

# Vesihuoltoverkostojen tila ja riskien hallinta (VERTI) Ranckasateiden hallinta ja hulevedet Maanpäällisten hulevesien hallintakeinojen edistäminen Työpaketti 6

Jukka Jormola, Sanna Vienonen ja Mika Ristimäki, SYKE



*Vantaan Osumapuiston viivytyalue sadetilanteessa. Kuva: Jukka Jormola*

## Sisällys

1. Johdanto.....	3
2. Hulevesikäytäntöjä Pohjoismaissa .....	3
3. Esimerkkikohteita ja -käytäntöjä Suomessa .....	4
Tampere.....	5
Porvoo.....	7
Kangasala .....	10
Lahti .....	11
Vantaa.....	14
Muita hulevesiprojekteja .....	16
3. Näkemyksiä hulevesioppaan uusimistarpeesta .....	19
4. Johtopäätökset ja jatkotutkimusten tarve.....	20
Liite 1 Kysely kunnille.....	22
TIIVISTELMÄ.....	23

# 1. Johdanto

Hulevesien hallinta korostui Suomessa vesihuoltolainsäädännön uusimisen yhteydessä vuonna 2014, jolloin päävastuu hulevesistä siirtyi vesihuoltolaitoksilta kunnille. Kunnat voivat ohjata hulevesien hallintaa maankäytön suunnittelun ja oman rakentamisensa kautta toteuttamalla avoimia, ainakin osittain maan pinnalla kulkevia hulevesijärjestelmiä. Keskeiset hulevesiä koskevat määräykset on lisätty maankäyttö- ja rakennuslakiin. Perinteinen, lähinnä putkiratkaisuihin perustuva hulevesien johtaminen on monin paikoin ongelmallista putkien mitoitusten aiheuttamien rajoitteiden takia. Ilmastomuutoksen on ennustettu lisäävän ja voimistavan sään ääri-ilmiöitä ja siten esimerkiksi rankkasateita ja niiden intensiteettiä etenkin syksyllä ja talvella. Hulevesitulvien vaaran voidaan olettaa pahentuvan sadantojen lisääntymisen sekä täydennysrakentamisen takia.

Pinnoitetuilta alueilta muodostuvat hulevedet johdetaan erillisviemäröinnissä ympäröiviin puroihin ja rantavesiin, jolloin niistä aiheutuu virtaamalisäyksiä, eroosiota ja mahdollisesti paikallista tulvan vaaraa. Hulevesien mukana kulkeutuu kiintoainesta, ravinteita, raskasmetalleja, bakteereja, öljyä ja muita haitta-aineita. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan huleveden mukana kulkeutuu myös mikromuovia pinnoitetuilta alueilta (Norjalaistutkimus: Autoilusta eniten mikromuovia mereen. Yle Uutiset 12.10.2016, <http://yle.fi/uutiset/3-9223396>). Myös ilmaperäisesti sadeveden mukana arvelaan kulkeutuvan mikromuovia vesistöihin (Gasperi, J., Dris. R., Mirandebret, C. et al. First overview of microplastics in indoor and outdoor air. 15th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment, September 2015, Leipzig, Germany. <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-01195546/>). Mikromuovin vaikutuksista vesistöissä ei ole vielä kattavasti tietoa, mutta saadut tulokset näyttävät vaikutusten olevan haitallisia ekosysteemille ja etenkin eliöille. Haitta-aineiden merkitys korostuu hulevesivirtaamien kasvaessa.

Hulevesien mukanaan kuljettamien haitta-aineiden lisäksi jätevesien tulviminen viemäreistä ympäristöön on merkittävä riski. Sekaviemäröinnissä ja myös erillisviemäröinnissä jätevesien sekaan tahattomasti pääsevät hule- ja vuotovedet voivat aiheuttaa viemäreiden tulvimista ja jätevesipäästöjä ympäristöön. Sekaviemäröinti on uuden lainsäädännön mukaan periaatteessa kielletty. Jätevedet lisäävät ravinnekuormitusta vesistöissä sekä aiheuttavat riskin pohjaveden ja muun ympäristön hygieenisen laadun heikkenemiselle.

Vuonna 2012 julkaistussa, Kuntaliiton koordinoimassa Hulevesioppaassa on esitetty ohjeita ja periaatteita hulevesien hallinnalle. Uusi lainsäädäntö, kuntien entistä selkeämpi vastuu sekä kokemukset hulevesien hallintaan suunniteltujen rakenteiden toimivuudesta ja hoidosta aiheuttavat tarpeen päivittää ja tarkentaa hulevesiä koskevia ohjeita ja rakentamismääräyksiä.

## 2. Hulevesikäytäntöjä Pohjoismaissa

Norjassa on laadittu viime vuosina rankkasadestrategia ja sitä tukeva toimintasuunnitelma. Strategiassa painotetaan yhteistyötä ja vesihuoltolaitosten koordinoivaa roolia hulevesien hallinnan suunnittelussa. Strategiassa hulevesien käsittely on jaettu kolmeen tasoon sateen intensiteetistä riippuen. Vähäinen sade pyritään suodattamaan, keskivertosade viivyttämään ja rankin sade johtamaan pois hallitusti. (Cecilie Bråthen. 2015. The Storm water Project in Oslo - from strategy to action. The City of Oslo, Water and Sewerage Works)

Esimerkkinä avoimesta hulevesien hallintajärjestelmästä on Etelä-Ruotsissa Malmössä sijaitseva Augustenborgin ekologinen kaupunginosa. 1950-luvulla rakennettu alue saneerattiin 1990-luvulla. Eräänä syynä saneeraukseen oli hulevesiputkien alimitoitus ja kellareihin tunkeutuva vesi. Saneerattu järjestelmä perustuu avoimiin hulevesikanaviin, viherkattoihin ja viivytyksaltaisiin. Hulevesien avoin hallintajärjestelmä on rakennettu Tanskan hydrologisen instituutin DHI:n mallinussovelluksen MIKE SHE:n tulosten pohjalta. Hulevesien hallintajärjestelmä näyttää toimivan mittausten perusteella hyvin kerran 10 vuodessa tapahtuvan äärimmäisen rankkasateen aikana; kerran 100 vuodessa tapahtuva erityistilanne oli mallinnuksen mukaan liian rankka järjestelmälle. Vuonna 2007 sattuneella 75 mm sateella, joka vastaa kerran 50 vuodessa toistuvaa sadetapahtumaa, järjestelmä toimi hyvin, samaan aikaan kun muualla Malmössä oli pahoja tulvia (<http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/oppendagvattenhantering-i-malmostadsdelen-augustenborg-fordjupning-1.33382>). Hydrologiseen kiertoon perustuvan MIKE SHE -mallinussovelluksen lisäksi Tanskassa on olemassa MIKE URBAN -sovellus, joka keskittyy viemäröintijärjestelmän kuvaamiseen. (Daniel Kibirige & Xing Tan. 2013. Evaluation of Open Stormwater Solutions in Augustenborg, Sweden. Lund University)

Tanskassa on kehitetty tiiviiseen kaupunkirakenteeseen soveltuvia huleveden pidätysrakenteita. Kööpenhaminan keskusta-alueen pohjoisosassa sattui rankkasateiden yhteydessä paha hulevesitulva vuonna 2011. Alueelle on sen jälkeen suunniteltu viivytysalueita, jotka toimivat samalla osana kaupungin viherrakennetta. Suunnitelmista on toteutettu Tåsingeplads (kuva 1), jota kutsutaan Kööpenhaminan ensimmäiseksi ilmastonmuutokseen sopeutuvaksi kaupunkitilaksi. [http://www.klimakvarter.dk/wp-content/2013/03/klimakvarter\\_ENG\\_low.pdf](http://www.klimakvarter.dk/wp-content/2013/03/klimakvarter_ENG_low.pdf) 1000 m<sup>2</sup> asfalttipintaa on muutettu hulevesien viivytysalueeksi. Lähitalojen hulevedet johdetaan alueelle siten, että vesi ei joudu suoraan sekaviemäriin, jolloin voidaan vähentää rankkasateiden aiheuttamia tulvapiikkejä viemäriverkostoon. Alavalle viivytysalueelle johdetaan vesiä 4300 m<sup>2</sup> pinta-alalta. Lähikaduilta vedet johdetaan ensin kadunvarsien hulevesipainanteisiin ja edelleen puiston syvempään viivytyspainanteeseen. Viivytysalueen pohja on noin 70 cm oleskelualueen pintaa alempana ja se on istutettu kasvistoltaan monipuoliseksi ”tanskalaiseksi sademetsäksi”. Alue on samalla aktiivinen lähipuisto ja tanskalaiseen tapaan asukkaat on otettu vahvasti mukaan alueen suunnitteluun.

Samalle St.Kjeldin alueelle on suunniteltu vastaavien tulvia pidättävien kaupunkipuistojen kokonaisuutta. <http://www.politico.eu/article/copenhagen-warming-climate-flooding/>



*Kuva 1. Kööpenhaminan Tåsingeplads, joka on suunniteltu hulevesien viivytysalueeksi ja asukaspuistoksi. Kuva: Jukka Jormola*

### **3. Esimerkkikohteita ja -käytäntöjä Suomessa**

Hankkeessa tarkasteltiin hyviä käytäntöjä ja toteutettuja järjestelmiä hulevesien hallintaan Suomessa. Tampereen, Kangasalan, Vantaan ja Lahden kaupunkien hulevesien hallinnasta vastaaville tahoille sekä Tampereen Rambollille esitettiin liitteessä 1 mainitut kyselyt soveltavasti vastaajan ja kohdekunnan mukaan. Lisäksi tarkasteltiin tarkemmin Porvoossa toteutettuja selvityksiä ja ohjeistuksia. Tyyppiesimerkkeinä esitellään myös muista Suomessa toteutetuista kohteista Vihti, Jyväskylä, Mäntsälä ja Helsinki.

