

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2022

Salla-Kaisa Heliander

# NAUVON HULEVESIEN ESISELVITYSTYÖ

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Energia- ja ympäristötekniikka

Joulukuu 2022 | 35 sivua

Salla-Kaisa Heliander

## NAUVON HULEVESIEN ESISELVITYSTYÖ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Nauvon keskustan alueen hulevesien hallinnan tilannetta.

Opinnäytetyössä perehdyttiin useisiin hulevesien hallintamenetelmiin. Työssä tarkastellaan millä keinoin saadaan ratkaistua Nauvon keskustan alueen hulevesien laadullinen hallinta. Työn toimeksiantaja on Paraisten kaupunki. Toimeksiantajan toiveena oli saada selvitystyö Nauvon hulevesien tilanteesta ja saada ehdotuksia mahdollisille toimenpiteille.

Työssä selvitettiin tutkimusalueen nykytilanne ja valuma-alueet. Valuma-alueet määritettiin AutoCAD-ohjelmaa ja Paraisten kaupungin kartta-aineistoja käyttäen.

Mahdollisia ratkaisuja hulevesien hallitsemiseksi ehdotettiin kahdelle valuma-alueelle. Valuma-alueille suunniteltiin erilaisia valumavesien hallintaratkaisuja. Erityisesti biosuodatusalueiden käyttöä suositellaan tarkasteltavilla valuma-alueilla. Mereen kohdistuvan päästökuormituksen määrää pystytään paremmin vähentämään, jos rakennetaan useampi hulevesiä viivyttävä, imeyttävä ja suodattava ratkaisu hulevesiverkoston varrelle.

Opinnäytetyön tuloksena Paraisten kaupunki sai selvityksen Nauvon hulevesien tilanteesta ja vaihtoehtoisia ratkaisuja hulevesien laadulliseen hallintaan. Tutkimuksen perusteella suositellaan hulevesien hallintatoimenpiteiden kohdistamista erityisesti Nauvon keskustan alueelle.

ASIASANAT:

hulevesi, huleveden hallinta, valuma-alue, Nauvo

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and Environmental Technologies

December 2022 | 35 pages

Salla-Kaisa Heliander

## THE PRELIMINARY STORMWATER STUDY IN NAUVO

The purpose of this thesis was to examine the situation of stormwater management in the central area of Nauvo.

In the thesis, several stormwater management methods were studied. In the work, it is investigated how to solve the qualitative management of stormwater in the central area of Nauvo. The commissioner of the thesis is the city of Parainen. The client's wish was to receive a review of the Nauvo stormwater situation and to receive proposals for possible stormwater management measures.

In the work, the current situation of the research area and catchment areas were investigated. The catchment areas were determined using the AutoCAD program and cartographic materials provided by the city of Parainen.

Potential solutions for stormwater management were proposed for two catchment areas. Various stormwater runoff management solutions were planned for the catchment areas. In particular, the use of biofiltration areas proved to be suitable in the catchment areas under examination. The amount of emission loads in the sea can be better reduced if a number of stormwater delaying, absorbing and filtering solutions are built along the stream.

As a result of the thesis, the city of Parainen received a report on the stormwater situation in Nauvo and alternative solutions for quality management of stormwater. Based on the study, it is recommended to focus stormwater management measures especially in the central area of Nauvo.

### KEYWORDS:

stormwater, stormwater management, catchment area, Nauvo

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 HULEVESIEN MERKITYS JA HALLINTA</b>	<b>2</b>
2.1 Hulevesien aiheuttamat haittavaikutukset	3
2.2 Hulevesien hallinta	4
2.2.1 Hulevesien määrää vähentävät toimintatavat	5
2.2.2 Hulevesien johtaminen	5
2.2.3 Hulevesien viivyttäminen	7
2.2.4 Huleveden laatua parantavat käsittelymenetelmät	8
2.3 Hulevesimenetelmien laadullinen tehokkuus	9
2.4 Hulevesimitoitus	11
2.5 Hulevesien hallintaan liittyviä lakeja	13
<b>3 KOHDEALUE JA TYÖN TOTEUTUS</b>	<b>14</b>
3.1 Kohdealueen kuvaus	14
3.2 Työn toteutus	15
3.3 Valuma-alueet	17
3.3.1 Keskustan valuma-alue (1.)	18
3.3.2 Kärrasin valuma-alue (2.)	19
3.3.3 Pohjoisen sataman valuma-alue (3.)	22
3.3.4 Prästgårdin valuma-alue (4.)	23
3.3.5 Klockanbergin valuma-alue (5.)	24
<b>4 VALUMA-ALUE KOHTAISET HULEVESIEN HALLINTARATKAISUT</b>	<b>26</b>
4.1 Valuma-alueiden valintaperusteet	26
4.2 Ratkaisut keskustan alueelle	26
4.2.1 Hautausmaan etelärinteen biosuodatusalue ja hulevesiallas	27
4.2.2 Satama-alueen biosuodatusalue ja hulevesiallas	28
4.2.3 Keskustan alueen yhdistetty ratkaisu	28
4.3 Ratkaisut Kärrasin alueelle	29
4.3.1 Laskeutusallas yläjuoksulla	29
4.3.2 Biosuodatusalue alajuoksulla	30
4.3.3 Ranta-alueen biosuodatusalue	31
4.3.4 Kärrasin alueen yhdistetty ratkaisu	32

**5 JOHTOPÄÄTÖKSET**

**33**

**LÄHTEET**

**34**

## KAAVAT

Kaava 1. Mitoitusvirtaama	11
Kaava 2. Viivytyksen menetelmän keskimääräinen pinta-ala	12

## KUVAT

Kuva 1. Lämpöisemättömän pinnan vaikutus veden hydrologiseen kiertoon (Ilmastotyökälyt 2014, 4).	2
Kuva 2. Hulevesikosteikko Lepolan asuinalueella Järvenpäässä. Kuva Pinja Kasvio (Ympäristö 2020).	8
Kuva 3. Esimerkki biosuodatin rakenteesta (Bioenergia 2022).	9
Kuva 4. Nauvon sijoittuminen Varsinais-Suomen rannikolle (Paikkatietoikkuna 2022).	14
Kuva 5. Kuva tutkimusalueesta ja asemakaavasta (Paikkatietoikkuna 2022).	15
Kuva 6. Nauvon huleveden vaikutusalue (Pargas 2019)	16
Kuva 7. Tutkimusalueen valuma-alueet.	17
Kuva 8. Keskustan valuma-alue.	19
Kuva 9. Kärrasin valuma-alue.	20
Kuva 10. Viljelykäytössä olevat pellot (Paikkatieto 2022).	21
Kuva 11. Pohjoisen sataman valuma-alue.	23
Kuva 12. Prästgårdin valuma-alue.	24
Kuva 13. Klockanbergin valuma-alue.	25
Kuva 14. Hautausmaan ja sataman hulevesimenetelmien sijoituspaikat.	27
Kuva 15. Yleiskuvaus Kärrasin alueen hulevesimenetelmien sijoituspaikoista.	29
Kuva 16. Yläjuoksun laskeutusaltaan sijoituspaikka	30
Kuva 17. Kuva rehevöityneestä ojasta.	31
Kuva 18. Biosuodatusalueiden vaihtoehtoiset sijoituspaikat.	32

## TAULUKOT

Taulukko 1. Hulevesien hallintamenetelmät.	4
Taulukko 2. Kosteikkojen haitta-aineiden pidätysprosentit (Syke 2016).	10
Taulukko 3. Biosuodatuksen tyypillisiä ainepitoisuuksia ja kuormitusvähenemä (Syke 2016).	10
Taulukko 4. Erilaisten pintojen valumakertoimet (Kuntaliitto 2012).	12

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään Paraisten saaristossa sijaitsevan Nauvon keskustan alueen hulevesien hallinnan tilannetta. Työn tavoitteena on selvittää ensisijaisesti, miten ratkaista hulevesien laadullinen hallinta Nauvon keskustan alueella. Työn tilaajana toimi Paraisten kaupunki. Opinnäytetyö on esiselvitystyö Nauvon hulevesien vaikutuksesta ja mahdollisista toimenpiteistä hulevesien käsittelyssä.

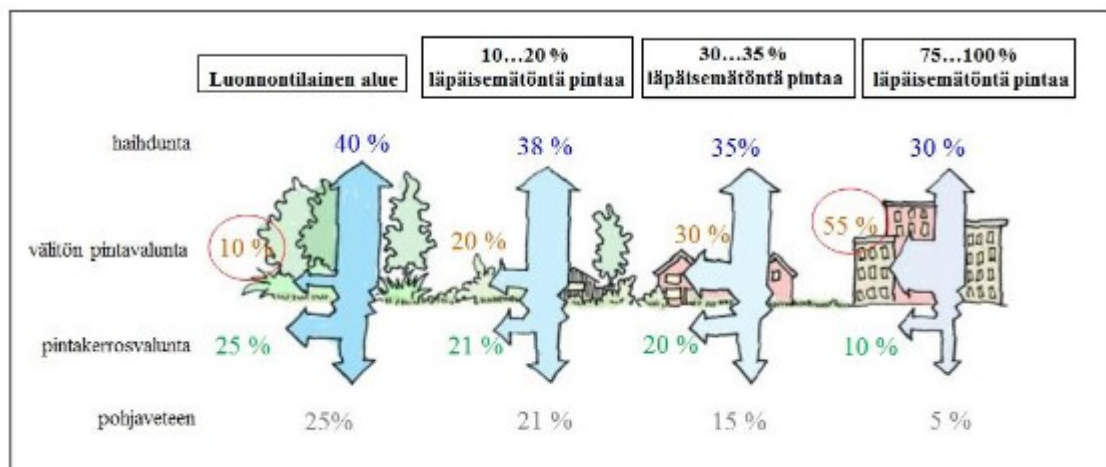
Työn osana selvitetään mistä, miten ja mihin hulevedet virtaavat. Nauvo sijaitsee saarilla ja on meren ympäröimä joka puolelta, joten ylimääräistä ravinnekuormitusta vesistöön halutaan välttää. Tällä hetkellä Nauvon keskustan alueen hulevedet valuvat suoraan mereen käsittelemättöminä ja siihen pyritään saamaan ratkaisu.

Työssä määritetään tutkimusalueen nykytilanne ja valuma-alueet. Valuma-alueet määritellään Paraisten kaupungin aineistoja ja avointa dataa käyttäen. Määrittelyssä otettiin huomioon maanpinnan muodot ja hulevesiverkosto.

Työssä tarkastellaan hulevesiä ja niiden yleisimpiä hallintamenetelmiä, jotka jaetaan karkeasti huleveden määrää vähentäviin, johtaviin, viivyttäviin ja käsitteleviin menetelmiin. Työssä pyritään löytämään ratkaisuja tietyille kuormittaville valuma-alueille eri hulevesien hallintamenetelmiä käyttäen. Ratkaisuilla pyritään niin ikään edistämään huleveden hyötykäyttöä kohdealueella.

