

## Uudet hulevesien hallinnan Smart & Clean ratkaisut (Hule S&C)

### Loppuraportti



Lahden kaupunki

30.8.2019

## Sisällys

1. Tiivistelmä.....	3
2. Hankkeen tausta ja tavoitteet .....	3
3. Hankkeen henkilöstö, organisaatio ja aikataulu .....	4
4. Hankkeen menetelmät ja tulokset pilottikohteittain .....	5
4.1 Työkokonaisuus 1 – Laajamittainen hulevesien siirto ja luonnonmukainen käsittely (Lahden kaupunki)	5
4.2 Työkokonaisuus 2 – Suodatusarkku hulevesien hallinnassa sekä liikenteen päästöjen ja mikromuovien puhdistuksessa (Helsinki).....	12
4.3 Työkokonaisuus 3 – Biosuodatuspainanteet hulevesien hallinnassa (Espoo) .....	16
4.4 Työkokonaisuus 4 – Tiivistyvän alueen hulevesien viivyttäminen ja alueellinen hallinta (Espoo).....	19
4.5 Työkokonaisuus 5 – Hulevesialueen monikäyttö ja innovatiiviset vuorovaikutusmenetelmät (Vantaa) .	22
4.6 Työkokonaisuus 6 – Maanalaiset kosteikot erityiskohteiden hulevesien käsittelyssä (Finavia Oyj) .....	25
5. Tutkimus: Hulevesitarkkailun suunnittelu ja mittaukset.....	27
6. Vuorovaikutus ja viestintä .....	28
7. Hankkeen vaikuttavuus.....	31
7.1 Tavoitteet ja vaikuttavuuden arviointiperusteet.....	31
7.2 Käynnistyneet kehitysprosessit .....	31
7.3 Kansainvälisen tason referenssikohteet.....	32
7.4 Käynnistyneet kokeilut .....	33
7.5 Hankkeen työllisyysvaikutukset.....	33
7.6 Hiilineutraalisuuden ja resurssitehokkuuden edistäminen .....	34
8. Talousraportti .....	34
9. Johtopäätökset.....	35

## Liitteet

- Liite 1: Lahden työkokonaisuuteen liittyvän biosuodatuskokeen raportti
- Liite 2: Kelluva sekaviemäriveden viivytyssäiliö – loppuraportti
- Liite 3: Selvitys työkokonaisuudessa 2 pilotoidun suodatusarkun soveltamisesta sekaviemäreiden ylivuotojen käsittelyyn
- Liite 4: Tonttumaan koirapuiston hulevesien hallinnan suunnittelun työpaja – raportti tuloksista
- Liite 5: Hankkeen toteuttajille laadittu viestintäohje
- Liite 6: Kooste hankkeen aloitusseminaarin työpajaosuudesta
- Liite 7: Kooste hankkeen vienninedistämistyöpajan tuloksista

## 1. Tiivistelmä

Tässä raportissa esitellään Uudenmaan liiton rahoittamassa Uudet hulevesien hallinnan Smart & Clean ratkaisut (Hule S&C) - hankkeessa tehtyjä suunnittelu- ja rakennustoimenpiteitä sekä laboratorio- ja kenttätutkimuksia. Hankkeessa on keskitytty uusien hulevesien laadunhallinnan menetelmien kehittämiseen; käsiteltyjä asiakokonaisuuksia ovat uudet hulevesien suodatus- sekä biosuodatusmateriaalit ja -rakenteet, erillis- ja sekaviemäriverkostoon asennettavat puhdistus- ja viivytysratkaisut, hulevesien seurantamenetelmien kehittäminen sekä hulevesien laadullisen hallinnan suunnittelu osana vuorovaikutteisia ja monikäyttöisiä viheralueita.

Hanketta on toteutettu yhteistyössä kaupunkien, yliopistojen sekä yritysten ja muiden sidosryhmien kanssa. Hankkeeseen on kuulunut kuusi erilaista pääkokeilu ympäristöä, jotka ovat olleet sekä rakennus- että suunnittelukohteita: Lahden Hennalan pilottikohteessa on perustettu suuren mittakaavan hulevesien käsittelyjärjestelmä, jossa on sovellettu uusia biosuodatusmateriaaleja. Helsingin Meckelininkadun kohteessa on tutkittu olemassa olevaan viemäriin asennettavan esikaupallisen suodatusarkun toimintaa katualueiden hulevesien puhdistuksessa. Espoon Merituulentien pilottikohteessa on tutkittu erityyppisten biosuodatuspainanteiden tehoa katualueiden hulevesien puhdistuksessa. Espoon Niittykummun Tonttumuorin suunnittelukohteessa sovellettiin uusia, innovatiivisia ratkaisuja esimerkiksi käytettävien kierrätysmateriaalien suhteen. Vantaan Aviapolis Urbam Blocks – alueen suunnittelukohteessa etsittiin keinoja sovittaa kaupunkiviheralueiden eri toimintoja ml. hulevesien hallinta yhteen mahdollisimman monipuolisesti ja tehokkaasti. Finavia Oyj:n sekä Aalto-yliopiston suunnittelu- ja tutkimuskohteessa on selvitetty maanalaisten kosteikkorakenteiden olosuhteiden ja materiaalien vaikutusta niiden toimintaan lentoasemakohteiden hulevesien käsittelyssä.

Kaikkiin hankkeen kokeiluympäristöihin on sisällynyt tuotekehitysprosessi tai uuden innovatiivisen ratkaisun testausprosessi; hankkeessa mukana olleiden yritys- ja tutkimusyhteistyökumppaneiden tutkimus- ja kehitystyö on integroitu hankkeen työkokonaisuuksien sisälle. Hankkeessa on tuotettu runsaasti uutta tietoa hulevesien laadunhallinnasta, minkä lisäksi toteutetut kokeiluympäristöt toimivat käytännön esimerkkeinä testatuista ratkaisuista. Ne myös tuottavat välittömiä ympäristöhyötyjä paikallisesti vähentyneen hulevesikuormituksen muodossa. Hankkeen seurauksena on myös syntynyt uutta yhteistyötä sekä hankkeen toteuttajien että muiden sidosryhmien välille. Hankkeen toteutuksen aikana opitun pohjalta on lisäksi esitetty ja julkaistu suosituksia tulevaisuuden hulevesirakentamiseen ja – suunnitteluun.

Hankkeen tuloksista on kerrottu kattavasti 6.3.2019 järjestetyssä hankkeen loppuseminaarissa, minkä lisäksi niistä on kirjoitettu viisi teema-artikkelia sekä pääkirjoitus Vesitalous – Lahden Hulevesien laadullinen hallinta – teemanumeroon 2/2019. Hankkeeseen liittyen on myös valmistunut 3 kpl Aalto-yliopiston diplomitoita. Tulokset on myös kerätty saataville julkiselle alustalle Lahden kaupungin internet-sivujen alla sijaitseville hankkeen kotisivuille.

## 2. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on ollut kehittää hulevesien laadullisen hallinnan tietopohjaa hulevesirakentamisessa, parantaa kaupunkialueiden terveellisyyttä, turvallisuutta ja viihtyisyyttä, sekä edistää suomalaisen hulevesiosaamisen liiketoimintamahdollisuuksia kansainvälisesti.

Hulevesien hallinta on Pohjois-Euroopan kaupunkien infrastruktuurin kannalta keskeisimpiä ilmastomuutoksen haittoihin varautumiseen liittyviä kysymyksiä, sillä sadannan arvioidaan jakautuvan yhä voimakkaammin pohjoisille leveysasteille. EU:n ilmastomuutokseen

sopeutumisen strategian toteuttamisen ensimmäisen vaiheen painopistealue on kaupunkialueiden sopeutumisen kehittämisessä. Erityisesti vihreää infrastruktuuria sekä ekosysteemipohjaisia ratkaisuja hyödyntävät sopeutumistoimet on nostettu esille tärkeinä ilmastonmuutoksen strategian toteuttamisen työkaluina sekä tulvanhallinnan että vesistökuormituksen vähentämisen näkökulmasta. Hulevesien hallintaa tehostamalla voidaan vähentää hulevesistä rakennetuilla alueilla aiheutuvia tulvahaittoja (määrällinen hallinta) sekä rajoittaa niiden vastaanottaviin vesistöihin aiheuttamaa haitta-ainekuormitusta (laadullinen hallinta).

Tutkimustiedon lisääntyessä hulevesien haitallisia vaikutuksia lähivesistöihin on kyetty arvioimaan entistä tarkemmin, ja ne on osoitettu merkittäviksi kuormittajiksi mm. rehevöityvistä aiheuttavien ravinteiden, raskasmetallien ja muiden haitta-aineiden osalta. Vaikka hulevesisektorilla on viime vuosina tapahtunut paljon kehitystä, laadullisen hallinnan tietopohjassa on edelleen suuria puutteita esimerkiksi sovellettavien ratkaisujen ja materiaalien tehokkuuden ymmärtämysten, käytännön mitoitus- ja kunnossapito-ohjeiden, mallinnuksen käytäntöjen ja laatuvaatimusten suhteen. Hankkeeseen liittyvissä demonstraatiokohteissa on pyritty ratkottu näitä ongelmia innovatiivisilla, ympäristömyönteisillä ja viihtyisää elinympäristöä luovilla vuorovaikutteisilla menetelmillä. Yritysyhteistyön tavoitteena on ollut kehittää ja toteuttaa menestyksekkäitä, toimivia ja vientikelpoisia ratkaisuja. Viestinnän keinoin on lisäksi pyritty edesauttamaan toimiviksi osoittautuvien hulevesiratkaisuiden ja hankkeessa kehitetyn tietotaidon vientiä kiinnostuneille sidosryhmille Suomessa ja ulkomailla.

Hankkeen päätavoitteena on ollut luoda parempaa elinympäristöä kaupunkeihin innovatiivisten hulevesiratkaisujen avulla sekä kehittää kansainvälisen tason referenssi kohteita, joiden avulla luodaan mainetta ja vientipotentiaalia suomalaiselle hulevesiosaamiselle ja -ratkaisuille.

Yksityiskohtaisemmin hankkeen tavoitteet ovat olleet:

1. Vastata ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin vesien hallinnan innovatiivisten keinojen avulla
2. Lisätä resurssitehokkuutta ja vähentää päästöjä
3. Luoda liiketoimintamahdollisuuksia ja vientipotentiaalia
4. Luoda hulevesiratkaisujen ympärille yritysten ja muiden tahojen ekosysteemejä
5. Luoda avointa dataa kaikille hyödynnettäväksi
6. Hyödyntää IoT-ratkaisuja hulevesien laadun ja määrän seurannassa
7. Toteuttaa asukasvuorovaikutusta miellyttävän ympäristön luomisessa hulevesikohteissa ja tarjota oppimis- ja tutkimuskohteita alueen kouluille (ympäristökasvatus ja luonnontieteiden opetus)
8. Markkinoida kaupunkien hulevesien hallinnan osaamista kansallisesti ja kansainvälisesti.

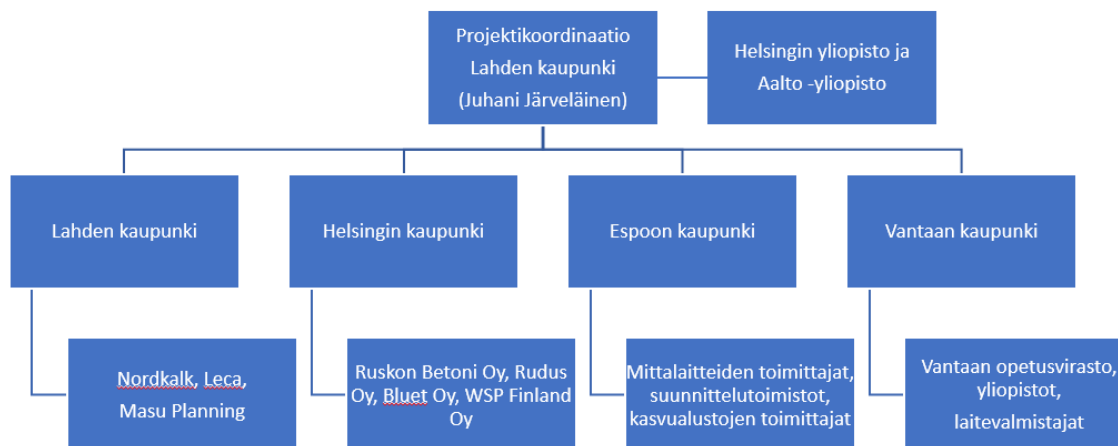
### 3. Hankkeen henkilöstö, organisaatio ja aikataulu

Hanketta on koordinoanut Lahden kaupunki, ja koko hankkeen projektipäällikkönä on toiminut Juhani Järveläinen. Osa Lahden kaupungin budjetista on osoitettu hankkeen projekti-koordinaation toteuttamiseen

Partnereina hankkeessa ovat olleet Lahden kaupunki, Helsingin kaupunki, Espoon kaupunki, Vantaan kaupunki, Finavia Oyj, Helsingin yliopisto sekä Aalto-yliopisto. Tutkimusorganisaatiot Helsingin yliopisto ja Aalto-yliopisto ovat tuottaneet mittaus- ja tutkimuspalveluita hankesuunnitelman mukaisesti hankkeen partnereille.



Osallistuvat kaupungit sekä Finavia ovat vastanneet yhdestä tai useammasta kohteesta alueellaan. Partnereilla on ollut omat budjetit, joissa on varattu rahoitusta oman/omien hulevesikohteen toteutukseen (oma työ ja ostopalvelut) sekä hankkeen yhteisten työkokonaisuuksien rahoittamiseen. Kunkin partnerin alaisuudessa on lisäksi toiminut yhteistyökumppaneita. Hankeorganisaatio on esitetty alla olevassa kaaviossa:



Hanke on toteutettu 1.1.2018 – 30.4.2019. Hankkeen toteutukseen on haettu rahoittajalta kahden kuukauden jatkoaika alkuvuonna 2019 Helsingin kaupungin pilottikohteen toteuttamista viivästyttäen Meckelininkadun rakennusurakan aikataulumuutoksista johtuen.

## 4. Hankkeen menetelmät ja tulokset pilottikohteittain

Hankkeessa on ollut mukana viisi erilaista hulevesikohdetta ja innovatiivista hulevesiratkaisua, jotka edustavat hulevesien hallinnan ajankohtaisia ongelmia ja teemoja. Seuraavissa kappaleissa kuvataan kunkin hulevesikohteen erityispiirteet, niihin liittyvät innovatiiviset ratkaisut sekä hankkeessa toteutetut toimenpiteet.

Kunkin työkokonaisuuden (pilottikohteen) osalta on esitetty: 1) Lähtötilanne ja hankesuunnitelman mukaiset tavoitteet, 2) Hankkeen aikana toteutetut toimenpiteet, 3) Työkokonaisuuden aikana toteutunut ja syntynyt yhteistyö, sekä 4) Arvio tuloksista sekä hankesuunnitelmassa asetettujen tavoitteiden toteutumisesta.

