

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Talotekniikan koulutusohjelma

Ville Jalkanen

KIINTEISTÖJEN HULEVESIEN KÄSITTELYN JA HALLINNAN
SUUNNITTELUN OHJAUS SEKÄ TYÖMAAVALVONTA

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020
Talotekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 Joensuu
Puh. (013) 260 600

Tekijä(t)

Ville Tapani Jalkanen

Nimeke

Kiinteistöjen hulevesien käsittelyn ja hallinnan suunnittelun ohjaus sekä työmaavalvonta

Toimeksiantaja

Ramboll CM Oy Joensuu

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kiinteistöihin liittyvien hulevesien hallinta järjestelmien suunnitteluun ja toteutustyöhön liittyvää taloteknistä valvontaa. Työ suoritettiin Ramboll CM Oy:n toimeksiannosta. Työn tarkoituksena oli kartoittaa rakennushankkeiden epäjatkuvuuskohtat hulevesien hallintajärjestelmien suunnittelussa ja toteuttamisessa. Lisäksi tavoitteena oli rakentaa seurantaväline TATE- valvojan työn helpottamiseksi.

Opinnäytetyössä tutkittiin myös, kuinka tiiviisti rakennusprojektit noudattavat tarvittavia lakeja ja säädöksiä.

Tutkimuksen tuloksena havaittiin, että hankkeiden lähtötiedoissa oli puutteita. Tästä syystä projektien ongelmat siirtyvät usein projektin suunnittelu vaiheesta toteutus vaiheeseen. Kehitystyötä vaaditaan ainakin rakennuttajavalvonnassa sekä erikoissuunnittelussa, jotta olemassa olevat ja hankkeisiin soveltuvat ratkaisut saadaan paremmin ti-laajatahon tietoisuuteen.

Ilmastonmuutoksen mukana tulevat haasteet vaikuttavat suuresti hulevesien hallinnan ja käsittelyn suunnittelu- ja toteutustyöhön, joten opinnäytetyön aihe oli tekohetkellään erittäin ajankohtainen.

Kieli Suomi

Sivuja 65

Asiasanat

Hulevesi, talotekniikka, imeytys, viivytyt



THESIS
March 2020
Degree Programme in Building Services Engineering
Tikkariinne 9
FIN 80200 Joensuu
Tel. 358-013-260 600

Author(s)

Ville Jalkanen

Title

Supervision of planning the treatment and management of stormwater and site monitoring

Commissioned by

Ramboll CM Oy Joensuu

Abstract

The purpose of this thesis was to investigate the house technical monitoring of the design and implementation work of the storm water management systems implemented in real estate. The work was completed as a thesis commissioned by Ramboll CM Oy. The purpose of the work was to identify the discontinuities of construction projects in the design and implementation of the waste management systems. In addition, the aim was to provide a monitoring tool to facilitate that work.

The thesis also examined how closely the construction projects are complying with the necessary laws and regulations.

As a result of the investigation, there were weaknesses in project initial data. Therefore, problems with projects often migrate from project planning to implementation. Development work is required at least for the developer control and special planning, in order to better accommodate existing and project-appropriate solutions to the subscriber.

The challenges that come with climate change greatly affect the planning and implementation of the management and processing of the storm water, so the subject of the thesis was very current when working with this thesis.

Language Finnish

Pages 65

Key words

Storm water, house technology, absorption, detention

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Huleveden hallintaan liittyvät lait ja asetukset sekä kaavoitus	5
2.2	Rakentamisen ohjaus	6
2.3	Suomen Rakennusmääräyskokoelma (RakMK)	6
2.4	Kunnan tehtävät	6
3	Hulevesien hallinnan huomioonottaminen kaavoituksessa	7
3.1	Maakuntakaava	8
3.2	Yleiskaava	9
3.3	Asemakaava.....	9
4	Huleveden hallinnan suunnittelua ja toteutusta koskevat rakentamisen lait, asetukset, määräykset ja vastuualueet	10
4.1	Hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet.....	10
4.2	Rakennushankkeen eri vaiheet ja vastuualueet	10
4.3	Viranomaisvalvonta	12
4.4	Rakennuttajavalvonta	12
4.5	Katselmukset.....	13
4.6	Huleveden johtaminen.....	13
4.7	Muu lainsäädäntö hulevesien hallintaa koskien.....	14
5	Huleveden hallinnan ja käsittelyn suunnittelu yleisellä tasolla	16
5.1	Geotekninen suunnittelu.....	18
5.2	LVI- suunnittelu.....	20
5.3	Yhteys muuhun suunnitteluun ja suunnitelmien yhteensovitus.....	21
6	Huleveden hallinnan ja käsittelyn suunnittelu	22
6.1	Pää- ja arkkitehtisuunnittelu	23
6.2	Hulevesien hallintarakenteen valinta	23
6.3	Geotekninen suunnittelu.....	24
6.4	LVI- suunnittelu.....	26
6.4.1	<i>Kiinteistöllä syntyvän hulevesimäärän mitoitus.....</i>	<i>28</i>
6.4.2	<i>Huleveden imeytys- tai viivytysratkaisut ja näiden mitoitus</i>	<i>32</i>
7	Talotekninen valvonta	36
7.1	TATE-valvojan tehtävät	36
7.2	TATE-valvojan rooli ja tehtävät, rakennushankkeen hulevesien hallinnan suunnittelussa ja toteutuksen työmaavalvonnassa	38
8	Kestävän kehityksen huomioonottaminen rakentamisessa.....	46
9	Tietomallintamisen hyödyntäminen hulevesien hallinnan suunnittelussa.....	50
10	Haastattelut.....	51
11	Pohdinta.....	58
11.1	Opinnäytetyön aiheen valikoituminen	58
11.2	Toimeksianto	58
11.3	Opinnäytetyön toteutus.....	59
11.4	Tulokset.....	59
11.5	Osaamisen kehittyminen opinnäytetyön aikana ja jatkossa.....	60
12	Lopuksi	62
13	Lähteet.....	63

Kuvat

- Kuva 1. Jousenpuiston lähiympäristösuunnitelma.
- Kuva 2. Esimerkki hulevesien johtamisesta avouoman avulla.
- Kuva 3. Pipelife Stormbox- imeytys-/ viivytysskenttä (havainnekuva).
- Kuva 4. Rakennuksen perustusten kuivatus, salaojajärjestelmää käyttäen.
- Kuva 5. Esimerkki kartoituksen tuloksena piirretystä kartasta, 1: 500.
- Kuva 6. Pipelife Stormbox imeytysskenttä.
- Kuva 7. ACO Stormbrixx tiivis viivytysskenttä.
- Kuva 8. Tiivis viivytysskenttä rakenteilla.
- Kuva 9. Virheellisesti hitsattu putkiyhde.
- Kuva 10. Valmis viivytysskenttä, hitsatulla PE- kalvolla, asennusvirheet korjattuna.
- Kuva 11. Laskeutusaltaiden toteutusmahdollisuuksia.
- Kuva 12. Esimerkkejä työmaan vesien käsittelystä.
- Kuva 13. Kasvipintainen imeytyssrakenne.
- Kuva 14. URBAN WATER IoT- järjestelmän yleiskuvaus.
- Kuva 15. Hulevesien hyödyntämistä oppimisympäristönä.
- Kuva 16. Hulevesien hyödyntämistä oppimisympäristönä.

Kuviot

- Kuvio 1. Kaavajärjestelmän rakenne.
- Kuvio 2. Hulevesien huomioonottaminen maankäytön suunnittelussa.
- Kuvio 3. Hulevesien hallinnan suunnittelu alueiden käytön suunnittelun yhteydessä.
- Kuvio 4. Pohjavesiolosuhteiden selvittäminen, ohjeellinen luettelo.
- Kuvio 5. Hulevesirakenteiden valintatyökalu, excel- taulukko.
- Kuvio 6. Rakennushankkeen eri vaiheet.
- Kuvio 7. Keskitetty- vs. hajautettu hulevesien hallinta.

Taulukot

- Taulukko 1. Mitoitusvirtaama erilaisilta päällysteiltä pinta-alan ja mitoitusasteen funktiona.
- Taulukko 2. Sadevesiviemärin mitoitus muoviviemärille. Mitoitusdiagrammiin on merkitty viemärin sisämitat.
- Taulukko 3. Sadevesiviemärin mitoitus valurautaviemärille. Mitoitusdiagrammiin on merkitty viemärin sisämitat.

Määritelmiä

Asemakaava	Alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä varten laaditaan asemakaava, jonka tarkoituksena on osoittaa tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten ja ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla.
Bruttotilavuus	Imeytys- tai viivytyssäiliön ulkomittojen perusteella laskettu tilavuus.
Drone	Miehittämätön ilma- alus.
Erillisviemäröinti	Putkijärjestelmä, jossa jätevedet ja hulevedet johdetaan erillään toisistaan.
Huleveden käsittely	Esimerkiksi kiintoaineen sekä ympäristöä pilaavien aineiden kuten ravinteiden ja esimerkiksi katu- ja pysäköintialueilta kertyvien öljyjen poistaminen hulevesistä.
Huleveden hallinta	Hulevesien kertymiseen vaikuttavat ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät toimenpiteet.
Hulevesijärjestelmä	Hulevesien hallintaan tarkoitettujen rakenteiden kokonaisuus.
Hulevesistrategia- tai ohjelma	Päämäärät, keinot ja linjaukset hulevesien hallinnan järjestämiseksi.
Hulevesiviemäri	Avo- oja tai viemäri, joka on tarkoitettu pelkästään hulevesien johtamiseen.
Imeyttäminen	(Huleveden) tarkoituksellinen imeyttäminen maaperään.
Imeytyskenttä	(Huleveden) imeytykseen rakennettu laajahko alue.
Kaavoitus	Kaavoituksella osoitetaan tietyn rajatun alueen käyttötarkoitukset ja annetaan alueiden käyttöä koskevia määräyksiä.
Kuivaketju10	Oulun rakennusvalvonnan ja ympäristöministeriön kehitystyön tuloksena syntynyt toimintamalli, jolla pyritään estämään kosteusvaurioiden syntyminen kaikissa rakennushankkeen eri vaiheissa.
LVI	Lämpö, Vesi ja Ilma.

Maakuntakaava	Maakuntakaavassa esitetään alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet ja osoitetaan maakunnan kehittämisen kannalta tarpeellisia alueita; sen yhteydessä voidaan selvittää valuma- aluekohtaisesti hulevesien hallintaa.
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki.
Nettotilavuus	Imeytys- tai viivytyssäiliön sisäpuolisten rakenteiden perusteella laskettu tilavuus.
Oy	Osakeyhtiö.
Pohjavesi	Maanalainen vesikerros, jossa kaikki maa- ja kallioperän huokokset ovat veden kyllästämiä.
RakMK	Rakentamismääräyskokoelma.
RT- kortisto	Suomalaisen Rakennustieto Oy:n julkaisema kortistomuotoinen tietokokoelma, joka sisältää tietoa ja ohjeita mm. rakenteista, tilasuunnittelusta, rakennusalan sopimuksista ja tehtävänjaosta. Myös rakennusalan säädökset ja vertaileva tieto erilaisista rakennusalan tuotteista julkaistaan kortistossa.
Sekaviemäröinti	Putkijärjestelmä, jossa sekä jätevedet että hulevedet johdetaan samassa viemärissä; järjestelmä on mitoitettu molemmille vesille ja mitoitussadetta suurempi sade aiheuttaa tulvimista.
Talotekniikkainfo.fi	Talotekniikka.fi-oppaat koostuvat opastavista teksteistä, jotka on tehty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ympäristöministeriön talotekniikkaan liittyvien asetusten tueksi.
TATE- valvoja	Talotekniikan valvoja.
Tulvareitti	Maan pinnalla oleva huleveden virtausreitti, johon hulevedet johdetaan hallitusti silloin, kun hulevesiviemäröinnin kapasiteetti ylittyy.
Valunta (mm)	Se sadannan osa, joka valuu kohti uomaan maan pinnalla tai sisällä.
Valuntakerroin	Suhdeluku, joka kuvaa valuma-alueelta pintavaluntana välittömästi purkautuvan veden osuuden alueelle sata-vasta kokonaisesimäärästä erilaisten häviöiden kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen jälkeen.

Viivyttäminen,
viivytys

Pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle.

Yleiskaava

Yleiskaavan tarkoituksena on kunnan tai sen osan yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteen sovittaminen. Yleiskaava voidaan laatia myös maankäytön ja rakentamisen ohjaamiseksi määrättyllä alueella. Yleiskaavassa esitetään tavoitellun kehityksen periaatteet ja osoitetaan tarpeelliset alueet yksityiskohtaisen kaavoituksen ja muun suunnittelun sekä rakentamisen ja muun maankäytön perustaksi. Yleiskaava voidaan laatia myös vaiheittain.

YSL

Ympäristönsuojelulaki.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja avata erityisesti rakennuttajavalvojan työhön kuuluvia tehtäviä hulevesien hallinnan ja käsittelyn suunnittelun ohjauksen sekä työmaavalvonnan parissa. Lakiuudistusten vuoksi, rakennushankkeissa on alettu enenevässä määrin panostaa hulevesien hallinnan ja käsittelyyn suunnittelun ja toteutustyön kautta, joka on tarkoittanut TATE-valvojan tehtävien lisääntymistä. Alun perin päiväkirjamuotoiseksi suunniteltu opinnäytetyö muokkautui lopulta vapaamuotoisemmaksi yleiskattavaksi kuvaukseksi talotekniikan valvojan töistä rakennuttajavalvojan tehtävässä Joensuun alueella noudattaen kuitenkin insinööriopinnäytetyön rakennetta.

Opinnäytetyö tehtiin Ramboll CM Oy:n toimeksiannosta, kiinteistöprojektinjohtajan LVI-valvontatehtävissä. Ramboll CM Oy tarjoaa projektinjohtajan ja rakennuttamisen sekä valvonnan palveluita kiinteistö- ja infrasektorille koko hankkeen elinkaarelle tai tietylle projektin vaiheelle. Kiinteistökehitysyksikkö tuottaa ja kehittää ratkaisuja asiakkaidemme kanssa yhteistyössä. Asiantuntijat palvelevat myös erilaisissa asiantuntijatehtävissä kuten taloteknisessä konsultoinnissa, riskien- ja turvallisuudenhallinnassa sekä työympäristöjen kehittämisessä. Ramboll CM Oy toteuttaa myös asiakkaan tarpeisiin räätälöityjä kokonaispalvelutoimituksia. Henkilöstön kokonaisvahvuus Suomessa on tällä hetkellä noin 270 henkilöä.

Ramboll on johtava kansainvälinen suunnittelu- ja konsultointialan yritys. Säätiöomisteinen yhtiö työllistää maailmanlaajuisesti 15 000 eri alojen ammattilaista. Suomessa toiminta on maanlaajuisista asiantuntijoista ollessa 2 400. Palveluina ovat innovatiiviset ratkaisut kaupunkien, infrastruktuurin, liikenteen, ympäristön ja rakennusten suunnittelussa, rakennuttamisessa, rakentamisessa ja ylläpidossa.

Opinnäytetyö etenee voimassa olevien lakien tarkastelun kautta, yleisemmällä tasolla kiinteistöjen suunnittelun etenemisen kuvaamiseen, josta luonnollisena jatkeena syvennyttään alan suunnitteluohjeisiin ja oppaisiin. Lisäksi työssä käsitellään itse rakennushankkeen toteutusvaihetta ja siihen liittyvää valvontatyötä.

Osana opinnäytetyötä on eri asiantuntijoille tehdyt haastattelut. Viimeisenä vaiheena on työn tulosten käsittely sekä kirjoittajan omaa pohdintaa ja oman kehittymisen analysointia.

2 Huleveden hallintaan liittyvät lait ja asetukset sekä kaavoitus

2.1 MRL: n yleiset tavoitteet

Mitä tahansa rakennushanketta toteuttava taho joutuu tekemään työnsä noudattaen lakia. Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) sanelee ”pelisäännöt” sekä kiinteistöjen hulevesien hallintaa koskeviin ratkaisuihin että muuhunkin rakentamiseen. Talotekniikan- ja muiden hankkeessa olevien valvojen on oltava hyvin perillä tarvittavien lakien sisällöstä. Laki on tullut voimaan 1.1.2000 ja koskee kaikkia kyseisen päivän jälkeen rakennettuja ja rakenteilla olevia rakennushankkeita.