## 2 HULEVESIEN MERKITYS JA HALLINTA

Vesi kiertää luonnossa jatkuvasti eri muodoissa sekä eri tavalla. Veden kiertokulku eli hydrologinen kierto karkeasti jaettuna koostuu sadannasta, haihdunnasta, valunnasta ja infiltraatiosta eli veden imeytymisestä maaperään. Rakennetuilla alueilla pintavaluntaa kutsutaan hulevesiksi. Hulevedet eli sade- sulamis- ja kuivatusvedet ovat rakennusten katoille, maan pinnalle tai muille pinnoille kertyviä vesiä. Hulevesien syntyyn vaikuttaa erityisesti kaupungistuminen, joka lisää vettä läpäisemättömien pintojen kuten asfalttien ja kivetysten osuutta taajama-alueella. Rakennetuilla alueilla läpäisemättömien pintojen määrä on suuri, jolloin vedet eivät pääse imeytymään maaperään vaan valuvat maan pinnalla. Sadanta taajama-alueella on noin 5–10 % luonnontilaista sadantaa suurempi ja taajamassa haihdunta on luonnontilaista vähäisempää. Kuvassa 1. esitetään veden hydrologista kiertoa luonnontilassa ja rakennetuilla alueilla. (Kuntaliitto 2012, 10.)



Kuva 1. Läpäisemättömän pinnan vaikutus veden hydrologiseen kiertoon (Ilmastotyökälyt 2014, 4).

Ilmastonmuutos vaikuttaa sademäärän kasvuun ja rankkasateisiin, jolla on vaikutusta hulevesien syntyyn ja mahdollisiin tulviin (Kuntaliitto 2012, 56). Varsinkin kesällä lämpiminä kausina, kuivan ajan pituus voi olla pitkä, jolloin kuivuus vaikuttaa veden sitoutumiseen maaperään, joka vaikuttaa hulevesien muodostumiseen. Maan pinnan kaltevuus, korkeuserot ja maaperän laatu ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat myös huleveden muodostumiseen tietyillä alueilla. (Kuntaliitto 2012, 10.)



## 2.1 Hulevesien aiheuttamat haittavaikutukset

Hulevesien haittavaikutukset ovat suurilta osin hitaasti kehittyviä eli kroonisia ja vaikuttavat enimmäkseen vesistöjen ja ympäristöön laatuun. Kuitenkin nopeasti kehittyvät, akuutit vaikutukset, kuten tulvat ovat helpommin havaittavissa ja näin ollen myös enemmän esillä ja tietoisuudessa. (Kuntaliitto 2012, 10.)

Hulevedet voivat aiheuttaa tulvariskin muun muassa alueilla, joissa maa on suuriltaosin katettu asfaltilla, kivetyksellä tai muulla vettä läpäisemättömällä pinnalla. Tällöin sade- ja sulamisvedet eivät pääse imeytymään maahan kasvillisuuden avulla vaan virtaavat kaduilla ja kertyvät alaville paikoille. Kaupunki ja taajama alueilla tulvat kasvavat, jos hulevesijärjestelmiä ei ole mitoitettu tarpeeksi suurelle vesimäärälle, jolloin vesi ei ehdi kulkeutumaan järjestelmässä tarpeeksi nopeasti. (Vesi 2022.)

Hulevedet kuormittavat vesistöä, jos ne johdetaan vesistöön puhdistamatta. Veden sameutta ja rehevöitymistä tapahtuu, kun ravinteet ja kiintoaineet pääsevät valumaan vesistöön. Hulevesi valuessaan kerää mukanaan haitta-aineita ja likaa. Päästölähteitä ovat liikenne ja liikennealueet, rakennukset ja katutila, teollisuus ja liikealueet, viheralueet ja pihat, rakennus ja kunnostustyöt, vesi ja jätevesihuolto, kotitalouksien jätevesihuolto sekä laskeuma ilmasta. (Vesi 2022.)

Yleisempiä haitta-aineita, joita esiintyy hulevesissä ovat kiintoaine, ravinteet kuten fosfori ja typpi, metallit, kloridi, öljyt ja rasvat sekä orgaaniset yhdisteet, kuten PAH-yhdisteet, torjunta-aineet ja suolistoperäiset bakteerit (Vesi 2022). Maatalouden yleisimmät ravinteet ovat typpi ja fosfori (MTK 2020). Yleisimmät syyt päästöihin ovat muun muassa liikenteen pakokaasut, ajoneuvojen ja rakennusmateriaalien korroosio, tiemateriaalien kuluminen sekä liukkaudentorjuntaan käytetyt aineet, kuten maantiesuola. (Kuntaliitto 2012, 64.)

## 2.2 Hulevesien hallinta

Tulvia pyritään hallitsemaan ja hulevesien laatua parantamaan erilaisilla hulevesien hallintamenetelmillä. Toimivien hallintakeinojen toteutuminen edellyttää laaja-alaista, usein valuma-aluelähtöistä tarkastelua ja toimenpiteiden ulottamista hulevesien syntypaikoilta lopullisiin purkupisteisiin. Hulevesien hallintamenetelmät voidaan jakaa neljään eri osaluueeseen, vähentäviin, johtaviin, viivyttäviin ja käsitteleviin menetelmiin. Huleveden hallitsemisessa käytetään monesti useampaa kuin yhtä edellä mainittua hallintamenetelmää. (Ympäristö 2020.)

Hulevesiä oikein hallitsemalla, voidaan hyvin hyötykäyttää vettä esimerkiksi kasvien kas-telemisessa ja puutarhakalusteiden ja -koneiden pesemisessä. Hulevesien hallintamenetelmillä voidaan luoda ja tarjota viihtyisiä viher- ja virkistysalueita. (Kuntaliitto 2012, 87.)

Taulukossa 1 esitetään hulevesien hallintamenetelmiä ja niiden käyttökohteet. Hulevesien hallintamenetelmiä on useita erilaisia. Yhdellä hulevesimenetelmällä voidaan hallita useilla eri tavoilla hulevesiä. Käyttötavat eivät kuitenkaan ole täysin yksiselitteisiä ja voivat poiketa taulukossa esitetyistä. Hulevesien hallintamenetelmien mitoitus ja käyttötarkoitus täytyy miettiä kohteen mukaan. (Ilmastotyökalut 2014, 18.)

Taulukko 1. Hulevesien hallintamenetelmät.

Hulevesien hallintamenetelmät							
Menetelmät	Hulevesien määrää vähentävät toimintatavat			Johtavat		Määrällinen	Laadullinen
	Ehkäisevät	Imeyttävät	Haihduttavat	Pintajärjestelmät	Putkijärjestelmät	Viivyttävät	Käsittelevät
Kasvillisuus	x	x	x			x	x
Viherkatot	x		x			x	
Läpäisevät päällysteet	x	x	x			x	x
Imeytyskaivannot	x	x	x			x	x
Imeytyspaineet	x	x	x			x	x
Avo-ojat		x	x	x		x	
Viherpaineet	x	x	x	x		x	x
Kourut				x			
Kanavat				x		x	
Uomat				x		x	
Rummut					x		
Hulevesiputkistot					x		
Hulevesikaivot					x	x	
Kosteikot		x	x			x	x
Lammikot		x	x			x	x
Rakennetut hulevesialtaat			x			x	
Viivytykskaivannot						x	x
Hiekkasuodatus	x	x				x	x
Biosuodatus	x	x	x			x	x

### 2.2.1 Hulevesien määrää vähentävät toimintatavat

Hulevesiä vähentäviin hallintamenetelmiin kuuluvat ehkäisevät, imeyttävät ja haihduttavat menetelmät. Hulevesien vähentämisellä on tärkeä merkitys hulevesien muodostumiselle. Ympäristösuunnittelulla voidaan helpoiten vaikuttaa läpäisemättömien päällysteiden kuten asfalttien ja kiveyksien määrään. Helpoin ja resurssitehokkain ratkaisu ehkäistä ja vähentää hulevesien muodostumista on rakentaa mahdollisimman paljon kasvillisuutta sisältäviä viheralueita sekä viherkattoja tai kattopuutarhoja hulevesien synty- paikoille. Kasvillisuudella on merkityksellinen rooli hulevesien vähentämisessä. Kasvien kyky hyödyntää, pidättää ja haihduttaa vettä vaikuttavat merkittävästi hulevesien hallintaan. Kasvillisuutta hyödynnetään useissa luonnonmukaisissa hulevesien hallintamenetelmissä. Läpäisevät päällysteet kuten rei'itetyt betonilaatat, harvat kiveykset tai avoimet asfaltit ehkäisevät hulevesien muodostumista vähentäen huleveden virtaamaa ja kokonaisuuttamäärää sekä lisäävät pohjaveden muodostumista. (Kuntaliitto 2012, 72.)

Imeyttämällä hulevedet maaperään pystytään tehokkaasti vähentämään hulevesien kokonaisuuttamäärää ja vaikuttamaan hulevesien laatuun. Maaperän fysikaalisten, biologisten ja kemiallisten ominaisuuksien myötä hulevedet puhdistuvat valuessaan hitaasti maakerrosten läpi. Imeytysmenetelminä käytetään muun muassa imeytyskaivanteita ja imeytyspainanteita. Imeytyskaivannot voivat olla pinnaltaan avoimia tai suljettuja. Hulevedet johdetaan avoimeen kaivantoon pintavaluntana ja suljettuun kaivantoon hulevesiviemärien tai salaojien kautta. Kaivannot täytetään karkealla kiviaineksella tai muovikennos- toilla. Hulevedet täytyy esikäsitellä ennen hulevesien johtamista kaivantoon. Esikäsitte- lynä voidaan käyttää imeytyspainanteita, jotka ovat kasvillisuuden peittämiä alueita. Pai- nanteet ovat ympäristöään alempana olevia alueita, joihin hulevedet lammikoituvat ja imeytyvät maaperään. Imeytyspainanteita ovat biosuodatusalueet ja sadepuutarhat. (Kuntaliitto 2012, 74.)

### 2.2.2 Hulevesien johtaminen

Hulevesiä kootaan ja johdetaan eteenpäin käsiteltäväksi pinta- ja putkijärjestelmiä käyt- täen, silloin kun hulevettä ei voida käsitellä sen syntypaikalla. Maan päällä hulevesiä johdetaan avo-ojia, puroja, vihrepainanteita, kouruja tai kanavia pitkin. Salaojia, huleve- siviemäreitä ja rumpuja käytetään maan alla putkijärjestelmissä eteenkin tiiviisti raken- netuilla alueilla. (Suomen kuntaliitto 2012, 79.)

