



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# KAUPUNKIYMPÄRISTÖÖN SOPIVAT HULEVESIJÄRJESTELMÄT JA NIIDEN SOVELTUMINEN LAHDEN RANTA- KARTANOON

Toimivuus ja kunnossapito

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma  
Yhdyskuntasuunnittelu  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Pauliina Planting

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristöteknologia

PLANTING, PAULIINA:

Kaupunkiympäristöön sopivat  
hulevesijärjestelmät ja niiden  
soveltuminen Lahden Ranta-Kartanoon

Toimivuus ja kunnossapito

Yhdyskuntasuunnittelun opinnäytetyö, 35 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

---

Sade- ja sulamisvesiä, joita johdetaan pois erilaisilta pinnoilta, kutsutaan hulevesiksi. Vesien hallinta korostuu tiiviillä kaupunkialueilla, joissa on paljon päällystettyä ja vettä läpäisemätöntä pintaa. Hulevesien mukana saattaa kulkeutua epäpuhtauksia, jotka kuormittavat alueen vesistöjä. Vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen myötä hulevesiä ei saa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta johtaa jätevesiviemäriin.

Ilmastonmuutoksen myötä hulevesisuunnittelu tulee tärkeämmäksi. Lämpenevä ilmakedä mahdollistaa voimakkaampien sateiden lisääntymisen ja talvisateiden yleistymisen. On mahdollista, että kuluvan vuosisadan loppuun mennessä Keski-Lapissa on samanlaiset lämpöolosuhteet kuin Etelä-Suomessa nykyisin. Lämpimien talvien lisääntyessä myös tulvariskit kasvavat ja tulvariskialueet tulisikin kartoittaa.

Hulevesijärjestelmien huomioiminen suunnittelussa tulisi alkaa jo kaavoitusvaiheessa tarvittavilla tilavarauksilla. Hulevesien käsittelyn tärkeysjärjestyksen mukaan hulevedet tulee käsitellä jo syntypaikallaan ja vasta viimeiseksi johtaa viemärillä suoraan purkuvesistöön. Hulevesiä voidaan käsitellä usealla eri tavalla. Tässä opinnäytetyössä on keskitytty Ranta-Kartanoon ajateltuihin järjestelmiin, jotka on jaettu imeyttäviin ja viivyttäviin sekä johtaviin malleihin. Hulevesiä imeyttäviä menetelmiä ovat biosuodatus, hulevesikasetti, viherkatto ja läpäisevät päällysteet. Johtamiseen ja viivyttämiseen sopivia tapoja taas ovat viherpainanne, kourut ja linjakuivatus sekä kanava. Tässä työssä keskityttiin edellä mainittujen järjestelmien toimivuuteen ja kunnossapitoon.

Opinnäytetyön menetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta, kyselytutkimusta sekä haastatteluja. Keskeisimpinä tuloksina esiin nousi suunnittelun tärkeys, huolellinen asennus ja järjestelmien säännöllinen kunnossapito. Kokemuksia hulevesijärjestelmien toimivuudesta on kuitenkin vielä vähän ja uskallusta toteuttaa suunnitelmia tarvitaan.

Asiasanat: hulevesi, hulevesijärjestelmät, kunnossapito, ilmastonmuutos, suunnittelu, taajama

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

PLANTING, PAULIINA: Stormwater management systems  
suitable for urban environment and their  
applications to the Ranta-Kartano area in  
the city of Lahti

Function and maintenance

Bachelor's Thesis in Urban and Rural Planning 35 pages, 2 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

---

Stormwater is a common term for rainwater and water from snowmelt which are conveyed from various surfaces. The management of stormwater is important in urban areas where non-porous surface materials are commonly used. Stormwater can also carry substances which can pollute water systems. New alterations in the Finnish law order that stormwater can not be lead into sewers apart from few exceptions.

Because of global warming, stormwater management will be more important in the future. The warming atmosphere will enable heavier rains, and rain also in the winter. It is conceivable that by the end of the century, mid-Lapland has similar winter conditions with the present-day southern Finland. Because of warmer winters, the risk of floods will increase, and risk areas should be mapped.

Acknowledging stormwater management in the planning should begin in the zoning phase with sufficient area reservations. The first priority is to handle stormwater in its birthplace, and as a last option lead it in the drain. Stormwater can be managed in many different manners. In this thesis, the focus is on systems which were planned for the Ranta-Kartano area previously. The systems are divided into saturating, delaying and conveying models. Systems that saturate stormwater into the soil are bioswale, stormwater cassette, green roof and permeable paving. Systems suitable for conveying and delaying are green depression, gouge, line drying and canal. The functionality and maintenance of the above-mentioned systems are discussed in this thesis.

Literary research, survey and interviews were conducted for the thesis. According to the study, essential results affecting the functionality of stormwater systems are the importance of planning, a thorough installation process, and regular maintenance. Experience on the topic is yet brief, and more courage to execute novel conventions is needed.

Key words: stormwater, stormwater management, maintenance, global warming, urban planning

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	HULEVEDEN MÄÄRITELMÄ	2
3	HULEVESIÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	3
3.1	Tärkeimmät hulevesien hallintaa koskevat lait	4
3.2	Kunnan tehtävät	5
4	ILMASTONMUUTOKSEN HUOMIOIMINEN HULEVESISUUNNITTELUSSA	7
4.1	Lämpötilan nouseminen	7
4.2	Sademäärän kasvaminen	8
4.3	Talven epävakaisuus	8
4.4	Ilmastonmuutonmuutoksen vaikutus suunnitteluun	10
5	HULEVEDET KAUPUNGISSA	11
6	KAUPUNKIIN SOVELTUVAT HULEVESIMENETELMÄT JA NIIDEN KUNNOSSAPITO	13
6.1	Hulevesien määrän vähentämisen menetelmät	13
6.1.1	Biosuodatus	13
6.1.2	Hulevesikasetit	16
6.1.3	Viherkatot	17
6.1.4	Läpäisevät päällysteet	18
6.2	Hulevesien johtamiseen ja viivyttämiseen soveltuvat menetelmät	20
6.2.1	Viherpainanne	20
6.2.2	Kourut ja linjakuivatus	21
6.2.3	Rakennettu kanava	22
7	ESIMERKKIKOHDE: AUGUSTENBORG MALMÖ	24
8	KYSELYTUTKIMUKSEN TULOKSET	26
9	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	36

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kaupunkiympäristöön soveltuvia hulevesijärjestelmiä. Aihetta käsitellään käytännönläheisestä näkökulmasta ja tärkeää on selvittää erilaisten järjestelmien toimivuutta sekä huolto- ja kunnossapitotoimia. Aineistoa kerätään kyselytutkimuksen avulla Suomesta. Tarkoituksena on selvittää käytössä olleiden järjestelmien toimivuutta ja niiden vaatimia kunnossapitotoimia sekä pyrkiä minimoimaan ongelmat Lahden Ranta-Kartanon suunnittelussa.

Ranta-Kartanon suunnittelualue sijaitsee Lahden keskustassa linja-autoaseman ja Pikku-Vesijärven välissä (Lahden kaupunki 2014). Lahden kaupunki on teettänyt Ranta-Kartanon alueesta hulevesisuunnitelman Finnish Consulting Group Oy:ltä alkuvuodesta 2012. Suunnitelmassa on käsitelty hulevesihallintamenetelmien yleispiirteistä suunnittelua sekä tutkittu kaava-alueen hulevesien luonnonmukaista käsittelyä sekä keinoja vähentää Vesijärven kuormitusta. (FCG 2012, 1.) Ranta-Kartanosta on tarkoitus tulla viihtyisä ekologista ja energiatehokasta rakentamista tukeva asuinalue. Alueella huomioidaan erityisesti hulevesien käsittely. (Lahden kaupunki 2014.)

Opinnäytetyössä keskitytään FCG:n hulevesisuunnitelmassa valittuihin käsittelymenetelmiin. Työssä otetaan huomioon ilmastonmuutoksen tuomat haasteet.

## 2 HULEVEDEN MÄÄRITELMÄ

Hulevedellä tarkoitetaan rakennetulla alueella maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta pinnoilta pois johdettavaa sade- ja sulamisvettä. Myös perustusten kuivatusvedet kuuluvat hulevesiin. (Ympäristöhallinto 2013.) Hulevesissä korostuu ihmisen toiminnan vaikutus: hulevesijärjestelmiin voi joutua myös tulipalojen sammutusvesiä sekä katujen tai tunneleiden puhdistusvesiä (Nurmi ym. 2008).

Veden luonnollinen kiertokulku muuttuu rakennetuilla alueilla. Taajama-alueiden pintavalunnan hallinta monimutkaistuu kaupunkien kasvaessa, infrastruktuurin muuttuessa ja kaupunkirakenteen tiivistyessä. Hulevesi saattaa olla likaista, sitä voi olla liikaa tai liian vähän. (Sänkiaho & Sillanpää 2012, 1.) Hulevesien hallinta on aikaisemmin toteutettu johtamalla hulevedet viemäriverkostoon ja puhdistamattomina lähimpiin vesistöihin (Ympäristöhallinto 2013). Viime aikoina tarve hulevesien hallinnan uudistamiseen on kuitenkin syntynyt. Tästä kertovat monien kaupunkien hulevesiohjelmat, kansallinen hulevesiopas sekä hulevesien huomioon ottaminen laissa. (Sänkiaho & Sillanpää 2012, 1.)

Taajama-alueiden pintavalunnan eli hulevesien muodostumiseen vaikuttavat muun muassa sateen intensiteetti ja kesto, sadetapahtumaa edeltävän kuivan ajan pituus, maaperän ominaisuudet sekä maanpinnan kaltevuus. Kuitenkin merkittävin tekijä kesäsateiden aikana on läpäisemättömän pinnan osuus: siitä riippuu, kuinka nopeasti ja runsaasti pintavaluntaa syntyy. Suomalaisilla asuinalueilla 50–80 prosenttia läpäisemättömästä pinnasta tuottaa välitöntä pintavaluntaa. Tähän vaikuttaa se, että vesi voi myös ajautua ympärillä oleville läpäiseville alueille ja imeytyä maahan. (Kuntaliitto 2012,18.)

### 3 HULEVESIÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muuttamista koskeva hallituksen esitys (218/2013) hyväksyttiin eduskunnassa 3.6.2014. Tasavallan presidentti vahvisti muutokset sekä vesihuoltolakiin että maankäyttö- ja rakennuslakiin 22.8.2014. Muutokset tulivat voimaan 1.9.2014. (Vesilaitosyhdistys 2014.)

Ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön tiedotteen (2014) mukaan lakiuudistus antaa kunnille sekä vesilaitoksille uusia keinoja vähentää vesihuollon riskejä ja parantaa esimerkiksi sadevesitulvien hallintaa taajamissa. Jatkossa vesihuoltolaitosten tulee kartoittaa toimintaansa liittyvät riskit ja turvattava vesihuoltopalveluiden jatkuvuus myös erilaisissa häiriötilanteissa. Lisäksi asiakkaan oikeutta hinnanalennukseen vesihuollon keskeytyessä tarkennetaan. Huomiota kiinnitetään myös laitosten taloudenpitoon ja maksujen käyttämiseen korjausinvestointeihin.

