

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2018

Markku Viitanen

HULEVESIEN HALLINNAN TILANNE KAUPUNKIMAISSA YMPÄRISTÖISSÄ



Markku Viitanen

HULEVESIEN HALLINNAN TILANNE KAUPUNKIMAISSA YMPÄRISTÖISSÄ

Kaupunkimaisessa ympäristössä tiiviiden pintojen määrä kasvaa luonnontilaisten alueiden samalla vähentyessä. Tämä yhdistettynä ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyviin sateisiin aiheuttaa kasvavaa tarvetta hulevesien entistä tehokkaammille käsittelytavoille. Samalla huomio on alkanut entistä enemmän kiinnittyä myös hulevesien laatuun. Tämän opinnäytetyön tavoite on luoda katsaus kunnilla käytössä oleviin hallintakeinoihin hulevesien käsittelyssä sekä määrittää tasokkaan hulevesijärjestelmän ominaisuudet.

Nykyinen lainsäädäntö asettaa lähtökohdaksi hulevesien käsittelylle niiden imeyttämisen ja viivyttämisen. Ohjausvastuu on jalkautettu ensisijaisesti kunnille, joiden merkittävimpiä käytännön ohjauskeinoja ovat kaavamääräykseen ja rakennuslupaprosessiin sitoutetut vaatimukset. Useat suuret kunnat ovat laatineet toimintaansa ohjaamaan erillisen hulevesiohjelman, joka toimii taustalla vaikuttavana ohjenuorana.

Varsinaiset vaatimukset ovat kuitenkin nykyisin hyvin yleispiirteisiä ja jättävät suunnitteluun melko vapaat kädet. Kaavamääräys- ja valvontakäytännöt eivät ole yhtenäisiä, sillä rakentamisen tiiveys ja maaperäolosuhteet vaihtelevat, eikä toisaalta järjestelmille ole olemassa kattavia, spesifejä mitoitusohjeita, vaan vastuu toteutuksen laadusta on pitkälti suunnittelijalla.

Hulevesijärjestelmät voidaan rakenteellisesti jakaa maanpäällisiin ja -alaisiin järjestelmiin. Maanpäällisissä järjestelmissä hulevedet ohjataan erillisiin painanteisiin tai altaisiin, joissa niiden varastointi ja laadullinen käsittely tapahtuvat. Maanalaiset järjestelmät ovat maanalaisia kivipesiä, suurikokoisia putkia tai tarkoitusta varten saatavana olevia kennostoja. Lisäksi vesien määrää voidaan vähentää viherkattojen avulla ja valumaa erilaisin läpäisevin päällystein.

Yleisesti voidaan todeta, että laadukas hulevesien hallintajärjestelmä on suunniteltu soveltuvaksi paikallisiin olosuhteisiin, hulevesien laatua hoidetaan esikäsittelemällä, tulvatilanteisiin on varauduttu, järjestelmän kuntoa voidaan seurata ja kunnossapito on säännöllistä.

ASIASANAT:

hulevedet, imeyttäminen, kuivattaminen, viivyttäminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Civil Engineering

Community Infrastructure Engineering

2018 | 61 pages

Instructor: Pirjo Oksanen, M. Sc. (Eng)

Markku Viitanen

STORMWATER MANAGEMENT IN URBAN ENVIRONMENT

Urbanization increases the amount of impervious surfaces, therefore disturbing the natural water cycle. Combined with the increasing rainfall caused by climate change, this results in a growing need to control and efficiently reduce the quantity of urban runoff while improving its quality. The aim of this thesis was to review the administrative methods available to local governments in stormwater management as well as evaluate the properties of an effective, high-quality system.

The current legislation focuses on stormwater retention and detention, the implementation of which is completed by municipalities. Their most important means to enforce the legal requirements are regulations in detailed plans and building permits. More heavily urbanized cities have also created specific stormwater management plans to direct their planning processes.

However, in practice the requirements of the regulation process are currently quite general in nature and the regulation methods are not uniform, as the construction density and the soil conditions and topography vary greatly. A lack of comprehensive guidelines for dimensioning the systems also exists, leaving a lot of responsibility for the quality of the systems to the expertise of the planners.

Stormwater management solutions can be divided into open and closed systems. In an open system the runoff is collected above the ground to an open basin – a bioswale – where the water is retained or detained, therefore reducing the strain on drainage systems. Filtration through vegetation increases the quality of the water. A closed system is an underground basin, in which the water is collected to large drainage pipes, plastic cassettes or into an infiltration trench with permeable soil, such as gravel or sand. Furthermore, permeable pavements and green roofs can be used to increase the runoff retention efficiency.

This thesis posits that a high-class stormwater management system is designed to match the local conditions, the runoff is pretreated or filtrated in the process, has an emergency spillway in case of overflowing, the proper functioning of the system can be observed and is duly maintained.

KEYWORDS:

drainage, drainage water, urban runoff, water detention, water retention,

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 HULEVESIEN HALLINTA	8
2.1 Hallinnan lähtökohdat	8
2.2 Lainsäädäntö ja ohjeistus	8
2.3 Soveltaminen rakentamiseen	11
2.3.1 Maaperän hydrologia	11
2.3.2 Laadullinen hallinta	13
2.3.3 Käsittelymenetelmien yleiset periaatteet ja reunaehdot	14
3 MITOITTAMINEN JA SOVELLUTUKSET	16
3.1 Järjestelmät ja tekniikka	16
3.1.1 Maanpäälliset järjestelmät	16
3.1.2 Suljetut järjestelmät	19
3.1.3 Muut ratkaisut	22
3.1.4 Kunnossapito ja toimivuuden varmistaminen	24
3.2 Mitoittaminen	25
4 VALLITSEVIEN KÄYTÄNTÖJEN TARKASTELU	31
4.1 Turun kaupungin toimintamalli	31
4.2 Lahden kaupungin toimintamalli	36
4.3 Vantaan kaupungin toimintamalli	39
4.4 Esimerkkikohteet	42
4.4.1 Pilottikohde, Lahti: Ranta-Kartanon alue	42
4.4.2 Päivittäistavarakaupan tontti, SM Maanpää Oy	46
4.4.3 Päiväkotitontti, SM Maanpää Oy	51
5 NYKYTILANTEEN POHDINTAA	55
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	59
LÄHTEET	62

KUVAT

Kuva 1. Tyypikuva avoimen, viivyttävän kaivannollisen painanteen rakennekerroksista.	18
Kuva 2. Tyypikuva avoimen painanteen rakenteesta.	19
Kuva 3. Yksinkertaistettu tyypikuva imeytyskaivannosta.	21
Kuva 4. Hulevesien imeytyskennoston tyypikuva.	21
Kuva 5. Viherkaton mallirakenne.	23
Kuva 6. Turun seudun alueellisen hulevesisuunnitelman suunnitelma-alue.	32
Kuva 7a. Eteläinen puoli yleissuunnitelmasta Ranta-Kartanon suunnittelualueella.	44
Kuva 7b. Pohjoinen puoli yleissuunnitelmasta Ranta-Kartanon suunnittelualueella.	45
Kuva 8. Havainnollistava kuva viivytyskentän rakenteesta ylhäältä.	48
Kuva 9. Maasuodatuskentän pituusleikkaus.	49
Kuva 10. Maasuodatuskentän rakenteen poikkileikkaus.	50
Kuva 11. Päiväkotitontin asemapiirustus.	52
Kuva 12. Viivytysjärjestelmän pituusleikkaus.	53

KUVIOT

Kuvio 1. Osayleiskaavatasoisessa suunnittelussa käytettäviä merkintöjä hulevesien hallintaa koskien.	33
Kuvio 2. Periaate hajautetusta hulevesien hallintajärjestelmästä Lahden Ranta-Kartanon suunnittelualueella.	43

TAULUKOT

Taulukko 1. Maalajien vedenläpäisevyyshkertoimia.	12
Taulukko 2. Biopidätysaltaan rakennekerrosten tehtävät.	17
Taulukko 3a. Eri pintojen valumakertoimia.	27
Taulukko 3b. Eri pintojen valumakertoimia.	27
Taulukko 4. Kustannusvertailu päivittäistavarakauppatontin viivytysjärjestelmän materiaaleille.	46
Taulukko 5. Päivittäistavarakauppatontin maankäyttölinen pinta-alojen jakautuminen ja viivytystarve.	47
Taulukko 6. Päiväkotitontin vettä läpäisemättömien pinta-alojen jakautuminen ja viivytystarve.	51
Taulukko 7. Esimerkkikohteiden toiminnallisuustarkastelu.	61

1 JOHDANTO

Kaupungistuminen on trendi, jossa yhdyskuntarakenne muuttuu kohti selkeärajaisempaa, tiiviimpää rakennettua ympäristöä. Rakentaminen on aina ympäristöä muuttavaa toimintaa; taajaan asuttujen alueiden ominaispiirteisiin lukeutuu tehostetumpi maankäyttö ja tiiviiden pintojen lisääntyminen. Tämän seurauksena on luonnonympäristöstä poikkeavien hydrologisten olosuhteiden muuttuminen.

Rakennetun alueen pinnoille satavan ja niitä pitkin valuvien vesien, hulevesien, hallinta on oleellinen osa alueen suunnittelua. Kyse on kokonaisvaltaisesta prosessista, joka ulottuu kaupunginosien kokoisia alueita kattavista järjestelmistä aina yksittäiseen kiinteistöön. Näin ollen on tärkeää, että myös rakentamista ohjataan koko prosessin eri osien toimijoille tarkoituksenmukaisella tavalla. Hallintaa ohjaavia keinoja on olemassa valtakunnallisesti lainsäädännössä, kaavoituksessa, alue- tai rakennuslupakohtaisesti sekä erillisissä hulevesisuunnitelmissa.

Lainsäädännössä nykytilanteen tavoitteet voidaan kiteyttää kahteen kohtaan (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 103. c §):

- 1) Toteuttaa hulevesien hallinta alueellisten ja maankäytöllisten ominaispiirteiden, syntyvien hulevesimäärien, maaperäolosuhteiden sekä vesien ohjaamisen kannalta järkevästi.
- 2) Reagoida kaupunkimaisen ympäristön valumavesiä määrällisesti lisäävään ja laadullisesti heikentävään vaikutukseen käsittelemällä hulevesiä mahdollisimman lähellä niiden syntypaikkaa. Painopisteenä on käsittelyyn johdettavan vesimäärän rajoittaminen, missä keinoina ovat imeyttäminen ja viivyttäminen.

Hulevesihaittojen minimoinnissa lainsäädäntö puuttuu toistaiseksi lähinnä määrälliseen vähentämiseen. Hulevesiin liittyy kuitenkin myös laadullinen puoli: erilaisista päästölähteistä, kuten teollisuus- ja liikennealueilta, muodostuu hulevesiin myös erilaisia ympäristölle haitallisia tai sitä kuormittavia haitta-aineita. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi erilaiset raskasmetallit, hiilivedyt, fosfaatit ja bakteerit. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 124, 127–129.)

Ideaalitasolla määrällistä hulevesien muodostumista vähennettäisiin ehkäisemällä tiiviiden pintojen määrää kiinteistöllä siinä määrin, että suurempi osa vesistä pidätyisi ja imeytyisi maaperään luonnonoloille ominaisilla tavoilla, ja laadullisesti likaisempia vesiä

ohjattaisiin kasvillisuuteen pidättämällä ja kiviaineksen läpi suodattamalla. Viemärointitarpeen minimoinniksi kiinteistöille sovitettaisiin maisemallisia elementtejä, kuten viherkaistoja, kosteikkoja ja painanteita. Käytännössä kuitenkin taloudelliset tekijät, maankäytön tiiviys ja useisiin ratkaisuihin sisältyvä ylläpitotarve rajoittavat hulevesien hallinnassa käytettäviä menetelmiä. (Suomen Kuntaliitto ry 2012.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda katsaus hulevesien hallintamenetelmiin erityisesti yksittäisille kiinteistöille yleisesti soveltuvien menetelmien näkökulmasta. Painopisteenä pidetään sellaiset viivyttämiseen ja imeyttämiseen soveltuvat ratkaisut, joita voidaan toteuttaa mahdollisimman monentyyppisessä kohteessa ilman huomattavia lisäkustannuksia. Järjestelmiä tarkastellaan sekä hulevesien määrää hillitsevästä että niiden laatua parantavasta näkökulmasta.

Kiinteistön kuivatusta itsessään voidaan pitää rakennuttajan intresseissä olevana toimintana rakennuksen kosteuseristämisen sekä piha-alueiden tarkoituksenmukaisen käytön ja viihtyisyyden kannalta. Kunnilla on kuitenkin erityinen ja korvaamaton rooli hulevesien hallinnan ohjaustyössä ja valvonnassa. Tästä syystä osana opinnäytetyötä tarkastellaan kolmen eri kaupungin käytäntöjä hulevesienkäsittelyn ohjauksessa. Kunniksi on valittu Vantaa, Turku ja Lahti. Hallintaa tarkastellaan kunnan määräysten ja ohjelmien sekä niiden käytännön soveltamistapojen näkökulmista. Käytännöistä tiedot on hankittu haastattelemalla kuntien asiantuntijoita. Haastateltavat henkilöt olivat Turun kaupunkisuunnittelun erityisasiantuntija Anna Räisänen, Lahden kaupungin vesiensuojelusuunnittelija Juhani Järveläinen ja Vantaan kaupungin vesihuollon yleissuunnittelun vesihuoltosinööri Harri Keinänen.

Lopuksi työssä tarkastellaan kolmea case-esimerkkiä mittakaavaltaan erisuuruisista suunnittelukohteista. Tarkastelun kohteena on suurempaa kokonaisuutta edustamassa asemakaava-alue ja vähäisempiä hulevesimääriä tuottavia kohteita edustamassa päivittäistavarakauppa- ja päiväkotikiinteistöt.

2 HULEVESIEN HALLINTA

2.1 Hallinnan lähtökohdat

Kaupunkimaiselle, rakennetulle ympäristölle ominaista on luonnollisesta veden kiertokulusta poikkeavat olosuhteet: Yli puolet taajamien pinta-alasta on vettä läpäisemätöntä pintaa, sadanta on 5–10 % luonnollisia olosuhteita suurempaa ja ilmastonmuutoksen seurauksena vuosisadan loppuun mennessä vuotuisten sademäärien arvioidaan kasvavan Suomessa noin 20 %. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 18–20, 98.) Tiiviissä kaupunkiympäristössä on luonnonolosuhteita vähemmän paitsi vettä läpäiseviä, myös vettä pidättäviä pintoja, jolloin sadevedet eivät pääse imeytymään maaperään tai pidättymään pintamaakerrokseen luonnollisesti. Pidättymättömyys johtaa vähäisempään veden haihduntaan ja vastaavasti suurempaan valuntaan.

2.2 Lainsäädäntö ja ohjeistus

Maankäyttö- ja rakennuslaki

Tärkeimmät kiinteistökohtaista hulevesienhallintaa koskevat lait ovat maankäyttö- ja rakennuslaki ja vesihuoltolaki sekä ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Lisäksi ohittamista säätelee vesilaki (Vesilaki 587/2011, 5. luku).

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999, 103. c §) asettaa osaltaan hulevesien hallinnalle lakisääteiset tavoitteet valtakunnallisella tasolla. Lain mukaan hallinnan yleisenä tavoitteena on hulevesien hallinnan kehittäminen, ympäristölle ja kiinteistölle kohdistuvien haittojen vähentäminen, hulevesien jätevesiviemäriin johtamisen välttäminen sekä määrällinen ja nopeudellinen vähentäminen imeyttämisen ja viivyttämisen kautta.

Maankäyttö- ja rakennuslaki antaa useita määräyksiä, jotka ovat luonteeltaan määräysvaltaa asettavia tai yleispiirteisiä. Sen mukaan (132/1999, 103. m §) kunnan hulevesijärjestelmä on toteutettava ”asemakaavan mukaisen maankäytön tarpeita vastaavasti”, mutta se jättää tarpeiden määrittelyn kunnan oman tulkinnan mukaiseksi.

Kunnan vastatessa hulevesiviemäröinnistä liittyminen on lähtökohtaisesti pakollista, mutta vapauttaminen on viranomaisharkinnan varassa mahdollista, mikäli kiinteistö voi huolehtia hulevesistään muuten asianmukaisesti (Maankäyttö- ja rakennuslaki 32/1999,

103. f §). Kunnan hulevesijärjestelmien alueella on aluekohtaisia eroja ja siinä on huomioitava kunnan hulevesien hallintajärjestelmän alueellinen taso ja saatavuus. Lisäksi kunnan ympäristönsuojeluviranomainen tai kunnallinen toimielin voi määrätä hulevesien esikäsittelystä kiinteistöllä, tai käsittelyyn voidaan ottaa kantaa kunnan rakennusjärjestyksessä (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 14. §, 103. j §, 103. k §). Näin liittymistä koskevat edellytykset jäävät käytännössä täysin kunnalle.

Hulevesien käsittelyn kannalta ratkaisevaa lainsäädännöllisesti on, onko kiinteistö tai alue kunnan oman hulevesijärjestelmän alueella vai kuuluuko se vesihuollosta vastaavan vesilaitoksen hulevedenkäsittelyalueelle. Mikäli kunta huolehtii itse hulevesijärjestelmästä, laillisesti sitä ja kiinteistöjä sitoo maankäyttö- ja rakennuslaki. Mikäli kunta on sopinut hulevesihallinnan olevan vesihuoltolaitoksen tehtävä, sen liittymisalueella hulevedenhallintaa säätelee ensisijaisesti vesihuoltolaki (Vesihuoltolaki 119/2001, 17. a §.)

Vesihuoltolaki ja vesilaki

Vesihuoltolaissa annetaan luonteeltaan sitovampia määräyksiä ja kieltoja hallintaan liittyen. Oltaessa vesihuoltolaitoksen hallinnoimalla alueella hulevesiviemäriin on lähes aina liityttävä. Vapautuksen edellytyksenä on kiinteistön kyky poistaa hulevetensä asianmukaisesti, minkä lisäksi se ei saa haitata vesihuoltolaitoksen viemäröintiä alueella, eikä liittämistä voida pitää kiinteistölle kohtuullisena kustannukset tai syntyvät hulevesimäärät huomioiden. Vapautuksen liittamisestä voi myöntää kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, mikäli kaikki mainitut ehdot täyttyvät. (Vesihuoltolaki 119/2001, 17. c §.) On myös huomattava, että vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröintiin liittyminen on ensisijainen vaihtoehto, vaikka alueella olisi kunnan oma hulevesijärjestelmä, esimerkiksi avo-oja (Suomen Kuntaliitto ry 2017, 47).

Kiinteistöllä syntyvistä hulevesistä vastaa kiinteistön omistaja tai haltija (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 103. e §). Naapurikiinteistölle ei saa rakentamisen seurauksena johtaa valumavesiä haittaa aiheuttavasti (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 165. §). Käytännössä tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä tämä voidaan tulkita täyskielloksi, sillä rakentamisella tyypillisesti muutetaan maanpinnan tasoa ja lisätään valumaa tiiviillä pinnoilla.

Hulevesiin otetaan lainsäädännöllisesti kantaa myös ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista (1047/2017). Sen tarkoituksena on korvata vuoden 2018 alusta käytöstä poistettu rakentamismääräyskokoelman osa D1 (Kauko 2017, 1). Uuden asetuksen mukaan ensisijaisena hulevesien käsittelykeinona kiinteistöllä on

oltava viivyttäminen ja imeyttäminen, eikä mitoitussateen mukainen virtaama saa aiheuttaa viemärin tulvimista (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 1047/2017, 35. §).

Rakennuksen pää-, erityis- ja rakennesuunnittelijan on huolehdittava vesi- ja viemärlaitteistojen osalta siitä, että rakennus täyttää vesi- ja viemärlaitteistojen turvallisuuteen, terveellisyyteen, käyttövarmuuteen, kestävyys- ja energiatehokkuuteen vaikuttavat vaatimukset. Suunnitelmissa on myös kerrottava, mitä osia, tuotteita ja materiaaleja vesi- ja viemärlaitteistoissa käytetään. Lisäksi, mikäli hulevesiä ei voida imeyttää kiinteistöllä, sillä on oltava hulevesilaitteisto vesien ohjaamiseksi kunnan tai vesihuoltolaitoksen hulevesijärjestelmään. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 1047/2017, 3. §, 35. §.) Vesihuoltolaitoksen tehtävä on osoittaa kiinteistölle liittämiskohta vesi- ja viemäriverkostoon (Vesihuoltolaki 119/2001, 12. §). Liitospaikkalauseunnossa ilmaistaan myös liitoskorkeus eli alin mahdollinen viemärintitaso.

Rakentaminen voi vaikuttaa pinta- tai pohjavesien virtaukseen, määrään tai laatuun, sillä hulevesijärjestelmistä vedet johdetaan lopuksi luonnonvesiin. Siten myös vesilain vaatimukset on otettava soveltuvien osin huomioon. Vesilain mukaan kaikki em. vesistöihin vaikuttava toiminta on luvanvaraista (Vesilaki 587/2011, luvun 3 2. §). Käytännössä rakentamisessa tavoitteena on tyypillisesti tilanne, jossa kaikki veden ohjaus on suunnitelmallista.

