

Vastaanottaja

Virpi Messman, Innopark Programmes Oy

Asiakirjatyyppi

Hulevesiselvitys

Päivämäärä

Joulukuu 2013

HÄMEENLINNA, ENGELINRANTA

HULEVESISELVITYS



Tarkastus 31.12.2013
Päivämäärä 31.12.2013
Laatija Laura Inha, Ulla Loukkaanhuhta, Mervi Kokkila, Antti
Harju, Riitta Kettunen, Kaisa Mustajärvi
Tarkastaja Laura Inha, Ulla Loukkaanhuhta, Kimmo Hell
Hyväksyjä Kimmo Hell
Kuvaus Suunnitelmaselostus

Viite 1510008357
Kannen kuva Saatu Santtu Rothstenilta (Engelinranta-asiantuntija, Etelä-
ranta Oy:n edustaja) 21.10.2013.

Sisältö

1.	Johdanto	3
1.1	Hankkeen taustaa	3
1.2	Terminologia	4
2.	Suunnittelun nykytila	5
2.1	Sijainti ja maankäyttö	5
2.2	Hydrologia ja topografia	5
2.2.1	Tulvariskikohteet	5
2.2.2	Vanajavesi	5
2.3	Maaperä ja pohjavesi	6
2.4	Luontoarvot	7
3.	Maankäytön muutokset suunnittelun alueella	7
4.	Virtaamalaskenta ja -mallinnus	7
4.1	Mallinnuksen lähtökohdat	7
4.2	Tulokset	8
4.3	Päätelmät	9
5.	Hulevesinäytteenotot	10
5.1	Näytteenotto	10
5.2	Tulokset ja päätelmät	10
6.	Huleveden hallintatavoitteet ja mahdollisuudet suunnittelun alueella	11
6.1	Hämeenlinnan hulevesistrategia	11
6.2	Hulevesien hallinnan mahdollisuudet Engelinrannan alueella	11
6.2.1	Hulevesien hallinta jakeittain	13
6.2.2	Hulevesien hallinta- ja käsittelytavoitteet Paasikiventien pohjoispuolella	14
6.2.3	Hulevesien hallinta- ja käsittelytavoitteet Engelinrannan korttelialueilla	15
6.2.4	Paasikiventien huleveden hallinta- ja käsittelytavoitteet:	17
6.2.5	Vesi elämyksellisenä ja opetuksellisenä osana lähiympäristöä	17
6.2.6	Hulevedet ja luonnon monimuotoisuus	19
7.	Kaupunkirakennemallin (VE3) tarkastelu huleveden hallinnan ja käsittelyn näkökulmasta	20
7.1.1	Paasikiventien pohjoispuolinen valuma-alue	20
7.1.2	Engelinrannan alue	22
7.1.3	Paasikiventien alue	24
8.	Suosittelavat menetelmät	25
9.	Tulvariskien hallinta ja tulvareitit	29
10.	Muiden Vaikutusten arviointi	30
10.1	Hulevesien hallintatoimenpiteiden ympäristövaikutukset	30
10.2	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta	30
10.3	Kustannukset	30
11.	Jatkosuunnittelussa huomioitavia asioita	31
11.1	Suunnittelun osa-alueet	31
11.2	Topografia	31
11.3	Geotekniikka	31
11.4	Maanalaisten johtolinjat	31
11.5	Tulvareitit	32
11.6	Hulevesijärjestelmän toiminnan ja ylläpidon vastuut	32
12.	Yhteenveto	32

LIITTEET

Piirustusnro	Sisältö	Piirustuslaji	Mittakaava	Päiväys
Liite 1	Nykytila: hydrologia	Yleiskartta	1:3500	31.12.2013
Liite 2	Nykytila: topografia	Yleiskartta	1:3500	31.12.2013
Liite 3	Nykytila: pilaantuneet maat, luontoarvot	Yleiskartta	1:3500	31.12.2013
Liite 4	Hulevesikuormituksen pienentäminen	Yleiskartta	1:1500	31.12.2013

Liite 5. Työpajan 22.10.2013 aineisto ja tulokset

Liite 6. Maankäytön muutokset, rakennemallivaihtoehto 3

Liite 7. Tutkimustodistus, hulevesinäytteenotot

1. JOHDANTO

1.1 Hankkeen taustaa

Työn tarkoituksena oli laatia Engelinrannan kaava-alueelle kestävän kehityksen periaatteiden mukainen, innovatiivisia ja ekologisia menetelmiä sisältävä hulevesiselvitys. Hulevesien johtaminen, viivyttäminen, imeyttäminen ja mahdollinen varastointi ennen vesistöön johtamista vaikuttavat merkittävästi aluesuunnitteluun. Tulevaisuudessa monimuotoista asumista sisältävän alueen halutaan liittyvän saumattomasti nykyiseen kaupunkirakenteeseen ja noudattavan kestävän kehityksen periaatteita. Hulevesien hallinnan huolellinen suunnittelu on osa tätä laajempaa kokonaisuutta. Hulevesien hallintaan ja käsittelyyn varattavat alueet mitoituksineen onkin otettava huomioon kortteli-, katu- ja viheralueita suunniteltaessa.

Työ sisältää seuraavat kokonaisuudet:

1. Rakentamisen vaikutusten ja hulevesien hallintatarpeiden selvittäminen
2. Periaatteet ja toimenpiteet hulevesien määrän vähentämiseksi, kokonaiskonsepti
3. Hulevesien laadun ja määrän hallinnan periaatteet ja toimenpidevaihtoehdot, innovatiiviset menetelmät ja kestävät toteutusratkaisut
4. Hulevesien huomioinen kaupunkikuvassa, maisemointi, viihtyvyys ja virkistyskäyttö
5. Vaikutukset maankäyttösuunnitelmiin ja suositukset kaavamerkinnöiksi

Hulevesien hallintamenetelmissä korostui vesien luonnonmukainen käsittely ja johtaminen sekä hallinnan hajauttaminen syntypaikoille. Toimenpide-ehdotuksissa huomioitiin Hämeenlinnan hulevesistrategian (2009) ja Kuntaliiton hulevesioppaan (2012) hulevesien hallinnan periaatteet. Työssä käytettiin lähtötietoina alueelle aikaisemmin tehtyjä selvityksiä kun Hämeenlinnan kanta-kaupungin viemäri- ja hulevesitulvien hallinta –selvitys (2012).

Hankkeen työryhmä oli seuraava:

Teknologiakeskus Innopark Oy

Virpi Messman projektipäällikkö

Eteläranta Oy

Sanntu Rothsten arkkitehti (Soini & Horto), Engelinranta-asiantuntija, Eteläranta Oy:n edustaja

Leena Kähkönen toimitusjohtaja (Soini & Horto)

Hämeenlinnan ammattikorkeakoulu, HAMK

Markku Raimovaara koulutusohjelmajohtaja

Hämeenlinnan Vesi

Jarno Laine suunnittelupäällikkö

Hämeenlinnan kaupunki

Päivi Saloranta tilaajaohtaja

Leena Roppola tilaajapäällikkö

Niklas Lähteenmäki yleiskaava-arkkitehti

Jenni Sabel tilaajapäällikkö

Heli Jutila ympäristöasiantuntija

Ramboll

Kimmo Hell projektipäällikkö

Laura Inha hulevesisuunnittelu

Antti Harju hulevesimallinnus

Ulla Loukkaanhuhta hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmät

Mervi Kokkila hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmät

Herbert Dreiseitl workshop-työpaja, vetäjä

Dimitra Theochari workshop-työpaja, assistentti

Riitta Kettunen huleveden laadun analysointi

Kaisa Mustajärvi luontoarvojen vaikutusten arviointi

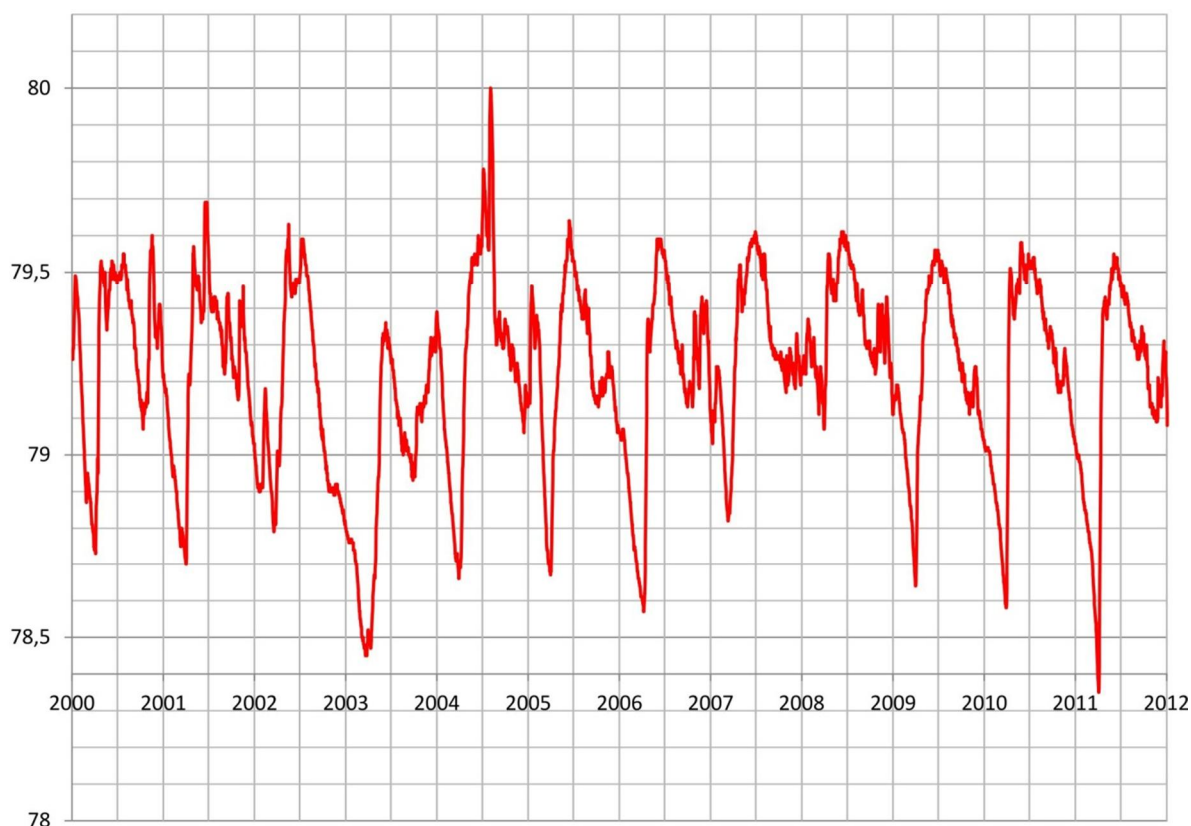
1.2 Terminologia

BMP	Best Management Practise eli esimerkiksi ympäristön kannalta parhaan käytännön mukainen menettely.
Biopidätys, biosuodatus	Veden suodattaminen ja puhdistaminen orgaanisissa maakerroksissa. Hulevedet johdetaan kasvipeitteiseen painanteeseen (engl. rain garden, bioretention, biofiltration); vesi pidättyy ja puhdistuu painanteessa, josta se suodattavan maakerroksen läpi imeytetään maaperään tai johdetaan hulevesijärjestelmään
Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
Hulevesien hallinta-alue	Hulevesien määrälliseen ja/tai laadulliseen hallintaan varattu alue. Alueelle voidaan sijoittaa esimerkiksi biopidätysalue tai viivytyspainanne.
Kosteikko	Hulevesien käsittelymenetelmä, jossa hulevesi johdetaan hitaasti virtaavaan, matalaan lammikkoon, viipymä lammikossa luokkaa 1 vuorokausi. Kosteikon vesialue rakennetaan siten, että vesialue muodostuu pysyväksi. Haitta-aineita poistuu hulevedestä laskeutumalla ja pidättymällä kosteikon kasvillisuuteen. Kosteikko voi olla luonnollinen, rakennettu tai näiden yhdistelmä.
Viivytyspainanne	Hulevesien hallintamenetelmä, jossa hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Hulevedet varastoidaan painanteeseen tietyksi aikaa ja vapautetaan vähitellen eteenpäin. Viivytyspainanteessa ei ole pysyvää vesipintaa vaan se kuivuu sadetapahtumien välissä.

Määrittelyt Kuntaliiton hulevesioppaan (2012) mukaisesti.

Suunnittelualueelta hulevedet johtuvat Vanajaveteen, joka on säännöstelty vesistö ja sen vedenkorkeutta havainnoidaan kahdella mitta-asteikolla (Konhonselän asteikko ja Hämeenlinnan as-

teikko). Vanajaveden tavanomainen tulvakorkeus on 2000-luvulla ollut noin +79,6 Hämeenlinnan asteikolla (Kuva 2.2). Nykyiseen korkeusjärjestelmään (N2000) muutettuna 2000-luvun tavanomainen tulvakorkeus vastaa korkeutta +80,05.



Kuva 2.2 Vanajaveden korkeudet 2000-luvulla Hämeenlinnan asteikolla, korkeustasot muunnettu Hämeenlinnan vanhaan korkeusjärjestelmään (NN). Tyypillinen tulvakorkeus on ollut $NN+79,6 = N2000+80,05$. Vuoden 2004 sateisen kesän lopulla Vanajavesi saavutti korkeuden $NN+80,03 = N2000+80,48$.

Hämeenlinnan tulvavaarakartoissa (<http://www.i2.ymparisto.fi/i2/35/I352331001y/wqfi.html>) Vanajaveden korkeutta on arvioitu eri tulvatilanteen toistuvuuksilla (Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1 Yliveden korkeudet (HW) ja niiden toistuminen Hämeenlinnassa.

Yliveden korkeuden (HW) toistuvuus	Hämeenlinnan vanha korkeusjärjestelmä (NN)	Nykyinen korkeusjärjestelmä (N2000)
Kerran 20 vuodessa	79,94	80,39
Kerran 50 vuodessa	80,04	80,49
Kerran 100 vuodessa	80,12	80,57

Nykytilan hydrologia on esitetty tarkemmin liitteessä 1 ja topografia liitteessä 2.