Lakiin on opinnäytetyön teko hetkellä tekeillä lakiuudistuksia, ja hallituksella on tavoitteena esittää maankäyttö- ja rakennuslakiuudistus vuoden 2021 loppuun mennessä, ympäristöministeriön toimesta.

Vuonna 2018 uudistettu Ympäristöministeriön uusi asetus antaa tarkennetut rakentamiseen liittyvät säännökset, rakentamismääräykset ja ministeriön ohjeet, ja Ympäristöministeriön ylläpitämä Suomen rakennusmääräyskokoelma (RakMK) antaa taas tarkennetut rakentamiseen liittyvät ohjeistukset ja suunnitteluohjeet.

Lisäksi, kiinteistön hulevesien hallintaan ja käsittelyyn tarkoitetun järjestelmän rakentaminen vaatii sekä ympäristönsuojelulain (YSL) että lain tulvariskien hallinnasta noudattamista.

Alueiden käytön suunnittelun tavoitteena on vuorovaikutteiseen suunnitteluun ja riittävään vaikutusten arviointiin perustuen edistää:

- 1) turvallisen, terveellisen, viihtyisän, sosiaalisesti toimivan ja eri väestöryhmien, kuten lasten, vanhusten ja vammaisten, tarpeet tyydyttävän elin- ja toimintaympäristön luomista;
- 2) yhdyskuntarakenteen ja alueiden käytön taloudellisuutta;
- 2 a) riittävän asuntotuotannon edellytyksiä, (29.12.2006/1441)
- 3) rakennetun ympäristön kauneutta ja kulttuuriarvojen vaalimista;
- 4) luonnon monimuotoisuuden ja muiden luonnonarvojen säilymistä;
- 5) ympäristönsuojelua ja ympäristöhaittojen ehkäisemistä;
- 6) luonnonvarojen säästeliästä käyttöä;
- 7) yhdyskuntien toimivuutta ja hyvää rakentamista;
- 8) yhdyskuntarakentamisen taloudellisuutta;

9) elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä ja toimivan kilpailun kehittämistä; (6.3.2015/204)

10) palvelujen saatavuutta; sekä

11) liikenteen tarkoituksenmukaista järjestämistä sekä erityisesti joukko-liikenteen ja kevyen liikenteen toimintaedellytyksiä.

Edellä 1 momentissa säädettyjä tavoitteita toteuttavista kaavojen sisältövaatimuksista säädetään kunkin kaavamuodon osalta jäljempänä tässä laissa. [1, 5 §].

Kaavan tulee perustua kaavan merkittävät vaikutukset arvioivaan suunnitteluun ja sen edellyttämiin tutkimuksiin ja selvityksiin. Kaavan vaikutuksia selvitetessä otetaan huomioon kaavan tehtävä ja tarkoitus. [1, 9 §].

2.2 Rakentamisen ohjaus

MRL: n 12 §:ssä määritellään rakentamisen ohjauksen tavoitteet. Tällä pyritään aikaansaamaan hyvä ja käyttäjiensä tarpeita palveleva, terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sekä sosiaalisesti toimiva ja esteettisesti tasapainoinen ympäristö.

Valvonnan rooli siis korostuu heti rakentamisen alkuvaiheessa. Edellä mainittujen tavoitteiden saavuttaminen vaatii systemaattista yhteistyötä viranomais- ja rakennuttajavalvonnan kesken.

2.3 Suomen Rakennusmääräyskokoelma (RakMK)

Ympäristöministeriö ylläpitää Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, johon kootaan tämän lain nojalla annetut rakentamista koskevat säännökset ja rakentamismääräykset sekä ministeriön ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelmaan voidaan koota myös valtion muiden viranomaisten antamia rakentamista koskevia määräyksiä. [1, 13 §].

RakMK antaa tarkennetut määräykset, asetukset ja ohjeet hulevesien käsittelyyn.

2.4 Kunnan tehtävät

Kunnan on huolehdittava alueiden käytön suunnittelusta, rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta alueellaan sekä maapolitiikan harjoittamisesta. Kunnalla tulee olla käytettävissään tehtäviin riittävät voimavarat ja

asiantuntemus. (6.3.2015/204). Kunnassa, jonka asukasluku on yli 6 000, tulee olla *kaavoittaja*, jolla on kunnan kaavoitustehtävien hoidon edellyttämä pätevyys. Kaavoittaja voi myös olla kuntien yhteinen tai kunta voi antaa tehtävän sopimuksen nojalla toisen kunnan tai kuntayhtymän palveluksessa olevan kaavoittajan hoidettavaksi. [1, 20 §].

Rakentamisen neuvontaa ja valvontaa varten kunnassa tulee olla *rakennustarkastaja*. Jos tehtävien hoitamisen kannalta on tarkoituksenmukaista, kunnilla voi olla yhteinen rakennustarkastaja. Kunta voi myös antaa rakennusvalvontatehtävän sopimuksen nojalla toisen kunnan viranhaltijan hoidettavaksi. [1, 21 §].

Tällaisesta käytännöstä esimerkkinä on Kontiolahden kunnan alueella olevat rakennushankkeet, joihin Joensuun kaupungin viranhaltijat myöntävät pätevyudet suunnittelijoille ja työnjohtajille.

3 Hulevesien hallinnan huomioonottaminen kaavoituksessa

Hulevesien hallinta lähtee kaavamääräyksistä. Kaavoituksen yhtenä periaatteena on eri kaavoitustasoja (kuvio 1) koskevat riittävät arvioinnit, joiden perusteella pyritään hulevettä ja hydrologiaa koskeviin alueellisiin tavoitteisiin.



Kuvio 1. Kaavajärjestelmän rakenne.

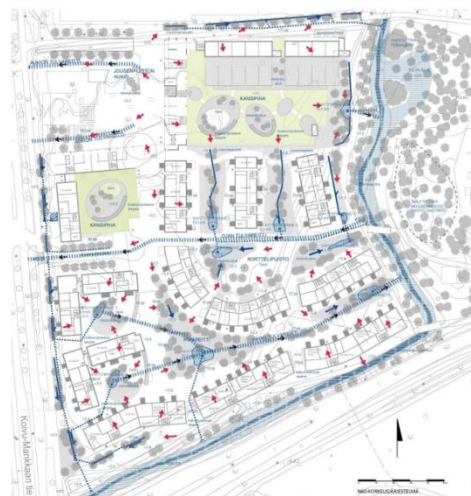
3.1 Maakuntakaava

Maakuntakaavaa laadittaessa on valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet otettava huomioon siten kuin siitä edellä säädetään. Kaavaa laadittaessa on kiinnitettävä huomiota maakunnan oloista johtuviin erityisiin tarpeisiin. Kaava on mahdollisuuksien mukaan yhteen sovitettava maakuntakaava-alueeseen rajoittuvien alueiden maakuntakaavoituksen kanssa. [1, 28 §].

Maakuntakaavoitusvaiheessa tulee olla suunnitelmat alueelliselle hulevesien käsittelylle. Kunnan hulevesijärjestelmät tulisi olla riittävällä mitoituksella suunnitellut tai kartoitetut. Olemassa olevaa järjestelmän kapasiteettia tulisi kasvavan tarpeen mukaan parantaa, kiinteistökohtaisten hulevesien käsittelyn lisäksi. Hulevesien uudelleen hyödyntäminen kaavoituksessa on monen kunnan alueella vielä suurimmilta osin vähäistä. Tällä hetkellä rakennushankkeissa toteutetaan yleisesti tapaa, jolla kiinteistöjen hulevedet johdetaan suoraan kunnan sadevesitai sekavesiviemärijärjestelmiin. Myös enenevässä määrin hankkeissa käytetään erilaisia maanalaisia imeytys-/ viivytysjärjestelmiä. Positiivisia poikkeuksiakin on. Esimerkkinä Espoon kaupungin alueella on osattu ottaa hulevesien hallinnan osana luonnonmukaisia käsittelyratkaisuja maankäytön suunnittelussa (kuva 1).

**Jousenpuiston
lähiympäristösuunnitelma,
hulevesien hallintasuunnitelma,
Espoon kaupsu, 2012-2013**

- Korttelitaso
- Tavoitteena hulevesien viivyttäminen ja hyödyntäminen
- Haasteena rakentamisen tiiveys, pohjaolosuhteet ja alavuus
- Luonnontilanne lähtökohtana alueelta sallitulle purkuvirtaamalle
- Asemakaavamääräykseksi $0,5 \text{ m}^3$ viivytyskapasiteettia / 100 m^2 vettäläpäisemätöntä pintaa



Kuva 1. Jousenpuiston lähiympäristösuunnitelma. [2, 18].

3.2 Yleiskaava

Yleiskaavan tarkoituksena on kunnan tai sen osan yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteen sovittaminen. Yleiskaava voidaan laatia myös maankäytön ja rakentamisen ohjaamiseksi määrättyllä alueella. Yleiskaavassa esitetään tavoitellun kehityksen periaatteet ja osoitetaan tarpeelliset alueet yksityiskohtaisen kaavoituksen ja muun suunnittelun sekä rakentamisen ja muun maankäytön perustaksi. Yleiskaava voidaan laatia myös vaiheittain tai osa-alueittain. [1, 35 §].

Uusien rakentamiseen otettavien alueiden suunnittelussa, tulee valuma-alueista ja niihin kuuluvista pohjaveden muodostumisalueista ja vesistöistä tehdä tarvittavat selvitystyöt yleiskaavatasolla. Osayleiskaavataso on edellytyksiltään paras hulevesien hallinnan selvitysten ja suunnitelmien laatimiseen. [3, 22.].

3.3 Asemakaava

Asemakaava on kaavoituksen vaiheista yksityiskohtaisin. Tämä kaavoituksen muoto vaikuttaa erityisesti kiinteistön omistajien ja haltijoiden toimintaan.

Alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä varten laaditaan asemakaava, jonka tarkoituksena on osoittaa tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten ja ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla. [1, 50 §].

Aiemmissä kaavavaiheissa tehdyt selvitykset tarkennetaan asemakaavavaiheessa. Muun muassa maaperän laatu ja rakentamisen määrä toimivat perusteina suunnittelualueiden ja valuma-alueiden hulevesien hallintatoimille. Suunnitelma tulisi tehdä asemakaavoituksen alkuvaiheessa, jolloin sillä voidaan vaikuttaa kaavan periaatteisiin. [3, 78.].

Asemakaava esitetään kartalla, jossa osoitetaan:
1) asemakaava-alueen rajat (*asemakaava-alue*);
2) asemakaavaan sisältyvien eri alueiden rajat;

3) ne yleiset tai yksityiset tarkoitukset, joihin maa- tai vesialueet on aiottu käytettäväksi;

4) rakentamisen määrä; sekä

5) rakennusten sijoitusta ja tarvittaessa rakentamistapaa koskevat periaatteet.

Asemakaavaan kuuluvat myös kaavamerkinnot ja -määräykset.

Asemakaavaan liittyy selostus, jossa esitetään kaavan tavoitteiden, eri vaihtoehtojen ja niiden vaikutusten sekä ratkaisujen perusteiden arvioimiseksi tarpeelliset tiedot. (21.4.2017/230) [1, 55 §].

4 Huleveden hallinnan suunnittelua ja toteutusta koskevat rakentamisen lait, asetukset, määräykset ja vastuualueet

4.1 Hulevesien hallinnan yleiset tavoitteet

Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on:

1) kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa erityisesti asemakaava-alueella;

2) imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla;

3) ehkäistä hulevesistä ympäristölle ja kiinteistölle aiheutuvia haittoja ja vahinkoja ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä; ja

4) edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin. [1, 103 c §].

Hulevesien hallintaan tarkoitettujen järjestelmät tai järjestelmäosat eivät saa aiheuttaa terveyshaittaa käyttäjilleen tai ympäristölleen. Järjestelmäosien tulee olla vaatimuksiltaan ja kestävyydeltään laadukkaita eri ympäristö- ja käyttöolosuhteissa.

Järjestelmän osien tulee täyttää niille asetetut kuormitusluokat ja muut laatuvaatimukset. Hulevesien hallinta- ja käsittelyjärjestelmien onnistuneen toteutuksen edellytyksenä on yhteensovitettu ja koordinoitu erikoissuunnittelu ja toteutustyö.

4.2 Rakennushankkeen eri vaiheet ja vastuualueet

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen

ryhtyvällä on oltava hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen. [1, 119 §].

Rakentamisen suunnittelussa on oltava suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaava pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan on rakennushankkeen ajan huolehdittava, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden siten, että rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset täyttyvät.” [1, 120 a §].

Tarvittavan erityissuunnitelman laatii erityissuunnittelija. Erityissuunnittelijan on huolehdittava, että hänellä on käytössään suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot, ja että erityissuunnitelma täyttää rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. Lisäksi hänen on tehtävä erityissuunnitelmaan rakennustyönaikaiset muutokset sekä laadittava 117 i §:n mukainen rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje oman erityisalansa osalta.

Jos erityissuunnitelman on laatinut useampi kuin yksi erityissuunnittelija, rakennushankkeeseen ryhtyvän on nimettävä heistä yksi tämän erityisalan kokonaisuudesta vastaavaksi erityissuunnittelijaksi. Vastaavan erityissuunnittelijan on huolehdittava, että erillistehtävinä laaditut suunnitelman osat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden. [1, 120 c §].

”Rakennusvalvontaviranomaisen on tehtävä pyydetessä päätös suunnittelijan kelpoisuudesta toimia kyseisessä suunnittelutehtävässä.” [1, 120 f §].

Rakennuslupaa edellyttävässä rakennustyössä on oltava rakennustyötä johtava vastaava työnjohtaja. Toimenpidelupaa edellyttävässä työssä on oltava vastaava työnjohtaja vain silloin, kun se on kohteen käytön aikaiseen turvallisuuteen tai terveellisyteen liittyvien syiden taikka maiseman ja ympäristönäkökohtien vuoksi välttämätöntä. Vastaavan työnjohtajan on vastattava rakennustyön kokonaisuudesta ja laadusta sekä huolehdittava, että rakennustyö tehdään myönnetyn luvan, rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan mukaisesti. [1, 122 §].

Rakennuslupaa edellyttävässä rakennustyössä on vastaavan työnjohtajan lisäksi oltava kiinteistön vesi- ja viemärlaitteiston rakentamisesta sekä ilmanvaihtolaitteiston rakentamisesta vastaavat työnjohtajat, jos se on laitteistojen rakentamisen vaativuuden vuoksi tarpeellista. Jos rakennuslupaa edellyttävä rakennustyö tai osa siitä on vaativa, rakennusvalvontaviranomainen voi rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisesti syystä rakennustyön aikana määrätä, että rakennustyössä on oltava myös muiden erityisalojen työnjohtajia. Erityisalan työnjohtajan on huolehdittava, että kyseisen erityisalan rakennustyö tehdään myönnetyn luvan, rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan mukaisesti. [1, 122 a §].

4.3 Viranomaisvalvonta

”Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä tässä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään.” [1, 124 §].

”Rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai erityisestä syystä rakennustyön aikana laadittavaksi ja toimitettavaksi rakennushankkeen laadun tai laajuuden vuoksi tarpeellisia erityissuunnitelmia.” [1, 134 a §].

”Rakennusvalvontaviranomainen voi rakentamista koskevassa luvassa määrätä pohjakatselmuksen, sijaintikatselmuksen, rakennekatselmuksen sekä lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuksen toimittamisesta, jos se on tarpeen rakennustyön valvomiseksi.” [1, 150 §].

4.4 Rakennuttajavalvonta

Rakennuttajavalvonta tarkoittaa hulevesien hallinnan ja käsittelyn suunnittelun ohjausta ja toteutustyön valvontaa. Tämä tehtävä annetaan usein TATE-valvojan vastuulle.