Muutoksella maankäyttö- ja rakennuslakiin selvennetään kunnan tehtäviä taajamien sade- ja sulamisvesien hallinnassa. Koska rankkasateiden ennustetaan yleistyvän ja päällystettyjen pintojen alan kasvavan, ei kaikkia valumavesiä voida johtaa putkiviemäriin. Tulisikin käyttää enemmän maanpäällisiä rakenteita vesien pidättämiseen, imeyttämiseen ja johtamiseen. Tarvittaessa kunta voisi periä tästä aiheutuvien kustannustensa kattamiseksi maksuja kiinteistönomistajilta. (Ympäristöministeriö 2014.)

Lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistönsä hulevesien hallinnasta. Jos hulevesiä ei kuitenkaan voida hoitaa kiinteistöllä tai niitä ei johdeta vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon, tulee kiinteistön hulevedet johtaa kunnan hulevesijärjestelmään. Silloin kiinteistön on myös pakko liittyä kunnan hulevesijärjestelmään tai vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin. Jos kiinteistön omistaja tai haltija kuitenkin huolehtii hulevesien hallinnasta asianmukaisesti, voi kunnan määräämä viranomainen myöntää tästä vapautuksen. (Rontu 2014, 16).

Lakimuutoksen myötä kiinteistön hulevesiä ei saa johtaa vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin. Kiinteistö voidaan kuitenkin liittää jätevesiviemäriin huleveden poistamista varten, jos niitä ei poisteta kiinteistöltä muulla tavalla sekä

jätevesiviemäri on rakennettu ennen vuotta 2015 ja se on mitoitettu myös huleveden poisjohtamiseen. Kiinteistö voidaan liittää jätevesiviemäriin myös, mikäli alueella ei ole viemäriverkostoa hulevedelle. Vesilaitoksen on tällöin kyettävä huolehtimaan jätevesiviemäriin johdettavasta hulevedestä taloudellisesti ja asianmukaisesti. (Vesihuoltolaki 17d §).

Hulevesisäännöksiä noudattamista valvoo monijäseninen toimielin, jonka kunta määrittelee organisaatiolleen parhaiten sopivaksi. Toimielimen toimivaltaa voidaan siirtää kuntalain mukaisesti kuitenkin niin että, hallintopakkoa ja oikaisuvaatimusta koskevaa asiaa ei tule siirtää viranhaltijan ratkaistavaksi. (Rontu 2014, 15).

### 3.1 Tärkeimmät hulevesien hallintaa koskevat lait

Edellä mainittujen vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain uudistusten lisäksi hulevesien hallinnan järjestämistä säätelevät Suomen kuntaliiton (2012,26) mukaan seuraavat lait:

- maankäyttö ja rakennuslaki (132/199, MRL)
- vesihuoltolaki (119/2001, VHL)
- vesilaki (587/2011, VL)
- laki tulvariskien hallinnasta (620/2010).

Muita aiheeseen liittyviä lakeja ovat (Suomen Kuntaliitto 2012, 26):

- vesienhoitolaki (1299/2004, VHJL)
- ympäristönsuojelulaki (86/2000, YSL)
- luonnonsuojelulaki (1096/1996, LSL)
- laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta (669/1978, KatuL)
- maantielaki (503/2005, MTL)
- ratalaki (110/2007, RataL).

Alla on kerrottu lyhyesti jokaisesta neljästä laista, joilla on Suomen kuntaliiton (2012, 26) mukaan merkittävin rooli hulevesien hallinnan järjestämisessä.



Maankäyttö- ja rakennuslain (132/199, 1 §) tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen edistämällä ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys ja luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle. Lailla turvataan lisäksi jokaisen vaikuttamismahdollisuus sekä avoimuus ja monipuolisuus asioiden käsittelyssä. Syyskuussa voimaan tullessa lakimuutoksessa maankäyttö- ja rakennuslakiin lisättiin 13a luku Hulevesiä koskevat erityiset säännökset.

Vesihuoltolain (119/2001, 1 §) tavoitteena on turvata kohtuullisin kustannuksin vesihuolto, joka turvaa sekä moitteettoman talousveden saannin, että terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukaisen viemäroinnin. Lakiuudistuksen myötä vesihuoltolakiin lisättiin 3a luku Huleveden viemäroinnin järjestäminen ja hoitaminen.

Vesilain (587/2011, 1 §) yhtenä päätavoitteena on yhteiskunnallisesti, ekologisesti ja taloudellisesti kestävästi edistää vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä. Myös vedestä ja vesiympäristönkäytöstä aiheutuvien haittojen ehkäiseminen ja vähentäminen sekä vesiympäristön tilan parantaminen kuuluvat vesilain keskeisiin tavoitteisiin.

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010, 1 §) keskittyy nimensä mukaisesti tulvariskien hallinnan järjestämiseen. Tarkoituksena on edistää tulviin varautumista sekä ehkäistä ja lieventää vahingollisia seurauksia. Laki ottaa huomioon vesivarojen kestävä käytön ja suojelun tarpeet sovittaessaan yhteen tulvariskien hallintaa ja vesistöalueiden muuta hoitoa.

### 3.2 Kunnan tehtävät

Lakiuudistuksen jälkeen kunta vastaa hulevesien hallinnan järjestämisestä ainoastaan asemakaava-alueella. Kunta voi kuitenkin ottaa vastatakseen myös muita alueita. Tarvittaessa kunta ryhtyy toimenpiteisiin asemakaavan mukaisen hulevesijärjestelmän sekä mahdollisesti myös vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkoston toteuttamiseksi. Järjestelmän toteuttamiskustannukset eivät saa kuitenkaan olla kunnalle eivätkä kiinteistön omistajalle tai haltijalle kohtuuttoman suuret. (Rontu 2014,18.)

Lisäksi kunnan tulee hyväksyä vesihuoltolaitoksen toiminta-alue. Mikäli kunta päättää toiminta-alueen supistamista, on kunnan samalla päätettävä, miten vesihuolto toiminta-alueen ulkopuolelle jääville kiinteistöille turvataan.

Vesihuoltolaitos saa periä kunnalta kustannuksia vastaavan korvauksen yleisiltä alueilta johdettavan huleveden viemäroinnistä. Kustannusten tulee olla näytettävissä kirjanpidossa sekä eriyttää muusta vesihuollosta. (Rontu 2014, 30.)

Kunnan tulee laatia asemakaava ja pitää se ajantasaisena. Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 57. pykälän mukaan kaavassa voidaan antaa määräyksiä, joita tarvitaan asemakaava-aluetta rakennettaessa tai muutoin käytettäessä. Määräykset voivat koskea muun muassa hulevesien hallintaa ja hulevesijärjestelmien yleisiä tai tonttikohtaisia aluevarauksia. Kaavamääräysten lisäksi kunta voi määrätä hulevesien käsittelystä tontin luovutus- tai maankäyttösopimuksessa. Lisäksi on mahdollista täydentää asemakaavaa ja ohjata toteuttamisen laatutasoa rakentamistapaohjeilla. Voidaan esimerkiksi määrittää ehtoja painanteista tai toimista, jotka vaativat yhteisjärjestelyjä. (Kuntaliitto 2012, 34–35.)

Hulevesisuunnittelun lisäksi kunnan tulee huolehtia ympäristön tilan seurannasta (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 25§) sekä hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta. Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010 19§) määrää, että kunnan tulee tehdä alustava arviointi hulevesitulvista aiheutuvista tulvariskeistä. Lisäksi tulee nimetä merkittävät tulvariskialueet ja laatia alueille tulvavaarakartat ja –riskikartat.

## 4 ILMASTONMUUTOKSEN HUOMIOIMINEN HULEVESISUUNNITTELUSSA

Maailmanlaajuinen keskilämpötila on noussut lähes  $0.9^{\circ}\text{C}$  1800-luvun lopulta. Lisäksi jäämeren jää, vuorien jääpeitteet sekä jäätiköt pienevät jatkuvasti. Merien keskilämpötila ja merenpinta nousevat hallitsemattomasti. Veden kiertokulku voimistuu: sadanta lisääntyy maapallon trooppisilla alueilla samalla kun kuivista alueista tulee entistä kuivempia. (German Advisory Council on Global Change, 2014.) Ilmastossa tapahtuu kuitenkin luonnollista vuosien ja vuosikymmenien vaihtelua, minkä takia muutokset ilmastossa tulevat etenemään ajoittain hitaammin ja ajoittain nopeammin. Tämä voi lyhytaikaisesti muuttaa ilmastonmuutoksen suunnan päinvastaiseksi. (Jylhä ym. 2009, 9.)

Maailmanlaajuinen keskilämpötila on nyt noussut hitaammin kuin 1990-luvulla, mutta maapallon lämpeneminen pitkällä aikavälillä on kuitenkin kiistaton: ilmakehän ja meren lämpötilat kohoavat ja napajäätiköt sulavat. (German Advisory Council on Global Change, 2014.)

### 4.1 Lämpötilan nouseminen

Ilmastonmuutos vaikuttaa lämpötilan ja sademäärän normaaliarvoihin, jotka on määritelty havaittujen 30-vuotisten keskiarvojen perusteella (Ilmatieteen laitos 2011, 7). Verrattaessa Suomen vuosien 1971–2000 keskilämpötiloja nykyiseen vuosikymmeneen voidaan huomata, että nykyinen vuosikymmen on Suomessa todennäköisesti keskimäärin  $1^{\circ}\text{C}$  lämpimämpi kuin vertailukausi. Tämän vuosisadan loppuvuosikymmeninä vuoden keskilämpötilan arvellaan olevan  $2\text{--}6^{\circ}\text{C}$  korkeampi kuin vuosina 1971–2000. (Jylhä ym. 2009, 11.)

Viimeisen sadan vuoden (1909–2008) aikana keväät ovat lämmenneet voimakkaimmin eli noin  $1,6^{\circ}\text{C}$ , viimeisten vuosikymmenten aikana talvet. Kylmyysennätysten rikkominen on yhä epätodennäköisempää, ja samalla kesien kuumat päivät yleistyvät ja kuumat ajanjaksot pitenevät. (Ilmatieteen laitos 2011, 6.)

## 4.2 Sademäärän kasvaminen

Ilmastonmuutoksen johdosta tulevaisuuden lämpimämpi ilmakedä sisältää nykyistä suuremman määrän vesihöyryä ja mahdollistaa siten voimakkaiden sateiden lisääntymisen. Säähäiriöiden kulkureittien siirtymiset vaikuttavat paljon sateisuuden alueellisiin muutoksiin. (Aaltonen ym. 2008, 79.)

Runsassateisten päivien määrä lisääntyy kaikkina vuodenaikoina, eniten talvella ja vähiten kesällä. Tapaukset, jolloin puolen tunnin sademäärä ylittää 1 mm, yleistyvät ja voimistuvat tulevaisuudessa, etenkin eteläisessä Suomessa kesäkuukausina. Vuoden pisimmän poutajakson pituus pysyy ennallaan, mutta kesällä poutajaksot saattavat etelässä jopa hieman pidentyä. (Ilmatieteen laitos 2011,7.) Sademäärä muuttuu Suomessa melko hitaasti: tulevina vuosikymmeninä kasvihuoneilmaston voimistumisen aiheuttama muutos voi kadota ilmaston luonnollisen vaihtelun sekaan. Niinpä arvioidaan olevan noin 25 prosentin todennäköisyys, että nykyinen vuosikymmen on Suomessa keskimäärin vähäsateisempi kuin jakso 1971–2000. Vuosisadan lopulle tullessa sademäärät lisääntyvät talvella 10–40 prosenttia ja kesällä 0–20 prosenttia vuosiin 1971–2000 verrattuna. Muutos on pohjoisessa huomattavampi kuin etelässä. Sademäärien ennustettu lisääntyminen kesäisin ei välttämättä lisää vesivaroja, sillä lämpimässä ilmastossa myös veden haihtuminen lisääntyy. (Jylhä ym. 2009, 11.)

