

Teemu Liuksiala

# Hulevesijärjestelmien viivytys- ja suodatusratkaisut

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööriytyö

28.5.2018

Tekijä Otsikko	Teemu Liuksiala Hulevesijärjestelmien viivytys- ja suodatusratkaisut
Sivumäärä Aika	34 sivua 28.5.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	DI Pertti Kauhanen lehtori Hanna Sulamäki
<p>Työn tarkoituksena oli tehdä ja kerätä ohjeet hulevesien viivytys- ja suodatusjärjestelmien suunnittelua varten. Ohjeiden tulisi helpottaa suunnittelijoiden työtä mitoituksessa ja laitevalinnoissa kiinteistökohtaisissa järjestelmissä, jotka toteutetaan taloteknisillä laitteilla.</p> <p>Työssä tarkastellaan infra- ja talonrakennuspuolen rajapinnassa tapahtuvaa suunnittelua keskittyen kiinteistökohtaisiin viivytys- ja suodatusjärjestelmiin. Työhön on haettu näkemyksiä infrapuolella tehtävästä suunnittelusta. Infran näkemykset tuodaan esille kiinteistökohtaisen suunnittelun ohjeissa ja kerrotaan, mistä vaatimukset kiinteistöjen viivytys- ja suodatusjärjestelmille tulevat.</p> <p>Viivytysjärjestelmistä työhön on kasattu tietoa mitoituksista, tarpeista ja siitä, mitä hyötyjä viivytyksistä ympäristölle on. Työssä käydään läpi myös pumppaamalla toteutettavan viivytysjärjestelmän toimintaa, kustannuksista, käyttökohteita.</p> <p>Suodatusjärjestelmistä käydään läpi erilaisia tapoja ja laitteita, millä hulevesiä pystytään suodattamaan. Järjestelmien käyttökohteista ja laitevalinnoista sekä hieman niiden mitoituksista on esitetty ohjeita.</p> <p>Viivytys- ja suodatusratkaisujen käytön vaikutusta pohjavesiin ja maaperän laatuun liittyen on työssä myös käsitelty. Lisäksi työssä käydään hieman läpi rakentamisaikaisten hulevesien käsittelyä. Rakentamisaikaisten hulevesien hallintaan on alettu kiinnittämään enemmän huomiota, ja osa kunnista vaatiikin jo selvityksen niiden hoitamisesta.</p> <p>Tämän insinööriyön tavoitteena on toteuttaa ohjeet kiinteistökohtaisten viivytys- ja suodatusjärjestelmien suunnitteluun. Ohjeiden lisäksi työssä selvennetään, mitkä asiat vaikuttavat järjestelmien toteutukseen ja kuinka järjestelmien toteutus vaikuttaa rakennettavan alueen ympäristöön.</p>	
Avainsanat	hulevesi, viivytys, suodatus, vesi

Author Title	Teemu Liuksiala Title of the Thesis
Number of Pages Date	34 pages 28 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Pertti Kauhanen, Project Manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The goal of this thesis was to create a set of design instructions for storm water detention and filtering systems in order to assist HVAC designers in their to work and make other designers realise the relevance of storm water planning.</p> <p>The final year project gathered information from various storm water guides and manufacturers' materials. Furthermore, experienced designers were interviewed. The information and rules of various towns for storm water design were also looked into.</p> <p>The result of the thesis was a basic introduction to safe storm water treatment to ensure the right kind of treatment of storm water in order to protect nature, buildings and people. The thesis offers advice in planning, and information about the importance of careful planning especially in densely built areas. The thesis is also a guide to sizing and choosing devices for a project. Furthermore, the thesis increases the knowledge about storm water treatment generally. That helps HVAC designers to plan the systems.</p>	
Keywords	storm water, detention, filtering, HVAC

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Hulevesien viivytys ja suodattaminen	2
2.1	Viivytys	2
2.1.1	Yleistä viivytyksestä	2
2.1.2	Talotekniset viivytyksratkaisut	3
2.2	Suodatus	6
2.2.1	Suodatustarve	6
2.2.2	Talotekniset suodatusratkaisut	7
2.3	Hulevesien vaikutus pohjavesiin ja maaperään	8
2.4	Rakennusaikainen hulevesien hallinta	10
3	Hulevesisuunnittelun lähtökohdat	12
3.1	Infrarakentamisen hulevesisuunnittelu	12
3.2	Talonrakennuspuolen hulevesisuunnittelu	13
3.3	Hulevesijärjestelmien mitoitus talonrakennuspuolella	16
3.3.1	Hulevesien huippuvirtaaman määrittely	16
3.3.2	Hulevesiviemäreiden mitoitus	17
3.3.3	Hulevesien viivytys	21
3.3.4	Hulevesien suodatus	21
4	Pumppaamalla tapahtuva viivytys	24
4.1	Pumppaamo	24
4.2	Viivytyspumppaamon käyttövarmuus	27
4.3	Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen lisäkustannukset	27
4.3.1	Esimerkki sähkönkulutuksesta	28
4.3.2	Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen viettoviemäröinnillä tapahtuvaan viivytykseen.	29
4.4	Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen hyödyt	30
5	Yhteenveto	30
	Lähteet	33

## 1 Johdanto

Tarve tämältyyppiseen selvitykseen kiinteistöjen hulevesiasioista on tullut esille useissa tilanteissa, joissa suunnittelijat eivät ymmärrä laajempaa kokonaisuutta aiheesta, vaan katsovat vain omaa osa-aluettaan projektissa. Myös kuntakohtaisesti on hyvin suuria eroja siinä, kuinka järjestelmiä toteutetaan ja kuinka hyvin kunnassa ymmärretään kiinteistökohtaisten hulevesijärjestelmien merkitys ympäristölle, ihmisille ja kiinteistöille.

Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä. Sade- ja sulamisvesien oikeanlainen käsittely on tärkeää kiinteistöjen, ihmisten ja ympäristön kannalta. Työssä käsitellään viivytyjärjestelmiä sekä suodatusratkaisuja, joilla pyritään vähentämään hulevesien aiheuttamia vaara- ja riskitekijöitä. Oikeanlaisilla järjestelmillä saadaan hulevesien käsittelystä turvallista ympäristölle, ihmisille ja kiinteistöille.

Viivytyksellä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesien aiheuttamien pintavaluntonojen jakamista pitkälle ajanjaksolle. Tämä auttaa järjestelmiä toimimaan paremmin, kun huippuvirtaamia leikataan pienemmiksi. Yhtäaikaiset suuret vesimassat voivat aiheuttaa verkoston ylikuormitustilan ja sitä kautta tukoksia tai tulvatilanteita.

Tämän insinööriyön tarkoitus on toimia oppaana hulevesien viivyty- ja suodatusjärjestelmien suunnittelussa. Työssä on kerätty tietoa siitä, kuinka talotekniikalla toteutettavia kiinteistöjen hulevesien viivyty- ja suodatusjärjestelmiä tulisi suunnitella ja toteuttaa. Työn olisi tarkoitus helpottaa ja selventää suunnittelijoille, miten ja miksi suunnittelua tehdään ja mihin viivyty- ja suodatusjärjestelmillä pyritään.

Tieto siitä, miksi suunnittelua kannattaa toteuttaa milläkin tavalla, helpottaa suunnittelijaa valitsemaan oikeantyyppiset järjestelmät kullekin kiinteistöille. Aina ei ole täysin ymmärrystä siitä, miten hulevesien suunnittelu ja toteutus vaikuttaa ympäröiviin vesiin ja maaperään tai millaisia riskejä voi syntyä virheellisistä toteutuksista. Tästä johtuen päätettiin tehdä työ, jossa on käsitelty mitoitukseen ja järjestelmien toteutukseen liittyviä asioita.

Insinööriyössä annetaan ohjeita ja esimerkkejä laitteiden ja järjestelmien toteutuksesta. Työn ohjeissa käydään läpi mitoitukseen liittyviä asioita ja opastetaan tarpeellisiin laitevalintoihin. Ohjeissa neuvotaan mitoittamaan ja valitsemaan järjestelmiin vaadittavat

komponentit. Työssä esitetään myös laitteita, jotka eivät välttämättä ole pakollisia mutta joiden käyttö voi parantaa järjestelmän toimintaa ja luotettavuutta.

Työssä käydään lävitse myös pienen pumpptaamon vaatimat investointi- ja käyttökustannukset. Pumpptaamon kuluja verrataan viettoviemärillä toteutettuun järjestelmään ja esitetään näkemyksiä siitä, millaisia haittoja ja hyötyjä pumpptaamalla toteutetusta hulevesien käsittelystä koituu. Pumpptaamalla toteutetusta viivytyksestä käydään läpi myös sen toimintaa ja käyttövarmuuteen liittyviä asioita. Pumpptaamalla toteutettujen järjestelmien hyötyjä on myös käsitelty, vaikka yleensä pyritään pumpputtomaan ratkaisuun. Joissain rakennuskohteissa pumpppujen käyttäminen ainakin osittain on kuitenkin pakollista.

Vaikka insinööriyössä käsitellään taloteknisesti toteutettavia järjestelmiä, ei niiden käyttö ole aina kannattavaa. Usein tehdasvalmisteisilla järjestelmillä virtaamat kasvavat ja hulevesien liikkuminen ei ole samantyyppistä kuin luonnollisesti. Tämä aiheuttaakin usein esimerkiksi eroosiota purkupaikoilla, mikä on aina otettava huomioon. Maanalaisista järjestelmistä veden johtaminen on myös usein mahdotonta pinnalla oleviin kosteikkoihin tai vesistöihin, ja tämän takia vedet päätyvät yleensä jossakin vaiheessa pumpattaviksi. Maanalaisten järjestelmien käytön tulisi tulla kyseeseen vasta, mikäli maanpäällisillä luonnonmukaisemmillä järjestelmillä ei siihen pystytä. Haja-asutusalueella hulevesien järjestäminen luonnonmukaisilla menetelmillä on yleensä helppoa, mutta kaupungeissa tiiviin rakentamisen seurauksena joudutaan usein turvautumaan teollisesti tuotettuihin viemärintijärjestelmiin.

## **2 Hulevesien viivytys ja suodattaminen**

### **2.1 Viivytys**

#### **2.1.1 Yleistä viivytyksestä**

Hulevesien viivyttämistä tehdään eri tavoin, johtuen erilaisista rakennuspaikoista, maanmuodoista ja maaperän laadusta. Viivytystä hoidetaan erilaisilla kosteikoilla, lammikoilla, rakennetuilla altailla ja painanteilla. Viivytystä voidaan hoitaa myös erikseen sille suunnitelluilla maanalaisilla taloteknisillä laitteilla ja putkistoilla. (1, s. 21.)

Tiivis rakentaminen ja suuret teollisuus-, työpaikka- ja logistiikka-alueet tuovat haasteita viivytysten suunnitteluun. Tällaisissa tilanteissa päädytään usein johtamaan hulevedet erikseen sille rakennettuun verkostoon. Verkostot ovat tällaisissa tapauksissa pääsääntöisesti teollisilla tuotteilla toteutettuja järjestelmiä, koska luonnonmukaisilla järjestelmillä ei kyetä poistamaan esimerkiksi polttoainejäämiä, joita tällaisilla alueilla esiintyy. On myös mahdollista, että puhtaammat esimerkiksi katoilta valuvat vedet voidaan imeyttää suoraan maaperään ja vain likaisemmat raskaasti liikennöidyt yms. alueiden vedet ohjataan verkostoon, jossa niitä suodatetaan ennen eteenpäin johtamista. (1, s. 21.)

Ennen liittymistä laajempaan verkostoon, avo-ojaan tai muuhun alueen hulevesien poisjohtamiseen tarkoitettuun rakennelmaan liittyjän on usein viivytettävä tontilta valuvaa sade- ja sulamisvesien virtaamaa. Viivytyksellä pyritään vähentämään verkoston tai muun purkupaikan ylikuormitusta ja siitä seuraavien tulvariskien takia. Suuret virtaamat purkupaikoilla voivat aiheuttaa myös eroosiota, minkä vuoksi purkupaikan toteutukseen on syytä ottaa huomiota. Esimerkiksi hulevesiä johdettaessa avo-ojaan kannattaa purkupaikalle tehdä kiveys. Kiveys estää hienomman maa-aineksen kulkeutumisen pois purkupaikalta ja vähentää järjestelmän tukkeutumiseriskä sekä pitää purkupaikan visuaalisesti hyvän näköisenä. Viivytettäessä hulevettä saadaan huippuvirtaamaa pienennettyä, minkä ansiosta järjestelmästä saadaan toimintavarmempi sekä ympäristölleen turvallisempi. (2, s. 4; 27.)