Pintajärjestelmien tarkoituksena on johtaa vettä ja samalla viivyttää virtaamaa, jotta mahdolliset epäpuhtaudet voivat laskeutua ja vesi imeytyä maaperään. Huleveden virtauksen hidastumista, imeytymistä ja puhdistumista edistää johtamisreitien pituuskaltevuus, riittävä pituus sekä kasvillisuus. Taajama- ja maaseutualueilla, joilla rakentaminen on väljää, käytetään enemmän pintajärjestelmiä, mutta myös tiiviillä kaupunkialueella voidaan käyttää avo-ojia sekä kanavia. (Suomen kuntaliitto 2012, 79.)

Perinteinen tapa johtaa hulevesiä on avo-ojia pitkin. Avo-ojat ovat kaivettuja uomia, joiden syvyys, muoto ja vietto vaihtelevat. Avo-ojia voi suunnitella jyrkkä- ja matalaluiskaisiksi alueen huleveden määrän ja maaperän mukaan. Eroosiota ja huleveden laatua voidaan parantaa istuttamalla avo-ojiin monimuotoista kasvillisuutta. (Suomen kuntaliitto 2012, 80.)

Viherpainanteet ja avo-ojat ovat toiminnaltaan samanlaisia, mutta niiden rakenteissa on pieniä eroja. Viherpainanteet ovat matalampia ja loivempia kuin avo-ojat, sekä verhoiltu kokonaan kasvillisuudella, joka voi olla nurmea tai monimuotoista kasvillisuutta. Painanteet eivät sovellu ympäristön rakenteiden kuivatukseen avo-ojien tapaan matalan rakenteen vuoksi. Painanteilla voi käsitellä hulevesiä imeyttämällä, suodattamalla tai viivyttämällä, mutta yksinkertaiset painanteet ainoastaan johtavat. Painanteita voidaan tehdä myös erilaisista rakenteista kuten kivistä ja niiden rakenne vaihtelee alueen tilavuuden ja maaperän mukaan. Betonisia tai luonnonkivistä tehtyjä kouruja käytetään painanteena yleensä tiiviisti rakennetuilla alueilla. Kourut soveltuvat johtamaan pieniä määriä vettä esimerkiksi kiinteistöjen kattovesiä. Jos kourun pinta halutaan tasaiseksi, se voidaan peittää ritiläkannella. Tällaisia peitettyjä kouruja kutsutaan linjavesikouruiksi. (Kuntaliitto 2012, 85.)

Perinteinen tapa johtaa hulevesiä ovat putkijärjestelmät, jotka kulkevat maan pinnan alla. Viemäröintitapoja on käytössä kahta erilaista, seka- ja erillisviemäröintiä. Sekaviemäröinnissä hulevedet, rakenteiden kuivatusvedet ja jätevedet johdetaan samoissa putkistoissa, kun taas erillisviemäröinnissä nämä kaikki johdetaan omissa putkistoissa. Erillisviemäröintitapa on eteenkin Suomessa käytetyin eikä uutta sekaviemäröintiä juurikaan enää rakenneta. Erillisviemäröinti on ympäristön kannalta parempi vaihtoehto, ja niiden tulvimisriski on pienempi kuin sekaviemäröinnissä. Rankkasateet ja kevättulvat voivat aiheuttaa sekaviemäreiden täyttymisen, ja viemärivedet pääsevät valumaan maastoon tai vesistöihin. (Kuntaliitto 2012, 133.)

### 2.2.3 Hulevesien viivyttäminen

Jotta hulevesi ei virtaisi liian nopeasti vesistöön tai aiheuttaisi tulvimista, hulevesiä viivytetään niiden syntypaikoilla, jos niitä ei voida imeyttää esimerkiksi maaperän laadun vuoksi. Hulevesien viivyttämisellä varastoidaan hetkellisesti vettä ja pienennetään virtausnopeutta, jolloin virtaamahuiput vähenevät ja kiintoaines ehtii laskeutua. Viivytyksimenetelmiä ovat kosteikot, lammikot ja rakennetut altaat. Lisäksi jo aikaisemmin mainitut viherpainanteet, -katot, ja -pinnat sekä muut vettä läpäisevät pinnat viivyttävät hulevesiä. Lisäämällä virtausmatkaa tai rakentamalla patoja voidaan myös viivyttää hulevesiä. (Kuntaliitto 2012, 132.)

Kosteikot ja lammikot ovat luonnon muovaamia painanteita tai rakennettuja altaita, joissa on runsaasti vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. Hulevesiä pystytään viivyttämään kosteikoissa pitkään ja ne ovat kuivinakin aikoina pinnoilta kosteita. Sen sijaan lammikot voivat kuivempina aikoina tyhjentyä vedestä. Kosteikot ja lammikot soveltuvat hyvin kohteisiin, joissa hulevesien ravinnekuorma on suuri ja kiintoaineen määrää pitää vähentää. Kosteikot pystyvät käsittelemään isojen alueiden hulevedet, kuten ostoskeskuksen tai kokonaisen pientaloalueen vedet, mutta vaativat tilaa. Kosteikot ja lammikot huleveden viivytyksen lisäksi suodattavat vettä ja laskeuttavat kiintoaineita kasvillisuuden avulla. Kuvassa 2. on esimerkki kosteikosta. (Kuntaliitto 2012, 130.)

Rakennetut altaat voivat olla samanlaisia kuin lammikot tai rakennettu kivistä tai betonista. Tällaisia altaita voidaan käyttää esimerkiksi teollisuusalueella hulevesien varastointiin tai asuinalueella maisemointiin ja alueen viihtyvyyden parantamiseen. Altaissa vesi eristetään maaperästä muovikalvolla, savikerroksella tai verhoamalla altaan pohja kivillä. Hulevesi johdetaan altaisiin hulevesien johtamiseen tarkoitetuilla menetelmillä. (Kuntaliitto 2012, 130.)

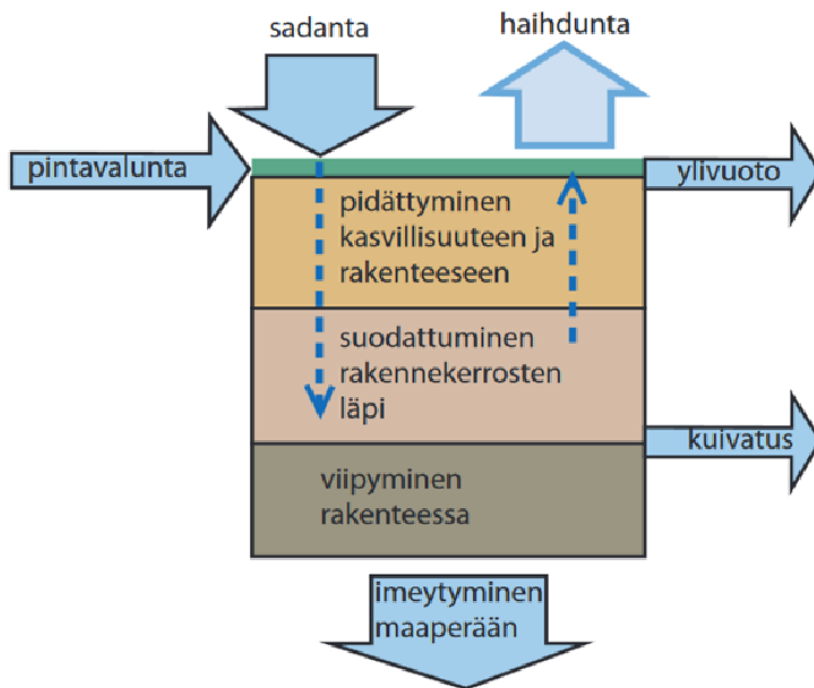


Kuva 2. Hulevesikosteikko Lepolan asuinalueella Järvenpäässä. Kuva Pinja Kasvio (Ympäristö 2020).

#### 2.2.4 Huleveden laatua parantavat käsittelymenetelmät

Hulevesien käsittelymenetelmillä pyritään puhdistamaan veden epäpuhtauksia eli vaikutetaan veden laadulliseen hallintaan. Ensimmäinen tehtävä on ehkäistä epäpuhtauksien joutumista hulevesien joukkoon. Ehkäisykeinoja ovat esimerkiksi läpäisemättömien pintojen, kuten katujen siivoaminen. Hulevesien laatua täytyy tarkkailla ja testata sen sisältämiä epäpuhtauksia. (Kuntaliitto 2012, 92.)

Laadullisessa käsittelyssä erotetaan muodostuneista hulevesistä veden kuljettamia aineksia, kuten kiintoaineita, öljyä ja ravinteita. Laadullisia käsittelymenetelmiä ovat muun muassa suodatusmenetelmät. Imeytysmenetelmät liittyvät myös laadullisiin sillä niissä ravinteet ja vesi imeytyvät maaperään, eikä puhdistamatonta hulevettä kulkeudu vesistöön. Suodattavissa menetelmissä vesi kulkee suodattimen läpi ja vesi johdetaan pois suodatusalueelta toisin kuin imeytysmenetelmissä. Suodattimet ovat usein biosuodattimia, joissa käytetään soraa, hiekkaa ja kasvillisuutta. Biohiiltä voidaan myös käyttää suodattimena (Bioenergia 2022). Biosuodatusmenetelmässä hyödynnetään kasvillisuutta ja erilaisia maa-aineksia, joiden läpi hulevedet suodattuvat. Kuvassa 3. esitetään suodatusmenetelmän rakennetta. (Kuntaliitto 2012, 93.)



Kuva 3. Esimerkki biosuodattimen rakenteesta (Bioenergia 2022).

Haitallisimmat aineet, kuten öljyt, on mahdollista suodattaa teollisvalmisteisen suodattimen läpi hulevesijärjestelmään kytketyissä säiliöissä (Kuntaliitto 2012, 93). Öljyn erotuskaivo on pakollinen kohteissa, jossa öljyä voi päätyä hulevesiin. Suurin osa öljynerotuskaivoista toimii painovoimaisesti ja vesi erottuu öljystä ja kiintoaineksesta. Öljy jää kellumaan pinnalle, kiintoainekse putoaa pohjalle ja vesi jatkaa virtaamista. (Lassikko 2018.)

### 2.3 Hulevesimenetelmien laadullinen tehokkuus

Hulevesien laatuun voidaan vaikuttaa eri tavoilla. Menetelmien tehokkuus kokonaistypen ja -fosforin määrän vähentämisessä vaihtelee. Hulevesiä vähentävissä menetelmissä kiintoaine ja kokonaisfosfori puhdistuvat hyvin ja kokonaistyyppi kohtalaisesti. Johtavissa menetelmissä kiintoaineen, kokonaisfosforin ja -typen puhdistuminen on kohtalaista tai heikkoa. Viivyttävissä menetelmissä kiintoaine puhdistuu hyvin, mutta kokonaisfosforin ja -typen puhdistuminen vaihtelee menetelmän mukaan. (Kuntaliitto 2012, 101.)