Rankkasateiden on kuitenkin arveltu voimistuvan kesäkuukausina. Rankkimmat keskimääräiset vuorokausisateet kasvavat ennustusten mukaan 10–30 prosenttia ja kuuden tunnin rankimmat sateet noin 15–40 prosenttia. Arvioiden suuruuteen vaikuttavat ilmaston luontainen vaihtelu, tulevien kasvihuonekaasupäästöjen määrä sekä ilmastomallittamiseen liittyvät tekijät. (Aaltonen ym. 2008, 105.)

## 4.3 Talven epävakaisuus

Talvella lämpötilan ennustetaan tämän vuosisadan loppu vuosikymmeninä olevan 3–9 °C, kesällä 1–5 °C korkeampi kuin vertailujaksona 1971–2000. Talvisin lämpeneminen on nopeampaa Suomen pohjois- kuin eteläosissa. Kesäisin maan eri osien välille ei muodostu suuria eroja. Mikäli ilmasto lämpenee talvisin noin 6 °C ja kesäisin noin 3 °C, on mahdollista että vuosisadan lopulla Keski-Lapin lämpöolot vastaavat nykyistä Etelä-Suomea. Lisäksi termisen talven, jossa

vuorokauden keskilämpötila on pakkasen puolella, ennustetaan häviävän eteläisiltä ja lounaisilta rannikkoalueilta kokonaan sekä lyhentyvän Lapissa noin 1,5 kuukaudella. Vastaavasti terminen kesä, jossa vuorokauden keskilämpötila on yli 10 °C, ja kasvukausi, jossa keskilämpötila on yli 5 °C, pitenevät molemmat 1–1,5 kuukaudella. (Jylhä ym. 2009, 11.)

Vuosisadan viimeiseen kolmannekseen mennessä pakkaspäivät tulevat vähenemään Pohjois-Suomessa noin kolmanneksen ja Etelä-Suomessa noin puoleen nykyisestä. Aikaväli syksyn ensimmäisestä pakkaspäivästä kevään viimeiseen lyhenee melkein kahdella kuukaudella ja suojaipäivät lisääntyvät. Talvikuukausien nollapistepäivät, jolloin vuorokauden aikana on pakkasta ja suojaa, aluksi lisääntyvät koko Suomessa. Kuitenkin lämpötilan nouseminen ja nollapistepäivien harveneminen syksyllä ja keväällä johtaa siihen, että vuosisadan loppuun tultaessa nollapistepäiviä on vuodessa vain paikoin pohjoisessa nykyistä enemmän. (Jylhä ym. 2009, 11–12.)

Lumikuorma eli lumen vesiarvo vähenee vuosisadan viimeiseen kolmeen kymmeneen vuoteen mennessä Etelä- ja Keski-Suomessa ainakin 70–80 prosenttia ja lähes koko Lapissa alle puoleen nykyisestä (Jylhä ym. 2009, 12). Lisäksi etelässä lumisateen määrä vähenee, kun taas pohjoisessa se luultavasti kasvaa keskitalven kuukausina. Myös maaperän routa ohenee, sillä ilman suhteellinen kosteus ja tuulennopeus kasvavat hieman talvella. (Ilmatieteen laitos 2011, 8.)

Jylhän ym. kirjoittamassa ilmatieteen laitoksen raportissa (2009, 12) ennustetaan, että ilmaston lämpeneminen on moninkertaistanut äärimmäisten leutojen talvikuukausien tai talvien todennäköisyyden. Esimerkiksi vuoden 2007–2008 ennätyslauhan talven toistuvuus aika Helsingissä on noin 35 vuotta, mutta ilman ilmastonmuutosta jopa 200 vuotta. Lämpenemisen edetessä ennätyslämpimiä kuukausia tulee esiintymään tiheämmin. Niinpä talvella sateiset päivät yleistyvät ja sateet runsastuvat sekä myös pisimmät sateettomat kaudet lyhenevät. Tulevaisuudessa talvet muuttuvat yhä enemmän auringottomiksi ja pilvisiksi.

#### 4.4 Ilmastonmuutonmuutoksen vaikutus suunnitteluun

Ilmastonmuutoksen johdosta rankkasateiden määrän arvellaan kasvavan. Lisäksi talvista tulee yhä vähälumisempia ja sateisempia. Aaltosen ym. Rankkasateet ja tulvat – julkaisun (2008, 105) mukaan rankkasateisiin varautumista tulisikin parantaa ja sopeutua näin myös ilmastonmuutokseen paremmin. Apuna ilmaston ääriolosuhteiden esiintymisen arvioinnissa lähivuosina voidaan käyttää säähavaintoihin perustuvia tilastoja. Ilmastonmuutoksen vaikutusta rankkasateisiin ja taajamatulviin voidaan arvioida ilmastomalleihin perustuvien skenaarioiden avulla.

Ilmastonmuutoksessa on monia epävarmuustekijöitä, jotka vaikuttavat mitoituskriteereiden valintaan hulevesijärjestelmiä suunniteltaessa. Muun muassa taajamatulvariski olisi hyvä selvittää paikallistasolla ja suunnitella tarvittaessa vesien johtaminen uudelleen. Myös olemassa olevien kuivatusjärjestelmien mitoitusterusteet tulisi tarkistaa ja mahdollisesti uudelleen suunnitella paikkakohtaisesti. (Aaltonen ym. 2008, 93.)

## 5 HULEVEDET KAUPUNGISSA

Kaavoituksella voidaan vaikuttaa hulevesien käsittelyyn, mutta jo rakennetuilla alueilla se on hankalampaa. Uudessa kaavassa hulevesijärjestelmät huomioidaan muun muassa tilavaruksilla, vaikka avoimien käsittelyjärjestelmien tilantarve saatetaan nähdä ristiriitaisena kaupunkirakenteen tiivistämisen kanssa. Yleis- ja asemakaavan kanssa samaan aikaan on tarpeellista laatia erilliset suunnitelmat hulevesienhallintaan. (Malin ym. 2010, 10.)

Lahden kaupungin hulevesiohjelmassa (Malin ym. 2010, 11) korostetaan, että tiiviisti rakennetuilla alueilla on tärkeää turvata ekosysteemipalvelut, joista esimerkkinä pohjavesi. Lahden kaupungin pinta-alasta 37 % eli noin 57 neliökilometriä on ensimmäisen luokan pohjavesialuetta, joka tarkoittaa vedenhankinnan kannalta merkittäviä pohjavesiä. Pohjavedenmuodostumisalueita on Lahden pinta-alasta 19 %.

Hulevedet tulisi käsitellä syntypaikallaan, koska silloin minimoidaan yksittäisen hallintamenetelmän tilantarve, vähennetään viemäriin johdettavan huleveden määrää sekä vesistön kuormitusta ja edistetään veden imeytymistä maaperään eli pohjaveden muodostumista. Lahdessa huleveden käsittelyn prioriteettijärjestys on seuraava (Malin ym. 2010, 21):

1. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään jo syntypaikallaan.
2. Hulevedet johdetaan syntypaikaltaan suodattavalla ja viivyttävällä järjestelmällä.
3. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä pois syntypaikaltaan yleisille alueille hidastus- ja viivytyalueisiin ennen purkuvesistöön johtamista.
4. Hulevedet johdetaan viemärissä suoraan vesistöön.

Hulevesien mukana kulkeutuu erilaisia haitta-aineita ympäristöön. Sade- ja sulamisvedet huuhtovat mukanaan muun muassa kiintoainesta asfaltilta, tiesuolaa ja eläinten jätöksiä. Vesistön kuormitus on suurinta rankkojen sateiden jälkeen sekä keväisin. Ravinteiden kulkeutuminen vesistöön aiheuttaa esimerkiksi rehevöitymistä ja veden sameutumista. Metallit heikentävät eliöiden lisääntymiskykyä ja ovat erittäin haitallisia vesistölle. (Ympäristöhallinto 2013.)

Koska Ranta-Kartanon alue on nykyisin suurelta osin päällystetty asfaltilla, se kuormittaa sekä Pikku-Vesijärveä että Vesijärveä. FCG:n hulevesiraportin (2012, 9) mukaan kattopintojen lisääntyminen rakentamisen myötä tulee parantamaan hulevesien laatua. Myös suunnitellut hulevesien hallintamenetelmät alueella voivat edistää hulevesien parempaa laatua nykytilanteeseen verrattuna.



## 6 KAUPUNKIIN SOVELTUVAT HULEVESIMENETELMÄT JA NIIDEN KUNNOSSAPITO

Lahden kaupungin hulevesiohjelman (Malin ym. 2010, 11) mukaan huleveden syntymistä voidaan vähentää suosimalla vettä läpäiseviä pintoja, kuten avointa asfalttia, reikäkiviä tai viherkattoja. Imeytysrakenteita, viherpainanteita tai biosuodatusta voidaan taas suosia hajautetussa hulevesien käsittelyssä.

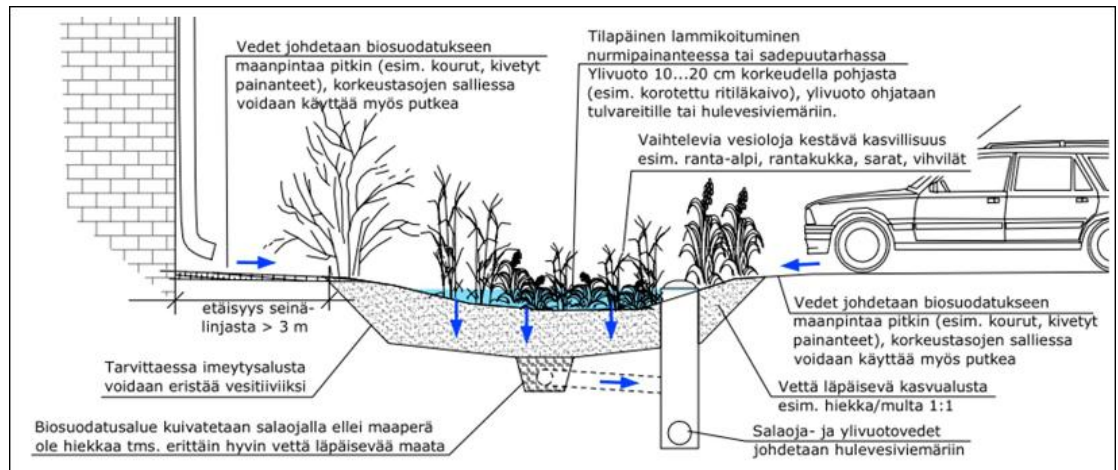
Avoin hulevesien hallintamenetelmä, kuten kanava tai lampi, pystyy mitoitukselta riippuen käsittelemään isojakin sademääriä. Lisäksi avoimet hallintamenetelmät edistävät luonnon monimuotoisuutta, vaikuttavat positiivisesti alueen yleisilmeeseen, luovat viilentävän elementin kesäisin sekä oppimisympäristön esimerkiksi koululaisille. (Klimatanpassingsportalen 2013.)

Rakennetuissa hulevesijärjestelmissä kunnossapidon tarve kuitenkin kasvaa, sillä ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät rankkasateet kuormittavat järjestelmiä yhä enemmän (Aaltonen ym. 2008, 100). Seuraavassa käsitellään Ranta-Kartanon alueelle suunniteltuja hulevesien käsittelymenetelmiä, niiden haasteita ja kunnossapitoa.

