

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

NEYTES14

2017

Jussi Kukkonen

TALOYHTIÖIDEN PYSÄKÖINTIALUEIDEN HULEVESIEN LUONNONMUKAINEN HALLINTA

Jussi Kukkonen

TALOYHTIÖIDEN PYSÄKÖINTIALUEIDEN HULEVESIEN LUONNONMUKAINEN HALLINTA

Kaupunkien laajeneminen ja tämän myötä kovien pintojen alueellinen merkittävä lisääntyminen aiheuttavat kriittisen tarpeen hulevesien turvalliselle ja ekologiselle hallitsemiselle. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan pääajatuksena on maksimoida veden luonnollinen kiertokulku pohjaveden ylläpitämiseksi ilman, että siitä aiheutuu vaaraa lähetyvillä sijaitseville rakennuksille, teille ja muulle infrastruktuurille. Hulevesien luonnonmukainen hallinta onkin jatkuvaa tasapainoilua luonnollisen kiertokulun ylläpitämisen ja riittävän maaperän kuivatuksen välillä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään erilaisiin hulevesien luonnonmukaisiin hallintamenetelmiin, joita voidaan hyödyntää taloyhtiöiden pysäköintialueiden hulevesien hallinnassa. Pysäköintialueilla on, olivat ne maanvaraisia avopaikkoja tai pysäköintihalleja, paljon kovia, vettä läpäisemättömiä pintoja ja kerryttävät täten suuria vesimääriä. Etenkin kovien sadejaksojen seurauksena suuret vesimäärät voivat aiheuttaa vakavia vaurioita läheiselle rakennetulle ympäristölle. Suoraan pois viemäroity hulevesi voi aiheuttaa tulvimista viemärin rajallisen kapasiteetin vuoksi. Toisaalta suuret vesimäärät ovat sellaisenaan uhka aiheuttamaan kosteusvaurioita ympäröiville rakennuksille. Huolellisesti suunniteltu hulevesien hallintajärjestelmä ehkäisee tulvilta, ylläpitää pohjaveden tason ja suojelee ympäröivää infrastruktuuria.

Luonnonmukaiset käsittelyvaihtoehdot jaetaan neljään kategoriaan, jotka ovat johtaminen, imeyttäminen, viivyttäminen ja kosteikkokäsittely. Jokainen kategoria erilaisine sovelluksineen esitetään esimerkkien avulla. Lisäksi jokaisen vaihtoehdon toimivuuteen vaikuttaa useampi tekijä, kuten vallitseva ympäristö, kaavoitus, pohjavesi ja maaperän koostumus, jotka otetaan esittelyssä huomioon.

ASIASANAT:

Hulevesien hallinta, hulevesi, imeyttäminen, viivyttäminen.

Jussi Kukkonen

NATURAL STORMWATER MANAGEMENT IN CARPARKS OF CONDOMINIUMS

The urbanization and locally increasing number of hard surface areas generate a critical need for safe and ecological storm water management. The main goal in natural storm water management is to maintain the natural circulation of water and the level of groundwater without endangering surrounding buildings, roads and other parts of infrastructure. Storm water management is constant balancing between maximizing the natural circulation of water and efficient drainage of the soil.

The objective of this thesis is to introduce options of storm water management that can be utilized in car parks of condominiums. A car park – whether it is a ground level or multi-storey car park - consists of a lot of hard surfaces which are not water permeable. Especially during heavy rain water may cause serious damage to the surrounding infrastructure. Excessive drainage may cause floods because of limited capacity of the drainage system. On the other hand, if the drainage is defective, rain water may also cause water damage to the surrounding infrastructure. A carefully implemented storm water management plan prevents floods, maintains the groundwater level and protects surrounding infrastructure.

There are four methods that can be utilized in the urban runoff management: conduction, detention, infiltration and wetland treatment. Different kind of variations of these four methods are described with examples in this thesis since surrounding environment, planning, groundwater and composition of soil, for example, have an impact on the reliability and functionality of the methods.

KEYWORDS:

Storm water management, storm water, detention, infiltration

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ HULEVESIEN HALLINNASTA	9
3 HULEVESIEN KÄSITTELYVAIHTOEHDOT PYSÄKÖINTIALUEILLA	11
3.1 Johtaminen	12
3.2 Imeyttämismenetelmät	15
3.3 Viivytysmenetelmät	25
3.4 Kosteikkokäsittely	27
4 HULEVESIEN HALLINTARATKAISUIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	29
4.1 Ympäristön luomat mahdollisuudet ja rajoitteet	29
4.2 Mitoitusvirtaama	31
4.3 Hiekan- ja öljynerotusjärjestelmä	32
4.4 Yhteenveto huomioitavista tekijöistä	36
4.5 Mitoitusesimerkkejä	38
5 ESIMERKKIKOHDE	41
5.1 Lähtötiedot	41
5.2 Hulevesien hallinnan suunnittelu	42
5.3 Hulevesien hallinnan toteutus	43
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	49
LÄHTEET	51

KAAVAT

Kaava 1. Imeyttämispinnan mitoitusperiaate (Kuntaliitto 2012, 155).	17
Kaava 2. Mitoitusvirtaaman laskentatapa (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 7).	32
Kaava 3. Viivytyksaltaan koon mitoitus. (Kuntaliitto 2012, 156).	40

KUVAT

Kuva 1. Huleveden johtaminen avo-ojaan (Ilmastonkestävä kaupunki 2014, 20).	13
Kuva 2. Uponorin hulevesitunneli (Uponor 2016).	15
Kuva 3. Maanpäällinen imeytysallas (Vakkilainen ym. 2005, 67).	18
Kuva 4. Maanalainen imeytysallas (Vakkilainen ym. 2005, 68).	19
Kuva 5. Hulevesikasetin rakenne (Uponor 2016).	20
Kuva 6. Vihreän katon rakenne (Philadelphia Water 2012).	22
Kuva 7. Vettä läpäisevän päällysteen rakenne-esimerkki (Maisemabetoni).	24
Kuva 8. Muovista valmistettu viivytyksallas. (Advanced Plastics and Design 2013).	26
Kuva 9. Lappeenrannan Sammonlahdessa sijaitseva hulevesikosteikko (Lukkari 2015).	28
Kuva 10. Talokaivon EPO NS20 öljyn- ja bensiininerotuskaivo (Talokaivo 2016).	36
Kuva 11. Pysäköintialueen lounaiskulmassa sijaitseva biosuodatuspainanne (Hulevesisuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).	45
Kuva 12. Osakopio kattamattoman yksitasoisen alueen hulevesien hallintasuunnitelmasta (Hulevesisuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).	46
Kuva 13. Tontin luoteiskulmassa sijaitseva biosuodatuspainanne ja ylivuotoliitoskohta (Hulevesisuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).	47

TAULUKOT

Taulukko 1. *Huleveden käsittelymenetelmien vaikutustavat (Vakkilainen ym. 2005, 66).	12
Taulukko 2. Maalajien vedenläpäisevyys (Uponor 2012, 3).	31
Taulukko 3. Hiekanerotuskaivon mitoitusperiaate (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 6).	34
Taulukko 4. Öljynerottimen valintaperusteet (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 6).	35
Taulukko 5. Pysäköintialueiden ja -hallien hulevesiratkaisuihin vaikuttavat tekijät	37
Taulukko 6. Uponorin hulevesikasetin tekniset tiedot (Uponor 2012, 4).	39
Taulukko 7. Alkuperäisen tontin hulevesien muodostuminen (Hulevesien hallintasuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).	42

Taulukko 8. Suunnitellun pysäköintihallin huleveden muodostuminen.	43
Taulukko 9. Viemäriputken vähimmäiskaltevuuden suhde viemäriputken halkaisijaan ja mitoitusvirtaamaan (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 7).	44

1 JOHDANTO

Asumisen keskittyessä yhä enemmän suuriin kaupunkeihin, kuten Helsinkiin, Tampereelle, Ouluun ja Turkuun, vähenevät luonnontilaiset ja viheralueet merkittävästi tiheimmin rakennetuilla alueilla. Kovia, vettä läpäisemättömiä pintoja rakennetaan paljon, minkä seurauksena veden luonnollinen kiertokulku häiriintyy. Hulevedet päätyvät kaivojen kautta viemäriverkoston, jota pitkin edelleen pois alueelta, eikä luonnonmukaista imeytymistä pääse tapahtumaan. Luonnonmukaisen veden kiertokulun katketessa maaperän ominaisuudet muuttuvat ja pohjaveden muodostuminen voi häiriintyä. Lisäksi viemäriverkostot ovat usein alimitoitettuja nykyisin muodostuville virtaamahuipuille. Tämän seurauksena paikalliset tulvat, joista on lukuisia esimerkkejä viime vuosilta, aiheuttavat mittavia vahinkoja.

Vanhimmat kaupunkien viemäriverkostot ovat niin sanottuja sekaviemäreitä, joissa kulkee sekä jäte- että hulevesi. Sekaviemäreihin päätyvä hulevesi päätyy turhaan jätevedenpuhdistamoille, joissa se aiheuttaa häiriötä puhdistustoimintaan, sillä puhdistettavan veden ravinnepitoisuudet vaihtelevat merkittävästi huleveden määrästä riippuen. Huleveden turha puhdistus kuluttaa huomattavan määrän energiaa ja kemikaaleja, joka olisi täysin mahdollista välttää huolellisella suunnittelulla. Lisäksi rankkasateiden aikana sekaviemäreihin suoraan johdetut hulevedet aiheuttavat huomattavia virtaamahuippuja, joiden käsittelemiseen vesilaitoksilla ei ole resursseja. Puhdistamatonta jätevettä on pakko purkaa ylivuotoreittejä pitkin ohi puhdistusprosessin, jolloin sitä päätyy ympäristöön.

Suomen lainsäädäntö vaatii nykyisin, että hulevedet tulee pyrkiä käsittelemään niiden syntypaikoilla, mikäli mahdollista, eikä johtaa suoraan viemäriverkoston, jotta edellä mainitut ongelmat pystyttäisiin minimoimaan. Suuret pysäköintialueet ovat toisaalta haasteellisia hulevesien hallinnan kannalta suuren vettä läpäisemättömän pinta-alan vuoksi. Toisaalta suuri pinta-ala mahdollistaa erilaisten hulevesien luonnonmukaisten käsittelymenetelmien hyödyntämisen tehokkaasti ja laaja-alaisesti.

Tässä opinnäytetyössä esitetään erilaiset luonnonmukaiset hulevesien käsittelymenetelmät, joita taloyhtiöt voivat hyödyntää pysäköintialueiden hulevesien hallinnassa. Erilaiset ratkaisut hulevesien paikalliseksi hallitsemiseksi olosuhteet huomioiden esitellään kattavasti esimerkkien avulla. Lisäksi perehdytään lainsäädäntöön hulevesien hallinnasta ja

taloudelliseen näkökulmaan, jotka on otettava aina huomioon erilaisia ratkaisuja suunniteltaessa.

Opinnäytetyössä hyödynnetään esimerkkitapausta kolmen taloyhtiön yhteistä pysäköintihallia, johon olen tehnyt Suunnittelulinja Finland Oy:n työntekijänä hule- ja jätevesiviemäritsuunnitelmat yhteistyössä kohteen geosuunnittelijan kanssa. Suunnittelulinja Finland Oy toimii myös tämän opinnäytetyön toimeksiantajana.

2 SUOMEN LAINSÄÄDÄNTÖ HULEVESIEN HALLINNASTA

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan termillä hulevesi tarkoitetaan maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muulle pinnalle kertyvää sade- tai sulamisvettä.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet seuraavasti:

”Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on:

- 1) kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella;
- 2) imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla;
- 3) ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä; ja
- 4) edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin”. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014.)

Kiinteistön omistaja on velvollinen huolehtimaan hulevesien hallinnasta tontilla, jolla kiinteistö sijaitsee. Kiinteistöt, jotka sijaitsevat kunnan päättämän vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröinnin alueella, on liitettävä laitoksen hulevesiviemäriin. Kunnan määräämä viranomaisen osoittaa kiinteistön välittömään läheisyyteen tarpeelliset rajakohdat, jotka jakavat hulevesien hallinnan vastuun kiinteistön omistajan ja kunnan välillä. Lisäksi kunnan määräämä viranomaisen antaa hulevesien hallintaan liittyviä määräyksiä. Tällaisia määräyksiä ovat esimerkiksi liitoskohta ja liitoskorkeus, jossa kiinteistön hulevesiviemäri liitetään kunnan hulevesiviemäriin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014.)

Pysäköintialueiden hulevesiviemäröinnissä on huolehdittava, ettei hulevesi ole liian liikaista, sillä vesihuoltolaitoksella on oikeus kieltäytyä liittämästä kiinteistöä hulevesiviemäriin, mikäli kiinteistöltä johdettavan huleveden laatu vaikeuttaa laitoksen toimintaa. Vesihuoltolaitos voi myös kieltäytyä liittämästä kiinteistöä hulevesiviemäriin, jos huleveden määrä vaikeuttaa laitoksen toimintaa. Määrän hallitsemiseksi erilaiset viivytys- ja imeyttämistoimet ovat usein välttämättömiä. (Vesihuoltolaki 681/2014.)

Imeyttämisratkaisuja suunniteltaessa on otettava huomioon ympäristönsuojelulain asettama pohjaveden pilaamiskielto. Kiellon vuoksi pohjaveden muodostumisalueilla, ei pysäköintialueilta kertyviä hulevesiä tule yleensä imeyttää maaperään. Pienten pysäköintialueiden hulevesiä voidaan imeyttää myös pohjavesialueilla, mikäli varmistutaan huleveden riittävästä puhtaudesta. Esimerkiksi biosuodatuspainanteiden avulla voidaan imeyttää pysäköintialueiden hulevesiä myös pohjavesialueilla, mikäli puhdistusvaikutusta parannetaan esimerkiksi humuspitoisella maa-aineksella ja pintakasvillisuudella (Kuntaliitto 2012, 83). Imeyttämismenetelmät osoittautuvat usein haastaviksi tai jopa mahdottomiksi ratkaisuksi pohjavesialueilla, jonka vuoksi niiden hyödyntäminen on rajallista. Pohjaveden muodostumisalueiden ulkopuolella voidaan useimmiten imeyttää pysäköintialueiden hulevesiä, mutta tällöinkin on varmistuttava riittävästä hiekan- ja öljynerotusasteesta, jotta öljyä ja muita haitallisia aineita ei pääse imeytymään maaperään. Imeyttämismenetelmiä hyödynnettäessä, on hulevesijärjestelmä varustettava riittävän tehokkailla erotinkaivoilla ja kaivolla, josta erotinkaivojen toimivuus voidaan varmistaa (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma). Usein käytetään erillistä näytteenottokaivoa, mutta jos kaivoja on muutenkin paljon, voidaan esimerkiksi pumppaamokaivoa hyödyntää näytteenottokaivona. Erotin- ja näytteenottokaivoihin perehdytään luvussa 4.3.

Koska pysäköintialueilla on paljon vettä läpäisemättömiä pintoja, kasvavat viemäreihin kulkeutuvat vesimäärät suuriksi. Mikäli huleveden määrä vaikeuttaa kunnan vesihuoltolaitoksen toimintaa, on erilaisia viivytyksratkaisuja hyödynnettävä hulevesien käsittelyssä (Vesihuoltolaki 681/2014). Viivytyksmenetelmät esitetään luvussa 3.3.