Kosteikot ovat tehokkaita hulevesien puhdistajia. Yhdysvalloissa tehtyjen tutkimuksien mukaan kosteikot ovat pidättäneet taulukon 2. mukaisesti kohtalaisesti tai hyvin

ravinteita ja kiintoaineita. Kosteikon etuna on, että se tarjoaa monille lajeille elinympäristön. (Syke 2016.)

Taulukko 2. Kosteikkojen haitta-aineiden pidätysprosentit (Syke 2016).

Haitta-aine	Poistuman ala- ja yläkvartiilit (%)	Poistuman mediaani
Kiintoaine	45–85	70
Kokonaisfosfori	15–75	50
Liennut fosfori	5–55	25
Kokonaistyyppi	0–55	25
Orgaaninen hiili	0–45	20
Kokonaissinkki	30–70	40
Kokonaiskupari	20–65	50
Bakteerit	40–85	60
Hiilivedyt	50–90	75
Kloridi	0	0

Biosuodatusalueiden suodatusvaikutus riippuu paljon alueessa käytetyissä suodatus aineista hiekasta, sorasta tai kasvustosta. Kiintoaineiden suodatuksessa biosuodatusmenetelmät ovat olleet erinomaisia. Ne pystyvät suodattamaan lähes kaiken kiintoaineksen. Keskimäärin biosuodatusalueet vähentävät fosforin määrää hulevesistä, typen osalta vaikutus voi olla päinvastainen. Taulukossa 3 on tutkimustuloksia yhdysvaltalaisesta tutkimuksesta. (Syke 2016.)

Taulukko 3. Biosuodatuksen tyypillisiä ainepitoisuuksia ja kuormitusvähennyksiä (Syke 2016).

Aine	Tyypillinen pitoisuus hulevesissä, mg/l	Kuormitusvähennys biosuodatuksessa, %
Kiintoaine	15–350	90–99 %
Biologinen hapenkulutus	1,5–22,0	80–90 %
Kokonaiskupari	0,01–0,28	60–90 %
Kokonaissinkki	0,03–0,35	85–95 %
Öljyt ja rasvat	0,4–20,0	95–99 %
Partikkelimainen fosfori	0,1–2,2	95–99 %
Liukoinen fosfori	0,05–1,5	10–30 %
Liukoinen typpi	0,1–3,7	–40–40 %
Partikkelimainen typpi *	0,5–3,5	25–50 %

\* käsittää partikkelimaisen orgaanisen typen



## 2.4 Hulevesimitoitus

Hulevesirakenteet pitää mitoittaa oikein, jotta määrällinen ja laadullinen käsittely onnistuu. Mitoituksen avulla voidaan määrittellä hulevesirakenteiden koko, jotta eteenpäin virtaavat vedet eivät aiheuta ongelmia. Pintarakenne vaikuttaa hulevesien kertymiseen ja vettä läpäisemättömällä pinnalla hulevettä ei pääse imeytymään maaperään. Tällöin virtaamat lisääntyvät ja vedet pitää johdattaa pois alueelta. Pintamateriaali vaikuttaa hulevesien kerääntymiseen. (Ilmastotyökalut 2014.)

Laadullinen hallinta suositellaan mitoitettavan 80 % sadetapahtuman mukaisesti. Vesistöön laskevat hulevedet kannattaa käsitellä joka tapauksessa, vaikka mitoituksen mukaiseen rakenteeseen ei olisi tilaa. Hulevedet saadaan puhdistettua edes osittain ja saadaan vähennettyä vesistön ravinnekuormitusta. (VHSVY 2018.)

Hulevesien määrä alueella määritellään mitoitusvirtaama-kaavalla. Valumakerroin vaihtelee maanpinnan ominaisuuden mukaan. Yleisesti käytetään mitoitusateen keskimääräistä intensiteettiä, joka on  $0,015 \text{ l/s/m}^2$ . Taulukossa 4. kuvataan valumakertoimien arvot eri pintatyypeillä. (Kuntaliitto 2012.)

Kaava 1. Mitoitusvirtaama

$$Q = C * i * A, \text{ jossa}$$

Mitoitusvirtaama, Q [l/s]

Valumakerroin, C

Mitoitusateen keskimääräinen intensiteetti, i [l/s\*ha]

Valuma-alueen pinta-ala, A [ha]

Taulukko 4. Erilaisten pintojen valumakerroimet (Kuntaliitto 2012).

Pinnan tyyppi	Valumakerroin, C
Katto	0,80–1,00
Asfalttipäällyste	0,70–0,90
Tien nurmetettu luiska	0,40–0,60
Avoin kalliomaasto	0,30–0,50
Soratie, soraluiska	0,20–0,50
Nurmipintainen piha	0,20–0,5
Puisto	0,10–0,40
Niitty, pelto, puutarha	0,10–0,30
Suo	0,05–0,15
Kumpuileva sekametsä	0,05–0,20
Tasainen metsämaasto	0,10–0,10
Tasainen sorakenttä	0,00–0,05

Kosteikon tulisi olla 1-2 % valuma-alueen koosta ja lammikon pinta-alan 1 %. Kosteikoilla ja lammikoilla pystytään pidättämään suurien alueiden vesimääriä. Mitoitus maanpäällisillä viivytysmenetelmillä tehdään keskimääräisen pinta-alan kaavalla. (Kuntaliitto 2012, 92.)

Kaava 2. Viivytysmenetelmän keskimääräinen pinta-ala

$$A_L = \frac{V_{mit}}{h_l}, \text{ jossa}$$

Lammikoitumisalueen pinta-ala,  $A_L$  [ $m^2$ ]

Mitoitusvesimäärä,  $V_{mit}$  [ $m^3$ ]

Keskimääräinen syvyys,  $h_l$  [m]

## 2.5 Hulevesien hallintaan liittyviä lakeja

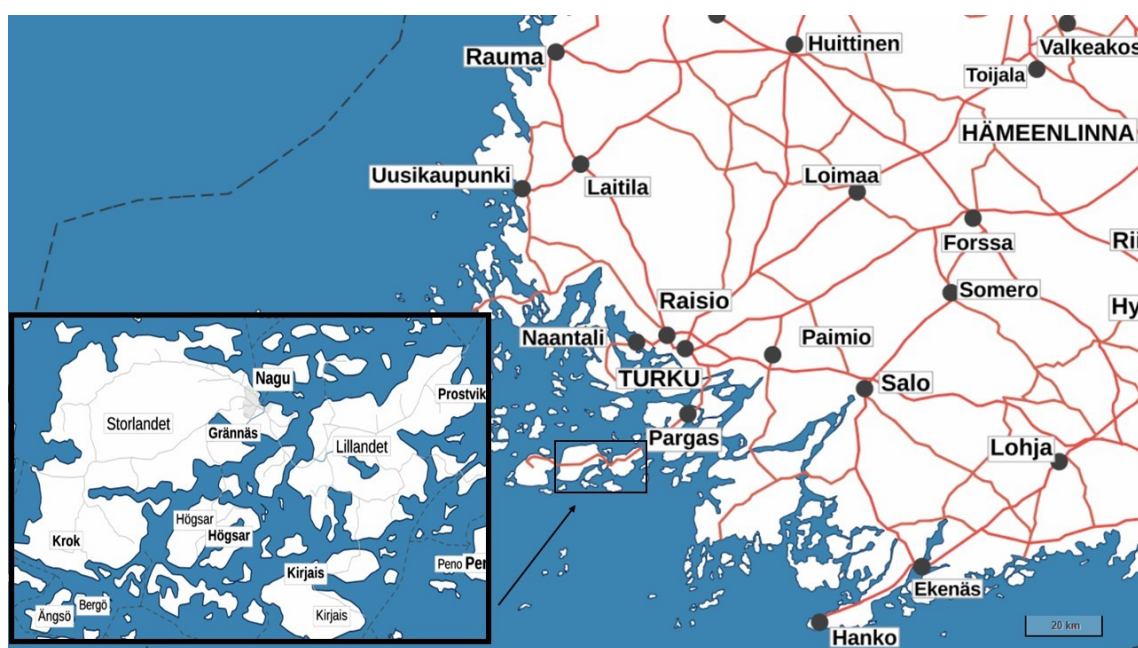
Suomessa on useita lakeja, jotka ohjailevat hulevesien hallintaa ja käyttöä. Oleellisia hulevesiä ohjaavia lakeja ovat maankäyttö ja rakennuslaki (132/199, MRL), vesihuoltolaki (119/2001, VHL), vesilaki (587/2011, VL) sekä turvariskilaki (620/2010) eli laki tulvariskien hallinnasta. Hulevesiin liittyviä muita lakeja ovat vesienhoitolaki (1299/2004, VHJL), ympäristönsuojelulaki (86/2000, YSL), luonnonsuojelulaki (1096 / 1996), laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidolta (669/1978, KatuL), maantielaki (503/2005) ja ratalaki (110/2007). (Kuntaliitto 2012, 14.)

Vuonna 2014 hulevesiä koskevia säännöksiä lisättiin maankäyttö- ja rakennuslakiin, johon lisättiin uusi luku 13a (103 a-o §) hulevesiä koskevista erityisistä säännöksistä. Lisäksi uudistettiin vesihuoltolakia, johon lisättiin huleveden viemäroinnin järjestämisestä ja hoitamisesta luku 3a. Hulevesien hallintaa koskevat säädökset ovat pääosin sisällytetty maankäyttö- ja rakennuslakiin, koska alueiden suunnittelussa ja rakentamisessa täytyy huomioida hulevesien hallinta. (Ympäristö 2016.)

