeudella, että siihen jää tilaa hulevesien väliaikaiselle viivytykselle, mutta kuitenkin riittävän syvä pysyvän vesipinnan säilymiseen kuivina kausina. Veden määrää säädellään padotuksella ja purkuputkella tai rakennetulla ylivuotoreunalla ja tyhjennysputkella, joka mahdollistaa altaan tyhjentämisen tarvittaessa. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 173) Kosteikot ovat vesisyvyydeltään matalampia ja niissä on vaihteleva pinnanmuoto, jonka ansiosta niihin syntyy alueita, joilla on jatkuva vesipinta, ajoittain veden peittämiä matalapintaisia alueita ja korkeita alueita, jotka ovat harvoin veden alla. Runsas ja monipuolinen kasvillisuus on kosteikoille tyypillistä. (Suomen kuntaliitto, 2012, s.175)

Aluekohtaisempia ratkaisuja ovat rakennetut altaat, painanteet ja kaivannot. Allas voi olla keinotekoisesti rakennettu allas, jossa on pysyvä vesi ja matalahko veden syvyys. Viivytyksen painanteet ovat maanpinnalla olevia, usein kasvillisuuden peittämiä painanteita, johon hulevedet väliaikaisesti lammikoituvat. Niissä ei ole rakennettua imeytyskerrosta ja

veden virtaamaa säädellään purkuputkella tai patorakenteella. Viivytskaivannot ovat maan alle tehtyjä rakenteita, jotka ovat usein osa hulevesiviemäriverkostoa. Vesi kerääntyy kaivantoon, josta se salaojaputken tai purkuputken kautta tyhjenee viemäriverkoston. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 177)

3.5 Hulevesien johtaminen

Hulevesien johtamisjärjestelmillä hulevedet kootaan ja johdetaan pois syntypaikalta alueen kuivattamiseksi tai hulevesien käsittelemiseksi hallitusti muualla. Myös tulvareitit, joiden tarkoitus on johtaa hulevesiä tilanteessa, jossa varsinaisen hulevesijärjestelmän mitoitus on ylittynyt, ovat osa johtamisjärjestelmää. Johtamisjärjestelmiä ovat maanalaiset putkijärjestelmät ja maanpäälliset avojärjestelmät. (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 157, 169.)

3.5.1 Avojärjestelmät

Huleveden johtamisen avojärjestelmiä ovat mm. avo-ojat, purot, viherpainanteet tai rakennetut kourut ja kanavat ja niihin kuuluu putkitetut osuudet, esimerkiksi rummut, jotka mahdollistavat hulevesien johtamisen teiden läpi tai ali. Avojärjestelmät vievät tilaa ja siksi ne soveltuvat parhaiten väljästi rakennetuille alueille. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 157)

Avojärjestelmät viivyttävät ja imeyttävät hulevesiä, tasaavat virtaamia ja voivat parantaa niiden laatua, etenkin jos ovat kasvillisuuspeitteisiä. Avojärjestelmät eivät ole yhtä tulvaherkkiä verrattuna suljettuihin järjestelmiin. (Helsingin kaupunki ym., n.d.-a, s. 33)

3.5.2 Suljetut järjestelmät

Hulevesiviemäriverkosto kokoaa ja johtaa hulevedet pois kaduilta, teiltä ja pihoilta. Tiiviisti rakennetuilla alueilla ne ovat usein ainoa mahdollinen johtamismenetelmä. Koska viemäristö kuljettaa hulevesiä nopeasti ilman että ne pääsevät imeytymään verkostossa, aiheuttaa viemäriverkosto käyttö isoja virtaamavaihteluita, purkupisteiden eroosiota, ja vesien tilan heikentymistä.

Viemärijärjestelmä noudattaa usein luonnonmukaisia valumareittejä ja toiminta perustuu painovoimaisuuteen. Järjestelmä koostuu hulevesikaivoista, joita pitkin hulevedet kulkeutuvat viemäriin, kunnossapitoon tarvittavista tarkastuskaivoista, vesiä kuljettavasta viemäristöstä ja

pumppaamoista. Viemäristä vedet johdetaan purkupisteeseen, esimerkiksi avo-ojaan tai järveen. (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 189–191)

3.6 Hulevesimäärien arviointi ja mitoitus

Hulevesijärjestelmät mitoitetaan tietyn sadetapahtuman aiheuttamalle hulevesivirtaamalle (l/s/ha) tai huleveden määrälle (m³). Johtamisjärjestelmät mitoitetaan mitoitusvirtaaman (Q) mukaan ja siihen vaikuttaa alueen keskimääräinen valumakerroin (C), valitun mitoitusasteen intensiteetti (i) ja valuma-alueen koko hehtaareina (A) ja se lasketaan yksinkertaisimmillaan kertomalla nämä keskenään. Mitoitusvirtaaman laskukaava on tällöin: $Q = C \cdot i \cdot A$. (Suomen kuntaliitto, 2012, s. 101)

Hulevesien varastointijärjestelmät mitoitetaan hulevesien määrän mukaan. Määrä (V) ilmaistaan kuutioina (m³) ja se lasketaan kertomalla mitoitusvirtaama mitoitusasteen kestoajalla sekunteina (t) ja jakamalla tulos tuhannella. Hulevesien tilavuuden laskukaava on tällöin: $V = (C \cdot i \cdot A \cdot t) / 1000$ (Suomen kuntaliitto, 2012, s.101)

Tässä tutkimuksessa virtaamien laskemisessa käytettiin mitoitusasteena Kuntaliiton Hulevesioppaan mukaista ilmastonmuutoksen huomioivaa sateen intensiteettiä kerran kolmessa vuodessa tapahtuvalle sadetapahtumalle. Mitoitusasteen kestonä käytettiin saman oppaan ohjeellisia valuma-alueen koon huomioivia mitoitusasteen kestoajakoja (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 111, 209) ja nämä on esitetty kuvassa 1.

Kuva 1. Tutkimuksessa on käytetty mitoitusasteena kerran kolmessa vuodessa tapahtuvaa sadetapahtumaa, joka huomioi ilmastonmuutoksen ja mitoitusasteen kestoissa huomioidaan valuma-alueen koko (Suomen kuntaliitto, 2012, ss. 111, 209).

Valuma-alueen pinta-ala	Mitoitusasteen kesto (min)	Sateen intensiteetti (l/s/ha)
< 2 ha	5	220
2-5 ha	10	156
5-20 ha	20	117
20 -100 ha	60	56,4

Ilmastonmuutoksen vaikutuksen huomioiva mitoitusaste kerran kolmessa vuodessa tapahtuvalle sadetapahtumalle					
Sateen kesto (min)	5	10	15	30	60
Sateen intensiteetti (l/s/ha)	220	156	133	86	56,4

4 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytettiin menetelminä laadullista tutkimusta ja kokeellisia menetelmiä. Hulevesien hallinnan nykytilaa, mahdollisia haasteita ja hulevesien hallinnan kehitykseen sopivia alueita selvitettiin kokemusperäisen tiedon kautta haastatteluin ja verkkopohjaisen vesienhallinnan työkalu SCALGO Live- ohjelman avulla (Arge ym., 2024), jonka lisenssi saatiin käyttöön Hämeenlinnan kaupungilta. SCALGO Liven analyyseistä työssä käytettiin Flash Flood Mapping analyysia ja Watershed työkalua. Tietojen siirrossa, muokkaamisessa ja karttojen piirtämisessä käytettiin avoimen lähdekoodin ilmaista paikkatietoaineistojen käsittelyyn tarkoitettua QGIS- ohjelmaa (versio 3.36.2- Maidenhead). Muita käytettäviä aineistoja oli aiemmin tehdyt selvitykset, kaava-aineistot, vesihuoltoyhtiöltä saatu hulevesiviemäriaineisto, Suomen ympäristökeskuksen yleispiirteinen hulevesitulvakartta ja SCALGO Live-ohjelman paikkatietoaineistot. Tutkimuksen aikana tehtiin myös yksi maastokäynti, joka toteutettiin 22.5.2024.

4.1 Haastattelut

Haastatteluja toteutettiin kahdeksan ja haastateltaviksi valittiin henkilöitä, joilla työnsä kautta on kokemusta ja tietämystä tutkimusalueen hulevesistä, niiden hallinnasta ja mahdollisista haasteista. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina. Tällöin haastattelun teema ja kysymykset ovat ennalta laaditut ja haastattelut noudattavat tiettyä teemaa tai teemoja, mutta kysymykset voidaan esittää eri muodoissa, järjestyksessä tai laajuudessa eri haastateltaville riippuen siitä, mitä tahoa kukin haastateltava edustaa. Haastattelutilanteessa voidaan myös esittää lisäkysymyksiä, tai haastateltava voi nostaa esiin ajatuksia haastattelukysymysten ulkopuolelta. (Eskola ym., 2018, ss. 29–30). Haastattelut suoritettiin Microsoft Teams- haastatteluin 22.4 – 7.5.2024 välisenä aikana ja ne tallennettiin. Haastateltavista neljä toimi suunnittelutehtävissä, kaksi edusti kunnossapitoa ja kaksi vesiensuojelua ja vesistöjen kunnostusta. Haastateltavista viiden toimintakenttä keskittyi erityisesti rakennettuun ympäristöön. Haastattelutulokset käsiteltiin anonyymeinä ja haastateltavista käytetään nimikkeitä haastateltava 1...8.

Haastatteluaineisto analysoitiin teemoittelemalla. Teemat noudattivat tutkimuskysymyksiä, keskittyen käsitykseen alueen hulevesien hallinnan nykytilasta ja haasteista, sekä kehitysmahdollisuuksista. Tiettyyn alueeseen liittyvää tietoa luokiteltiin paikkatiedoksi QGIS- ohjelman avulla, jotta voitiin nähdä mille alueille tulokset sijoittuvat ja esittää nämä kartalla.

4.2 SCALGO Live ja paikkatieto

SCALGO Live on verkkopohjainen vesienhallinnan työkalu, joka perustuu kansalliseen korkeusmalliin. SCALGO Livessä analyysit perustuvat korkeusmalliin ja ne mallintavat veden liikkumista maan pinnalla. Tutkimuksessa käytettiin Flash Flood Mapping analyysia, joka mallintaa pintaveden tulvia. Valuma-alue ja virtaama (Watershed & Flow accumulation) työkalu mallintaa sitä, mitä reittejä vesi maanpinnalla kulkee ja miltä alueelta vesi kertyy tiettyyn pisteeseen. Valuma-alue työkalua voi käyttää sekä yhdessä Depression- Free Flow analyysin kanssa, jolloin se miltä alueelta vedet kokonaisuudessaan kertyvät tiettyyn pisteeseen, tai yhdessä Flash Flood Mapping- analyysin kanssa, jolloin se näyttää tietyn pisteen valuma-alueen tietyllä sademäärällä. Yhdessä Flash Flood analyysin kanssa, valuma-alue analyysi näyttää arvion alueen painannesäilynnästä, suodattuneesta vesimäärästä ja alueen purkupisteestä pois lähtevän veden määrästä. SCALGO Live-ohjelman analyysit eivät huomioi aikaa, eikä sitä voi siten yhdistää mitoitussateisiin. Tietty sademäärä kertoo, kuinka paljon sadetta kertyy maanpinnalle, mutta ei huomioi sitä, missä ajassa tämä tapahtuu. (Åström, 2024; Pancewicz, 2024)

SCALGO Liveen on liitetty tai luotu maakohtaista paikkatietoaineistoa. Tässä tutkimuksessa käytettiin Elevation- korkeusmallia (Maanmittauslaitos: Korkeusmalli 2M, 2023), Land Cover- maanpeite aineistoa (SCALGO Liven tuottama aineisto yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen kanssa), Soil Type- maalaji aineistoa (Geologian tutkimuskeskus: Maaperä 1:20000/1:5000, 2015), Pohjavesialueita (SYKE, 2021) maastotietokannan rakennuksia, teitä ja vesistöjä (MML: Maastotietokanta, 2024). Tutkimuksessa SCALGO Liveä käytettiin tutkimusalueen taustakartoitukseen, osavaluma-alueiden määrittelyyn ja tulvaherkkien alueiden selvittämiseen ja tulevan rakentamisen vaikutusten arvioimiseen.

Toimenpiteiden kuvaus SCALGO Live-ohjelmassa:

1. Valuma-alueen määrittäminen

Mylyyojan valuma-alueen rajauksena käytettiin SCALGO Live-ohjelman valuma-alueen rajausta ja tätä käytettiin alueena, jolle analyysit tehtiin.

2. Valumakertoimien määrittäminen eri maankäyttömuodoille

Maanpeiteluokille määritettiin valumakertoimet, jolloin SCALGO Liven analyysit huomioivat valumakertoimien vaikutuksen siihen, mikä osa sateesta suodattuu ja mikä muodostuu pintavalunnaksi. Valumakertoimet on kuvattu luvussa 2.1.

3. Hulevesiviemäriverkoston vieni SCALGO Live-ohjelmaan ja polttaminen maastomalliin.

Hulevesiviemäriverkoston tiedot koverrettiin SCALGO Livellä maastomalliin 50 cm syvyisiksi ja 100 cm levyisiksi uriksi. Verkostotietoja korjattiin, jos niissä havaittiin virheitä.

4. Osavaluma-alueiden määrittäminen ja osavaluma-alueiden tarkastelu.

Hulevesiverkoston osavaluma-alueet luotiin Depression- Free valuma-alue työkalulla ja näistä taulukoitiin koko, maanpeiteluokat ja niiden osuudet ja laskettiin keskimääräinen valumakerroin. Flash Flood valuma-alue työkalulla osavaluma-alueista saatiin arvio painannesäilönnän, suodattuneen veden ja alueelta pois lähtevän huleveden määrästä.

5. Flash Flood Mapping analyysi

Flash Flood Map analyysillä tutkittiin, onko tutkimusalueilla alueita, joihin pintavedet kertyvät. Analyysia käytettiin niin, että se ei huomioi hulevesiviemäriverkostoa, jolloin se mallintaa tilannetta, jossa vettä on satanut niin paljon, että verkoston kapasiteetti on ylittynyt.

6. Maankäytön muutosten tarkastelu

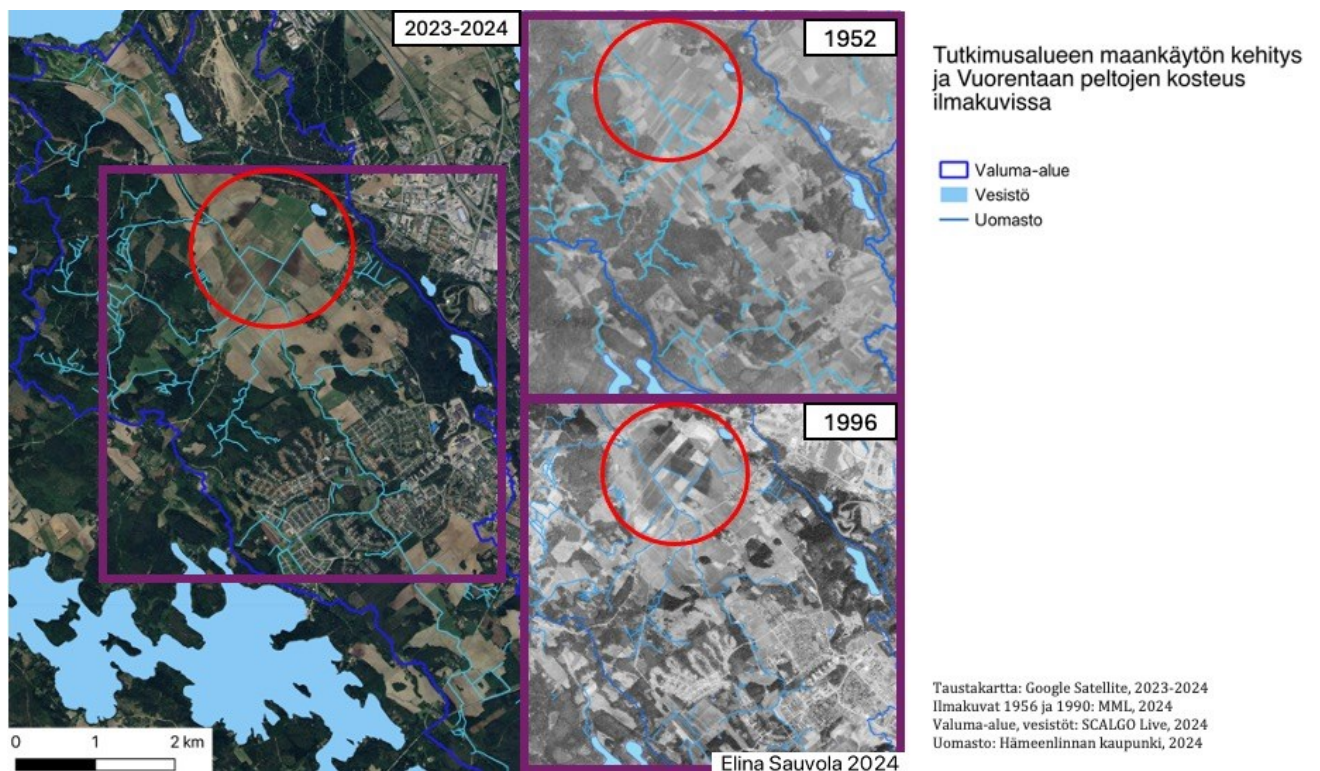
SCALGO Live-ohjelmalla luotiin suurpiirteinen alue kaavarunkoalueista nykyisillä maanpeiteluokilla ja toinen vastaava alue, johon maanpeiteluokka vaihdettiin tulevaa rakentamista vastaavaksi. Alueen mitoitusvirtaama laskettiin nykytilassa ja tulevan rakentamisen muutosten jälkeen. Virtausreitit tarkasteltiin Flow Accumulation analyysillä, jotta voitiin arvioida, mille kohdalle Myllyjojan uomaa hulevesiä tulee purkautumaan.

5 Tutkimusongelman kuvaus

Myllyjojan valuma-alueen rakentamisen myötä lisääntynyt hulevesien määrä on aiheuttanut ongelmia rakennettujen alueiden alapuolisilla alueilla, jossa erityisesti Vuorentaan pellot kärsivät vuosittaisista tulvaongelmista. OLO- hankkeen maastokäynnillä syyskuussa 2023 viljelijä Valtonen kertoi peltojen tulvivan vuosittain (Henkilökohtainen tiedonanto 8.9.2023). Vaikka näiden alueiden maastonmuodot ja maalaji voivat vaikuttaa tulvaherkkyteen,

kulkeutuu yläpuolisten alueiden rakennetuilta alueilta hulevesiä, jotka kulkeutuvat alapuoliselle valuma-alueelle suurina määrinä lisäten virtaamahuippuja ja aiheuttaen eroosiota ja tulvimista. Kokemäen vesistönsuojeluyhdistyksen suunnittelijan (Henkilökohtainen tiedonanto, 30.4.2024) mukaan peltoalueiden kuivatussuunnitelma laadittiin vuonna 1955, aikana ennen kuin alueen ylävirralla olevia alueita oli rakennettu ja tällöin alueen kuivatus ja uomaverkoston toiminta perustuu aikaan ennen rakentamista. Alueen maankäytön muutokset ja tulvimisesta kärsivät peltoalueet ovat nähtävissä eri vuosien ilmakuvista, jotka on esitetty kuvassa 2. Ilmakuvassa vuodelta 1952 alue oli pitkälti rakentamatonta viljelysmaata eikä ilmakuvasta näe peltojen kärsivän märkyydestä. Vuonna 1996 alueelle on rakentunut taajama-alue ja tulvaongelmasta kärsivä peltoalue erottuu ilmakuvasta selvästi. Vuoden 2023–2024 ilmakuvassa näkyy, että rakentaminen on yhä lisääntynyt.

Kuva 2. Maankäytön kehitys ja kosteudesta kärsivät peltoalueet eri vuosien ilmakuvissa (MML, 2024a; Google, 2023–2024; SCALGO Live, 2024e, f).



Myllyojan valuma-alueen rakennetut alueet tunnistettiin mahdolliseksi hulevesien aiheuttamien laadullisten riskien riskialueeksi Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) kestävän kehityksen koulutuksen projektityössä syksyllä 2023, jossa tutkittiin Myllyojan valuma-alueen pistemäisiä ja alueellisia hulevesiriskejä (Pantsu ym., 2023). Hämeenlinnan kaupungin hulevesitulvariskiarvion päivityksessä todettiin Myllyojan olevan tulvaherkkää

aluetta (Happonen & Bossman, 2018, s. 21) ja Sampo-Alajärven osayleiskaava ehdotusta varten laaditussa hulevesiselvityksessä todettiin rakennetun ympäristön aiheuttaneen hulevesivelkaa, hulevesiolosuhteiden olevan ääreviä ja hulevesien aiheuttavan tulvia (Nikulainen, 2015, s. 28). Tutkimusalueelle tullaan tulevaisuudessa rakentamaan lisää asutusta ja sille on suunnitteilla kaksi kaavarunkohanketta. Tuleva rakentaminen tulee lisäämään hulevesien määrää entisestään.

Hulevedet aiheuttavat määrällisiä ja laadullisia riskejä ja hulevesien määrän kasvaessa myös laadullisten riskien mahdollisuus kasvaa. Koska laadullisia riskipisteitä on tarkasteltu OLO-hankkeessa HAMKin opiskelijoiden projektityössä ja tekeillä on parhaillaan Lehijärven valuma-alueen kuormitus selvitys, keskittyy tämä opinnäytetyö tarkastelemaan hulevesiä yleisesti ja erityisesti hulevesien määrään liittyvää hallintaa.

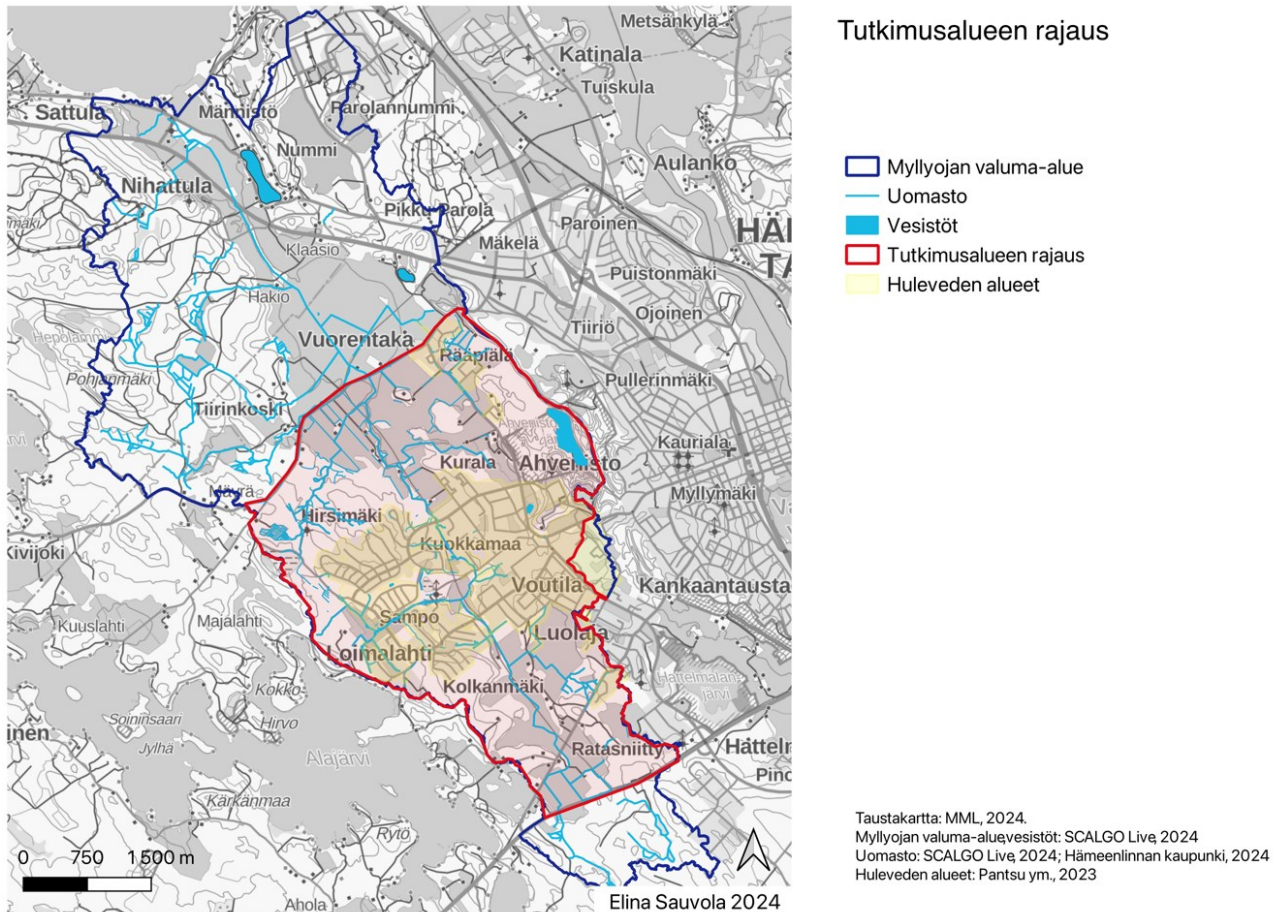
Tämän opinnäytetyön tavoite oli selvittää, mikä on hulevesien hallinnan nykytila Myllyojan valuma-alueen rakennetuilla alueilla. Tutkimusongelman ratkaisemiseksi muotoiltiin neljä tutkimuskysymystä:

1. Miten alueen hulevesien hallinta on toteutettu?
2. Millaisia hulevesien hallintaan liittyviä haasteita alueella mahdollisesti on?
3. Miten tuleva rakentaminen vaikuttaa alueen hulevesiin?
4. Mille alueille hulevesien hallintaa voisi lisätä?