## Tampere

Tampereen kantakaupungilla on hulevesiohjelma (<http://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparisto-ja-luonto/julkaisut-ja-selvitykset/hulevesiohjelma.html>), joka on hyväksytty yhdyskuntalautakunnassa vuonna 2012 ja jota päivitetään tarpeen mukaan. Osaksi ohjelmaa on tehty valuma-aluekohtaiset arviot hulevesien hallinnan nykytilasta ongelmien ja tulevien maankäyttömuutosten vaikutuksesta vesistökuormitukseen sekä hulevesien hallinnan toimenpidesuosituksia. Tampereella on selvitetty kaikki olemassa olevat hulevesien hallintarakenteet ja laadittu kullekin kunnossapitoa varten toimenpidekortit kuvineen ja kaavioineen. Rakenteiden peruskunnostus on tarkoitus aloittaa vuonna 2017 ja jatkaa ylläpitohuoltoa noin parin vuoden välein, tai tarpeen mukaan tiheämminkin kuten Vuoreksen asuinalueella. Lisäksi hulevesien hallintarakenteet on tarkoitus tallentaa paikkatietomuotoon. (Pekka Heinonen, Tampereen kaupunki)

Kaupunki tarkkailee huleveden laatua säännöllisesti kahdesti vuodessa yhdeksästä ojasta ja kolmesta kosteikosta. Pisimmillään samoista paikoista on huleveden laatumittauksia 30 vuodelta. Tampereella on alettu kiinnittää viime vuosina enemmän huomiota huleveden laatuun. Hulevesien hallinnassa pyritään pääasiassa viivyttämään ja suodattamaan hulevesiä sekä johtamaan niitä eteenpäin viivyttävillä rakenteilla. Imeytyksen osalta kiinnitetään huomiota siihen, että vesi todellakin pääsee imeytymään. Jotkin vanhat rakenteet kun voivat olla esimerkiksi kallion päällä, jolloin imeytymistä ei todellisuudessa tapahdu, vaan vesi johtuu kallion pintaa pitkin muualle. (Pekka Heinonen ja Johanna Airola, Tampereen kaupunki)

Tampereella toteutettuja viimeaikaisia, suurempia hulevesien hallintakohteita ovat esimerkiksi Vuoreksen keskuspuiston viivytyksaltaat ja keskusallas tulvaniittyneen vuosilta 2011-2012 (kuva 4), Lielahden lumenkaatopaikan biosuodatusalue vuosilta 2012-2013 (kuva 5) ja Ryydynpohjan kaksiosainen hulevesikosteikko vuosilta 2013-2014. Ryydynpohjan kosteikko ei ole vielä kehittynyt siten, että se toimisi täydellä tehollaan, joten hulevesien puhdistusvaikutusta ei Tampereen kaupungin mukaan vielä juurikaan näy. Vuoreksen hulevesirakenteiden toimintaa ei ole vielä seurattu. (Pekka Heinonen ja Johanna Airola, Tampereen kaupunki) Maria Åkermanin (Tampereen kaupunki) mukaan Vuoreksessa erityisesti maaperän laatu on aiheuttanut suuria haasteita, koska alueella on paljon kalliota ja suota. Näin ollen kohteiden rakennettavuus on ollut heikko ja rakentamistoimenpiteet hintavia. Rakentaminen kosteille alueille on tuonut paikoin ongelmia siinä, että alue saadaan kuivatettua riittävästi rakentamista varten.



Kuva 2. Vuoreksen keskuspuiston hulevesilampi ja tulvaniitty. Kuva: Jukka Jormola

Yleisesti ottaen Åkermanin mukaan haasteita aiheuttaa toisinaan eri suunnitelmien yhteensovittaminen ja se, että yhteensopimattomuus selviää vasta toteutusvaiheessa. Ratkaisut on kuitenkin aina löydetty. Kiinteistöjen suunnitelmia laadittaessa suunnittelija ei välttämättä ole riittäväällä tavalla perehtynyt kaavan vaatimuksiin ja alueelliseen kokonaisuuteen eikä kysynyt esimerkiksi hulevesien sallittua johtamispaikkaa lähtötiedoksi. Korkeustasoissakin on välillä ongelmia, eli korkotasot eivät täsmää. Pumppaamista pyritään välttämään, mutta toisinaan siihen kuitenkin joudutaan turvautumaan. Toteutuksessa haasteita aiheuttaa mm. huleveden laadunhallinta ja seuranta (miten järjestää seuranta niin, että tulokset ovat luotettavia), koska jatkuva laadullinen mittaaminen on kallista. Tähän tarvitaan paljon lisää tietoa. Myös esimerkiksi katujen kunnossapidon merkitystä hulevesien kuormitukseen tulisi tutkia; kuinka suuri myönteinen vaikutus olisi sillä, että putsattaisiin etenkin rakennettavalta alueelta asfaltoidut kadut päivittäin.

Syken HULE-hankkeessa (Hulevesien hallintamenetelmien toimivuus vihreänä infrastruktuurina, <http://www.syke.fi/hankkeet/hule>) seurattiin yhtenä kohteena lumenkaatopaikan biosuodatusalueen (kuva 5) toimintaa Lielahdessa vuosina 2012-2015 (Kasvio, Koskiahho, Ulvi & Jormola. 2015. *Lielahden biosuodatusalueen tulokset vuosilta 2012–2013 ja 2015. HULE-hankkeen osaraportti*). Seurannan tuloksena todettiin, että biosuodatusalue vähensi lumenkaatopaikan aiheuttamaa kuormitusta vesistöön erittäin hyvin. Parhaiten biosuodatuspuhdistamon vaikutus ilmeni suurilla virtaamilla, jolloin kuormituspiikit pienenevät selvästi. Virtaamat olivat kuitenkin suurimmaksi osaksi melko pienet ja nousivat vain sateiden yhteydessä. Hidas virtaama todennäköisesti mahdollisti isompien kiintoainepartikkeleiden laskeutumisen altaaseen. Tasaisella virtaamalla biosuodatusallas puolitti kiintoaineen ja fosforin pitoisuudet. Suodatusallas vähensi merkittävästi myös raudan ja ulosteperäisten bakteerien määrää. Tampereen Ruskoon perustetaan loppuvuonna 2016 tai alkuvuodesta 2017 rakenteeltaan samanlainen lumen sulamisvesien biosuodatusalue kuin Lielahdessa. Ruskon nykyinen maa-aineksen vastaanottoalue suljetaan ja sen päälle perustetaan lumen vastaanottoalue.



Kuva 3. Lielahden lumenkaatopaikan biosuodatusalue, joka toimii hyvin sulamisvesien puhdistuksessa. Kuva: Pinja Kasvio

Tampereen kaupunki pyrkii aktiivisesti kehittämään hulevesien hallintaa. Kaupunki sai juuri Euroopan komissiolta 1,44 miljoonaa euroa rahoitusta Urban Nature Labs -hankkeeseen, jossa kehitetään luontopohjaisia ratkaisuja kaupunkialueilla (Kuntalehti, 13.12.2016): ”Tampereen ensisijainen kohde hankkeessa on Vuoreksen kaupunginosan hulevesien hallinnan kehittäminen. Vuoreksessa demonstroituja luontopohjaisia ratkaisuja ja kokemuksia hyödynnetään ja jatkokehitetään myöhemmin Hiedanrannan alueen rakentamisessa. Tampereella ratkaisut liittyvät hulevesien hallinnan menetelmiin ja hulevesien laadun tarkkailuun: näitä ovat esimerkiksi hulevesipainanteet ja -altaat, viherkatot ja -seinät sekä imeyttävät jalkakäytävät. Hankkeessa etsitään kvantitatiivista näyttöä NBS-ratkaisujen (luontoon perustuvat ratkaisut, Nature Based Solutions) soveltuvuudesta, vaikuttavuudesta ja kustannustehokkuudesta. Tavoitteena on löytää ratkaisuja, joita voidaan skaalata ja monistaa

luomalla uusia liiketoimintamahdollisuuksia, rahoitusmalleja, tuotteita ja palveluita. Mukana Urban Nature Labs-hankkeessa on yhteensä 29 kumppania. Tampereen, Eindhovenin ja Genovan kaupungit ovat hankkeen edelläkävijäkaupungit. Hanketta koordinoi VTT, jonka kanssa Tampereen kaupungilla on strateginen yhteistyösopimus. Hanke on rahoitusmäärältään suuri; sen rahoitus Horisontti 2020 -ohjelmasta on 12,77 miljoonaa euroa ja kokonaisbudjetti 14,77 miljoonaa euroa.”

Päivi Paavilaisen (Ramboll, Tampere) mukaan hulevesiopas on hyvä tuki hallintamenetelmien kuvauksissa. Samaa mieltä on Maria Åkerman (Tampereen kaupunki), jonka mielestä hulevesiopas toimii erityisesti apuna perusteluiden laatimisessa. Paavilaisen mukaan suunnittelussa käytetyimmät hulevesioppaan osat ovat ilmastonmuutoksen vaikutus mitoitusterusteisiin, hulevesikasvillisuus ja kunnossapito sekä muut hulevesien hallintamenetelmien mitoitukseen liittyvät luvut, vaikkakin mitoituksen suhteen opas on hyvin yleispiirteinen. Suunnittelussa käytetään yleisesti suoraan hulevesioppaan mitoitussateita. Harvemmin toistuvilla sateilla käytetään RATU-julkaisun graafeista poimittuja sateita. Muita suunnittelussa hyödynnettäviä julkaisuja ovat kotimaiset tutkimukset (erityisesti Noora Sillanpään ja Marjo Valtasen väitöskirjat), STORMWATER-, RYVE- ja RATU-hankkeiden loppuraportit, Suomen ympäristö 21/2007 Maatalouden monivaikutteiset kosteikot, Sovellettu hydrologia sekä RILin Hydromekaniikka. Ulkomaisista julkaisuista hyödynnetään esim. Minnesota Storm Water Manualia.