3 HULEVESIEN KÄSITTELYVAIHTOEHDOT PYSÄKÖINTIALUEILLA

Pysäköintialueiden huleveden laatua ei ole juurikaan tutkittu Suomessa. Tutkimukset ovat keskittyneet enemmän maanteiden ja kaupunkialueiden hulevesien laatuihin. Tutkimuksissa on kuitenkin nähtävissä tekijöitä, joilla voidaan olettaa olevan suoraa vaikutusta myös pysäköintialueiden huleveden laatuun. Tekijöitä ovat sademäärä, lämpötila, liikennemäärä. Pitkäkestoinen sade parantaa huleveden laatua, sillä se huuhtoo epäpuhtauksia pysäköintialueen pinnalta mukanaan. Täten hulevesi on likaisimmallaan sateen alkuvaiheessa ja huleveden laatu paranee sateen pitkittyessä. Mitä pidempi kuiva ajanjakso on edeltänyt sadetta, sitä likaisempaa hulevesi on sateen alkuvaiheessa, sillä pysäköintialueen pinnalle on kertynyt epäpuhtauksia pidemmän aikaa. Maanteiden huleveden laadussa lämpötilalla on vaikutusta useisiin eri parametreihin, kuten sähkönjohtavuuteen, kloridiin ja natriumiin. Vaikutus selittyy sulanapidolla. Lämpötilan laskiessa pakkaselle aloitetaan teiden suolaus, joka luonnollisesti lisää natrium- ja kloridipitoisuuksia. Suolan lisääntyminen lisää myös huleveden sähkönjohtavuutta. Pysäköintialueilla ei käytetä suolausta sulanapitomenetelmänä, mutta teiden suolauksella voidaan olettaa olevan vaikutusta myös pysäköintialueiden huleveden natrium- ja kloridipitoisuuksiin, sillä maantiesuola kulkeutuu autojen mukana myös pysäköintialueille, etenkin jos pysäköintialue sijaitsee sellaisen tien läheisyydessä, jossa suolausta käytetään. Liikennemäärällä on suora vaikutus maanteiden hoitoluokkaan ja täten suolauksen tarpeeseen. Lisäksi pakokaasuista kertyy epäpuhtauksia, kuten ammoniumtyyppiä ja erilaisia PAH-yhdisteitä, jotka vaikuttavat huleveden laatuun. Liikennemäärällä voidaan olettaa olevan myös yhteys pysäköintialueiden huleveden laatuun. Liikennemäärän kasvaessa myös lähteet, jotka tuottavat epäpuhtauksia pysäköintialueelle lisääntyvät. (Inha ym. 2013, 37–39.)

Taulukko 1 osoittaa erilaiset luonnonmukaiset hulevesien käsittelytavat. Tavat jaetaan neljään eri pääkategoriaan, jotka ovat johtaminen, imeyttäminen, viivyttäminen ja kos-teikkokäsittely. Taulukkoon on sisällytetty erilaisten käsittelymenetelmien vaikutustavat hulevesien laadun ja määrän hallinnan parantamiseksi. (Vakkilainen ym. 2005, 66.) Kä-sittelytapoja voidaan toteuttaa lukuisin erilaisin keinoin, joihin perehdytään luvuissa 3.1–3.4.

Taulukko 1. *Huleveden käsittelymenetelmien vaikutustavat (Vakkilainen ym. 2005, 66).

Huleveden käsittelymenetelmä / vaikutus*		Maa- ja pohjavesivarastojen ylläpitäminen	Virtaamahui-pujen pienentäminen	Viipymän lisääminen	Kiintoaineen laskeutuminen	Puhdistaminen suodattamalla	Mikrobiologinen puhdistaminen
Johtaminen	Kasvillisuus-painanteet	x	x	x	x	x	x
Imeyttämismenetelmät	Imeytyspinnat / vihreät pinnat	x	x	x		x	x
	Imeytysaltaat	x	x	x	x	x	x
	Maanalainen imeytysrakente	x	x	x		x	x
	Yhdistetty imeytysallas ja -oja	x	x	x	x	x	x
	Läpäisevät päällysteet	x	x	x		x	x
Viivyttäminen	Viivytyksaltaat		x	x	x		x
Kosteikkokäsittely	Kosteikot		x	x	x		x

Kuten taulukosta 1 nähdään, on jokaisella käsittelytavalla erilainen kokonaisvaikutus huleveden laadun ja virtaaman suhteen. Hulevesien hallintajärjestelmä koostuu useasta muuttujasta, joita ovat esimerkiksi järjestelmän koko, huleveden määrä, valuma-alueen pinta-ala ja maaperän koostumus. Erilaisissa olosuhteissa samanlaisen hallintamenetelmän vaikutustapojen tehokkuus voi vaihdella huomattavasti. Tämän vuoksi jokainen hulevesien hallintajärjestelmä on suunniteltava tapauskohtaisesti.

3.1 Johtaminen

Luonnonmukaisissa hulevesien käsittelymenetelmissä johtamisella tarkoitetaan huleveden johtamista sadevesiviemäreiden sijasta kasvillisuuden peittämässä painanteissa tai avo-ojissa tonteilta vastaanottavaan kohteeseen (Vakkilainen ym. 2005, 66). Hulevesi kerätään sadevesikaivojen kautta sadevesiviemäriin, josta se johdetaan purkuputken kautta painanteeseen tai avo-ojaan. Hulevesi voidaan kerätä myös pinnantasausta hyö-

dyntäen pintavaluntana avo-ojiin tai painanteisiin. Painanteessa tai avo-ojassa virratessaan, hulevesi pääsee jatkuvasti kosketuksiin kasvillisuuden ja maaperän kanssa, jonka seurauksena imeytymistä pääsee tapahtumaan. Kasvillisuus ja pinnanmuodot lisäävät viipymää, jolloin myös virtaamahuiput pienenevät. (Ilmastonkestävä kaupunki 2014, 33.)



Kuva 1. Huleveden johtaminen avo-ojaan (Ilmastonkestävä kaupunki 2014, 20).

Haasteena hulevesien johtamisessa painanteissa ja avo-ojissa on eroosio. Etenkin rankkasateiden aikana virtaamahuiput voivat kasvaa niin suuriksi, että virtaava hulevesi aiheuttaa eroosiota painanteiden ja avo-ojien reunoihin. Riittävä kasvillisuus painanteiden ja avo-ojien reunoilla auttaa hillitsemään eroosiota, sillä kasvien juuret sitovat maata juurillaan (Vakkilainen ym. 2005, 66.) Kunnan ympäristö- ja kaavoitusvirasto saattaa vaatia hulevesiselvityksen, josta ilmenee huleveden mitoitusvirtaama ja suunnitellut ratkaisut hulevesien hallinnasta. Mikäli viranomainen toteaa virtaaman liian suureksi, erilaiset viivyttämiskäytännöt tulevat tarpeelliseksi. Viivyttämiseen perehdytään luvussa 3.3.

Johtaminen on melko yleisesti käytetty hulevesien hallintamenetelmä. Esimerkiksi Turun Jaanin ja sen lähiympäristön kiinteistöjen hulevedet johdetaan tonteilta viemäreitä pitkin Jaaninojaan, josta hulevedet kulkeutuvat edelleen Aurajokeen ja Itämereen (Ilmastonkestävä kaupunki 2012-2014, 84–87). Kyseinen menetelmä ei kuitenkaan ole välttämättä ympäristön kannalta toimiva ratkaisu. Jos suurelta alueelta kerätään hulevesiä ja johdetaan kaikki hulevedet ilman viivytyks- tai imeyttämiskäytännöjä suoraan Jaaninojan tapaiseen kaupunkipuroon, aiheuttaa hulevesi etenkin rankkasateiden aikana merkittäviä pinnankorkeuden ja virtaamamuutoksia kaupunkipurossa. Nopeat ja rajut muutokset puron virtaamassa aiheuttavat eroosiota puron reuna-alueilla. Lisäksi suuret muutokset pinnankorkeudessa voivat aiheuttaa tulvatilanteita puron läheisyydessä. Pahimmillaan

kyseinen tapa on lähinnä ongelman siirtämistä paikasta toiseen, eikä täten ole kovin toimiva ratkaisu. Hulevesikertymien pysyessä kohtuullisena ja hyödynnettäessä tarpeellisia lisämenetelmiä, kuten imeyttämistä, on johtaminen kuitenkin toimiva ja varteenotettava ratkaisuvaihtoehto hulevesien hallitsemiseksi. Hulevesien johtaminen avo-ojissa tai painanteissa vaatii suotuisat olosuhteet erityisesti tontin ulkopuolella. Mikäli tontin läheisyydessä ei ole suotuisaa avo-ojaa tai painannetta, jota pitkin hulevesi pääsee virtaamaan vastaanottavaan kohteeseen, on käsittelyssä käytettävä muita menetelmiä.

Johtaminen voidaan toteuttaa myös maanalaisesti. Kuvassa 2 on esitetty hulevesitunneli, jota voidaan hyödyntää maanalaisessa hulevesien johtamisessa. Hulevesitunneli on pohjastaan avoin, maan alla kulkeva tunneli, jonka ympärille levitetään suodatinkangas, jotta tunneli ei pääse täyttymään maa-aineksella. Esimerkiksi Uponor valmistaa hulevesitunnelimoduuleja, joista voidaan koota sopiva kokonaisuus hulevesien hallitsemiseksi.



Kuva 2. Uponorin hulevesitunneli (Uponor 2016).

Hulevesitunnelia käytetään perinteisesti pienempien kohteiden, kuten omakotitalojen hulevesien imeyttämiseen ja varastointiin, mutta sitä voidaan hyödyntää myös osana suurempien kohteiden hulevesien hallintaa. Hulevesitunneli on pohjasta avonainen, joten vesi imeytyy tunnelin alle asetetun suodatinkankaan läpi. Imeytymättä jäänyt vesi johdetaan tunnelia pitkin pois alueelta. (Uponor 2016.)

3.2 Imeyttämismenetelmät

Perusajatuksena imeyttämisesssä on saattaa hulevesi kosketuksiin maaperän kanssa. Huleveden viipyessä tarpeeksi kauan kosketuksissa maan kanssa, hulevesi imeytyy

maaperään ja sitä kautta pohjaveteen. Pohjavesivarastojen ylläpitämiseksi imeyttäminen on erityisen tärkeää pohjavesialueilla, joissa on paljon vettä läpäisemättömiä pintoja. Toisaalta pohjavesialueilla on varmistuttava imeytettävän huleveden puhtaudesta, sillä ympäristönsuojelulaki kieltää pohjaveden pilaamisen. Tämän takia likaisimpia, esimerkiksi pysäköintitasoilta kerättyjä, hulevesiä, ei useimmiten voida imeyttää pohjavesialueilla. Pienien pysäköintialueiden hulevesiä voidaan useimmiten imeyttää myös pohjaveden muodostumisalueella käyttämällä biosuodatuspainanteita, joissa suodatusta tehostetaan esimerkiksi humuspitoisella pintamaalla ja riittäväällä pintakasvillisuudella. (Kuntaliitto 2012, 83.)

Maaperän koostumus on erittäin ratkaiseva tekijä imeyttämismenetelmien toimivuuden kannalta, joten maaperätutkimuksen teettäminen on tärkeää imeyttämiskäytännön suunniteltaessa. Esimerkiksi paljon savea sisältävä maaperä pidättää hyvin vedestä haitallisia aineita, mutta imeytyminen on hidasta. Tämän vuoksi savipitoisessa maaperässä imeyttäminen on haastavaa, usein jopa mahdotonta. Myös imeyttämiskentän läheisyydessä oleva infrastruktuuri saattaa vaikuttaa imeyttämismenetelmien turvallisuuteen. Jos ei voida varmistua siitä, että imeyttäminen ei aiheuta kiinteistöille, teille tai muille ympäröiville kohteille rakenteellisia tai muunlaisia vahinkoja, ei imeyttämismenetelmiä kannata hyödyntää.

Imeyttämispinnat / vihreät pinnat

Imeyttämispinnat ja vihreät pinnat ovat yksinkertaisin tapa imeyttää hulevettä. Hulevesi johdetaan nurmikolle, tai muuta vettä läpäisevälle pinnalle, josta se imeytyy hiljalleen maaperään. Virratessaan kasvillisuuden peittämällä pinnalla hulevedestä kiinnittyy kiinnitainetta kasveihin sekä maapartikkeleihin ja maaperän mikrobitoiminta vaikuttaa puhdistavasti huleveden laatuun. (Vakkilainen ym. 2005, 67.)

Pysäköintialueilla näin yksinkertainen ratkaisu ei välttämättä ole mahdollinen, sillä riittävän suurta viheraluetta ei ole useinkaan mahdollista sijoittaa tontille, jotta pysäköintitila saadaan maksimoitua ja tontti hyödynnettyä mahdollisimman suurin osin pysäköintiin.

Imeyttämispinnan mitoitus riippuu käytettävästä täytemateriaalista. Mitoitusperiaatteen mukaan mitoitusvesimäärän on mahduttava imeyttämispinnan huokostilaan. Mitoitus voidaan suorittaa seuraavalla kaavalla:

$$h = \frac{\left(\frac{V_{mit}}{n}\right)}{A_p} \quad (1)$$

Kaava 1. Imeyttämispinnan mitoitusperiaate (Kuntaliitto 2012, 155).

Kaavassa 1 h on imeyttämispinnan kerrospaksuus (m), V_{mit} on mitoitusvesimäärä (m^3), A_p on imeyttämispinnan pinta-ala (m^2) ja n on täytemateriaalin huokostilavuus. Esimerkiksi kiviaineksen huokostilavuus vaihtelee 0.25:stä 0.30:een. Tällöin esimerkiksi käytettäessä metrin syvistä imeyttämispintaa ja mitoitusvesimäärän ollessa $30 m^3$, tulisi imeyttämispinnan pinta-alaksi noin $110 m^2$ ja tilavuudeksi $110 m^3$.

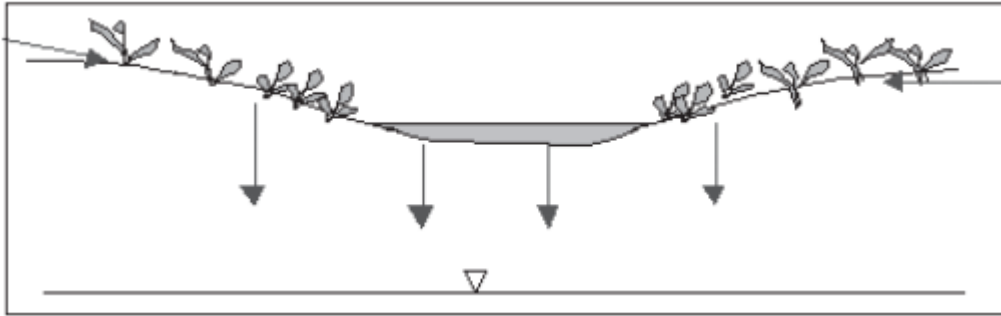
Imeyttämis- ja vihreitä pintoja ei kuitenkaan tule unohtaa harkittaessa ratkaisuja hulevesien hallitsemiseksi. Pienetkin viheralueet tai muut imeyttämispinnat auttavat ylläpitämään veden luonnollista kiertokulkua ja pienentävät huleveden aiheuttamaa kuormitusta viemäreille. Lisäksi etenkin viheralueet luovat esteettistä lisäarvoa ja parantavat ihmisten viihtyvyyttä.