Rakennusvalvontaviranomainen voi hakemuksesta antaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle luvan valvoa rakennustyötä kokonaan tai osittain itse rakennushankkeeseen ryhtyvän esittämän valvontasuunnitelman mukaisesti. Valvontasuunnitelmassa on esitettävä tiedot rakennushankkeesta ja rakennuttajavalvonnan toteuttamisesta. Lupa voidaan antaa, jos esitetyn valvontasuunnitelman ja rakennushankkeeseen ryhtyvän ja muiden rakennushankkeessa mukana olevien koulutuksen ja kokemuksen perusteella voidaan olettaa, että rakentaminen toteutetaan rakennusluvassa sekä rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti ilman viranomaisvalvontaa. Lupaa ei kuitenkaan saa antaa, jos kyseessä on asuinrakennuksen rakentaminen. Rakennusvalvontaviranomainen voi peruuttaa rakennuttajavalvontaa koskevan luvan, jos hyväksymisen jälkeen ilmenee, että rakennuttajavalvonnalle ei ole edellytyksiä. Rakennuttajavalvonta ei supista tämän lain mukaista rakennusvalvontaviranomaisen toimivaltaa. [1, 151 §].

4.5 Katselmukset

Erilaiset katselmukset ovat tärkeä osa rakennushanketta. ”Rakennusta tai sen osaa ei saa ottaa käyttöön ennen kuin rakennusvalvontaviranomainen on hyväksynyt sen loppukatselmuksessa käyttöön otettavaksi.” [1, 153 §].

”Rakennusvalvontaviranomainen voi hyväksyä rakennuksen tai sen osan käyttöön otettavaksi myös osittaisessa loppukatselmuksessa.” [1, 153 a §]. Tämä mahdollistaa siis rakennuksen käyttöönoton ennen koko hankkeen loppuun saattamista.

4.6 Huleveden johtaminen

Kiinteistön omistaja ja haltija on velvollinen sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittamisen omistamalleen tai hallitsemaalleen alueelle, jollei sijoittamisesta muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Sama koskee johtoihin liittyviä vähäisiä laitteita, rakennelmia ja laitoksia. Johtoa tai muuta laitetta ei saa rakentaa niin, että vaikeutetaan alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista. Jollei sijoittamisesta ole sovittu kiinteistön omistajan ja haltijan kanssa, sijoittamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Sijoittamisesta päätettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei kiinteistölle aiheuteta tarpeetonta haittaa. [1, 161 §].

Vesijohdon ja johtoon liittyvien vähäisten laitteiden ja rakennelmien sijoittamiseen maa-alueella sovelletaan, mitä 161 §:ssä säädetään, jos sijoittamisesta ei päätetä vesilain (587/2011) mukaisessa vedenottoa koskevassa lupapäätöksessä. Jos asemakaava-alueella on tarpeen tehdä oja tai sijoittaa ojitusta varten tarpeellinen suoja-alue tai pumppuasema toisen alueelle, noudatetaan, mitä 161 §:ssä säädetään. Asian ratkaisee kunnan määräämä viranomainen. [1, 161 a §].

Jollei kunta huolehdi rakennusjärjestyksen, tarpeellisten yleiskaavojen tai asemakaavojen laatimisesta taikka pitämisestä ajan tasalla ja on ilmeistä, että se vaikeuttaa laissa alueiden käytön suunnittelulle tai rakentamisen ohjaukselle asetettujen tavoitteiden toteuttamista, asianomainen ministeriö voi asettaa määräajan, jonka kuluessa sitä koskeva päätös on tehtävä. [1, 177 §].

4.7 Muu lainsäädäntö hulevesien hallintaa koskien

Hulevesien hallintaa ja käsittelyä suunnitellessa tulee MRL: n edellä mainittujen lakien lisäksi noudattaa luonnonsuojelulakia ja lakia tulvariskien hallinnasta sekä Ympäristöministeriön asetusta rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, tarvittavilta osin.

Jos hanke tai suunnitelma joko yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon ehdottaman tai verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai on tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon, hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan on asianmukaisella tavalla arvioitava nämä vaikutukset. Sama koskee sellaista hanketta tai suunnitelmaa alueen ulkopuolella, jolla todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia. [4, 65 §].

Kunta, maakunnan liitto ja alueen pelastustoimi osallistuvat vesistöalueen ja merenrannikon tulvariskien hallinnan suunnitteluun siten kuin tässä laissa säädetään. Kunta huolehtii hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta siten kuin 19 §:ssä säädetään. [5, 5 §].

”Tulvariskien alustava arviointi tehdään toteutuneista tulvista sekä ilmaston ja vesiolojen kehittymisestä saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä.” [5, 7 §].

”Alue, jolla 7 §:ssä tarkoitetun arvioinnin perusteella todetaan mahdollinen merkittävä tulvariski tai jolla sellaisen riskin voidaan olettaa ilmenevän, nimetään merkittäväksi tulvariskialueeksi.” [5, 8 §].

Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon tulvan todennäköisyys sekä seuraavat tulvasta mahdollisesti aiheutuvat yleiseltä kannalta katsoen vahingolliset seuraukset:

- 1) vahingollinen seuraus ihmisten terveydelle tai turvallisuudelle;
- 2) välttämättömyyspalvelun, kuten vesihuollon, energihuollon, tietoliikenteen, tieliikenteen tai muun vastaavan toiminnan, pitkäaikainen keskeytyminen;
- 3) yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja turvaavan taloudellisen toiminnan pitkäaikainen keskeytyminen;
- 4) pitkäkestoinen tai laaja-alainen vahingollinen seuraus ympäristölle; tai
- 5) korjaamaton vahingollinen seuraus kulttuuriperinnölle.

Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon myös alueelliset ja paikalliset olosuhteet. [5, 8 §].

”Edellä 8 §:ssä tarkoitetuille merkittävillä tulvariskialueille laaditaan kartat, jotka kuvaavat erisuuruisilla todennäköisyyksillä esiintyvien tulvien leviämisalueita (*tulvavaarakartta*), sekä kartat, joista ilmenevät tällaisista tulvista mahdollisesti aiheutuvat vahingolliset seuraukset (*tulvariskikartta*). [5, 9 §].

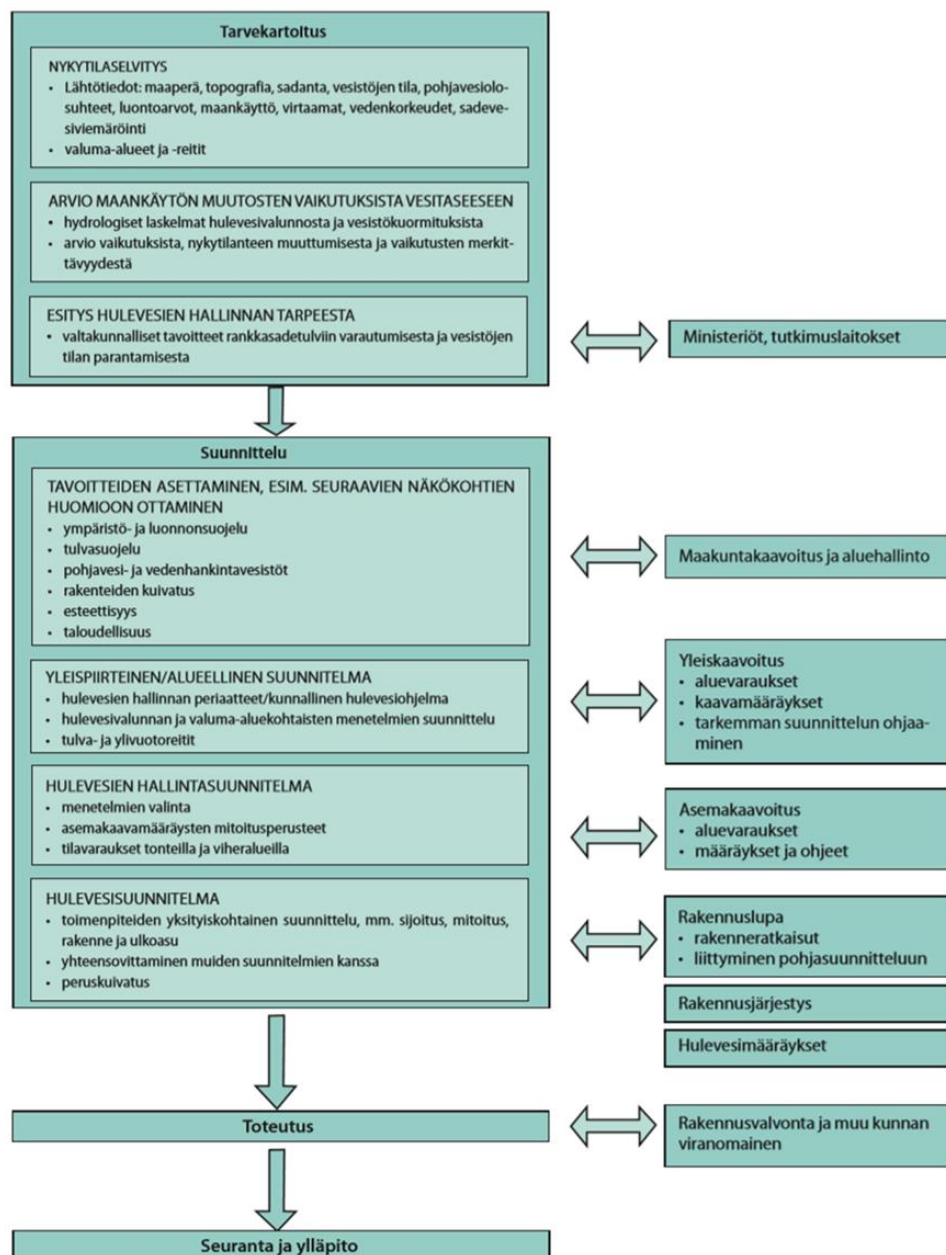
Kunta tekee alustavan arvioinnin hulevesitulvista aiheutuvista tulvariskeistä, nimeää hulevesitulvien merkittävät tulvariskialueet ja laatii alueille tulvavaarakartat ja tulvariskikartat noudattaen soveltuvin osin, mitä 7–9 §:ssä säädetään. Kunnan päätökseen merkittävien tulvariskialueiden nimeämisestä ei saa hakea erikseen muutosta valittamalla. [5, 19 §].

Pää- ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava hulevesijärjestelmä niin, että ensisijainen ratkaisu hulevesien poistamiseksi on niiden viivyttäminen ja imeyttäminen kiinteistöllä. Jos hulevesien imeyttäminen ei ole maaperän ominaisuuksien vuoksi mahdollista, kiinteistöllä on oltava hulevesilaitteisto, jonka kautta hulevedet virtaavat avo-ojaan, vesistöön tai kunnan hulevesiviemäriin. Hulevesilaitteistoon ei saa johtaa jätevesiä.

Hulevesilaitteiston mitoituksen on oltava sellainen, että viemäriin johdettava mitoitusadetta vastaava virtaama ei aiheuta viemäriin tulvimista. [6, 35 §].

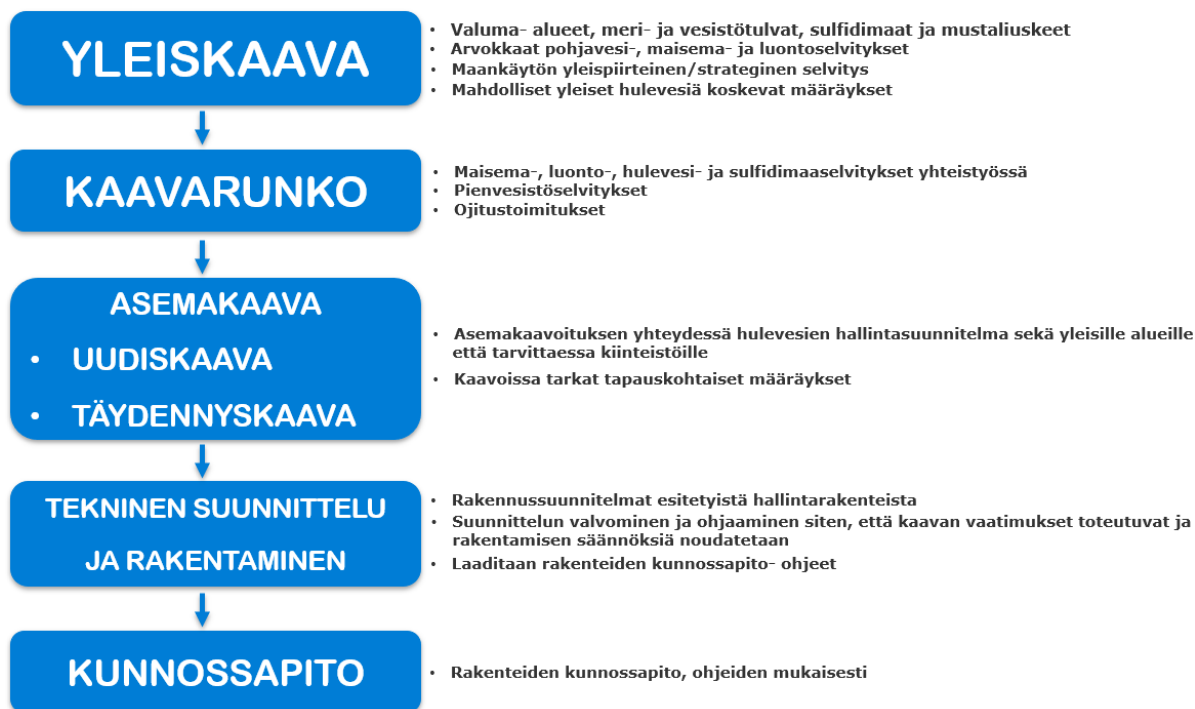
5 Huleveden hallinnan ja käsittelyn suunnittelu yleisellä tasolla

Huleveden käsittelyn suunnittelu liittyy olennaisena osana kaavaan. Kiinteistöjen suunniteltu käyttötarkoitus ja koko määrittää myös kiinteistöstä poisjohdettavan huleveden määrän ja järjestelmät. Jotta hulevesien käsittely ja hallinta toteutetaan asianmukaisesti, on tätä ennen oltava ennalta suoritettuna ministeriötason sekä tutkimuslaitosten tekemä perusteellinen tarvekartoitus (kuvio 2).



Kuvio 2. Hulevesien huomioonottaminen maankäytön suunnittelussa. [3, 23].

Hulevesien hallinnan suunnittelun yhdistämistä alueiden käytön suunnitteluun tulisi lisätä monen kunnan alueella. Esimerkiksi Ramboll Finland Oy on koostanut Oulun kaupungille hulevesien hallinnan suunnitteluohjeen, jossa on suositeltu hulevesien hallinnan suunnittelua osaksi alueiden käytön suunnittelua (kuvio 3).



Kuvio 3. Hulevesien hallinnan suunnittelu alueiden käytön suunnittelun yhteydessä. [7, 5].

Hulevesien hallintatoimenpiteiden suunnittelu vaatii pohjavesiolosuhteiden selvitystä. Pohjaveteen imeytyviksi suunniteltujen hulevesien suunnittelussa on erityisen tärkeää tuntea pohjavesiolosuhteet (kuvio 4). [3, 116].



Kuvio 4. Pohjavesiolosuhteiden selvittäminen, ohjeellinen luettelo. [3, 116].

Lisäksi, rakennushankkeissa tulee ottaa huomioon rakennusaikainen hulevesien hallinta. Rakennustyömaalla olevien epäpuhtauksien leviäminen ympäristöön hulevesien välityksellä on suuri riski ympäristön pilaantumisen ja vesistöjen rehevöitymisen kannalta. Tätä ehkäisemään on laadittu RT 89-11230 ohjekortti. Tämä ohjekortti on tehty erityisesti tilaajan käyttöön.

5.1 Geotekninen suunnittelu

Maankäyttö- ja rakennuslaissa yleisesti veloitetaan, että kiinteistöillä syntyvät hulevedet tulee yleisesti pyrkiä imeyttämään niiden kerääntymispaikoilla. Tällä voidaan tarkoittaa käytännössä erilaisia geoteknisiä ratkaisuja. RT-kortisto 10-11127, Geoteknisen suunnittelun tehtäväluettelo GEO12 on tätä suunnittelutyötä varten laadittu asiakirja.

Viimeistään rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa geotekninen suunnittelija tekee tarvittavat geotekniset tutkimukset, selvitykset, kartoitukset sekä pohjatutkimukset ja mittaukset. Tätä hankesuunnitteluvaiheessa suoritettavaa suunnittelutyötä tehdään Suomessa alueittain hyvin vaihtelevalla laajuudella. Vaikka laki vaatii hulevesien ensisijaisen imeyttämisen, hankkeissa harvemmin käytetään geoteknistä suunnittelua ja sen mahdollistamia toteutuskeinoja hulevesien käsittelyyn.