Rakennusjärjestys

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kunnalla on oltava rakennusjärjestys. Kunta voi rakennusjärjestyksessä ottaa kantaa mm. hulevesien määrään ja laatuun, niiden viivyttämiseen ja imeyttämiseen sekä hulevesijärjestelmään liittymiseen. Rakennusjärjestyksen määräykset voivat olla koko kuntaa koskevia tai ne voivat olla aluekohtaisia, jolloin huomioidaan erilaiset ominaispiirteet. Esimerkiksi se voi ottaa kantaa alimpaan lattiatasoon alavassa maastossa. Nämä määräykset ovat kunnassa yleisesti voimassa muualla kuin oikeusvaikutteisen yleiskaavan ja asemakaavan alueella, kunhan ne eivät ole ristiriidassa Suomen rakentamismääräyskokoelman kanssa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 14. §, 103. j §.) Siltä osin, mitä rakentamismääräyskokoelmasta on korvattu tai korvataan uusilla asetuksilla, rakennusjärjestyksellä ei voida ohittaa niissä annettuja määräyksiä.

Muut kuntakohtaiset ratkaisut

Kunta voi ottaa hulevesiasioissa yksityiskohtaisemmin kantaa laatimalla erillisen, alueellisen hulevesisuunnitelman. Hulevesisuunnitelmassa voidaan käsitellä hulevesien ohjausta, valumareittejä ja viivytys- tai imeytysjärjestelmien rakennetta ja sijaintia. Sen laatimisessa on otettava huomioon katu- ja yleisten alueiden suunnitelma sekä asemakaava. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 103. l §.)

Konkreettisena vaikuttimena rakentamiseen kiinteistöille voidaan kaupungin toimesta esittää laskennallinen viivytystarve. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi hulevesisuunnitelmassa. Viivytystarpeesta on tyypillisesti maininta myös nykyisissä asemakaavamääräyksissä. Viivytettävä vesimäärä voi olla luokkaa 1 m³ vettä jokaista läpäisemätöntä 100 m²:n pinta-alaa kohti. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 89.)

Kunta voi myös laatia kohde- tai aluekohtaisia rakentamistapaohjeita. Rakentamistapaohjeet eivät ole määrääviä, ellei niitä ole hyväksytty osana asema- tai oikeusvaikutteista yleiskaavaa tai sisällytetty ehtona rakennusluvassa osana kiinteistön luovutusta. Ohjeissa voidaan esittää esimerkiksi avoimien hulevesijärjestelmien tyyppikuvia tai hoito-ohjeita. (Suomen Kuntaliitto ry 2017, 45.)

Rakennuslupa

Rakennuttajan on otettava huomioon edellä mainitussa lainsäädännössä annetut yleiset sekä asemakaavan ja rakennusjärjestyksen mukaiset aluekohtaiset määräykset. Pinnanantasaaukseen ja hulevesien johtamiseen liittyvät suunnitelmat voivat olla osa rakennusluvan myöntämisperusteita – niillä osoitetaan, että kiinteistö pystyy huolehtimaan omista kuivatusvesistään aiheuttamatta haittaa naapurille tai yleisille alueille.

2.3 Soveltaminen rakentamiseen

2.3.1 Maaperän hydrologia

Ellei kallionpinta ole hyvin lähellä maanpintaa, maaperässä on hyvin usein tai miltei aina vettä. Maaperän vesiolosuhteet on rakennettaessa tunnettava – erityisesti silloin, kun rakentaminen laskee pohjaveden pintaa. Pohja- ja orsiveden pinnan lasku voi tapahtua kahdella tavalla: joko vettä läpäisemättömän pinnan lisääntyminen estää veden luonnollisen imeytymisen maaperään tai rakenteiden kuivattamisen seurauksena, kun rakenteet

ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle. Ensimmäisessä tapauksessa riskinä on pohjavesialueella vedenottamoiden toiminnan vaarantuminen tai alueen puupaalujen lahoaminen, mitä on tapahtunut esimerkiksi Turussa. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 116–117.)

Yleisesti ottaen maaperän voidaan katsoa olevan imeyttämiskelpoinen, jos sen vedenläpäisevyyskerroin k on vähintään 10^{-5} – 10^{-6} m/s, mutta koska vedenläpäisevyyteen vaikuttaa maalajien tiiviys, sekoittuneisuus, maanpäälliset pinnanmuodot ja maanalaiset maalajirajat, vedenjohtavuus suositellaan aina tutkittavaksi kohteessa maalajikohtaisiin vedenläpäisevyyskertoimen arvoihin luottamisen sijaan. (RT 81-11000 2010, 4; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 82–83, 117.) Maalajikohtaisia vedenläpäisevyyskertoimia on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Maalajien vedenläpäisevyyskertoimia (Rantamäki ym. 1979, 101; Tielaitos 1993, 16; RIL 157-1 1985, Martion 2011, 17 mukaan).

Maalaji	Raekoko (mm)	Vedenläpäisevyys k (m/s)
Sora	2,0...60	$10^{-2}...10^{-4}$
Hiekka	0,06...2,0	$10^{-4}...10^{-6}$
Siltti	0,002...0,06	$10^{-5}...10^{-9}$
Savi	<0,002	$10^{-8}...10^{-10}$
Hiekkamoreeni	-	$10^{-6}...10^{-8}$
Silttimoreeni	-	$10^{-8}...10^{-10}$

Vedenläpäisevyyskertoimen ohella maaperään liitetään vedenvarastointikerroin S . Varastointikerroin määritetään kaavan 1 mukaan. Kaavan mukaan varastokerroin S on 1, kun neliökilometrin kokoisella pohjavesialueella vesipinta laskee 0,01 m poistettua $10\,000\text{ m}^3$ vettä kohden. Käytännössä varastokerroin voidaan määrittää koepumppauksilla. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 118). Koska pohjavesialueet eivät noudattele kiinteistörajajoja, arvio voi olla järkevintä esittää aluekohtaisissa tarkasteluissa, esimerkiksi kunnan hulevesisuunnitelmassa tai osayleiskaavaa laadittaessa.

$$\frac{-h \times 10^{-n}}{10\,000\,m^3} = s \times 10^n, \text{ missä}$$

h on vedenpinnan korkeuden muutos metreinä.

s on varastokerroin.

Kaava 1. Varastokertoimen s määrittäminen maapinta-alaltaan $1\,km^2$:n kokoisella pohjavesialueella, kun vesipintaa alennetaan korkeuden h verran (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 118).

2.3.2 Laadullinen hallinta

Hulevedet voivat pilata tai heikentää pinta- ja pohjavesien tilaa. Pohjavesialueen pilaaaminen on kielletty ympäristönsuojelulain (527/2014, 17. §) nojalla. Sekä pinta- että pohjavesien laadun heikentämiskiellosta on säädetty vesienhoitolaissa (1299/2014, 21. §). Vastuun hulevesien laadun ylläpidosta voidaan katsoa olevan kiinteistön haltijalla, mutta käytännön tasolla vesistöön kohdistuvan haitan aiheuttajan osoittaminen on hankalaa, sillä epäpuhtauksista aiheutuneet haittavaikutukset havaitaan usein vasta jonkin vesialueen ulkoisesti havaittavien muutosten seurauksena. Laatuun kohdistuvia vaatimuksia voi esittää kunnan rakennusvalvonta- tai ympäristöviranomaisen tai vesihuoltolaitos. Vaatimuksia voidaan esittää usealla eri tasolla, kuten kaavassa, rakennusjärjestyksessä tai viime kädessä kaupungin omistamalla alueella kiinteistönluovutusehdoissa. Varsinaisia pitoisuusvaatimuksia ei Suomessa kuitenkaan tyypillisesti käytetä. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 138.)

Hulevesien tyypillisimmät epäpuhtaudet ovat ajoväylien sulanapidossa käytettävä suola sekä kiintoaineet, ravinteet, metallit, kloridit ja hiilivety-yhdisteet. Kriittisimpiä epäpuhtaita hulevesiä synnyttäviä alueita ovat ajoväylät ja paikoitusalueet sekä avouomissa maanpinnan eroosio. Alueen maankäyttö vaikuttaa haitta-ainetyyppiin: teollisuusalueilta hiilivety-yhdisteet ja raskasmetallit ovat tyypillisempiä, asuinalueilla taas bakteerit ja torjunta-aineet. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 21, 83, 125–127.)

Toimiville käsittelyjärjestelmille on tyypillistä esikäsittelevä suodatus, joka voidaan tehdä kuljettamalla vettä kasvillisuuden ja/tai maakerrosten läpi. Avoimille järjestelmille maan tai veden pinnalle istutettava kasvillisuus on tyypillistä. Suljetuissa, maanalaisissa järjestelmissä ei kiinteistön maankäytöstä riippuen ole välttämättä tilaa maanpäälliselle kasvil-

lisuusrakenteelle, jolloin hulevesien laadun parantamiseksi ne tulisi esikäsittelä. Esikäsittelykeinona voidaan tällöin käyttää esimerkiksi hiekan- tai öljynerotuskaistoja tai tassaualtaita. (Ilmastokestävä kaupunki -hanke 2014, 30; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 148.)

2.3.3 Käsittelymenetelmien yleiset periaatteet ja reunaehdot

Imeyttäminen ja viivyttäminen eivät ole sinänsä toisiaan pois sulkevia menetelmiä. Jos maa-alueen imeytymisominaisuuksia ei tunneta, imeytyskaivannot voidaan varustaa salaojaputkin, mikä viivytysjärjestelmissä tehdään jo lähtökohtaisesti. Salaojituksella voidaan huolehtia imeytyskentän läheisen alueen tulvimattomuudesta runsaiden, toistuvien sateiden aikana, sekä varmistaa rakennusten kuivatuksen toimivuus. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 147.)

Imeyttämisellä tarkoitetaan huleveden pidättämistä kiinteistön alapuoliseen maaperään. Kun maaperän vedenjohtavuus on hyvä, imeyttäminen on tavoiteltavin käsittelytapa. Maan todellista vedenläpäisevyyttä ei kuitenkaan läheskään aina tutkita, tai maaperän tiedetään olevan huonosti vettä läpäisevä. On myös huomattava, että määritelmällisesti karkearakeisetkin maat saattavat olla todellisuudessa huonosti vettä läpäiseviä (Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.7.2018). Siksi imeyttäminen ei usein ole mahdollista. Imeyttämistä voidaan edesauttaa imeyttämiskelpoisilla alueilla joko erillisillä imeyttämisyjärjestelmillä tai jättämällä osia kiinteistöstä luonnonmukaiseen, päälystämättömään tilaan.

Imeytysrakenne on ulotettava roudattomaan syvyyteen asti, ja erityisesti rankimpia sateita ja lumien sulamisvesiä varten, maan vielä ollessa roudassa, on aina suunniteltava ylivuotoreitti, jota pitkin vedet valuvat hulevesijärjestelmään. Lisäksi huleveden sisältäessä epäpuhtauksia sen biopidättäminen viherkasvillisuuteen esikäsittelymenetelmänä on välttämätöntä. (Ilmastokestävän kaupunki -hanke 2014, 14.)

Viivyttämisellä tarkoitetaan tilannetta, jossa hulevedet varastoidaan väliaikaisesti suunniteltuun järjestelmään ja josta ne ohjataan eteenpäin viivyttämätöntä viemäriin ohjausta hitaammin. Sekä viivytys- että imeytysjärjestelmät voidaan jakaa avoimiin eli maanpäällisiin ja suljettuihin eli maanalaisiin järjestelmiin. Avoimet järjestelmät ovat tyypillisesti maanpäällisiä järjestelmiä, kuten ojia, painanteita ja kosteikkoja. Siten niihin liittyy mai-

semallinen elementti. Niiden toteutukseen vaikuttaa käytävissä olevan päällystämätömän pinnan määrä, kaavoitus ja rakennuttajan kiinnostus. Suljetut järjestelmät ovat maanalaisia viivytysputkistoja ja -kennostoja tai maarakenteisia biosuodatuskenttiä. (Ilmastokestävä kaupunki -hanke 2014, 15; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 21.)

Avoimien järjestelmien etuna on niiden kyky varastoida ja ohjata runsaita vesimääriä. Uomiin voidaan istuttaa viivytystä lisäävää kasvillisuutta ja ne voidaan muotoilla käytävissä olevaan tilaan nähden soveltuvan kokoisiksi. Kasvillisuuden etu on myös niiden kyky pidättää hulevedestä epäpuhtauksia. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 83–84). Avopintaisuus edellyttää, että kiinteistöllä on käytössä riittävästi tilaa järjestelmälle.

Suljettujen järjestelmien etuna on niiden tilankäyttölinen edullisuus. Ympäristön topografian ja viemäröintitasojen salliessa ne voidaan rakentaa esimerkiksi paljon päällystettyä pintaa edellyttävien kauppa- tai teollisuuskiinteistöjen paikoitusalueiden alle, eivätkä ne tällöin vie tilaa muulta käyttötarpeelta. Niiden toteutustavasta riippuen ne voivat olla kuitenkin kalliita: tehdasvalmisteiset viivytysjärjestelmät voivat maksaa pelkästään materiaalien osalta 300...600 €/m³ (Rudus Oy 2018; Smartia Oy 2018, Uponor Suomi Oy 2018a).

Maanalaiset suodatuskentät eivät yleensä sovellu heikosti kantavalle maapohjalle suuren painonsa vuoksi (Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.7.2018). Myös pohjaveden taso on otettava huomioon. Jos hulevesiä pois ohjaava, salaojitettu viivytyskenttä rakennetaan pohjaveden pinnan alapuolelle, seurauksena on todennäköisesti pohjaveden pinnan laskeminen (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 120). Vaikkei järjestelmässä olisi salaojaa, jo valmiiksi vedellä kyllästynyt kiviainesrakenteinen kenttä ei palvele viivytystä. Pohjaveden pinnan ollessa korkealla maanalainen viivytys voidaan hoitaa viivytettävästä vesimäärästä riippuen säiliöillä, kaseteilla tai putkilla (Ramboll Finland Oy 2015, 14; Pipelife Finland Oy 2018; Smartia Oy 2018).

Kiinteistökohtaisiin olosuhteisiin sovittamiseksi erilaisia rakenteita voidaan, ja pitääkin, yhdistellä tai muuntaa tapauskohtaisesti. Kiinteistön pinnankorkeuden vaihtelu ja viemäröintitaso ohjaavat kiinteistöllä tehtäviä suunnitteluratkaisuja. Lopulliset, käyttökelpoiset toteutustavat riippuvat näin ollen alueen maaperästä, topografiasta ja käytävissä olevasta korkeusvaihtelusta. Tasaisilla alueilla alhaiset korkeuserot kuivatettavien alueiden ja imeytysrakenteiden tai ylimmän mahdollisen viemäröintitason välillä rajaavat järjestelmien mahdollisia sijainteja ja kapasiteettia ja päinvastoin.

3 MITOITTAMINEN JA SOVELLUTUKSET

3.1 Järjestelmät ja tekniikka

3.1.1 Maanpäälliset järjestelmät

Yleensä viivyttävän hulevesijärjestelmän rakennetta suunniteltaessa valintaa rajaa ratkaisun kannalta tulevan maanpinnan tason ja purkupaikan välinen korkeusero sekä näiden välinen etäisyys. Hulevesijärjestelmä itsessään vaatii aina korkeussuuntaisesti tilaa, ja maanpäällinen järjestelmä vaatii tätä tilaa vähemmän, jos vesiä on pintavalutettu järjestelmään viemäröinnin sijasta.

Esimerkkejä avoimista, maarakenteisista järjestelmistä ovat viivytys- ja imeytyspainanteet. Jos painanteessa on kasvipintainen päälliskerros, niitä voidaan kutsua nimillä *viherpainanne*, *biosuodatus*- tai *biopidätysallas*. Tällaiset altaat ovat tyypillisesti kasvipäällysteisiä rakenteita, jotka on mitoitettu tavoitteellisen kapasiteetin mukaan. Rakenteena voidaan käyttää huokoista kiviainesta tai tarkoitukseen teollisesti valmistettuja tuotteita. Maanpäällisen järjestelmän vahvuutena on mahdollisuus hyödyntää edullisempia, luonnonmukaisia esikäsittelymenetelmiä haitta-aineita sisältävien hulevesien laadun parantamiseen. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 147–151.) Vaikka altaat vaativat tilaa, ne voidaan suunnitella ympäristön muotoihin soveltuviksi ja mitoittaa melko vapaasti kulloiseenkin tilanteeseen soveltuvasti (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 19).

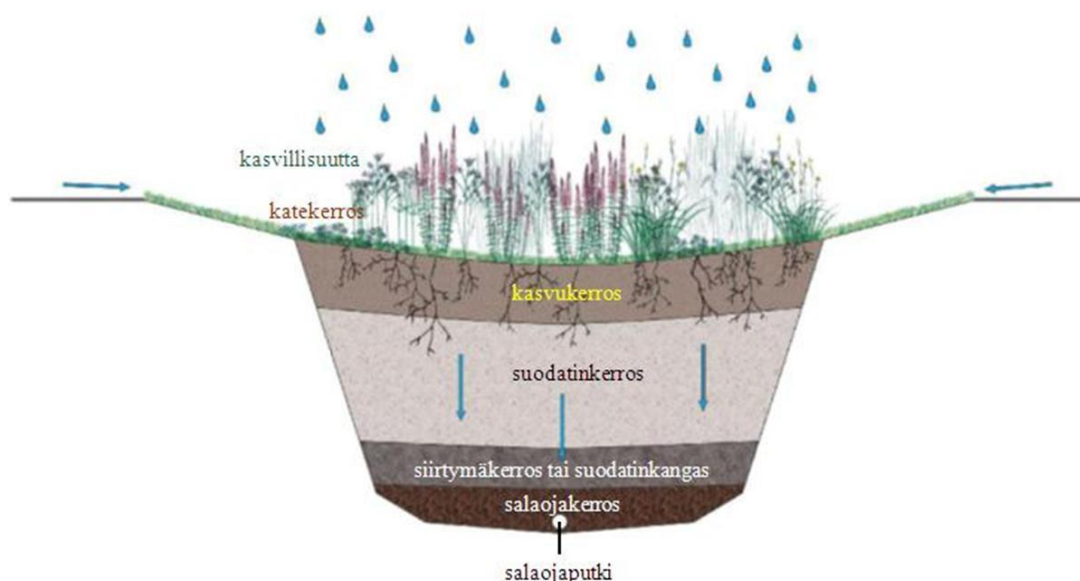
Altaiden edellytyksenä on käytettävissä oleva tila ja soveltuva maanpinnan taso, esimerkiksi alava rinne, ettei vesi nouse runsaampien sateiden aikana järjestelmässä takaisin päin. Vesi johdetaan altaisiin joko pintavaluntana tai korkeuserojen salliessa ja kuivatettavan alueen niin vaatiessa erillisiä putkia pitkin. Riittävänä esikäsittelymenetelmänä epäpuhtauksien sitomisessa toimii altaisiin yleensä muutenkin kuuluva pintakasvillisuus, jota voidaan paksuntaa haluttaessa parantaa suodatus-tehoa. Sen tueksi voidaan rakentaa esiviivytyspainanteita tai viherkaistoja, joissa vettä pintavalutetaan ennen sen ohjaamista varsinaiseen altaaseen. Vesi lammikoituu pintakasvillisuuskerrokseen, minkä vuoksi altaan ympärille on varattava riittävä lammikoitumistila, jollaisena on yleensä pidetty 10–25 cm, enimmillään 40 cm, mitoittavasta vesimäärästä riippuen. Kasvien kasvua varten pinnalle kootaan noin 5 cm paksu kerros kariketta tai multaa. Pintakerroksen alapuolella on 50–100 cm:n kasvu- ja suodatuskerros, jonka materiaalista noin puolet on

oltava hiekkaa vedenläpäisyn varmistamiseksi ja puolet viherkasvi- ja biojäteperäistä multaa. Tavoiteltava vedenläpäisevyysarvo on luokkaa 10^{-5} – 10^{-6} m/s. (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 19; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 151; RT 81-11000 2010, 4.) Altaan rakenteita on kuvattu taulukossa 2 sekä kuvassa 1. Allas on riittävän suureksi mitoitettu, kun koko laskennallinen imeytettävä tai viivytettävä vesimäärä mahtuu painanteeseen muodostettavaan lammikoitumistilaan (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 155–156).

Altaat on myös mahdollista rakentaa painannemaisiksi eli ilman erillistä kaivantoa. Painanteiden pinnanmuotoilu tehdään kuten allasrakenteissa ratkaisuihin, mutta koska ne eivät sisällä erillistä varastointitilaa vedelle, niiden ensisijainen tehtävä on veden hidastettu ohjaaminen. Osittain tai kokonaan kasvipeälysteisinä rakenteina ne hidastavat veden virtausta. Lisäksi niihin voidaan rakentaa erillisiä patoja tai kaivantovyöhykkeitä, joissa rakenne on kuten allasrakenteissa. (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 35.) Tällaista ratkaisua voidaan käyttää esimerkiksi silloin, kun korkeusvaihtelut tai purkupaikan korkeusasema eivät mahdollista syvempien järjestelmien käyttöä.