6 Tutkimusalueen kuvaus

Hattulan Lehijärveen laskevan Myllyojan valuma-alue on kokonaisuudessaan noin 30 km². Valuma-alue kuuluu osittain Hämeenlinnan ja osittain Hattulan kuntaan. Tämä tutkimus rajautui tarkastelemaan valuma-alueelta nyt rakennettuja alueita, sekä tulevaisuudessa rakennettavia alueita, eli alueita, joista hulevesiä muodostuu tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Tutkimusalue sijoittuu Hämeenlinnan kunnan alueella ja alue vastaa osittain Sampo-Alajärvi osayleiskaavan aluetta, joskin siitä rajattiin pois muille valuma-alueille sijoittuvat alueet. Tutkittavan alueen pinta-ala on noin 15 km² ja se on esitetty kuvassa 3.

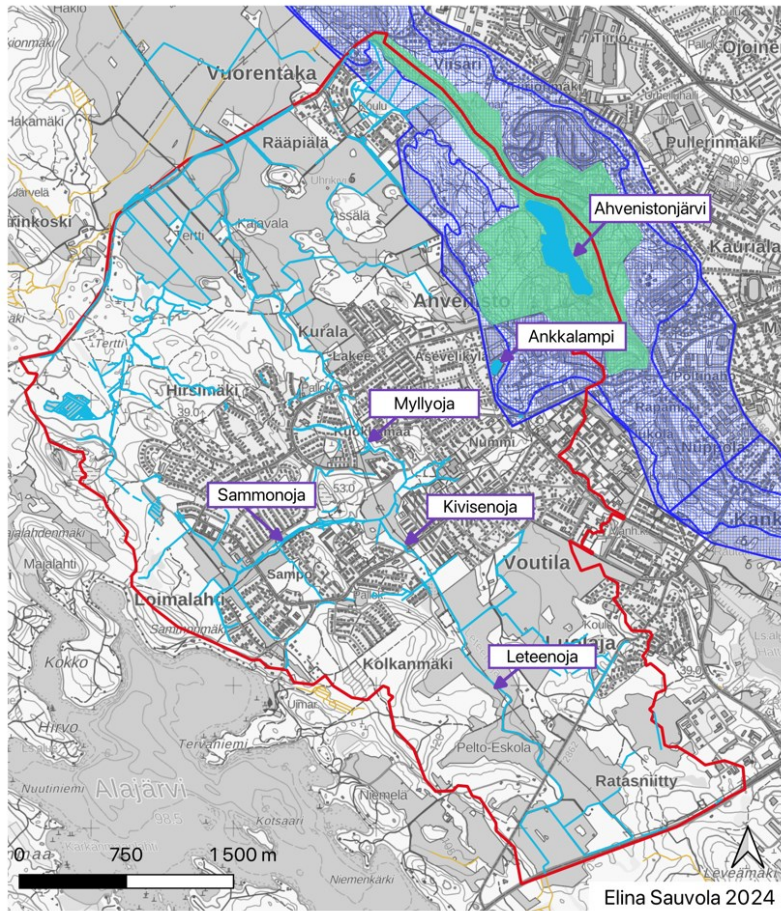
Kuva 3. Tutkimusalueen rajaus Myllyojan valuma-alueella sisältää taajama-alueet ja tulevat rakennettavat alueet (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024e, f; Pansu, ym. 2023).



6.1 Vesistöt

Lehijärvi, johon Myllyoja laskee, on luontaisesti rehevä järvi ja on luokiteltu tilaltaan tyydyttäväksi. Järvi on linnustollisesti arvokas ja kuuluu valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan. (SYKE, 2021a) Tutkimusalueella sijaitsee toinen järvi, syvä suppaan muodostunut Ahvenistonjärvi. Ahvenistonjärvi on suosittu virkistysalue ja sen ympäröivät harjualueet ovat suojeltua Natura2000- aluetta (SYKE, 2014). Alueen koillisreunalla sijaitsee Ahvenisto-Parolan pohjavesialue, joka on luokiteltu 1 luokkaan, eli vedenhankintaa varten tärkeäksi alueeksi (SYKE, 2024b). Tutkimusalueella sijaitsee useampia uomia, joihin hulevedet purkautuvat, nämä on esitetty kuvassa 4.

Kuva 4. Tutkimusalueen uomat, vesistöt ja Natura 2000 – suojelualue (SYKE, 2024b; MML, 2024b; SCALGO Live, 2024c)



Tutkimusalueen uomat ja vesialueet

- ▬ Tutkimusalueen raja
- ▬ Uomasto
- ▬ Vesistöt
- ▬ Pohjavesialue
- ▬ Natura 2000- luonnonsuojelualue

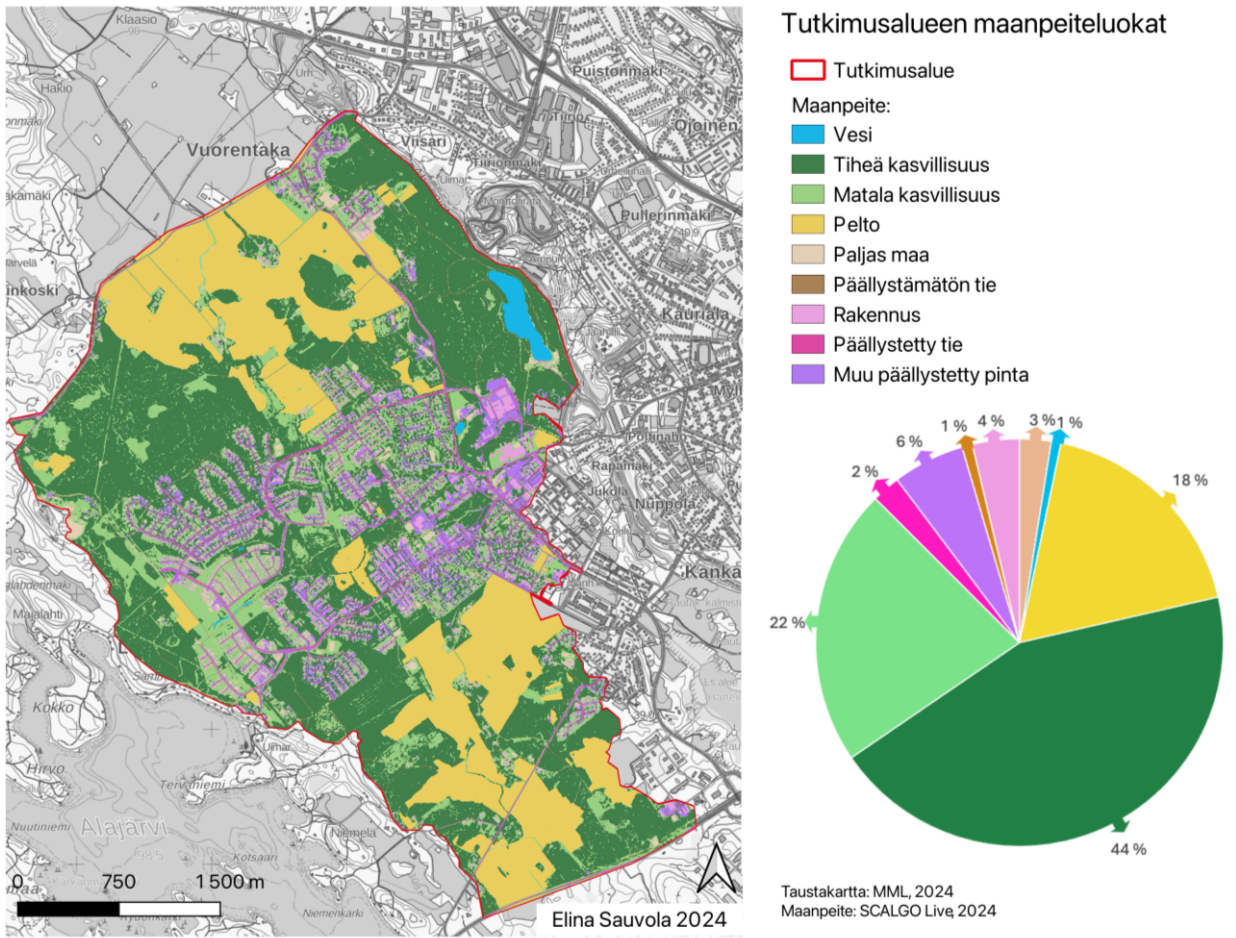
Taustakartta: MML, 2024.
Uomasto: Hämeenlinnan kaupunki, 2024
Vesistöt: SCALGO Live, 2024
Pohjavesialue, Natura 2000- alue : SYKE, 2024

Elina Sauvola 2024

6.2 Maanpeite

SCALGO Live:n Land cover- maanpeiteaineisto luokittelee alueet luonnolliseksi tai keinotekoiseksi maanpeitteeksi tai vesiin. Luonnolliset alueet on luokiteltu paljaaseen maahan, matalaan kasvillisuuteen, tiheään kasvillisuuteen, peltoon ja paljaaseen kallioon. Keinotekoiset alueet on luokiteltu päällystetyiksi teiksi, päällystämättömiksi teiksi, rakennuksiksi ja muiksi päällystetyiksi alueiksi. Tutkimusalueesta 87 % on maanpeitteeltä luonnollista, 12 % keinotekoisista maanpeitteistä ja 1 % vettä. Suurin osa alueesta, 44 %, on tiheää kasvillisuutta, eli metsäisiä alueita. Matalaa kasvillisuutta alueesta on 22 %, peltoa 18 % ja paljasta maata 3 %. Keinotekoisista maanpeitteistä alueella on eniten muuta päällystettyä pintaa, jota on 6 %. Rakennuksia on 4 %, päällystettyä tietä 2 % ja päällystämättömää tietä 1 %. Tutkimusalueen maanpeitteet ja niiden osuudet alueesta on esitelty kuvassa 5.

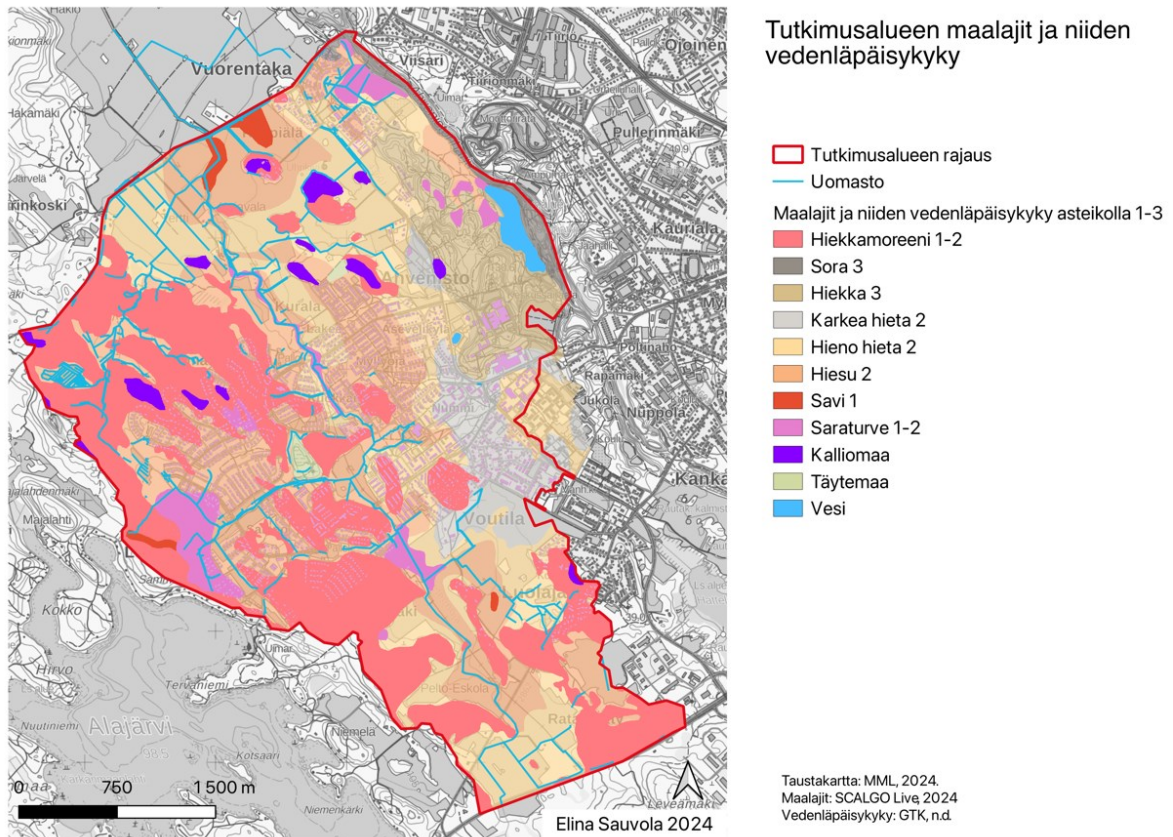
Kuva 5. Tutkimusalueen maanpeiteluokat ja niiden osuudet alueesta (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024c)



6.3 Maalajit

Maaperältään alueesta suurin osa (35 %) on hienojakoisia maalajeja (hieno hieta, hiesu ja savi) ja hiekkamoreenia (30 %). Karkeajakoisia maalajeja on 20 %, kalliomaata 12 % ja turvemaata (saraturve) 3 %. Heikosti vettäläpäisevää savea, on tutkimusalueella vähäisiä kohtia, esimerkiksi Myllyojan uoman kohdalla ja peltoalueella alueen pohjoispäässä. Myllyojan uoma on Kuokkamaan kohdalta Vähä- Terttiin saakka saraturvetta, jonka vedenläpäisykyky on pieni tai keskisuuri (1–2). Saraturvetta ja hiekkamoreenia, jonka vedenläpäisykyky on niin ikään 1–2 on laajempia alueita alueen länsipuolella. (SCALGO Live, 2024d) Tutkimusalueen maalajit on esitetty kartalla kuvassa 6.

Kuva 6. Tutkimusalueen maalajit ja niiden vedenläpäisykyky (1= pieni, 2 = kohtalainen ja 3 = suuri) (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024d; GTK, n.d.)



7 Hulevesien hallinta tutkimusalueella

Tutkimusalueen hulevesien hallinnasta vastaa pääosin Hämeenlinnan kaupunki, jonka hulevesien hallintaa ohjaa kaupungin hulevesistrategia. Hulevesien hallinta koostuu tutkimusalueella hulevesien johtamisjärjestelmästä ja joistakin viivyttävistä ratkaisuista.

7.1 Hulevesien hallinta Hämeenlinnassa

Hämeenlinnan kaupungilla on hulevesistrategia, joka määrittää yleiset tavoitteet hulevesien hallinnalle. Hulevesien hallinnan päämääränä on luonnonmukainen hulevesien hallinta ja sopeutuminen ilmastonmuutokseen ja hallintaa pyritään toteuttamaan alla kuvatun suositusjärjestyksen mukaisesti (Jutila, 2009, ss. 25–27), jossa:

1. Ensisijaisesti hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan eli vähennetään pois johdettavan huleveden määrää.

2. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä
3. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiputkistossa hidastus- ja viivytyalueille ennen vesistöön johtamista.
4. Hulevedet johdetaan hulevesiputkistossa suoraan vastaanottavaan vesistöön.

Hämeenlinnan kaavoissa hulevesistä on annettu määräyksiä vuodesta 2012 lähtien. Senkin jälkeen suunniteltuja toimia on jäänyt osin tekemättä (Happonen & Bossman, 2018, s. 18). Asemakaava-alueilla hulevesien hallinnasta on vastuussa kunta. Hämeenlinnan kaupunki vastaa kaavoituksesta, katujen kuivatuksesta, viivytyrakenteista ja tulvareiteistä ja avo-ojista ja niihin liittyvistä rakenteista, kuten rummuista ja ritiläkaivoista. Hämeenlinnan Seudun Vesi Oy:n (HS-Vesi) vastuulla on hulevesiviemäriverkoston runkoputket, jonka lisäksi HS-Vesi osallistuu yleensä suunnitteluhankkeisiin. Kiinteistöjen omistajat vastaavat hulevesien käsittelystä tonteilla ja tonttien liittämistä hulevesiviemäriverkoston ja heiltä peritään kunnan toimesta hulevesimaksua. (Happonen & Bossman, 2018, s. 14; HS-Vesi, n.d.)

Tutkimusalue vastaa osin Sampo-Alajärven osayleiskaava aluetta. Osayleiskaava on tullut lainvoimaiseksi 2017 ja alue on yksi Hämeenlinnan alueen tärkeistä kasvavista alueista. Alueesta nykyisellään on pääosin pientalovaltaista rakennettua aluetta n. 5 km² ja alueelle tullaan jatkossakin rakentamaan lisää pientalovaltaisesti. Yleiskaavaan on merkitty ohjeellisia hulevesien viivytyalueita ja määrätään, että asemakaavavaiheessa tulee osoittaa alueellisia hulevesien hallintaratkaisuja ja ohjeistaa kortteli/tonttikohtaiseen hulevesien hallintaan. (Happonen & Bossman, 2018, s. 21)

Alueen voimassa olevista asemakaavoista suurin osa on ajalta, jolloin kaavoissa ei annettu hulevesiin liittyviä ohjeistuksia, mutta muutamassa uudemmassa asemakaavassa näitä jo on. Tohkakallion asemakaavassa on yleismääräyksenä, että hulevedet tulee ensisijaisesti käsitellä tontilla ja toissijaisesti viivyttää. Viivytyrakenteiden tilavuudeksi on annettu 0,5 m³ 100 m² päällystämätöntä pintaa kohden ja kaavassa on osoitettu tulvareitti. (Saloranta, 2016, ss. 20–21) Jukolan S-marketin asemakaavassa määrätään, että hulevesiä tulee mahdollisuuksien mukaan imeyttää tontilla tai johtaa viivytettynä verkostoon. Kaavassa on puistoalueelle osoitettu alue, jolle voi rakentaa tasausaltaita tai muita hulevesien hallintaa parantavia rakenteita (Remes, 2020, s. 20).

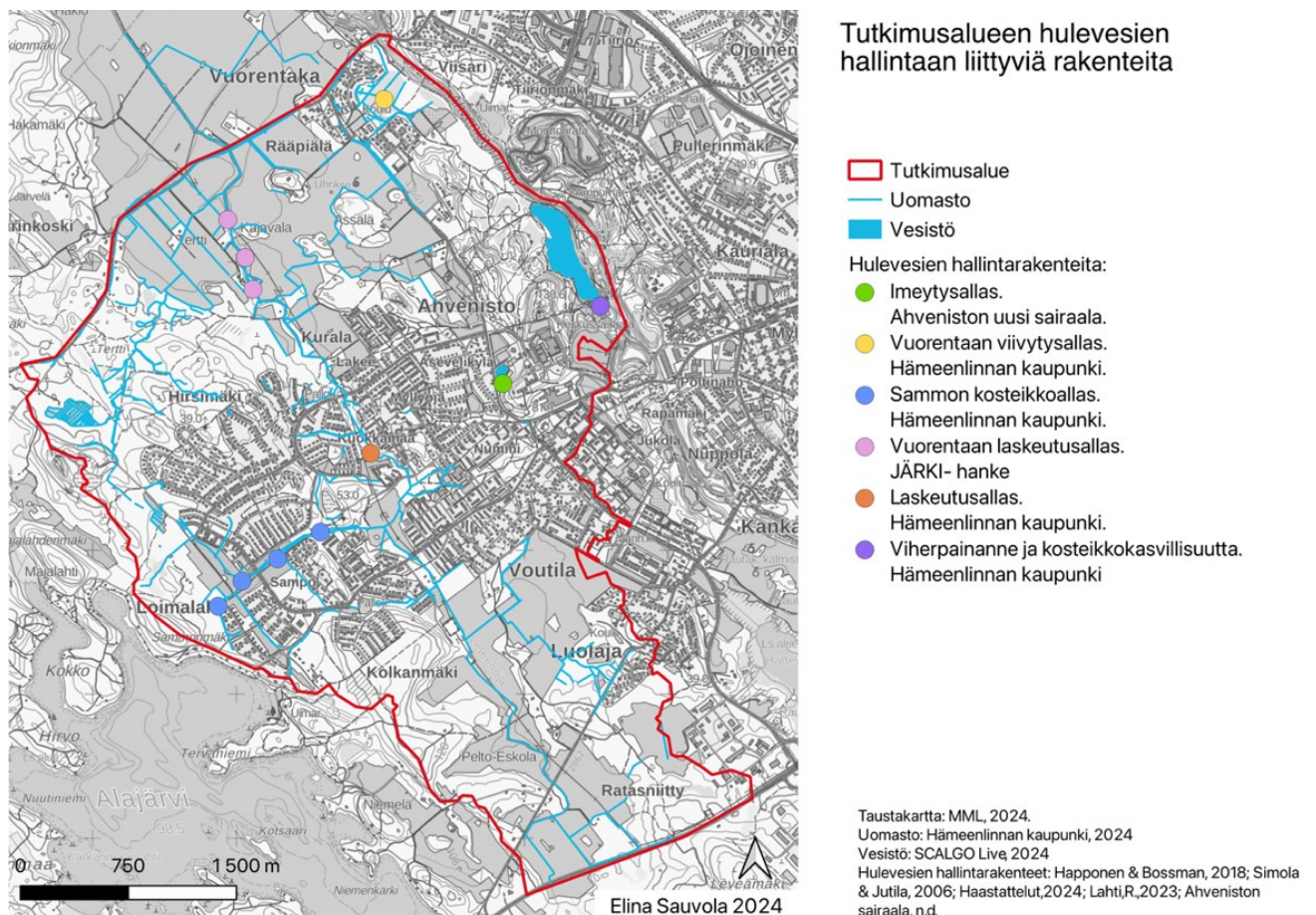
7.2 Hulevesien hallinnan menetelmät tutkimusalueella

Tutkimusalueella on muutamia hulevesien hallintaan liittyviä alueellisia ratkaisuja, jotka kuvataan tässä luvussa ja on esitetty kartalla kuvassa 7. Alueelliset ratkaisut ovat pääosin

Hämeenlinnan kaupungin vastuulla, mutta tutkimusalueelle sijoittuu myös JÄRKI-hankkeessa rakennetut laskeutusaltaat ja yksi esiin noussut kiinteistökohtainen hallintaratkaisu.