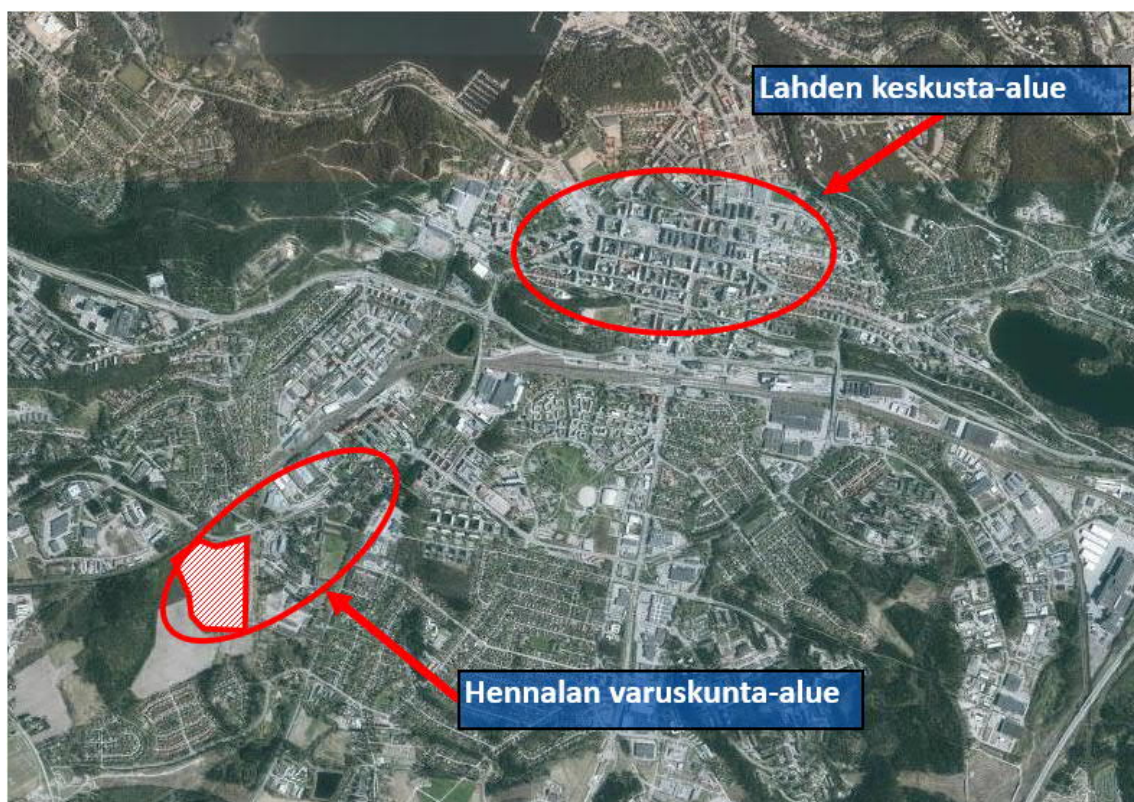
### 4.1 Työkokonaisuus 1 – Laajamittainen hulevesien siirto ja luonnonmukainen käsittely (Lahden kaupunki)

#### Lähtötilanne ja tavoitteet

Lahden kaupungin keskusta-alueelta tulevat hulevedet purkautuvat nykytilanteessa Vesijärveen, missä ne aiheuttavat monenlaisia vedenlaatuhaittoja ja kuormittavat vesistöä mm. ravinteilla ja raskasmetalleilla. Osa niistä on tarkoitus johtaa tulevaisuudessa käsiteltäväksi Länsi-Hennalan alueelle. Keskusta-alueen hulevesille on erillisessä Hulevesien hallintaa kustannustehokkailla hybridiratkaisuilla – hankkeessa rakennettu oma pumppaamo ( $Q_{mit}$  700 l/s) syksyllä 2018. Vesien johtamisessa hyödynnetään Lahti Aqua:n Kariniemen jätevedenpuhdistamon varapurkutuputkea. Hulevedet johdetaan käsiteltäväksi n. 3 km Lahden kes-

kusta-alueesta lounaaseen sijaitsevalle Länsi-Hennalan alueelle (Kuva 1). Sinne kaavoitettavalla uudisrakennusalueella on tarkoitus käsitellä Lahden keskusta-alueelta johdettavien hulevesien lisäksi kohteen oman luonnollisen valuma-alueen hulevedet.

Työkokonaisuuden tavoitteena on ollut suunnitella ja toteuttaa Länsi-Hennalan alueelle hulevesien laadullisen hallinnan ratkaisu, jolla 1) puhdistetaan alueelle johdettavia keskusta-alueen hulevesiä, sekä 2) muodostetaan uuden rakentamisen keskelle sijoittuva vesiympäristöä hyödyntävä lähivirkistysalue.



Kuva 1. Hennalan pilottikohteen sijainti

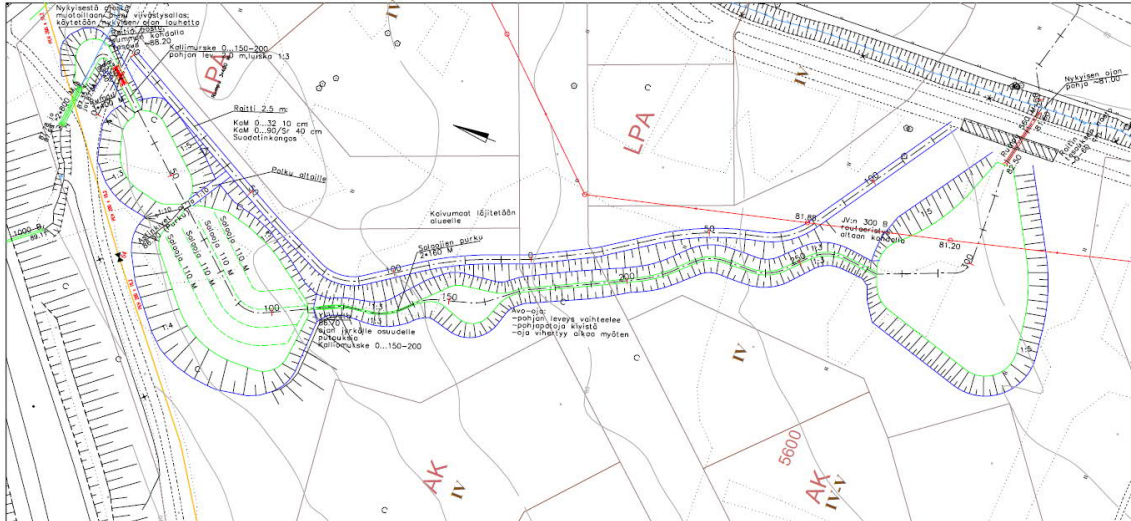
Kohteessa käsitellään Lahden keskusta-alueen erityisesti raskasmetallien ja ravinteiden osalta kuormittuneita hulevesiä sekoittuneena Länsi-Hennalan yläpuolisen luonnollisen valuma-alueen hulevesiin (tiivistä pientaloaluetta ja teollisuusaluetta). Merkittävänä tekijänä on huomioitava hulevesien pumppauksesta mahdollisesti aiheutuvat sykäykselliset virtaamavaihtelut. Luonnollisella valuma-alueella vallitsee merkittävän suuruinen ja luonteeltaan tasainen ns. pohjavirtaama, joka aiheutuu pintavalunnaksi purkautuvasta pohjavedestä.

### Toteutetut toimenpiteet

Hankkeessa on toteutettu Länsi-Hennalan pilottikohteen hulevesijärjestelmän suunnittelu, rakentaminen sekä eri suodatusmateriaalien puhdistustehokkuutta arvioiva laboratoriokokeilu. Lisäksi hankkeen loppuvaiheessa keväällä 2019 on tehty valmistelut pilottikohteen jatkoseurannan mahdollistaville automaattisille vedenlaadun ja – määrän mittauksille.



Hulevesien käsittelyjärjestelmä rakennettiin vuonna 2018. Se koostuu kiintoainesta poistavasta laskeutusaltaasta, biosuodatuskentästä, kosteikkoaltaasta sekä niitä yhdistävästä uomastosta (Kuvat 2 ja 3). Biosuodatuskentässä käytetyt suodatinmateriaalit valittiin Helsingin yliopiston hankkeessa toteuttaman laboratoriokokeen tulosten perusteella.



Kuva 2. Hennalan hulevesien käsittelyjärjestelmän suunnitelma.

Ennen järjestelmän käyttöönottoa sinne istutetun kasvillisuuden annetaan ensin kehittyä noin vuoden ajan. Kasvillisuus ehkäisee eroosiota, parantaa veden kulkeutumista suodatusrakenteiden läpi sekä tehostaa järjestelmän tehokkuutta sitomalla maaperästä mm. ravinteita. Alustavan aikataulun mukaan järjestelmän läpi aletaan johtaa hulevesiä vuoden 2019 aikana. Järjestelmä sijoittuu kehittyvän alueen keskelle, ja hulevesien puhdistamisen lisäksi se toimii ympärille tulevaisuudessa rakentuvan asuinalueen lähivirkistysalueena. Näin ollen järjestelmän suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota maisemallisiin ja kunnossapitokysymyksiin.



Kuva 3. Valmis Hennalan hulevesien käsittelyjärjestelmä. Vasemmalla laskeutusallas ja oikealla järjestelmän eri osat yhdistävää uomastoa.

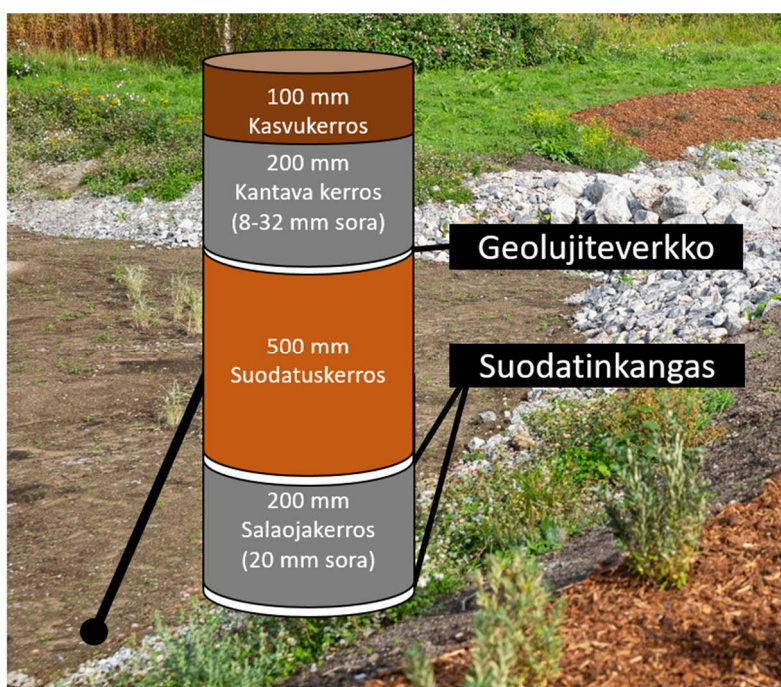
Hulevesien käsittelyjärjestelmän ytimen muodostaa kolmeen lohkoon jaettu biosuodatuskenttä (Kuva 4). Yhdessä lohkossa on perinteistä suodatinhiekkaa, toisessa kevytsoramurskettä ja kolmannessa fosforin poistoon kehitettyä Filtralite P -nimistä erikoiskevytsoramurskettä. Suodatuskentän rakenne on esitetty kuvassa 5.





Kuva 4. Biosuodatuskentän täyttövaihetta.

Veden liike lohkojen välillä on estetty savesta muotoilluilla jakoseinämillä, minkä lisäksi lohkot on myös salaojitettu erikseen niin, että jokaisesta niistä purkautuvasta suodinvedestä voidaan ottaa vesinäytteitä erillisistä purkuputkista. Näin mahdollistetaan suodatusmateriaalien tehokkuuden vertailu.



Kuva 5. Biosuodatuskentän rakenne.



Helsingin yliopiston Lahden toimipisteessä tehdyssä laboratoriokokeessa tutkittiin kontrolloidusti perinteisen hiekan, Filtralite P -erikoiskevysoran sekä paikallisesti tuotettujen kevytsoramurskeen, kuusipohjaisen biohiilen ja betonimurskeen kykyä pidättää hulevedestä kiintoainetta, ravinteita ja metalleja kasvillisissa ja kasvittomissa biosuodatusrakenteissa (Kuva 6). Kasvina kokeessa oli viiruhelppi (*Phalaris arundinacea*). Huleveden imeytyskokeiden jälkeen yhteistyössä prof. Stephan Pflugmacher Liman (Helsingin yliopisto) kanssa tutkittiin mikro muovien pidättymistä kevytsoramursketta ja hiekkää sisältävissä käsittelyissä lisäämällä muovia tunnettu määrä veteen sekoitettuna.



Kuva 6. Helsingin yliopiston toteuttaman lysimetrikokeen koasetelma.

Hulevesi biosuodatusrakenteiden kasteluun kerättiin lumena vilkkaasti liikennöidyn kadun varrelta Lahdesta. Se sisälsi erittäin paljon kiintoainetta (n. 5 g/l), jonka kaikki viisi tutkittua suodatusmateriaalia pidättivät 96–100 –prosenttisesti (Taulukko 1). Hulevedessä oli runsaasti myös fosforia ja metalleja, jotka olivat pääosin sitoutuneina kiintoainepartikkeleihin. Niinpä myös kokonaisfosfori ja -metallit pidättyivät hyvin (75–100 %). Liuenneessa muodossa olevaa fosfaattia pidättyi parhaiten Filtralite P -kevytsoraa ja betonimursketta sisältäviin rakenteisiin. Niiden läpi suotautuneen veden pH nousi yli 12, kun muiden käsittelyiden suotoveden pH oli 7-8. Typeä oli uloshuuhtoutuneessa vedessä yhtä paljon tai hieman enemmän kuin imeytetyssä hulevedessä eli sitä myös huuhtoutui itse rakenteista. Kasvit paransivat typen pidättymistä. Biohiili pidätti typeä mutta toisaalta siitä huuhtoutui fosforia. Liukoisessa muodossa olevia metalleja hulevedessä oli hyvin vähän verrattuna biosuodatusrakenteista suodattuneeseen veteen, joten osa kiintoaineeseen sitoutuneista kokonaismetalleista muuttui liukoiseen muotoon kulkiessaan biosuodatusrakenteiden läpi. Kannattaa huomata, että partikkeleihin sitoutuneet haitta-aineet voivat yhtä lailla siirtyä liukoiseen muotoon myös vastaanottavissa vesistöissä ellei kiintoaineen kulkeutumista huleveden mukana estetä esimerkiksi tässä tutkituilla biosuodatusrakenteilla.

Taulukko 1. Biosuodatuskokeen tulosten yhteenvetotaulukko. Kiintoaineen, orgaanisen hiilen, ravinteiden ja metallien keskimääräinen pidättyminen (%) eri biosuodatusrakenteisiin. Huleveden kastelukertoja oli kaksi. Jos näiden välillä oli eroja, taulukossa on molempien kertojen keskiarvot (<0 = negatiivinen pidättyminen). Orgaaninen hiili ja kokonaismetallit mitattiin vain ensimmäisen kastelun yhteydessä.

	<b>Leca- murske</b>	<b>Leca +biohiili</b>	<b>Filtra- lite</b>	<b>Betoni- murske</b>	<b>Hiekka</b>
Kiintoaine	100	96-99	99	97-99	98-99
Orgaaninen hiili	54	54	89	24	69
<b><u>Ravinteet</u></b>					
Kokonaisfosfori	75-90	52-87	99-100	87-98	95-97
Fosfaattifosfori, PO <sub>4</sub>	<0	<0	25-42	17-57	<0-14
Kokonaistyppe	<0	<0-31	<0	<0	<0-37
Nitraatti- ja nitriittityppi, NO <sub>x</sub>	<0	83-95	<0	<0	85-96
<b><u>Kokonaismetallit</u></b>					
Kadmium, Cd	78	78	87	89	87
Koboltti, Co	98	98	99	98	97
Kromi, Cr	100	99	99	93	98
Kupari, Cu	96	93	99	93	95
Nikkeli, Ni	82	84	78	88	92
Sinkki, Zn	96	98	99	99	97
Alumiini, Al	100	99	100	99	98
Arseeni, As	<0	<0	97	93	89
Lyijy, Pb	98	97	95	88	93

Mikromuovia ei tullut rakenteiden läpi lainkaan vaan se kulkeutui kasvien juurikanaviin ja pidättyi sinne (kuva 7). Näiden juurikanavien muodostamien reittien ansiosta kasveilla oli keskeinen merkitys huleveden imeytymisessä: ilman kasveja vettä oli vaikea saada imeytettyä rakenteisiin. Viiruhelppi muodosti suurimman biomassan hiekassa ja kevytsoramurskeessa, mutta niiden kasvu jäi heikommaksi betonimurske- ja Filtralite-käsittelyissä korkean pH:n vuoksi. Kaiken kaikkiaan yksikään tutkittu suodatusmateriaali ei osoittautunut yliver-  
tiseksi muihin nähden.