Imeytysaltaat

Imeytysaltaat ovat maanpinnalla olevia syvennyksiä tai maanalaisia rakenteita, joihin hulevesi ohjataan. Vesi varastoituu altaaseen, josta se imeytyy hiljalleen maahan. Maan pinnalla olevat altaat ovat tyypillisesti 20–30 cm syviä, kasvillisuuden peittämiä syvennyksiä. Kasvit ovat tärkeässä roolissa imeyttämisen tehostamisessa sekä veden puhdistumisessa. Kasvien juuret pitävät maaperän huokoisena, jonka seurauksena imeytymisen nopeutuu. Lisäksi kasvit pidättävät hulevedestä ravinteita. (Vakkilainen ym. 2005, 67.)

Maan päälle sijoitettavaa imeytysallasta ei usein kannata rakentaa pysäköintihallin tontille, sillä allas vie pinta-alaa, joka voitaisiin hyödyntää pysäköintiin tai muuhun tarkoitukseen. Mikäli tontin läheisyydessä on imeytysallas, johon muiden kiinteistöjen ja tonttien hulevesiä johdetaan, kannattaa sen hyödyntämisen mahdollisuudet selvittää. Esimerkiksi Vantaan Keimolan entisen moottoriradan läheisyyteen rakennettavien uusien kiinteistöjen hulevedet johdetaan pääosin avo-ojia hyödyntäen läheisyydessä sijaitsevalle Isosuolle. Suon hydrologinen tasapaino saadaan säilytettyä ja suo toimii myös imeytysaltaana kiinteistöjen hulevesille. (Kuntaliitto 2012, 69.)

Kuvassa 3 on havainnollistettu maanpäällisen imeytysaltaan toimintaperiaate. Altaasta ympäröivä kasvillisuus puhdistaa hulevettä ja hidastaa veden virtaamaa altaaseen. Altaasta osa vedestä imeytyy maaperään ja osa haihtuu ilmakehään. (Vakkilainen ym. 2005, 67.)



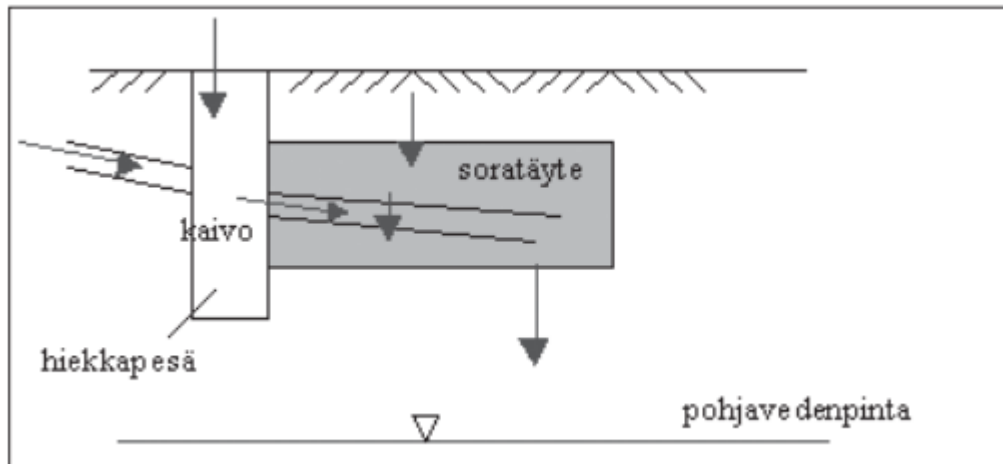
Kuva 3. Maanpäällinen imeytysallas (Vakkilainen ym. 2005, 67).

Etenkin tiheään rakennetussa ympäristössä altaat on varustettava ylivuotoputkilla, jotta vältetään altaan tulvimiselta ja ylivuotava vesi voidaan johtaa hallitusti pois altaasta. Ylivuotoputken käyttäminen ennaltaehkäisee tulvimista alueella ja on täten erittäin tärkeä varustus altaan turvallisen toiminnan kannalta. (Ilmastonkestävä kaupunki 2014, 29.)

Imeytysallas kannattaa sijoittaa maan alle, mikäli maan pinnalla ei ole tilaa tai pintakerros on huonosti vettä läpäisevää (Vakkilainen ym. 2005, 68). Maanalaiset imeyttämiskäytännöt ovat erittäin varteen otettavia vaihtoehtoja suunniteltaessa pysäköintialueiden hulevesien hallintaa. Pysäköintitila saadaan tontilla maksimoitua ja hulevedet imeytettyä pysäköintitason alla. Maanalaiset imeytysaltaat ovat toisaalta melko kalliita, sillä niihin sisältyy paljon kaivamisesta aiheutuvia kustannuksia. Rakenteellisesti maanalaiset imeytysaltaat ovat kuitenkin halpoja, joten kaivamiskustannukset voivat olla hyvä sijoitus. Alas täytetään soralla, joka ympäröidään suodatinkankaalla maa-ainesten sekoittumisen estämiseksi. Hulevesi johdetaan sadevesiviemäriä pitkin altaaseen, josta vesi suodattuu ympäröivän soratäytteen läpi maaperään. (Ilmastonkestävä kaupunki 2014, 30.)

Kuvassa 4 on esitetty maanalaisen imeytysaltaan rakenne. Hulevesi johdetaan viemäriputkea pitkin kaivon kautta imeytysaltaaseen. Kaivo olevan hiekkapesän tarkoituksena on laskeuttaa kiintoaineita kaivon pohjalle, jotta kiintoaineksen kulkeutuminen soratäytteen imeytysaltaaseen voitaisiin estää. Imeytysaltaassa kiintoaineet pienentävät altaan tyhjättilaa, jolloin imeytyspinta-ala pienenee. Kaivo on toisaalta yksi huoltokohde lisää kiinteistölle, mutta kaivon hiekkapesän tyhjentäminen on huomattavasti halvempaa

ja helpompaa kuin maan alla sijaitsevan imeytysaltaan esiin kaivaminen ja puhdistaminen. Kaivosta hulevesi puretaan imeytysaltaaseen, josta se imeytyy maaperään. Myös maanalaiset imeytysaltaat on syytä varustaa ylivuotoputkella, jotta allas ei voi ylitäytyä ja alkaa nostaa vesitasoa esimerkiksi takaisin salaojaputkiin.



Kuva 4. Maanalainen imeytysallas (Vakkilainen ym. 2005, 68).

Maanalaiset imeytysaltaat voivat olla myös esimerkiksi hulevesikasetteja. Hulevesikasetti on rakenteeltaan muovisista kennoista koostuva maan alle sijoitettava rakenne. Kustannuksellisesti hulevesikasetti voi olla kalliimpi ratkaisu kuin maa-aineksella täytetty imeytysallas valmistus- ja asennuskustannuksien vuoksi. Hulevesikasetilla ei myöskään ole veden laatua parantavaa vaikutusta, sillä kasetissa vesi ei suodatu maakerrosten lävitse. Toisaalta, hulevesikasetin tyhjätila on suurempi kuin maa-aineksella täytetty imeytysallas, jolloin kaivamiskustannukset voivat olla huomattavasti pienemmät, sillä ulkomitoiltaan samankokoiseen hulevesikasettiin mahtuu enemmän vettä kuin maa-aineksella täytettyyn imeytysaltaaseen. Hulevesikasetin vedenvarastointitila voi olla jopa kolme kertaa suurempi kuin perinteisen sepelillä täytetyn maanalaisen imeytysaltaan (Omataloyhtiö 2013).

Kuvassa 5 on havainnollistettu hulevesikasetin rakenne. Hulevesikasetin toisessa päässä on yläreunassa hulevesiputki, jota pitkin vesi virtaa kasettiin. Muoviset kennot hidastavat virtaamaa ja kennon avoimen rakenteen ansiosta veden virtausnopeus vähenee ja osa vedestä imeytyy pohjan läpi maaperään. Kasetin toisessa päässä on purkuputki, jota pitkin imeytymätön vesi johdetaan pois. Purkuputki voi olla halkaisijaltaan pienempi kuin putki, jota pitkin vesi johdetaan altaaseen, sillä pois virtaavan veden määrä

on pienempi imeytymisen ja altaan virtausta hidastavan rakenteen vuoksi. Jos poistoyhde on halkaisijaltaan pienempi kuin tuloyhde, kannattaa allas varustaa ylivuotoputkella mitoitussateen voimakkuuden kasvamisen tai keston pitkittymisen varalta. Lisäksi hulevesikasetissa on kasetin koosta riippuen vähintään yksi tarkastuskaivo kasetin toimivuuden tarkastamista varten ja tuuletusviemäri, jotta ilma pääsee vaihtumaan kasetin sisällä. Hulevesikasetteja voidaan hyödyntää yksinään tai täydentäessä muita järjestelmiä. (Uponor 2016.)



Kuva 5. Hulevesikasetin rakenne (Uponor 2016).

Jos hulevesikasettiin johdetaan vesiä tasoilta, joista huleveden mukana kertyy irtonaista, kuten hiekkaa, kannattaa hulevedet johtaa hiekanerotinkaivoon ennen niiden johtamista hulevesikasettiin, jotta hiekka ei päädy kasettiin ja ajan kuluessa aiheuta häiriöitä sen toimintaan. Tällaisia tasoja ovat esimerkiksi pysäköintitasot. Pysäköintitasojen hulevedet tulee johtaa myös öljynerotinkaivoon ennen hulevesikasettia, jotta mahdollisesti öljyä sisältävä hulevesi ei pääse imeytymään maaperään. (Kuntaliitto 2012, 148.)

Vihreät katot

Vihreitä kattoja on hyödynnetty Suomessa melko vähän kattojen rajallisen veden varastointikyvyn ja Suomen kohtalaisen suuren sademäärän vuoksi. Vihreän katon ideana on tehdä katon päälle rakenne, joka koostuu vedenpitävästä, vettä johtavasta, irtonaisesta maakerroksesta ja kasvillisuudesta. Vihreät katot sopivat hyvin tiheään asutuille alueille, joilla ei ole tilaa maahan sijoitettaville käsittelymenetelmille. (Vakkilainen ym. 2005, 67.) Toisaalta pysäköintihallien kattopinta-alat ovat suuria, jolloin veden varastointikyky ja

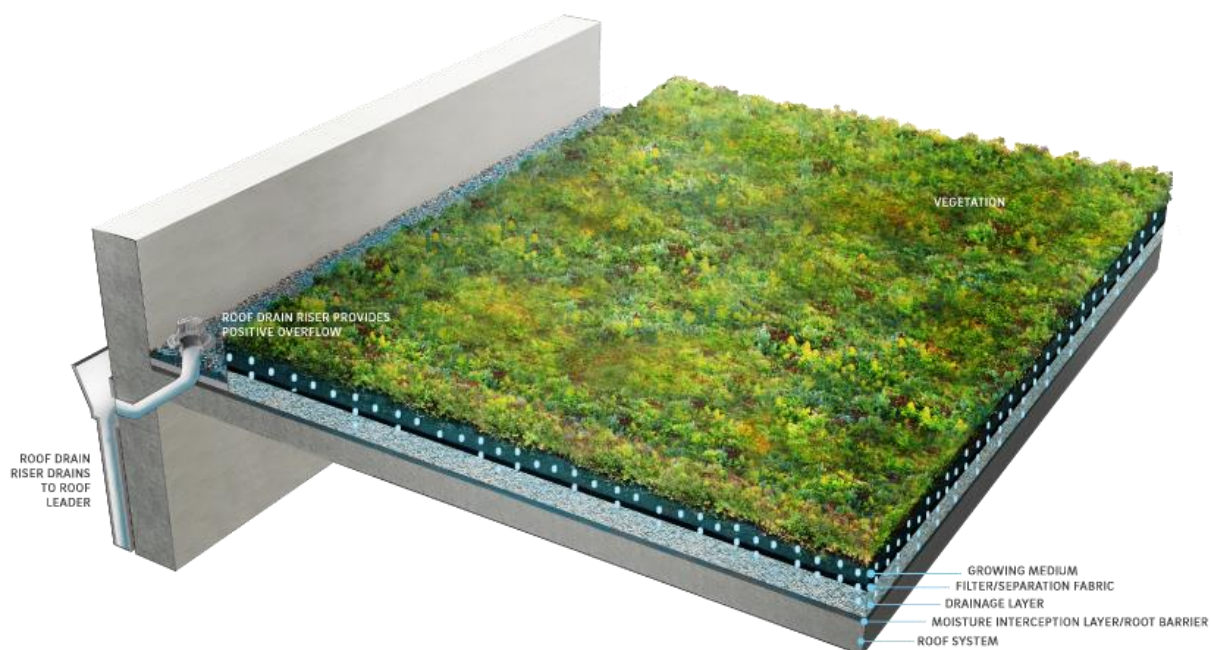
etenkin kyky virtaaman viivytykseen kasvaa huomattavasti. Vihreitä kattoja onkin hyödynnetty pääosin juuri pysäköintihallien kattorakenteena. (Kuntaliitto 2012, 282.)

Vihreää kattoa suunniteltaessa on huomioitava maakerrosten aiheuttama lisäpaino ja katolla hitaasti virtaavan veden vaikutus katon rakenteiden altistumiseen kosteudelle, jotka vaikuttavat rakenteisiin ja kustannuksiin. Ilmatieteenlaitos on tehnyt kustannushyötyanalyysin Helsinkiin rakennetuille viherkatoille. Analyysin mukaan viherkaton lisäkustannukset ovat n. 50–60 €/m². Lisäkustannus on huomattava referenssikattona käytettyyn laadukkaaseen bitumikattoon (n. 43 €/m²). Lisäkustannusarvio ei sisällä kuitenkaan rakenteellisista muutoksista ja kasvavista ylläpitokustannuksista aiheutuvia lisäkustannuksia, joten todelliset kustannukset ovat todellisuudessa vieläkin suuremmat. Suomeen rakennettavien viherkattojen kustannukset ovat erittäin korkeita verrattuna niihin maihin, joissa viherkattoja rakennetaan enemmän. Korkeisiin kustannuksiin on useita syitä. Suomessa on vain muutamia viherkattojen toimittajia, jotka tuovat tarvittavat komponentit ulkomailta. Suuret rahtikustannukset ja kilpailijoiden vähäisyys nostavat hintatasoa. Lisäksi suurtuotannon etuja ei ole saavutettu ja asennustyö on kallista toiminnan vähäisyyden vuoksi. Vihreiden kattojen lisääntyessä ja vakiintuessa osaksi hulevesien luonnonmukaista hallintaa tulee hintataso myös laskemaan. Keski-Euroopan maissa, joissa vihreitä kattoja rakennetaan paljon, hintataso on laskenut pitkän kehitystyön seurauksena. (Nurmi ym. 2013.)

Vihreät katot tuovat kuitenkin maisemallista viihtyvyyttä sekä imeyttävät vettä kuormittamatta lainkaan viemärijärjestelmää. Rankkasateiden aikana vihreät katot viivyttävät veden virtaamaa ja pienentävät näin virtaamahuippuja tehokkaasti. Lisäksi katoilta kertyviä hulevesiä voidaan imeyttää myös sellaisenaan maaperään, mikäli kattovesiä ei sekoiteta ajotasoilta kertyviin hulevesiin, sillä kattovedet eivät sisällä pohjaveden laatua heikentäviä aineita, kuten öljyä. Imeytysaltaan tukkeutumisen mahdollisuus on kuitenkin otettava huomioon. Hulevesi virtaa katolla olevassa maa-aineksessa ja voi kuljettaa mukanaan maa-ainesta, joten jonkinlainen erotusjärjestelmä, kuten hiekkapesällinen kaivo, on hyvä asentaa viemäriin ennen imeytysallasta. Katetuilla pysäköintialueilla vihreät katot ovat varteenotettava vaihtoehto suunniteltaessa ratkaisuja hulevesien luonnonmukaiseksi hallitsemiseksi. (Philadelphia Water 2012.)