Paavilaisen mukaan suunnittelun avuksi kaivataan enemmän tietoa kustannusarvioista, järjestelmien toiminnasta Suomessa ja aiemman maankäytön huomioimisesta käsittelyalueella. Peltomaalle rakennetut lampimaiset kosteikot ovat toimineet useita vuosia jopa ravinteiden nettopäästäjinä. Hydrauliseen mitoitukseen tarvitaan ohjeistamisesta viivytysrakenteille (miten valitaan purkuvirtaama ja mitoittava tilavuus). Putkiverkolle mitoituksena käytetään usein 1/5 v mutta tulvareitin mitoituksen tulisi olla mahdollisesti 1/50 vuotta. Tarkastelut pitäisi toistaa useilla erimittaisilla sateilla – usein huippuvirtaamat tulevat lyhyillä sateilla. Rakenteiden tilavuuden kannalta mitoittava sade voikin olla hieman pitempi sade, jolla virtaama on sen verran korkea että sitä pitää leikata ja sade kestää niin kauan että vettä kertyy merkittäviä määriä. Osa suunnittelijoista jättää kokonaan huomiotta pitemmät sateet. Mitoitustoistuvuuksien valinnasta tarvitaan maanlaajuista yleisohjetta, mikä toisi johdonmukaisuutta suunnitteluun.

Yhdenmukaisuutta tuovaa ohjeistusta Paavilainen kaipaa mm. työnaikaisten hulevesien käsittelyyn, lumitilan määrittelyyn ja lumen sulamisvesien hallintaan esim. parkkipaikoilla, laimeiden öljypitoisuuksien poistamiseen, biosuodatukseen soveltuvuuteen eri kohteisiin, biosuodattimien ja kosteikkojen kasvillisuuden hoitoon (pitääkö niittää vai poistaa juurakoita) sekä kevät-sulannan hallintaan kaupungeissa, koska se on vuoden suurin ja hankalin kuormituspiikki. Hoito- ja kunnossapito-ohjeistusta ja taustatietoa tarvitaan huomattavasti enemmän lähtien perusasioista, kuten esim. mitä tarkoittaa ”säännöllinen hoito” tms. ”Kasvillisuus poistaa hulevesistä haitta-aineita” –tasosta pitäisi päästä tarkemmalle tasolle. Kasvillisuudessa on huomattavia eroja; osa varastoi ravinteita varsiin, osa juuriin ja osa kasveista on tehokkaita vain tai erityisesti tietyille aineille. Talvisaikaan kasvillisuus päästää liukoista fosforia lahotessaan.

Ohjeistus kaavoittajille ja ympäristönsuojelun asiantuntijoille olisi Paavilaisen mukaan tarpeen sen suhteen, milloin tarvitaan öljynerotusta, milloin riittää esim. biosuodatus ja milloin tarvitaan kokonaan suljettavia järjestelmiä ja varoaltaita. Kohteet tulevat suunnittelijoille tarkasteluun vasta siinä vaiheessa, kun kaavan tai ympäristöluvan vaatimat ratkaisut on jo tehty. Usein esim. markettien parkkipaikoille edellytetään täysin turhaan öljynerottimia, vaikka öljypitoisuudet hulevesissä jäisivät pääsääntöisesti alle erotinten erotuskyvyn. Vaihtoehtoisesti erottimia edellytetään torjumaan onnettomuustilanteita esim. säiliöauton hajoamisen yhteydessä.

## Porvoo

Porvoon Kevätlaakson asemakaavaa täydentävät rakentamistapaohjeet (*Rakentamistapaohjeet Kevätlaakson asemakaavoille Kevätlaaksonpuro 480 ja Kevätlaaksonkallio 481, liite 8, 13.5.2014*), joissa on annettu ohjeita erillisen hulevesiluvun lisäksi esim. pihojen kasvillisuudesta. Lisäksi Porvoon kaupunki on laatinut malliratkaisuja hulevesien viivytykseen ja imeytykseen (*Rakennustapaohje: Hulevesien viivytys pientalotonteilla. Malliratkaisuja hulevesien viivytykseen ja imeytykseen. Porvoon kaupunki, kaupunkisuunnittelu 2015*). Kevätlaaksossa noudatetaan energiatehokkaan ja vähähiilisen rakentamisen periaatteita. Tavoitteena on heijastaa modernisti Porvoon perinteisiä, pienipiirteisiä puutaloalueita tällä tiiviillä asuinalueella. Rakentamistapaohjeissa todetaan mm. pihojen osalta, että niillä tulee olla monipuolista kasvillisuutta pensaista pienpuihin; pelkkä nurmikko ei riitä.

Pihan pinnoitteiden täytyy olla pääosin hulevettä läpäiseviä. Hulevesiä käsittelevässä luvussa kannustetaan hulevesien keräämiseen astioihin ja altaisiin sekä niiden ohjaamiseen suoraan esim. pensaiden juurille, viherkattojen ja sadepuutarhojen perustamiseen sekä nurmikiveykseen pysäköintipaikoilla (kuva 2). Hulevesiä tulee viivyttaa 1 m<sup>3</sup>/ 100 m<sup>2</sup> tontin kovaa rakennettua pintaa kohden vähintään 12 tuntia ennen sen johtamista sadevesiviemäriin tai muuhun hulevesijärjestelmään. Viivytysjärjestelmän tulee olla myös tyhjentyneenä 24 tunnin kuluessa sateen alusta. Kattovedet on ohjattava hulevesien viivytys- tai imeytysjärjestelmään.

”Viivytysjärjestelmä voi olla kantava kasvualusta, rakenteellinen kasettiratkaisu, viivytyskaivo, johon voidaan varata pysyvää vesitilavuutta kasteluvedelle, rakennettu sadevesiallas, kivipuro, sadepuutarha, viherpainanne tai lammikko. Ylivuoto johdetaan katujen sadevesiviemäriin ja sieltä edelleen alueellisiin hulevesijärjestelmiin. Kantava kasvualusta tai rakenteellinen kasettiratkaisu on luonteva sijoittaa autopaikan ja ajoreitin alle. Koska hulevesipainanteista imeytyy aina vettä maaperään, tulee pienillä tonteilla ensisijaisesti tehdä viivytettäviä rakenteita. Imeyttävät rakenteet tulee sijoittaa riittävälle etäisyydelle kuivatusta vaativista asuinrakennuksista.”

*Hulevesiä voidaan kerätä kasteluvedeksi erilaisin järjestelmin.*



*Kattovedet on ohjattu pensasaidan käyttöön.*



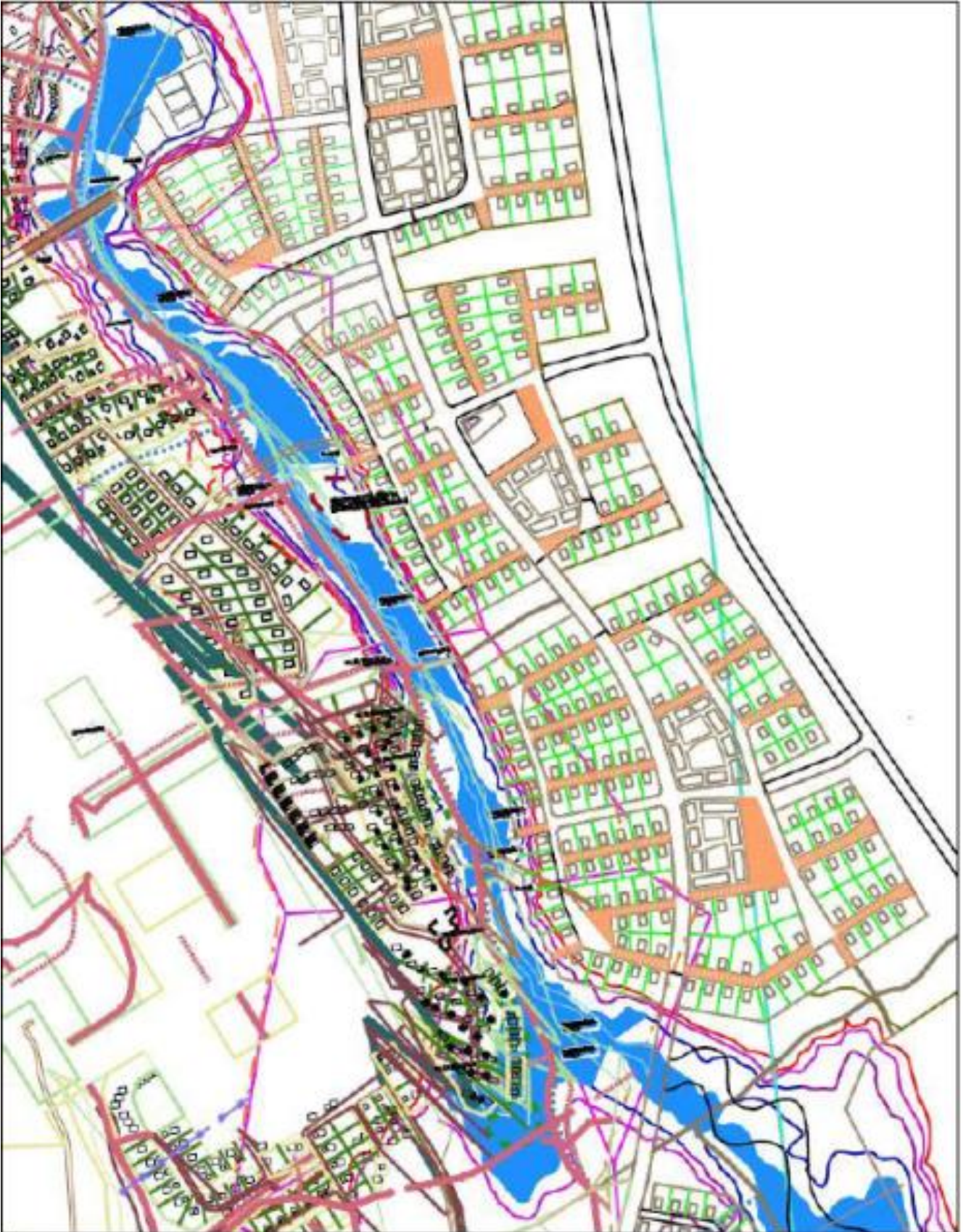
*Kuva 4. Hulevesien keräys- ja johtamisesimerkkejä kasvien kasteluun tontilla. Ote Porvoon Kevätlaakson rakentamistapaohjeen liitteestä 8, s.13.*

Kevätlaakson asemakaavassa ei vielä ollut sitovia kaavamääräyksiä hulevesistä. Alueen rakennustapaohjeet ovat hyvä esimerkki monipuolisista mahdollisuuksista hulevesien hallintaan tiiviillä uudisrakentamisalueella (kuva 3). Koska rakentamistapaohjeet ovat suosituksia, jää nähtäväksi, miten hyvin niitä toteutetaan tonteilla. Kaupunki on jo toteuttanut viivytyskosteikkoja puistoalueelle. Alueen seuraavassa rakentamisvaiheessa on tarkoitus toteuttaa imeytysalueita uusille katualueille.