Kuva 7. Lähikuva koeastiasta, johon on lisätty pimeässä sinisenä hohtavaa mikromuovia, minkä ansiosta muovin kulkua voitiin tarkkailla biosuodatusrakenteissa. Vasemmalla valossa otettu, oikealla valot sammutettuna otettu kuva.

### Yhteistyön toteutuminen ja syntyminen

Hankkeessa syntyi työkokonaisuuteen liittyen uutta yhteistyötä Lahden kaupungin ja muiden hankkeessa mukana olleiden yhteistyökumppaneiden Rakennusbetoni ja Elementti Oy:n, Leca Finland Oy:n sekä Rudus Oy:n kanssa. Työkokonaisuudessa toteutetun biosuodatuskokeen tulokset on myös toimitettu Tampereella toteutettavan UnaLab – hankkeen käyttöön.

### Tulokset/tavoitteiden toteutuminen

Työkokonaisuuden asetettuja tavoitteita olivat:

1. Perustetaan referenssikohde hulevesien suurimittaisesta siirrosta ja luonnonmukaisesta hulevesien käsittelystä.
2. Hulevesien käsittelyn tehokkuutta arvioidaan erillisellä kokeilulla
3. Hankkeen aikana kerätään kokemusta hulevesien hallinnan eri ratkaisuista koostuvan kokonaisuuden hallinnasta, toiminnallisesta ohjauksesta ja jatkuvatoimisesta seurannasta
4. Dokumentoidaan hankkeen aikana syntynyt uusi osaaminen (suunnittelu ym.) muiden hyödynnettäväksi
5. Luodaan yhteistyömalli kokonaisratkaisun luomiseksi

Lahden Hennalaan toteutettu hulevesien käsittelyjärjestelmä on esimerkki luonnonmukaisia menetelmiä hyödyntävästä hulevesien laadullisen hallinnan ratkaisusta. Kaupunkirakenteiden tiivistyessä hulevesien käsittelyyn varatuilta alueilta voidaan edellyttää veden kierron säätelyn ja puhdistuksen lisäksi myös muiden ekosysteemipalvelujen tuottamista esimerkiksi virkistyskäytön muodossa. Biosuodatus soveltuu yksinkertaisen toimintaperiaatteensa vuoksi hyvin osaksi monitoiminnallisia viheralueita.

Helsingin yliopiston toteuttamassa biosuodatuskokeessa arvioitiin eri suodatusmateriaalien tehokkuutta hulevesien puhdistuksessa. Kaikki testatut suodatusmateriaalit ja kasvillisuus poistivat hyvin haitta-aineita hulevedestä. Kokeen tulokset kasvattavat hulevesien laadullisen hallinnan tietopohjaa uusien suodatusmateriaalien osalta. Kokeesta ja sen tuloksista on tehty erillinen raportti (Liite 1)

Kokeissa verrokkina käytetty suodatinhiekkä osoittautui tehokkaaksi, joten sitä voidaan suositella toimivaksi ja kustannustehokkaaksi perusratkaisuksi kohteissa, joiden valuma-alueilla muodostuvien hulevesien ei odoteta sisältävän tavallisuudesta suurempia määriä



haitta-aineita. Puhdistusteholtaan joidenkin haitta-aineiden osalta tehokkaammat suodatusmateriaalit soveltuvat maankäytöltään haastavien valuma-alueiden hulevesien käsittelyyn. Tällaisia alueita ovat mm. vilkkaasti liikennöidyt tie- ja teollisuusalueet. Jatkossa on syytä tutkia miten esimerkiksi sopivia sekoituksia tekemällä voitaisiin yhdistää eri materiaalien parhaat puolet huleveden puhdistustehokkuuden sekä biosuodatuksen toiminnalle keskeisen kasvillisuuden menestymisen optimoimiseksi.

Hankkeen aikana ei verrattain lyhyestä toteutusajasta johtuen ole ollut mahdollista selvittää suodatusrakenteiden ja materiaalien käyttäytymistä pidemmällä aikajänteellä. Se, miten pitkään suodatusmateriaalit säilyttävät puhdistustehonsa ja miten rakenteet säilyttävät veden läpäisykykynsä vaikuttaa suoraan niitä hyödyntävien järjestelmien ylläpitokustannuksiin. Myös rakenteissa tapahtuvia biologisia ja kemiallisia prosesseja tulisi pyrkiä ymmärtämään paremmin, jotta niiden vaikutus hallintaratkaisujen toimivuuteen osattaisiin huomioida oikein tulevaisuuden hulevesirakentamisessa.

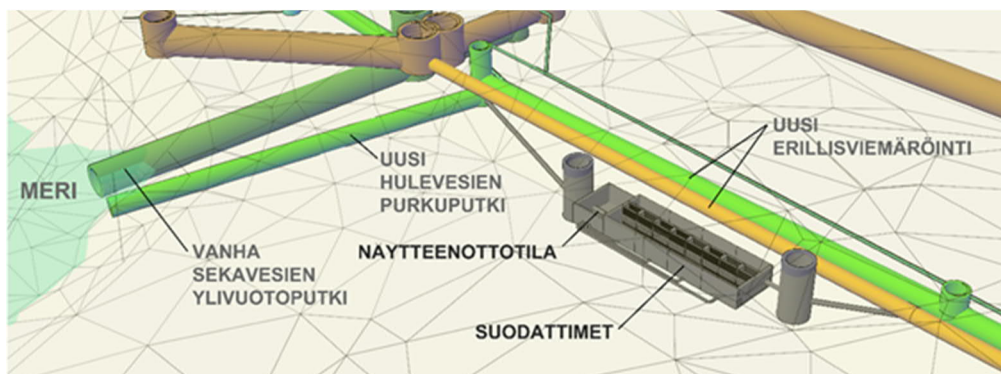
## 4.2 Työkokonaisuus 2 – Suodatusarkku hulevesien hallinnassa sekä liikenteen päästöjen ja mikromuovien puhdistuksessa (Helsingin kaupunki)

### Lähtötilanne ja tavoitteet

Kasvavassa ja tiivistyvässä Helsingissä on ilmiselvä tarve hulevesien hallinnalle. Rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat on tunnustettu yhdeksi merkittävimmistä sää- ja ilmastoriskeistä Helsingissä (Ilmatieteen laitos, 2018). Hulevesien määrän lisäksi on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota hulevesien laatuun. Tärkeä keino vesiensuojelussa on hulevesien laadun parantaminen. Hulevedet halutaan ottaa myös entistä paremmin osaksi viihtyisää kaupunkiympäristöä. Hule- ja sekaviemäri-vesien riskien hallintaan kaivataan ratkaisuja kaikissa vanhoissa eurooppalaisissa kaupungeissa, joissa sekaviemärointi on vallitseva järjestelmä.

Helsingin kaupunki pilotoi Olli Hakalan Aalto-yliopistossa ja WSP Finland Oy:ssa kehittämää hulevesien suodatusarkkua. Työkokonaisuus 2:ssa rakennettiin Taivallahteen ns. hulevesien suodatusarkku, joka puhdistaa Mechelininkadulta ja Eteläiseltä Hesperiankadulta tulevia liikkaisia hulevesiä ennen niiden johtamista mereen. Hulevesien suodatusarkku on betoninen rakenne, joka upotetaan maahan. Sen sisällä on erilaisia suodatusmateriaaleja, joiden tarkoituksena on poistaa hulevedestä roskia, kiintoainesta, ravinteita ja muita haitallisia aineita kuten mikromuoveja. Hulevesiarkun toiminta perustuu suodatukseen ja se toimii ilman ulkoista energianlähdettä. Kooltaan 8,0 x 2,5 x 1,5 m (p x l x k) suodatusarkku ja siihen liittyvä näyttötila rakennettiin Taivallahden rannan purkukohtaan erillisviemärointiurakoiden yhteydessä, ks. kuva 8. Suodatusarkku valmistui joulukuussa 2018.

Jotta tiedetään, kuinka hyvin hulevesiarkku puhdistaa vettä ja millaista huoltoa se tarvitsee, jatkuva seuranta on tärkeää. Hulevesiarkun toimintaa ei hankkeen aikana ehditty seuramaan yhtä pitkään laajuudessa, kuin oli suunniteltu, sillä suodatusarkun liitäntä hulevesiviemäriin valmistui Eteläisen Hesperiankadun ja Mechelininkadun katu-urakan yhteydessä vasta huhtikuussa 2019. Arkun toimintaa ehdittiin seurata jatkuvatoimisilla mittareilla kahden kuukauden ajan. Suodatusarkussa mitattiin huleveden virtaamaa, sameutta, sähköjohtokykyä, pH:ta ja lämpötilaa jatkuvatoimisesti kahden minuutin välein (Taulukko 2). Laboratoriossa analysoitavia vesinäytteitä, joilla tutkitaan puhdistustehoa sadetapahtumien aikaan, ei ehditty ottaa hankkeen puitteissa. Hulevesien suodatusarkusta teetettiin kuitenkin alkuperäistä suunnitelmaa laajempi mikromuovitutkimus. Samoin selvitettiin, sopsisiko suodatusarkku myös sekavesille.



Kuva 8. Suodatusarkkupilotin sijoittuminen Taivallahden rantaan

Taulukko 2. Joel Kerkkäsän diplomityössä tehtävien jatkuvatoimisten mittausten ominaisuudet.

Sensori	Parametri	Mittausalue	Resoluutio	Tarkkuus	Aikaväli
<b>EXO2 moniparametrianturi</b>	<b>Sameus</b>	0 - 4000 FNU	0,1 FNU	2% tai 0,3 FNU	2 min
	<b>Johtokyky</b>	0-200000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$	$\pm 0,5 \%$	2 min
	<b>Lämpötila</b>	-5...+50 °C	0,001 °C	0,01 °C	2 min
	<b>pH-arvo</b>	0-14 yksikköä	0,01 yksikköä	$\pm 0,1$ yksikköä	2 min
<b>STS paineanturi</b>	<b>Pinnankorkeus</b>	0-5 m	0,001 m	$\pm 0,1 \%$	2 min
<b>StarFlow akustinen virtaamamittari</b>	<b>Virtausnopeus</b>	21-4500 mm/s	1 mm/s	2 %	2 min
	<b>Pinnankorkeus</b>	0-2000 mm	1 mm	$\pm 0,25\%$	2 min
<b>Vaisalan RG13H sademittari</b>	<b>Sademäärä</b>	Rajoittamaton	0,2 mm	2 %	2 min

Työkokonaisuus 2:ssä lähdettiin suunnittelemaan myös Munkkiniemenrantaan kelluvaa säiliörakennetta, jonne sekaviemärin ylivuotovedet voitaisiin varastoida, kunnes verkoston kapasiteetti antaa myöten. Rakennetta lähdettiin suunnittelemaan Saksassa käytössä olevan samankaltaisen esimerkin mukaisesti (Kuva 9.)



Kuva 9. Berliini, Luritec, Spree. Kuva: Leena Sänkiäho

Rakennetta ei kuitenkaan toteutettu. Suunnittelun aikana selvisi, että kelluvan ylivuotosäiliön tarvitsemien verkostojärjestelyiden ja ruoppauksen kustannukset olivat huomattavasti ennakoitua suuremmat eikä tarvittavia verkostoja olisi saatu toteutettua hankkeen tiukassa aikataulussa. Kelluvan säiliön todettiin soveltuvan paremmin vesistöihin, joissa vedenpinnan vaihtelu on pienempää kuin merellä. Kelluvan sekaviemäriveden viivytyssäiliön suunnittelusta on valmisteltu erillinen raportti (Liite 2). HSY on lisäksi teettänyt selvityksen Meckelininkadun suodatusarkkupilottia vastaavan rakenteen soveltamisesta sekaviemärin ylivuotojen käsittelyyn (Liite 3).

### Hulevesien suodatusarkku

Hankkeeseen osallistuivat seuraavat tahot:

- Kaupunkiympäristön toimiala, Helsingin kaupunki: Sonja-Maria Ignatius (hankkeen koordinaattori), Jari Viinanen (asiantuntija, hankkeen käynnistäminen), Touko Lepänen (rakennuttamisen projektipäällikkö), Harri Suotula (rakennustöiden valvoja)
- Ruskon Betoni Oy (betonielementit): Marko Paasiranta, Arto Pesonen, Niko Riikonen
- Fortum Oy (kierrätysmuoviprofiilit): Kirsi Rantala, Reetta Anderson
- Aalto-yliopisto (tutkimus): Nora Sillanpää, Olli Hakala, Pietu Pankkonen, Joel Kerkkänen
- Helsingin yliopisto (tutkimuksen suunnittelu): Kirsi Kuoppamäki

Muut yhteistyökumppanit:

- WSP Finland (suunnittelu ja tutkimus): Olli Hakala, Pietu Pankkonen
- VRJ Etelä-Suomi (rakentaminen): Mika Rissanen
- Kapotek (arkun sisäosat ja kehikot): Welf Zaeske
- Luode Consulting (mittalaitteet): Joose Mykkänen, Ari Laukkanen, Mikko Kiirikki

Hankkeessa olivat mukana myös:

- Carbons Finland (biohiilet)
- Leca Finland (Leca-sora)
- Fescon (suodatinhiekkä)



- Stara
- HSY
- SYKE
- Vahanen
- Helen

### Kelluva ylivuotosäiliö

Hankkeeseen osallistuvat seuraavat tahot:

- Kaupunkiympäristön toimiala, Helsingin kaupunki: Sonja-Maria Ignatius (hankkeen koordinaattori), Jari Viinanen (asiantuntija, hankkeen käynnistäminen)...
- HSY: Leena Sänkiaho, Aninka Urho,
- Bluet Oy: Kimmo Saharinen, Tytti Sirola

### **Toteutetut toimenpiteet**

Rahoituksella on toteutettu hulevesien suodatusarkun rakentaminen, tutkimustyön suunnittelu ja osa toteutuksesta. Suodatusarkun suunnittelu oli toteutettu aikaisemmassa iWater-hankkeessa. Kelluva ylivuotosäiliö suunniteltiin, mutta sitä ei toteutettu hankkeessa. Työkoneisuuden tuloksia esitellään seuraavasti:

- Pienvesiseminaari 14.11.2018
- Excursio hulevesien suodatusarkulle 20.12.2018
- Hankkeen loppuseminaari 6.3.2019
- Aalto-yliopiston Creative Sustainability -ohjelman luento "Climate change mitigation and adaptation experiments" 11.3.2019
- Helsingin kaupungin hulevesiryhmä 9.4.2019
- Vesitalouslehden artikkeli 1/2019
- Olli Hakalan diplomityö (2018)
- Joel Kerkkäsän diplomityö ja siihen liittyvä esittely Helsingin kaupungilla (tulossa 2019)
- Pietu Pankkosen diplomityö (tulossa 2019)
- Hulevesien hallinta muuttuvassa ilmastossa ja suodatusarkku 9.2.2019 Yle Uutisissa
- Uusia teknologioita hulevesien puhdistamiseksi 11.1.2019 Ylen aamu-tv:ssä
- Tulossa: Ruskon Betonin järjestämä hulevesiseminaari 9.10.2019

Lisäksi hulevesien suodatusarkkuun liittyen haettiin rahoitusta BRIGAD-ohjelmasta, mutta vastaus oli kielteinen.