2.3 Maaperä ja pohjavesi

Alueelle on teetetty maaperä- ja pohjavesitutkimus sekä riskiarvio keväällä 2013 (Pöyry, 2013). Tutkimuksessa tehtyjen selvitysten perusteella alue on lähes kokonaan entistä Vanajaveden pohjaa. Nykyisellään maan pinnassa on täyttömaita (sora, hiekka, louhe) noin 1-5 metrin paksuudelta. Tutkimuksen maastohavaintojen perusteella alueen täytön alapuolinen perusmaa on turvetta, silttiä ja savea. Useimmissa pisteissä on todettu 1 metrin paksuinen turvekerros noin 2-4 metrin syvyydellä. Alueella todettiin paikoin orsivettä erityisesti Vanajaveden läheisyydessä noin 2 - 2,5 metrin syvyydellä. Orsivesi on täyttömaassa yhteydessä Vanajaveteen ja orsiveden pinnan taso noudattaa Vanajaveden pinnantason vaihteluita.

Maaperätutkimuksessa pilaantunutta maata tai jätetäyttöä on todettu 19 / 53 näytepisteessä. Alemman tai ylemmän ohjearvon ylityksiä on ollut seuraavien haitta-aineiden osalta: kupari,

sinkki, lyijy, arseeni, antimoni, nikkeli, B(a)pyreeni, fenantreeni, fluoranteeni, PAH summapitoisuus sekä öljyhiilivedyt ja haihtuvat hiilivedyt. Maaperätutkimuksissa on keskitytty jätetäyttöalueen selvittämiseen. Alueella olevien rakennusten alapuolisia maita päästään tutkimaan vasta rakennusten purkamisen jälkeen.

Pilaantuneet maa-alueet on kuvattu liitteessä 3.

2.4 Luontoarvot

Engelinrannan alueen luontoarvoja on selvitetty vuonna 2013. Alueella esiintyy lepakoita ja viitasammakkoa, jotka ovat luontodirektiivin IV-liitteen lajeja. Luonnonsuojelulain nojalla, liitteen IV-lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on luonnonsuojelulain perusteella kiellettyä. Viitasammakkoa esiintyy kohteen lounaiskulmaan laskevan ojan suulla sijaitsevassa lahdelmassa. Lepakoille merkittäväksi ruokailu- ja siirtymäreitiksi luokiteltu alue sijaitsee alueella Vanajaveden rannassa. Alueella on havaittu pohjanlepakkoja ja siippoja.

Engelinranta on myös arvioitu myös linnustollisesti merkittäväksi alueeksi ja alueella pesivät naurolukki, kalatiira ja rantasipi. Viitasammakoille merkittävän alueen läheisyydessä kasvaa myös hukanputkea ja kujasorsimoa, jotka eivät ole uhanalaisluokiteltuja, mutta alueen erityispiirteinä mielenkiintoisia kasvilajeja.

Kohteiden sijainti on esitetty liitekartassa 3.

3. MAANKÄYTÖN MUUTOKSET SUUNNITTELUALUEELLA

Engelinrannasta on suunniteltu Hämeenlinnan käyntikorttia ja kaupungin julkisivua. Tulevasta maankäytöstä laaditaan parhaillaan kaupunkirakennemallitarkasteluja ja käydään suunnittelukilpailuja. Tulevaisuudessa monimuotoista asumista sisältävän alueen halutaan liittyvän saumattomasti nykyiseen kaupunkirakenteeseen ja noudattavan kestävä kehityksen periaatteita. Suunnittelualueelle halutaan asumisen lisäksi muun muassa myös kaupan ja liiketoiminnan kortteleita. Hulevesien hallinnan huolellinen suunnittelu on osa tätä laajempaa kokonaisuutta. Hulevesien hallintaan vaikuttava muutos on myös mahdollinen Paasikiven tien uusi linjaus.

Maankäytön muutokset on esitetty liitteessä 6.

4. VIRTAAAMALASKENTA JA -MALLINNUS

4.1 Mallinnuksen lähtökohdat

Hulevesiverkoston virtausmallinnus tehtiin SWMM-ohjelmalla. Mallinnuksessa käytettiin vuonna 2012 Hämeenlinnan kaupungille tehtyä verkostomallia (Hämeenlinnan kantakaupungin viemäri- ja hulevesitulvien hallinta). Tarkastelussa käytettiin samoja sateita, kuin edellä mainitussa työssä sillä erotuksella, että kerran kahdessa ja kerran kolmessa vuodessa toistuvat rankkasateet jätettiin tarkastelematta. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 4.1) on esitetty tarkasteltujen sateiden toistuvuus, kesto ja rankkuus.

Taulukko 4.1. Hulevesiverkoston mallinnuksessa käytetyt sateen toistuvuudet, kestot, intensiteetit ja sademäärät

Toistuvuus kerran x vuodessa	Kesto (min)	Keskimääräinen intensiteetti (150 l/s/ha)	Sademäärä (mm)
5	10	150	9,0
25	15	183	16,5

Koska hulevesien purku tapahtuu suoraan Vanajaveteen, otettiin huomioon myös Vanajaveden pinnankorkeuden vaihtelu. Molempia yllä esitettyjä sadetapahtumia tarkasteltiin kahdella eri Vanajaveden pinnankorkeudella, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 4.2).

Taulukko 4.2. Mallinnuksen reunaehtoina käytetyt Vanajaveden pinnankorkeudet.

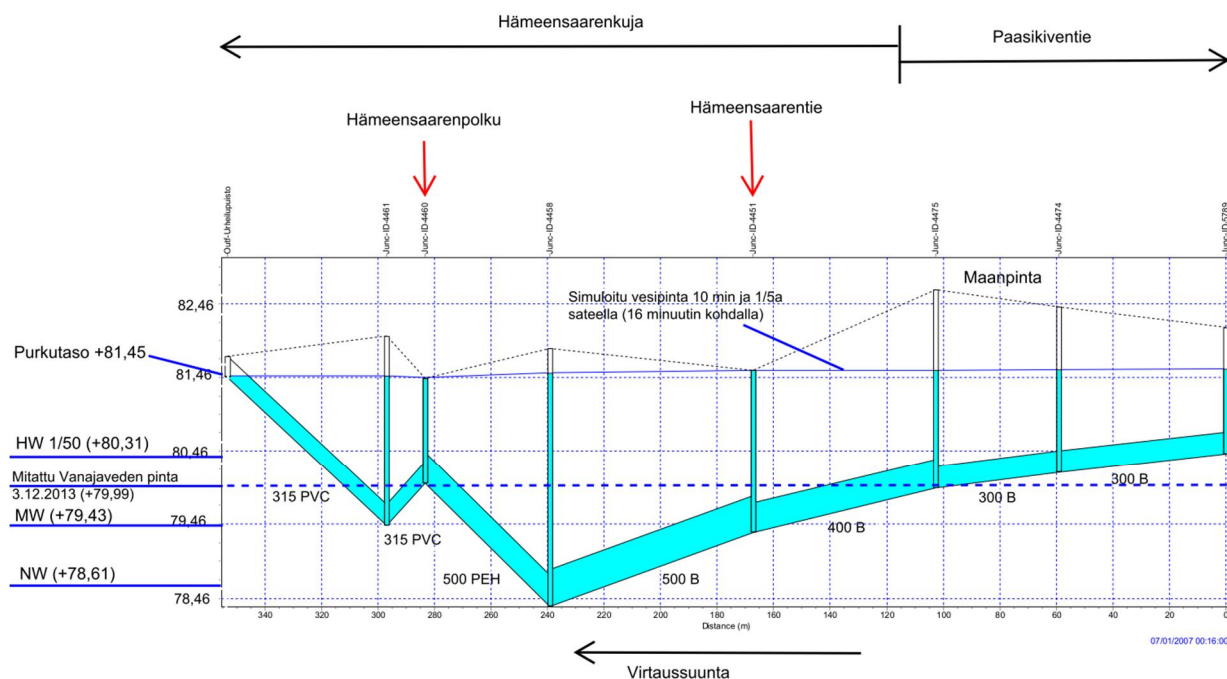
Vanajaveden keskivesi MW (N2000)	Vanajaveden ylivesi HW _{1/50} (N2000)
+79,43	+80,31

Nykyistä verkoston kuormittumista arvioitiin tilanteessa, jossa tulvaselvityksessä (2012) esitetty ylivuotoputken osa on rakennettu ja päälinja puhdistettu hiekasta. Tulevaisuuden kuormitustilannetta mallinnettiin Engelinrannan kaupunkirakennemalli VE3:n mukaan (A-Insinöörit, 2013, liite 6). Tulevaa tilannetta tarkasteltiin tilanteessa, jossa Hämeenlinnan kantakaupungin viemäri- ja hulevesitulvien hallinta -raportissa esitetty ylivuotoputki rakennetaan kokonaan. Lisäksi tarkasteltiin vaihtoehtoa, jossa osa päälinjaan tulevasta hulevesistä ohjataan uusia runkolinjoja pitkin suoraan Vanajaveteen. Uusien linjojen tilannetta tarkasteltiin ylivuotoputkella sekä ilman. Uusien runkolinjojen suunnitellut sijainnit sekä niihin kohdistuvat likimääräiset valuma-alueet on esitetty liitteessä 4.

Pääasiallisena tarkastelun kohteena toimi Sibeliuksenkatua pitkin laskeva päälinja, jonka varrella tulvimista tapahtuu usein. Lisäksi mallinnus tehtiin Hämeensaarenkujaa kulkevalle päälinjalle, jonka tulvimista ei tarkasteltu karttatarkasteluna.

4.2 Tulokset

Mallinnusten tuloksina saatiin selville rankkasateilla tulvivat kaivot. Nykytilanteessa tulvivat kaivot on esitetty liitteessä 1 ja toimenpide-ehdotuksen mukaisessa tilanteessa liitteessä 4. Seuraavissa kuvissa on esitetty Hämeensaarenkujan (Kuva 4.1) ja Sibeliuksenkadun (Kuva 4.2) hulevesiviemärin pituusleikkaus. Pituusleikkauksissa on esitetty 10 minuuttia kestävä ja kerran viidessä vuodessa toistuva rankkasade.



Kuva 4.1. Hämeensaarenkujan hulevesiviemärin pituusleikkaus kerran viidessä vuodessa toistuvalla ja 10 minuuttia kestäväällä sateella.

Uusien päälinjojen rakentamisella on selvä apu nykyiseen tulvaongelmaan Sibeliuksenkadun varrella. Ne eivät kuitenkaan poista ongelmaa kokonaan. Sibeliuksenkadun hulevesiviemäri on nykyisin Palokunnankadulta pohjoiseen päin 300 B, joka on riittämätön johtamaan tarkasteltujen sateiden aiheuttamaa vesimäärää. Uusien linjojen rakentamisen yhteydessä tulisi tulvariskin vähentämiseksi kasvattaa edellä mainitulla osuudella verkoston kapasiteettia. Kapasiteettia lisättäessä Palokunnankadun pohjoisilla osuuksilla, tulee varmistaa, ettei kuormitus kasva liian suureksi linja-autoaseman kohdalla, jossa pituuskaltevuus on huomattavasti loivempi.

5. HULEVESINÄYTTEET

5.1 Näytteenotto

Hulevesien laadullisen nykytilan selvittämiseksi otettiin selvityksen yhteydessä kaksi hulevesinäytettä: 1) hulevesikaivosta Paasikiventien pohjoispuolelta, linja-autoaseman itäpuoliselta viheralueelta ja 2) Vanajavedestä, hulevesilinjan purkupisteen päästä. Näytteenotolla haluttiin selvittää, onko huleveden laadussa jotain merkittäviä poikkeamia, jotka on huomioitava hulevesien hallinnan suunnittelussa.

Näytteet otettiin 10.10.2013 kertaanäytteenä, jolloin Hämeenlinnan seudulla satoi 2,2 mm/vrk (Pirttikosken sääasema, Ilmatieteenlaitos). Edellisen päivän sademäärä oli 7,6 mm/vrk (9.10.) ja sitä edellisen 7,5 mm/vrk (8.10.). Näytteenottoa edeltävät sateet saattavat vaikuttaa jonkin verran tuloksiin pitoisuuksia laskevasti, jos osa teille ja piha-alueille kertyneistä epäpuhtauksista on huuhtoutunut pois sateiden vaikutuksesta.

Näytteet toimitettiin kylmäkuljetuksena Lahteen ja analysoitiin Ramboll Analyticsin laboratoriossa standardimenetelmiä käyttäen. Tutkimustodistus näytteiden analysoinnista on esitetty liitteessä 7.

5.2 Tulokset ja päätelmät

Paasikiventien pohjoispuolella hulevesikaivosta otettu näyte sisälsi enemmän epäpuhtauksia kuin Vanajavedestä läheltä hulevesien purkupistettä otettu näyte (Taulukko 5.1). Hulevesikaivosta otettu näyte sisälsi erityisen runsaasti kiintoainetta, joka laskeutuu aikaa myöten purkuvesistön pohjalle. Lisäksi hulevedet sisälsivät pieniä määriä öljyhiilivetyjä.

Hulevesien laatu ei merkittävästi poikennut järviveden laadusta, kun tuloksia verrataan Vanajaveden vesistöstä Skatilaan otettuun näytteeseen (Taulukko 5.1). Ainoastaan kuparin, lyijyn ja sinkin pitoisuus oli hulevesikaivosta otetussa näytteessä hieman Skatilan pitoisuuksia suuremmat. Lyijy ja nikkelpitoisuudet alittivat kuitenkin pintavesien ympäristölaatuunormin.

Tuloksia tarkasteltaessa tulee muistaa, että kyseessä oli kertaluonteinen näytteenotto. Muista tutkimuksista tiedetään, että hulevesien laatu vaihtelee huomattavasti. Etenkin talviaikana maanteiden ja katualueiden suolaus sekä nastarenkaat heikentävät hulevesien laatua.

Taulukko 5.1. Hulevesien laatu 10.10.2013 otetuissa näytteissä: 1) Hulevesikaivo (Paasikiventien pohjoispuoli) ja 2) Vanajavesi (hulevesien purkupisteen lähellä). Taulukossa on vertailun vuoksi esitetty Vanajaveden laatu tiedot (Näytepiste Skatila vuosina 2000-2013; OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2013) sekä pintavesien ympäristölaatuunormi (VNa 868/2010).