### 3 KOHDEALUE JA TYÖN TOTEUTUS

#### 3.1 Kohdealueen kuvaus

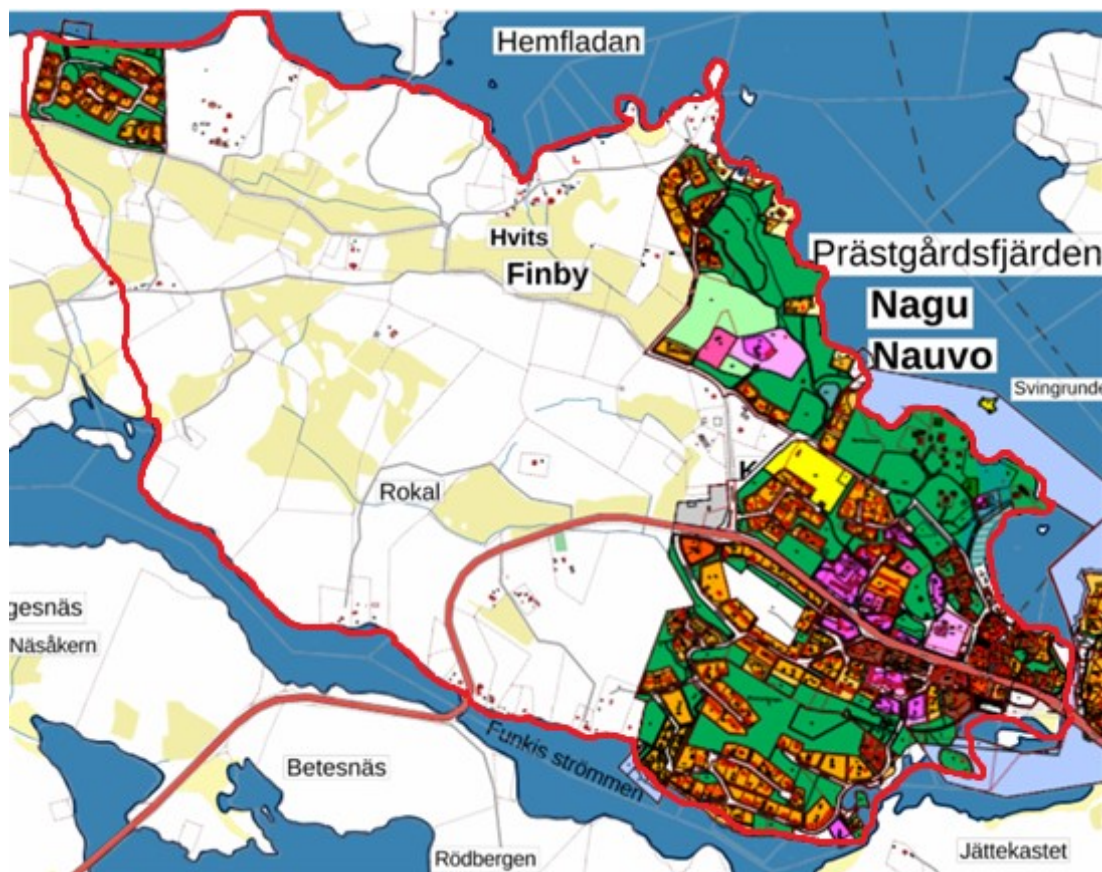
Hulevesien selvitystyö kohdistui Nauvoon, joka kuuluu Paraisten kuntaan. Nauvo koostuu kahdesta pääsaaresta Iso-Nauvo eli Storlandetista ja Pikku-Nauvo eli Lillandetista, sekä noin 3000 saaresta ja luodosta (kuva 4). Nauvossa on 1500 ympärivuotista asukasta. Kesällä asukasluku nousee huomattavasti mökkiläisten takia noin 10 000 kesäasukkaaseen. Nauvon tärkeimpiä elinkeinoja ovat maatalous ja matkailu. Varsinkin keuhkain vierasvenesatama täyttyy turisteista. (Pargas 2019.)



Kuva 4. Nauvon sijoittuminen Varsinais-Suomen rannikolle (Paikkatietoikkuna 2022).

Nauvo kuuluu Varsinais-Suomen saaristoalueeseen. Meren ja vesistön läheisyys vaikuttavat alueen ilmasto-olosuhteisiin. Nauvon ilmastolle tyypillisiä ovat pitkät, lämpimät kesät ja lyhyet lauhat talvet. Syksy on usein pitkä ja sateinen, sillä avoinna oleva meri lämmittää ilmastoa. Keväät ja kesät ovat usein kuivia ja alkukesällä voi olla viileää, sillä merivesi on keväällä kylmää. Varsinais-Suomen vuotuinen sademäärä on 500–750 mm välillä. Saaristossa loka- ja marraskuussa saataa yleensä eniten. Ilmastonmuutos saattaa tuoda lisää sateita syksy- ja taviaikaan. (Ilmasto-opas 2022.)

Hulevesien tutkimusalue käsittää lähtökohtaisesti Iso-Nauvon saaren keskustan alueen. Jotta saadaan kattava kuva hulevesien jakautumisesta, työssä tarkasteltiin hulevesiä valuma-aluekohtaisesti. Osa valuma-alueista rajautuu asemakaavan ulkopuolelle. Kuvasssa 5. esitetään tutkimusalue sekä asemakaava. Tutkimusalue on rajattu punaisella viivalla ja asemakaava on värillisellä merkittyä aluetta.



Kuva 5. Kuva tutkimusalueesta ja asemakaavasta (Paikkatietoikkuna 2022).

### 3.2 Työn toteutus

Työn tavoitteena oli selvittää, miten hulevedet jakautuvat Nauvon keskustan alueella. Missä hulevettä syntyy ja mille valuma-alueille on kannattavaa tehdä toimenpiteitä hallitakseen hulevesien syntyä ja laatua. Työssä keskityttiin ensisijaisesti hulevesien laadulliseen hallintaan ja selvitettiin mitkä tekijät vaikuttavat hulevesien laatuun. Hulevesien laadullinen merkitys on Nauvon sijainnin kannalta oleellista, sillä tällä hetkellä saaren hulevedet valuvat suoraan mereen oja ja hulevesiverkostoja pitkin. Työssä ei huomioitu meren nykyistä laadullista tilannetta ja veden laatua ei ole tutkittu. Selvitystyö tehtiin

maankäytön ja päästölähteiden mukaan.

Tutkimusalueen valuma-alueet määritettiin AutoCAD-ohjelmalla. Karttana käytettiin maastokarttaa ja Paraisten kaupungilta saatua korkeusaineistoa. Tutkimusalueelle tehtiin useita maastokäyntejä. Valuma-aluetta rajatessa otettiin huomioon Nauvon alueen hulevesiverkosto. Hulevesiverkosto keskittyy suurilta osin ydinkeskustaan. Nauvon hulevedet ja jätevedet kulkevat omissa putkistoissa eli hulevesiä ei kulje jätevesiverkossa. Nauvon hulevesien vaikutusalue ja hulevesiverkosto esitetään kuvassa 6.



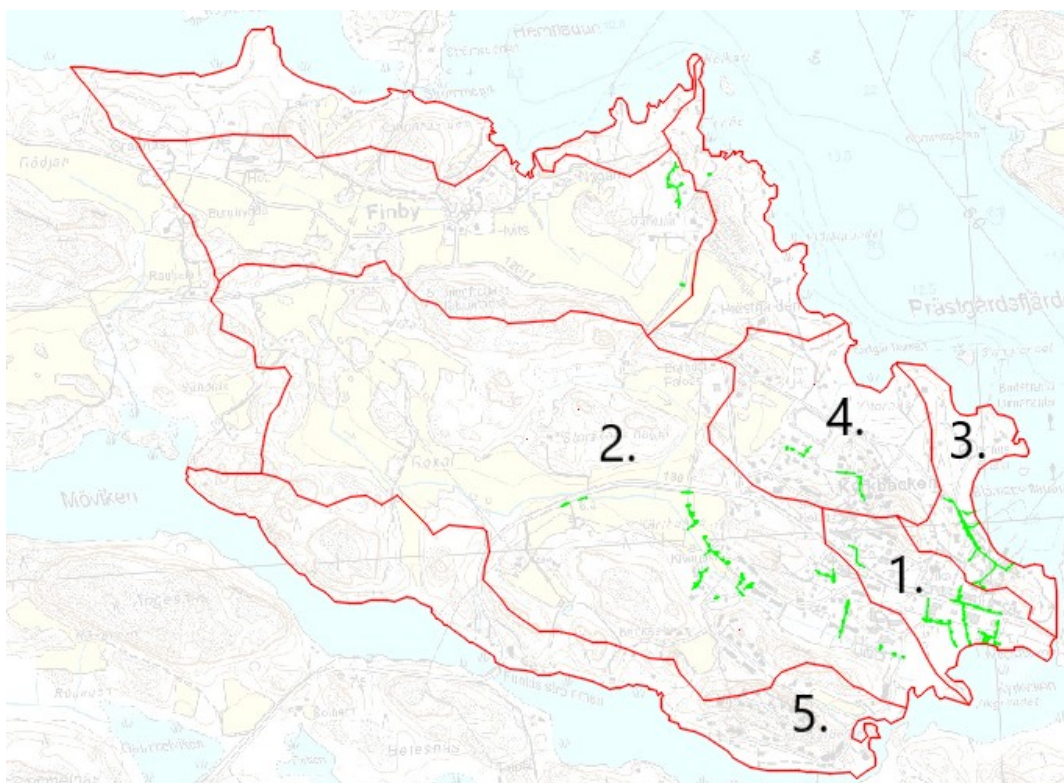
Kuva 6. Nauvon huleveden vaikutusalue (Pargas 2019).



### 3.3 Valuma-alueet

Kattava, valuma-aluelähtöinen tarkastelu on edellytyksenä toimivien ja tehokkaiden hulevesien hallintaratkaisujen löytämiseen. Valuma-alueeksi kutsutaan maa-alueita, johon sade- ja sulamisvesi joko imeytyy maahan, haihtuu tai valuu maan pinnanmuotojen mukaan. Valuma-alueella vedet laskevat ojan, puron tai joen kautta vesistöön. Vedenjakajat eli maanpinnanmuodot, kuten kalliot, kukkulat ja vuoret rajaavat valuma-alueita. Valuma-alueiden vesistöjen veden ominaisuudet määräytyvät maan käytön ja kallio- ja maaperän vaikutusten mukaan (VHYSY 2004).

Valuma-alueet määritettiin maanpinnan muotojen, hulevesiverkoston ja maastokäyntien mukaan. Valuma-aluekohtainen tarkastelu tehtiin keskustan läheisyydessä oleville alueille. Tutkimusalue on rajattu päävaluma-alueiden mukaan, osavaluma-alueita ei ole otettu huomioon. Valuma-alueiden määrittämisessä tarkasteltiin alueiden infrastruktuuria ja niistä syntyviä päästöjä huleveden joukkoon. Kuvassa 7. esitetään määritetyt valuma-alueet. Valuma-alueet rajattu punaisella viivalla. Hulevesiputket on esitetty vihreällä viivalla. Tarkasteltavat alueet ovat numeroitu.



Kuva 7. Tutkimusalueen valuma-alueet. Sisältää maanmittauslaitoksen peruskartta-aineistoa 2020.

### 3.3.1 Keskustan valuma-alue (1.)

Keskustan valuma-alueen läntisin osa ulottuu koulukeskuksen alueelta itään eteläsatamalle. Keskustan valuma-alueen pinta-ala on noin 17 hehtaaria. Alueen hulevedet purkautuvat mereen eteläsataman alueelle. Keskustan alueella sijaitsee suurin osa palveluista muun muassa ruokakaupat, koulut, terveyskeskus, huoltoasema ja hautausmaa.

Alueen läpi kulkee Saaristotie, mt 180. Väyläviraston mukaan alueen Saaristotien keskimääräinen vuorokausiliikenne on 1906 ajoneuvoa vuorokaudessa (Väylä 2021). Liikenteestä syntyy haittoja, joita ovat renkaiden ja tienpintojen kuluminen, öljy- ja polttoainevuodot, pakokaasut ja teiden suolaus. Näistä hulevesiin kulkeutuu kiintoaineita, metalleja, öljyä sekä klorideja. (Vesi 2022.)