### 6.1 Hulevesien määrän vähentämisen menetelmät

#### 6.1.1 Biosuodatus

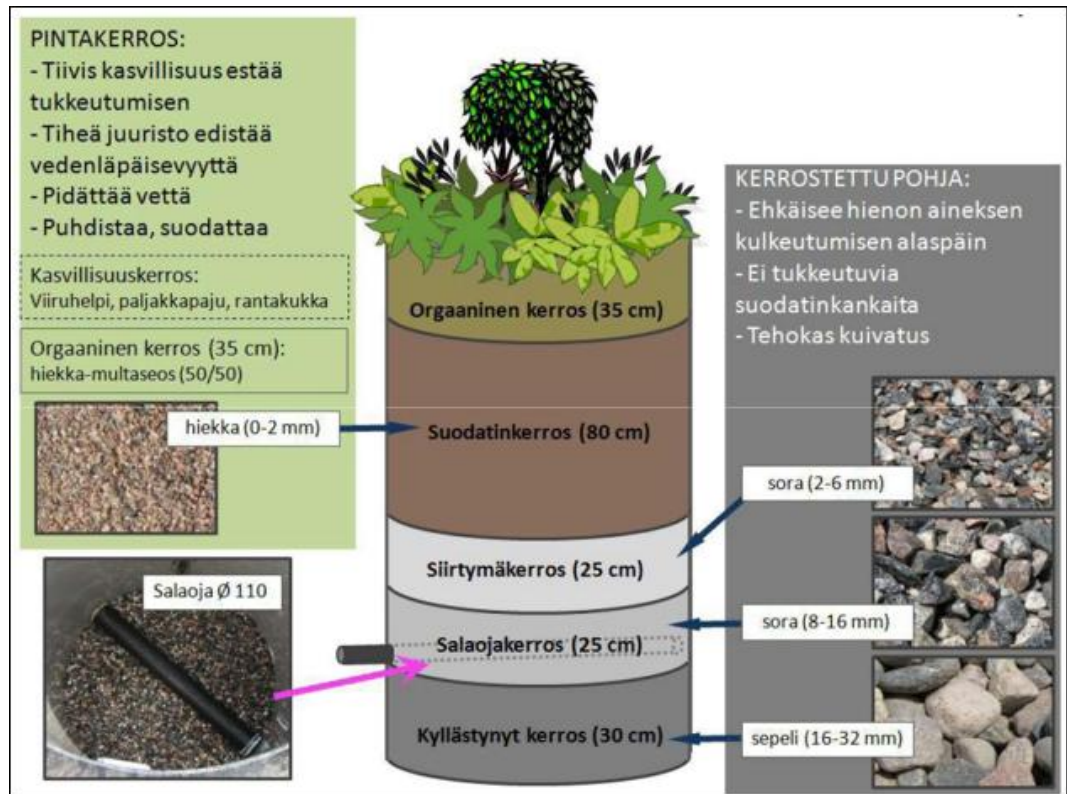
Hulevesien imeyttäminen painanteessa kasvien kasvualustaan hidastaa veden päätymistä kuivatusverkostoon. Lisäksi kasvualustan mikrobit poistavat hulevedestä ravinteita ja parantavat sen laatua. Vesi imeytyy ensisijaisesti kasvien käyttöön ja sen jälkeen maaperään, mikäli se on hyvin vettä läpäisevää (katso kuvio 1). Muutoin pohja kuivatetaan salaajilla, jolloin rakenteen hyöty muodostuu viivyttämisestä ja hulevesien puhdistamisesta. Biopidätyksessä altaan ylimääräiset vedet puretaan hitaasti ylivuotorakenteen yli. Altaan kasvillisuus valitaan käyttötarkoituksen mukaan vaihtelevia vesioloja kestävästä kasveista. (Ramboll Oy, 2014.)



KUVIO 1. Biosuodatuksen toimintaperiaate (Ramboll Oy, 2014).

Kasvien valinnalla voidaan myös vaikuttaa altaan kykyyn pidättää haitallisia aineita. Maa-aineiksi Suomen ilmasto-olosuhteissa soveltuu hiekkainen maa, mutta ei silti jäätymisriskinsä vuoksi. Suodatin- ja kuivatuskerroksien välissä voidaan käyttää joko suodatinkangasta tai siirtymäkerrosta. Suomen ilmasto-oloihin soveltuu kuitenkin paremmin siirtymäkerros, sillä suodatinkangas saattaa tukkeutua helposti. (Komulainen 2012, 60.)

Sänkiahon ja Sillanpään (2012, 24) kirjoittaman STORMWATER – hankkeen tutkimuksissa testattiin biosuodatusaltaan toimimista. Havaittiin, että allas pidättää haitallisia aineita kuten fosfaattia, sinkkiä ja kuparia jo altaan perustamisen jälkeen. Tutkimuksissa huomattiin myös maaperästä itsestään huuhtoutuvan nitraattia ja alumiinia pohjaveteen, mikä tulee ottaa huomioon altaan rakenteita perustettaessa. Biosuodatusaltaan toiminnan kannalta on välttämätöntä, että kasvillisuus on valittu oikein. Tutkimuksissa havaittiin, että jo vuoden jälkeen kasvillisuuden juuret olivat ulottuneet alimpaan maakerrokseen asti ja allas pystyi käsittelemään vettä tehokkaasti. Kuviossa 2 on esitetty hankkeessa käytetty biosuodatusaltaan rakenne.



KUVIO 2. Esimerkki biosuodatusaltaan rakenteesta (Sänkiaho & Sillanpää 2012, 24).

STORMWATER – hankkeen tutkimuksissa todettiin, että tarvittaisiin lisää tutkimustietoa hulevesien muiden haitta-aineiden vaikutuksista biosuodatusaltaan rakenteiden toimintaan ja rakenteisiin pidättyneiden aineiden kulkeutumisesta maaperässä (Sänkiaho & Sillanpää 2012, 24).

Jäätymisen ehkäisemiseksi on Komulaisen (2012, 60) mukaan tärkeää varmistaa rakenteiden riittävä kuivatus. Ilmastonmuutoksen myötä talviaikainen kuormitus kasvaa, joten lammikoitumisyyvyys on hyvä pitää riittävän matalana ja suodatinkerroksen vedenläpäisevyyden tulee olla kohteeseen sopiva.

Rakentamisen aikainen valvonta ja riittävä kunnossapito ovat avainasemassa biosuodatusaltaan toimimisessa. Rakentamisen aikaisella valvonnalla varmistetaan, että allas tulee rakennettua suunnitelmien mukaan muun muassa oikeilla materiaaleilla, kerrospaksuuksilla ja pinnan muodoilla. Virheet rakentamisessa saattavat estää altaan toiminnan ja lisäävät kustannuksia. Kunnossapitotehtäviin kuuluu esimerkiksi katteen vaihtaminen tai lisääminen, kasvillisuuden leikkaaminen sekä kuolleiden kasvien poistaminen että uusien

istuttaminen. Lisäksi kiintoainesta ja roskia tulee poistaa. Kunnossapitotoimet ehkäisevät rakenteen tukkiutumista, parantavat vedenjohtokykyä ja lisäävät biosuodatusaltaan käyttöikä. Biosuodatusalueen toimivuuden kannalta on tärkeää budjetoida tarpeeksi resursseja ainakin suodatinkerroksen uusimiseen kerran viidessä vuodessa. (Komulainen 2012, 61.)

### 6.1.2 Hulevesikasetit

Hulevesiä voidaan imeyttää ja viivyttää myös maanalaisissa kaivannoissa hulevesikasettien avulla. Hulevesikasetit pystyvät varastoimaan yli 90 prosenttia hulevesistä, mikä on huomattavasti enemmän kuin kiviaines. (Suomen Kuntaliitto 2012, 149.) Hulevesikasetit ovat suorakaiteenmuotoisia moduuleita, joita on mahdollista kasata päällekkäin sekä vierekkäin. Kasetteja voidaan käyttää muun muassa piha- ja pysäköintialueilla, liikekeskuksissa sekä myös raskaanliikenteen alueilla. Tarvittaessa kasettijärjestelmä varustetaan hiekan- ja öljynerotuskaivoilla. Mikäli kasetteja käytetään hulevesien varastointiin, voidaan ne päällystää polyeteenikalvolla. (Uponor Oy, 4.)

Uponor suosittelee, että hulevesikasetit asennetaan vähintään metrin etäisyydelle pohjaveden pinnasta. Kasettien tukkeutuminen puiden juurista estetään asentamalla kasetit vähintään täysikasvuisen puun latvuksen halkaisijan etäisyydelle. (Uponor Oy, 5.) Hulevesikasettien käyttöä alueilla, jossa syntyy paljon kiintoainesta, tulisi harkita tarkasti. Suurin osa imeytymisestä tapahtuu pääosin rakenteen sivuilta, joten kiintoaineksen kertyminen kasettien pohjalle ei estä huleveden imeytymistä. Ennen hulevesikasetteja olisi kuitenkin hyvä olla sakkapesälliset kaivot, jolla estetään roskien joutuminen järjestelmään. Mahdollisia tukoksia pääsee asennuksen jälkeen tarkistamaan kameran avulla tarkastusputkista. (Salminen 2014.) Wavin Labko (2010, 1-2) suosittelee tarkastamaan hulevesikasetit tarkastusputkista keväisin ja syksyisin. Liete tulee poistaa järjestelmästä vähintään kolmen vuoden välein loka-autolla. Tarvittaessa kasetit voidaan kuvata ja puhdistaa painehuuhtelulla. Lisäksi järjestelmän päälle kasvaneet juuristollaan kasetteja vahingoittavat kasvit tulee poistaa ja mahdolliset hälytysjärjestelmien anturit puhdistaa vähintään kerran vuodessa.

### 6.1.3 Viherkatot

Viherkattoja on monenlaisia kevytrakenteisista maksaruohokattoista painaviin sadepuutarhoihin. Viherkatot haihduttavat sekä imeyttävät hyvin vettä ja pienentävät näin hulevesien määrää ja tulvahuippuja. (Suomen Kuntaliitto 2012, 250.) Lisäksi viherkatot viilentävät rakennuksia kesäisin ja toimivat lämmöneristeenä talvisin (Valli 2014). Viherkaton materiaali ja ominaisuudet vaikuttavat sen tuottamiin ekosysteemipalveluihin sekä suorituskykyyn. Viherkaton rakenteeseen kuuluu aina kantava kattorakenne, veden eristys sekä viherkattorakenne eli yksinkertaisimmillaan juurisuoja, kasvualusta ja kasvillisuus. Lisäksi rakenteeseen voi kuulua salaoja- ja vedenpidätyskerroksia. (Laurila ym. 2014, 10.)

Kuviossa 3 on esitetty kevytrakenteisen viherkaton rakennekerrokset ilman salaojakerrosta, sillä katon kaltevuuden oletetaan olevan vähintään kaksi astetta. Ketokasvillisuutta voi olla muun muassa ketoneilikka, kangasajuruoho, ahomansikka ja päivänkakkara. Kasvualustaksi sopii esimerkiksi tiilimurskapohjainen rakennuspaikalta otettu pintamaa. Tärkeintä on, että kasvualusta on hyvin vettä läpäisevää. (Laurila ym. 2014, 12.)



KUVIO 3. Esimerkki viherkaton rakennekerroksista Laurila ym. 2014 mukaan.

