

Krista Haataja

POLVIJÄRVEN KALLIONIEMEN HULE- VESIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA SEN KUSTANNUKSET

Opinnäytetyö

Insinööri (YAMK)

Ympäristötekniikan koulutusohjelma (YAMK)

2023



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Krista Haataja	Insinööri (YAMK)	Maaliskuu 2023
Opinnäytetyön nimi		49 sivua
Polvijärven Kallioniemen uuden hulevesijärjestelmän suunnittelu ja sen kustannukset		
Toimeksiantaja		
Polvijärven kunta, tekninen toimi		
Ohjaaja		
Hannu Poutilainen		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut selvittää Polvijärven Kallioniemen nykyisen hulevesijärjestelmän vuosittaiset kustannukset. Opinnäytetyössä selvitettiin myös, olisiko nykyisen järjestelmän tilalle kannattavampaa rakentaa imeyttämiskenttä ja mitkä tällaisen järjestelmän kustannukset olisivat. Taustatyönä kartoitettiin Pohjois-Karjalan, Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon ja Etelä-Savon kuntien ja kaupunkien hulevesijärjestelmien kustannuksia ja tekniikan tilaa. Kartoitus toteutettiin webropol-kyselyn avulla kevään 2022 aikana. Kartoituksen tarkoituksena oli, että Polvijärven nykyisen järjestelmän kustannuksia voitiin verrata muiden kuntien kustannuksiin.</p> <p>Kustannukset hulevesien osalta olivat kyselyyn vastanneilla kunnilla n. 80 % pienemmät kuin Polvijärven kunnalla. Tutkimusta tehdessä huomattiin, että kunnilla oli käytössään pääsääntöisesti vanhoja hulevesijärjestelmiä, joita joissain tapauksissa oli saneerattu. Opinnäytetyötä tehdessä verrattiin monia eri jo olemassa olevia hulevesijärjestelmiä. Opinnäytetyötä tehdessä uudeksi järjestelmäksi Polvijärven Kallioniemeen ajateltiin soveltaa imeytyskenttää. Käytännössä kun asiaa tutkittiin, ei alueelle ole mahdollista imeytyskenttää rakentaa, sillä alueelle ei ole mahdollista rakentaa pinta-alaltaan suurien virtaamien edellyttämää laajaa imeytyskenttää.</p> <p>Alueelle olisi mahdollista rakentaa mahdollisesti kosteikko, mutta tämäkin jäisi pinta-alaltaan todella pieneksi, sillä alueella on paljon yksityisten omistamia maa-alueita. Kosteikon rakentamista tullaan kuitenkin selvittämään jatkossa yhteistyössä maanomistajien kanssa. Lisäksi tulisi selvittää, minne mahdollinen ylivuoto saataisiin johdettua ja suorittaa maaperätutkimuksia alueella. Urakoitsijan arvio kosteikon rakentamisen kustannuksiksi oli vuonna 2022 20000–25000 €.</p>		
Asiasanat		
Hulevesijärjestelmä, hulevesi, kunnallistekniikka.		

Author (authors)	Degree	Time
Krista Haataja	Master of Engineering	May 2023
Thesis title Planning And Costs of The New Stormwater System In Polvijärvi Kallioniemi		49 pages
Commissioned by Municipality of Polvijärvi		
Supervisor Hannu Poutiainen		
<p data-bbox="165 734 1461 761">Abstract</p> <p data-bbox="165 797 1461 1084">The purpose of this thesis was to find out the annual costs of the current stormwater system of Polvijärvi Kallioniemi. The thesis also examined whether it would be more profitable to build a suckling field in place of the current system and what the cost of such a system would be. As background work, the costs and state of technology of stormwater systems in the municipalities and cities of North Karelia, South Karelia, North Savo and South Savo were mapped. The survey was carried out with the help of a webropol survey during the spring of 2022. The purpose of the survey was that the costs of the current regime in Polvijärvi could be compared with those of other municipalities.</p> <p data-bbox="165 1128 1461 1415">The costs for stormwater were about 80 % lower in the municipalities that answered the survey than in the municipality of Polvijärvi. When the study was carried out, it was found that the municipalities mainly had old waste water systems, which in some cases had been renovated. In the course of the thesis, a number of different existing waste water systems were compared. When the thesis was completed, it was thought that the absorption field would be applied to Polvijärvi Kallioniemi as a new system. In practice, when examining the matter, it is not possible to build a absorption field in the area, as it is not possible to build a large absorption field for large flows of surface area.</p> <p data-bbox="165 1460 1461 1666">It would be possible to build a wetland in the area, but this would also be very small, as there are a lot of private land in the area. However, the construction of the wetland will be investigated in cooperation with landowners. In addition, it should be clarified where a potential overflow could be derived and soil studies carried out in the region. The contractor estimated the cost of building the wetlands in 2022 at between 20000 € and 25000 €.</p>		
<p data-bbox="165 1720 1461 1747">Keywords</p> <p data-bbox="165 1756 1461 1783">stormwater system, stormwater, municipal engineering</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YLEISTÄ HULEVESISTÄ	5
2.1	Hulevesien vaikutukset ympäristöön ja vesistöihin	6
2.2	Yleiset periaatteet hulevesien hallinnassa	9
2.3	Hulevesien huomioiminen maankäytön suunnittelussa	11
3	LAINSÄÄDÄNTÖ.....	12
3.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki	12
3.2	Vesihuoltolaki.....	13
3.3	Tulvariskilaki	14
3.4	Ympäristönsuojelulaki	15
3.5	Muita lakeja	16
4	HULEVESIEN OHJEISTOT JA STRATEGIAT	16
4.1	Taustaa	17
4.2	Hulevesien kokonaisvaltainen hallinta.....	19
5	HULEVESIJÄRJESTELMÄT.....	20
5.1	Biosuodatus.....	21
5.2	Kosteikot.....	22
5.3	Imeyttäminen pohjavedeksi	24
5.4	Suodattaminen maaperässä.....	25
5.5	Hulevesiviemäröinti.....	27
5.6	Johtaminen ja viivyttämien avo-ojissa	30
6	POLVIJÄRVEN KUNNAN HULEVESIJÄRJESTELMÄ.....	33
7	OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSSUUNNITELMA JA -MENETELMÄT	37
7.1	Aineistonkeruumenetelmät.....	37
7.2	Aineiston analyysimenetelmät.....	38
8	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	38
9	YHTEENVETO	45
	LÄHTEET	47
	LIITE 1 KYSELYTUTKIMUKSEN KYSYMYKSET	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, minkälainen hulevesijärjestelmä olisi taloudellisesti järkevin toteuttaa Polvijärven kunnan Kallioniemen alueelle. Alkuperäisenä suunnitelmana on ollut, että alueelle toteutettaisiin tulevaisuudessa imeytyskenttä. Tässä työssä on selvitetty, onko imeytyskentän tai kosteikon rakennuttaminen nykyisen järjestelmän tilalle mahdollista ja kannattavaa.

Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena on ollut myös, että opinnäytetyön perusteella luodaan suunnitelma siitä, kuinka Polvijärven Kallioniemeen toteutettaisiin mahdollisimman kustannustehokas hulevesijärjestelmä, joka palvelisi kuntaa myös pitkällä aikavälillä, sekä täyttäisi maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) asettamat yleiset tavoitteet hulevesien hallinnalle.

Tutkimusmenetelmänä tässä opinnäytetyössä käytettiin strukturoitua haastattelukyselyä ja sen analyysia. Haastattelukysymyksillä sekä kyselyn vastauksien perusteella kartoitettiin toisten kuntien nykytilannetta hulevesijärjestelmien osalta. Lisäksi kyselyllä kartoitettiin kuntien alueella hulevesien aiheuttamia kuluja ja onko kuluja saatu pienennettyä hulevesijärjestelmien saneerauksilla. Haastattelu toteutettiin webropol-kyselynä. Haastattelussa oli yhteensä yhdeksän kysymystä, jossa osa oli monivalinta- ja osa avoimia kysymyksiä. Kysely on kokonaisuudessaan liitteessä 1.

2 YLEISTÄ HULEVESISTÄ

Hulevedellä tarkoitetaan sellaista sade- tai ns. kuivatusvettä, mikä tulee johtaa pois kiinteistöjen pihoilta tai kaduilta. Määrällisesti eniten hulevettä syntyy silloin, kun maan pinta on asfaltoitu tai kivetetty. Aikaisemmin hulevedet on johdettu yleisesti samaa viemäriputkeen, kuin muut syntyvät jätevedet. Tästä johtuen kaupunkien verkostoissa voi edelleen olla sekaisin niin jäte- kuin hulevettä. Uudemmille asuinalueille rakennetaan nykyisin erilliset jäte- sekä hulevesiverkostot. Erilliset verkostot vähentävät jätevesipuhdistamojen kuormaa ja tätä kautta ehkäisevät myös viemäreiden tulvimista. (Suomen ympäristökeskus 2019.)

Tässä opinnäytetyössä on käsitelty Polvijärven Kallioniemen vanhaa omakotitaloaluetta ja siihen liittyvää hulevesijärjestelmää. Nykyisellään alueen hulevedet johdetaan siirtoviemäriin, mitä pitkin hulevedet kulkeutuvat jäteveden mukana Joensuun Kuhasaloon.

Opinnäytetyön toimeksianto tuli pitkälti taloudellisista syistä johtuen. Hulevesien määrä on merkittävä, mikä aiheuttaa Polvijärven kunnalle vuosittain n.120 000 euron kustannukset. Kustannukset koostuvat ainoastaan hulevesien johtamiskustannuksista. Johtamiskustannuksien lisäksi Polvijärven kunnalle aiheutuu vuosittain hulevesistä johtuen kustannuksia

2.1 Hulevesien vaikutukset ympäristöön ja vesistöihin

Hulevesien on todettu sellaisenaan vaikuttavan ympäristöön lähinnä kahdella eri tavalla. Hulevedet sisältävät haitta-aineita kuten metalleja, jonka vuoksi niiden katsotaan heikentävän pohjavesien laatua. Lisäksi hulevedet heikentävät myös purkuvesien laatua ja ne voivat aiheuttaa rakennetulla alueella hulevesitulvia. Hulevedet voivat sisältää myös vesistöille haitallisia PAH-yhdisteitä (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Hulevesien sisältämät haitta-aineet kulkeutuvat hulevesiin esimerkiksi kaduilta, liikenteestä sekä rakentamisesta. Haitta-aineiden laatuun ja pitoisuuksiin vaikuttavat monet eri tekijät kuten vuodenaika ja ilmanlaatu.

Metallien lisäksi hulevedet sisältävät ravinteita, mitkä lisäävät veden rehevöitymistä, mikä voi aiheuttaa veden sameutta. Hulevedet voivat lisäksi sisältää myös bakteereja ja mikromuoveja. Maahan imeytyessään suodattamaton hulevesi voi aiheuttaa riskin myös pohjaveden laadun heikentymiselle. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Suuret hulevesivirrat aiheuttavat vastaanottaviin purkuvesistöihin, kuten purkuvesistöihin suuria ylivirtaamia. Ylivirtaamat aiheutuvat yleensä sateen tai lumen sulamisen vaikutuksesta. Lisääntyneistä virtaamista aiheutuu eroosiota ja tulvimista. Tämän vuoksi esimerkiksi kaupunkialueilla sijaitsevia puroja on suoritettu tai levennetty. Lisäksi ne on voitu johtaa maanalaisiin putkiin.

Hulevesien imeytymisen estäminen on taas puolestaan vähentänyt osaltaan purovesistöjen alivirtaamia ja näin ollen vaikuttanut negatiivisesti eri eliöiden elinolosuhteisiin. Tästä on seurannut purovesistöjen arvon heikkeneminen muun muassa veden laadun kannalta. (Jormala, ym. 2003.)

Useissa eri maissa uusien alueiden rakentamisessa edellytetään toimenpiteitä, joilla pystytään kompensoimaan rakentamisen aiheuttamia haittoja ja puhdistetaan hulevesiä. Esimerkiksi Saksa on yksi niistä valtioista, joissa vesilaki edellyttää hulevesien käsittelyn ja rakenteiden toteuttamista niin, ettei se vaikuta alapuolisten vesistöjen virtauksiin. (Rantakokko 2002, Jormala ym.2003.)

Liikenteen aiheuttamaa kuormaa hulevesissä on tutkittu paljon. Tällöin haitta-aineet laskeutuvat esimerkiksi tien pinnoitteelle ja huuhtoutuu siitä hulevesien mukana kuljettaen muun muassa bensiinin sisältämää MTBE-lisäainetta. Tämä lisäaine on vesiliukoinen, jonka vuoksi sen katsotaan olevan erityisen haitallinen pohjavesille. Teiden kunnossapidosta johtuen hulevesiin päätyy klorideja. Myös maataloudessa käytetyt lannoitteet ja torjunta-aineet kuormittavat hulevesien laatua. (Suomen ympäristökeskus 2016.) Kiintoaineet päätyvät hulevesiin rakennus- sekä kaivintöiden seurauksena. (Suomen ympäristökeskus 2016).

Taulukossa 1 on esitelty taajamien päästölähteitä, niiden haittojen syntymekanismia sekä mitä haitta-aineita yleisesti taajamien hulevesissä esiintyy. Taulukossa kerrotaan, että liikenne ja liikennealueiden päästöt syntyvät renkaiden ja tienpintojen kulumisesta, öljy- ja polttoaine vuodoista, pakokaasuista ja tien-suolauksesta. Haitta-aineet, jotka näistä yleensä syntyvät hulevesiin ovat esimerkiksi erilaiset kiintoaineet, metallit, öljyt, muut hiilivedyt ja kloridit. (Hulevesiopas 2012.)

Taulukko 1. Taajamien päästölähteitä ja niihin liittyvät hulevesien tärkeimmät haitta-aineet. (Hulevesiopas 2012)

Päästölähde	Haittojen synty ja syyt	Haitta-aineet hulevesissä
Liikenne ja liikennealueet	Renkaiden ja tienpintojen kuluminen, polttoaine- ja öljyvuodot, pakokaasut, teiden suolaus	Kiintoaine, öljyt, metallit, hiilivedyt ja kloridit
Rakennukset ja katutila	Rakennusmateriaalien kuluminen ja korrosio, roskat + eläinten jätökset	Metallit, muovit, mikrobit
Liike- ja teollisuusalueet	Raaka-aineiden ja tuotteiden käsittely, liikenne ja ajoneuvojen huolto	Öljyt, kemikaalit, muovit, orgaaniset yhdisteet, mikrobit
Viheralueet	Lannoitteet, torjunta-aineet, puutarhajätteet, eläinten jätökset	Ravinteet, kemikaalit, muovit ym. orgaaniset yhdisteet mikrobit
Rakennus ja kunnostustyöt	Kaivutyöt, rakennusjätteet, vuodot, toimimaton jätevesihuolto	Maa-aines, öljyt, muovit, mikrobit, ravinteet
Vesi- ja jätevesihuolto	Putkirikot, ylivuodot, huoltotyöt, väärät kytkennät	Mikrobit, ravinteet, orgaaniset yhdisteet, öljyt yms.
Kotitalouksien jätehuolto	Jätteiden väärä hävittäminen ja käsittely	Öljyt, maalit, liuotteet, metallit, orgaaniset yhdisteet, muovit, mikromuovit
Laskeuma ilmasta	Päästöt ilmateitse liikenteestä, teollisuudesta, lämmityksestä ja energiatuotannosta	PAH- ja muut orgaaniset yhdisteet, metallit, typen ja rikin oksidit

Taulukossa on esitelty myös muita päästölähteitä, kuten teollisuus- ja liikealueet, viheralueet ja pihat, vesi- ja jätevesihuolto, kotitalouksien jätehuolto ja rakennus- ja kunnostustyöt. Taulukosta näkee, että yleisimpinä taajama-alueen hulevesien haitta-aineina voidaan pitää öljyjä, eri orgaanisia yhdisteitä, metalleja ja muoveja.