Alueen läpäisemättömän maapinnan määrä on noin 3 ha. Huoltoasema ja eteläsataman alue on lähes kokonaan päällystetty asfaltilla ja alueella on neljä erillistä hulevesiputkea. Keskustan eteläsataman ja huoltoaseman alueen hulevedet kulkevat pääosin hulevesiviemäreissä. Alueen länsipuolen koulukeskuksen ja hautausmaan alue on päällystetty soralla ja nurmella. Koulukeskukselta hulevesi kulkee hulevesiputkea sekä Saaristotien vieressä olevia viherpainanteita pitkin itään eteläsataman alueelle.

Liikealueista syntyy hulevesille haittoja esimerkiksi raaka-aineiden ja tuotteiden käsittelystä sekä tavaroiden lastauksesta ja varastoinnista. Näistä hulevesiin kulkeutuu muoveja, öljyä, kemikaaleja ja metalleja. (Vesi 2022.)

Viheralueista ja pihoista syntyy hulevesille haittoja viheralueiden lannoitteista, torjunta-aineista, puutarhajätteistä sekä roskista ja eläinten jätöksistä. Hulevesiin saattaa kulkeutua ravinteita, kemikaaleja, muoveja, orgaanisia yhdisteitä ja mikrobeja. Kirkon alueelta löytyy muun muassa viher- ja puistomaista aluetta. Kuvassa 8. on satelliittikuva keskustan valuma-alueesta. Hulevesiputket merkitty kuvaan vihreällä viivalla. (Vesi 2022.)





Kuva 8. Keskustan valuma-alue. Sisältää maanmittauslaitoksen ilmakuva-aineistoa 2018.

### 3.3.2 Kärrasin valuma-alue (2.)

Valuma-alueen läpi kulkee oja, jonka pituus on noin 2,6 kilometriä. Alueen hulevedet kulkeutuvat kyseiseen ojaan, valumalla kahden muun ojan, maan pinnanmuotojen ja hulevesiverkoston kautta. Oja alkaa Kärrasista ja purkaa mereen Vikgrundetin länsipuolelta. Valuma-alueen pohjoisin raja kulkee vapaapalokunnan kohdalta kohti Kivimäkeä. Valuma-alueen suuruus on 150 ha ja alue rajautuu yli asemakaava alueen. Alue on tutkimusalueista suurin. Kärrasin alueesta esitetään kuva 9. Hulevesiputket on merkitty vihreällä ja oja sinisellä viivalla.



Kuva 9. Kärrasin valuma-alue. Sisältää maanmittauslaitoksen ilmakehu-aineistoa 2018.

Alueen länsipuolella on viljelykäytössä olevia peltoja ja luonnontilaista metsäaluetta. Viljelyssä olevia peltoalueita alueella on noin 27 ha. Kuvassa 10. on kuvattu maatalouskäytössä olevat peltoalueet. Kartan pohjoisosassa olevat peltoalueet eivät kuulu Kärrasin alueen valuma-alueeseen.





Kuva 10. Viljelykäytössä olevat pellot (Paikkatieto 2022).

Puustisen (1999, 81) mukaan peltojen käyttötapa vaikuttaa ravinteiden kulkeutumiseen. Kynnetyt ja syvämuokatut pellot aiheuttavat enemmän ravinnepestäjä. Kuormitusta voi vähentää suojakaistoilla ja -vyöhykkeillä sekä viljelyteknisillä ratkaisulla. Maa-aineksen mukana huuhtoutuu typpeä ja fosforia. Fosforia lisätään lannoitteiden mukana ja kasvit eivät välttämättä pysty hyödyntämään kaikkea, ylimääräinen maa-ainekseen sitoutunut fosfori voi kulkeutua hulevesien mukana vesistöön. Typpi ei pidäty maahiukkasiin vaan se on liukoinen, joten se on helposti huuhtoutuva. (Puustinen 1999, 21) Peltoalueiden keskeltä kulkee valtaoja. Valuma-alueiden viljelijöistä eikä peltojen käyttötavasta ole tietoa. Välttämällä tietoa viljelijöille ravinnepestäjäistä ja viljelytapojen vaikutuksesta, voidaan myös pienentää ravinnekuormitusta. Viljelijät pystyvät myös itse hakemaan investoinnin korvausta kosteikkojen perustamiseen, joilla pystytään vähentämään vesistöjen suuntautuvaa ravinnekuormitusta (Ruokavirasto 2021).

Alueen läpi kulkee Saaristotie mt 180, ja väyläviraston mukaan alueen keskimääräinen vuorokausiliikenne on 1403 ajoneuvoa vuorokaudessa (Väylä 2021). Tien aiheuttamat

ongelmat ovat vastaavat kuin keskustan tiealueella. Päästöjä aiheuttaa liikenne, josta hulevesiin saattaa siirtyä muun muassa kiintoainetta, metallia ja öljyä. (Vesi 2022.)

Ojan purkupisteen läheisyydessä sijaitsee viheralueita, pihoja ja omakotitaloalueita sekä kirjasto ja urheilukenttä. Urheilualueella on kaukalo, joka on kesäisin nurmikenttä ja talvisin jäädytetty jääkentäksi.

Asuinalueelta päästöjä hulevesiin muodostuu kotitalouksien jätteiden väärin tehdyistä tai huolimattaomasta käsittelystä. Näistä voi joutua hulevesiin haitta-aineita, kuten öljyä, maaleja, metalleja, orgaanisia yhdisteitä ja muoveja. Pihoilta ja viheralueilta saattaa päätyä hulevesiin muun muassa ravinteita, kemikaaleja ja muoveja. (Vesi 2022.)

Asukkaita voi ohjeistaa jätteiden oikeasta käsittelystä tai kierrättämisestä. Oheistus koskee lähinnä pysyviä asukkaita, sillä kesäaikaan turistit sijoittuvat lähinnä haja-asutusalueelle sekä vierasvenesataman läheisyyteen, joka sijaitse pohjoisen sataman valuma-alueella.

Alueella on lisäksi uudisrakentamista, teitä ja uusia asuinrakennuksia. Rakennus ja kunnostustyöt aiheuttavat mahdollisia vuotoja ja rakennusjätteiden päästöjä. Näitä aineita kuten maa-aines, öljyt, muovit, mikrobit ja ravinteet kulkeutuu hulevesien mukana vesistöön. (Vesi 2022.)

### 3.3.3 Pohjoisen sataman valuma-alue (3.)

Valuma-alueen pinta-ala on 14 ha. Vierasvenesataman alueella on läpäisemätöntä maanpintaa ja sen alla kulkee kaksi erillistä hulevesiputkea. Alueella on ravintoloita, majoituspaikkoja ja uimaranta. Satama ja ranta-alue kerää varsinkin kesäisin paljon turisteja alueelle. Läpäisevää maanpintaa alueella on enemmän muuhun keskustan alueeseen verrattuna.

Alueen rakennukset ovat suurilta osin majoitus- tai ravintolakäytössä. Rakennuksilta, liiketiloilta ja katutiloilta haittoja hulevesiin syntyy muun muassa rakennusmateriaalien kulumisesta, korroosion vaikutuksesta, roskista ja eläinten jätöksistä. Kuvassa 11. esitetään satama-alueen satelliittikuva ja valuma-alue. Hulevesiputket merkitty vihreällä.

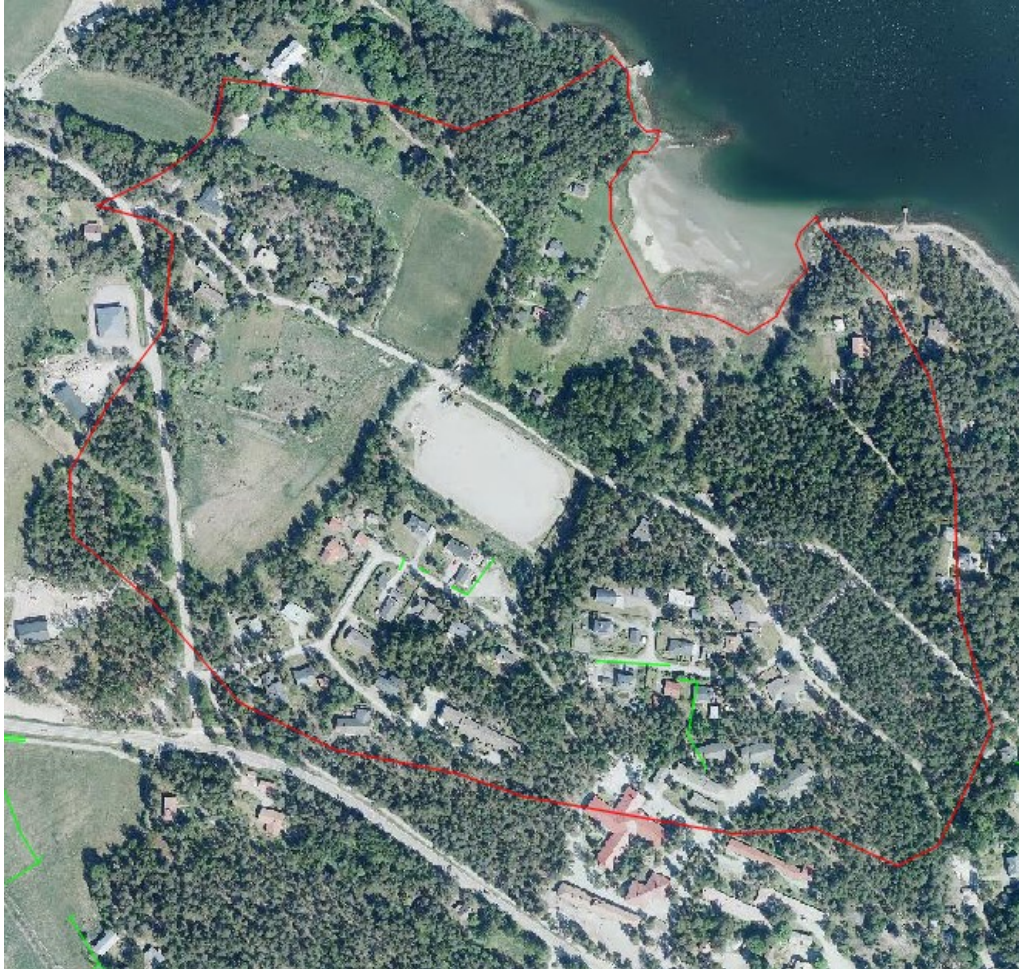


Kuva 11. Pohjoisen sataman valuma-alue. Sisältää maanmittauslaitoksen ilmakuva-aineistoa 2018.