### 2.1.2 Talotekniset viivytyksratkaisut

Talonrakennuspuolella viivytysten toteutus joudutaan toteuttamaan useasti ainakin osittain erilaisilla viivytyksputkilla, -säiliöillä tai -kaivoilla. Erityyppiset viivytykskaivot ja -säiliöt tulevat kyseeseen varsinkin tiiviissä rakentamisessa, jossa on paljon vettä läpäisemättöntä pintaa ja vähän tilaa maanpäällisille viivytyksaltille ja kosteikoille. Säiliöt voidaan sijoittaa esimerkiksi asfaltin alla olevaan maahan, ja ne mahdollistavat suurten vesimassojen varastoinnin. Säiliön tulo- ja poistoliittymäkoot tehdään tilauksen mukaan sopivan kokoisiksi, mutta markkinoilta löytyy myös täysin valmiita komponentteja. Tehdasvalmistetuissa säiliöissä ja viivytyksrakenteissa on usein myös ylivuotoputket, mikäli viivytyksstilaavuus pitkittyneen rankkasateen takia täyttyy. (3, s. 2; 4, s. 4.)

Joissain tapauksissa kohteissa voi viivytyksstilavuudeksi riittää kiinteistön oma hulevesiverkoston tilavuus, tai voidaan kasvattaa verkoston runkoviemäreitä, jolloin viivytyksstilaavuutta saadaan kasvatettua. Lisäksi tarvitaan viivyttävä rakenne, jolla huleveden

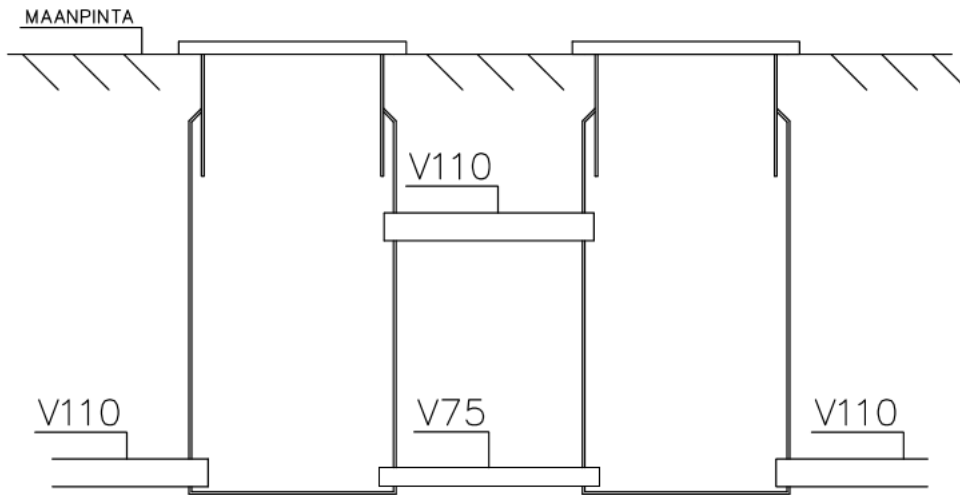
virtaamaa saadaan rajoitettua. Viivytys voidaan toteuttaa useilla tavoilla ja mahdollisuuksien mukaan rakennelma voi olla valmistajan valmis tuote tai täysin räätälöity rakenne kyseiseen kohteeseen. Suunnittelijoiden on myös hyvä tehdä hyvää yhteistyötä, sillä esimerkiksi painanteita pystytään käyttämään viivytystilavuutena, jolloin tehdasvalmisteisia säiliöitä ei välttämättä tarvita tai ne voivat olla kooltaan pienempiä. Tällaisessa tilanteessa LVI-, piha-, geo- ja arkkitehtisuunnittelun olisi hyvä tehdä tiivistä yhteistyötä, koska kaikki voivat vaikuttaa lopullisen järjestelmän toimintaan.

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty muutama mahdollinen toteutustapa sille, kuinka huippuvirtaamaa tontilta voidaan rajoittaa. Ylivirtausputken täytyy aina olla vähintään samankokoinen virtaussuunnassa kaivolle tulevan viemärin kanssa. Ensimmäisessä kuvassa esitetyn väliputken minimi koko voi olla pienimmillään DN 70. Vuoden 2018 alussa voimaan tulleen uuden asetuksen myötä vanhat rakentamismääräyskokoelmat ovat osittain vanhentuneet, mutta asetuksen pohjalta tehtyyn talotekniikan oppaaseen on otettu mukaan liitteitä rakentamismääräyskokoelman D1 (2007) osasta. Liite 7:n mukaan maaviemäreiden minimi koko voi olla DN 70, joten kuvassa 1 oleva kaivoparin välinen supistuskoko on tehty tämän mukaan. Vaikka ensimmäinen vaihtoehto on hyvin yksinkertainen ja helppo toteuttaa, ei se välttämättä rajoita huleveden virtaamaa riittävästi. Toteutustapa toimii kohteissa, joissa virtaamat voivat olla kohtuullisen suuria, sillä DN70 kokoisesta viemäristä läpivirtaavan veden määrä on kohtuullisen suuri. Pienemmissä kohteissa tämän tyyppinen järjestelmä ei juurikaan hulevesiä viivytä.

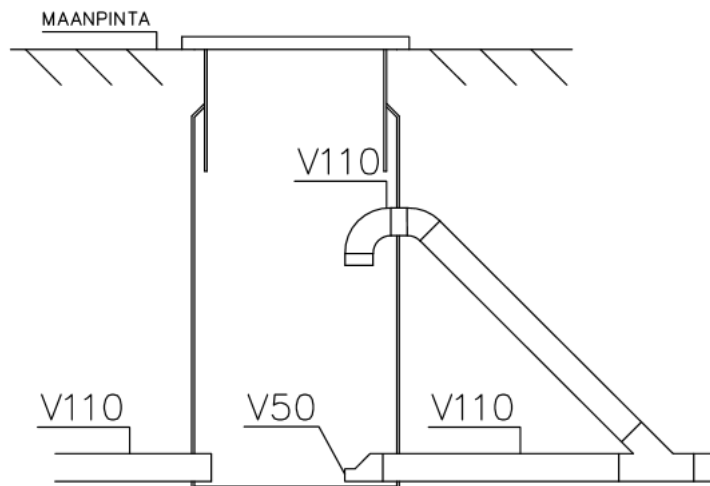
Toinen esitetty vaihtoehto (kuva 2) on supistaa kaivossa olevaa viemärin päätä supistusyhteellä. Tällaisella tavalla toteutettu viivytysrakenne pystyy viivyttämään pienemmiltäkin kiinteistöltä valuvia virtaamia. Järjestelmän heikkoutena on sen luotettavuus. Mitä pienemmäksi viemärin pää kaivossa supistetaan, sitä helpommin se voi tukkiintua. Viivytystavan takia kannattaa kaivoon asentaa sihti tai jonkinlainen suodatin, jotta supistettu viemärin pää ei tukkiintuisi. Sihtiä tai suodatinta voi kuitenkin joutua puhdistamaan, ja siitä aiheutuu huoltokustannuksia kiinteistölle.

Näiden esimerkkien lisäksi valmistajilta on saatavissa pienempiä valmiita tuotteita järjestelmien toteuttamiseen. Valmiit laitteet soveltuvat pääsääntöisesti pieniin kohteisiin, joissa tulvariskit ja vesimäärät ovat matalampia. Suurissa kohteissa järjestelmät rakennetaan yleensä tapauskohtaisesti, sillä viivytysvaatimuksiltaan samanlaisia kohteita on hyvin harvoin.





Kuva 1. Kaksi kaivoa, joiden välinen viemäri pienennetty.



Kuva 2. Kaivolta lähtevä viemäri on supistettu pienemmäksi kaivon sisällä.

Kaivoihin voidaan lisätä tilavuutta esimerkiksi kiintoaineen erottelua varten. Tällöin viemäriiliitosten alapuolelle mitoitetaan tilaa kiintoaineen laskeutumista varten arvioimalla kiinteistön alueelta valuvien epäpuhtauksien määrä. Kaivoja joudutaan tällöin aika ajoin tyhjentämään, mutta erillistä hiekanerotuskaivoa ei välttämättä järjestelmään tarvita. Vaikka järjestelmään ei olisi välttämätöntä lisätä hiekanerotuskaivoa, voi sakkapesän lisääminen viivytyskaivoon silti olla järkevää verkoston toimintavarmuuden nostamiseksi.

Viivytystilavuus voi jäädä kaivoilla toteutettavissa järjestelmissä pieniksi. Tilavuutta voidaan kasvattaa erilaisilla säiliöillä tai suuremmilla runkoviemäriosuuksilla. Joissain

tapauksissa järjestelmien viivytystilavuutta pystytään lisäämään maanpäällisillä painanteilla.

## 2.2 Suodatus

### 2.2.1 Suodatustarve

Rakennetuilta pohjavesialueilta valuvat sade- ja sulamisvedet on usein viivyttämisen lisäksi myös suodatettava. Hulevesien mukana kulkevat epäpuhtaudet on suodatettava, mikäli ne johdetaan johonkin vesistöön tai jos tarkoituksena on imeyttää vedet paikallisesti. Myös kunnallisiin verkostoihin liittäessä voidaan tarvita erotin kiintoaineille, jotta järjestelmän toimintavarmuus saadaan ylläpidettyä.

Pienet määrät kiintoainesta ja sen mukana liikkuva epäpuhtaus eivät yleensä ole haitaksi vesistöille ja usein hulevedet pyritään ohjaamaan esimerkiksi läheisen kosteikkoon tai vastaavaan, mistä ne johdetaan mahdollisesti läheiseen vesistöön. Pienissä kosteikoissa saadaan vielä hieman suodatettua vesiä ennen niiden pääsyä laajempiin vesistöihin. Tällaisella tavalla johdettujen hulevesien virtausta saadaan rauhoitettua ja purkupaikalla tapahtuvan eroosion määrää vähennettyä.

Paljon kiintoainesta sijaitsevissa kohteissa voidaan käyttää biosuodatusta. Biosuodatuksella eli orgaanisissa maakerroksissa tapahtuva suodatus on hyvä tapa erotella suurempia määriä kiintoainesta. Maakerroksen alapuolella suodattunut vesi kerätään talteen salaojilla ja voidaan sitä kautta johtaa paremmalle alueelle imeytykseen tai esimerkiksi hulevesiverkkoon. Paljon liikennettä sijaitsevilla pohjavesialueilla tämä on hyvä tapa johtaa suolainen, mutta muuten puhdas vesi riskialueen ulkopuolelle. (1, s. 9, s. 147.)

Suurimpana ongelmana huleveden käsittelyn kannalta ovat suuret katetut alueet ja varsinkin, jos alueella on tehdastoimintaa, paljon logistiikkaa tai työpaikka- ja liiketoimintaa. Joissain tapauksissa hulevesien erottelu puhtaampiin ja likaisiin on järkevää, jolloin puhtaammat hulevedet voidaan imeyttää paikallisesti maaperän sen salliessa. Likaisemmat hulevedet voivat vaatia tällaisilla alueilla usein tehdasvalmisteisia suodatusjärjestelmiä. Alueilta voi veteen liueta esimerkiksi raskasmetalleja ja erilaisia polttoainejäämiä. Mikäli hulevesien jako onnistuu kahteen eri verkostoon, se keventää merkittävästi suodatusjärjestelmän kapasiteettia ja vähentää täten myös tulvariskiä. (1, s. 121.)

Hulevedestä epäpuhtauksien suodattaminen on yleensä kohtalaisen helppoa. Suurin osa epäpuhtauksista on kiinnittynyt kiintoaineisiin ja täten helppo erottaa, mutta esimerkiksi teiden jäätyksen ehkäisemisessä käytettävä suola on tavallisin pohjaveteen vaikuttava veteen liuennut epäpuhtaus. Sen erottelu vedestä on hankalaa, ja sen takia alueilla, joissa on merkittävät pohjavesivarannot, kannattaa teiden suolaukseen kiinnittää erityistä huomiota. (1, s. 20.)

## 2.2.2 Talotekniset suodatusratkaisut

Talotekniikalla toteutettavia imeytys- ja suodatusratkaisuja talonrakennuspuolella ovat erityyppiset hulevesitunnelit, hulevesikasetit ja suodatuskaivot. Lisäksi yleistä on myös johtaa pysäköintirakennuksista ja -katoksista vesiä hulevesiverkkoon. Tällöin ennen yhdistymistä muun verkoston kanssa on käytettävä öljynerotuskaivoja.

Suodatuskaivo, jonka avulla saadaan poistettua kiintoainesta hulevedestä, on järkevää sijoittaa myös ennen hulevesikasetteja ja -tunneleita. Paljon kiintoainesta sisältävät hulevedet voivat tukkia kasetti- ja tunneliratkaisut ja estää veden imeytymisen maaperään.