Suomessa lainsäädäntö on toistaiseksi mahdollistanut hulevesien johtamisen käsittelemättömänä erillisviemäröinnin kautta vesistöihin ja taajamapuroihin. (Suomen ympäristökeskus 2016). Suomen ympäristökeskuksen hulevesiopas mukaan hulevesien aiheuttamat laatuvaikutukset voidaan jakaa kahteen

eri pääluokkaan. Nämä luokat ovat hulevesien akuutit ja krooniset vaikutukset. Vaikutukset kohdistuvat niihin vesistöihin, joihin hulevedet on johdettu. Akuita kuormituksesta puhuttaessa vaikutukset ovat vastaanottavilla vesistöillä lyhytkestoisia. Suomen ympäristökeskus sykkeen mukaan akuuttikuormitus vesistöissä kestää muutamista tunneista korkeintaan päiviin. Akuutit vaikutukset näkyvät yleensä pienemmissä vesistöissä kuten puroissa ja joissa. (Hulevesiopas 2012.) Kroonisessa kuormituksessa hulevesien sisältämät haitta-ainepitoisuudet aiheuttavat vaikutuksia pitkällä aikavälillä.

Kaupunkiympäristössä hulevedet voivat aiheuttaa taajama-alueilla tulvia, mikä aiheutuu viemäreiden tukkiutumisesta. Tulvat voivat olla niin voimakkaita, että vaarassa ovat taajama-alueella sijaitsevat kiinteistöt. Tätä varten on laadittu laki turvariskien hallinnasta (620/2010). Laki edellyttää kuntia varautumaan hulevesitulviin ja tekemään alustavan arvioinnin sen aiheuttamista mahdollisista riskeistä. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

Niitä kuntia, joiden alueella sijaitsee merkittävä tulvariskialue, on veloitettu laatimaan tällaiselle alueelle tulvavaara- sekä tulvariskikartat. Lisäksi kuntia on veloitettu laatimaan tulvariskien hallintasuunnitelmat. Arvio on tehtävä kuuden vuoden välein. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

2.2 Yleiset periaatteet hulevesien hallinnassa

Vastuu hulevesien hallinnasta on aina pääsääntöisesti kiinteistönomistajalla, jonka kiinteistön alueella hulevesiä pääse muodostumaan. (Suomen ympäristökeskus 2022). Tämän määrittää yleisesti maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Kaupunkien ja kuntien vastuulla on suunnitella järjestelmä hulevesien hallintaa varten varsinkin asemakaava-alueilla. Kunnalla tai kaupungilla on myös velvollisuus ohjeistaa kiinteistönomistajia hulevesien käsittelystä. Kunta voi periä kiinteistönomistajalta hulevesimaksua. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Hulevesien hallinnan päätavoite on taajama-alueiden kuivatus ja tulvien torjunta hulevesialueilla. Lisäksi hulevesien hallinnalla vaikutetaan pohja- ja pintavesien suojeluun. (Suomen kuntaliitto 2012.) Yleisenä periaatteena on, että hulevedet pyritään käsittelemään jo niiden syntypaikalla. Tällöin myös vastuu

niiden käsittelystä on sillä henkilöllä, jonka hallitsemalla alueella hulevedet syntyvät. Kun hulevesien käsittely aloitetaan jo niiden syntypaikalla esimerkiksi imeyttämällä syntyneet hulevedet sopivaan maaperään, voidaan välttyä tulvariskeiltä ja hulevesien aiheuttamilta muilta haitoilta kyseisellä alueella. Tällainen menettelytapa on yleensä myös taloudellisempaa, kuin hulevesien johtaminen muualle käsiteltäväksi. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Kiinteistönomistaja veloitetaan noudattamaan kunnan tai kaupungin antamaa ohjeistusta tai määräyksiä koskien hulevesien hallintaa. Määräykset voivat määrittää esimerkiksi hulevesille vaaditun käsittelytavan kiinteistöllä. Lisäksi kunta voi määrittää kiinteistönomistajan tontilta kohdan, jonne se haluaa hulevedet johdettavan. Määräysten yleisenä tavoitteena on, että hulevedet imeytetään ensisijaisesti maaperään. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Hulevesien hallitsemiseksi hulevesien syntypaikalla on otettu käyttöön myös rakenteellisesti sellaisia ratkaisuja, mitkä itsessään vähentävät hulevesien syntyä paikallisesti. Tällaisia ratkaisuja voivat olla esimerkiksi viherkatot- ja seinät sekä vettä läpäisevät päällysteet. Tämän kaltaisilla ratkaisuilla voidaan edistää hulevesien luonnonmukaista käsittelyä (Viherympäristöliitto 2022.) Luonnonmukainen hulevesien käsittely hyödyntää maaston muotoilua, maaperän luonnollista imeyttämistä, sekä esimerkiksi kasvillisuuden vettä puhdistavia ominaisuuksia. Hulevesiä voidaan näin ollen käyttää myös kasvillisuusalueiden kastelussa. (Viherympäristöliitto 2022.)

Jos hulevedet halutaan johdettavan kiinteistön tontilta muualle, ne johdetaan yleisesti joko kunnan tai vesihuoltolaitoksen omistamaan hulevesiviemäriverkostoon. Tämä tehdään silloin, jos kiinteistö sijaitsee sellaisella alueella, että alueella on olemassa oleva hulevesiviemäriverkosto. Hulevesiviemäriverkoston käytöstä kunta tai vesihuoltolaitos voi periä verkostoa käyttävältä hulevesimaksun. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Kuntien yleisenä velvollisuutena on jo pitkään ollut kehittää hulevesien hallintaa kunnan alueella järjestelmällisesti. Suunnittelun tavoitteena on, että hulevesien käsittelyn tulee ehkäistä niistä esimerkiksi alueen kiinteistöille mahdollisesti syntyviä haittoja. Hulevesijärjestelmillä halutaan myös vähentää

hulevesien aiheuttamia kuormituksia ympäristölle ja vähentää hulevesien johtamista suoraan jäteviemäriin. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Kunnan velvollisuutena on tarvittaessa ryhtyä toimiin hulevesien hallinnan suhteen. Kun hulevesien hallinta on hyvällä tasolla, pystytään edistämään koko asuinympäristön turvallisuutta ja terveellisyyttä, mikä on myös kaavoituksen tavoitteena. Nykypäivänä hulevesijärjestelmien suunnittelu käynnistetään yleensä jo alueen kaavoittamisvaiheessa, yleiskaavoituksen yhteydessä. Tällöin hulevesijärjestelmien laatiminen on jo osa kaavan valmistelua. (Suomen ympäristökeskus 2022.)

Hulevesien hallinnasta onkin syntynyt kuntien ja kaupunkien kesken yhteisiä yleisiä periaatteita joidenka pohjalta esimerkiksi kunta yleensä aloittaa hulevesisuunnittelun. Hallinnan periaatteena on hulevesien muodostumisen estäminen, määrien vähentäminen. Hulevedet voidaan johtaa purkuvesiin tai kokonaan pois alueelta, jota ne muutoin kuormittavat. Hulevesien vähentäminen tapahtuu hulevesien käsittelyllä ja hyödyntämisellä jo niiden syntypaikalla. Lisäksi hulevedet voidaan johtaa suodattavalla, sekä hidastavalla järjestelmällä. Rakentamalla hidastus- ja viivytyalueita kuten kosteikkoja. (Suomen kunta-liitto 2012.)

2.3 Hulevesien huomioiminen maankäytön suunnittelussa

Maankäytön suunnittelussa hulevesien hallinta tapahtuu siten, että jo rakennusvaiheessa otetaan huomioon, että vettä läpäisemätöntä materiaalia olisi käytössä mahdollisimman vähän. Hulevesien hallintaa voidaan rakentaa myös siten, että rakennettaessa jätetään mahdollisimman paljon alkuperäistä luontoa alueelle, jolloin hulevedet tulee käsiteltyä luonnollisesti. (Suomen kunta-liitto 2012.)

Hyvällä maankäytön suunnittelulla voidaan hulevesiä hallita jo niiden syntyvaiheessa. Hulevesien käsittelyn ja synnyn kannalta tärkeintä on ne toimenpiteet, jotka tehdään jo hulevesien syntypaikalla. Esimerkiksi infran suunnittelussa voidaan ottaa huomioon se, että katujen päällystetty osuus olisi mahdollisimman kapea ja myös pysäköinti voidaan järjestää moneen eri tasoon.

Tällöin hulevesiä syntyy vähemmän kuin ilman kunnollista suunnittelua. (Suomen kuntaliitto 2012.)

Maankäytön suunnittelussa voidaan ehkäistä hulevesien muodostumista ilman erillisten hulevesirakenteiden kustannuksia. Tällöin maankäytön suunnittelu- vaiheessa otetaan huomioon rakennettavan alueen kasvillisuuden säilyttäminen ja päällystettyjen, tasoitettujen pintojen minimointi. Hulevesien imeytymistä maankäytön suunnittelulla voidaan edistää kustannustehokkaasti jättämättä piha-alueita esimerkiksi kokonaan päällystämättä ja käyttämällä vettä läpäiseviä päällysteitä. (Suomen kuntaliitto 2012.) Imeytysrakenteet voivat olla esimerkiksi kivipesiä, sorasaartoja tai esimerkiksi maanalaisia imeytyskenttiä. (Suomen kuntaliitto 2012).

Tornivaara-Ruikka tutkielmassa Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa on tarkasteltu hulevesien eri käyttömahdollisuuksia, sekä hulevesien käyttöön liittyviä lainsäädännön edellytyksiä niiden käsittelylle. (Tornivaara-Ruikka 2006). Maankäytönsuunnittelussa on huomattava, että myös sillä mihin päällystetty pinta on sijoitettu rakennetulla alueella, on merkitystä hulevesien valuntaoloille. Jos päällystettyä maapintaa on eniten valuma-alueen alaosassa, virtaamat jäävät pienemmäksi kuin jos päällystettyä pintaa onkin valuma-alueen yläosassa. (Kuusisto 2002, 54–55.)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Hulevesistä ja niihin liittyvistä säännöksistä määrätään nykyisellään maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999). ”Maankäyttö- ja rakennuslain 103. b pykälässä määritellään, että maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) tarkoitetaan:

- 1) *hulevesien hallinnalla* hulevesien imeyttämiseen, viivyttämiseen, johtamiseen, viemärointiin ja käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä;
- 2) *kunnan hulevesijärjestelmällä* hulevesien hallintaan tarkoitettujen alueiden ja rakenteiden kokonaisuutta lukuun ottamatta vesihuoltolain (119/2001) 17. a pykälässä tarkoitettuja vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoja; ja

3) *kunnan hulevesijärjestelmän vaikutusalueella* aluetta, jolla sijaitsevia kiinteistöjä kunnan hulevesijärjestelmä palvelee.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 103. b §.)

Maankäyttö- ja rakennuslain pykälässä 103. c määritetään hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet. ”Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella, imeyttää ja viivyttaa hulevesiä niiden kerääntymispaikalla, ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä; ja edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132, 103. §).

3.2 Vesihuoltolaki

Hulevesiä käsitellään myös vesihuoltolaissa (119/2001), suurimmaksi osaksi hulevettä käsittelevät pykälät kyseisessä laissa käsittelevät hulevesijärjestelmän viemärointiä. ”Vesihuoltolain tarkoituksena on turvata veden käyttäjilleen kohtuullisin kustannuksin sellainen vesihuolto, että se turvaa riittävästi terveydellisesti sekä muutoinkin moitteetonta talousvettä käyttäjilleen. Lisäksi lain tarkoituksena on turvata terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianomainen viemärointi.” (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119, 1. §).

”Lakia sovelletaan yleisesti myös hulevesien viemärointiin siltä osin, kun vesihuoltolaitos siitä huolehtii. Kunta voi päättää vesihuoltolaitoksen kanssa neuvoteltuaan, että laitos huolehtii päätöksessä määriteltävällä alueella huleveden viemäroinnistä yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti. Viemärointi on osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 103. b pykälässä tarkoitettua hulevesien hallintaa.” (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119, 2. §).

”Kunta voi päättää vesihuoltolaitoksen kanssa neuvoteltuaan, että laitos huolehtii päätöksessä määriteltävällä alueella huleveden viemäroinnistä yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti. Viemärointi on osa maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 103 b §:ssä tarkoitettua hulevesien hallintaa. Edellä 1 momentissa tarkoitettua päätöksen edellytyksenä on, että:

1) vesihuoltolaitos kykenee huolehtimaan huleveden viemäröinnistä taloudellisesti ja asianmukaisesti; ja 2) viemäröinnin kustannusten kattamiseksi perittävät maksut muodostuvat kohtuullisiksi ja tasapuolisiksi.

Lisäksi 1 momentissa tarkoitetun päätöksen edellytyksenä on, että kunta ja laitos ovat sopineet huleveden viemäröinnistä tai, jos tällaista sopimusta ei ole, hulevedet viemäroidään päätöksessä tarkoitetulla alueella maankäyttö- ja rakennuslain mukaisen asemakaavan, hulevesisuunnitelman, katusuunnitelman tai yleisen alueen suunnitelman mukaisesti. Päätökseen on liitettävä kartta, jossa esitetään alueet, joilla on vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkosto, sekä alueet, joille verkosto rakennetaan.” (Vesihuoltolaki 17.§ luku 3a).

”Kunnan päättämällä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröinnin alueella oleva kiinteistö on liitettävä laitoksen hulevesiviemäriin. Edellä 1. momentissa säädetyn estämättä vesihuoltolaitos saa kieltäytyä liittämästä laitoksen hulevesiviemäriin kiinteistöä, jolta viemäriin johdettavan huleveden laatu tai määrä vaikeuttaisi laitoksen toimintaa tai laitoksen edellytyksiä huolehtia tyydyttävästi muiden kiinteistöjen huleveden viemäröinnistä.” (Vesihuoltolaki 17. § b).