### **Yhteistyön toteutuminen ja syntyminen**

Hankkeessa syntyi uutta yhteistyötä Helsingin kaupungin ja hankkeessa mukana olleiden välille, erityisesti WSP Finlandin, Luode Consultingin ja VRJ Finlandin. Hulevesien suodatusarkku on herättänyt kiinnostusta ja sen seuranta pidetään erittäin tärkeänä. Hulevesien suodatusarkku halutaan kokeilla myös toisenlaisessa ympäristössä esimerkiksi rantapenkereeseen integroituna, mutta ensin tarvitaan tietoa rakenteen tehosta hulevesien puhdistuksessa sekä vaatimuksista ylläpidolle.

### **Tulokset/tavoitteiden toteutuminen**

Tavoitteena oli luoda referenssikohde liikenteen yms. päästöjen puhdistamiseen suodatusarkun avulla. Suodatusarkku rakennettiin ja rakentamisesta saatiin paljon tärkeitä kokemuksia ja oppeja. Jotta hulevesien suodatusarkkua voitaisiin pitää referenssikohteena, tarvittaisiin tarkempaa tutkimusta. Siitä, kuinka hyvin rakenne puhdistaa vettä, tarvittaisiin tutkimusta pidemmältä ajalta kuin mitä tässä hankkeessa oli mahdollista tehdä.

Tavoitteena oli, että sekaviemäriverkoston lisätilavuutena toimiva kelluva säiliö olisi liitettynä osaksi verkostoa ja yrityksen ensireferenssi toteutettu. Tämä tavoite ei toteutunut, sillä säiliö jäi suunnitteluvaiheeseen.

Tavoitteena oli, että lupienhakuprosessi (kaupunki & muut) dokumentoitu. Tämä tavoite toteutui osin.

Tavoitteena oli saada toiminnallista- ja seurantatietoa hulevesien puhdistuksesta (esim. mikromuovit ja -kumit) rakenteen tuotteistamista varten. Hulevesiarkun toimintaa ehdittiin seurata kahden kuukauden ajan jatkuvatoimisilla mittareilla. Vesinäytteitä ei ehditty ottaa sadetapahtumien aikaan. Hankkeessa luotiin suunniteltua laajemmin uusia menetelmiä hulevesien mikromuovitutkimukselle ja selvitettiin suodatusarkun puhdistustehoa mikromuoveilla.

#### 4.3 Työkokonaisuus 3 – Biosuodatuspainanteet hulevesien hallinnassa (Espoon kaupunki)

##### Lähtötilanne ja tavoitteet

Työkokonaisuudessa 3 tutkittiin Merituulentien varteen, vuonna 2018, rakennettujen 4 erilaisen biosuodatuspainanteen toimivuutta. Biosuodatuspainanteiden tarkoituksena oli sekä viivyttää kaduilta tulevaa että puhdistaa pääkatujen likaista hulevettä. Tässä hankkeessa tavoitteena oli tutkia, miten hulevedet puhdistuvat, mikä biosuodatusrakenne toimii parhaiten, ja onko ratkaisu monistettavissa. Hulevesien puhdistumista haluttiin tutkia sekä perinteisin menetelmän että uuden innovatiivisen menetelmän avulla. Perinteistä menetelmää tässä hankkeessa edusti kohteista kerätyt laboratorionäytteet ja uutta innovatiivista menetelmää Sensmet Oy:n kehittämä reaaliaikainen alkuaineanalysointilaite (Kuva 10).



Kuva 10. Hulevesien seurannassa käytetty uudenlainen reaaliaikainen alkuaineanalyysointilaitteisto Merituulentien pilottikohteessa. Kuva: Toni Laurila, Sensmet Oy.

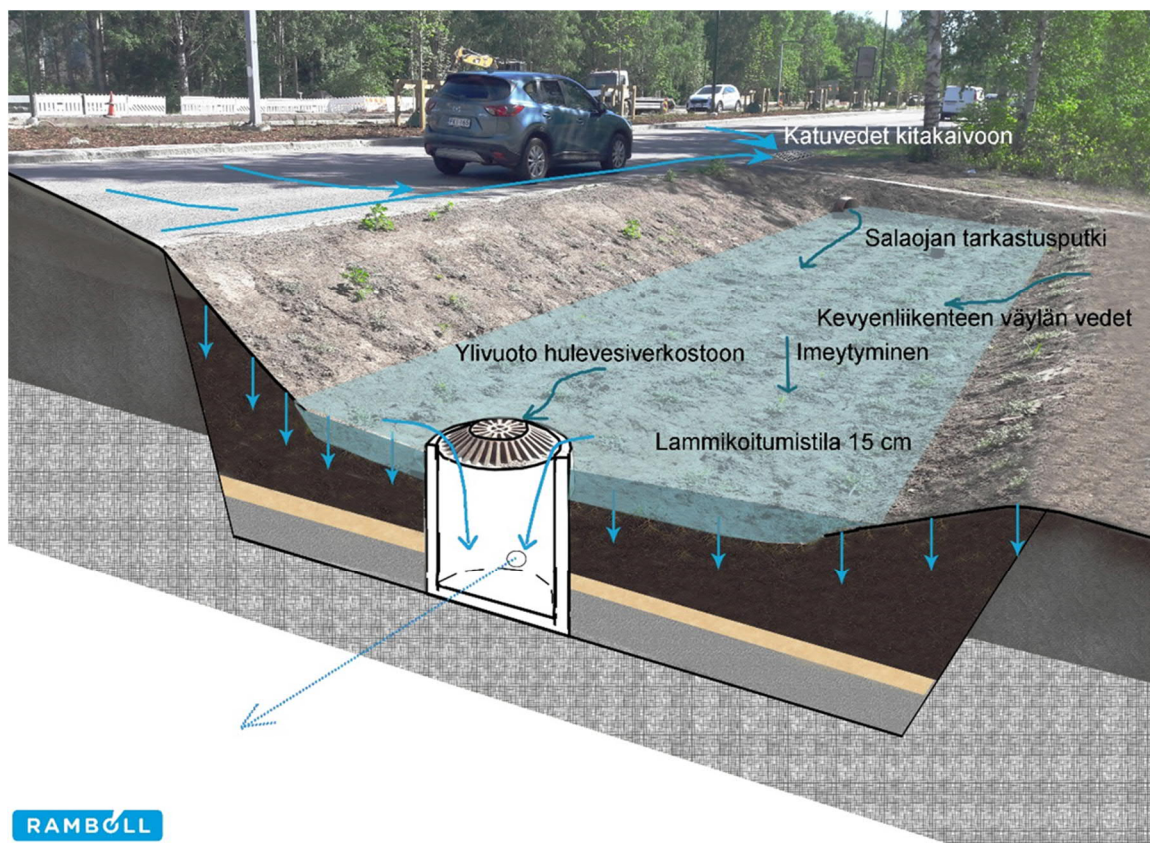
Aiko- rahoituksella oli tarkoitus toteuttaa lähtötilannekartoitus, hulevesien laatu- ja puhdistustehon mittausten suunnittelu, tutkimusten ja mittausten toteuttaminen, datan käsittely ja raportointi sekä järjestelmän tehokkuuden arviointi. Tutkimustulosten tavoitteeksi asetettiin innovatiivisen ratkaisun testaus hulevesien laadulliseen hallintaan, biohiilitiedon kerääminen eli miten biohiili soveltuu hulevesien puhdistukseen biosuodatuspaineissa, automatisoidun reaaliaikaisen alkuaineanalyysointilaitteen testaaminen kenttäolosuhteissa ja yhteistyömallin kehittäminen mittalaitetoimittajien, tutkimustahojen kanssa.

Työkokonaisuutta 3 tehtiin yhteistyössä Aalto-yliopiston Nora Sillanpään ja Joel Kerkkäsen, Helsingin yliopiston Kirsi Kuoppamäen, Ramboll Finland Oy:n mm. Marjo Valtasen ja Elina Kallialan kanssa sekä Sensmet Oy:n Toni Laurilan kanssa.

### **Toteutetut toimenpiteet**

Rahoituksella on toteutettu biosuodatuspaineiden rakentaminen (Kuva 11), tutkimustyön suunnittelu ja toteutus sekä perinteisen että innovatiivisen tutkimustyön osalta eli yliopiston laboratorionäytteiden ja Sensmet Oy:n reaaliaikaisen alkuaineanalyysointilaitteen osalta.





Kuva 11. Merituulentien hulevesien biosuodatuspainanteen rakenne. Kuva: Ramboll

Merituulentien biosuodatuspainanteiden tuloksia on esitelty Vesitalouslehdessä 02/2019, loppuseminaarissa 6.3.2019 sekä Kuntaliiton Hulevesipäivillä Tampereella 20.3.2019. Tämän lisäksi työkokonaisuudesta on tehty loppuraportti Ramboll Finland oy:n toimesta. Sensmet oy on raportoinut oman tutkimusosuutensa 24.8.2018, 19.9.2018 ja 26.11.2018. Merituulentien biosuodatuspainanteiden tutkimuksesta laadittu konferenssiabstrakti on hyväksytty suulliseen esitykseen kansainväliseen NORDIWA2019 tapahtumaan syyskuussa Helsingissä.

### Yhteistyön toteutuminen ja syntyminen

Työkokonaisuudessa kolme syntyi verkostoyhteistyötä yliopistojen, uuden startup -yrityksen Sensmet Oy:n, konsulttitoimiston Ramboll Finland Oy:n sekä eri kaupunkien välille, kuten Espoo, Helsinki ja Vantaa välille.

Uusi liiketoiminta tai uusi tuote potentiaali syntyi Sensmet Oy:n reaaliaikaisen alkuaineanalysointia kautta mm. yliopistot ja muut kaupungit, kuten Helsinki olivat kiinnostuneita tästä tutkimustyön mahdollisuudesta.

Uusia toimenpide-ehdotuksia syntyi, kun Espoon biosuodatuspainanteita tutkittiin ja kohdille esitettiin parannusehdotuksia tulevaisuuden kohteita varten.

### Tulokset/tavoitteiden toteutuminen

Hankesuunnitelmassa työkokonaisuudelle 3 asetettiin tavoitteeksi rakenteellisesti erilaisina toteutettavien neljän erillisen biosuodatusrakenteen toiminnan seuraaminen identtisissä

olosuhteissa, jolloin tutkimuksen tuloksena saadaan tärkeää lisätietoa rakenteiden suunnittelun suositeltavista ratkaisuista sekä rakenteiden puhdistustehosta. Suodattimien toimintaa seurataan automatisoidusti tietoverkkoja hyödyntäen.

Työkokonaisuudessa 3 päästiin tavoitteisiin, sillä biosuodatuspainanteista saatiin tärkeää tietoa jatkosuunnittelua ja toteuttamista varten. Tulokset on eritelty erillisessä raportissa - Ramboll 30.4.2019.

#### 4.4 Työkokonaisuus 4 – Tiivistyvän alueen hulevesien viivyttäminen ja alueellinen hallinta (Espoon kaupunki)

##### Lähtötilanne ja tavoitteet

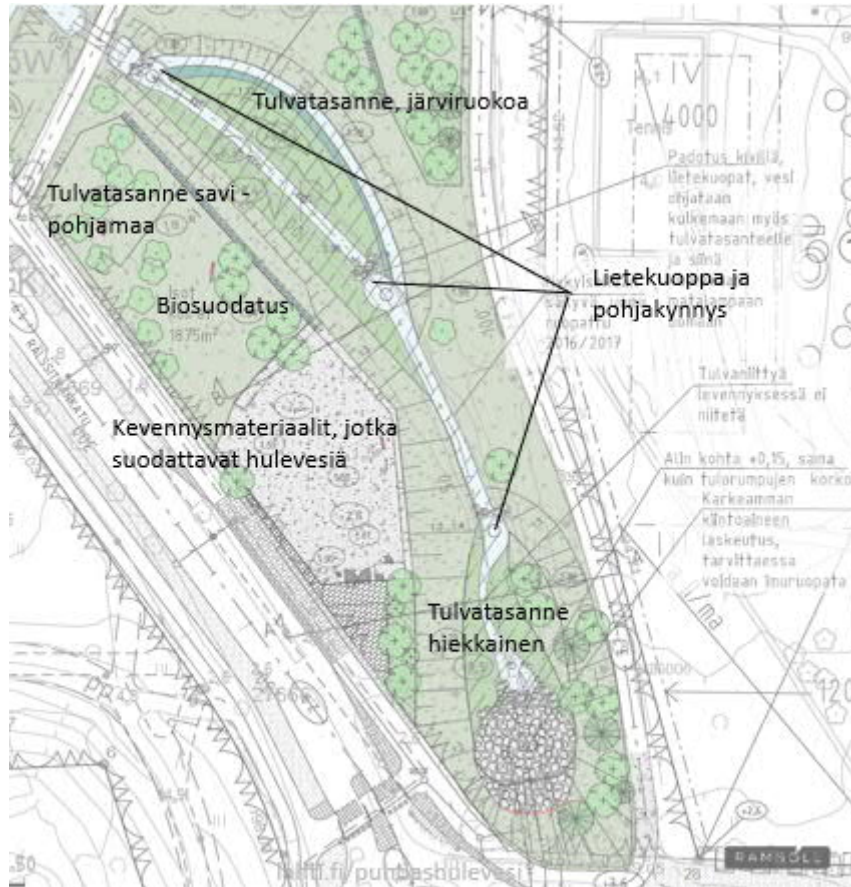
Työkokonaisuudessa 4 suunniteltiin Niittykummun tiivistyvään kaupunkirakenteeseen koirapuistoaluetta, jossa yhdistyy sekä hulevesien laadullinen käsittely että haastavien tulvaolosuhteiden hallinta. Tässä hankkeessa tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa hanke, joka huomioi hulevesien viivyttämisen, hulevesien laadullisen hallinnan, alueen voimakkaan kaupungistumisen, äärevöityneet virtaamat, elinympäristön parantamisen maisemallisilla elementeillä sekä toteutuessaan talteen ottaa tehostetusti ravinteita koirapuiston rakenteista.

Aiko-rahoituksella oli tarkoitus toteuttaa lähtötietojen kokoaminen ja suunnittelutoimeksiantojen määrittely, hulevesien hallinnan suunnittelu ja hulevesirakenteiden rakentaminen. Tulokseksi asetettiin, että suunnittelukohteesta saadaan referenssikohde kasvualustojen toimivuudesta, löydetään innovatiivisia hulevesien laadunhallintaratkaisuja tiivistyneessä kaupunkirakenteessa ja syntyvä suunnitelma kostuu erilaisia ratkaisuja sisältävästä yhdestä kokonaisuudesta.

Työkokonaisuutta 4 tehtiin yhteistyössä Ramboll Finland Oy:n suunnittelijoiden kanssa. Projektia veti suunnittelutoimistossa Elina Kalliala. Tämän lisäksi työkokonaisuudessa pidetyssä ideatyöpajassa oli mukana osallistujia Smart & Clean -säätiöstä, Espoon kaupungilta, Sitowise:ltä, Leca Finland Oy:stä, Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:stä sekä Rambollista.