Taulukko 2. Biopidätysaltaan rakennekerrosten tehtävät (Ilmastonkestävän kaupunki -hanke 2014, 18).

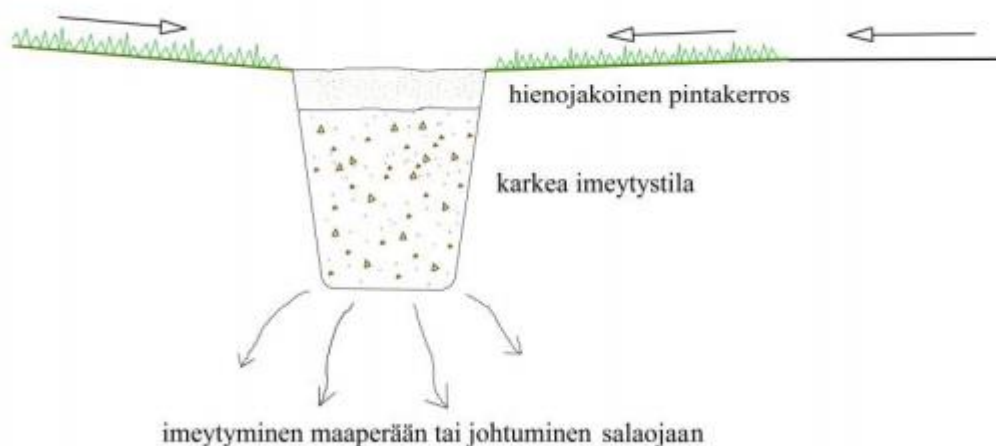
Kerros	Tehtävä
Kasvillisuus	Veden, raskasmetallien ja ravinteiden pidätys. Suurempi määrä kasvillisuutta tehostaa kaikkia em. tekijöitä.
Katekerros, puunkuori tai hake	Raskasmetallien pidätys, kosteuden ylläpito.
Suodatinkerros, hiekkainen siltti	Veden varastointitila.
Suodatinkangas/siirtymäkerros	Maalajien erottaminen toisistaan.
Koko rakenne	Viivytytys.



Kuva 1. Tyypik kuva avoimen, viivyttävän kaivannollisen painanteen rakennekerroksista (Ilmastokestävä kaupunki -hanke 2014, 16).

Kaivantorakenne ympäröidään suodatinkankaalla tai, jos vettä ei saa imeyttää ollenkaan, vettä eristävällä materiaalilla. Kaivannon päälle, päällyskasvillisuuskerroksen alle, asennetaan niin ikään suodatinkangas tai hiekasta koostuva siirtymäkerros. Jos rakenteen tavoite on viivyttää, sen pohjalle asennetaan salaojaputket. Jos tavoite on imeyttää, salaojaputket asennetaan vain tarvittaessa. Tällöin putket on asetettava kaivannon pohjan tasoa ylemmäs. Kaivantoon suunnitellaan lisäksi joka tapauksessa ylivuotoputki tai järjestelmän täyttymiseen varaudutaan muilla tavoin, esimerkiksi maanpäällisellä tulvareitillä. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 151, 184.)

Avoimessa painanteessa vedelle ei varata lammikoitumistilaa rakenteen päälle, vaan vesi ohjautuu suoraan pintakerroksen läpi kaivannossa olevan huokoisen kitkamaan, esimerkiksi soran, toimiessa varastointitilana. Jos avopainanteen tarkoitus on viivyttää, rakenteen pohjalle asennetaan salaojakerros. (Ilmastokestävän kaupunki -hanke 2014, 22.) Avoimen painanteen rakenne on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Tyyppikuva avoimen painanteen rakenteesta (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 22).

Käytettävän kasvillisuuden merkitys on haitta-aineiden, erityisesti raskasmetallien ja ravinteiden, sitoutumisessa. Suosittavia lajeja ovat sellaiset lajit, jotka ovat kestäviä, eivät edellytä ylimääräistä lannoitusta ja pärjäävät paikallisissa olosuhteissa. Kasvien tulisi kestää vaihtelevia lämpötila- ja kosteusolosuhteita ja istutusten koostua useammasta kuin yhdestä lajista. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 219, 223.)

Edellä mainitut menetelmät soveltuvat hyvin kiinteistökohtaiseen hulevesien käsittelyyn. Suurikokoisempien, yli 10 hehtaarin kokoisten alueiden viivyttämiseen voidaan käyttää omia ratkaisujaan, kuten lammikoita ja kosteikkoja. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 172.)

3.1.2 Suljetut järjestelmät

Suljetut eli maanalaiset viivytys- tai imeytyskaivannot voidaan niin ikään rakentaa kiviaineksesta tai teollisista tuotteista. Soveltuvia teollisia tuotteita ovat sekä yksinkertaiset, suurikokoiset muovi- tai betoniputket että muoviset kasetit eli kennostot. Kuvissa 3 ja 4 on esitelty sekä maarakenteinen että kennostoista valmistettu kaivanto.

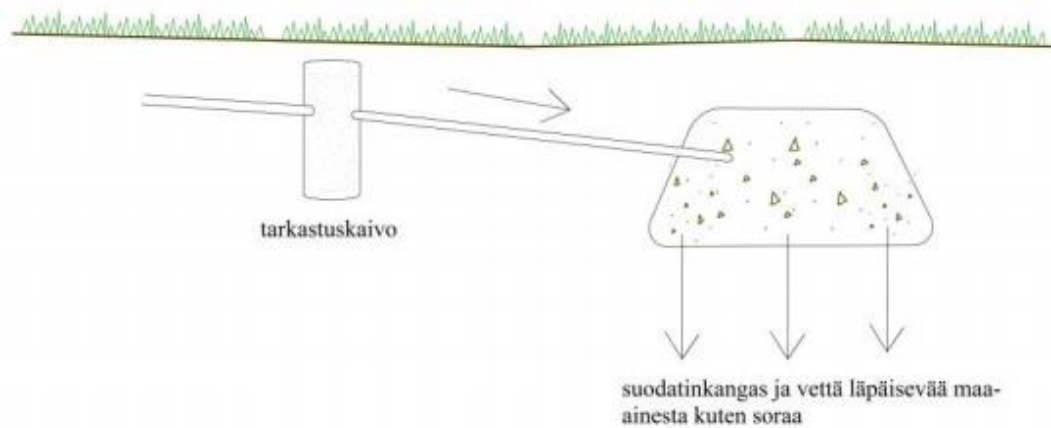
Järjestelmä on riittävällä tavalla mitoitettu, kun laskennallinen vesimäärä mahtuu siinä olevan maa-aineksen huokosiin tai putkien tai kennostojen tyhjätilaan. Kiviaineksen tyhjätilana pidetään enintään 30 %, jolloin koko järjestelmän tilavuuden on oltava 3–4-kerertainen suhteessa vesimäärään. Kennostojen tyhjätilan määrä voi olla jopa 95 %. (Pipelife Finland Oy 2018; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 155.)

Hulevesikennostojen etuna suuremman tyhjätilan ohella on niiden modulaarisuus, eli järjestelmä voidaan muotoilla käytettävissä olevaan tilaan soveltuvaksi. Lisäksi ne ovat kevytrakenteisia – niiden paino on tyypillisesti noin noin 5 kg / 0,1 m³ (Pipelife Finland Oy 2018; Uponor Suomi Oy 2018b). Siten ne voivat toimia kevennysrakenteena pehmeämillä maapohjilla. Niitä ympäröivä rakenne on lähtökohtaisesti lähes sama kuin kiviainesrakenteisilla kaivannoilla; tosin kennostot edellyttävät pohjalleen noin 10 cm paksuisen asennuslavan (Pipelife Finland Oy 2018, Uponor Suomi Oy 2018b). Viivytysoimaisuus saadaan aikaan asentamalla kennoston pohjalle salaojaputki. Tuotekohtaiset kuormitusrajat on huomioitava suunnittelussa.

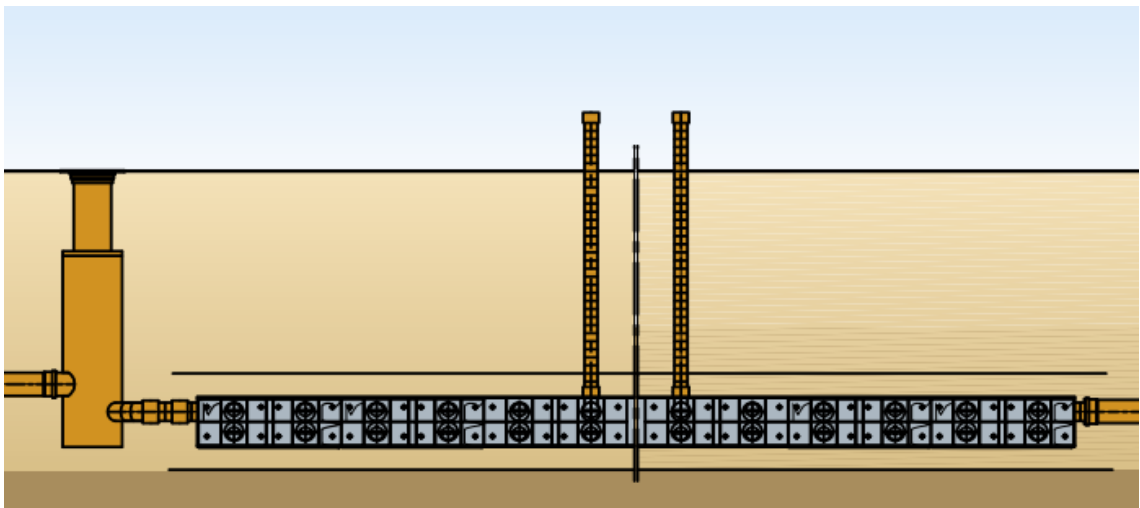
Viivytys voidaan toteuttaa myös halkaisijaltaan suurikokoisilla viemäriputkilla, jotka mitoitetaan vaaditun viivytysskapasiteetin mukaan. Koska putket ovat tiiviitä, ne ovat käyttökelpoisia erityisesti silloin, kun hulevesijärjestelmä ulottuu pohjavedenpinnan lähelle tai sen alle (Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 10.5.2018). Kuten hulevesikennostot, myös viivytyspotket ovat periaatteessa modulaarisia: viivytykseen voidaan valita erikokoisia ja -pituisia putkia tarpeeseen sovittaen. Putkien avulla myös tilantarve on kiviainesta vähäisempi. Jäätymisen estämiseksi putket on kuitenkin asennettava routasyvyyden alapuolelle tai routaeristettävä (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 1047/2017, 36. §).

Erityisesti putkien ja kennostojen tapauksessa virtausta on hidastettava viivytyksen aikaansaamiseksi, sillä ne eivät sinänsä toimi viivyttävänä rakenteena, vaan niiden varsinainen tarkoitus on veden varastointi ennen eteenpäin ohjausta. Virtausta voidaan säätää järjestelmän purkupaikkaan asennettavilla virtauksensääntökaivoilla, joita on saatavilla joko kerta- tai jatkuvasäätöisinä. Kertasäätöiset kaivot toimivat virtauksensääntölevyn avulla ja jatkuvatoimisia kaivoja ohjataan sähköisesti. (Wavin-Labko Oy 2018.)

Imeytyskaivannot on rakennettava vähintään metrin verran pohjaveden pinnan yläpuolelle. Lisäksi niiden on joko ulotuttava roudattomaan syvyyteen saakka tai ne on varustettava salaojilla. Viivytysrakenteet varustetaan aina salaojilla. Mikäli imeytysrakenteeseen voi johtua kiintoainesta tai epäpuhtauksia, järjestelmään johdettavat vedet on esikäsiteltävä. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 142.)



Kuva 3. Yksinkertaistettu tyypikuva imeytyskaivannosta (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 30). Kaivannossa on lisäksi oltava ylivuotoputki. Viivyttämiseen tarkoitussa kaivannossa on pohjalla salaojakerros.



Kuva 4. Hulevesien imeytyskennoston tyypikuva. Kennostoja voidaan rakentaa myös päällekkäin ja rinnakkain varastotilavuuden lisäämiseksi. (Uponor Suomi Oy 2018b.)

Pienemmän tai hajautetun imeytyskapasiteetin aluevedet voidaan kuivattaa yksinkertaisilla imeytyskaivoilla. Imeytyskaivot ovat pohjattomia, vähintään 0,5 m:n paksuisen murskekerroksen varaan rakennettuja tarkastuskaivoja. Vedet ohjataan imeytyskaivoon sakkapesällä varustetun kaivon kautta. Laajempia kuivatusalueita imeyttävien järjestelmien on tyypillisesti oltava tarkoitusta varten erikseen suunniteltuja, teollisia, esimerkiksi muovista valmistettuja kennostoja. Kiviaineksen huokostilavuus huomioon ottaen ken-

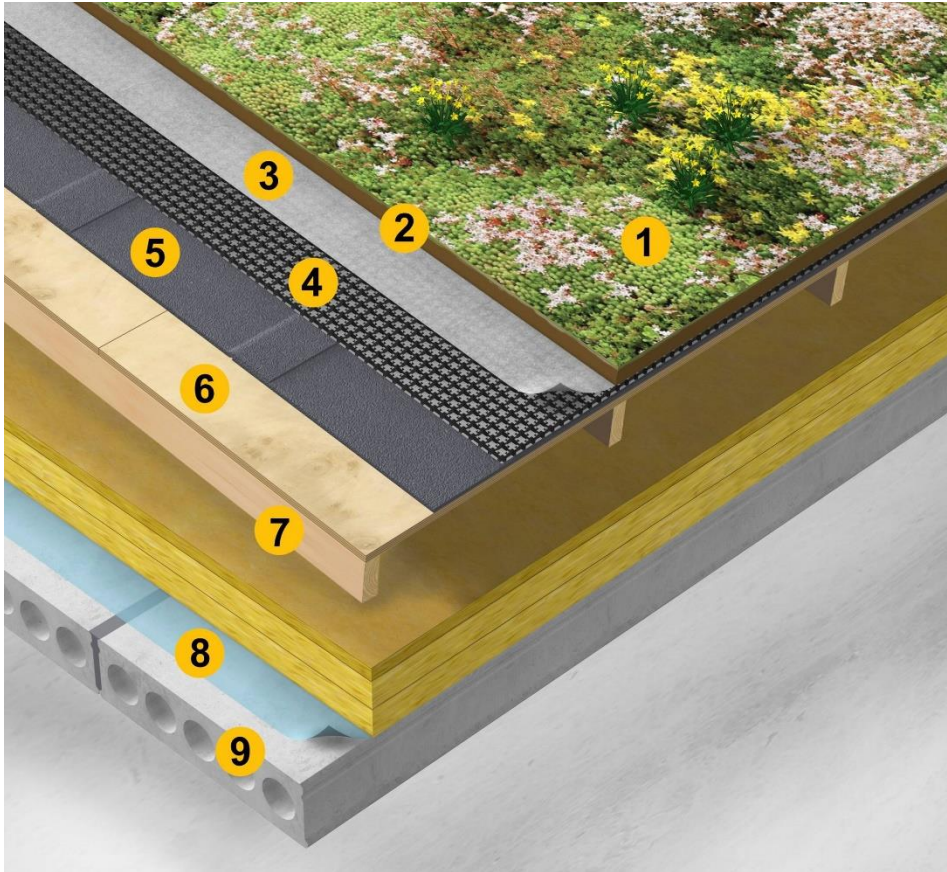
tistä voi tulla hyvin suurikokoisia. Tällöin on kiinnitettävä huomiota erityisesti maan vedenläpäisevyyteen, pohjaveden pintaan ja runsaiden, peräkkäisten sateiden vaikutuksiin. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 148–149, 155.)

3.1.3 Muut ratkaisut

Viherkatot

Hulevesiä voidaan hallita myös viherkatoilla. Ne toimivat suoraan hulevesien syntyä ehkäisevänä tai vähentävänä menetelmänä. Oikein asennettu viherkatto on vesieristetty, eikä siitä silloin aiheudu rakennukselle kosteusongelmia. Samalla viherkatto tasaa rakennuksen lämpötilavaihteluita. On esitetty, että viherkatot kykenisivät pidättämään lähes kaiken kattopinta-alalle satavan sadeveden. (Turun Vesihuolto Oy 2017.) Käytännön tasolla laskennalliseen, pidättyvään vesimäärään on huomioitava katon kaltevuus ja kasvillisuuskerroksen paksuus, jolloin arvioitu pidättyvä vesimäärä ja sen mukainen pintavalumakerroin $k = 0,25\text{--}1$ (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 280). 5 cm:n kasvillisuudella päällystetyn viherkaton valumakerroin on noin 0,5 (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 9).

Viherkatto rakennetaan vesikattorakenteen päälle. Sen alimmaksi kerrokseksi tulee vesieriste, jonka yläpuolella on vettä johtava kerros. Päällimmäiseksi rakennetaan kasvualustakerros ja varsinainen kasvillisuus. (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 9.) Kasvillisuus koostuu joko esikasvatetuista tai paikalla istutetuista kasvillisuusmatoista, jossa kasveina käytetään esimerkiksi maksaruohoa. Käytettävät tyyppikasvit ovat matalajuurakkoisia ja kestävät vaihtelevia kosteusolosuhteita ja auringonpaahdetta. Viherkatot edellyttävät salaojitusta ja raskaampaa rakennemitoitusta sekä omapainonsa että lumikuorman osalta etenkin loivaharjaisissa ja tasakatoissa. Lisäksi paloturvallisuustekijät on otettava huomioon. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 226–227.) Mallikuva viherkaton rakenteesta on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Viherkaton mallirakenne. Viherkaton osat: 1: kasvipäällyste, 2: kasvualusta, 3: suodatinkangas, 4: vettä johtava kerros (salaojakerros), 5: vedeneristyskerros ja juuri-suoja, 6: rakennuslustalevy. Vesikaton osat: 7: kantava rakenne, lämpöeristeet, 8: höyry- ja ilmasulku, 9: ontelolaatta. (Rakennustaito Oy 2015.)

Läpäisevät päällysteet

Pintavalumaa voidaan vähentää ja maaperään imeytymistä lisätä myös läpäisevillä päällysteillä. Läpäisevillä päällysteillä tarkoitetaan sellaisia päällysteitä, joista vesi pääsee läpi joko rakenteeseen jätettyjen rakojen tai siinä olevien huokosten läpi. Tällaisia ovat esimerkiksi sora- ja kivituhkapäällysteet, nurmisaumatut betonikiveykset, eli reikälaatat, ja avoimet asfaltit. Pohjamaan olosuhteista riippuen vesi joko imeytetään maaperään tai kerätään rakenteen alla oleviin salaojaputkiin. Vesi imeytyy tai viivytetään niissä rakennekerroksissa, jotka piha-alueelle muutenkin mitoitetaan tai suoritetaan tarpeellisen tilavuuden aikaansaamiseksi massanvaihto. Yleensä massanvaihto ei ole tarpeen, ellei läpäisevällä päällysteellä pinnoitetulle alueelle johdeta vesiä alueen ulkopuolelta. (Ilmas- tonkestävä kaupunki -hanke 2014, 5; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 144.) Läpäisevän pääl-

lysteen toimivuus voidaan varmistaa huolehtimalla, että alusrakenne jää haluttuun suuntaan kaltevaksi sekä salaojittamalla se (Ilmastonkestävän kaupunki -hanke 2014, 5; Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.7.2018).

Reikälaattojen rakenne koostuu yksinkertaisesti sellaisista laatoista, joiden väliin on jätetty nurmikaista, johon vesi valuu. Avoimissa asfalteissa on tavanomaista asfalttia vähemmän hieno- ja sideainesta jolloin sen huokostilavuus ja siten vedenläpäisevyys kasvaa. Läpäisevät päällysteet soveltuvat piha-alueille, joiden kantavuusvaatimukset ovat pienemmät kuin liikenneväylillä. (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 5; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 144–146.)

3.1.4 Kunnossapito ja toimivuuden varmistaminen

Hulevesirakenteisiin kulkeutuu hienoainesta, jonka seurauksena ne voivat tukkeutua. Rakenteiden kunnossapito on sen vuoksi tärkeää. Kunnossapidon tarve riippuu järjestelmään kohdistuvasta kuormituksesta – esimerkiksi runsaasti liikennöidyillä alueilla kunnossapidon tarve on tiiviimpää kuin vähäliikenteisillä piha-alueilla.

Kriittisimpiä kohtia kunnossapidossa on, että rakenteet tai niiden pinnat sekä rakenteiden ympärille asennettavat suodatinkankaat tukkeutuvat ajan myötä. Tätä voidaan ehkäistä esikäsittelemällä hulevesiä. Rakenteesta riippumatta vesien ohjaaminen kasvillisuuden läpi ennen varsinaiseen järjestelmään johtamista parantaa huleveden laatua ja siten ehkäisee kunnostustarvetta. Muita esikäsitteilymenetelmiä ovat mm. tiivispohjaiset laskeutusaltaat, hiekan- ja öljynerotuskaivot sekä sadevesikaivojen roskia ja kiintoainesta keräävät lietepesät (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 30, 41.)