Sampo-Alajärven osayleiskaavaa varten teetetystä hulevesiselvityksessä verrattiin nykyisen maankäytön mukaisen hulevesien tilannetta fiktiiviseen luonnonmukaiseen tilanteeseen ja todettiin hulevesien hallintatarpeen olevan nykyisessä tilanteessa koko kaavan alueella 23 000 m³ (Nikulainen, 2015, s. 27). Tästä määrästä Myllyojan valuma-alueelle sijoittuva hallintatarve nykytilassa olisi noin 18 300 m³. Nykyiset hulevesien hallintaratkaisut eivät yksinään riitä koko hallintatarpeen tyydyttämiseen ja tällöin alueelle on syntynyt hallintavelkaa. Alueen hulevesien hallintaratkaisut eivät selvityksen mukaan riitä hulevesien käsittelyyn ja tämän on katsottu aiheuttavan ongelmia rakennettujen alueiden alapuolisille alueille. Selvityksessä hulevesien hallintavelan määräksi arvioitiin n. 5400 m³, joka tulisi toteuttaa keskitetyin hallintaratkaisuin. Myllyojan valuma-alueelle sijoittuva hallintavelka on arvion mukaan noin 3300 m³. (Nikulainen, 2015, s. 27).

Kuva 7. Tutkimusalueen hulevesien hallintarakenteisiin kuuluu viivytys-, laskeutus- ja imeytysaltaita (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024e; Happonen & Bossman, 2018, Liite 2; Simola & Jutila, 2006, s.55.; Ahveniston sairaala, n.d.; Lahti, 2023).



7.2.1 Sammon kosteikko

Loimalahden alueelle on Hämeenlinnan kaupungin toimesta tehty vuonna 2008 Sammonjoaan kosteikkoaltaita uoma syventämällä ja leventämällä. Kosteikot on luotu ratkaisuksi alueen alavuuteen, pohjaveden korkeuteen ja alueen kuivatusongelmiin (Jutila, 2009, s. 22) ja alue toimii tärkeänä viheralueena alueen asukkaille. Altaiden tilavuudesta ei ole tarkkaa tietoa, mutta SCALGO Live-ohjelman painannesäilyntä kartan mukaisesti Sammon altaiden tilavuus olisi karkeasti arvioiden noin 2500– 3000 m³.

Sammon kosteikkoa on kunnostettu kasvustoa poistamalla. Hämeenlinnan kaupungin kunnossapitoinsinöörin mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto 2.5.2024) kosteikkoalueet on kunnossapidossa luokiteltu ojaksi ja avoimena pidettäväksi alueeksi, jolloin siitä poistetaan kasvustoa tarpeen mukaan. Ojaa ympäröivät alueet on luokiteltu niityksi, jolloin niiltä niitetään kasvustoa vuosittain.

7.2.2 Vuorentaan allasketju

JÄRKI- hankkeessa toteutettiin kolmen patoaltaan laskeutusallasketju vuonna 2005. Allasketju toimii vesiensuojelullisena ratkaisuna tasaamalla tulvavesiä ja vähentämällä pintavaluntaa ja uomaeroosiota. Virtaamahuippujen tasaamisen lisäksi altaat vähentävät Myllyjojan kuormitusta, joskin JÄRKI- hankkeen loppuraportissa todetaan, ettei altaat yksinään riitä ravinteiden ja kiintoaineksen poistoon. Vaikka altaat eivät ole varsinaisen hulevesien hallintaratkaisua, liittyvät ne myös hulevesien hallintaan, sillä rakennetuilta alueilta Myllyjojaan johdetut hulevedet tulevat altaille suurena ja nopeana valumahuippuna. Allasketjussa on kolme erillistä allasta. Jokaisen altaan alussa ja lopussa on padon luona syvempi lietetasku tai laskeutusallas ja altaan reunoilla matalammat kosteikkoalueet. Altaiden tilavuus on yhteensä 5920 m³. (Simola & Jutila, 2006, ss. 48–50)

Tiina Kaisto tutki opinnäytetyössään Vuorentaan altaiden toimintaa veden laadun hallinnassa ja totesi toimivuuden olevan moniselitteistä. Joidenkin mittaustulosten perusteella allasketju näytti pidättävän kiintoaine- ja ravinnekuormitusta, kun taas joidenkin mittaustulosten perusteella altailta vapautui ravinteita. Opinnäytetyössä todettiin altaiden kaipaavan kunnostusta, koska ne olivat vuonna 2014 maastohavainnon perusteella kasvamassa umpeen. (Kaisto, 2016, ss.72–73) Vuorentaan allasketjun kunnostuksesta vastaa Lehijärven suojeluyhdistys. Lehijärven suojeluyhdistyksen mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto, 24.4.2024) altailta on niitetty kasvustoa ja niitä on kunnostettu kahteen otteeseen. Vuonna 2019 ja 2024 altaita on kunnostettu kaivamalla lietekuopat altaiden ylä- ja alapäähän.

Vuonna 2023 maastokatselmuksen perusteella pohdittiin tarvetta isompaan kunnostukseen, sillä altaat olivat kasvustoiltaan tukossa, eikä vesi kulkenut tasaisesti kosteikon läpi vaan oli tehnyt omia reittejään. (Lehijärven suojeluyhdistys, henkilökohtainen tiedonanto, 24.4.2024).

7.2.3 Muita alueellisia huleveden hallintaratkaisuja

Myllyojan vieressä, Kuokkamaan asuinalueen lähetyvillä on pieni, neliskulmainen laskeutusallas, jossa laskeutetaan Hirsimäenkadun hulevesiviemäristä tulevia hulevesiä ennen niiden ohjaamista Myllyjoaan. Kunnallistekniikan suunnittelijan mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto, 10.5.2024) tähän laskeutusaltaaseen ohjautuu hulevesiä ojista, jotka rajaavat Sammon vanhaa kaatopaikkaa. SCALGO Live:n painannesäilyntä kartan mukaan laskeutusaltaan koko on arviolta 44 m³. Maastokäynnillä otetussa kuvassa (kuva 8) purkuputki näkyy laskeutusaltaan keskellä.

Kuva 8. Laskeutusaltaaseen ohjataan vesiä entiseltä kaatopaikka-alueelta.



Hämeenlinnan hulevesistrategiassa mainitaan Vuorentaan alueen hulevesilampi, joka on suoalueella sijaitseva painanne, josta vedet ohjataan edelleen Myllyjoaan (Jutila, 2009, s. 16) ja Hämeenlinnan hulevesitulvariskiärvion päivityksen karttatietoihin tämä on merkitty

viivytyksalpaana (Happonen & Bossman, 2018, Liite 2). Lammesta ei ole saatavilla tarkempia tietoja. Hämeenlinnan kaupungin kunnallistekniikan suunnittelija arveli, että luultavasti kyseessä on pinnaltaan soistunut ja matala kohta, johon vesiä kerääntyy ja toimii siksi tavallaan viivytyksalueena (Henkilökohtainen tiedonanto, 10.5.2024). Maastokartassa näkyy pieni lampi, johon hulevesiverkostotietojen mukaan ei johdeta hulevesiä, vaan hulevesien purkupiste sijoittuu lammen vierellä olevalle soiselle alueelle. Maastokäynnillä havaittiin Tohkakallion alueella lampi, johon oli johdettu putki, josta viereisen asuinalueen hulevedet purkautuvat (kuva 9). Voi olla, että lampi on muodostunut tai tehty joskus isommaksi kuin maastokartassa ja voi olla, että karttatietoihin merkitty viivytyksallas tarkoittaa tätä. Hämeenlinnan hulevesistrategiassa hulevesien viivytyksalue pohjavesialueella arvioidaan jonkinlaiseksi riskiksi hulevesissä olevien mahdollisten haitta-aineiden vuoksi (Jutila, 2009, s. 16).

Kuva 9. Vuorentaan lampi, johon ohjataan hulevesiä



Ahveniston ulkoilukeskuksen pysäköintialueen hulevesien hallintaratkaisuna on tilavuudeltaan noin 100 m³:n viherpainanne, johon on istutettu kosteikkokasvillisuutta. Pysäköintialueen hulevedet johdetaan imeytettäväksi viherpainanteeseen ja painanteen vieressä on kaivo, josta hulevesiä pumpataan jätevesiviemäriin. Riina Lahti tarkasteli

diplomityössään Ahveniston parkkialueen nykyistä hulevesien hallintaa ja mahdollisia toimenpidevaihtoehtoja tilanteen parantamiseksi. Diplomityössään Lahti totesi nykyisen painanneratkaisun olevan riittämätön rankkasateilla ja lumien sulamisen aikaan, sillä huonosti läpäisevän maaperän vuoksi vedet eivät imeydy ja viherpainanteen korkeiden reunojen vuoksi vedet eivät ohjaudu painanteeseen ja toimintaa heikentää se, ettei kunnostustoimia toteuteta säännöllisesti, jonka lisäksi jätevesiviemäriin hulevesien pumppauksen vuoksi kertyvä liete aiheuttaa viemäriin tukkeutumista. (Lahti, 2023, ss. 52–53)

7.2.4 Kaavoihin merkityt hulevesien hallintaratkaisut

Tohkakallion asemakaavassa on osoitettu lähivirkistysalueelle sijoittuva tulvareittiä varten avo-ojan tai maanalaisen viemäriin mahdollistava merkintä (AVO) (Saloranta, 2016, s. 20). Maastokäynnillä kaavanmukaisessa kohdassa on kuvassa 10 näkyvä sorapeitteinen avo-oja, joka oletettavasti toimii tulvareittinä.

Kuva 10. Tohkakallion asuinalueen avo-oja



Jukolan S-marketin asemakaavassa on osoitettu alue puistoalueella, johon voidaan rakentaa tasausaltaita tai muita hulevesien hallintaa parantavia rakenteita (Remes, 2020, ss. 19–20). Viheralueelle ei ole rakennettu hulevesien hallintarakenteita, mutta Hämeenlinnan kaupungilta saadun katusuunnitelman mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto, 24.6.2024) viheralue on mitoitettu niin, että hulevedet valuvat tulvareittejä pitkin sinne ja viheralueen kautta kaivoon.

7.2.5 Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta

Alueen voimassa olevissa asemakaavoista suurin osa on laadittu ennen 2012, jolloin ei ole annettu hulevesiin liittyviä ohjeistuksia. Vaikka vanhemmissa asemakaavoissa ei ole hulevesiin liittyviä määräyksiä voi kiinteistöillä voi tästä huolimatta olla hulevesien hallintaan liittyviä ratkaisuja, esimerkiksi läpäiseviä päällysteitä. Tässä tutkimuksessa kiinteistökohtaisia hulevesien hallintaratkaisuja ei selvitetty, vaan ne huomioitiin ainoastaan maanpeiteluokkien ja niille annettujen valumakertoimien perusteella.

Yhtenä esimerkkinä kiinteistökohtaisesta hulevesien hallintaan liittyvästä ratkaisusta alueen uudemmalla asemakaavoitetulla alueella on Ahveniston uusi sairaala. Ahveniston sairaalan alueen asemakaavassa todetaan, että kiinteistö tulee liittää vesihuoltolain mukaisesti hulevesiviemäriin ja hulevedet tulee ensisijaisesti imeyttää tontilla tai johtaa viivytettynä kaupungin hulevesiverkoston, pohjaveden määrä ja laatu huomioiden, sekä esittää hulevesien hallintasuunnitelma, jossa huomioidaan ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvä vesimäärä (Mettälä, 2020, s. 39). Ahveniston sairaalan hulevedet käsitellään kiinteistökohtaisesti ja alueella jo aiemmin olleen Ankkalammen viereen on tehty imeytysallas, johon hulevedet johdetaan. Hulevedet ei kuormita hulevesiviemäriverkostoa, ja ainoastaan harvinaisilla tulvasateilla vedet ohjautuvat ylivirtausputken kautta hulevesiverkoston (Ahveniston sairaala, n.d.). Maastokäynnillä otetussa kuvassa imeytysaltaassa ei ollut vettä (kuva 11) ja voi olla, ettei allas ollut vielä toiminnassa.

Kuva 11. Assi-sairaalan imeytysaltaaseen johdetaan hulevesiä sairaalan alueelta.

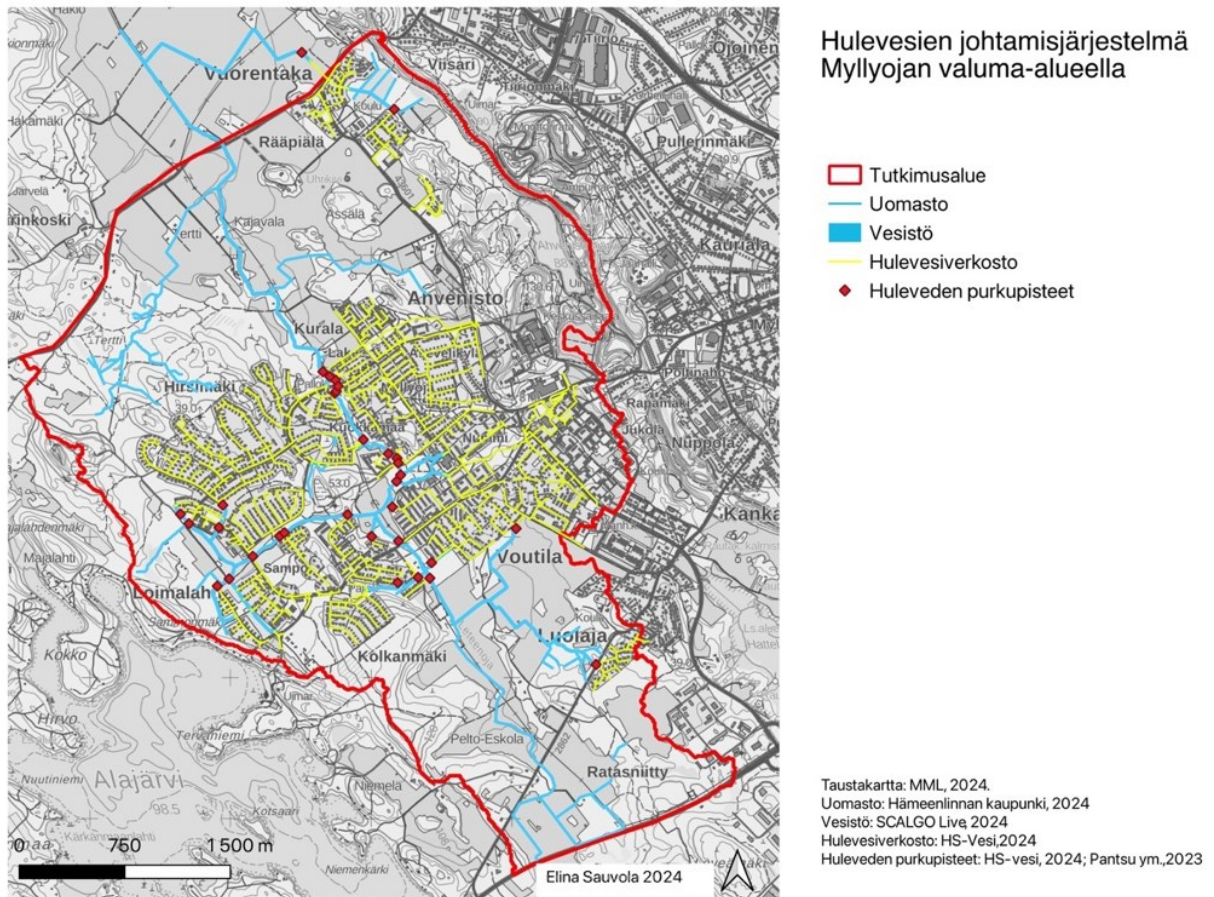


7.2.6 Hulevesiverkosto

Hulevesiä johdetaan alueella maanalaisessa hulevesiviemäriverkostossa ja maan päällä kulkevissa avo-ojissa. Hulevesiverkostotiedot saatiin HS- Vedeltä paikkatietoaineistona ja niiden sijaintitarkkuus ei ollut kaikilta osin tarkka (Henkilökohtainen tiedonanto, 15.5.2024.). Hulevesiverkoston vuoksi valuma-alueeseen tuli muutoksia, sillä osalta Jukolan aluetta hulevedet johdetaan valuma-alueen ulkopuolelle ja se rajautui pois tutkimusalueesta.

Hulevesien purkukohtat saatiin Hämeenlinnan korkeakoulun kestävän kehityksen opiskelijoiden projektityön paikkatietoaineistosta (Henkilökohtainen tiedonanto, 2.10.2023) ja näitä pisteitä on muokattu HS-Vedeltä saadun johtokartta-aineiston perusteella. Tässä työssä purkupisteitä, joissa hulevedet purkautuvat avouomaan on laskettu olevan alueella 50. Yksi näistä on hulevesipumppaamo, joka sijaitsee Vuorentaassa (Happonen & Bossman, 2018, Liite 1). Avouomastotiedot saatiin Hämeenlinnan kaupungin kantakartta-aineistosta (Henkilökohtainen tiedonanto, 20.5.2024.) Hulevesiverkosto ja purkupisteet on esitetty kuvassa 12.

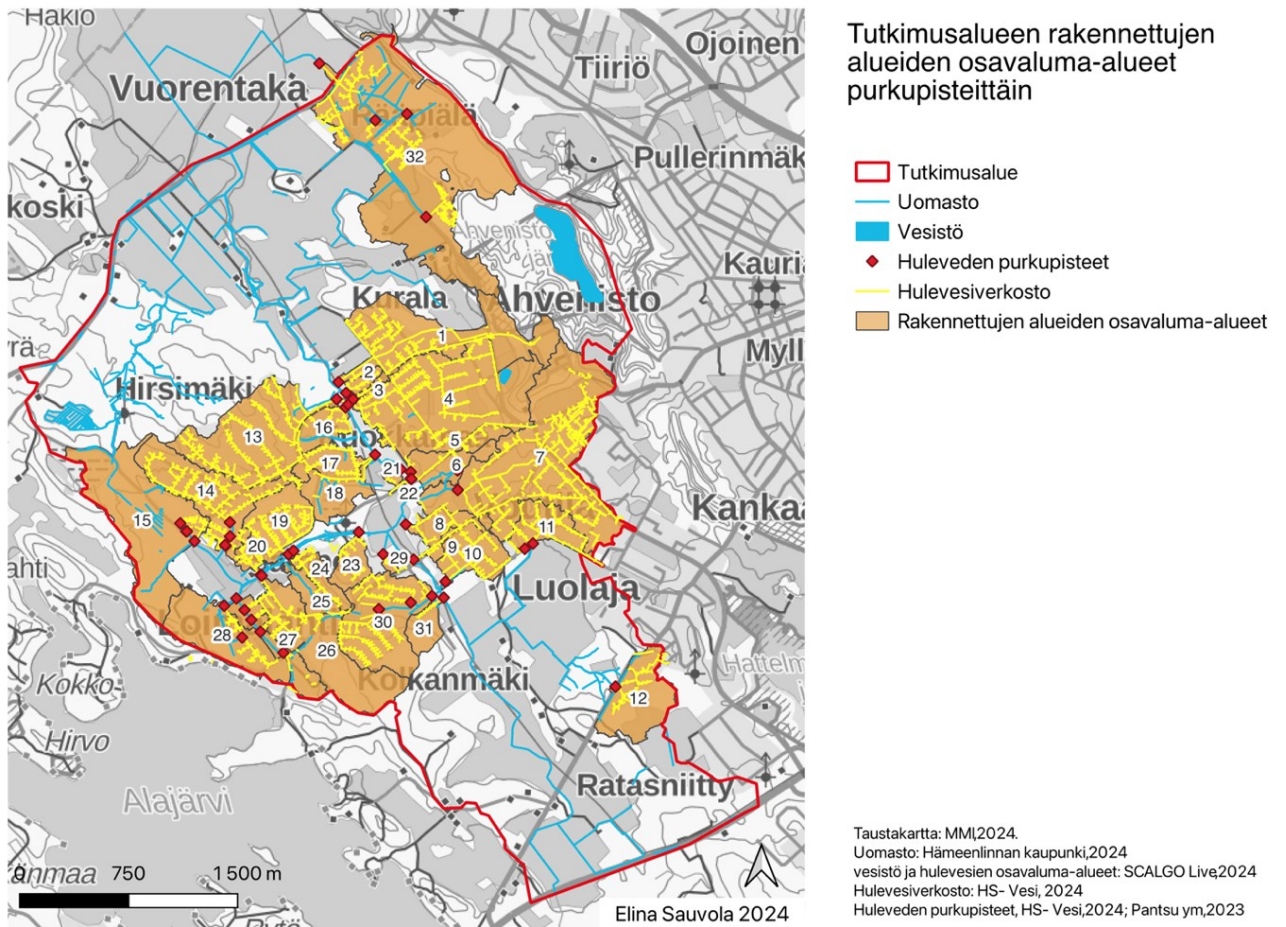
Kuva 12. Hulevesien johtamisjärjestelmä Myllyojan tutkimusalueella (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024e)



7.3 Rakennettujen alueiden osavaluma-alueet

Rakennettujen alueiden osavaluma-alueet määritettiin hulevesiverkoston purkupisteiden mukaan. Joillakin alueilla maanalaisesta verkostosta avouomiin johtavia purkupisteitä oli useampia peräkkäin ja yksittäinen osavaluma-alue näiden kohdalla olisi jäänyt pieneksi. Esimerkiksi Sammon alueella oli useampi tällainen alue. Näiden kohdalla valuma-alue luotiin viimeisen samaan avouomaan purkautuvan purkupisteiden kohdalta. Osavaluma-alueita määritettiin 32 kpl ja ne on esitetty kuvassa 13.

Kuva 13. Hulevesiverkoston osavaluma-alueet purkupisteittäin (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024e, f, Pantsu, ym. 2023)



Alueet nimettiin purku-uoman läheisen tien tai muun nimistön mukaan ja numeroitiin, ja niistä taulukoitiin pinta-alat, keskimääräiset valuma-aluekertoimet ja SCALGO Liven arvio lähtevän huleveden määrästä, sekä prosenttiosuudet siitä, mikä osuus sadevedestä jää painannesäilöön, mikä suodattuu ja mikä muodostuu hulevedeksi. Lisäksi osavaluma-alueista laskettiin niiden mitoitustavirraama kerran kolmessa vuodessa tapahtuvaa sadetapahtumalla, kun mitoitussateen kesto suhteutettiin valuma-alueen kokoon (esitetty luvussa 4.4). Osavaluma-alueet ja näistä taulukoidut tiedot on esitetty taulukossa 4.