##### Toteutetut toimenpiteet

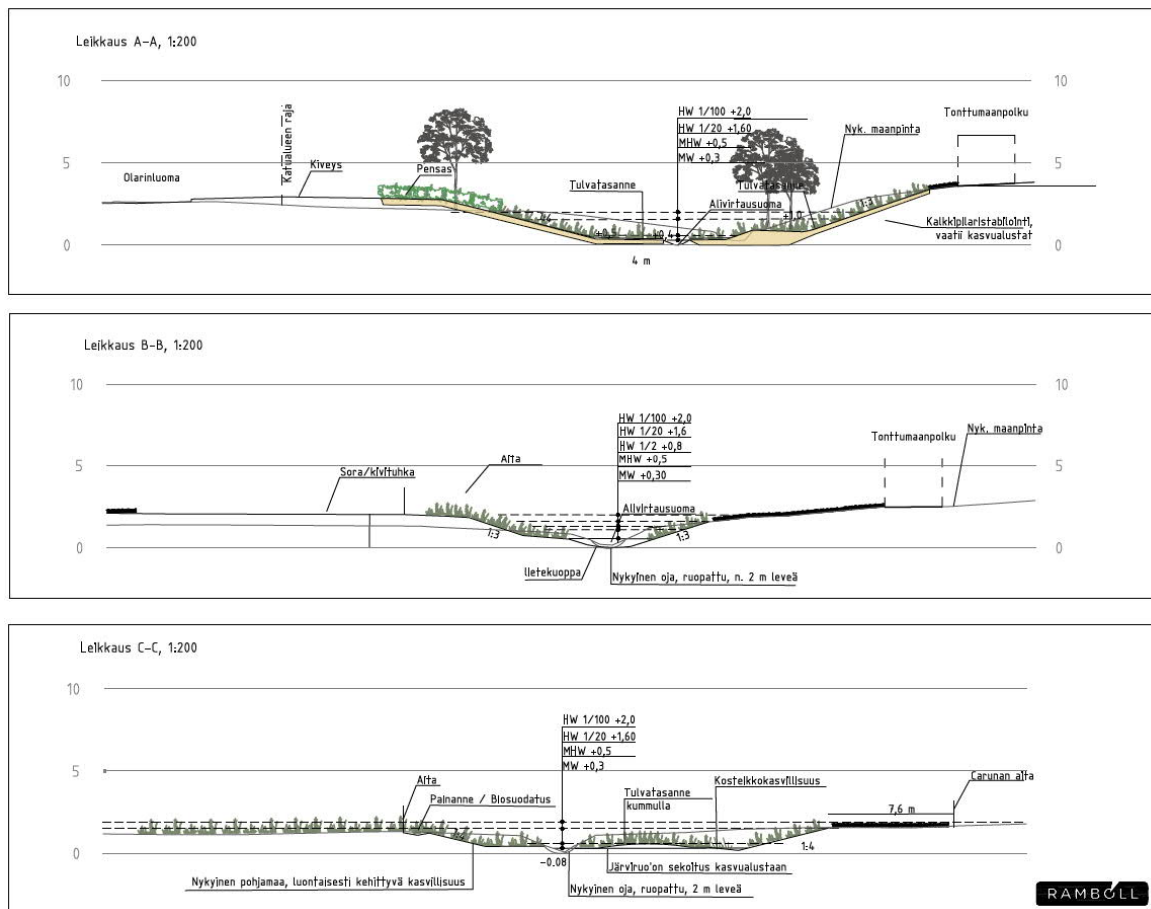
Rahoituksella toteutettiin ideatyöpaja 26.9.2018. Työpajassa kehitettiin uusia hulevesien hallinnan ratkaisuja monialaisessa porukassa. Tavoitteena oli jakaa aiheeseen liittyvää tietoa ja ideoita yhdessä keskustellen. Ideatyöpajan perusteella suunnittelua vietin eteenpäin ja toteutettiin varsinainen puistosuunnitelma (Kuvat 12 ja 13). Työpajan tuloksista tehty kooste on raportin liitteenä 4.



Kuva 12. Ote puistosuunnitelmasta. Kuva: Ramboll

Puistosuunnitelman toteutus siirtyi vuodelle 2020.





Kuva 13. Ote puistosuunnitelmaluonnoksesta. Kuva: Ramboll Finland Oy

Puistosuunnitelmaa ja siihen liittyvää hulevesiuomaa on esitelty Vesitalouslehdessä 02/2019 ja loppuseminaarissa 6.3.2019. Tämän lisäksi työkokonaisuudesta on tehty lopparaportti Ramboll Finland oy:n toimesta.

### Yhteistyön toteutuminen ja syntyminen

Työkokonaisuudessa neljä syntyi verkostoyhteistyötä Smart & Clean -säätion, Espoon kaupungin, Sitowisen Leca Finland Oyn, Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n ja Rambollin välille.

TK 4:n tavoitteena oli luonnonmukaisen hulevesiuoman suunnittelu siten, että sillä voidaan hallita hulevesiä laadullisesti sekä määrällisesti. Tässä työssä on potentiaalia muualle Suomeen tiivistyvän kaupunkirakenteen haasteisiin.

### Tulokset/tavoitteiden toteutuminen

Hankesuunnitelmassa työkokonaisuudelle 4 asetettiin tavoitteeksi hulevesien viivyttäminen, että laadullinen hallinta. Kohde toimii pilottina tapaukselle, jossa maankäytön merkittävän tehostumisen kautta hulevesivirtaamat ovat äärevöityneet ja veden laatu heikentynyt. Suunnittelun tavoitteisiin liittyy lisäksi elinympäristön viihtyisyyden parantaminen maisemallisilla elementeillä. Suunniteltuun rakenteeseen sisältyy mm. tulvasanteellinen kaksitasouoma, virtaamaa säättävä patorakenne.

Työkokonaisuudessa 4 päästiin tavoitteisiin, sillä asetetut suunnittelutavoitteet toteutuivat. Työkokonaisuuksien 3 ja 4 osalta hankkeen päätavoitteista toteutui parempi elinympäristö innovatiivisten hulevesiratkaisujen avulla. Näiden lisäksi työkokonaisuudet vastaavat yksityiskohtaisempiin tavoitteisiin, joita olivat

1) Vastata ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin vesien hallinnan innovatiivisten keinojen avulla -> hajautetulla hulevesien hallinnalla voidaan hallita ilmastonmuutoksen vaikutuksia.  
2) Lisätä resurssitehokkuutta ja vähentää päästöjä. Valmisteluhankkeessa tunnistetuissa referenssi-kohteissa hyödynnetään materiaaleja ja prosesseja, joilla on päästöjä ja jätteitä vähentävä

vaikutus -> biosuodatuspaineet pidättävät liikenteestä aiheutuvia päästöjä ja siten puhdistavat virtaveteen päätyvää hulevettä.

3) Luoda liiketoimintamahdollisuuksia ja vientipotentiaalia -> Sensmet Oy:n tekniikka on uutta ja innovatiivista, jossa on mahdollisuuksia suurempaan potentiaaliin.

5) Luodaan avointa dataa kaikille hyödynnettäväksi -> biosuodatuspaineista ja hulevesipaineista jaetaan kokemuksia ja tietoa mm. PKS-seudun kunnille, jolloin opit ja hyödyt tulevat kaikille vapaasti saatavilla.

### **Havaitut jatkotoimenpide/selvitystarpeet**

Jatkohankkeessa olisi tarpeen tutkia biosuodatuspaineiden puhdistustehoa ja käyttöikää pitempi aikaisessa tutkimuksessa. Samoin, kun koirapuiston hulevesiratkaisu on rakennettu, olisi tarpeen tutkia, miten rakenne toimii ja kuinka paljon rakenteella voidaan hallita laadullisesti ja määrällisesti hulevesiä.

Työkokonaisuuksien jatkohankkeita voisi tehdä yhteistyössä yliopistojen ja Ramboll Finland Oy:n kanssa. Tällä hetkellä ei ole vielä suunnitelmassa jatkohankkeita muutoin kuin koirapuiston ja siihen liittyvien rakenteiden rakentaminen vuonna 2020.

Jotta Smart & Clean hulevesiprojektissa aloitettu toiminta jatkuu, täytyy Espoon selvittää, millä edellytyksillä jatkotutkimuksille saataisiin rahoitus.

## **4.5 Työkokonaisuus 5 – Hulevesialueen monikäyttö ja innovatiiviset vuorovaikutusmenetelmät (Vantaan kaupunki)**

### **Lähtötilanne ja tavoitteet**

Työkokonaisuudessa 5 suunniteltiin monikäyttöisiä ratkaisuja hulevesille sekä kehitettiin hulevesien laadun ja määrän hallintaa Vantaan Aviapoliksessa. Erityisesti suunnittelussa on nostettu esille vuorovaikutteisuus. Aviapolis Urban Blocks- alueesta rakentuu ainutlaatuinen korttelikokonaisuus, jossa monimuotoinen luonto ja luonnonläheisyys nivoutuvat urbaaniin, toiminnoiltaan sekoittuneeseen kaupunkirakenteeseen. Purot muodostavat alueen viherverkoston juonen. Kortteleiden kehittämisen kantava teema on jaetut resurssit ja kiertotalous.

Laajan Aviapolis-alueen hulevedet johtuvat Kirkonkylänojaan (Palo-ojaan) Urban Blocks -alueella Rälssi- ja Manttaalipuistossa. Tavoitteena on nostaa hulevesien hallinta keskeiseksi elementiksi urbaanissa puistoympäristössä sekä toteuttaa hulevesirakenteet monikäyttöisinä. Esimerkiksi kuivana aikana nurmialueet voivat olla pelailu- ja oleskelukäytössä ja sa-

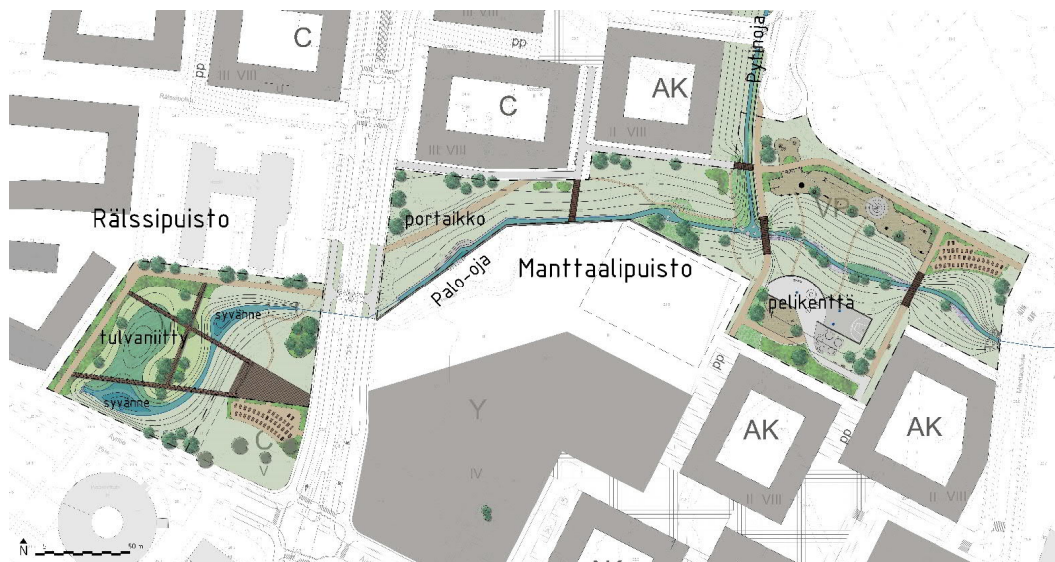
teella tulvanhallinta-alueita. Tähän pyritään korkeatasoisen hulevesirakentamisen lisäksi reaaliaikaisten olosuhdetietojen hyödyntämisellä. Tarjoamalla tietoa luonnon (puhtaan veden) tilasta asukkaat, yritykset, yhteisöt sekä oppilaat sitoutetaan huolehtimaan ympäristöstään.

Vuorovaikutus on keskeisessä asemassa tässä kohteessa. Suunnitelmaan kuuluu mm. puiston älykäs valaistus, jonka avulla voidaan indikoida hulevesien laatua sekä havainnollistaa vedenpinnan nousua tulvatasanteille. Edellytyksenä älykkäälle valaistukselle on vedenlaadun ja määrän jatkuva seuranta. Seurantatietoja on tarkoitus integroida myös ympäristökasvatukseen ja luonnontieteiden opetukseen, sillä veden laadun seurantatiedot olisivat lähitulevaisuudessa sijoittuvan koulun opetuskäytössä.

Työkokonaisuutta 5 toteutettiin yhteistyössä Sitowise Oy:n suunnittelijoiden kanssa. Hankkeen projektipäällikkönä toimi diplomi-insinööri Timo Nikulainen ja apulaisprojektipäällikkönä maisema-arkkitehti Ismo Häkkinen. Pohjarakennusteknisenä asiantuntijana toimi diplomi-insinööri Emma Lottanen, rakenneasiantuntijana diplomi-insinööri Mirja Toivari-Holm ja vuorovaikutus-suunnittelijana FT Tiina Ronkainen. Nuorempina suunnittelijoina ovat toimineet Laura Turunen ja Emmi Vesala. Manttaali- ja Rälssipuiston jatkuvatoimiset vedenlaadun ja virtaaman mittaukset suoritettiin Labkotec Oy.

### Toteutetut toimenpiteet

Rahoituksella toteutettiin Rälssi- ja Manttaalipuiston julkisten ulkotilojen yleissuunnitelma, jonka valmisteli Sitowise Oy (Kuvat 14 ja 15). Suunnittelun tavoitteena oli kolmannen sukupolven hulevesipuisto, jossa hulevesien määrällisen ja laadullisen hallinnan lisäksi tuotetaan hulevesitietoa ja mahdollistetaan vuorovaikutus puiston ja eri käyttäjäryhmien välillä. Työn aikana järjestettiin kaksi tilaisuutta, missä Manttaali- ja Rälssipuiston julkisten ulkotilojen yleissuunnitelmaa esiteltiin sidosryhmille. Toinen oli Aviapoliksessa järjestetty avoin yleisötilaisuus ja toinen Manttaali- ja Rälssipuiston alueelle sijoittuvan koulun ympäristöaineiden opettajille suunnattu keskustelutilaisuus. Hankkeesta on kirjoitettu Vesitalous-lehdessä 2/2019. Hanketta on myös esitelty Kuntaliiton Hulevesipäivillä 27.3.2019.