Porvoossa on selvitetty, kuinka esimerkiksi kaupungin vanhassa keskustassa sijaitsevalta Pappilanmäeltä voidaan vähentää sekaviemäriin kulkeutuvien hulevesien määrää ja annettu parannusehdotuksia kuormituksen vähentämiseksi maaperä-, maankäyttö- ja topografiatietojen perusteella (Anton Beijar. 2013. *Dagvattenbelastning på kombinerade avloppssystem, Forskningsobjekt: Prästgårdsbacken i Borgå. Opinnäytetyö, Yrkeshögskolan Novia*). Työn keskeisiä toimenpide-ehtotuksia on johtaa hulevedet luonnonmukaiseen käsittelyyn ennen viemäriin joutumista esimerkiksi puistoalueita hyötykäyttämällä, lisätä viheralueita katujen varsiin ja johtaa



hulevedet niitä pitkin sekä erottaa sekaviemäri hulevesiviemäriksi ja jätevesiviemäriksi. Lähtökohtaisesti hulevedet tulisi imeyttää tonteilla; selvityksessä nousi yllättävästi esille mm. se, että 90 % kattovesistä ajautuu pois tonteilta. Kiinteistönomistajia tulisi tiedottaa hulevesien käsittelyn tärkeydestä ja menetelmistä tonteilla, ja tiedon tulisi olla riittävän yksinkertaisessa muodossa. Hulevesien hallinnan suunnittelussa havainnointia ja valokuvausta rankkasadetilanteissa sekä kevään lumensulamisen yhteydessä pidettiin tärkeänä, jotta tunnistetaan ongelmakohdat veden virtauksessa.



Kuva 5. Veden nouseminen korkeuskäyrien mukaan Kevätlaaksossa suhteessa kaavaluonnokseen. Sinisellä on merkattu alimpien korkeuskäyrien sisään jäävä alue, jolle vesi nousee ensimmäiseksi. Ote Porvoon Kevätlaakson rakennustapaohjeesta, kuva 5.3.

## Kangasala

Kangasalassa on toteutettu viime vuosina hulevesien viivytys-/imeytysrakenteita mm.:

- Kallion yritysalueella teollisuusalueen hulevesille vuonna 2008 patoamalla viivytysalue suo/kosteikkoalueesta,
- Vaarinmaan uuden asuinalueen hulevesille vuonna 2012 rakentamalla pysyvä vesialue kahdesta viivytys-/imeytysaltaasta ja tulvaniitty,
- Kuohunlahdessa kuntakeskustan hulevesille vuonna 2013 rakentamalla kaksi viivytys-/imeytysallasta (myös tulvaniitty oli suunniteltu, mutta jätettiin toteuttamatta) , jossa esikäsittely perustuu laskeutukseen ja jälkikäsittely biologiseen puhdistukseen pitkänomaisessa kasvillisuusaltaassa,
- Kortekummussa uuden asuinalueen hulevesille vuonna 2014 rakentamalla kaksi viivytys-/imeytysallasta ja tulvaniitty sekä
- Lemetyssä uuden ja olemassa olevan asuinalueen hulevesille vuonna 2016 rakentamalla useita pienempiä viivytysaltaita ja kuivia painanteita.

Kangasalan kunnan mukaan toteutetut järjestelmät ovat toimineet hyvin eikä niihin ole ollut tarvetta koskea jälkikäteen. Lemetyn toiminnasta ei ole vielä kokemusta. Vaarinmaan altaat täyttyvät keväisin lähelle ylärajaa, mutta ylivuotojärjestelmä on toiminut. Hallintarakenteiden suunnittelijan, Rambollin Päivi Paavilaisen mukaan Vaarinmaan altaiden luiskat syöpyivät alussa pahoin kaltevuudesta 1:5 huolimatta.

Paavilaisen mukaan Kalliossa haasteena oli ison teollisuusalueiden virtaaman tehokas tasaus, mikä ratkaistiin patoamalla nykyinen soistuma laajaksi tasausaltaaksi ja hyödyntämällä myös alueen louhetäyttöjä tasaustilana. Vaarinmaalla ja Kortekummussa ongelmana oli alapuolisen uoman tulvaherkkyys, mikä ratkaistiin isoilla viivytysalueilla. Myös Lemetyssä alapuolinen uoma oli tulvaherkkä ja esisuunnitelmassa oli esitetty omituisia ratkaisuja (viivytyksiä vasta tulvariskikohteissa tai niiden alapuolella). Lisäksi kaavassa viivytysalueet oli osoitettu fyysisesti uusien rakennusten yläpuolelle. Ongelmat ratkaistiin siirtämällä ja laajentamalla viivytysalueita ja hyödyntämällä myös ojia viivytyksessä, mikä hidastaa purkua tulvatilanteessa.

Paavilaisen mukaan kohteet toteutettiin suunnitelmien mukaan Kuohunlahtea (kuva 6) lukuun ottamatta. Siellä suunniteltua tulvaniittyä ei toteutettu lainkaan ja ylivuotopenger rakennettiin liian matalaksi tai se painui, mistä syystä esikäsittelystä ei päässyt aluksi vettä käsittelyaltaalle. Haasteina Kuohunlahden suunnittelussa oli ylioptimistinen esisuunnitelma, esitetty 25 hehtaarin keskusta-alueen vesien käsittely muutaman sadan neliömetrin lammikolla sekä käytännössä mahdottomuus ratkaista asiaa paremmin kyseisessä suunnitteluvaiheessa. Lammikon hydraulista toimintaa optimoitiin esiselkeytyksellä ja pidentämällä biologisen käsittelyaltaan virtausreittiä virtauksenohjausniemekkeen avulla.

Kangasalan kunnan mukaan Kuohunlahden altaiden rakentamisessa oli haasteita altaiden välisen kannaksen kohdalla kulkevan vesijohdon kanssa, jotta sille saatiin riittävä routaeristys. Käyttöäön jälkeen oli aluksi vaikeuksia altaiden virtaamatasojen kanssa, koska virtaama toiseen altaaseen oli riittämätön liian alhaalla olevan ylivuototason vuoksi. Tilanne kuitenkin korjattiin ja nyt järjestelmä toimii. Molemmat altaat ovat tosin keskimäärin vähävetisiä, mistä voi johtua hajuongelmia. Altaat ja keskustan suunnasta tuleva purku-uoma pyrkivät myös liettymään ja uoma heinittymään. Toisaalta kovalla virtauksella karkeakin kiviaines lähtee uomassa liikkeelle. Esikäsittelyaltaaseen on kasvanut luonnostaan osmankäämiä, mikä on ilmeisen tehokas puhdistaja, mutta voi jatkossa aiheuttaa mahdollisesti ongelmia hajoavan biomassan vuoksi.

Kuohunlahden hulevesijärjestelmä on sikäli mielenkiintoinen, että se on Natura-alueella sijaitsevan Kirkkojärven Kuohunlahden valuma-alueella. Kuohunlahti on Kirkkojärven parhaassa kunnossa oleva osa. Aiemmin Kangasalan keskustan hulevedet 25 hehtaarin valuma-alueelta menivät suoraan ojaan pitkin Kuohunlahteen. Kuohunlahden veden laatua ei ole seurattu, mutta nyt hulevedet vaikuttavat ainakin pääosin imeytyvän suunnitellusti esikäsittelyaltan pohjan ja altaiden väliin jäävän vesijohtolinjan putkikaivannon läpi jälkikäsittelyyn ja järjestelmä siten toimivan.

Rambollin Päivi Paavilaisen mukaan Kangasalassa hulevesien hallintajärjestelmien suunnittelulle haasteita tuo mm. se, että kunnassa ei ole kiinteistökohtaista hulevesien hallintaa, kaavoissa on harvoin varauduttu viivytysrakenteisiin ja verkostokartat ovat puutteelliset. Yleensäkin hulevesien hallinnan suunnittelun haasteita ovat mm. liian vähäinen käytettävissä oleva tila, vettä huonosti läpäisevä tai kallioinen pohjamaa sekä luiskien jyrkkyys tai eroosioaltuus, mikä liittyy tilanahtauteen. Nämä voivat hyvinkin olla yleistettävissä monille kaupunkialueille.