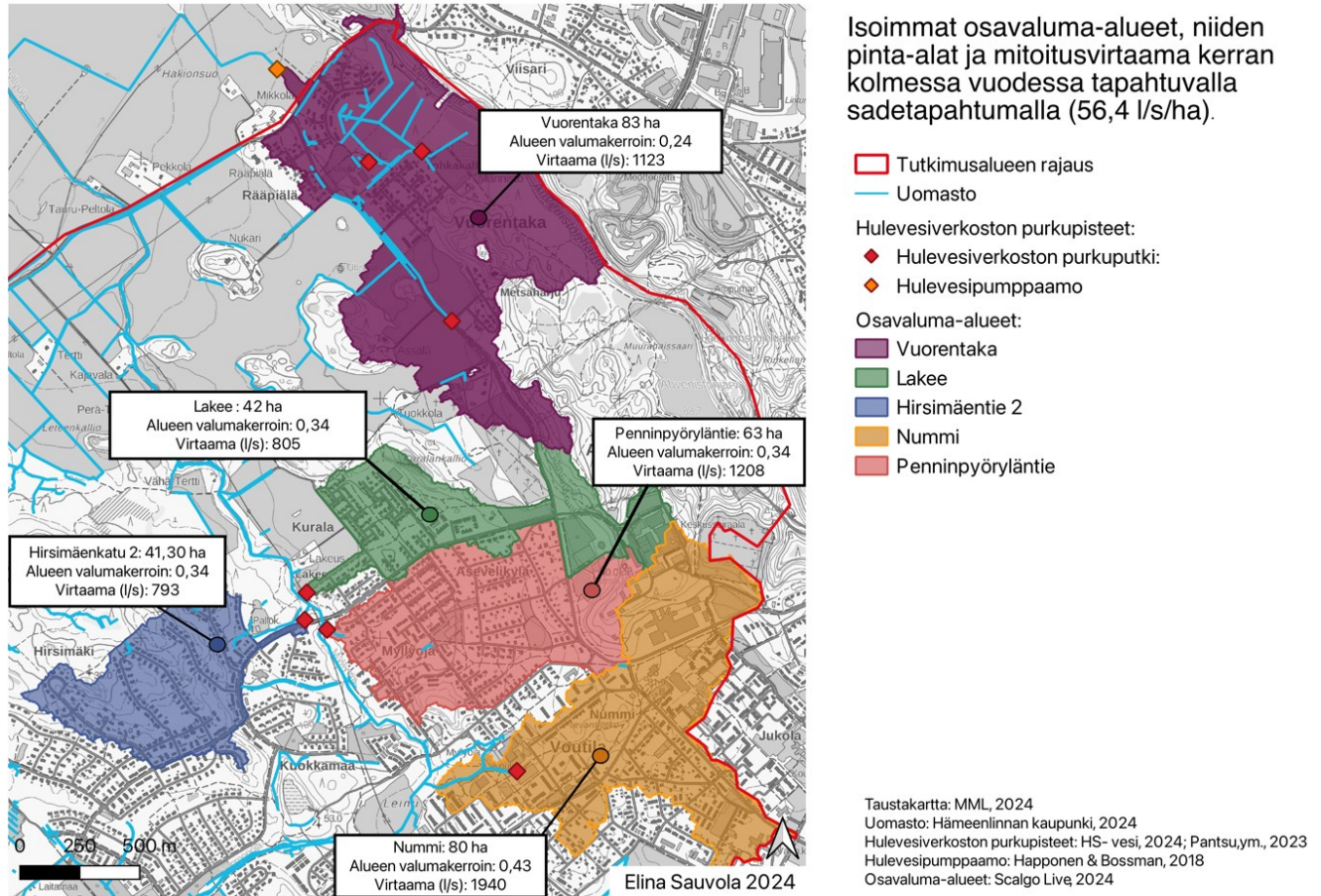
Taulukko 4. Myllyojan valuma-alueen hulevesien osavaluma-alueet (SCALGO Live, 2024f)

	Valuma-alue	Ala (ha)	Valumakerroin	Mitoitussade (Us/ha)	Virtaama (Us)	Hulevesi (m3), 10 cm sade	Painanne-säilynnän osuus (%)	Suodattuneen veden osuus (%)	Huleveden osuus (%)
1	Lakee	42	0,34	56,4	805	13 000	4	30	66
2	Kesätuulentie	2,26	0,4	156	141	821	1	40	59
3	Hirsimäenkatu 1	1,12	0,51	220	126	555	1	51	48
4	Penninpyöräntie	63	0,34	56,4	1208	17 141	12	29	59
5	Ainontie	7	0,35	117	287	2400	1	34	65
6	Nurmipolku	6,9	0,37	117	299	1875	6	28	66
7	Nummi	80	0,43	56,4	1940	21650	25	30	46
8	Jyrätie	6,71	0,55	117	432	3551	3	52	45
9	Loimalahdentie	2,23	0,56	156	195	1181	3	53	44
10	Leinuntie	13	0,4	117	608	5200	2	38	60
11	Pollentie	12	0,42	117	590	3540	18	30	52
12	Luolaja	21,31	0,23	56,4	276	4200	4	20	76
13	Hirsimäenkatu 2	41,33	0,34	56,4	793	12 800	3	31	66
14	Sammonojantie 1	29,48	0,38	56,4	632	9000	2	37	62
15	Sammonojantie 2	51	0,17	56,4	489	6550	3	13	84
16	Metsäväentie	7,73	0,38	117	344	2676	3	35	62
17	Kuokkamaa 1	8,38	0,35	117	343	2710	2	32	65
18	Kuokkamaa 2	11,06	0,2	117	259	2000	2	18	80
19	Aliraakkulantie	16,41	0,34	117	653	4854	1	33	67
20	Sammonojantie 3	3,44	0,44	156	236	1189	8	40	52
21	Myllyojantie	1,06	0,54	220	126	483	8	46	46
22	Sammontie	0,4	0,56	220	49	152	8	51	41
23	Saukonpolku	6,74	0,4	117	315	2600	1	39	60
24	Hevosenkengäntie	5,93	0,39	117	271	2256	1	38	61
25	Kuurupiilonpuisto	6,08	0,25	117	178	1 304	3	22	75
26	Sammonsuontie 1	31,54	0,23	56,4	409	5570	5	18	77
27	Sammonpuisto	11,4	0,27	117	360	2594	4	23	73
28	Sammonsuontie 2	25,64	0,2	56,4	289	3 590	9	10	80
29	Hirventie	0,7	0,39	220	60	365	3	55	43
30	Kivisenojantie	31,69	0,31	56,4	554	8779	3	29	68
31	Palokärjentie	6,17	0,15	117	108	767	1	14	85
32	Vuorentaka	83	0,24	56,4	1123	15 490	5	19	76

Suurin osavaluma-alue on Vuorentaan valuma-alue. Se oli SCALGO Liven valuma-alue työkalun mukaan reilu 200 hehtaarin kokoinen alue. Valuma-alueella on kuitenkin paljon painanteita, johon pintavalunta kertyy, joten jos valuma-aluetta tarkasteltiin yhdessä Flash Flood työkalun kanssa, ei koko valuma-alueelta muodostunut hulevesiä edes kovalla sademäärällä. Todellisuudessa Hämeen Härkätieltä hulevesipumppaamon kautta purkautuvan valuma-alueen koko on pienempi, 83 hehtaaria ja Vuorentaan valuma-alueen kohdalla valuma-alue rajattiin siksi poikkeuksellisesti Flash Flood työkalun avulla. Näin rajatun valuma-alueen kooksi saatiin 83 hehtaaria.

Toiseksi suurin valuma-alue on 80 hehtaarin kokoinen Nummen valuma-alue ja tältä alueelta poislähtevän huleveden määrä oli suurin. Seuraavat kolme suurinta valuma-aluetta ovat Lakee, Hirsimäenkatu 2 ja Penninpyöräläntie ja näiden kolmen valuma-alueen purkupisteet sijaitsevat melko lähekkäin Hirsimäenkadun molemmin puolin. Isoimmat valuma-alueet on esitetty kuvassa 14.

Kuva 14. Tutkimusalueen isoimmat valuma-alueet, niiden pinta-alat, keskimääräiset valumakerroimet ja mitoitusvirtaama kerran kolmessa vuodessa tapahtuvalla sadetapahtumalla (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024f; Happonen & Bossman, 2018; Pansu ym., 2023).



8 Hulevesien hallinnan haasteet ja kehityskohteet

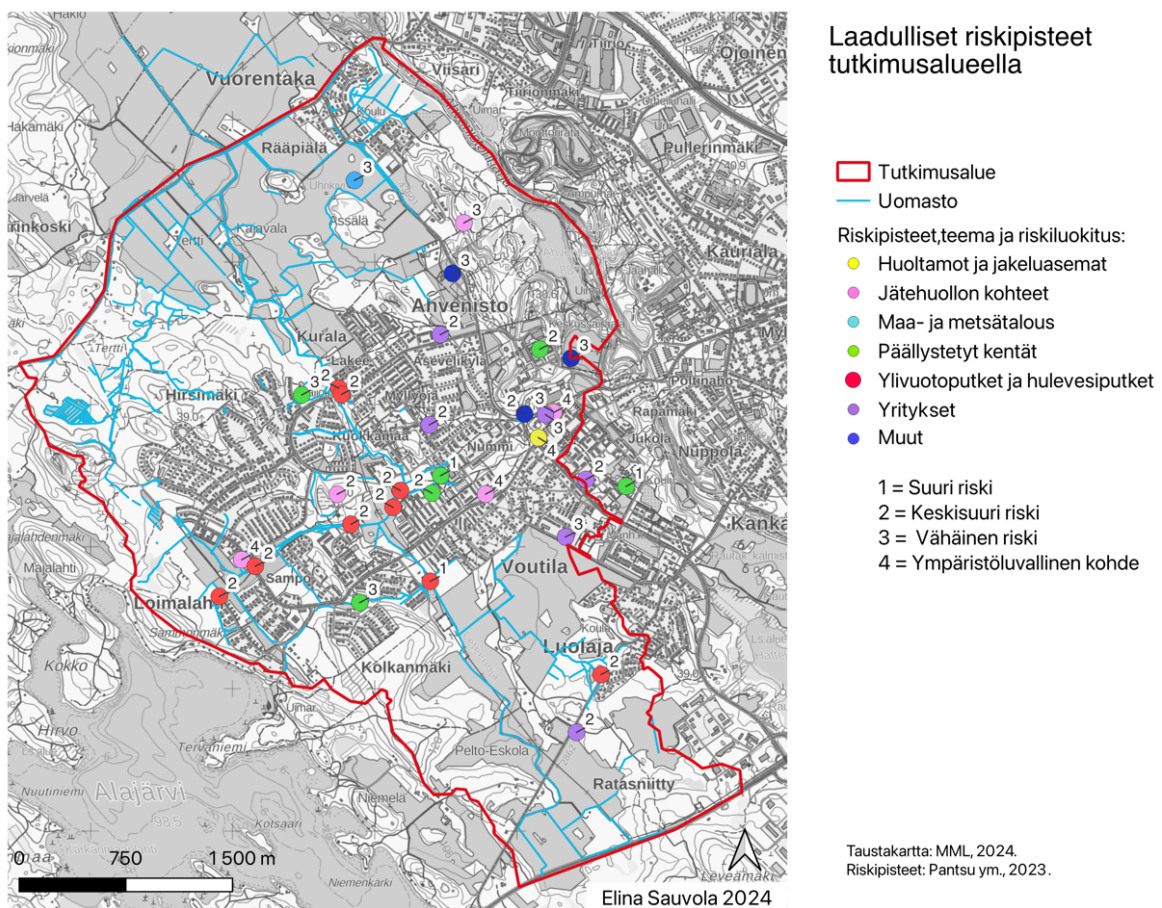
Tässä luvussa kuvataan tutkimusalueen hulevesien hallinnan haasteet ja kehityskohteet. Haasteina esitetään haastatteluissa esiin nousseet haasteelliset kohdat, tulva-herkät alueet ja jo tapahtuneet tulvimistapahtumat. Hulevesien laatuun liittyvät haasteet on esitetty aiemmin tehtyjen selvitysten kautta. Hulevesien hallinnan kehityskohteina esitetään haastatteluissa esiinnousseet alueet ja ajatukset, sekä aiemmissä selvityksissä esitetyt alueet.

8.1 Hulevesien laatu ja laadulliset haasteet tutkimusalueella

Sampo-Alajärven osayleiskaavan hulevesiselvityksessä laadun hallinnaksi katsottiin riittävän hulevesien määrän hallinta, sillä viivyttävät rakenteet parantavat hulevesien laatua

(Nikulainen, 2015, s. 29). Hämeen ammattikorkeakoulun kestävä kehityksen opiskelijoiden projektityössä tunnistettiin Myllyojan valuma-alueen laadullisia riskejä ja tunnistetuista 50 riskipisteestä 30 sijoittuu tässä tutkimuksessa tarkasteltavalle alueelle. Näistä 9 riskipistettä liittyi ylivuoto- tai hulevesiputkien purkupisteisiin. Projektissa tehdyn luokittelun mukaan kolme näistä pisteistä on ”suureksi” riskiksi luokiteltuja, näitä oli Nummen yhtenäiskoulun ja Jukolan koulun tekonurmikentät ja Kolkanmäen ylivuotoputki. (Pantsu ym., 2023, Liite 1). Keskisuuria riskipisteitä on 14 kpl, näistä kahdeksan on ylivuoto- ja hulevesiputkia, kolme moottorineuvojen huoltopalveluita tarjoavia yrityksiä ja loput kolme sairaala, rakennustyömaa ja parkkialue. Opiskelijaprojektissa kartoitettuihin riskipisteisiin lisättiin Sammon ja Ahveniston vanhat kaatopaikat. Tutkimusalueelle sijoittuvat laadulliset riskipisteet on esitetty kuvassa 15.

Kuva 15. Laadullista riskiä aiheuttavat riskipisteet. Pisteiden väri kertoo riskin teemajaoittelun ja numero arvioitun riskiluokan. (MML, 2024b; Pantsu ym., 2023)



Jätevesivuodoilla on yhteys oijen kuntoon ja aluekuivatuksen toimivuuteen. Mikäli aluekuivatus ei toimi kunnolla, muodostuu riski jätevesivuodoille, kun hulevedet päätyvät jätevesiviemäriin joko puutteellisten jätevesiverkoston rakenteiden kautta tai

pumppaamoiden ylivuotorakenteiden kautta. Tästä aiheutuu jätevesiverkostolle liiallista kuormitusta, joka voi johtaa siihen, että jätevedet purkautuvat avouomaan. (Laine, 2022, s. 2) Myllyjojan valuma-alueella on tapahtunut jätevesiylivuotoja Jyrätiellä ainakin tammikuussa vuonna 2018 (Keski-Korpela, 2018) ja joulukuussa 2021 (HS-Vesi, 2022). Kaiston opinnäytetyössä todettiin Luolajantien ja Loimalahdentien näytepisteiden bakteeripitoisuuksien olevan korkeita ja viittaavaan siihen että Myllyjojaan on päässyt jätevesiä vuonna 2014 (Kaisto, 2016, s. 53). Jätevesiylivuotojen estämiseksi olisi tärkeää, että ojan virtaama on riittävä ja siihen johdetut vedet saadaan johdettua kuivatettavalta alueelta pois. Joskus tämä tavoite voi olla ristiriidassa hulevesien laadun hallinnan kanssa, jos virtaamaa pyritään hidastamaan esimerkiksi kasvillisuuden avulla. (Laine, 2022, s. 3)

Tutkimusalueelle sijoittuu kaksi vanhaa kaatopaikkaa. Sammon kaatopaikka ja Ahveniston kaatopaikka. Sammon kaatopaikan pintavesi tarkkailu on lopetettu vuonna 2015, eikä kaatopaikalla todettu olevan vaikutuksia pintavesiin. Pohjavesi tarkkailua tehdään vuosittain. Vuoden 2023 pohjavesitarkkailussa todettiin vertailuarvon ylittäviä pitoisuuksia arseenia ja kobolttia. Pitoisuuksien todettiin nousseen kuparin, raudan, mangaanin, kromin, kupari, kloridin ja ammoniumtyypen osalta verrattuna aikaisempiin tarkkailuvuosiiin. (Ritari, 2024, s. 5) Ahveniston kaatopaikalla tehdään pohjaveden tarkkailua. Aikaisempina näytteenottovuosina on todettu hieman koholla olevia raskasmetallipitoisuuksia, vuoden 2022 tulosten perusteella nämä pitoisuudet ovat laskeneet ja veden laadun todettiin olevan hyvä. (Ritari, 2023, s. 7)

8.2 Näkemyksiä hulevesien hallinnan haasteista

Haastattelutulokset käsiteltiin anonyymeinä ja haastateltavista käytetään nimikkeitä haastateltava 1...8. Haastattelujen perustella alueen yleisemmiksi hulevesien määrään liittyväksi ongelmaksi koettiin se, että hulevesien määrän lisääntyminen on aiheuttanut alavirran alapuolisten alueiden tulvimista. Tämän nosti esiin neljä haastateltavaa (haastateltava 5, 6,7 ja 8). Rakennetuilla alueilla ei koettu suuria ongelmia hulevesien määrällisen hallinnan suhteen. Niistä haastateltavista (haastateltavat 1,2,3, 4 ja 6), joiden työ liittyi nimenomaan rakennettuihin alueisiin, ainoastaan yksi mainitsi haasteena alapuolisten alueiden tulvimisen. Haastateltavien (haastateltavat 1,2,3,4, ja 6) mukaan rakennetuille alueille sijoittuvat ongelmat tai haasteet koettiin pieniksi, ja näkemys oli, että ilmenneet ongelmat olivat tapahtuneet jo aiemmin ja nämä olivat sittemmin korjattu. Näiden haastateltavien näkemys oli se, että mikäli jotain ongelmia ilmenee, niihin reagoidaan ja ongelmat korjataan.

Hulevesien laadulliset haitat koettiin haasteeksi viiden haastateltavan (haastateltavat 1, 4, 5, 7 ja 8) puolesta ja laadullisista haasteista mainittiin vanhat kaatopaikat, kaatopaikkavuodon vuoksi Myllyojan sedimenttiin mahdollisesti päätyneet haitalliset aineet, pohjavesialueilla sijaitsevat hulevedet ja autojen pesussa käytettävien liuottimien päätyminen hulevesiin. Hulevesien aiheuttamiin laadullisiin haasteisiin liittyi myös jätevesiviemärien ylivuodot, jotka haastateltavat 1 ja 7 mainitsivat erikseen alueen haasteena. Tähän liittyen nousi esiin haaste siinä, että hulevesiä ei saada johdettua pois, eli uoma, johon ne purkautuvat ei vedä riittävästi.

Nykyinen hulevesien hallintajärjestelmä koettiin riittäväksi, joskin haastateltavat 1, 2 ja 3 tunnistivat järjestelmän riittävyteen liittyviä mahdollisia haasteita tulevaisuudessa. Kaikkien näiden kolmen haastateltavan mukaan järjestelmän riittävyys kuitenkin huomioidaan uusia alueita rakennettaessa. Yhtenä esimerkkinä haastateltava 1 toi esiin uuden Assi-sairaalan. Sen alueelta hulevesiä ei olisi voinut johtaa hulevesiviemäriverkostoon sellaisenaan, koska verkoston kapasiteetti ei olisi riittänyt. Tältä alueelta hulevedet käsitellään aiemmin mainitussa imeytysaltaassa ja hulevesiverkostoon johdettu hulevesi on hajautettu johdettavaksi kahteen eri verkostoon.

Kunnossapitoon ja niiden erityisesti niiden kustannuksiin koettiin liittyvän haasteita useamman vastaajan (haastateltava 1, 2 ja 3) puolesta. Kunnossapitoa on näiden haastateltavien mukaan kehitetty, jotta voidaan priorisoida hulevesien hallinnan kannalta merkittävimmät kohteet. Haastateltavat 2, 3, 6 ja 7 arvelivat, että sekä Vuorentaan tai Sammon kosteikkoalaiden tarvitsevan jossain vaiheessa kasvuston poistamista isompaa kunnostusta. Esteenä kunnostukselle nähtiin sekä korkeat kustannukset, vastuun kohdistuminen ja kunnostustarpeesta ja -tavasta saatavilla oleva riittämätön tieto. Hämeenlinnan kaupungin kunnossapidon rekisterissä hulevesien hallintaan liittyviä rakenteita, esimerkiksi Sammon kosteikkoalaita, ei ollut merkitty erikseen hulevesien hallintaan liittyviksi. Moni haastateltava ei osannut nimetä alueen hulevesien hallintaan liittyviä ratkaisuja tai niiden liittymisestä hulevesien hallintaan oli epäselvyyttä.

Hulevesiin liittyvinä yleisinä haasteina mainittiin sekä laadulliset riskit ja vesistöjen tilan heikentyminen, että hulevesien määrään liittyvät haasteet, kuten kiinteistöille ja infralle aiheutuneet vahingot tulvatilanteissa ja niiden aiheuttamat taloudelliset vahingot. Talous mainittiin hulevesien hallinnan haasteena useaan otteeseen. Haastateltava 6 toi esiin, että hulevesien hallintaratkaisujen alkukustannukset ovat korkeat ja voivat aiheuttaa rajoitteita, vaikka ne voisivat tulla pitkällä tähtäimellä halvemmaksi kuin tulvimisten aiheuttamat tuhot. Haastateltava 2 ja 6 taloudellisena haasteena kunnossapidon kustannukset ja haastateltava

2 näki ongelmana erityisesti sen, ettei kunnossapitoa välttämättä suunnitella tai huomioida hallintarakenteiden suunnitteluvaiheessa, eikä kunnossapidon kustannuksia huomioida suunnitteluvaiheessa. Haastateltava 5 näki haasteena yleisen taloudellisen tilanteen, joka rajoittaa kaikkia vesien suojelullisia toimia. Neljä haastateltavaa (haastateltavat 4,5, 6 ja 8) toivat esiin yleisenä haasteena sen, ettei hulevesiä ole huomioitu riittävän aikaisessa vaiheessa ja nyt aiheutettuja ongelmia on vaikea jälkikäteen korjata.

8.3 Haasteelliset alueet tutkimusalueella

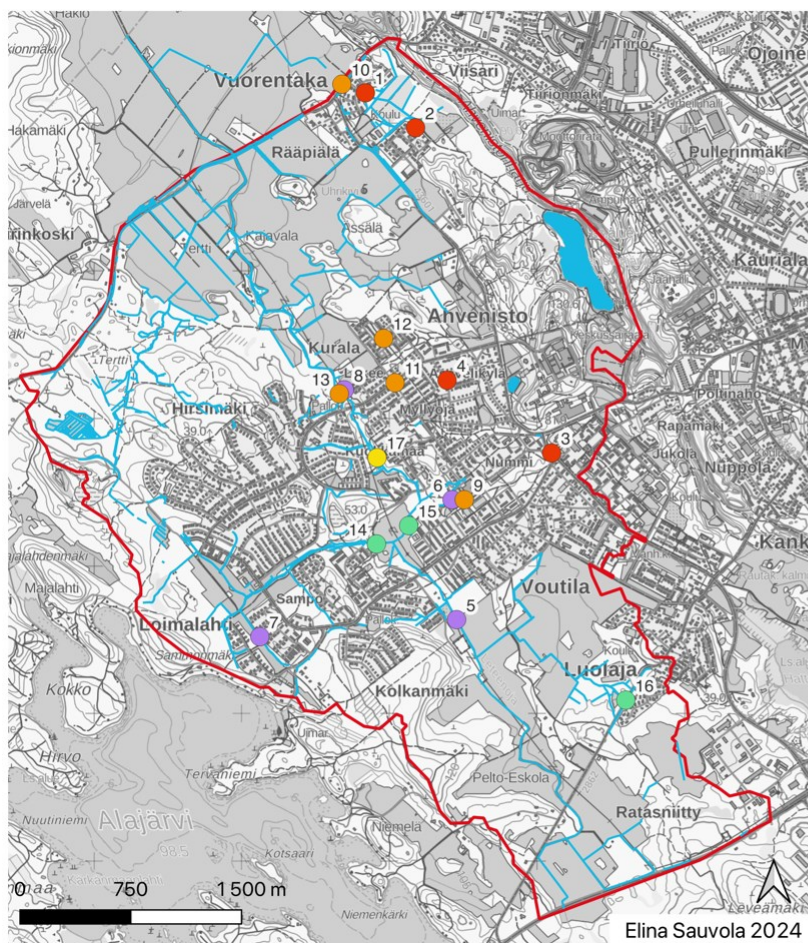
Haastattelussa ilmenneitä tiettyyn alueeseen liittyviä haasteellisia kohteita luokiteltiin haasteen tyypin mukaan ja kohteet on kuvattu luvun alla olevalla kartalla pistemäisinä kohteina. Piste ei kaikissa tapauksissa kerro tarkkaa sijaintia, vaan osoittaa suurpiirteisesti sen, mille alueelle haaste sijoittuu. Haastatteluissa ilmenneiden haasteellisten kohtien lisäksi kartalle lisättiin Hämeenlinnan hulevesitulvariskiarviossa 2018 tunnistetut riskikohteet.

Kaksi hulevesitulvariskiarviossa tunnistettua riskikohdetta sijoittuu Myllyojan valuma-alueelle ja molemmissa riskinä on huleveden tulviminen kadulle (Happonen & Bossman, 2018, Liite 2). Jukolan alueella kohde on kevyen liikenteen alikulkukäytävä, jossa on tulvinu. Asevelikylän kohteesta ei ole saatavilla tarkempaa tietoa, mutta Hämeenlinnan kaupungin kunnossapitoinsinöörin (Henkilökohtainen tiedonanto, 2.5.2024) mukaan tällä alueella on ollut puutteellisesta hulevesiverkostosta johtuvaa kuivatusongelmaa, joka sittemmin on korjattu. Kanta- Hämeen pelastuslaitoksen palopäällikön mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto, 10.4.2024) alueella ei ole ollut hulevesiin tai muutenkaan vesiin liittyviä hälytystehtäviä viimeisen viiden vuoden aikana (2019–2024).