RT-kortin tehtäväluettelossa on myös maininta yleissuunnittelun yhteydessä tehtävästä rakennuspohjan kuivatuksen yleissuunnitelmasta ja rakennuksien ja rakennusalueen hulevesien johtamisratkaisusta. [8, E 4.3] Myös toteutussuunniteluun kuuluu suunnitella rakennusalueen pintakuivatus ja hulevesien johtaminen. [8, G 4].

Geoteknisessä suunnittelussa hyödynnetään erilaisia maaston ja maa-ainesten käyttöön perustuvia ratkaisuja. Painanteet, avouomat (kuva 2), ojat ja valuma-alueet ovat tyypillisiä geoteknisiä hulevesien imeytys ja viivytyksratkaisuja. Myös olemassa olevan ja istutetun kasvillisuuden hyödyntäminen tulee ottaa huomioon suunnittelussa.



Kuva 2. Esimerkki hulevesien johtamisesta avouoman avulla. [9].

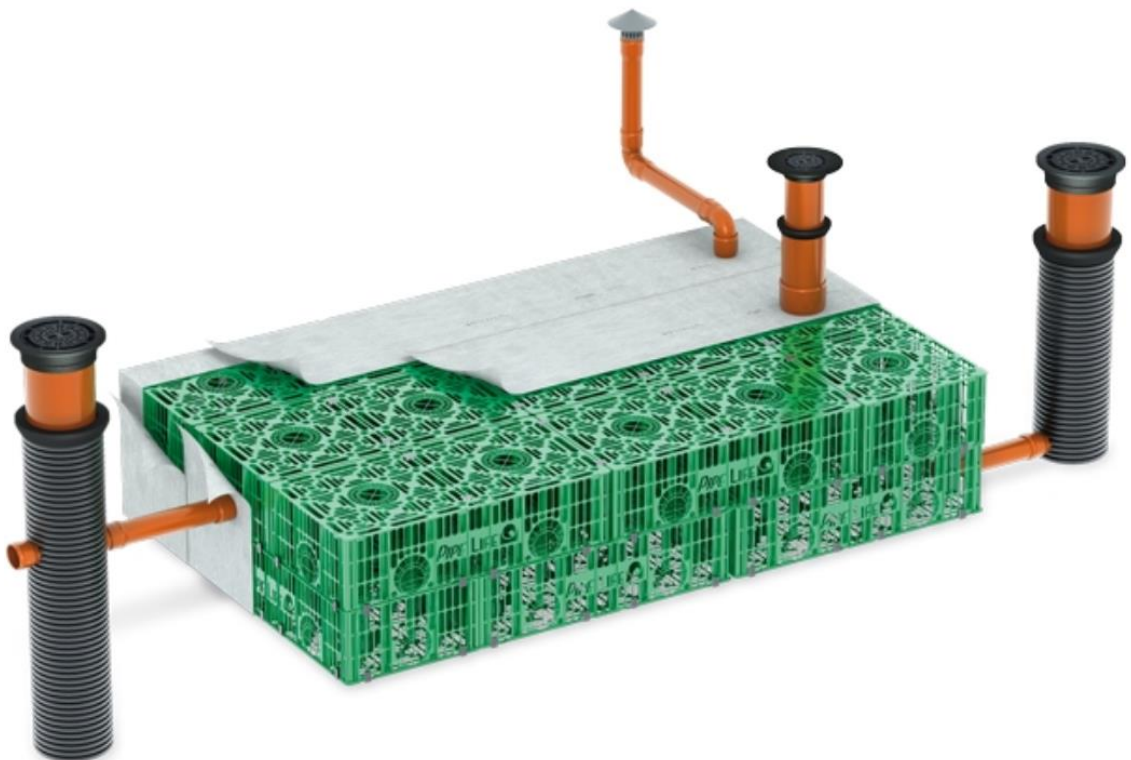
5.2 LVI- suunnittelu

Tilanteissa, joissa kiinteistöllä tapahtuvaa hulevesien imeytystä tai poisjohtamista ei pystytä toteuttamaan pelkästään geoteknisin ratkaisuin, hulevesien suunnittelun vastuu siirtyy joko osittain tai kokonaan rakennushankkeessa toimivalle LVI-suunnittelijalle.

”Kiinteistön omistajan tai haltijan on toteutettava hulevesien hallinta kiinteistöllä kunnan hulevesijärjestelmän kanssa yhteensopivaksi.” [1, 103 h §].

Yleisimmät LVI- tekniikalla toteutetut rakennuspohjan kuivatukseen ja hulevesien käsittelyyn tarkoitetut ratkaisut ovat salaojitus, sadevesiviemärointi, imeytys-/ viivytyksratkaisut (kuva 3) ja kiinteistöltä hulevedet poisjohtavat järjestelmät.

Riippuen asemakaavasta ja tontin maaperästä voidaan kiinteistöllä syntyvät hulevedet joko johtaa tontille rakennettuun imeytys- tai viivytyksjärjestelmään tai vaihtoehtoisesti kunnan sadevesiviemärointiin. Sekaviemärointiä, eli hulevesien johtamista jätevesiviemäriin, tulee pyrkiä välttämään.



Kuva 3. Pipelife Stormbox- imeytys-/ viivytykskenttä (havainnekuva). [10]

Yleensä kiinteistöjen hulevesien hallinta toteutetaan LVI- teknisin keinoin johtuen rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa tehtyjen tai tekemättä jätettyjen geoteknisten tutkimusten ja selvitysten vuoksi. Kaikki riippuu siitä, kuinka perusteellisesti pohjatutkimukset on tehty ja onko näistä saatujen tietojen tai niiden puuttumisen tuloksena päädytty LVI- teknisiin ratkaisuihin.

5.3 Yhteys muuhun suunnitteluun ja suunnitelmien yhteensovitus

Kaupunkien olosuhteiden viihtyvyyden lisäämiseksi voidaan hyödyntää hulevesien hallinnan suunnittelua. Taajamainfrastruktuurin osana toimiva hulevesien hallinnan suunnittelu palvelee liikenneväylien, ynnä muiden yleisien alueiden teknistä suunnittelua. Vesihuoltoverkot ja muut maanalaiset verkot tulee suunnitella yhteistyössä hulevesiviemärien suunnittelun kanssa. [3, 24].

Tulvareittien suunnittelulla ja kunnossapidolla on merkittävä osuus hulevesien hallinnassa. Tulvareitit mitoitetaan harvemmin toistuvien rankkasateiden pohjalta verrattuna hulevesiviemärien mitoitukseen. Kohteen riskitaso määrittää hyväksyttävän tulvimisen osuuden. [3, 25].

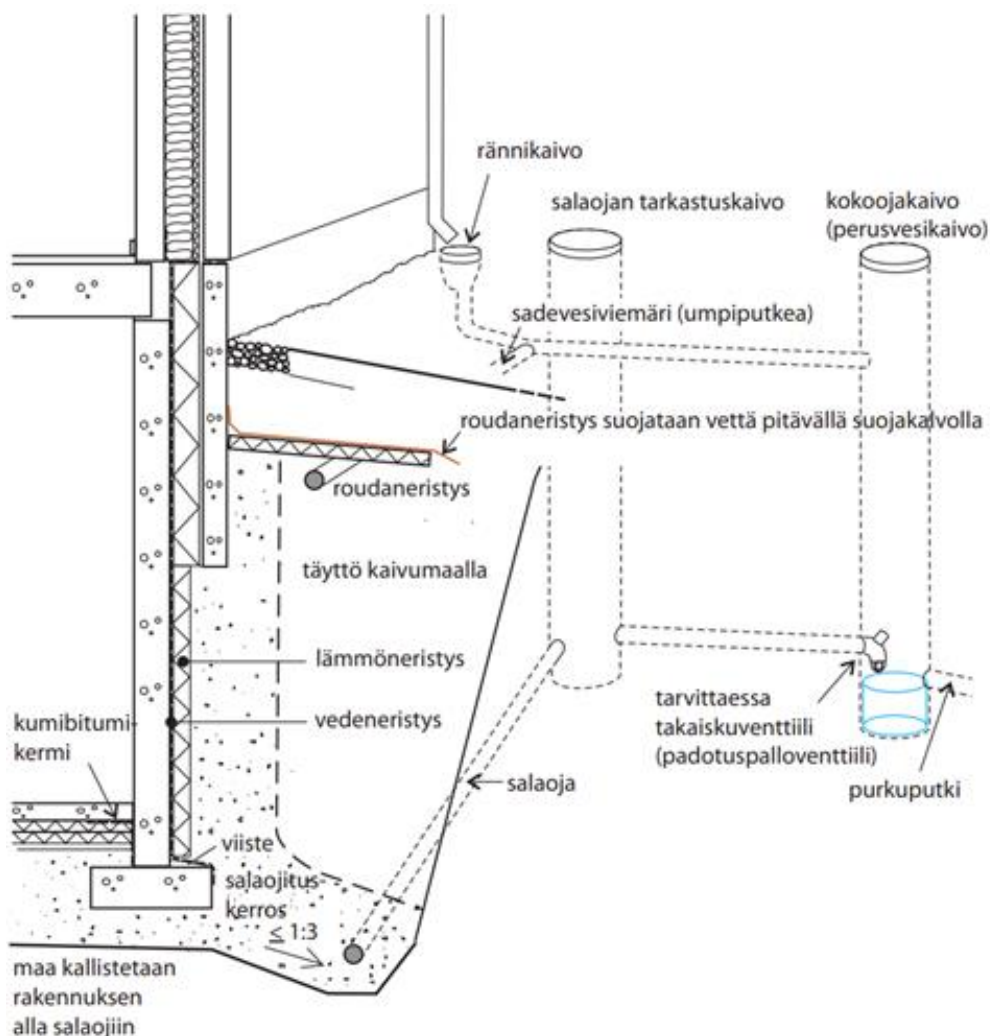
Pohjavesien määrälliset ja laadulliset tavoitteet ovat suuressa osassa hulevesien hallinnan suunnittelussa. Hulevesien poisjohtamista pohjavesialueilta tulisi välttää, jotta pohjavesialueiden luonnontilaa muutettaisiin mahdollisimman vähän. [3, 25].

Rakennushankkeissa on tärkeää varmistaa, että hulevesien käsittelyn ja hallinnan suunnittelun ohjauksessa huomioidaan järjestelmien toimiminen kaikkina vuoden aikoina. Jo toteutuneissa hankkeissa on kohdattu ongelmia esimerkiksi rännien syöksytorvien jäätyminen kanssa. Kyseessä on usein suunnittelutyössä kohdattavasta niin sanotusta rajapinta-alueesta. Tässä tapauksessa huleveden olisi pitänyt toimia erikoissuunnittelussa yhdistävänä tekijänä. Erikoissuunnittelijoiden yhteistyö ja sen koordinointi on sekä rakennuttajavalvonnan että projektinjohdon vastuulla, itse erikoissuunnittelijoiden omaa vastuuta unohtamatta.

Kaupallisissa tai teknisissä asiakirjoissa tulee olla selvät maininnat suunnittelu-työn yhteensovituksen varmistamiseksi. Toimivan huleveden hallinnan suunnittelun ja toteutustyön perustana toimivat hyvin laaditut dokumentit ja ohjeet.

6 Huleveden hallinnan ja käsittelyn suunnittelu

Oli sitten kyseessä geotekninen- tai LVI- tekninen suunnittelu, rakennuspohjan kuivatuksen ja hulevesien hallinnan suunnittelussa on aina otettava huomioon padotuskorkeus. Padotuskorkeudella tarkoitetaan vesipinnan korkoa, jolle vesi voi verkostossa nousta esim. viemärijärjestelmässä muodostuneen tukoksen vuoksi. Salaojajärjestelmät tulee aina varustaa padotusventtiilillä. Tällä estetään tulvavesien johtuminen rakennusten perustuksiin (kuva 4).



Kuva 4. Rakennuksen perustusten kuivatus, salaojajärjestelmää käyttäen. [11, 3].

6.1 Pää- ja arkkitehtisuunnittelu

Rakentamisen suunnittelussa on oltava suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaava pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan on rakennushankkeen ajan huolehdittava, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden siten, että rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset täyttyvät. Pääsuunnittelijan on huolehdittava myös siitä, että rakennushankkeeseen ryhtyvä saa tiedon huolehtimisvelvollisuutensa kannalta merkityksellisistä suunnittelua koskevista seikoista. [1,120a §].

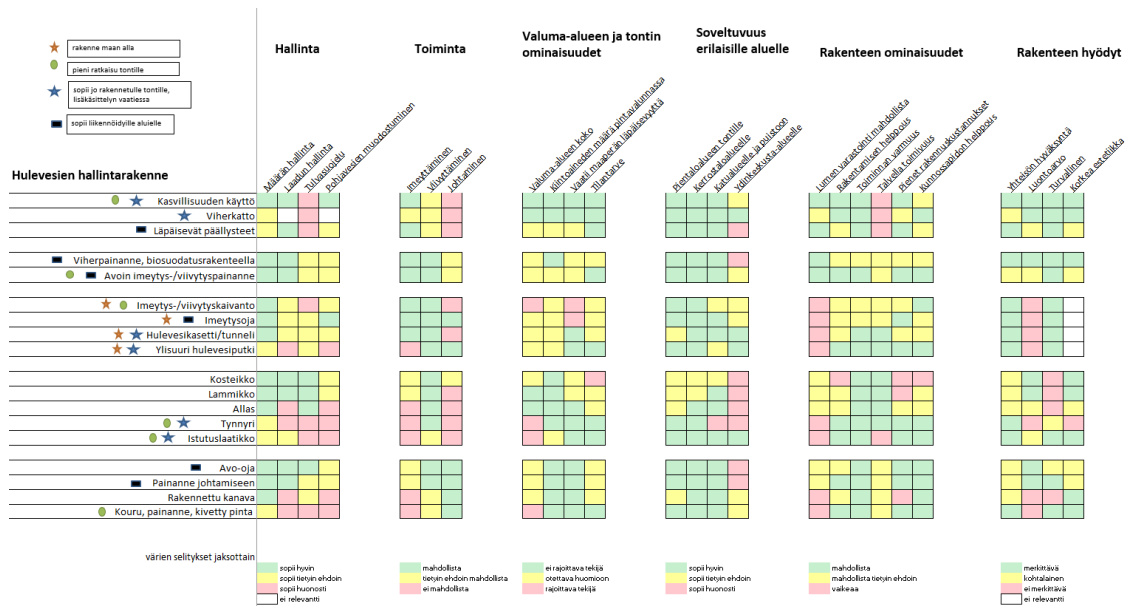
Hankesuunnitteluvaiheessa pääsuunnittelijan yhtenä tärkeänä tehtävänä on hankkeen lähtötietojen ristiriidattomuuden ja ajantasaisuuden varmistaminen. Pääsuunnittelija on veloitettu selvittämään erityissuunnittelijoiden kanssa tarvittavat mittaukset ja tutkimukset sekä esittää kirjallisesti, tarvittavia tutkimuksia tai mittauksia jos lähtötiedot eivät ole ajan tasalla. [12, B 4.2].

Koko hankkeen ajan pääsuunnittelija huolehtii, että suunnitelmat ovat todettu yhteensopiviksi ja ristiriidattomiksi. [12, 4 – 11].

6.2 Hulevesien hallintarakenteen valinta

Huleveden hallintarakenteen valinnalla voidaan suunnittelutyössä vaikuttaa suuresti järjestelmän toimivuuteen, huollettavuuteen, hulevesien uudelleen hyödynnettävyyteen, esteettistä näkökulmaa unohtamatta.

Ilmastotyökalut.fi-palvelusta löytyy erittäin kattava valikoima erilaisia työkaluja ja ohjeita, joilla erikoissuunnittelijat pystyvät helpottamaan suunnittelutyötään (kuvio 5). Työkaluja ja ohjeita löytyy niin rakentamisen vaikutuksille hulevesien määrään, itse rakentamiseen liittyvistä hulevesien suunnittelu- ja toteutusohjeista, aina vesistön herkkyyden arviointityökaluun asti. Palvelussa on otettu huomioon niin pientalotonteilla kuin alueellisesti tapahtuva rakentaminen.



Kuvio 5. Hulevesirakenteiden valintatyökalu, excel-taulukko. [13].