Kuva 6. Kuohunlahden viivytys-/imeytysaltaat. Kuva: Päivi Paavilainen, Ramboll

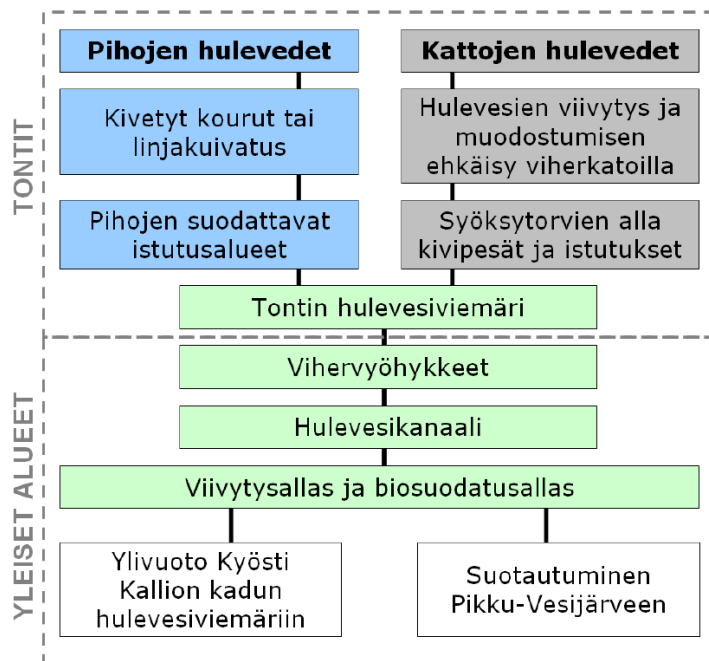


## Lahti

Lahdessa on panostettu viime vuosina hulevesien hallinnan kehittämiseen. Siellä on mm. laadittu hulevesiohjelma (*Lahden kaupunki. 2010 Hulevesiohjelma*), jossa todettiin lisäselvitystarpeina esim. hulevesien vesistökuormitus, hallintajärjestelmien mitoitus ja mitoitusasteet ja lumen hajautetun varastoinnin mahdollisuudet. Lahdessa on tutkittu hulevesiohjelman laatimisen jälkeen tarkemmin hulevesien kuormitusta Vesijärveen (*Lahden ympäristöpalvelut. 2016. Vesijärven hulevesikuormitus Lahden kaupunkialueelta*). Tutkimustulosten perusteella voidaan sanoa, että suurin osa Lahden alueelta Vesijärveen tulevasta fosforikuormituksesta on peräisin tiiviisti rakennetuilta keskusta-alueilta. Kokonaisuutena kaupungin hulevesikuormitus on noin 13 % vuotuisesta järveen tulevasta kokonaisfosforikuormituksesta. Vuotuinen typpikuormitus jakautuu tasaisemmin tiiviisti rakennettujen alueiden (42 %), pientaloalueiden (39 %) sekä viheralueiden (19 %) kesken ja on noin 3,3 % vuosittaisesta Vesijärven arvioidusta kokonaistyyppikuormituksesta. Tutkimuksessa todettiin yleisinä hulevesien tutkimustarpeina selvittää yhä tarkemmin hulevesien laatua kaupunkialueilla, erityisesti tiiveimmin rakennetuilla ydinkeskusta-alueilla, teollisuusalueilla sekä erityyppisillä viheralueilla. Myös hulevesien imeytys- ja viivytysratkaisujen käytännön toimivuudesta kaivattiin tietoa mm. maankäytön suunnittelun ja mitoituksellisten ohjeiden kehittämiseksi. Lisäksi todettiin, että lumen vaikutusta keväisten hulevesien muodostumiseen sekä haitta-aineiden sitoutumista ja vapautumista lumesta tulisi selvittää tarkemmin.

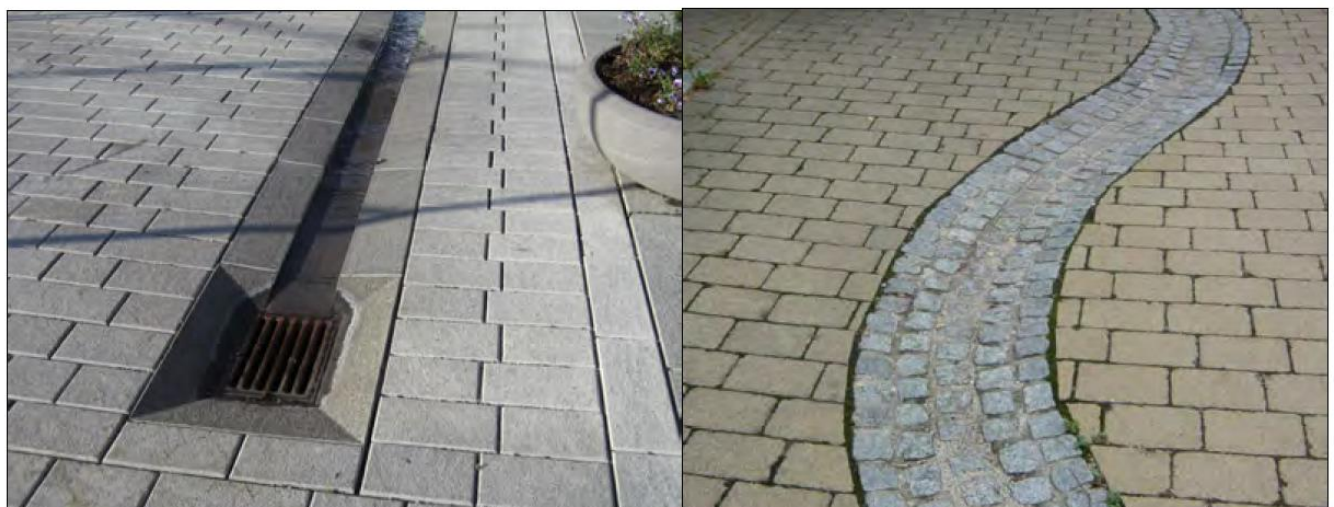
Lahdessa on tehty rohkea, hulevesikanaaliin perustuva hulevesien hallinnan yleissuunnitelma erälle keskusta-alueella sijaitsevalle Rantakartanon asemakaava-alueelle, joka sijaitsee kaupunkirakenteellisesti sekä

kulttuurihistoriallisesti merkittävällä paikalla Vesijärven rannalla (Finnish Consulting Group. 2012. Lahden kaupunki. Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma). Yleissuunnitelmassa on esitetty kattavasti hulevesien hallintavaihtoehdot piha-alueilta, katoilta ja vihervyöhykkeiltä hulevesikanaalin kautta viivytysaltaaseen ja biosuodatusaltaaseen (kuva 7).



Kuva 7. Suositellun hulevesien hallintajärjestelmän vaiheet Lahden keskustan Ranta-Kartanon asemakaava-alueella. Lähde: Finnish Consulting Group. 2012. Lahden kaupunki. Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. s.11.

Tonteilla suositaan viherkattoja ja kivipesiä syöksytorvien yhteydessä, katualueilla hulevesien johtamista hallitusti painanteiden ja kourujen avulla (kuva 8). Asemakaava-alueen keskelle on suunniteltu avonainen hulevesikanaali (kuva 9), johon kerätään koko kaava-alueen hulevedet johtaen ne hallitusti viivytysaltaaseen ja biosuodatusaltaaseen. Kanaalin yhteyteen on suunniteltu vihervyöhykkeitä, jotka toimivat samalla kanaalin tulva-alueina. Kanaaliin kuuluu virtauksensäätörakenteita, joilla hulevesiä saadaan padottua hallitusti vihervyöhykkeille myös pienempien sadetapahtumien aikana ja toisaalta johdettua hallitusti ylivuotoaukon kautta eteenpäin kanaalin seuraavaan osaan rankkasateen aikana.



Kuva 8. Esimerkkejä hulevesien pintajohtamisesta. Lähde: Finnish Consulting Group. 2012. Lahden kaupunki. Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. s.17.



*Kuva 9. Esimerkki kanaalista Tukholmassa Lähde: Finnish Consulting Group. 2012. Lahden kaupunki. Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. s.19.*

Lahdessa on toteutettu hulevesien hallintajärjestelmiä esimerkiksi Kariston alueella. Karistossa on useista osaratkaisuisista koostuvia järjestelmiä, joihin kuuluu esimerkiksi tienvarsipainanteita ja viivytyalueita ennen kosteikkoja. Järjestelmät ovat toimineet Juhani Järveläinen (Lahden kaupunki) mukaan hyvin Kymijärven lasku-uomista mitattujen ravinnepitoisuuksien perusteella. Rakennettujen alueiden pinta-alapainotetut ominaiskuormitukset ovat olleet pienempiä kuin vertailualueilla siitä huolimatta, että aiemmissa tutkimuksissa itse kosteikkojen ravinteiden pidätyskyky on havaittu oletettua pienemmäksi. Järveläisen mukaan usean eri hallintaratkaisun käyttö yhdessä on toiminut hyvin ja ollut onnistunut ratkaisu.

Järveläisen mielestä olisikin hyvä korostaa, että eri hallintajärjestelmien yhdistelyllä voidaan saavuttaa parempi tulos verrattuna yhden ainoan menetelmän käyttöön. Huomionarvoista hänen mukaansa on erityisesti se, että kalliin kosteikon vesiensuojelullinen hyöty näyttäisi olevan korkeintaan samaa tasoa kuin verrattain edullisten hajautettujen ratkaisujen. Hulevesien tehokkaaseen hallintaan ei siis välttämättä matalan intensiteetin uudisrakennuskohteissa tarvita kohtuuttomantuntuja rahallisia panostuksia, jos hulevedet on otettu osaksi suunnittelua alusta alkaen kokonaisvaltaisesti. Toki tapauskohtaiset rajoitteet voivat esimerkiksi estää hulevesien imeyttämisen pohjavesialueella sijaitsevilla tonteilla etenkin teollisuusalueella, jolloin joudutaan johtamaan hulevedet hallitusti pois syntyalueelta erikseen rakennettavalla viemärillä. Hulevesien hallinnan suunnittelu on mm. tästä syystä otettava tiiviisti osaksi maankäytön suunnittelua. Lahdessa onkin Järveläisen mukaan tarkoitus tiivistää tulevaisuudessa kaupunkikonsernin sisäistä yhteistyötä suunnittelussa ja harkita tarkoin, milloin suunnitelmien teettäminen ulkopuolisena työnä on järkevää, koska ulkopuoliset konsultit eivät välttämättä ole tarpeeksi tiiviissä yhteistyössä esimerkiksi kaupungin maankäytön suunnittelijoiden kanssa.

Haasteita hulevesien hallinnan ja maankäytön suunnittelun yhteensovittamisessa Järveläisen mukaan on erityisesti kaupungin tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla. Olemassa olevan kaupunkirakenteen muokkaaminen vesien kierron kannalta luonnonmukaisemmaksi ei usein ole käytännössä mahdollista riittävässä mittakaavassa. Toisaalta tehokkaan hallinnan tarve on suurin juuri näillä alueilla, koska siellä hulevesien laatu on kehnoin ja virtaamapiikit äärevimpiä. Olisikin mielenkiintoista saada lisää tietoa siitä, minkälaisia teknisiä ratkaisuja on kehitetty tai kehitteillä ja minkälaisia kokemuksia saatu tiiviisti rakennetuille alueille toteutetuista hulevesien hallintajärjestelmistä. Lahdessa on tehty tiiviillä alueilla lähinnä viivyttäviä rakenteita maanalaisista kennostoista. Niillä on saatu estettyä verkostojen ylivuotoja ja pienennettyä esim. eroosio-ongelmia purkupaikoilla.