Haasteelliset kohteet luokiteltiin haasteen tyypin mukaan. ”Tulviminen” kuvaa haastetta, jossa on todettu tulvimista. ”Märkyys” kuvaa kohteita, jotka nousivat esiin helposti vettyvinä, mutta joilla ei mainittu olevan tulvimista tai siitä aiheutuvaa haittaa. ”Kapasiteetti” kuvaa haastetyyppiä, jossa esimerkiksi hulevesiverkoston kapasiteetti asettaa rajoitteita hulevesien hallinnalle, tai voi muodostua haasteeksi tulevaisuudessa. ”Oja ei vedä” - tyyppi kuvaa kohdetta, jossa ojan virtaus on koettu riittämättömäksi, ja tästä on aiheutunut veden seisomista. ”Muu” – tyyppi kuvaa muita, edellä mainittujen haasteiden ulkopuolella olevia haasteita. Vaikka haasteet luokiteltiin omiksi tyypeikseen, liittyivät ne kaikki hulevesien määrään liittyvään hallintaan, mahdollisiin tulvimisiin ja voivat vaikuttaa toisiinsa. Kapasiteettiin liittyvät haasteet voivat aiheuttaa tulvimisia, mikäli olemassa olevat hallintarakenteet eivät riitä hulevesien johtamiseen. Ojan vetämättömyys liittyy myös kapasiteettiin ja tulvimisiin, sillä mikäli oja ei vedä, ei sen silloinen kapasiteetti takaa alueen

kuivumista ja vedet voivat kerääntyä tietyille alueelle ja aiheuttaa tulvimista. Haasteet voivat olla vanhoja, jolloin vastaavan kaltaisia ongelmia ei ole välttämättä ole viime vuosina ilmennyt. Ne on kuitenkin valittu esitettäväksi tässä, sillä hulevesiolosuhteet muuttuvat ja entisetkin haasteet voivat ilmetä uudestaan, mikäli esimerkiksi sateisuus lisääntyy. Haasteelliset kohteet on kuvattu kartalla kuvassa 16 ja kohteiden kuvaukset on esitetty taulukossa 5.

Kuva 16. Hulevesien hallinnan kannalta haasteelliset kohteet on luokiteltu haasteen tyyppin mukaan (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024e; Happonen & Bossman, 2018, Liite 2).



Hulevesien kannalta haasteelliset kohteet luokiteltuna haasteen tyyppin mukaan.

- Tutkimusalue
- Uomasto
- Vesistö
- Haasteelliset kohteet:
- Tulviminen
- Märkyys
- Kapasiteetti
- Oja ei vedä
- Muu

Taustakartta: MML, 2024
 Uomasto: Hämeenlinnan kaupunki, 2024
 Vesistö: SCALGO Live, 2024
 Haasteelliset kohteet: Haastattelut, 2024;
 Happonen & Bossman, 2018

Elina Sauvola 2024

Taulukko 5. Hulevesien hallinnan haasteiden kohdekuvaukset (Happonen & Bossman, 2018, Liite 2; Haastattelut, 2024)

Nro	Tyyppi	Kuvaus	Muita kommentteja	Lähde
1	Tulviminen	Talojen takapihoille tulvinut joskus vettä	Ei ole ollut viimeaikoina ongelmaa	Haastattelu
2	Tulviminen	Pintavesi haasteita ollut		Haastattelu
3	Tulviminen	Katu, hulevesitulvariskiarvio kohde 2018	Keuyen liikenteen alikukutunneli	Hämeenlinnan hulevesitulvariskiarvio 2018
4	Tulviminen	Katu, hulevesitulvariskiarvio kohde 2018		Hämeenlinnan hulevesitulvariskiarvio 2018
5	Märkyys	Kosteaa, rehevä ja helposti vettyvä kohta maastossa. Ei isoa ongelmaa.	Lähellä puutarhapalstoja	Haastattelu
6	Märkyys	Purkukohta johon johdetaan paljon vesiä, paikoin märkyyttä.	Ei isoa ongelmaa	Haastattelu
7	Märkyys	Rehevän oloinen, märkyyttä.	Alueet jotka on haluttu kuivattaa pysyy kuivanaa, ei sikäli ongelmaa.	Haastattelu
8	Märkyys	Purkuputki, jonka kohdalla usein märkyyttä.	Ei iso ongelma ehkä, alueella ei kulje paljon ihmisiä.	Haastattelu
9	Kapasiteetti	Purkuputken kapasiteetissa haasteita rankkasateilla	Vieressä koulu.	Haastattelu
10	Kapasiteetti	Hulevesipumppaamon kapasiteetti ei pärjää avo-ojen kapasiteetille esim kevättulvilla.	Kapasiteettia nostettu, ei ole ollut ongelmaa viime aikoina.	Haastattelu
11	Kapasiteetti	Ahdas verkosto, kapasiteetti ei riitä jos hulevesien määrä kasvaa	On huomioitu Assi-sairaalan hulevesien johtamisessa	Haastattelu
12	Kapasiteetti	Tiet ei pysy hyvässä kunnossa, kun alue ei kuivatu kunnolla	Ei suurta ongelmaa, alueelle varmaan tulossa jossain vaiheessa saneerausta.	Haastattelu
13	Kapasiteetti	Rumpu alimitoitettu, pienempi kuin ylävirran rummut.	Voi aiheuttaa tulvimista isommalla virtaamalla.	Haastattelu
14	Oja ei vedä	Vesi seisoo välillä, epämiellyttävän näköinen välillä ja oja ei tunnu vetävän hyvin.	Haitta visuaalinen, ei ehkä muuta haittaa?	Haastattelu
15	Oja ei vedä	Jätevesipumppaamon kohdalla oja ei vedä. On tapahtunut ylivuoto.	Jätevesiputkessa suojana läppä, joka estää isoimman sisäänvirtauksen.	Haastattelu
16	Oja ei vedä	Jätevesipumppaamo, ollut veden alla kun oja ei vetänyt		Haastattelu
17	Muu	Uoma savikoinen ja pajukoinen "ryteikkö", vieraskasveja	Hoitoa voisi kehittää	Haastattelu

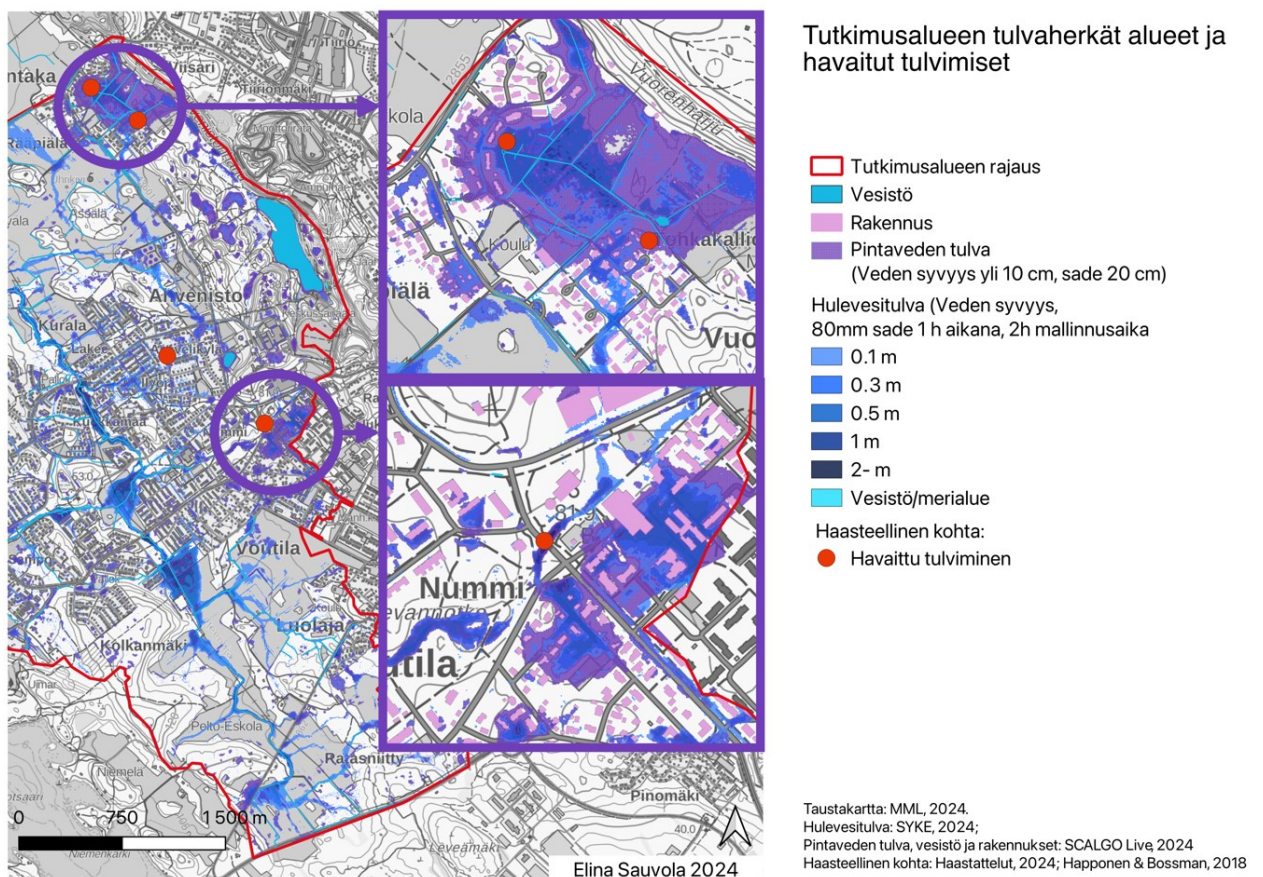
8.4 Tulvaherkät alueet

Pintaveden kertymistä tiettyihin paikkoihin ja mahdollisesti tulvaherkkiä alueita arvioitiin SCALGO Liven Flash Flood Mapping työkalulla ja tätä verrattiin SYKE:n tuottamaan yleispiirteiseen hulevesitulvakartta-aineistoon (SYKE, 2024c). Yleispiirteinen hulevesitulvakartta kertoo tulvivan veden peittävyuden ja syvyyden kerran 100 vuodessa tapahtuvalla sateella (52 mm 1 tunnin aikana) ja sitäkin harvinaisemmalla rankkasateella (80 mm 1 tunnin aikana). Tulvakartta on yleispiirteinen ja suuntaa antava ja analyysi voi perustua puutteellisiin lähtötietoihin (SYKE, 2024a). Flash Flood Mapping analyysissä käytettiin sademääränä 20 cm sadetta ja tulvivan veden syvyydeksi määriteltiin 10 cm, jolloin tulvivat alueet vastasivat parhaiten SYKE:n yleispiirteistä hulevesitulvakarttaa. Flash Flood Mapping analyysi huomioi maanpeitteiden valumakertoimet ja analyysissä käytettiin tasoa, jossa

maastomalliin ei ole koverrettu hulevesiviemäriverkostoa. Tällöin analyysi kuvasi tilannetta, jossa hulevesiverkoston kapasiteetti ei riitä huleveden johtamiseen.

Syken yleispiirteisellä hulevesitulvakartalla tulvivat alueet olivat laajempia kuin SCALGO Liven analyysin tuloksissa. Myllyoja näytti tulvivan Leinun ja Peltomattisen alueilla, jotka ovat peltoalueita. Hirsimäenkadun eteläpuolella Myllyojanuoman kohta näytti tulvivan kartan mukaan, joskaan vedet eivät yltäneet asuinalueille. Asutusalueesta hulevesitulvakartalla korostui Penninpyörylängtien osavaluma-alueella sijaitseva Myllyojan asuinalue. Asutusalueita, jotka nousivat esiin molemmista tulvakartoista, ovat Jukolan ja Vuorentaan alueet. Näille alueille sijoittui myös muutama haasteellinen kohta, joissa on havaittu tulvimista. Koska tulvimista on jo jossain määrin tapahtunut, ja ne muodostavat myös siksi tulvariskialueen. Tulvaehkät alueet ja tapahtuneet tulvimiset on esitetty kuvassa 17.

Kuva 17. Tulvaehkät alueet ja todetut tulvimistapahtumat (MML, 2024b; SCALGO Live, 2024a, b, e; Happonen & Bossman, 2018, Liite 2; SYKE, 2024c)

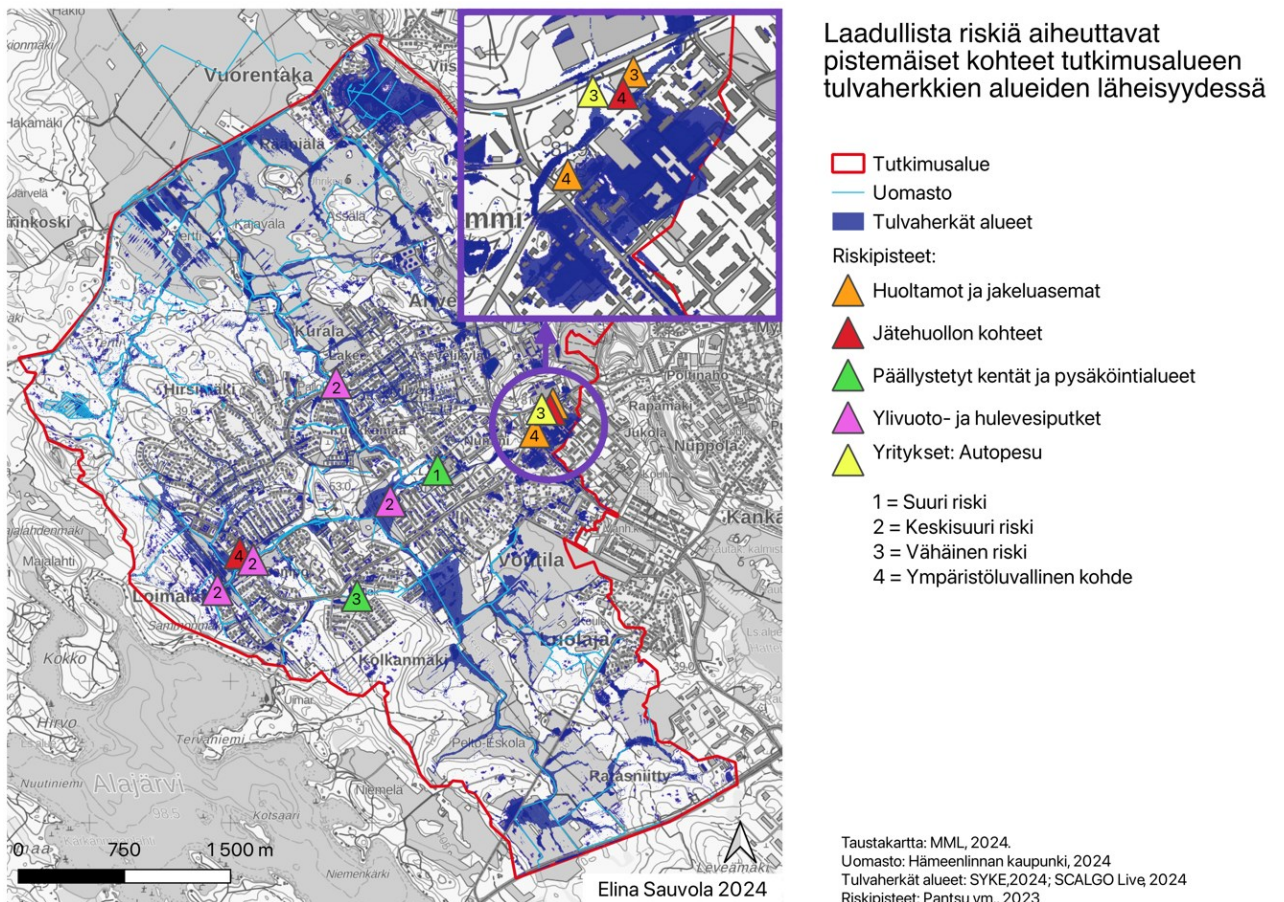


Yleispiirteisestä hulevesitulvakartasta ja Flash Flood Mapping kartasta yhdistettyä tasoa käytettiin kuvaamaan tulvaehkyyttä. Tulvaehkkiä alueita tutkittiin yhdessä laadullisten

riskipisteiden kanssa, sillä tulvaherkällä alueella sijaitseminen lisää riskin todennäköisyyttä. Mikäli alueella tulvii voi riskipisteistä kulkeutua ympäristölle haitallisia aineita huleveden mukana.

Laadullisia riskipisteitä sijoittui tulviville alueille tai niiden välittömään läheisyyteen 11 ja ne on esitetty kuvassa 18. Riskipisteistä poistettiin hulevesien purkupisteet, koska ne sijoittuvat joka tapauksessa uoman varteen eikä niiden sijainti siksi ole riippuvainen tulvimisesta. Ylivuotoputkien kohdalla tilanne on sama ja ne sijaitsevat uoman läheisyydessä, mutta ne otettiin tarkasteluun. Ylivuotoputkien kohdalla alueiden tulviminen voi vaikuttaa siihen, että niihin päätyy tulva-aikaan vettä, joka voi aiheuttaa jätevesivuotoja. Ylivuotoputkia on neljä ja ne arvioitiin keskiuuriksi riskeiksi (2). Jukolan alue korostui myös tässä tarkastelussa, sillä tulvaherkän alueen läheisyyteen sijoittui neljä riskipistettä. Kaksi näistä oli huoltoasemia, toinen sijoittui vähäisen riskin (3) luokkaan ja toisella oli ympäristölupa. Lisäksi alueella oli ympäristöluvallinen jätehuollon kohde ja riskiluokkaan 3 arvioitu autopesu yritys. (Pantsu ym., 2023, Liite 1)

Kuva 18. Tulvaherkkien alueiden läheisyyteen sijoittuvat laadulliset riskipisteet (MML, 2024b; SYKE, 2024c; SCALGO Live, 2024b; Pantsu, ym., 2023)



8.5 Hulevesien hallinnan kehittäminen

Puolet haastateltavista (haastateltavat 1, 5, 6 ja 8) mainitsivat uusien rakennettavien alueiden kaavoituksen parhaana tapana kehittää hulevesien hallintaa. Haastateltavat 4,5 ja 7 epäilivät, ettei jo nyt rakennetuilla alueilla ole tilaa hulevesien hallinnan lisäämiselle ja paras tapa kehittää hulevesien hallintaa on huolehtia uusien alueiden hulevesien hallinnasta paremmin. Kaksi haastateltavaa (haastateltava 2 ja 4) toivat esiin, että hulevesien hallintaa voisi olla mahdollista kehittää jo nyt rakennetuilla alueilla, mutta vain katusaneerausten tai piharemonttien yhteydessä, sillä ilman muuta rakentamista sitä ei juuri tehdä. Haastateltava 2 kertoi kohteista, joissa saneerauksen yhteydessä on hulevesiverkostoa parannettu. Haastateltava 3 nosti esiin, että ongelmien ilmetessä tilanne korjataan, mutta ilman selkeää ongelmaa ei hulevesien hallintaa useinkaan kehitetä rakennetuilla alueilla.

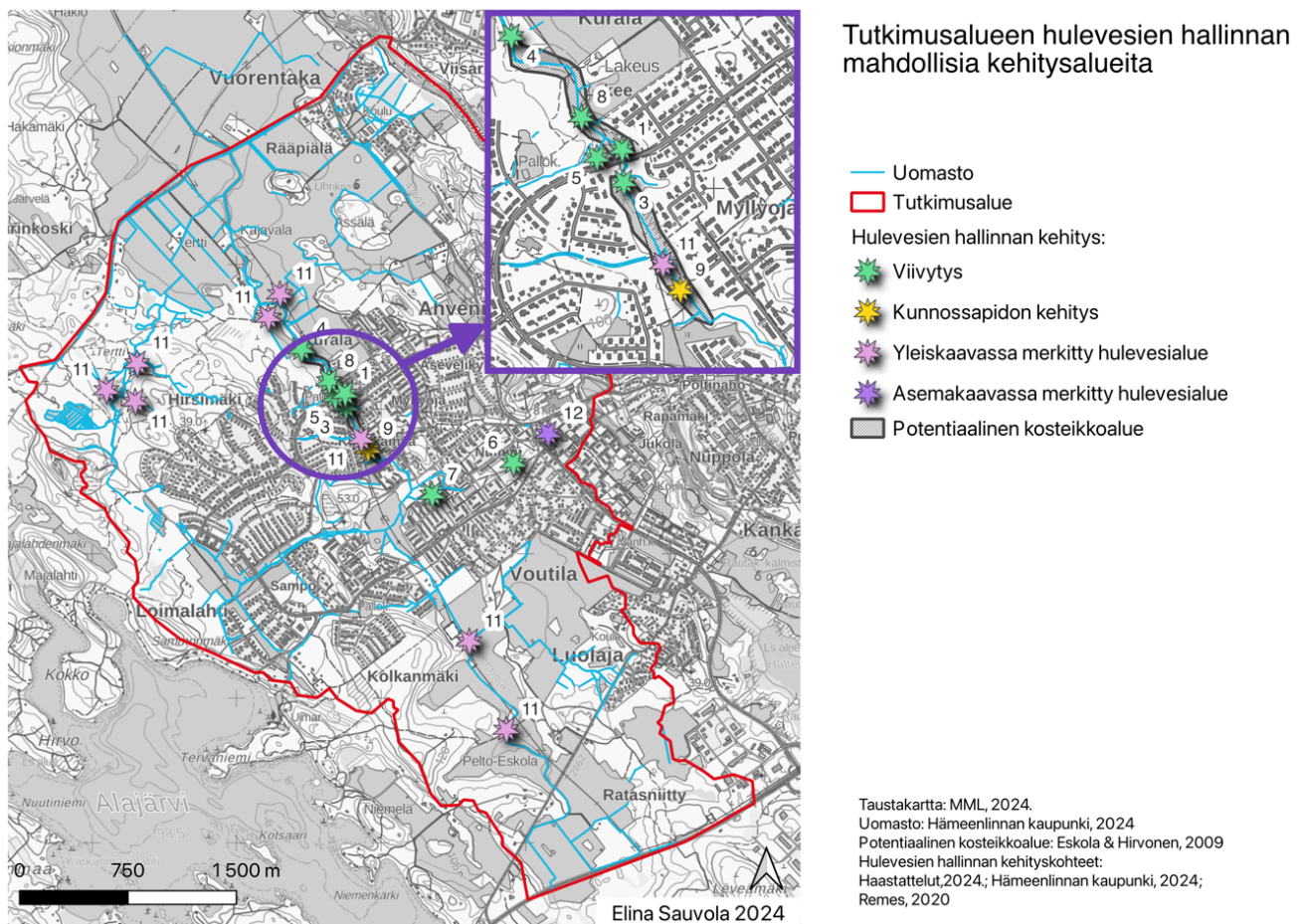
Puolet haastateltavista (haastateltava 1, 4, 6 ja 8) näkivät, että tutkimusalueella hulevesien hallinnan lisäämiseen soveltuisi parhaiten rakentamattomat alueet virtausreitillä varrella, jotka on kaavassa merkitty viheralueiksi. Kaksi haastateltavaa (haastateltava 5 ja 8) nosti esiin hulevesiverkoston purkuputkien luokse sijoittuvat hallinnan kehittämisen. Haastateltava 1 toi esiin, että hulevesien hallinnan ei tulisi vaikuttaa heikentävästi alueen kuivatukseen ja siksi paras paikka lisätä hallintaa olisi ennen tai jälkeen rakennettujen alueiden. Haastateltavat 1, 4, 5 ja 6 toivat esiin, että viivyttävien ratkaisujen pitää sijoittua riittävän pitkälle uomastossa, jotta niillä olisi riittävä vaikutus. Siitä, miten hulevesien hallintaa muuten voisi kehittää haastattelun vastaukset jakautuivat. Mainittuja hulevesien hallinnan kehittämisen keinoja olivat viivyttävät rakenteet, pidätysaltaat, viherpainanteet, imeyttämiskäytännöt, vesien johtamisen nopeuttaminen, kunnossapidon kehittäminen, tulvareittien suunnitteleminen, alueelliset ratkaisut, taloyhtiöiden kannustaminen hulevesien vähentämiseen, purkuputkien tilan selvittäminen ja yhteistyön kehittäminen. Yleisesti hulevesiin liittyvänä suurimpana mahdollisuutena nähtiin vesistöjen tilan parantaminen, monimuotoisten ympäristöjen luominen ja virkistysarvot. Kolme haastateltavaa (haastateltavat 1,2 ja 3) nosti esiin kehittämiskohteena kunnossapidon huomioimisen. Haastateltava 2 toi esiin, että hulevesien hallintaratkaisuja suunnitellessa tulisi suunnitella niiden koko elinkaari hoitoa ja kunnossapitoa myöten ja näistä pitäisi olla saatavilla helposti tietoa.