Hulevesien hallintarakenteita valittaessa erikoissuunnittelijat määrittävät rakennushankkeeseen soveltuvat hallintarakenteet, perusteellisten pohjatutkimusten ja tulosten mukaan. Hallintarakenteiden skaala on suhteellisen laaja, mutta lähes kaikki ratkaisut eivät ole usein sovellettavissa joko kapasiteettinsa tai maaperäominaisuuksiensa takia.

6.3 Geotekninen suunnittelu

Hulevesien hallintaratkaisulla tulisi pyrkiä ensisijaisesti toimimaan siten, että muodostuvat hulevedet saataisiin hallittua ja käsiteltyä niiden syntypaikalla. Jättämällä piha-alueita päällystämättä tai käyttämällä läpäiseviä materiaaleja voidaan edistää huleveden imeytymistä. [3, 20]. RT 10-10619 Asuinrakennushankkeen pohjatutkimus ja pohjarakennussuunnittelu -ohjekortissa esitetään ohjeet tavanomaisen ja erityisen asuinrakennushankkeen pohjatutkimuksista ja pohjarakennussuunnittelusta.

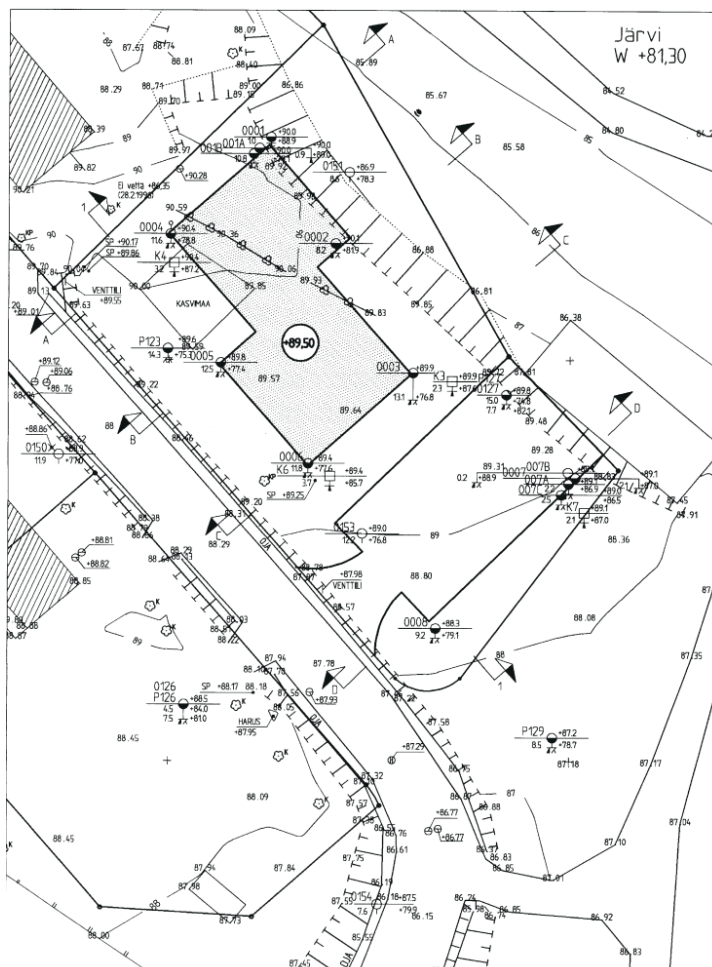
Tavanomaisissa kohteissa vaaituksella tarkoitetaan kahden pisteen välistä korkeuseron selvittämistä, usein vaaituskojeella mitaten. Kartoitussmittauksilla pyritään muodostamaan mittauskohteesta maastomalli, maanpintojen korkeus jatkuvana pintana mallinnettuna. Erityisissä hankkeissa tulee lisäksi tehdä puuston

kartoitus, nykyisten rakennusten vaaitus, nurkkapisteiden merkitseminen ja maa-kaapeliin kartoitus.

Maalajien ja maakerrosrajojen, sekä maalajien routivuuden ja suhteellisen tiiviyden sekä pohjavedenpinnan tason selvittäminen tehdään pohjatutkimuksella. [14, 2].

Pohjatutkimus käsittää tavanomaisissa rakennuskohteissa kairauksien suorittamisen, maanäytteiden ottamisen, pohjavedenpinnan tason mittaamisen ja saven leikkauslujuuden selvittämisen. Lisäksi erityisissä hankkeissa tulee tehdä koonpuristuvuuden selvittäminen, porakonekairauksien suorittaminen sekä perustamistapojen selvittäminen. [14, 2].

Edellä mainittujen työvaiheiden perusteella geosuunnittelija muodostaa vaaituksen ja kartoituksen tulostuksen sekä pohjatutkimuksen tulostuksen (kuva 5).



Kuva 5. Esimerkki kartoituksen tuloksena piirretystä kartasta, 1:500. [14, 3].

Geosuunnittelun edettyä pohjarakennusehdotusvaiheeseen, tavanomaisissa hankkeissa määritellään kantavien rakenteiden perustaminen, alapohjan perustaminen, kaivannot ja kellarin rakentaminen, täyttöjen arvioiminen, routasuojaustarpeen selvittäminen sekä hulevesien hallinnan kannalta tärkeät, kuivaustarpeen arvioiminen, tonttviemärien rakentaminen ja piha- alueen rakentaminen. Erityisissä hankkeissa lisäksi voidaan tarvita selvitykset tontin esirakentamisesta, perustusten vahvistamisesta tai tuennasta ja ympäristöhaittojen arvioimisesta, joka on hulevesien hallinnan kannalta tärkeää. [14, 4].

Itse toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään täydentävä pohjatutkimus, joka suoritetaan ja tulostetaan luonnossuunnittelun periaatteita noudattaen. [14, 4].

Kuten minkä tahansa suunnittelualan töissä, laaditaan myös urakka- asiakirjat sekä suoritetaan maa- ja pohjarakennustöiden asiantuntijavalvojan tekemä suunnitteluvalvonta.

6.4 LVI- suunnittelu

Jos hulevesien hallinnan suunnittelua ei ole mahdollista tehdä täysin tai osittain geoteknisen suunnittelun työkaluja hyödyntäen, vastuu siirtyy LVI- suunnittelijalle.

LVI- suunnittelijan tulee noudattaa ja hyödyntää työssään mm. Maankäyttö- ja rakennuslakia, tarvittavia RT- ohjekortteja, D1 Suomen Rakentamismääräyskoelmaa Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistojen Määräykset ja ohjeet 2007 ja talotekniikkainfoa. Ympäristöministeriön 22.12.2017 antama asetus korvasi rakentamismääräyskokoelman osan D1, mutta LVI- suunnittelussa kyseinen dokumentti on edelleenkin käytössä suunnitteluohjeiden osalta.

Kuten geoteknisessä hulevesien hallinnan suunnittelussa, LVI- suunnittelu alkaa Maankäyttö- ja rakennuslain tulkinnalla. Varsinkin niiden säädösten osalta, jotka liittyvät olennaisesti hulevesien hallinnan suunnitteluun. Lisäksi suunnittelijan tulee ottaa työssään huomioon ympäristönsuojelulaissa ja laissa tulvariskien hallinnasta säädetyt hulevesien hallintaan olennaisesti liittyvät lait. Näin LVI- tai kuka

tahansa erikoissuunnittelija varmistaa työnsä laadun, että suunnitelmat täyttävät vaaditut lait.

LVI- suunnittelijan on hyödyllistä hyödyntää RT- ohjekortteja, joita Rakennustieto Oy myös päivittää tarpeen mukaan. Esimerkiksi RT 89-11196 Hulevesien hallinta- ohjekortti, on dokumentti, jota muutkin kuin LVI- suunnittelijat voivat työssään hyödyntää.

Yhtenä tärkeimmistä LVI- suunnittelijan työtä ohjaavista dokumenteista on ”D1 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot Määräykset ja ohjeet 2007”. Tämä on ympäristöministeriön toimesta annettu asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistosta. Näitä määräyksiä ja ohjeita noudattamalla saavutetaan säädökset täyttävät järjestelmät ja ratkaisut.

Asetuksessa määrätään sadevesien poisto kiinteistön alueelta siten, ettei siitä aiheudu vahingon-, tapaturman-, tulvimisen vaaraa tai muita haittoja. Järjestelmän tulee olla sekä kestävä että käyttövarma. Jätevesien johtaminen sadevesilaitteistoon myös kielletään tässä asetuksessa. [15, 27].

Sadeveden poisto kiinteistön alueelta on järjestettävä hyvin toimivalla tavalla ja niin, ettei siitä aiheudu vahingon- tai tapaturmanvaaraa, tulvimista tai muuta haittaa. Sadevesilaitteisto on sijoitettava kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti ja sen tulee olla riittävän kestävä ja käyttövarma. Sadevesilaitteistoon ei saa johtaa jätevesiä. Kiinteistön perustusten kuivatusvedet saadaan johtaa alueen viemärointijärjestelmästä riippuen avo-ojaan, vesistöön, sadevesiviemäriin tai imeyttää maahan sopivalla paikalla. Perustusten kuivatusvedet tulee johtaa sadevesiviemäriin perusvesikaivoa kulkureittinä käyttäen. Perusvesikaivosta lähtevässä putkessa olevan vesijuoksun ollessa alempana yleistä sadevesiviemäriin padotuskorkeutta, perustusten kuivatusvesiputki varustetaan padotusventtiilillä. [15, 27-28].

6.4.1 Kiinteistöllä syntyvän hulevesimäärän mitoitus

Viemärin tulvimisvaaran estämiseksi sadevesilaitteiston mitoitetaan niin, ettei mitoitussadetta vastaava huleveden virtaus aiheuta tulvimisvaaraa viemärissä (kaava 1). [15, 28].

Sadeveden mitoitusvirtaama (q) lasketaan kaavasta

$$q = q_s (k_1 A + k_2 A + \dots + k_n A_n) \text{ dm}^3/\text{s} \quad (1)$$

jossa

q_s on mitoitussade ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$)

Yleensä $q_s = 0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$, tulvimisen haitallisuudesta riippuen ja

paikallinen viranomaisen luvalla voidaan käyttää arvoja $q_s = 0,010 - 0,020 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$,

k_n valumiskerroin osa-alueella,

$k = 1,0$, katot, asfaltti-, betoni- ja muut tiiviit päällysteet,

$k = 0,7$, sorapäällysteet,

$k = 0,3$, nurmikot ja päällystämättömät pinnat,

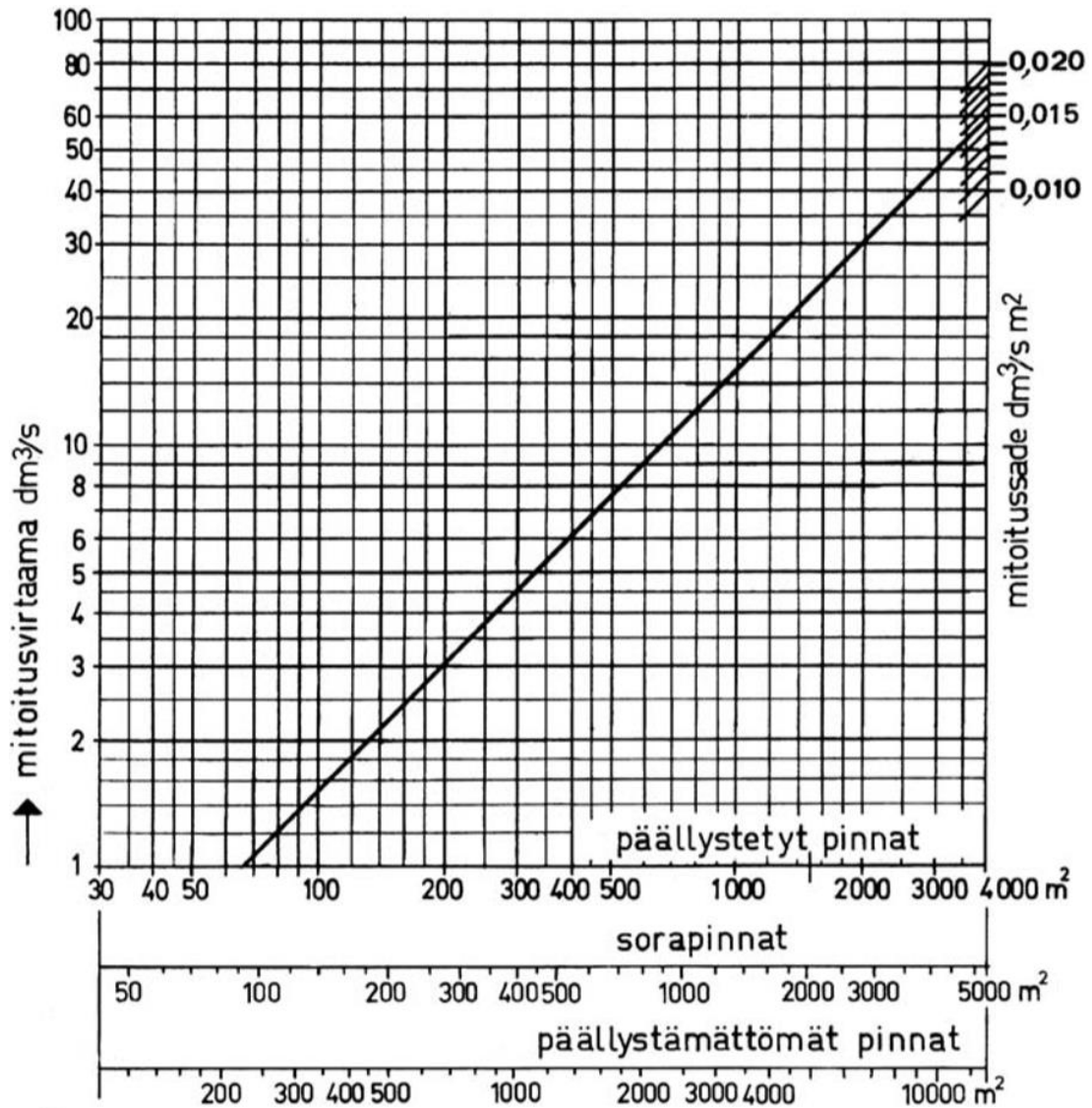
A_n valuma-alueen osan pinta-ala (m^2) vaakasuoralle pinnalle projisoituna.

Kaava 1. Sadeveden mitoitusvirtaaman laskentakaava. [15, 59].

Mitoituksessa huomioidaan seuraavat seikat:

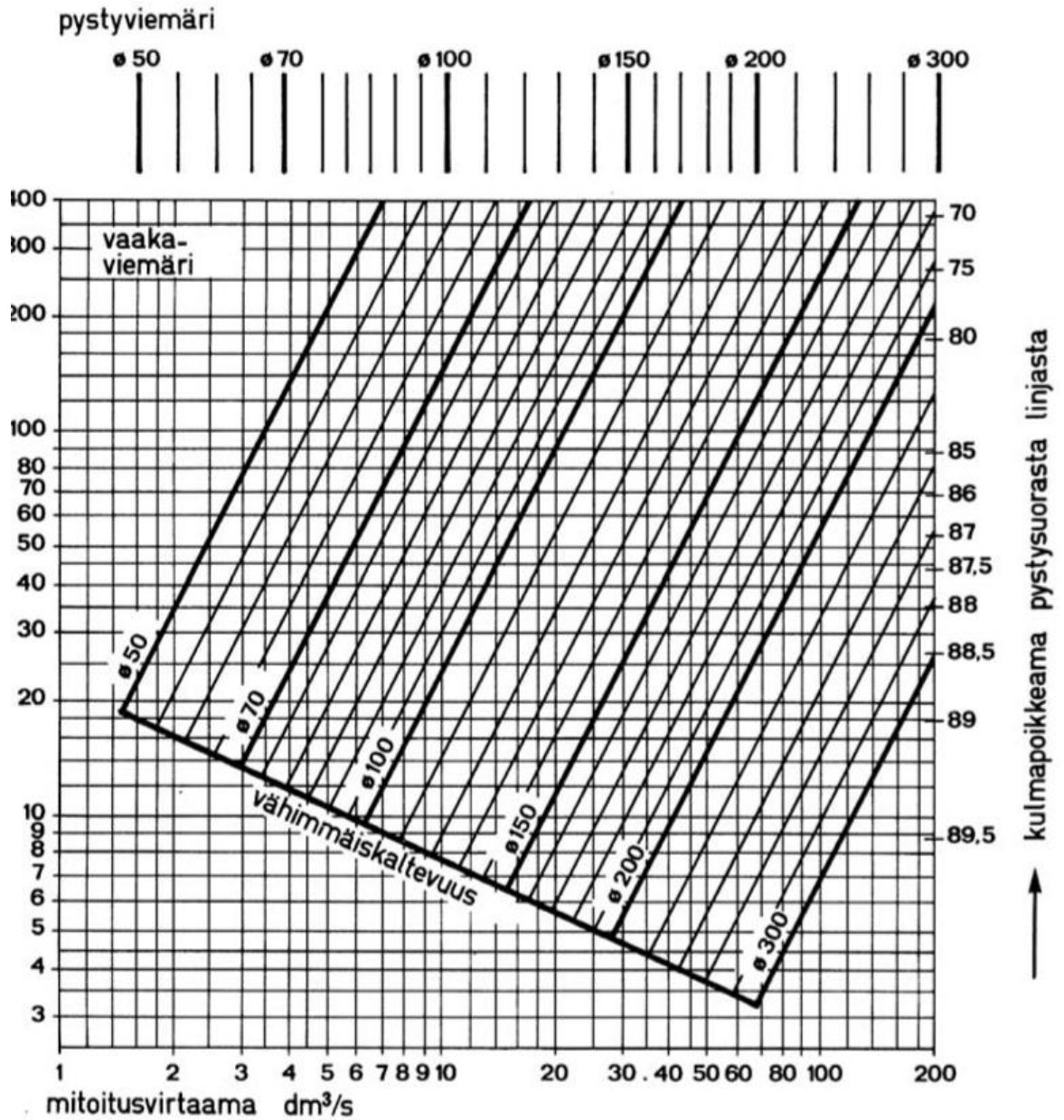
- Pystyviemärin siirto suoritetaan vastaavasti kuin jätevesiviemärissä.
- Maahan sijoitettavan viemärin pienin koko on DN 70.
- Sadevesikaivosta lähtevän viemärin pienin koko on DN 100.
- Sadevesiviemärin putkikokoa ei saa pienentää virtaussuunnassa. [9, 59].

Viettoviemärijärjestelmällä toteutettu sadevesiputkisto mitoitetaan alla olevia taulukkoja 1-3 hyväksi käyttäen. [15, 59]. Taulukosta 1, voidaan tarvittava mitoitusvirtaama määrittää karkeasti, mutta kaavaa 1 käyttäen saadaan tuloksesta tarkempi.



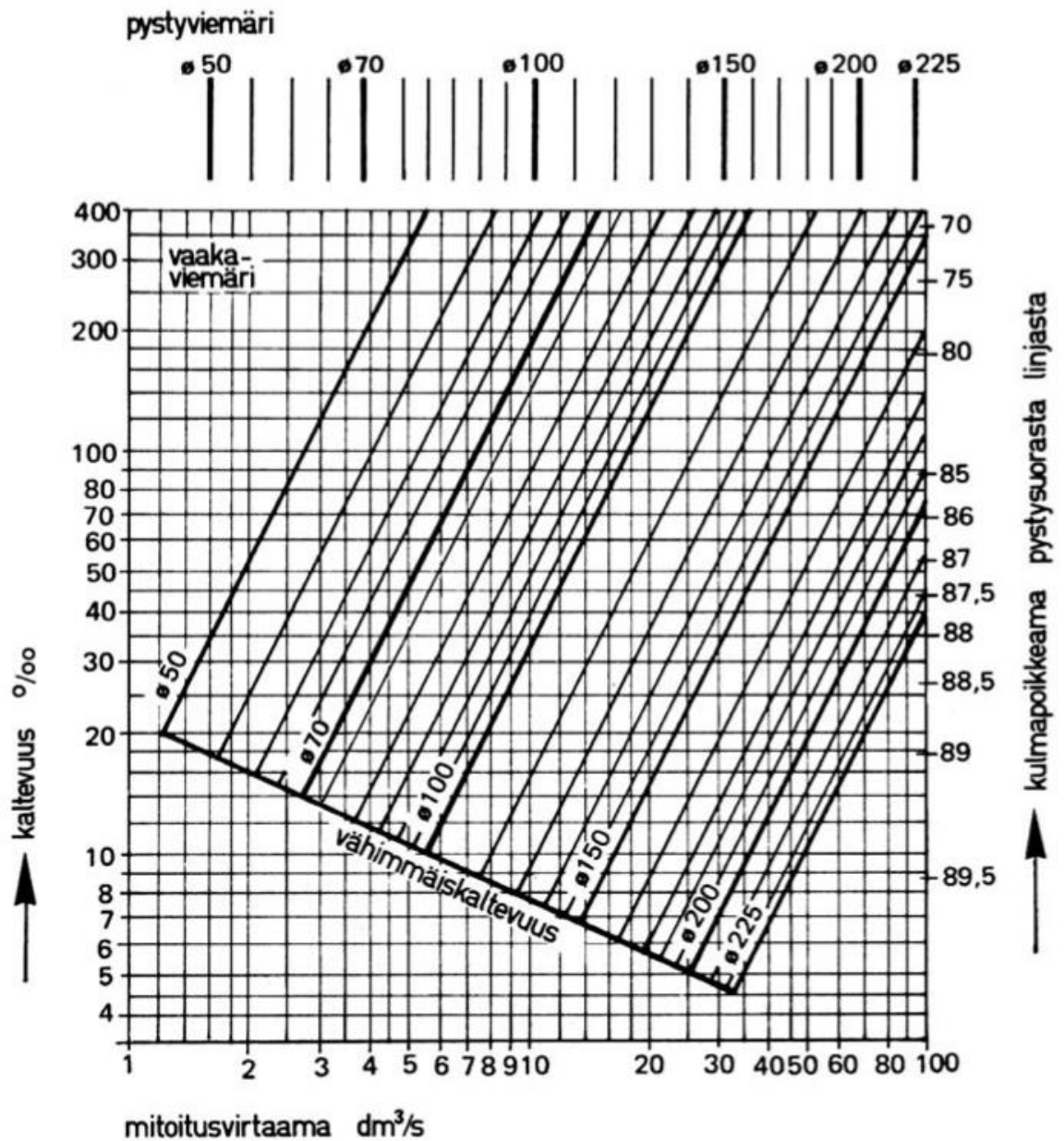
Taulukko 1. Mitoitusvirtaama erilaisilta päällysteiltä pinta-alan ja mitoitusasteen funktiona. [15, 60].

Kun LVI- suunnittelija on määrittänyt kaavaa 1. käyttäen sadeveden mitoitusvir-
taaman, vuorossa on itse sadevesiviemärin mitoitus. Jos kyseessä on muoviput-
kella tehtävä viemärointi, käytetään taulukon 2 mukaista mitoitusta.



Taulukko 2. Sadevesiviemärin mitoitus muoviviemärille. Mitoitusdiagrammiin on merkitty viemä-
rin sisämitat. [15, 61].

Valurautaviemäröinnille käytetään taulukkoa 3.



Taulukko 3. Sadevesiviemärin mitoitus valurautaviemärille. Mitoitusdiagrammiin on merkitty viemärin sisämitat. [15, 62].

Valurautaviemäröintiä käytetään nykyään rakentamisessa vähenemissä määrin, muovisten viemärin materiaalien kehittymisen vuoksi. Useimmissa tapauksissa asentaminen on helpompaa ja kustannustehokkaampaa muoviviemäröinnillä.

Esimerkkinä, kuvitteellisen rakennuksen katolle kertyvän sadeveden mitoitusvirtaaman ja sadeveden määrän voi laskea seuraavasti:

Jos sadeveden mitoitusasteen kertoimena on yleinen 0,015 dm³/s/m², valumiskerroin kattopinnalla on 1,0 (vettä läpäisemätön materiaali) ja sadevettä keräävä kattopinta-ala on 200 m² saadaan sadeveden mitoitusvirtaama (q) kaavaa 1. käyttämällä yhtälöksi:

$$q = 0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2 * (1,0 * 200 \text{ m}^2) = 3,0 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Sadeveden mitoitusvirtaaman selvityksen jälkeen käytetään taulukkoa 2, josta 20‰: asennuskaltevuudella (LVI- suunnittelussa yleisesti käytetty vähimmäiskaltevuus) saadaan muoviviemärin tarvittavaksi putken sisähalkaisijaksi DN 70. Maahan sijoitetun viemärin vähimmäiskoko on oltava DN 70.

Kuitenkin sadevesiviemäröinneissä yleisesti käytetään sisähalkaisijaltaan vähintään DN 100 kokoisia viemäriputkia. Tällä varmistetaan sekä riittävä virtauskapasiteetti putkessa että kustannustehokas rakentaminen.

Tässä kuvitteellisessa esimerkissä siis riittäisi yksi DN 100 sadevesiviemäri, jolla koko kattopinta- alan sadeveden poisjohtaminen voitaisiin järjestää. Todellisuudessa ränniputkia rakennettaisiin enemmän, jo pelkästään rännikourujen tukkeutumisvaaran vuoksi.

Myös huomioonotettavan arvoista on, että Suomessa on alueittain eroja sadevesien mitoituslaskennassa. Paikallinen LVI- suunnittelija voi viranomaisen luvalla käyttää eri arvoja mitoitusasteena, kunnan omaa hulevesiohjetta noudattaen. Edellyttäen, että sellainen kunnalta löytyy.

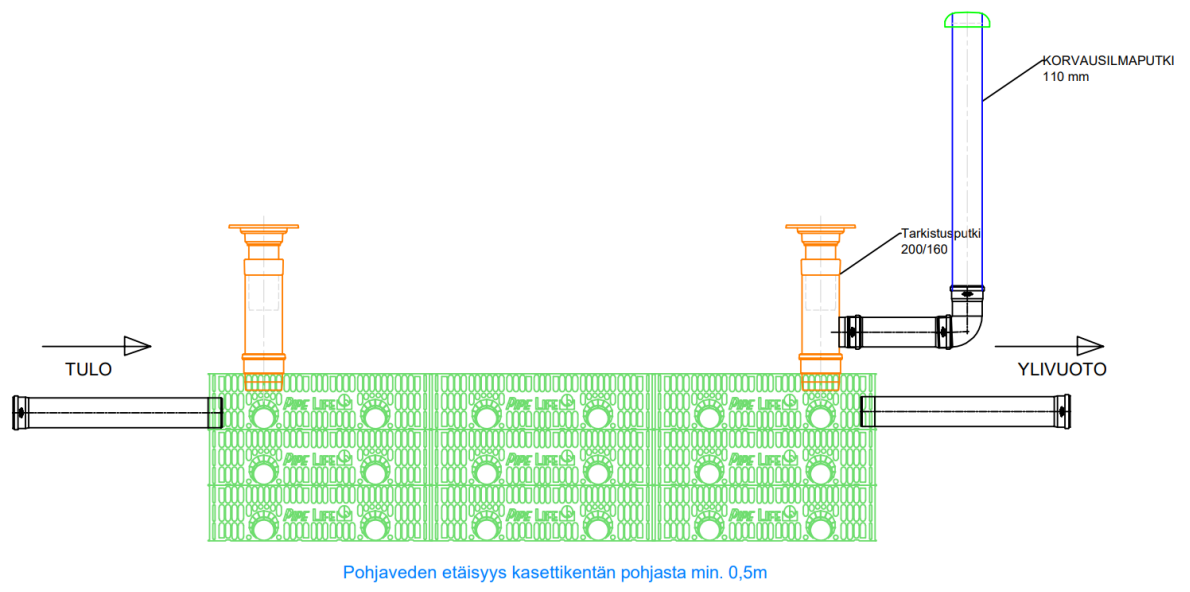
6.4.2 Huleveden imeytys- tai viivytystratkaisut ja näiden mitoitus

Kun kiinteistöllä syntyvän ja poisjohdettavan huleveden teoreettinen maksimivirtaama on laskettu ja kiinteistöltä hulevedet poisjohtava putkisto suunniteltu, saatetaan tässä vaiheessa joutua suunnittelemaan kiinteistöllä tapahtuva hulevesien

imeytys tai viivytys. Tässä on geoteknisen- ja LVI- suunnittelijan mahdollista tehdä yhteistyötä hulevesien hallinnan suunnittelussa. Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa pyrkimään kiinteistöllä tapahtuvaan hulevesien imeytykseen tai viivytykseen, yleisellä tasolla. Hulevesiputkistosta erilaisiin geoteknisiin imeytys- tai viivytysrakenteisiin johdetut sadevedet voidaan hallita kiinteistön alueella ja pois johtaa hallitusti tarvittaessa lopulta kunnan hulevesiverkoston.

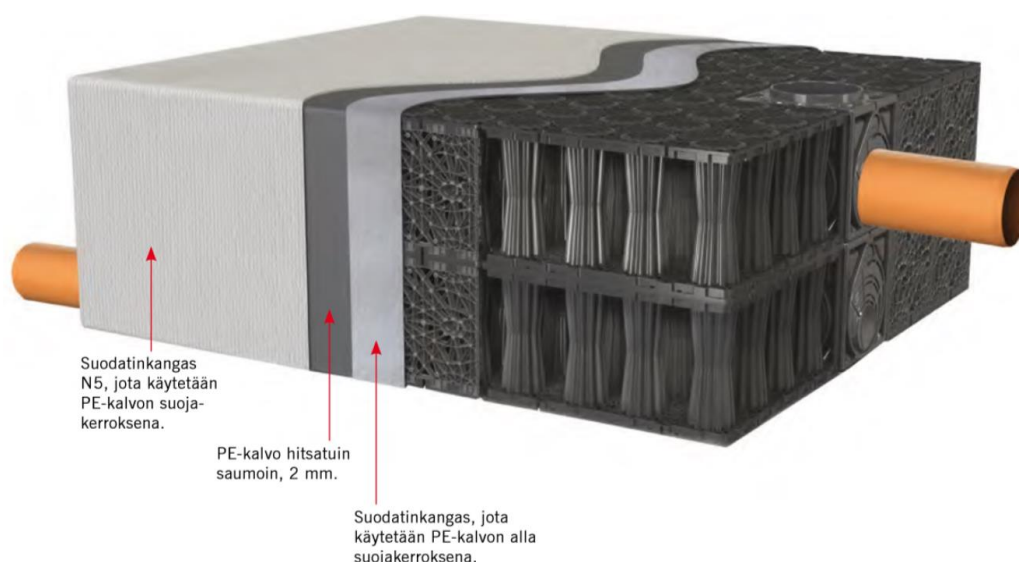
Jos maaperän rakenne tai muoto ei salli geoteknisiä ratkaisuja, ja hulevesien imeytykselle tai viivytykselle on tarvetta, asia ratkaistaan LVI- teknisillä järjestelmillä. Esimerkiksi erilaisia maanalaisia säiliöratkaisuja voidaan usein käyttää sekä hulevesien imeytys- että viivytyskäyttöön. Monen tuotevalmistajan valikoimasta löytyvät tuotteet ovat muunneltavissa niin kokonsa kuin käyttötarpeensa-kin puolesta.

Kuvan 6 kaltainen maanalainen huleveden imeytysrakenne koostuu vettä läpäisevillä geotekstiileillä päällystetyistä säiliöistä. Säiliöön johdettu hulevesi siis imeytetään kiinteistöllä. Kun kyseessä on puhtaasti imeytys- säiliö, hulevedet imeytyvät ympäröivään maaperään, eikä säiliöstä tarvitse johtaa hulevesiä edelleen kunnan hulevesiverkoston.



Kuva 6. Pipelife Stormbox imeytyskenttä. [16]

Jos hulevesien imeytystä ei ole mahdollista toteuttaa kiinteistöllä, ja koska Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa yleisellä tasolla kiinteistöllä tapahtuvaan huleveden viivytykseen, on tämä myös mahdollista toteuttaa maanalaisella säiliöratkaisulla. Kuvan 7 kaltainen viivytyssäiliö eroaa imeytyssäiliöstä siten, että säiliön ulkopinnalle asennetaan kaksinkertainen suodatinkangas ja näiden väliin hitsatuin saumoin asennettu vettä läpäisemätön PE- kalvo. PE- kalvoon hitsataan putkiyhteet sekä säiliölle johtavaa, että säiliöstä poisjohtavaa hulevesiviemäriä varten. Poisjohtavan viemäriputken kautta hulevedet johtuvat lopulta kunnan hulevesiverkostoon. Lisäksi, imeytys- ja viivytyssäiliöt tulee varustaa ainakin virtauksensäätökaivolla ja tarvittavilla tarkastusputkilla tai huoltokaivoilla. Säiliöt tulee myös varustaa ylivuotoyhteellä, mahdollisen järjestelmän tukkeutumisen tai tulvimisen varalta.



Kuva 7. ACO Stormbrixx tiivis viivytyksenttä. [10]

Laitevalmistajista riippuen järjestelmän rakenteessa voi olla huomattaviakin eroja.

Itse säiliöiden mitoitus varten on olemassa sekä yleisiä ohjeita, että tuotevalmistajien omia mitoitusohjelmia. Mitoitus aloitetaan määrittämällä koko kiinteistön alueella syntyvän hulevesimäärän mitoituksella. Tässä otetaan huomioon kaikki kiinteistöllä olevat osa-alueet, joihin sadevettä kertyy. Eri osa-alueiden valumiskertoimia käyttämällä lasketaan huleveden kokonaisvirtaama. Yksittäinen rankkasadekuuro kestää yleensä 5 – 15 minuuttia. [3, 95].

Suunnittelussa mitoitussateen kestonä käytetään yleisesti 10 minuuttia, josta saadaan teoreettiselle rankkasateelle ajanjakso, säiliön tilavuuden mitoituskentää varten.

Esimerkiksi, kuvitteellisella kiinteistöllä on vettä läpäisemättömiä pintoja 1500 m² (katot, asfalttialueet ja muut kovat pinnat), 500 m² sorapäälysteistä pintaa ja nurmialueita 200 m². Näitä tietoja hyödyntämällä ja käyttämällä sadeveden mitoitustavirtaaman kaavaa (kaava 1) saadaan hulevesien kokonaisvirtaamaksi 28,65 dm³/s. Mitoitussateen kesto on 10 min, jolloin kokonaisvesimääräksi saadaan $\frac{28,65 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} * (60 * 10) \text{s}}{1000} = 17,19 \text{ m}^3/10 \text{ min}$. Säiliön kapasiteetin tulee siis olla minimissään 17,19 m³, eli kokonaisvesimäärän vaatiman tilavuuden verran. Säiliön tilavuus kannattaa ylittää hieman, jotta teoreettisen rankkasateen maksimivirtauksen ylittyessä ei imeytyksestä tai viivytyksestä aiheudu tulvimisvaaraa. Esimerkitapauksessa, säiliön tilavuuden tulisi siis olla 18 m³.

Imeytys- tai viivytyjärjestelmän tilavuuslaskennassa tulee ottaa huomioon se, että mitoituskennassa käytetty tilavuuden arvo on usein niin sanottu bruttotilavuus. Toisin sanoen, LVI-suunnittelija laskee tarvittavan säiliön tilavuuden säiliön ulkomitoilla. Todellisuudessa kasetti- tai muunlaisen järjestelmän sisäpuolinen rakenne aiheuttaa sen, että todellinen nettotilavuus on pienempi kuin ulkomittojen perusteella arvioitu kokonaistilavuus.

Kaikkia maanalaisia säiliöjärjestelmiä suunnitellessa tulee kiinnittää erityistä huomiota itse säiliön sijoitukseen kiinteistöllä. Raskasliikenneväylät ja pelastustiet ovat alueita, joita tulee ehdottomasti välttää säiliöjärjestelmien sijoittamiseen. Hyvin koordinoitulla ja valvotulla erikoissuunnittelutyöllä nämä mahdolliset asennusvirheet voidaan välttää.

7 Talotekninen valvonta

7.1 TATE-valvojan tehtävät

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on nimitettävä projektia varten TATE-valvoja, jonka vastuualueena on hankkeen taloteknisten suunnittelu- ja toteutustöiden valvonta ja ohjaus. Myös talotekniikkaan liittyvä kustannusten valvonta ja ohjaus kuuluu TATE-valvojan töihin. Rakennuttajavalvonta toimii viranomaisvalvonnan apuna rakennushankkeessa. Talotekniikan valvoja on hankkeen tilaajan edustaja. Työskennellessään aktiivisemmin itse rakennushankkeen parissa, rakennuttajavalvoja pystyy valvomaan viranomaisvalvojaa paremmin rakennushankkeen eri vaiheita.

Rakennusvalvontaviranomainen voi hakemuksesta antaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle luvan valvoa rakennustyötä kokonaan tai osittain itse rakennushankkeeseen ryhtyvän esittämän valvontasuunnitelman mukaisesti. Valvontasuunnitelmassa on esitettävä tiedot rakennushankkeesta ja rakennuttajavalvonnan toteuttamisesta. Rakennuttajavalvonta ei supista tämän lain mukaista rakennusvalvontaviranomaisen toimivaltaa. Loppukatselmus on rakennuttajavalvonnasta huolimatta toimitettava 153 §:n mukaisesti. [1, 151 §].

Valvontatyössään TATE-valvojalla on apunaan Rakennustieto Oy:n julkaisema RT 16-11123 TALOTEKNIKKATÖIDEN VALVONNAN TEHTÄVÄLUETTELO-kortti. Tämä ohjekortti sisältää kattavan ohjeistuksen rakennuksen lämmitys, vesihuolto, ilmanvaihto, sähköistys, automaatio, tele- ja tietoliikenne, turvallisuusjärjestelmä ja muita laitejärjestelmiä koskevia töitä varten.

TATE-töiden työmaavalvonnan tarkoituksena on rakennusten taloteknisten järjestelmien laadun ja toimivuuden varmistaminen työmaalla. Työmaavalvonnan kaikilla osa-alueilla on pyrittävä mahdollisimman kattavaan ja ennakoivaan toimintaan rakennuttajan ja asukkaan tai muun käyttäjän edun varmistamiseksi. Valvojen tehtäväluettelot on laadittu lähtökohdasta, jossa rakennustöiden valvoja hoitaa hankkeen valvontaan kuuluvia yleisvastuullisia tehtäviä sekä koordinoi maa- ja vesirakennus- sekä talotekniikkatöiden valvontaa sekä muuta erikoisvalvontaa. Hankkeissa, joissa yleisvastuulliset valvontatehtävät ja koordinoititehtävät eivät kuulu rakennusteknisten töiden valvojalle, tulee ko. tehtävät sopia tapauskohtaisesti maarakennus-, taloteknisten- tai muiden erikoisvalvojen tehtäviin. [17, 1].

TATE-valvojalla on velvollisuus perehtyä urakka- asiakirjoihin, sekä varmistaa valvontatyönsä suunnitelmallisuus. Työmaalla tehty havainnointi tulee tehdä viipymättä ja tästä tulee ilmoittaa urakoitsijalle mahdollisimman nopeasti. Jokaisella kohteella tulee olla talotekniikan töiden valvontasuunnitelma, jota TATE-valvojan tulee noudattaa. Viranomaisvalvonnan hoitaa viranomaisvalvoja, joka kuitenkin erikseen sopimalla voi tarvittaessa lisätä rakennuttajavalvojen tehtävien laajuutta. [17, 1]. Valvojan tulee omata tehtävässään tarvittavat ammatilliset koulutus- ja kokemustaustat. Myös yleiset sopimusehdot ja viranomaismääräykset tulee tuntea. [17, 1].

TATE-valvojan yleisvastuullisiin tehtäviin kuuluu toimia yhdyshenkilönä rakennushankkeen eri osapuolien välillä, muiden valvojen valvontatoimenpiteiden seuranta ja koordinoiminen, vastaavan työnjohtajan täyttämän työmaapäiväkirjan seuranta ja tarkastelu, turvallisuusasiakirjan laadinnan varmistus sekä päätoteuttajan laatimien turvallisuussuunnitelmien valvonta. [17, 2]. TATE- valvoja on ensisijaisesti tilaajatahon palkkaama asiantuntija. Näin ollen rakennuttajavalvojana toimiminen tarkoittaa rakennushankkeessa ilmenneiden epäkohtien välitöntä ilmoitusvelvollisuutta tilaajatahoa kohtaan. Rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on hankkeeseen kuuluvien lakien-, asetusten- ja määräysten noudattaminen.

TATE-valvojalta voidaan erikseen tilattavina tehtävinä tilata rakennuttajalle kuuluvien lupien hankintaan osallistuminen ja turvallisuuskoordinaattorina toimiminen. [17, 2].

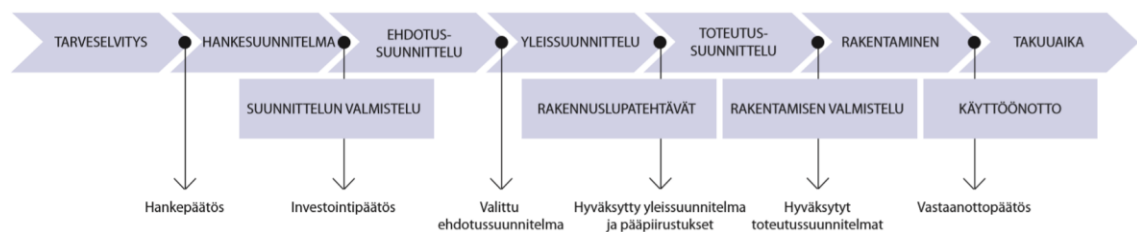
Talotekniikan valvoja suorittaa edellä mainittujen tehtävien lisäksi hankkeen yleisvalvontaa, työmaaturvallisuuden ja ympäristön valvontaa, ajallista valvontaa, teknisen toteutuksen laadunvalvontaa, taloudellista valvontaa, dokumentointia, käytönopastuksen valvontaa, vastaanottomenettelyä sekä takuuajan valvontatehtäviä. [17, 2-4].

Riippuen hankkeesta, taloteknisiä valvojan töitä on mahdollista jakaa erikoisvalvojen kesken. Suurissa hankkeissa onkin järkevää tehdä vastuunjako eri asiantuntijoiden kesken. Hankkeeseen ryhtyvä voi nimetä eri asiantuntijat esim. LVI-töiden valvojan sekä sähkö- ja rakennusautomaatiotöiden valvojan tehtäviin.

Viitaten TATE-valvojan yleisvastuullisiin tehtäviin, tulee TATE-valvojan toimia suunnittelun ohjaajana ja varmistaa erikoissuunnittelijoiden keskinäisen kommunikointi. Hankkeen eri osapuolien keskinäisen kommunikoinnin taso ja aktiivisuus vaihtelee eri hankkeiden ja osapuolien välillä, johtuen sekä alueellisista eroista että erilaisten toimintatavoista

7.2 TATE-valvojan rooli ja tehtävät, rakennushankkeen hulevesien hallinnan suunnittelussa ja toteutuksen työmaavalvonnassa

Rakennushankkeen koosta tai muista tekijöistä huolimatta, rakennushanke vaiheistetaan ja ositellaan kuvion 6 mukaan.



Kuvio 6. Rakennushankkeen eri vaiheet. [18, 1].

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee nimittää hankkeelle TATE-valvoja, mahdollisimman aikaisessa vaiheessa mutta mielellään viimeistään hankkeen yleissuunnittelun vaiheessa.

Rakennushankkeeseen nimitetyn talotekniikan valvojan tulee huolehtia, että hankkeeseen valitut hulevesien hallintaratkaisuilla on rakennusvalvontaviranomaisen hyväksyntä.

Kunta vastaa hulevesien hallinnan kokonaisuudesta. Tähän kuuluu mm. hulevesiohjelman laatiminen. Joensuun kunnalta ei opinnäytetyön teko hetkellä ollut hulevesiohjelmää, jonka puuttuminen tuo haasteita paikallisten rakennushankkei-

den hulevesien hallinnan suunnitteluun. Valtakunnallisesti rajapinnat suunnittelutyössä ovat tällä hetkellä epäselvät, erityisesti hankkeen tarveselvityksen ja yleissuunnitteluvaiheen välissä tehtyjen geoteknisten tutkimusten laajuuden osalta. Jotta hulevesien hallinta voitaisiin toteuttaa luonnonmukaisin keinoin, ennalta tehtäviin mittaus- ja tutkimustöihin olisi tarvetta panostaa nykytilannetta enemmän. Tällä hetkellä geoteknisen suunnittelijan tehtävät rajoittuvat pääosin ainoastaan rakennuslupahakemusta varten tarvittaviin töihin. Tähän lienee syynä joko geoteknisen suunnittelun kustannukset, tiedon puute lakien ja määräysten osalta, rakennusmaaperän ennalta tiedetyt ominaisuudet ja myös alueelle ominaiset tai ajan myötä vakiintuneet toimintatavat.

”Maankäyttö- ja rakennuslaissa yleisenä tavoitteena on pyrkiä suunnittelemaan hulevesien hallinta siten, että hulevedet imeytetään tai viivytetään niiden kerääntymispaikoilla.” [1, 103 c §] ”Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista, pää- ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava hulevesijärjestelmä niin, että ensisijainen ratkaisu hulevesien poistamiseksi on niiden viivyttäminen ja imeyttäminen kiinteistöllä.” [6, 35 §]. Tämän voidaan tulkita tarkoittavan ensisijaisesti luonnonmukaisia suunnitteluratkaisuja. Esimerkiksi geoteknisen suunnittelun tehtäväluettelo GEO12 sisältää paljon hulevesien poisjohtamisen suunnittelun eri vaiheita. [8, 6 ja 8].

Hulevesien suunnittelutyön ohjaus on yksi monista TATE- valvojan tärkeistä rakennushankkeen osa- alueista.

Geoteknisten mittaus- ja tutkimustöiden tuloksena voidaan päätyä tilanteeseen, jossa todetaan kiinteistön maa- aineiden ja maaston muotojen olevan sopimattomia hulevesien hallinnan toteutukseen geoteknisin keinoin. Näissä tapauksissa, rakennushankkeessa siirretään hulevesien hallinnan suunnittelu LVI- suunnittelijan vastuulle. Tämä tarkoittaa myös TATE-valvojalle lisääntyvää valvonnan määrää.

LVI- suunnittelijan tekemiin teknisiin ratkaisuihin vaikuttavat usein ennestään saatu tieto ja kokemukset eri tuotevalmistajien järjestelmäkokonaisuuksista ja eri suunnittelutyökalujen- ja ohjelmistojen tarjoamat ratkaisut. Ratkaisuihin vaikuttaa

olennaisesti myös rakennushankkeen koko, sijainti, budjetti ja muut hankkeelle ominaiset tekijät.

TATE-valvojan voi toimia suunnittelun ohjauksessa, joka tarkoittaa suunnitelmien teknisten tai taloudellisten ratkaisujen tarkastelua ja tarvittaessa epäkohtiin puuttumista. Lisäksi erikoissuunnittelijoiden keskinäisen kommunikoinnin varmistaminen kuuluu TATE-valvojan tehtäviin. ”Risteilypalavereiden” ja suunnittelukokousten järjestäminen ja valvonta voi tapauskohtaisesti kuulua TATE-valvojan tehtäviin. Näissä tilaisuuksissa erityissuunnittelijoilla on mahdollista yhteen sovitella suunnitelmiaan. Myös usein ilmaantuvat suunnitelmamuutokset tulisi käsitellä näissä tilaisuuksissa. Näin suunnitelmamuutokset voidaan yhteensovittaa muihin erikoissuunnitelmiin sekä työmaa- aikataulua voidaan päivittää tarvittaessa.

Talotekniikan valvojalla tulee olla hulevesien hallinnan suunnittelutyöhön liittyvä yleisosaaminen, jotta hän pystyy ohjaamaan ja tarvittaessa kyseenalaistamaan-kin LVI-suunnittelijan tekemät ratkaisut. Myös ennakkoon hankittu kokemus on eduksi TATE-valvojan työssä, erityisesti hulevesien hallinnan suunnittelun ohjauksen osalta.

Kokemus ja tietämys järjestelmien ja työvaiheiden kustannuksista katsotaan eduksi TATE-valvojan työssä. Laittevalmistajien järjestelmissä on paikoin suuria-kin hintaeroja. TATE-valvojan tulee pystyä vertailemaan eri järjestelmäratkaisujen kustannuksia keskenään ja myös tarkastelemaan toteutettujen järjestelmien kustannustehokkuutta.

Näin TATE-valvoja voi paremmin valmistautua projektin eri vaiheisiin ja tarvittaessa varautua tulevia ristiriitatilanteita ja työvirheitä varten. Kaiken tämän lisäksi, kuitenkin tärkeimpänä tavoitteena valvojan työssä on edesauttaa ja parantaa hankkeessa mukana olevien osapuolien keskinäistä yhteistyötä ja kommunikointia.