Kuvassa 6 on esitetty vihreän katon rakenneperiaate. Kasvit imevät hulevettä itseensä, jolloin katolta pois valuvan veden määrä vähenee. Kasvien alle on sijoitettu suodatinkeros, joka suodattaa hulevettä. Katolle on rakennettava lievä kaltevuus kohti katto- tai

rännikaivoja, jotta hulevesi ei jää seisomaan katolle ja aiheuttamaan vaurioita katon rakenteille. Katto ei voi kuitenkaan olla liian kalteva, jotta virtaava hulevesi ei vie maainesta mukanaan pois katolta. Suodatinkerroksen alla on viemärintikerros, joka voidaan varustaa tarvittaessa salaojaputkilla, mikäli katon kaltevuus ei ole riittävä. Katto- ja rännikaivoista ylivuotava, imeytymätön vesi puretaan pois katolta. Lisäksi viherkaton rakenteeseen kuuluu kosteuseriste, jolla estetään kosteusvauriot, joita hitaasti virtaava hulevesi voisi muuten aiheuttaa katon rakenteille. (Kuntaliitto 2012, 280–283.)



Kuva 6. Vihreän katon rakenne (Philadelphia Water 2012).

Viherkattojen on todettu vähentävän katoilta tulevaa valuntaa huomattavasti. Olosuhteista riippuen valuman vähentyminen vaihtelee välillä 25–100%. Valunnan määrä vähenee kasvillisuuskerroksen paksuuntuessa ja katon kaltevuuden pienentyessä, jolloin viipymäaika pitenee. Viherkatoilla voidaan parantaa myös esteettistä viihtyvyyttä, etenkin jos pysäköintialueen katon suuntaan on paljon läheisten kerrostalojen tai muiden kiinteistöjen ikkunoita. (Kuntaliitto 2012, 280.)

Vihreiden kattojen tuomien hulevesien hallintaratkaisujen lisäksi vihreät katot tekevät kattopinnasta parempi laatuinen. Vihreiden kattojen kattopintaa suojaavan ominaisuuden vuoksi katon elinikä jopa kaksinkertaistuu. Esimerkiksi kasvillisuus vähentää rakenteisiin kohdistuvaa ultraviolettisäteilyä. Vihreän katon rakenteelliset lisäkerrokset ja maaines toimivat eristeenä, jonka ansiosta säästöjä saadaan mahdollisissa lämmitys- ja

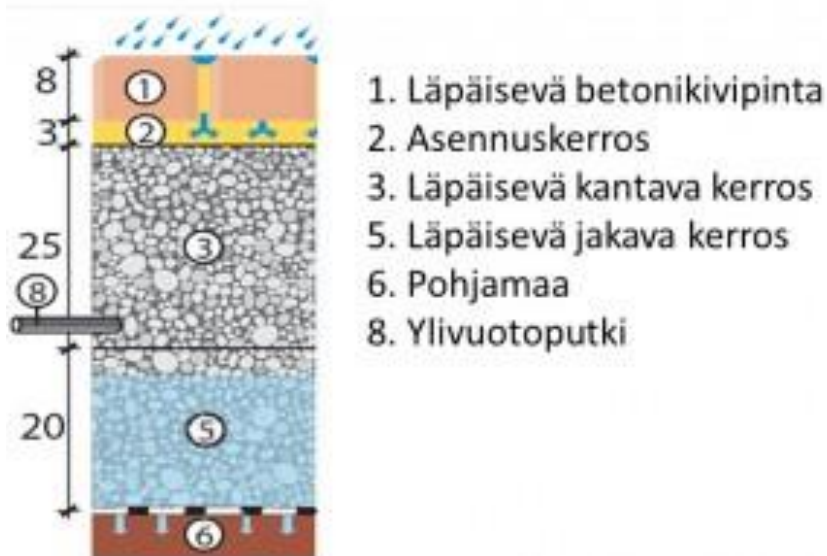
jäähdetykskustannuksissa. Lisäkerrokset ja maa-aines toimivat myös äänieristeenä. Vihreän katon äänieristävyys on noin 10db parempi kuin tavallisen katon. Kaikki edellä mainitut vihreiden kattojen hyödyt laskevat todellista kustannusta verrattuna tavalliseen kattoon. Katolla oleva kasvillisuus parantaa myös ilmanlaatua. Nämä vihreän katon lisähyödyt laskevat katon todellista lisäkustannusta tapauskohtaisesti. (Nurmi ym. 2013.)

Läpäisevät päällysteet

VTT suoritti vuosina 2012-2014 CLASS-projektin (Climate Adaptive Surfaces) yhteistyössä TEKES:in, sekä valittujen kaupunkien, vesilaitosten, yhdistyksien, yritysten ja suunnittelufirmojen kanssa. Lisäksi CLASS-projekti oli yhteistyössä Ruotsin Green-Grey -projektin kanssa. CLASS-projektin lähtökohtana oli löytää uusia ratkaisuja hulevesien käsittelyyn kaupunkien tiivistyessä, ympäristövaatimusten kiristyessä sekä kasvaessa ja ilmaston muuttuessa huomioiden Suomen olosuhteet. Projektin tuloksena saatiin kehitettyä kolme erilaista vettä läpäisevää päällystettä: avoin betoni, asfaltti ja kivi. (Kousa 2014.)

Kuvassa 7 on esitetty vettä läpäisevän päällysteen rakenne-esimerkki. Vettä läpäisevän päällysteen rakenne koostuu pintakerroksesta, rakennekerroksista ja mahdollisista täydentävistä rakenteista. Läpäisevä kerros voi olla läpäisevää betonia, avointa asfalttia, päällystekiviä tai -laattoja. Päällystekivet ja -laatat voivat itse läpäistä vettä tai niiden saumakohdat ja täyttöaine voivat olla vettä läpäiseviä. (Kousa 2014.)

Vettä läpäisevän päällysteen rakenne-esimerkki



Kuva 7. Vettä läpäisevän päällysteen rakenne-esimerkki (Maisemabetoni).

Avointa asfalttia käytetään pääsääntöisesti pysäköintialueiden ja suhteellisen kevyesti liikennöityjen kenttien ja pihojen päällysteenä, joten taloyhtiöiden pysäköintihallit ovat erinomainen käyttökohde kyseiselle päällysteelle. Avoin asfaltti on rakenteeltaan huokoista, jonka vuoksi päällysteen vedenläpäisy on hyvä, jonka vuoksi se sopeutuu päällysteeksi kohteisiin, joissa päällysteen alla on vettä johtavia rakenteita. Avoin asfaltti on lisäksi hyvin ääntä vaimentava, mutta toisaalta sen kulutuksen kesto on heikompi hienon rakenteen vuoksi kuin tavallisella ajoratojen päällysteenä käytetyllä asfalttibetonilla. (NCC, Asfalttityypit.) Avoin asfaltti tukkeutuu helposti, joten säännölliset huoltotoimenpiteet, kuten päällysteen imurointi, ovat tarpeellisia toimivuuden kannalta (Kuntaliitto 2012, 285).

Rakennekerros on kantava ja jakava kerros. Kerroksessa on oltava riittävä tyhjätila, joka varastoi vettä. Rakenteeltaan materiaalissa on oltava riittävän jyrkkä rakeisuuskäyrä, joka ehkäisee tukkeutumista ja mahdollistaa veden varastoitumisen kerrokseen. (Kousa 2014.) Materiaalien on oltava kantavuudeltaan sellaisia, ettei pinta pääse painumaan, joten täyteaineen raemuoto ja riittävä tiivistys on huomioitava suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakennekerroksella voi olla vedenlaatua parantavia vaikutuksia, mikäli täyteaineena käytetään materiaaleja, jotka sitovat itseensä ravinteita ja epäpuhtauksia.

Täydentävät rakenteet ovat puolestaan mahdollisia vettä varastoivia tai virtaamaa hidastavia säiliöitä, ylivuotoputkia, hulevesikasetteja ja muita vastaavia rakenteita (Kousa

2014). Esimerkiksi hulevesikasetit ovat erinomaisia ratkaisuja suurten hulevesimäärien imeyttämiseen ja viivyttämiseen.

Routamitoitus on huomioitava, etenkin jos käytetään ylivuotoputkia tai muita rakenteita, joiden jäätyminen tulee ehkäistä. 1,5 metrin peitesyvyys riittää ehkäisemään roudan aiheuttaman jäätyksen, mutta käyttämällä eristysmateriaaleja, kuten styrox-levyä, voidaan peitesyvyyttä pienentää (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma). Peitesyvyyden pienentämisellä on vaikutusta tyhjätilan kokoon, joten peitesyvyyttä tulee pienentää harkiten.

Taloyhtiöiden pysäköintialueilla vettä läpäisevät päällysteet voivat olla erinomainen ratkaisu. Vettä läpäisevän ominaisuutensa ansiosta päällyste ei jäädy yhtä helposti, joten esimerkiksi hiekoitusta voidaan vähentää, josta on hyötyä sekä taloudelliselta että ilmanlaadun kannalta. Lisäksi sadevesikaivojen määrää voidaan vähentää merkittävästi, joka tuottaa myös taloudellisia säästöjä. Sadevesikaivojen määrää tulee kuitenkin vähentää harkiten, sillä esimerkiksi syksyisin puista tippuvat lehdet voivat aiheuttaa häiriöitä päällysteen veden läpäisyyssä (Kuntaliitto 2012, 285).

3.3 Viivytyksen menetelmät

Viivytyksen menetelmiä hyödyntäen voidaan hidastaa huleveden virtaamaa ja pienentää virtaamahuippuja tiettyyn pisteeseen asti. Virtaamahuippujen pienentäminen käyttäen ainoastaan viivytyksen menetelmiä perustuu huleveden varastoitumiseen maanpäälliseen tai maanalaiseen viivytyksaltaan, jolloin huleveden virtaama alueelta hidastuu. Jos sadanta on huomattavan suurta ja pitkäkestoista, voi allas täytyä, jonka seurauksena virtaama altaaseen ja pois altaasta ovat yhtä suuria, eikä viivytystä enää tapahdu. Paikallisten tulvien estämiseksi, on viivytyksaltaat hyvä mitoittaa riittävän suuriksi.

Viivytyksaltaat toimivat käytännössä samalla tavalla kuin imeytysaltaat, mutta ilman imeyttämistä. Vesi ei pääse imeytymään viivytyksaltaasta maaperään, vaan altaaseen tuleva vesi viipyy altaassa tietyn ajan, jonka jälkeen se johdetaan purkuputken kautta pois altaasta. Imeytyminen voi estyä maaperän ominaisuuksien, esimerkiksi kallion tai liiallisen saven, tai altaan rakenteesta johtuvista syistä.

Maan alle voidaan sijoittaa muovista, tai muusta vettä läpäisemättömästä materiaalista valmistettu viivytyksallas. Viivytyks perustuu altaan suureen tilavuuteen, johon hulevesi va-

rastoituu väliaikaisesti. Altaasta hulevesi johdetaan purkuputkea pitkin pois. Viivytyksal-
taan toimivuuden kannalta, on allas mitoitettava riittävän suureksi, jotta viipymäaika on
riittävä. Ylimoittamista on kuitenkin vältettävä, sillä ylimoittamisella ei saavuteta mer-
kittävää hyötyä, eikä liian suuret viivytyksaltaat välttämättä viivytä alueen tavanomaisia
hulevesivirtaamia lainkaan (Kuntaliitto 2012, 107). Ylimoittamista on vältettävä myös
kustannuksellisista syistä. Mitoittamiseen perehdytään luvussa 4.5.

Kuvassa 8 on esitetty muovinen, maan alle sijoitettava viivytyksallas. Altaan suuri koko
mahdollistaa huleveden viipymisen altaassa, jolloin huleveden virtaama hidastuu. Hule-
veden viipyessä altaassa, laskeutuvat erilaiset kiintoaineet hulevedestä altaan pohjalle.
Viivytyksallas on sijoitettava sellaiseen paikkaan, jossa sen lietteenpoisto ja muu huolto
on mahdollista toteuttaa. (Kuntaliitto 2012, 173.)



Kuva 8. Muovista valmistettu viivytyksallas. (Advanced Plastics and Design 2013).

Viivytyksastetta voidaan kasvattaa käyttämällä halkaisijaltaan suuria viemäriputkia hule-
veden johtamisessa altaaseen ja pois altaasta. Halkaisijaltaan suuret viemäriputket mah-
dollistavat pienemmän kaltevuuden viettoviemärille, jonka ansiosta virtausnopeus hidastuu
myös altaan ulkopuolella (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, liite 7).

3.4 Kosteikkokäsittely

Hulevesikosteikkoja käytetään pääsääntöisesti vesistöjen lähetyvillä maanviljelyalueilta virtaavien hulevesien hallinnassa, mutta pysäköintialueen sijaitessa hulevesikosteikon lähetyvillä, on mahdollista hyödyntää kosteikkoa myös pysäköintialueen hulevesien luonnonmukaisessa hallinnassa. Kosteikkokäsittelyllä tarkoitetaan maanpäällistä kosteikkoa, johon hulevesi johdetaan ennen huleveden päätymistä vesistöön. Kosteikkokäsittelyllä voidaan pienentää virtaamahuippuja vastaanottavaan vesistöön ja lisätä huleveden viipymää. Viipymän kasvaessa kiintoaineet laskeutuvat kosteikon pohjalle, joka ehkäisee huleveden sisältämien ravinteiden päätymistä vesistöihin. (ELY-keskus 2013.)

Esimerkiksi Lappeenrantaan on rakennettu useita hulevesikosteikkoja, joiden ansiosta Pien-Saimaan alueen asumisolosuhteet ovat parantuneet ja Saimaan vesistön tila kohentunut (Lukkari 2015). Kuvassa 9 on Lappeenrannan Sammonlahteen rakennettu hulevesikosteikko. Hulevesi johdetaan pintavaluntana kosteikkoon avo-ojassa, johon on asetettu kiviä virtaaman hidastamiseksi, viipymän lisäämiseksi ja eroosion ehkäisemiseksi. Kuvan oikeassa laidassa näkyy ylivuotoputki, jotta allas ei voi ylitäytyä, vaan vesi saadaan johdettua ylivuotoputkea pitkin taustalla näkyvään vesistöön.



Kuva 9. Lappeenrannan Sammonlahdessa sijaitseva hulevesikosteikko (Lukkari 2015).

Hulevesikosteikkoa ei usein ole mahdollista sijoittaa pysäköintialueen tontille, joten hulevesikosteikon hyödyntäminen hulevesien käsittelyssä on osa suurempaa kokonaisuutta. Mikäli pysäköintialueen lähetyvillä on valmiiksi rakennettu hulevesikosteikko, kannattaa mahdollisuudet sen hyödyntämiseen selvittää. Hulevesikosteikot on merkitty kaavoituskarttoihin, joihin tulee perehtyä osana hulevesien hallinnan suunnittelua.

4 HULEVESIEN HALLINTARATKAISUIHIN

VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Suunniteltaessa hulevesiratkaisuja pysäköintialueille, on ratkaisua hyvä lähestyä mahdollisimman laajalta näkökannalta. Esimerkiksi alueen läheiset ympäristön luomat mahdollisuudet, taloudellinen näkökulma, maaperän ominaisuudet, pysäköintialueen koko, rakenteelliset ratkaisut sekä erilaisten ratkaisujen ympäristöystävällisyys, vaikuttavat kaikki osaltaan siihen, millainen hulevesiratkaisu on järkevin toteuttaa. Seuraavaksi perehdytään tarkemmin asioihin, jotka tulee ottaa huomioon parasta ratkaisua haettaessa.