Huleveden purkupaikka vaikuttaa myös siihen, halutaanko kiintoaineen erotusta tehostaa. Huleveden purkupaikka voi olla tyypiltään sellainen, että suuret epäpuhtausmäärät vedessä voi aiheuttaa alueelle ongelmia. Suuret vesivirtaamat viemäriverkossa voivat lisätä tarvetta käyttää erotuskaivoa, ennen varsinaista huleveden purku- tai imeytyspaikkaa. Verkostossa, jossa esiintyy usein suuria virtaamia, voidaan käyttää virtaaman rauhoittamiseen tarkoitettua kaivotyyppiä, joka samalla laskeuttaa kiintoainesta sakka- pesään.

Hulevesitunnelit ja -kasetit ovat helposti muokattavissa sopivan kokoisiksi järjestelmiksi, ja niiden avulla voidaan imeyttää pieniä, mutta myös hyvin suuria vesimassoja. Järjestelmän avulla imeyttäminen maahan voidaan toteuttaa pienelläkin alueella, jossa maanpäällisiin imeytyspainanteisiin tai vastaaviin ei ole tilaa. Tunnelit ja kasetit toimivat samalla myös hulevesien varastointitilana, josta ne vähitellen imeytyvät ja samalla suodatuvat maaperään. (4, s. 7–11.)

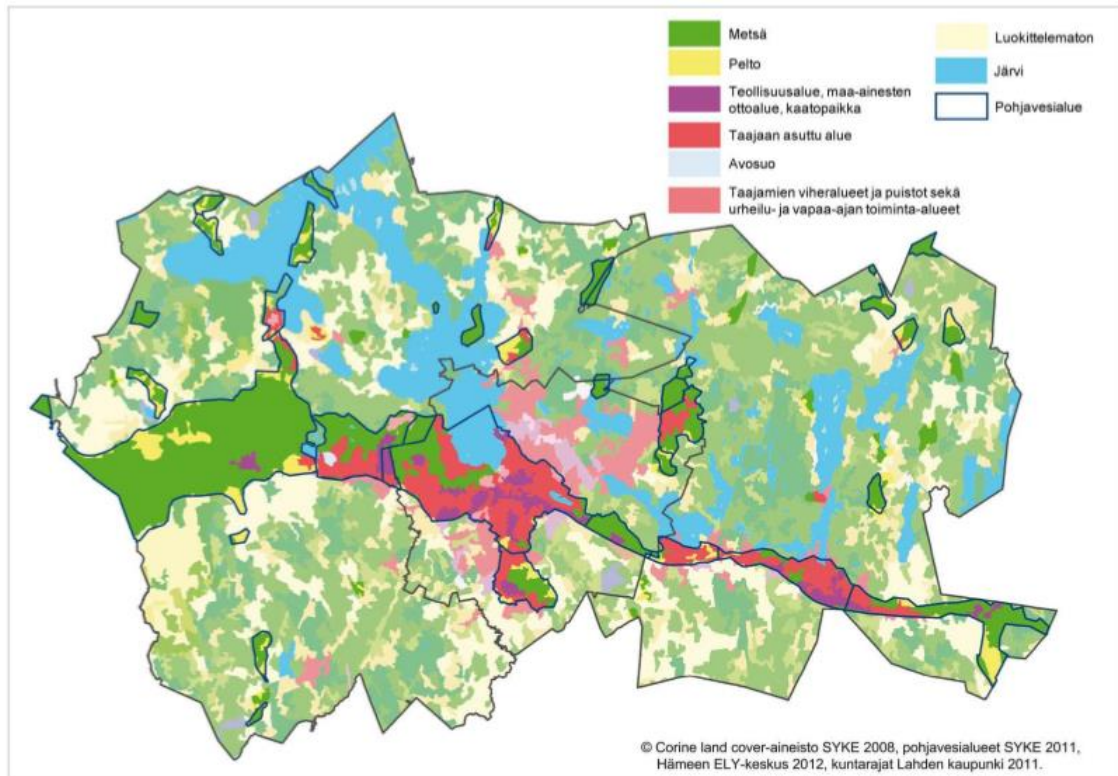
Pientalo- ja muissa pienissä ja vain vähäistä imeyttämistä tarvitsevilla kohteilla voidaan käyttää imeytyskaivona perinteistä rengaskaivoa. Rengaskaivon pohjalle tehdään sepelikerros, jonka lävitse vesi hiljalleen imeytyy pois ja samalla suodattuu. (1, s. 149.)

Rakennuspaikka määrittelee pitkälti sen, minkälainen suodatusjärjestelmä tontille tarvitaan. Joissain tapauksissa suodatuksia varten markkinoilta ei löydy sopivia valmiita komponentteja, ja silloin kohteeseen joudutaan räätälöimään täysin omanlainen järjestelmä veden puhdistusta varten.

### 2.3 Hulevesien vaikutus pohjavesiin ja maaperään

Pohjavesien kannalta paras keino säilyttää hyvälaatuiset ja määrällisesti tilavuudeltaan riittoisat pohjavesivarannot on pyrkiä minimoimaan rakennetulla alueella vettä läpäisemättömän päällysteen osuus maanpinnasta. Rakennetulla alueella voi hulevesien johtamisen seurauksena pohjavesiin liueta jo ennestään maakerroksissa olevia aineksia. Jos alkuperäisen alueen huleveden virtausta kasvatetaan, tämä voi saada maakerroksissa olevat ainekset liikkeelle ja aiheuttaa täten pohjavesien likaantumista. Maakerroksissa voi olla myös ihmisen aiheuttamia epäpuhtauksia, jotka eivät ole aikaisemmin lähteneet hulevesien matkaan. Kun tietylle alueelle johdetaan enemmän hulevesiä kun aikaisemmin, voi tämä aiheuttaa epäpuhtauksien lähtemisen pohjavesien matkaan. (1, s. 135–136.)

Teiden suolaukseen ja hulevesien johtamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota alueilla, jossa on merkittäviä pohjavesivarantoja tai muuten suuri riski pohjaveden saastumiselle. Esimerkiksi Lahti, Nastola (nyk. Lahti) ja Hollola ovat panostaneet suuresti tärkeiden pohjavesialueiden suojeluun, koska alueella on hyvin merkittävät pohjavesialueet. Tällä alueella laajimmat rakennusalueet sijaitsevat juuri merkittävien pohjavesialueiden päällä tai välittömässä läheisyydessä. Lahden seudun maankäytöstä havainnollistava kartta on esitetty kuvassa 3. Kartasta nähdään, että suuri osa rakennetusta taajama-alueesta sijaitsee juuri suurten pohjavesialueiden päällä. Riskialueiden hulevesisuunnittelussa ollaan hyvin tarkkoja, jotta mahdollisia pohjaveden likaantumisia ei tapahtuisi. (5, s. 58.)



Kuva 3. Kuvassa esitetty Lahden seudun maankäyttö ja sen sijoittuminen pohjavesialueille. Pohjavesialueilla sijaitsevat alueet ovat kartassa korostetulla värillä. (5, s. 14.)

Rakennetuilla alueilla on tärkeää ottaa huomioon vaikutus pohjavesien pinnan tasoon. Laajat imeytymättömät pinnat voivat laskea pohjavesien pinnan tasoa ja aiheuttaa kuivumista maakerroksissa. Riippuen maakerrosten rakenteesta ja pohjaveden määrästä voi pinnan aleneminen aiheuttaa maan haitallista painumista. Alueilla voi olla myös kielto pohjaveden pinnan muutoksille, minkä johdosta voidaan joutua rakentamaan kaivantoja ja tekemään erillisiä imeytysrakenteita pinnan tason säilyttämiseksi. Näissä tilanteissa hulevedet joudutaan lähes poikkeuksetta suodattamaan, että pohjavedet ei saastuisi ja varsinaiset imeytysrakenteet tukkiinnu. (1, s. 147.)

Hulevesiä voidaan joutua myös kuivattamaan läpäisemättömän maaperän takia salaojittamalla tonttialueetta. Jos maaperä on huonosti vettä läpäisevää ainesta, voi vesi jäädä pintamaakerrokseen. Salaojittamalla pintamaakerroksesta saadaan kantavampi ja routimista saadaan vähennettyä. Esimerkiksi huonosti vettä läpäisevässä maastossa oleva tie, jota ei ole ojitettu kunnolla, routii talvisin ja kesän kosteina aikoina muuttuu hyvin pehmeäksi. (1, s. 275.)

## 2.4 Rakennusaikainen hulevesien hallinta

Rakennusaikana syntyvät hulevedet sisältävä yleensä runsaasti erilaisia epäpuhtauksia, ja tästä syystä tontilta valuviin ja siellä imeytyviin hulevesiin on kohdistettava erityistä huomiota. Epäpuhtauksia pääsee huleveteen erityisesti maanmuokkauksen yhteydessä, kun tehdään kaivuu-, räjäytys- tai purkutöitä.

Nykyään monet kunnat ovat kiinnittäneet rakennusaikaisten hulevesien hallintaan enemmän huomiota, ja esimerkiksi pääkaupunkiseudulla Helsinki ja Espoo vaativat selvityksen hulevesien käsittelystä rakennustyömaan aikana. Selvityksen laajuus riippuu paljon rakennuskohteesta ja siitä millaisia riskitekijöitä ympäristölle rakennustyömaalta valuvat hulevedet aiheuttavat. Pienet kohteet eivät välttämättä tarvitse erillistä selvitystä, mutta suurissa kohteissa vaaditaan erilliset suunnitelmat hulevesien käsittelyyn. (6)

Esimerkiksi Espoossa on tehty työmaavesiä koskeva opas, jossa kerrotaan työmaalta poistettavan veden käsittelystä. Työmaavesien käsittelystä tulee tehdä suunnitelma muiden suunnitelmien lisäksi. Ensin selvitetään rakennustontille tulevien vesien käsittelyyn ja suostumukseen liittyvät tarpeet ja haetaan tarvittaessa luvat ja suostumukset. Varsinainen suunnittelu alkaa arvioimalla alueelta poistettavien vesien määrää ja laatua sekä tapaa, miten ja mihin vedet johdetaan. Vesien laadun ja määrän mukaan valitaan käsiteltävät ja laitteistot ja tehdään laitteille mitoituslaskelmat. Seuraavassa vaiheessa on mietittävä käsittelylaitteistojen ja -menetelmien sijoittaminen ja tarvittaessa suunniteltava veden tarkkailuun, kuten näytteenottoaikaan ja -tiheyteen, liittyvät paikat. Jos laitteet ja toimenpiteet huleveden käsittelyyn vaatii huoltoa, on suunniteltava huoltoreitit, aika-aulut sekä nimettävä vastuuhenkilöt toimenpiteille. Työmaa-aikaisten vesien huollosta on pidettävä kirjaa, josta ilmenevät käyttö- ja huoltotoimenpiteet. Toimenpiteissä käsitellään mm. vesien, lietteiden ja tyhjennysten määrää sekä kirjataan laadun seurantatietoja. Poikkeus- ja onnettomuustilanteista tehdään myös suunnitelma, ja toimenpiteet näissä tilanteissa laitetaan esille. (7, s. 7.)

Työmaavesien puhdistukseen on useita ratkaisuja, ja usein rakennettavan alueen vaatimat edellytykset määrittelevät pitkälti toteutustavan työmaavesien hoitoon. Nykyään on usein käytetty hiekkapuhdistusmenetelmää, jossa soralla ja hiekalla täytetyt siirtolavat hoitava veden puhdistamisen. Vedet johdetaan tai pumpataan järjestelmään, jonka lävitse se hiljalleen virtaa ja samalla suodattuu. Siirtolavoja asetetaan sarjaan tarvittava määrä, ja sorakoko siirtolavoissa pienenee loppua kohden siirtolavasta toiseen. Mikäli

järjestelmän suodatuskyky alkaa heikentyä pystytään siirtolavoissa oleva suodatushiekkä helposti vaihtamaan. Tarvittaessa järjestelmän lopussa ulosjohdettavasta vedestä on helppo työ ottaa näytteet tarkempaa tarkastelua varten. Esimerkiksi Espoon sairaalan työmaalla käytettiin tämäntyyppistä työmaavesien suodatusjärjestelmää. Järjestelmä on edullinen ja toimintavarma, minkä johdosta sitä käytetään usein.

Rakennusaikaisten hulevesien hallintaan liittyviä määräyksiä on usein esitetty ympäristöluvuissa, kaavoissa ja kunnan viranomaisten asettamia määräyksissä ja ohjeissa. Viranomaisten luvat voivat myös edellyttää tarkkailemaan hulevesien laatua ennen niiden johtamista tontilta eteenpäin.

Kunnissa käytettävien raja-arvojen suuruudet rakennustyömailta tuleville hulevesille ovat seuraavat:

- kiintoaine < 300 mg/l
- pH 6...9
- lämpötila < 25 °C
- öljyt < 5 mg/l.