## Vantaa

Vantaan kaupunki julkaisi hulevesiohjelman vuonna 2009 ja sen pohjalta kehitetyn toimintamallin Vantaalla rakentaville ja rakentamista suunnitteleville (*Vantaan kaupunki. 2014. Vantaan kaupungin hulevesien hallinnan toimintamalli – Perustietoa suunnittelijoille ja rakentajille. 51 sivua*). Toimintamallissa on kuvattu mm. hulevesien hallinnan tavoitteet, menetelmät, suunnitteluperiaatteet ja mitoitus.

Vantaalla hulevesien hallinnan yksi keskeisiä perusteita on huolehtia Vantaan- ja Keravanjokeen laskevien purovesien hyvästä ekologisesta tilasta. Huolimatta valuma-alueiden tiiviistä rakentamisasteesta purot ovat arvokkaita uhanalaisen meritaimenen lisääntymispaikkoja. Vantaalla on tehty selvityksiä rakennetun pinnan osuudesta purojen valuma-alueella sekä laadittu hulevesiohjelmaan liittyvä puroinventointi ja virtavesien kunnostusohjelma. Tavoitteena on ottaa purokäytävien mitoitus huomioon uudessa yleiskaavassa ja tarkentaa hulevesien hallintaa purojen valuma-alueilla. Osumapuiston viivytyalue (kuva 10) on esimerkki teollisuusalueen yhteyteen toteutetusta hulevesirakenteesta, jolla pyritään estämään virtaamalisäyksiä alapuoliseen taimenpuroon. Rakenteen poistoputki on mitoitettu pieneksi, jolloin sadetilanteessa vesi nousee tulva-alueelle.



Kuva 10. Hulevesien viivytyalue Vantaan Osumapuistossa. Kuva: Jukka Jormola

Vantaalla on liikennemääriltään kasvava kansainvälinen lentokenttä, jonka hulevedet vaikuttavat useisiin puroihin. Lentokentän ympäristöluvassa on velvoite kunnostaa puroja. Sen perusteella lentokenttävesille, jotka sisältävät jäänestoon ja liukkaudentorjuntaan käytettyjä kemikaaleja, on suunnitteilla biosuodatusalueita. Uudentyyppiset rakenteet vaativat tosin vielä kokeilutoimintaa ennen laajamittaista toteutusta.

Vantaa on Suomen kaupungeista ensimmäinen, joka on alkanut kokeilla biosuodatusta katuvesien käsittelyyn käytännön toteutuskohteissa. Kaupungin on tarkoitus uusia katurakennusohjettaan siten, että normaalin rakennetyyppinä voidaan käyttää biosuodatusalueita, kun nykyisin suuri osa katuvesistä johdetaan hulevesiviemäriin ja niiden kautta käsittelemättöminä lähipuroihin, samaan tapaan kuin muissa kaupungeissa. Tikkurilantien uudelle osuudelle valmistui biosuodatuksen kokeilualue vuonna 2013 (kuva 11). Vilkasliikenteiseksi muodostuvan pääkadun ja kevyen liikenteen väylän väliin jäävälle viherkaistalle toteutettiin osuuksia, joissa voidaan kokeilla erityyppisten rakennekerrosten ja kasvillisuuden vaikutusta katuveden puhdistumiseen. Rakentamisessa pyrittiin kuivatusjärjestelmiin, jotka mahdollistavat näytteenoton eri koealoilta. Heti rakentamisen jälkeen aloitetussa seurannassa todettiin, että osa koealoista päästi kuivatusveten ravinteita ilmeisesti sen vuoksi, että biosuodatusalueiden pintakerrokseen tuli normaaleja viherrakentamisessa käytettyjä

humusaineiksi ja katteita, jotka sisälsivät liukoisia aineita. Rakenteiden läpäisevyydestä johtuen näytteenotto tulevan ja lähtevän veden vertailemiseksi oli epäluotettavaa ja paikoitellen näytteitä ei saatu suotautumisen takia. Vuonna 2016 otetuissa näytteissä rakenteiden on todettu alkaneen pidättää ravinteita ja raskasmetalleja. Rakenteiden toimivuutta on tarkoitettu parantaa rakennekerroksia uusimalla ja lisäämällä vertailuun biohiilikerros. Toimivuuden seuranta jatketaan vuonna 2017 (Antti Auvinen, Vantaan kaupunki).



*Kuva 11. Tikkurilantien eri tavoin toteutettuja biosuodatusalueita. Kuva: Jukka Jormola*

Vantaalla on kokeiltu biosuodatusalueita myös reunakivellisille katuosuuksille (kuva 12), jotka ovat tyypillisiä tiiville kaupunkirakenteelle. Seuranta on ollut lähinnä alueiden hoidon ja yleisen toimivuuden kannalta. Havaintona on ollut, että reunakiviin tarvitaan riittävän avarat ja oikein toteutetut aukot, jotta katvedet pääsevät biosuodatuspainanteisiin myös vaihtelevissa talvi- ja sulamistilanteissa.



*Kuva 12. Meiramitien reunakivellinen hulevesipainanne, johon kuuluu harjakoneella puhdistettava esiselkeytysalue. Kuva: Jukka Jormola*

## Muita hulevesiprojekteja

Suomessa on toteutettu paljon hulevesirakenteita, joista seuraavassa vielä joitakin tyyppiesimerkkejä. Vihdin Nummelaan on Keidas-tutkimushankkeen (Keidas-hanke. Helsingin yliopisto [http://www.helsinki.fi/taajamakeitaat/Nummela/Monitoring/index\\_monitor.fi.html](http://www.helsinki.fi/taajamakeitaat/Nummela/Monitoring/index_monitor.fi.html)) yhteydessä rakennettu kaksi hulevesikosteikkoa (kuva 13), joiden yhteydessä tutkitaan monipuolisesti kosteikkojen vaikutusta veden laatuun, virtaamiin ja tulvasuojeluun, kasvihuonekaasuihin ja ekologiaan. Kosteikot, molemmat kooltaan noin 1 ha, on rakennettu 2010 ja 2013. Valuma-alueen koko on noin 500 ha eli kosteikkojen koko on noin 0,2 % valuma-alueesta. Valuma-alueesta hiukan yli puolet on rakennettua ja osa maatalousaluetta. Seurannassa, joka on edelleen käynnissä, on saavutettu hyviä puhdistustuloksia. Vuoden 2016 lokakuun loppuun mennessä uudemmassa, Nummelan Niitun kosteikkopuistossa kiintoaineen pidentys on ollut 26 % ja kokonaisfosforin 22 %.



Kuva 13. Nummelan Niitun kosteikkopuisto. Kuva: Jukka Jormola

Jyväskylään on vuonna 2016 valmistunut Eerolanpuron kosteikko (kuva 14), joka on toteutettu olemassa olevan hulevesiviemärin päähän (Eerolanpuisto, Jyväskylän kaupunki. <http://www.jyvaskyla.fi/puistot/eerolanpuronkosteikko>). Hanketta voidaan siten pitää esimerkkinä hulevesijärjestelmän saneerauksesta olemassa olevassa kaupunkirakenteessa. Kosteikosta vedet laskevat Tuomiojärveen, jota käytetään Jyväskylän kaupungin vedenhankintaan, joten kosteikolta toivotaan puhdistusvaikutusta hulevesille. Kosteikko toimii samalla uuden puistoalueen vesiaiheena. LUKE tutkii kasvillisuuden leviämistä kosteikossa ja VAPO Clean Waters vedenlaatukysymyksiä (Mervi Vallinkoski, Jyväskylän kaupunki).





*Kuva 14. Eerolanpuron kosteikko Jyväskylässä Kuva: Mervi Vallinkoski*

Mäntsälän keskustaan on kaupungin työnä suunniteltu ja toteutettu Färjärinpuisto ja Färjärinraitti, joka yhdistää kävelyreitteinä keskusta-alueen uudelle rautatieasemalle. Puiston kautta kulkevaa Färjärinojaa on samalla kunnostettu puiston vesiaiheena (kuva 15). Uoman valuma-alue on noin 6 km<sup>2</sup>. Uoma ei kaupunginpuutarhuri Jukka Hanhisen mukaan kuivu, joten se luokiteltavissa puroksi eli vesistöksi. Puiston toteutus on esimerkki pienten, hulevesiä kuljettavien uomien merkityksestä osana taajamien viheralueita.



*Kuva 15. Kunnostettu Mäntsälän Färjärinoja uuden puiston ja kävelyreitit yhteydessä. Kuva: Jukka Jormola*

Helsingin Kuninkaantammi on hulevesien hallintamenetelmien pilottialue, jossa uudet suunnitteluratkaisut tulevat näkymään sekä asuinpihoilla, kaduilla, aukioilla että puistoissa (kuva 16).

(Ilmasto-opas.fi. 2014. Helsingin Kuninkaantammeen rakennetaan luonnonmukaisia hulevesijärjestelmiä. 18.3.2014.

<https://ilmasto-opas.fi/fi/kunnat/ratkaisuja/toimialan/-/artikkeli/c/62e59b5b-bdda-4c9e-bfff-339cb0208eb0/a/af5b5db6-df4f-4abd-a2b2-4874a7f88bfd/helsingin-kuninkaantammeen-rakennetaan-luonnonmukaisia-hulevesijarjestelmia.html> ;

STT info. 2015. Kuninkaantammen asuntorakentaminen alkaa. Helsingin kaupunginkanslia. 18.6.2015.

[www.sttinfo.fi/tiedote/kuninkaantammen-asuntorakentaminen-alkaa?releaseId=29835670&publisherId=17448265](http://www.sttinfo.fi/tiedote/kuninkaantammen-asuntorakentaminen-alkaa?releaseId=29835670&publisherId=17448265)

Hulevesiä käsitellään syntypaikallaan ja vesiä viivytetään kosteikoissa ja viheralueilla. Hulevesien viivytys tulee asemakaavan mukaan järjestää ensisijaisesti korttelin tonttien yhteisinä sadepuutarhoina. Sadepuutarha on yksinkertaisimmillaan piha-alueelle tehty kasvillisuuden peittämä painanne, joka viivyttää, imeyttää ja haihduttaa hulevesiä. Läpäisemättömiltä pinnoilta tulevia hulevesiä tulee viivyttää alueella siten, että viivytyspainanteiden, -altaiden ja -säiliöiden mitoitustilavuuden tulee olla 0,5 m<sup>3</sup>/100 vettä läpäisemättömä pinta-alaneliömetriä kohden. Hulevesien hallinnalla saadaan rankkasateiden aiheuttamat tulvat kuriin ja estetään haitallisten epäpuhtauksien valuminen vesistöihin.