	Yksikkö	Näyte 1 Hulevesikaivo	Näyte 2 Vanajavesi	Skatila Vanajavesi (2000-2013)	Pintaveden ympäristölaatuunormi* AA-EQS	MAC-EQS
pH	-	6,9	7,1	4,6-7,3		
Sähkönjoht.	mS/m	6,7	11	6,5-30		
Kiintoaine	mg/l	310	12	1,0-190		
TOC (kok. orgaaninen hiili)	mg/l	7,8	11	11-33		
Kokonaistyyppi	mg/l	0,83	0,93	1,1-5,9		
Kokonaisfosfori	mg/l	0,49	0,075	0,015-0,330		
Metallit:						
Antimoni	mg/l	0,00056	<0,00050	ei mitattu		
Arseeni	mg/l	0,0015	0,0012	0,00057-0,00214		
Elohopea	mg/l	<0,00010	<0,00010	0,000001-0,000024	0,00005	ei sovelleta
Kadmium	mg/l	<0,00010	<0,00010	0,000015-0,00028	≤0,00008-0,00025**	≤0,00045-0,0015**
Koboltti	mg/l	0,00052	<0,00050	ei mitattu		
Kromi	mg/l	0,0012	<0,0010	0,0006-0,024		
Kupari	mg/l	0,047	0,013	0,0028-0,011		
Lyijy	mg/l	0,0041	0,0014	0,00009-0,0020	0,0072	ei sovelleta
Nikkeli	mg/l	0,0014	0,0012	0,0024-0,047	0,02	ei sovelleta
Sinkki	mg/l	0,14	0,03	0,0033-0,085		
Vanadiini	mg/l	0,0018	0,0014	ei mitattu		
Öljyhiilivetyjakeet (C10-40):	mg/l	0,44	0,12	ei mitattu		
Keskisileet (C10-21)	mg/l	0,10	<0,05	ei mitattu		
Raskaat jakeet (C21-40)	mg/l	0,34	0,10	ei mitattu		

* Valtioneuvoston asetus 868/2010. AA-EQS = aritmeettinen vuosikeskiarvo, MAC-EQS = maksimipitoisuus.

**Riippuu veden kovuusluokasta

Tulosten perusteella Engelinrannan hulevesien hallintaa suunniteltaessa on hyvä huomioida kiintoaineen poistaminen hulevedestä, jotta kiintoaine ei hallitsemattomasti sedimentoidu purkupisteen läheisyyteen ja mataloita rantaa. Laskeutus on yksinkertaisin tapa poistaa kiintoainetta. Lisäksi ylläpidon osalta tulee huomioida, että laskeutusaltaseen tai muuhun kiintoaineen poisto-

järjestelmään kertyvä kiintoaine (liete) poistetaan säännöllisesti, jotta käsittelyjärjestelmä ei lakkaa toimimasta.

6. HULEVEDEN HALLINTATAVOITTEET JA MAHDOLLISUUDET SUUNNITTELUALUEELLA

6.1 Hämeenlinnan hulevesistrategia

Hämeenlinnan hulevesistrategian (2009) mukaan hulevesien hallinnan päämääränä on mahdollisimman luonnonmukainen hulevesien hallinta sekä sopeutuminen ilmastonmuutokseen. Yleisiä toimintaperiaatteita ovat huleveden hyödyntämisen edistäminen, hulevesien synnyn ehkäiseminen sekä pyrkimys käsitellä hulevesiä ensisijaisesti paikallisesti. Hulevesiä pyritään ensisijaisesti imeyttämään. Tämän lisäksi huleveden käsittelyä ja johtamista avoimissa ja näkyvissä sekä mahdollisimman luonnonmukaisissa järjestelmissä lisätään ja hulevesivirtaamia hidastetaan, viivytetään ja tasataan. Hulevesien hallitulle tulvimiselle rakennetaan lisää alueita. Hulevesiin joutuvia ympäristölle haitallisia aineita vähennetään puuttumalla ensisijaisesti päästölähteisiin ja syntymekanismeihin. Tarvittaessa haitallisia aineita sisältävät hulevedet puhdistetaan, etenkin jos kuormitus ylittää vastaanottavan vesistön herkkyytystason.

Hulevesistrategiassa on määritelty hulevesien hallinnan prioriteettijärjestys, jonka mukaan hulevedet käsitellään ja hallitaan suositussuorituksen mukaan seuraavasti:

1. Ensisijaisesti hulevedet käsitellään sekä hyödynnetään syntypaikallaan eli tavoitteena on vähentää pois johdettavan huleveden määrää.
2. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevettä hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä
3. Hulevedet johdetaan syntypaikalta pois hulevesiputkistossa hidastus- ja viivyttämisalueille ennen vesistöön johtamista
4. Hulevedet johdetaan suoraan vastaanottavaan vesistöön hulevesiputkistossa

Tilanteen mukaan samalla alueella voidaan käyttää prioriteettijärjestysten mukaisia eri toimia.

6.2 Hulevesien hallinnan mahdollisuudet Engelinrannan alueella

Hulevesien hallinnan mahdollisuuksia Engelinrannan alueella tutkittiin ja ideoitiin laajasti suunnittelutyön osana järjestetyssä työpajassa (22.10.2013). Työpajaan osallistuivat tilaajan, sidosryhmien ja konsultin edustajat. Työpajan tärkeimmät tulokset on kuvattu tässä ja työpajan tarkempi sisältö on koottu liitteeseen 5.

Työpajan keskeiset tulokset

- Hulevesien hallinnan kannalta keskeisimmäksi ongelmaksi tunnistettiin Paasikiventien pohjoispuolisen valuma-alueen tulvatilanteiden hallinnan parantaminen ja mahdollisten vaihteiden toteutettavien ratkaisuvaihtoehtojen muodostaminen siihen. Sekä vesien että ihmisten kulkua Paasikiventien muodostaman estevaikutuksen yli ja Engelinrannan saavutettavuutta keskustan suunnasta tulee helpottaa. Keskustasta tulee myös säilyttää visuaaliset yhteydet Vanajavedelle.
- Engelinrannan alueella hulevedet ovat mahdollisuus luoda monimuotoista ja elämyksellistä, kaupunkilaisten hyvinvointia ja aktiivisuutta edistävää ympäristöä. Hulevedellä voidaan lisätä kaupunkiluonnon elinvoimaisuutta ja vihreyttä sekä yhdessä kasvillisuuden kanssa parantaa pienilmastoa. Veden luontaisen kierron mahdollistaminen ja näkyväksi tekeminen voivat toimia myös opetuksellisenä ja kasvatuksellisenä ympäristönä sekä luonnon ja maiseman prosessien havainnollistajana.
- Veden läheisyys, puhdas Vanajavesi ja etelään suuntautuva rantapromeni puisto-, aukio- ja vihertiloineen kansallisen kaupunkipuiston jatkumona ovat Engelinrannan vahvuus ja käyntikortti.
- Toiminnalliset ja aktiiviset ulkotilat Engelinrannan asukkaiden yhteisinä olohuoneina.
- Engelinrannan rantavyöhykkeen viheralueilla, etenkin alueen länsiosissa korostuvat erilaisten luontoarvojen säilyttäminen ja vahvistaminen.

- Paasikiventien kehittämiseen liittyy paljon mahdollisuuksia ja ratkaistavia kysymyksiä. Nykyisen Paasikiventien alikulun kohdasta vapautuu Paasikiventien molemmiin puolin kehitettävissä olevaa maa-aluetta, jos alikulku siirretään nykyistä idemmäksi. Paasikiventien itäpään pohjois- ja eteläpuolisten alueiden käyttöä, toiminnallisuutta ja houkuttelevuutta tulee parantaa. Alueita voidaan ainakin osin käyttää myös hulevesien hallintaan.
- Paasikiventien pohjoispuolisen valuma-alueen korttelien ja katualueiden kehittämis- ja parannustoissa tulee edistää hulevesien luonnonmukaista hallintaa lisäten alueiden läpäisevyyttä ja vihervolyymia.

Kuvasarja 6.1 Työpajan ideoita avaavia kuvaluonnoksia.

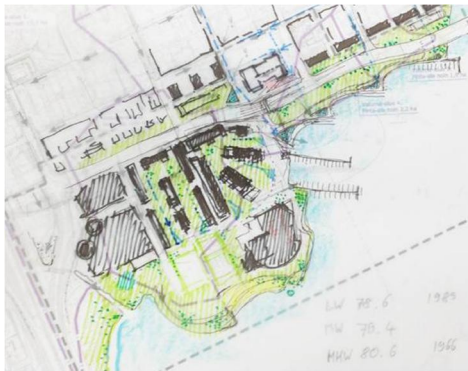
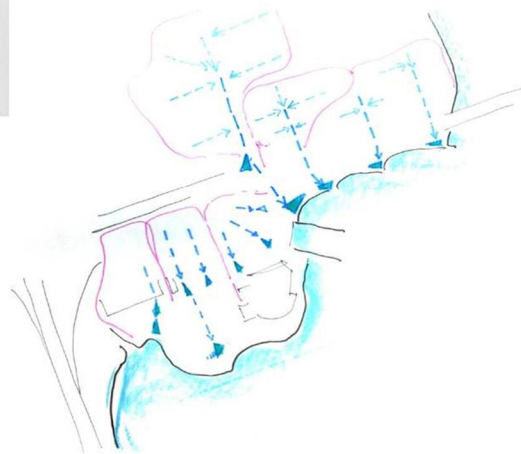


STORMWATER MANAGEMENT -

RETHINKING WATER FLOW IN THE CITY

PRINCIPLES:

- TREATMENT TRAINS
- WETLANDS - BIOSWALES
- RECONFIGURING THE SHORELINE



FLOW OF WATER > ACCESSIBILITY AND GREEN SPACES CONNECTIVITY > SOCIAL SPACES



CONNECTING THE CITY

CONNECTING THE VIEWS





SPACE AND EXPERIENCE



6.2.1 Hulevesien hallinta jakeittain

Erilaisilta pinnoilta kertyvä hulevesi on laadultaan erilaista ja soveltuu vaihtelevasti eri käyttötarkoituksiin. Tämän vuoksi huleveden hyödyntämiseen tähtäävässä tarkastelussa hulevesi on tarkoituksenmukaista ositella laadun perusteella erilaisiin hulevesijakeisiin, joille määritellään jae-kohtaisia käyttötapoja. Tässä selvityksessä on erotettu laadultaan erilaisina hulevesijakeina kattovedet, liikennöityjen päällystettyjen alueiden hulevedet sekä muiden päällystettyjen alueiden hulevedet. Hulevesijakeille on määritelty jakeiden hallinta- ja käsittelytavoitteet sekä kuvattu suositeltavia huleveden laadun- ja määränhallinnan menetelmiä sekä erityisesti huleveden laadunhallintaan painottuvia menetelmäkettuja. Suunnittelualue on tarkasteluissa jaettu kolmeen osa-alueeseen: Paasikiventien pohjoispuolella olevaan osaan, Paasikiventien katualueeseen sekä Engelinrannan alueeseen.

Huleveden laadunhallintaan painottuvilla menetelmäkettjuilla (ns. treatment train) pyritään parantamaan huleveden laatua sekä vähentämään ja pidättämään valumaa. Huleveden hallintamenetelmien ketjuttaminen antaa mahdollisuuden eri menetelmien tarjoamien hyötyjen yhdistämiseen siten, että:

1. Erilaisten hulevesijakeiden hallintaan voidaan valita optimaalinen menetelmäkettju hallinnan tavoitteiden ja tarpeiden mukaan (esimerkiksi liikennealueiden ja kattovesien erilainen puhdistustarve erilaisille menetelmäkettjuille)
2. Eri hallintamenetelmät saadaan toimimaan tehokkaasti ja kestävästi ilman rakenteen toiminnan heikkenemistä (esimerkiksi kiintoaine poistetaan hulevesijakeesta esikäsittelyllä, jotta sitä seuraava käsittelyrakenne ei tukkeudu)
3. Rakenteita voidaan joissain tapauksissa mitoittaa myös jae-kohtaisesti

6.2.2 Hulevesien hallinta- ja käsittelytavoitteet Paasikiventien pohjoispuolella

Hulevesijakeet	Hallinta- ja käsittelytavoitteet	Menetelmien periaatteet
Rakennusten kattovedet	Vähennetään kattovesien suoraa ohjaamista hulevesiviemäriin; hyödynnetään kattovesiä esim. kas-telussa ja ympäristörakenteissa	- Imeytetään ja viivytetään kattove-siä maanpäällisissä ja maanalaisis-sa rakenteissa - Vähennetään kattovesiä kasvilli-suuden avulla; esim. viherkatot ja kattovesien ohjaaminen kasvilli-suuden käyttöön - Kattovesillä ei yleensä puhdistamistarvetta - Viherkatoilta tuleva ravinteikas kat-tovesi kannattaa ohjata kasvilli-suuden käyttöön (ks. menetelmä-kuvaus: Viherkatot) - Veden näkyvään kiertoon liittyvä opetuksellinen näkökulma ja elä-myksellisyys, pienilmastolliset hyö-dyt
Päällystetyt, ei-liikennöidyt tai vähän liikennöidyt alueet - torit / aukiot - päällystetyt piha-alueet - kevyen liikenteen väylät	Vähennetään huleveden määrää, viivytetään ja hyödynnetään hulevettä ympäristörakenteissa ja ohjaamalla vettä kasvilli-suuden käyttöön	- Hulevesijakeen määrää vähenne-tään ja hulevesiä viivytetään käyt-tämällä mahdollisuuksien mukaan läpäiseviä päällysteitä ja imeyttä-mällä hulevesiä maaperäkerroksiin. Hulevesijakeen imeyttäminen on yleensä mahdollista, koska jakee-seen ei tavallisesti liity erityistä puhdistustarvetta (imeytyksen edellytykset, ks. menetelmäkuva-us: Läpäisevät päällysteet) - Ohjataan hulevettä kasvillisuuden käyttöön ja ympäristörakenteisiin - Hulevesirakenteissa ja -pinnoissa monikäytön mahdollisuus - Veden näkyvään kiertoon liittyvä opetuksellinen näkökulma ja elä-myksellisyys, pienilmastolliset hyö-dyt
Liikennöidyt pääl-lystetyt alueet (ei ympäristölupaa vaati-vat) - linja-autoaseman alue - kadut	Hulevesiä puhdistetaan, vähennetään ja viivyte-tään, ohjataan vettä kas-villisuuden käyttöön	- Hulevesijaetta pienennetään vä-hentämällä päällystettyjen pintojen osuutta toiminnallisten alueiden hyvän suunnittelun ja toimintojen lomittamisen avulla. Laajoja yhte-näisiä päällystettyjä alueita jaetaan pienemmiksi osa-alueiksi - Toimintojen sijoittamisessa etsi-tään mahdollisuuksia huleveden käsittelyyn kasvillisuusrakenteissa ensisijaisesti huleveden syntypai-kalla, toissijaisesti myös kauempa-na - Hulevesijae käsitellään menetelmä-keijalla, jossa on esikäsitteily-, vii-vytys- ja suodatusosiot - Hulevesiä viivytetään maanpäälli-sissä ja maanalaisissa rakenteissa - Veden näkyvään kiertoon liittyvä opetuksellinen näkökulma ja elä-myksellisyys, pienilmastolliset hyö-dyt

Paasikiventien pohjoispuolella tulee jatkotarkasteluissa etsiä ratkaisuja, joilla hulevettä voidaan käsitellä ja viivyttaa nykyistä enemmän huleveden syntypaikoilla. Näillä ratkaisulla on mahdollista mm. parantaa huleveden laatua, tasata virtaamia ja vähentää viemäriverkoston kuormitusta sekä luoda viihtyisää kaupunkitilaa.