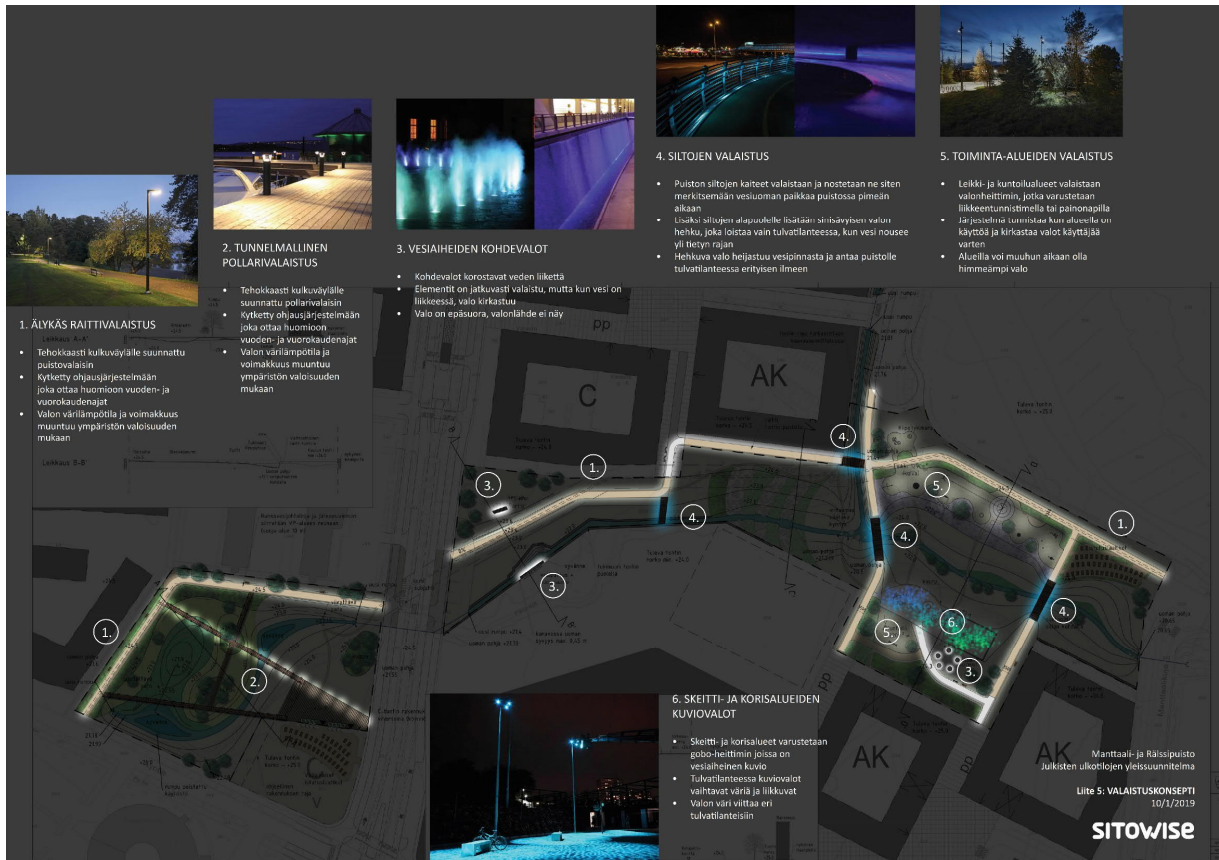


Kuva 14. Ote Manttaali- ja Rälssipuiston julkisten ulkotilojen yleissuunnitelmasta. Kuva: Sitowise Oy

Rahoituksella teetettiin lisäksi jatkuvatoimisia vedenlaadun ja virtaaman mittauksia Rälssi- ja Manttaalipuiston halki virtaavassa Kirkonkylänojoassa (Palo-ojassa) 27.6.-9.10.2018.



Emmi Vesalan hanketta käsittelevä diplomityö "Hulevesien hallinnan monikäyttöiset alueet ja vuorovaikutus" valmistui huhtikuussa 2019. Diplomityö tehtiin Aalto-yliopistolle.



Kuva 15. Ote Mantaali- ja Rälssipuiston julkisten ulkotilojen valaistussuunnitelmasta. Kuva: Sitowise Oy

Työhön liittyvä konferenssiabstrakti on hyväksytty suulliseen esitykseen kansainvälisessä NORDIWA-jätevesikonferenssissa syyskuussa 2019.

## Yhteistyön toteutuminen ja syntyminen

Hanke toteutettiin Vantaan kaupungin ja Sitowise Oy:n yhteistyönä. Jatkuvatoimiset vedenlaadun ja virtaaman mittaukset hankkeeseen liittyen toteutettiin Labkotec Oy. Lisäksi suunnitteluun osallistettiin alueen asukkaita sekä lähikoulujen ympäristöaineiden opettajia ja Vantaan kaikkien koulujen ekotukihenkilöitä.

Suunnittelussa on erityisesti pyritty kehittämään erilaisia vuorovaikutuskeinoja, joilla alueen asukkaat, koululaiset ja yritykset saataisiin kiinnostumaan ympäristöstään sekä havainnoimaan ympäristöään. Yksi keino on tarjota heille tietolähtöisiä palveluita, joissa hyödynnetään erilaisin keinoin Rälssi- ja Mantaalipuistossa kulkevan Kirkonkylänojan uoman vedestä mitattua reaaliaikaista tietoa. Hankkeen suunnitelmassa on esitetty reaaliaikaisen tiedon konsepti, jossa on kuvattu eri tapoja, miten kerättyä tietoa voitaisiin hyödyntää.

Emmi Vesala teki hankkeeseen liittyvän diplomityön "Hulevesien hallinnan monikäyttöiset alueet ja vuorovaikutus", jonka osalta hankkeessa tehtiin yhteistyötä myös Aalto-yliopiston kanssa.

Vantaan Aviapolis Urban Blocks- alue on ainutlaatuinen hulevesikohde urbaanissa ympäristössä, jolla on mahdollisuudet toimia esimerkkikohteena maailmanlaajuisesti. Konseptilla ja siihen liittyvällä suunnitteluosaamisella on erinomainen vientipotentiaali. Vesialan on tarkoitus esitellä diplomityötään syksyllä 2019 kansainvälisessä NORDIWA-jätevesikonferenssissa, mikä osaltaan edesauttaa hankkeen tunnettavuutta ja kansainvälisten yhteyksien syntymistä.

### **Tulokset/tavoitteiden toteutuminen**

Vantaan Aviapolis Urban Blocks- alueelle keskittyvässä työkokonaisuudessa 5 saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Rälssi- ja Manttaalipuistolle tehtiin uudenlainen, innovatiivinen julkisten tilojen yleissuunnitelma puistoalueen ja vesiympäristön hyödyntämiseksi hulevesiratkaisuna. Tulevat hulevesiratkaisut ovat monikäyttöisiä. Esimerkiksi kuivana aikana Manttaalipuiston nurmialueet ovat pelailu- ja oleskelukäytössä, kun taas sateella ne toimivat tulvanhallinta-alueena. Alueelle on myös suunniteltu valaistus, joka indikoi muuttamalla vedenpinnan korkeutta sekä vedenlaatua, ja toimii referenssikohteena innovatiivisten ja älykkäiden valaistusratkaisujen hyödyntämisestä monikäyttöalueilla. Keskenäisen kaavoitustyön vuoksi hankkeessa ei päästy kuitenkaan vielä tekemään tarkempaa toteutussuunnittelua.

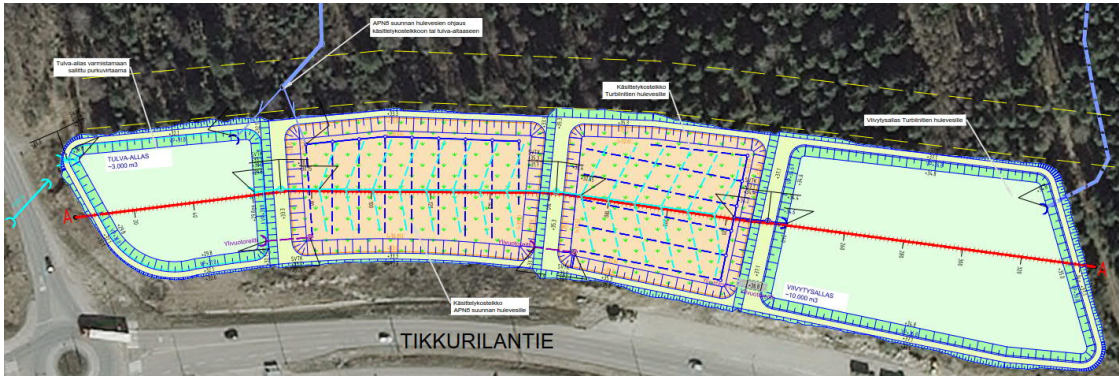
Sosiaaliselta vaikuttavuudeltaan Aviapolis Urban Blocks on suunniteltu erityisen huomionarvoiseksi kohteeksi. Reaaliaikaisia hulevesitietoja välitetään niin infotaulujen, QR-koodien kuin älykkään valaistuksen avulla. Tavoitteena on samalla pyrkiä kehittämään asukkaille ja muille toimijoille myönteistä kuvaa purovesistä sekä lisäämään puiston käyttäjien tietoisuutta ja ymmärrystä hulevesistä ja samanaikaisesti vahvistaa alueen toimijoiden yhteistä vastuuta oman lähiympäristön hyvinvoinnista. Hulevesitietoja tullaan hyödyntämään myös opetuksessa ja ympäristökasvatuksessa. Hankealueelle rakentuu niin koulu kuin päiväkotia, ja aluetta tullaan hyödyntämään laajennettuna koulun tilana ja ennen kaikkea oppimisympäristönä. Lisäksi hankkeen avulla saatiin kokemuksia ja tietoa asukasvuorovaikutuksen ja koulu yhteistyön toteuttamiseen.

Kokonaisuudessaan hanke myös tuottaa lisäosaamis pohjaa hulevesien hallinnan suunnitteluun ja vesistövaikutusten seurantaan. Veden laadun jatkuvatoimisen seurantalaitteiston hankinta kuitenkin siirtyi puiston toteuttamisen jälkeiseen aikaan, sillä sitä ei nähty vielä tässä vaiheessa aiheelliseksi hankkeen ollessa kesken.

## **4.6 Työkokonaisuus 6 – Maanalaiset kosteikat erityiskohteiden hulevesien käsittelyssä (Finavia Oyj)**

### **Lähtötilanne ja tavoitteet**

Pohjoisissa oloissa lentoasemien hulevesiä kuormittavat kiitoteiden liukkaudentorjunta-aineet ja lentokoneiden jäänpoisto- ja jäänestoaineet. Laboratoriotutkimuksella testataan ja kehitetään ratkaisuja mahdollisimman hyvin Suomen oloihin soveltuvan maanalaisen kosteikkorakenteen toteutukseen lentoaseman hulevesien käsittelyä varten. Yleissuunnitelma maanalaisen kosteikon toteutuksesta on laadittu vuonna 2016 (Kuva 16). Kosteikon pilotti toteutetaan Helsinki-Vantaan lentoasemalle yhden laskupuron yhteyteen. Tavoitteena oli tehdä selvitys maanalaisen kosteikkorakenteen vaikutuksesta lentoaseman hulevesien laatuun, kartoittaa eri rakennemateriaalien vaikutusta puhdistustulokseen ja kehittää Suomen oloihin soveltuvaa menetelmää kosteikon ilmastukseen.



Kuva 16. Maanalaisen kosteikon yleissuunnitelma (Sitowise Oy, 2016)

Tutkimuksen toteutukseen Aalto-yliopistossa osallistuivat Giovanni Chaurand, Nora Sillanpää ja Harri Koivusalo. Tutkimuksen asiantuntijakonsulttina toimi Perttu Hyöty Sitowise Oy:stä. Finavia Oyj:stä projektiin osallistuivat Tuija Hänninen ja Elina Kauppila.

### Toteutetut toimenpiteet

Työkokonaisuuden aikana maanalaisen kosteikon laboratoriotutkimuksen toteuttamista suunniteltiin yhteistyössä Aalto-yliopiston, Finavia Oyj:n ja Sitowise Oy:n kanssa. Laboratoriotutkimus toteutettiin Aalto-yliopiston Vesilaboratoriossa (Kuva 17). Tutkimus ajoittui 6 kk:n jaksolle sisältäen koerakenteiden valmisteluvaiheen, kastelukokeiden toteuttamisen neljässä tutkimusvaiheessa ja tulosten analysointi ja raportointivaiheen. Aalto-yliopisto kilpailutti osan toteutetuista vesianalyseista (SYNLAB Analytics & Services Finland Oy) ja toteutti osan analyyseistä omana työnään.



Kuva 17. Koejärjestely Aalto-yliopiston vesilaboratoriossa. Kuva: Giovanni Chaurand

Tutkimuksen tuloksia on esitelty Hule S&C-hankkeen loppuseminaarissa. Lisäksi tutkimuksesta on hyväksytty abstraktit ja suulliset esitelmät kahteen kansainväliseen alan konferenssiin (Novatech2019, NORDIWA2019). Muita julkaisuja:



Chaurand Mendez, G., 2019. Performance of subsurface flow wetlands for the treatment of airport runoff, M.Sc. thesis. Espoo: Aalto University School of Engineering.  
Chaurand, G. ym., 2019. Lentoseman hulevesiä käsitellään pian maanalaisessa kosteikossa. Vesitalous, 2, s. 30-34.

### **Yhteistyön toteutuminen ja syntyminen**

Tutkimus toteutettiin Aalto-yliopiston, Sitowisen ja Finavian yhteistyönä. Tutkimukseen tarvittavat materiaalit lahjoittivat Leca Finland Oy, Seepsula Oy (sepele) ja Noireco Oy (biohiili).

Helsinki-Vantaan maanalaisen kosteikon tutkimuksesta on laadittu ja hyväksytty kaksi suullista esitelmää kansainvälisiin alan konferensseihin (heinäkuussa Novatech2019 Ranskassa ja syyskuussa NORDIWA2019 Helsingissä).

Tutkimus tukee kosteikkorakenteen rakennesuunnittelua. Rakenne on kopioitavissa pohjoisissa oloissa sijaitseviin lentoasemakohteisiin. Tuloksia voidaan hyödyntää laajemmin myös muiden valumavesien käsittelyrakenteiden suunnittelussa.

### **Tulokset/tavoitteiden toteutuminen**

Hankkeen toteutuksessa saavutettiin hyvin sille asetetut tavoitteet. Laboratoriotutkimuksella saatiin hyvää tietoa erilaisten materiaalien, ravinnepitoisuuden, lämpötilan ja ilmastuksen vaikutuksesta puhdistustulokseen. Tutkimuksen tuloksena saatiin suositukset maanalaisen kosteikon materiaalista ja ilmastuksesta kylmissä ja vähäravinteisissä oloissa.

Maanalaisen kosteikon tutkimuksesta saadut tulokset hyödyttävät myös laajemmin kaupunki- ja muiden alueiden valumavesien käsittelyä. Tutkimus antaa kansainvälisesti uutta tietoa liukoksen orgaanisen aineksen puhdistamisesta hulevesistä sekä muista tutkituista haitta-aineista. Tutkimuksen pohjalta saadaan tietoa erilaisten suodatusmateriaalien käytäytymisestä kylmissä olosuhteissa.

Laboratoriotutkimuksen jälkeen rakennetaan ensimmäinen täydenmittakaavan kosteikkorakenne. Kosteikon toiminnan tutkimus vaatii tarkkoja ja normaalista hulevesien tarkkailusta poikkeavia menetelmiä. Lopullinen maanalaisen kosteikon rakenne viimeistellään rakennesuunnittelussa ja toteutuneen kosteikon tarkkailussa esille tulevien kehityskohteiden myötä.

## **5. Tutkimus: Hulevesitarkkailun suunnittelu ja mittaukset**

Useimpiin hankkeen pilottikohteisiin on sisällynyt hulevesien hallintaratkaisujen tehokkuuden arvioinnin mahdollistavia hulevesimittauksia joko kenttä- tai laboratorioolosuhteissa. Mittausten suorittaminen mahdollisimman luotettavasti sekä yhdenmukaisia menetelmiä käyttäen on ollut oleellisen tärkeää hankkeen tavoitteiden saavuttamisen kannalta.

Helsingin yliopiston sekä Aalto-yliopiston vastuulla on hankesuunnitelman mukaan ollut osallistuminen näytteenottosuunnitelmien laatimiseen, näytteenoton ohjeistamiseen, näytteiden analysointiin sekä tulosten tulkintaan ja raportointiin. Helsingin yliopisto on ollut päävastuullinen em. tehtäviin liittyen.

### **Hulevesitarkkailun toteutus**

Helsingin yliopisto (HY) oli vastuussa työkokonaisuuksien 1-5 hulevesikohteiden näytteenottosuunnitelmien laatimisesta ja näytteenoton ohjeistamisesta. Se hankki soveltuvat pullot

kutakin analysoitavaa vedenlaatuparametriä varten ja toimitti ne tutkimuskohteisiin. HY osallistui myös hulevesikohteiden jatkuvatoimisten mittauksen suunnitteluun ja toimitti automaattiset vesinäytteenottolaitteet Espoon mittauskohteeseen. HY:n AlmaLab-laboratorion henkilökunta vastasi hulevesinäytteiden analysoinnista yhteistyössä HY:n Lammin biologisen aseman laboratorion kanssa. HY toimitti tulokset Espoon ja Vantaan mittauskohteista Aalto-yliopiston DI-työn laatijoille, näiden ohjaajille ja ao. kaupunkien vastuuhenkilöille. Helsingin kohteesta ei hankkeen aikana ehtinyt tulla hulevesinäytteitä analysoitavaksi. HY myös tutki työkokonaisuuteen 1 liittyen eri (kierrätys)materiaalien käyttöä biosuodatusrakenteissa kontrolloidussa laboratoriokokeessa, jossa katualueelta kerättyä hulevettä imeytettiin koeastioiden läpi. Käytetyille suodatusmateriaaleille tehtiin myös erillinen ravinteiden ja metallien liukoisuustesti. Kaikki saadut näytteet analysoitiin niin ikään HY:n AlmaLab-laboratoriossa. Yhteistyössä prof. Stephan Pflugmacher Liman tutkimusryhmän kanssa koeastioissa tutkittiin myös mikromuovin suodatusta hulevedestä. HY vastasi suodatuskokeen tulosten tulkinnasta ja raportoinnista.

Aalto-yliopisto osallistui kaikkien työkokonaisuuksien hulevesikohteiden näytteenotto-suunnitelmien laadintaan, näytteenoton ohjeistamiseen, jatkuvatoimisten hulevesimittauksen suunnitteluun sekä eri työkokonaisuuksien hulevesitutkimusten toteuttamiseen.

Aalto-yliopiston sekä Helsingin yliopiston osallistuminen eri työkokonaisuuksien toteuttamiseen sekä tehdyn tutkimustyön raportointi on esitetty yksityiskohtaisesti työkokonaisuuksia käsittelevissä kappaleissa.

## Tulokset

Hankkeessa tehdyn hulevesitarkkailun sekä laboratoriotutkimusten tuloksena on syntynyt uutta tietoa erilaisten (kierrätys)materiaalien toimivuudesta hulevesien biosuodatuksessa. Lisäksi kehitettiin hulevesien tarkkailuohjelmia ja mittauskäytäntöjä, joiden ansiosta eri hulevesikohteista kerättyjen näytteiden analyysitulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Näitä ohjelmia voidaan soveltaa muissakin vastaavanlaisissa hulevesikohteissa.

Hankesuunnitelman mukaisia yhteenvetoanalyysijä eli käsittelymenetelmien tehokkuuden vertailua eri työkokonaisuuksien välillä ei hankkeajan puitteissa kuitenkaan toteutettu, koska tulokset saatiin vasta aivan hankkeen lopussa ja Helsingin kohteesta niitä ei ehditty saada lainkaan. Jatkotutkimus onkin tarpeen, jotta rakennettujen hulevesiratkaisujen toimintaa voidaan arvioida myös pidemmällä aikajänteellä.

Eri pilottikohteissa toteutettujen tutkimusten tulokset sekä niiden raportointi on esitetty tarkemmin kappaleen 4 työkokonaisuuskohtaisissa kuvauksissa.

## 6. Vuorovaikutus ja viestintä

Lahden kaupunki on hankkeen koordinaatiovastaullisena vastannut seuraavista hankesuunnitelman mukaisista vuorovaikutukseen ja viestintään liittyvistä tehtävistä:

- Hankkeen sisäisen tiedonkulun varmistaminen
- Hankekokonaisuuden tuloksista ja toteuttamisesta viestiminen
  - o Hankkeen internet-sivuston perustaminen ja ylläpito
  - o Hankkeen ohjausryhmätyöskentely
  - o Hankkeen hallinnointi sekä yhteydenpito ja raportointi rahoittajalle
- Hankesuunnitelman mukaisten tilaisuuksien järjestäminen
  - o Hankkeen aloitusseminaari

- o Vienninedistämistyöpaja
- o Hankkeen loppuseminaari

Hankkeen aikana on järjestetty neljä hankkeen osatoteuttajien sisäistä hankeryhmän kokousta sekä kuusi ohjausryhmän kokousta. Ohjausryhmä on koostunut hankkeen osatoteuttajien, Uudenmaan liiton, Kuntaliiton sekä Smart & Clean – säätiön edustajista. Ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut Jaana Pelkonen (S&C – säätiö) ja sihteerinä Juhani Järveläinen.

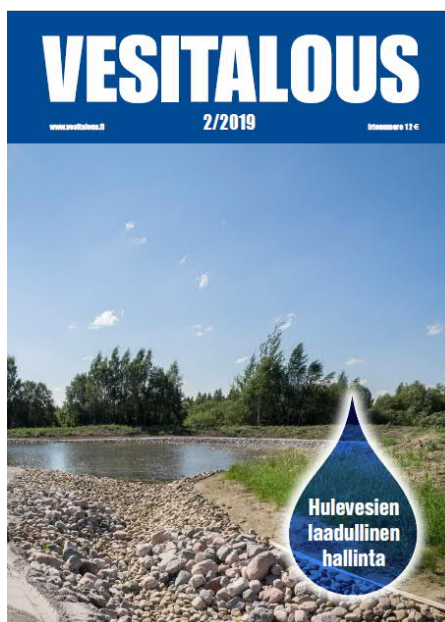
Lahden kaupunki on perustanut hankkeelle internet-sivut alkukevällä 2018. Hankkeen toteuttamisesta on Lahden kaupungin toimesta viestitty seuraavasti:

Viestinnän toimenpide	Toteuttaja	Ajankohta
Vieraskynäkirjoitus Etelä Suomen sanomissa	Juhani Järveläinen / Anu-Liisa Rönkä	14.2.2018
Sidosryhmille lähetetty tiedote hankkeen edistymisestä (s-posti)	Juhani Järveläinen	18.9.2018
Esitelmä / Smart Cities in Smart Regions – konferenssi (Lahti)	Saara Vauramo	27.9.2018
Esitelmä / Ecoprocura – konferenssi (Nijimegen)	Juhani Järveläinen	3.-5.10.2018
Suullinen esitys hankkeen toteutuksesta / Kestävää maankäyttöä ja hyvinvointia luontopohjaisilla ratkaisuilla – seminaari (Helsinki)	Juhani Järveläinen	23.10.2018
Esitelmä / Teknisen johdon päivät (Tampere)	Juhani Järveläinen	22.11.2018
Esitelmä / FCG:n hulevesipäivä (Tampere)	Juhani Järveläinen	27.3.2019
Suullinen esitys / EU Green Week event (Brysseli / ständi)	Juhani Järveläinen Ismo Malin	14.- 16.5.2019
Esitelmä / Vesistökuunnostusverkoston seminaari (Mikkeli)	Juhani Järveläinen	3.6.2019
Esitelmä / NORDIWA – Seminaari (Helsinki)	Juhani Järveläinen	23.–25.9.2019
Esitelmä / Betoniteollisuus ry:n hulevesiseminaari (Tampere)	Juhani Järveläinen	23.10.2019

Hankkeen osatoteuttajat ovat lisäksi viestineet omien pilottikohteidensa toteuttamisesta itsenäisesti omilla kanavillaan; Lahden kaupunki on projektin alkaessa laatinut osatoteuttajille hankkeen ydinviestit sekä muut viestinnässä huomioitavat asiat sisältävän viestintäohjeen (Liite 5). Osatoteuttajien pilottikohteita koskevat julkaisut, tiedotteet ym. on listattu luvussa 4 työkokonaisuuskohteisesti. Sähköisessä muodossa julkaistut osatoteuttajien tiedotteet, raportit ym. materiaalit on myös julkaistu alkuperäisten kanavien lisäksi myös hankkeen internet-sivuilla.

Hankkeen osatoteuttajien edustajat ovat lisäksi kirjoittaneet viisi hankkeen pilottikohteita käsittelevää artikkelia Vesitalouslehden teemanumeroon 2/2019: Hulevesien laadullinen hallinta (Kuva 18). Hankkeen projektipäällikkö Juhani Järveläinen on toiminut teemanumeron kokoajana.





Kuva 18. Hankkeen pilottikohteita on käsitelty laajasti Vesitalous – Lehden teemanumeron 2/2019 teema-artikkeleissa.

Hankkeen aikana on hankesuunnitelman mukaisesti järjestetty kolme tilaisuutta; hankkeen aloitus- ja lopetusseminaarit sekä vienninedistämistyöpaja.

**Hankkeen aloitusseminaari** järjestettiin Viikin Ympäristötalolla 31.1.2018. Tilaisuudessa kerrottiin hankkeen toteutuksesta ja tavoitteista, pilottikohteista sekä kartoitettiin alan toimijoiden näkemyksiä hulevesien laadunhallintaan liittyvistä kehittämistarpeista. Tilaisuuden työpajaosuudesta koottiin yhteenveto (Liite 6). Tilaisuuteen osallistui noin 60 henkeä.

**Vienninedistämistyöpaja** järjestettiin Allas Sea poolin Smart & Clean showroom-tilassa 30.5.2018. Tilaisuus järjestettiin yhteistyössä S&C – säätön sekä Suomen Vesiforumin kanssa. Työpajan tavoitteena oli keskustella konkreettisista projektimahdollisuuksista sekä kehittää yhdessä kokonaisratkaisuja kansainvälisiin markkinamahdollisuuksiin. Työpajaan osallistui noin 40 henkeä, ja sen tuloksista julkaistiin sähköpostitse sekä internetin kautta sen keskeisiä tuloksia käsittelevä tiedote (Liite 7).

Työpajassa muodostettiin kolme yritysten edustajista koostuvaa ryhmää, joiden oli tarkoitus jatkaa työpajassa tunnistettujen mahdollisten vientikohteiden valmistelua. Ryhmät kokoutuivat useampaan otteeseen työpajan jälkeen, mutta konkreettisia vienninedistämistoimia ei kuitenkaan toteutunut. Pääsyyksi tähän todettiin, että yksikään ryhmässä mukana oleva taho ei ollut riittävän kokenut ja valmis ottamaan vastuuta vienninedistämishankkeen edistämistä. Sellaiseen ei kuitenkaan varattu hankkeessa resursseja, eivätkä hankkeen osatoteuttajat omanneet riittävää kokemusta vienninedistämistyöstä. Tulevissa hankkeissa olisikin syytä tehostaa vienninedistämistoimia varaamalla konkreettiseen vienninedistämistimenpiteisiin resursseja sekä asiantuntevia yhteistyökumppaneita, esim. Business Finland tai Suomen Vesiforum.

**Hankkeen loppuseminaari** järjestettiin Aalto-yliopiston tiloissa Dipolissa 6.3.2019 yhteistyössä Suomen Vesiyhdistyksen hulevesijaoston kanssa. Tilaisuudessa kerrottiin hankkeen toteutuksesta sekä esiteltiin pilottikohteiden hulevesiseurannoissa, käytännön suunnittelussa sekä toteutuksessa kerättyä uutta tietoa. Tilaisuutta oli mahdollista seurata myös

etäyhteydellä, ja siellä pidettyjen puheenvuorojen videotallenteet julkaistiin hankkeen internet-sivuilla. Loppuseminaariin osallistui paikan päällä noin 100 henkeä ja etäyhteydellä noin 110 henkeä.

Hankkeen osatoteuttajat ovat lisäksi järjestäneet lukuisia muita yksittäisiä työkokonaisuuksia käsitteleviä tilaisuuksia, jotka on eritelty luvun 4 työkokonaisuuskohtaisten kuvausten yhteydessä.

## 7. Hankkeen vaikuttavuus

### 7.1 Tavoitteet ja vaikuttavuuden arviointiperusteet

Hankkeen tavoitteena on ollut kehittää ja toteuttaa menestyksekkäitä ja toimivia hulevesien laadullisen hallinnan ratkaisuja, jotka ovat myös markkina- ja vientikelpoisia ja joiden toimintaa on lisäksi seurattu ja arvioitu käytännössä. Hankkeen vaikuttavuutta on arvioitu käynnistyneiden kehitysprosessien määrän, perustettujen kansainvälisen tason referenssikohteiden sekä toteutettujen kokeiluiden määrän ja laadun, hankkeen työllisyysvaikutusten sekä hiili-neutraalisuuden ja resurssitehokkuuden edistämisen näkökulmasta.

### 7.2 Käynnistyneet kehitysprosessit

Hankkeessa on käynnistetty kuusi uutta tuotekehitys- tai innovatiivisen ratkaisun kehitys/testausprosessia:

1) Lahden Hennalan pilottikohteessa kehitettiin uusien biosuodatusmateriaalien soveltamista hulevesien puhdistuksessa yhteistyössä yliopisto- ja yrityskumppaneiden kanssa. Pilottikohteen suunnitteluvaiheessa toteutettiin lisäksi eri suodatusmateriaalien tehokkuutta arvioiva laboratoriotestaus, jonka tulokset kasvattavat hulevesien laadullisen hallinnan tietopohjaa.

2) Helsingin Meckelininkadun hulevesipilotissa testattiin uudenlaista esikaupallista hulevesien suodatusarkkiratkaisua, joka on sovellettavissa hulevesien hallinnalle haastavissa tiiviissä kaupunkiympäristöissä.

3) Espoon Merituulentien hulevesipainanteiden tutkimustiedolla arvioitiin painanteissa käytettyjen ratkaisujen käyttökelpoisuutta ja monistettavuutta kaupunkirakenteessa. Hulevesipainanteista saatiin tietoa, jonka perusteella painanteita voidaan jatkossa kehittää. Sensmet Oy:n mittaus oli ainutlaatuinen innovatiivinen ratkaisu, jossa voitiin tutkia hulevesien laatua reaaliaikaisesti.

4) Espoon kaupungin hallinnoima työkokonaisuus sisälsi myös suunnitteluosuuden, jonka tavoitteena oli Niittykummun Tonttumuorin kahden koirapuiston välisen hulevesiuoman ja koirapuistojen suunnittelu siten, että kohteeseen löydettäisiin uusia, innovatiivisia ratkaisuja. Tämä tarkoittaa mm., että koirapuiston reunaan suunnitellaan biosuodatusrakenteet ja puiston sora-kivituhka-alueille etsitään suodattavia kevennysmateriaaleja soveltuvista kierrätysmateriaaleista.

5) Vantaan Aviapolis Urban Blocks- alueelle tehtiin suunnitelma monikäyttöisen puistoalueen ja vesiympäristön hyödyntämiseksi hulevesiratkaisuna. Kohde on myös referenssikohde innovatiivisten ja älykkäiden valaistusratkaisujen hyödyntämisestä monikäyttöalueella.

Suunnittelussa on pyritty kehittämään erilaisia vuorovaikutuskeinoja, joilla alueen asukkaat, koululaiset ja yritykset saadaan kiinnostumaan ympäristöstään sekä havainnoimaan ympäristöään. Yksi keino on tarjota heille tietolähtöisiä palveluita, joissa hyödynnetään erilaisin keinoin puiston uoman vedestä mitattua reaaliaikaista tietoa.

6) Lentoaseman hulevesien käsittelyyn tarkoitettuja maanalaisia kosteikkoja on rakennettu USA:ssa, mutta Euroopassa käsittelymenetelmä on tuntemattomampi. Aalto yliopistossa toteutetussa tutkimuksessa testattiin erilaisia materiaalivaihtoehtoja ja olosuhteiden (ravinnepitoisuus, ilmastus) vaikutusta puhdistustulokseen

### 7.3 Kansainvälisen tason referenssikohteet

Hankkeessa on perustettu kuusi kansainvälisen tason referenssikohdetta; pilottikohteiden ratkaisut on valittu siten, että jokainen niistä on vastannut kansainvälisesti tunnistettuun hulevesien hallinnan ongelmaan. Jokaiseen niistä on lisäksi liittynyt uuden ratkaisun testaamista tai kehittämistä:

1) Lahden pilottikohteen referenssiarvo (uudet hulevesien suodatusmateriaalit sekä niiden tehokkuus hulevesien puhdistamisessa) on kansainvälisesti ajankohtainen; hulevesien laadullinen hallinta sekä sen toteuttaminen käytännössä ovat entistä tärkeämpiä muuttuvan ilmaston ja kaupunkirakenteiden tiivistymisen myötä. Testatut suodatusmateriaalit ovat olleet joko teollisuuden sivuvirtatuotteita, uusia materiaaleja tai olemassa olevia tuotteita, joille on etsitty uusia sovelluskohteita.

2) Helsingin pilottikohteessa testattu maan alle sijoitettava suodatusarkku vastaa tunnistettuun ongelmaan hulevesien hallinnan tehostamisesta tiiviissä kaupunkirakenteissa, joissa ns. vihreän infrastruktuurin soveltaminen on haastavaa rajallisesta käytettävissä olevasta tilasta johtuen. Olemassa olevaan hulevesiviemäriin asennettava suodatusarkku on konseptina uusi.

3) Espoon Merituulentien hulevesipainanteet vastaavat kansainvälisesti kiinnostavaan haasteeseen eli hulevesien laadulliseen hallintaan. Tässä vertailtiin perinteistä suodatinratkaisua ja biohiilisuodatinta, joista biohiili on kansainvälisesti kiinnostava materiaali. Toteutumana saatiin, että pääkaduilta tulevia hulevesiä kannattaa puhdistaa. Lisäksi kerättiin paljon uutta tietoa biosuodatusrakenteiden suunnittelu- ja rakennusprosessin kehittämiseksi tulevissa kohteissa.

4) Merituulentien pilottikohteeseen liittyen Sensmet Oy:n tuottama mittauspalvelu mahdollistaa tulevaisuudessa reaaliaikaista hulevesien laadunseurantaa, jonka kehittäminen on vielä aivan alkuvaiheessa. Yhteenvedo tehdystä kehitystyöstä:

- tulevan huleveden lisäksi toteutettu suodatetun veden online-mittaus
- rakennettu lämmitetyt näytteenottolinjat (pienet pakkaset)
- toteutettu pilvipalvelu, jossa tulokset näkyvät reaaliajassa
- toteutettu Sensmetin oma online sameus- ja COD/TOC mittausvalmius
- otettu käyttöön mittaustulosten tarkkuutta parantava laskenta-algoritmi 9.11.2018 alkaen

5) Vantaan Aviapolis Urban Blocks-alueen hulevesien monikäyttö ja innovatiiviset vuorovaikutusmenetelmät- hanke vastaa tiivistyvän kaupunkirakenteen ja tehokkaan maankäytön sekä virkistysalueiden ja hulevesien hallinnan tarpeen haasteeseen. Hankkeessa on osoitettu, että eri toiminnot ja tarpeet ovat sovittavissa yhteen tiiviillä alueella uudentyyppisillä ratkaisulla.



6) Pohjoisissa oloissa sijaitsevilla lentoasemilla hulevesiä kuormittavat kiitoteiden liukkaudentorjunta-aineet ja lentokoneiden jäänpoisto- ja jäänestoaineet. Tutkimus palvelee pohjoisissa oloissa sijaitsevien lentoasemien hulevesien käsittelyratkaisujen suunnittelua sekä Suomen sisällä että kansainvälisesti.

## 7.4 Käynnistyneet kokeilut

Hankkeen aikana on käynnistetty seitsemän uutta kokeilua.

1) Toteutunut hankesuunnitelman mukainen kokeiluympäristö (Lahden pilottikohde). Hulevesien siirto ja luonnonmukainen puhdistus pilotin mittakaavassa on Suomessa ainutlaatuista. Pilottikohteen suunnitteluvaiheessa toteutettiin myös laboratoriokoe, jolla saatiin uutta tietoa biosuodatusmateriaalien tehokkuudesta hulevesien puhdistuksessa (kohta 4).

2) Toteutunut hankesuunnitelman mukainen kokeiluympäristö (Helsingin pilottikohde), jolla testattiin kokonaan uudenlaista konseptia katualueiden hulevesien puhdistuksessa. Pilottikohteen seuranta laajennettiin lisäksi erillisellä hulevesien sisältämien mikromuovien määrää, laatua sekä puhdistamista koskevalla selvityksellä.

3) Sekaviemärien viivytys uudella kulluvalla säiliöratkaisulla (HSY:n pilottikohde) eteni hankkeen aikana rakennussuunnitteluvaiheeseen, mutta sen rakentamista ei toteutettu suunnittelussa ilmenneiden ongelmakohtien vuoksi. Suunnitteluprosessi ja siitä opitut asiat dokumentoitiin tulevia kohteita varten.

4) Espoon pilottikohteessa (Merituulentie) toteutui erityyppisten biosuodatuspainanteiden suodatustehon tutkiminen. Biosuodatuspainanteet edustivat Espoon kaupungille uudenlaista lähestymistapaa katualueiden hulevesien puhdistukseen, ja pilottikokeilulla haettiin tietoa niiden mahdollisen laajemman soveltamisen suunnittelun tueksi.

5) Merituulentien pilottikohteessa toteutui myös voimakkaasti tiivistyvän kaupunkialueen hulevesien viivyttäminen ja laadullinen hallinta innovatiivisella, maisemallisilla elementeillä.

6) Toteutunut Rälssi- ja Manttaalipuiston julkisten ulkotilojen yleissuunnitelma (Vantaan pilottikohde). Yleissuunnittelun pohjalta on tarkoitus käynnistää tarkempi toteutussuunnittelu, ja yleissuunnitelmassa esitettyjen innovatiivisten ratkaisujen rakentaminen. Pilottikohteessa tehdyssä suunnittelutyössä on tarkasteltu hulevesiä poikkeuksellisen monipuolisesti useasta eri näkökulmasta (mm. valaistus, väliaikaiskäyttö, tulvanhallinta, hulevesien puhdistus) ja sovitettu yhteen mahdollisimman monia viheralueen ekosysteemipalveluja.

7) Maanalaisen kosteikon rakenteen tutkimus on valmistunut Aalto yliopistossa. Tutkimuksesta tehty opinnäytetyö on julkaistu maaliskuussa 2019. Kosteikon pilotin rakennussuunnittelu on käynnissä ja sen rakentaminen tullaan aloittamaan vuoden 2019 kuluessa. Pilotti on toteutuessaan Suomessa ainutlaatuinen.

## 7.5 Hankkeen työllisyysvaikutukset

Hankkeen myötävaikutuksella syntyneiden työpaikkojen määrän arviointi on haastavaa hankkeessa mukana olleiden yritysyrityskumppaneiden testattuihin ratkaisuihin liittyvien pitkien toimitus/ali-hankintaketjujen vuoksi.

Sensmet Oy:n vedenlaadun mittaamiseen liittyvä toiminta on laajentunut merkittävästi hankkeessa kehitetyn reaaliaikaisen hulevesien mittauslaitteiston tuoman referenssiarvon seurauksena, yritys on mm. hakenut ja saanut ulkopuolista rahoitusta ja suunnittelee lisätyövoiman rekrytointia sekä toimintansa laajentamista muihin pohjoismaihin.

Aalto-yliopistossa hankkeeseen liittyen diplomitoitään tehneet opiskelijat ovat myös valmistuttuaan työllistyneet uusiin hulevesien hallintaan liittyviin konsulttitehtäviin.

## 7.6 Hiilineutraalisuuden ja resurssitehokkuuden edistäminen

Hankkeen referenssi kohteissa on pyritty hyödyntämään mahdollisimman paljon materiaaleja ja prosesseja, joilla on päästöjä ja jätteitä vähentävä vaikutus.

1) Lahden pilottikohteen rakentamisessa on hyödynnetty lähialueelta peräisin olevia materiaaleja, ja rakentamisessa syntyneet läjitysmassat on sijoitettu alueelle tulevassa rakentamisessa hyödynnettäväksi. Työkokonaisuudessa toteutetuissa laboratorion kokeissa on lisäksi testattu myös mm. betoniteollisuuden sivuvirtatuotteiden soveltuvuutta hulevesien suodattukseen.

2) Merituulentien biosuodatuspainanteet ovat malliesimerkki siitä, miten tiivistyvää kaupunkirakennetta voidaan hyödyntää usealla tavalla, kuten rakentamalla kaunis istutus, joka sitoo päästöjä ja vähentää päästöjä lähivesistöihin.

3) Monitoiminnallinen tilankäyttö Aviapolis Urban Blocks-alueella on resurssitehokasta. Puiiston rakentamisessa syntyvät läjitysmassat pyritään hyödyntämään hankealueella.

4) Osa toteutetuista rakenteista toimii passiivisesti ilman pumppausta tai vastaavia koneellisia prosesseja (esim. Merituulentien ja Meckelininkadun suodatusratkaisut) ja ne ovat siten hiilineutraaleja käytön aikana.

Hankkeen tuloksena on lisäksi syntynyt paikallisia vesistöhyötyjä toteutettujen huleveden laadullisen hallinnan pilottikohteiden seurauksena. Hankkeessa syntynyt hulevesiseurannoissa ja laboratorion kokeissa kerätty tutkimusaineisto sekä dokumentoitu tieto eri kohteiden käytännön suunnittelusta tulee tehostamaan hulevesien laadullista hallintaa myös tulevaisuudessa.

## 8. Talousraportti

Hankkeen kokonaisbudjetti on ollut 1 250 811 euroa, josta Uudenmaan liiton osuus on ollut 590 000 euroa (47 %) ja osatoteuttajien sekä hankkeen yrityskumppanien omarahoitusosuus 660 811 euroa (53 %). Hankkeen toteutuneet kustannukset ovat 961 679,72 euroa (76,9 % budjetoidusta). Toteutuneiden kustannusten jakautuminen hankkeen toteuttajien kesken on esitetty alla olevassa taulukossa:

Taulukko 3. Hankkeen toteutuneet sekä budjetoidut kustannukset osatoteuttajittain.

Vuosi	Aalto-yliopisto	Helsingin yliopisto	Lahden kaupunki	Helsingin kaupunki	Espoon kaupunki	Vantaan kaupunki	Finavia Oyj
2018	65 480,83	30 448,01	170 892,06	132 535,22	210 996,96	91 985,15	6 611,33
2019	23 317,58	17 652,63	32 958,91	85 569,18	78 520,40	12 515,00	2 196,46
<b>yht.</b>	<b>88 798,41</b>	<b>48 100,64</b>	<b>203 850,97</b>	<b>218 104,40</b>	<b>289 517,36</b>	<b>104 500,15</b>	<b>8 807,79</b>
Budjetoitu	89 377,00	74 980,00	283 100,00	227 500,00	336 150,00	222 400,00	17 304,00
Toteuma-%	99,4	64,2	72,0	95,9	86,1	47,0	50,9

Pääsyitä hankkeen budjetoitua alhaisempiin kustannuksiin ovat olleet:

- 1) Vantaan pilottikohteen kustannukset ovat jääneet huomattavasti budjetoidusta, koska Aviapolis-hankkeen aikataulumuutoksista johtuen kohteeseen suunniteltuja hulevesiseurantoja ei toteutettu alkuperäisen suunnitelman mukaan jatkuva-toimisilla seurantalaitteilla.
- 2) Hulevesiseurantoihin, näytteiden analysointiin sekä tulosten tulkintaan ja raportointiin ei ole mennyt ennakoidusti resursseja, koska sekä Vantaan että Helsingin pilottikohteen näytteenotto ei hankkeen aikana toteutunut suunnitellusti.
- 3) Lahden pilottikohteen kustannukset ovat jääneet ennakoitua alhaisemmiksi, koska sen rakennussuunnittelussa ei alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen käytetty kaupunkikonsernin ulkopuolista työpanosta.

Muun muassa edellä mainituista johtuen useiden osatoteuttajien henkilöstökuluihin tehtyjä kuluvarauksia ei käytetty täysimääräisesti, mikä on myös osaltaan laskenut toteutuneiden kustannusten määrää. Rahoittajalle on toimitettu yksityiskohtainen erittely hankkeen kustannuksista rahoitushakemusten yhteydessä. Hankkeen ohjausryhmä on hyväksynyt hankkeavustuksen hakemisen rahoittajalta toteutuneita kustannuksia vastaavasti. Jokaiselle osatoteuttajalle on myös tehty hanketta koskeva tilintarkastus.

## 9. Johtopäätökset

Kaupungistumisen, kaupunkialueiden tiivistymisen sekä ilmastonmuutoksen vaikutusten realisoituminen tekevät hulevesien hallinnan kehittämistä ja tehostamista ajankohtaisia teemoja myös tulevaisuuden hulevesisuunnittelussa ja kaupunkirakentamisessa.

Hulevesien laadullisen hallinnan tietopohjassa on edelleen suuria puutteita esimerkiksi sovellettavien ratkaisujen ja materiaalien tehokkuuden ymmärtämyksen, käytännön mitoituksien ja kunnossapito-ohjeiden, mallinnuksen käytäntöjen ja laatuvaatimusten suhteen. Nämä puutteet ovat esteenä hulevesien puhdistamisratkaisujen laajamittaiselle ja tehokkaalle soveltamiselle. Kyseiset puutteet on myös tiedostettu alan toimijoiden keskuudessa; ne nousivat vahvasti esille hankkeen alussa järjestetyssä työpajassa, jossa kartoitettiin eri sektoreiden edustajien näkemyksiä hulevesien laadullisen hallinnan nykytilasta. Erityisiä kehityskohteita ovatkin hulevesien laatuun ja käsittelyyn sekä suunnitteluun, ohjeistukseen ja eri toimijoiden yhteistyöhön liittyvät kysymykset.

Hankkeessa toteutetut suunnittelu- ja pilottikohteet sekä laboratoriotutkimukset ovat osaltaan paikanneet näitä puutteita erityiskohtien hulevesien laadullisen hallinnan ratkaisujen



osalta. Hankkeessa tuotettu tutkimustieto kasvattaa hulevesien laadullisen hallinnan tietopohjaa, minkä lisäksi hankkeen toteutuksen aikana opitun pohjalta on esitetty suosituksia tulevaisuuden hulevesirakentamiseen ja – suunnitteluun. Jatkossakin käytännön oppeja tulisi jakaa, eri toimijoiden yhteistyötä tiivistää ja tutkittua tietoa hyödyntää suunnittelutyötä tukevien ohjeiden laatimiseksi.

Hankkeen pilottikohteissa yhteistyössä yrityskumppaneiden kanssa toteutettu uusien hulevesien hallinnan ratkaisujen kehittäminen on onnistunut pääosin hyvin ja sen on myös synnyttänyt lisäarvoa yrityskumppaneille tuotekehityksen, markkinoinnin sekä kohteiden referenssiarvon muodossa. Vienninedistämistoimet olisivat hankkeessa kerättyjen kokemusten valossa hyötyneet sekä runsaammasta resursoinnista että erityisesti alan ammattilaisten otamisesta mukaan jo hankkeen suunnitteluvaiheessa.

Hankkeen toteuttaminen sekä uusien hulevesien laadunhallinnan menetelmien soveltaminen ja tutkimus projektissa on ollut erityisen haastavaa sen verrattain lyhyestä toteutusaikataulusta johtuen. Kuntasektorin toimijoita, yrityksiä sekä yliopistoja sisältänyt yhteistyöverkosto on hankkeen valmistelussa ja toteutuksessa osoittautunut toimivaksi yhteistyömalliksi. Erityisen arvokasta on ollut yliopistokumppaneiden asiantuntija-apu pilottikohteiden vaikuttavuuden arvioimiseksi kriittiseen hulevesien seurantaan ja tutkimukseen.

#### **Raportin koonnut:**

Juhani Järveläinen, projektipäällikkö  
Lahden kaupunki