4.1 Ympäristön luomat mahdollisuudet ja rajoitteet

Ympäristö voi antaa rajattomasti mahdollisuuksia huleveden käsittelyyn. Toisaalta ympäristöllä on usein vaihtoehtoja pois rajaavia ominaisuuksia. Jotta erilaiset toteutuskepoiset vaihtoehdot hulevesien hallitsemiseksi saadaan kartoitettua, on tärkeää perehtyä kunnan kaavoitus- ja johtokarttoihin. Lisäksi maaperätutkimuksesta selviää tontin maaperän koostumus, joka vaikuttaa vaihtoehtoihin, joita voidaan harkita hulevesiratkaisuja mietittäessä. (Kuntaliitto 2012, 74–85.)

Kaavoituskartoista selviää, minkälaisia alueita alueelle on kaavoitettu. Esimerkiksi maanpäälliset kunnallistekniset viivytys- ja imeytysaltaat ja avo-ojat näkyvät kartoissa. Jos edellä mainittuja altaita tai avo-ojia on lähettyvillä ja niiden hyödyntäminen hulevesien hallinnassa on mahdollista, kannattaa niitä hyödyntää. Valmiiksi olemassa olevien altaiden ja avo-ojien hyödyntäminen on kustannuksellisesti huomattavasti halvempaa kuin esimerkiksi oman maan alle sijoitettavan imeytysaltaan rakentaminen. (Ympäristöministeriö 2000.)

Yleiskaavassa annetaan usein suoria vaatimuksia hulevesijärjestelmälle. Tällaisia vaatimuksia voivat olla esimerkiksi hulevesien käsittelytarve ja tarvittava viivytystilavuus vettä läpäisemätöntä neliometriä kohti. Myös asemakaavassa annetaan määräyksiä ja vaatimuksia hulevesien käsittelystä. Määräykset ja vaatimukset koskevat esimerkiksi imeyttämistä, viivyttämistä ja puhdistamista. Hulevesien käsittely- ja puhdistustarve riippuu hulevesien epäpuhtauksien lisäksi hulevettä vastaanottavan kohteen olosuhteista. Mikäli

hulevedet imeytetään pohjavesialueella, on käsittely- ja puhdistustarve suurempi, kuin tapauksessa, jossa hulevedet johdetaan Vantaanjokeen. (Jaakonaho 2014.)

Johtokartoista selviää, missä kunnan viemäriverkosto kulkee. Jos tontin hulevedet johdetaan kunnan hulevesiviemäriverkostoon, on tärkeää tietää, mihin liitoskohta tulee. Johtokartasta selviää viemäriin korkeus maan pintaan nähden, joka on tärkeä tieto suunniteltaessa erilaisia ratkaisuja tontilla tapahtuvaan hulevesien hallintaan. Lisäksi useimmat kunnat eivät anna liittyä suoraan viemäriputkeen, vaan liitoskohdan on oltava kunnan kaivossa. Liitoskohdan sijainti vaikuttaa myös mahdollisuuksiin toteuttaa erilaisia ratkaisuja. Liitoskohdan sijaitessa lähellä maan pintaa ja imeyttämisen ollessa toteuttamisen kannalta haastavaa tai mahdotonta, saatetaan joutua luopumaan esimerkiksi maan alle sijoitettavasta viivytysaltaasta altaan korkeuden takia, jonka takia hulevesien johtaminen painovoimaisesti kaivoon ei ole mahdollista. Tällöin muiden ratkaisujen, kuten viherkaton ja halkaisijaltaan suurten viemäriputkien hyödyntämistä kannattaa harkita.

Liitoskohta voi kuitenkin olla ylempänä kuin tontilla kulkeva hulevesiviemäri, jos hulevedet pumpataan tontilla sijaitsevaan tarkastuskaivoon ja johdetaan sieltä painovoimaisesti kunnan hulevesikaivoon. Pumppaamo on kustannuksellisesti kallis ratkaisu, etenkin suurien vesimääriä pumpatessa pumppaamon vaatiman sähkötehon vuoksi. Jos pumppaamo on välttämätön, kannattaa huleveden virtaamaa hidastaa ja virtausmäärää pyrkiä pienentämään mahdollisimman paljon, jotta pumpattavan huleveden määrä saadaan minimoitua. Pienemmillä pumpattavilla vesimäärillä pumppu voi olla kooltaan pienempi, jonka ansiosta sen hankinta- ja etenkin käyttökustannukset voivat olla huomattavasti pienemmät.

Maaperän koostumuksen ja vedenläpäisevyyden selvittäminen on tärkeää toteutuskeinoisten ratkaisujen löytämiseksi. Taulukosta 2 selviää muutamien maalajien vedenläpäisevyys. Maaperän ollessa kalliainen tai muuten huonosti vettä läpäisevää, ei imeyttämistä voida toteuttaa. Liiallinen savi maaperässä puolestaan hidastaa veden imeytymistä maaperään, joka myös rajoittaa imeyttämismahdollisuuksia. Sopivasti savea sisältävä maaperä vaikuttaa positiivisesti imeytyksen lopputulokseen, sillä savi sitoo itseensä huleveden sisältämiä kiintoaineita, jolloin imeytyvä hulevesi puhdistuu (Vakkilainen ym. 2005, 67). Maaperän ollessa huonoa imeytyksen toteuttamiseen, voidaan imeytyspintaa valmistaa keinotekoisesti esimerkiksi viherkaton muodossa.

Taulukko 2. Maalajien vedenläpäisevyys (Uponor 2012, 3).

Maalaji	Vedenläpäisevyys k (m/s)	Huomautuksia
Sora	$10^{-2} \dots 10^{-4}$	Hyvin vettä läpäisevä
Hiekka	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	Hyvin vettä läpäisevä
Siltti	$10^{-5} \dots 10^{-9}$	Huonosti vettä läpäisevä
Savi	$10^{-8} \dots 10^{-10}$	Lähes vettä läpäisemätön

Lisäksi on selvitettävä, sijaitseeko pysäköintialue pohjaveden muodostumisalueella. Jos sijaitsee, pysäköintialueelta kertyviä hulevesiä ei voida välttämättä imeyttää maaperään ympäristönsuojelulain pohjaveden pilaamiskiellon vuoksi.

4.2 Mitoitusvirtaama

Oikean kokoisen hulevesien hallintajärjestelmän suunnittelemiseksi on tiedettävä, kuinka paljon pysäköintialueelta kertyy hulevettä. Koska sadejaksot ovat kestoiltaan, voimakkuudeltaan ja toistuvuudeltaan erilaisia, ei ole mahdollista saada selville yhtä hulevesikertymää, jolle hulevesijärjestelmä tulisi mitoittaa. Mitoitusvirtaama on teoreettinen ja ohjeellinen virtaama, jolle hulevesijärjestelmä on hyvä mitoittaa. Mitoitusvirtaama muodostuu mitoitusasteen, haitallisuuskertoimen ja alueen pinta-alan tulosta. Mitoitusaste määritetään valuma-alueen kertymisajan eli mitoitusasteen keston, todennäköisyyden eli toistuvuuden ja sademäärän avulla (Kuntaliitto 2012, 182). Tyypillisesti mitoitusasteen arvona käytetään $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$, mutta tulvimisen haitallisuudesta riippuen ja paikallisen viranomaisen hyväksynnällä voidaan käyttää arvoja väliltä $0,010 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ – $0,020 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Sadeveden mitoitusvirtaaman (q) laskentatapa selviää kaavasta 2.

$$q = q_s(k_1A_1 + k_2A_2 + \dots + k_nA_n) \frac{dm^3}{s} \quad (2)$$

Kaava 2. Mitoitusvirtaaman laskentatapa (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 7).

Kaavassa 2 q_s on mitoitus sade ($dm^3/s/m^2$). Tyypillisesti arvona käytetään $0,015 dm^3/s/m^2$, mutta arvo voi vaihdella edellä mainitun kaltaisesti. k_n puolestaan antaa valumiskertoimen alueelle. Valumiskerroin riippuu päällystemateriaalista seuraavasti: $k=1$ katoilla, asfalttipinoilla ja muilla vettä läpäisemättömillä pinnoilla, $k=0,7$ sorapäällysteillä ja $k=0,3$ nurmikoilla ja päällystämättömillä pinnoilla. A_n on valuma-alueen osan pinta-ala (m^2) vaakasuoralle pinnalle projisoituna. (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 7.)

Mitoitusvirtaaman laskentavan perusteella esimerkiksi $1500 m^2$:n pysäköintialueelle, jolla on kovaa, vettä läpäisemätöntä pintaa $1200 m^2$, nurmikkoa ja päällystämätöntä pintaa $250 m^2$ ja sorapäällysteitä $50 m^2$, saadaan mitoitusvirtaamaksi:

$$q = 0,015 dm^3/s/m^2 (1 * 1200 m^2 + 0,7 * 50 m^2 + 0,3 * 250 m^2) = 19.65 dm^3/s$$

Koska mitoitus sade on teoreettinen arvo, on alueellinen sadanta ja tulvimisen haitallisuus pyrittävä huomioimaan mitoituksessa. Etenkin jos tulviminen on alueella erittäin haitallista, on järjestelmä hieman ylimitoitettava teoreettisesta mitoitusvirtaamasta. (Suomen kuntaliiton hulevesiopus, 207.) Liiallista ylimitoittamista on kuitenkin pyrittävä välttämään, sillä järjestelmän, esimerkiksi hulevesikasettien koon, kasvaessa myös kustannukset kasvavat. Lisäksi liiallisella ylimitoittamisella ei saavuteta merkittävää hyötyä imeytymisen tai viivyttämisen kannalta. (Kuntaliitto 2012, 195.)

4.3 Hiekan- ja öljynerotusjärjestelmä

Tyypillisesti tavallisten kattamattomien pysäköintitasojen viemäröintiin ei vaadita öljynerotinjärjestelmää. Mikäli hulevesiä aiotaan imeyttää, on erotinjärjestelmä asennettava hulevesien hallintajärjestelmään, sillä hulevesien mukana kulkeutuu ympäristölle haitallisia kiintoaineita normaalia enemmän. (Kuntaliitto 2012, 42). SFS-EN 858 -standardin mukaan öljynerotinjärjestelmään kuuluu aina hiekan- ja öljynerotin. Kaivovalmis-

tajilla on tarjota niin kutsuttuja kombikaivoja, joissa on sekä hiekan- että öljynerotustointo. Kombikaivojen valikoima on kuitenkin melko rajallinen, joten usein päädytään käyttämään erillisiä erotinkaivoja.

Myös katetut pysäköintialueet on varustettava hiekan- ja öljynerotuskaivoilla, mutta koska pysäköintialueilta ei kerry hulevettä, viemäroidään katetut pysäköintitasot ja -alueet tavallisesti jätevesiviemäriin.

Hiekanerotinjärjestelmä

Hiekanerotinkaivoja käytetään pääsääntöisesti osana katettujen pysäköintitasojen viemärointiä, jotta jäteveden mukana kulkeutuisi vähemmän autoista ja liikenteestä peräisin olevia haitallisia aineita (Kuntaliitto 2012, 148-149). Hiekanerotinkaivoja voidaan hyödyntää myös osana hulevesien hallintaa imeytettävän huleveden laadun parantamiseksi.

Taulukossa 3. on esitetty hiekanerotuskaivon mitoitusperiaate. Kuten taulukosta näkyy, pysäköintialueiden hiekanerotin kaivot mitoitetaan autopaikkojen perusteella. Taloyhtiöiden pysäköintialueet kuuluvat kategoriaan, jossa oletettu hiekka- ja lietemäärä on erittäin pieni, jolloin yhtä autopaikkaa kohden hiekanerotinkaivon lietetilavuuden tulee olla vähintään 20 dm³.

Taulukko 3. Hiekanerotuskaivon mitoitusperiaate (D1 Suomen rakentamismääräyskoelma, Liite 6).

Oletettu hiekka- ja lietemäärä	Esimerkkikohteita	Vähimmäistilavuus ¹⁾ dm ³
Erittäin pieni	- autosuojat	20 dm ³ /autopaikka ²⁾ , vähintään 40 dm ³
Pieni	- öljysäiliöalueet, (sadevedet, vähän kiintoainetta) - huoltoaseman piha-alue (katettu) - prosessijätevedet, vähän kiintoainetta	100 NS / f _d
Kohtalainen	- huoltoaseman piha-alue (kattamaton), - autonpesupaikka - linja-autonpesupaikka - korjaamon ja pysäköintialueiden jätevedet - voimalaitos, koneteollisuus	200 NS / f _d vähintään 600 dm ³
Suuri	- työkoneiden ja maansiirtokoneiden pesupaikat - rekkapesupaikka - automaattipesukone, harjapesu tms.	300 NS / f _d vähintään 600 dm ³ , 5000 dm ³ automaattipesukoneissa

¹⁾ Pienintä lietetilavuutta ei käytetä NS 10 tai suuremmissa erottimissa.

²⁾ Yli 15 autopaikan suojat mitoitetaan tapauskohtaisesti.

Esimerkiksi 50 autopaikkaa sisältävän pysäköintialueen hiekanerotuskaivon vähimmäislietetilavuus on taulukko 3:n mukaan $20 \text{ dm}^3 \cdot 50 = 1000 \text{ dm}^3$. Kuitenkin mitoitusperiaatteen mukaan yli 15 autopaikan suojat mitoitetaan tapauskohtaisesti. Jos rakentamismääräyskokoelma D1:ssä esitetystä mitoitusperiaatteesta poiketaan, on siihen saatava valvojan viranomaisen hyväksyntä.

Öljynerotinjärjestelmä

Öljynerotinkaivoja käytetään yleensä osana katettujen pysäköintitasojen jätevesiviemärintiä. Jos hulevesiä hallitaan imeyttämällä niitä, on öljynerotinjärjestelmä asennettava, jotta autoista tippuva öljy ei pääse imeytymään maaperään ja siten vaarantamaan pohjaveden laatua. Öljynerottimet ovat tehdasvalmisteisia kaivoja, joiden läpi vedet johdetaan. Vesi virtaa kaivossa koalisattorien läpi, joiden pinnalle öljypisarat tarttuvat. Öljypisarat erottuvat vedestä ja nousevat säilössä veden pinnalle. Kaivon poistoyhde on öljykerroksen alapuolella, ja nousee umpinaisena öljykerroksen yläpuolelle, jotta öljy ei pääse virtaamaan pois kaivosta. (Kuntaliitto 2012, 187.)

Öljynerotinjärjestelmät jaetaan 1. ja 2. luokan järjestelmiin. Taulukossa 4 on esitetty öljynerotuksen valintaperusteet. Koska hulevesien johtamisesta vedenpuhdistamoille pyritään luopumaan, on hulevesiä käsiteltäessä käytettävä 1. luokan erotinkaivoja. Öljyn varastointitilan on oltava erotinjärjestelmässä vähintään 10 kertaa mitoitusvirtaaman suuruinen. Esimerkiksi mitoitusvirtaaman ollessa 20 dm³/s, on varastointitilan oltava 200 dm³. (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 6.)

Taulukko 4. Öljynerotuksen valintaperusteet (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 6).

Öljynerotuksen valintaperusteet.

Jätevesi	Öljynerotuksen luokka	
	Jätevesi puhdistamoon	Jätevesi muualle ¹⁾
1. Sadevesi huoltoasemalla	II	I
2. Sadevesi öljyn varasto ja liikennöintialueet tms.	II / IIb	I
3.4. Sadevesi pysäköintialue, (erityisalueet)	II / IIb	I
5. Lattioiden pesuvesi: teollisuus, korjaamot, huoltamot	II	-
6. Autonpesukoneet	II	-
7. Moottoripesut, osienpesu	I	-
8. Uusien autojen vahan poisto	II EBS	-
9. Romuttamot	II	-
10. Käsittelyalueet	II	-
11. Erottimien jätteen käsittelyalueet	I	-

¹⁾ Jäteveden purkupaikka valitaan paikallisen viranomaisen ohjeiden mukaan.