*Kuva 16. Rakenteilla oleva hulevesipainanne Kuninkaantammessa joulukuussa 2016. Kuva: Jukka Jormola*

Kuninkaantammen alueeseen kuuluu Helen Schjerfbeckin puisto (kuva 17), johon toteutetaan hulevesiä viivyttäviä kosteikkoja ja josta vedet valuvat edelleen Hakuninmaanojan kautta Mätäjokeen. Veden laatua seurataan sekä näyttein että jatkuvatoimisesti, purossa on mittapato. Seuranta tekee HY/geologian ja maantieteen laitos/Olli Ruth rakennusviraston toimeksiannosta (Päivi Islander, Helsingin kaupunki). Puroa on aiemmin kunnostettu harrastajavoimin taimenkannan elvyttämiseksi.



Kuva 17. Hulevesiä kuljettavia painanteita Helen Schjerbeckin puistossa. Kuva: Satu Tyynilä

### 3. Näkemyksiä hulevesioppaan uusimistarpeesta

Tämän raportin yhteydessä tehtiin kysely, jossa eri kaupunkien asiantuntijoilta tiedusteltiin, missä määrin he ovat hyödyntäneet suunnittelussaan Kuntaliiton hulevesiopasta ja mitä näkemyksiä heillä on sen käyttökelpoisuudesta ja uusimistarpeista (liite 1).

Tampereella Hulevesiopasta käytetään tukena esimerkiksi hallintamenetelmien kuvauksessa ja rankkasateiden mitoituksessa. Opas on kattava, mutta melko yleispiirteinen. Opasta toivotaan siis toisaalta syvennettävän sisällöllisesti ja päivitettävän säännöllisin väliajoin, mutta toisaalta myös tiivistettävän. Hulevesioppaaseen kaivataan tietoa mm. hulevesijärjestelmien toimivuudesta ja kunnossapidosta, hulevesimallinnusohjelmien kalibroinnista erityisesti avouomien suhteen. Oppaan ohjeita mm. biosuodattimien rakennekerroksista ja lammikon mitoituksesta toivotaan päivitettävän sekä kiinnitettävän huomiota kuvien luettavuuteen (paremmat resoluutiot). Kiinteistökohtaisia ratkaisuja suunnitteleville olisi tarpeen selkeä ohje, jossa korostettaisiin mm. pihasuunnittelijan ja LVI-insinöörin suunnitelmien yhteensovittamista. (Maria Åkerman, Tampereen kaupunki & Päivi Paavilainen, Ramboll)

Sekä Tampereella että Lahdessa (Maria Åkerman ja Juhani Järveläinen) peräänkuulutetaan hulevesijärjestelmien laadun tarkkailua, mistä voisi kertoa laajemmin ja käytännönläheisesti hulevesioppaassa. Järveläisen mukaan ”oleellista olisi tuoda esille se, että pitoisuusvaihtelut ovat potentiaalisesti huomattavia sekä sadanta-valuntatapahtumien välillä että niiden aikana. Tämä tulisi huomioida erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla ja tiedostaa että yksittäisten kertanäytteiden tulokset saattavat olla harhaanjohtavia erityisesti kuormitusarvioinnissa käytettynä lukumäärään katsomatta. Toisaalta olisi kuitenkin syytä tietää millä sademäärillä sekaviemäreistä tulee ylivuotoja hulevesiviemäriin ja keskittää alkuvaiheessa kunnostustoimet näiden jätevesitulvien estämiseen. Harvojenkin ylivuotojen kuormitusvaikutus voi olla huomattavasti suurempi kuin pelkän huleveden pitempänäkin aikana. Näiden paikallistamisessa kertanäytteet voivat olla toimiva vaihtoehto.”

Vantaalla kyselyyn vastattiin käyttäen esimerkkinä Tikkurilantien biosuodatusrakenteiden uusimisen suunnittelua. Antti Auvisen (Vantaan kaupunki) mukaan hulevesisuunnitelmien laadinnassa tarvitaan lisätietoa laadullisen hulevesien hallinnan menetelmistä sekä nykyisten hulevesijärjestelmien käyttö- ja huoltotoimenpiteistä. Hulevesioppaassa voisi tuoda enemmän esille tyyppiratkaisuja ja mallikuvia, kun niiden toimivuudesta on saatu ensin riittävästi mitattua tietoa.

Eri kaupungeissa on käytössä erilaisia merkintöjä ja hulevesimääräyksiä. Hulevesioppaassa olisi syytä esittää vastauksia jo oppaan ensimmäisessä versiossa esiin nostettuun kysymykseen hulevesiä koskevien merkintöjen ja määräysten yhtenäistämisen tarpeesta tai erilaisuuden hyväksymisestä. Kaavamääräyksiä käsitellään yleisemmin Ympäristöministeriön työryhmässä, jonka olisi syytä ottaa kantaa myös hulevesimerkintöihin.

Hulevesimaksusta tarvitaan ohjeistusta Hulevesioppaaseen. Uuden maksun periminen on aiheuttanut epätietoisuutta ja vastahakoisuutta asukkaissa, joten perimisen perusteet olisi tuotava esille. Avoimista hulevesijärjestelmistä, jotka vähentävät tulvariskejä ja parantavat vesistöjen tilaa, aiheutuu uusia kustannuksia kuntaorganisaatioille. Hulevesimaksujen perimisen käytännöt vaihtelevat. Niistä olisi hyvä saada kokemuksia ja muodostaa joko yhtenäinen linja tai erilaisia hyviksi koettuja menettelytapoja, joita sovelletaan kuntakohtaisesti. Jätevesimaksua voidaan esimerkiksi alentaa samassa suhteessa kuin uutta hulevesimaksua peritään.

## 4. Johtopäätökset ja jatkotutkimusten tarve

Kuntien toteuttamat uudet hulevesirakenteet ja käytäntöjen kehittäminen osoittavat, että hulevesien hallinnan menetelmät ovat tulossa osaksi normaalia kuntatekniikkaa. Uusi lainsäädäntö on ilmeisesti vahvistanut aiheeseen liittyvää toimintaa kunnissa siten, että yksittäisistä kokeiluista ollaan pääsemässä laajamittaiseen menetelmien toteutukseen. Kunnilla on tarve saada aikaan todellista vaikuttavuutta rankkasadetulvien hillitsemisessä, vesiensuojelussa ja vesien ekologisen tilan parantamisessa.

Vesiensuojelun kannalta keskeistä on estää hulevesien välillisesti aiheuttamat puhdistamattoman viemärivereden vuodot vesistöihin. Sekaviemäroidyillä alueilla tähän voi auttaa vain sekaviemäreiden saneeraaminen erillisviemäreiksi sekä hulevesien järjestelmällinen johtaminen imeytykseen ja viivytykseen ennen niiden joutumista viemäriverden joukkoon. Erillisviemäroidyillä alueilla tulee estää vuotovesien pääsy viemäriin ja poistaa luvattomat hulevesiliitokset. Hulevesijärjestelmien saneerauksesta rakennetuilla alueilla ei kyselyn yhteydessä löydetty käytännön esimerkkejä. Porvoossa hulevesien pääsyn estämistä sekaviemäriin imeyttämällä hulevesiä on tutkittu opinnäytetyössä, joka ei kuitenkaan ole johtanut käytännön hankkeeseen.

Hulevesien vähentämiseksi on tämän VERTI-projektin yhteydessä tehdyssä mallitarkastelussa (työpaketti 5, Aalto-yliopisto) todettu tehokkaimmaksi menetelmäksi useiden hulevesien hallintamenetelmien yhdistelmä. Samaa mieltä oltiin tehtyjen haastatteluiden perusteella. Jatkossa tulisi edistää sellaisten saneerauskohteiden toteutusta, joissa tutkitaan monipuolisesti viherkattojen, pihojen ja katujen imeytyspainanteiden ja puistoalueille tehtävien laajempien viivytysalueiden hyötyjä vesiensuojelulle ja taajamahydrologian tasapainottamiselle.

Yksittäisistä menetelmistä suurten vesimäärien säätelyyn tehokkaimpina pidetään avoimia lampia tai kosteikoita, joihin järjestetään säännöstelytilavuutta vedenpinnan vaihtelulla ja vedenpoistorakenteiden pienellä mitoituksella. Tällaisesta on hyvä esimerkki Vantaalla. Haastattelussa tuotiin esiin tarve mitoituksen tarkentamisesta pitkään jatkuvalla sateella, jolloin säännöstelykapasiteetti saattaa loppua. Tarvittaisiin käytännön tutkimuksia säännöstelyrakenteiden vaikutuksista alapuolisen purovesistön virtaamien pienentämiseen eri sadantatilanteissa.

Hulevesioppaaseen on kaivattu laajempaa käsittelyä hulevesien vaikutuksesta kaupunkipuroihin ja niiden kunnostukseen kalastolle. Aihe vaatii taustakseen taajamahydrologian tutkimusta, jossa otetaan huomioon rakennetun pinnan kompensoiminen imeytys- ja viivytysalueilla ja niiden tasapainottava vaikutus pohjavesisuhteisiin ja myös purojen alivirtaamiin. Tällaista tutkimusta on jo käynnissä.

Biosuodatus on sekä kansainvälisten että Suomessa tehtyjen ensimmäisten tutkimusten perusteella osoittautunut hyväksi menetelmäksi likaisimpien hulevesien käsittelyssä. Liikennealueiden vesien käsittelyssä on käynnissä lupaavaa tutkimusta, mutta käytännön hankkeet ovat osoittaneet ongelmia rakenteiden toteutuksessa ja luotettavien tutkimusolosuhteiden luomisessa. Toimivuuden varmistaminen talviolosuhteissa vaatii vielä rakenteiden kehittämistä. Tutkimusta tarvitaan myös biosuodatuksen soveltuvuudesta mikromuovien puhdistukseen sekä lievästi öljypitoisille vesille, joille öljynerottimet eivät toimi. Pohjavesialueilla tulisi tutkia, millä tavoin toteutettu biosuodatus voi mahdollistaa puhdistetun huleveden imeytyksen. Lisäksi pohjavesialueilla olisi syytä siirtyä suolan sijaan vaihtoehtoisiin liukkaudentorjunta-aineisiin, kuten lentokentillä käytettyyn biohajoavaan kaliumformiaattiin, jolloin katuvesien imeytys biosuodatuksen jälkeen voisi olla mahdollista.