Tontille sijoitettavia lopullisia hulevesirakenteita, varsinkin viivytysjärjestelmiä kannattaa hyödyntää mahdollisuuksien mukaan jo rakennusvaiheessa. Joskus on mahdollista toteuttaa hulevesien hallintarakenteet jo ennen varsinaista rakennustyömaan alkamista. Työmaa-aikaisten hulevesien ohjaus lopullisiin viivytysjärjestelmiin vähentää maanmuokkauksen tarvetta ja vähentää tällöin kustannuksia ja epäpuhtauksien sekoittumista huleveteen.

Rakennusaikaisten hulevesien johtaminen suoraan valmiisiin suodatusrakenteisiin ei kuitenkaan pääosin ole suotavaa. Työmaalta valuvissa hulevesissä on usein niin paljon epäpuhtauksia, että niiden johtaminen suoraan valmiisiin rakenteisiin voi tukkia järjestelmät ja aiheuttaa sitä kautta ongelmia. Työmaavedet joudutaankin yleensä esikäsittelemään kunnolla ennen lopullisiin hulevesirakenteisiin johtamista.

Suodatusrakenteiden ja imeyttämisyjärjestelmien käyttöä tulisi välttää rakennusaikana, koska suuret kiintoainemäärät tukkivat herkästi imeytys- ja suodatusrakenteita. Tällaiset rakenteet suositellaan rakennettavaksi työmaan loppupuolella, jotta varmistetaan niiden säilyminen puhtaana varsinaista käyttöä silmällä pitäen. Mikäli tällaiset järjestelmät ovat

yleisesti olleet käytössä työmaa aikaisten vesien hoidossa, on ne huollettava ennen varsinaista käyttöönottoa. Suodatus- ja imeytysjärjestelmien huolto tarkoittaa suuria määrittä, mikäli järjestelmistä halutaan saada käyttökelpoiset. Tukkeutunut ja likaantunut maa-aines on vaihdettava ennen järjestelmän lopullisen käytön aloittamista. Työmaavesiä voidaan joutua ohjaamaan myös öljynerottimien kautta ennen muuta käsittelyä, mikäli veteen pääsee sekoittumaan öljy- tai polttoainejäämiä.

Hulevesien suodatusjärjestelmien sijoitus työmaalla kannattaa toteuttaa sellaiselle alueelle, jossa ei tarvitse liikkua. Hyviä paikkoja hulevesien hoitamiseen ovat alavat alueet ja painanteet, joihin vesi on helppo johtaa. Vesien käsittelyrakenteet on kuitenkin sijoitettava siten, että koneellinen kunnossapito järjestelmille on mahdollista. Jos vesiä ei pystytä paikallisesti käsittelemään tarpeeksi tehokkaasti, joudutaan vedet kuljettamaan käsiteltäväksi muualle esimerkiksi loka-autolla. Tällöin on varmistettava vedenkuljetuskaluston pääsy likaisten hulevesien säilytyspaikkaan. (8, s. 3–4.)

Pumppuvalmistajilta löytyy myös vaihtoehtoja työmaavesien pumppaamiseen, joiden avulla likaisia työmaavesiä pystytään siirtämään pois riski- ja haitta-alueilta. Työmaille on erikseen suunniteltu liikuteltavia pumppuratkaisuja, joiden avulla hankalistakin paikoista, kuten erilaisista kaivannoista, vesien ja lietteiden pumppaaminen on mahdollista. Pumput on pyritty valmistamaan mahdollisimman kestäviksi ja kevytrakenteiksi, jotta niiden käyttäminen työmaaolosuhteissa olisi luotettavaa ja helppoa. (9)

### **3 Hulevesisuunnittelun lähtökohdat**

#### **3.1 Infrarakentamisen hulevesisuunnittelu**

Infrarakentamisen puolella hulevesien suunnittelussa tarkastellaan yleensä laajempia kokonaisuuksia. Suunnittelualue voi käsittää useampia eri kiinteistöjä ja niiden piha-alueitaan, koko kunnan aluetta tai jotakin osaa kunnan alueesta. Suunnittelussa huomioidaan laajalti kaikki, mikä vaikuttaa suunnittelukohteessa hulevesien kulkuun ja imeytymiseen. Kunnalla voi olla omat tekijät hulevesisuunnitelmien laatimiseen, mutta tarvittaessa kunta hyväksyy ulkopuolisen toimijan tekemän suunnitelman. (10, s. 5.)

Kartoitettaessa suunniteltavaa aluetta otetaan huomioon valuma-alue, maankäyttö alueella, vesistö tarkastelu, pintavedet ja vastaanottava vesistö, nykyiset



hulevesijärjestelmät alueella, maaperän laadun tarkastelu, pohjavedet, luonto ja rakennettu kulttuuriympäristö sekä maisema. Myös alueen tulevaisuuden näkymät on syytä huomioida.

Vastuu hulevesien hallinnan järjestämisestä kaava-alueella kuuluu kaupungeille ja kunnille. Kunnat ovat yleensä laatineet hulevesiohjelman tai vastaavan, jona esitetään alueen hulevesien käsittelyyn liittyviä asioita. Eri tahoilla voi olla useampia erilaisia tapoja huolehtia hulevesien tarpeenmukainen käsittely. Kaupungit ja kunnat käyttävät usein ulkopuolisia tahoja, kuten paikallista vesihuoltoyhtiötä hoitamaan hulevesien käsittely. (10, s. 8.)

### 3.2 Talonrakennuspuolen hulevesisuunnittelu

Vuoden alussa (2018) tullut uusi asetus toi mukanaan kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteiston hulevesien viivytystä ja suodatusta koskevia asioita. Uuden asetuksen tullessa voimaan se kumosi vanhat rakentamismääräyskokoelmat, ja nyt suunnittelua tehdään uuden asetuksen pohjalta. Vanhassa rakentamismääräyskokoelman D1 (2007) -osassa, jossa kiinteistöjen vesi- ja viemärointijärjestelmien määräykset ja ohjeet on esitetty, ei ole ennen käsitelty kiinteistöjen hulevesien suodatukseen ja viivytykseen liittyviä asioita. Kiinteistökohtaisista järjestelmien mitoitusohjeisiin liittyviä asioita ei kuitenkaan juurikaan ole, mutta jo maininnat lisäävät aihealueen merkittävyyttä suunnittelussa. Mitoitusohjeita saa kuitenkin useista lähteistä, ja laitevalmistajilla on toteutuksiin liittyviä ratkaisuja, joiden avulla järjestelmistä on saatu ja saadaan luotettavia. (12, 35.2.)

Kiinteistöjen omistajille jää hoidettavakseen kiinteistön alueella syntyvät hulevedet ja niiden tarpeenmukainen käsittely. Vastuualueen raja kiinteistöllä hulevesien hoitamisessa on liittymäkohdassa kunnallisen tai paikallisen vesihuoltolaitoksen hulevesiverkkoon. Hulevesijärjestelmien suunnittelu, rakentaminen ja huolto kuuluvat kiinteistön omistajalle ja järjestelmän on oltava yhteensopiva paikallisen hulevesiverkon kanssa. Vesihuoltolain mukaan kiinteistön on myös liityttävä paikalliseen hulevesiverkkoon, mikäli semmoinen alueelle on toteutettu ja kiinteistö sijaitsee hulevedenviemärointialueella. (10, s. 9.)

Talonrakennuspuolella hulevesisuunnittelun lähtökohtana pääsääntöisesti ovat aina kunnilta tulevat vaatimukset huleveden käsittelyyn ja viivytykseen. Vaatimukset hulevesien hallintaan tulevat kaupunkien ja kuntien asemakaavamääräyksistä ja

ympäristöluvista (1, s. 280). Yleisimpänä vaatimuksena kunnilta on hulevesien viivyttäminen, varsinkin jos suunnitellun rakennusalueen hulevesivirtaamat muuttuvat olennaisesti rakentamista edeltäneeseen tilanteeseen nähden ja vedet on tarkoitus johtaa kunnalliseen verkostoon. Myös avo-ojiin tai muihin purkupaikkoihin johdettaessa on kaavoissa usein merkinnät viivytyks- ja suodatusvaatimuksista. (1, s. 89.)

Tavoitteena yleisimmin kiinteistökohtaisessa huleveden käsittelyssä on vähentää hulevesien määrää. Vesiä pyritään muun muassa hyötykäyttämään, kuivattamaan, ojittamaan ja imeyttämään. Pienempien kiinteistöjen hulevesien vaikutus on usein niin pieni, että valuma-alueeseen sillä ei ole juurikaan merkitystä. Mikäli alueella on hulevesien viemäröintijärjestelmä, johon kiinteistöt on tarkoitus liittää, jää tehtäväksi usein vain viivyttää hulevesiä ennen viemäriverkostoon liittymistä. Viivytyksistä voi joutua tekemään myös laskettaessa hulevesiä alueella olevaan kosteikkoon, avo-ojaan tai muuhun vastaavaan purkupaikkaan, jotta estetään purkupaikalla tapahtuva tulviminen. Avo-ojaan tai vastaavaan huleveden purkupaikalle suositellaan tehtäväksi esimerkiksi kiveystä, joka pienentää eroosion määrää. Mikäli purkupaikkaa ei eroosiosuojata, voi pienikin vesivirta kuljettaa maa-ainesta haitallisille alueille ja aiheuttaa esimerkiksi tukkeentumisriskejä. Purkupaikasta voi myös visuaalisesti tulla ikävännäköinen, kun maa-ainesta on hiljalleen lähtenyt kiinteistöltä valuvien hulevesien matkaan. Ajan saatossa eroosion myötä voi purkupaikalla ja sen läheisyydessä tapahtua sortumia tai vajoamia, jos maa-ainesta kulkeutuu riittävästi veden mukana pois. Tämä aiheuttaa ongelmia esimerkiksi auto- ja kävelyteiden varsilla olevissa purkupaikoissa.

Kuvassa 4 on esitetty 80-luvulla kerrostaloalueella toteutettu purkupaikka Lahdessa. Purkupaikalle on tehty kiveys, joka on pitänyt ojanpohjan hyväkuntoisena, eikä purkupaikalla ole havaittavissa merkittävää eroosiota.



Kuva 4. Lahdessa 80-luvulla rakennetun kerrostaloalueen huleveden purkupaikka avo-ojaan.

Asemakaavamääräyksissä ja ympäristöluvissa voi olla myös ohjeita teknisten järjestelmien toteutuksesta ja mitoituksesta. Yleisin käytetty mitoitusohje viivytyksissä viivytystilavuuden määrittelyyn on tiiviin rakentamisen seurauksena useissa paikoin  $1 \text{ m}^3$  vettä /  $100 \text{ m}^2$  läpäisemätöntä pintaa kohden (1, s. 89, 280)

### 3.3 Hulevesijärjestelmien mitoitus talonrakennuspuolella

Määräyskokoelmat ovat uudistuneet vuoden 2018 alussa ja ovat vielä osittain kesken. Talotekniikan suunnittelua ohjaavaa opas on julkaistu, mutta päivitystä vaativiin kohtiin tulee jatkossa vielä lisäyksiä. Mitoituksen perusteena käytetään pitkälti kuitenkin vanhoja liitteitä. Osaa liitteistä hieman uudistetaan, mutta pääosin tällä hetkellä kyseiset liitteet toimivat mitoituksen ohjaajana suunnittelussa. (12)

#### 3.3.1 Hulevesien huippuvirtaaman määrittely

Jotkin kunnat määrittelevät kiinteistöille suurimmat sallitut purkuvirtaamat. Mikäli kunnalta ei tule rajoja purkuvirtaaman suuruudelle, voidaan se määritellä rakentamismääräyskokoelman D1 (2007) liiteosan 7 mukaan. Virtaamamäärittelyn tekijä on usein esimerkiksi pihasuunnittelija, mikäli semmoinen projektissa on mukana.

Nykyisin virtaamamäärittely tehdään usein mallinnusohjelmien avulla, mutta yksinkertaisimpien tonttien virtaamamäärittely voidaan toteuttaa usein käsin laskennalla. Virtaama määritellään tällöin yhtälöllä:

$$Q = CiA \quad (1)$$

Q on yhtälössä alueen ylivirtaama (m<sup>3</sup>/s), C valuma-alueen ominaisuuksista riippuva valuntakerroin, i sateen intensiteetti (l/s\*ha) ja A alueen pinta-ala (m<sup>2</sup>). Sateen intensiteetin valintaan ei ole yksiselitteistä arvoa, koska sen valintaan mitoituksessa vaikuttaa riskitekijät ja järjestelmän haltijan yleiset ohjeistukset. Kuvassa 5 on esitetty Etelä-Suomessa mitattujen säätukamittausten perusteella erilaisia sateen intensiteettejä, joiden avulla suunnittelua voi ohjata. Valuntakertoimen esimerkkejä esitetty kuvassa 6. (1, s. 207–209.)