Vesihuoltolaki määrittelee kolme eri tilannetta, jolloin kunnan on annettava kiinteistölle vapautus hulevesijärjestelmään liittymisvelvollisuudesta. ”Vapautus liittämisvelvollisuudesta hulevesiviemäriin on myönnettävä, jos liittäminen hulevesiviemäriin muodostuisi kiinteistön omistajalle tai haltijalle kohtuuttomaksi, kun otetaan huomioon kiinteistön hulevesien hallinnasta aiheutuneet kustannukset, liittamisestä aiheutuvat kustannukset, vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröinnin vähäinen tarve tai muu vastaava erityinen syy. Lisäksi vapauttaminen ei vaaranna huleveden viemäröinnin taloudellista ja asianmukaista hoitamista 17. a pykälässä tarkoitetulla vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröinnin alueella; ja liittamisestä vapautettavan kiinteistön hulevesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti.” (Vesihuoltolaki 17. § c).

3.3 Tulvariskilaki

Tulvariskilaki 620/2010 koskee myös hulevesiä. Tässä laissa tarkoitetaan:

1) *tulvalla* vesistön vedenpinnan noususta, merenpinnan noususta tai hulevesien kertymisestä aiheutuvaa maan tilapäistä peittymistä vedellä;

2) *tulvariskillä* tulvan esiintymisen todennäköisyyden ja tulvasta ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle mahdollisesti aiheutuvien vahingollisten seurausten yhdistelmää; 3) *hulevedellä* taajaan rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- tai sulamisvettä. (Tulvariskilaki 2. §).

Laissa määritellään esimerkiksi hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta. Tulvariskilain 620/2010 19. pykälä määrittää kunnan vastuun hulevesitulvista aiheutuvista tulvariskeistä. ”Kunta tekee alustavan arvioinnin hulevesitulvista aiheutuvista tulvariskeistä, nimeää hulevesitulvien merkittävät tulvariskialueet ja laatii alueille tulvavaarakartat ja tulvariskikartat noudattaen soveltuvin osin, mitä 7.–9. pykälissä säädetään. Kunnan päätöksen merkittävien tulvariskialueiden nimeämisestä ei saa hakea erikseen muutosta valittamalla.” (Tulvariskilaki 7.–9. §).

”Kunta laatii hulevesitulvan vuoksi merkittäväksi tulvariskialueeksi nimetyille alueelle tulvariskien hallintasuunnitelman noudattaen soveltuvin osin, mitä 10. ja 11. sekä 12. pykälän 1. momentissa säädetään. Suunnitelmaa laadittaessa on noudatettava myös, mitä maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 9. pykälässä säädetään ympäristövaikutusten selvittämisestä. Kunta hyväksyy hulevesitulvariskien hallintasuunnitelman.” (Tulvariskilaki 19. §.) Osallistumisesta ja tiedottamisesta hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelussa on soveltuvin osin voimassa, mitä maankäyttö- ja rakennuslain 62., 65. ja 67. pykälässä säädetään kaavoitusmenettelystä ja vuorovaikutuksesta. (Tulvariskilaki 19. §).

3.4 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki koskettaa hulevesiä siitä syystä, että hulevedet voivat vaikuttaa ympäristöön kahdella eri tavalla. Hulevedet sisältävät haitta-aineita, jotka heikentävät purkuvesistöjen ja pohjavesien laatua. Lisäksi hulevedet voivat aiheuttaa ongelmaa vesien tulviessa esimerkiksi kaduilla tai viemäriverkostossa, sekä purkuvesistöissään. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

”Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja. Ympäristönsuojelulain

tarkoituksena on myös turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävästä kehityksestä sekä torjua ilmastonmuutosta.” (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 1. §). ”Ympäristönsuojelulakia sovelletaan teolliseen ja muuhun toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista.” (Ympäristönsuojelulaki 2. §.)

3.5 Muita lakeja

Hulevesiä käsitellään myös Suomen muussa lainsäädännössä. Esimerkiksi luonnonsuojelulaki 1996/1096 1. pykälä määrittää lain tavoitteen, joista yksi on luonnonvarojen luonnonympäristön kestävä tukeminen. Tämän voidaan katsoa koskevan myös vesistöjä ja muuta vesiluontoa kuten puroja. Luonnonsuojelulaissa säädetään muun muassa eliölajien suojelusta 37. pykälässä ja rauhoittamisesta pykälissä 38.–42.

4 HULEVESIEN OHJEISTOT JA STRATEGIAT

”Maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/1999 määrätään, että kunnassa tulee olla rakennusjärjestys.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 123/1999, 14. §.) ”Rakennusjärjestyksen asettamat määräykset voivat olla erilaisia eri kuntien alueilla. Rakennusjärjestyksessä annetaan paikallisista oloista johtuvat suunnitelmallisen sopivan rakentamisen, kulttuuri- ja luonnonarvojen huomioon ottamisen sekä hyvän elinympäristön toteutumisen ja säilyttämisen kannalta tarpeellisia määräyksiä. Rakennusjärjestyksen määräykset eivät saa olla maanomistajille tai muulle oikeuden haltijalle kohtuuttomia.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki 14. §).

Polvijärven rakennusmääräyksissä määritetään toimintatavat rakentamisen yhteydessä Polvijärven kunnan alueella. Polvijärven kunnan rakennusjärjestyksen 13. pykälä määrittää kuitenkin rakennettavan pihamaan korkeusaseman. Rakennusjärjestyksen 13. pykälä määrittää, että rakentamisen yhteydessä rakennuksen piha-alue on suunniteltava niin, ettei rakentaminen lisää pinta- ja sadevesien valumista naapurin puolelle, tai aiheuta huomattavaa haittaa naapuritontin kiinteistölle. Sadevedet eivät saa myöskään aiheuttaa haittaa naapuritontin rakentamiselle tai käytölle. (Polvijärven kunnan rakennusjärjestys 2018.)

Polvijärven kunnan alueella pihamaata ei saa muotoilla siten, että sade- ja sulamisvedet, eli hulevedet johtuvat naapurin puolelle. Ne on johdettava kunnalliseen sadevesijärjestelmään, imeytettävä kiinteistön omalla tontilla tai hoidettava muutoin hyväksytyllä tavalla. (Polvijärven kunnan rakennusjärjestys 2018.)

Kaava-alueilla tai muilla erikseen määrätyillä kunnan alueilla, joilla sijaitsee esimerkiksi pohjavesialue, voidaan laatia eri rakentamistapaohjeita. Rakentamistapaohjeet laativat kunnan kaavoitus- ja rakennusvalvontaviranomaiset. Rakentamistapaohjeissa voidaan määritellä sitä, minkälaisia käsityksiä kunnan viranomaisella on esimerkiksi lainsäädännön suhteen sillä alueella, johon halutaan rakentaa. Rakentamistapaohjeilla voidaan esiin sellaisia kunnan periaatteita esimerkiksi kaavoituksen suhteen, mitä on muuten ollut vaikea tuoda esille kaavateknisistä syistä johtuen. (Asemakaavamerkinnät 2003, 27.)

4.1 Taustaa

Kaupungistuminen muuttaa etenkin luonnollista veden kiertoa vähentämällä veden varastointikapasiteettia. Kohti luonnollista veden kiertokulkua kaupunki-alueilla tutkimuksessa on analysoitu kolmen Lounas-Suomen hulevesien hallintasuunnitelmaa ja hulevesin varastointikapasiteettia, jotta on saatettu näyttöä kuinka hulevesien varastointi edistää kaupunkien ns. tulvakestävyyttä. (Khadka ym 2019.)

Nykyään hulevesien hallinnalle muodostuu haasteita muun muassa tiivistyvän kaupunkirakenteen sekä lisääntyvien sateiden vuoksi. Tämä aiheutuu myös osittain siitä, että rakennettaessa kaupunkiin lisääntyvät vettä läpäisemättömät pinnat, mikä osaltaan lisää hulevesien määrää. Kaupunkiolosuhteissa esimerkiksi teollisuusalueet, liikenne ja rakennustyömaat lisäävät osaltaan hulevesiin kertyvien haitta-aineiden, kuten raskasmetallien määrää. Tämä lisää osaltaan hulevesien laadun heikkenemistä. (Valtanen ym. 2010.)

Myös ilmansaasteiden on katsottu aiheuttavan hulevesien laadussa vaihteluja. Ilmansaasteista peräisin olevat aineet hulevesissä voivat olla peräisin sekä lähialueilta, mutta puhutaan yleisesti myös kaukokulkeumien vaikutuksista. Eri

laskeumien mukana hulevesiin voi kerääntyä muun muassa aerosoleja, pölyä, sekä kaasupohjaisia aineita. (Göbel ym. 2006.) Hulevesiin ilmaitse kerääntyvien haitta-aineiden määrään vaikuttaa monet eri tekijät kuten sateen määrä, rakennusmateriaalien ominaisuudet, sekä esimerkiksi maanpinnan muodot. (Göbel ym. 2006).

Hulevesissä esiintyvien aineiden olomuotoihin vaikuttavia tekijöitä on monia. Aineiden olomuotoihin vaikuttavat esimerkiksi hulevesien sähkönjohtokyky, sekä happamuus. Myös lämpötilan katsotaan vaikuttavan osittain aineiden parametreihin. (Göbel ym. 2006.)

Hulevesien pH:n vaihtelut johtuvat esimerkiksi rikin-, ja typen oksideista. Rikin ja typin oksidit happamoittavat vesiä ja voivat tätä kautta laskea hulevesien kokonais-pH:ta. Alhaisesta pH:sta johtuen esimerkiksi raskasmetallit voivat esiintyä hulevesissä liuenneessa muodossa. Tämä ei kuitenkaan ole kovin tavallista, vaan yleisesti voidaan katsoa, että hulevesien pH on lähellä neutraalia tai jopa emäksistä. (Melanen ym. 1981).

Kaupunkien hulevesien hallinnan yleisinä periaatteina on, että kaupungeilla on olemassa salaojitus, mikä minimoi tulvariskien sekä eroosion riskiä kaupunkialueella. Lisäksi tämä edistää kaupunkien pohja- ja pintavesien vesiensuojelua. Vihreän infran kaupunkijärjestelmät, joita ovat esimerkiksi sadepuutarhat, läpäisevät jalkakäytävät sekä kosteikot ovat suunniteltu vähentämään hulevesien pintavirtausta. Nämä edellä mainitut järjestelmät ovat saavuttaneet suosiotaan juuri kustannustehokkuutensa, sekä yhteishyötyjensä ansiosta. (Holt ym. 2018,17–19).

Vihreän infran järjestelmät käyttävät usein järjestelmissään esimerkiksi suodatusaineita vedenjohtavuuden optimoimiseksi, sekä veden ”tunkeutumisen” maksimoiseksi. Lisäksi suodatusaineiden tarkoituksena on esimerkiksi suodattaa hiukkasmaiset saasteet. Kemiallisesti reaktiivisten geo- tai biopohjaisten suodatinmateriaalien käyttö voi tehostaa epäpuhtauksien poistamista. (Holt ym. 2018, 17–19).

Suodatinmateriaalien laaja valikoima mahdollistaa viherinfran rakentamisessa käyttötarkoitukseen sopivien ratkaisujen kehittämisen esimerkiksi erilaisiin

olosuhteisiin. Tällaisia olemassa olevia olosuhteita voivat olla maaperän-, tai paikan olosuhteet. Hulevesien mallinnus niiden määrän ja laadun suhteen on olennaista tietoa tehokkaiden hulevesien hallintajärjestelmien suunnitteluun. Lisäksi keskeisten hydrologisten prosessien ja hulevesien lähdealueiden yksityiskohtainen paikkatutkimus mahdollistaa osaltaan hulevesien käsittelyn ja suunnittelun tehokkaan prosessin. (Holt ym. 2018.17–19).

4.2 Hulevesien kokonaisvaltainen hallinta

Ympäristöhallinnon mukaan hulevesiongelmia taajama-alueilla voidaan hallita entistä paremmin käyttämällä taajama-alueilla perinteisen hulevesien poisjohtamisen sijaan hulevesien kokonaisvaltaista hallintaa. Tällaisessa mallissa poisjohtamisen sijaan pyritään siihen, että hulevesien muodostumista sekä laatua hallitaan paikallisesti. (Ympäristöhallinto 2016.)

Hulevesiä pidetään nykyisellään merkittävänä tekijänä vesistöjen kuormituslähteitä tarkasteltaessa. Nykyisen lainsäädännön mukaan hulevesiä ei tämän vuoksi tulisi johtaa sellaisenaan suoraan vesistöihin, vaan ne tulee käsitellä esimerkiksi imeyttämällä tai viivyttämällä. Hulevedet tulee myös käsitellä tulva- ja vedenlaatuhaittojen ehkäisemiseksi. Edellä mainittuja menetelmiä kutsutaan hulevesien hallinnaksi. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan yhtenä osiona voidaan pitää hallittua suunnitteluprosessia. Tässä mallissa ensin arvioidaan tarpeet hulevesien hallinnalle, eli mitkä ovat lähtökohdat. Tämän jälkeen määritellään suunnittelun tavoitteet ja kolmanneksi aloitetaan itse hulevesien hallinnan suunnittelu. Suunnittelu vaiheessa voidaan hyvin yhdistää eri näkökulmia hulevesien hallinnan suunnitteluun. Näkökulmia voivat olla esimerkiksi kuivatus, kaupunkitulvat, turvallisuus, virkistyskäyttö ja tasapainoinen luonnon ympäristö. Suunnittelussa voidaan hyödyntää myös tietoa eri menetelmistä ja kuinka niitä voisi käyttää hyväksi kokonaisvaltaisessa hulevesien hallinnassa. (Lehtikangas 2007, 2.)

Hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan yksi tärkeä osa on kuntakohtainen hulevesistrategia. Tämä määrittää yleisesti kunnan omat tavoitteet hulevesien hallinnalle ja siihen liittyvät periaatteet. Kuntien hulevesistrategia laaditaan

yhdessä kunnan kaavoittajan, hulevesijärjestelmistä vastaavan henkilön ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen kanssa. Kunta kohtaista hulevesistrategiaa hyödynnetään ja sovelletaan käytäntöön kunnan määräyksissä ja ohjeissa. Hulevesistrategia liittyy siis kunnan rakennusjärjestykseen sekä ympäristösuojelumääräyksiin. (Lehtikangas 2007, 3–5.)

Hulevesistrategioiden tavoitteena on, että vaikka ne ovat kuntakohtaisia, niiden tulisi silti olla valtakunnallisella tasolla yhteneviä koko Suomen alueella. Hulevesien kokonaisvaltaisen hallinnan ja hulevesistrategioiden tavoitteina on turvata turvallinen kaupunkiympäristö. Kaikessa hulevesien hallintaan liittyvässä suunnittelussa olisi hyvä pyrkiä veden luonnollisen kierokulun säilyttämiseen. (Kinnunen 2015, 6–7.)