Viherkatoilla on useita hyötyjä: ne muun muassa parantavat ilmanlaatua, vähentävät melua, lisäävät luonnon monimuotoisuutta ja alueen viihtyvyyttä sekä vähentävät huleveden määrää ja pidentävät kattopinnan ikää. Viherkattoja on kuitenkin Suomessa vielä vähän, mikä lisää niiden hintaa. Nurmi, Votsis, Perrels ja Lehvävirta kirjoittavat raportissaan (2013, 45–46), että yksityisen rakentajan

hyödyt jäävät pieniksi alkukustannuksiin verrattuna, sillä viherkatoista saadut edut ovat vaikeasti rahassa mitattavia. Arvioidessaan yleisiä hyötyjä kirjoittajat arvioivat viherkatot kannattaviksi ja suosittelevat siksi kehittämään kannusteita viherkattojen rakentamisen edistämiseksi. Raportissa on arvioitu ekosysteemipalveluille markkina-arvoa ja kerätty haastatteluiden avulla tietoa viherkattojen kustannuksista. Esimerkiksi hinta-arvio viherkaton perustamiseen on noin kaksi kertaa kalliimpi kuin normaalin bitumikaton, eli noin 50–60 euroa neliömetriltä.

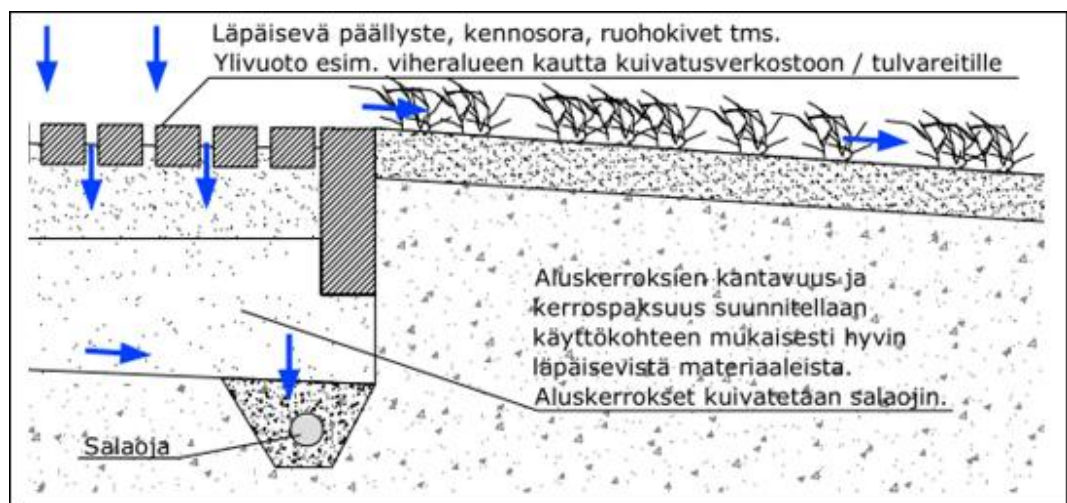
Verrattain korkeitten alkukustannusten lisäksi viherkattojen haasteena voidaan pitää epäilyksiä vedeneristystä ja kattorakenteita kohtaan. Myös pelastusviranomaisia on hyvä konsultoida paloturvallisuuden vuoksi, sillä kuivuessaan katto voi syttyä tuleen. (Valli 2014.) Lisäksi pohditaan kattojen mahdollisesti tarvitsevan lannoituksen vaikutuksia huleveden laatuun. Tätä ongelmaa voitaisiin kuitenkin pyrkiä ratkaisemaan lannoiterajoituksilla ja kierrättämällä katoilta tulevaa hulevettä katujen viherrakenteissa. Viides ulottuvuus – tutkimusohjelmassa on tutkittu kasvualustaan lisätyn biohiilen kykyä sitoa ravinteita sekä vettä ja parantaa näin viherkaton ominaisuuksia. (Nurmi ym. 2014, 16.)

Suomen kuntaliiton mukaan (2012, 250) sammal- ja maksaruohokattoa tulee lannoittaa keväisin. Mahdollinen puiden lehtimassa, puuntaimet ja roskat tulee poistaa sekä keväisin että syksyisin. Tämän lisäksi ruohokatto niitetään ja leikkuujäte kerätään pois. Mikäli katto sisältää niittykasveja, suoritetaan niitto vasta kukinnan jälkeen. Myös vedenpoistojärjestelmä, eli kourut ja rännit, tulee puhdistaa kaksi kertaa vuodessa. Viherkatoilta poistetaan lunta riippuen katon rakenteiden kantavuudesta. Esimerkiksi maksaruohokatolta poistetaan lumet niin että kasvillisuuden päälle jää noin 15 cm:n lumikerros.

#### 6.1.4 Lämpäisevät päällysteet

Lämpäisevillä päällysteillä vähennetään hulevesien määrää sekä pintavaluntaa ja sen mukana kulkeutuvien haitta-aineiden määrää. Päällysteiden kautta osa hulevedestä voidaan imeyttää maaperään, viivyttaa tai varastoida johtamalla salaojituksen avulla eteenpäin (kuvio 4). (Kuosa, Niemelä & Loimula 2011,4).

Läpäiseviä päällysteitä ovat muun muassa reikälaatta- ja reikäkiveys, kennosora sekä avoin asfaltti. Reikälaatta- ja reikäkiveys koostuvat kivetystä alueesta, jossa laattojen väleihin tai reikiin on seulottu hyvin vettä läpäisevää murskettä tai ne on nurmetettu. Kennosoran rakenne muodostuu toisiinsa liitetyistä muovikannoista, jotka on aseteltu kantavan maakerroksen päälle. Kennoston reikiin levitetään joko murskettä tai kasvukerros ja nurmi. Avoimessa asfaltissa hienoaineksen ja bitumisen sideaineen määrä on pienempi kuin vettä läpäisemättömässä asfaltissa. Näin päällysteestä muodostuu huokoinen ja vettä läpäisevä. (Suomen Kuntaliitto 2012, 144.)



KUVIO 4. Havainnekuva läpäisevän päällysteen toiminnasta (Ramboll, 2014).

Läpäiseviä päällysteitä voidaan käyttää esimerkiksi kevyenliikenteenväylillä tai asuinkortteleiden pysäköintialueilla. Suomen Kuntaliiton (2012, 144) mukaan tärkeää läpäiseviä päällysteitä suunniteltaessa on huomioida, että ne eivät sovellu vilkkaasti liikennöidyille alueille eivätkä teollisuusalueille. Lisäksi reikäkiven- tai laatan käyttöä suunniteltaessa tulee muistaa, ettei se välttämättä täytä kulun esteettömyysvaatimuksia.

Läpäisevien päällysteiden ongelmana voidaan pitää tukkeutumista hiekan ja hienoaineksen takia. Kyseisten päällysteiden käyttöä tulisikin välttää alueilla, jossa on talvisin säännöllisesti suuri hiekoituksen tarve. (Metropolitan Area Planning Council. 2010) Esimerkiksi avoin asfaltti voi tukkeutua helposti ja menettää kyvyn läpäistä vettä (Suomen Kuntaliitto 2012, 145). Talvisin lumiaura voi osua ruohokiven tai vastaavan reunaan ja hajottaa päällysteen pinnan. Veden

jäätyminen läpäisevän asfaltin pintaan tukkii huokokset ja muodostuu ongelmaksi lämpötilan ollessa lähellä nollaa. Tämän vuoksi vettä läpäiseviä pintoja tulisi aurata riittävän usein, jotta jääkerros pysyisi pienenä, sulaisi nopeammin ja suodattumista läpäisevän pinnan läpi alkaisi tapahtua. Rakennusvaiheessa tulisi huomioida routanousu ja pyrkiä estämään routavauriot. (Kousa, ym 2011, 70).

Läpäisevien pintojen, etenkin asfaltin ja betonin ongelmina on tukkeutuminen. Sitä voidaan kuitenkin ehkäistä tarpeeksi usein toistuvalla puhdistuksella, kuten alipaineimulla, pesulla sekä lakaisulla. Ehkäisevänä kunnossapitotoimenpiteenä hiekoitusta ja suolausta tulisi välttää läpäisevillä pinnoilla. (Kousa ym. 2010, 70). Mikäli on tarkoitus, että pinnoitteessa kasvaa nurmea, hoidetaan sitä kuten muitakin nurmialueita. Tästä esimerkkinä reikäkivet, joita voidaan huoltaa lisäksi mekaanisesti harjaamalla. (Hunt 2011,6-7.) Nurmisaumaisia reikäkiviä voidaan lisäksi ilmastoida. Läpäisevät päällysteet tulee myös puhdistaa kasvijätteestä ja muista roskista esimerkiksi harjaamalla. (Suomen Kuntaliitto 2012, 247.)

## 6.2 Hulevesien johtamiseen ja viivyttämiseen soveltuvat menetelmät

### 6.2.1 Viherpainanne

Viherpainanne on kasvillisuuden peittämä alue, jossa voidaan imeyttää, viivyttää ja suodattaa muun muassa katualueelta tulevia hulevesiä. Viherpainanne tulee sijoittaa katualuetta alemmas, jotta hulevedet on helposti johdettavissa painanteisiin. Viherpainanteen rakenne on samankaltainen kuin biosuodatusaltaan, jossa vesi johdetaan rakennekerrosten läpi ja samalla hulevedestä poistuu muun muassa ravinteita ja kiintoainesta. Kasvillisuus auttaa vähentämään pintavaluntaa sekä lisää haihduntaa ja pitää rakenteen huokoisena. Viherpainanteessa vesi saa lammikoitua, sillä se lisää hulevesien viivytystä. Kuitenkin painanteen nopea kuivuminen noin vuorokaudessa edistää rakenteen toimivuutta myös talven sade- ja sulamistilanteissa. (Vantaa 2014.) Suomen Kuntaliitto (2012, 159) suosittelee, että viherpainanteen pituuskaltevuus olisi 1-3 % ja enintään 5 %.

Viherpainanteita koskee jokseenkin samat ongelmat kuin biosuodatusallasta. Viherpainanteessa katekerros on suuressa osassa ravinteiden ja raskasmetallien pidättymisessä. Mikäli katekerros pääsee liian ohueksi, se ei enää pidätä haitallisia



aineita, sekä saattaa aiheuttaa maan kuivumisen ja rikkaruohojen lisääntymisen. Ongelmia saattaa myös aiheutua, mikäli painanne on jäätyessään kyllästynyt vedellä. (Vantaa 2014.)

Mikäli viherpainanteessa on nurmea, se tulee leikata säännöllisesti. Kemikaalien ja torjunta-aineiden käyttö saattaa vaarantaa painanteen toimivuutta. Kuten edellä mainittiin, tulee altaan kuivua noin vuorokaudessa. Mikäli näin ei tapahdu, on viherpainanteen rakennekerroksia hyvä muokata. Viherpainanteen rakennekerrokset tulisi uusida kun suodatusteho on vähentynyt 25 %. Lisäksi talven aikana kertynyt hiekoitushiekka tulee poistaa ja vahingoittunut kasvillisuus korvata uusilla kasveilla. Myös katetta on hyvä lisätä tarvittaessa ja poistaa roskat painanteesta riittävät usein. (Lake Superior Duluth 2014.)

### 6.2.2 Kourut ja linjakuivatus

Hulevesikourut ovat matalia betonisia tai kivistä tehtyjä painanteita, joiden avulla vesi voidaan johtaa esimerkiksi viheralueille. Kourut voivat olla avoimia tai ritiläkannellisia, jolloin puhutaan linjavesikouruista. (Suomen Kuntaliitto 2012, 168.)