Esimerkiksi aiemmin käytetyssä 1500 m²:n pysäköintialueen tapauksessa mitoitusvirtaama on 19,65 dm³/s. Mitoitusvirtaaman ollessa 19,65 dm³/s, on käytettävä erotuskai-voa, jonka mitoitusvirtaama on suurempi kuin alueelta kertyvän huleveden mitoitusvirtaama. Tällöin esimerkiksi Talokaivon EPO NS20 -öljynerotuskai-voa, jonka mitoitusvirtaama on 20 dm³/s, öljynerotustila on 520 dm³ ja tehollinen tilavuus 4100 dm³.

EPO NS20 öljyn- ja bensiininerotin

Erottimen max virtaama 20,0 dm³/s

Mittausperuste: EN 858

		NS20		kpl
1.	PE-säiliö, putkirakenne	mm	1400 / 3500	1
2.	Tuloyhde	mm	200	1
3.	Polstoyhde	mm	200	1
4.	Koalijaattoriyksikkö	kpl		4
5.	Tuuletusyhde	mm	110	1
6.	Täyttymlshälyttimen läpivienti	mm	110	1
7.	Täyttymlshälytln OISET 1000			1
8.	Lisävaruste: Tiedonsiirtoyksikkö (x)			()
9.	Lisävaruste: Öljyn kuorintaputki (x)	mm	160	()
10.	Teleskoopplinen valurautakansisto (EN124):		600 / 760	1
	Umpikansi 25t			()
	Umpikansi 40t			()
11.	V Tehollinen tilavuus	l	4100	
12.	Vo Öljynerotustila (korkeus xxx mm)	l	520	

Kuva 10. Talokaivon EPO NS20 öljyn- ja bensiininerotuskaivo (Talokaivo 2016).

Erotinkaivoja valittaessa on huomioitava, että tehollista ja lietetilavuutta koskevat minimitulavuudet koskevat koko pysäköintialuetta. Esimerkiksi minimilietetilavuuden ollessa 1000 dm³, voidaan käyttää kymmentä hiekanerotinkaivoa, joiden lietetilavuus on 100 dm³. Tällöin saavutetaan yhteensä 1000 dm³:n lietetilavuus. Kaivoja valittaessa on huomioitava kustannusten lisäksi kaivojen vaatima tilantarve.

Hiekan- ja öljynerotinkaivojen jälkeen hulevesi tulee johtaa tontilla sijaitsevaan näytteenottokaivoon ennen sen purkamista luontoon. Näytteenottokaivon avulla voidaan varmistaa erotinjärjestelmän toimivuus. Näytteenottokaivo mitoitetaan virtaaman perusteella.

4.4 Yhteenveto huomioitavista tekijöistä

Alla olevaan taulukkoon on koottu ympäristöolosuhteiden ja kustannusten vaikutukset hulevesien luonnonmukaisia hallintamenetelmiä suunniteltaessa.

Taulukko 5. Pysäköintialueiden ja -hallien hulevesiratkaisuihin vaikuttavat tekijät

Pysäköintialueiden ja -hallien hulevesiratkaisuihin vaikuttavat tekijät					
Toteutustapa	Vaikuttavat tekijät				
	Maaperän koostumus	Maanpäällinen tilantarve	Pohjavesi	Pinnanmuodot	Suuremmat kustannukset
Johtaminen maan pinnalla		x	x	x	
Johtaminen maan alla	x		x		x
Imeytyspinnat	x	x	x	x	
Maanpäällinen imeytysallas	x	x	x	x	
Maanalainen imeytysallas	x		x		x
Vihreät katot					x
Läpäisevät päällysteet	x		x		x
Maanpäällinen viivytysallas		x		x	
Maanalainen viivytysallas	x				x
Kosteikkokäsittely	x	x	x	x	

Kuten taulukosta 5 näkee, kustannukset kasvavat, mikäli ympäristön aiheuttamat rajoitteet vähenevät. Kustannusten kasvu johtuu pääosin rakenteellisista, mutta myös kaivamisesta ja pinnanmuotojen muokkauksesta syntyvistä kustannuksista. Esimerkiksi maan pinnalle sijoitettava viivytysallas vaatii suuren pinta-alan maan päällä, mutta vähän kaivamista. Maan alle sijoitettuna viivytysallas vaatii puolestaan enemmän kaivamista ja enemmän teknisiä ratkaisuja tuuletusviemäreiden ym. vuoksi. Maanpäällinen tila saadaan kuitenkin hyödynnettyä esimerkiksi pysäköintikäyttöön. Vastaavasti johtaminen avo-ojassa ei vaadi kuin hieman pinnanmuokkausta, jotta sopiva avo-oja tai painanne saadaan kaivettua, mutta maanalainen johtaminen vaatii viemäriputkia, tarkastuskaivoja ja enemmän kaivamista, jolloin kustannukset kasvavat. Esimerkiksi Uponorin valmistama yksi hulevesitunnelimoduuli maksaa listahinnan mukaan 103,10 euroa (ALV 0%). Moduuli on 1160 mm pitkä, joten esimerkiksi 20 m pitkä maan alle sijoitettava hulevesitunneli maksaisi moduulien osalta 1778 euroa. Hulevesitunnelin päihin on asennettava päätylevyt, jotka kustantavat listahinnan mukaan yhteensä 102,10 euroa (ALV 0%). Pelkän hulevesitunnelin kustannukset olisivat täten 1880 euroa. Lisäksi tunneliin on asennettava tuuletusyhde ja tarkastusputki, jotka nostavat lisääntyvien kaivamiskustannuksien ohella kokonaiskustannuksia.

Pohjavesi vaikuttaa hulevesiratkaisuihin aina, mikäli pysäköintialueelta kertyvää hulevettä on tarkoitus imeyttää maaperään. Pohjavedenmuodostumisalueilla imeytysmenetelmiä ei voida käyttää ympäristönsuojelulaissa määrätyn pohjaveden pilaamiskiellon

vuoksi. Vaikka teoreettisesti ja lähes poikkeuksetta myös käytännössä öljynerotinjärjestelmän jälkeen hulevesi on riittävän puhdasta imeyttämiseen, ei sen puhtaudesta voida saada riittävää varmuutta. Ongelmatilanteen sattuessa öljyinen hulevesi voisi aiheuttaa sekä merkittäviä taloudellisia että ympäristövahinkoja.

Taulukossa esitettyjen tekijöiden lisäksi tontin ulkopuoliset olosuhteet vaikuttavat aina merkittävästi parhaan mahdollisen ratkaisun löytämiseen. Suurimpana vaikuttavana tekijänä on kunnan hulevesiratkaisut tontin ulkopuolella. Hulevesiviemäriin sijaitessa lähellä maan pintaa, saattavat maanalaiset hulevesiratkaisut muodostua kannattamattomiksi sijoituksiksi. Esimerkiksi suurten vesimäärien viivyttäminen maan alla saattaa tarkoittaa, että kaikki poisjohdettavat hulevedet on pumpattava kunnan hulevesiviemäriin, sillä niiden painovoimainen johtaminen ei enää viivytyksaltaan rakenteen takia onnistu. Pumppaamon vaatima sähköteho voi aiheuttaa merkittäviä kustannuksia pysäköintialueen omistajalle. Jos hulevedet johdetaan alueelta pois avo-ojassa, kuten esimerkiksi Turun Jaanin alueella, voi suurilta pysäköintialueilta kertyvät hulevedet kuormittaa avo-ojaa liikaa, jolloin huleveden viipymää lisääviä ja virtaamaa pienentäviä ratkaisuja on käytettävä osana hulevesien hallintaa.

4.5 Mitoitusesimerkkejä

Esimerkki 1: hulevesikasetin mitoitus pysäköintialueelle

Lähtötiedot:

Alueelle, jolla ei muodostu pohjavettä, rakennetaan 1500 m²:n asfaltoitu pysäköintialue. Mitoitusvirtaamaksi saadaan mitoitusasteena 0,015 dm³/s/m² käyttäen 1500 m² * 0,015 dm³/s/m² = 22,5 dm³/s. Maaperä on hiekkaa, jonka vedenläpäisyarvo on 1 * 10⁻⁵. Kohteessa on mahdollisuus ylivuotoputken käyttämiseen. Imeytyskenttä sijoitetaan pysäköintitasan alle. Hulevesikasettien toimittajaksi on valittu Uponor.

Taulukko 6. Uponorin hulevesikasetin tekniset tiedot (Uponor 2012, 4).

Tekniset tiedot	
Tilavuus	300 l (tehollinen tilavuus 95 % = 285 l)
Mitat	l 600 mm x k 420 mm x p 1200 mm
Paino	15 kg
Liittymäkoot	110 mm, 160 mm *)
Materiaali	PP, polypropeeni
Maksimiasennussyvyys	5 m
Uponor nro	1050506, 1050507 (Inspect)
LVI nro	2620062
EAN-koodi	6414902395104

*) Isompia liittymiä voidaan toteuttaa adapterilla.

Toteutus:

Suosittelava imeytyskentän tilavuus on n. 30 m³, joka vastaa 100 hulevesikasettia. Sijoittamalla kasetit kahteen kerrokseen 10 poikittain ja 5 pitkittäin tulisi imeytyskentän kooksi 6 m * 6 m * 0,84 m. (Uponor 2016.)

Huomioitavia asioita:

Imeytyskentän sijoittamisessa on aina noudatettava valmistajan antamia suojaetäisyyksiä ja ottaa huomioon muut valmistajan mainitsemat asiat.

Esimerkkitapauksessa tulisi huomioida, että peitesyvyys on vähintään 500 mm, jotta imeytyskenttä kestää ajoneuvojen rasituksen. Jos peitesyvyys on alle 1500 mm, on käytettävä routasuojausta, jotta järjestelmä ei jäädy. Imeytyskenttä on varustettava tuuletusviemärillä ilman vaihtumiseksi imeytyskentässä. Lisäksi mahdollisten puiden olemassaolo täytyy ottaa sijoittamisessa huomioon, jotta juurten tunkeutuminen hulevesikasettiin estetään. (Uponor 2016.)

Esimerkki 2: Maanpäällisen viivytysaltaan mitoitus

Lähtötiedot:

Alueelle, jonka maaperä ei sovellu imeyttämiseen, rakennetaan 3000 m²:n asfaltoitu pysäköintialue. Valuntakertoimen ollessa 1, mitoitusvirtaamaksi saadaan 0,015 dm³/s/m² * 3000 m² = 45 dm³/s. Suuren mitoitusvirtaaman ja kunnan hulevesiviemäriin pienen kapasiteetin takia hulevesiä on viivytettävä ennen niiden purkamista kunnan hulevesiviemäriin. Hulevesien viivyttämiseksi päädytään rakentamaan maan päälle viivytyssallas. Allas päädytään mitoittamaan 20 minuuttia kestäväälle mitoitusviesalle. Mitoitusvirtaaman perusteella alueelta voidaan olettaa poistuvan 20 minuutin aikana 54 m³ vettä.

Toteutus:

Maan päälle rakennettava viivytyssallas mitoitetaan siten, että altaan viivytystilaa on riittävä mitoitusvesimäärän varastointiin. Altaan vaatima pinta-ala saadaan Suomen kuntaliiton hulevesioppaan viivytyssallan koon laskentaohjeen mukaisesta kaavasta:

$$A_L = \frac{V_{mit}}{h_l} \quad (3)$$

Kaava 3. Viivytyssallan koon mitoitus. (Kuntaliitto 2012, 156).

Kaavassa 3 A_L (m²) on altaan pinta-ala, V_{mit} (m³) mitoitusvesimäärä ja h_l altaan keskimääräinen syvyys (m). Tällöin keskimäärin 0,5 m syvä viivytyssallas vaatii pinta-alaltaan 108 m²:n tilan. (Kuntaliitto 2012, 156.)

Altaan mitoituksessa on otettava huomioon mahdollisen täyttömateriaalin huokostilavuus. Täyttömateriaali suodattaa hulevettä, jolloin se puhdistuu ja altaalla on täten ympäristön kannalta enemmän hyödyllisiä vaikutuksia. Toisaalta täyttömateriaali pienentää tilaa, johon vesi voi varastoitua, jolloin altaan kokoa on kasvatettava. (Kuntaliitto 2012, 146.)

Huomioitavia asioita:

Allas on sijoitettava niin, että sen huoltaminen on mahdollista. Altaalle on rakennettava huoltotie, mikäli altaalle ei muuten ole pääsyä. Altaan on tyhjennettävä 24 tunnin kuluessa, joten purkuputken koko ja viemäriin kaltevuus on suunniteltava oikeanlaiseksi. Lisäksi viivytyssallas on varustettava ylivuotoputkella, jotta allas ei tulvi mitoitusviesallan kovan tai pitkäkestoisemman sateen sattuessa. (Kuntaliitto 2012, 172.)

5 ESIMERKKIKOHDE

Esimerkkikohteena käytetään erästä kolmen taloyhtiön yhteistä rakenteilla olevaa pysäköintihallia ja sen viereen rakennettavaa maanvaraista pysäköintialuetta. Alueelle on rakenteilla paljon muitakin kiinteistöjä ja uutta infrastruktuuria. Aluetta koskettaa kunnan asettama hulevesisuunnittelua koskeva ohjeistus sekä asemakaavan määräykset. Hankkeessa mukana olevien toimijoiden toiveesta sijaintia ja muita tarkempia yksityiskohtia hankkeesta ei paljasteta. Hulevesien hallintasuunnitelma on toteutettu minun ja geosuunnittelijan yhteistyönä. Vastuullani oli suunnitella kiinteistön sisäinen viemärointi, selvittää tarvittavat erotinratkaisut ja hoitaa viranomaisyhteydet liitoskohta-asioissa. Geosuunnittelijan vastuulla puolestaan oli suunnitella rakennuksen ulkopuolinen viemärointi ja tarvittavat viivytys- ja imeytystoimet.

5.1 Lähtötiedot

Tontti sijaitsee alueella, jossa on aiemmin ollut käytöstä poistuneita kiinteistöjä. Kaikki vanhat rakenteet ja tiet on purettu ja alueelle on rakenteilla useita kerrostaloja ja muita kiinteistöjä. Maanpinnan korkeus alueella on melko tasainen. Alimmillaan maanpinta on +61.40 ja ylimmillään +62.60, kun käytetään N2000-korkeusjärjestelmää. Tontilla on suoritettu koekairauksia maaperän koostumuksen selvittämiseksi. Kairauksen ovat pysähtyneet tiiviiseen moreenikerrokseen tai suuriin kiviin 0,8–4,1 metrin syvyydessä maanpinnasta. Lisäksi maaperän on havaittu olevan savipitoista. Vesipinta havaittiin tutkimusten yhteydessä maanpinnantasossa. Lähialueella pohjaveden pinnankorkeuden on havaittu vaihtelevan välillä +60.23–+60.60. Tontin nykyiset hulevedet ovat valuneet pintavaluntana korttelissa oleviin kuivatusjärjestelmiin ja avo-ojiin. Alla olevassa taulukossa on esitetty alkuperäisen tontin luonnonmukainen tilanne hulevesien osalta. (Hulevesien hallintasuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija.)

Taulukko 7. Alkuperäisen tontin hulevesien muodostuminen (Hulevesien hallintasuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).