Kasvillisuuspintaisissa rakenteissa ja esikäsitteilymenetelmissä on kuitenkin varmistuttava siitä, että kasvillisuus toimii tarkoitetulla tavalla. Tämä sisältää ennen kaikkea rikkaruohojen ja roskien säännöllisen poiston sekä muutaman vuoden välein tapahtuvan kasvukerroksen vaihtamisen. (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 8.)

Viherkatot edellyttävät vuosittaista lannoitusta ja mahdollisten lehtien tai kasvavien taimien poistoa. Vesieristeen ehjyydestä on huolehdittava sekä asennuksen että ylläpidon yhteydessä. Talviaikaan kasvillisuuden päälle jätetään sääsuojaksi 10...15 cm:n paksuinen lumikerros. (Ilmastonkestävä kaupunki -hanke 2014, 9; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 250.)

3.2 Mitoittaminen

Virtaamamitoituksessa käytettävän mitoitusateen suuruuteen vaikuttaa neljä tekijää (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 102):

- 1) sateen kesto
- 2) sademäärä
- 3) sateen rankkuus eli intensiteetti
- 4) toistumistiheys.

Sademäärä ilmoitetaan yleensä millimetreissä. 1 mm:n sateella tarkoitetaan sadetta, jonka seurauksena 1 m²:n suuruiselle pinta-alalle sataa 1 litra vettä. Jaettuna pinta-alalle tasaisesti vesimäärä muodostaa 1 mm paksun kerroksen. (Ilmatieteen laitos 2018.)

Sateen rankkuudella tarkoitetaan kokonaissademäärää suhteessa sen kestoajaan ja sademäärällä päinvastaisesti sateen rankkuutta kerrottuna sen kestoajalla. Tieto sateen toistumisesta perustuu säätilastoista johdettuun todennäköisyyteen vastaavansuuruisen sateen esiintymisistä. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 25, 102–103.)

Sateen rankkuutta ilmaistaan yleensä yksikössä mm/min. Sateen rankkuus $n \text{ mm} / n \text{ min}$ on laskennallisesti 0,0167 mm/s. Suhteuttamalla minuutin aikana satava 1 mm:n sade hehtaarin kokoiselle pinta-alalle saadaan laskennallisesti tällöin tulokseksi 0,167 m³/s, joka on yhtä suuri kuin usein mitoituksessa käytetty mitoitusade 167 l/s/ha. (Ilmatieteen laitos 2018; Suomen Kuntaliitto ry 2012, 182.)

Tyypillinen sademäärä on kääntäen verrannollinen sateen keston: mitä kauemmin sade kestää, sitä pienempi on sen hetkellinen intensiteetti. Tätä voidaan avata *rankkasateen* käsitteellä. Rankkasateella tarkoitetaan sadetta, jonka rankkuus on esimerkiksi 2,5 mm / 5 min, 5,5 mm / 30 min ja 15 mm / 12 h, jotka vastaavat mitoitusateita 83,3 l/s/ha, 30,6 l/s/ha ja 3,5 l/s/ha. Tällaiset sateet ovat vuosittain esiintyviä sateita. (Ilmatieteen laitos 2018.)

Esiintymisen todennäköisyys eli toistumistiheys on kääntäen verrannollinen aikaan: poikkeuksellisen voimakkaita sateita esiintyy harvemmin ja vastaavasti vähäisempiä useammin. Toistumistiheyden mukaisen mitoitusateen valinta perustuu tulvimisesta aiheutuvien riskien ja rakentamiskustannusten optimointiin. Tällöin on arvioitava tulvatilanteesta aiheutuvat ongelmat ja määritettävä, voidaanko tulvimiselle määritellä hyväksyttävää esiintymisastetta ollenkaan, ja jos, kuinka usein. Tyypillisesti taajama-alueilla käytettävä

esiintymistiheys on luokkaa kerran 2...3 vuodessa. Tulvareittimitoituksessa määritellään hyväksyttävä tulvimisen esiintymistiheys, jollaiseksi on esitetty sadetta, joka toistuu kerran 100...200 vuodessa. Pääasiallinen vastuu tulviin varautumisessa on kunnalla. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 110–111.)

Valtakunnallista mitoitussademäärää ei Suomessa ole määritelty (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 107). Hulevesioppaassa esitetään soveltuvaksi kerran kolmesta kymmeneen vuoteen esiintyvää kymmenen minuutin kestoista rankkasadetta, joka vastaa määrällisesti 130...180 l/s/ha, tai 156...216 l/s/ha, mikäli ilmastonmuutoksen ennakoitu sadetta lisäävä vaikutus otetaan huomioon. Tyypillisesti käytetään arvoa 150 l/s/ha tai 167 l/s/ha, jotka vastaavat kerran viidessä vuodessa nykyisin esiintyvää kymmenen minuutin (150 l/s/ha) tai kerran kahdessa vuodessa esiintyvää viiden minuutin rankkasadetta (167 l/s/ha). (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 104, 110, 182.) Toisaalla kirjallisuudessa on todettu, että mitoitussateena voidaan tulvatilanteen haitallisuudesta riippuen ja paikallisen viranomaisen luvalla käyttää arvoja 100...200 l/s/ha (RIL 126–2009, 55).

Mitoitussadetta tarvitaan mitoitusvirtaaman laskemiseen. Sateen lisäksi mitoittamisessa huomioidaan alueen pintakohtainen pintavalumakerroin ja varsinainen pinta-ala. Pintavalumakertoimissa esiintyy kirjallisuudessa vaihtelua, kuten taulukoista 3a ja 3b havaitaan. Järkevän kertoimen valinnassa on syytä huomioida alueen viettokaltevuus ja alimitoituksen riskit. Kerrointa suurentamalla virtaama suurenee, jolloin se on mitoituksen kannalta turvallisempi valinta. Mitoitusvirtaama kiinteistölle lasketaan kaavaa 2 käyttäen.

Järjestelmää mitoittaessa on myös huomioitava, että mitoitussateet vain laskennallisesti arvioituna ovat kertaluontoisia tapahtumia, eivätkä ne itsessään huomioi veden viipymää maassa tai järjestelmässä. Todellisuudessa erillisiä, pienempiä sadetapahtumia voi esiintyä runsaammin ja niin tiheästi, että edellisen sateen vedet eivät ole vielä poistuneet järjestelmästä seuraavan sadetapahtuman alkaessa. Siksi järjestelmän mitoituksessa on arvioitava myös viipymää. Viipymä ei saisi olla yli 48 tuntia, ja jopa 12 tuntia saattaa olla liian pitkä aika. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 182, 186.)

Rakentamisen jälkeisessä tilanteessa kiinteistöltä virtaavan veden määrä ei saisi vähentyä sen aiemmasta luonnontilasta, jottei vaikuteta haitallisesti lähialueiden pohjavesiolosuhteisiin. Viivytettäväksi virtaamaksi on siten asetettava virtaaman muutos luonnontilaiseen kiinteistöön nähden. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 182.)

Taulukko 3a. Eri pintojen valumakertoimia (Suomen Kuntatekniikan yhdistys ry 2002, 120).

Alueen tyyppi	Valumakerroin k
Katto	0,9
Betoni, asfaltti	0,8
Tiivissaumainen kiveys	0,8
Kiveys, hiekkasaumoin	0,7
Soratie, hyväkuntoinen	0,5
Sorakenttä ja -käytävä	0,3
Nurmetettu luiska	0,5
Paljas, laakeahko kallio	0,4
Puistomainen piha	0,2
Puisto, runsaasti kasvillisuutta	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Kallioinen metsä	0,15
Tasainen, tiheäkasvuinen metsä	0,05

Taulukko 3b. Eri pintojen valumakertoimia (RIL 126–2009, 55).

Alueen tyyppi	Valumakerroin k
Katot, tiiviit päällysteet (asfaltti, betoni ym.)	1,0
Sorapäällysteet	0,7...0,9
Nurmikot ja päällystämättömät pinnat	0,3

$$Q = C \times i \times A, \text{ missä}$$

Q on mitoitussateen mukainen virtaama (yksikkönä yleensä l/s/ha).

C on tietyn alueen yksikötön valumakerroin k .

i on mitoitussateen intensiteetti l/s/ha.

A on valuma-alueen osan pinta-ala vaakasuoralle pinnalle projisoituna.

Kaava 2. Mitoitusvirtaaman määrittämiseen kiinteistöllä käytettävä laskukaava (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 101).

Mitoitusvirtaaman perusteella voidaan määrittää sen mukainen, imeytettävä tai viivytettävä vesimäärä. Määrittämiseen käytetään kaavaa 3.

$$V = \frac{Q \times t}{1000}, \text{ missä}$$

V on mitoitusvirtaaman mukainen vesitilavuus, m³.

t on mitoitussateen kesto aika (s).

Kaava 3. Huleveden vesimäärän määrittävä laskukaava (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 101).

Tätä saatua vesitilavuutta verrataan alueelle mahdollisesti annettuihin määräyksiin, joista saadaan imeytettävä tai viivytettävä vesimäärä. Määritettäessä todellista mitoituskapasiteettia annetulle alueelle on huomioitava rakennekohtainen tehokas vesitilavuus. Kiviaineksesta koostuvilla suodatuskentillä kentältä vaadittu koko saadaan jakamalla viivytettävä vesitilavuus kiviaineksen huokostilavuudella. Viivytysputkissa kapasiteetti saadaan laskemalla putken sisätilavuus. Hulevesikaseteissa vesitilavuus on tyypillisesti ilmoitettu suoraan.

Avouomat, kuten ojat tai viherpainanteet, voidaan mitoittaa kaavan 4 mukaan. Kaavassa mainittu hankauserroin on väliltä 0,02–0,15. 0,15 soveltuu runsaasti kasvillisuutta sisältävään uomaan, jolloin kaavaa voidaan soveltaa myös suurempaa viivytyskapasiteettia tavoiteltaessa. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 170.)

$$Q = \frac{(A \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}})}{n}, \text{ missä}$$

Q on virtaama (m³/s).

A on veden poikkipinta-ala (m²).

R on hydraulinen säde (m), eli vedenpinnan korkeus ojan pohjasta.

J on uoman kaltevuus.

n on uoman seinän hankauskerroin.

Kaava 4. Avouoman mitoitus Manningin tasaisen virtauksen kaavalla (Suomen Kuntatekniikan yhdistys ry 2002, 126).

Mikäli kyseessä on biosuodatusallas, siihen sisältyy myös suodatinkerros. Suodatinkerroksen laskennassa käytetään kaavaa 5.

$$A = \frac{V \times h_s}{k \times (h_s + h_v) \times t}, \text{ missä}$$

A on suodatinkerroksen pinta-ala (m²).

V on mitoitettu vesimäärä (m³).

k on vedenläpäisevyyskerroin, yleensä 10⁻⁵–10⁻⁶ (m/s).

h_s on suodatinkerroksen paksuus, yleensä 0,5–1 m.

h_v on lammikoitumistila keskimäärin, yleensä 0,1–0,25 m.

t on tyhjenemisaika (s), yleensä 12–24 tuntia.

Kaava 5. Hiekkasuodattimen mitoitus biosuodatusaltaissa (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 186).

Yleisemmin veden läpäisevyyteen kiviaineksen läpi voidaan soveltaa kaavaa 6 (Leminen 1985, 44). Tätä voidaan käyttää laskiessa veden viipymää sekä avoimissa painanteissa että maanalaisissa kaivannoissa taikka arvioitaessa imeytymisaikaa.

$$Q(t) = k \times i \times A_i \times t, \text{ missä}$$

k on maan vedenläpäisevyys (m/s).

i on hydraulinen gradientti, pohjaveden pinnan yläpuolella $i = 1$.

A_i on pinta-ala, jolla vettä imeytetään tai suodatetaan.

t on imeytymisaika (s).

Kaava 6. Pystysuuntaisessa maaperässä imeytymiseen tai suodautumiseen kuluva aika (Leminen 1985, 44).

Lopulta mitoituksessa kyse on kiinteistölle pintarakenteiden johdosta ominaisen vesimäärän ja virtausnopeuden mukaisesta rakenteesta. Sen laskennallinen määritteleminen on toisaalta osa kiinteistön LVI-, toisaalta mahdollisesti geosuunnittelua. Laadukkaasti suunnitellussa järjestelmässä on otettu huomioon paitsi mitoitusperusteinen maksimikapasiteetti, myös sen käyttäytyminen maksimitilannetta heikompien, tyypillisempien sateiden aikana – ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioon otettuna. Laadukas järjestelmä on suunniteltu paikallisiin olosuhteisiin ja mitoitusasteen intensiteetti, kesto ja valumakertoimet on määriteltä niiden mukaan. (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 109–110.)

Alueellisiin kuivatussuunnitelmiin määritellään tulvareitit. Tolvareitti on tarkoitettu veden hallitulle alueelta poistamiselle tilanteessa, jossa hulevesijärjestelmän kapasiteetti ei riitä. Alueellisesti tulvareitteinä toimivat kadut, tiet, kävely- ja pyörätiet sekä puistot. (Suomen Kuntatekniikan yhdistys ry 2002, 129.) Myös kiinteistökohtaisessa suunnittelussa tulviminen on otettava huomioon. Siksi alueen LVI-suunnitelmia laatiessa on varmistettava hulevesijärjestelmän toiminta suunnittelemalla ylivuotoreitti, mikä on erityisen kriittistä imeyttävissä ja suodattavissa järjestelmissä (Suomen Kuntaliitto ry 2012, 110, 169, 182). Lisätoimenpiteenä voidaan esimerkiksi tarkistaa pinnantasauksessa, minkä suuruisen vesimäärän piha-alueen painanteet, esimerkiksi sadevesikaivojen kohdilla, kykenevät varastoimaan allasmaisesti tulvatilanteessa.

4 VALLITSEVIEN KÄYTÄNTÖJEN TARKASTELU

4.1 Turun kaupungin toimintamalli

Alueellinen hulevesisuunnitelma

Turun alueelle on laadittu alueellinen hulevesisuunnitelma vuonna 2014. Suunnitelma kattaa Turun lisäksi Kaarinan, Liedon, Raision ja Ruskon. Koska kyse on yleiskaavatasolla tarkastelevasta suunnitelmasta, se ei ole luonteeltaan velvoittava, ja siinä esitetyt toimenpiteet painottuvat alueelliseen hulevesien hallintaan. Tarkastelun pohjana on valuma-alueiden tunnistaminen ja niihin kohdistettavat toimenpiteet. (Turun kaupunki 2014, 6, 25–26.)

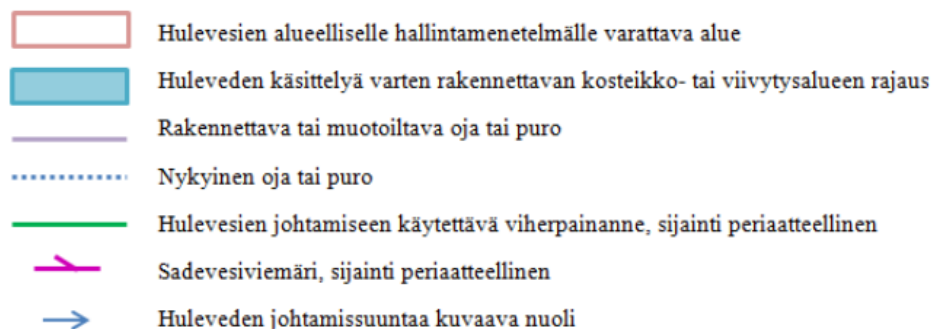
Suunnitelma-alue on noin 213 km², josta Turussa sijaitsee vajaa puolet. Suunnitelmassa on käytetty lähtökohtana Turun hulevesiohjelmaa vuodelta 2009, joka on sittemmin päivitetty vuonna 2016. Suunnitelma-alue on esitetty kuvassa 6. Useat kohdat suunnitelmassa käsittelevät jo mm. hulevesioppaassa käsiteltyjä teemoja järjestelmien, tekniikan ja laadun suhteen. Suunnitelmassa pyritään tavoitteellisesti parantamaan avoimien ojien, lampien ja kaupunkipurojen tilaa, lisäämään tulvakapasiteettia sekä painottamaan järjestelmien luonnonmukaisuutta. (Turun kaupunki 2014, 20–26.)



Kuva 6. Turun seudun alueellisen hulevesisuunnitelman suunnitelma-alue (Turun kaupunki 2014, 9).

Suunnitelmassa esitetään uusille kaava-alueille alueellisten hallintamenetelmien mitoitussperiaatteeksi, että vesiä viivytetään niin paljon kuin uuden maankäytön aiheuttamaa virtaama alueella kasvaa. Mitoitussateeksi on valittu kerran 50 vuodessa toistuva 10 minuutin sade, 267 l/s/ha eli 16 mm, joskin suunnitelmassa korostetaan, että imeytysratkaisuihin lähtökohtana ovat tavanomaisemmat sadetilanteet. Merenrannan läheisillä alueilla ohjelma ehdottaa ratkaisuksi hidastettua ohjaamista avoimissa järjestelmissä. (Turun kaupunki 2014, 26.)

Suunnitelma korostaa yksityiskohtaisemman maankäytön suunnittelun merkitystä hulevesien hallinnassa. Se painottaa osayleiskaavaa, jossa se toteaa maankäytöllisen ohjaamisen olevan riittävän yksityiskohtaista, jotta ohjausta voidaan toteuttaa. Asema- tai osayleiskaavassa käyttökelpoisia merkintöjä, joita voidaan käyttää maankäyttöä ohjaamaan, on esitetty kuviossa 1. Suunnitelmassa ehdotetaan myös korttelikohtaisen hulevesihallinnan toteuttamista. (Turun kaupunki 2014, 31–32.)



Kuvio 1. Osayleiskaavatasoisessa suunnittelussa käytettäviä merkintöjä hulevesien hallintaa koskien (Turun kaupunki 2014, 31).

Muutoin suunnitelmassa on tarkasteltu alueen valuma-alueita kohdekohtaisesti. Niiden yhteyteen on kerätty alueen kuvaukset, ongelmakohteet, toimenpidesuosituksset ja muutosten kustannusarvio. (Turun kaupunki 2014, 33–103.)

Hulevesiohjelma

Turun kaupunki on laatinut uusimman hulevesiohjelmansa vuonna 2016. Ohjelmassa tunnistetaan laajeneva kaupunkimainen kehittyminen, ilmastonmuutoksen seuraus sademäärille sekä Turun asema rannikkokaupunkina ja siitä seuraava Itämeren rehevöitymisriski. (Turun kaupunki 2016, 1, 5.)

Ohjelmassa on asetettu prioriteettijärjestys hulevesien käsittelylle. Järjestyksessä on huomioitu hulevesioppaassa ja maankäyttö- ja rakennuslain periaatteet, ja sitä sovelletaan sekä vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella että kunnan omassa hulevesijärjestelmässä. Prioriteettijärjestys on seuraava (Turun kaupunki 2016, 7):

1. Hulevedet imeytetään maaperän ominaisuuksien salliessa tai hyödynnetään muutoin syntypaikallaan.

2. Hulevesiä hidastetaan tai viivytetään ojien, tasausaltaiden ja lampien avulla syntypaikaltaan pois johtamisen yhteydessä. Tällöin mahdollistetaan osittainen hulevesien poistuminen imeytymisen, haihtumisen ja kasvillisuuteen pidättymisen kautta.
3. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemäriin, mutta ennen ojiin tai vesistöön johtamista hidastetaan tai viivytetään.
4. Hulevedet johdetaan viemäriin kautta suoraan purkuvesistöön, mikäli mikään muu vaihtoehto ei ole mahdollinen.

Ohjelmassa on määritetty maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset kunnan tai sen toimielinten viranomaistehtävät hulevesien hallintaa koskien. Kaupungilla on myös poikkihallinnollinen hulevesityöryhmä, joka ohjaa hulevesihallintaa, keskustelee, levittää tietoa ja jonka vastuulla on hulevesiohjelman päivittäminen. (Turun kaupungin hulevesiohjelma 2016, 8–11.) Työryhmän tehtävänä on mm. kerätä tietoa erilaisista hulevesirakenteista ja maailmalla käytössä olevien hulevesimaksukäytäntöjen selvittäminen. Muiden toimijoiden tehtävänä on tällä hetkellä mm. parantaa huleveden erillisviemäroinnin tasoa, laatia pientalorakennuttajille, isännöitsijöille ja huoltoyhtiöille tarkoitettu hulevesiopas sekä selvittää avoimien järjestelmien ja viherkattojen käyttömahdollisuuksia käsittelytapana. Lisäksi osana yleis- ja asemakaavojen suunnittelua tehdään paikallisia hulevesiselvityksiä. (Turun kaupunki 2016, 11–15.)

Ohjelmassa esitetään tavoitteeksi myös hulevesien laadun varmistaminen ennen johtamista vesistöön tai maaperään pohjavesialueella. Toimenpiteiksi esitetään mm., että valituissa kohteissa seurataan hulevesien laatua ja esitetään toimenpiteitä ongelmakohtiin. Laadunvarmistusta varten selvitetään tähän tarkoitukseen sovellettavissa olevia raja-arvoja ja arvioidaan, millä kriteereillä laatua tullaan mittaamaan. (Turun kaupunki 2016, 16–17.)