Kaavoissa on esiintynyt epärealistisia määräyksiä, joissa maaperäsuhteita ja korkeuseroja ei ole aina huomioitu. Kuntien tulisi huolehtia vaatimusten järkevyydestä, koska etenkin ulkopuolinen suunnittelija ei välttämättä pysty ennakoimaan todellista tilannetta rakennusvaiheessa. Hulevesirakenteiden toteutuksessa on huolehdittava rakentamisen valvonnasta, jotta rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla. Biosuodatuksen laajamittainen käyttöönotto vaatii samalla katurakennusnormien uusimista. Esimerkiksi kuntien katurakennusohjeet edellyttävät yleensä liikennealueilta valuvien vesien johtamista suoraan hulevesiviemäriin, mistä ne joutuvat vielä toistaiseksi puhdistamattomina vesistöihin.

Rakentamisen aikaisten valumat ovat aiheuttaneet esimerkiksi lampien rehevöitymistä ja ne muodostavat merkittävän osan hulevesien koko elinkaaren aiheuttamista vaikutuksista. Rakentamisen aikaisten valumien estämisestä on valmisteilla rakentamista ohjaava RT-kortti, jonka noudattamisesta tulee huolehtia. Rakentamisen aikaisten valumavesipäästöjen estäminen tulee varmistaa valvonnalla.

Hulevesioppaassa ja myös maankäyttö- ja rakennuslaissa on korostettu, että hulevesisuunnitelma tulee kytkeä yleisten alueiden, kuten viheralueiden suunnitteluun ja että hulevesirakenteiden suunnittelussa otetaan huomioon myös viihtyisyys. Tästä on hyviä esimerkkejä laajoissa kaupunginosahankkeissa, joissa viheralueille on toteutettu näyttäviäkin vesiaiheita. Sen sijaan yksittäisten kiinteistöjen hulevesien viivytysvaatimusten toteutuksessa yleisimpänä menetelmänä ovat maanalaiset rakenteet, jotka jäävät näkymättömiin, eivätkä hyödytä pihaympäristöä. Likaisten hulevesien johtaminen suoraan maanlaiseen imeytykseen voi olla myös riski pohjavesille ja ongelmallista rakenteiden kunnossapidolle. Asemakaavoissa, kuten Kuninkaantammassa, on suositeltu korttelipihoille soveltuvia sadeputtarhoja ja rakennustapaohjeissa, kuten Porvoon Kevätlaaksossa, myös ja pienille tonteille sopivia avoimia ratkaisuja. Sellaisten toteuttaminen vaatii hyvää ulkotilojen suunnittelutaitoa, jota tulisi korostaa suunnittelijoiden pätevyysvaatimuksissa. Olisi tutkittava, miten asemakaavoissa esitettyjä mitoitusvaatimuksia voidaan toteuttaa avoimilla hulevesirakenteilla myös täydennysrakentamisen yhteydessä.

## Liite 1 Kysely kunnille

Seuraavat kysymykset esitettiin soveltavasti Tampereen, Kangasalan, Vantaan ja Lahden kaupunkien hulevesien hallinnasta vastaaville tahoille sekä Tampereen Rambollille.

1. Kuka/mikä taho laati selvityskohteita koskevan hulevesisuunnitelman?
2. Käytettiin tilauksessa tai suunnittelussa hyväksi Kuntaliiton julkaisemaa Hulevesiopasta?
3. Tehtiinkö hulevesisuunnitelmat, hulevesien hallintarakenteet ja niitä koskevat suunnitelmat, rakennustapaohjeet ym. Hulevesioppaan ohjeita noudattaen? Jos vastasitte kyllä, niin mitä ohjeita oppaasta käytitte?
4. Koittako että Hulevesioppaasta/ohjeista oli apua suunnitelmien laadinnassa? Jos vastasitte kyllä, niin mihin asioihin saitte apua?
5. Mistä muualta saitte apua suunnitelmien laadintaan? (kirjallisuus/henkilöt/oppaat)
6. Suunnittelussa ja toteutuksessa ilmenneet suurimmat vaikeudet ja niihin löytyneet ratkaisut?
7. Jos kohde on toteutunut, toteutettiin kohde suunnitelmien mukaisesti vai niistä poikkeavasti?
8. Ovatko hulevesijärjestelmät toimineet halutulla tavalla?
9. Onko järjestelmiä pitänyt korjata tai muuten muokata ja onko jo kokemuksia kunnossapidosta?
10. Mihin asioihin kaipaisitte lisätietoa ja apua hulevesisuunnitelmien laadintaan, toteutukseen tms?
11. Mistä asioista hulevesiin liittyen haluaisitte yleisesti ottaen lisää tietoa (mm. mitä asioita Hulevesioppaassa voisi tuoda enemmän esille)?

# TIIVISTELMÄ

## Vesihuoltoverkostojen tila ja riskien hallinta (VERTI). Maanpäällisten hulevesien hallintakeinojen edistäminen

Hulevesistä aiheutuva taajamatulvien vaara ja heikennys vesistöjen tilaan edellyttävät hulevesilainsäädännön toimeenpanoa laajamittaisesti. Saatujen kokemusten pohjalta tarvitaan hulevesiä koskevien ohjeistusten päivittämistä. Yksittäisten kokeilujen jälkeen tarvitaan laajempia toteutushankkeita, joilla voidaan saada todellista vaikuttavuutta hulevesien viivyttämiseen, hule- ja viemäri-vesien erottamiseen ja hulevesien haitta-aineiden puhdistamiseen.

Etelä-Ruotsista ja Tanskasta on hyviä esimerkkejä kaupunginosien saneeraushankkeista, joissa on avoimien hulevesijärjestelmien avulla on voitu luoda viivytystilavuutta suurille sadannoille, vähentää sekaviemäriin joutuvia hulevesimääriä ja luoda samalla viihtyisää ympäristöä asukkaille. Suomessa on toteutettu tai suunnitteilla kaupunginosahankkeita, joissa on monipuolisesti yhdistetty kuntien toteuttamia hulevesien hallintarakenteita viheralueilla ja annettu asemakaavamääräyksiä ja rakennustapaohjeita kiinteistöille.

Johtopäätöksenä hankkeesta on, että Suomessa tarvitaan hyvin suunniteltujen uudisrakentamiskohteiden lisäksi nykyisen kaupunkirakenteen saneeraus- ja täydennysrakentamiskohteita, joilla voidaan vaikuttaa olemassa olevien verkostojen keventämiseen ja hulevesien viivytykseen ja puhdistamiseen. Esimerkkejä tarvitaan sekä erillis- että sekaviemärintialueilta. Keskeistä on taajama- ja viemäritulvien estäminen ja etenkin likaisimpien, kuten liikenne- ja teollisuusalueiden vesien puhdistaminen.

Hankkeen yhteydessä kysyttiin viideltä kaupungilta kokemuksia siitä, missä määrin vuonna 2012 julkaistua hulevesiopasta on käytetty suunnittelussa ja millaisia uudistustarpeita siinä on. Oppaaseen toivottiin tarkennuksia hulevesirakenteisiin, niiden mitoittamiseen ja avouomien mallinnusohjelmiin. Toivottiin käsiteltävän hulevesirakenteiden puhdistusvaikutuksia eri sadantatilanteissa, ottaen huomioon hulevesien pitoisuusvaihtelut ja ylivuototilanteet. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota maastosuhteiden kannalta järkeviin ja toimiviin ratkaisuihin. Tarvitaan ohjeistusta, miten sovitetaan yhteen LVI-insinöörien ja pihasuunnittelijoiden suunnitelmat. Tämä olisi tärkeää, jotta voidaan saavuttaa myös lainsäädännössä ja rakennustapaohjeissa esitetyt tavoitteet asuin ympäristön viihtyisyyden parantamisesta. Lisäksi kaivataan ohjeita hulevesirakenteiden hoidosta ja kunnossapidosta.

Hulevesirakenteiden toimivuuden varmistamiseksi ja rakennusohjeiden tarkentamiseksi tarvitaan nykyistä monipuolisempaa tutkimusta. Hulevesien laatua parantavista menetelmistä on saatu lupaavia tuloksia biosuodatuksesta katualueiden ja lumenkaatopaikkojen vesille. Myös kosteikkomaisten rakenteiden toimivuudesta on käynnissä tutkimusta. Kunnollisten puhdistustulosten saavuttamiseksi pitää kiinnittää huomiota rakenteiden materiaaleihin, viimeistelyyn ja toimivuuteen myös vaihtelevissa talviolosuhteissa. Luotettavien seurantatulosten saamiseksi näytteenottomahdollisuus on otettava huomioon rakenteiden toteutuksessa.

Hulevesien määrällisen säätelyn osalta tarvitaan tutkimusta laajojen viivytyskosteikkojen ja pienten, tiiviisti rakennetuille alueille soveltuvien imeytyspainanteiden mitoittamisesta. Koska hulevesien hallinnan tavoite on taajamavesistöjen, kuten purojen ja lampien ekologisen tilan parantaminen ja kaupunkiluonnon monipuolistaminen, tarvitaan monipuolista taajamahydrologista tutkimusta, jossa otetaan huomioon rakennetun pinnan aiheuttamien muutosten kompensoimismahdollisuudet hydrologian ja kaupunkiekologian kannalta.

Hulevesioppaan uusimisen lisäksi on käynnissä hulevesiä koskevien rakennusmääräysten ja RT-korttien uusiminen. Uudet rakentamisaikaisia valumavesiä koskevat ohjeet ovat tärkeitä haittojen estämiseksi vesistöille. Hulevesien hallinnan kannalta ristiriitaiset yleismääräykset, kuten katurakentamishojeet tulee uusien siten, että katuvesien puhdistus saadaan normaalikäytännöksi.