#### 3.3.4 Prästgårdin valuma-alue (4.)

Valuma-alueen pinta-ala on 28 ha. Alueen korkeimmat kohdat ympäröivät Prästgård lahtea. Osa hulevesistä purkautuu lahteen ojaa pitkin, joka kulkee urheilukenttien läheisyydestä. Alueella on koulukeskuksen käytössä oleva hiekkakenttä ja nurmikenttä. Eteläosassa rinteessä sijaitsee asuinalue ja päiväkotia. Alueen pohjoisosa on suurilta osin viheraluetta ja metsää. Alueella liikenne koostuu paikallisten asukkaiden päivittäisestä liikkumisesta ja alueen läpi kulkeva tie on päällystetty asfaltilla. Liikenteen kuormitus alueella on kuitenkin pienempi suhteessa keskustan valuma-alueen liikenteen määrään. Valuma-alueen maanläpäisevän pinnan osuus on suuri, joten hulevedet ehtivät imeytyä suurilta osin maaperään ennen mereen valumista. Hulevesiputket on merkitty vihreällä kuvaan 12., jossa on myös satelliittikuva alueesta.





Kuva 12. Prästgårdin valuma-alue. Sisältää maanmittauslaitoksen ilmakuva-aineistoa 2018.

### 3.3.5 Klockanbergin valuma-alue (5.)

Klockanbergin valuma-alueella on suuret korkeuserot. Suurin osa alueesta on luonnon-tilaista metsäaluetta sekä haja-asutusta. Saaristotie jakaa alueen kahteen osaan. Alueen pinta-ala on 45 ha. Alueen hulevedet purkavat laajalta alueelta mereen.

Alueen itäpuolella rinteessä on omakotitaloalue. Klockanbergin omakotitaloalueen hulevedet purkavat maan pinnanmuotojen mukaan Korssin- ja Vikgrundinlahteen. Kuunarin-tien eteläpuolelta rinteestä Vikgrundinlahteen kulkee oja, jota pitkin valuu osa asuinalueen hulevesistä. Klockanbergin valuma-alue esitetään kuvassa 13.



Kuva 13. Klockanbergin valuma-alue. Sisältää maanmittauslaitoksen ilmakuva-aineistoa 2018.

## 4 VALUMA-ALUE KOHTAISET HULEVESIEN HALLINTARATKAISUT

### 4.1 Valuma-alueiden valintaperusteet

Tässä työssä valittiin tarkempaan tarkasteluun sellaiset valuma-alueet, joiden hulevesien laadun oletettiin eniten kuormittavan kohdealuetta ympäröivää merialuetta. Tarkasteltavat alueet valittiin suurimpien laatukuormitusten mukaan. Valuma-alueiden tarkastelussa havaittiin selkeästi kaksi laadullisesti enemmän merta kuormittavaa aluetta. Valuma-alueen määrittämisen ja alueiden maankäytön perusteella keskustan ja Kärrasin valuma-alueille valittiin muutamia ratkaisuja hulevesien laadulliseen hallintaan.

Pohjoisen satama-alue on tarkasteltavista alueista pinta-alaltaan pienin ja alue on suuriltaosin uimaranta aluetta. Suurin hulevesikuormitus tulee läpäisemättömiltä pinnoilta. Alueella on runsasta turistiliikennettä, mutta iso osa liikenteestä on vesiliikennettä. Veneilijöiden päästöt kuormittavat suoraan vesistöä ja niihin täytyy miettiä erilaisia ratkaisuja. Tässä työssä ei tarkastella hulevesi ratkaisuja tälle alueelle.

Prästgårdenin alueella on paljon läpäisevää pinta-alaa ja hulevedet pääsevät imeytymään suurilta osin maaperään. Alueen pinta-ala on tarkasteltavista valuma-alueista toiseksi pienin. Tässä työssä ei tarkastella hulevesiratkaisuja tälle alueelle, koska alueella ei ole yksittäistä päästölähdettä tai paljon läpäisemätöntä pintaa, josta syntyisi ongelmia hulevesien hallinnassa.

Klockanbergin alueella asutus on vähäistä ja luonnontilaista metsää paljon. Selkeää päästölähdettä alueella ei ole ja tarvetta hulevesien laadulliselle tarkastelulle ei tässä työssä nähty tarpeelliseksi.

### 4.2 Ratkaisut keskustan alueelle

Keskustan alueen suurimmat hulevesien laatuun vaikuttavat tekijät ovat liikenne sekä liikealueilta ja huoltoasemalta päätyvät päästöt. Muita hulevesien laatuun vaikuttavia tekijöitä on hautausmaan orgaaniset ja epäorgaaniset aineet sekä viheralueilta ja pihoilta valuvat ravinnepäästöt. Valuma-alueen länsipuoli on korkeammalla ja hulevedet valuvat alueen länsipuolelta kaakkoon satama-alueelle. Saaristotien molemmilla puolilla on



viherpainanteita, jotka viivytävät ja imeyttävät hulevesien virtausta. Ratkaisuna ehdotetaan muutamia eri vaihtoehtoja. Kuvassa 14. on esitetty hautausmaan lammikon sijoituspaikka numerolla 1. ja ranta-alueen biosuodatusalueen sijoituspaikka numerolla 2. Paikkojen merkinnät eivät ole oikeassa mittasuhteessa.



Kuva 14. Hautausmaan ja sataman hulevesimenetelmien sijoituspaikat. Sisältää ilma-kuva-aineistoa (Paikkatietoikkuna 2022).

#### 4.2.1 Hautausmaan etelärinteen biosuodatusalue ja hulevesiallas

Hautausmaan eteläpuolella sijaitsee rinteessä viheralue. Viheralueelle tilan puolesta on mahdollista rakentaa allas, johon lännestä valuvat hulevedet virtaisivat. Alueen korkeuserot vaikuttavat hulevesialtaan kokoon ja sijaintiin. Hulevesialtaasta hulevedet johdetaan hulevesiputkeen. Ennen hulevesiputkea sijoitetaan biosuodatusalue, joka suodattaa ravinteet ja haitta-aineet vedestä. Kuvassa 14. on numerolla 1. kuvattu altaan sijainti.

Biosuodatus toteutetaan rakentamalla kasveista ja sorasta väylä, jossa hulevesi puhdistuu ennen hulevesiverkostoon kulkeutumista. Kasveina voidaan käyttää tyypillisiä alueen kasveja, jotka soveltuvat kosteikkokasveiksi.

Hautausmaa sijaitsee ydinkeskustassa, joten hulevesiallasta rakentaessa alueen viihtyvyys pitää ottaa huomioon. Altaan hulevettä hautausmaa voi hyötykäyttää esimerkiksi kasvien kastelussa.

#### 4.2.2 Satama-alueen biosuodatusalue ja hulevesiallas

Satama-alueen länsipuolella sijaitsee rakentamatonta metsäaluetta. Alueella ei ole tällä hetkellä mitään toimintaa. Asfalttialueen reunaa pitkin kulkee maanalainen hulevesiputki, joka purkaa mereen. Asfaltoidun alueen hulevedet valuvat hulevesijärjestelmissä suoraan mereen. Jos vain hautausmaan alueelle rakennetaan hulevesiä viivyttävä ja laatua parantava hulevesiallas ja biosuodatusalue, siitä ei ole hyötyä asfaltoidun alueen hulevesien kannalta.

Hautausmaan hulevesialtaan ja biosuodatusalueen sijasta matala hulevesiallas sijoitettaisiin satama-alueelle. Silloin satama-alueen, hautausmaan ja saaristotien hulevedet ohjataan kuvassa 14. alueelle 2. Alueelle johdettaisiin hulevesiverkostoa pitkin alueiden hulevedet, jotka valuisivat altaan ja sen biosuodatusalueen läpi mereen.

Lisäksi sataman paikotusalueen ja saaristotien läheisyyteen hulevesikaivoihin sijoitetaan öljyn- ja hiekanerotuskaivoja ennen kuin hulevedet valuvat altaaseen. Näin saadaan hulevesiä puhdistettua jaksotetusti ja haitta-aineet eivät ylikuormita altaan biosuodatusta.

#### 4.2.3 Keskustan alueen yhdistetty ratkaisu

Rakennetaan hulevesiallas ja biosuodatusalue molemmille vaihtoehtojen alueille. Tällä pyritään maksimoimaan huleveden viivytyks ja suodattuminen, jolloin ranta-alueelle valuu vähemmän vettä ja puhtaampana kuin vain hautausmaan alueen hulevesien käsittelyssä. Yhdistetyssä ratkaisussa hautausmaan alueen hulevesiä viivytetään, imeytetään ja käsitellään ennen hulevesijärjestelmään valumista. Satama-alueen hulevedet käsitellään samoin kuin aikaisemmassa vaihtoehdossa.

Ranta-alue on tulvariskialuetta, joka on tarkastettu paikkatiedon tulvakartasta (Paikkatieto 2018). Tämän vuoksi hulevedet pyritään puhdistamaan biosuodatusmenetelmillä mahdollisimman paljon ennen altaaseen kulkeutumista.

### 4.3 Ratkaisut Kärrasin alueelle

Merkittävimmät Kärrasin ojan vedenlaatuun vaikuttavat tekijät ovat maatalouden ravintekuormitukset ja liikenteestä tulevat päästöt. Alueelle on esitetty neljä eri ratkaisua huleviesien laadulliseen ja määrälliseen hallintaan. Kuvassa 15. näkyy yleiskuvaus vaihtoehtoisten hulevesimenetelmien sijoittumisesta.



Kuva 15. Yleiskuvaus Kärrasin alueen hulevesimenetelmien sijoituspaikoista. Sisältää ilmakuva-aineistoa (Paikkatietoikkuna 2022).

#### 4.3.1 Laskeutusallas yläjuoksulla

Ojansuusta noin kilometrin päähän sijoitetaan ravinteita laskeuttava allas ojan yläjuoksulta tulevan veden virtauksen hidastamiseksi. Laskeutusaltaissa virtauksen hidastuessa vedessä oleva kiintoainne ja siihen sitoutuneet ravinteet kuten typpi ja fosfori laskeutuvat altaan pohjalle. Rankkasateilla laajalta valuma-alueelta kertyvät vedet kasvattavat ojan veden määrää. Laskeutusaltaissa saadaan viivytettyä valumavesien virtaamista eteenpäin. Laskeutusaltaita käytetään yleisesti maataloudesta tulevien



valumavesien ravinteiden vähentämisessä ja altaat ovat kaivettu laskuojien yhteyteen (Ympäristö 2022).



Kuva 16. Yläjuoksun laskeutusaltaan sijoituspaikka. Sisältää ilmakehu-aineistoa (Paik-  
katiетоikkuna 2022).

Laskeutusallas sijoitetaan taajama-alueen laitamille saaristotien viereen kuten kuvassa 16. Yläjuoksun virtaus ja ravinnekuorma pyritään pysäyttämään ennen uutta rakennettua asuinalueetta, jotta ne eivät rasita alajuoksulla tiheimmin rakennettua asuinalueetta.