5 HULEVESIJÄRJESTELMÄT

Hulevesien hallintamenetelmät luokitellaan yleisesti neljään eri kategoriaan. Nämä ovat hulevesien vähentäminen, käsittely, johtaminen tai viivyttäminen. Hulevesin vähentämistä rakentamisessa voidaan edistää rakentamalla vettä läpäiseviä päällysteitä tai esimerkiksi viherkattoja. Viherkatoissa niissä oleva kasvillisuus imee ja käyttää sadevettä hyväkseen, jolloin hulevettä ei pääse leviämään niin runsaasti ympäristöön kuin perinteisellä rakentamisella. (Ympäristöhallinto 2016.)

Vielä nykyäänkin Suomessa taajamien sade, - eli hulevedet johdotetaan käytännössä hulevesiviemäreiden kautta vesistöihin käsittelemättömänä, tai sadevesikaivoissa on ainoastaan hiekanerotin. Sekaviemäröinti, eli hulevesien johtaminen yhdessä jätevesien kanssa jätevedenpuhdistamoihin on nykyään vähäistä Suomen alueella. Tämä johtuu siitä, että ilman erillisviemäröintiä virtaamahuippujen aikana puhdistamoille on aiheutunut ongelma virtaamahuippujen vuoksi. (Jormola, ym. 2003, 145.)

Uudenmaan ympäristökeskuksen raportissa 2016 todetaan, että Suomen lainsäädäntö hyväksyy hulevesien johtamisen vesistöihin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että hulevedet voidaan johtaa kaupunkialueilla esimerkiksi puroihin tai ojiin, jolloin näistä tulee osa kaupunkialueen hulevesijärjestelmää. Tällöin

esimerkiksi puro toimii huleveden purku- sekä poistamiskanavana. (Niemelä ym. 2004,13.)

Suomen ympäristökeskuksen HULE-hankkeessa tutkittiin kahta eri käsittelymenetelmää hulevesien laadun hallinnassa. Tutkimuksen kohteena oli kolme erilaista hulevesien hallintaan sopivaa menetelmää. Kohteita olivat yksi biosuodatusalue sekä kolme kosteikkokohdetta. Tutkittavien kohteiden avulla on mahdollista viivyttää hulevesiä, ennen niiden johtamista vesistöön. Lisäksi menetelmillä voidaan puhdistaa niistä haitta-aineita, sekä imeyttää niitä maaperään. Rakenteiden toimivuutta testattiin vesinäytteiden avulla. Kahdella tutkimuksen kohteella tehtiin myös jatkuvaa mittausta automaattikoneistolla. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Suomen ympäristökeskuksen HULE-hankkeen tutkimuksissa todettiin, että parhaat tulokset esimerkiksi kokonais- ja fosfaattifosforin puhdistustuloksissa saavutti bioimetyksellä puhdistettu hulevesi. Biosuodatus ei kuitenkaan vaikuttanut positiivisesti typen hajottamiseen, vaan biosuodatuksen seurauksena typen määrä lisääntyi.

5.1 Biosuodatus

Biosuodatusta käytetään vesien sisältämien kiintoaineiden, fosforin ja metallien pidättäjinä (Kasvio ym.2016). Biosuodatuksen tarkoituksena on myös hulevesistä aiheutuvia ylivirtaamia. Lisäksi biosuodatus ylläpitää maaperän vesitasetta. Jos maaperän alle on rakennettu veden varastotilana toimiva salaojitus, pidetään biosuodatusta myös viivyttävänä rakenteena. (Komulainen 2012.)

Biosuodatuksessa osa käsiteltävästä vedestä voi imeytyä maaperään, mutta yleensä vesi suodatuksen läpi tulevat vedet kerätään salaojiin, joista ne johdetaan taas eteenpäin. Jos hulevesi ohjataan maanpinnalle rakennettuun painanteeseen suodattumaan, puhutaan tällöin biosuodatusalueesta. Joskus voidaan käyttää myös nimeä sadepuutarha. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Biosuodatuksen katsotaan olevan hulevesien luonnonmukaista käsittelyä, jossa hulevedet puhdistuvat suodattumalla läpi eri maakerrosten. Biosuodatus

perustuu maarakenteiden hyväksikäyttöön, jolloin koko prosessin tarkoituksena on johtaa hulevedet maakerrosten läpi. Prosessi itsessään aiheuttaa hulevesien haitta-aineiden pidättymisen eri prosessien kautta. Näitä prosesseja kutsutaan biologisiksi, kemiallisiksi ja mekaanisiksi prosesseiksi. (Valtanen ym, 2010.)

Biosuodatus on toistaiseksi Suomessa vähän käytetty ja harvinainen hulevesien käsittelymenetelmä. Tämän vuoksi menetelmästä on toistaiseksi vähän tietoa. Suomen ympäristökeskus on tehnyt hankkeen, jossa tutkimustulokset biosuodatuksen osalta ovat olleet rohkaisevia, mutta osa tuloksista ovat antaneet tietoon myös, että väärin rakennusmateriaalein rakennettu biosuodatus on voinut kuormittaa alueen vesistöjä vesistöön liuenneilla ravinteilla ja metalleilla. Ulkomailta tehdyissä tutkimuksissa on saatu vastaavasti positiivisia tuloksia koskien hulevesien biosuodatus käsittelyä. Biosuodatus on joissain tutkimuksissa todettu olevan erinomainen hulevesien käsittelymenetelmä. Suomessa tarvitaan vielä lisää tutkimuksia aiheesta, että voidaan olla varmoja siitä, että menetelmällä päästään parhaisiin mahdollisiin puhdistustuloksiin. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

Suomessa Outi Tahvosen tutkimuksen tavoitteena on ollut mukauttaa biopidätyksen rakentamisen yksityiskohtia suomalaisiin paikalliskäytäntöihin ja olosuhteisiin, jotta sen avulla voisi muotoilla vettä, maaperää, sekä kasvillisuutta tasapainottavia biopidätystä Suomessa. Tutkimuksen alussa tarkasteltiin rakennusyksityiskohtia, sitten sovellettiin paikallisia mukautuksia. Tutkimuksen lopuksi testattiin sovellusta käytäntöön, mikä käsitti kaksi erilaista kasvualustan variaatiota kahdessa eri rakennussyvyudessa koepelloilla Etelä-Suomessa. (Tahvonen 2018, 1.)

5.2 Kosteikot

Kosteikkojen tehtävänä on pidättää vedestä irtoavia kiintoaineita ja ravinteita. Lisäksi kosteikot tasaavat virtaamia, tarjoten eri eliölajeille suojaa ja ravinteita. Kosteikkoja rakennetaan lisäämään ympäristön viihtyvyyttä ja ne lisäävät luonnon monimuotoisuutta. Kosteikoksi kutsutaan aluetta, joka on osa ojan, puron tai vesistön aluetta. Tällainen alue on ison osan vuodesta veden

peitosta, lisäksi se on kostea ympärivuoden ja se pitää sisällään kosteikolle tyypillistä vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

Kosteikkojen päätarkoituksena on saatu aikaan monenlaisia ympäristöhyötyjä. Niiden tavoitteena on pääasiassa valumavesien puhdistaminen. Oikein toimiessaan kosteikot vähentävät vesistöissä esiintyvää rehevöitymistä. Tyypillisesti kosteikon kosteikkokasvillisuus käyttää kasvien kasvukaudella vedessä esiintyviä ravinteita hyödykseen, jolloin sedimentin mikrobit muuttavat veteen luonnollisesti liuenneen nitraattityypen typpikaasuksi. Nitraattityppi on harmittonta. Tämän vuoksi kosteikkoja kutsutaan monivaikutteiseksi. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

Kosteikot itsessään lisäävät luonnon monimuotoisuutta, koska ne mahdollistavat sopivan elinympäristön niin eläin- kuin kasvilajeillekin. Kosteikkojen hoidolla pystytään edistämään lajiston monipuolisuutta. Lisäksi kosteikkojen hyötyihin lukeutuu se, että ne vähentävät luonnollisesti elinympäristön eroosiota sekä tulvahaittoja. Kosteikkojen on myös havaittu lisäävän muun muassa vesilintujen pesimäpaikkoja ja ne voivat lisätä myös kasteluveden varastoja. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

Kosteikot rakennetaan yleensä patoamalla tai kaivamalla. Kosteikon rakentamiselle sopivia rakennuspaikkoja ovat esimerkiksi notkot, painanteet, valmiiksi pengerretyt kuivatusalueet sekä alueet, joissa on aikaisemmin esiintynyt tulvia. Kosteikon rakentamista varten laaditaan kosteikon rakentamissuunnitelma. Kosteikon rakentamisvaiheessa tulee poistaa fosforipitoinen pintamaa siltä alueelta, joka tulee peittymään vedeltä. Tämä on tärkeää varsinkin silloin, jos rakennettava maa-alue on aikaisemmin toiminut viljeltynä peltona. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

Kosteikon hoidon kannalta on tärkeää rakentaa kosteikolle riittävät reuna- ja suoja-alueet, sekä sedimenttiä laskeuttava syvempi vesialue. Tämä vesialue tulee olla tyhjennettävissä. Kosteikot vaativat jatkuvaa säännöllistä kunnossapitoa. Kosteikkoa rakentaessa voidaan tehdä myös alue, johon tulvatilanteissa tuleva ns. ylimääräinen vesi voi varastoitua. (Suomen ympäristökeskus 2021.)

Hulevesien hallinnassa hulevesikosteikkoa käytetään siten, että olemassa olevat hulevedet ohjataan kosteikkoon joko pintavaluntana tai vaihtoehtoisesti imeytys- ja suodatinrakenteen kautta. Tällöin kosteikko toimii ikään kuin hulevesien kerääjänä, viivyttäjänä sekä puhdistajana suodattaessaan hulevedessä olevat ravinteet alueen kasvillisuuteen. (Suomen kuntaliitto hulevesiopas 2012.)

5.3 Imeyttäminen pohjavedeksi

Vettä läpäisemättömillä, rakennetuilla maa-alueilla pohjaveden muodostuminen voi vähentyä. Tällöin hiekka- tai sora-alueiden kaupungistumisella ja rakentamisella voi olla vaikutuksia myös veden hankintaan. (Kuusisto 2002, 56.) Kaupunkialueiden rakennetut pinnat, kuten asfaltointi vähentävät yleisesti pintakerros- ja pohjavesivaluntaa. Rakennetut pinnat vähentävät luontaista veden imeytymistä maaperään ja tätä kautta myös pohjavesiin. Vähentynyt veden imeytyminen ilmenee pohjaveden pinnan alenemisena ja pohjavesivirtauksien pienenemisenä. (Walesh 1989).

Hulevesien imeyttäminen tarkoittaa käytännössä sitä, että syntynyttä hulevettä pidätetään tai viivytetään imeytys- tai viipymäaltaissa. Näistä altaista hulevesi imeytyy maaperään ja pohjaveteen. Maaperän eri rakenteet toimivat veden suodattimina. (Jormola ym. 2003, 146.)

Humusperäinen tai saviperäinen maaperä toimii veden suodattimena paremmin. Tällöin veden sisältämät haitta-aineet ja ravinteet suodattuvat maaperään paremmin kuin silloin, jos maa perässä ei ole humusta tai savea. Kuitenkin karkeampi ja vettä läpäisevämpi maaperä on ominaisuuksiltaan sellainen, että siinä voidaan hulevesien imeytys helpommin toteuttaa käytännössä. (Jormola ym. 2003, 146.)

Hulevesien imeyttäminen maaperään voidaan toteuttaa yksinkertaisimmillaan maaston muotoilulla ja piha- ja kattovesien ohjauksella. Imeytys voidaan toteuttaa rakentamalla imeytyspainanteita, joissa satanut vesi viipyy jonkun aikaa, ennen kuin se imeytyy tästä maaperään. (Jormola ym. 2003, 146.)

Imeytysalueen pinta-ala riippuu alueen maaperän ominaisuuksista, mutta yleisesti on katsottu, että riittävä alue on 10 % alueen kattopinta-alasta. (Jormola ym. 2003, 146.)

Saksassa on rakennettu tienvarsille imeyttävä sorapainejärjestelmä. Sorapainejärjestelmässä hulevesien imeytystä tehostetaan sorapatjalla ja painanteen alapuolisella salaojalla. (Jormola ym. 2003, 146.) Imeytyspainanne soveltuu myös sellaisille rakennettaville alueille, joissa maaperä on ominaisuuksiltaan huonosti vettä läpäisevä. Painanteen oma vesitila ja sorapatjan huokostila voivat vastaanottaa tietyn määrän sadevettä, minkä jälkeen se imeytyy luonnostaan viipymällä maaperään. Erilaisia imeyttämiskäytännöitä voidaan rakentaa myös maan sisään maanalaisiksi säiliöiksi, jos tämän tilan puutteen vuoksi on muutoin mahdotonta. (Jormola ym. 2003, 146.)

5.4 Suodattaminen maaperässä

Hulevesien suodattamista maaperässä kutsutaan yleisesti biosuodatukseksi. Tämä on jo maailmalla yleinen hulevesien käsittelymenetelmä, vaikka Suomessa sitä toistaiseksi on käytetty vain harvoin. Siinä tavoitteena on suodattaa hulevettä maankerrosten läpi, mikä johtaa veden puhdistumiseen. (Suomen ympäristökeskus, 2020.)

”Hulevesien suodattaminen maaperässä on mahdollista niin pohjavesialueilla, kuin heikosti vettä läpäisevän maaperän alueella. Suodattamista maaperän avulla voidaan tehdä kaiken tyyppisille hulevesille. Hulevesien suodattaminen maaperän lävitse puhdistaa tehokkaasti hulevesiä, sekä hidastaa ja viivyyttää hulevesien kulkeutumisesta eteenpäin.” (Hulevesiopas 2012, 83.)

Jotta hulevesien suodattaminen onnistuisi, tulisi tontin pinta-alasta iso osa jättää luonnontilaan. Kun maan pinta on luonnontilassa, tai lähellä luonnontilaa se vähentää luonnostaan hulevesien syntyä, kuin jos koko pinta-ala kasvaa esimerkiksi nurmikkoa. Hulevesiä imeyttäessä maaperän imeytysrakenteen tulisi ylettyä aina maaperän roudattomaan syvyyteen asti. Tällöin rakenne toimii myös talviaikana. (Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito 2014, 14–15.)

Hulevesiä imeytettäessä hulevedet johdetaan maakerrosten läpi, mikä johtaa hulevesien puhdistumiseen. Biosuodatusalueista ja sadepuutarhoista puhutaan silloin, jos hulevedet ohjataan maanpinnalla jo olemassa olevaan painanteeseen. Painanteen tarkoituksena on toimia hulevesien suodattaminen. (Suomen ympäristökeskus, 2020.)