Alueet, jotka nousivat esiin mahdollisina hulevesien hallinnan kohteina, on esitetty pistemäisinä kohteina kartalla kuvassa 19 ja kohteiden tarkemmat kuvaukset on esitetty taulukossa 6. Piste ei kerro tarkkaa sijaintia, vaan on suurpiirteinen tietylle alueelle sijoittuva näkemys. Karttaan lisättiin Hämeen ympäristökeskuksen monimuotoisten kosteikkojen yleissuunnitteluhankkeessa selvitetty Kurala-Voutilan kosteikkokohde aluemaisena kohteena

ja pistemäisinä kohteina kaavoissa merkityt hulevesialueet, joilla ei ole tietävästi toteutettu hulevesien hallintaa. Kaavoissa merkityt alueet lisättiin, sillä nämä on kaavoituksessa koettu mahdollisiksi alueiksi hulevesien hallintaratkaisuille.

Seitsemän haastatteluissa ilmenneistä kehityskohteista liittyi hulevesien viivyttämiseen, yksi kunnossapidon kehittämiseen ja yksi hulevesien puhdistamiseen tai suodattamiseen. Viivyttämiskohteista neljä sijoittui Myllyojan uomaan ja ne sijoituivat yhteen Hämeen ympäristökeskuksen monimuotoisten kosteikkojen yleissuunnitteluhankkeessa vuonna 2009 kartoitetun potentiaalisen kosteikkoalueen kanssa. Hankkeessa selvitettiin kosteikkojen kannalta merkittäviä kohteita ja todettiin, että Hirsimäenkadun molemmiin puolin olisi mahdollista tehdä patoamalla ja tulvatasanteita kaivamalla kosteikko, ja että alue on luonnonmukaista kosteikkoaluetta. (Eskola & Hirvonen, 2009, s. 43) Nämä alueet näyttäytyivät tulvivina SYKE:n yleispiirteisessä hulevesitulvakartassa, joten veden voi arvella kerääntyvät luonnollisesti näihin kohtiin.

Kuva 19. Hulevesien hallinnan mahdolliset kehitysalueet (MML, 2024b; Eskola & Hirvonen, 2009; Hämeenlinnan kaupunki, 2024; Remes, 2020)



Taulukko 6. Hulevesien hallinnan kehitysalueiden kuvaukset (Eskola & Hirvonen, 2009; Hämeenlinnan kaupunki, 2024; Remes, 2020; Haastattelut, 2024)

Nro	Tyyppi	Kuvaus	Muita kommentteja	Lähde
1	Viivytyks	Uomaa voisi leventää.	Sijainti riittävän pitkällä uomastossa, Hirsimäenkadun ja seuraavan tien ali menevän osuuden välillä	Haastattelu
2	Viivytyks	Patoamalla tehtyjä kosteikkoaltaita	Luontaista kosteikkoaluetta, kartoitettu monimuotoisten kosteikkojen yleissuunnitteluhankkeessa	Eskola, H. & Hirvonen, A. 2009.
3	Viivytyks	Pohjakynnyksellä voisi tehdä allastuksia uoman varteen	Myllyojan varteen patkalle ennen Hirsimäenkatua	Haastattelu
4	Viivytyks	Pohjakynnyksellä voisi luoda viivytyksaltaan	Peltotoiminnan ulkopuolella tällä hetkellä, nuorta pusikko	Haastattelu
5	Viivytyks	Purkuputken päähän voisi tehdä pienen viivytyksaltaan.	Kustannukset pienet, koska jo valmiiksi alava paikka. Purkuputkesta hulevesiä isolta alueelta	Haastattelu
6	Viivytyks	Viheralueella voisi pidätellä vesiä.	Puiston alta menee hulevesiviemäriputki	Haastattelu
7	Viivytyks	Pieni viheralue, jossa voisi viivyttää vesiä	Hulevedet purkautuu verkostosta avouomaan	Haastattelu
8	Viivytyks	Viivytyksrakenteet pitäisi sijoittaa rakennettavien alueiden ulkopuolelle, Hirsimäenkadusta alaiuksulle.	Luontaiset painanteet olisi hyviä paikkoja	Haastattelu
9	Kunnossapito	Uomaston aluetta voisi kehittää virkistysalueena	Uoma suora ja ryteikköinen, hiihtolatu menee lähellä, voisi luoda virkistysarvoja alueelle.	Haastattelu
10	Suodatus/puhdistus	Purkupisteiden kunnon tarkastaminen ja suodatusrakenteita	El merkitty kartalle	Haastattelu
11	Kaavan hv-alueet	Yleiskaavassa merkityt hv-alueet	8 kohtaa merkitty kartalle	Yleiskaava 2035
12	Kaavan hv-alueet	Asemakaavassa oleva ohjeellinen varaus hulevesien hallinnan kehittämiseksi	Tasausalaita tai muita hv rakenteita	Kaava nro 2578

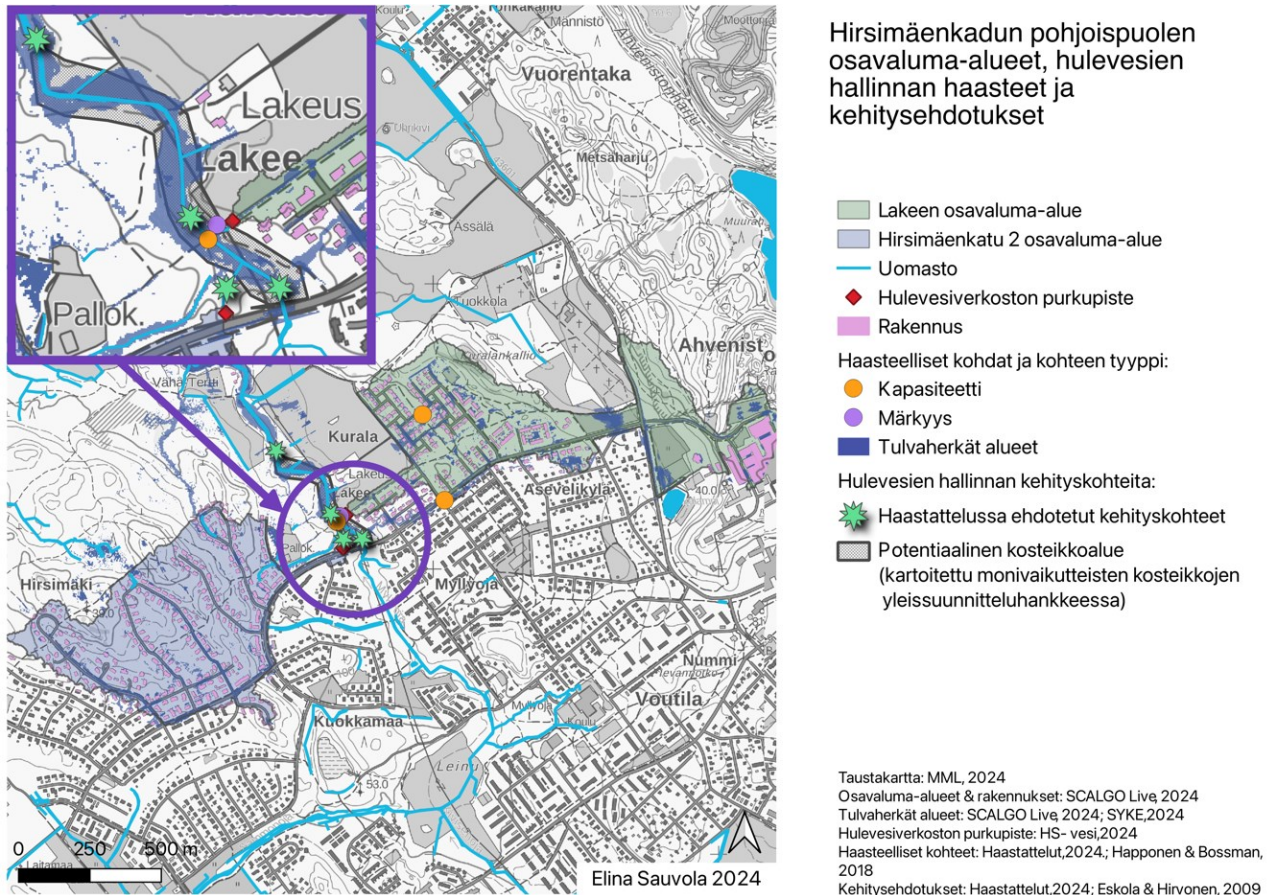
9 Alueiden tarkastelu

Tässä luvussa tarkastellaan esiinnousseita kehitysehdotuksia, haasteita ja isompia osavaluma-alueita alueittain. Tarkasteluun valikoitui ja rajautui ne alueet, joihin sijoittui isojen osa-valuma-alueiden purkupisteitä, useampia haasteellisia kohtia, tulvakartoissa esiinnousseita alueita tai kehitysehdotuksia. Tarkasteltavia alueita on neljä ja ne esitellään tässä luvussa.

9.1 Alue 1: Hirsimäenkadun pohjoispuoli

Rakennetut alueet loppuvat melko pian Hirsimäenkadun pohjoispuolella, mutta sinne sijoittuu kaksi ison osavaluma-alueen purkupistettä. Myllyojan länsipuolelta laskee Hirsimäenkatu 2 valuma-alueen hulevedet ja hieman siitä eteenpäin Lakeen alueen hulevedet. Tämä alue haasteineen ja kehityskohteineen on esitetty kuvassa 20.

Kuva 20. Hirsimäenkadun pohjoispuolen osavaluma-alueet, hulevesien hallinnan haasteet ja kehitysehdotukset (MML, 2024b; SYKE, 2024c; SCALGO Live, 2024a, b, f; Happonen & Bossman, 2018; Eskola & Hirvonen, 2009).



Hirsimäenkatu 2 osavaluma-alue on noin 41 hehtaarin kokoinen ja sen hulevedet purkautuvat avouomaan Hirsimäenkadun pohjoispuolella. Purkputki ja mutkitteluva uoma näkyy maastokäynnillä otetussa valokuvassa (kuva 21). Avouoma kulkee metsäisen alueen poikki ennen purkautumista Myllyjoaan ja tähän sijoittui kahden haastateltavan mainitsema alue, jossa voisi viivyttaa hulevesiä. Alue on valmiiksi alava, joten haastateltava pohti, että siihen saisi suhteellisen pienillä kustannuksilla jonkin viivyttävän ratkaisun. Avo-uoma kulkee metsäisessä alueessa ja alueella kulkee polku, joten sillä voi olla myös virkistysellisiä arvoja. Valuma-alue, jolta hulevedet purkautuvat, on yksi isoimmista, joten siitä purkautuu suhteellisen iso määrä hulevesiä, joita olisi mahdollista viivyttaa ennen niiden päätymistä Myllyjoaan.

Kuva 21. Hirsimäenkadun pohjoispuolelle sijoittuvalle avouoman osuudelle on ehdotettu hulevesien viivytystä.



Lakeen valuma-alue on 42 hehtaarin kokoinen ja sille sijoittui neljä haasteellista kohtaa. Yksi maininta oli purkuputken kohdalla, jossa on havaittu usein märkyyttä. Lakeen alueen hulevedet purkautuvat lähelle Myllyojaa, ennen Lakeen peltoaluetta. Maastokäynnillä havaittiin, että purkuputki sijaitsee joitakin metrejä Myllyojan yläpuolella, purkuputki on rinteessä, korkeammalla kuin maa ja siitä hulevedet laskeutuvat alas lyhyelle pätkälle avouomaa ennen Myllyojaa. Voi olla, että vedet olivat kuluttaneet maaperää ja hulevesien purkuputki ei aiemmin sijainnut maanpinnasta niin paljon ylempänä. Myllyojan uomassa oli yksi haasteellinen kohde, jossa mainittiin liian pienestä rummusta. Tämä oli samoilla kohdin kuin maininta märkyydestä purkuputken kohdalla, joten voi olla, että alueella havaittu märkyys johtui tästä alimitoitetusta rummusta. Hirsimäenkadun ja Lakeen valuma-alueen purkupisteen välinen osuus Myllyojan uomasta oli maastokäynnin ajankohtana lähes kokonaan kasvillisuuden, erityisesti pajukon peitossa. Uoman varteen oli tälle kohdalle tuotu paljon puutarhajätettä ja jonkin verran hiekoitussepeleitä.

Kaksi mainintaa kapasiteettiin liittyvistä haasteista sijoittui rakennetuille alueille. Alueen mainittiin haastattelussa olevan "ahdas", jolloin kuivatus ei toimi halutunlaisesti ja sen vuoksi

esimerkiksi tiet eivät pysyneet välttämättä hyvässä kunnossa. Valuma-alueelle sijoittui myös Hämeenlinnan hulevesitulvariskiärvion riskikohde, jossa vesi on tulvinut kadulle.

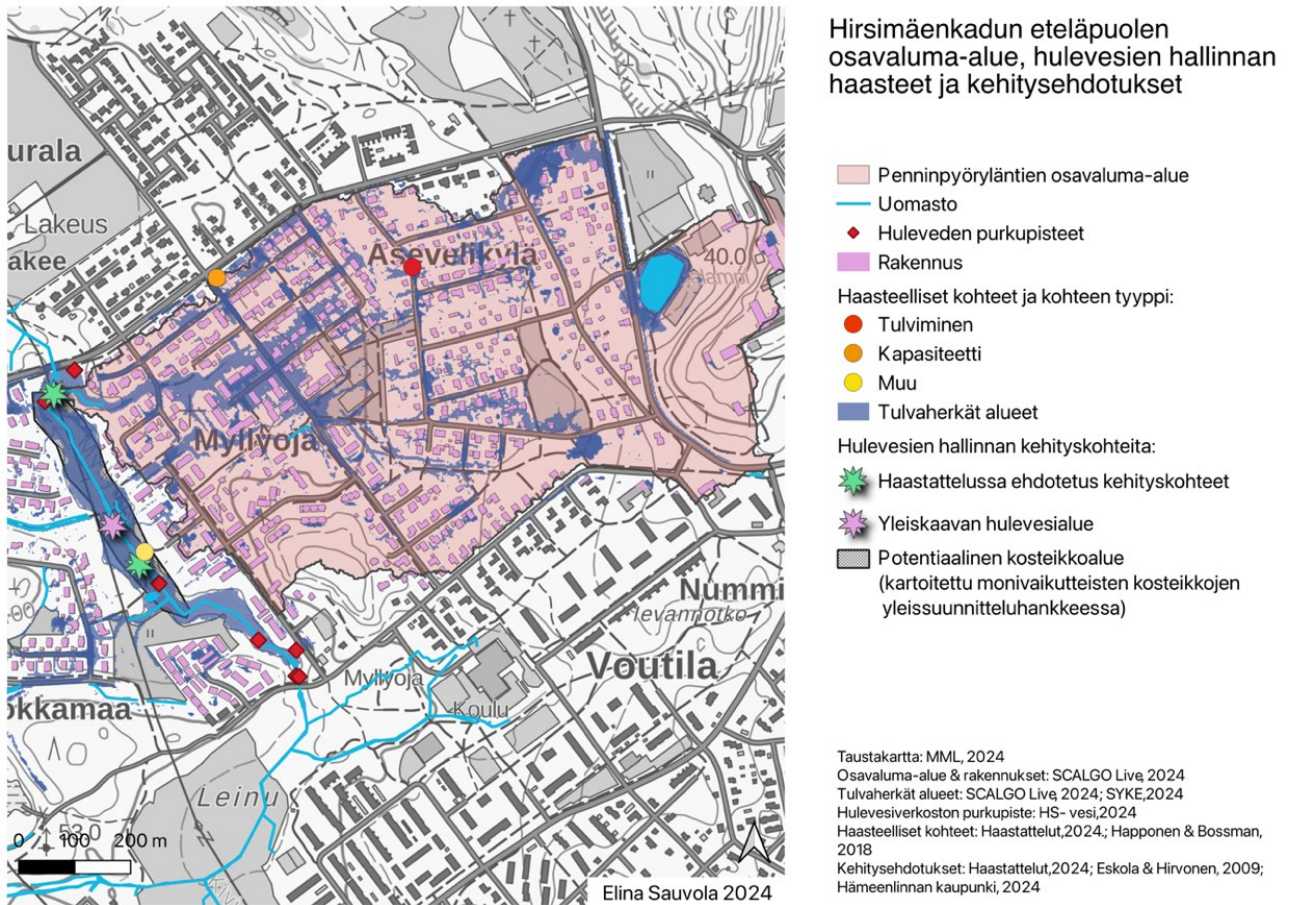
Toinen osa Kurala-Voutilan kosteikkokohdetta sijaitsee Hirsimäenkadun pohjoispuolella ja tälle alueelle sijoittui kaksi haastatteluissa esiinnoussutta kohdetta. Haastateltava (6) totesi, että viivytyksratkaisun tulisi sijoittua riittävän pitkälle uomastossa, jotta se pidättäisi hulevesiä koko taajama-alueelta. Haastateltava (1) totesi, että olisi paras, että hallintaratkaisut sijoittuisivat rakennettujen alueiden ulkopuolelle, jotta niiden vaikutus alueiden kuivattamiseen ei olisi negatiivinen. Haastateltava (5) totesi, että heti Hirsimäenkadun jälkeen uoman alueella on tihkupintaisuutta, jonka vuoksi tälle alueelle ei kannattaisi tehdä isoja toimenpiteitä. Potentiaalinen paikka pohjakynnyksen avulla tehtävälle kosteikolle sijoittui hänen mukaansa pohjoisemmaksi, kohtaan, jossa uoma tekee jyrkän mutkan ja jatkuu suorana Vähä- Terttiin.

9.2 Alue 2: Myllyojan alue- Hirsimäenkadun eteläpuoli

Hirsimäenkadun eteläpuolella Myllyoja kulkee lähes suorassa uomassa vajaan 500 metrin verran. Alue on esitetty haasteineen ja kehityskohteineen kuvassa 22. Toinen osa kartoitetusta Kurala-Voutilan kosteikkokohteesta sijaitsee tällä alueella. Alue korostui tulvaheikkänä, joten paikalle kerääntyy luonnollisesti vettä. Yleiskaavassa alueelle on merkitty yksi hulevesialue ja alueelle sijoittui kaksi haastatteluissa esiinnoussutta kehitysalueita. Toisessa mainittiin, että tälle alueelle voisi tehdä pohjakynnyksellä allastuksia, joissa vesiä voisi viivyttää. Toisessa todettiin, että aluetta voisi kokonaisuudessaan kehittää, sillä alue on nykyisellään ”ryteikköistä” ja sen hoitoa ja kunnossapitoa voisi kehittää ja alueen käyttöä virkistysalueena edistää. Myllyojan länsipuolella kulkee talviaikaan latu ja kesäaikaan pieni polku, joten sillä voisi olla potentiaalia virkistyskäytössä.

Alueella sijaitsee yksi iso osavaluma-alue, josta hulevedet näyttävät karttatiedon mukaan purkautuvat lähellä Myllyojan uomaa. Vähä-Kukkarontieltä lähtee kuitenkin kivetetty avouoma, jonka päässä on hulevesikaivo. Tämä saattaa toimia esimerkiksi tulvareittinä, mutta ainakaan verkostotiedoissa ei näytä siltä, että hulevesiä purkautuisi tähän avouomaan. Alue näyttäytyi tulvaheikkänä, joten sikäli tulvareitti on varmasti tarpeellinen ratkaisu.

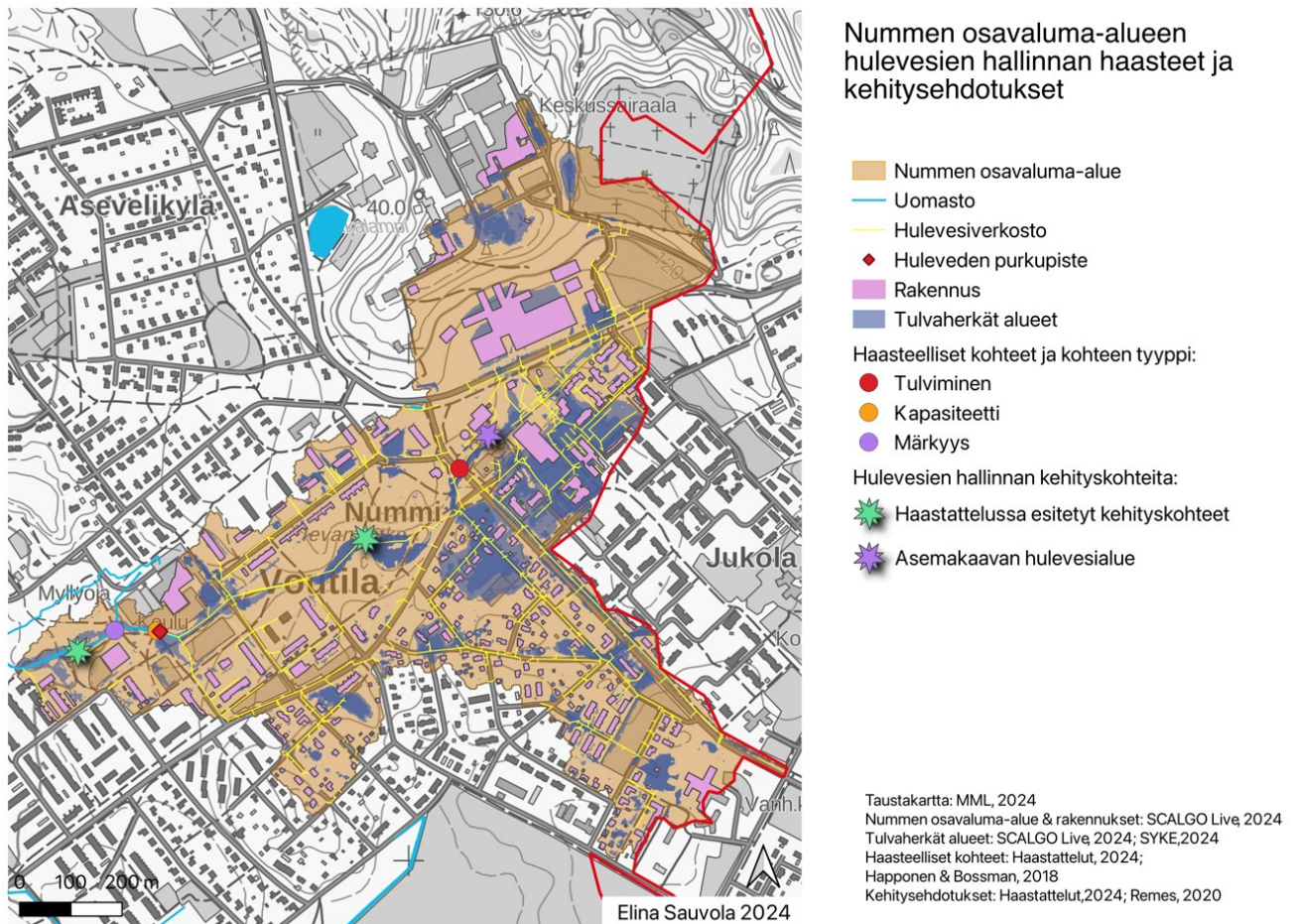
Kuva 22. Hirsimäenkadun eteläpuolen osavaluma-alue, hulevesien hallinnan haasteet ja kehitysehdotukset (MML, 2024b; SYKE, 2024c; SCALGO Live, 2024a, b, f; Happonen & Bossman, 2018; Hämeenlinnan kaupunki, 2024).