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)									
Toistuvuus	Sateen kesto								24 h
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	
1/1 a	117	80	78	50	33	18	11	6,9	4,2
1/2 a	167	120	100	61	42	21	13	8,3	5
1/3 a	183	130	111	72	47	23	14	8,8	5,2
1/5 a	217	150	122	83	53	25	16	9,7	5,8
1/10 a	233	180	156	100	64	30	19	10,9	6,9

Kuva 5. Etelä-Suomessa säätökamittauksiin perustuvia sateen intensiteettejä (l/s\*ha) (1, s. 207).

Pinnan tyyppi	Valunta kerroin
Katto	0,80...1,00
Asfalttipäällyste	0,70...0,90
Tien nurmetettu luiska	0,40...0,60
Avoim kalliomaasto	0,30...0,50
Soratie, soraluiska	0,20...0,50
Nurmipintainen piha	0,20...0,50
Puisto	0,10...0,40
Niitty, pelto, puutarha	0,10...0,30
Suo	0,05...0,15
Kumpuileva sekametsä	0,05...0,20
Tasainen metsämaasto	0,10...0,10
Tasainen sorakenttä	0,00...0,05

Kuva 6. Esimerkkejä pintavaluntojen kertoimista eri pinnoilla (1, s. 208).

### 3.3.2 Hulevesiviemäreiden mitoitus

Hulevesimäärien mitoituksessa talonrakennuspuolella on käytetty arvoa  $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ . Viranomaisen luvalla voi kohteessa käyttää myös arvoja välillä  $0,010\text{--}0,020 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ , riippuen tulvimisen haitallisuudesta.

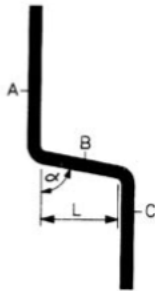
Myös valumiskerroin vaikuttaa mitoitusvirtaaman suuruuteen. Valumiskerroin voi olla  $1,0/0,7/0,3$  riippuen maanpinnan imeytymiskyvystä. 1,0 on vettä läpäisemättömien

pintojen, 0,7 on sorapäälysteiden ja 0,3 on päällystämättömien ja nurmikoiden valumakerroin. Mitoitusvirtaama lasketaan yhtälöllä 2,

$$q = q_s (k_1 A_1 + k_2 A_2 + \dots + k_n A_n) \quad (2)$$

jossa  $q_s$  ( $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ) on mitoitussade,  $k$  on valumakerroin osa-alueella ja  $A$  ( $\text{m}^2$ ) alueen pinta-ala. Mitoituksessa käytettävät yhtälöt saadaan D1:n liitteestä 7 (11)

Hulevesiviemäroinnissä on otettava huomioon myös viemäriputkien mitoitus ja kokorajoitteet. Pystysiirot sadevesiviemäreillä toteutetaan samalla periaatteella, kuin jätevesiviemäreillä. Pystyosuudella tehtävän siirron mitoituksessa noudatetaan kuvan 7 mittoja ja ohjeita.



Kuva 4. Pystyviemärin siirto.

*A* mitoitetaan pystyviemärinä

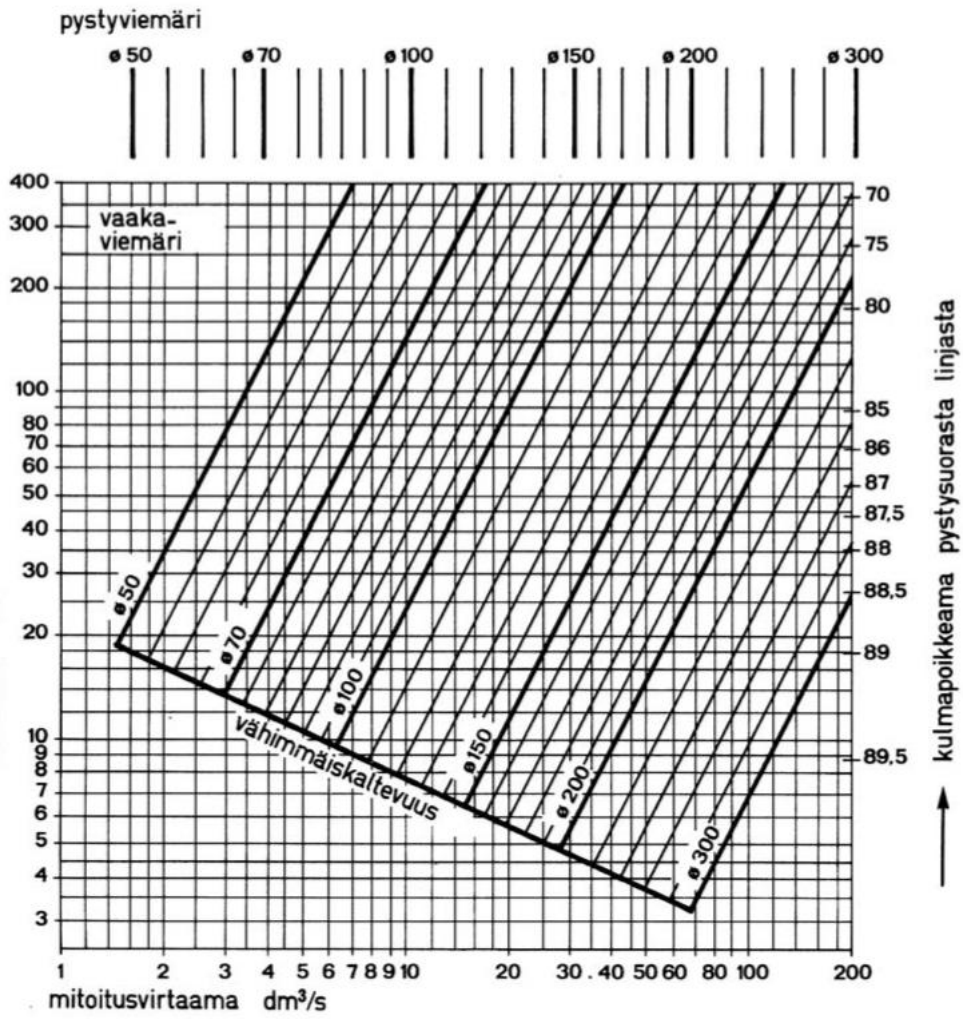
*B* mitoitetaan vaakaviemärinä

*C* mitoitetaan pystyviemärinä, kuitenkin *C* vähintään samaa kokoa kuin *B*.

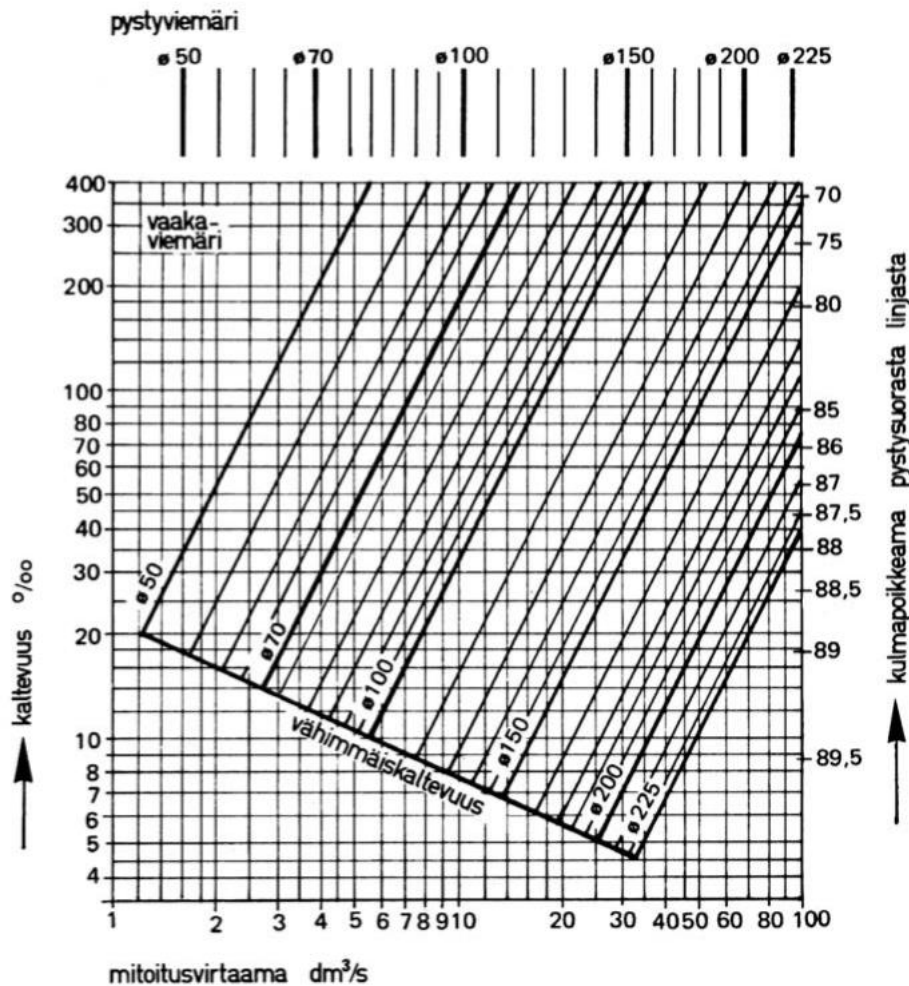
Jos  $\leq$  kulma  $\alpha \leq 80^\circ$  ja *B*:n pituus  $L \leq 1$  m, *B* mitoitetaan kuten *A*.

Kuva 7. Periaatekuva jätevesiviemärin pystyosuuden siirrosta (30, s. 5).

Maahan sijoitettavan viemärin pienin koko saa minimissään olla DN70, ja sadevesikailta lähtevän viemärin minimikoko on DN100. Sadevesiviemärin kokoa ei myöskään saa pienentää virtaussuunnassa. Hulevesien viettoviemärit mitoitetaan seuraavien diagrammien avulla (kuvat 8, 9.) (11, s. 1.)



Kuva 8. Viettoviemärien mitoitus muoviputkella (11, s. 3).



Kuva 9. Viettoviemärin mitoitus valurautaputkella (11, s. 4).

Mitoitusohjeissa esitetyt sadevesimäärät pystytään ohjaamaan normaalisti verkostoon ongelmitta, mikäli viemäriverkosto on toteutettu kyseisellä mitoitusavalla. Suomessa vuosittain muutamia kertoja esiintyvät rankkasateet ovat intensiteetiltään sitä luokkaa, että edellä mainitulla tavalla mitoitettut viemäröintijärjestelmät kykenevät hoitamaan sadevedet normaalisti. Uudessa oppaassa mitoitusasteen arvoa ollaan nostamassa ylöspäin, koska rankkasateiden intensiteetti on kasvanut. (12, 35.6; 13.)

Riippuen rakennuskohteesta ja -paikasta on mitoituksessa huomioitava myös harvemmin alueella esiintyvät sateet. Riskitekijät alueella vaikuttavat oleellisesti järjestelmien suunnitteluun ja siihen minkä kokoiseksi järjestelmä toteutetaan.

Suomessa esiintyy keskimäärin kerran kahden vuoden aikana sellaisia sateita, joita on yleisesti käytetty sadevesien mitoitusvirtaamana. Suurempia sateita esiintyy tätä



harvemmin, ja tämän takia on harkittava kohteesta riippuen, kuinka suuriksi hulevesien viemärointi kannattaa tehdä ja millaiset tulvareitit kiinteistölle toteutetaan. Sateiden rankkuuksiin ja toistuvuusaikoihin on erityyppisiä taulukoita ja mitoitusyökaluja (14). Järjestelmien mitoituksessa kannattaa ottaa huomioon myös tulevaisuuden näkymät, sillä ilmaston lämmetessä sademäärät kasvavat ja sateiden intensiteetin muuttuessa niukaksi mitoitettut järjestelmät voivat ylikuormittua. Rakennettavat järjestelmät voivat olla käytössä vuosikymmeniä, ja vaikka tulevaisuuden näkymiä olisi hankala ennustaa, olisi järjestelmästä kannattavaa toteuttaa hieman tarvetta suurempi.

### 3.3.3 Hulevesien viivytys

Viivytyksen peruseriaatteena on  $1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2$ , mitä sovelletaan useissa tilanteissa. Hulevesijärjestelmän tilavuuden kannalta on usein tärkeää saada mitoitus tiedot hulevesivirtaamista ja verkoston koosta.