Hulevesien suodattaminen maaperässä on mahdollista myös sellaisilla rakennetuilla tonttialueilla, joissa maaperä on karkeaa ja vettä läpäisevämpää. Suodattaminen ei yleensä onnistu niin hyvin laaksoalueilla, joissa maaperä on tiiviimpää. Yksinkertaisimmillaan suodattaminen tapahtuu ohjaamalla hulevedet kattojen ja maastonmuovailun avulla erilaisiin imeytyspainanteisiin, joista hulevesi imeytyy jonkin ajan kuluttua sateiden jälkeen maaperään. Tällaisen imeytysalueen pinta-alan tulee olla 10 % kyseessä olevan rakennetun alueen kattopinta-alasta. (Jormala, ym. 2003, 146.)

”Hulevesien suodattamiseen tarkoitetut suodatinrakenteet muistuttavat usein ulkoisesti imeytysrakenteita ja ne voidaan suunnitella maisemoinniltaan ja kasvillisuudeltaan monipuolisiksi. Suodatin rakenteen pohjalle asennetaan salaoja, mikä estää suodatinrakennetta kuivamiselta. Lisäksi salaoja auttaa suodattuneen veden liikkumista siten, ettei se ole rakenteessa talviaikaan.” (Hulevesiopas 2012, 83.)

”Suodattamisessa voi suodatettua eli puhdistettua vettä voi imeytyä jonkun verran myös alueen pohjavesiin. Jos alue on lievästi tai voimakkaasti likaantunut, hulevesien suodattamiseksi rakennetaan aina biopidätysalue. Biopidätysalue sisältää kasvillisuuden lisäksi biologisesti aktiivista kate- tai humuskerrosta. Syvemmälle rakenteisiin laitetaan hiekkakerros, jonka sekaan on laitettu savea. Tarpeen mukaan biopidätysalue voidaan eristää ympäröivästä maaperästä esimerkiksi pohjavesisuojaus materiaaleilla.” (Hulevesiopas 2012, 83.)

”Eri tutkimuksissa on todettu, että maaperäinen hulevesien suodattaminen toimii hyvin talvisateiden yhteydessä. Maaperäinen suodatus, joka sisältää huokostilavuutta sisältävät osat kestävät melkein yhtä hyvällä varmuudella, kuin kesäaikaan. Tämä huolimatta siitä, vaikka alueella olisi 15–25 cm paksuinen routunut maaperän pintakerros.” (Hulevesiopas 2012, 83.)

Maanroutiminen ja lumien sulaminen aiheuttaa yleisesti hulevesien käsittelyyn erityisvaatimuksia. Tämä johtuu siitä, että kylmien olosuhteiden vallitessa veden haihtuminen ja rakenteiden kuivuminen on hidasta. Tällöin on huolehdittava sitä, että rakenteita pystytään kuivattamaan niin, ettei kosteusvaurioita pääse syntymään. Näin voidaan turvata myös imeytysjärjestelmän toimivuus. Maaperän jäätyessä siihen voi muodostua jään vuoksi vettä läpäisemätön kerros, mikä aiheuttaa sen, ettei imeytysjärjestelmä enää toimi halutulla tavalla. (Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito 2014, 14–15.)

”Hulevesien käsittelyn tärkein vaihe on saada varsinkin sateen ja lumen sulamisen vedet suodatettua maaperän lävitse jo niiden synnyn alkuvaiheessa. Näiden vesin yhteydessä puhutaan ns. hulevesien alkuhuuhtoutumasta. Suodattamista maaperässä on tehty yleisesti myös teollisuusalueiden, katujen ja pysäköintialueiden läheisyydessä. Tällöin hulevettä muodostavan alueen yhteyteen on tehty esimerkiksi biopidätyskaistoja. Biopidätyskaistojen on todettu olevan todella tehokkaita virtauksien tasaamisessa, sekä raskasmetallien suodattamisessa edellä mainittujen kaltaisilla alueilla. Biopidätyskaistojen on tutkittu pidättävän raskasmetallit 100 % tarkkuudella.” (Hulevesiopas 2012, 83.)

5.5 Hulevesiviemäröinti

”Hulevesiviemäröinnin tarkoituksena on ensisijaisesti koota sekä johtaa pois esimerkiksi kaduilla ja piha-alueilla muodostuvat hulevedet. Tavoitteena on mahdollisimman nopea pinta-alueiden kuvatus ja pois johtaminen. Syyt tälle voivat olla alueiden käyttöön liittyvät syyt.” (Hulevesiopas 2012, 84.)

”Lisäksi syinä voivat olla esteettiset syyt. Vanhoja avo-ojia on pyritty korvaamaan maanalaisilla hulevesiviemäröinneillä. Tällä on pystytty vaikuttamaan katutilojen hyötypinta-alojen parempaan hyötysuhteeseen. Useissa kohteissa hulevesiviemäröinti on ainut mahdollinen tapa hulevesien hallitulle johtamiselle, varsinkin kaupunkiympäristöissä, joissa rakentaminen on tiivistä.” (Hulevesiopas 2012, 84.)

Kaupunkiympäristössä siellä valmiiksi oleva ja edelleen lisääntyvä vettä läpäisemätön pinta yhdessä viemäröntien kanssa, lisäävät yleisesti hulevesistä

aiheutuvien pintavalunnan määrää ja lisää vesien virtausta. (Jormola, ym. 2003, 140.)

Suurentuneet virtaamat lisäävät kaupunkialueilla kasvavaa eroosiota. Kaupungistumisella on vaikutusta purojen virtaamavaihteluihin, jolloin näiden alueiden alivirtaamat pienenevät, mutta virtaamavaihtelut kasvavat. Yleisesti voidaan sanoa, että hulevesi- sekä jätevesiviemäreiden vuodot yhdessä vaikuttavat heikentävästi kaupunkipurojen vedenlaatuun. (Jormola, ym. 2003, 143.)

”Yleisesti hulevesiviemäröinnin toteutuksessa pyritään se rakentamaan painovoimaisesti siten, että järjestelmä käyttää hyödykseen luonnollisia valumareittejä sekä ottaa huomioon luonnolliset valuma-alueajat. Hulevesiviemäröinti ei kuitenkaan koskaan vastaa sen hydrologisen kierron osalta luonnonmukaista menetelmää, koska ei mahdollista hulevesien imeytymistä maaperään. Hulevesiviemäröinti ei ole koskaan luonnonmukainen järjestelmä myöskään siksi, hulevesiviemäröinti johtaa syntyneet hulevedet käsittlemättöminä, sekä liian nopealla syklillä purkuvesiin. Liian nopea vesien purku lisää rantavyöhykkeiden eroosioita ja ilman käsittelyä voivat osaltaan heikentää vesistöjen tilaa.” (Hulevesiopas 2012, 189.)

Kaupunkialueilla hulevesien sisältämät epäpuhtaudet, erilaiset lika- ja haitta-aineet ovat peräisin esimerkiksi ajoneuvoista, sekä pakokaasuista. Lisäksi erilaisia raskasmetalleja, PAH-yhdisteitä ja muita ympäristölle vaarallisia kemikaaleja voi hulevesiin johtua vuotavista viemäreistä ja esimerkiksi jätteen käsittelystä. (Jormola, ym. 2003, 141.)

”Toisena hulevesiviemäröinnin tehtävänä on rakenteissa olevien salaojavesien johtaminen, mitkä syntyvät rakenteiden kuivatuksesta. Koska Suomen ilmasto- sekä maaperäolosuhteet mahdollistavat routimisen ja kastumisen, on rakenteiden kuivaaminen ensisijaisen tärkeää. Suomessa siis rakenteiden kuivatuksen merkitys on ilmaston vuoksi suuri. Tästä johtuen Suomessa hulevesiviemärillä on paljon etuja verrattuna erilaisiin pintakuivatusjärjestelmiin, koska yleisesti ottaen salaojien kuljettamien vesien purkaminen maastoon tai erilaisiin hulevesipainanteisiin on toiminnaltaan epävarmaa.” (Hulevesiopas 2012, 189.)

”Hulevesiviemäröinnit on yleensä rakennettu valmiiksi sopivaan syvyyteen verrattuna haluttuun kuivatustasoon. Kun salaojat kytketään hulevesiviemäriin, on salaojien purkureitti salaojavesille varmempi, kuin ilman hulevesiviemäriin kytkemistä. Salaojien kytkeminen voi myös aiheuttaa osaltaan ongelman, sillä se voi aiheuttaa hulevesiviemäriverkoston tulvimista niillä alueilla, joilla hulevesimäärä ylittää hulevesiviemäriverkoston mitoituksen. Hulevesiviemäriverkoston tulviminen on sallittua niillä alueilla, joissa mitoitus ylittyy. Ongelma syntyy siinä, että rakenteellisen kuivatuksen on toimittava aina.” (Hulevesiopus 2012, 189.)

”Kiinteistöissä hulevesiviemäriverkoston tulvimisen aiheuttamat paluuvirtaukset salaojia pitkin on estetty takaiskuventtiileillä. Kuitenkin on mahdollista, että jossain vaiheessa takaiskuventtiilien vanhetessa nämä eivät kuitenkaan toimi. Takaiskuventtiilien toimivuuden varmistaminen on kiinteistönomistajan vastuulla. Jos salaoja- sekä perusvesien johtamiselle on omat putkensa ja hulevesiä ei näihin johdettaisiin lainkaan, olisi perusvesijärjestelmän tulviminen käytännössä mahdotonta. Tällöin riskiä rakenteiden kastumiselle ei kiinteistöillä olisi.” (Hulevesiopus 2013, 189.)

”Hulevesiviemäreiden heikkoutena pidetään yleisesti niiden alttiutta tulvimiselle. Hulevesiviemäröinnit on yleensä mitoitettu siten, että ne vastaavat keran kahdessa tai kolmessa vuodessa olevia sadannoille. Kun hulevesiviemäriin johdetaan enemmän hulevettä, kuin mille se on mitoitettu, syntyy hulevesitulvia. Tällöin pintarakenteiden tehtävä on turvata hulevesien kulkeutuminen niin, että ne kulkeutuvat rakennettuja tulvareittejä pitkin. Hulevesiviemäreiden kapasiteettien ylittyessä, tai kansien tukkeutuessa hulevesi voi lammikoitua alaville alueille. Tällöin hulevettä voi nousta myös maan pinnalle, myös hulevesikaivojen kautta.” (Hulevesiopus 2012, 84.)

Suomessa kaupunkialueiden ja taajamien hulevedet johdetaan yleisesti ottaen hulevesiviemäröinnin kautta lähes ilman mitään käsittelyä vesistöihin. Poikkeuksena hiekan keruuta sadevesikaivoissa. Nykyään on harvinaisempaa, että hulevesien käsittelyssä olisi käytössä sekaviemäröinti, mikä tarkoittaa sitä, että viemärissä kulkeutuisivat rinnakkain niin jätevedet, kuin hulevedet. Tällaisia sekaviemäröintejä on nykypäivänä käytössä vain joillakin vanhoilla keskusta-alueilla esimerkiksi Helsingissä. (Jormola ym 2003, 145.)

Kun sadevesiviemäreiden virtaamat ovat suuret suurien vesimäärien takia, esimerkiksi sateen ja sulamisien yhteydessä virtaamat purkuvesistöihin suurenevat. Lisääntyneet virtaukset voivat aiheuttaa eroosiota, sekä tulvimista alueille. Tulvimisten takia monia kaupunkipuroja on mokattu esimerkiksi suoristamalla tai leventämällä, tai niiden virtaukset on johdettu maan alla kulkeviin putkistoihin. Putkitukseen on päädytty myös usein se, että tällöin voidaan maa-alueita käyttää tehokkaammin hyödyksi. Luonnonmukaisen imeyttämisen vähentäminen keinotekoisesti on myös vaikuttanut purovesien alivirtaamiin pienentämällä niitä ja tätä kautta se on vaikuttanut negatiivisesti eliöiden elinolosuhteisiin. Purovesien laadun heikkeneminen on muun muassa seurauksia virtaamien vähenemisestä. (Jormola, ym. 2003, 145.)

”Yleistä on, että hulevedet tuluvat esimerkiksi alikulkutunneleissa, kun hulevettä kerääntyy alueelle enemmän, kuin hulevesiviemäriin kapasiteetti riittää käsittelemään. Kapasiteetin ylittämisen riski nousee silloin, kun jo mitoitettulle alueelle rakennetaan uutta rakennuskantaa. Jos alueen hulevesiviemäröinti tulvii herkästi, voidaan kapasiteettia lisätä esimerkiksi viivyttämällä syntyviä hulevesiä hulevesikaivoihin ohjaamalla syntyvää virtaamaa laajemmalle alueelle. Lisäksi voidaan alueelle rakentaa hulevesijärjestelmälle sopivia varastoaltaita.” (Hulevesiopas 2012, 84.)

”Eri hulevesien hallintamenetelmien avulla pystytään hulevesiviemäriverkostojen mitoituksia pienentämään. Suunnittelun avulla pystytään vähentämään olennaisesti myös hulevesiviemäröinnin tulvimisriskiä ja vähentämään purkuvesistöön syntyviä kuormitustekijöitä. Vaikka uusia hallintamenetelmiä rakennettaisiin, tarvitaan hulevesien hallinnassa myös tulevaisuudessa erilaisia maanalaisia putkijärjestelmiä, että hulevesiä pystytään hallitsemaan kokonaisuuden kannalta riittävällä tasolla.” (Hulevesiopas 2012, 189.)

5.6 Johtaminen ja viivyttämien avo-ojissa

”Hulevesien viivyttämismenetelmät ovat rakenteita, joiden tarkoituksena on osaltaan hidastaa ja pidättää hulevesivirtaamia. Viivytysmenetelmillä hulevesi varastoidaan joksikin aikaa, jonka jälkeen johdettava hulevesi vapautetaan vähitellen.” (Hulevesiopas 2012, 21.)

Avo-ojan tarkoituksena on luonnonmukaisesti hidastaa hulevesien virtaamia. Tämä mahdollistaa sen, että osa hulevesistä pääsee imeytymään maaperään hitaamman virtaaman ansiosta ja samalla epäpuhtaudet suodattuvat. Virtaamien hidastamista voidaan toteuttaa asettamalla hulevesien kulkureiteille kasvillisuutta, muovaamalla kulkureitin kaltevuuksia ja varmistamalla, että avo-ojan pituus on riittävä hulevesien viivyttämiseksi. Viivyttämistä parantavia ominaisuuksia ovat myös avo-ojan epäsäännöllinen muoto ja mahdollisen mutkitteleva pituusleikkaus. (Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito 2013, 33.)

”Hulevesien hallinta avo-ojia hyödyntämällä on luonnonmukainen tapa hallita hulevesiä ja sillä on tutkittu olevan paljon hyviä ominaisuuksia hulevesien hallinnassa. Tämä johtuu esimerkiksi avo-ojien sisältämisestä kasvillisuudesta, mikä osaltaan suodattaa hulevesien sisältämiä epäpuhtauksia, ennen hulevesien luontaista imeytymistä maaperään.” (Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito 2014, 33.)