9.3 Alue 3: Nummen osavaluma-alue

Nummen valuma-alue on osavaluma-alueista isoin, sen keskimääräinen valumakerroin hieman korkeampi kuin alueilla keskimäärin ja alueelta purkautuvan huleveden määrä oli suurin. Nummen osavaluma-alue on esitetty haasteineen ja kehityskohteineen kuvassa 23. Alueelle sijoittui kolme haastekohdetta. Yksi kohde liittyi siihen, että alueen hulevesiverkoston purkupisteen kapasiteetissa oli ollut joskus haasteita ja toinen siihen, että alueella, johon hulevedet purkautuvat, oli toisinaan havaittavissa märkyyttä. Hämeenlinnan hulevesitulvariskiarviossa mainittu tulvariskikohde sijoittui myös tälle alueelle, ja valuma-alueen yläpuoliset alueet korostuivat tulvaherkkinä alueina.

Kuva 23. Nummen valuma-alueen tunnistetut haasteet, tulvaherkät alueet ja kehitysehdotukset (MML, 2024b; SYKE, 2024c; SCALGO Live, 2024a, b, f; Happonen & Bossman, 2018; Remes, 2020).



Hulevedet johdetaan Nummen koulun kohdalla avouomaan. Maastokäynnillä vesiä oli lammikoitunut purkukohtalle, ja siinä kasvoi kosteikkokasvillisuutta (osmankäämi) ja purkupisteen luona näkyi jonkin verran roskia ja avouomassa oli muutenkin ajoittain roskia. Avouoma kulki metsäisen viheralueen läpi Myllyojalle suhteellisen syvässä uomassa ja sen reunat olivat paikoin hyvin jyrkät ja eroosiota oli nähtävillä, kuten kuvassa 24 näkyy. Eroosiota oli etenkin avouoman alkupäässä. Voi olla niin, että koska paikalla on koulu, saattavat oppilaat kulkea tai leikkiä uomassa ja se on osaltaan aiheuttanut eroosiota ja maastokäynnillä uoman mutaisilla osuuksilla oli jonkin verran jalanjälkiä.

Kuva 24. Nummen alueen läpi kulkevan avouoman reunoissa on nähtävillä eroosiota.



Kaksi haastatteluissa esiinnoussutta kehitysalueetta sijoittui tälle alueelle. Toisessa ehdotettiin viivytystä avouoman osuudelle viheralueella, johon hulevedet purkautuvat. Vedet kulkevat avouomassa noin 350 metriä ja tällä alueella voisi olla mahdollisuus jonkinlaiseen viivytysratkaisuun tai uoman kunnostamiseen. Polku kulkee avouoman vierellä lähes koko matkan uoman loppupäätä lukuun ottamatta, ja sen yli kulkee muutama silta. Viivytysratkaisulla voisi lisätä myös alueen virkistysarvoja. Alueella ei ollut SCALGO Live-ohjelman mukaan erityisiä painanteita, joihin viivytystä saisi luonnollisesti lisättyä.

Toinen kehityskohde oli ylempänä valuma-alueella sijaitseva metsäinen viheralue, levannotko, jota yksi haastattelija piti potentiaalisena alueena, jota voisi hyödyntää hulevesien hallinnassa. Alue on alava ja erottui tulvaherkkänä alueena, johon vedet luonnollisesti kerääntyvät. Tällä hetkellä alueen alla kulkee hulevesiverkoston putki.

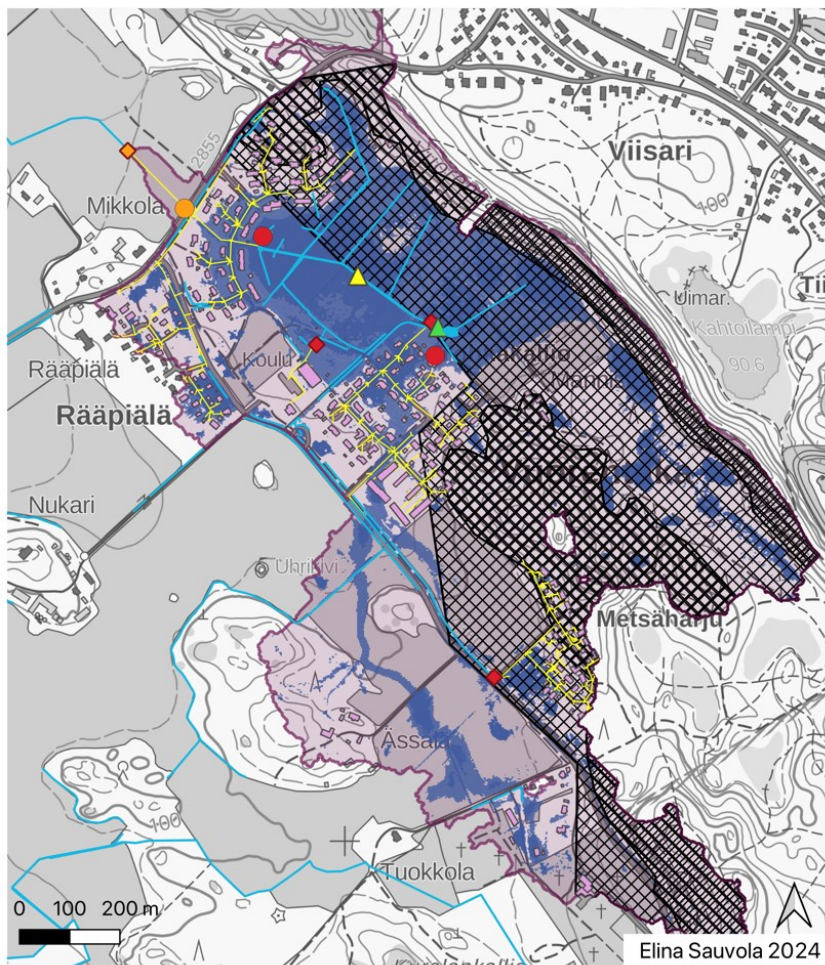
Valuma-alueen yläpäässä on vuonna 2021 rakennettu Jukolan S-marketin alue. Asemakaavassa oli merkitty puistoon sijoittuva ohjeellinen alue tasausaltaalle tai muulle hulevesirakenteelle, mutta tätä ei ole sellaisena toteutettu. Viheralue toimii kuitenkin osana tulvareittiä.

9.4 Alue 4: Vuorentaan alue

Vuorentaan valuma-alue on iso 83 hehtaarin kokoinen alue, mutta rakennettua aluetta on vähän. Vuorentaan osavaluma-alue on esitetty haasteineen ja kehityskohteineen kuvassa 25. Alueen keskimääräinen valumakerroin oli 0,24 ja päällystettyä pintaa todettiin olevan noin 12 %, jonka vuoksi alueelta pois lähtevän huleveden määrä olki suhteessa pienempi kuin vastaavankokoisella Nummen valuma-alueella. Vuorentaan valuma-alue näyttäytyi tulvivana alueena sekä yleispiirteisessä hulevesitulvakartassa, että SCALGO Liven Flash Flood analyysissä. Pintavaluntaa laajalta alueelta kertyi alavalle alueelle, joka on vanhaa suonpohjaa. Maalajiltaan SCALGO Liven mukaan alue oli saraturvetta, joskin Hämeenlinnan hulevesistrategiassa epäiltiin lammen pohjan olevan tiivistä savea (Jutila, 2009, s. 16) ja kunnallistekniikan suunnittelija arveli syvemmällä olevan sorainen kerros (Henkilökohtainen tiedonanto, 13.5.2024).

Soiselle alueelle johdetaan hulevedet myös pieneltä Tohkakallion asuinalueelta. Alueen läpi vedet kulkevat avouomassa ja alue toimii viivytyalueena. Tämän alueen jälkeen Vuorentaan asuinalue estää veden kulun, joten vedet pumpataan hulevesipumpulla Hämeen Härkätien jälkeen avo-ojaan. Pumpun kapasiteetissa on ollut haasteita, ja alueella oli tapahtunut tulvimista erityisesti kevät aikaan. Haastatteluissa mainittiin alue kahteen kertaan ja tulvimista oli todettu sekä Tohkakallion, että Vuorentaan alueilla, jossa talojen pihaille oli kertynyt vettä. Hulevesipumpun kapasiteettia oli tämän vuoksi nostettu, jonka jälkeen vastaavaa tulvimista ei ole koettu. Alueen uudemmassa osassa, Tohkakallion asemakaavassa oli osoitettu tulvareitti ja annettu tonttikohtainen viivytyrakenteiden mitoitustilavuus. Maastokäynnillä uuden asuinalueen reunassa todettiin olevan avo-oja, joka luultavasti toimi tulvareittinä.

Kuva 25. Vuorentaan valuma-alueen tulvaehkät alueet, havaitut haasteet ja nykyiset hulevesien hallintarakenteet (MML, 2024b; SYKE, 2021; SYKE, 2024c Happonen & Bossman, 2018; SCALGO Live, 2024a, b, f)



Vuorentaan osavaluma-alue, hulevesien hallinta ja haasteet

- Vuorentaan osavaluma-alue
- Uomasto
- Pohjavesialue
- Rakennus
- Hulevesiverkosto
- Huleveden purkupiste:
 - Purkuputki
 - Hulevesipumppaamo
- Hulevesien hallintarakenne:
 - Vuorentaan viivivytysallas (Hämeenlinnan hulevesitulvariskiario)
 - Lampi (Maastokäynnillä todettu lampi, johon hulevesien purkuputki on johdettu)
- Haasteelliset kohteet ja kohteen tyyppi:
 - Kapasiteetti
 - Tulviminen
 - Tulvaehkät alueet

Taustakartta: MML, 2024
 Osavaluma-aluearakenne: SCALGO Live, 2024
 Pohjavesialue: SYKE, 2021
 Tulvaehkät alueet: SCALGO Live, 2024; SYKE, 2024
 Hulevesiverkoston purkupiste: HS- vesi, 2024
 Haasteelliset kohteet: Haastattelut, 2024
 Hulevesien hallintarakenne: Happonen & Bossman, 2018; Maastokäynti, 2024

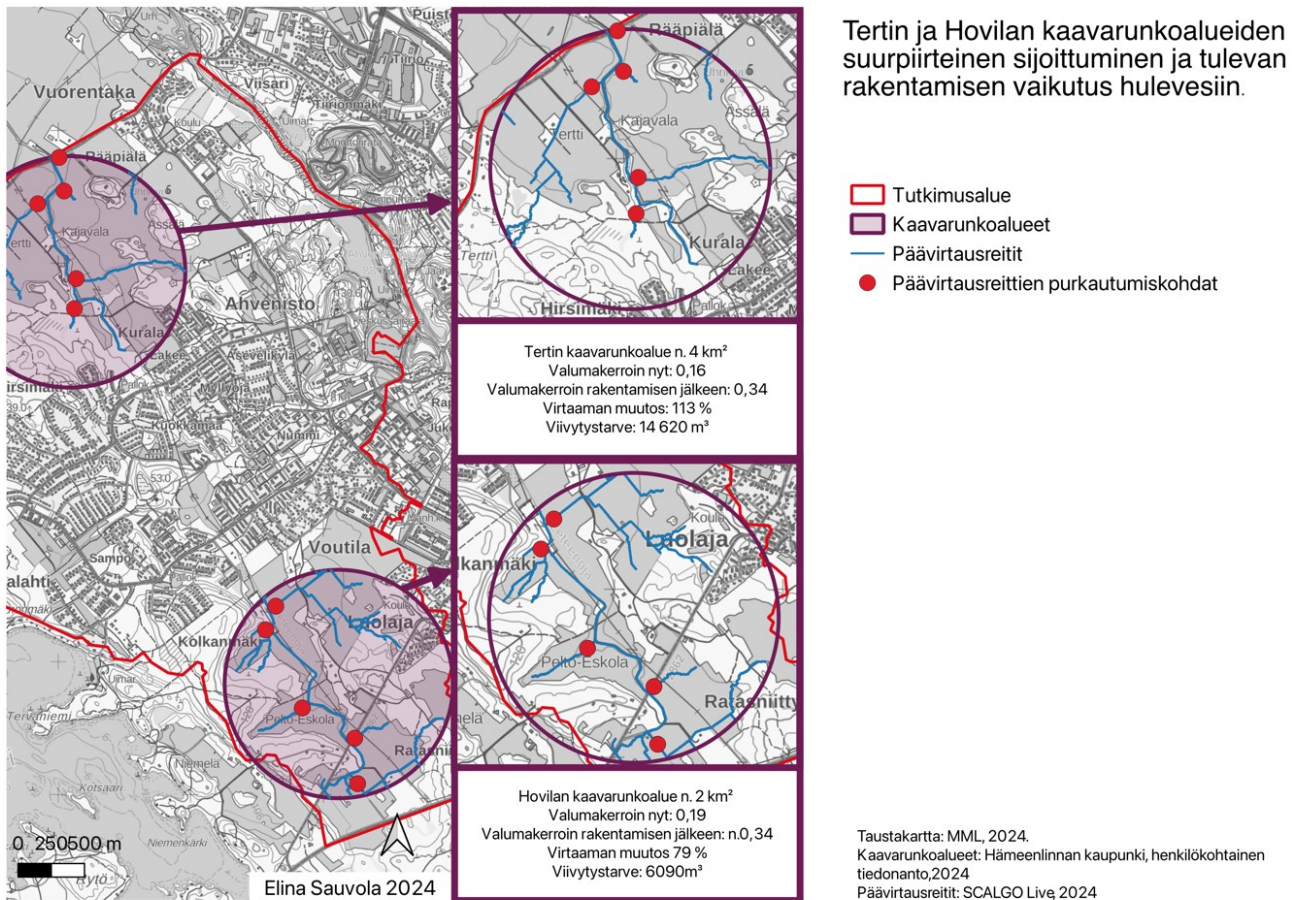
10 Tulevan rakentamisen vaikutus hulevesiin

Hämeenlinnan kaupungin arkkitehdin mukaan (Henkilökohtainen tiedonanto, 27.5.2024). tutkimusalueella sijoittuu kaksi kaavarunkohanketta Tertin ja Hovilan alueille ja näille on suunniteltu pitkällä aikavälillä tapahtuvaa kaavoitusta pientalovaltaisille asuinalueille. Alueiden tulevaa maankäyttöä voi arvioida tässä vaiheessa vasta alustavasti, joten tässä opinnäytetyössä esitetään ainoastaan karkea arvio siitä, miten tuleva rakentaminen vaikuttaa hulevesiin, ja mille kohti Myllyojan omaa hulevesiä mahdollisesti tulevaisuudessa johdetaan. Alueiden suurpiirteinen sijoittuminen ja arvio tulevan rakentamisen vaikutuksesta on esitetty kuvassa 32.

Tertin suunnittelualue on noin 4 km² laajuinen alue ja sijoittuu nyt rakennettujen alueiden pohjoispuolelle. Aluetta suunnitellaan pientalovaltaiseksi asuinalueeksi ja sinne on arvioitu sijoittuvan yli 2000 asukasta. (Hämeenlinnan kaupungin arkkitehti, henkilökohtainen tiedonanto, 27.5.2024). Tertin alueen maanpeitteestä päällystämätöntä oli tutkimuksen tekohetkellä 99 % ja päällystettyä pintaa oli vain noin 1 %. Alueen keskimääräinen valumakerroin nykytilassa oli 0,16. Hovilan alueen kaavarunko alue sijoittuu nyt rakennettujen alueiden eteläpuolelle, Kolkanmäen ja Luolajan alueille. Alueesta 95 % oli nykytilassa päällystämätöntä pintaa ja 5 % päällystettyä pintaa ja alueen keskimääräinen valumakerroin oli 0,19. Hovilan alueelle on tulossa noin 2 km² kokoinen alue, johon tulee niin ikään pientalovaltaista rakentamista (Hämeenlinnan kaupungin arkkitehti, henkilökohtainen tiedonanto, 27.5.2024).

Maankäytön muutosten vuoksi alueiden valumakertoimen arvioitiin olevan tulevaisuudessa 0,34, joka on tämänhetkisten rakennettujen alueiden keskimääräinen valumakerroin. Kaavarunkoalueiden mitoitusvirtaama laskettiin nykytilassa ja tulevan rakentamisen myötä kerran kolmessa vuodessa tapahtuvalla sadetapahtumalla ja arvio virtaaman muutoksesta saatiin tämän erotuksesta. Lisäksi arvioitiin viivytettävän huleveden määrää kaavarunkoalueilla laskemalla virtaaman muutoksen vaatima viivytystarve. Tulokset olivat karkea arvio, eikä niissä otettu huomioon mitään muita tekijöitä kuin valumakertoimen muutos suurpiirteisellä kaavarunkoalueella. Arvio antoi kuitenkin suuntaa sille, että hulevesien määrä tulee tulevan rakentamisen myötä lisääntymään paljon. Myllyojan uomaan laskevia päävirtausreittejä tunnistettiin kummallakin alueella viisi.

Kuva 26. Tertiin ja Hovilan kaavarunkoalueiden suurpiirteinen sijoittuminen ja tulevan rakentamisen vaikutus alueiden hulevesien määrään (MML, 2024b; Hämeenlinnan kaupunki, henkilökohtainen tiedonanto, 2024)



11 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella tutkimusalueen hulevesien hallinnan nykytilaa. Opinnäytetyössä selvitettiin, millaisia haasteita alueen hulevesiin liittyi ja tarkasteltiin alueita, missä hulevesien hallintaa voisi kehittää. Lisäksi tutkittiin sitä, miten tulevat maankäytön muutokset vaikuttavat hulevesiin.

11.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida tarkastelemalla sitä, palvelivatko valitut menetelmät kyseisen tutkimuksen toteuttamista ja onko tutkimusaineiston käsittely ollut asianmukaista (Puusa & Juuti, 2020, s. 167), sekä sitä, miten tutkimus on mahdollista toistaa

ja saada samoja tuloksia samoja tutkimusmenetelmiä käyttäen (Avoin tiede, 2018). Tutkimuksessa käytettiin menetelminä laadullista ja kokeellista tutkimusta. Laadullisen tutkimuksen kautta kerättiin kokemusperäistä tietoa hulevesien hallinnan haasteista ja kehitysalueista. Tällaista tietoa ei olisi voinut välttämättä saada kokeellisen tutkimuksen kautta, joten tutkimusmenetelmät tukivat toisiaan ja niiden luotettavuutta voitiin arvioida vertailemalla tuloksia keskenään. Haastateltaviksi valittiin henkilöitä, joilla oli työnsä kautta asiantuntijuutta alueesta, ja jotka ainakin jollakin tavalla olivat olleet tekemisissä hulevesien kanssa. Tulokset edustavat kuitenkin melko rajatun joukon näkemyksiä, joka heikentää tutkimuksen luotettavuutta. Nyt yksittäiset maininnat haasteista tai kehitysalueista saattoivat edustaa yhden haastateltavan henkilökohtaista näkemystä. Mikäli resursseja olisi ollut enemmän, olisi haastateltavien joukkoa voinut laajentaa. Toisaalta tausta-aineiston käyttö ja aiemmin tehdyt selvitykset tukivat haastattelun tuloksia, sillä esimerkiksi kehitysalueina korostuivat samat alueet, joita aiemmin tehdyissä selvityksissä oli mainittu.

Kokeellisessa tutkimuksessa SCALGO Live-ohjelman analyysieihin vaikuttivat ohjelmassa tehdyt valinnat. Esimerkiksi se, millä tavoin hulevesiverkostotiedot ohjelmaan tuotiin, vaikutti tuloksiin tulva-alueista, ja erilaisilla valinnoilla olisi voinut saada erilaisia tuloksia. Tulvaherkkiä alueita voidaankin pitää yleispiirteisinä, suuntaa antavina arvioina, eikä tarkkana mallinnuksena. Tulvaherkkien alueiden määrittämisessä kahden eri aineiston käyttö paransi tutkimuksen luotettavuutta, sillä niitä vertailemalla voitiin määrittää, mitkä alueet korostuivat molemmissa ja tätä tietoa voitiin käyttää määrittämään yleispiirteisesti tulvaherkkiä alueita. Haastattelujen ja aiemmin tehtyjen selvitysten tulokset tukivat kokeellisen tutkimuksen tuloksia myös tulva-alueista, joten sikäli näitä tuloksia voidaan pitää luotettavina.

11.2 Pohdintaa hulevesien hallinnan haasteista

Suurin haaste tutkimusalueella oli hulevesien hallintavelka ja sen aiheuttamat ongelmat rakennettujen alueiden alapuolella. Jos haasteet eivät näy siellä, missä ne aiheutuvat, ei niitä välttämättä koeta ongelmaksi tai niiden ratkaiseminen voi olla vaikeampaa. Haastateltavista ne, joiden työ keskittyi rakennetuille alueille, eivät maininneet rakennettujen alueiden ulkopuolisia haasteita. Tämä saattoi johtua työn rajauksesta, kysymyksen asettelusta tai haastateltavien työkentästä, mutta voi myös olla, että hulevesien aiheuttamia ongelmia valuma-alueen alapuolisilla alueilla ei tunnistettu. Näkemys oli se, että ilmenneet haasteet ja ongelmat korjataan. Voi olla, että tämä ei välttämättä päde silloin, kun ongelmat ovat syntyneet pitkän ajan kuluessa, ne eivät ole helposti osoitettavia, tai kun ne ilmenevät

muualla kuin siellä missä ne aiheutuvat. Tämä myös korostaa eri toimijoiden yhteistyön merkitystä hulevesien hallinnassa, jotta myös nämä haasteet otetaan huomioon uusien ratkaisujen tehdessä.

Näkemykset hulevesien hallinnasta on aikojen saatossa muuttunut ja uusissa kaavoissa annetaan useita hulevesiin liittyviä ohjeistuksia. On kuitenkin todettu, että näitä on jäänyt osin toteuttamatta, eikä hulevesistrategian vaikutus ole ollut aina merkittävä (Happonen & Bossman, 2018, s.18). Uusia alueita suunniteltaessa olisi hyvä ottaa huomioon se, että näin ei kävisi. Onko esimerkiksi Tohkakallion kaavan alueella toteutettu kaavassa ohjeistettua kiinteistökohtaista hulevesien hallintaa? Voisi olla tarpeellista tutkia sitä, miten uusilla kaava-alueilla annetut ohjeistukset ovat lopulta toteutuneet ja millä tavoin tätä voisi seurata.

Vaikka tutkimusalueita ei koettu erityisen ongelmalliseksi hulevesien määrällisen hallinnan suhteen, tunnistettiin tulvaherkiksi alueiksi Jukolan ja Vuorentaan alueet. Huolimatta siitä, että yleispiirteinen hulevesitulvakartta mallinsi hyvin harvinaista sadetapahtumaa, oli molemmilla alueilla jo tapahtunut tulvimistilanteita. Lisäksi Jukolan alueeseen liittyi myös laadullisia riskitekijöitä. Koska näillä alueilla tulvimista oli jo tapahtunut, voi hulevesien lisääntyvä määrä ilmastonmuutoksen tai tulevan rakentamisen myötä aiheuttaa tulvatapahtumia näillä alueilla ja laadulliset riskitekijät lisätä hulevesitulvaveden mukana kulkeutuvia haitta-aineita.

Useat haastateltavista eivät osanneet nimetä olemassa olevia hulevesien hallintaan liittyviä ratkaisuja alueella, eikä niistä kaikista ollut saatavilla tietoa. Tutkimuksessa selvisi, ettei kunnossapidon puolesta oltu välttämättä aina tietoisia siitä mitkä rakenteet liittyivät hulevesiin, eikä kunnossapidon rekisterissä niitä oltu merkitty rekistereihin hulevesiin liittyvinä rakenteina. Jos tietoa ei ole saatavilla, voi käydä niin, ettei hallintaratkaisujen vaikutusta oteta huomioon uusien toimenpiteiden suunnittelussa, tai niiden kunnossapito voi jäädä puutteelliseksi, jos niiden vaikutusta hulevesiin ei tunnusteta. Hulevesien hallintaratkaisujen suunniteltaessa olisi tärkeää huomioida koko niiden elinkaari. Kunnossapidon vastuiden jakautuminen, rahoitus ja kunnossapitosuunnitelma pitäisi olla realistinen, pitkäkestoinen ja tieto tulisi olla helposti saatavilla. Pahimmillaan voi käydä niin, että hallintarakennelmat voivat puutteellisen kunnossapidon vuoksi vaikuttaa negatiivisesti hulevesien hallintaan, turvallisuuteen tai esteettisyyteen.