#### 4.3.2 Biosuodatusalue alajuoksulla

Ojan alajuoksulle urheilukaukalon taakse tehdään biosuodatusalue, jolla saadaan vähennettyä veden ravinnekuormitusta sekä lisättyä maisemallista arvoa alueelle. Kuvassa 18. on esitetty paikan sijoittuminen alueella. Biosuodatusalueen muotoilussa ja suunnittelussa kannattaa hyödyntää maisemallisia erityispiirteitä. Pyöreät ja meren muokkaamat kivet ja saariston tyypillinen kasvillisuus soveltuvat hyvin tälle alueelle. Oja on tällä hetkellä rehevöitynyt ja kasvillisuutta on runsaasti, eikä sillä ole mitään maisemallista arvoa (kuva 17.). Toisaalta se antaa suojapaikkoja eläimille sekä viivyyttää, suodattaa ja imeyttää hulevesiä, joten alueella voisi hyödyntää myös isompaa ja suojaavampaa kasvillisuutta.



Kuva 17. Kuva rehevöityneestä ojasta.

#### 4.3.3 Ranta-alueen biosuodatusalue

Biosuodatusalueen vaihtoehtoinen sijoituspaikka olisi Klockanbergintien jälkeän viheralueella. Tällöin saataisiin käsiteltyä koko valuma-alueella muodostuneet vedet. Lisäksi kirjaston ja läheisten rivitaloalueiden hulevedet saadaan johdatettua biosuodatusalueelle. Asuinalueen asukkaille suositellaan ohjetta säilöä katoilta valuvaa hulevettä esimerkiksi sadevesitynnyreihin räystäiden alla. Näitä vesiä on mahdollista hyötykäyttää pihojen kasvien tai nurmikoiden kasteluun. Pientaloalueille on tehty erilaisia oppaita huleveden hyötykäyttöön, kuten Hulevedet talteen kauniilla pihalla (Turku 2022).



Biosuodatusalue on kosteikko Klockanbergin tien jälkeen ennen rantaa. Rannassa riskitekijänä on meren läheinen sijainti. Biosuodatusalueen tulviminen heikentää sen suodatuskykyä. Kosteikon jälkeen vaihtoehtona on rakentaa vielä valumavesiallas, josta saataisiin kiintoaineet ja ravinteet pysäytettyä ennen mereen pääsyä. Suunnitellun kosteikon sijainti on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Biosuodatusalueiden vaihtoehtoiset sijoituspaikat. Sisältää ilmakuva-aineistoa (Paikkatietoikkuna 2022).

#### 4.3.4 Kärrasin alueen yhdistetty ratkaisu

Kärrasin alueella on mahdollista rakentaa hulevesienhallinta menetelmä, joka sisältää johtavan, imeyttävän, viivyttävän ja suodattavan menetelmän. Lisäksi alueella on paljon maa- ja metsätalousalueita, jotka läpäisevät hyvin sadevettä. Yhdistämällä monta eri vaihtoehtoa voidaan vähentää alajuoksun pistekuormitusta ravinteiden ja kiintoaineksen osalta. Monen viivyttävän menetelmän käyttö hidastaa ojan virtausta ja vähentää tulvimista. Tällöin myöskään meren tulviminen ei ole niin suuri riski alajuoksun altaassa, kun hulevedet ovat puhdistuneet pidemmältä jaksolta.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tavoitteena oli ratkaista hulevesien laadullinen hallinta Nauvon keskustan alueella. Tutkimuksessa käsittelin eri hulevesimenetelmiä ja niiden vaikutuksia. Työssäni määrittelin valuma-alueet ja valitsin niistä kaksi aluetta, joita tarkastelin enemmän. Nauvon alueen hulevedet ovat kulkeutuneet suoraan vesistöön. Hulevesien mukana kulkee paljon ravinteita, raskasmetalleja ja kiintoaineita. Näiden hulevesien viivyttämiseen ja laadulliseen puhdistamiseen pohdin erilaisia ratkaisuja.

Työssäni tarkastelin erikseen valittuja valuma-alueita ja tein kahdelle valuma-alueelle ehdotuksia hulevesienhallintaan. Tarkasteltavat alueet määrittyivät alueiden päästölähteiden ja päästökuormitusten mukaan. Tutkin työssä erilaisia hulevesienhallinta menetelmiä ja niiden vaikutusta hulevesien kiintoaineen ja ravinnekuormituksen vähentämiseen.

Biosuodatus vaikuttaa ympäristöystävällisimmältä ja tehokkaimmalta keinolta vähentää hulevesistä vesistöön kohdistuvaa kuormitusta. Tämän vuoksi halusin hyödyntää biosuodatusmenetelmiä hulevesien käsittelymenetelmien ratkaisujen valitsemisessa. Käräsin valuma-alue on suurin ja siksi sinne pohdin useampaa ratkaisua, jotta valumavedet saadaan tehokkaasti puhdistettua ennen vesistöön virtaamista.

Keskustan valuma-alueen ranta-alueella olevasta altaasta voisi tehdä virkistyskäyttöön sopiva hulevesiallas. Alueelle sopisi myös vesielementti, esimerkiksi suihkulähde ja veden sopiva valaistus. Alueella liikkuu kesäaikaan paljon turisteja, joten hulevesialtaan viihtyisä ulkomuoto olisi myös erittäin hyvä virkistysalue. Virkistysalue toisi viihtyvyyttä ja lisäarvoa myös paikallisille asukkaille ja yrittäjille.

Tutkimuksen perusteella Nauvon keskustan alueelle kannattaa rakentaa useampi hulevesiä viivyttävä, imeyttävä ja suodattava ratkaisu hulevesiverkoston varrelle. Tällöin saadaan kokonaisvaltaisesti valuma-alueiden valumavedet puhdistettua ennen niiden valumista mereen.

Opinnäytetyössä on laskentakaava biosuodatusalueiden koon laskemiseen, mutta niihin ei työssä syvennytty tarkemmin, sillä alueiden sijainti voi muuttua tai niiden määrä voi vähentyä tai lisääntyä. Jatkotutkimuksessa voisi tarkemmin määritellä osavaluma-alueet ja hulevesimenetelmät. Joka tapauksessa Paraisten kaupungin kannattaisi tehdä toimenpiteitä hulevesien hallitsemiseksi Nauvon keskustan alueella.

## LÄHTEET

Bioenergia 2022. Käyttökohteet. Viitattu 28.11.2022 <https://www.bioenergia.fi/biohiili/#kayttokohteet>

Ilmasto-opas 2022. Varsinais-Suomi tyypillistä-tammivyöhykkeen ilmasto. Viitattu 25.11.2022 <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/varsinais-suomi-tyypillista-tammivyohykkeen-ilmasto>

Ilmastotyökälyt 2014. Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito [https://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito\\_ty%C3%B6kalu.pdf](https://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf)

Ilmastotyökälyt 2014. Hulevesien hallintarakenteet. Viitattu 27.11.2022 <https://ilmastotyokalut.fi/hulevesien-hallinta/hulevesien-hallintarakenteet/>

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Viitattu 30.4.2022 <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Lassikko 2018. Oikein huollettu öljynerotuskaivo suojaa Suomen vesistöjä ja omistajan lompakkoa. Viitattu 26.11.2022 <https://lassikko.lt.fi/oikein-huollettu-oljynerotuskaivo-suojaa-suomen-vesistoja-ja-omistajan-lompakkoa>

Maanmittauslaitos 2022. Kartta. Viitattu 14.12.2022 <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>

MTK 2020. Maatalouden vesiensuojelu. Viitattu 15.11.2022 [https://www.mtk.fi/documents/20143/199989/maatalous\\_vesiensuojelu\\_toimenpiteet26062020Kulmala\\_net.pdf/5ded47c8-03d8-8ffd-06a7-e5bdc3fcc4fb?t=1598347514540](https://www.mtk.fi/documents/20143/199989/maatalous_vesiensuojelu_toimenpiteet26062020Kulmala_net.pdf/5ded47c8-03d8-8ffd-06a7-e5bdc3fcc4fb?t=1598347514540)

Paikkatieto 2018. Tulvakartta. Viitattu 5.11.2022 <https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat/Viewer/Viewer.html?configBase=https://paikkatieto.ymparisto.fi/Geocortex/Essentials/REST/sites/TulvakarttaHTML5/viewers/HTML5/virtualdirectory/Resources/Config/Default/https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>

Paikkatietoikkuna 2022. Kartta. Viitattu 27.11.2022 <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>

Pargas 2019. Hulevesi. Viitattu 29.11.2022 <https://www.pargas.fi/fi/hulevesi>



Pargas 2019. Nauvo. Viitattu 11.11.2022 <https://www.pargas.fi/fi/nauvo>

Puustinen M 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/173835/SY\\_285.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/173835/SY_285.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ruokavirasto 2021. Ei-tuotannolliset investoinnit. Viitattu 25.11.2022 <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ei-tuotannolliset-investoinnit/>

Syke 2016. Kosteikkojen ja biosuodatusalueiden toimivuus hulevesien käsittelyssä. Viitattu 29.11.2022. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/160201/SY-KEra\\_7\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/160201/SY-KEra_7_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Turku 2022. Pientalon hulevesiohjeet. Viitattu 30.11.2022. [https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/pientalon\\_hulevesiohjeet.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/pientalon_hulevesiohjeet.pdf)

Vesi 2022. Hulevesien aiheuttamat tulvariskit. Viitattu 3.6.2022 <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-aiheuttamat-tulvariskit/>

Vesi 2022. Hulevesien ympäristöriskit. Viitattu 3.4.2022 <https://www.vesi.fi/vesitieto/hulevesien-ymparistoriskit/>

VHVSY 2018. Hulevesijärjestelmän mitoitus – laadun hallinnan näkökulma. Viitattu 27.11.2022. [http://www.vhvsy.fi/files/upload\\_pdf/8211/Hy%C3%B6ty\\_Hulevesij%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20mitoitus.pdf](http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/8211/Hy%C3%B6ty_Hulevesij%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20mitoitus.pdf)

VHVSY 2004. Valuma-alue. Viitattu 2.3.2022 [http://www.vhvsy.fi/files/upload\\_pdf/4770/Valuma-alue.pdf](http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/4770/Valuma-alue.pdf)

Väylä 2021. Liikennemääräkartta. Viitattu 11.11.2022 <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>

Ympäristö 2020. Hulevedet. Viitattu 5.6.2022 <https://www.ymparisto.fi/hulevedet>

Ympäristö 2016. Hulevesiä koskeva lainsäädäntö. Viitattu 26.11.2022 <https://www.ymparisto.fi/download/no-name/%7B12D4C74F-BF3B-4608-B03E-44FECE09EE28%7D/116211>

Ympäristö 2020. Laskeutusaltaat. Viitattu 9.10.2022. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien\\_kaytto/maankuivatus\\_ja\\_ojitus/luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Laskeutusaltaat](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/maankuivatus_ja_ojitus/luonnonmukainen_peruskuivatus/Laskeutusaltaat)