Suomessa hulevesien johtamista avouomissa on kokeiltu erilaisissa hankkeissa. Kokeilujen tarkoituksena on ollut kokeilla ns. kevennettyä kunnallistekniikkaa, jossa hulevesiviemärien osuutta kokeellisesti pienennettiin hulevesien osittaisella viivyttämällä ja imeyttämällä avo-ojissa. Avo-oja hankkeita on ollut esimerkiksi Vaasassa, Espoossa ja Helsingissä. (Jormola, ym. 2003, 145.)

”Avoimiksi hulevesien johtamismenetelmiksi luokitellaan monia eri menetelmiä. Näistä yleisimpiä ovat avo-ojat, purot, viherpainanteet sekä muut avouomavirtaukseen perustuvat johtamismenetelmät. Avoimien hulevesi johtamismenetelmien tarkoituksena on hulevesien johtaminen siten, että hulevesien luontainen virtaama hidastuu. Virtaaman hidastuessa epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan ja hulevesien imeytyminen mahdollistuu.” (Hulevesiopas 2012, 21.)

”Hulevesien virtaaman imeytymistä, puhdistumista ja hidastumista voidaan parantaa erilaisin menetelmin. Tällaisia menetelmiä on esimerkiksi lisäämällä

johtamisreittien sisältämää kasvillisuutta, pienentämällä pituuskaltevuutta ja varmistamalla, että johtamisreitien pituus on riittävä.” (Hulevesiopas 2012, 21.)

”Hulevesijärjestelmät, jotka ovat avoimia voivat vastaanottaa suuria vääriä suuria hulevesivirtaamia. Hulevesivirtaamien virtausta on mahdollista viivyttää tällöin avouomissa. Jos avouomaan on lisätty kasvillisuutta, se lisää uoman puhdistusvaikutusta sitomalla itsessään hulevedessä olevia ravinteita.” (Hulevesiopas 2012, 21.)

”Maanpinnalla tapahtuva hulevesien johtaminen soveltuu sellaisille alueille, joiden maankäyttö ja rakentaminen ovat väljää. Maanpinnalla johtamista voidaan käyttää myös sellaisilla pienillä valuma-alueilla, kuten yksittäisten kiinteistöjen alueilla, vaikka rakentaminen olisikin tiivistä. Suuremmilla valuma-alueilla tämän kaltaiset pintajärjestelmät vaativat tilavarausta niin viher- katu- kuin yleisiltä alueilta.” (Hulevesiopas 2012, 21.)

Hulevesien johtamista maanpinnalla voidaan toteuttaa myös kadunvarsipainanteiden avulla. Painanteet toimivat sellaisenaan hulevesiä johtavina rakenteina. Painanteiden sisälläan pitämä kasvillisuus, kuten ruoho viivyttää luonnollisesti hulevesien virtausta. Kadunvarsipainanteita on tutkittu esimerkiksi Skotlannissa ja Britanniassa yleisellä tasolla. Tutkittavana on ollut myös ns. avoimet kuivatusjärjestelmät, joissa hulevedet johdetaan pintavirtauksena esimerkiksi jokeen tai muihin vesistöihin, ilman erillistä viemärointi. Tällöin hulevesiä pystytään hyödyntämään alueiden viherrakentamisessa. (Jormola, ym. 2003, 146.)

”Avo-ojat ovat usein syviä ja jyrkkäluiskaisia. Tällöin niitä voidaan hyödyntää myös erilaisten ympäristön rakenteiden kuivatukseen. Tällä tarkoitetaan, että avo-ojiin voidaan johtaa rakenteen salaojavesiä. Avo-ojan ominaisuuksia pystytään säätämään muotoilemalla ojan rakenteita, esimerkiksi syvyyttä ja vietoa. Maaperänlaatu määrittää ensisijaisesti sen, onko oja ominaisuuksiltaan sellainen, että sitä pystytään hyödyntämään vesien imeytyksessä.” (Hulevesiopas 2012, 159.)

”Ojien ollessa syviä ja jyrkkäluiskaisia, voivat ne olla turvallisuutta heikentäviä. Tämän kaltaiset ojat vaikeuttavat myös alueiden kunnossapitoa. Ojista

muodostuu helposti rakenteeltaan syviä ja jyrkkäluiskaisia silloin, jos niihin johdetaan salaoja tai hulevesiä. Suurimpina ongelmina avo-ojien suhteen voidaan pitää niiden taipumusta eroosioille ja sortumille. Ongelmat johtuvat usein siitä, että ojan eroosiosuojat on ollut puutteellinen tai ojan kunnossapito on laiminlyöty.” (Hulevesiopas 2012, 159.)

”Avo-ojille tyypillisiä eroosiohaittoja pystytään ehkäisemään huomioimalla ojan pituuskaltevuuden ja luiskakaltevuuden rakentaminen tarpeeksi alhaiseksi. Esimerkiksi ojaluiskien kaltevuus tulisi jyrkimmilläänkin olla vain 1:1. Vaikka kaltevuus olisi 1:1 on eroosion riskin pienentämiseksi luiskat hyvä suojata. Kiinteistöltä johdettavan huleveden viivytyks tulee olla tarpeeksi pitkä ennen vesien johtamista avo-ojiin. Tällöin pystytään tehokkaasti hallitsemaan ja ehkäisemään ojissa syntyvää eroosiota.” (Hulevesiopas 2012, 159.)

Jotta avo-ojista saadaan mahdollisimman suuri hyöty, tulee avo-ojat suunnitella riittävällä tavalla. Hyvällä suunnitelulla pystytään varmistumaan siitä, että hulevedet pääsevät kulkeutumaan avo-ojissa halutulla tavalla. Tällöin avo-ojan pohjalle ei pääse kertymään sinne ei toivottua lietettä tai sinne kuulumatonta kasvillisuutta. Kasvillisuus on sinällään hyväksi, mutta jos sitä on avo-ojassa liikaa voi se aiheuttaa tulvariskin. Ojan rakenteita pystytään vahvistamaan erilaisilla kiviverhouksilla. (Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito 2014, 33–34.)

”Perinteisellä avo-ojalla on hulevesien käsittelyn kannalta hyviä ominaisuuksia, kuten hulevesien virtaamia tasaavia ominaisuuksia. Lisäksi avo-ojat pystyvät viivyttämään hulevesiä. Avo-ojat ovat myös tulvimisherkkydeltään paljon hulevesiviemäreitä pienempiä. ” (Hulevesiopas 2012, 159.)

6 POLVIJÄRVEN KUNNAN HULEVESIJÄRJESTELMÄ

Tällä hetkellä Polvijärven kunnan kaikki hulevedet johdetaan siirtoviemäriin kautta Joensuuhun Kuhasalon jätevedenpuhdistamolle. Polvijärven ongelma-alue on Kallioniemi, jossa käytössä oleva jätevesipumppu ei jaksa pumpata syntyneitä hulevesiä siirtoviemäriin, vaan iso osa hulevesistä kulkeutuu suoraan avoviemäriin. Kallioniemen alueella sijaitsee sekä kunnan omia rivitaloja

että yksityisessä omistuksessa olevia omakotitalokiinteistöjä. Kuvassa 1 on kyseessä oleva jätevesipumppu ulkopuolelta kuvattuna.



Kuva 1 Jätevedenpumppaamon ympäristö.

Hulevedet kuluttavat pumppaamon mekaniikkaa ja tämä käy ilmi pumppaamoiden vuosihuoltoraporteista. Muilla Polvijärven kunnan hallinnoimilla jätevesipumppaamoilla pumppujen huoltokustannukset ovat pienemmät kuin Kallioniemen jätevesipumppaamon huoltokustannukset.

Koska Polvijärven kunnalla ei ole olemassa olevaa omaa hulevesijärjestelmää, maksaa kunta Kuhasalon jätevedenpuhdistamolle sadevesien pumppaamisesta Kuhasaloon. Kuvassa 1 on esitelty nykyistä tilannetta elokuussa 2022 Kallioniemen jätevesipumpulla. Pohjalla kävi 24.8.2022 sadeiden johdosta kova virtaus

Taulukossa 2 on esitelty Kallioniemen jätevedenpumppaamon virtaamatiedot huhtikuun osalta vuodelta 2021. Kuvan taulukossa pumppaamon virtaamat on esitetty yksikössä m³/vuorokausi.

Taulukko 2 Kallioniementien jätevedenpumppaamon virtaamat 2021

Kallioniementien jätevedenpumppaamo									
Raportti ID: JV-15-RAPORTIT-2_KUUKAUSI-TUOTTO								Päivämäärä:	7.10.2022
Kuvaus: Pumppujen tuotto,käyntiaika								Aika:	14:48:50
								kk numero:	4
Vuosi	Pumppujen tuotot			Sähkøenergia			Ominais-	Pumppujen käyntiajat	
2021	PU01	PU02	Yht	Päivä	Yö	Yht	kulutus	PU01	PU02
Huhtikuu	m3	m3	m3	kWh	kWh	kWh	Wh/m3	Minuuttia	Minuuttia
1	111,2	122,4	233,5	0	0	0	0	98	108
2	118,4	129,5	247,9	0	0	0	0	102	113
3	112,4	126,6	239,0	0	0	0	0	99	109
4	104,8	115,6	220,4	0	0	0	0	92	102
5	105,9	114,6	220,4	0	0	0	0	93	102
6	100,0	111,3	211,3	0	0	0	0	89	99
7	99,5	107,8	207,3	0	0	0	0	88	97
8	174,8	190,6	365,4	0	0	0	0	139	155
9	329,9	358,7	688,6	0	0	0	0	242	273
10	269,0	290,7	559,7	0	0	0	0	205	229
11	303,2	334,8	638,0	0	0	0	0	226	254
12	399,6	441,9	841,5	0	0	0	0	282	321
13	446,7	488,0	934,7	0	0	0	0	308	351
14	450,9	494,9	945,8	0	0	0	0	310	354
15	452,1	497,8	949,9	0	0	0	0	312	356
16	462,1	511,1	973,1	0	0	0	0	314	362
17	466,5	514,9	981,4	0	0	0	0	316	365
18	545,2	628,4	1173,7	0	0	0	0	359	427
19	500,0	559,6	1059,7	0	0	0	0	332	396
20	480,9	581,8	1062,7	0	0	0	0	379	500
21	601,0	727,0	1328,0	0	0	0	0	411	533
22	600,2	745,5	1345,7	0	0	0	0	414	546
23	652,3	777,1	1429,5	0	0	0	0	430	539
24	591,7	694,3	1286,0	0	0	0	0	404	517
25	553,6	689,7	1243,4	0	0	0	0	404	541
26	519,0	569,7	1088,8	0	0	0	0	394	416
27	413,0	448,7	861,7	0	0	0	331	331	352
28	360,9	382,4	743,2	0	0	0	295	295	313
29	327,6	361,1	688,7	0	0	0	276	276	303
30	297,8	325,2	623,0	0	0	0	256	256	284
31	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
Minimi	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
Maksimi	652,3	777,1	1429,5	0	0	0	0	430	546
Yhteensä	10950,4	12441,7	23392,1	0	0	0	1159	8004	9417

Taulukossa 2 nähdään sulamisvesien vaikutukset pumppaamon läpi virtaaviin jätevesien määriin. Huhtikuun suurimmat virtaamat on kuvassa korostettu vihreällä värillä. Huhtikuussa 2021 virtaamat ovat olleet suurimmillaan 1429,5 m³/vuorokausi, mikä tarkoittaa, että virtaama on maltillinen verrattaessa, paljonko virtaama on per sekunti. $1429,5\text{m}^3 / 86400\text{ s} = 0,01\text{m}^3/\text{s}$. Taulukossa 3 on esitelty Kallioniemen jäteveden pumppaamot koko vuodelta 2021.

Taulukko 3 Kallioniemen jäteveden pumppaamon vuosivirtaama 2021.

Kallioniementien jätevedenpumppaamo									
Raportti ID: JV-15-RAPORTIT-3 VUOSI-TUOTTO							Päiväys: 7.10.2022		
Kuvaus: Pumppujen tuotto,käyntiaika							Aika: 14:55:04		
Vuosi 2021	Pumppujen tuotot			Sähköenergia			Ominais- Kulutus Wh/m ³	Pumppujen käyntiajat	
	P1 m ³	P2 m ³	Yht. m ³	Päivä kWh	Yö kWh	Yht. kWh		PU01 Tuntia	PU02 Tuntia
Tammikuu	2781,6	2955,3	5736,9	0	0	0	0	41,0	45,7
Helmikuu	2307,2	2365,1	4672,3	0	0	0	0	34,1	36,5
Maaliskuu	4117,1	4275,5	8392,7	0	0	0	0	64,5	68,8
Huhtikuu	15821,2	20837,1	36658,3	0	0	0	0	255,0	269,9
Toukokuu	10522,9	11714,6	22237,5	0	0	0	0	148,2	164,6
Kesäkuu	3547,0	3779,1	7326,1	0	0	0	0	53,4	53,8
Heinäkuu	2296,1	2392,5	4688,6	0	0	0	0	32,9	34,0
Elokuu	4069,2	4530,0	8599,2	0	0	0	0	66,7	70,7
Syyskuu	3238,3	3557,5	6795,8	0	0	0	0	48,1	52,0
Lokakuu	4855,8	5538,1	10394,0	0	0	0	0	72,3	80,3
Marraskuu	4192,5	4818,6	9011,1	0	0	0	0	66,2	72,9
Joulukuu	2822,8	3025,0	5847,8	0	0	0	0	41,7	45,5
Yhteensä	60571,8	69788,5	130360,3	0	0	0	0	924,0	994,8

Taulukosta 3 voidaan havaita, että jäteveden pumppaamon virtaama on pienimmillään talviaikaan tammi-helmikuun välisenä aikana, koska tällöin sulamisvesiä tai sadevesiä ei ole. Vanhempia tietoja eri pumppaamoista ei ollut tätä työtä varten mahdollista saada, sillä pumppaamoiden tekniikkaa saneerattiin opinnäytetyön tekovaiheessa, jolloin vanhat tiedot hävisivät saneerauksen yhteydessä.

Kuvassa 5 on esitelty jätevedenpumppaamon korkein ylivuotoputki, josta hulevedet pumpun/kaivon täytyessä ohjataan avo-ojaan.



Kuva 3 jäteveden pumppaamo / Kallioniemi



Kuva 4 Jätevedenpumppaamon ylivuotoputki

Polvijärven kunnalla on jätevesien siirtoviemäri yhteistyössä Joensuun veden kanssa. Kallioniemen omakotitaloalueelta hulevedet valuvat tällä hetkellä Joensuun veden siirtoviemäriin.