11.3 Pohdintaa hulevesien hallinnan kehittämisestä

Tuleva rakentaminen lisää huleveden määrää ja uusilla alueilla hulevesien hallinta huomioidaan eri tavalla kuin aikaisemmin. Tämä ei kuitenkaan poista jo syntynyttä hallintavelkaa. Hulevesien hallinnan kehittäminen jo rakennetuilla alueilla voi olla haastavaa, koska tilaa ei välttämättä ole, eikä uusien ratkaisujen kehittäminen ei ole todennäköistä ilman jotain muuta alueelle kohdistuvaa rakentamista. Yksi mahdollisuus lisätä hulevesien hallintaa rakennetulla alueella olisi piharemonttien tai katusaneerausten yhteydessä. Voisikin olla tarpeen miettiä, millä keinoin voitaisiin näiden yhteydessä lisätä hulevesien luonnonmukaista hallintaa. Miten taloyhtiöitä tai kiinteistöjä voisi kannustaa huomioimaan hulevedet remonttien yhteydessä tai voisiko kaupunki kehittää toimintatapoja, jossa hulevesiä hallinnan kehittämismahdollisuuksia tutkitaan aina esimerkiksi katusaneerausten yhteydessä?

Hulevesien hallinta otetaan täydennysrakentamisen yhteydessä huomioon kaavoituksessa ja rakentamisessa ja tästä esimerkkinä oli Jukolan S-marketin asemakaavassa viheralueelle sijoitettu hulevesialue. Viheralue sijaitsi alueella, jonne sijoittui monta tekijää, jotka tekivät hulevesien hallinnan kehittämistä merkittävää. Se sijaitsi tulva-herkällä alueella, sen ympärillä oli paljon päällystettyä pintaa, se oli osa isoa hulevesiverkoston osavaluma-alueita, jonka verkoston kapasiteetissa oli ollut haasteita ja sen läheisyyteen sijoittui useampi laadullista riskiä aiheuttava riskipiste. Vaikka viheralue onkin pieni, sen kaltaiset alueet voisivat mahdollistaa huleveden hallinnan kehittämisen tällaisella hulevesien kannalta merkittävällä alueella. Pienikin ratkaisu voi vaikuttaa huleveden määrään, vähentää hulevesiverkoston kapasiteettiin kohdistuvaa rasitusta, toimia tulvareittinä tai tulvanhallinnassa ja vähentää huleveden aiheuttamia laadullisia riskejä. Jo rakennetuilla alueilla tällaiset pienetkin tilat tulisi huomioida hulevesien hallinnan kannalta mahdollisuuksina lisätä hulevesien hallintaa, etenkin täydennysrakentamisen yhteydessä.

Hulevesien hallinnan kehittämisessä erityisesti Myllyojan uoma Hirsimäenkadun molemmin puolin nousi esiin potentiaalisena kohteena. Tälle alueelle suuntautui suurin osa kehitysehdotuksista ja sillä sijaitsee kartoitettu mahdollinen kosteikkokohde. Alue on tulva-herkkää, joten sille kerääntyy luontaisesti vesiä ja se onkin luontaista kosteikkoaluetta. Alue sijaitsee tiiviisti asuinalueiden yhteydessä ja ainakin osittain alueella on jo nyt jonkinlaisia virkistysarvoja, joita hulevesien hallinnan kehittäminen voisi lisätä. Koska alue sijaitsee pitkällä uomastossa, viivytyksratkaisut tässä vaikuttaisivat hulevesiin isolta alueelta ja niillä olisi vaikutusta myös uuden kaava-alueen hulevesiin. Tähän sijoittuvalla ratkaisulla hulevesien hallintavelkaa voisi pienentää. Pienempiä, paikallisempia ratkaisuja voisi sijoittaa isommilla valuma-alueilla niihin kohtiin, joissa hulevedet kulkevat avouomassa ennen

purkautumista Myllyjojan. Kaksi tällaista kohtaa olivat Hirsimäenkadun pohjoispuolella sijaitseva kohde ja Nummen virkistysalue. Mikäli Nummen alueen lisärakentamisen vuoksi hulevesiverkoston kapasiteettiin kohdistuu entistä enemmän painetta esimerkiksi lisärakentamisen myötä, voisi myös levannotko toimia hulevesien viivytyalueena. Näiden lisäksi Penninpyörylän tien osavaluma-alueella oli ilmeisesti tulvareittinä toimiva avouoma. Tähän avouomaan ei purkautunut hulevesiä, vaan purkuputki sijaitsi Myllyjojan uoman lähellä. Voisiko hulevesien purkuputken sijaintia muuttaa, niin, että ne purkautuisivat jo avouoman alkuosuudelle?

Maastokäynnillä avouomassa oli havaittavissa roskia erityisesti Nummen koulun kohdilla, ja puutarhajätettä oli kertynyt runsaasti Hirsimäenkadun pohjoispuolelle, jossa uoma melko umpeen kasvanut. Vaikka kasvillisuus on hulevesien hallinnan kannalta hyvä asia, koska se hidastaa virtausta ja puhdistaa vesiä, voi se asukkaille näyttäytyä ”ryteikköisenä” alueena, eikä sen arvoa ymmärretä. Voi olla, että tällainen tiiviin kasvuston ympäröimä uoma lisää houkutusta puutarhajätteen hävitykseen. Hulevesien hallinnan kehittäminen samalla kun alueen virkistyskäyttöä kehitetään, luo alueelle arvoa ja voi tuoda hulevedet näkyväksi myös asukkaille. Toisaalta vaikka alueelle ei tehtäisi muutoksia, voisi asukkaille suuntautunut viestintä uoman merkityksestä, hulevesien hallinnasta ja ihmisen toiminnan vaikutuksista ehkäistä ihmisten haitallista toimintaa ja luoda arvoa lähiympäristölle.

Lähteet

Ahveniston sairaala. (n.d.). *Usein kysytyt kysymykset—Miten Assin hulevedet johdetaan?*
Assi, Ahveniston sairaala. <https://ahvenistonsairaala.fi/tietoa/ukk/>

Arge, L., Agarwal, P. K., Molhave, T., & Revsbaek, M. (2024). *SCALGO Live* [digitaalinen vesienhallinnan suunnittelutyökalu].

Avoin Tiede. (1.2.2018). *Todennettavuus ja toistettavuus*.
<https://avointiede.fi/fi/ajankohtaista/todennettavuus-ja-toistettavuus>

Butler, D., Digman, C. J., Makropoulos, C., & Davies, J. W. (2018). *Urban Drainage* (4th edition). CRC Press.

Eskola, H., & Hirvonen, A. (2009). *Monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma*. Hämeen ympäristökeskus.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-3478-4>

Eskola, J., Lätti, J. & Vastamäki, J. (2018). Teemahaastattelu: lyhyt selviytymisopas. Teoksessa R. Valli (toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1* (ss. 29–30). PS-kustannus.

Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Davies, A. S., Bertrand-Krajewski, J.-L., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., & Viklander, M. (2014). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.

Google. (2023–2024). *Google Map Satellite*. [Rajapinta-aineisto].
<http://mt0.google.com/vt/lyrs=s&hl=en&x={x}&y={y}&z={z}>

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

Happonen, M., & Bossman, E.-R. (2018). *Hämeenlinnan hulevesitulvariskiarvion päivitys vuonna 2018 (Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 37)*. Hämeenlinnan kaupunki.

https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/02/Hameenlinnan-hulevesitulvariskiarvion-paivitys-vuonna-2018_raportti.pdf

Helsingin kaupunki, Lahden kaupunki, Turun kaupunki, Vantaan kaupunki, HSY, Ilmatieteen laitos, & Turun yliopisto. (n.d.-a). *Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito*. Ilmastonkestävän kaupunki.

https://www.ilmastotyokalut.fi/suunnitteluopas/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf

Helsingin kaupunki, Lahden kaupunki, Turun kaupunki, Vantaan kaupunki, HSY, Ilmatieteen laitos, & Turun yliopisto. (n.d.-b). *Hulevesien mitoitus tontilla työkalu*. Ladattavissa osoitteesta: <https://ilmastotyokalut.fi/hulevesien-hallinta/hulevesien-hallintarakenteet/index.htm>

Helsingin kaupunki, & WSP. (2021). *Helsingin viherkerroinmenetelmän vaikuttavuuden arviointi*. Helsingin kaupunki. https://helsinginilmastoteot.fi/wp-content/uploads/2022/05/Helsingin_viherkertoimen_vaikuttavuus_20211230_II.pdf

HS-Vesi. (n.d.). *Hulevesi*. <https://hsvesi.fi/yritykset-ja-isannoitsijat/hulevesi/>

HS-Vesi. (3.1.2022.). *Jyrätien jätevesivuoto näkyy Lehijärvellä*.

<https://hsvesi.fi/ajankohtaista/jyratien-jatevesivuoto-nakyy-lehijarvella/>

Hämeenlinnan kaupunki. (4.4.2018). *Kantakaupungin yleiskaava 2035, selostus 4.4.2018*. Hämeenlinnan kaupunki. <https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/03/9512-Selostus-4.4.2018.pdf>

Hämeenlinnan kaupunki. (2024) *Yleiskaava*. Hämeenlinnan kaupunki. Tarkasteltu sähköisessä karttapalvelussa osoitteessa: <https://kartta.hameenlinna.fi/ims/>

Hämeenlinnan väestöennuste. (n.d.). *Hämeenlinnan väestöennuste. Hämeenlinnan kaupungin ennustettu väestönkehitys kolmessa skenaariossa vuoteen 2040*. <https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2021/11/Hameenlinnan-vaestoennuste.pdf>

Illgren, M. (2011). Hydrology of Urban Environment. Teoksessa J. Niemelä (toim.), *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications* (ss.59-70). Oxford University Press,

Incorporated. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/reader.action?docID=800872>

Helsingin kaupunki, Lahden kaupunki, Turun kaupunki, Vantaan kaupunki, HSY, Ilmatieteen laitos, Turun yliopisto. (n.d.). *Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito*. https://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf

Ilmatieteenlaitos, SYKE & Luonnonvarakeskus. (6.6.2017). *Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat*. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/sademaarat-kasvavat>

Jutila, H. (2009). *Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia*. Hämeenlinnan kaupunki. https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/02/Hulevesistrategia_liitteinen.pdf

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>

Kautto, N. (2021). *Nature-based solutions for stormwater management in the Helsinki Metropolitan Area, Finland – Prerequisites and good practices*. HSY. <https://julkaisu.hsy.fi/pdf/nature-based-solutions-helsinki-metropolitan-area.pdf>

Keski-Korpela, N. (16.2.2018). *Lehijärvi toipumassa hitaasti suuresta jätevesivuodosta*. YLE. <https://yle.fi/a/3-10079171>

Lahti, R. (2023). *Hulevesien hallinta- ja viivytyiskeinot. Kohteena Ahveniston ulkoilukeskus* [diplomityö, Tampereen yliopisto]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202304173810>

Laine, J. (2022). *Vesiensuojelun tehostamisohjelma -Kaupunkivesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen, viemärylivuodot*. HS-Vesi. https://hsvesi.fi/app/uploads/2022/09/Loppuraportti_HS-Vesi_9.9.2022.pdf

Lähde, E. (2021). Monitoiminnallinen vihreä infrastruktuuri hulevesien hallinnan tavoitteena. *Vesitalous*, 2021(2), 19–20.

Maankäyttö ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

- Marila, E. (n.d.). *Puiden rooli hulevesien hallinnassa*. <https://www.vyl.fi/alan-kehittaminen/teemavuodet-ja-kampanjat/puunhalausviikko/tietoa/terveellinen-ja-turvallinen-ymparisto/hulevedet/>
- Mettälä, J. (2020). *Asemakaavan selostus. Ahveniston Sairaala (ASSI)*. (Kaavanro 2555). Hämeenlinnan kaupunki. https://kartta.hameenlinna.fi/HML_IKP_kaavaliitteet/2555_ASSI_kaavaselostus_2001_08.pdf
- MML. (6.6.2024a). *Historialliset kartat 1952 ja 1996*. Kuvakaappaus osoitteesta <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>
- MML. (2024b). *Peruskartta* [rajapinta-aineisto]. <https://tiles.kartat.kapsi.fi/peruskartta>
- Nikulainen, T. (2015). *Sampo-Alajärven osayleiskaavan hulevesiselvitys. Vaihe 2*. Sito Oy.
- Pancewicz, M. (11.4.2024). *Getting started 2: Workspaces and Modelspaces* [webinaari]. SCALGO Live. <https://scalgo.com/fi/webinaarit/getting-started-2-workspaces-and-modelspaces-2>
- Pantsu, J., Saario, S., Törmäkangas, M., Vastamäki, N., Järveläinen, S., Korpi, Y., Pykäläinen, P., Stedt, S., Tapper, A., Toikkanen, N., Sauvola, E., Mustasilta, P., Syrenius, J., Toivola, H., Leinonen, A., & Jensen, M. (2023). *Myllyojan valuma-alueen hulevesiriskiselvitys OLO-hankkeelle. Laadullisten riskien kartoitus ja arviointi* [projektityö]. Hämeen ammattikorkeakoulu. <https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2024/04/Myllyojan-valuma-alueen-hulevesiriskit.pdf>
- Perini, K., & Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure*. John Wiley & Sons, Incorporated. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk-ebooks/detail.action?docID=4771481>
- Puusa, A. & Juuti, P. (2020). Laadullisen tutkimuksen luotettavuus. Teoksessa A. Puusa & P. Juuti (toim.): *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (ss. 166–167). Gaudeamus.
- Rakentamislaki 751/2023. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230751#Lidm46111192145552>

- Remes, A. (2020). *Asemakaavan selostus. Jukolan S-market, (Kaavanro 2578)*.
Hämeenlinnan kaupunki.
https://kartta.hameenlinna.fi/HML_IKP_kaavaliitteet/2578_Jukolan-S-market-kaavaseloustus.pdf
- Ritari, H. (2023). *Hämeenlinnan velvoitetarkkailu 2022. Ahveniston vanha kyläkaatopaikka*.
WSP Finland Oy.
- Ritari, H. (2024). *Hämeenlinnan velvoitetarkkailu 2023. Sammon kaatopaikka*. WSP Finland Oy.
- Saloranta, P. (2016). *Asemakaavan selostus. 2525 Tohkakallio. (Kaavanro 2525)*.
Hämeenlinnan kaupunki.
https://kartta.hameenlinna.fi/HML_IKP_kaavaliitteet/2525_selostus_Tohkakallio_2016_09_07.pdf
- SCALGO Live. (2024a). *Buildings* [paikkatietoaineisto].
- SCALGO Live. (2024b). *Flash Flood Map* [paikkatietoaineisto].
- SCALGO Live. (2024c). *Land Cover* [paikkatietoaineisto]
- SCALGO Live. (2024d). *Soil Type* [paikkatietoaineisto]
- SCALGO Live. (2024e). *Water* [paikkatietoaineisto]
- SCALGO Live. (2024f). *Watershed* [paikkatietoaineisto]
- Simola, A., & Jutila, H. (2006). *Valumavesien käsittelymenetelmät Kanta-Hämeen järvet kestävään kehitykseen -hankkeessa*. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi.
- Sitra. (n.d.) *Tulevaisuussanasto. Luontopohjaiset ratkaisut*.
<https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/luontopohjaiset-ratkaisut/>
- Suomen kuntaliitto. (2012). *Hulevesiopas*. Suomen kuntaliitto. Ladattavissa osoitteesta:
<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Suomen Kuntaliitto. (2017). *Hulevesioppaan päivitetty luvut lainsäädännön muutosten osalta.*

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2017/1829-hulevesioppaan-paivitetyt-luvut-lainsaadannon-muutosten-osalta>

SYKE. (2013). *Kaupunkiseutujen vihreän infrastruktuurin käsitteitä.* ViherKARA- verkosto. Suomen ympäristökeskus.

<https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/8fbefe64-8ec2-431d-bc73-59e778d83a46/content>

SYKE. (14.5.2014). *Ahvenistonjärvi (35.237.1.004).*

[https://www.jarviwiki.fi/wiki/Ahvenistonj%C3%A4rvi_\(35.237.1.004\)](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Ahvenistonj%C3%A4rvi_(35.237.1.004))

SYKE. (14.7.2016). *Ilmastonmuutos sekoittaa Suomen vesipalettia.* <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutos-sekoittaa-suomen-vesipalettia>

SYKE. (28.10.2019). *Mitä on hulevesi.* <https://www.vesi.fi/vesitieto/mita-on-hulevesi/>

SYKE. (29.9.2021a). *Lehijärvi.* Järvi-Meri Wiki.

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

SYKE. (20.9.2021b) *Väheneekö maatalouden vesistökuormitus?*

<https://www.vesi.fi/vesitieto/vaheneeko-maatalouden-vesistokuormitus/>

SYKE. (1.2.2022). *Hulevesien aiheuttamat tulvariskit.* <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-aiheuttamat-tulvariskit/>

SYKE. (28.9.2023). *Rehevoityminen.* <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/meri/suomen-meriympariston-tila-2024/rehevoityminen>

SYKE. (15.5. 2024a). *Hulevesitulvakartta kaikille taajama-alueille.*

<https://storymaps.arcgis.com/stories/e8c828bf3e7c443085a1b33032430896>

SYKE. (2024b). *Pohjavesialueet* [paikkatietoaineisto]. Ladattu palvelusta:

https://www.syke.fi/fi-fi/avoin_tieto/paikkatietoaineistot/ladattavat_paikkatietoaineistot#N

- SYKE. (2024c). *Yleispiirteinen hulevesitulvakartta 2024* (testipalvelu) [rajapinta-aineisto].
<https://paikkatiedot.ymparisto.fi/geoserver/tulva/wms>
- SYKE, Ilmatieteenlaitos, ELY- keskus, Tulvakeskus. (n.d.-a). *Ilmastoskenaario*.
<https://www.vesi.fi/sanasto/ilmastoskenaario/>
- SYKE, Ilmatieteenlaitos, ELY- keskus, Tulvakeskus. (n.d.-b). *Pohjavesi*.
<https://www.vesi.fi/sanasto/pohjavesi/>
- SYKE, Ilmatieteenlaitos, ELY- keskus, Tulvakeskus. (n.d.-c). *Valuma-alue*.
<https://www.vesi.fi/sanasto/valuma-alue/>
- SYKE, Ilmatieteenlaitos, ELY- keskus, Tulvakeskus. (n.d.-d). *Virtaama*.
<https://www.vesi.fi/sanasto/virtaama/>
- SYKE, Ilmatieteenlaitos, ELY- keskus, Tulvakeskus. (n.d.-e). *Ylivirtaama*.
<https://www.vesi.fi/sanasto/ylivirtaama/>
- Tilastokeskus. (n.d.) *Taajama. Määritelmä 2*. Tilastokeskus.
<https://stat.fi/meta/kas/taajama.html>
- Tornivaara-Ruikka, R. (2006). *Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa*. Uudenmaan ympäristökeskus.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/44961/suojattu%2c%20ei%20opysty%20kopioimaan%20UUDra_3_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vakkilainen, P. (2014). *Hydrologinen kierto* [kurssimateriaali]. Aalto- yliopisto.
https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1286900/mod_folder/content/0/1-Hydrologinen%20kierto.pdf?forcedownload=1
- Vakkilainen, P., Kotola, J., & Nurminen, J. (2005). *Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta*. Ympäristöministeriö. <http://hdl.handle.net/10138/40647>
- Valtanen, M., Paavilainen, P., Jalonen, J., Sopanen, S., Suvanto, S., & Haapalainen, J. (2023). *Selvitys hulevesien laadusta*. Suomen kuntaliitto.
<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2023/2220-selvitys-hulevesien-laadusta>

- Valtioneuvoston kanslia. (n.d.-a). *Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda2030*. <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>
- Valtioneuvoston kanslia. (n.d.-b). *Tavoite 6. Varmistaa veden saanti ja kestävä käyttö sekä sanitaatio kaikille*. <https://kestavakehitys.fi/web/kestava-kehitys/agenda2030/tavoite-6>
- Valtioneuvoston kanslia. (n.d.-c). *Tavoite 11. Taata turvalliset ja kestävät kaupungit sekä asuinyhdyskunnat*. <https://kestavakehitys.fi/web/kestava-kehitys/agenda2030/tavoite-11>
- Valtioneuvoston kanslia. (n.d.-d). *Tavoite 13. Toimia kiireellisesti ilmastonmuutosta ja sen vaikutuksia vastaan*. <https://kestavakehitys.fi/web/kestava-kehitys/agenda2030/tavoite-13>
- Valtioneuvoston kanslia. (n.d.-e). *Tavoite 14. Säilyttää meret ja merten tarjoamat luonnonvarat sekä edistää niiden kestävää käyttöä*. <https://kestavakehitys.fi/web/kestava-kehitys/agenda2030/tavoite-14>
- Valtioneuvoston kanslia. (n.d.-f). *Tavoite 15. Suojella maaekosysteemejä, palauttaa niitä ennalleen ja edistää niiden kestävää käyttöä; edistää metsien kestävää käyttöä; taistella aavikoitumista vastaan; pysäyttää maaperän köyhtyminen ja luonnon monimuotoisuuden häviäminen*. <https://kestavakehitys.fi/web/kestava-kehitys/agenda2030/tavoite-15>
- Veijalainen, N., Vehviläinen, B., Nurmi, T., Jakkila, J., Marttunen, M., & Käyhkö, J. (2012). Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos—Vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. Teoksessa *Miten väistämättömään ilmastonmuutokseen voidaan sopeutua? Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla* (ss.61–66.). Maa- ja metsätalousministeriö. https://mmm.fi/documents/1410837/1721026/MMM_julkaisu_2012_6.pdf/c01a813c-8538-4efa-b29e-4844d723c0af
- Vesihuoltolaki 119/2001. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119#L1>
- Vesilaki 587/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Ympäristöministeriö. (15.3.2023). *Mitä on kestävä kehitys?* <https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>

Ympäristönsuojelulaki (YSL) 527/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Åström, H. (8.4.2024). *Getting started: Tools and Analyses* [webinaari]. SCALGO Live. <https://scalgo.com/fi/webinaarit/getting-started-1-tools-and-analyses-2>

Liite 1. Aineistonhallintasuunnitelma

1 Tutkimusaineiston tallennus ja säilytys

Tutkimusaineistona käytetään haastatteluja, mallinnuksia ja paikkatietoaineistoja.

Mallinnuksia käsitellään SCALGO Live ohjelmalla, joka tallentaa aineiston tekijän käyttäjätilille. Käyttäjätilille on vahva salasana ja ohjelmaa käytetään ainoastaan henkilökohtaisella koneella. Käyttäjätunnus on voimassa elokuun 2024 loppuun. Opinnäytetyöhöni liitetyn kartta-aineisto siirretään SCALGO Liven ohjelmasta koneen kovalevylle. Muuta mahdollista paikkatietoa käsitellään QGIS- paikkatieto-ohjelmalla ja aineisto tallennetaan henkilökohtaisen koneen kovalevylle. Haastatteluaineisto kerätään Teams tallenteena ja ne tallennetaan opinnäytetyöprosessin ajaksi henkilökohtaisen koneen kovalevylle.

Aineistoja säilytetään vuoden ajan opinnäytetyön hyväksymisen jälkeen, jonka jälkeen aineisto tuhoetaan.

2 Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely

Opinnäytetyössä ei käsitellä mitään henkilötietoja. Haastattelut käsitellään anonymisti.

3 Opinnäytetyöaineiston omistajuus

Aineiston omistajuus säilyy opinnäytetyön tekijällä. Mikäli tilaaja tai muu taho tarvitsee aineiston käyttöönsä, tästä sovitaan tarvittaessa.

4 Opinnäytetyöaineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen

Opinnäytetyöaineistoa voi käyttää myöhemmin OLO-hankkeen puolesta, mikäli tästä sovitaan erikseen.