Ohjelmassa esitetään myös kaupungin rakennusjärjestykseen kirjattavaksi määräys, jonka mukaan työmaavesiä ei saa johtaa suoraan vesistöön. Lisäksi tavoitteeksi on kirjattu laatia erillinen työmaavesiohje. (Turun kaupunki 2016, 16.)

Määrällisen hillinnän konkreettisena toimenpiteenä esitetään, että kaavamääräyksissä ja rakennusluvuissa edellytetään viivytysvaatimuksia uusilla kaava-alueilla pois lukien kaupungin syrjäisimmät alueet ja saaristo. Lisäksi kunnan ja vesiliikelaitoksen hulevesijärjestelmissä arvioidaan jatkuvasti niiden kokonaiskapasiteettia ja pyritään tasoittamaan virtaamahuiput osana yleisten alueen suunnittelua. (Turun kaupunki 2016, 18–19.)

Koko ohjelman toteutumista seurataan vuosittain. Raportoinnista vastaa hulevesityöryhmä. (Turun kaupungin hulevesiohjelma 2016, 21.)

Rakennusjärjestys ja työmaavesiohje

Turun rakennusjärjestyksessä edellytetään, että rakennuslupahakemukseen on liitettävä selvitys kiinteistön hulevesijärjestelmästä. Järjestelmästä edellytetään selvittävän sen mitoitus, toimivuus ja kunnossapito. (Turun kaupungin rakennusjärjestys 2017, 8. §.) Lisäksi määräyksissä pyritään säilyttämään osa kiinteistön pinta-alasta luonnontilaisena, jolloin vettä imeytyy myös maaperään. Rakennusjärjestyksen mukaan ”rakennuspaikan rakentamattomaksi jäävästä osasta tulee vähintään yksi kolmasosa jättää päällystämättä tai päällystää vettä läpäisevällä rakenteella (reikäkivi, nurmikko tai vastaava)”. (Turun kaupungin rakennusjärjestys, 25. §.)

Työmaavesien käsittelyssä noudatetaan rakennusjärjestyksen mukaan kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiä, joissa työmaavesien suora vesistöön johtaminen on kiellettyä (Turun kaupungin rakennusjärjestys 2017, 43. §; Turun kaupungin ympäristönsuojelumääräykset 2014, 10.1. §). Sittenmin kaupunki on julkaissut erillisen työmaavesioppaan. Sen mukaan työmaavesisuunnitelma on laadittava kaikille muille paitsi pientalo-kohteille, ja aina oltaessa ekologisesti häiriintymisherkkien kaupunkipurojen alueilla. Suunnitelman on sisällettävä arvio työmaavesien määrästä sekä alueelle tai alueelta tapahtuva valunta ja ekologisesti herkkien kohteiden lähellä veden laadun seuranta. Olemassa olevat viemärirakenteet tulee suojata työmaavesiltä. Mitoituksena vesienhallintaan tarkoitettulle laskeutusaltaalle käytetään 150 l/s/ha suuruista 10 minuutin rankkasadetta (10 mm) kerrottuna työmaan pinta-alalla ja valuntakertoimella 0,5. (Turun kaupunki 2017, 3–4, 9.)

Kaavoitus

Asemakaavoituksen yhteydessä uusiin kaavoihin Turussa on pyritty muille kuin pientalotonteille asettamaan asemakaavassa hule-100-määräys, jonka mukaan viivytettävän vesimäärän tulee olla 1 m³ jokaista 100 m²:n läpäisemätöntä pintaa kohden. Pientalo-alueilla on suosittava vettä läpäiseviä päällysteitä. Kaavas suunnittelussa on huomioitu purkuvesien läheisyys ja alueellisesti tiedetyt tulvimisongelmat. (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018.)

Turussa ollaan myös ottamassa käyttöön niin sanottua siniviherkerrointa (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018). Siniviherkerroin huomioi kiinteistöllä olevien, valumakertoimellisten päällystettyjen pintojen suhteen erilaisiin viherrakenteisiin ja hulevesien maanpäällisiin hallintarakenteisiin. Kerroin huomioi erilaisilla valumakertomilla ja pinta-alamuutoksilla erityyppiset viherrakenteet, erilaiset viherkatot sekä osittain läpäisevät pinnat, kuten soran. (Turun siniviherkerroin, laskentatyökalun luonnos 2018.) Kerrointa voidaan käyttää esimerkiksi kaavoituksessa asettamalla kiinteistölle kaavamääräys kertoimen minimiarvosta (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018).

Hulevesimaksu

Hulevesiohjelmassa esitetty hulevesimaksu ollaan ottamassa käyttöön vuoden 2018 aikana. Maksun suuruus on 50–1 500 euroa, riippuen kiinteistön pinta-alasta ja siitä, onko kyseessä asuin- vai yritystoimintatontti. (Turun kaupunki 2018.)

4.2 Lahden kaupungin toimintamalli

Hulevesiohjelma

Lahden kaupungin hulevesiohjelma on laadittu vuonna 2011 ja otettu käyttöön vuonna 2012 – siis ennen hulevesioppaan julkaisua sekä maankäyttö- ja rakennus- ja vesihuoltolakien erityistä, hulevesiä koskevaa uudistusta. Taustalla Lahdessa on ollut pyrkimys tulla nähdyn ympäristökaupunkina sekä Hämeen ELY-keskuksen vuonna 2010 laatima vesienhoidon yleissuunnittelun toimenpideohjelma. Toimenpideohjelmassa on ollut painopisteenä hulevesien haitalliset aineet ja niiden aiheuttama kuormitus, ja sen mukaan hulevedet on edellytetty otettavaksi huomioon uusia, päällystettyjä alueita rakennettaessa. Toimenpideohjelmassa myös suositellaan luonnonmukaisten, valuma-alueiden menetelmien suosimista hulevesien hallinnassa. (Lahden kaupungin hulevesiohjelma 2012, 6, 8–9.)

Lahdessa hulevedet päätyvät kaupungin järviin ja suurimpiin jokiin (Lahden kaupungin hulevesiohjelma 2012, 15–16). Hulevesiputkien pituus on 375 kilometriä ja hulevesiojien pituus 70 kilometriä. Mitoitus Lahdessa on määräytynyt kerran viidessä vuodessa toistuvalla sateella. Sateen kestoa ei ole ohjelmassa ilmoitettu. Olemassa oleva järjestelmä on kuitenkin pidetty riittämättömänä harvinaisemmille rankkasateille. Ohjelman mukaan

mm. erään keskustan pääkadun hulevedet on haitta-aineiden vuoksi johdettu suoraan sekaviemäröitynä jätevedenpuhdistamolle. (Lahden kaupunki 2012, 18.)

Lahden hulevesiohjelmassa korostuu pohjavesien suojelu ja avoimien järjestelmien, kuten padoilla ja hidastavilla lisämutkilla varustettujen purojen, avopainanteiden ja kosteikkojen käyttö. Ohjelmassa ehdotetaan myös järjestelmän hajauttamista, mikä korostuisi erityisesti keskusta-alueella tiiviin rakentamisen vuoksi. (Lahden kaupunki 2012, 20, 22, 25.)

Lahden kaupungin hulevesiohjelma sisältää hulevedenkäsittelylle asetetun prioriteettijärjestyksen. Prioriteettijärjestys on seuraava (Lahden kaupunki 2012, 20–21):

1. Hulevesien hyödyntäminen tai imeyttäminen syntypaikallaan. Vedet imeytetään, maaperän laadun salliessa, huomioiden vesien likaisuus, mikäli syntypaikka sijaitsee pohjavesialueella. Pihakatujen, pihojen ja kattojen vesiä pidetään riittävän puhtaina imeytettäväksi myös pohjavesialueella.
2. Hulevedet viivytetään syntypaikallaan. Viivytyksessä painotetaan avoimia järjestelmiä, kuten oja ja kaivannollisia painanteita likaisuuden vähentämiseksi viivyttämisen yhteydessä. Mitoitusperusteena käytetään veden määrää ja laatua sekä maa-ainesten läpäisy- ja puhdistuskykyä.
3. Hulevedet viemäroidään syntypaikallaan johdettavaksi muualla sijaitsevalle viivytysalueelle. Viivytysohjelmaksi käytetään hulevesialtaita, avouomia tai kosteikkoja veden puhdistumiseksi ja virtaaman vähentämiseksi.
4. Hulevedet puretaan suoraan luonnonvesistöön. Tällöinkin johdettaessa avouomassa, siihen on tehtävä virtaamaa hidastavia ratkaisuja, kuten pohjapatoja, tulvasanteita ja mutkia.

Lahden hulevesiohjelmassa korostetaan kaavoittajan vastuuta hallintakäytäntöjen jalkauttamisessa. Ohjelmassa ehdotetaan hulevesien hallintasuunnitelmaa tehtäväksi asema- ja yleiskaavoituksen alkuvaiheessa. (Lahden kaupunki 2012, 23.)

Varsinaisten toimenpiteidensä osalta ohjelma jaottelee toimenpiteet kaavoitukseen, tontteihin ja yleisiin alueisiin kohdistettaviin osiin. Ohjelmassa esitetään mm. seuraavaa (Lahden kaupunki 2012, 25, 30):

- Yleis- ja asemakaavoitusvaiheessa laaditaan erillinen hulevesien hallintasuunnitelma.

- Asemakaavoituksessa annetaan määräyksiä hulevesien avoimesta käsittelystä, imeyttämisestä ja viivyttämisestä.
- Tonttien luovutussopimuksissa ja maankäyttösoimuksissa on hulevesiä koskevia määräyksiä.
- Edellytetään rakennuttajilta hulevesien hallintasuunnitelmia, jotka sisällytetään osaksi rakennuslupaprosessia.

Kaupungin pinta-alasta 37 % sijaitsee 1. luokan pohjavesialueella, ja järjestelmien luonnonmukaisuutta ja pintavalunnan painottamista on perusteltu pohjaveden laadun turvaamisella. Vilkasliikenteisemmillä kaduilla syntyviä hulevesiä ei tule imeyttää pohjavesialueella. (Lahden kaupunki 2012, 16, 26.)

Rakentamisen aikaisista hulevesien aiheuttamiin haitta-ainemääriin ja valuman lisääntymiseen kaupunki varautuu rakentamalla yleisille alueille avoimet järjestelmät ajoissa, jo vuotta ennen muun rakentamisen aloitusta. Ohjelmassa kiinnitetään huomiota myös rakentamisen aikana kaivonkansien suojaamiseen kiintoainesvalumien ehkäisemiseksi viemäriin. Tonttirakentamisessa kehoitetaan rakentamaan hulevesijärjestelmät rakentamisen alkuvaiheissa. Lisäksi työmaavesiä ei saa johtaa suoraan kunnan hulevesijärjestelmään, vaan työmaavesistä tulee esittää rakentamisen aikainen hulevesien hallintasuunnitelma. (Lahden kaupunki 2012, 28.)

Kaavoitus

Uusissa Lahden alueen asemakaavoissa on mahdollisuuksien mukaan tehty aluevarauksia hulevesien käsittelyjärjestelmille. Mahdollisuutta on kuitenkin arvioitu tapauskohtaisesti. Hule-100-merkintää korostetaan kapasiteettimitoituksessa. Viherkattoja ei ole kaupungissa toistaiseksi veloitettu rakentamaan. (Juhani Järveläinen, henkilökohtainen tiedonanto 1.6.2018.)

Rakennusjärjestys

Lahden rakennusjärjestys vuodelta 2013 on seudullinen ja koskee Lahtea, Nastolaa ja Kärkölää. Hulevesien osalta se täydentää hulevesiohjelmaa siten, että siinä edellytetään pohjavesialueilla vettä läpäisevien pintamateriaalien käyttöä, ellei pohjaveden suojaus ole tarpeen. Määrällisiin suhteisiin se ei ota kantaa. Rakennusvalvontaviranomaiselle on varattu oikeus määrätä useampaa tonttia koskevista yhteisjärjestelyistä käsittelyjärjes-

telmälle. Viranomainen voi myös edellyttää, että järjestelmät rakennetaan jo ennen varsinaista rakennustyöhön ryhtymistä. (Lahden kaupungin rakennusjärjestys 2013, 20, 22.)

Hulevesijärjestelmien rakentamista suositellaan ensimmäisinä toimenpiteinä rakennushankkeessa. Tähän ei kuitenkaan ole velvoitettu. Työmaavesien käsittelyssä rakennusjärjestyksen velvoitteet ovat lievempiä kuin hulevesiohjelmassa. Hulevesiohjelmassa edellytettiin, ettei työmaavesiä saa johtaa kunnan hulevesijärjestelmään suoraan; rakennusjärjestyksessä kielletään ainoastaan "runsaasti kiintoainetta tai lietettä tai haitallisia aineita" sisältävien hule- ja kuivatusvesien suorajohtaminen. (Lahden kaupungin rakennusjärjestys 2013, 38.)

4.3 Vantaan kaupungin toimintamalli

Hulevesiohjelma

Vantaan hulevesiohjelma on valmistunut vuonna 2009. Ohjelman laadinta on pohjautunut Vantaan 2008–2013 ympäristöohjelmaan. Silloisessa taloussuunnitelmassa on vahvistettu hulevesiohjelman laadinta ja hulevesien luonnonmukaisen käsittelyn käyttöönotto kaupungissa. (Vantaan kaupunki 2009, 4.)

Vantaan hulevedet purkautuvat alueen suuriin jokiin ja edelleen meriin. Noin 40 % maaperästä on savea ja hiesua. 1-luokan pohjavesialueita Vantaan pinta-alasta on alle 4 %. Hulevesiputkia kaupungissa on 412 km ja arviolta satoja kilometrejä avo-ojaa. Ennen ohjelman toteutumista mitoitussateena virtaama-arvioissa on käytetty kerran 2–3 vuodessa toistuvaa 15 minuutin rankkasadetta, joka ohjelman mukaan vastaa sademäärää 120 l/s/ha. (Vantaan kaupunki 2009, 11–13.)

Ohjelman päätavoitteet ja niitä koskevien toimenpiteiden prioriteettijärjestys on samankaltainen kuin Turun ja Lahden ohjelmissa. Tavoitteina Vantaalla on hulevesitulvinnan vähentäminen, hulevesien laadun parantaminen, kaupunkiluonnon monimuotoisuus, pohjaveden laadun parantaminen ja määrällinen ylläpito, hulevesien esiin nostaminen näkyväksi osaksi kaupunkikuvaa sekä toimiva viranhaltijatyöskentely. Kaupunginlaajuisissa toimenpiteissä hulevesihallintaa toteutetaan kokonaisvaltaisesti, valuma-aluelähtöisenä tarkasteluna. Prioriteettijärjestys on niin ikään se, että ensisijaisesti hulevedet hyödynnetään syntypaikallaan, ja ellei se ole mahdollista, ne laskevassa järjestyksessä

viivytetään syntypaikallaan, ohjataan eteenpäin myöhempää viivytystä varten tai viime kädessä ohjataan suoraan vesistöön. (Vantaan kaupunki 2009, 14–17)

Kaavoituksen ja sopimusten osalta asemakaavamääräyksiin, rakennusjärjestykseen, rakentamistapaohjeisiin, lähiympäristösuunnitelmiin sekä tontinluovutus- ja maankäyttöso-
pimuksiin halutaan sisällyttää hulevesiä koskevia määräyksiä. Hulevesihallinta on tarkoi-
tus kytkeä yleis- ja osayleiskaavatasoiseen suunnitteluun. (Vantaan kaupunki 2009, 19–
21.) Haitta- ja kiintoainepitoisuuteen kiinnitetään huomiota rakennusvalvonnan toimesta
rakennusmateriaalien valinnalla, arvioidaan hulevesien likaisuutta suhteessa purkuve-
sistöön, ja käsittelyjärjestelmät rakennetaan ennen muuta rakentamista (Vantaan kau-
punki 2009, 22–23).

Hulevesien hallinnan toimintamalli

Vantaan kaupunki on laatinut hulevesien hallinnan toimintamallin vuonna 2014. Sen pai-
nopisteenä ovat runsaasti hulevesiä tuottavat kerrostalo- ja teollisuustontit. (Vantaan
kaupunki 2014, 5.) Toimintamalli korostaa kaavoituksen yhteydessä laadittujen lähiym-
päristö- ja vesistösuunnitelmien hyödyntämistarvetta rakentamisen yhteydessä. Sen mu-
kaan Vantaalle laadituissa uusissa asemakaavakohteissa on jo pyritty antamaan viivy-
tys- ja käsittelymääräykset kaavamääräyksissä. Rakennusvalvonta edellyttää suunnitel-
mia osana lupaprosessia siten, että lupaa hakiessa on esitettävä hallinta periaatetasolla
ja tarkempi toteutussuunnitelma edellytetään lupaehtona ennen rakentamista. Määräyk-
set kaupungin taholta voidaan määrittää paitsi yleistasolla asemakaavamääräyksissä,
myös yksityiskohtaisemmin kunnallistekniikan ja ympäristökeskuksen lausunnoissa.
(Vantaan kaupunki 2014, 19–22.)

Työmaavesien osalta kaupunki edellyttää "vaativista kohteista" hulevesien hallintasuun-
nitelmaa. Muilla työmailla hallinnasta sovitaan erikseen, viimeistään aloituskokouksessa.
Vesistöön ei saa päästää työmaalta haitta- tai kiintoainesta. Hulevesien hallintarakentei-
den suositellaan olevan valmiita ennen muuta rakentamista. (Vantaan kaupunki 2014,
22.)

Toimintamalli asettaa myös konkreettisia rajauksia hulevesisuunnittelulle. Kohteiden hu-
levesisuunnittelijoilla on oltava kokemusta hulevesijärjestelmistä ja rakenteiden mitoitta-
misesta. Rakentamisen jälkeen tontin purkuvirtaaman on oltava korkeintaan rakenta-
mista edeltävän tilanteen mukainen. Tulvatilanteille tonteilta on varattava tilaa poikkeuk-
sellisten sadevesimäärien varastointiin. (Vantaan kaupunki, 23–24.)

Asemakaavoituksen yhteydessä laadittavia huleveden hallintasuunnitelmia varten annetaan myös sisältövaatimuksia. Suunnitelmassa on esitettävä mm. alueen nykyinen ja rakentamisen jälkeinen maankäyttö, rakentamisen jälkeinen maankäytöllinen jaottelu, jossa esitetään eri pintojen pinta-alamäärät ja niiden valumakertoimet, sekä käytettäväksi suunnitellut hallintamenetelmät ja niiden sijoittelu. (Vantaan kaupunki 2014, 40–41.)

Lisäksi toimintamallissa annetaan ohjeet asuntoalueille, yleisille alueille sekä teollisille ja varastoalueille tehtävään mitoitukseen. Teollisille, varasto- ja kauppa-alueille ja asunto-alueille määritetään sekä nykyinen että rakentamisen jälkeinen virtaama, jossa mitoitusasteena käytetään 10 minuutin sadetta, jonka voimakkuus on 150 l/s/ha. Kohteisiin on tehtävä myös tulvamitoitus, jota varten käytetään 30 minuutin kestoista 167 l/s/ha (30 mm) suuruista sadetta. Tulvasade varaudutaan väliaikaisvarastoimaan tontilla siten, että sen aikaisten vesien sallitaan nousevan piha- ja pysäköintialueille. Tällöinkään tontilta poistuva virtaama ei saa ylittyä, eikä vesi saa nousta rakennuksen lattiatason yläpuolelle tai valua naapuritontille. (Vantaan kaupungin hulevesien hallinnan toimintamalli 2014, 42–45.) Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tontilla olevat luontaiset ja suunnitellut, kuten sadevesikaivojen, painanteet on suunniteltava riittävän tilaviksi, jotta tulvamitoitettu vesimäärä kyetään varastoimaan viivytyksrakenteen ja näiden painannerakenteiden yhteenlasketun tilavuuden puitteissa.

Tulvamitoituksen ylittävät sateet tulee ohjata tontilta pois hallitusti tulvareittejä pitkin. Tulvareitin mitoituksessa suositeltava mitoitus on 50 mm:n sade, mikä 30 minuutin aikana tarkoittaa noin 278 l/s/ha. (Vantaan kaupunki 2014, 43, 45.)

Heikkolaatuisia hulevesiä tuottavissa kohteissa voidaan vaatia esimerkiksi hiekan- ja öljynerotusta, maanpäällisissä rakenteissa viivytystä. Suosituksen tasolla esitetään teollisille, varasto- ja kauppatonteille, että hulevesirakenne olisi avoin ja että siihen varattaisiin tontin pinta-alasta 5–8 %. Näiden tonttien pinta-alasta yhteensä vähintään 15–25 % tulisi olla nurmi- tai kasvipäällysteistä pintaa. (Vantaan kaupunki 2014, 43.)

Pientaloalueille ei anneta määrällisiä vaatimuksia. Sen sijaan käsittely on kiinteistökohtaista, ja sen suositellaan tukeutuvan kasvillisuuteen ja vettä läpäisemättömien pintojen välttämiseen. Nykyisin Vantaalla on annettu viivytyksvaatimuksia myös pientaloalueille. (Harri Keinänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018; Vantaan kaupunki 2014, 45.)

Rakennusjärjestys

Vantaan kaupungin rakennusjärjestys vuodelta 2011 ottaa hulevesiin varsin vähän kantaa. Se toteaa, että hulevedet on mahdollisuuksien mukaan imeytettävä tontilla, ja että pihasuunnitelmassa tulee suosia vettä läpäiseviä pintamateriaaleja. Rakennuslupahakemuksessa on oltava selvitys hulevesijärjestelmästä mitoitus- ja kunnossapitotietoineen. Työmaavesiin ei oteta kantaa. (Vantaan kaupungin rakennusjärjestys 2011, 13. §, 16. §.)

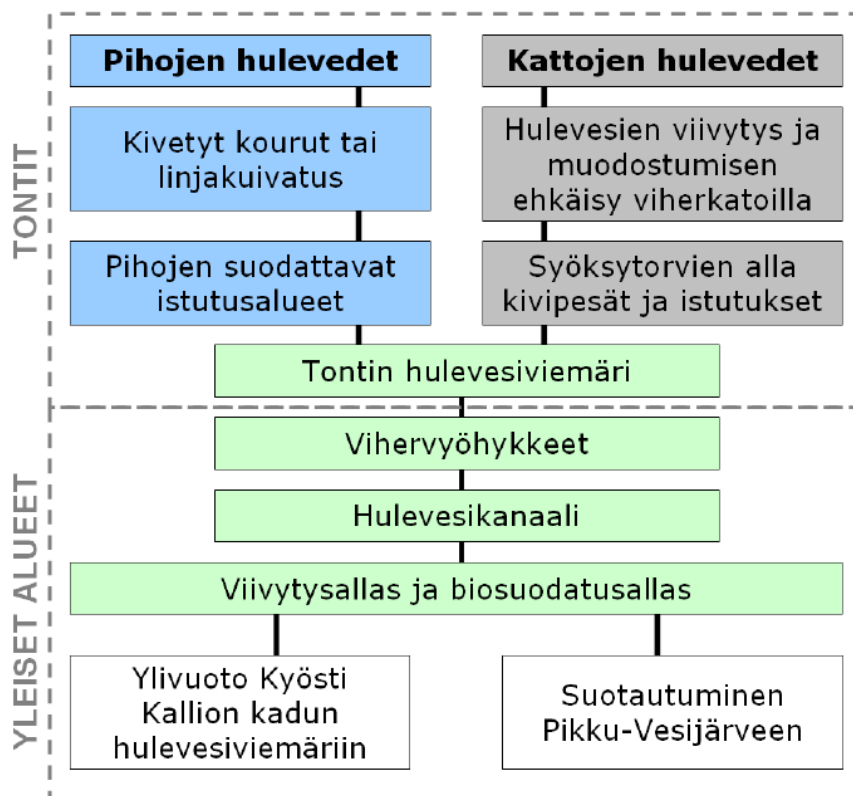
4.4 Esimerkkikohteet

4.4.1 Pilottikohde, Lahden Ranta-Kartanon alue

Lahdessa on keskustan tuntumaan sijaitsevalle korttelialueelle rakenteilla asuin- liike- ja julkisten rakennuksen alue, jossa korostetaan hulevesiohjelman mukaisia teemoja avoimista, luonnonmukaisista ratkaisuksista, joissa hulevesielementti tehdään näkyväksi. Alue on haluttu nostaa esiin korkean profiilin suunnittelukohteena. (Finnish Consulting Group Oy 2012b, 1.)

Suunnittelussa on lähdetty hulevesiohjelman tavoitteen mukaisesti valuma-aluelähtöisestä tarkastelusta. Valuma-alue on kooltaan 82 hehtaaria. Suunnittelualue sijaitsee läheiseen Vesijärveen viettävällä alueella, minkä seurauksena valuma-alue on huomattavasti suunnittelualuetta suurempi. Alue on 1. luokan pohjavesialueella, mutta maaperä on heikosti vettä läpäisevää silttimoreenia, minkä vuoksi hulevesien imeyttäminen ei ole mahdollista. Alue on nykyisin lähes kokonaan asfalttipäällysteinen. Maankäytön muutoksen seurauksena valunnan arvioidaan lisääntyvän vain vähän johtuen kasvaneista pintakaltevuuksista ja siitä, että vanhojen päällysteiden pinta on karheampi ja rakoilevampi, jolloin vedenpidätyskyky on hieman suurempi. (Finnish Consulting Group Oy 2012b, 3–4, 6, 8.)

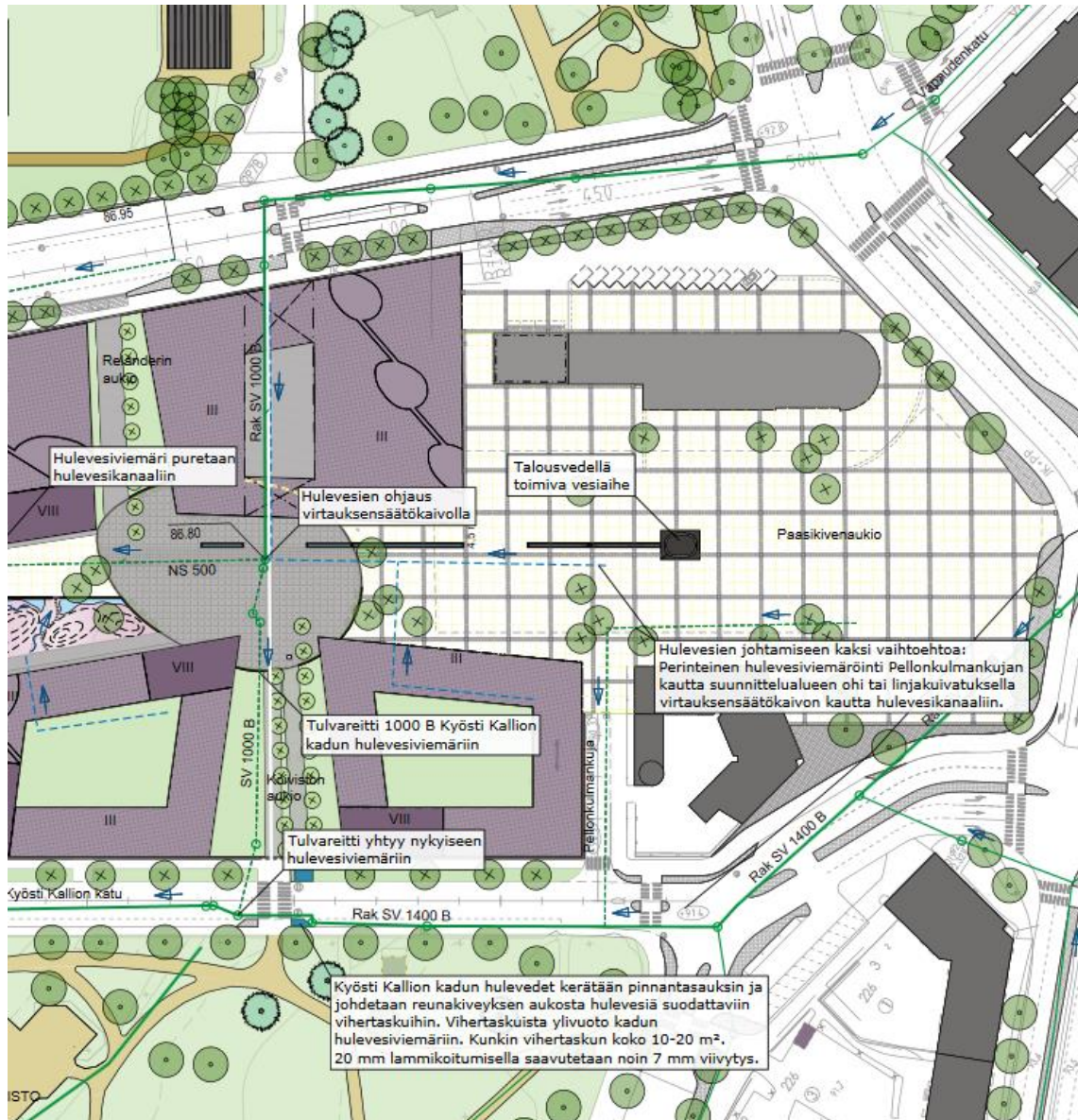
Hulevesiä hallitaan suunnitellun maankäytön mukaan hajautetusti. Nykyisin alueen vedet laskevat suunnittelualueen pohjoispuolella sijaitsevaan Pikku-Vesijärveen ja sieltä edelleen Vesijärveen. Suunnittelun tavoitteena on hajautettu hulevesien käsittely korttelialueilla, jolloin käsittely on sekä laadullista että määrällistä. Hallinta periaatteellisella tasolla on esitetty kuviossa 2. (Finnish Consulting Group Oy 2012b, 4, 11.)



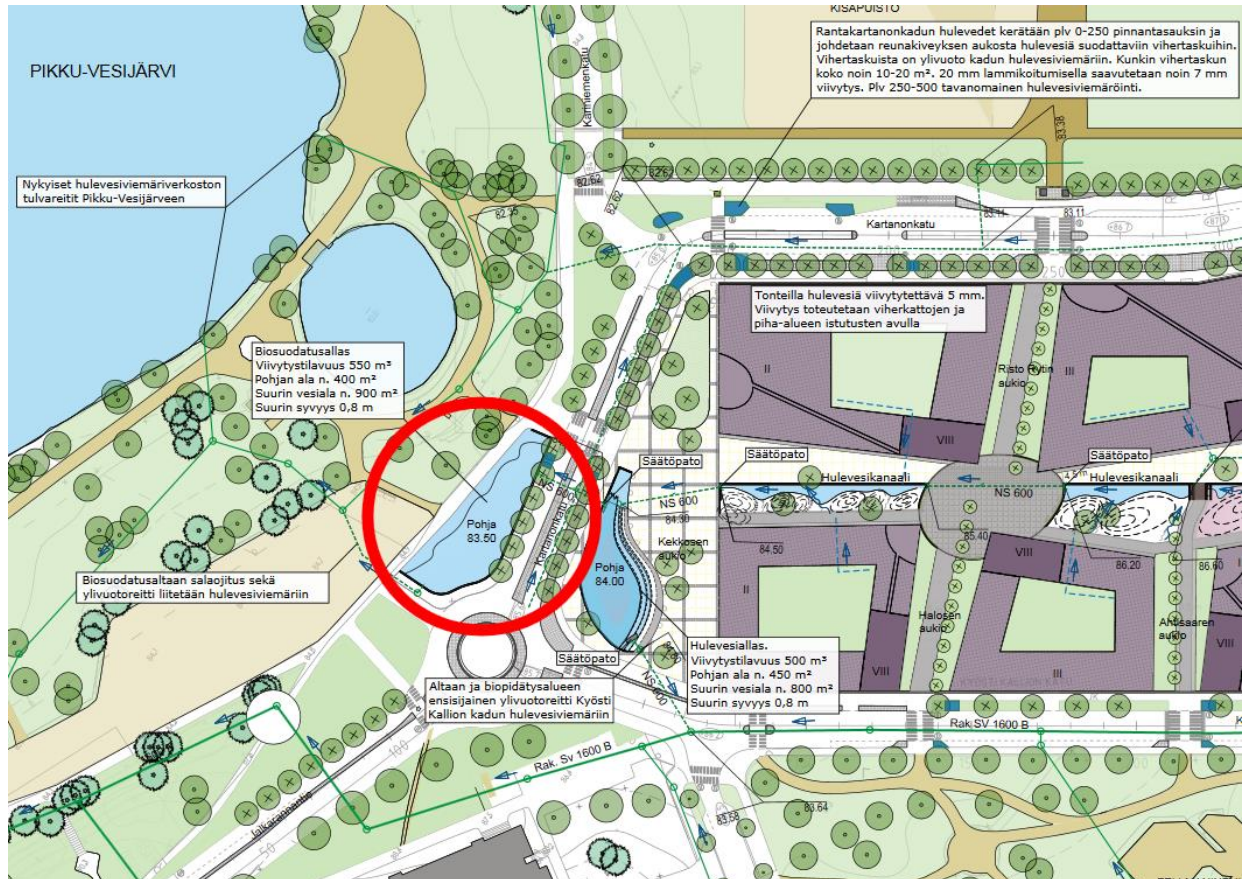
Kuvio 2. Periaate hajautetusta hulevesien hallintajärjestelmästä Lahden Ranta-Kartanon suunnittelualueella (Finnish Consulting Group Oy 2012b, 11).

Kattovesien käsittelyyn on ehdotettu ainakin osittaista viherkattoratkaisua. Piha-alueilla kattovedet johdetaan edelleen kiviä sisältäviin laatikkoihin, ns. kivipesiin, ja niistä edelleen pihojen istutusalueille, muotoiltuja pintavaluntareittejä pitkin tai viemäroiden. Piha-alueille on suunniteltu näkyvänä hulevesielementtinä kanaalia, johon vedet johdetaan pintavaluntana. Vedet ohjataan edelleen hulevesialtaaseen, jossa ne viivytetään ja puretaan lopuksi biosuodattavaan altaaseen ja lopuksi puretaan Pikku-Vesijärveen. Yleisellä alueella olevaan hulevesiviemäriin vesiä johtuu vain tulvatilanteessa. (Finnish Consulting Group Oy 2012b, 12, 15–21.) Alueen yleissuunnitelma on esitetty kuvissa 7a ja 7b.

Tonttikohtaiset viivytysrakenteet mitoitetaan 5 mm:n sateelle ja yleisille alueille suunnitellut rakenteet mitoitetaan 20 mm:n sateelle, joka vastaa kerran 10 vuodessa esiintyvää 30 minuutin rankkasadetta. Kokonaisuudessaan suunnittelualueella on viivytystilavuutta 1 450 m³. (Finnish Consulting Group Oy 2012b, 25–26.)



Kuva 7a. Eteläinen puoli yleissuunnitelmasta Ranta-Kartanon suunnittelualueella (Finnish Consulting Group Oy 2012a).



Kuva 7b. Pohjoinen puoli yleissuunnitelmasta Ranta-Kartanon suunnittelualueella (Finnish Consulting Group Oy 2012a). Koko alueen vedet ohjataan rengastettuun viivytystalteen, jota edeltää sen oikealle jäävä esiviivytysallas. Purku tapahtuu rengastetun alueen ylempänä vasemmalla olevaan Pikku-Vesijärveen.

4.4.2 Päivittäistavarakaupan tontti, SM Maanpää Oy:n kohde

Yhdeksi tarkastelun kohteeksi on valittu päivittäistavarakaupan tontti, johon toimeksiantona oli suunnitella huleveden viivytysjärjestelmä. Päälystetyn pinnan määrän, pinnanmuotojen sekä viemäröinnin lopullisen liitoskohdan sijainnin vuoksi tontilla päädyttiin maanalaiseen järjestelmään. Kohteen LVI-suunnittelu ei kuulunut toimeksiantoon muutoin kuin järjestelmän sisäisiltä osin.

Kohteeseen tehtyjen alustavien hintavertailujen perusteella kiviaines oli selvästi edullisin käytettävissä oleva rakennevaihtoehto kentälle. Hintavertailu on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Kustannusvertailu päivittäistavarakauppataontin viivytysjärjestelmän materiaaleille. Kustannuksissa ei ole huomioitu asennuskustannuksia.

VIIVYTYSJÄRJESTELMÄN MATERIAALIKUSTANNUKSET				
Viivytettävä vesimäärä 88.1 m ³				
Maasuodatinkenttä, murske #32...64	Huokoisuus %	Kentän kokotarve, m ³	hinta €/m ³ rtr (arvio)	YHTEENSÄ €
	30	294	25	7 342
Uponor-hulevesikasetti, 300 l	Tilavuus / kpl, m ³	Kasettien tarve, kpl	hinta €/kpl	YHTEENSÄ €
	0.285	309	125	38 563
Rudus Oy, EK-putket, sisähalkaisija 2000 mm, lujuusluokka B r.	Tilavuus / putki, m ³	Putkien tarve, kpl	hinta €/kpl	YHTEENSÄ €
	6.3	14	1691	23 705

Hulevesien viivytyskentän mitoitus on laadittu tontin kaavamääräyksissä olevan hule-100-merkinnän mukaan:

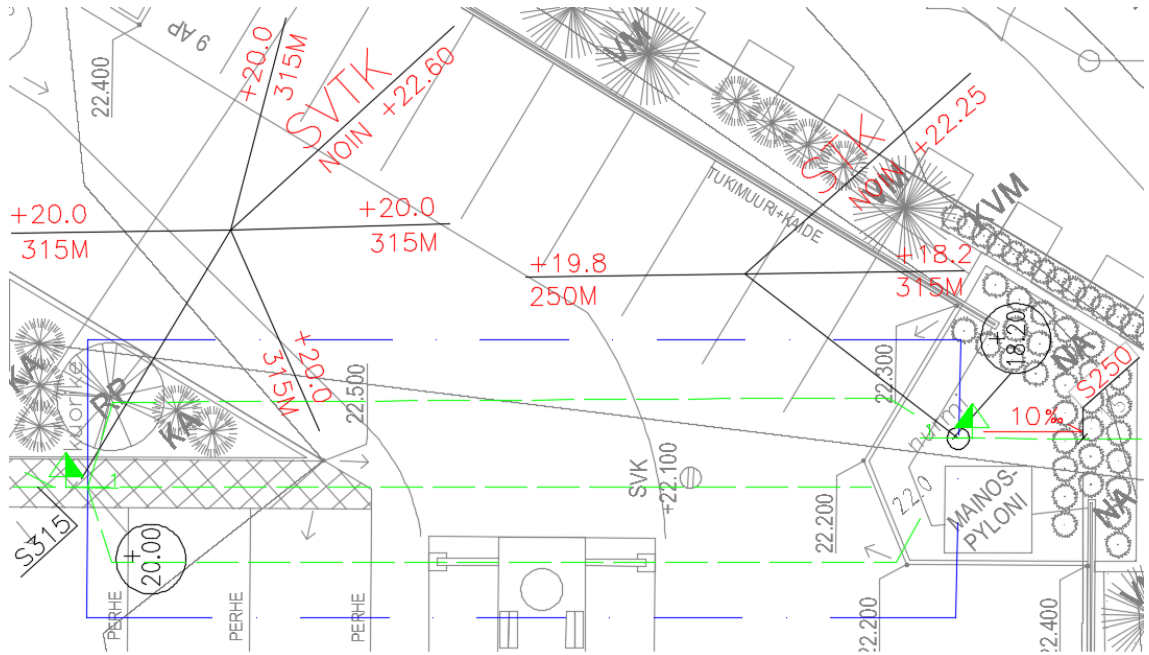
"Vettäläpäisemättömiltä pinnoilta tulevia hulevesiä tulee viivyttää alueella siten, että viivytyspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden mitoitus tilavuuden tulee olla 1 m³ / 100 m² vettäläpäisemättömältä pinta-alueelta kohden. Viivytyspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestään ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto." (Turun kaupunki, asemakaava 853 23/2012.)

Tontilla vettä läpäisemättömän pinnan osuus on noin 8 800 m² eli noin 85 %. Pinta-alat ja niistä saatu laskennallinen viivytystarve on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Päivittäistavarakauppatontin maankäytöllinen pinta-alojen jakautuminen ja viivytystarve.

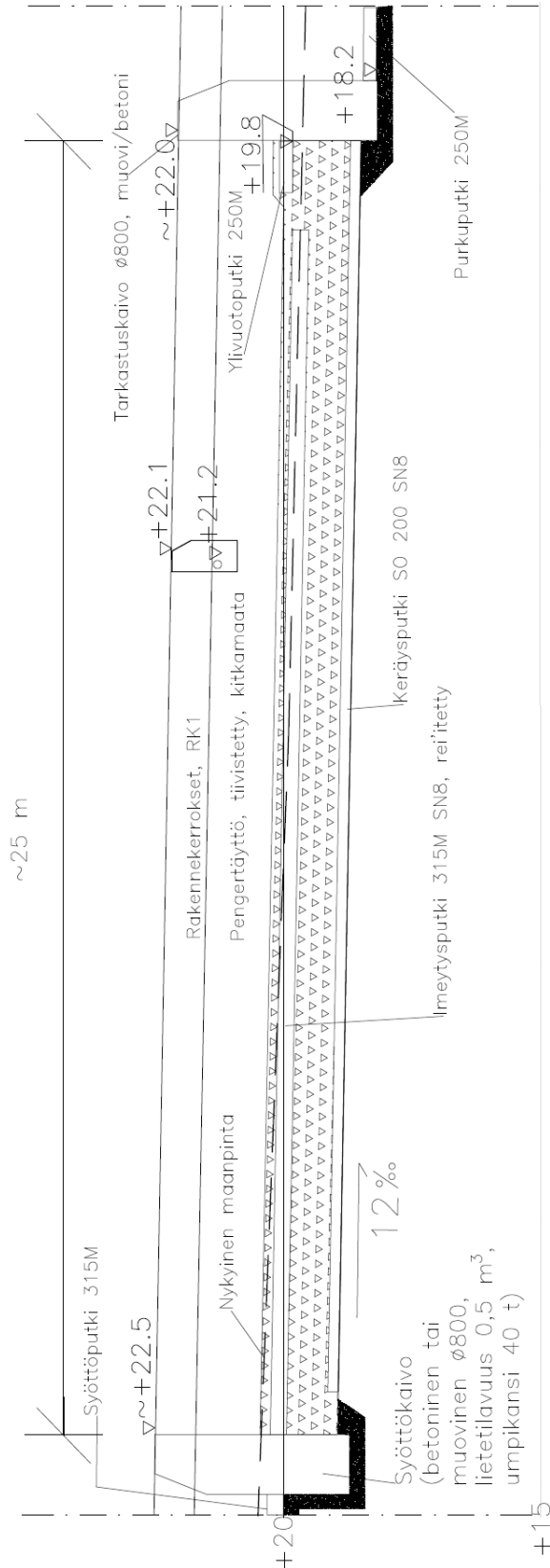
Maankäyttö	Pinta-ala (m ²)	Vettä läpäisemä- tön alue (tiivis pinta) (m ²)
Katto	2050	2050
Asfaltti	6290	6290
Kivetty alue	466	466
Sora	294	
Nurmikko/kuorike	1272	
YHTEENSÄ	10372	8806
Viivytystarve (1 m³ / 100 m²)		88.1

Viivytyskenttään valittiin kiviainekseksi raekooltaan #32...64 mm:n sepele. Kiviaineksen huokostilavuudeksi oletettiin 30 %. Tällöin kentältä vaadittu kokonaistilavuus saadaan jakamalla viivytystarve huokostilavuudella, jolloin kentän tilavuuden on oltava vähintään 293,5 m³. Viivytyskentän mitoiksi esitettiin 25 × 8 m × 1,5 m, jolloin kokonaistilavuudeksi saatiin 300 m³. Kentän havainnekuva, pituus- ja tyyppipoikkileikkaus on esitetty kuvissa 8 – 10.



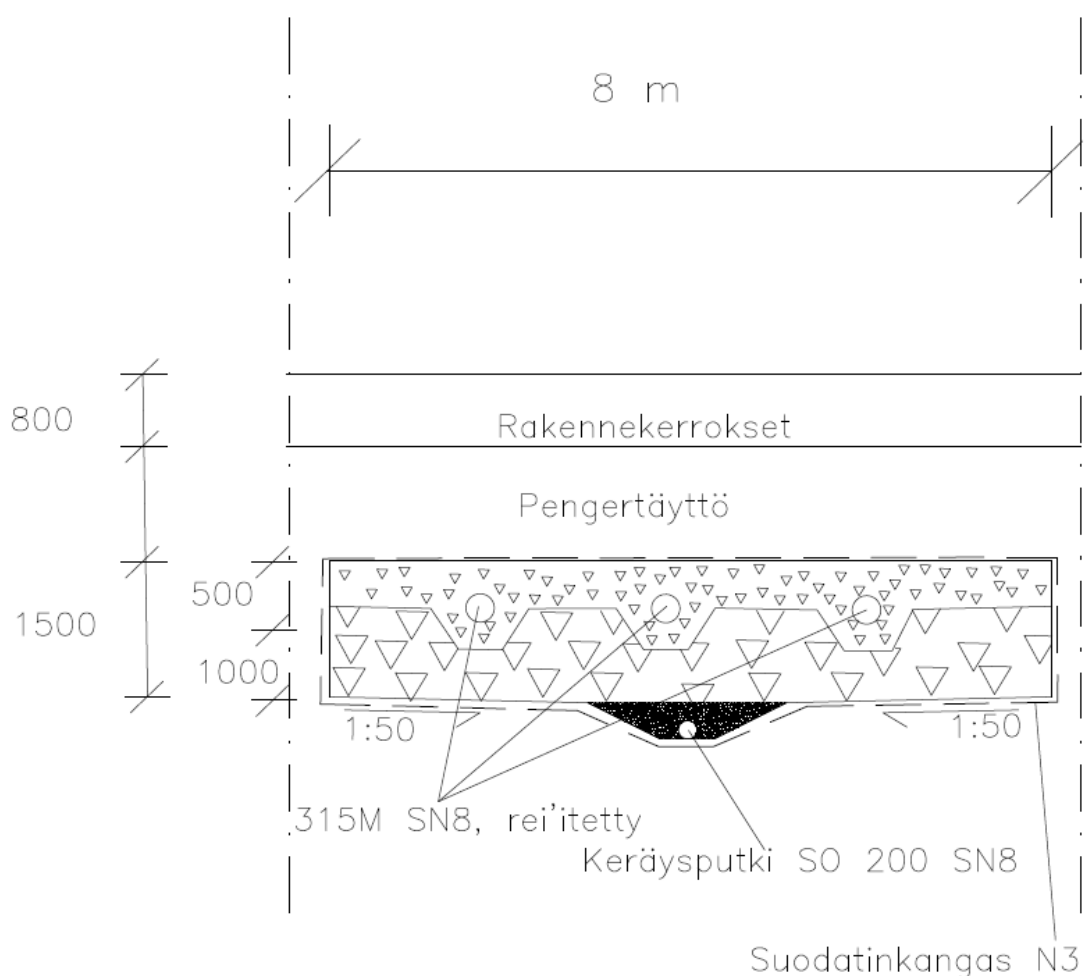
Kuva 8. Havainnollistava kuva viivytyskentän rakenteesta ylhäältä. Vihreät putket ovat syöttöputkia. Viivytyskentän rajaus on esitetty sinisellä katkoviivalla.

Suodatuskenttään ohjataan vesi yksittäisen tarkastuskaivon kautta kolmella yläosastaan rei'itetyillä syöttöputkilla. Vedenläpäisevyyden varmistamiseksi edellytettiin, että rakennekerrosten seassa ei saa olla hienoaainesta.



Kuva 9. Maasuodatuskentän pituusleikkaus.

Tilaajan ehdotuksesta hyväksyttiin kokonaan sepelistä koostuvan rakenteen sijasta hyödynnettäväksi rakennusalueilta louhittua kiviainesta. Louheen käyttö hyväksyttiin edellytyksellä, että sen raekoko on enintään kolmasosan käytettävän louhekerroksen paksuudesta. Syöttöputkien ja louheen välissä olisi myös oltava vähintään 200 mm:n kerros raekoon #32...64 sepeliä. Salaojaputken päälle ja ympärille ehdotettiin 200 mm:n paksuista salaojakerrosta (RT 81–11000 2010, 4).



Kuva 10. Maasuodatuskentän rakenteen poikkileikkaus.

On huomattava, että imeytysputkien ympärillä olevan sepelin raekoko ylittää mm. InfraRYL:n vaatimukset sallitusta raekoosta, jonka mukaan enimmäisraekoko olisi 10 % putken nimellisläpimitasta (InfraRYL 2017, 18310.1.3, 18320.1.1). Tämä hyväksyttiin sillä ajatuksella, että putkiin sivusuuntaisesti kohdistuva jännitys ei leveässä kentässä vastaa

putkikaivannossa putkille aiheutuvaa jännitystä. Lisäksi putkien ehjää kuntoa ei pidetty välttämättömänä järjestelmän toiminnalle.

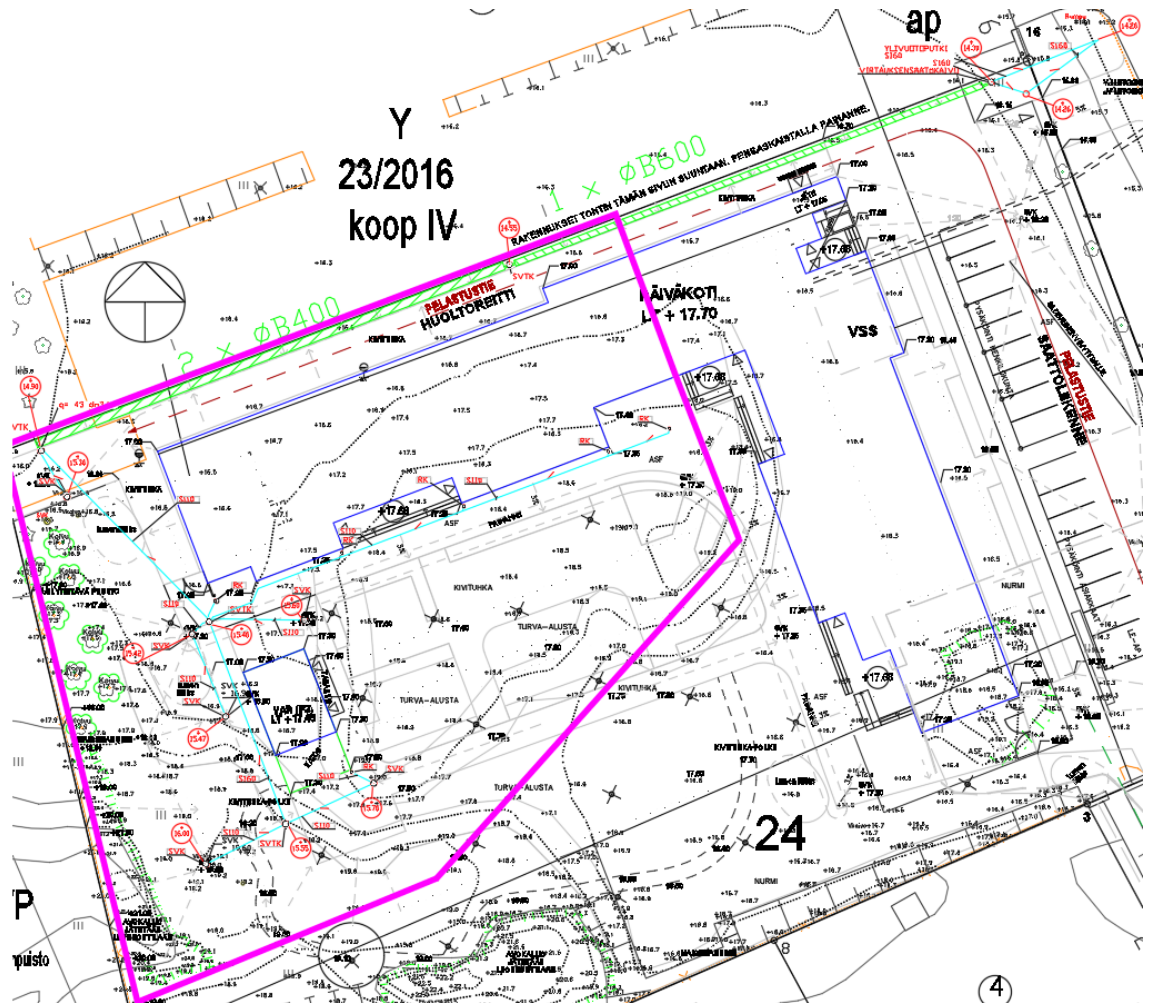
4.4.3 Päiväkotitontti, SM Maanpää Oy:n kohde

Kohteeseen suunniteltavalle päiväkotitontille suunniteltiin hule-100-kaavamääräyksen mukaisella periaatteella viivytys. Pohjaveden pinnan läheisyyden ja tontin korkeusvaihteluiden vuoksi ainoana mahdollisena viivytysratkaisuna pidettiin viivytysputkea. Alueelle oli suunniteltu pihan viemäriputket eri tahon toimesta. Vettä läpäisemättömien pintojen määrä ja viivytystarve on esitetty alla taulukossa 6.

Taulukko 6. Päiväkotitontin vettä läpäisemättömien pinta-alojen jakautuminen ja viivytystarve.

Maankäyttö	Pinta-ala (m ²)
Katto	1729
Asfaltti	1320
Kivituhka (oletettu vettä läpäisemättömäksi)	307
Turva-alusta	316
YHTEENSÄ	3672
Viivytystarve (1 m³ / 100 m²)	36,7

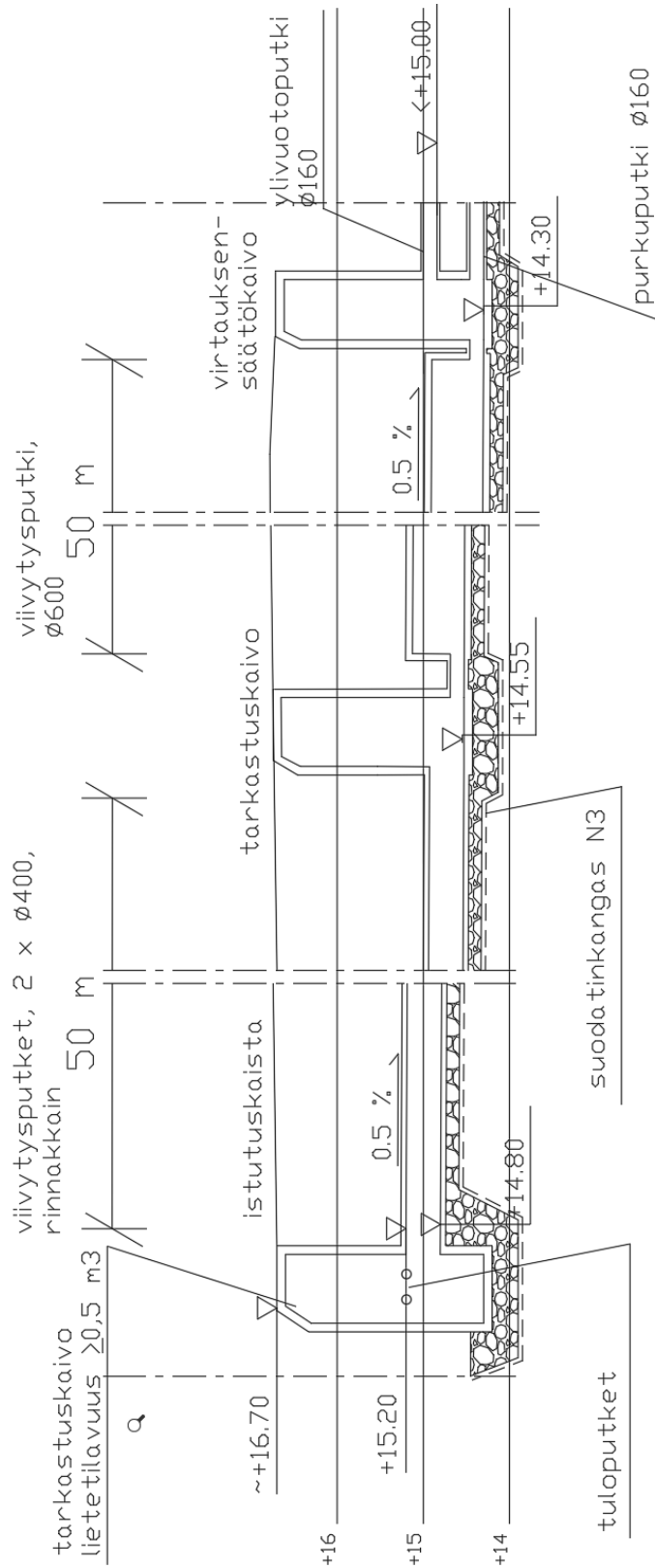
Järjestelmän asemapiirustus ja pituusleikkaus on esitetty kuvissa 11 ja 12.



Kuva 11. Päiväkotitontin asemapiirustus. Vedet kerätään magentalla reunustetulta alueelta ja ohjataan viivytysputkien avulla kohti koilliskulmassa olevaa purkupaikkaa.

Kohteen suunnittelun teki haastavaksi se, että kohteen piha-, pinnantasaus- ja putki-suunnitelmat oli tehty valmiiksi. Alkuperäinen viivytykselle varattu alue oli jätetty päiväkodin itäpuolella olevalle paikoitusalueelle. Korkeussuunnassa viivytykselle oli LVI-suunnitelmissa kuitenkin jätetty tilaa vain 20 cm, jolloin viivytysrakenteen toteuttaminen ajateltuun paikkaan ei ollut mahdollista. Tästä syystä päädyttiin esittämään, että osa tontin vesistä ohjataan purkupaikkaan viivyttämättömänä ja yo. kuvassa esitetyltä alueelta vedet ohjataan viivytysputkiin. Samalla esitettiin ne putket, joita pitkin veden vähintään tulisi johtua viivytysputkiin.

Järjestelmä kuitenkin mitoitettiin koko tontin vettä läpäisemättömien pintojen viivytystilavuudelle, mikäli myöhemmin suunnittelussa haluttaisiin muuttaa pinnantasasta tai pihan viemärointisuunnitelmia.



Kuva 12. Viivytysjärjestelmän pituusleikkaus. Viivytys on toteutettu ylempänä kahdella halkaisijaltaan 400 mm:n putkella ja alempana yhdellä 600 mm:n putkella.

Jotta putket saatiin vietyä riittävän syvälle ilman tarvetta routaeristykselle, päätettiin osassa viivytysjärjestelmää käyttää yhden suuremman putken sijasta kahta rinnakkaista, pienempää putkea. Tällöin saatiin myös vähennettyä tarvittavaa korkeuseroa. Järjestelmä varustettiin ylivuotoputkella, josta määritettiin reitti suoraan purkupaikkaan tulvatilanteita varten. Tavoite oli, että järjestelmästä ei olisi mahdollista tapahtua takaisinvirtaamaa edes järjestelmän täyttyessä.

5 NYKYTILANTEEN POHDINTAA

Tätä opinnäytetyötä varten haastateltiin kolmea tarkasteltavaksi valitun kaupungin edustajia tiedonkeruuksi hulevesihallinnan nykykäytännöistä. Haastattelut olivat tarpeen, sillä kohdekaupunkien hulevesiohjelmassa oli paljon samankaltaisuuksia, minkä lisäksi monet asiat ohjelmiin kirjauksen vaiheessa olivat auki tai mahdolliset toimenpiteet olivat selvitysasteella.

Kaupungin merkittävimpiä vaikutuskeinoja hulevesien hallinnalle ovat kaavoituskäytännöt ja rakennuslupaehdot. Periaatteessa kaavamääräyksillä voidaan antaa kuinka tahansa yksityiskohtaisia vaatimuksia myös hulevesien käsittelylle. Käytännössä määräysten sitovuudessa on kuitenkin käytettävä harkintaa. Kaavasuunnitteluvaiheessa ei ole välttämättä riittävästi tietoa tulevasta rakennussuunnitelmista, pihatasosta tai rakennusten paikasta. Tällöin on riskinä, että kaavassa annetaan määräys, jonka toteutuskelpoisuus tulevan maankäytön kannalta on kyseenalaista. (Harri Keinänen & Anna Räisänen, henkilökohtaiset tiedonannot 6.6.2018.) Esimerkiksi viivyttäminen ei aina ole tontilla mahdollista tiiveimmin rakennetuilla alueilla, esimerkiksi tapauksessa, jossa tiiviissä keskustaympäristössä sijaitsevalle tontille rakennetaan kansipiha, eikä luonnontilaisia alueita jää jäljelle (Harri Keinänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018). Samoin, vaikka imeyttämistä pidetään lainsäädännössä ja hulevesiohjelmissa yleensä ensisijaisena vaihtoehtona, mahdollisissa velvoitteissa imeyttämistä koskien olisi oltava kohdekohtaista maaperätietoa, jotta sellaista voitaisiin edellyttää kaavamääräyksissä tai muuten.

Kaavoissa esitetyt vaatimukset jättävätkin suunnitteluun melko vapaat kädet. Esimerkki-kaupungeista Vantaalla ei tyypillisesti kaavamääräyksissä edes esitetä vaatimuksena muuta hulevesien osalta kuin käsittelytarve; spesifimmät määräykset määritellään hulevesiohjelman toimintamallissa ja niitä valvotaan rakennuslupaehtona vaadittavan hulevesisuunnitelman yhteydessä (Harri Keinänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018). Turussa käyttöönotettavalla siniviherkertoimella puolestaan kaavamääräyksiin voidaan sitoa vaatimus tietystä kertoimesta; keinot tavoitteeseen pääsemiseksi valitaan rakennussuunnittelussa (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018).

Kohdekaupungeista Vantaan käytännöissä oli konkreettisimmat mitoitusperusteet, jotka ilmenivät toimintamallista. Esimerkiksi mitoitusasteiden määrät oli esitetty, minkä lisäksi tulvamitoitukselle oli annettu kaupungin toimesta konkreettiset mitoitusasteet. Toisaalta

Lahdessa mitoitussateita ei tietoisesti määritetty hulevesiohjelmassa, sillä mm. maaperän vedenläpäisevyyden vaihtelusta johtuen vaatimuksista olisi pitänyt poiketa liian usein (Juhani Järveläinen, henkilökohtainen tiedonanto 1.6.2018). Turun kaupungin siniviherkertoimen laskentatyökalu sisälsi viherrakenteen tyypistä riippuvat pinta-alojen painotus- ja valuntakertoimet, jolloin mitoitus on yhtenäisempää ja todenmukaisempaa (Turun siniviherkerroin, laskentatyökalun luonnos 2018).

Käytännöt viivytysperiaatteiden vaadintaan vaihtelivat kaupungeittain. Lahdessa hule-100-määräys on tavallinen, mutta sitä ei käytetä kaikissa uusissa kaavoissa automaattisesti, vaan kaupungin lähtökohta on tapauskohtainen arviointi. Kaupunki kuitenkin korostaa avoimia järjestelmiä, joita varten on kaikkiin mahdollisiin asemakaavoihin tehty aluevarauksia. (Juhani Järveläinen, henkilökohtainen tiedonanto 1.6.2018.) Turku sen sijaan edellyttää kaikille uusille kaava-alueille hule-100-määräystä, pois lukien pientalo-alueet, joilla velvoitetaan suosimaan läpäiseviä päällysteitä (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018). Vantaalla viivytysmääräyksiä on sen sijaan annettu myös pientaloalueille, sillä myös pientaloalueiden kaupunkirakenne on hyvin tiivistä (Harri Keinänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018).

Sen arviointi, miten hyvin suunnitellut hallintajärjestelmät toimivat, riippuu kaupunkitasolla pitkälti viranomaistason arviointikäytännöistä. Ensisijaisena vastuutahona voidaan pitää rakennusvalvontaa. Mikäli suunnittelija ei ole ollut riittävän pätevä tai rakennusvalvonta ei ole arvioinut järjestelmän toimintaa kriittisesti, järjestelmä ei välttämättä toimi. Järjestelmän epäkelpoisuutta on vaikea havaita. Vantaalla esimerkiksi edellytetään, että viivytysjärjestelmää mitoittaessa virtaama ei saa ylittyä luonnontilaisesti, mutta seuranta edellyttäisi tietoa mm. ylivuotoputkeen menevän veden osuudesta. (Harri Keinänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018.)

Hulevesien laatua koskien ei ole juuri esitetty vaatimuksia, sillä Suomessa ei ole käytössä esimerkiksi raja-arvoja, joihin vaatimukset voitaisiin sitoa (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018). Lähinnä laatuvaatimuksia on saatettu esittää työmaavesiä koskevassa ohjeistuksessa – esimerkiksi työmaavesien johtaminen suoraan vesistöön tai viemäriin on kielletty Lahdessa osittain ja Turussa kokonaan (Juhani Järveläinen & Anna Räisänen, henkilökohtaiset tiedonannot 1.6.2018, 6.6.2018). Tietoa hulevesien ravinne- ja haitta-ainekuormituksesta kuitenkin on olemassa: esimerkiksi Lahdessa Vesijärveen johtuvat kaupungin hulevedet aiheuttavat noin 25–30 % järven fosfo-

rikuormituksesta (Juhani Järveläinen, henkilökohtainen tiedonanto 1.6.2018). Tulevaisuudessa luultavasti laadulliset vaatimukset tulevat yleistymään (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018).

Vaikka hulevesirakentaminen aiheuttaa kustannuksia, hallinnalle voidaan löytää puoltavia perusteita, vaikka merkittävin taustavaikuttaja on ilmastonmuutokseen varautuminen. Osittain edut liittyvät suoraan infrastruktuuriin: kaupunkien viemärit saattavat olla nykytilanteessa virtaamamitoituksensa rajoilla, jolloin täydennysrakentamisessa lisääntyvä vesikuorma voi aiheuttaa viemäritulvia, eikä uusille viemäreille ole välttämättä ydinkaupunkialueilla tilaa (Anna Räisänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018). Saavutetut kustannushyödyt voivat olla myös välillisiä: Lahden Vesijärvi on vaatinut ravinnekuormituksen ja happivajeen takia hoitotoimenpiteitä, mm. särkikalastusta ja lisähapetusta. Hulevesien määrää vähentämällä ja biosuodattamalla kuormitusta voidaan vähentää, mikä voi osaltaan vähentää hoitotarvetta. Vesiaiheilla yleensäkin on virkistysarvoa – kaupunkikesistön hyvällä laadulla voidaan näin ollen saada etua myös matkailun ja houkuttelevuuden näkökulmasta. (Juhani Järveläinen, henkilökohtainen tiedonanto 1.6.2018.) Viherkatoilla on viivytysominaisuutensa ohella nähty etuina myös kaupunkiympäristön visuaalisen ilmeen ja ilmanlaadun parantuminen (Harri Keinänen, henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2018).

Yleisesti haastattelujen tuloksena voidaan todeta, että kaavamääräykset ovat paras keino rakennuttamisen ohjaukseen. Niillä voidaan joko ohjeellisesti tai sitovasti tehdä aluevarauksia hulevesijärjestelmille sekä asettaa sitovia kaavamääräyksiä hallintavaatimuksille, joista tyypillisenä esimerkkinä on hule-100-määräys. Kaupungilla on periaatteessa runsaasti mahdollisuuksia vaikuttaa siihen, miten se hulevesiasiat huomioi; keinot vaihtelevat. Tärkeintä on, että toimintamalli kaavoitus- ja rakennuslupavaiheen välillä on selkeä ja hallittu.

Suunnittelujärjestyksen kannalta nykymuotoinen, vaihteleva käytäntö hulevesisuunnitelmien vaatimustasoissa ja toiminnallisuuden arvioinnissa saattaa johtaa epäselvyyksiin tai epäjärkevään toteutusjärjestykseen. Rakennushankkeen sisällä ei ole olemassa vakiintunutta käytäntöä siitä, missä vaiheessa rakennushanketta hulevesisuunnittelu otetaan mukaan. Usein tämä tapahtuuärkevimmän toteutuksen kannalta liian myöhään, esimerkiksi vasta piha-alueiden LVI-suunnittelun jälkeen (Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.7.2018). Näin kävi esimerkiksi edellä esitellyssä päiväkotitontin hulevesisuunnittelussa, jossa vasta viivytysoin järjestelmää suunnitellessa kävi selväksi, että pihan viemärointisuunnitelmaa on muutettava.

Rakennusvalvonnassa puolestaan suunnitelmien hyväksynnät ovat riippuvaisia kunnan asianosaisten viranhaltijoiden asiantuntijuudesta ja arviointiprosessin kriteereistä. Mikäli järjestelmä ei toimisikaan, tämä ilmenee ainoastaan ylivuodon eli tulvinnan tapauksessa. (Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.7.2018.)

Tasokkaalle hulevesienhallintajärjestelmälle on lähtökohtana pidettävä kohdekohtaista suunnittelua, jossa on huomioitu valuma-alueen maankäyttö, johon järjestelmä on istutettu osaksi muuta suunnittelua. Hyvin toteutetussa järjestelmässä on suunniteltu yhtenä kokonaisuutena pinnantasaus, maankäyttömuodot, pintamateriaalit ja mahdollinen viemäröinti. Lisäksi hyvä järjestelmä on sovitettu alueen korkeusvaihteluihin. Jos hulevesijärjestelmä on suunniteltava erillisenä kokonaisuutena muiden suunnittelutahojen ehtoihin sovittaen, hulevesijärjestelmä ei välttämättä toimi parhaalla mahdollisella tavalla, eikä se ehkä ole edes taloudellisin tapa. Järjestelmää suunniteltaessa jälkikäteen voidaan havaita, että sen kannalta ideaalinen sijoittelu ja toteutustapa ovat ristiriidassa muun suunnittelun, kuten päällystämättä jätettyjen pintojen tai viemäröinnin, kanssa. Järjestelmän suunnittelu vaatii yhteistyötä eri tahojen, vähintäänkin arkkitehdin, LVI- ja mahdollisesti geosuunnittelijan välillä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Seuraavaan on koottu periaatteita hyvin toteutetulle hallintajärjestelmälle eri näkökulmista.

Mitoitus:

- Tarkastelu vesien määrästä on tehty valuma-aluelähtöisesti, mielellään mallinuksen avulla.
- Järkevän mitoitusvesimäärän aikaansaamiseksi eri pintojen erilaiset valumakeruimet huomioidaan, eikä pintoja ajatella vain kaksijakoisesti vettä läpäisevinä ja läpäisemättöminä.
- Lähtökohtana on pidetty vertailua nykytilanteessa tapahtuvaan valumaan.

Ympäristön ja maaperän olosuhteet:

- Järjestelmää suunniteltaessa on huomioitu maaperän vedenläpäisevyys, routasyvyys ja pohjaveden pinta.
- Vettä johdetaan mahdollisuuksien mukaan pintavaluntana painanteiden ja pinnanmuotoilun avulla.
- Viemäröintiä vältetään niin pitkään kuin mahdollista.

Tulvatilanteet:

- Järjestelmässä on huomioitu tulvatilanteen seuraukset kiinteistöllä. Kiinteistön tulevassa pinnanmuotoilussa sinne luontaisesti jäävien painanteiden tilavuus on arvioitu.
- Veden ohjaus on kaikissa tilanteissa hallittua.
- Järjestelmään on rakennettu vedelle varavirtausreitti, esimerkiksi ylivuoto- tai ohiutusputki, tai vesi ohjataan maan pinnalla pois riskialueelta hallitusti.
- Tulvamitoituksessa on tehty tulvariskiarvio ja määritetty, millaisia tulvia sietämään järjestelmä on mitoitettu.

Laatu:

- Hulevesijärjestelmälle on kaavoitusvaiheessa tehty aluevaraus tai rakennussuunnitteluvaiheessa sille on jätetty kiinteistöltä tilaa.
- Haitta-aineiden vähentämiseksi rakenne sisältää suodattavia rakenteita, esimerkiksi se sisältää kasvillisuutta, jolloin se mahdollisuuksien mukaan on avoin järjestelmä tai sisältää hiekanerotuskaivon.
- Suunnitelmat hulevesien hallinnasta, pihojen salaojituksesta, viemäroinnistä ja pinnantasauksesta on tehty yhtenäisenä kokonaisuutena.

Kunnossapito:

- Järjestelmälle on määritetty tarpeelliset huoltotoimenpiteet ja niiden tarkastus- ja toteutusväli. Toimenpiteet tiedotetaan loppukäyttäjälle.
- Mahdollinen kasvillisuus on valittu paikallisia ja vaihtelevia olosuhteita sietäväksi, rikkaruohot niitetään tarpeen mukaan.
- Tukkeutumiseen esimerkiksi läpäisevien päällysteiden ja suodatinkankaiden osalta on varauduttu.
- Järjestelmän sisältäessä putkia noudatetaan putkien ympärystäytön osalta raekokovaatimuksia putkien ehjyyden varmistamiseksi.

Kustannukset järjestelmistä määräytyvät paitsi sovellettavissa olevasta järjestelmästä, myös rakenteellisista tekijöistä. Edellä päivittäistavarakaupan hulevesisuunnittelua var-
ten selvitettiin yksikköhintoja maarakenteille, hulevesikaseteille ja ylisuurille viemäriput-
kille (taulukko 4). Viivytyksen hinnaksi saatiin vastaavasti 83, 269 ja 438 euroa vesikuu-
tiota kohden.

Lopuksi on tarkasteltu valittuja esimerkkikohteita yllä olevaa toiminnallisuus- ja laatukri-
teeristöä soveltaen taulukkoon 7. Tarkastelusta havaitaan, että erilaisilla kohteilla on
huomattavan erilaiset lähtökohdat ja niiden keskinäinen vertailu on vaikeaa. Vaikka
suunnittelu rakentamisessa on tyypillisestikin vuorovaikutteista, kohteiden tasokkuus hu-
levesinäkökulmasta nivoutuu useista kohdista siihen, toteutetaanko suunnittelu yhtenä
kokonaisuutena. Luonnollisesti myös rakennuttajan kiinnostus vaikuttaa. Erikseen on ko-
rostettava, että järjestelmän laatua on syytä pitää kustannuksia tärkeämpänä kriteerinä
– taloudellisuutta on haettava enemmän esimerkiksi rakennemateriaaliratkaisuista kuin
suunnittelutuntien määrästä (Sauli Maanpää, henkilökohtainen tiedonanto 26.7.2018).

Mikäli hulevesisuunnittelu voidaan toteuttaa mahdollisimman saumattomasti yhdessä asemakuvan suunnittelun, pinnantasauksen, pintamateriaalivalintojen sekä viemäröintisuunnitelman kanssa, myös kokonaisuudesta tulee laadukas.

Taulukko 7. Esimerkkikohteiden toiminnallisuustarkastelu.

Tekijä	Kriteeri	Ranta-Kartano	Kauppa	Päiväkoti
Mitoitus				
	Valuma-aluelähtöinen mallinnus	Kyllä	Ei	Ei
	Pintakohtaiset valumaker- toimet	Kyllä	Ei	Ei
	Vertailtu nykytilanteen va- lumaan	Kyllä	Ei toimeksiannossa	Ei toimeksiannossa
Ympäristö, maaperä				
	Maan vedenläpäisevyys huomioitu	Kyllä	Ei	Ei
	Pohjaveden pinta huomi- oitu	Kyllä	Kyllä	Kyllä
	Talviolosuhteet huomioitu	Ei tiedossa	Kyllä	Kyllä
	Veden ohjauksessa paino- tetaan pintavaluntaa	Ainakin osittain	Ei	Osittain
Tulvatilanteet				
	Tulvimisen seuraukset tie- dossa	Kyllä	Kyllä	Kyllä
	Ylivuotoreitti on esitetty	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Laatu, toteu- tettavuus				
	Kaavoituksessa aluevaraus	Kyllä	Ei	Ei
	Kiinteistölle jätetty tilaa järjestelmälle	Kyllä	Ei	Ei
	Esikäsittelyä ratkaisuja	Kyllä	Kyllä, lietepesät	Kyllä, lietepesät
	Suunnittelu on toteutettu yhtenä kokonaisuutena	Kyllä	Ei	Ei
Kunnossapito				
	Huoltotoimenpiteet ja huoltoväli esitetty	Ei tiedossa	Ei	Ei toimeksiannossa
	Kasvillisuus valittu kohte- eseen soveltuvaksi	Kyllä	Ei	Ei sovellettavissa

LÄHTEET

Finnish Consulting Group Oy. 2012a. Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Asemapiirustus.

Finnish Consulting Group Oy. 2012b. Ranta-Kartanon kaava-alueen hulevesien hallinnan yleissuunnitelma. Loppuraportti.

Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hanke. 2014. Alueellinen hulevesisuunnitelma Turku, Kaarina, Lieto, Raisio, Rusko. Viitattu 28.5.2018. Saatavilla <https://www.turku.fi/hulevesisuunnitelma>.

Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hanke. Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas. 2014. Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito. Viitattu 20.3.2018. Saatavilla <http://www.ilmastotyokalut.fi> > Hulevesien hallinta > Hulevesien hallintarakenteet.

Ilmatieteen laitos 2018. Sadetta ja poutaa. Viitattu 7.5.2018 <http://ilmatieteenlaitos.fi/sade>.

Kauko, K. 2017. Perustelumuoisto ympäristöministeriön asetukseen rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta. Viitattu 15.3.2018. Saatavilla [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_vesi_ja_viemarilaitteistoja_\(45503\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_vesi_ja_viemarilaitteistoja_(45503)).

Lahden kaupunki. 2012. Hulevesiohjelma. Lahti. Tekninen- ja ympäristötoimiala. Viitattu 30.5.2018. Saatavilla https://www.lahti.fi/PalvelutSite/YmparistoSite/Documents/Hulevesiohjelma_2012.pdf.

Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä 30.12.2004/1299. Annettu Helsingissä 30.12.2004. Valtion säädöstietopankki Finlex. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299>.

Leminen, K. 1985. Imeyttävä kuivatustekniikka pientaloalueella. VTT:n tiedotteita 459. Espoo: VTT Offsetpaino.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Valtion säädöstietopankki Finlex. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

Martio, J. 2011. Liikenneviraston selvityksiä 13/2011. Viitattu 13.3.2018. Saatavilla https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lts_2011-13_pohjavesitilanteen_tarkastelu_web.pdf.

Pipelife Finland Oy. 2018. Viitattu 20.3.2018 <http://www.pipelife.fi/fi/tuotteet/Erikoistuotteet/storm-box.php>.

Rakennusjärjestys Lahti, Hollola, Kärkölä. 2013. Viitattu 30.5.2018. Saatavilla <https://www.lahti.fi/palvelut/tontit-ja-rakentaminen/rakennusvalvonta>.

Rakennustaito. 2015. Tarve insinööreille ja puutarhurille. Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL. Viitattu 24.4.2018 <https://rakennustaito.fi/tarve-insinööreille-ja-puutarhurille>.

Rakennustieto. 2017. InfraRYL 2017. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Viitattu 11.12.2018. Saatavilla <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/index.html>.

Ramboll Oy. 2015. Hulevesien viivyttäminen Ruduksen tuotteilla. Viitattu 20.3.2018. Saatavilla http://www.rudus.fi/Download/26405/Hulevesien_viivyttaminen_Ruduksen_tuotteilla.pdf.

Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. 1979. Geotekniikka. 18. muuttumaton painos. Helsinki: Otatieto.

RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Rakennustieto Oy.

Rudus Oy. 2018. Ek-putket. Tuoteluettelo Rudus Oy:n nettisivuilla. Viitattu 20.3.2018 <http://www.rudus.fi/tuotteet/kaivot-ja-putket/ek-jarjestelma-kaivot-ja-putket/1623/ek-putket-py-oreat>.

Smartia Oy. 2018. Sadevesien keräys, viivytys ja imeytys – tuotehinnasto. Viitattu 20.3.2018 <https://www.smartia.fi/meltex-viivytyskaivo-2700ltr-carat-s.html>.

Suomen Kuntaliitto ry. 2012. Hulevesiopas. Helsinki.

Suomen Kuntaliitto ry. 2017. Hulevesioppaan päivitetty luvut lainsäädännön muutosten osalta. Vuoden 2012 Hulevesioppaan liite. Helsinki.

Suomen Kuntatekniikan yhdistys ry. Katu 2002 Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 126–2009. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. 2. painos. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Yleiset perusteet. 1993. Tielaitos. Helsinki: Tielaitos, kehittämiskeskus. Viitattu 11.12.2018. Saatavilla https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf2/yleiset_perusteet.pdf.

Turun kaupungin hulevesiohjelma. 16.5.2016. Viitattu 28.5.2018. Saatavilla http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//turun_kaupungin_hulevesiohjelma_2016.pdf.

Turun kaupungin rakennusjärjestys. 1.11.2017. Viitattu 29.5.2018. Saatavilla <https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//rakennusjarjestys-1.11.2017.pdf>.

Turun kaupungin ympäristönsuojelumääräykset. 2014. Viitattu 29.5.2018. Saatavilla https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/ymparistonsuojelumaaraykset_2014_korjattu.pdf.

Turun kaupunki. Asemakaava 853 23/2012. Lauste 026-11., 23. ja 86., sekä katu-, virkistys- ja rautatiealueita.

Turun kaupunki. Siniviherkertoimen laskentatyökalun luonnos. 2018. Viitattu 6.6.2018. Saatavilla <http://www.integratedstormwater.eu/material/green-factor-tool>.

Turun Vesihuolto Oy. 2017. Mitä tehdä hulevesille? Uutinen 21.9.2017 Turun Vesihuolto Oy:n nettisivuilla. Viitattu 17.3.2018 http://www.turunvesihuolto.fi/uutinen/2017-09-21_mita-tehda-hulevesille.

Uponor Suomi Oy. 2018a. Uponor-hulevesikasettien ja -tunneleiden materiaalit. Hinnasto. Viitattu 8.5.2018 <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/hulevesiputkistot/hulevesien-imeyttaminen>.

Uponor Suomi Oy. 2018b. Uponor-hulevesikasetit ja -tunneleiden materiaalit. Suunnittelu- ja asennusohje. Viitattu 18.4.2018 <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/hulevesiputkistot/hulevesien-imeyttaminen>.

Vantaan kaupungin rakennusjärjestys. 2011. Viitattu 2.6.2018. Saatavilla http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/rakentaminen/rakennusvalvonta.

Vantaan kaupunki. 2009. Hulevesiohjelma. Viitattu 30.5.2018. Saatavilla http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/ymparistopalvelut/pohja-ja_hulevedet/hulevedet.

Vantaan kaupunki. 2014. Vantaan kaupungin hulevesien hallinnan toimintamalli. Perustietoa suunnittelijoille ja rakentajille. Viitattu 2.6.2018. Saatavilla http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/ymparistopalvelut/pohja-ja_hulevedet/hulevedet.

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119. Annettu Helsingissä 9.2.2001. Valtion säädöstietopankki Finlex. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>.

Vesilaki 27.5.2011/587. Annettu Helsingissä 27.5.2011. Valtion säädöstietopankki Finlex. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>.

Wavin-Labko Oy. 2018. Virtauksensäästökaivot. Viitattu 23.5.2018 <https://www.wavin.com/fi-fi/Ratkaisut/Hulevesien-hallinta/Virtauksen-saataminen/Virtauksensaatokaivot>.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 22.12.2017/1047 Annettu Helsingissä 22.12.2017. Valtion säädöstietopankki Finlex. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>.

Ympäristönsuojelulaki. 27.6.2014/524. Annettu Naantalissa 27.6.2014. Valtion säädöstietopankki Finlex. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>.