7 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSSUUNNITELMA JA -MENETELMÄT

7.1 Aineistonkeruumenetelmät

Opinnäytetyön taustatyönä suoritettiin kyselytutkimus Pohjois-Karjalan, Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon ja Etelä-Savon kunnille. Kuntia alueella on yhteensä viisikymmentäkolme (53) kappaletta, joille kysely lähetettiin. (Tilastokeskus 2021.)

Kyselytutkimuksessa selvittiin sitä, minkä verran hulevesijärjestelmiä on rakennettu jälkikäteen eri kuntien omakotitaloalueille. Lisäksi kyselyssä tutkittiin, paljonko syntyneet kustannukset ovat olleet, mikä entinen hulevesijärjestelmä on ollut ja mitkä ovat olleet rakennetun hulevesijärjestelmän tuomat säästöt vuosittain kuntatasolla.

Kyselytutkimus toteutettiin sähköisesti webropol-kyselynä ja toimitettiin kuntien tekniseen toimeen joko kuntien teknisille johtajille tai kuntatekniikasta vastaaville henkilöille toukokuussa 2022. Vastausaikaa vastaamiseen annettiin kesäkuun 2022 loppuun asti. Kysely toimitettiin sähköpostitse 53 henkilölle.

Tässä opinnäytetyössä esitetään mahdollisen hulevesijärjestelmän taloudelliset kustannukset ja mahdollisen uuden hulevesijärjestelmän rakentamisesta syntyvät kustannukset.

7.2 Aineiston analyysimenetelmät

Kyselytutkimuksen tulokset käytiin läpi tilastollisin menetelmin. Tulokset esitetään numeraalisessa muodossa ja tätä kautta analysoitiin kerättyä dataa esimerkiksi vastausten keskiarvojen yms. pohjalta. Opinnäytetyössä laskettiin myös nykyisellään syntyviä kuluja ja verrattiin näitä siihen, mikä hulevesijärjestelmän rakentamisen kokonaiskustannus on tulevaisuudessa, sekä mikä on järjestelmän takaisinmaksuaika.

Opinnäytetyössä käytettiin tietopohjana neljän edellisen vuoden, eli vuosien 2019–2022 hulevesilaskujen summia. Summista oletettiin, että 80 % laskujen kokonaissummista koostuu hulevesistä ja 20 % jätevesistä, koska kyseessä on yhteisviemärointi. Näiden tietojen pohjalta opinnäytetyössä selvitettiin, paljonko säästöjä syntyy kunnalle, jos hulevesijärjestelmä uudistetaan Kallionien alueella.

8 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Kyselyyn vastasi 53 henkilölle, joista kyselyyn vastasi 23 henkilöä. Kyselyyn vastasi siis 43 % kyselyn saaneista. Kyselyssä kartoitettiin, minkälaisia hulevesijärjestelmiä kunnissa on käytössä vanhoilla omakotitaloalueilla. Kuvassa 5 on nähtävillä vastaajien kirjalliset vastaukset.

Millainen hulevesijärjestelmä teidän kunnassanne on käytössä vanhoilla omakotitaloalueilla?

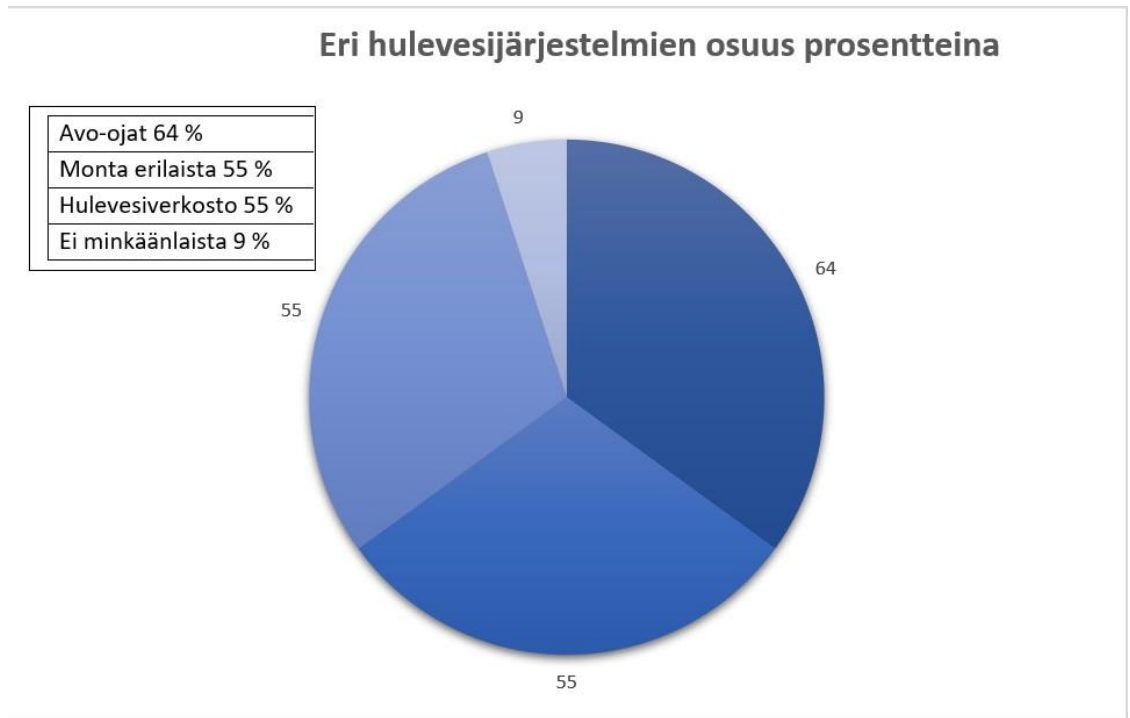
Vastaajien määrä: 22

Vastaukset
Muutama satametriä keskustassa. Eli hyvin puutteellinen
Vanhimmilla alueilla ei taida olla minkäänlaista.
Pääsääntöisesti hulevedet johdetaan avo-ojiin.
ojitus
Kaupunki vastaa asemakaava-alueiden hulevesijärjestelmästä. Kaupungin hulevesijärjestelmä muodostuu hulevesiviemäreistä, avo-ojista, kosteikoista, viiitysrakenteista, jne. Keskeisellä kaupunkialueella on pääosin hulevesiviemärit, mutta maaseututaajamissa on ojat, jotka ovat osa kunnan hulevesijärjestelmää.
Hulevesijärjestelmät on rakennettu samaan aikaan, kun vesi ja viemäri on uusittu. Hulevesiputket on asennettu tien vieri ojiin, joissa on riittä kansilla olevat kaivot.
Avo-ojat tai hulevesiviemärinti, riippuen asuinalueesta
Ojat, osittain putkituksia myös
Pääasiassa avo-ojia. Keskustassa ja uusilla alueilla enemmän painovoimaisia hulevesijärjestelmiä.
kunnallinen
Sadevesi verkostoa, ja osaksi kattovedet on johdettu viemäriin
Asemakaava-alueella on hulevesiviemärit ja avo-ojia.
Osalla vanhoista alueista hulevesiviemäri. Osalla kadun kuivatus hoidetaan sivuojilla ja tonttien vedet johdetaan ojaan tai imeytetään tonteilla. Joitakin yksittäisiä kiinteistöjä, jotka johtavat hulevedet jätevesiviemäriin, mutta näitä sekaliittymiä ollaan poistamassa.
Pääosin hulevedet kerätään avo-ojista putkiin ja sieltä hulevesiputkia pitkin jokeen. Harvoin on suoraa tonttiliittymää. Osa hulevesistä menee vielä viemäriin (huomaa jv-puhdistamolla sulamisvesien ja rankkasateiden aikaan).
Tällä hetkellä sekalainen. Osittain hulevesiviemäri ja osittain muita hulevesijärjestelmän ratkaisuja kuten avo-ojia jne. Myös sekaviemärintiä on muutamilla kiinteistöillä, mutta näitä pyritään pääsemään eroon mahdollisimman nopeasti.
Avo-ojat ja osittain hulevesiviemärit.
Erillinen hulevesijärjestelmä tai ojitus.
Avo-ojia
Hiekkapohjaisilla mailla ei ole minkäänlaista hulevesiviemärintiä vaan vedet pyritään imeyttämään maaperään notkokohtiin rakennettujen imeytyskaivojen kautta. Tiiviimmillä ja kosteimmilla pohjilla normaali hulevesiviemärinti
Kunnallinen verkosto
Avo-ojat
Ei minkäänlaista pääosin.

Kuva 5. Kirjallisia vastauksia kyselyyn

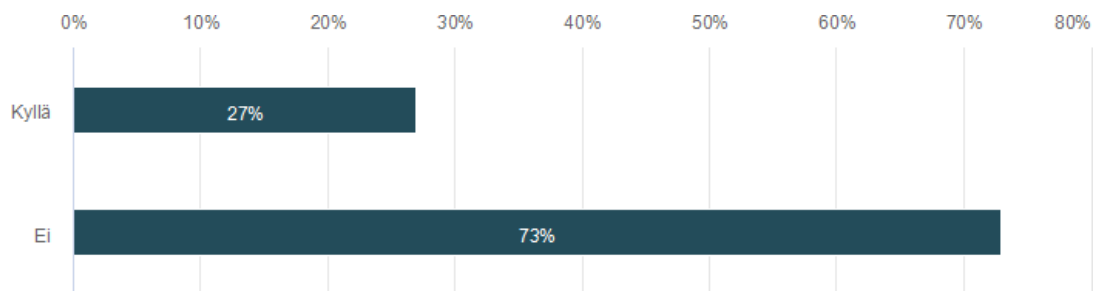
Suurin osa kyselyyn vastaajista kertoi, että kunnalla hulevedet johdetaan paikallisesti avo-ojiin. Näistä vastaajista 85 % kertoi, että avo-ojien lisäksi kunnalla on myös muita tapoja käsitellä syntyviä hulevesiä. Tällaisia olivat esimerkiksi hulevesien johtaminen viemäriin, paikallinen hulevesiviemärinti, kosteikot ja viiitysrakenteet.

Kuvassa 6 on esitetty ympyräkaaviona vastaajien osuudet eri hulevesijärjestelmistä prosentteina. 9 % kyselyyn vastanneista kertoi, että kyseessä olevan kunnan alueella ei ole olemassa minkäänlaista hulevesijärjestelmää.



Kuva 6. Eri hulevesijärjestelmien osuus prosentteina.

Vastanneista 55 % oli kokonaisuudessaan useita eri hulevesijärjestelmiä. Kyselyyn vastaajat kertoivat myös, että hulevesijärjestelmiä pidettiin yleisesti ottaen puutteellisina ja niitä hoidetaan kunnassa kunnallisina verkostoina.

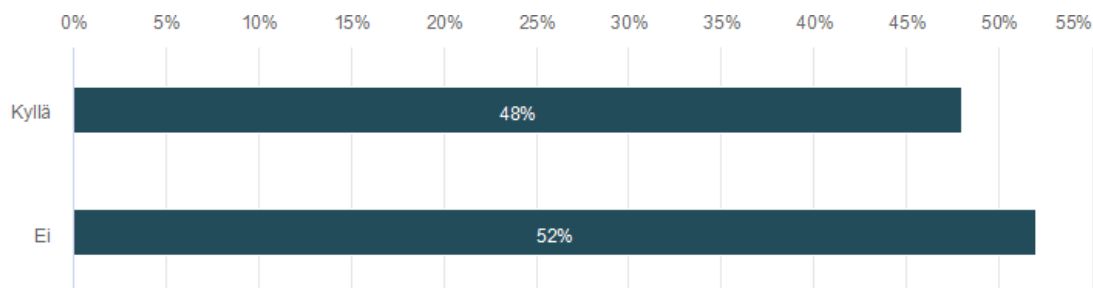


Kuva 7. Kyselyyn vastanneiden arvio siitä, kuluttavatko hulevedet käytössä olevia laitteistoja.

Kyselyyn vastanneista 73 % oli huomannut hulevesien kuluttavan huomattavasti pumppaamojen laitteistoja. Lisäksi vastanneista 48 % vastasi, että varsinkin keväisin pumppaamoilla on havaittu ylivuotoja. Tämä on esitetty kuvassa 7.

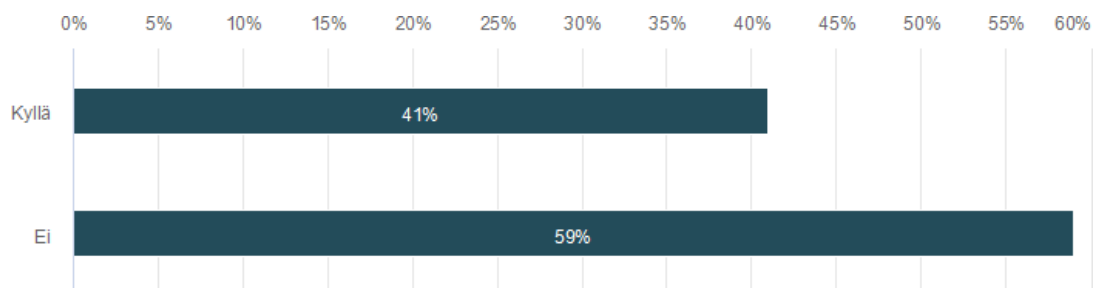
Ylivuotojen seurauksena vastaajat kertoivat, että ovat joutuneet muun muassa saneeraamaan jätevesiverkostoja, jonka vaikutuksesta hulevesistä aiheutuvaa kuormitusta on pumppaamoilla laskettava. Myös hulevesijärjestelmiä on

kokonaisuudessaan parannettu, jolloin hulevedet on saatu ohjattua hallitusti oikeaan paikkaan. Hulevesiä on myös kierrätetty tasausaltaan kautta. Yksi vastaajista kertoi, että pumppaamojen pakkokäyttövipat, sekä pinnansäätölaitteistot on jouduttu uusimaan hulevesien aiheuttaman rasituksen myötä. Nämä on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Vastaajien arvio siitä, tapahtuuko ylivuotoja esimerkiksi keväisin /sadekautena.

Kunnan vanhoille omakotitaloalueille on kyselyn perusteella jouduttu rakentamaan uusia hulevesijärjestelmiä jälkikäteen 13:sta kunnalle. Tämä vastaa 41 % kyselyyn vastanneista (kuva 9). Uutena järjestelmänä on rakennettu hulevesiviemäreitä, yksi vastaajista vastasi, että ovat saattaneet rakentaa paikallisesti myös muita ratkaisuja, koska ne ovat toiminallisesti ja taloudellisesti kannattavampia. Vastauksessa ei käynyt ilmi, mitä nämä ratkaisut ovat olleet. Lisäksi kerrottiin, että vanhoille omakotitaloille on tieremontin yhteydessä toteutettu hv-putket kaadoilla.



Kuva 9. Uusien hulevesijärjestelmien rakentaneiden määrä vanhoille omakotitaloalueille.