Jatkosuunnittelussa tulee kiinnittää huomiota rakennusten ja toimintojen sijoittamiseen linja-autoaseman alueella siten, että valituille huleveden hallintamenetelmille ja tulvareiteille varataan tilaa soveltuvista kohdista. Samassa yhteydessä tarkastellaan myös mahdollisuuksia vähentää läpäisemättömiä pintoja alueella.

Torien ja aukoiden osalta tarkastellaan mahdollisuuksia läpäisevien päällysteiden käyttöön sekä kasvillisuuspintaisten alueiden lisäämiseen. Katujen osalta voidaan esim. perusparannusten yhteydessä tarkastella, mahdollistaako katutilan uudelleenjäsenitys ja leveys biosuodatusrakenteiden sijoittamisen katualueelle.

Paasikiventien pohjoispuolisen viheralueen hyödyntämistä valuma-alueen hulevesien suodattamiseen ja viivytämiseen tulee tarkastella, erityisesti silloin, jos Paasikiventien ratkaisut säilyvät nykyisellään ja valuma-alueen hulevesien hallinnan ensisijaisiksi toimenpiteiksi valitaan hulevesien hallinta hajauttamalla ja valuma-aluetta pienempiin osa-alueisiin jakamalla.

Uudisrakennusten osalta tutkitaan mahdollisuudet viherkattoihin sekä kattoveden hyödyntämiseen. Kevyiden, ohutrakenteisten viherkattojen asentamista olemassa oleviin rakennuksiin voidaan myös tarkastella. Viemäriverkostoa uusittaessa tulee pyrkiä siihen, että nykyisiltä seka-viemäroinnin alueilta ei erillisviemärointiin siirryttäessä johdeta kaikkia kattovesiä suoraan hulevesiviemäriin, vaan kattovesiä hyödynnetään, imeytetään, suodatetaan ja viivytetään tonteilla.

6.2.3 Hulevesien hallinta- ja käsittelytavoitteet Engelinrannan korttelialueilla

Hulevesijakeet	Hallinta- ja käsittelytavoitteet	Menetelmien periaatteet
Rakennusten kattovedet	Kattovesiä hyödynnetään monipuolisesti rakennuksissa ja pihalla; kattovesiä vähennetään ja viivytetään, vältetään kattovesien ohjaamista viemäriin	- Kattovesien hyödyntäminen pihalla ja rakennuksissa (ks. menetelmäkuvaus: Kattoveden talotekninen hyödyntäminen) - Kattovesien vähentäminen viherkattojen avulla ja ohjaamalla vettä kasvillisuuden käyttöön - Kattovesien imeyttäminen ja viivyttäminen korttelialueilla ensisijaisesti maanpäällisissä rakenteissa; kattovesien laatu ei yleensä rajoita imeyttämistä - Viherkattoilta, erityisesti kattopuutarhoista tuleva ravinteikas ylivuoto kannattaa ohjata kasvillisuuden käyttöön - Hulevesirakenteissa ja -pinnoissa monikäytön mahdollisuus - Veden näkyvään kiertoon liittyvä opetuksellinen näkökulma ja elämyksellisyys, pienilmastolliset hyödyt
Päällystetyt, ei-liikennöidyt tai vähän liikennöidyt alueet - torit / aukiot - päällystetyt piha-alueet - kevyen liikenteen väylät	Hulevesiä vähennetään ja viivytetään, hyödynnetään vettä ympäristökentämisessä ja ohjataan vettä kasvillisuuden käyttöön	Hulevesijaetta pienennetään vähentämällä päällystettyjen pintojen osuutta toiminnallisten alueiden hyvän suunnittelun ja toimintojen lomittamisen avulla. Laajoja yhtenäisiä päällystettyjä alueita jaetaan

		pienemmiksi osa-alueiksi - Hulevesijakeen määrää vähennetään ja hulevesiä viivytetään käyttämällä läpäiseviä päällysteitä sekä imeyttämällä ja suodattamalla hulevesiä maaperäkerrosten läpi. Hulevesijakeen laatu ei yleensä rajoita imeyttämistä. Pihakannet ja pilaantuneet maa-alueet rajoittavat huleveden imeyttämistä (imeytyksen edellytykset, ks. menetelmäkuvaus: Läpäisevät päällysteet) - Ohjataan hulevettä kasvillisuuden käyttöön ja ympäristörakenteisiin - Hulevesirakenteissa ja -pinnoissa monikäytön mahdollisuus - Veden näkyvään kiertoon liittyvä opetuksellinen näkökulma ja elämyksellisyys, pienilmastolliset hyödyt
Liikennöidyt päällystetyt alueet (ei ympäristölupaa vaativat) korttelialueen kadut	Hulevesiä vähennetään, puhdistetaan ja viivytetään, ohjataan vettä kasvillisuuden käyttöön	- Hulevesijaetta pienennetään vähentämällä päällystettyjen pintojen osuutta ja ohjaamalla hulevettä kasvipeitteisiin käsittelyrakenteisiin - Hulevesijae käsitellään menetelmäketjulla, jossa on esikäsittely-, viivytys- ja suodatusosiot - Hulevesiä viivytetään maanpäällisissä ja -alaisissa rakenteissa - Veden näkyvään kiertoon liittyvä opetuksellinen näkökulma ja elämyksellisyys, pienilmastolliset hyödyt

Engelinrannan alueella ensisijaisia tavoitteita hulevesien hallinnassa ovat hulevesien hyödyntäminen alueella, vesien imeyttäminen ja suodattaminen maaperäkerrosten läpi sekä ohjaaminen kasvillisuuden käyttöön. Veden luontaisen kierron ylläpitäminen näkyy alueella vahvana vihreytenä sekä harkitusti näkyvinä vesipintoina, jotka elävöittävät kaupunkikuvaa luoden monimuotoista, elämyksellistä ja aktivoivaa ympäristöä. Tavoitteena on, että Vanajaveteen päätyy vain puhdaita ja puhdistettuja hulevesiä.

Alueen maankäytön jatkosuunnittelussa tulee varata riittävästi vapaata maavaraista tilaa huleveden käsittelylle paikallisesti kortteli-, katu- ja viheralueilla. Tavoitteena on hallita hulevesiä ensisijaisesti niiden syntypaikoilla ja toissijaisesti muualla. Tilatarpeet riippuvat valituista ratkaisuista. Koska hulevesien määrällisen hallinnan mitoittavana tekijänä on yleensä viivytystilavuus, intensiiviset ja syvät hulevesien hallintarakenteet kuten lammikot ja altaat tarvitsevat vähemmän tilaa, mutta edellyttävät usein tarkkaa suunnittelua (rakenteiden toiminnan varmistaminen erilaisissa olosuhteissa ja tilanteissa), korkeatasoista rakentamista ja huolellista seuranta- ja mahdollisesti erityistoimia esimerkiksi talvisin. Läpäisevät pinnat, kasvillisuusalueet ja käsittelysyvydeltään matalat rakenteet vaativat enemmän tilaa, mutta alueet voivat olla monikäyttöisiä ja -hyötyisiä sekä vähähoitoisia ja varmatoimisia.

Mahdollisten kansipihojen sijoittamisessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että huleveden paikallinen hallinta korttelialueella on mahdollista. Korttelialueilla huleveden käsittelyssä on syytä suosia hulevettä hyödyntäviä ja imeyttäviä ratkaisuja pelkän huleveden viivyttämisen ja poisjohta-

misen sijaan. Vähän liikennöidyillä/ei-liikennöidyillä alueilla suositaan läpäiseviä päällysteitä sekä veden ohjaamista kasvillisuuden käyttöön.

Huleveden imeytysratkaisut on sijoitettava haitta-aineista puhtaille maa-alueille. Tarvittaessa maaperän puhtaus varmistetaan massanvaihdolla. Mikäli hulevesirakenne sijoitetaan pilaantuneelle maa-alueelle, tulee rakenteen pohja eristää siten, että vettä ei suotaudu pilaantuneeseen maa-ainekseen.

Alueen tasaisuuden vuoksi tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että huleveden painovoimainen johtaminen Vanajaveteen onnistuu.

Valittujen ratkaisujen häiriöttömän toiminnan takaamiseksi rakenteiden ylläpitovastuut ja -resurssit tulee määritellä ja rakenteille tulee laatia ylläpitosuunnitelmat. Rakenteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon helppohoitoisuus, varmatoimisuus ja kustannustehokkuus sekä ylläpidossa tarvittavien koneiden ja laitteiden toimintaedellytykset.

6.2.4 Paasikiventien huleveden hallinta- ja käsittelytavoitteet:

Hulevesijakeet	Hallinta- ja käsittelytavoitteet	Menetelmät
Runsasliikenteisen (12000-17000 ajoneuvoa / vrk) katualueen hulevedet	Hulevesiä puhdistetaan	- Etsitään mahdollisuuksia huleveden käsittelyyn ja puhdistamiseen katualueelle sijoitettavissa hulevesirakenteissa - Hulevesijakeen käsittelyketjussa esikäsittely-, suodatus- ja viivytysosiot

Paasikiventie muodostaa pääyhteyden Hämeenlinnan keskustan itä- ja länsiosien välillä ja syöttää liikennettä etelä- ja pohjoissuuntaisille kaduille. Vilkkain Paasikiventiehen liittyvistä kaduista on suunnittelualueella sijaitseva Sibeliuksenkatu. Hämeenlinnan keskustan liikenneselvityksen (Hämeenlinna, 2012) mukaan Paasikiventien liikennemäärä on 12000 – 17000 ajoneuvoa/ vrk.

Paasikiventien jatkosuunnittelussa tulee etsiä mahdollisuuksia huleveden käsittelyyn katualueelle sijoitettavissa hulevesirakenteissa sekä huleveden tulvareittiratkaisuihin. Tehokkain puhdistus saavutetaan eri menetelmien yhdistelmänä esimerkiksi esikäsittelymenetelminä laskeutus ja pinta-valutus yhdistettynä vesien suodattamiseen kasvillisuuspintaisen biosuodatusrakenteen (eli maaperäkerrosten) läpi. Kasvillisuuden on todettu tehostavan vesien puhdistamista ja viivyttämistä sekä ylläpitävän maaperäkerrosten biotoimintoja ja säilymistä läpäisevinä (Stormwater-hankkeen loppuraportti 2012).

Harvoin toistuvien rankkasateiden aiheuttamat tulvimiset johdetaan mahdollisimman hallitusti tulvareiteille. Tulvivan veden käsittelylle ei voida varata riittävästi tilaa kaupunkirakenteessa, vaan tavoitteena on ohjata tulvavedet vesistöön pyrkien minimoimaan paitsi ongelmatilanteita alueella liikkujille myös erilaiset rakenteelliset ja ympäristölliset vauriot. Tulvareiteillä on siis oltava riittävä kapasiteetti ja ne on suunniteltava rakenteellisesti voimakasta virtausta kestäviksi.

6.2.5 Vesi elämyksellisenä ja opetuksellisena osana lähiympäristöä

Engelinrannan alueella on hyvät mahdollisuudet luoda monipuolisesti vettä hyödyntävää ympäristöä. Vanajavesi tarjoaa puitteet varsinaisiin vesiaktiviteetteihin ja hulevettä voidaan hyödyntää ympäristön monipuolistajana maa-alueilla.

Jatkosuunnittelussa kannattaa tarkastella, voidaanko alueelle luoda hulevettä hyödyntävä leikki- ja oppimisympäristö, jossa on mahdollisuus sekä luontokokemuksiin ja vesiluonnon tutkimiseen että vesileikkiin ja veteen liittyvien ilmiöiden kokemiseen.

Lähiluonnon merkitys lapsille – sosio-kulttuurinen näkökulma

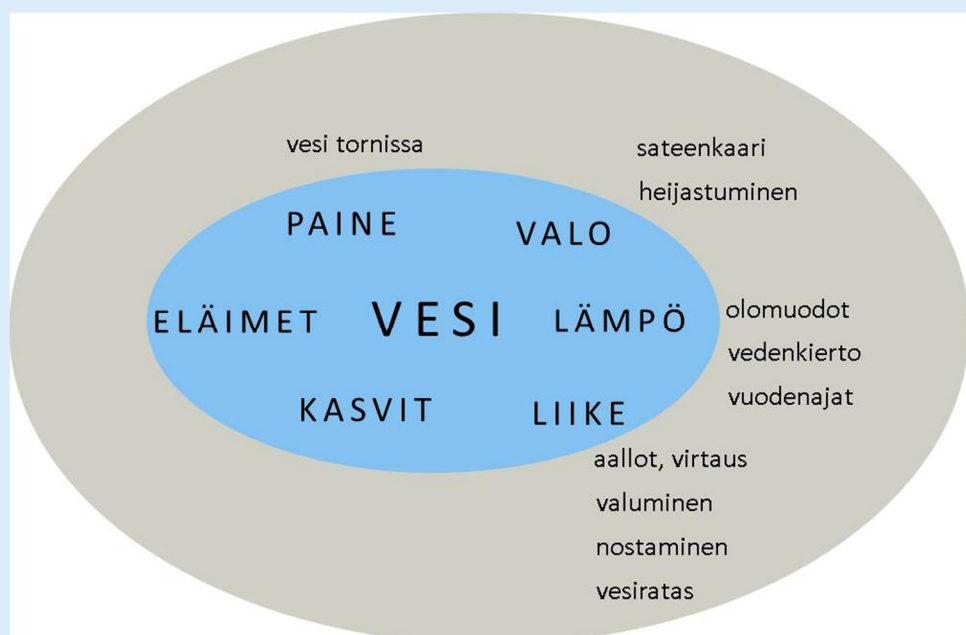
Lapset eivät enää välttämättä opi liikkumaan ja toimimaan luonnonympäristössä (Blair, 2009; Louv, 2010; Ridgers ym. 2012). Syynä tähän ovat esimerkiksi muutokset ja rajoitukset lasten omatoimisessa liikkumis-

sa, lasten aiempaa aikataulutetumpi ja ohjatumpi elämä, lapsia sisätiloihin houkutteleva sähköinen pelimaailma ja lähiluontoympäristöä vähentävä ja jäljelle jäänyttä luonnonympäristöä kulutukselle altistava kaupunkirakenteen tiivistyminen. Aiempaa vähäisemmällä luonnonympäristöön sijoittuvalla lasten leikillä ja luontokokemuksilla on syvälle arvoihin ulottuva vaikutus, sillä luontoa arvostava luontosuhde voi muodostua vain aidoista ja omakohtaisista luontokokemuksista, joissa nimenomaan lapsuuden kokemuksilla on ratkaiseva merkitys. Esimerkiksi Ridgers ym. (2011) esittävät luontokouluja käsittelevässä tutkimuksessa, että lapsilla, joilla ei ollut ennen luontokoulua säännöllistä kosketusta luonnonympäristöön, oli luontokoulun alkaessa nähtävissä selviä vieraantumisen tunteita (epämukavuus, vierauden ja pelon tunteet) luonnonympäristöä kohtaan.

Syvällinen lähiympäristöön tutustuminen opettaa lasta konkreettisesti hahmottamaan lähiluonnon piirteet sekä oman toiminnan vaikutuksen luontoon. Tällä on merkitystä omaan asuinympäristöön kiintymisessä (kotipaikka), mutta myös siinä, että lapselle kehittyy kykyä nähdä ja arvostaa oman ympäristön luonnonpiirteitä. Ballouard ym. (2011) ovat tutkimuksessaan selvittäneet alakouluikäisten lasten suhtautumista paikallisen ja toisaalta eksoottisen luonnon suojelemiseen. Tulosten mukaan lasten tietämys paikallisesta lajistosta oli niukkaa ja he olivat alttiimpia suojelemaan ”virtuaalisesti” esim. internetin kautta tuntemaansa eksoottista eläimistöä kuin paikallista lajistoa. Tutkimuksen tulos on nähtävä osana huolestuttavaa kehitystä, jossa yhteys omaan lähiympäristöön katkeaa ja lähiympäristön arvot jäävät huomaamatta. Tällöin on vaikeaa myös nähdä oman toiminnan vaikutukset ympäristössä eikä halua negatiivisia vaikutuksia aiheuttavien toimintatapojen muuttamiseen ole. Oman lähiympäristön ymmärtäminen liittyy osana ns. paikkalähtöiseen kasvatukseen (place-based education), jonka monista ulottuvuuksista McInerney ym. (2011) esittävät tuoreen katsauksen.

Lähiympäristö voi parhaimmillaan tarjota lapselle mahdollisuuden kokeiluihin ja tekemiseen perustuvaan konkreettiseen luonnonilmiöiden oppimiseen (Blair, 2009). Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että lapsella todella on mahdollisuus tehdä kokeiluja ja muutoksia ympäristössä ts. ettei ympäristöä ole rakennettu liian kiinteäksi ja muuttumattomaksi. Luonnonympäristön vahvuus leikkiympäristönä on nimenomaan monipuolisuus ja muokattavuus, joka stimuloi lapsen mielikuvitusta ja luovuutta (Fjørtoft & Sagei, 2000). Leikkialueilla vastaavaa efektiä voi tavoitella tuomalla alueelle muokkautuvaa, erilaisiin leikkeihin ja kokeiluihin mukautuvaa materiaalia.

Hulevettä on käytetty leikkiympäristön luomisessa esimerkiksi Saksassa (Dreiseitl ja Grau, 2009). Leikkipuisto Pforzheim:ssa perustuu huleveden hyödyntämiseen veden ominaisuuksien ja liikkeen havainnollistamisessa. Puistossa kävijät voivat kokeilla erilaisia veden nostamiseen liittyviä välineitä, ohjata ja seurata veden liikumista vesikanavissa ja vesiuomissa.



Veden monia mahdollisuuksia leikkiin ja oppimiseen



Hulevettä hyödyntävä leikkipuisto Pforzheimissa (Dreiseitl ja Grau (toim.) 2009)

Lähteet:

- Ballouard, J.-M., Brischox, F. ja Bonnet, X. 2011. Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. PLoS ONE, vol. 6, issue 8. 8 s.
- Blair, D. 2009. The child in the garden – an evaluation review of the benefits of school gardening. The journal of environmental education. Vol 40 no. 2. s. 15-38.
- Dreiseitl, H. ja Grau, D. (toim.) 2009. Recent waterscapes – planning, building and designing with water. Birkhäuser Verlag AG. 174 s.
- Fjørtoft, I. & Sagei, J. 2000. The natural environment as a playground for children. Landscape description and analyses of a natural playscape. Landscape and Urban Planning 48 (2000). s. 83-97.
- Louv, R. 2010. Do our kids have nature-deficit disorder. Educational leadership. December 2009/January 2010. s. 24-30.
- McInerney, P., Smyth, J. ja Down, B. 2011. Coming to a place near you? The politics and possibilities of a critical pedagogy of place-based education. Asia-Pacific journal of Teacher Education. Vol. 39. No. 1. s. 3-16.
- Ridgers, N.D., Knowles, Z.R., Sayers, J. 2012. Encouraging play in the natural environment: a child-focused case study of Forest School. Children's Geographies. Vol. 10 no. 1. s. 49-69.

6.2.6 Hulevedet ja luonnon monimuotoisuus

Monet uhanalaiset lajit ovat riippuvaisia pienvesistä, joiden määrä on vähentynyt huomattavasti etenkin kaupunkiympäristöissä tehokkaan maankäytön ja vesien johtamisen suljettuihin viemäreihin ja kanaviin myötä. Luonnonmukaisia altaita, kosteikkoja, tulvapainanteita ja tulvaniittyjä hyödyntävät hulevesien käsittelyratkaisut tuovat kaupunkiympäristöön vesi- ja kosteikkoelinympäristöjä ja lisäävät huomattavasti kaupunkiekosysteemin monimuotoisuutta. Kosteikoissa viihtyvät etenkin monet uhanalaiset kasvit, hyönteiset ja linnut. Hyönteisistä erityisesti sudenkorennot ja sukeltajakuoriaiset, joista osa on luontodirektiivin suojelemissa, voivat hyötyä luonnonmukaisten hulevesiratkaisujen luomista rakennetuista elinympäristöistä.

Etenkin linnuston ja kasvillisuuden monimuotoisuus lisää alueen houkuttelevuutta, esteettistä arvoa ja yleisön mielenkiintoa aluetta kohtaan. Monet ihmiset harrastavat luonnontarkkailua ja monimuotoiset elinympäristöt lähellä asutusta tarjoavat mahdollisuuksia päivittäiseen harrastamiseen. Erikoisten eläin ja kasvilajien havaitseminen tuottaa mielihyvää ja mielenkiintoa myös ihmisille, jotka eivät varsinaisesti luonnon tarkkailua harrasta. Luontoarvot lisäävät myös suunnittelualueen kasvatuksellista arvoa, liittyen edellä käsiteltyyn veden merkitykseen elämyksellisenä ja opetuksellisenä osana lähiympäristöä.

7. KAUPUNKIRAKENNEMALLIN (VE3) TARKASTELU HULEVEDEN HALLINNAN JA KÄSITTELYN NÄKÖKULMASTA

7.1.1 Paasikiventien pohjoispuolinen valuma-alue

Muutettaessa seka-
viemäröityjä alueita
erillisviemäröidyiksi hu-
levesiä vähennetään ja
viivytetään paikallisesti
ennen hulevesiviemä-
riin johtamista

Keskustan katu- ja aukiotiloja parannettaessa ja kehitet-
täessä tulee selvittää mahdollisuudet hulevesien hallin-
taan toimintoja uudelleen jäsentämällä, jolloin voidaan:

- luoda tilaa huleveden hallinnalle katualueelle sijoittu-
vissa kasvillisuusrakenteissa ja samalla
- vahvistaa kevyen liikenteen yhteyksiä sekä
- parantaa keskusta-alueen viihtyisyyttä

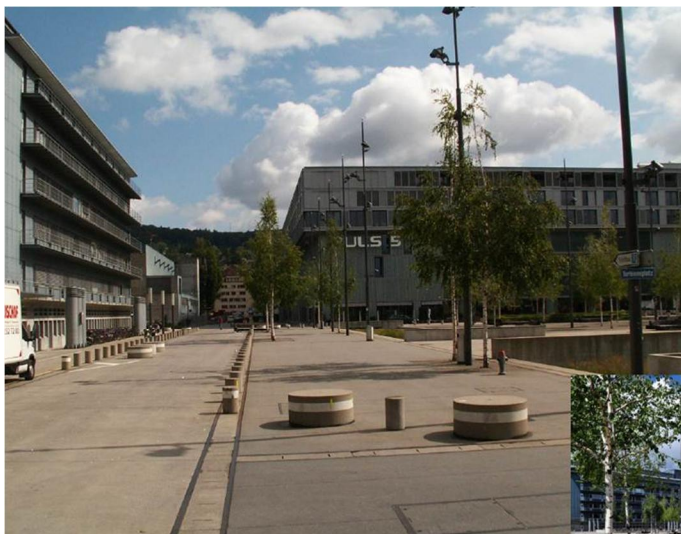


Paasikiventien linjaus suhteessa
asemarakennukseen sekä jalan-
kulkuyhteyden sijainti ja toteutus-
tapa vaikuttavat huleveden hallin-
taan

Kovien pintojen määrä ja liikenne-
ratkaisut vaikuttavat huleveden
määrään ja laatuun

Mahdollisuus huleveden käyttöön
alueen viihtyisyyden lisäämisessä

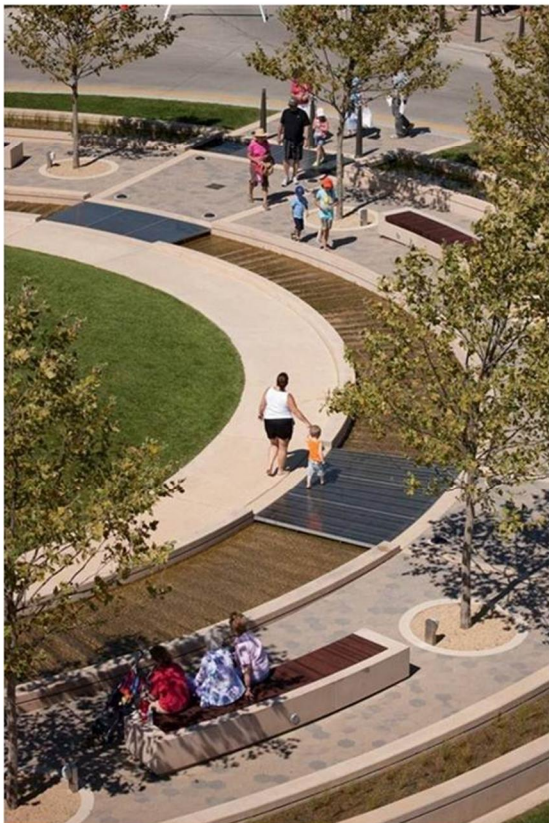
Kuvaesimerkkejä huleveden hallinnasta kaupunkiympäristössä, Zürich Turbinenplatz ja Uptown Normal Circle Illinois.



Zürich, Turbinenplatz



Zürich, Turbinenplatz



Uptown Normal Circle Illinois (lähde: <http://lafoundation.org/research/landscape-performance-series/case-studies/case-study/395/pdf/>)

7.1.2 Engelinrannan alue

Mahdollisuus hallita ja hyödyntää korttelialueelta kertyviä hulevesiä alueen sisällä

Mahdollisuuksiin vaikuttavat:

- pilaantuneet maat
- pihakansien ja maavaraisten alueiden sijainti
- piha-alueiden koko ja muoto, pihan reitit sekä yhteydet korttelin ulkopuolelle
- rakennusten kattolappeiden suunta sekä katto-kaltevuus
- korttelityyppi ja katuverkko
- alueen tasaisuus

Paasikiventien linjaus ja tasaus
määrittävät alueen

Tulvareitit

Liikerakennukseen johtavalta kadulta sekä pysäköintitasolta kertyvän huleveden laatu

Paasikiventien linjaus vaikuttaa alueen itäosaan.

Tärkeä vihernauha Vanajaveden ja kaupungin ydinkeskustan välissä.

Mahdollisuus päästä lähelle vettä sekä veteen liittyvät aktiviteetit ja vesiyhteydet

Huleveden laatu ja tulvatilanteiden hallinta tärkeitä

Mahdollisuus luoda blue-green vaihtumisvyöhykkeitä, jotka voimistavat alueen identiteettiä ja parantavat huleveden laatua

Luontoarvot ja niiden vahvistaminen

Huleveden hyödyntäminen luontoarvojen vahvistamisessa

Alueelle johdettavan huleveden laatu

Tulvareitit

Virkistyskäyttöön painottuva alue, jossa mahdollisuus voimistaa veteen liittyviä aktiviteetteja

Kosketus veteen, Vanajaveden vedenlaatu tärkeä

Alueella syntyvien hulevesien hallinta hulevesiä imeyttämällä ja hyödyntämällä

Pilaantuneet maat vaikuttavat hulevesien hallintaan.



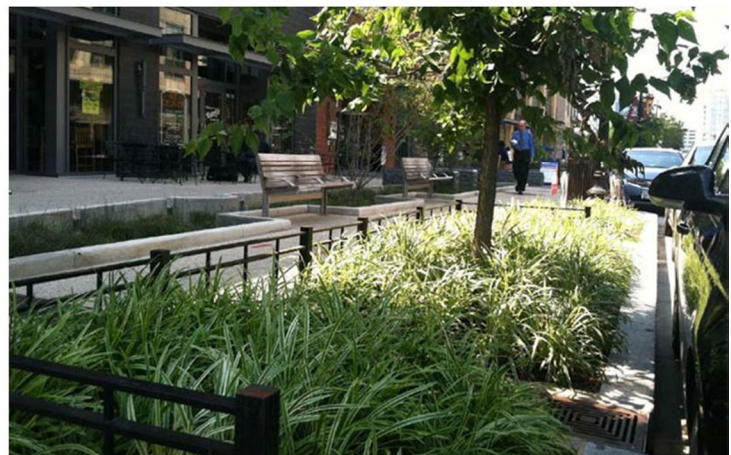
Kuvaesimerkkejä kaupunkiympäristön hulevesirakenteista, Augustenborg Malmö ja Constitution Square Washington D.C.



Augustenborg, Malmö: biosuodatus-imeytys -rakenne yhdistettynä pieneen vesikanavaan (lähde <http://www.water-in-zicht.nl/projecten/augustenberg-malmo-zweden> ; <http://www.lemoniteur.fr/191-territoire/article/etudes-de-cas/600273-concevoir-un-ecoquartier-l-exemple-d-augustenberg>)

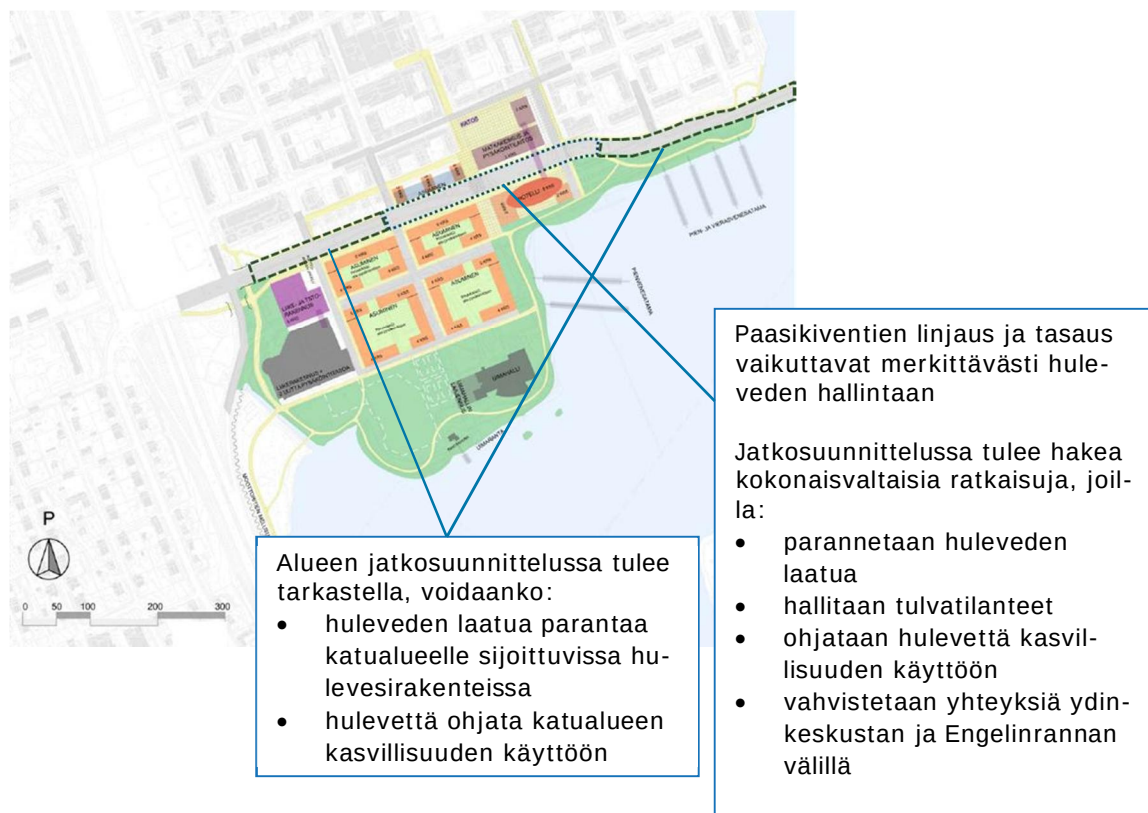


Kuvat: Dennis Carmichael



Constitution Square, Washington D.C.: biosuodatusrakenne (lähde: American Society of Landscape Architects <http://asla.org/guide/site.aspx?id=35752>)

7.1.3 Paasikiventien alue



Tulvatilanteiden hallitsemiseksi on Paasikiventien yli/ali osoitettava tulvareitti, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi poraamalla tien ali tulvaputki, rakentamalla ympäristöön sopiva avokanaali tai johtamalla tulvavedet hallitusti tien yli maanpintaa pitkin. Tulvareitillä vedet johdetaan Paasikiventien pohjoispuolelta Vanajaveteen saakka. Avokanaali tai rakennettu uoma voidaan toteuttaa esimerkiksi alikulun yhteydessä (Kuva 7.1).



Kuva 7.1 Esimerkki alikulun yhteydessä toteutetusta Espoon Monikonpuron rakennetusta uomaosuudesta Kehä I:n ja Perkkäntien alituksessa (© Kimmo Hell, Ramboll Finland Oy).

Engelinrannassa rakennettu uoma edellyttää kevyenliikenteensillan rakentamista Paasikiventien eteläpuolisen kevyenliikenteenväylälle. Myös tulvaputkivaihtoehdossa Paasikiventien eteläpuolinen osuus on mahdollista toteuttaa rakennettuna uomana.

8. SUOSITELTAVAT MENETELMÄT

Suosittelavia huleveden hallinnan menetelmiä suunnittelualueella ovat erityisesti biosuodatusrakenteet, viherkatot ja läpäisevät päällysteet, koska näillä rakenteilla pystytään hallitsemaan sekä huleveden määrää että laatua. Menetelmien rakenneperiaatteet ja hydrologiset sekä laatuvaikutukset on esitetty seuraavilla menetelmäkorteilla. Kattoveden taloteknisestä hyödyntämisestä on esitetty periaatepiirroksia kaksivesijärjestelmästä sekä rakennuksen ulkopuolisesta kattoveden hyödyntämisjärjestelmästä.

MENETELMÄ: BIOPIDÄTYS- / BIOSUODATUSALUE (bioretention, biofiltration)

Rakenteen peruskuvaukset:

Biosuodatuksessa hulevesi johdetaan kasvipeitteiseen painanteeseen suodatettavaksi erilaisten maakerrosten läpi. Suodatuksessa hulevedessä olevia aineita pidättyy biologisten, kemiallisten ja mekaanisten prosessien tuloksena suodatusrakenteeseen. Rakenteen läpi suotautuneen huleveden voidaan antaa imeytyä pohjamaahan, mikäli imeytyksen edellytykset täyttyvät. Mikäli pohjamaan vedenjohtavuus ei riitä huleveden täydelliseen imeytykseen, tehostetaan rakenteen kuivamista salaojituksella. Rakenne voidaan myös eristää kokonaan pohjamaasta ja kaikki suotautunut hulevesi johtaa salaojituksella jatkokäsittelyyn, mikäli suotautunut hulevesi ei laadultaan kelpaa imeytettäväksi. Rakenteessa on aina oltava ylivuotomahdollisuus, jonka kautta rakenteen mitoituksen ylittävä osa hulevedestä johdetaan hallitusti eteenpäin. Biosuodatusrakenne saavuttaa täyden toimintakyvyn vasta kasvillisuuden kehittymisen jälkeen. Tuoreiden tutkimustulosten mukaan biosuodatusrakenne toimii sekä huleveden määrän että laadun hallinnassa myös kylmissä oloissa (Khan et al. 2012 a ja b).

Hydrologiset vaikutukset:

rakenteen ominaisuuksien ja vuodenaajan mukaan, valuman eriasteinen vähentäminen (evapotranspiraatio sekä mahdollinen imeyttäminen), viivyttäminen ja valuman tasaaminen

Laatuvaikutukset: (Soveltuvuus: rakenne pidättää ainetta hyvin H, kohtalaisesti K, vähän V)

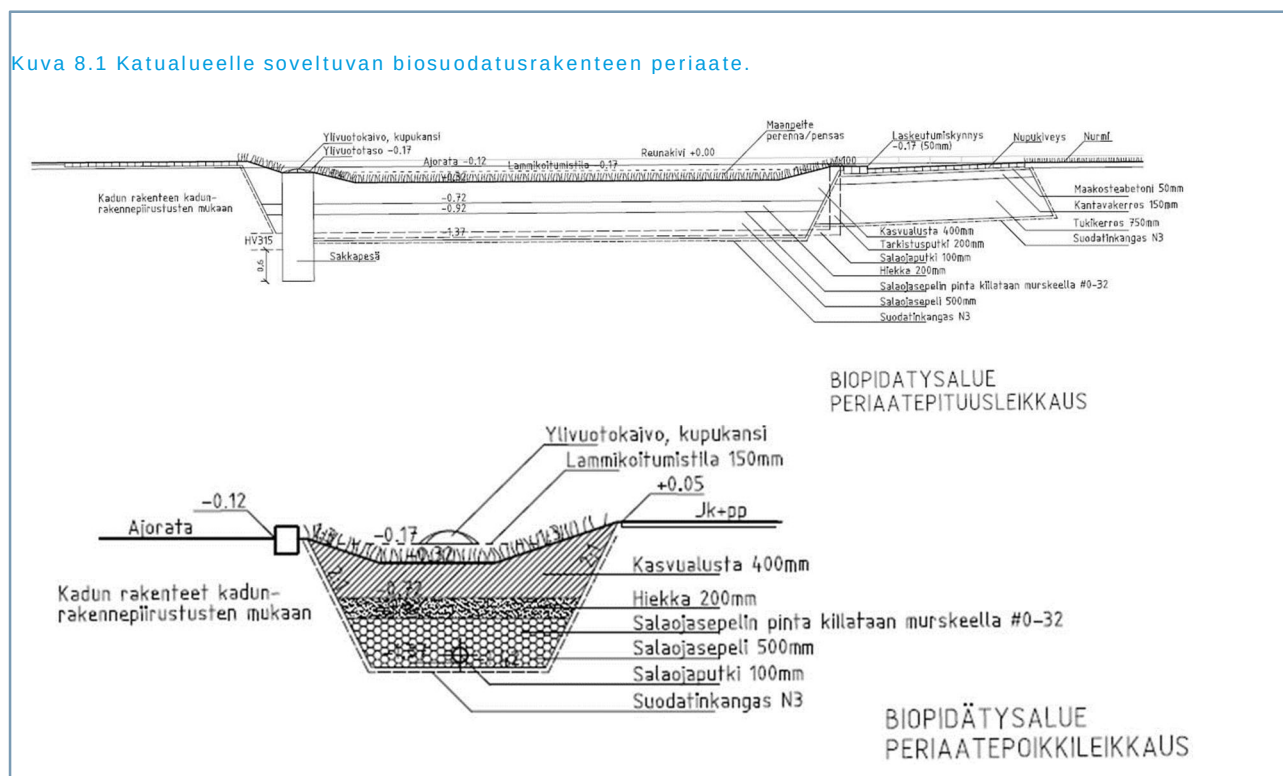
Aineet	Sov.	Erityistä
Ravinteet	H/K	ravinteiden pidättymiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten veden suotautumisnopeus rakenteen läpi, pH, rakenteen maakerrosten happipitoisuus, rakenne, maalaji ja lämpötila, tarkasteluajankohta edeltävät kosteusolot rakenteessa, rakenteen kasvillisuus, pintaosan katekerros, ja vuodenaika; tuoreen tutkimustuloksen (Yang et al. 2013) mukaan kaksivaiheinen biosuodatusrakenne voi parantaa merkittävästi ravinteiden pidättymistä
Öljyt ja rasvat	H	aineet voivat kertyä rakenteeseen, jolloin ajan myötä rakenteen toiminta voi heikentyä; rakenteen pinnalla voidaan levittää katekerros, johon aineet pidättyvät; aineiden biohajoaminen katekerroksessa vähentää ainekertymää
Raskasmetallit	H	raskasmetalleja kertyy erityisesti rakenteen pintaosan katekerrokseen; karkean maa-aineksen käyttö rakenteessa voi vähentää raskasmetallien pidättymistä; biosuodatusrakenne pystyy pidättämään raskasmetalleja myös keväällä lumen sulamisvedestä; tuoreiden tutkimustulosten (Ying et al. 2013) mukaan vermikuliitti oli hyvä katemateriaali kadmiumin, kuparin, lyijyn ja sinkin pidättämisessä
Kiintoaine	H	kiintoaineen mukana pidättyy ravinteita, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita; kiintoaineen kertyminen biosuodatusrakenteeseen heikentää rakenteen vedenjohtavuutta ja siten rakenteen toimintaa; kiintoaineen pääsy rakenteeseen kannattaa rajoittaa huleveden esikäsittelyllä; kiintoainetta huuhtoutuu myös itse rakenteesta etenkin heti rakentamisen jälkeen
Mikro-organismit ja taudinaiheuttajat	H	pidättymiseen vaikuttaa suodatusrakenteen maakerrosten paksuus ja maalaji sekä tähän liittyvä huleveden suotautumisnopeus
PAH	H	ohuehko biosuodatuskerros riittää vähentämään hulevedessä olevien polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen määrää
Tiesuola	V	ei pidäty rakenteeseen

Lisätietoja:

- Khan, U.T., Valeo, C., Chu, A. ja van Duin, B. 2012 a. Bioretention cell efficacy in cold climates: Part 1 - hydrologic performance. Can. J. Civ. Eng. 39. s. 1210-1221.
- Khan, U.T., Valeo, C., Chu, A. ja van Duin, B. 2012 b. Bioretention cell efficacy in cold climates: Part 2 – water quality performance. Can. J. Civ. Eng. 39. s. 1222-1233.
- Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. 297 s. ladattavissa: <http://shop.kunnat.net/download.php?filename=uploads/hulevesiopas-2012.pdf>
- Roy-Poirier, A., Champagne, P., Fillion, Y. 2010. Review of bioretention system research and design: past, present, future. Journal of environmental engineering. Vol. 136. No. 9. s. 878-889.
- Ying, M., XiaoHua, Y., Jun, H., YaNan, G., Rong, J. ja ZhenHui, D. 2013. A new assessment model for pollutant removal using mulch in bioretention processes. Fresenius Environmental bulletin. 22(5a). s. 1507-1515.
- Yang, H., Warren, D. A., McCoy, E.L., Phelan, P.L. ja Parwinder S. G. 2013. Field evaluation of a new biphasic rain garden for stormwater flow management and pollutant removal. Ecological engineering. Vol. 54. s. 22-31.
- Valtanen, M., Sillanpää, N., Härtinen, N. ja Setälä, M. 2010. Hulevesien imeyttäminen ja suodattaminen: haitta-aineet ja menetelmät. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. STORMWATER-hanke, kirjallisuusselvitys 10.10.2010. 48 s. ymparisto.lahtisbp.fi/easydata/.../hy_kirjallisuusselvitys2010_valmis.pdf

Hulevedet ohjataan kivetyn esikäsitellyltä (ns. laskeutustein) kautta kasvillisuuspintaiselle biosuodatusalueelle. Vedet suotautuvat kasvualustakerrosten läpi rakenteen alapuoliseen maanalaan viivytysrakenteeseen. Biosuodatusalueen viivytystilavuuden ylittyessä ylivuotovedet johdetaan kupukansikaivon kautta hulevesiviemäriin. Rakenteen pohja salaojitetaan kuivatuksen varmistamiseksi erilaisissa olosuhteissa. (kuva 8.1)

Kuva 8.1 Katualueelle soveltuvan biosuodatusrakenteen periaate.

**MENETELMÄ: LÄPÄISEVÄT PÄÄLLYSTEET (permeable/porous/pervious pavement)****Rakenteen peruskuvaus**

Läpäisevä päällyste, esimerkiksi läpäisevä kiveys, asfaltti tai betoni, sallii veden imeytymisen pintamateriaalin läpi päällysteen alapuolella oleviin kiviaineskerroksiin. Rakenteen läpi suotautuneen huleveden voidaan antaa imeytyä pohjamaan, mikäli imeytyksen edellytykset täyttyvät. Mikäli pohjamaan vedenjohtavuus ei riitä huleveden imeytykseen, tehostetaan rakenteen kuivamista salaojituksella. Osa hulevedestä voidaan tällöinkin imeyttää nostamalla salaoja rakenteen pohjan yläpuolelle, jolloin hule-

vesi salaojan alapuolisesta maakerroksesta imeytyy pohjamaahan. Rakenne voidaan myös eristää kokonaan pohjamaasta ja johtaa kaikki suotautunut hulevesi salaojituksella jatkokäsittelyyn, mikäli suotautunut hulevesi ei laadultaan kelpaa imeytettäväksi. Olennaista rakenteen suunnittelun kannalta on ymmärtää rakenteen monitavoitteinen luonne: samaan aikaan rakenteen tulee toimia kulkualustana ja olla vettä läpäisevä ja puhdistava hulevesirakenne. Rakenne voi tukkeutua hienoaineksesta, jolloin sen toiminta hulevesirakenteena heikkenee. Tämän vuoksi rakenteen käyttökohteet on suunniteltava tarkasti ja rakenteen toimintaa ylläpitävä puhdistus on tehtävä säännöllisesti.

Hydrologiset vaikutukset

rakenteen ominaisuuksien ja vuodenajan mukaan, valuman eriasteinen vähentäminen (evaporaatio sekä mahdollinen imeyttäminen), viivyttäminen ja valuman tasaaminen

Laatuvaikutukset (Soveltuvuus: rakenne pidättää ainetta hyvin H, kohtalaisesti K, vähän V)

Aineet	Sov.	Erityistä
Ravinteet	K	ravinteiden pidättymiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten rakenteen kerrokset ja niiden materiaali, geotekstiili, rakennekerrosten happipitoisuus ja tarkasteluajankohtaa edeltävät kosteusolot rakenteessa
Öljyt ja rasvat	H	läpäisevän päällysteen kerroksissa tapahtuu öljyjen ja rasvojen biohajoamista; erityisesti rakenteen pintaosan geotekstiiliin muodostuvan biokalvon mikrobit hajottavat öljyjä ja rasvoja; hajotusnopeuteen vaikuttaa mm. mikrobin käytössä oleva ravinteiden määrä; tuoreen tarkastelun mukaan geotekstiiliin lisätty hitaasti vapautuva fosfori voi tehostaa aineiden biohajoamista (Newman et al. 2010)
Raskasmetallit	H	läpäisevien päällysteiden kyvyssä pidättää raskasmetalleja on eroja; pidättymiseen vaikuttavat mm. rakenteen materiaalit, geotekstiili ja rakenteen toimintaperiaate (veden kulkureitti päällysteen huokosten läpi/kiveysten saumojen kautta); läpäisevä päällyste nostaa huleveden pH:ta; useat metallit ovat vähemmän liukoisia emäksisissä oloissa, joten läpäisevä päällyste voi tehostaa raskasmetallien pidättymistä
Kiintoaine	H	kiintoaineen mukana pidättyy ravinteita, raskasmetalleja ja muita haitta-aineita; kiintoaineen kertyminen erityisesti läpäisevän päällysteen huokosiin ja mahdolliseen geotekstiiliin heikentää rakenteen vedenjohdavuutta ja siten rakenteen toimintaa; kiintoaineen pääsyä rakenteeseen kannattaa rajoittaa huleveden esikäsittelyllä; läpäisevän päällysteen toimintaa ylläpitävä puhdistus on tehtävä säännöllisesti
Mikro-organismit ja taudinaiheuttajat	H	aineiden pidättymiseen vaikuttaa suodatusrakenteen kerrosten paksuus ja materiaali sekä tähän liittyvä huleveden suotautumisnopeus;
PAH	H	biohajoaminen rakenteessa
Tiesuola	V	ei pidäty rakenteeseen

Lisätietoja:

Drake, J., Bradford, A. ja Marsalek, J. 2013. Review of environmental performance of permeable pavement systems: state of the knowledge. Water quality research journal of Canada. 48.3. s. 203-222.

Newman, A. P., Duckers, L. Nnadi, E.O. ja Cogley, A. J. 2010. Self-fertilizing geotextile for use in pervious pavements: a review of progress and further developments. Novatech 2010. 7th International Conference on sustainable techniques for urban water management. 10 s.

Scholz, M. ja Grabowiecki, P. 2007. Review of permeable pavement systems. Building and environment 42. s. 3830-3836.

MENETELMÄ: VIHHERKATOT

Rakenteen peruskuvaukset

Viherkattorakenne muodostuu kattoja suojaavasta juuriesteestä, kuivatuskerroksesta, geotekstiilistä, kasvialustasta ja kasvillisuudesta. Viherkaton ominaisuudet ja alueen ilmasto/sää vaikut-

tavat katolta valuvan veden määrään ja laatuun. Viherkaton ominaisuuksista tärkeitä vaikuttavia tekijöitä ovat katon rakennekerrokset ja niiden materiaali, kasvualustakerroksen paksuus ja maa-aineksen ominaisuudet, kattokaltevuus, katon suunta (valo-olosuhteet), katon ikä ja kattokasvillisuus. Ilmasto-/sääoloista viherkaton toimintaan vaikuttavat ilman lämpötila, tuuliolot, ilmankosteus, sadetapahtuman luonne (intensiteetti ja kesto) sekä sadetapahtumaa edeltäneen kuivan jakson pituus. Viherkaton avulla voidaan hydrologian lisäksi vaikuttaa rakennuksen energiatalouteen, alueen lämpöolosuhteisiin, melutasoon ja ilmanlaatuun sekä kaupunkiluonnon monimuotoisuuteen ja ympäristön viihtyisyyteen.

Hydrologiset vaikutukset

rakenteen ominaisuuksien ja vuodenajan mukaan, valuman eriasteinen vähentäminen (evapotranspiraatio), viivyttäminen ja valuman tasaaminen

Laatuvaikutukset

viherkatolta tulevan valuman laatu vaihtelee kattotyyppin, katon iän ja paikallisten olojen mukaan; viherkatoilta tulevassa valumassa on erityisesti fosforia, typpeä ja raskametalleja; viherkatto nostaa valumaveden pH:ta

Aine	Erityistä
Fosfori	huuhtoutuu viherkatolta jos kasvualustakerros on runsasravinteinen tai kasvualustaa lannoitetaan; mikäli viherkattoon ei lannoiteta, huuhtoutuminen vähenee ajan myötä kasvillisuuden kehittyessä ja kasvualustan köyhtyessä
Typpi	tutkimuksissa on havaittu, että typpeä voi huuhtoutua viherkatolta; huuhtoutuvan typen määrään vaikuttavat kasvualustan ominaisuudet, typenkieron prosessit, kasvillisuus sekä lannoitus;
Raskasmetallit	viherkatot pienentävät raskasmetallien määrää vähentämällä katolta tulevaa valumaa eivät niinkään muuttamalla valumaveden raskasmetallien ai- nepitoisuuksia;

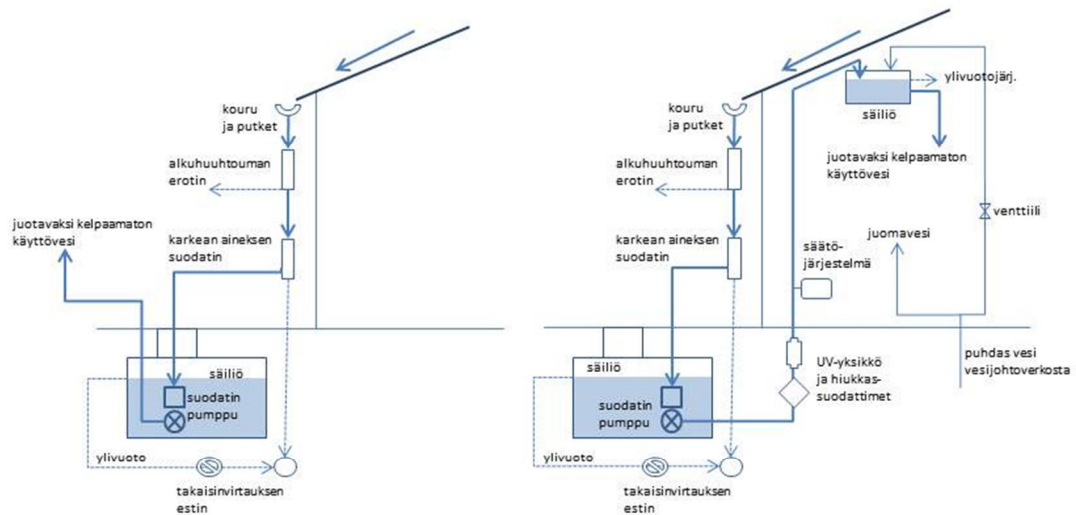
Lisätietoja:

Czemiel Berndtsson, J. 2010. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: a review. Ecological engineering 36. s. 351-360.

Rowe, D.B. 2011. Green roofs as a means of pollution abatement. Environmental pollution 159.s.2100-2110.

MENETELMÄ: KATTOVEDEN TALOTEKNINEN HYÖDYNTÄMINEN

Katolta tuleva valuma on suhteellisen puhdasta, mutta sisältää vaihtelevasti laskeuman mukana tulleita ja kattomateriaalista irronneita aineita, orgaanista ainesta risuista ja lehdistä sekä bakteereita lintujen ulosteesta. Ainelaskeumaan vaikuttavat kohteen sijainti päästölähteisiin nähden ja tuuliolot. Laskeumana katolle tulee esimerkiksi typpeä, fosforia, kuparia ja sinkkiä. Kattovesistä onkin mitattu paikoin suuria metallipitoisuuksia. Kuvassa oikealla on esitetty periaatepiirros sadevettä hyödyntävän kaksivesijärjestelmän osista. Järjestelmään kuuluu sadeveden keräyskou-
ru ja kokoojaputki, alkuhuuhtouman erotin, karkea-aineksen suodatin, säiliö, suodattimet säiliö-
ssä, pumppu, UV-yksikkö ja sitä edeltävät suodattimet putkilinjalla, säätöjärjestelmä, yläsäiliö,
puhtaan veden syöttöjärjestelmä sekä tarvittavat varojärjestelmät (ylivuoto, takaisinvirtauksen
estimet yms.). Kattovettä ei ole kuitenkaan tarkoitus käyttää juomavetenä. Kuvassa vasemmalla
on periaatepiirros rakennuksen ulkopuolisesta kattoveden hyödyntämisyjärjestelmästä. Tästä jär-
jestelmästä on jätetty pois bakteereita ja viruksia tuhoava UV-säteily-yksikkö sekä sitä edeltävät
hiukkassuodattimet. Kattoveden hyödyntäminen edellyttää paitsi taloteknisiä asioita myös mah-
dollisesti hallinnollisia elementtejä, joiden yhteensovittamisesta nykyiseen järjestelmään on kes-
kusteltava paikallisen vesilaitoksen kanssa.



Lisätietoja:

Kotola, J. ja Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 1. kirjallisuustutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7. 92 s.

Roebuck, R. 2007. A whole life costing approach for rainwater harvesting systems. PhD thesis, School of engineering, design and technology, University of Bradford. 431 s + liitteet.

Ward, S.L. 2010. Rainwater harvesting in the UK: a strategic framework to enable transition from novel to mainstream. PhD thesis, University of Exeter. 392 s + liitteet.

9. TULVARISKIEN HALLINTA JA TULVAREITIT

Harvoin toistuvien rankkasateiden aiheuttamat tulvimiset johdetaan mahdollisimman hallitusti tulvareiteille. Tulvivan veden käsittelylle ei voida varata riittävästi tilaa kaupunkirakenteessa, vaan tavoitteena on ohjata tulvavedet vesistöön pyrkien minimoimaan paitsi ongelmatilanteita alueella liikkujille myös erilaiset rakenteelliset ja ympäristölliset vauriot. Tulvareiteillä on siis oltava riittävä kapasiteetti ja ne on suunniteltava rakenteellisesti voimakasta virtausta kestäviksi.

Nykyisen tulvimisen hallintaan saamiseksi esitettiin linja-autoasemalle johtuvan valuma-alueen pienentämistä alueen itä- ja länsiosista. Vaikutuksia tarkasteltiin mallintamalla ja tulokset on esitetty luvussa 4. Toimenpiteiden lisäksi Paasikiventien yli/ali on esitettävä tulvareitti, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi poraamalla tien ali tulvaputki, rakentamalla ympäristöön sopiva avokanaali tai johtamalla tulvavedet hallitusti tien yli maanpintaa pitkin. (Liite 4).

10. MUIDEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

10.1 Hulevesien hallintatoimenpiteiden ympäristövaikutukset

Alueella on potentiaalia myös luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävänä alueena ja luonnonmukainen hulevesien käsittely voi luoda uusia elinympäristöjä alueen viitasammakolle ja parantaa lepakoiden ruokailumahdollisuuksia alueella (hulevesialtaat/-painanteet).

Viitasammakon elinympäristöön ei voida osoittaa kaivamista yms. muutoksia vaativia hulevesi-ratkaisuja, mutta kohteen läheisyyteen sijoittuvat kosteikot, altaat ja vesi- ja maaekosysteemin vaihtumisyvyshyökkeet, hulevesipainanteet yms. lisäävät osaltaan sammakon elinympäristöä kohteessa ja voivat houkuttaa kohteeseen myös harvinaisia sudenkorentoja.

Lepakoiden elinympäristön kannalta on oleellista vanhojen, mahdollisesti kolollisten puiden säilyminen niille merkityksellisessä elinympäristössä (liite 3). Hulevesialtaat ja kosteikot lisäävät lajille soveltuvien ruokailualueiden ja ravintohyönteisten määrää alueella.

Luontoarvot lisäävät osaltaan alueen omaleimaisuutta, kiinnostavuutta ja houkuttelevuutta alueen käyttäjille. Hulevesisuunnittelun yhteydessä on mahdollisuus vahvistaa näitä monimuotoisuusarvoja kiinnittämällä huomiota hulevesiratkaisujen luonnonmukaisuuteen ja niihin liittyvän vihersuunnittelun soveltuvuuteen monimuotoisuuden kannalta.

10.2 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta

Uusien kaava-alueiden rakentuessa on kiinnitettävä huomioita rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaan. Rakentamisen aikaisten hulevesien haitta-ainekuormitus on moninkertainen normaaliin verrattuna, erityisesti kiintoaineen osalta. Rakentamisesta aiheutuvan kuormituksen on arvioitu kestävän noin 1,5 vuotta: juuri valmistuneiden alueiden hulevesihuuhtouma on vanhempia alueita suurempi, koska kasvillisuus puuttuu tai on vielä nuorta (Vakkilainen et al. 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta, Suomen ympäristö 776, Ympäristönsuojelu). Hulevesien hallintarakenteet tulisi rakentaa hyvissä ajoin ennen muuta rakentamista, mieluiten niin, että niihin ehtii kehittymään kasvillisuutta. Nykyisten uomien yhteyteen rakennettavien hallintarakenteiden rakentamisessa on pyrittävä kiintoainekuorman vähentämiseen esimerkiksi puhkaisemalla yhteys nykyiseen uomaan vasta painanteen valmistuttua tai huolehtimaan kiintoainekuorman vähentämisestä tilapäisellä pohjapato / suotopato-tyyppisellä ratkaisulla. Huleveden laatuun voidaan kiinnittää huomioita myös valitsemalla louhintaan vähän nitraattia sisältäviä räjähteitä.

10.3 Kustannukset

Avointen hulevesijärjestelmien rakentaminen on yleensä edullisempaa kuin hulevesiviemäriverkostojen, mutta niiden ylläpitokustannukset ovat yleensä korkeammat. Avoimet rakenteet vaativat myös yleensä enemmän toimivuuden seurantaa, mikä toisaalta on yksinkertaista rakenteiden avoimuuden takia. Järjestelmän suunnitteluvaiheessa on siten erittäin tärkeää tarkastella järjestelmää myös ylläpidon kustannustehokkuuden sekä rakenteiden helppohoitoisuuden, ylläpidettävyyden ja ylläpidon elinkaaren näkökulmista. Ylläpidon kustannusten suuruusluokan on esimerkiksi Malmön Augustenborgin rakennettujen lammikoiden osalta kuvattu vastaavan perennaistustusten hoidon kustannuksia (Söderblom, 2004). Weiss ym. (2005) ovat puolestaan esittäneet Yhdysvalloissa toteutettujen biosuodatusrakenteiden vuosittaisten ylläpitokustannusten olevan n. 1-11 % rakentamiskustannuksista.

Avoimet hulevesijärjestelmät voivat uusilla alueilla osittain korvata hulevesiviemäriverkostoa tai pienentää rakennettavan verkoston mitoitustarpeita. Jo rakennetuilla alueilla avoimilla järjestelmillä voidaan helpottaa olevan viemäriverkoston kapasiteettiongelmia tai vähentää järjestelmän laajentamis- tai uusimistarpeita.

Avoimen järjestelmän pinnat ja rakenteet ovat näkyvä osa ulkoympäristöä ja ne voidaankin usein suunnitella monikäyttöiseksi osaksi toiminnallista ympäristöä. Tällöin niiden ylläpitokustannukset siirtyvät osaksi ulkoympäristön ylläpitoa. Avoimen järjestelmän rakenteilla on myös muita, taloudellisesti vaikeammin mitattavia hyötyjä, kuten luonnon monimuotoisuuden edistäminen, positii-

viset vaikutukset kasvillisuuteen ja pienilmastoon sekä elämyksellisyys, esteettisyys ja virkistyskäyttö.

Valuma-alueen pienentäminen vaatii uusien putkien rakentamista ja vanhojen putkilinjojen viettosuunnan muuttamista. Arvio valuma-alueen muutosten edellyttämistä putkien rakentamisesta ja saneeraamisesta aiheutuvista kokonaiskustannuksista on esitetty taulukossa 10.1.

Kuva 10.1 Arvioitu kustannuksia valuma-alueen muutoksista aiheutuvista putkien rakentamisesta ja saneerauksesta.

Käännettävä valuma-alueen osa	Arvioitu pituus (jm)	Putken halkaisija (mm)	Arvioitu yksikköhinta (€/jm)	Kustannus (€)
Läntinen	320	400...500	600	192 000
Itäinen	500	400...500	600	300 000

Tulvareiteiksi esitettyjen vaihtoehtojen kustannuksista tulvapatken rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia on arvioitu taulukossa 10.2.

Arvioitu tulvapatken pituus (jm)	Arvioitu yksikköhinta (€/jm)	Kustannus (€)
55	3000...4000	165 000...222 000

Tulvapatkivaihtoehdossa tulvareitti voidaan toteuttaa putkena koko matkalta Paasikiventien pohjoispuolelta Vanajaveteen tai avata tulvareitti rakennetuksi uomaksi Paasikiventien eteläpuolelta. Rakennettu uoma edellyttää kevyenliikenteen sillan rakentamista rannan kevyenliikenteenväylälle.

Tulvareitin kustannuksia kokonaan rakennettuna uomana, esimerkiksi alikulun yhteydessä, ei ole eritelty tässä, koska kustannukset liittyvät oleellisesti alikulun rakennuskustannuksiin.

11. JATKOSUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA ASIOITA

11.1 Suunnittelualueen osa-alueet

Luvussa 6 on esitetty suunnittelualueen eri osa-alueille myös niissä jatkosuunnittelussa huomioitavia asioita.

11.2 Topografia

Jatkosuunnittelussa on otettava huomioon topografian, esimerkiksi ranta-alueen tasaisuuden vaikutukset hulevesien painovoimaiseen johtamiseen ja padottumiseen.

11.3 Geotekniikka

Suunnittelualueen maaperä on pääosin on lähes kokonaan entistä Vanajaveden pohjaa. Nykyisellään maan pinnassa on täyttömaita (sora, hiekka, louhe) n. 1-5 metrin paksuudelta. Tutkimuksen maastohavaintojen perusteella alueen täytön alapuolinen perusmaa on turvetta, silttiä ja savea. Useimmissa pisteissä on todettu 1 metrin paksuinen turvekerros n. 2-4 metrin syvyydellä. Alueella todettiin paikoin orsivettä erityisesti Vanajaveden läheisyydessä n. 2 - 2,5 metrin syvyydellä. Orsivesi on täyttömaassa yhteydessä Vanajaveteen ja orsiveden pinnan taso noudattaa Vanajaveden pinnantason vaihteluita. Maaperätutkimuksessa pilaantunutta maata tai jätetäytettä on todettu 19 / 53 näytepisteessä.

Hulevesien hallintarakenteiden jatkosuunnittelussa on selvitettävä millaisia geoteknisiä vaatimuksia (esim. luiskakaltevuus, perustaminen) maaperä edellyttää, jotta hulevesien hallintarakenteet toimivat tarkoituksen mukaisesti. Myös pilaantuneet maat on huomioitava.

11.4 Maanalaiset johtolinjat

Jatkosuunnittelussa on tarkistettava nykyään tiedossa olevien maanalaisten johtolinjojen sijainti. Lisäksi on varmistettava nykyisten linjojen mahdolliset siirtämissuunnitelmat ja uusien linjojen siirtäminen hulevesisuunnitelmaan nähden. Hulevesien hallintajärjestelmät on suunniteltu sijain-

niltaan ja muodoltaan suuntaa-antaviksi eikä niiden takia ei ole tarkoituksenmukaista siirtää johtolinjoja.

11.5 Tulvareitit

Jatkosuunnittelussa on tärkeää merkitä alueelliset tulvareitit selkeästi kaavaan, jotta ne voidaan ottaa huomioon myös myöhemmissä suunnittelu- ja toteutusvaiheissa. Mikäli suunnitelmassa esitetyille tulvareiteille tullaan rakentamaan jotain, joka estää veden kulun, on tulvareitti suunniteltava uudelleen.

11.6 Hulevesijärjestelmän toiminnan ja ylläpidon vastuut

Suunniteltaessa ja toteutettaessa eri alueille (korttelialueet, kadut, aukiot, puistot ja viheralueet) sijoittuvista avoimista hulevesien hallintarakenteista ja hulevesiviemäröinnistä muodostuvaa hulevesijärjestelmää on tärkeää varmistaa järjestelmän toimivuus kokonaisuutena sekä määritellä järjestelmän eri osia hallinnoivien ja ylläpitävien tahojen vastuut, velvollisuudet ja toimintatavat.

12. YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli laatia Engelinrannan kaava-alueelle kestävän kehityksen periaatteiden mukainen, innovatiivisia ja ekologisia menetelmiä sisältävä hulevesiselvitys. Tulevaisuudessa monimuotoista asumista sisältävän alueen halutaan liittyvän saumattomasti nykyiseen kaupunkirakenteeseen ja noudattavan kestävän kehityksen periaatteita.

Suunnittelualue on pääosin kaupunkimaista aluetta, jonka hulevedet kulkevat hulevesiverkossa. Alueella on erityisiä tulvariskikohteita, jotka ovat tulvineet jo vuosia, erityisesti nykyinen Engelinrannan alue sekä viereiset Paasikiventie ja linja-autoaseman pysäköintialue tulvivat toistuvasti rankkasateella. Aikaisemmassa selvityksessä (2012) suositeltiin parantamistoimenpiteinä päälinjan puhdistamista hiekasta ja kapasiteetin lisäämistä rakentamalla erillinen ylivuotoputki Paasikivientien alitse. Tässä suunnitelmassa tulvimisen hallitsemiseksi esitettiin myös valuma-alueen pienentämistä kääntämällä esimerkiksi linja-autoaseman hulevesilinjat itään ja tulvareittiä Paasikivientien yli tai ali.

Suunnittelualue jaettiin huleveden hallinta- ja käsittelytavoitteiden osalta kolmeen osa-alueeseen: Paasikivientien pohjoispuolella olevaan osaan, Paasikivientien katualueeseen sekä Engelinrannan alueeseen. Osa-alueilla on erotettu laadultaan erilaisina hulevesijakeina kattovedet, liikennöityjen päällystettyjen alueiden hulevedet sekä muiden päällystettyjen alueiden hulevedet. Osa-alueille ja hulevesijakeille on määritelty hallinta- ja käsittelytavoitteet sekä kuvattu suositeltavia huleveden hallintamenetelmiä sekä menetelmistä muodostuvia huleveden hallintamenetelmäkettuja (treatment train).

Jatkosuunnittelussa on huomioitava alueen topografia, geotekniset ominaisuudet, maanalaiset johtolinjat ja tulvareitit sekä hulevesijärjestelmän toiminnan ja ylläpidon vastuut.

LÄHTEET:

Hämeenlinna, 2012. Hämeenlinnan keskustan liikenneselvitys, raportti 2012. 41 s.

Jutila, H. 2009. Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia. Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 1. 45 s + 10 s. liitteitä.

Pöyry, 2013. Hämeenlinnan kaupunki – Engelinrannan maaperä- ja pohjavesitutkimus sekä riskiarvio. Raportti 15.8.2013. 31 s.

Sänkiahö ja Sillanpää (toim.), 2012. Taajamien hulevesihaasteiden ratkaisut ja liiketoimintamahdollisuudet. Stormwater-hankkeen loppuraportti. Aalto yliopisto. ISBN 978-952-60-4555-9 (pdf). 54 s.

Söderblom, P. 2004. Skötsel av det öppna dagvattensystemet i Augustenborg. Augustenborgs Botaniska Takträdgård, Publikation nr. 008. International Green Roof Institute. 24 s.

Weiss, P.T., Gulliver, J.S. ja Erichson, A.J. 2005. The cost and effectiveness of stormwater management practices. MN/RC -2005-23. Final report. 103 s.