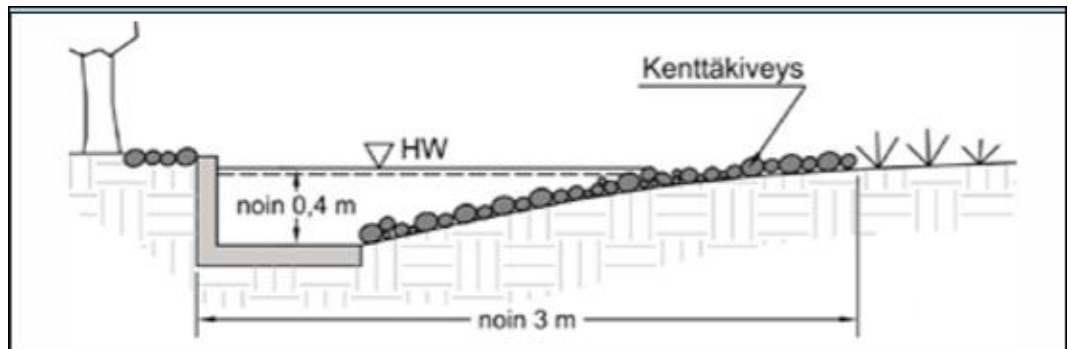
ACO Nordic Oyn teknisen myyjän Leena Huttusen (2014) mukaan linjakuivatuksen mitoituksiksi riittää yleensä alueen asema- ja rakenneleikkaus. Lisäksi etenkin kansirakenteiden kohdalla on huomioitava linjan korkeus, eli mitä kohteeseen mahtuu sekä vesieristyksen toteuttamistapa. Linjan mitoituksessa tulee huomioida myös valuma-alueen koko sekä poistoputkien sijoitus, että tarvittava kuormitusluokka. Oikealla kannen aukotus- ja lukitusvaihtoehdoilla saadaan linjakuivatuskouru turvalliseksi ja ilkvallan kestäviksi. Jäätymistä voidaan ehkäistä käyttämällä lämmityskaapelia kourun alla tai suojaputken sisällä kourussa.

Linjakuivatuksen huoltotarvetta voidaan vähentää mitoittamalla linja hieman isommaksi kuin normaalisti. Lehtien ja roskien aiheuttamat haittoja voidaan ennalta ehkäistä oikealla kansivalinnalla. (Huttunen 2014.) Kourut tulee kuitenkin puhdistaa säännöllisesti joko painehuuhtelulla tai manuaalisesti. Jos kouruissa on

lietelaatikko, tulee myös sen sisällä oleva sakka-astia tyhjentää riittävän usein. (Aco Nordic Oy 2014.)

### 6.2.3 Rakennettu kanava

Kanavat ovat yleensä betonista tai kivistä rakennettuja suoraviivaisia hulevesien johtoreittejä, joiden syvyys voi vaihdella kymmenistä sentteistä metreihin. Kanava ei itsessään imeytä hulevesiä, mutta sen yhteyteen voidaan rakentaa vettä imeyttäviä viheralueita, kuten kuviossa 5 on esitetty. Huleveden viivytystä voidaan lisätä erilaisten pato- ja pohjarakenteiden avulla. (Suomen Kuntaliitto 2012, 164.)



KUVIO 5. Esimerkki kanavan ja viheralueen yhdistämisestä (Suomen Kuntaliitto 2012, 165).

Suomen Kuntaliiton hulevesiopas suosittelee (2012, 254) kanavien puhdistamista roskista keväisin ja perusteellisempaa puhdistusta, muun muassa muodostuneen lietteen poistoa, 2-5 vuoden välein. Mikäli veden syvyys kanavassa on matala tai virtausnopeus on riittävän pieni, voi kanavaan muodostua levää. Myös meri- tai pohjaveden johtaminen kanavaan voi aiheuttaa leväkasvuston muodostumista. Kasvusto poistetaan sulkemalla kanavan vedentulo ja puhdistamalla painepesulla pari kertaa vuodessa. Levän siivoamiseen on hyvä varata tarpeeksi tilaa (Hagström 2009, 9). Ruotsalaistutkimuksen mukaan roskia saattaa joutua poistamaan kesäkausina jopa viisi kertaa viikossa ja tyhjentämään kanavan useita kertoja (Hagström 2009, 21).

Koska kanavien tilanterve on yleensä pieni, lumet voidaan kasata kanavan viereen. Mikäli kanavassa on rumpuja, ei niihin saa padottaa vettä jäätyksen

vuoksi. Jos kanava on kuvion 5 kaltainen, voidaan lunta joutua läjittämään painanteelle. Painanteen tulee tällöin olla tarpeeksi leveä, jotta lunta ei tarvitse kasata pohjalle ja virtausreitti säilyy. (Suomen Kuntaliitto 2012, 171. )

## 7 ESIMERKKIKOHDE: AUGUSTENBORG MALMÖ

Augustenborg sijaitsee Malmön kaupungissa Ruotsissa. Alue on rakennettu vuosina 1948–1952 ja siitä tuli Malmön Ekostaden Augustenborg – projekti vuonna 1998. Projektin tarkoituksena oli tehdä kaupunginosasta ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä alue sekä edistää osallistavaa suunnittelua asukkaiden kanssa. (Malmö Stad 2014.)

Augustenborgin hulevesijärjestelmät ovat kehittyneet huomattavasti: alueelle on rakennettu noin 30 viherkattoa, useita kilometrejä pitkä hulevesikanava (katso kuvio 6) sekä runsaasti avoimia käsittelymenetelmiä. Näihin avoimiin hulevesien käsittelylampiin johdetaan 90 % alueen hulevesistä. (Malmö Stad 2014.) Lammet ovat kaikki ulkoasultaan erilaisia, sillä alueen asukkaat ovat saaneet osallistua rakentamiseen (VA SYD 2008). Yhdessä viherkatot, kanavat ja lammet muodostavat kattavan hulevesien käsittelyverkoston. Alueella ei olekaan tulvinut järjestelmien asennuksen jälkeen, vaikka Malmössä oli suuri kaupunkitulva vuonna 2007. (Malmö Stad 2014.)



KUVIO 6. Augustenborgin hulevesien johtamista (VA SYD 2008).

Maailman ensimmäinen kasvitieteellinen, yli 9 000 m<sup>2</sup>, kattopuutarha rakennettiin Augustenborgiin vuonna 2001. Sitä ja alueen muita 30 viherkattoa ei tarvitse lannoittaa, ellei haluta kasvien kukkivan. Noin 50 prosenttia alueen sadevesistä käsitellään ohuilla viherkatoilla. Alueen lampiin ilmestyi rakentamisen jälkeen levää, mutta se saatiin poistettua hapettamalla lammen vettä. (Malmö Stad 2014.)

Alueen yleisilmettä on kohennettu ja rakennettu muun muassa lisää vanhustenasuntoja. Lisäksi Augustenborg on valittu vuonna 2008 biokaasun biojätteestä tuottamisen pilottialueeksi. Alueella käytetään paljon uusiutuvaa energiaa kuten aurinko- ja tuulivoimaa. Alueen asukkaat voivat säästää energiaa muun muassa tarkkailemalla kuuman veden kulutustaan. Ympäristöystävällisyyttä lisäämään on Augustenborgiin perustettu uusia yrityksiä, joista esimerkiksi yksi tarjoaa kimppa-autoja. (Malmö Stad 2014.)

Muutosten ja uudistusten myötä alueesta on tullut viehättävämpi, monikulttuurinen naapurusto, jossa vuokrasuhteet kestävät pidempään ja ekologinen jälki on pienentynyt. Augustenborgin biodiversiteetti on kasvanut 50 prosenttia: viherkatot lisäävät lintujen sekä hyönteisten määrää ja avoimet hulevesien käsittelyjärjestelmät monipuolistavat kasvien ja eläinten määrää. (Malmö Stad 2014.) Ekostaden Augustenborg valittiinkin vuoden 2010 World Habitat Awards -palkinnon voittajaksi (World Habitat Awards 2014).

## 8 KYSELYTUTKIMUKSEN TULOKSET

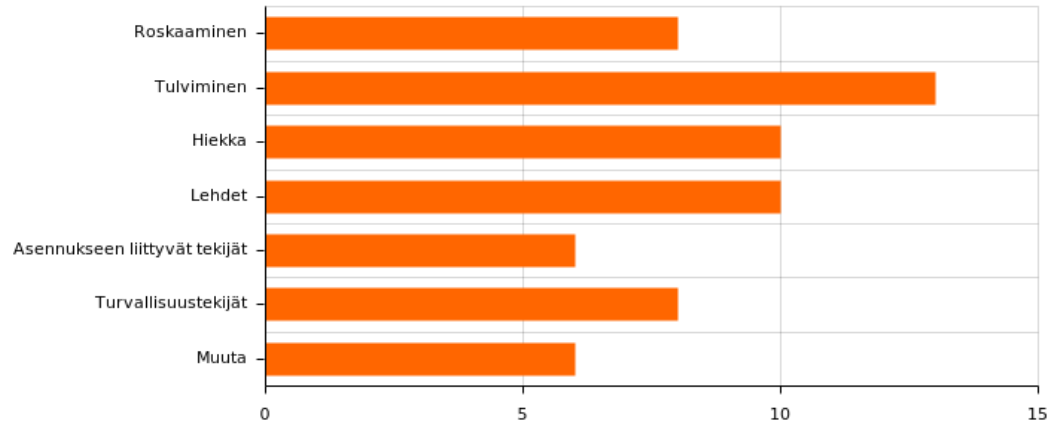
Kyselytutkimus toteutettiin sähköisesti sähköpostijakelun avulla. Tutkimukseen osallistui 18 vastaajaa kuudesta eri kunnasta: Lapinlahti, Tampere, Vantaa, Espoo Oulu sekä Lahti. Vastauksia kyselyyn tuli eniten Lahdesta, kuusi kappaletta. Vastaajien työkokemus hulevesien parissa vaihteli kahdesta vuodesta 30 vuoteen. Tutkimuksen kysymykset on esitetty liitteessä 1. Kyselytutkimuksen lisäksi lähetettiin muutamalle ruotsalaiselle kunnalle ja yhdelle vesihuoltolaitokselle sähköpostikysely, jonka tulokset eivät kuitenkaan olleet hyödyllisiä tämän työn kannalta.

Kyselytutkimuksen mukaan jokaisessa kuudessa kunnassa on rakennettu hulevesijärjestelmiä viimeisen viiden vuoden aikana. Yleisin hulevesien käsittelytapa on viivyttäminen, jota on jollakin tavalla toteutettu jokaisessa kunnassa. Hulevesien johtaminen ja imeyttäminen ovat seuraavaksi käytetyimmät menetelmät (89 % vastanneista). Hulevesien käsittelymenetelmistä suosituimmat ovat kosteikko (78 %) ja hulevesikasetti (61 %). Kuusi vastaajaa on ilmoittanut kunnassaan olevan myös viherkattoja ja neljä kertoi käsittelevänsä hulevesiä sadeputarhoilla.

Hulevesijärjestelmien valmistajista nousevat kyselytutkimuksessa esille Uponor ja Wavin-Labko. Vastaajista 61 % ei tiennyt järjestelmissä käytettyä valmistajaa ja muutama kertoi käyttävänsä vain luonnollisia hulevesien käsittelytapoja, joihin ei tarvita varsinaisia tuotteita. Kukaan vastaajista ei ollut kuullut huonoa palautetta käytetyistä järjestelmistä, vaikka ei välttämättä tiennyt järjestelmän valmistajaa.