Kyselyssä kartoitettiin myös vuosittaisia hulevesien aiheuttamia kuluja kunnalle (kuva 10). Koska kysely toimitettiin eri kokoisille toimijoille, oli

vastauksissa hajontaa. Muutama vastaaja ei jostain syystä ollut vastannut kyselyyn numeraalisesti. Näiden tietoja en pystynyt taulukkoon liittämään.



Kuva 10. Hulevesien aiheuttamat vuosikustannukset kyselyyn vastanneilla.

Suurimmat kulut tulivat kaupungeista, joissa hulevesien kustannukset vuositasolla nousivat jopa 2 miljoonaan euroon. Kyselyyn vastanneiden kulujen keskiarvo hulevesien osalta oli n. 20 000 euroa.

Keskiarvoa pienentää tässä työssä se, että keskiarvoon ei laskettu kahta suurinta kaupunkia, joiden kulut olivat yli miljoonan euron luokkaa. Nämä jätettiin keskiarvon laskemisesta pois siitä syystä, että vastanneiden kuntien koko huomioon ottaen kaksi vastaajista olivat vastanneet huomattavasti suuremista yksiköistä, jolloin myös kokonaiskulut ovat huomattavasti paljon suurempia. Keskiarvo laskettiin 11 vastaajan väliltä.

Kaksi vastaajista ei ollut vastannut kysymykseen numeraalisin arvoin. Tällöin kyselyyn oli vastattu, että hulevesiviemärointi on siirretty jonkin toisen toimijan vastuulle, jolloin kunta maksaa investoinneista ja kunnossapidosta toimijalle hoidosta vuosittaisen prosenttimääräisen korvauksen.

Polvijärven kunnalla vuosikustannukset nousevat huleveden osalta n. 95 000 euron luokkaan. Polvijärven kunta maksaa vuosittain Joensuun veden ylläpitämälle Kuhasalon jätevedenpuhdistamolle sadevesistä noin 2 €/m³. Tämän

lisäksi joudutaan tekemään esimerkiksi hiekanpoistoa imuautolla, mikä maksaa vuosittain n. 500 euroa.

Kun verrataan muiden kuntien ja Polvijärven kunnan hulevesien aiheuttamia vuosittaisia kustannuksia keskenään, huomataan että kuntien kustannusten keskiarvo on n. 80 % pienemmät kuin Polvijärven kunnan vuosittaiset kustannukset.

Hulevettä Polvijärveltä Kuhasaloon laskee 160–170 m³/päivä. Kuvassa 11 on esitetty vuosittaiset kustannukset hulevesistä neljän vuoden ajalta ja niiden keskiarvo.

2019	96494 € * 0,8 = 77195 €
2020	94010 € * 0,8 = 75208 €
2021	176484 € * 0,8 = 141187 €
2022	102993 € * 0,8 = 82 944 €
Keskiarvo	94 133 € /vuosi

Kuva 11. Hulevesien kustannukset neljän vuoden ajalta.

Nykyinen hulevesijärjestelmä, Kallioniemessä sijaitseva jätevedenpumppaamo ei toimi. Tämä on todettu myös Joensuun veden yhteistyöpalaverissa. Pumppaamo kuormittuu olennaisesti rankkasateiden ja keväällä syntyvien sulamisvesien kuormituksesta.

Hulevesien virtaukset rasittavat huomattavasti jätevedenpumppaamon mekaniikkaa, verrattuna Polvijärven kunnan muiden jätevedenpumppaamoiden osien vuosittaiseen huoltotarpeeseen. Tämän vuoksi alueelle on vuosien ajan ollut tarkoituksena suunnitella uusi järjestelmä, jolla hulevesiä ei johdettaisi enää Kuhasalon jätevedenpuhdistamolle.

Ongelmana on vanha omakotitaloalue, jossa on hulevesien käsittelyn osalta vanhat sopimukset nykyiseen hulevesijärjestelmään liittymisestä. Jos alueelle

rakennettaisiin uusi järjestelmä, tulisi kunnan puolesta selvittää millä aikavälillä vanhat sopimukset pystyttäisiin purkamaan ja minkälainen siirtymäaika sopimusten osalta tulisi nykyisille alueella sijaitseville kiinteistöille järjestää. Kuvassa 12 on esitelty alueen kartta, jossa nähdään, kuinka laajaa alaa kiinteistöjä yksittäinen pumppaamo käsittelee.



Kuva 12. Kallioniemen hulevesipumppaamon alueen kiinteistöt kartalla.

Alueelle ei sen sijainnin perusteella ole todennäköisesti mahdollista rakentaa kosteikkoa, tai se jäisi kooltaan todella pieneksi. Lisäksi tulisi selvittää, minne vedet johdettaisiin. Yksi mahdollinen vesien purkupaikka olisi Kirkkojoki.

Yhdeksi suureksi ongelmaksi muodostuisi todennäköisesti se, että alueella on myös yksityisten maanomistajien tontteja, mitkä eivät ole Polvijärven kunnan

omistuksessa. Kosteikon rakennuttaminen vaatisi lisäselvitystä yhteistyössä alueen maanomistajien kanssa. Lisäksi alueelle tulisi tehdä maaperätutkimusta liittyen siihen, mitä rakennetta maaperä on. Yleisesti on tiedossa, että Kallioniemen alue on pitkälti savipohjaista ja silttiä.

Kosteikkoa perustettaessa tulee ottaa huomioon, että alueen pinta-alan, sisältäen tulva-alueet on oltava vähintään 0,5 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. (Ruokavirasto 2022).

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä suunniteltaessa oli lähtökohtana, että Kallioniemen vanhan hulevesipumppaamon tilalle perustettaisiin imeytyskenttä. Keskustelin asiasta paikallisen urakoitsijan kanssa ja hänen kanssaan yhteistyössä katsoimme, olisiko alueelle mahdollista maanrakennustöiden puolesta lähteä imeytyskenttää toteuttamaan.

Imeytyskenttään kokoon tulisivat vaikuttamaan alueella olevat virtaamat, joiden pohjalta pystytään laskemaan imeytyskentän toteutettava koko. Urakoitsijan mukaan viivytys imeytyskentällä tulisi olla 10 % luokkaa. Tällöin voidaan laskea, että kun huhtikuun 2021 osalta päivittäinen virtaama oli pumppaamalla $1400 \text{ m}^3 / \text{vuorokausi} * 0,8 = 1120 \text{ m}^3 / \text{vuorokausi}$. Mikä laskettuna vastaa hulevesien todellista osuutta pumppaamon läpi virtaavista vesistä. Arvo 0,8 saatiin siitä oletuksesta, että 80 % pumppaamosta läpi kulkevasta vesimäärästä on hulevesiä ja 20 % jätevesiä.

Päivittäisen virtaaman lisäksi laskettiin pumppaamon virtaama käyttämällä edelleen huhtikuun 2021 pumppaamon virtaamatietoja ja samaa 80 % oletusta, kuin vuorokausivirtaamaa laskettaessa. $23400 \text{ m}^3 / \text{kuukausi} * 0,8 = 18720 \text{ m}^3 / \text{kk}$. Keskiarvo $600 \text{ m}^3 / \text{vuorokausi}$.

Tämän jälkeen laskimme, että jos haluamme tavoitella 10 % viivytystä se tarkoittaa käytännössä 112 m^3 mitoitusvesimäärää, mikä taas tarkoittaa $1008 \text{ m}^3 / \text{vuorokausi}$. Laskimme että maahan imetyks vaatii $0,05 \text{ m}^3 / \text{m}^2$. Mikä tarkoittaa että $0,05 \text{ m}^3$ imeytys vaatii aina 1 m^2 maa-alan. Tällöin vaadittava imeytyskentän pinta-ala olisi $1008 \text{ m}^3 / 0,05 \text{ m}^2 = 20160 \text{ m}^2$. Käytännössä alueelle näin

suuren imeytyskentän rakentaminen on mahdotonta toteuttaa. Tämän vuoksi emme urakoitsijan kanssa laskeneet kustannuksia imeytyskentän rakentamisesta aiheutuville maanrakennustöille tai materiaaleille.

Tällä opinnäytetyöllä ei löydetty ratkaisua siihen, minkälainen järjestelmä alueella olisi hyvä, jotta kustannuksia saataisiin pienennettyä. Suurimpina ongelmoina voidaan pitää yksityisten maanomistajien maa-alueita, kiinteistöjen omistajien solmimia vanhoja huleveisisopimuksia. Lisäksi alueen maaperä on todennäköisesti silttiä ja savea. Tämä tulee tarkastaa myöhemmin maaperätutkimuksissa.

LÄHTEET

Asemakaavamerkinnot ja – määräykset. Maankäyttö- ja rakennuslaki, opas 12. Ympäristöministeriö, Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Opas 12 Asemakaavamerkinnot ja -määräykset sivut 1-108.pdf](#) [viitattu 14.9.2022].

Booth, D.B. & Jackson, C.R. 1997. Urbanization of Aquatic Systems: Degradation Thresholds, Storm Water Detention, and the Limits of Mitigation. Journal of the American Water Resources Association , Vol 33, No. 5: 1770-1090. (Kuusisto, 2002; Niemelä, J. ym. 2004)

Göbel P., Diekers C. & Coldewey W. G. 2006. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. Journal of Contaminant Hydrology 91: 26-42.

Holt, E., Koivusalo, H., Korkealaakso, J., Sillanpää, N. ,& Wendling, L. Filtration Systems for Stormwater Quantity and Quality Management: Guideline for Finnish Implementation. VTT, 2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: [VTT Technology 338: Filtration Systems for Stormwater Quantity and Quality Management \(vttresearch.com\)](#) [viitattu: 1.12.2021].

Hulevesi. 2019. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.10.2019. Saatavissa: [Mitä on hulevesi? | Vesi.fi](#) [viitattu 3.12.2021].

Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito. 2014. WWW-dokumentti. Saatavissa: [x \(ilmastotyokalut.fi\)](#) [viitattu 6.3.2023].

Jormala, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistön suunnitteluun. 2003. WWW-dokumentti. Saatavissa: [88392 sisus korj151203.pdf \(helsinki.fi\)](#) [viitattu 13.9.2022].

Khadka, A., Kokkonen, T., Niemi, T., Lähde, E., Sillanpää, N. & Koivusalo, H. Towards natural water cycle in urban areas: Modelling stormwater management designs. Taylor & Francis online, 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Full article: Towards natural water cycle in urban areas: Modelling stormwater management designs \(tandfonline.com\)](#) [viitattu 30.11.2021].

Kinnunen, P. Yleiskaavoituksen ja asemakaavoituksen hulevesisuunnittelu. 2015. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Hulevesien hallinnan nykytila – kokemuksia ja näkemyksiä suomalaisista kaupungeista \(ely-keskus.fi\)](#) [viitattu 7.3.2023].

Komulainen, E. 2012. Hulevesien biosuodatuksen soveltuvuus Suomen ilmasto-oloihin.

Kuusisto, P. 2002. Kaupunkirakentamisen vaikutus pieniin valuma-alueisiin ja vesistöihin Suomessa. Helsingin yliopiston Maantieteen laitoksen julkaisuja. B; 48. 54–55.

Lehtikangas, S. Hulevesien kokonaisvaltainen hallinta ja hulevesistrategia. 2007. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Hulevesien kokonaisvaltainen hallinta ja hulevesistrategia - PDF Ilmainen lataus \(docplayer.fi\)](#) [viitattu 7.3.2023].

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Melanen M. & Laukkanen R. 1981. Quantity of storm runoff water in urban areas. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 42, 3-38.

Melanen M. & Tähtelä H. 1981. Particle deposition in urban areas. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 42, 40-122.

Polvijärven kunnan rakennusjärjestys. 2018. Pykälät 13.–14. PDF-dokumentti. Saatavissa: [POLVIJÄRVEN KUNNAN \(polvijarvi.fi\)](#) [viitattu 16.9.2022].

Suomen kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Hulevesiopas | Kuntaliitto.fi](#) [viitattu 25.8.2022].

Suomen ympäristökeskus. 2022. Hulevesien hallinnan vastuut ja ohjeistus. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Hulevesien hallinnan vastuut ja ohjeistus | Vesi.fi](#) [viitattu 16.9.2022].

Suomen ympäristökeskus. 2020. Hulevesien hallinnan kehittäminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Ymparisto > Hulevesien hallinnan kehittäminen](#) [viitattu 6.3.2023].

Tilastokeskus. 2021. Kuntien avainluvut. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Kuntien avainluvut | Tilastokeskus \(stat.fi\)](#) [viitattu 28.11.2021].

Tahvonen, O. Adapting Bioretention Construction Details to Local Practices in Finland. MDPI. 2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Sustainability | Free Full-Text | Adapting Bioretention Construction Details to Local Practices in Finland | HTML \(mdpi.com\)](#) [viitattu 1.12.2021].

Tornivaara-Ruikka, R. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja. 2006. WWW-dokumentti. Saatavissa: [suojattu, ei pysty kopioimaan UUDra_3_2006.pdf \(valtioneuvosto.fi\)](#) [viitattu 16.9.2022].

Tulvariskilaki 30.6.2010/620.

Ulvi, T., Koskiahho, J., Jormola, J. & Kasvio, P. 2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Biosuodatus ja kosteikot tehoavat eri haitta-aineisiin - 02/2016 - Kuntatekniikka](#) [viitattu 6.9.2022].

Valtanen, M., Sillanpää, N., Hättinen, N. & Setälä, H. 2010. Hulevesien imeyttäminen ja suodattaminen: haitta-aineet ja menetelmät, STORMWATER -hankkeen kirjallisuusselvitys.

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Viherympäristöliitto. 2022. Hulevesien hallinta. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Hulevesien hallinta \(vyl.fi\)](#) [viitattu 16.9.2022].

Walesh, S. 1989. Urban surface water management.

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.



Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Kysely kuntien hulevesijärjestelmistä

1. Millainen hulevesijärjestelmä teidän kunnassanne on käytössä vanhoilla omakotitaloalueilla?

2. Oletteko huomanneet että hulevedet kuluttaisivat huomattavasti pumppaamojen laitteistoa?

Kyllä

Ei

3. Jaksako pumppaamo pumpata vai tapahtuuko esimerkiksi keväisin ylivuotoja?

Kyllä Ei

4. Minkä verran ylivuotoja on ilmennyt? Kuinka usein?

5. Minkälaisia korjaavia toimenpiteitä ylivuodot ovat aiheuttaneet?

6. Onko kunnassanne rakennettu vanhoille omakotitaloalueille hulevesijärjestelmää jätkikäteen?

Kyllä Ei

7. Jos vastasit edelliseen kyllä, minkälaiseen järjestelmään päädyitte?

8. Paljonko muutokset kustansivat ja paljon laskitte takaisinmaksuajaksi?

9. Paljonko vuosittaiset kustannukset hulevedestä ovat kunnalle tällä hetkellä? Arvio riittää.