Maankäyttö	Valunnan määrä		Virtaama	Vesimäärä
	A	Kerroin	Q_{mit} [l/s/m ²]	V_{mit} (10min)
	[m ²]	k	0,015	m ³
Tontti				
Metsä	3711	0,10	5,6	3,3

Kuten taulukosta 7 nähdään, suurin osa alkuperäisen tontin hulevesistä on imeytynyt maaperään. Koko tontilla valuu pintavaluntana 10 minuuttia kestävän mitoitussateen seurauksena ainoastaan 3,3 m³ hulevettä.

Tontille rakennetaan pysäköintihalli piha-alueineen. Tontin alueesta n. 20% tulee olemaan vettä läpäiseviä pintoja, kuten nurmi- ja kasvillisuuspäällysteisiä alueita. Loppualue tontista on vettä läpäisemättömiä pintamateriaaleja, jotka koostuvat pääosin rakennuksen katosta ja asfaltista. Pysäköintihallin viereen rakennetaan maanvaraisia avopaikkoja. Pysäköintihalli on jaettu kahteen erilliseen alueeseen, yksitasoiseen, jossa on avopaikkoja ja kaksitasoiseen, jonka alakerta on katettua ja yläkerta kattamatonta aluetta. Alueella on yhteensä 149 autopaikkaa, jotka jakaantuvat seuraavasti: maanvaraisella alueella on 31, katetulla alatasolla 39, kattamattomalla ylätasolla 41 ja kattamattomalla yksitasoisella alueella 38 autopaikkaa. Hankkeessa mukana olevien toimijoiden toiveesta tarkempia yksityiskohtia hankkeesta ei paljasteta.

5.2 Hulevesien hallinnan suunnittelu

Vettä läpäisemättömien alueiden pinta-ala on 2900 m², jolloin norminmukaiseksi sadeveden mitoitusvirtaamaksi vettä läpäisemättömiltä pinnoilta saadaan $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2 * 2900 \text{ m}^2 = 43,5 \text{ dm}^3/\text{s}$. Loput pinnat ovat vettä läpäiseviä, nurmi- ja kasvillisuuspäällysteisiä alueita, joiden sadeveden mitoitusvirtaamaksi saadaan $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2 * 811 \text{ m}^2 * 0,3$ (valuntakerroin) = $3,6 \text{ dm}^3/\text{s}$. Koko tontin hulevesivirtaamaksi saadaan siis $50,1 \text{ dm}^3/\text{s}$. Alla olevassa taulukossa on esitetty suunnittelun tontinkäytön aiheuttamat muutokset huleveden muodostumisen osalta.

Taulukko 8. Suunnitellun pysäköintihallin huleveden muodostuminen.

Maankäyttö	Valunnan määrä		Virtaama	Vesimäärä
	A	Kerroin	Q_{mit} [l/s/m ²]	V_{mit} (10min)
	[m ²]	k	0,015	m ³
Tontti				
Vettä läpäisemätön	2900	1	43,5	26,1
Vettä läpäisevä	811	0,3	3,6	2,2
Yhteensä			50,1	28,1

Kuten taulukosta 8 nähdään, pintavaluntana valuvan huleveden määrä 10 minuuttia kestävän mitoitussateen seurauksena moninkertaistuu verrattuna alkuperäiseen tontin käyttöön.

Maaperänkoostumusselvityksessä on selvinnyt, että vaikka alue ei sijaitse pohjaveden muodostumisalueella, ei imeyttämistä voida hyödyntää suuressa mittakaavassa maaperän suuren savipitoisuuden vuoksi. Lisäksi alueelle suunniteltu muu tuleva rakennettu ympäristö vaikuttaa hallittujen imeytysratkaisujen käyttöön, sillä imeytettäessä hulevedet voisivat kulkeutua maaperässä viereiselle tontille tai muualle lähiympäristöön ja haitata täten alueelle rakentamista.

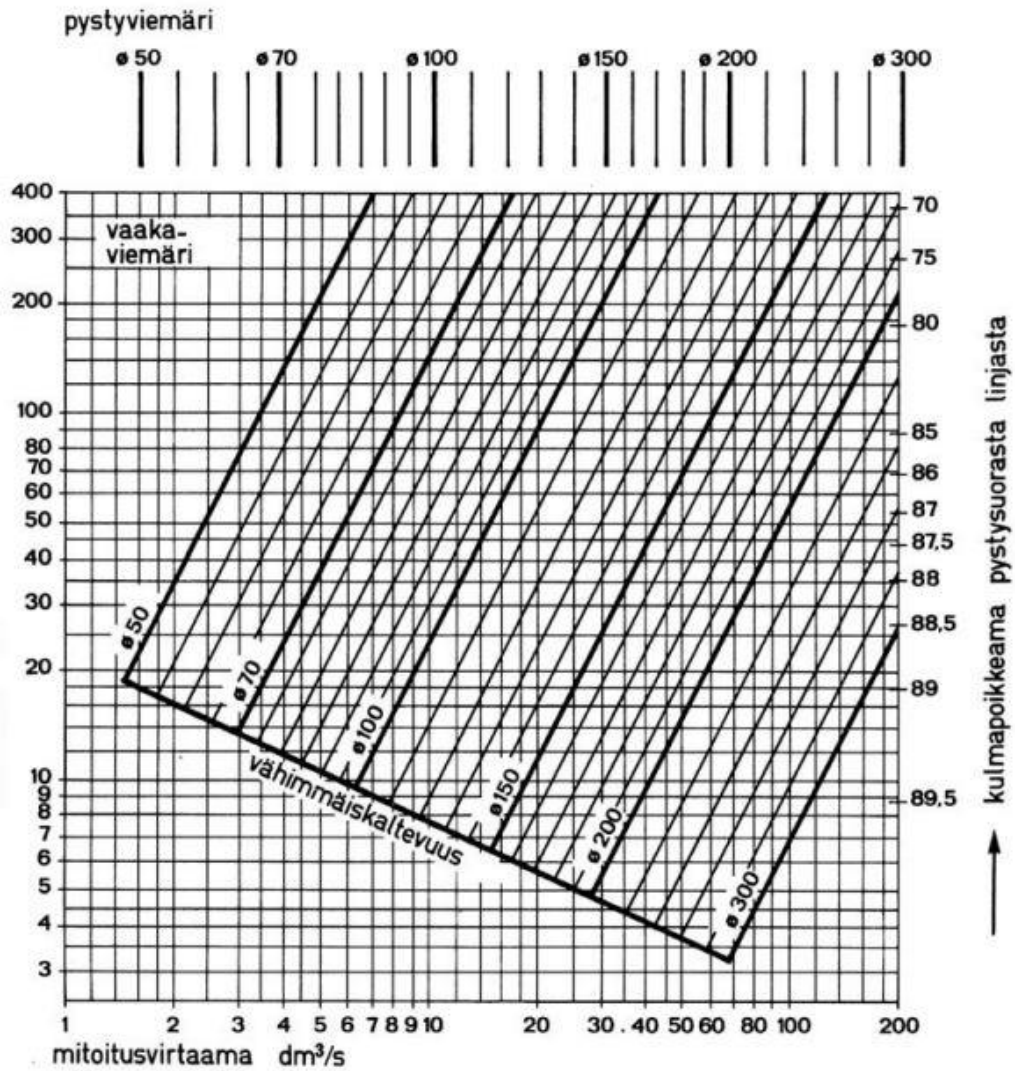
Aluetta koskevan kunnan asettaman hulevesisuunnittelua koskevan ohjeistuksen vuoksi hulevedet on pyrittävä käsittelemään mahdollisimman tehokkaasti niiden synty-paikalla. Koska imeyttämistä ei voida alueella hyödyntää suuressa mittakaavassa, eikä alueella olevissa pienehköissä avo-ojissa voida johtaa alueelle rakennettavien kiinteistöjen hulevesiä, on hulevedet johdettava viemäreissä. Jotta viemärin ylikuormittumiselta vältyttäisiin, on hulevesiä viivytettävä mahdollisimman tehokkaasti.

5.3 Hulevesien hallinnan toteutus

Alueen hulevesien hallinta toteutetaan pääosin viivytämällä virtaamaa käyttämällä halkaisijaltaan suuria viemäriputkia, joiden ansiosta viemärin kaato pystytään minimoimaan. Halkaisijaltaan suuret viemäriputket toimivat samalla maanalaisina viivytysaltaina, sillä virtaama niissä hidastuu erittäin pieneksi. Taulukossa 9 on osoitettu viemärin minimikaltevuus suhteessa viemäriputken halkaisijaan. Varsinaista viivytysallasta ei kohteeseen

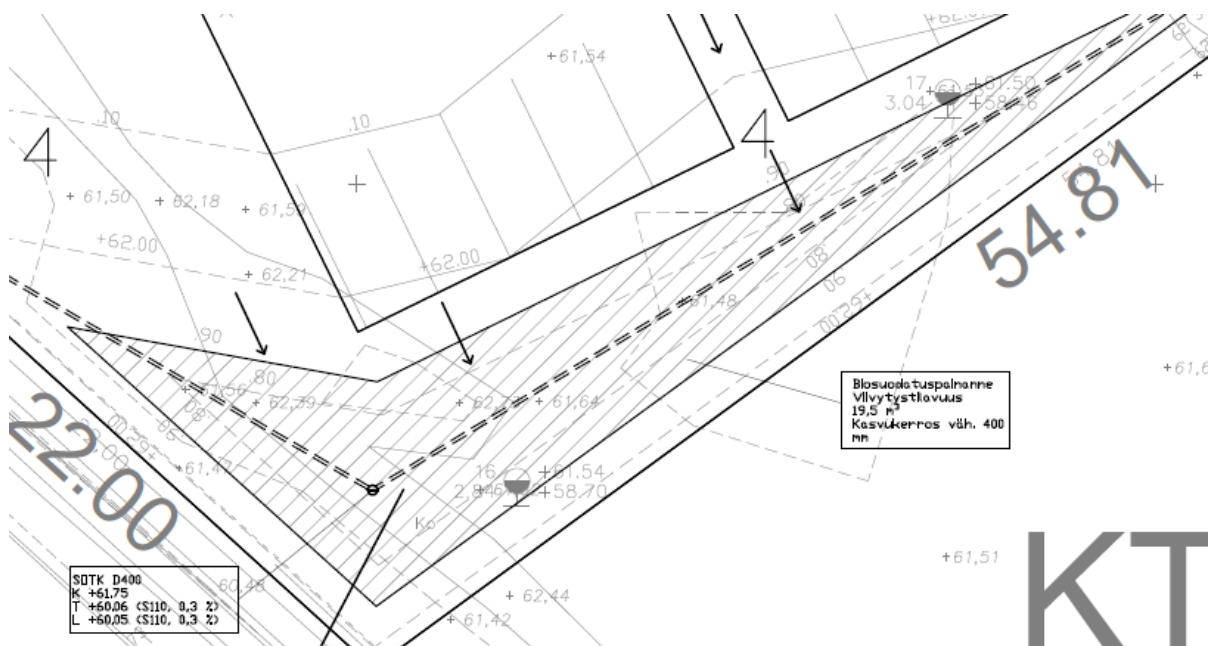
rakenneta tilanpuutteen vuoksi. Pysäköintihallin kattaessa noin 80% tontin pinta-alasta ja kunnan määräämän liitoskohdan sekä rakennuksen sijoittelun vuoksi, hulevesien koaminen yhteen viivytysaltaaseen olisi erittäin haastavaa.

Taulukko 9. Viemäriputken vähimmäiskaltevuuden suhde viemäriputken halkaisijaan ja mitoitusvirtaamaan (D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Liite 7).



Kuten taulukosta 9 nähdään, kasvattamalla putken halkaisijaa, voidaan viemäriin vähimmäiskaltevuutta pienentää huomattavasti. Esimerkiksi mitoitusvirtaaman ollessa 30 dm³/s halkaisijaltaan 160 mm viemäriin vähimmäiskaltevuus on 18‰. Mitoitusvirtaaman ollessa sama, mutta putken halkaisijan 200 mm, on vähimmäiskaltevuus 4,5‰.

Jotta veden luonnollinen kiertokulku ei häiriintyisi liikaa, pyritään imeyttämistä hyödyntämään osana hulevesien hallintaa. Imeyttämismenetelmiä hyödynnetään biosuodatuspainanteina tontin viheralueilla, jotka ympäröivät pysäköintihallia. Biosuodatuspainanteeseen päätyvä hulevesi imeytyy osittain maaperään ja ylimääräinen, imeytymätön hulevesi johdetaan salaojaviemäriputkessa viivytusrakenteiden vieressä hulevesipumppaamoon. Maanvaraisen, avopaikkoja sisältävän, pysäköintialueelle kertyvät hulevedet käsitellään kokonaisuudessaan biosuodatuspainanteen avulla, eikä kyseisellä alueella ole sadevesikaivoja. Hulevedet johdetaan pintavaluntana tontin lounaiskulmassa sijaitsevaan biosuodatuspainanteeseen.

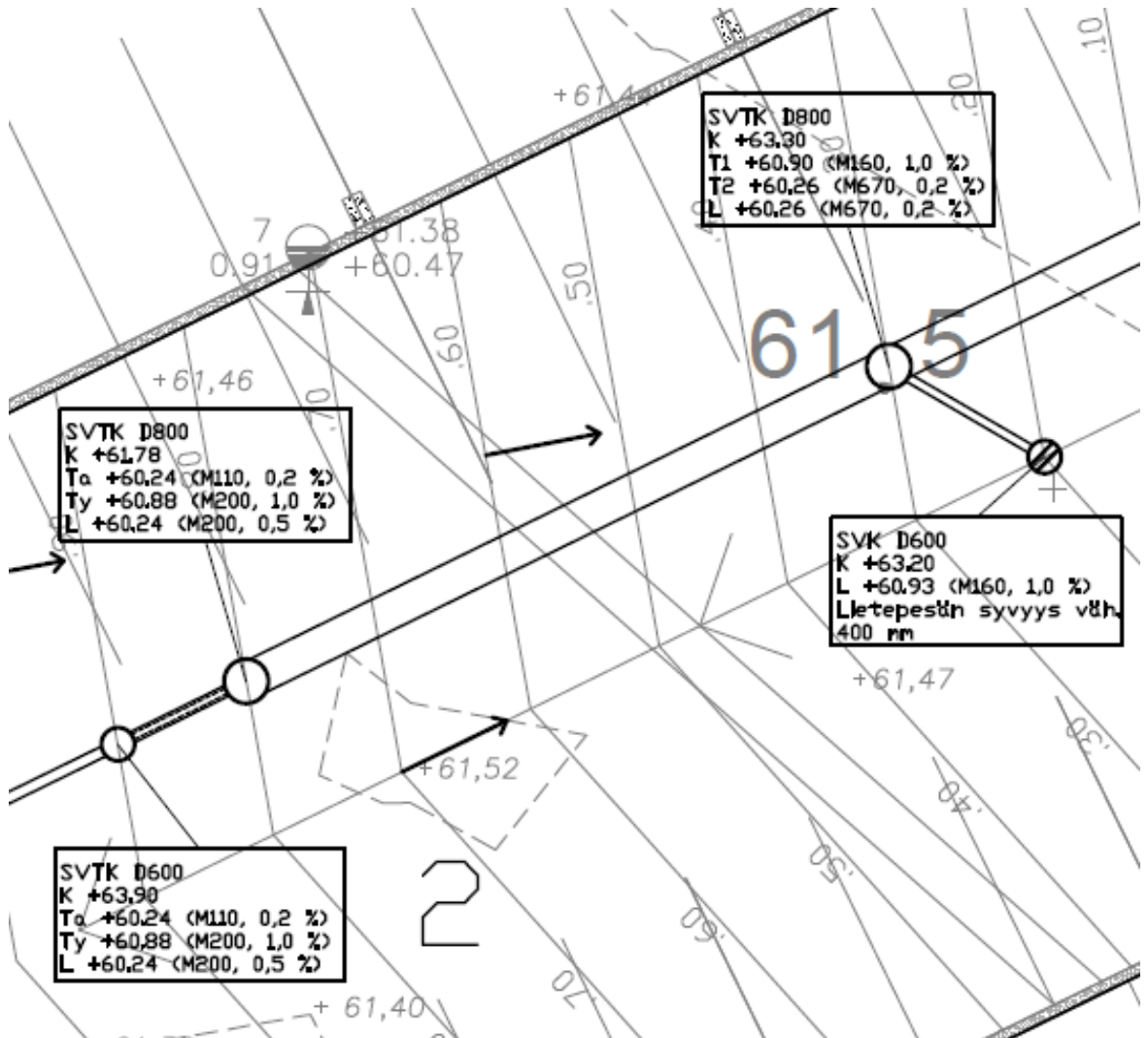


Kuva 11. Pysäköintialueen lounaiskulmassa sijaitseva biosuodatuspainanteen (Hulevesisuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).