Tutkimuksen perusteella tulviminen on yleisin hulevesijärjestelmiin liittyvä ongelma (72 % vastanneista). Seuraavaksi tulee tukkeutuminen hiekasta tai lehdistä (56 %). Myös roskaaminen (44 %), turvallisuustekijät (44 %) sekä asennukseen liittyvät tekijät (33 %) on koettu ongelmallisiksi. Vastaukset on esitetty myös kuviossa 7. Vapaan vastauskentän kohdassa korostuu suunnitteluun liittyvät tekijät, kuten imeytyminen salaojaputken ohi rakenteisiin sekä yllättävä kasvillisuus ja riittämätön putkistokoko. Lisäksi tuli esille, että suodatinkankaan käyttäminen rehevillä suodatusaltailla vaikeuttaa kunnossapitotöitä kasvillisuuden muodostuessa kankaan päälle. Soralla päällystetyt altaan reunat ovat

osoittautuneet rikkakasvien otolliseksi kasvualustaksi. Myös suuret istutukset altaan reunalla, kuten puut ja kosteikkoperennat, haittaavat reunustojen niittämistä. Lisäksi Espoossa oli huomattu, että rehevä kasvillisuus saattaa alkaa padottaa vettä, jolloin altaan toimita häiriintyy.

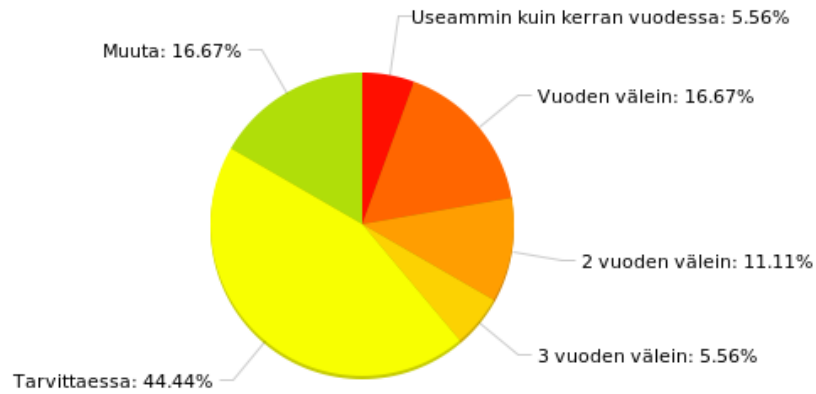


KUVIO 7. Hulevesijärjestelmien yleisimmät ongelmat (Planting 2014).

Kysymyksen, kuinka ongelmia voisi ennaltaehkäistä, vastauksissa korostuivat ennakoiva huolto, tarkkuus asennuksessa ja hyvä suunnittelu. Alla on yhden henkilön vastaus, joka kiteyttää hyvin muidenkin ajatukset ongelmien ennaltaehkäisystä:

*”Kaikki on vielä aika nuorta ja testaamisen alla, joten valmiita ratkaisuja ongelmien hoitoon ei ole. Ongelmien ennaltaehkäisyyn auttaa parhaiten huolellinen suunnittelu ja hulevesirakenteiden rakentamisen valvonta. Yhdessä puistossa on hulevesiaiheessa pysyvä vedenpinta, joka on riski esim. lasten turvallisuudelle. Toistaiseksi mitään ei ole sattunut ja lähellä oleva leikkipaikka on aidattu.”*

Järjestelmien huoltotoimenpiteitä koskevan kysymyksen vastauksissa nousee esille säännöllinen pesu ja sakkapesien tyhjennys. Luonnollisten järjestelmien, kuten kosteikkojen, kunnossapidossa tärkeää on taas niitto ja umpeutuneen altaan kasvillisuuden poisto. Alla olevasta ympyräkaaviosta (kuvio 8) nähdään, että yleisintä on järjestelmien huolto tarvittaessa.



KUVIO 8. Hulevesijärjestelmien huoltovälit (Planting 2014).

Kyselytutkimuksen tuloksissa korostuu hyvän suunnittelun merkitys ongelmien ennaltaehkäisyssä. Lisäksi vastaajat tuntuivat suosivan maanpäällisiä ja luonnonmukaisia käsittelymenetelmiä. Seuraavassa on erään vastaajan neuvo hulevesijärjestelmiin liittyen:

*”Hulevesien hallinnan osalta kannattaa laatia periaatteet, jonka mukaan hallinta alkaa tonteilta, jatkuu yleisillä alueilla (kaupungin maa-alueet) ja päättyy vesistöjen kunto huomioiden purkuvesistöön. Maanpäällisillä rakenteilla voidaan säästää kustannuksissa, mutta tarvittavat maa-alueet ovat merkittävästi maanalaisia rakenteita laajemmat. Uutta rakennettaessa ja suunniteltaessa tulisi laatia heti kunnossapito-ohjeet, aikataulu ja budjetointi. Virtaamien tasaaminen on hyvin merkittävässä roolissa. Vaikuttaa suurelta osin myös aiheutuvaan ravinnekuormitukseen.”*



## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli käytännönläheinen työ, jossa keskitytään Lahden Ranta-Kartanoon suunniteltuihin hulevesijärjestelmiin. Koska hulevesistä on tehty useita opinnäytetöitä, oli tärkeää keskittyä järjestelmien toimivuuteen sekä kunnossapitoon. Opinnäytetyössä oli lisäksi tarkoitus käsitellä ilmastonmuutoksen vaikutusta hulevesiin. Aineistoa opinnäytetyöhön kerättiin suomalaisista ja ulkomaisista tutkimuksista, erilaisista oppaista sekä haastatteluiden avulla. Uutta näkökulmaa aiheeseen pyrittiin löytämään kyselytutkimuksen avulla.

Ilmastonmuutoksen myötä sademäärät, etenkin talvisin, tulevat lisääntymään Suomessa. Alueiden suunnittelussa tulee yhä enemmän ottaa huomioon tulvariskit ja hulevesijärjestelmien merkittävyys. Joissakin kunnissa on ollut epäselvyyksiä hulevesien käsittelyn järjestämisen vastuusta, mitä onneksi syyskuussa 2014 voimaantullut lakiuudistus vesihuoltolakiin sekä maankäyttö- ja rakennuslakiin selkeyttää. Hulevedet tulee ensisijaisesti käsitellä syntypaikallaan esimerkiksi imeyttämällä maaperään. Viimeisenä, ei toivottuna, vaihtoehtona on johtaa hulevedet suoraan viemäroinnillä purkuvesistöön. Tämä kuitenkin kuormittaa helposti purkuvesistöä, sillä hulevedet huuhtovat mukanaan epäpuhtauksia valuma-alueilta.

Hulevesiä voidaan käsitellä imeyttämällä, viivyttämällä ja johtamalla. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin FCG:n hulevesiraportissa esitettyihin menetelmiin. Hulevesiä imeyttäviä menetelminä käsiteltiin biosuodatusta, hulevesikasetteja, viherkattoja ja läpäiseviä päällysteitä. Johtamisen ja viivyttämisen keinoina taas tarkasteltiin viherpainannetta, kouruja ja linjakuivatusta sekä hulevesikanavaa. Esimerkkikaupunkina käytettiin Ruotsissa Malmön kaupunginosassa sijaitsevaa Augustenborgia, joka on loistava esimerkki rohkeasta suunnittelusta ja uusien menetelmien kokeilemisesta osana toimivaa kaupunkirakennetta.

Tärkeimpinä tuloksina nousivat esiin suunnittelun ja kunnossapidon merkitys. Koska kokemusta järjestelmien toimivuudesta on vielä vähän, on tärkeää keskittyä huolelliseen suunnitteluun ja asennukseen. Yhteistä jokaiselle menetelmälle olivat hulevesijärjestelmän riittävä tarkkailu, säännöllinen kiintoaineksen ja roskien poisto sekä järjestelmän puhdistus. Hulevesijärjestelmiä, joissa on kasvillisuutta,

tulee hoitaa kasvillisuuden vaatimalla tavalla ja huolehtia, ettei kasvillisuus tuki tai hajota järjestelmää. Myös hiekoitushiekan poisto on tärkeää monen järjestelmän kohdalla.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta Ranta-Kartanon alueelle suunniteltujen järjestelmien olevan kohteeseen sopivia ja toimivia riittäväällä kunnossapidolla. Myös ilmastonmuutoksen mukanaan tuomat lisääntyvät sademäärät oli huomioitu hulevesien käsittelytapoja valittaessa. Kyselytutkimuksen perusteella voidaan todeta, että useassa kunnassa yhteydenpitoa suunnittelijan ja rakennuttajan välillä ei juuri ole. Harvalla kyselyyn vastaajalla oli esimerkiksi tietoa järjestelmän valmistajasta. Mikäli järjestelmän toimivuudessa esiintyy systemaattisesti haasteita, suunnittelija ei välttämättä saa tietoa asiasta ja voi toistaa samoja virheitä uudelleen. Jotta varmistetaan hulevesijärjestelmien säännöllisen kunnossapito, kunnassa on hyvä laatia suunnitelma huoltovastuista. Uuden tyyppisten hulevesijärjestelmien, kuten viherkattojen, yleistymistä Suomessa jarruttaa suurelta osin ennakkoluulot ja epäilykset muun muassa järjestelmien toimivuudesta ja kustannuksista. Suomessa olisikin hyvä ottaa esimerkiksi Augustenborgista, jossa on uskallettu rakentaa suuria kasvikattoja ja muita hulevesijärjestelmiä.

## LÄHTEET

Aaltonen, J., Hohti, H., Jylhä, K., Karvonen, T., Kilpeläinen, T., Koistinen, J., Kotro, J., Kuitunen, T., Ollila, M., Parvio, A., Pulkkinen, S., Silander, J., Tiihonen, T., Tuomenvirta, H. & Vajda, A. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen ympäristö31. Suomen ympäristökeskus. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

FCG. 2012. Lahden kaupunki, Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Loppuraportti P15285. Lahden kaupunki [viitattu 17.11.2014]. Saatavissa: [http://lahtiuudistuu.fi/wp-content/uploads/2014/02/RK\\_hulevesiloppuraportti.pdf](http://lahtiuudistuu.fi/wp-content/uploads/2014/02/RK_hulevesiloppuraportti.pdf).

Hagström, R. 2009. Öppna Dagvattensystem: två fallstudier av skötsel. Sveriges lantbruksuniversitet: Teknologi. Kandidatexamen.

Hunt, WF. 2011. Urban Waterways: Maintaining Permeable Pavements. North Carolina Cooperative Extension [viitattu 10.12.2014]. Saatavissa: <http://www.bae.ncsu.edu/stormwater/PublicationFiles/PermPaveMaintenance2011.pdf>.

Huttunen, L. 2014. Tuotekysely opinnäytetyöhön [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Planting, P. Lähetetty 27.11.2014.

Ilmatieteen laitos. 2011. ACCLIM II - Ilmastomuutosarviot ja asiantuntijapalvelu sopeutumistutkimuksia varten. Lyhyt loppuraportti. Ilmatieteen laitos [viitattu 20.11.2014]. Saatavissa: [http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f72ce783-0bae-4468-b67e-8e280bec1452&groupId=30106](http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=f72ce783-0bae-4468-b67e-8e280bec1452&groupId=30106).

Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankeen raportti 2009. Helsinki: Yliopistopaino. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/15711/2009nro4.pdf?sequence=1>.

Kirsi Rontu. 2014. Hulevedet ja vesihuoltolaki –Hulevedet eivät enää vesihuoltoa. Suomen Kuntaliitto [viitattu 25.11.2014]. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tapahtumat/aineisto/2014/kuntamarkkinat/ayk-kuma-2014/hulevedet/RontuKirsi.pdf>.

Klimatanpassningsportalen.2013. Öppen dagvattenhantering i Malmöstadsdelen Augustenborg, fördjupning [viitattu 15.12.2014]. Saatavissa: <http://www.klimatanpassning.se/atgarder/planera-for-anpassning/oppen-dagvattenhantering-i-malmostadsdelen-augustenborg-fordjupning-1.33382>.

Komulainen, E., 2012.Hulevesien biosuodatuksen soveltuvuus Suomen ilmasto-oloihin. Diplomityö [viitattu 1.12.2014]. Saatavissa: [civil.aalto.fi/fi/midcom-serveattachmentguid.../komulainen2012.pdf](http://civil.aalto.fi/fi/midcom-serveattachmentguid.../komulainen2012.pdf).

Kuosa, H., Niemeläinen, E. & Loimula K. 2013. Pervious pavement systems and materials. State-of-the Art. VTT Research Report VTT-R-08222-13 [viitattu 10.12.2014]. Saatavissa: [http://www.vtt.fi/files/sites/class/CLASS\\_WP2\\_SOTA\\_Permeable\\_Pavement\\_systems\\_and\\_materials.pdf](http://www.vtt.fi/files/sites/class/CLASS_WP2_SOTA_Permeable_Pavement_systems_and_materials.pdf)

Lahden kaupunki. 2014. Lahti uudistuu: Ranta-Kartano [viitattu 17.11.2014]. Lahden kaupunki. Saatavissa: <http://lahtiuudistuu.fi/ranta-kartano/>.

Lake Superior Duluth. 2014. Grassed Swales [viitattu 12.12.2014]. Saatavissa: <http://www.lakesuperiorstreams.org/stormwater/toolkit/swales.html>.

Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010.

Laurila, S., Jyränkallio-Mikkola, J., Mesimäki, M., Kallio, P., Kuoppamäki, K., Nieminen, H. & Lehvävirta, S. 2014. Normeja viherkatoille – perusteita kehittämiseen. Luomus Luonnontieteiden keskusmuseo [viitattu 2.12.2014]. Saatavissa: <http://www.luomus.fi/fi/viides-ulottuvuus-viherkatot-osaksi-kaupunkia>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132.

Malin, I., Värttö, H., Jänis, R., Sillanpää, N., Horppila, P., Lastikka, M., Neuvonen, H., Kujala, K., Salminen, T., Rope, A., Uurtamo, J., Siikanen, K., Karu-Hanski, T., Simonen, A., Lipponen, M., Heikkonen, M., Hiltunen, J., Mäkinen, H. & Jormol, J. 2010. Lahden kaupungin hulevesiohjelma [viitattu 17.12.2014]. Saatavissa:

<http://www.lamk.fi/projektit/immu/tulokset/Documents/Lahden-kaupungin-hulevesiohjelma.pdf>.

Malmö Stad. 2014. Ekostaden Augustenborg: on the way towards a sustainable neighbourhood. Esite.

Metropolitan Area Planning Council. 2010. Permeable Paving [viitattu 10.12.2014]. Saatavissa: <http://www.mapc.org/resources/low-impact-dev-toolkit/permeable-paving>.

Nurmi, P., Heinonen, T., Jylhänlehto, M. & Nyberg, R. 2008. Helsingin kaupungin hulevesistrategia. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2008:9 / Katu- ja puisto-osasto. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Saatavissa: [http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2008/hulevesistrategia\\_2008\\_9.pdf](http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2008/hulevesistrategia_2008_9.pdf).

Nurmi, V., Votsis, A., Perrels, A. & Lehvävirta, S. 2013. Cost-benefit analysis of green roofs in urban areas: case study in Helsinki. Ilmatieteen laitos. Helsinki: Unigrafia. Saatavissa: [http://www.luomus.fi/sites/default/files/files/green\\_roof\\_cost\\_benefit\\_analysis\\_raportteja\\_2-2013.pdf](http://www.luomus.fi/sites/default/files/files/green_roof_cost_benefit_analysis_raportteja_2-2013.pdf).

Ramboll. 2014. Hulevesien hallintamenetelmien tyyppi- ja esimerkkikuvia. Pieksämäki [viitattu 1.12.2014]. Saatavissa: [http://www.pieksamaki.fi/sites/pieksamaki.fi/files/atoms/files/liite\\_4\\_esimerkkeja\\_hulevesien\\_hallintamenetelmista.pdf](http://www.pieksamaki.fi/sites/pieksamaki.fi/files/atoms/files/liite_4_esimerkkeja_hulevesien_hallintamenetelmista.pdf).

Salminen, T. 2014. Tuotehallinatapällikkö. Uponor Infra Oy. Haastateltu 8.12.2014.

Suomen Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

- Sänkiaho, L. & Sillanpää, N. 2012. Stormwater -hankkeen loppuraportti; Taajamien hulevesihaasteiden ratkaisut ja liiketoimintamahdollisuudet. Helsinki: Unigrafia Oy. Saatavissa: <http://www.otalib.fi/tkk/julkaisee/index.html>.
- Uponor Oy. Uuden ympäristöystävälliset ja tehokkaat ratkaisut hulevesien käsittelyyn. Suunnitteluohje.
- Wa Syd. 2008. Ekostaden Augustenborg: en dagvattenvandring. Esite.
- Wavin-Labko Oy. 2010. Wavin Q-Bic sadevesikasetti Huolto-ohjeet. Huolto-ohje. Saatavissa: <http://www.wavin-labko.fi/@Bin/310651/Q-Bic+huolto-ohje+FIN.PDF>.
- WBGU. 2014. Climate Protection as aWorld Citizen Movement. Berlin: WBGU.
- World Habitat Awards. 2014. Winners and Finalists [viitattu 16.12.2014]. Saatavissa: <http://www.worldhabitatawards.org/winners-and-finalists/project-details.cfm?lang=00&theProjectID=8A312D2B-15C5-F4C0-990FBF6CBC573B8F>.
- Valli, M. 2014. Viherkatto vakiintuu. Kiinteistölehti [viitattu 2.12.2014]. Saatavissa: <http://www.kiinteistolehti.fi/lehti/lehti/viherkatto-vakiintuu>.
- Vantaa. 2014. Tikkurilantiellä on koekäytössä viherpainanteita hulevesien käsittely varten [viitattu 12.12.2014]. Saatavissa: [http://www.vantaa.fi/fi/ymparisto\\_ja\\_luonto/vesi/hulevedet/tikkurilantien\\_viherpainanteet](http://www.vantaa.fi/fi/ymparisto_ja_luonto/vesi/hulevedet/tikkurilantien_viherpainanteet).
- Vesihuoltolaki 119/2001.
- Vesilaitosyhdistys. 2014. Vesihuoltolain ja maankäyttö- ja rakennuslain muutokset tulevat voimaan 1.9.2014. Vesilaitosyhdistys [viitattu 24.11-2014]. Saatavissa: [http://www.vvy.fi/ajankohtaista/vesihuoltolain\\_ja\\_maankaytto\\_ja\\_rakennuslain\\_muutokset\\_tulevat\\_voimaan\\_1.9.2014.3761.news](http://www.vvy.fi/ajankohtaista/vesihuoltolain_ja_maankaytto_ja_rakennuslain_muutokset_tulevat_voimaan_1.9.2014.3761.news).
- Vesilaki 587/2011.

Ympäristöhallinto. 2013. Hulevesien laatu ja vaikutukset [viitattu 21.11.2014].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/fi->

FI/Vesi/Vesiensuojelu/Yhdyskunnat\_ ja\_hajaasutus/Hulevesien\_hallinnan\_kehittaminen/Hulevesien\_laatu\_ ja\_vaiikutukset.

Ympäristöministeriö. 2014. Vesihuollon riskejä vähennetään ja valinnanvapautta lisätään jätevesiratkaisuissa. Ympäristöministeriö [viitattu 24.11.2014].

Saatavissa: <http://www.ym.fi/fi->

FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Vesihuollon\_riskeja\_vahennetaan\_ ja\_valin%2830924%29.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014

## LIITTEET

### LIITE 1. Kyselytutkimuksessa esitetyt kysymykset



## LIITE 1. Kyselytutkimuksessa esitetyt kysymykset



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

### Hulevesijärjestelmien toimivuus kaupunkialueilla

#### Sivu 1

Opiskelen Lahden ammattikorkeakoulussa ympäristötekniikan insinööriksi ja teen opinnäytetyötä aiheesta KAUPUNKIYMPÄRISTÖÖN SOPIVAT HULEVESIJÄRJESTELMÄT JA NIIDEN SOVELTUMINEN LAHDEN RANTA-KARTANOON.

Tämän kyselyn tarkoituksena on selvittää olemassa olevien hulevesijärjestelmien toimivuutta, huoltotoimenpiteitä sekä mahdollisia ongelmia. Haluaisin myös tietää minkä valmistajan järjestelmiä olette käyttäneet sekä sujuiko asennus ongelmitta.

Kyselyn tulokset ovat tärkeässä osassa opinnäytetyötä ja niitä voidaan hyödyntää tulevaisuudessa kaupunkialueiden hulevesijärjestelmien suunnittelussa. Kyselyyn vastaamiseen kuuluu muutamia minutteja. Lisätietoa voitte lähettää sähköpostiini [paullina.planting@student.lamk.fi](mailto:paullina.planting@student.lamk.fi)

#### Sivu 2

Missä kunnassa/kaupungissa työskentelette? \*

Asemanne organisaatiossa? \*

Kuinka kauan olette työskennelleet hulevesiin liittyvissä tehtävissä? \*

 vuotta

Onko kaupungissanne rakennettu hulevesijärjestelmiä viimeisen viiden vuoden aikana? \*

- kyllä  
 ei

Jos vastasitte edelliseen kysymykseen ei, niin mistä luulette sen johtuneen?

Minkä valmistajan hulevesielementtejä olette käyttäneet? \*

Oletteko olleet tyytyväisiä valmistajan tuotteisiin? \*

- Kyllä  
 Ei

Perustelut

**Millaisia hulevesijärjestelmiä kunnassanne on käytössä? \***

Imeyttäminen

Johtaminen

Viivyttäminen

Kosteikko

Sadepuutarha

Viherkatto

Kasettijärjestelmä

Muita, mitä?

**Oletteko kohdanneet seuraavia ongelmia? \***

Roskaaminen

Tulviminen

Hiekka

Lehdet

Asennukseen liittyvät tekijät

Turvallisuustekijät

Muita, mitä?

**Kuinka olette ratkaiseet syntyneet ongelmat? Miten ongelmia voisi ennaltaehkäistä? \***

**Oletteko kokeneet hulevesijärjestelmät kannattaviksi? \***

kyllä

ei

**Kuinka usein huollatte hulevesijärjestelmiä? \***

Useammin kuin kerran vuodessa

Vuoden välein

2 vuoden välein

3 vuoden välein

4 vuoden välein

Tarvittaessa

Emme huolla

Muu mikä?

**Miten huollatte hulevesijärjestelmiä? \***

**Muita neuvoja järjestelmiin liittyen**