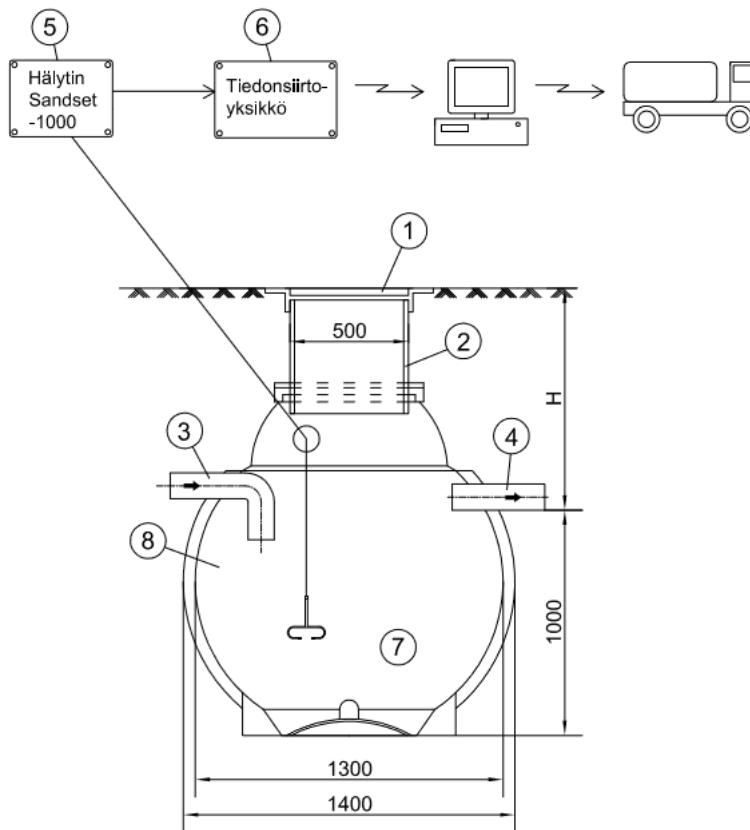
Hulevesien viivytyksessä säiliöiden ja kaivojen mitoitusasteena käytetään yleensä pidempiaikaisia sateita. Esimerkiksi mitoittava sade viivytyssäiliölle voi olla 10-15 min, kun taas viemäreiden mitoitusperusteena on 1–2 minuutin rankkasade. (12, 35.7.)

### 3.3.4 Hulevesien suodatus

Pääasiassa kiinteistöjen hulevesien suodatus tulee kysymykseen, kun hulevesiä imeytetään tai johdetaan vesistöön tai muuhun likaantumisen riskialttiiseen paikkaan. Myös kunnalliseen verkostoon johdettaessa on hulevesiä suodatettava, varsinkin jos tiedetään hulevesien sisältävän runsaasti epäpuhtauksia. Tällä tavoin varmistetaan laajempien verkostojen ja järjestelmien toimintavarmuus.

Imeytyksiin johdettaessa suodatuksella varmistetaan, että imeytyskaivanto tai tehdasvalmisteinen imeytysjärjestelmä ei tukkiinnu tai likaannu tarpeettomasti. Tavallisimmin käytetään hiekanerotuskaivoa, sakkapesällistä sadevesikaivoa tai tasausallasta, joiden avulla hulevedestä saadaan eroteltua ylimääräinen kiintoaines. Kun kaivannot tai tehdasvalmisteiset järjestelmät tukkiintuvat, ne eivät pysty käsittelemään suunniteltuja vesivirtaamia. Tällöin ainoa keino on puhdistaa järjestelmät, ja se onnistuu vain suurilla maatoilla. Likaantuneet tai tukkeentuneet maakerrokset joudutaan tällöin vaihtamaan uusiin.

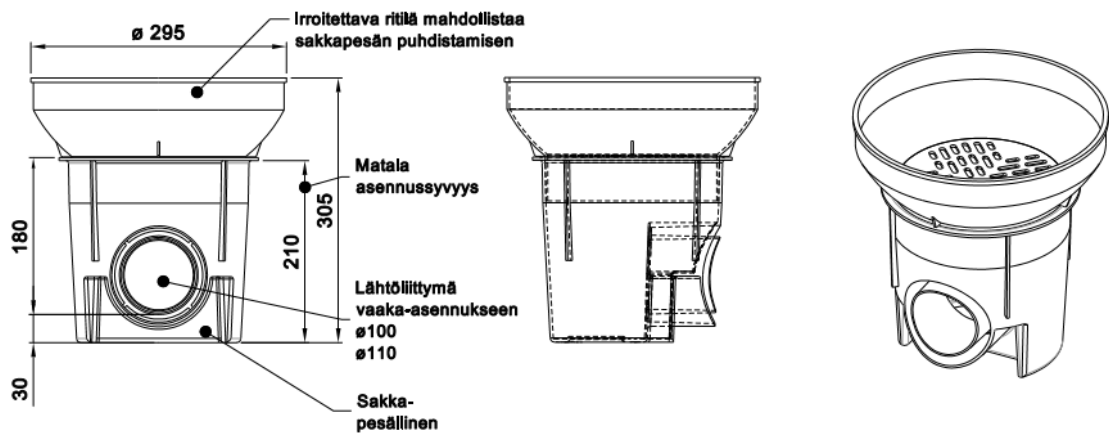
Hulevesien hiekan- ja lietteenerotukseen tehtyjä kaivoja ja säiliöitä on markkinoilta hyvin paljon. Järjestelmiä on hyvin monen kokoisia, ja usein ne on mahdollista liittää kiinteistön etävalvontajärjestelmään. Suuremmissa kaivoissa tai säiliöissä on yleensä hälyttimet, jotka lähettävät tiedon sakkapesän tullessa täyteen. Hälyttimet ovat yleensä lisävarusteita, mutta niiden käyttäminen helpottaa kiinteistön omistajaa tyhjennystarpeen tiedostamisessa. Tällöin erottimien täyttymistä ei tarvitse käydä erikseen paikan päällä tarkistelemassa. Kuvassa 10 on esitetty periaatepiirros hiekan- ja lietteenerottimesta, joka on kytkettävissä esimerkiksi kiinteistön etävalvontajärjestelmään. (15)



Kuva 10. Hiekan- ja lietteenerotin hälytysjärjestelmällä varustettuna (15).

Kattovesien johtaminen imeytykseen vaatii usein tarkastuskaivon, johon suodattuvat katoilta tulevat roskat ja muu kiintoaines. Pienimpien kiinteistöjen kohdalla suodatuksen toteutukseen riittävät usein pelkät sihdilliset rännikaivot. Rännikaivoissa voi olla myös sihdin lisäksi omat sakkapesät, joiden avulla kiintoaineksen erottelu vedestä tehostuu. Kuvassa 11 on esitetty sihdillä sekä pienellä sakkapesällä varustettu rännikaivo. Kaivon sakkapesä on helppo puhdistaa irrotettavan ritilän ansiosta. Johdettaessa rännikaivoista suoraan vettä imeytykseen voi tarkastuskaivon käyttö olla järkevää. Mikäli rakennuksessa ei käytetä rännikaivoja, jotka erottelevat epäpuhtauksia, voidaan sama toteuttaa

tarkastuskaivon avulla. Tarkastuskaivon avulla voidaan myös seurata järjestelmän toimivuutta, ja samalla se voi toimia ylivuotorakenteena. (16; 17, s. 15.)

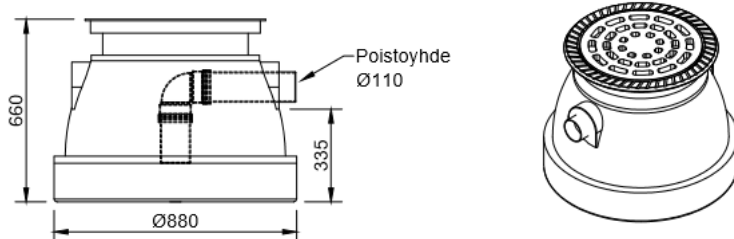


Kuva 11. Sakkapesällinen rännikaivo (16)

Hulevesiä syntyy myös katetuilla kiinteistöjen pysäköinti- ja liikennöintialueilla, koska usein nämä alueet on päällystetty vettä läpäisemättömillä pinnoilla. Ajoneuvot kuljettavat usein vettä ja likaa, joka valuu pysäköitäessä autoista niiden säilytyspaikalle. Tällaisilla alueilla hiekanerotuskaivon lisäksi tulee yleensä järjestelmät täydentää öljynerotuskaivolla. Vasta tämän jälkeen vedet voi ohjata kunnalliseen tai muuhun hulevesiverkkoon. Näihin järjestelmiin ei saa johtaa muita hulevesiä järjestelmän ylikuormitusvaaran vuoksi (18, s. 1; 17, s. 15.)

Autosuojat eli erityyppiset katetut autonsäilytystilat varustetaan lähes poikkeuksetta öljynerotuskaivoilla, ja mitoituksena tällaisissa kohteissa on  $20 \text{ dm}^3/\text{autopaikka}$ , kuitenkin vähintään  $40 \text{ dm}^3$ . Isommat yli 15 autopaikan suojat on mitoittettava tapauskohtaisesti. (18, s. 3.)

Autosuojat ovat kiinteistörakentamisessa yleisimpiä kohteita hiekan- ja öljynerotuskaivojen käytölle. Kaivot voivat olla erillisiä tai yhdistelmäkaivoja, joiden avulla pystytään erottelemaan molemmat epäpuhtaudet samassa rakenteessa. Yhdistelmäkaivoja käytetään usein pienemmissä kohteissa, joissa oletettu erotteluaineen muodostuminen on vähäistä. Kuvassa 12 on esitetty pieneen kohteeseen soveltuva yhdistelmäerotin. Yleisiä käyttökohteita tällaisilla kaivoilla ovat esimerkiksi autotallit ja katokset. (19)



Kuva 12. Pieni öljyn- ja hiekanerotuskaivo. (19)

Suurien autosuojien ja parkkihallien erotusjärjestelmät ovat yleensä useampien hiekanerotuskaivojen ja kokoojakaivon kokonaisuuksia. Kokoojakaivona tällaisessa toimii öljynerotuskaivo, joka vastaanottaa hiekanerotuskaivoilta valuvat kiintoaineksesta suodatuneet vedet. Tällainen pelkästään öljynerotukseen tarkoitettu kaivo pystyy käsittelemään huomattavasti suurempia virtaamia, kuin yhdistetty hiekan- ja öljynerotuskaivo. Suurissa öljynerotuskaivoissa on usein hälytysjärjestelmä, joka ilmoittaa öljytilavuuden tullessa täyteen tai järjestelmässä tapahtuneen padotustilanteen. Hälytysjärjestelmä voi olla kytketty rakennuksen automaatiojärjestelmään, josta ilmoitus kulkeutuu suoraan huoltoyhtiöön.

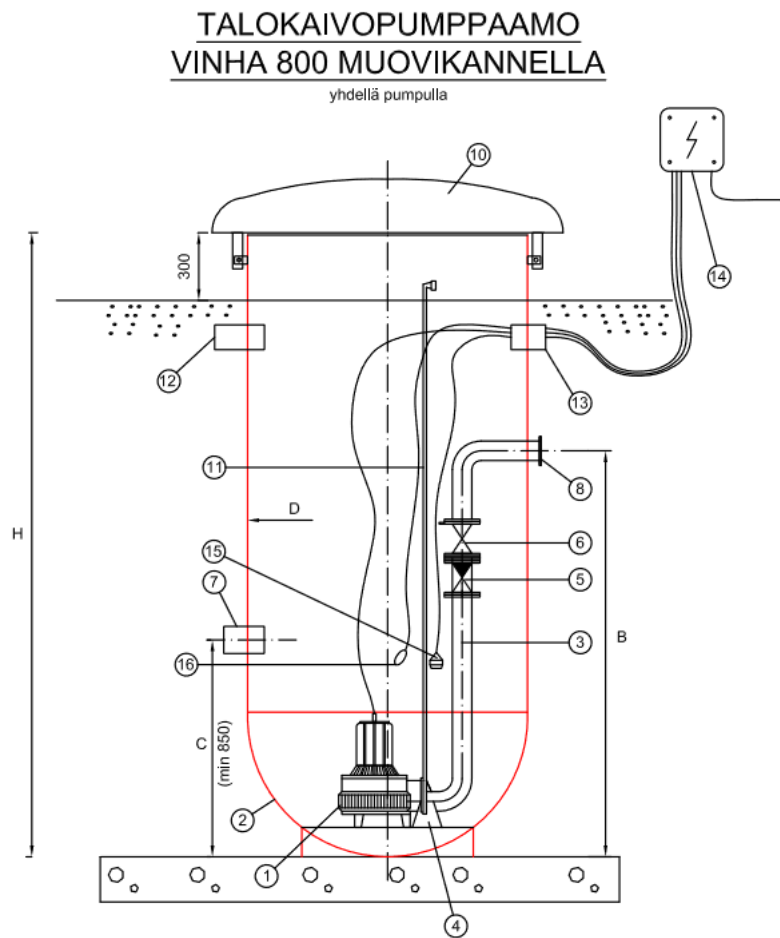
Ennen liittämistä muuhun hulevesiverkoston autosuojilta tulevat hulevedet on hyvä ohjata näytteenottokaivoon, josta pystytään tarkastamaan järjestelmän toimivuus. Tällaista kaivoa käytetään muun muassa heti öljynerotuskaivojen jälkeen. Kaivosta otettujen näytteiden perusteella voidaan pitää silmällä järjestelmän suodatuskykyä. (20)

## 4 Pumppaamalla tapahtuva viivytys

### 4.1 Pumppaamo

Hulevesipumppaamot ovat samanlaisia järjestelmiä jätevesipumppaamojen kanssa, ja usein järjestelmissä käytetään samanlaisia komponentteja ja toteutustapoja. Pumppu voi olla ainut erottava tekijä hulevesi- ja jätevesipumppaamon välillä. Hulevesien pumppauksessa kiintoaineen määrä usein pienempi, ja tämän johdosta sen läpäisykyvyn ei tarvitse olla niin suuri. Pumppaamo on hyvä varustaa kahdella pumpulla, ja sen toiminta kannattaa liittää kaukovalvontajärjestelmään, jotta mahdolliset vikatilanteet eivät aiheuttaisi tulvimista ja sitä kautta vaaraa rakennuksille ja muulle ympäristölle. Mikäli välitöntä vaaraa ei ole, voi pienissä kohteissa käyttää yhden pumpun järjestelmiä, esimerkkinä kuvissa

13 ja 14 esitetty pumppaamo (21). Lisäksi pumpuilta lähteviin putkiin liitetään takaiskuventtiilit, jotka estävät takaisinvirtauksen pumppaamoon. (1, s. 193.)



Kuva 13. Pieni pumppaamo sade- tai jätevesien pumppaukseen (21).

## Pumppaamon varusteet

OSA	NIMITYS	TEKN.ARVO/MALLI	KPL
1	PUMPPU	tyyppi	1
		toimintapiste Q= l/s, H= kPa	
		nimellisvirta In= A, teho P= kW	
		jännite V= V	
2	SÄILIÖ	PEH	
3	Sisäinen putkisto	PEH63	1
4	Pumpun jalusta	2"	1
5	Takaiskuventtiili	DN50	1
6	Sulkuventtiili	DN50	1
7	Tuloyhde	D	
8	Poistoyhde	D klo 12.00	1
10	Kansisto	800 muovikansi	1
11	Johdeputket	3/4"	2
12	Tuuletusyhde	D110	1
13	Sähköläpivienti	D75	1
14	Sähkökeskus Tyypit: -muovikoteloitu keskus -kontaktori ylivirtareleinen -käy-0-käsi ohjauskytkin -käyttötunttaskin -potentiaalivapaat hälytiedot		1
15	PINNANOJJAUS		
	Pintavippa		1
	Lisävarusteet:		
16	Yläraja hälytysvipa		1

Kuva 14. Kuva 8:ssa esitetyn pumppaamon varustetiedot (21).

Hulevesipumppaamot vaativat huoltoa jätevesipumppaamojen tavoin, mutta huollon tarve on yleensä harvempaa pienempien epäpuhtausmäärien johdosta. Kiintoaineen määrä ja koko on yleensä pienempää, kuin jätevesijärjestelmissä, ja minkä vuoksi pumpun läpäisykyvyinkään ei tarvitse välttämättä olla niin suuri.

Pumppujen juoksupyörät ja mahdolliset sihdit tukkiintuvat ja likaantuvat maa-aineksestä, jota pääsee hulevesien mukana verkostoon. Pumppaamojen sisäpuolisiin putkiin olisi hyvä myös liittää huuhteluyhde paineputkien puhdistusta varten. (1, s. 194,268.)

Jäätymisriskin kannalta pumppaamolle menevät ja sieltä lähtevät putket olisi hyvä asentaa routarajan alapuolelle. Mikäli tämä ei onnistu, on paineputkista poistettava takaiskuventtiilit, jotta paineputkien jäätyminen saadaan ehkäistyä. Jos takaiskuventtiilejä ei poisteta, putkien tyhjentäminen on toteutettava jollakin muulla tavalla, kuten tekemällä putkeen tyhjennysreikä.

Pumppaamon kansi ja yläosa on lämpöeristettävä. Pumppaamolta lähtevät paineputket on myös hyvä lämpöeristää ja lisäksi niissä voidaan käyttää sähkövastuksia jäätymisriskin minimoimiseksi. (1, s. 193.)

## 4.2 Viivytyuspumppaamon käyttövarmuus

Pumppaamalla tapahtuvat hulevesien käsittely on yleensä viimeinen vaihtoehto, mikäli viettämällä toteutettua järjestelmää alueelle ei pystytä rakentamaan. Pumppaamalla tapahtuva viivytyks on käytännössä samantyyppinen ratkaisu viettoviemärissä olevan viivytykskaivorakenteen kanssa. Erona on veden eteenpäin johtaminen viivytyksestä, joka toteutetaan viivytykskaivossa supistamalla lähtöyhdeä ja pumppaamossa valitsemalla sopiva pumppu poistamaan vesi halutulla virtaamalla.

Pumppaamoihin on hyvä tehdä myös ylivuotoputket, mikäli pumppaamon kapasiteetti ei rankkasateella riitä. Ylivuodon putkikoon on oltava vähintään yhtä suuri kuin pumppaamoon tulevan putken koko on. Asiasta on myös määräys, jonka mukaan sadeveden viemäröinnin putkikoko ei saa pienentyä virtaussuunnassa. (11, s. 1.)

On mahdollista, että tulee tilanteita, joissa sadevesien ylivuodon purkaminen viettoviemärillä tai maanpäällisellä uomalla on mahdotonta. Tällöin pumppaamo on varustettava vähintään kahdella pumpulla, ja laitteistossa on tärkeää olla kaukohälytystoiminto vikatilanteiden varalta. Pumppaamon mitoitustilanteessa on myös syytä huomioida riskit, joita mahdollinen tulviminen voi aiheuttaa. Mikäli riskitaso on korkea, kannattaa pumppaamon ja viivytystilavuuksien kasvattamista harkita.

Hulevesien pumppaukseen suunniteltujen pumppujen rakenne on usein hyvin yksinkertainen, ja käyttövarmuudeltaan ne ovat todella luotettavia. Pumppujen huoltotarve on pyritty minimoimaan, ja jos hulevedet pääsääntöisesti ovat kohtalaisen puhtaita voi vuosittainen huolto ja puhdistus pumpulle riittää. Mikäli kiinteistön alueella syntyvissä hulevesissä esiintyy enemmän kiintoainesta ja muita epäpuhtauksia, on pumpun tiheämpi huoltoväli suositeltavaa. (22)

## 4.3 Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen lisäkustannukset

Pumppaamalla toteutettu viivytyks tulee aina kalliimmaksi kuin viettoviemärillä tehtävä järjestelmä. Investointikustannukset ovat suuremmat, ja pumppaamot vaativat myös jonkin verran huoltoa. Huollon määrä riippuu pitkälti siitä, kuinka paljon epäpuhtauksia järjestelmään tulevassa hulevedessä on. Karkea arvio huollon kustannuksista on noin 200 €, joka on arvio muutaman tunnin kestävästä huoltotyöstä. Vuosittainen huoltotyö käsittää

yleensä järjestelmän huolellisen puhdistuksen ja laitteiden tarkastuksen. Laittevalmistajilla voi olla myös omia ohjeitaan pumppaamojen huoltamiseen.

Pumppaamon asennuksesta tulee myös lisäkustannuksia verrattuna vietolla tehtyyn järjestelmään. Pumppaamoon on vedettävä aina sähkö, jotta järjestelmä saadaan toimimaan.

Pienemmät pumppaamot, joihin on integroitu pintakytkimet ja ylärajahälytykset, maksavat karkeasti noin 3 000 €. Hinta vaihtelee käyttökohteen mukaan, kuinka suuri pumpun tarvitsee olla ja kuinka suuria määriä kiintoainesta sen tulisi pystyä käsittelemään. Lisäksi kiinteistöltä tuleva hulevesivirtaaman määrä voi olla sen verran suuri, että pelkkä pumppaamon tilavuus ei riitä viivytystilavuudeksi. (23)

Viivytyksessä käytettävän pumpun ei tarvitse olla kovin suuri, koska ajatuksena on purkaa hulevedet viivytyksestä vähitellen. Pumpun ottoteho voi olla esimerkiksi 0,5 kW. Pumpun tuottaman virtaaman (l/s) suuruus voi viivytyspumppaamossa olla vähäinen, esimerkiksi alle 1 l/s.

#### 4.3.1 Esimerkki sähkönkulutuksesta

Kiinteistössä vettä läpäisemättömän pinnan osuus tontilta 1 000 m<sup>2</sup>. Viivytystilavuudeksi määrittämissä periaatteiden 1 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup> mukaan mitoitettaessa viivytystilavuudeksi muodostuu 10 m<sup>3</sup>. Useasti käytössä ollut viivytyjärjestelmien tyhjentyminennopeus seuraavaa rankkasadetta ajatellen on 12 h. (1, s. 55.) Tällöin minimivirtaama viivytyksestä olisi noin 0,83 m<sup>3</sup>/h eli 0,23 l/s.

Kohteen oletetaan olevan Helsingin Kaisaniemessä, jossa keskimääräinen sateen määrä vuodessa on 655 mm vesipatsasta (24). Järjestelmään tulevan kokonaisvesimäärän tilavuus vuodessa on tällöin 655 m<sup>3</sup>. Vuositasolla pumpun käyttöajaksi määräytyisi minimivirtaamalla noin 79 h, kun kaikki huleveden tyhjennys tapahtuu pumppaamalla.

Pumppu voi olla esimerkiksi Grundfosin Unilift-tyyppinen oppopumppu, jonka pienimmätkin versioilla päästään näihin virtaamiin melko helposti. Neljän metrin nostokorkeudella ja tuotolla 0,25 l/s Grundfosin oma mitoitusohjelma antaa energiankulutukseksi vuositasolla 18 kWh (25). Myös laskettaessa pumpun ilmoitetulla täydellä 300 W:n teholla on 79 tunnin vuosittainen sähkönkulutus noin 23,7 kWh.



Oletetaan siirto- ja sähkömaksun yhdistetyksi maksuksi 0,12 €/kWh. Kun 23,7 kWh kerrotaan sähkön hinnalla, saadaan vuosittaiseksi kuluksi 2,85 €. Pumpun lisäksi pienen virrankulutuksen voi aiheuttaa pumppaamossa oleva hälytysjärjestelmä, mutta sen virran kulutus on hyvin marginaalista. Pumppaamon sähkökulutuksesta aiheutuneet kulut ovat siis todella pieniä, ja elinkaarilaskelmiin sillä ei juurikaan ole merkitystä.

#### 4.3.2 Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen kustannusvertailu viettoviemäröinnillä tapahtuvaan viivytykseen.

Investoinnista aiheutuneet yksittäiset kulut ovat suurin ero järjestelmien välillä. Pienen pumppaamon hinta on noin 3 000 €. Vastaavan kokoluokan viettoviemärillä toteutettu viivytyssäiliö maksaa noin 1 500 €. Molemmat järjestelmät vaativat maa- ja perustustöitä, mutta pumppaamolle on vedettävä aina lisäksi sähköt. Sähkövetojen takia ei tarvitse välttämättä tehdä juurikaan kaivuutöitä vaan voidaan hyödyntää viemärikaivantoja. Pumppaamon sähköistämiseen tulee kuitenkin materiaaleista ja kytkennöistä aiheutuneita kuluja. Oletetaan sähkökaapelien ja kytkentäkulujen hinnaksi 500 €. Perustamiskustannuksilta tällainen pieni pumppaamo tulee tällöin kalliimmaksi, karkeasti arvioituna noin 2 000 €. Nämä arviot ovat pienen pumppaamon kustannusarvioita, mutta Suurissa kiinteistöissä voi pumppaamoiden investointikustannukset nousta jopa kymmeneen tuhansiin. Suuremmat laitteet ovat pääsääntöisesti aina mittatilaustavaraa.

Vuosittaiset kuluerot tulevat järjestelmien huoltotarpeesta. Kun ajatellaan järjestelmien asennuspaikaksi sama kiinteistö tai tontti, sakkapesien puhdistus molemmilla järjestelmillä joudutaan toteuttamaan yhtä usein. Ero vuosikustannuksiin tulee pumppaamon vaatimasta huollosta. Jos hulevedet ovat kohtalaisen puhtaita, pumppaamon huoltaminen kerran vuodessa voi riittää. Huolto voi maksaa joitakin satoja euroja, mutta jos pelkällä puhdistuksella ja tarkastuksella selvittää, voivat huoltokustannukset olla 200 €. Lisäksi järjestelmän vuosikustannuksiin lisätään sähkökulutuksesta aiheutuneet kulut, mutta edellisessä esimerkissä todettu kulutus on vain muutamia euroja vuodessa. Toki myös järjestelmän koko vaikuttaa sähkökulutukseen, mutta isoissakaan kohteissa sähkökulutus ei ole järin suuri kuluerä.

Useammat valmistajat antavat laitteilleen kahden vuoden takuun, mutta säännöllisesti huollettuna pumppaamon pumput voivat toimia huomattavasti pidempään. Säännöllisesti huollettu laadukas pumppu voi toimia kymmenen vuotta tai mahdollisesti paljon

pidempäänkin. Usein järjestelmät ovat pitkäaikaisia useiden kymmenien vuosien ajalle tarkoitettuja järjestelmiä, joten aika-ajoin uusintatarvetta laitteille esiintyy.

#### 4.4 Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen hyödyt

Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen hyötyinä ovat sen tuoma vapaampi sijoittelu tontilla, virtauksen sopiva määrittely ja hankalien tonttipaikkojen hyödyntäminen.

Sijoittaminen kiinteistön tontille on vapaampaa, sillä hulevesien purku voidaan toteuttaa paineviemäröinnillä oikeastaan mihin tahansa. Yleensä paineviemärivedot pyritään pitämään kuitenkin mahdollisimman lyhyinä, koska pumpun paineentuo-ton ei tarvitse tällöin olla niin korkea. Mitä kauemmas ja korkeammalle vettä halutaan pumpata, sitä suurempi paineentuo-to pumpulla on oltava.

Kiinteistöille määritellään yleensä tontilta tuleva maksimi hulevesivirtaama. Tämän virtaaman saaminen pumpulla on helppoa ja virtaama pysyy joka tilanteessa vakiona. Pumpun valinnalla voidaan vaikuttaa vesivirran tuottoon. Viettoviemärillä toteutettujen järjestelmien virtaama vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon vettä järjestelmässä kulloinkin on. Mitä suurempi korkeusero vallitsee viettoviemärin purkuaukon ja pinnantason välillä, sitä suurempi virtaama aukosta syntyy.

Maan hankalien muotojen tai suunnitellun kiinteistön takia voi tulla tilanteita, joissa hulevesien viettoviemäröinti voi olla hankalaa tai mahdotonta. Rakennettava tontti voi olla niin alavalla maankohdalla, että viettoviemäröinnillä ei pystytä toteuttamaan tarpeeksi luotettavaa järjestelmää. Rakennettava paikka voi myös aiheuttaa naapurikiinteistöille ja tonteille rasitteita tai riskejä huleveden johtamisen seurauksena. Tällaisissa tilanteissa voidaan joutua turvautumaan pumppausjärjestelmiin, mutta oikein toteutettuna pumppausjärjestelmistäkin saadaan luotettavat ja ympäristölle turvalliset.

## 5 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli hulevesisuunnittelu ja sen toteutus kiinteistöjen ja inf-rarakentamisen rajapinnassa. Työssä keskityttiin erityisesti taloteknisesti toteutettaviin huleveden viivytyksiin ja suodatuksiin, mutta käytiin läpi myös luonnonmukaisesti rakennettavia järjestelmiä. Tarkoituksena työssä on saada kiinteistökohtaiseen

hulevesisuunnitteluun erilaisia näkökulmia ja ohjeita siitä, miten hulevesisuunnittelua kiinteistöjen alueella tulisi tehdä. Työssä myös tarkasteltiin infrapuolella tehtävää suunnittelua ja sitä, mitä laajemmalla alueella tehtävässä suunnittelussa otetaan huomioon.

Talotekniikalla toteutetut järjestelmät harvoin toimivat yhtä hyvin kuin luonnonmukaisesti rakennetut maanpäälliset huleveden käsittelyyn tehtävät rakenteet. Rakennusten sijainti ja maaperän rakenne kuitenkin määrittelee pitkälti, kuinka hulevesien järjestäminen rakennettavan kiinteistön alueella toteutetaan. Nykyään tiiviin rakentamisen seurauksena maanpäällisiin rakennelmiin yksityisillä kiinteistöillä ei useinkaan ole tilaa, ja tällöin joudutaan turvautumaan tehdasvalmistettuihin järjestelmiin.

Työssä keskityttiin erityisesti hulevesien viivytyks- ja suodatusjärjestelmiin. Työn tavoitteena on luoda lukijalle erilaisia näkökulmia hulevesijärjestelmien suunnitteluun ja toteutukseen. Viivytyksien ja suodatusten oikeantyyppinen toteutus on ympäristön sekä kiinteistöjen turvallisuuden kannalta merkittävässä roolissa hulevesisuunnittelussa.

Tulevaisuudessa hulevesien oikeantyyppinen käsittely korostuu, mikäli ilmasto jatkaa lämpenemistään. Ilmaston lämmetessä myös sateiden rankkuuden on ennustettu kasvavan ja tämä olisi syytä jo huomioida suunnitteluvaiheessa. Jos sateiden rankkuus kasvaa, voivat nykyiset käytössä olevat järjestelmät ylikuormittua ja varsinkin riskialueilla tämä olisi huomioitava. Tämän takia tällä hetkellä tehtävään suunnitteluun tulisi paneutua paremmin ja järjestelmien mitoituksessa huomioida tulevaisuuden näkymät. Myös korjaus- ja erilaisissa saneeraushankkeissa olisi hyvä huomioida järjestelmän alkuperäinen mitoitus ja verrata sitä nykyisiin mitoituksiin sekä mahdollisesti tulevaisuuden näkymiin alueella.

Lisäksi työn lopussa käsiteltiin hieman pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen toteutusta ja sitä mitä kustannuksia siitä seuraa. Pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen tarkastelu on herättää ajatuksia siitä, mihin pumppaamalla toteutettu viivytyks mahdollisesti sopii. Vaikka aina suositaan viettoviemärillä toteutettuja ratkaisuja, voi pumppaamalla tapahtuvan viivytyksen toteutus olla välillä järkevää. Hyvin toteutettu pumppaamojärjestelmä on toimintavarma, ja sen muuntaminen erilaisiin kohteisiin on kohtalaisen helppoa.

Työn aihe oli sikäli haastava, että tietoa ei joka paikasta löydy. Tiedon kasaamiseksi yhteen työhön joutui aineistoja käymään hyvin paljon lävitse. Viivytyksien ja suodatusten suunnitteluun liittyviä asioita ei myöskään ennen ole mainittu kiinteistökohtaisissa

rakentamismääräyskokoelmissa. Nyt vuoden 2018 alussa voimaan tullut asetus ja sen pohjalta tehty opas kuitenkin sisältävät maininnan viivytysten ja suodatusten toteuttamisesta. Tämä toivottavasti lisää tietämystä ja yhdenmukaisuutta tulevaisuudessa tehtävään kiinteistöjen hulevesisuunnitteluun etenkin viivytytys- ja suodatusjärjestelmien osalta.

Tällä työllä pyritään paikkaamaan aukkoja suunnittelijoiden tietämyksessä ja auttavan toteuttamaan parempia ja yhdenmukaisempia ratkaisuja kiinteistökohtaisessa huleveden hallinnassa. Työstä on hyötyä etenkin henkilöille, jotka suunnittelevat usein kiinteistökohtaisia hulevesijärjestelmiä.

## Lähteet

- 1 Hulevesiopas. 2012. verkkoaineisto. Kuntaliitto. <[http://shop.kunnat.net/product\\_details.php?p=2714](http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714)>. Luettu 10.4.2018
- 2 Helsingin kaupungin hulevesistrategia. 2008. verkkoaineisto. <[https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2008/hulevesistrategia\\_2008\\_9.pdf](https://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2008/hulevesistrategia_2008_9.pdf)>. Luettu 10.4.2018
- 3 Hulevesitunneli, 2018. Verkkoaineisto. Meltex Oy Plastics. <<http://www.meltex.fi/tuotteet/infra-maa-ja-vesirakentaminen/hulevesijarjestelmat/meltex-hulevesitunneli.html>>. Luettu 27.3.2018
- 4 Viivytyssäiliö hulevesille. 2018. Verkkoaineisto. Uponor Oyj. <<https://www.uponor.fi/palvelut/materiaalipankki>>. Luettu 24.2.2018
- 5 Seudullinen pohjaveden suojelusuunnitelma. 2012-2021. Verkkoaineisto. Lahti, Hollola, Nastola. <<https://www.lahti.fi/PalvelutSite/YmparistoSite/Documents/Seudullinen%20pohjaveden%20suojelusuunnitelma,%20pienempi.pdf>>. Luettu 15.3.2018
- 6 Häkkinen Ismo, Koskenniemi Antti-Jaakko, Hyöty Perttu, Nikulainen Timo. 2018. Hulevesikoulutus. Sitowise Oy
- 7 Työmaavesiopas. 2015. Verkkoaineisto. Espoo, HSY. <<http://www.espo.fi/download/noname/%7BA52F3656-63DF-4A62-AB03-ACFDDF8C4D52%7D/65952>>. Luettu 12.4.2018
- 8 Rakennustyömaan hulevesien hallinta. 2016. RT-kortisto 89-11230. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 9 Työmaavesipumppu. 2018. Verkkoaineisto. Grundfos. <<https://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/dw.html>>. Luettu 23.3.2018
- 10 Hulevesien hallinta. 2015. RT-kortisto 89-11196. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 11 D1 (2007) Liite 7. 2018. Verkkoaineisto. kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot - opas. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/sadevesilaitteiston-mitoitus-d12007-liite-7>>. Luettu 8.3.2018
- 12 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -opas. 2018. Verkkoaineisto. talotekniikkainfo.fi. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennusten-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas>>. Luettu 12.4.2018
- 13 Sade. 2018. Verkkoaineisto. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/sade>>. Luettu 13.3.2018

- 14 Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa. 2018. Verkkoaineisto. Ilmasto-opas. <<http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/videot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/b4df9633-7e1f-4389-9dd0-a0539588f211/visualisoinnit.html#rankkasateiden-toistuvuus>>. Luettu 13.3.2018
- 15 Hiekan- ja lietteenerotin. 2018. Verkkoaineisto. Talokaivo Oy. <[http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/pdf-dwg-files/productsheets/hero-series/322\\_HERO-1000.pdf](http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/pdf-dwg-files/productsheets/hero-series/322_HERO-1000.pdf)>. Luettu 27.3.2018
- 16 Rännikaivo. 2018. Verkkoaineisto. Meltex Oy Plastics. <<http://www.meltex.fi/tuotteet/salaoja-ja-sadevesijarjestelmat/tuplasalaoja-ja-sadevesijarjestelmat/mx-rannikaivo-svk-300100-110.html>>. Luettu 27.3.2018
- 17 Hulevesirakenteet. 2017. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <[https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fIPeDhrH/EapGeFOfj/Hulevesirakenteet\\_Taitto\\_.pdf](https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5fIPeDhrH/EapGeFOfj/Hulevesirakenteet_Taitto_.pdf)>. Luettu 13.3.2018
- 18 D1 (2007) Liite 6. 2018. Verkkoaineisto. kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot - opas. <<https://www.talotekniikkainfo.fi/erottimien-valinta-ja-mitoitusperusteet-d12007-liite-6>>. Luettu 12.4.2018
- 19 Öljyn- ja hiekanerotuskaivo. 2018. Verkkoaineisto. Meltex Oy Plastics. <<http://www.meltex.fi/tuotteet/infra-maa-ja-vesirakentaminen/kaivot-ja-tarkastusputket/oljyn-ja-hiekanerotuskaivot-oh-02-oh-06.html>>. Luettu 25.3.2018
- 20 Öljynerottimet. 2018. Verkkoaineisto. Talokaivo Oy. <<http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/tuotteet/erottimet/oljynerottimet-lk-1.php>>. Luettu 25.3.2018
- 21 Pumppaamo. 2018. Verkkoaineisto. Talokaivo Oy. <[http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/pdf-dwg-files/productsheets/pumppaamot/413\\_Vinha-muovikannella.pdf](http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/pdf-dwg-files/productsheets/pumppaamot/413_Vinha-muovikannella.pdf)>. Luettu 19.3.2018
- 22 Hulevesipumppu. 2018. Verkkoaineisto. Grundfos. <<https://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/sl.html>>. Luettu 25.3.2018
- 23 Pumppaamo hinnat. 2018. Verkkoaineisto. Talokaivo Oy. <[http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/esitteet-pdf/Talokaivo2017hinnasto\\_web.pdf](http://www.talokaivo.fi/talokaivo-fi/media/esitteet-pdf/Talokaivo2017hinnasto_web.pdf)>. Luettu 23.3.2018
- 24 Sademäärät, Helsinki Kaisaniemi. 2018. Verkkoaineisto. Ilmatieteenlaitos. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>>. Luettu 23.3.2018
- 25 Pumppu, Unilift KP150. 2018. Verkkoaineisto. Grundfos. <<https://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/unilift-kp.html>>. Luettu 23.3.2018