Kuvassa 11 on esitetty osakopio geosuunnittelijan laatimasta pysäköintialueen hulevesien hallintasuunnitelmasta. Maanvaraiselta avopaikoitusalueelta pintavaluntana virtaava hulevesi suodattuu biosuodatuspainanteessa ja osa hulevedestä imeytyy maaperään. Biosuodatuspainanteeseen asennetaan salaojaviemäriputki, jota pitkin imeytymätön hulevesi pääsee virtaamaan turvallisesti pois painanteesta.

Kattamattoman yksitasoisen alueen hulevedet kerätään sadevesikaivojen välityksillä pohjalaatan alla sijaitsevaan, halkaisijaltaan 670 mm, viemäriputkeen. Alueelta kertyvä mitoitusvirtaama on $15,1 \text{ dm}^3/\text{s}$, joten viemärin kaato voidaan pitää erittäin pienenä. Kaa-

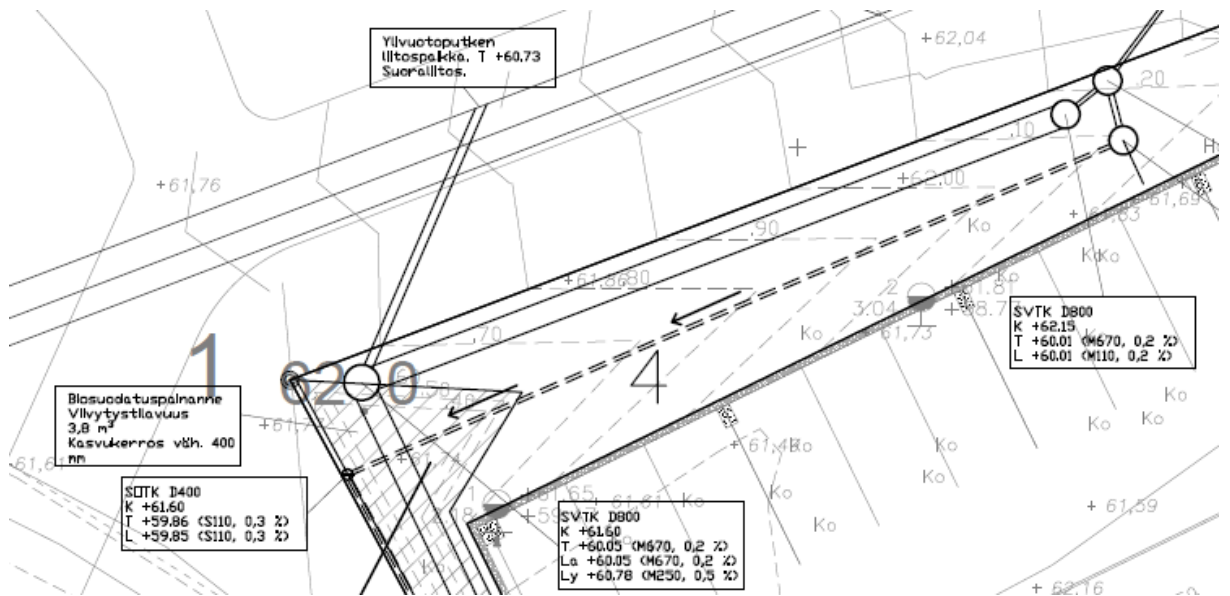
doksi on valittu geosuunnittelijan laskelmien ja rakentamismääräyskokoelma D1:n viemärinmitoituspäätteiden perusteella 2%. Pienempikin kaato olisi laskennallisesti mahdollinen, mutta sen toteuttaminen olisi erittäin haastavaa.



Kuva 12. Osakopio kattamattoman yksitasoisen alueen hulevesien hallintasuunnitelmasta (Hulevesisuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).

Kuvassa 12 nähdään pysäköintialueen alle sijoitettava viivytsaltaana toimiva halkaisijaltaan 670 mm viemäriputki, johon sadevesikaivot viemäroidään. Kuvan vasemmassa laidassa oleva tarkastuskaivo SVTK D800 on varustettu ylivuotoliitännällä hulevesien turvallisen hallinnan takaamiseksi.

Kaksitasoisen alueen ylätaso varustetaan lämmitetyin kuivakaivoin, joista hulevesi johdetaan viemäriputkia pitkin pysäköintihallin ulkopuolelle, tontin länsireunassa sijaitsevaan viivytysrakenteeseen. Katettu alataso varustetaan hiekan- ja öljynerotuskaivoilla sekä näytteenottokaivolla ja viemäroidään jätevesiviemäriin.



Kuva 13. Tontin luoteiskulmassa sijaitseva biosuodatuspaine ja ylivuotoliitoskohta (Hulevesisuunnitelma ko. kohteeseen, Geosuunnittelija).

Kuvassa 13 on osakopio tontin luoteiskulmasta. SVTK D800 on sadevedentarkastuskaivo, johon viivytysaltaana toimiva viemäriputki liittyy. Kaivo on varustettu ylivuotoputkella, joka liittyy suoraan kunnan hulevesiviemäriin. Ylivuotoputki mahdollistaa hulevesien poisvirtaamisen, mikäli viemärikapasiteetti täyttyy. Tarkastuskaivolta hulevedet johdetaan vielä kolmanteen viivytysaltaaseen ennen hulevesien johtamista kunnan viemäriverkkoon.

Kunnan runkoviemärien kulkiessa lähellä maanpintaa, on hulevesiviemärijärjestelmä varustettava pumppaamalla. Viivytysrakenteiden ansiosta pumppaamon mitoitusvirtaama saadaan pienennettyä 50,1 litrasta 4 litraan sekunnissa. Viimeisen viivytysaltaan jälkeen hulevedet ja salaojista kertyvät rakennuksen kuivatusvedet pumpataan tarkastuskaivon kautta kunnan hulevesiviemäriverkostoon. Pumppaamo varustetaan padotusventtiilillä, joka estää vikatilanteessa tai mitoitusvadetta voimakkaammassa sadetilanteessa veden virtaamisen takaisin salaojaputkeen.

Viivytyrakenteiden ansiosta pumppaamon kokoa voidaan pienentää merkittävästi, joka on taloudellisesti merkittävä säästö pysäköintihallin omistavalle taholle. Lisäksi viivytyrakenteet mahdollistavat kohteeseen toimivan hulevesiviemäroinnin aiheuttamatta kohtuutonta vaaraa kunnan viemäriin ylikuormittumiselle.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hulevesien hallintaratkaisujen monipuolistuminen uusien innovaatioiden myötä luo merkittäviä mahdollisuuksia veden luonnollisen kiertokulun ylläpitämiseksi. Esimerkiksi hulevesikasetit mahdollistavat onton rakenteensa ansiosta erittäin suuren tyhjätilan huleveden imeyttämistä ja virtaaman hidastamista varten. Koska järjestelmä voidaan upottaa maan alle eikä vaadi merkittäviä huoltotoimenpiteitä järjestelmän toimimiseksi, on kyseisenkaltainen ratkaisu erittäin toimiva useaan kohteeseen.

Sade- ja ylipäättään hulevedessä on suuri potentiaali, jota tulisi pystyä hyödyntämään suuremmissa mittakaavassa. Sadeveden kerääminen sadevesikouruista ämpäreihin ja veden käyttäminen kukkien kasteluun on perinteinen esimerkki siitä, miten hulevesiä voidaan hyödyntää. Valitettavan usein hulevesien hyödyntäminen jää kuitenkin kyseiselle kukkien kastelu -tasolle. Tähän on varmasti useita syitä, joita voivat olla esimerkiksi tietämättömyys, osaamisen puute tai taloudelliset tekijät. Hulevesien hyödyntämättömyys ei kuitenkaan ole aina kiinteistön omistajasta riippuvainen, vaan valvova viranomainen voi asettaa esteitä huleveden hyödyntämiselle. Esimerkiksi eräs turkulainen huoltoasemayrittäjä olisi ollut halukas hyödyntämään huoltoaseman katolle kertyvää sadevettä huoltoaseman tarjoaman autopesun esipesuvaiheessa. Autojen pesuvesi viemäroidään kuitenkin jätevetenä, eikä kunnan vesilaitos antanut lupaa kyseiselle toiminnalle. Perusteluina kielteiselle päätökselle oli se, että koska vesi ei ole peräisin kunnan vesiverkosta, ei sitä voida viemäroidä kunnan viemäriverkkoon maksamatta jätevesimaksua. Jätevesimaksu perustuu vesimittarilla mitattuun kulutuslukemaan, eikä sadevedelle voitaisi määrittellä jätevesimaksun suuruutta, sillä vesi kulkisi vesimittarin ohitse.

Hulevesien hyödyntäminen ja oma-aloitteinen luonnolliseen veden kiertokulkuun tärkeä toiminta tulisi mielestäni saada istutettua paremmin osaksi ihmisten toiminta- ja ajattelutapoja. Parannettavaa on sekä kiinteistöjen omistajien, että viranomaisten toiminnassa. Kiinteistöjen omistajien osalta erilaiset määräykset ja ohjeistukset, joita annetaan esimerkiksi lainsäädännössä sekä yleis- ja asemakaavoissa antavat hyvän pohjan tälle tavoitteelle, mutta toiminta tulisi saada enemmän oma-aloitteiseksi, eikä vain toteutettavaksi siksi, että jokin laki tai viranomainen niin vaatii. Viranomaisten osalta hulevesien käsittely tai jopa niiden hyödyntäminen niiden syntypaikalla tulisi tehdä kiinteistön omistajille helpommaksi ja palkitsevammaksi. Huolellisesti suunniteltuna, toteutettuna ja kun-

nossapidettynä Maankäyttö- ja rakennuslain asettamat hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet täyttyvät ympäristön kannalta huomattavasti paremmin kuin laki edellyttää, ja säästää merkittävästi verovaroja esimerkiksi tulvavaurioiden korjaamisen osalta. Jonkinlainen kannustin huolelliseen hulevesien luonnonmukaiseen hallintaan olisi mielestäni perusteltu lisäys hulevesien hallinnan parantamiseksi.

LÄHTEET

Advanced Plastic and Design. 2013. What you should know about stormwater detention tanks. Viitattu 5.12.2016 <http://www.apd.co.nz/what-you-should-know-about-stormwater-detention-tanks/>.

ELY-keskus. 2013. Pien-Saimaan kuormitusta pienemmäksi hulevesikosteikoilla. Viitattu 9.10.2016 https://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/pien-saimaan-kuormitusta-pienemmaksi-hulevesikosteikoilla-kaakkois-suomen-ely-keskus-#.WNVx_fnyjIU.

Ilmastonkestävä kaupunki. 2014. Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito. Saatavissa myös: http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf.

Ilmastonkestävä kaupunki. 2014. ILKKA-hanke, Turku. Saatavissa myös: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//alueellinen_hulevesisuunnitelma.pdf.

Inha, L.; Kettunen, R. & Hell, K. 2013. Maanteiden hulevesien laatu. Helsinki. Saatavissa myös: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-12_maanteiden_hulevesien_web.pdf.

Jaakonaho, O. 2014. Hulevesien hallinnan suunnittelu yleis- ja asemakaavatasolla. Viitattu 17.3.2017 http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/4361/Hulevesiseminaari_2014-11-25_Jaakonaho.pdf.

Kousa, H. 2014. Vettä läpäisevät päällysteet ja rakenteet CLASS-projektista pilotteihin. Viitattu 1.10.2016 http://www.vtt.fi/files/sites/class/CLASS_2014GeotechPaiva_slides.pdf.

Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Suomen kuntaliitto. Saatavissa myös http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714.

Lukkari, M. 2015. Skinnarilaan uusi hulevesikosteikko. Etelä-Saimaa. Viitattu 9.10.2016 <http://www.esaimaa.fi/Online/2015/08/18/Skinnarilaan%20uusi%20hulevesikosteikko/2015119443304/4>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 682/2014. Annettu Helsingissä 22.08.2014. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

Maisemabetoni. Hulevesien hallinta. Viitattu 5.10.2016 <http://maisemabetoni.fi/paallysteen-suunnittelu/toiminnallinen-suunnittelu/hulevesien-hallinta/>.

Nurmi, V.; Perrels, A.; Votsis, A. & Lehvävirta, S. 2013. Viherkatot Helsingissä – kustannushyötyanalyysi. FMI. Viitattu 20.04.2017 http://www.vyl.fi/userData/vyl/koulutus/viherkattoesitys_kustannus_hyo-ty_Nurmi.pdf

Philadelphia Water. 2012. Green roof design guidance. Viitattu 1.10.2016 <http://www.pwdplan-review.org/manual/chapter-4/4.3-green-roofs>.

SFS-EN 858. Kevyiden nesteiden erotinjärjestelmät (esim. öljy ja bensiini). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sinervä, J. 2015. Vettä läpäisevästä asfaltista ratkaisu katutulvien ehkäisyyn? – video. YLE. Viitattu 21.9.2016 <http://yle.fi/uutiset/3-8295740>.

Talokaivo Oy. 2016. EPO-NS20 / 1400 / 3500. Viitattu 5.10.2016 http://www.talokaivo.fi/core/wp-content/uploads/2014/03/505_EPO-NS20-l-luokka1.pdf.

Uponor Oy 2016. Uponor-hulevesikasetit ja tunnelit. Viitattu 25.9.2016 <https://www.uponor.fi/~media/countryspecific/finland/download-centre/house-drainage/installation-manuals/38701hulevesikasettitunneliasohje082012.pdf?version=1>.

Uponor Oy. 2016. Hulevesien imeytys. Viitattu 25.9.2016 <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/hulevesiputkistot/hulevesien-imeyttaminen.aspx>.

Vakkilainen, P.; Kotola, J. & Nurmi, J. 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Vesihuoltolaki 2014/681. Annettu Helsingissä 22.08.2014. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119#a22.8.2014-681>.

Ympäristöministeriö. 2000. Opas 1 Kaavamerkinnät. Viitattu 14.02.2017. Saatavilla osoitteessa [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_ja_rakennuslaki_2000_sarja/Opas_1_Kaavamerkinnat\(4382\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_ja_rakennuslaki_2000_sarja/Opas_1_Kaavamerkinnat(4382)).

Ympäristöministeriö. 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Annettu Helsingissä 24.01.2007. Saatavilla sähköisesti osoitteessa http://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf.