



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

HULEVESIEN HALLINTAJÄRJESTELMÄT VIHATTULAN ASUTUSALUEELLA

Jesse Nirkko

Opinnäytetyö
Joulukuu 2016
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

JESSE NIRKKO:

Hulevesien hallintajärjestelmät Vihattulan asutusalueella

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Joulukuu 2016

Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Ylöjärven kaupunki. Työn tarkoituksena oli inventoida Vihattulan asutusalueen olemassa olevat hulevesijärjestelmät ja selvittää niiden kunto. Selvitysten perusteella tehtiin toimenpideohjelma, johon kuuluivat hulevesijärjestelmien peruskorjaustarpeen lisäksi kustannusarvio sekä tärkeysjärjestys. Tutkimuksen tuloksia tullaan hyödyntämään kaupungin hulevesijärjestelmien rakentamistyössä ja katujen peruskorjaustöissä hulevesien osalta. Työn teoriaosuudessa käsiteltiin hulevesiä ja niiden eri hallintamenetelmiä ja -järjestelmiä. Lisäksi tehtiin menetelmien välistä vertailua eri tilanteissa.

Työn empiirinen osuus sisälsi laajat maastotutkimukset Vihattulan asutusalueella. Hulevesijärjestelmien inventoinnissa oli hankaluuksia vanhojen suunnitelmien sekä nykyisten hulevesijärjestelmien tietojen puuttumisen vuoksi. Osa kaivoista ja tierummuista olivat maan alla piilossa, mikä vaikeutti hulevesijärjestelmien eri rakenteiden löytämistä.

Työssä selvisi se, että vaikka useissa tapauksissa monet eri hulevesien hallintamenetelmät ovat kaikki toimivia ratkaisuja, niin joissakin tapauksissa ei tilatarpeen tai muiden syiden vuoksi ole vaihtoehtoja kuin muutama tai joissakin tapauksissa vain yksi. Tässä työssä tilanpuute olikin yksi suurimmista syistä tiettyjen hulevesijärjestelmien valintaan.

Osa alueen hulevesien hallintajärjestelmistä oli hyvässä kunnossa, mutta muutama erittäin kriittinen kohta oli pikaisia korjaustoimenpiteitä vailla. Työssä tehdystä toimenpideohjelmassa esitettiin ratkaisuja kuivatuksen parantamiseksi korjausta vaativissa kohdissa. Rumpujen avaamista tai tarvittaessa uusimista, ojanperkuuta ja -kaivuuta sekä hulevesikaivojen ja -putkien rakentamista esitettiin järjestelmien toiminnan parannusmenetelmiksi. Lisäksi näiden toimenpiteiden kustannusarviot laskettiin toimenpideohjelmaan.

Asiasanat: asutusalue, hulevesi, hulevesien hallinta, tilatarve, toimenpideohjelma

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction
Infrastructures

JESSE NIRKKO:
Stormwater Management Systems in Vihattula Residential Area

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 1 page
December 2016

This thesis was commissioned by city of Ylöjärvi. The purpose of the thesis was to survey existing stormwater management systems in Vihattula and find out their conditions. The action plan was made on the basis of reports. The plan contained possible needs for refurbishment, estimated costs and order of importance. The outcome of the survey will be used in the construction works of stormwater management systems. The theoretical part of the thesis dealt with stormwater and its management. The comparison was also made between different management systems.

The empirical part of the thesis included extensive field investigations in Vihattula. The lack of old plans and information from existing stormwater management systems caused some problems in the survey. Some of the drains and culverts were underground which hampered the investigations.

The survey revealed that while often many different kinds of stormwater management systems are functional solutions, sometimes the lack of space or some other reason narrows the possible solutions down to a few. In this thesis the lack of space was one of the main reasons when selecting the best possible stormwater management system.

Some of the areas stormwater management systems were in a good condition but a few critical parts were in need of instant repair. The thesis included an action plan in which possible solutions for the renovation of stormwater management systems were suggested. The action plan also included estimated costs of the suggested solutions.

Key words: action plan, field investigation, residential area, stormwater, stormwater management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	HULEVEDET, NIIDEN SYNTY JA HALLINTA	8
2.1	Veden kiertokulku.....	8
2.2	Hulevedet rakennetuilla alueilla	8
2.3	Hulevesien laatu.....	11
2.4	Hulevesien hallinta	12
3	HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT	13
3.1	Hulevesien muodostumisen estäminen ja määrän vähentäminen.....	13
3.1.1	Kasvillisuus	13
3.1.2	Läpäisevät päällysteet	14
3.2	Imeyttäminen	15
3.2.1	Imeytyskaivannot	16
3.2.2	Imeytyspainanteet	18
3.3	Viivyttäminen	19
3.3.1	Lammikot	20
3.3.2	Rakennetut altaat	20
3.3.3	Kosteikot	21
3.3.4	Viivytysojain painanteet ja -kaivannot.....	23
3.4	Hulevesien johtaminen avoimissa järjestelmissä.....	25
3.4.1	Avo-ojat.....	26
3.4.2	Painanteet	27
3.4.3	Rummut.....	29
3.4.4	Rakennetut kanavat ja uomat	30
3.4.5	Kourut	31
3.4.6	Tulvareitit.....	32
3.5	Hulevesien johtaminen hulevesiviemäriverkostossa	33
3.5.1	Hulevesien kokoaminen ja johtaminen	33
3.5.2	Verkoston rakenne	34
3.5.3	Verkoston kunnossapito	36
4	HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄN VALINTA	37
4.1	Hulevesien määrällinen hallinta.....	37
4.2	Hulevesien laadullinen hallinta.....	38
4.3	Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille	39
4.4	Menetelmien toteutusta rajoittavat tekijät.....	40
4.5	Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin.....	41
5	LAINSÄÄDÄNTÖ	42

5.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki.....	42
5.2	Vesihuoltolaki.....	42
5.3	Vesilaki.....	43
5.4	Kaavoitus.....	43
6	VIHATTULAN ASUTUSALUEEN NYKYTILA.....	45
6.1	Vihattulantie.....	46
6.2	Haapamäentie.....	48
6.3	Usvatie.....	51
6.4	Ututie.....	52
6.5	Nietostie.....	54
6.6	Kinostie.....	55
6.7	Lumitie.....	57
6.8	Pyrytie.....	59
6.9	Talouskaupantie.....	60
7	TOIMENPIDE-ESITYS.....	62
7.1	Vihattulantie.....	62
7.2	Haapamäentie.....	62
7.3	Usvatie.....	63
7.4	Ututie.....	63
7.5	Nietostie.....	63
7.6	Kinostie.....	63
7.7	Lumitie.....	63
7.8	Pyrytie.....	64
7.9	Talouskaupantie.....	64
7.10	Kustannukset.....	64
8	POHDINTA.....	65
	LÄHTEET.....	66
	LIITTEET.....	68
	Liite 1. Hulevesijärjestelmien rakentamisen ja kunnossapidon kustannuslaskelmat.....	68

ERITYISSANASTO

Avo-oja	Maahan kaivettu uoma tai painauma, jonka tarkoituksena on johdattaa vesiä maa-alueen kuivatusta tai kastelua varten
Erosio	Maaperän ja maa-aineksen kuluminen mekaanisen kuluttavan tekijän vaikutuksesta
Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
Hulevesijärjestelmä	Hulevesien hallintaan tarkoitettu rakenteiden kokonaisuus
Hulevesien hallinta	Hulevesien kertymiseen vaikuttavat ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät toimenpiteet
Imeyttäminen	Huleveden tarkoituksellinen imeyttäminen maaperään
Läpäisemätön pinta	Tiivis pinta, joka ehkäisee huleveden imeytymisen maaperään ja lisää pintavaluntaa
Pintavalunta	Maan pinnalla valuva sadannan osa
Pohjavesi	Maanalainen vesikerros, jossa kaikki maa- ja kallioperän huokokset ovat veden kyllästämiä
Viivyttäminen	Pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle

1 JOHDANTO

Hulevesillä tarkoitetaan rakennetuilla alueilla muodostuvaa sade- ja sulamisvettä. Hulevesijärjestelmien tehtävänä on ohjata hulevedet hallitusti purkuvesistöihin, jotta ne eivät pääse aiheuttamaan ongelmia ja vahinkoja, kuten esimerkiksi taajamatulvia, katujen ja teiden routimista tai rakennusten kosteusvaurioita. Rakentamisen tiivistyessä vettä läpäisemättömien pintojen määrä on kasvanut huomattavasti. Lisäksi vuotuiset sademäärät ovat kasvaneet ilmastonmuutoksen seurauksena. Näiden vuoksi on entistä tärkeämpää suunnitella ja rakentaa kestäviä ja kustannustehokkaita ratkaisuja hulevesien hallintaan.

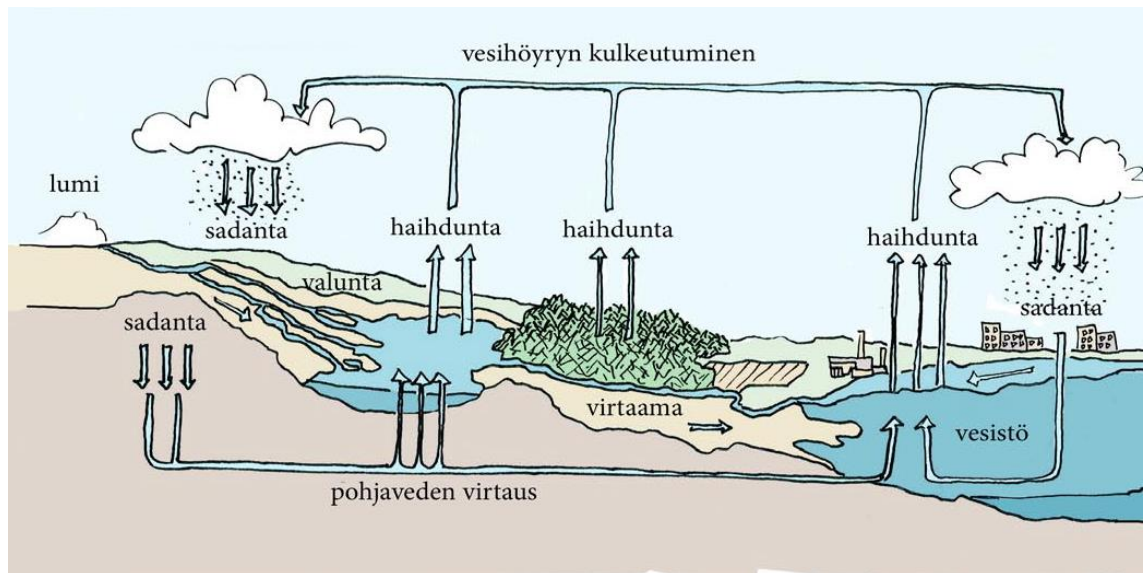
Opinnäytetyön tilaajana oli Ylöjärven kaupunki. Tutkimuksen kohteena oleva Vihattulan asutusalue sijaitsee Ylöjärven kaupungin eteläosassa aivan Ylöjärven ja Tampereen rajalla. Tutkimuksen tuloksia tullaan hyödyntämään Ylöjärven kaupungin hulevesijärjestelmien rakentamistyössä ja katujen peruskorjaustöissä hulevesien osalta.

Työn tarkoituksena oli selvittää Vihattulan asutusalueen hulevesijärjestelmien nykytila sekä niiden peruskorjaustarve. Työssä tehtiin alueelle toimenpide-esitys, johon kuuluvat korjaustarpeen lisäksi kustannusarvio ja tärkeysjärjestys. Työn teoriaosuudessa tarkasteltiin hulevesiä ja niiden erilaisia hallintamenetelmiä yleisesti sekä hulevesiin liittyvää lainsäädäntöä. Lisäksi selvittiin mitkä eri hallintajärjestelmät sopivat erilaisiin katu ympäristöihin, miten ne toteutetaan ja pidetään kunnossa. Hulevesien eri hallintamenetelmien välistä vertailua tehdään vähentämisen, johtamisen ja viivyttämisen välillä. Työssä ei käsitelty kiinteistöltä johdettavia hulevesiä.

2 HULEVEDET, NIIDEN SYNTY JA HALLINTA

2.1 Veden kiertokulku

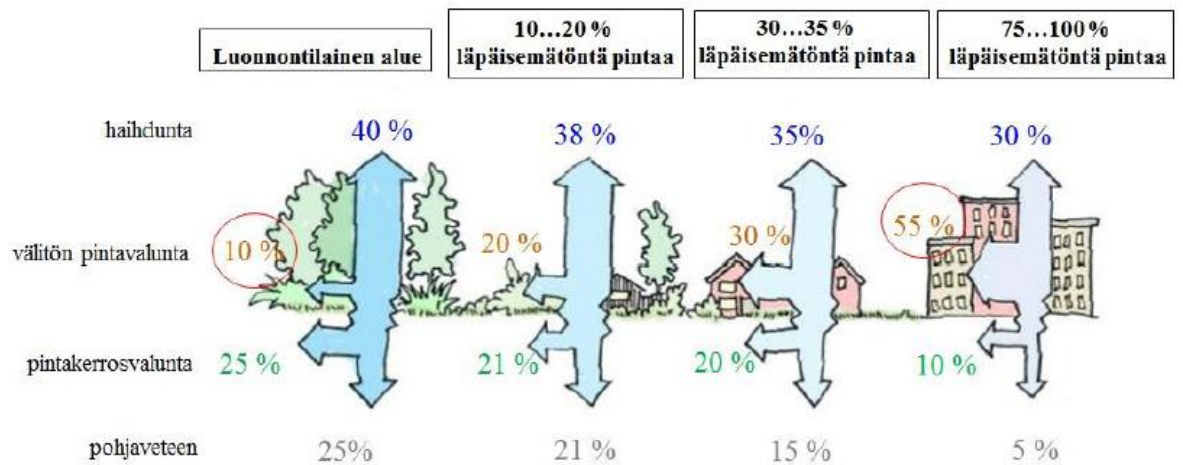
Veden kiertokulku eli hydrologinen kierto on veden jatkuvaa liikettä vesikehässä. Se voidaan jakaa neljään osaan: sadantaan, valuntaan, haihduntaan ja infiltraatioon eli suotautumiseen maaperään. Suuri osa sadannasta imeytyy luonnollisessa kiertokulussa maaperään pohjavedeksi ja tätä kautta kohti vesistöjä ja merta. Osa valuu pintavaluntana jokien ja järvien kautta meriin, mistä osa vedestä haihtuu ilmakehään. Veden luonnollinen kierto on esitettyä kuvassa 1. (Suomen Kuntaliitto 2012, 18)



Kuva 1. Veden kiertokulku (Vantaan kaupunki 2014, 6)

2.2 Hulevedet rakennetuilla alueilla

Veden normaali kierto häiriyytään rakentamisen myötä. Sadanta on taajamissa suurempaa ja haihdunta pienempää kuin luonnontilassa. Eniten veden kiertokulkuun vaikuttavat vettä läpäisemättömät pinnat, kuten katot, kadut ja tiet sekä pysäköintialueet, joiden osuus on usein jopa yli puolet kokonaisalasta. Syynä tähän on se, että läpäisemättömät pinnat katkaisevat yhteyden pinta- ja pohjavesien välillä, kun taas luonnontilassa tämä yhteys vallitsee kaikissa maalajeissa. Kuvassa 2 on esitettyä vettä läpäisemättömien pintojen osuuden vaikutus veden hydrologiseen kierto. (Suomen Kuntaliitto 2012, 18)



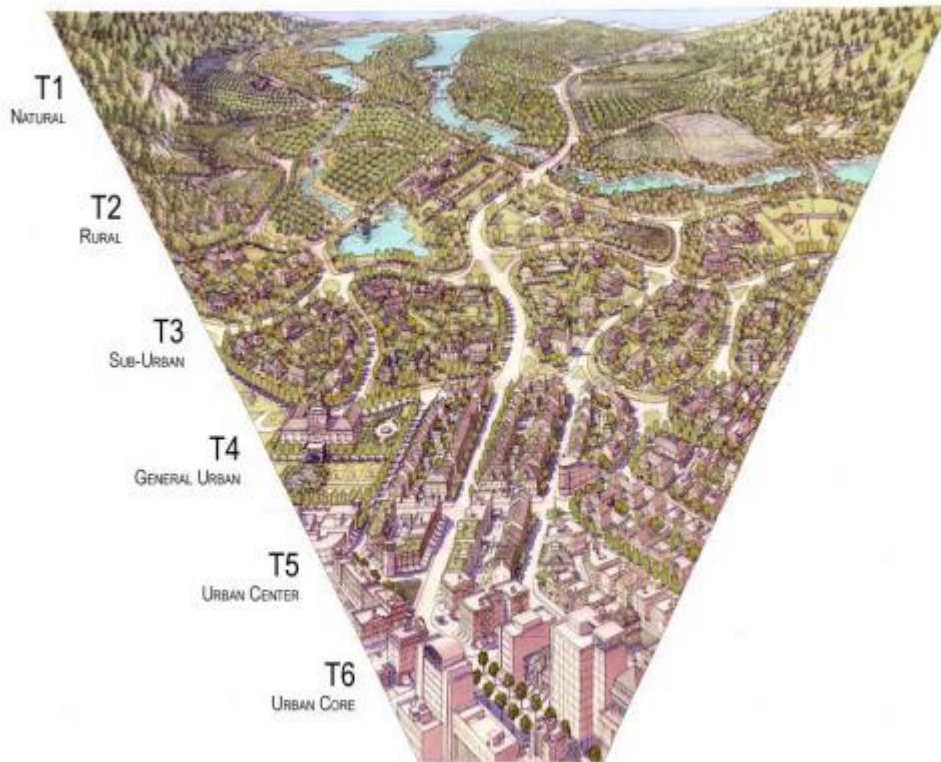
Kuva 2. Vettä läpäisemättömien pintojen osuuden vaikutus veden hydrologiseen kiertoon (Ilmastonkestävä kaupunki, 4)

Maankäyttö on muuttunut Suomessa voimakkaasti kaupunkien ja pienempien taajamien laajentuessa ympäröiville maaseuduille. Tieverkosto on myös kasvanut ja väestömäärä lisääntynyt. Tutkimusten mukaan yli 80 % suomalaisista asuu nykyisin taaja-asutusalueilla. Yhdyskuntarakenteen tiivistymisestä johtuen vettä läpäisemättömien pintojen määrä on lisääntynyt. Lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutuksesta sademäärät ovat kasvussa. Nämä tekijät kasvattavat hallittavien hulevesien määrää. Nykyisten hulevesijärjestelmien kapasiteetti ei ole hulevesimäärän kasvun myötä enää aina riittävä, minkä seurauksena kaupunkitulvat ja muut hulevesien aiheuttamat haitat tulevat yleistymään ilman toimenpiteitä. Taulukossa 1 on esitettyä eri maankäyttömuotojen läpäisemättömien pintojen osuus. (Espoon kaupunki 2011, 7; Tornivaara-Ruikka 2006, 11)

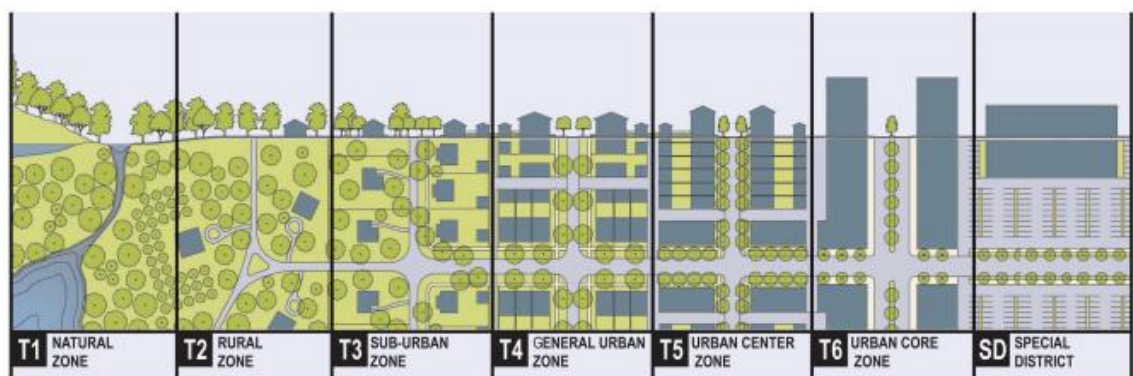
Taulukko 1. Vettä läpäisemättömän pinnan osuus eri maankäyttömuodoilla (Metsäranta 2003, 31)

Maankäyttömuoto	Läpäisemättömän pinnan osuus
Väljä asuinalue	37 %
Tiivis asuinalue	45 %
Hyvin tiivis asuinalue	55 %
Liikealue	55 %
Avomaa	0 %
Teollisuusalue	55 %
Erityiskäyttö	50 %

Vaikka taajamat laajentuvat jatkuvasti ympäröiville maaseuduille, on taaja-asutusalueiden osuus maankäytöstä silti vielä melko vähäinen (kuva 2). Kuten kuvasta 2 näkyy, vievät alueet T1–T4 suurimman osan pinta-alasta. Tämän vuoksi hulevesien hallinnan kannalta järkevää on jakaa alueet muutamista aareista muutamana hehtaarin kokoisiin alueisiin ja valita sopivat hallintamenetelmät näille. Kuvassa 3 on esitettyä tarkemmin kuvan 2 eri maankäyttömuodot. (City of Portland 2009, 11)



Kuva 2. Eri maankäyttömuotoja (City of Portland 2009, 11)



Kuva 3. Eri maankäyttömuotoja (City of Portland 2009, 11)

2.3 Hulevesien laatu

Taajama-alueella kerääntyvillä hulevesillä on vaikutusta ympäristöön. Esimerkiksi pysäköintialueilta tarttuu valuvaan huleveteen katupölyä, öljyä, liukkauden torjuntaan käytettyä suolaa ja muita haitallisia aineita, jotka muuttavat huleveden laatua. Erilaisten rakennettujen alueiden toiminta ja ihmisten toimintatavat likaavat ympäristöä (taulukko 2). (Eskola & Tahvonon 2010, 13)

Taulukko 2. Huleveden ja lumen likaisuus maankäyttömuodon mukaan sekä niiden sopivat käsittelymenetelmät (Lahden kaupunki 2010, 27)

Maankäyttömuoto	Huleveden ja lumen likaisuusaste	Huleveden käsittelymenetelmät	Lumen käsittelymenetelmät
- omakotitaloalueet - puisto- ja luontoalueet	alhainen	- imeytys - viivytyt - kuivatus- ja ylivuotovesille avo-oja tai hulevesiviemäri	- ei tarvitse käsittelyä (hajautettu varastointi)
- pientaloalueet - työpaikka-alueet - liikennöitävät piha-alueet - tonttikadut - kokoojakadut	alhainen - kohtuullinen	- imeytys biosuodatuksen jälkeen - viivytyt - kuivatus- ja ylivuotovesille avo-oja tai hulevesiviemäri	- ei tarvitse käsittelyä (hajautettu varastointi)
- keskustan asunto- ja työpaikka-alueet - pienet pysäköintialueet	kohtuullinen	- imeytys biosuodatuksen jälkeen - viivytyt - kuivatus- ja ylivuotovesille avo-oja tai hulevesiviemäri	- kuljetus lumenkaato paikalle - ei tarvitse käsittelyä (hajautettu varastointi), jos biosuodatus lumen sulaessa
- suuret pysäköintialueet - logistiikka-alueet, kaupan suuryksiköt, varikot, teollisuuskiinteistöt - jätteenkäsittelyalueet	kohtuullinen - korkea	- imeytys biosuodatuksen jälkeen - viivytyt - lastaus- ja jätteenkäsittelyalueiden vedet jätevesiviemäriin; alueet katettava - vain kuivatusvesille avo-oja tai hulevesiviemäri - ylivuotovedet tulvareittejä pitkin avo-ojiin ja vesistöön, vain rajoitetusti hulevesiviemäriin	- kuljetus lumenkaato paikalle, jossa öljynerotus ja biosuodatus - ei tarvitse käsittelyä (hajautettu varastointi), jos biosuodatus lumen sulaessa (jollei pohjavesialue)
- suolattavat pääkadut - maantiet	korkea	- pohjavesialue: pohjavesisuojaus ja biosuodatus suojauksen yläpuolisissa kerroksissa - ei pohjavesialue: biosuodatus tai laskeutusallas- ja kosteikkokäsittely ennen hulevesiviemäriin tai vesistöön johtamista - vain kuivatus- ja ylivuotovesille avo-oja tai hulevesiviemäri	- pohjavesialue: pohjavesisuojaus ja biosuodatus - ei saa johtaa suoraan vesistöön; käsittelyalueilla biosuodatus tai laskeutusallas- ja kosteikkokäsittely - vain kuivatusvesille avo-oja tai hulevesiviemäri

Alueen lisäksi myös sateen vaiheella ja vuodenajalla on suuri merkitys huleveden laatuun. Kuivan jakson aikana kovalle pinnoille kertyy paljon epäpuhtauksia, jotka huuhtoutuvat sateen alkaessa. Tästä syystä sateen alussa huleveden laatu on hieman loppuvaihetta huonompaa. Huleveden laatuun keväällä vaikuttavat lumen ja jään sulaessa niihin sitoutuneet

epäpuhtaudet, kun taas sulan maan aikana pintamaan ominaisuudet ja niistä veteen liukevat aineet. Jopa puolet koko kuormituksesta koostuu taajamien lumen sulamisvesien haitallisista aineista. Lumi voi sulaa aurakasoista kerralla tai muutamien päivien aikana ja lisäksi sulaminen voi tapahtua useita kertoja talven aikana. (Eskola & Tahvonen 2010, 14)

Hulevedet aiheuttavat monenlaisia ongelmia virtavesissä. Kiintoaineen lisääntyminen aiheuttaa sameutta, joka taas vähentää biologista tuotantoa ja siten luonnon monimuotoisuutta. Hapenkulutus lisääntyy öljyjen ja orgaanisten yhdisteiden myötä. Metallipitoisuuksien lisääntymisestä seuraa vastustus- ja lisääntymiskyvyn vähentyminen sekä kehityshäiriöitä. Ravinnepitoisuuden lisääntyminen haittaa ekosysteemin toimintaa ja johtaa leväkukintoihin. Lisäksi bakteerien määrä lisääntyy, mikä aiheuttaa tautivaaraa. (Eskola & Tahvonen 2010, 14)

2.4 Hulevesien hallinta

Hulevesien hallinta on rakennettujen alueiden hydrologisen kierron ja valunnan laadun parantamista rakentamista edeltänyttä tasoa vastaavaksi. Sillä pyritään taajamatulvien torjuntaan ja taajamien kuivatukseen, pohja- ja pintavesien suojeluun sekä vesien hyvän tilan saavuttamiseen. Tarkastelu tulee ulottua hulevesien syntypaikoilta lopullisiin purkupisteisiin saakka hyvien ratkaisujen saavuttamiseksi. (Suomen Kuntaliitto 2012, 20)

Vaikka suora vesien johtaminen hulevesiviemäriin on joissakin kohteissa perusteltua, usein hulevesien käsittely jo niiden syntypaikalla on erittäin toimiva ratkaisu. Suurten vesimäärien puhdistamista kaukana kuormituksen lähteestä parempi vaihtoehto onkin usein pienten vesimäärien käsitteleminen useiden yksittäisten menetelmien avulla lähellä kuormituslähdettä. (Ilmastonkestävä kaupunki, 4)

Hulevesien hallinnan yleisiä periaatteita ovat:

- hulevesien määrän muodostumisen estäminen
- hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
- johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytyalueille
- johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta (Suomen Kuntaliitto 2012, 20)

3 HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄT

3.1 Hulevesien muodostumisen estäminen ja määrän vähentäminen

Huleveden määrän vähentäminen on tärkein osa hulevesien hallintaa, koska vain siten saadaan hydrologinen kierto rakentamista edeltänyttä tilannetta vastaavaksi, mikä on yksi hulevesien hallinnan tavoitteista. Huleveden määrän rajoittaminen tapahtuu vettä läpäisemättömien pintojen vähentämisellä, imeyttämällä muodostuneita hulevesiä tai haihduttamalla niitä kasvillisuuden avulla. Näin saadaan hulevedet siirrettyä pintavalunnasta osaksi maa- ja pohjavettä tai ilmakehän vettä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 20)

3.1.1 Kasvillisuus

Kasvillisuudella on keskeinen rooli hulevesien hallinnassa, veden luontaisessa kierrossa sekä viihtyisän ja monipuolisen ympäristön muodostamisessa. Tämä perustuu kasvillisuuden suureen kykyyn pidättää ja hyödyntää vettä. Lisäksi näiden vaikutuksena haihdunta lisääntyy. Maaperä muuttuu kasvillisuuden myötä huokoisemmaksi, jolloin se läpäisee paremmin vettä. Tästä johtuen vesi imeytyy rakennettuja maapintoja huomattavasti paremmin. (Suomen Kuntaliitto 2012, 142)

Kasvillisuus tasoittaa virtaamia rankkasateiden alkuvaiheessa pidättämällä vettä. Kasvillisuuden pinnoille pidättynyt vesi poistuu haihtumalla, jonka ansiosta maan pinnalle päätyy pienempi määrä vettä. Lisäksi kasvit pidättävät raskasmetalleja ja ravinteita. Maakerros suodattaa hulevesien kiintoaineen ja siihen sitoutuneet epäpuhtaudet. (Ilmastonkestävä kaupunki, 7)

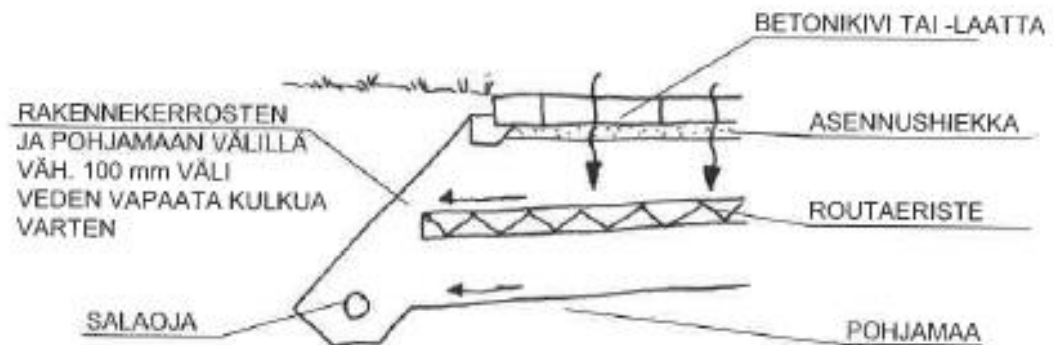
Kasvillisuutta valittaessa tulee huomioida niiden vedenkestävyys, kylmiin olosuhteisiin soveltuminen sekä ravinteiden ja raskasmetallien pidätyskyky. Monilajinen kasvillisuus on usein sopiva ratkaisu, sillä se kestää paremmin vaihtuvia olosuhteita ja sen puhdistuskyky on parempi. Hulevesien viivytyks onnistuu parhaiten käytettäessä monipuolisesti puu-, pensas- ja ruohokasvillisuutta. Kasvillisuuden valinnassa tulee ottaa huomioon hoitotoimenpiteiden tarve. (Ilmastonkestävä kaupunki, 7)

3.1.2 Lämpäiset päällysteet

Lämpäiset päällysteet ehkäisevät huleveden muodostumista ja täten vähentävät huleveden kokonaismäärää ja virtaamaa sekä lisäävät pohjaveden muodostumista. Ne soveltuvat niiden päälle satavan veden käsittelyyn, mutta suurten vesimäärien käsittelyyn niitä ei voi käyttää. Lämpäisen päällysteen pintakerros on vettä läpäisevää ja sen alapuoliset rakennekerrokset karkeaa kiviainesta, jonka huokostilaan pintakerroksen läpäisevä hulevesi varastoituu hetkellisesti. Tästä se imeytyy maaperään tai johdetaan salaojilla eteenpäin. (Ilmastonkestävä kaupunki, 5)

Lämpäisevä päällyste voidaan tehdä esimerkiksi harvasta kiveyksestä tai erimuotoisista ja kokoista betonilaatoista jättämällä laattojen väliin rakoja tai tekemällä laatoista reiällisiä. Avoin asfaltti toimii läpäisevänä päällysteenä siten, että sen rakenne on sideaineen ja hienoaineksen normaalia vähäisemmän määrän vuoksi huokoinen ja vettä läpäisevä. Lämpäisevän pintakerroksen kiviaineksenä käytetään yleensä soraa, hiekkaa tai murskettä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 144; Ilmastonkestävä kaupunki, 5)

Lämpäiseviä päällysteitä käytetään pienten liikennemäärien alueilla, kuten esimerkiksi asutuskorttelien pysäköintialueilla, tonttiväylillä ja kevyen liikenteen väylillä. Pintamateriaalin kulumisen ja läpäisevän pinnan tukkeutumisen vuoksi läpäiseviä päällysteitä ei suositella runsaassa käytössä oleville parkkiruuduille. Tukkeutumista voidaan ehkäistä esimerkiksi säännöllisellä harjauksella ja haravoinnilla. Kuvassa 5 on esitettyä esimerkki läpäisevän päällysteen rakenteesta. (Ilmastonkestävä kaupunki, 5)



Kuva 5. Lämpäisevän päällysteen rakennekuva (Eskola & Tahvonen 2010, 99)

Läpäisevien päällysteiden kunnossapidon tärkein tehtävä on estää läpäisevän päällysteen sekä imeyttävien kerrosten tukkeutuminen hienoaineksesta. Harjakoneella pinnan puhdistus ja korkealla paineella pesu tulee suorittaa 2–3 kertaa vuodessa. Irtoreskien ja pudonneiden lehtien poistaminen tulee tapahtua säännöllisin väliajoin. Salaojien toimivuudesta huolehtiminen on myös tärkeää. Talvella jääkannen muodostuminen tulee estää, jotta sulamisvedet pääsevät imeytymään. (Suomen Kuntaliitto 2012, 247; Suunnittelukeskus Oy 2007, 8)

Läpäisevien päällysteiden kunnossapito on pääasiassa päällysteen pitämistä läpäisevänä estämällä pinnan tiivistyminen ja tukkeutuminen. Pinnan puhdistaminen tulee suorittaa vuosittain keväällä ja kunnossapidon toimenpiteet riippuvat päällysteen laadusta. Nurmisaumaisia kiveyksiä voidaan ilmastoida, sitomattomien pintojen kunnossapito suoritetaan lanaamalla ja läpäisevät asfaltit pesemällä. Haravoinnilla ja harjaamisella saadaan pidettyä päällyste puhtaana roskista ja kasvillisuusjätteistä. Salaojien toimivuudesta huolehtiminen on myös tärkeää. Talvella jääkannen muodostuminen tulee estää, jotta sulamisvedet pääsevät imeytymään. (Suomen Kuntaliitto 2012, 247)

3.2 Imeyttäminen

Imeyttäminen on tehokkain tapa vähentää muodostuneen huleveden kokonaismäärää ja sen tulisikin olla ensisijainen toimenpide hulevesien synnyn ehkäisemisen jälkeen. Imeyttämisessä pintavalunta muutetaan maaperässä tapahtuvaksi pinta- ja pohjavesivalunnaksi. Imeyttäminen on ainut rakentamisesta johtuvaan pohjaveden pinnan alenemiseen tehokkaasti vaikuttava hallintakeino. (Suomen Kuntaliitto 2012, 147)

Imeyttämällä saadaan vaikutettua huleveden määrän lisäksi sen laatuun. Maakerrosten läpi imeytyvät hulevedet puhdistuvat maaperän fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien ansiosta. Hetkellisen maaperän huokostilavuuden täyttymisen seurauksena myös virtaama tasaantuu virtaamahuippujen pienentyessä. Vaikka imeytyksen teho ei tulvatilanteiden hallintaan sellaisenaan riitäkään, voidaan sillä virtaamahuippujen vähentämisen myötä joissakin tapauksissa pienentää viemäriverkoston mitoitusta. (Suomen Kuntaliitto 2012, 147)

Imeyttäviä menetelmiä käytetään kohteissa, joissa pohjaveden pinnan aleneminen voi aiheuttaa haitallisia painumia. Lisäksi pohjavesialueilla, joilla pohjaveden pintaa ei lain

mukaan saa lainkaan alentaa, ovat imeyttävät menetelmät tarpeellisia. Maaperän kohtalainen vedenläpäisevyys on ehto tehokkaalle imeyttämiselle. Myös heikommin vettä läpäisevässä maaperässä imeyttämismenetelmät onnistuvat, kun rakenteessa käytetään salaajitusta. Tällöin rakenne toimii osittain imeyttävänä ja osittain suodattavana. Taulukossa 3 on listattuna eri maalajien vedenläpäisevyydet ja kapillaariset nousukorkeudet. Hulevesien sisältäessä mahdollisesti epäpuhtauksia tai kemikaalipäästöjä ei imeytettäviä menetelmiä suositella käytettäväksi. (Suomen Kuntaliitto 2012, 147; Ilmastonkestävä kaupunki, 14)

Taulukko 3. Maaperän vedenläpäisevyys ja kapillaarinen nousukorkeus (Eskola & Tahvonon 2010, 90)

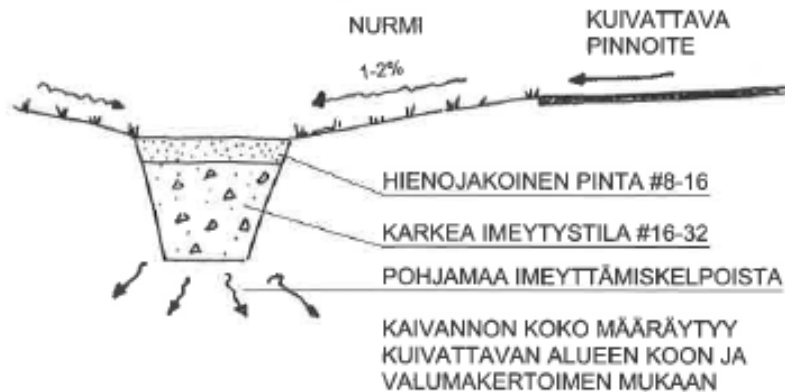
Maalaji	Vedenläpäisevyys m/s	Kapillaarinen nousukorkeus, m
Hyvin vettä läpäisevät:		
Sora	$10^{-2} \dots 10^{-4}$	< 0,05
Karkea hiekka	$10^{-3} \dots 10^{-4}$	0,03...0,3
Soramoreeni	$0^4 \dots 10^{-5}$	1...2
Kohtalaisesti läpäisevät:		
Hieno hiekka	$10^{-4} \dots 10^{-5}$	0,3...3
Karkea siltti	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	0,3...4
Hiekkamoreeni	$10^{-5} \dots 10^{-8}$	1...6
Silttimoreeni	$10^{-5} \dots 10^{-8}$	2...6
Läpäisemättömät:		
Hieno siltti	$10^{-6} \dots 10^{-9}$	3...10
Savi	$> 10^{-9}$	> 10

3.2.1 Imeytyskaivannot

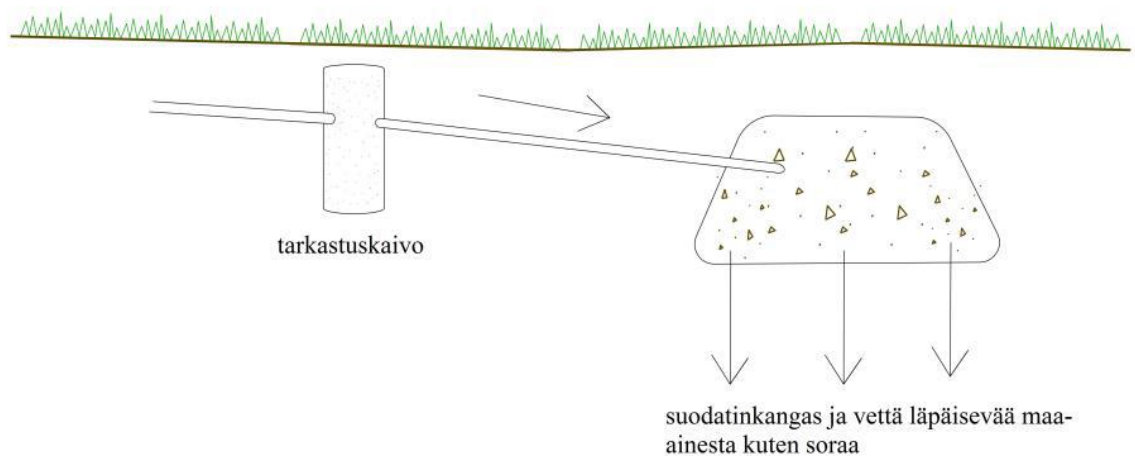
Imeytyskaivannot ovat karkealla kiviaineksella täytettyjä kaivantoja. Kaivantoihin ohjattu hulevesi varastoituu kiviaineksen huokostilaan ja imeytyy hiljalleen ympäröivään maaperään. Tyypillisesti imeytyskaivanto on pinnaltaan avoin (kuva 6), jolloin hulevesien johtaminen tapahtuu pintavaluntana. Imeytyskaivanto voi olla myös maanalainen (kuva 7), jolloin hulevesien johtaminen tapahtuu sadevesiviemäreillä tai salaajilla. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 13)

Imeytyskaivantojen eristäminen ympäröivästä maasta onnistuu suodatinkankaan avulla. Tällöin ympäröivät maalajit eivät pääse sekoittumaan täytemateriaaliin ja tukkimaan sitä. Kiintoaineen poistamiseksi ja järjestelmän tukkeutumisen estämiseksi etenkin maanalaiset kaivannot tulee varustaa hulevesien esikäsittelyllä. Esikäsittely avoimissa kaivannoissa toteutetaan viherpainanteella, kasvillisuuden peittämällä pintavalutuskaistalla tai

pienellä viivytysaltaalla. Maanalaisille rakenteille tarvitaan näiden lisäksi hiekan- ja öljynerotimet. (Suomen Kuntaliitto 2012, 147-148; Suunnittelukeskus Oy 2007, 13)



Kuva 6. Avoin imeytyskaivanto (Eskola & Tahvonen 2010, 104)



Kuva 7. Maanalainen imeytyskaivanto (Ilmastonkestävä kaupunki, 30)

Imeytyskaivannon kunnossapitotoimenpiteitä on runsaasti. Roskien ja kiintoaineksen poisto tulee suorittaa tietyin välein alueen hoitoluokasta riippuen. Suodattavan kerroksen läpäisevyys tulee pitää vaaditulla tasolla. Putkiston ja salaojien puhtaudesta ja toimivuudesta tulee pitää huolta. Purkureitin, padon toimivuuden sekä ylivuotoreitin toimivuudesta huolehtiminen on tärkeää. Myös kasvillisuus ja kiviainespinna vaativat hoitotoimenpiteitä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 248)

3.2.2 Imeytyspainanteet

Imeytyspainanteista käytetään myös nimityksiä biopidätysallas, sadepuutarha ja imeytysallas. Ne ovat kasvillisuuden peittämiä alueita, joihin pääasiassa pintavaluntana johdetut hulevedet lammikoituvat ja imeytyvät hiljalleen maaperään. Ero muihin imeytysmenetelmiin imeytyspainanteella onkin tämä maanpäällinen lammikoitumistila, jonka vuoksi imeytyspainanteilla on parempi viivyttävä vaikutus kuin muilla menetelmillä. Lammikoitumisesta huolimatta imeytyspainanteen tarkoituksena on kuitenkin imeyttää ja suodattaa vettä eikä toimia hulevesialtaana. Tämän vuoksi hulevesimäärä tulee pitää maltillisena valuma-alueen sopivan koon avulla. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 16-17)

Pelkkä pinnan muotoilu ja kasvukerroksen ja kasvillisuuden asentaminen riittävät hyvin läpäisevässä maaperässä imeytyspainanteen rakentamiseen, kun taas heikosti vettä läpäisevässä maaperässä voidaan tehdä syvempi massanvaihto. Heikosti vettä läpäisevässä maaperässä voidaan käyttää salaojitusta johtamaan ylimääräinen vesi eteenpäin. Tällöin rakenne toimii osittain imeyttävänä ja osittain suodattavana. Kuvassa 8 on esimerkkikuva imeytyspainanteesta. (Suomen Kuntaliitto 2012, 151)



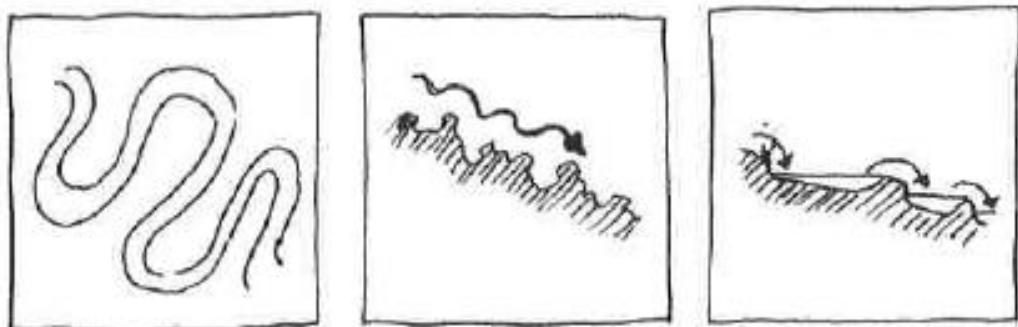
Kuva 8. Kasvillisuuden peittämä imeytyspainanne (Suunnittelukeskus Oy 2007, 17)

Kunnossapidon tärkein tehtävä on estää varastointi- ja imeytyskerroksia tukkeutumasta hienoaineksesta. Esikäsittelemällä hulevedet ennen imeyttämistä saadaan vähennettyä merkittävästi imeytysmenetelmien kunnossapitotarvetta. Imeytysrakenteen pintakerroksen, mahdollisen kasvillisuuden, esikäsitteilymenetelmien sekä purku- ja tyhjennysrakenteiden tarkastaminen ja siivoaminen roskista kuuluvat kunnossapitotoimenpiteisiin. Putkistoihin ja esikäsitteilymenetelmiin kertynyt kiintoaines tulee poistaa säännöllisesti. Jos pintakerros on päässyt tukkeutumaan, tulee se vaihtaa. Tukkeutuneesta pintakerroksesta johtuen voi lammikoituminen jatkua useita tunteja sateen loppumisen jälkeen. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 18-19)

3.3 Viivyttäminen

Maaperän ollessa soveltumaton imeyttämiseen voidaan hulevesiä viivyttää niiden synty-paikalla. Huleveden viivyttämisellä tarkoitetaan hulevesivirtaaman hidastamista ja pidättämistä eli veden hetkellistä varastoimista. Hulevesi siis varastoidaan hetkeksi aikaa ja vapautetaan vähitellen tulovirtaaman loppumisen jälkeen. Huleveden varastointi voi tapahtua maan päällä tai maan alla. Viivytyksmenetelmiä, joissa on pysyvä vedenpinta, ovat muun muassa kosteikot, lammikot ja altaat. Painanteet ja kaivannot taas kuivuvat sadeta-
pahtumien välissä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 21; Suunnittelukeskus Oy 2007, 31)

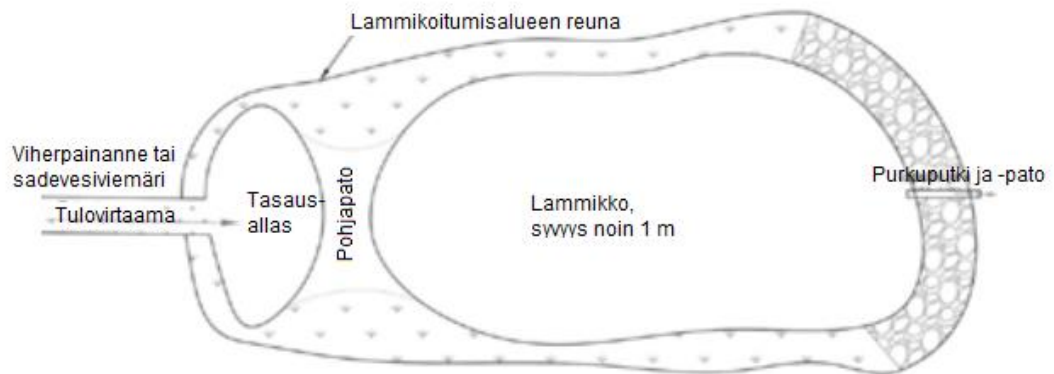
Tulvariskien vähentäminen onnistuu viivytyksmenetelmillä hyvin. Tämä onnistuu järjestelmän alapuolisilla purkureiteillä, joiden avulla saadaan hulevesivirtaamaa pienennettyä. Viivyttämällä saadaan myös vaikutettua huleveden laatuun kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden epäpuhtauksien laskeutuessa pohjalle. Kasvillisuus viivytyksmenetelmissä toimii hulevesien hallinnan lisäksi esteettisenä tekijänä ympäristöä ja viihtyvyyttä parantavana tekijänä. Kuvassa 9 on esimerkkejä erilaisista huleveden viivytyksmenetelmistä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 173)



Kuva 9. Erilaisia huleveden viivytyksmenetelmiä (Eskola & Tahvonen 2010, 96)

3.3.1 Lammikot

Hulevesilammikot ovat altaita, joissa on pysyvä vedenpinta ja sen yläpuolella tilaa huleveden varastointia varten. Lammikon puhdistusteho perustuu epäpuhtauksien laskeutukseen pohjalle. Lisäksi lammikon kasvillisuus puhdistaa hulevettä. Lammikon keskisyvyyden tulee olla vähintään metrin, jotta siinä säilyy vesipinta myös kuivina kausina. Veden määrää saadaan säädeltyä patojen ja purkuputken avulla. Lammikon alkupäähän rakennettavalla tasausaltaalla saadaan esikäsiteltyä hulevesi ja laskeutettua suurin osa kiintoaineksesta pois. Tämä vähentää varsinaisen altaan liettymistä ja huoltotarvetta. Kuvassa 10 on hulevesilammikon esimerkkipiirros. (Ilmastonkestävä kaupunki, 25)



Kuva 10. Esimerkkipiirros hulevesilammikosta (Suunnittelukeskus Oy 2007, 34)

Lammikon pohjalle kertyvä liete täytyy poistaa ja sen varastointi ja jatkokäsittely tulee ottaa huomioon ylläpitosuunnitelmissa. Huleveden esikäsitellyllä voidaan lammikon kunnossapitoa helpottaa. Laskeutusaltaan avulla saadaan poistettua suurimmat roskat ja epäpuhtaudet. Tyhjennysputki on hyvä sijoittaa lammikon pohjan tasoon, jotta lammikko saadaan tyhjennettyä huollon ajaksi. Mataliin lammikoihin kerääntyvä leväkasvillisuus tulee poistaa muutaman kerran vuodessa. (Ilmastonkestävä kaupunki, 26)

3.3.2 Rakennetut altaat

Rakennetut altaat ovat keinotekoisia hulevesien viivyttämiseen käytettäviä altaita. Altaiden rakennusmateriaalina käytetään usein betonia tai kiveä. Altaiden pysyvä vesipinta varmistetaan rakentamalla ne vesitiiviiksi. Ylivuotoreitillä sekä tyhjennysputkella allas saadaan huoltoa varten tyhjäksi. Rakennetut altaat ovat varsinkin teollisuusalueelle hyvin

sopivia vaihtoehtoja huleveden varastointiin. Ulosvirtauksen säätely tapahtuu yleensä padolla. Asutusalueen altaat suunnitellaan usein ulkonäöltään lammikoiden kaltaisiksi. Pitkään paikallaan altaissa seisova vesi voi aiheuttaa hajuhaittoja ja huonontaa viihtyvyyttä, mutta kasvillisuuden avulla saadaan hulevettä puhdistettua ja parannettua esteettisyyttä. Kuvassa 11 on esimerkkikuva hulevesialtaasta. (Ilmastonkestävä kaupunki, 26)



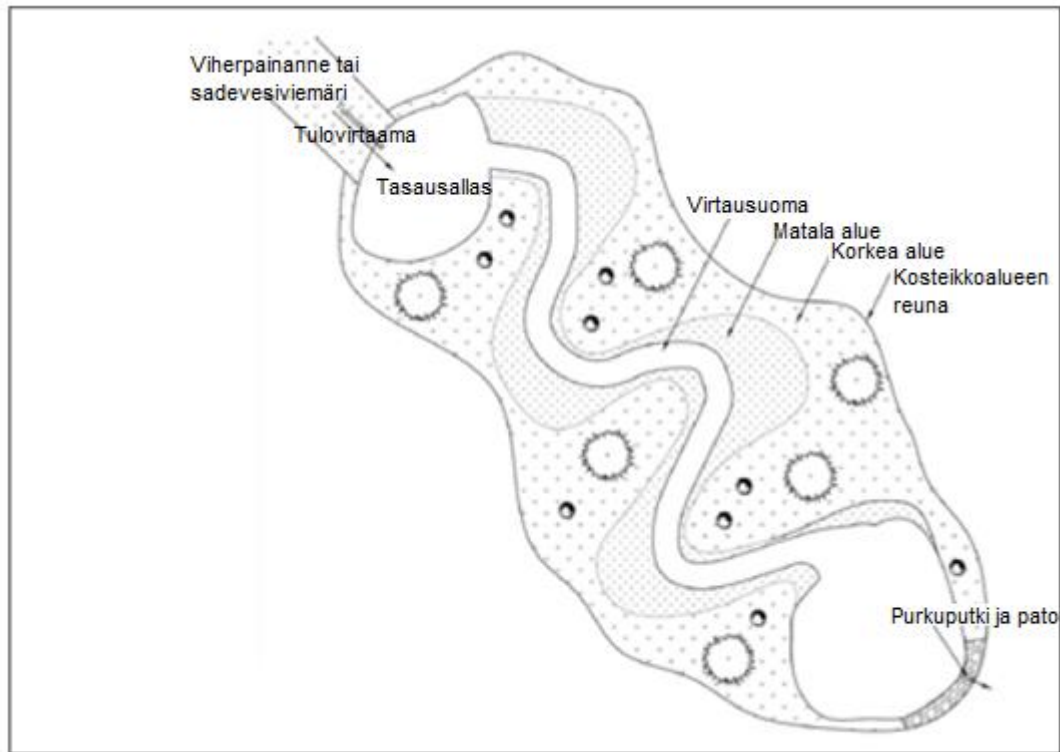
Kuva 11. Hulevesiallas (Viherympäristö 2012)

Liettymien poistaminen, veden laadun ja virtaaman seuranta sekä kasvillisuuden hoitotyöt ovat lammikon kunnossapitotoimenpiteitä. Lietteen määrää tulee seurata sekä tasausaltaassa että varsinaisessa altaassa kerran vuodessa ja tarvittaessa poistaa sitä. Tyhjennysputken sekä ylivuodon toimivuus tulee varmistaa. Kasvillisuus vaatii myös hoitotoimia. (Suomen Kuntaliitto 2012, 256)

3.3.3 Kosteikot

Kosteikot ovat rakennettuja tai luonnon muovaamia kasvillisuuden peittämiä altaita. Kosteikossa veden viipymä on suuri ja se pysyy kosteana lähes koko ajan. Kosteikon käyttötarkoituksena on huleveden viivyttäminen ja puhdistaminen. Puhdistaminen tapahtuu hiukkasten laskeuttamisen sekä vesikasvillisuuden suodattaminen avulla. (Ilmastonkestävä kaupunki, 23)

Kosteikot pystyvät käsittelemään suuria hulevesimääriä, mutta vaativat suuren tilan. Kosteikot rakennetaan usein luonnossa valmiiksi olevien painanteiden paikalle. Tasausaltaan rakentaminen kosteikon alkupäähän toimii kiintoaineksen laskeutumisalueena ennen varsinaista kosteikkoa. Rakentamisessa tulee ottaa huomioon se, että alusta lähtien rakennettun kosteikon kasvillisuus vaatii aikaa kasvaakseen vähintään yhden kasvukauden ajan. Kuvissa 12–13 on esimerkkipiirros kosteikosta ja kosteikko luonnossa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 176)



Kuva 12. Havainnepiirros kosteikon rakenteesta (Suunnittelukeskus Oy 2007, 32)



Kuva 13. Kosteikko luonnossa (Ilmastonkestävä kaupunki, 24)

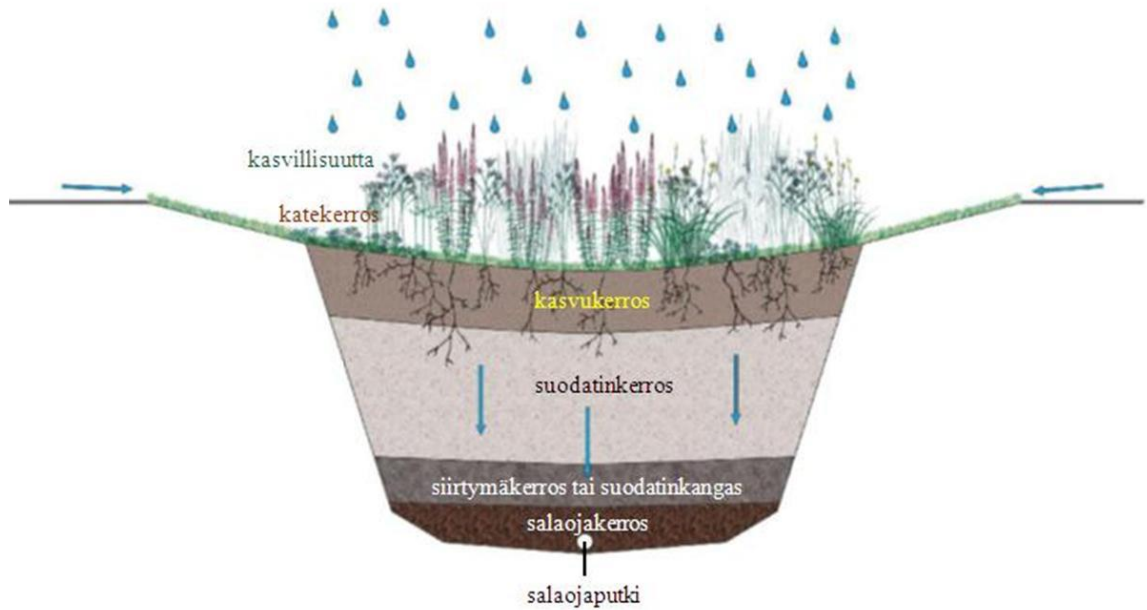
Kosteikkoa tulee tarkkailla heti rakentamisen jälkeen, jotta havaitaan miten vesi virtaa kosteikossa ja aiheutuuko siitä eroosiota reunoille. Lietettä tulee poistaa vuosittain kosteikkoon tulevien ojien suista. Myös laskeutusaltaiden liete poistetaan tarvittaessa. Patorakenteiden kuntoa tulee seurata keväisin ja syksyisin. Kasvillisuuden hoitotoilla pidetään huoli siitä, ettei kosteikko kasva umpeen. (Ilmastonkestävä kaupunki, 24)

3.3.4 Viivytyispainanteet ja -kaivannot

Viivytyispainanteet ovat ympäristöään alempana olevia hulevesien lammikoitumisalueita. Ero imeytyspainanteeseen on imeytys- ja varastointikerroksen puute. Imeytymistä ei siis pyritä tehostamaan mitenkään. Hulevesiviemäriin johdetulla putkella tai padon läpi suoutaumalla saadaan painanne tyhjennettyä. Kasvillisuus viivytyispainanteissa on mahdollista. Kuvissa 14–15 on viivytyispainanne pysäköintialueella ja viivytyispainanteen rakennekuva. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 34)



Kuva 14. Viivytyispainanne ylivuotorakenteineen (Pöyry Finland Oy 2012, 13)



Kuva 15. Viivytyispainanteen rakennekerrokset (Ilmastonkestävä kaupunki, 16)

Viivytyispainanteen kunnossapitotoimenpiteisiin kuuluvat roskien ja kiintoaineksen poisto, kasvillisuus- ja kiviainespinnan kunnossapito sekä lumen poisto ylivuotoputken edestä jäätyminen estämiseksi. Salaojaputken toiminnasta huolehtiminen on myös tärkeää. (Suomen Kuntaliitto 2012, 262)

Viivytyaskaivannot ovat maanalaisia rakenteita, joiden tarkoituksena on viivyttää hulevesiä. Menetelmiä käytetään vähän maanpäällistä tilaa olevissa tilanteissa. Esimerkiksi suurten kauppojen piha-alueille viivytyaskaivannot sopivat hyvin. Kaivannot varustetaan salaojituksella ja purkuputkella niiden tyhjentämiseksi. Viivytyispainanteen tavoin hulevettä ei pyritä imeyttämään, mutta yhdistetty imeytys- ja viivytyaskaivanto on mahdollinen. Kuvassa 16 on maanalainen muovikaseteilla täytetty viivyty- ja imeytyaskaivanto. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 35)



Kuva 16. Maanalainen imeytys- ja viivytyskaivanto (Suomen Kuntaliitto 2012, 149)

3.4 Hulevesien johtaminen avoimissa järjestelmissä

Avo-ojat, purot, viherpainanteet, kourut, kanavat ja muut avouomavirtaukseen perustuvat menetelmät ovat avoimia hulevesien johtamistapoja. Lisäksi rummut, joiden avulla hulevedet johdetaan katujen tai muiden esteiden alitse tai läpi, lasketaan näihin menetelmiin. Johtamisreittien kasvillisuudella, pienellä pituuskaltevuudella ja riittäväällä pituudella saadaan virtaamaa hidastettua, mikä mahdollistaa huleveden imeytymisen maaperään sekä epäpuhtauksien laskeutumisen. (Suomen Kuntaliitto 2012, 21)

Painanteista, avo-ojista sekä tarvittaessa rummuista ja hulevesiviemäriosuuksista koostuva kuivatusjärjestelmä on hulevesien määrällisen ja laadullisen hallinnan kannalta paras ratkaisu varsinkin rakentamisen ja maankäytön ollessa suhteellisen väljä. Pienillä valuma-alueilla järjestelmiä voidaan käyttää myös hieman tiiviimmin rakennetuilla alueilla. Tilavaraus kiinteistöön kuuluvalta viheralueelta, katualueelta tai yleiseltä alueelta vaaditaan järjestelmän palvellessa laajempia valuma-alueita. (Suomen Kuntaliitto 2012, 21)

3.4.1 Avo-ojat

Avo-ojat ovat maahan kaivettuja hulevesien johtamiseen tarkoitettuja uomia. Niillä on paljon hyviä ominaisuuksia hulevesiverkostoon verrattuna. Avo-oja viivyyttää ja tasaa virtaamia ja niiden tulvaherkkyys on huomattavasti hulevesiviemäriä pienempi. Lisäksi ojien kasvillisuuden avulla saadaan hulevesiä puhdistettua. Avo-ojia voidaan käyttää talvella lumen varastointipaikkana. (Ilmastonkestävä kaupunki, 33)

Ojan käytöllä pyritään hidastamaan veden virtaamaa, jolloin epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan ja hulevettä imeytyy maaperään. Kasvillisuus, riittävä pituus sekä pieni pituuskaltevuus ovat hyviä keinoja virtaaman hidastamisen, imeytymisen ja puhdistumisen tehostukseen. Lisäksi uoman poikkileikkauksen epäsäännöllisellä muodolla ja mutkittelevalla pituusleikkauksella saadaan pienennettyä veden virtausnopeutta ja tätä kautta veden viipymää. (Ilmastonkestävä kaupunki, 33)

Ojan toiminnallisia ominaisuuksia saadaan korostettua syvyyden, muodon ja vieton avulla. Toiminnallisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi imeytys, varastointi tai johtaminen. Matalat ja loivaluiskaiset ojat ovat usein syviä ja jyrkkäreunaisia ojia parempia vaihtoehtoja kaupunkiin. Syvät ojat, joihin kertyy helposti roskia ja joissa vesi seisoo, eivät ole viihtyisiä eivätkä turvallisia. Lisäksi kunnossapito on helpompi suorittaa matalalle ja loivaluiskaiselle ojalle. Jos ojista joudutaan tekemään syviä esimerkiksi niihin johdettavan vesimäärän vuoksi, edellyttävät ne suuria tilavarauksia. Rakennusten salaojien tai hulevesiviemärien johtamat vedet saattavat muodostaa todella suuria vesimääriä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 159)

Suurimpia ongelmia avo-ojilla ovat sortumat ja voimakas eroosio. Näiden syinä ovat liian jyrkät luiskat, eroosiosuojauksen puutteellinen hoitaminen sekä huono kunnossapito. Matalat ja loivaluiskaiset ojat sekä pieni pituuskaltevuus auttavat ehkäisemään näitä ongelmia. Monissa paikoissa nämä eivät kuitenkaan ole mahdollisia. Kuvassa 17 on esitettyä esimerkki matalaluiskaisesta avo-ojasta. (Suomen Kuntaliitto 2012, 159)



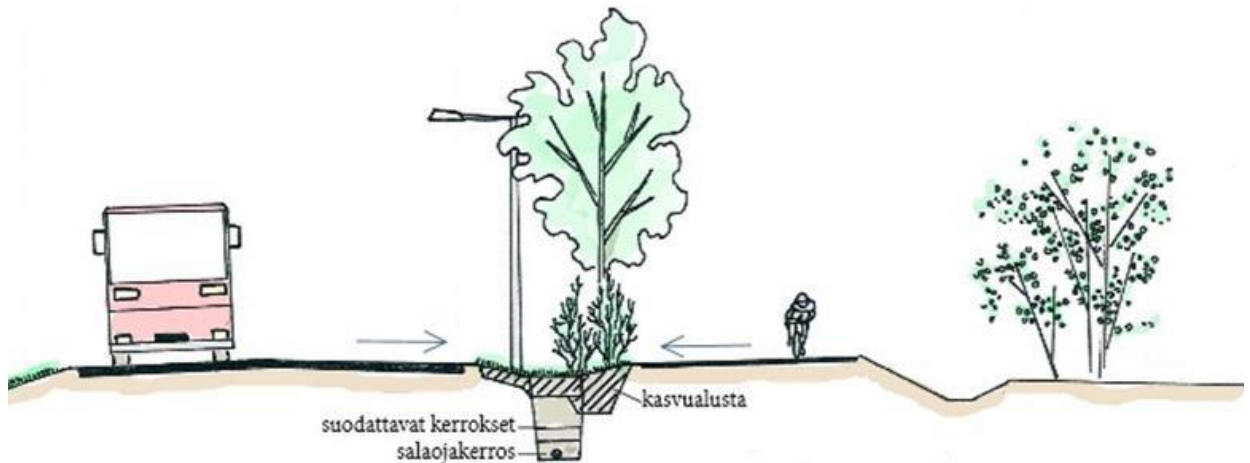
Kuva 17. Matalaluiskainen avo-oja (Ilmastonkestävä kaupunki, 34)

Avo-ojien tärkein kunnossapitotoimenpide on ojien perkaaminen tai ruoppaaminen. Se suoritetaan ojan ollessa niin liettynyt tai tukkiutunut, että veden virtaus estyy. Kasvillisuuden poistaminen suoritetaan sen määrän ollessa haitallinen ojan toiminnan kannalta. Eroosioaurioiden korjaaminen on tärkeää, jotta ojan poikkileikkaus säilyy suunnitellun kaltaisena. Ojan ympäristön pitäminen turvallisena on osa kunnossapittoa. Tämä tarkoittaa tarvittaessa turva-aitojen tai runsaan kasvillisuuden käyttämistä, jotta ojan lähelle pääsy hankaloituu. (Ilmastonkestävä kaupunki, 34)

3.4.2 Painanteet

Painanteet ovat toiminnaltaan ojien kaltaisia, mutta rakenteeltaan matalia, loivaluiskaisia ja kauttaaltaan nurmetettuja tai muuten verhoiltuja. Lisäksi niitä ei ole tarkoitettu ympäristön rakenteiden kuivatukseen. Painanteilla voidaan pintavalunnan johtamisen lisäksi myös käsitellä hulevesiä imeyttämällä, viivyttämällä tai suodattamalla niitä. Pituuskaltevuudeksi suositellaan 1...3 % ja maksimiarvona on 5 %. Jos maaston takia joudutaan tekemään jyrkempiä painanteita, tulee vettä padottaa tai painanne porrastaa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 159)

Imeyttäminen viherpainanteessa vaatii hyvin vettä läpäisevää maaperää. Tällöin viherpainanne ei edellytä pinnan muotoilun ja kasvukerroksen sekä kasvillisuuden asentamisen lisäksi mitään rakennustöitä. Maaperän ollessa heikosti vettä läpäisevää käytetään salaojitusta ylimääräisen veden johtamiseen. Kuivatuskerros, josta vedet johdetaan hulevesiverkostoon tai suoraan vastaanottavaan vesistöön, sijaitsee rakenteen alaosassa. Kuvissa 18–19 on viherpainanteen tyyppipoikkileikkaus ja viherpainanne katualueella. (Ilmastonkestävä kaupunki, 19)



Kuva 18. Viherpainanteen tyyppipoikkileikkaus (Ilmastonkestävä kaupunki, 19)



Kuva 19. Viherpainanne katualueella (Ilmastonkestävä kaupunki, 19)

Kunnossapidon tärkein tehtävä on pitää virtausreitit puhtaana ja toimintakykyisenä. Tämä tarkoittaa roskien ja kiintoaineksen poistoa sekä kasvillisuuden ja muiden pintamateriaalien kunnossapitoa. Muodonmuutokset tulee korjata tarvittaessa. Painanteen kasvukerrokseen on lisättävä multaa ja istutettava uutta kasvillisuutta kuolleen ja kuluneen tilalle vuosittain. Purkuputkien ja ylivuotoreitin toimivuuden varmistaminen on myös tärkeää. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 29)

3.4.3 Rummut

Rumpu on vapaalta aukoltaan alle 2 m levyinen putkirakenne. Rumpujen yleisin käyttökohde on avoimissa järjestelmissä vesien johtaminen kulkuväylien alitse. Lisäksi rumpuja käytetään veden kuljettamisessa pihamaan toiselle reunalle sekä esimerkiksi liikuntapaikoilla tai puistossa vesialtaasta toiseen. Rumpuputkien materiaalina käytetään betonia, muovia tai terästä. Putket voivat olla pyöreitä tai tasaisella pohjalla varustettuja. Kuvassa 20 on esitettynä rumpuputket varustettuna isojen roskien tai eläinten pääsyn estävillä ritiloilla. (Eskola & Tahvonen 2010, 87)



Kuva 20. Rumpuputket ja ritilät (Helvilä 2013, 25)

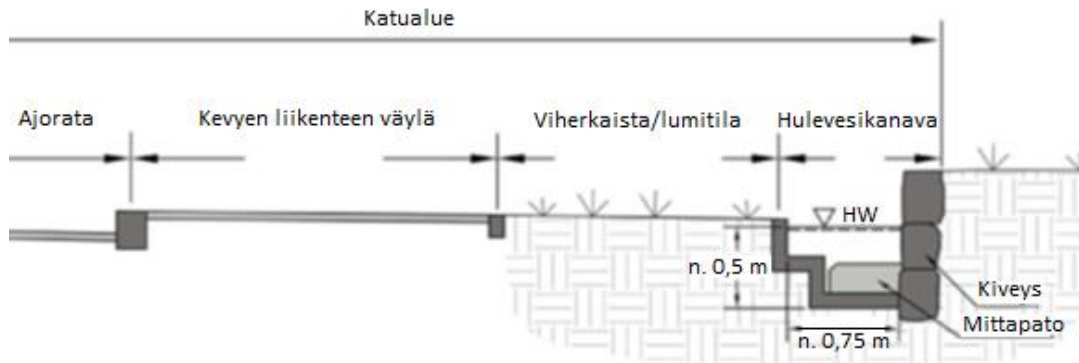
Rumpujen kunnossapito on tärkeä osa avoimien hulevesijärjestelmien toimintaa. Roskien poisto rumpujen edestä ja ritiloista on tärkeää. Liettyvät tulee poistaa, jotta virtaus ei esty. Avo-ojien päiden avaaminen ja ylimääräisen maa-aineksen poiskuljettaminen ovat myös tarpeellisia toimenpiteitä. Talvikautena paannejää tulee poistaa ja rummut avata tarvittaessa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 264)

3.4.4 Rakennetut kanavat ja uomat

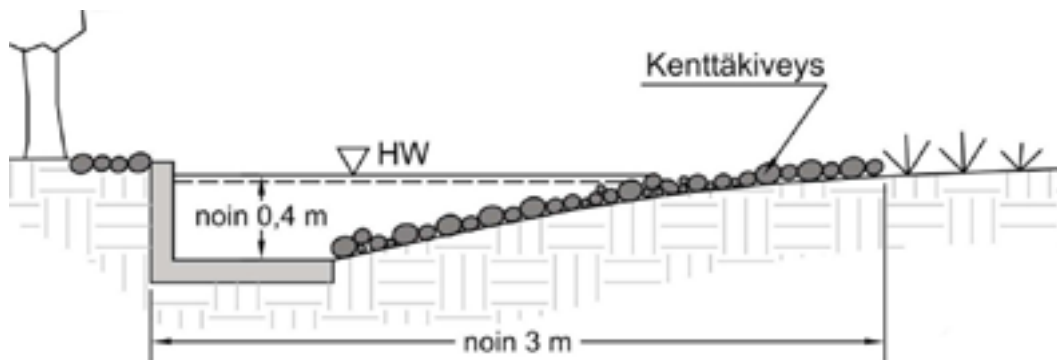
Kanavat ovat luonnonkivistä tai betonista rakennettuja hulevesien johtamisreittejä. Kanavan syvyys ja leveys voivat vaihdella todella paljon, aina muutamasta kymmenestä sentistä jopa metreihin. Reunojen ollessa hyvin jyrkkäluiskaisia tai jopa pystysuoria eivät kanavat vie tilaa kovinkaan paljon. Tästä johtuen niitä voi sijoittaa tiheästi rakennetuille alueille. Sileän pinnan ansiosta kanavat johtavat erittäin hyvin vettä ja täten sopivat erinomaisesti hulevesien johtamiseen. Suurten vesimäärien johtaminen onnistuu jyrkkien reunojen myötä saavutetun suuren poikkipinta-alan ansiosta. Virtaamaa hidastavaa kasvillisuutta ei myöskään kanavissa ole. Kuvissa 21–23 on esitettyä kaksi eri hulevesikanavan poikkileikkausesimerkkiä sekä hulevesikanava asutusalueen takapihalla. (Ilmas-tonkestävä kaupunki, 36)



Kuva 21. Hulevesikanava korttelin sisällä (Suunnittelukeskus Oy 2007, 27)



Kuva 22. Poikkileikkausesimerkki hulevesikanavasta (Suunnittelukeskus Oy 2007, 26)

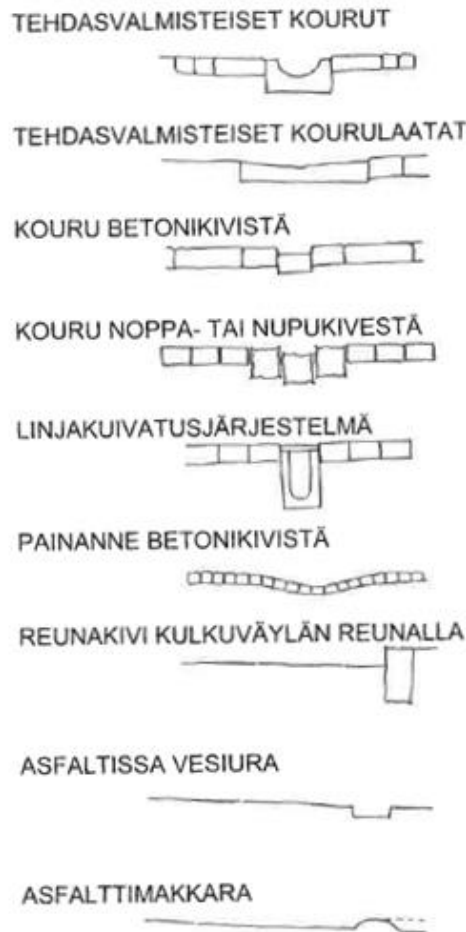


Kuva 23. Poikkileikkausesimerkki kanavan ja puron yhdistelmästä (Suunnittelukeskus Oy 2007, 26)

Hulevesikanavien kunnossapitoon kuuluu roskien poistaminen, kourujen puhdistus, lietteen poisto ja sakkapesien tyhjennys. Muodonmuutosten korjaaminen ja tarvittaessa osien vaihto saattaa olla tarpeen. Lisäksi talvella paaanjään muodostuminen tulee estää. (Suomen Kuntaliitto 2012, 254)

3.4.5 Kourut

Kourut ovat kapeita ja matalia pienten hulevesimäärien johtamiseen tarkoitettuja painanteita. Esimerkiksi kattovesien johtamiseen kourut ovat erittäin toimivia ratkaisuja. Vedet johdetaan kouruja pitkin joko avo-ojaan tai hulevesiviemäriin. Kourut voivat olla tehdasvalmisteisia tarkoitukseen suunniteltuja kourukiviä tai erillisistä betoni- tai luonnonkivistä toteutettuja kouruja. Erilaisia kouru- ja painanneratkaisuja on todella monia (kuva 24). (Eskola & Tahvonen 2010, 83)



Kuva 24. Erilaisia kouru- ja painanneratkaisuja (Eskola & Tahvonen 2010, 84)

Kourujen kunnossapito ei eroa merkittävästi kanavien kunnossapidosta. Roskat tulee poistaa ja kouru tulee muutenkin pitää puhtaana. Lietteen poistaminen ja sakkapesien tyhjennys ovat tärkeitä toimenpiteitä. Muodonmuutosten korjaaminen ja osien vaihto saattavat olla tarpeen. Talvella painannejään muodostuminen kouruihin tulee estää. (Suomen Kuntaliitto 2012, 254)

3.4.6 Tulvareitit

Tulvareitit ovat hulevesien johtamisjärjestelmiä tilanteissa, joissa hulevesijärjestelmän mitoituksen ylityksen seurauksena hulevedet tulee johtaa hallitusti muuta kautta pois. Ilman tulvareittejä tulvatilanteissa hulevedet saattavat aiheuttaa merkittäviä vahinkoja ihmistoiminnan ja rakenteiden kannalta. Tulvareitit voivat olla kaikenlaisia hulevesien johtamisjärjestelmiä aina suurikokoisista putki- ja kanavarakenteista pienempiin kouruihin tai painanteisiin. (Suomen Kuntaliitto 2012, 169)

Erityisesti imeyttävissä ja suodattavissa järjestelmissä sekä vain pienille virtaamille suunnitelluissa hulevesiä käsittelevissä erotinjärjestelmissä olisi hyvä olla tulvareitit. Lisäksi patorakenteiden ylivuotoaukot ja -reitit tulisi suunnitella sellaisiksi, että niiden kautta saadaan johdettua järjestelmän kapasiteetin ylittävät virtaamat. (Suomen Kuntaliitto 2012, 169)

Tulvareittien purkamista suoraan vesistöihin tulisi välttää tulvavesien haittavaikutusten vuoksi. Tulvavesien johtamisella virtaamaa tasaaville tulva-alueille saadaan huleveden määrää vähennettyä ja myös laatua parannettua. Eroosiosuojauksesta huolehtiminen tulvareiteillä ja niiden purkupisteissä on tärkeää. (Suomen Kuntaliitto 2012, 170)

3.5 Hulevesien johtaminen hulevesiviemäriverkostossa

Hulevesiviemäriverkosto on putkistosta ja kaivoista koostuva hulevesijärjestelmä, jonka tarkoituksena on koota ja johtaa hulevedet pois katu-, tie- ja piha-alueilta. Maanalaisena järjestelmänä sillä on paljon hyviä puolia avo-ojiin verrattuna, kuten esimerkiksi siistimmät katutilat ja pienempi tilatarve. Varsinkin tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä hulevesiviemärointi on usein ainut mahdollinen ratkaisu. (Suomen Kuntaliitto 2012, 189)

3.5.1 Hulevesien kokoaminen ja johtaminen

Vaikka hulevesiviemäriverkosto pyritään rakentamaan painovoimaisesti luonnonmukaisia valumareittejä mukaillen, on viemärointi kuitenkin kaukana luonnonmukaisesta menetelmästä. Hulevesien imeytyminen maaperään ei ole mahdollista ja lisäksi järjestelmä johtaa hulevedet liian nopeasti ja käsittelemättöminä purkuvesiin. Tästä aiheutuu suuria virtaamavaihteluita, eroosiota ja veden tilan heikentymistä. Muita hulevesien hallintamenetelmiä käyttämällä voidaan hulevesiviemäriverkoston mitoitusta pienentää ja tätä kautta vähentää tulvimisherkkyyttä sekä purkuvesistön kuormitusta. Maanalaiset putkijärjestelmät ovat kuitenkin tärkeä osa hulevesien hallintaa ja niitä tarvitaan osana hulevesien hallinnan kokonaisratkaisuja. (Suomen Kuntaliitto 2012, 189)

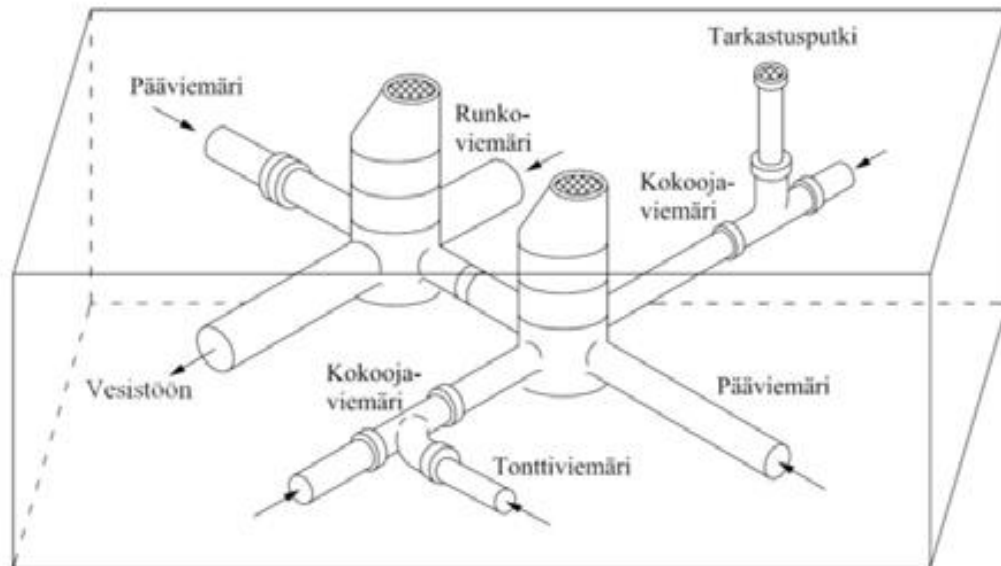
Hulevesiviemäroinnin tehtävänä on myös johtaa rakenteiden kuivatuksesta muodostuvat salaojavedet pois. Hulevesiviemäroinnin yksi etu pintakuivatusjärjestelmiin verrattuna onkin tämä rakenteellinen kuivatus, sillä salaojia ei lähes ikinä pystytä purkamaan hulevesipainanteeseen tai maastoon toimintavarmasti. Tällä asialla on kuitenkin myös huono

puoli, sillä hulevesiviemäriverkoston tulviminen saattaa aiheuttaa paluuvirtauksen rakenteisiin salaojia pitkin takaiskuventtiilien pettäessä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 189)

3.5.2 Verkoston rakenne

Hulevesiviemäriverkosto alkaa kiinteistön tarkastuskaivosta ja päättyy verkoston purkupaikkaan eli purkuvesistöön tai valittuun purkupisteeseen maastossa. Viemäriverkosto koostuu pääasiassa viemäriputkista ja erilaisista kaivoista. Näiden lisäksi venttiilit, pumppaamot, ylivuotorakenteet ja muut erikoisrakenteet ovat viemäriverkoston kuuluvia osia. (Suomen Kuntaliitto 2012, 191)

Hulevesiviemäriverkoston putket voidaan jakaa runko-, pää-, kokooja- ja tonttivilmäriin sekä yhdys- eli viiksijohtoihin. Runkoviemäri on näistä putkikooltaan suurin. Runko- ja pääviiemäreiden sijoituspaikkoja ovat pääkadut, kun taas kokooja- ja tonttivilmärit nimensä mukaisesti kokoojakaduille ja tonttikaduille. Putkien välille sijoitetaan kaivoja, joita ovat hulevesikaivot, tarkastuskaivot ja tarkastusputket. Kuvassa 25 on esitettyä hulevesiviemäriverkoston rakenne tontilta vesistöön. (Suomen Kuntaliitto 2012, 191)



Kuva 25. Hulevesiviemäriverkoston rakenne tontilta vesistöön (Suomen Kuntaliitto 2012, 191)

Hulevesikaivot voivat olla ritiläkannellisia kaivoja tai reunakiven yhteyteen asennettavia kitakaivoja. Kaivojen sijoituspaikkana ovat yleensä maaston tai kadun alimmat kohdat, jotta ne keräävät pintavaluntana tulevat hulevedet. Hulevesikaivo voidaan sijoittaa myös

ylemmäksi, jos siihen johdetaan salaojakuivatus imeytys- tai suodatusalueelta. Tällöin kaivo toimii ylivuotona. Kuvassa 26 on ritiläkaivo, jonka toiminta on varmistettu tukkeutumisalttiissa kohdassa kitakaivolla. (Suomen Kuntaliitto 2012, 191)



Kuva 26. Ritiläkansikaivo ja kitakaivo (Suomen Kuntaliitto 2012, 193)

Hulevesiä johtavia viemäröintijärjestelmiä on kahdenlaisia. Erillisviemäröinnillä hulevedet sekä salaojia pitkin johdetut rakenteiden kuivatusvedet johdetaan omassa putkistossaan erillään jätevesistä. Tämä onkin Suomessa yleisempi hulevesien viemäröintijärjestelmä ja uusille alueille rakennetaan lähes poikkeuksetta erillisviemäröinti. Toinen ja etenkin aiemmin käytetty menetelmä on sekaviemäröinti, jossa hulevesien lisäksi jätevedet kulkevat samassa putkistossa. Sekaviemäreitä ei enää Suomessa rakenneta, mutta vanhoja sekaviemäröintijärjestelmiä löytyy edelleen vanhoista kaupunkikeskustoista. (Suomen Kuntaliitto 2012, 190)

Sekaviemäröinti aiheuttaa ongelmia rankkasateiden aikana, kun suurista hulevesimääristä johtuvan verkoston kapasiteetin myötä viemäriverdet pääsevät tulvimaan. Viemäriverdet pyritään tarkoituksella ohjaamaan maastoon tai vesistöihin, jotta ne eivät tulvisi kaduille ja rakennuksiin ja aiheuttaisivat huomattavia vahinkoja sekä hajuhaittoja. Tulvariskin vuoksi sekaviemäröinnistä pyritään pääsemään eroon, mutta laajoista rakennustöistä ja kustannuksista johtuen tämä on erittäin haastavaa. Erillisviemäröintiin siirtymistä suositellaan kuitenkin viimeistään laajojen saneerausten yhteydessä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 190)

3.5.3 Verkoston kunnossapito

Hulevesiverkoston tarkastus- ja kunnossapitotoimenpiteitä hoidetaan tarkastuskaivojen avulla. Niitä sijoitetaan putkilinjan vaaka- ja pystytaitteisiin sekä viemärin haarautumis-kohtiin maksimissaan 50–100 metrin etäisyydelle toisistaan. Hulevesiverkoston jatkuva seuranta on tärkeää, jotta toiminta pysyy suunniteltuna. (Suomen Kuntaliitto 2012, 265)

Hulevesiverkoston kunnossapitotoimenpiteitä ovat:

- roskien ja kiintoaineksen poisto ritilöistä ja kehysten urista
- lietepesän tyhjennys
- jään poisto ritilöistä
- kiintoaineksen poisto putkistosta ja salaojista
- kansiston korkeusaseman tarkistus
- kaivon suoruuden tarkistus (Suomen Kuntaliitto 2012, 265)

4 HULEVESIEN HALLINTAMENETELMÄN VALINTA

4.1 Hulevesien määrällinen hallinta

Hulevesien määrällistä hallintaa on arvioitu taulukossa 4 kolmella eri kriteerillä. Ensimmäisenä on suurten hulevesitulvien estäminen eli toimintavarmuus poikkeuksellisissa oloissa. Toinen kriteeri on virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy. Tämä tarkoittaa keskimääräisen hulevesivirtaaman ja virtausnopeuden hallintakykyä. Kolmantena kriteerinä on imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen, joka tarkoittaa kykyä vähentää huleveden määrää imeyttämällä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 200)

Taulukko 4. Menetelmien tehokkuus hulevesien määrällisessä hallinnassa (Suomen Kuntaliitto 2012, 200)

Hulevesien määrällinen hallinta			
	Hulevesitulvien estäminen	Virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy	Imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	1	2	3
Viherkatot	1	2	1
Imeytyskaivannot	2A	2	3
Imeytyspainanteet	2	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2A	2	2B
Rakennetut kanavat ja purot	2A	2	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2B
Lammikot	3	3	2B
Viivytysohjeet	2	3	2B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	3	1C

- 3 Merkittävä positiivinen vaikutus
 2 Keskitasoinen positiivinen vaikutus
 1 Alhainen positiivinen vaikutus

- A Jos rakenteen yhteyteen on varattu viivytysohjeita
 B Edellyttää maaperältä kohtalaista vedenläpäisyä, muutoin alhainen vaikutus
 C Umpinainen säiliö tai heikosti läpäisevä maaperä, hyvin läpäisevässä maaperässä keskitasoinen vaikutus

4.2 Hulevesien laadullinen hallinta

Hulevesien laadullisella hallinnalla tarkoitetaan huleveden laatuun vaikuttamista epäpuhtauksia poistamalla. Menetelmien välillä on suuria eroja laadullisessa hallinnassa. Taulukossa 5 on käsitelty menetelmien tehokkuutta hulevesien laadullisessa hallinnassa. (Suomen Kuntaliitto 2012, 201)

Taulukko 5. Menetelmien tehokkuus hulevesien laadullisessa hallinnassa (Suomen Kuntaliitto 2012, 201)

Hulevesien laadullinen hallinta			
	Kiintoaine	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	3	3	2
Viherkatot	E	E	E
Imeytyskaivannot	3	3	2
Imeytyspainanteet	3	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2	2	1
Rakennetut kanavat ja purot	2	1	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2
Lammikot	3	3	2
Viivytysohjeet	3	2	1
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	1	1

- 3 Hyvä puhdistuskyky, 65-100%
 2 Keskitasoinen puhdistuskyky, 30-65%
 1 Alhainen puhdistuskyky, 0-30%
 E Ei relevantti

4.3 Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille

Hulevesien hallintamenetelmien soveltuvuus eri maankäyttömuodoilla vaihtelee suuresti. Taulukossa 6 on arvioitu eri menetelmien soveltuvuutta eri maankäyttötyypeille. Arviointikriteereinä ovat menetelmien tilatarve ja eri maankäyttömuotojen alueella muodostuvan huleveden määrä ja laatu. (Suomen Kuntaliitto 2012, 202)

Taulukko 6. Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille (Suomen Kuntaliitto 2012, 202)

Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille							
	Pien- ja rivitaloalueet	Kerrostaloalueet	Liikennealueet ^A	Tiheästi rakennetut alueet	Ydinkeskusta	Hotspot-alueet ^C	
Hulevesien vähentäminen							
Läpäisevät päällysteet	3	3	2	2	1	1	
Viherkatot	3	2	E	2	2	2	
Imeytyskaivannot	3	3	2	3	2	1	
Imeytyspainanteet	3	2	2	2	1	1	
Hulevesien johtaminen							
Kourut	2	3	1	2	1	2	
Viherpainanteet	3	3	3	1	1	2 ^B	
Rakennetut kanavat ja purot	3	3	2	2	2	1	
Hulevesien viivyttäminen							
Kosteikot	3	2	3	2	1	2 ^B	
Lammikot	3	2	3	2	1	2 ^B	
Viivytyispainanteet	3	3	1	2	2	2 ^B	
Viivytyiskaivannot ja -säiliöt	1	2	1	3	3	2	

- 3 Sopii hyvin
 2 Soveltuu osittain tai tietyin ehdoin
 1 Soveltuu harvoin tai ei ollenkaan
 E Ei relevantti

- A) Jos liikennealueet sijaitsevat pohjavesialueella tai liikennemäärät ovat huomattavia, ovat ne hotspot-alueita
 B) Hyväksyttävä vaihtoehto jos imeytyminen on vähäistä
 C) Hotspot-alueet ovat kemikaalipäästön riskin aiheuttavia toimintoja, kuten huoltoasemia tai teollisuutta.

4.4 Menetelmien toteutusta rajoittavat tekijät

Hulevesien hallintamenetelmien toteutusta rajoittavat monet tekijät. Monet rajoitukset eivät täysin sulje pois mitään vaihtoehtoa, mutta vaativat huolellista suunnittelua. Taulukossa 7 on esitettyä eri menetelmien toteutusta rajoittavia tekijöitä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 203)

Taulukko 7. Hulevesien hallintamenetelmien toteutusta rajoittavia tekijöitä (Suomen Kuntaliitto 2012, 203)

Hulevesien hallintamenetelmien toteutusta rajoittavia tekijöitä								
	Valuma-alueen koko	Maaperä	Alueen topografia	Etäisyys pohjaveden pinnasta	Etäisyys läpäisemättömästä maakerroksesta	Etäisyys kuivatettavista rakenteista	Tilantarve	Suuri kiintoaineen ja roskien määrä
Hulevesien vähentäminen								
Läpäisevät päällysteet	2	1	2	1	1	2	3	1
Viherkatot	2	E	2	E	E	2	3	E
Imeytyskaivannot	1	1	2	1	1	2	2	2
Imeytyspainanteet	2	1	2	1	1	2	2	2
Hulevesien johtaminen								
Kourut	1	3	2	3	3	3	3	3
Viherpainanteet	2	3	2	2	2	2	2	3
Rakennetut kanavat ja purot	2	3	2	2	2	2	2	3
Hulevesien viivyttäminen								
Kosteikot	2	2	2	2	2	2	1	3
Lammikot	3	2	2	2	2	2	2	3
Viivytysohjeet	2	2	2	2	2	2	2	3
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	2	2	2	2	2	3	2

3 Yleensä ei ole rajoittava tekijä

2 Rajoitukset voidaan välttää huolellisella suunnittelulla

1 Huomattava rajoittava tekijä

E Ei relevantti

4.5 Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin

Hulevesien hallintamenetelmien soveltuvuudella talviolosuhteisiin on eroja. Osa soveltuu hyvin kylmään ilmastoon, kun taas toisilla toimivuus talvella on heikko. Taulukossa 8 on esitetty menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin. (Suomen Kuntaliitto 2012, 204)

Taulukko 8. Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin (Suomen Kuntaliitto 2012, 204)

Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin	
	Soveltuvuus talviaikaisten hulevesien hallintaan
Hulevesien vähentäminen	
Läpäisevät päällysteet	1
Viherkatot	1
Imeytyskaivannot	2
Imeytyspainanteet	2
Hulevesien johtaminen	
Kourut	1
Viherpainanteet	2
Rakennetut kanavat ja purot	2
Hulevesien viivyttäminen	
Kosteikot	3
Lammikot	3
Viivytysohjelmat	2
Viivytysohjelmat ja -säiliöt	2

Taulukko 14- 12 Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin.

- 3 Soveltuu hyvin kylmään ilmastoon, voi toimia tehokkaasti myös talvella
 2 Voidaan käyttää myös talvella jos tämä on otettu huomioon suunnittelussa, keskitasoinen tehokkuus.
 1 Toimivuus talvella on heikko.

5 LAINSÄÄDÄNTÖ

Hulevesien hallintaa ohjaavat useat eri lait, joista tärkeimpinä ovat maankäyttö- ja rakennuslaki, vesihuoltolaki sekä vesilaki. Hulevesiin liittyviä asioita käsitellään myös ympäristönsuojelulaissa, luonnonsuojelulaissa sekä laissa tulvariskien hallinnasta. Lisäksi Suomen rakentamismääräyskokoelma, kunnan rakennusjärjestys ja alueen rakentamisohje ohjeistavat hulevesien käsittelyä. (Eskola & Tahvonen 2010, 19)

5.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki koskee alueiden käyttöä ja rakentamista. Sen tavoitteena on luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö. Lain 1 luvun 1 §:ssä mainitaan tavoitteeksi järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999)

Maankäyttö- ja rakennuslain luvussa 13a käsitellään hulevesiä koskevia erityisiä säännöksiä. Luvun säännöksiä sovelletaan rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muulle pinnalle kertyvän sade- tai sulamisveden hallinnassa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999)

5.2 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolain 1 luvun 1 §:n mukaan tavoitteena on turvata sellainen vesihuolto, että kohtuullisin kustannuksin on saatavissa riittävästi terveydellisesti ja muutoinkin moitteetonta talousvettä sekä terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi. Lakia sovelletaan asutuksen vesihuoltoon sekä myös rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muulle pinnalle kertyvän sade- tai sulamisveden viemärointiin siltä osin kuin vesihuoltolaitos siitä huolehtii. Laissa hulevesiä koskevat säädökset koskevat lisäksi perustusten kuivatusvesiä. (Vesihuoltolaki 119/2001)

Lain luku 3a käsittelee huleveden viemäroinnin järjestämistä ja hoitamista. Laissa todetaan kunnan voivan päättää vesihuoltolaitoksen kanssa neuvoteltuaan, että laitos huolehtii

päätöksessä määriteltävällä alueella huleveden viemäroinnistä yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti. Viemärointi on osa hulevesien hallintaa. (Vesihuoltolaki 119/2001)

5.3 Vesilaki

Vesilain tavoitteena on edistää, järjestää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä niin, että se on yhteiskunnallisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä. Lisäksi sen avulla pyritään ehkäisemään ja vähentämään vedestä ja vesiympäristön käytöstä aiheutuvia haittoja sekä parantamaan vesivarojen ja vesiympäristön tilaa. (Vesilaki 587/2011)

Vesilain 5 luku käsittelee ojitusta. Luvun säännöksiä sovelletaan ojitukseen sekä ojan käyttämiseen ja kunnossapitoon. Jos vesihuoltolaitoksen viemärissä, jonka tarkoituksena on huleveden tai perustusten kuivatusveden johtaminen, johdetaan vettä vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston ulkopuolelle, viemäriverkoston kattamaa aluetta tai sen osaa on käsiteltävä kuivatusalueen erillisenä osittelualueena. (Vesilaki 587/2011)

5.4 Kaavoitus

Kaavoituksella on keskeinen asema hulevesien käsittelyn ohjauksessa. Parhaiten hulevesien luonnonmukainen hallinta saadaan toteutettua uudisrakennuskohteissa, sillä näissä tapauksissa käytettävien menetelmien tilavaraukset saadaan varmistettua jo kaavoituksessa. Lisäksi näin voidaan ennakoida paikallisesti tärkeiksi nousevia ohjeita hulevesien käsittelyn suhteen, kuten esimerkiksi vettä läpäisevien pintojen käyttö sekä hulevesien kannalta luontaisten maastokohtien säilyttäminen. (Eskola & Tahvonen 2010, 22)

Rakennettavan alueen hulevesien käsittelyn eri mahdollisuuksista saadaan tietoa yleiskaavatason selvityksillä. Topografia, maaperätiedot, kaavoitustiedot, olemassa olevat maaston kuivatukset, kriittiset tulvaherkät kohdat ja pohjavesialueet ovat lähtökohtia hulevesien hallinnan suunnittelussa. Vesihuollon järjestäminen tulee ottaa huomioon yleiskaavoitusta laadittaessa. Hulevesien hallinnasta tulisi laatia yleiskaavoituksen osana erityissuunnitelma, jossa varaudutaan tilantarpeeseen ja eri menetelmien sijoituspaikkoihin. (Eskola & Tahvonen 2010, 22)

Asemakaava tarkentaa käytettäviä hulevesien hallintamenetelmiä sekä niiden sijaintia ja ratkaisumalleja. Etenkin aluevaraukset hulevesien viivyttämiseksi tai imeyttämiseksi ovat tärkeitä. Asemakaavan sisältöön saattaa kuulua myös tonttikohtaisia hulevesisuunnittelun määräyksiä. Kuvassa 27 on esimerkki Saaristokaupungin asemakaavasta ja rakentamistapaohjeesta. (Eskola & Tahvonen 2010, 22)



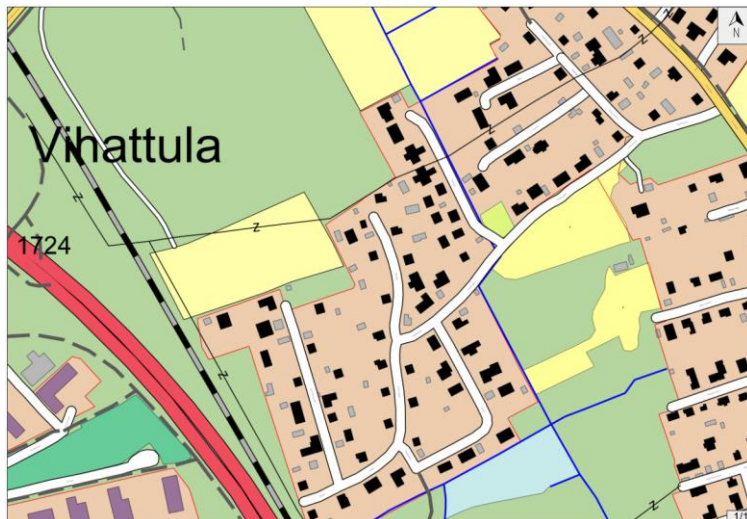
Kuva 27. Saaristokaupungin asemakaava ja rakentamistapaohje (Suomen Kuntaliitto 2012, 63)

6 VIHATTULAN ASUTUSALUEEN NYKYTILA

Vihattulan asutusalue sijaitsee Ylöjärven kaupungin eteläosassa aivan Tampereen rajalla. Alueen rakennukset ovat pääosin omakotitaloja muutamaa rivitaloa lukuun ottamatta. Alueen läpi kulkee suuri avo-oja, joka kerää alueen hulevedet ja kuljettaa ne etelään Tampereen kaupungin puolelle. Alueella on käytössä monia eri hulevesien hallintajärjestelmiä. Asutusalueen läpi kulkevalla Vihattulantielle on lähes koko matkalla hulevesikaivot ja -putket, kun taas muuten alueen hulevedet kerätään pääasiassa avo-ojien ja painanteiden avulla. Kuvassa 28 on esitetty Vihattulan asutusalueen ilmakeku. Kuvassa 29 on Vihattulan asutusalueen kartta ja alueen läpi kulkeva hulevedet keräävä avo-oja.



Kuva 28. Vihattulan asutusalueen ilmakeku (Google Maps 2016)



Kuva 29. Vihattulan asutusalue ja sen läpi kulkeva hulevedet keräävä avo-oja (KeyAqua)

6.1 Vihattulantie

Vihattulantie kulkee koko asutusalueen läpi. Kadun alkupään kuivatus hoidetaan avo-ojilla ja rummuilla, joiden avulla hulevedet johdetaan hieman Haapamäentien liittymän jälkeen alkaviin kuvassa 30 näkyviin painanteisiin, sadevesikaivoihin ja -putkiin. Alkupään ojat ovat liiallista kasvillisuutta lukuun ottamatta kunnossa. Alun jälkeen alkavat oikeanpuoleiset painanteet (kuva 30) ovat hyvässä kunnossa, kun taas toisella puolella (kuva 31) ojien ja painanteiden kunto on hieman huonompi tai ne jopa kokonaan puuttuvat. Kaivojen ja putkien osuus vasemmalla puolella alkaa kuvan 31 kohdalta.



Kuva 30. Viherpainanne ja ritiläkansikaivo Vihattulantiellä



Kuva 31. Vihattulantien vasemmanpuoleinen painanne

Nietostien liittymän jälkeen Vihattulantien oikealla puolella hyväkuntoiset viherpainanteet jatkuvat ja ritiläkansikaivojen lisäksi koko alueen läpi kulkevan hulevedet keräävän avo-ojan läheisyyteen on sijoitettu kokoojakaivo (kuva 32). Myös vasen puoli on hyvässä kunnossa.



Kuva 32. Hyväkuntoinen viherpainanne ja kokoojakaivo Vihattulantiellä

Kinostien liittymän jälkeen painanteet jatkuvat hyväkuntoisina lähes Pyrytien liittymään asti (kuva 33). Vihattulantien alkupään jälkeen alkaneet kaivot ja putket jatkuvat tänne asti ja ovat koko matkalta hyvässä kunnossa.



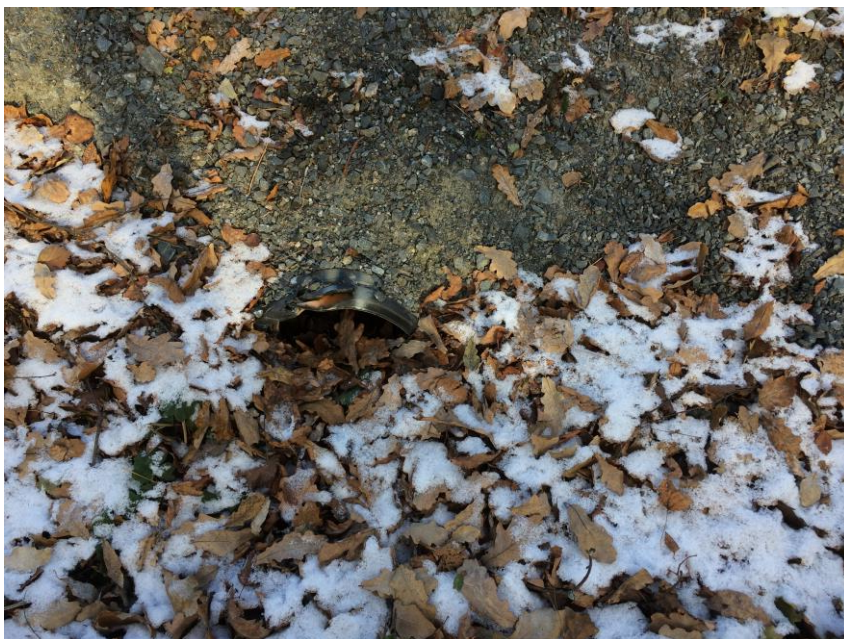
Kuva 33. Vihattulantien loppupään hyväkuntoinen viherpainanne

6.2 Haapamäentie

Haapamäentie on ensimmäinen Vihattulantien sivukatu ja sen molemmilla puolilla kulkee avo-ojat. Lisäksi liittymän oikealla puolella (kuva 34) on kaksi ritiläkansikaivoa ja putki, jotka keräävät ja johtavat hulevedet tierummun (kuva 35) avulla Haapamäentien alta Vihattulantien hulevesijärjestelmään. Rumpu on melko pahasti tukkeutunut.



Kuva 34. Haapamäentien alkupää



Kuva 35. Haapamäentien alkupään alla oleva tierumpu

Haapamäentieltä vasemmalle ensimmäisenä kääntyy Usvatie. Liittymäalueella Haapamäentien vasemmanpuoleinen oja puuttuu kokonaan (kuva 36). Lisäksi heti liittymän jälkeen vasemmalla puolella ei ole minkäänlaista hulevesiä johtavaa ojaa (kuva 37).



Kuva 36. Haapamäentien ja Usvatien liittymäalue



Kuva 37. Haapamäentien ja Usvatien liittymäalue

Haapamäentien loppupäässä ojat ovat pientä siistimistä vailla, mutta muuten hyvässä kunnossa (kuva 38). Haapamäentien oikealta postilaatikoiden jälkeen (kuva 39) puuttuu rumpu kokonaan tai se on hautautunut. Vedet voi johtaa rummulla joko Haapamäentien alta toiselle puolelle ojaan tai vaihtoehtoisesti liittymän alta.



Kuva 38. Haapamäentien loppupään avo-oja



Kuva 39. Avo-oja ja sen päässä oleva hautautunut tai kokonaan puuttuva rumpu

6.3 Usvatie

Usvatie on Haapamäentieltä ensimmäisenä vasemmalle kääntyvä päättyvä katu. Vasemmalla puolella kulkee koko matkalla melko hyvässä kunnossa oleva avo-oja, mutta oikealla puolella ei ole minkäänlaista ojaa tai painannetta (kuva 40). Kadun perällä vasemman puolen ojasta hulevedet johdetaan rummun (kuva 41) avulla kadun alta toisella puolella olevaan kaivoon ja tätä kautta alueen läpi kulkevaan suureen ojaan. Keskvaiheille katua sekä ojiin kerääntyy rankkasateiden aikana suuret määrät vettä ja ojien kaltevuus ei riitä johtamaan hulevesiä eteenpäin.



Kuva 40. Usvatie ja sen puutteellinen kuivatus



Kuva 41. Usvatien päässä kadun alta hulevedet eteenpäin johtava rumpu

6.4 Ututie

Ututie on Haapamäentien perältä vasemmalle kääntyvä päätyvä katu, jonka perälle suuri osa Haapamäentien hulevesistä johdetaan ojia ja rumpuja pitkin. Ututien avo-ojat ovat pääasiassa hyvässä kunnossa ja osittain vain pientä perkaamista vailla (kuvat 42-43).

Ututiellä on samanlainen ongelma kuin viereisellä Usvatiellä. Vesi jää rankkasateiden aikana seisomaan kadulle ja ojiin ja aiheuttaa vaurioita. Ojien kaltevuuden kasvattaminen ei paikoittain ole mahdollista.



Kuva 42. Ututien avo-ojat



Kuva 43. Ututien loppupään hyvässä kunnossa oleva avo-oja

Kadun perällä oleva kadun alittava rumpu on hieman huonossa kunnossa ja osittain tukossa (kuva 44). Rummun jälkeen hulevedet johdetaan salaojalla tonttien välistä (kuva 45) pellon reunaan pitkin kulkevaan avo-ojaan ja tätä kautta eteenpäin alueen läpi kulkevaan suureen avo-ojaan.



Kuva 44. Ututien perällä kadun alittava rumpu



Kuva 45. Asukkaan itse rakentama hulevedet eteenpäin johtava salaoja kulkee maan alla tonttien rajalla

6.5 Nietostie

Nietostie on Vihattulantien puolesta välistä oikealle kääntyvä katu. Kadun oikealla puolella koko matkalla kulkee koko alueen hulevedet keräävä piestä siistimistä vailla oleva suuri avo-oja (kuva 46). Vasemmalla puolella katua hulevedet johdetaan hyväkuntoisia avo-ojia pitkin (kuva 47).



Kuva 46. Nietostien oikealla puolella kulkeva suuri avo-oja



Kuva 47. Nietostien vasemman puolen avo-ojat

6.6 Kinostie

Kinostie on Vihattulantieltä kolmas katu oikealle. Sen molemmilla puolilla kulkevat avo-ojat, jotka osittain ovat melko huonossa kunnossa (kuvat 48-49).



Kuva 48. Kinostien alkupään avo-oja



Kuva 49. Kinostien loppupään kunnossapitoa vaativa avo-oja

Hulevedet johdetaan avo-ojien avulla keskellä katua kadun alittavan rummun (kuva 50) kautta asuinrakennusten välistä kulkevaa avo-ojaa (kuva 51) pitkin Vihattulantien sadevesikaivoihin.



Kuva 50. Hyvässä kunnossa oleva Kinostien alittava rumpu



Kuva 51. Asuinrakennusten välistä kulkeva hulevedet eteenpäin johtava avo-oja

6.7 Lumitie

Lumitie kääntyy vasemmalle Vihattulantieltä ennen Kinostien liittymää ja kiertää Vihattulantien loppuun. Sen ojat ovat pääasiassa hyvässä kunnossa (kuvat 52-53).



Kuva 52. Hyväkuntoinen Lumitien avo-oja



Kuva 53. Lumitien hulevedet eteenpäin johtava avo-oja

Lumitien alkupäässä on kadun molemmin puolin ritiläkansikaivot (kuva 54). Kaivot on rakennettu asukkaiden puheiden mukaan kadun alittavan rummun päälle. Tätä kohtaa pitkään tutkimalla ei selvyyttä asiasta saatu, joten täyttä varmuutta järjestelmän toiminnasta ei ole. Kaivoja ennen molemmin puolin ovat viherpainanteet (kuva 55) ja edellisistä tonttiliittymistä asti tulevat sadevesiputket.



Kuva 54. Ritiläkansikaivo Lumitiellä



Kuva 55. Lumitien alkupään viherpainanne ennen sadevesikaivoja

6.8 Pyrytie

Pyrytie on Vihattulantien loppupäästä oikealle kääntyvä katu. Sen avo-ojat ovat pääasiassa hyvässä kunnossa (kuva 56) ja vain pientä kunnossapitoa vailla, mutta tonttiliittymien rummut ovat osittain tukkeutuneet tai puuttuvat kokonaan. Suurimpana ongelmana on Talouskaupantien liittymässä sijaitseva Talouskaupantien alittava tierumpu (kuva 57).



Kuva 56. Pyrytien hyväkuntoiset avo-ojat



Kuva 57. Liittymäalueella sijaitseva erittäin huonokuntoinen tierumpu

6.9 Talouskaupantie

Talouskaupantie on Pyyntien perältä oikealle kääntyvä katu. Sen toisella puolella kulkee avo-oja koko matkalla, mutta alkupään vasemmalla puolella (kuva 58) ei ole minkäänlaista hulevesiä keräävää tai johtavaa järjestelmää. Lisäksi muutamasta alkupään liittymästä puuttuvat rummut kokonaan. Talouskaupantien perällä melko hyväkuntoiset avo-ojat ovat molemmin puolin katua ja tonttiliittymiin on sijoitettu rumpuja (kuva 59).



Kuva 58. Talouskaupantien alkupää



Kuva 59. Talouskaupantien loppupää

Talouskaupantien perällä kadun alittaa rumpu, jonka kautta hulevedet johdetaan tonttien välistä avo-ojaa (kuva 60) pitkin Vihattulantien sadevesikaivoihin. Kuten kuvasta 61 näkee, on Talouskaupantie melko huonossa kunnossa johtuen ainakin osittain puutteellisesta kuivatuksesta.



Kuva 60. Talouskaupantien perältä tonttien välistä kulkeva avo-oja



Kuva 61. Talouskaupantien päällysteen vauriot

7 TOIMENPIDE-ESITYS

7.1 Vihattulantie

Vihattulantien alkupään avo-ojat Haapamäentien liittymään asti perataan. Rummut liittymien kohdalla sekä kadun alla avataan tarvittaessa. Lisäksi vasemmalla puolella tie-rummun jälkeen kadun suuntaisesti ojan alla kulkevan putki avataan tarvittaessa.

Haapamäentien liittymästä Nietostien liittymään asti Vihattulantien vasemmalle puolelle kaivetaan painanne. Kadun vasemmalle puolelle tonttikadun jälkeen asennetaan hulevesikaivo ja tämä yhdistetään muihin hulevesikaivoihin. Kadun oikea puoli on tällä osuudella hyvässä kunnossa eikä vaadi toimenpiteitä.

Nietostien liittymästä Kinostien liittymään asti Vihattulantien oikean puolen painanteet ovat hyvässä kunnossa eivätkä vaadi toimenpiteitä. Myös vasemmalla puolella painanteet ovat hyvässä kunnossa. Nietostien liittymän kohdalla alueen läpi kulkeva suuri avo-oja vaatii perkuuta.

Vihattulantien loppupään painanteet Kinostien liittymästä eteenpäin on molemmilta puolilta hyvässä kunnossa eivätkä vaadi toimenpiteitä.

7.2 Haapamäentie

Haapamäentien alkupäässä kadun alittava rumpu uusitaan. Kadun oikean puolen avo-ojat muotoillaan tai tarvittaessa ojat kaivetaan. Liittymärumpujen kunto tarkistetaan ja ne avataan tarvittaessa. Ututien liittymän jälkeen rakennetaan Haapamäentien alittava rumpu, johon Haapamäentien oikean puolen avo-ojan hulevedet johdetaan.

Vasemmalla puolella katua Usvatien liittymään asti kulkeva avo-oja muotoillaan ja ennen liittymäaluetta rakennetaan hulevedet Usvatien hulevesijärjestelmiin johtava rumpuputki valaisinpylvään ja aidan alta. Usvatien liittymän jälkeen Haapamäentien vasemmalle puolelle kaivetaan avo-oja Ututien liittymään asti.

7.3 Usvatie

Usvatielle rakennetaan hulevesiviemäri ja painanteet molemmin puolin katua. Kadun perällä olevaa nykyistä kaivoa kaivetaan syvemmälle tarvittaessa, jotta koko kadun matkalta saadaan vedet johdettua eteenpäin.

7.4 Ututie

Ututielle rakennetaan hulevesiviemäri ja painanteet molemmin puolin katua. Vedet puretaan kadun perältä putkea pitkin koko alueen läpi kulkevaan avo-ojaan. Kadun perältä oikealta puolelta nykyisen purkuputken kunto tarkastetaan ja tarvittaessa putki uusitaan.

7.5 Nietostie

Nietostien vasemmalla puolella kulkevaa avo-ojaa siistitään alkupään osalta. Oikealla puolella kulkeva koko alueen hulevedet keräävä avo-oja siistitään niiltä osin kuin tarve vaatii.

7.6 Kinostie

Avo-ojat siistitään Kinostien molemmin puolin. Lisäksi loppupäähän kaivetaan avo-ojat tarvittaessa. Tierummun kohdalta asuinrakennusten välistä vedet johtavan avo-ojan kunto tarkastetaan ja tarvittaessa tehdään tarvittavat kunnossapitotoimenpiteet.

7.7 Lumitie

Ennen Kinostien liittymää vasemmalle kääntyvän Lumitien avo-ojat ja painanteet ovat hyvässä kunnossa eivätkä vaadi toimenpiteitä. Kadun alkupäässä kahden ritiläkansikavon ja niiden alla mahdollisesti kulkevan rummun toiminta tarkastetaan ja tarvittaessa korjataan. Liittymärumpujen kunto tarkistetaan ja tarvittaessa rummut avataan.

7.8 Pyrytie

Pyrytien molemmilla puolilla olevat avo-ojat siistitään niiltä osin kuin tarve vaatii. Liittymärummut avataan tai uusitaan kokonaan. Pyrytien ja Talouskaupantien liittymässä sijaitseva Talouskaupantien alittava tierumpu uusitaan.

7.9 Talouskaupantie

Talouskaupantien alkupäähän oikealle puolelle lisätään liittymärummut tarvittaviin kohtiin. Oikean puolen avo-ojat siistitään ja tarvittaessa ojia muotoillaan. Vasemmalle puolelle katua alkupäähän kaivetaan avo-ojat ja loppupään avo-ovia siistitään.

7.10 Kustannukset

Vihattulan asutusalueen hulevesijärjestelmien kunnossapidon ja rakentamisen kustannusten laskelmat sekä tärkeysjärjestys ovat työn liitteenä (liite 1). Kustannusarvion yksikköhinnat perustuvat Ylöjärven kaupungin yhdyskuntatekniikan päällikön Mirko Harjulan antamiin tietoihin sekä omaan arviointiin kohteen haastavuudesta. Kustannuksiin ei sisälly arvonlisäveroa.

8 POHDINTA

Hulevesien hallinta on tärkeä osa rakentamista. Rakentamisen tiivistymisen myötä on entistä tärkeämpää löytää kestäviä ja kustannustehokkaita ratkaisuja hulevesien hallintaan. Toimivien hulevesien hallintajärjestelmien avulla saadaan ohjattua hulevedet hallitusti purkuvesistöihin, jotta ne eivät pääse aiheuttamaan ongelmia tai vahinkoja esimerkiksi tie- ja katurakenteiden vaurioitumisen tai taajamatulvien myötä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Vihattulan asutusalueen nykyiset hulevesien hallintajärjestelmät sekä niiden kunto. Tämän selvityksen pohjalta tehtiin toimenpideohjelma, joka sisälsi nykyisten hulevesien hallintajärjestelmien peruskorjaustarpeen lisäksi myös uusien hallintajärjestelmien rakentamista tarvittaviin paikkoihin. Lisäksi näiden ehdotettujen toimenpiteiden kustannusarviot laskettiin Ylöjärven kaupungin yhdyskuntatekniikan päällikön Mirko Harjulan antamalla yksikköhinnoilla sekä omalla arviolla eri kohteiden vaativuudesta. Tutkimuksen tuloksia tullaan hyödyntämään Ylöjärven kaupungin hulevesijärjestelmien rakentamistyössä sekä katujen peruskorjaustöissä hulevesien osalta.

Toimenpideohjelmaa tehtäessä tuli vastaan monia sellaisia kohteita, joissa sopivia ratkaisuja ei tilantarpeen tai muun syyn vuoksi ollut kuin muutamia tai jossain tapauksissa vain yksi. Kuitenkin pitää muistaa, että usein eri kohteisiin sopivia hulevesien hallintaratkaisuja voi olla monia, eikä siis vain yhtä oikeaa ratkaisua ole. Tämä selvitettiin hyvin työn teoriaosuudessa tehdyssä eri hulevesien hallintamenetelmien vertailussa.

LÄHTEET

City of Portland. 2009. Portland Green Streets Program. Luettu 3.11.2016

<http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=44407>

Eskola, R. & Tahvonen, O. 2010. Hulevedet rakennetussa viherympäristössä. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Espoon kaupunki. 2011. Espoon hulevesiohjelma. Luettu 19.9.2016

<http://www.espoo.fi/download/noname/%7B1B767BD6-EC1D-49D7-955A-01F073910D12%7D/35514>

Harjula, M. Yhdyskuntatekniikan päällikkö. Haastattelu 15.12.2016. Haastattelija Nirkko, J.

Helvilä, T. 2013. Hulevesien avojärjestelmien ylläpito. Maisemasuunnittelun koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu 8.8.2016

https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54738/Helvilae_Tiia.pdf?sequence=1

Ilmastonkestävä kaupunki. Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito. Luettu 7.7.2016

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

Lahden kaupunki. 2010. Hulevesiohjelma. Luettu 22.8.2016

<http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/2.1.-K%C3%A4ynnist%C3%A4minen-Raportit-Lahden-Hulevesiohjelma.pdf>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Luettu 10.9.2016

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Metsäranta, N. 2003. Valunnan muodostuminen taajama-alueilla. Laskentamallin kehitys ja soveltaminen. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö.

Pöyry Finland Oy. 2012. Vantaan kaupunki. Vantaan Akselin kaavarunkoalue II. Hulevesiselvitys. Luettu 16.10.2016.

https://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaaw-wwstructure/107412_kaupsu_062400_hulevesi.pdf

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Helsinki. Luettu 16.7.2016

<http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopus-2012.pdf>

Suunnittelukeskus Oy. 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje. Kuopion kaupunki.

Tornivaara-Ruikka, R. 2006. Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja. Helsinki. Luettu 17.10.2016
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/44961/suojattu%2c%20ei%20pysty%20kopioimaan%20UUDra_3_2006.pdf?sequence=1

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119. Luettu 10.9.2016
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesilaki 27.5.2011/587. Luettu 10.9.2016
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Viherympäristö 1/2012. Luonnonmukainen hulevesien hallinta. Luettu 20.9.2016
http://data.viherymparisto.fi/files/resourcesmodule/@random4f9681d9578d9/1335263738_Hakola_Hulevesi.pdf

LIITTEET

Liite 1. Hulevesijärjestelmien rakentamisen ja kunnossapidon kustannuslaskelmat

Katu	Ojan/painanteen perkuu		Ojan/painanteen kaivu		Rummun avaaminen		Rummun rakentaminen		Hulevesikaivon rakentaminen		Hulevesiputkien rakentaminen	
	m	€/m	m	€/m	kpl	€/kpl	kpl	€/kpl	kpl	€/kpl	m	€/m
Vihattulantie	150	4	160	10	1	200			1	700	30	110
Haapamäentie			230	10			3	500				
Usvatie			260	7					8	700	260	85
Ututie			200	7					6	700	200	85
Nietostie	100	4										
Kinostie	200	4	100	8								
Lumitie												
Pyrytie	250	4					1	500				
Talouskaupantie	300	4	100	8								
Tärkeys												
Tärkeä												
Melko tärkeä												
Ei tärkeä												

Katu	Ojan/painanteen perkuu Kustannukset (€)	Ojan/painanteen kaivu Kustannukset (€)	Rummun avaaminen Kustannukset (€)	Rummun rakentaminen Kustannukset (€)	Hulevesikaivon rakentaminen Kustannukset (€)	Hulevesiputkien rakentaminen Kustannukset (€)	Kustannukset yhteensä (€)
Vihattulantie	600	1600	200		700	3300	6400
Haapamäentie		2300		1500			3800
Usvatie		1820			5600	22100	29520
Ututie		1400			4200	17000	22600
Nietostie	400						400
Kinostie	800	800					1600
Lumitie							
Pyrytie	1000			500			1500
Talouskaupantie	1200	800					2000
							67820
Tärkeys							
Tärkeä							
Melko tärkeä							
Ei tärkeä							