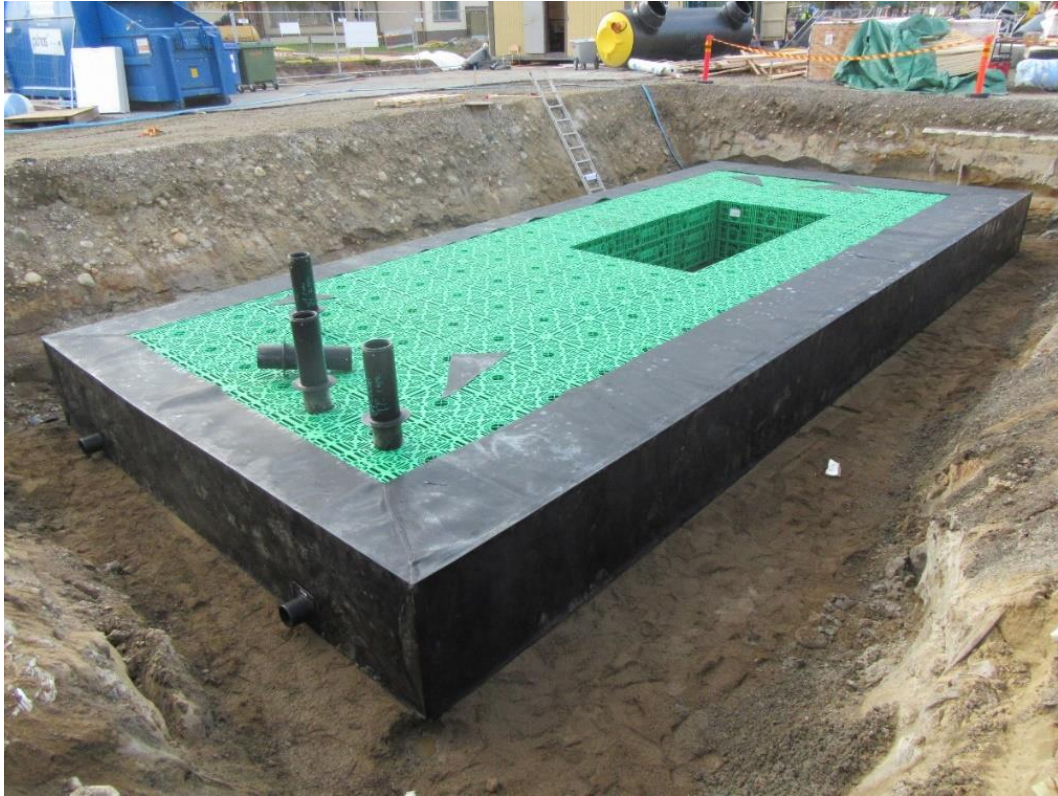
Kun rakennushankkeeseen soveltuva hulevesien hallintajärjestelmä on hyväksytty suunniteltu, siirrytään itse toteutustyöhön. Rakennusvalvontaviranomaisen vastuulla on toteutettavan järjestelmän suunnitelmanmukaisuuden varmistaminen ja että järjestelmä täyttää sille asetetut vaatimukset. Työmaaavallonnalla itse

TATE-valvoja varmistaa järjestelmien suunnitelmanmukaisuuden. Myös LVI-suunnittelijalla on vastuu varmistaa toteutustyön ja LVI-suunnitelmien yhdenmukaisuus.

Rakennushankkeen tehtävien ja vastualueiden jaottelulla on sekä hyvät että huonot puolensa. Eri asiantuntijoiden, erikoissuunnittelijoiden, työnjohtajien ja asentajien ratkaisuilla on suuri vaikutus hankkeen etenemiseen.

Verrattain lyhyessä ajassa on rakennushankkeissa alettu panostaa hulevesien hallintaan tarkoitettujen LVI- järjestelmien asennuksiin. Tämän seurauksena markkinoilla on tarjolla monen eri tuotevalmistajan järjestelmäratkaisuja. Referenssien vähäisyyden ja toisaalta järjestelmien lyhyiden käyttöaikojen vuoksi ei hulevesien hallintaan tarkoitettujen ratkaisujen toimivuudesta ole vielä tarpeeksi tietoa. Vasta tulevaisuudessa voidaan sanoa, kuinka toimintavarmoja järjestelmät ovat. Epäselvää on myös, mitä huoltotoimenpiteitä ja kuinka usein, toteutetut järjestelmät tulevaisuudessa vaativat.

Urakoitsijoiden palveluksessa toimivat asentajat ovat viime kädessä se taho, jonka työpanoksella on erittäin suuri vaikutus järjestelmien suunnitelmanmukaisuuden ja toimivuuden suhteen. Kuvien 8 ja 9 kaltaiset inhimilliset erehdykset, työskentelytavat ja asenteet saattavat aiheuttaa haasteita järjestelmien toteutustyössä.



Kuva 8. Tiivis viivytyskenttä rakenteilla. (Kuva Ville Jalkanen).



Kuva 9. Virheellisesti hitsattu putkiyhde. (Kuva Ville Jalkanen).

Kuvan 10 tilanteessa TATE-valvoja ja työnjohtajat ovat olleet hereillä, ja toteutus-työssä tapahtuneet asennusvirheet on korjattu viipymättä. Näin toimittuna virheistä koituvat ajalliset ja rahalliset kustannukset saadaan pysymään mahdollisimman alhaisina. Ennakoimalla ja asennustöiden asianmukaisella ohjauksella, työmaalla tapahtuvat virheet saadaan minimoitua.



Kuva 10. Valmis viivytyskenttä, hitsatulla PE- kalvolla, asennusvirheet korjattuna. [19]

Käännetyn katon ja tästä johtuvien kattokaivojen sadevesiviemäröntien johtaminen imeytys- tai viivytysjärjestelmään rakennuksen sisäpuolella aiheuttaa sen, että kyseiset putkistot tulisi koepaineistaa urakoitsijan toimesta. Varsinkin vedellä koepaineistetut viemärit vastaavat todellisessa rankkasadetilanteessa syntyvää putkiston kuormitusta.

Yleensä KVV-työnjohtaja huolehtii sisäpuolisten hulevesiviemäreiden tiiveyden tarkastuksen. Hulevesiviemärit tulee kiinnittää rakenteisiin niin, että niihin ei synny haitallisia painumia, eikä lämpölaajeneminen myöskään aiheuta putkistossa haittaa. Huleveden virtauksista syntyvät äkilliset paineiskut eivät saa aiheuttaa putkiston liikkumista. Rakennuksen sisäpuoliset hulevesiviemärit tulee kondenssieristää huolellisesti. Rakennusvaiheen vastuhenkilö todentaa tarkastusasiakirjamerkinnällä sisäpuolisten hulevesiviemäreiden paineenkestävyyden. Hulevesiviemäreiden painekokeen suoritustapoja on monia. Tärkeintä on osoittaa todellista tilannetta vastaavissa olosuhteissa putkiston tiiveys. Hulevesiviemäreille voidaan esimerkiksi suorittaa painekoe asentamalla putkiston alimpaan kohtaan sulkuventtiili. Sulkuventtiiliin tulisi olla putken halkaisijan kokoinen, jotta rasituskokeessa vaadittava veden maksimivirtaus saataisiin mahdollisimman lähelle todellista rankkasateesta aiheutuvaa virtausta. Putkistoja suositellaan myös kuvattavan sisäpuolisesti. [19].

Lisäämällä LVI- työselitykseen tai muuhun urakka- asiakirjaan velvoite rakennusten sisäpuolisten sadevesiviemäröintien koepaineistuksesta, esimerkiksi Talotekniikkainfo.fi ohjeistuksen mukaan, varmistetaan järjestelmän tiiviys ja käyttövarmuus.

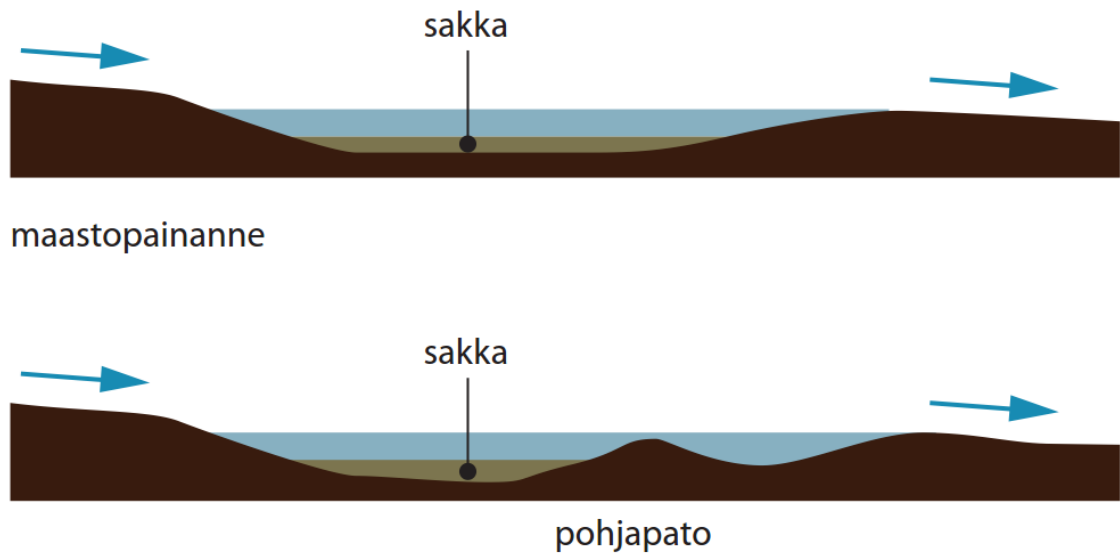
Jotta rakentamisesta ei koituisi ympäristölle haittaa on jo rakennustyömaan aikana syytä ottaa huomioon hulevesien hallinta ja käsittely.

Rakennuksen perustuksia sekä lattia- rakenteita vaurioittava ulkopuolinen kosteuskuorma luokitellaan yhdeksi Kuivaketju10 -toimintamallin riskilistan osaksi. [20]. Käytännössä, rakennustyömaan aikana on varmistettava, ettei kiinteistöllä kerääntyvä hulevesi pääse rasittamaan rakenteilla olevia rakenteita.

Rakentamisesta aiheutuvien ympäristöhaittojen ehkäisy on myös tärkeänä osana rakentamista. Varsinkin rakennushankkeen alkuvaiheessa kiinteistöllä syntyvän huleveden poisjohtamista edeltävän käsittelyn järjestäminen on haasteellista. Maaston muokkauksen aikana tapahtuvat sateet kerääntyvät väistämättä kaivantoihin ja näin ollen haittaavat asennustöiden tekoa. Huleveden pumpausta kaivannoista sadevesiverkostoon, ennen huleveden asianmukaista käsittelyä tulee välttää.

Vaikka lopullisia hulevesirakenteita on suositeltavaa hyödyntää mahdollisuuksien mukaan jo rakentamisen aikana, on silti muistettava, ettei lopullisia hulevesirakenteita ole suunniteltu rakennusaikaisten hulevesien hallintaan. Likaisia työmaavesiä ei saa johtaa niihin ilman kunnollista esikäsittelyä. [21, 3].

Kuvien 11 ja 12 tavalla toteutetut erilaiset laskeutusaltaat ovat hyvä ja kustannustehokas ratkaisu työmaa- aikaisten hulevesien käsittelyyn.



Kuva 11. Laskeutusaltaiden toteutusmahdollisuuksia. [22, 4].

Poistettava aine tai ominaisuus	Käsittelymenetelmä
Kiintoaine ja siihen sitoutuneet haitta-aineet ja ravinteet	<ul style="list-style-type: none"> Laskeutusaltaat, laskeutuskontit Viivytyks eli veden johtaminen maahan, laskeutusaltaisiin, kosteikkoihin tai painanteisiin Hiekkanerotus Hiekka-, kangas- tai muu suodatus Kemiallinen saostus eli flokkaus Märkäsykloni Geotuubi
Öljy	<ul style="list-style-type: none"> Öljypuomit Suodatinkankaat Öljynerotin Aktiivihiiisuodatin
Korkea pH (emäksinen) tai alhainen pH (hapan)	pH:n säätö (neutralointi)
Ravinteet (typpi (N) ja fosfori (P))	Biologinen ja/tai kemiallinen puhdistus (saostus, ilmastus, laskeutus)
Muut orgaaniset yhdisteet	Aktiivihiiisuodatin
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	<ul style="list-style-type: none"> Ilmastus + aktiivihiiisuodatin Katalyyttinen poltto (kuljetus käsittelyyn)
Liuenneet metallit	<ul style="list-style-type: none"> Saostaminen kemikaaleilla Ultrasuodatus, käänteisosmoosi (kuljetus käsittelyyn)

Kuva 12. Esimerkkejä työmaan vesien käsittelystä. [22, 4]

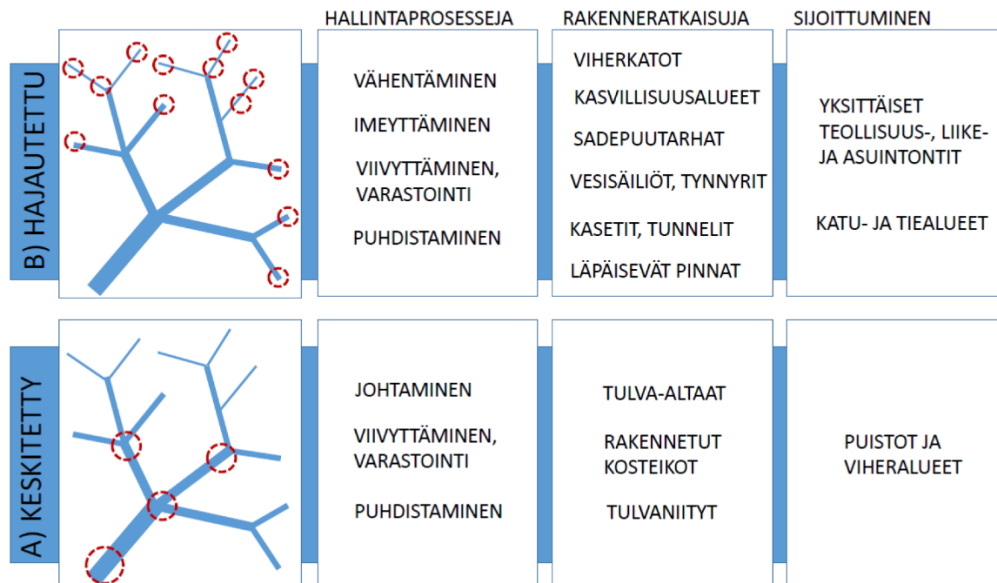
Työmaan vesien käsittely tulee ottaa osaksi muun rakentamisen suunnitteluun. Tilaaja huolehtii tontinkuivatuksesta ja hulevesien johtamisesta suunnitteluttamisesta. Hulevesisuunnittelijan tehtävänä on suunnitella huleveden hallintaratkaisut yhteistyössä rakenne- sekä KVV- suunnittelijoiden kanssa. [21, 3].

8 Kestävän kehityksen huomioonottaminen rakentamisessa

Hyvin monessa asiantyhteydessä törmää ”Kestävän kehityksen huomioon ottamiseen”. Tässä ei poiketa myöskään hulevesien hallinnan suunnittelussa, tosin kestävän kehityksen huomioonottaminen rakentamisessa on vielä suhteellisen alkutekijöissä Suomessa. Innovaatiota on alalla tehty ja tehdään paljon mutta erinäisistä syistä varsinkin pienkiinteistötasolle edenneet ideat ovat vielä harmillisen harvassa. Toki yksittäisiä tapauksiakin on, joissa kiinteistön omistajat tai haltijat ovat toteuttaneet hulevesien välivarastoinnin erilaisilla maanalaisilla umpisäiliö ratkaisuilla, joista edelleen hulevettä käytetään uudelleen, vaikka puutarhan kasteluvetenä.

Laajamittaisempaan kestävästä kehitystä tukevaan hulevesien hallintaan on olemassa monia eri keinoja ja ratkaisuja. On sitten kyseessä hajautetusti tai keskitetysti toteutettu hulevesien hallintatapa, molempiin löytyy omat keinonsa kestävästä kehityksen tavoitteluun.

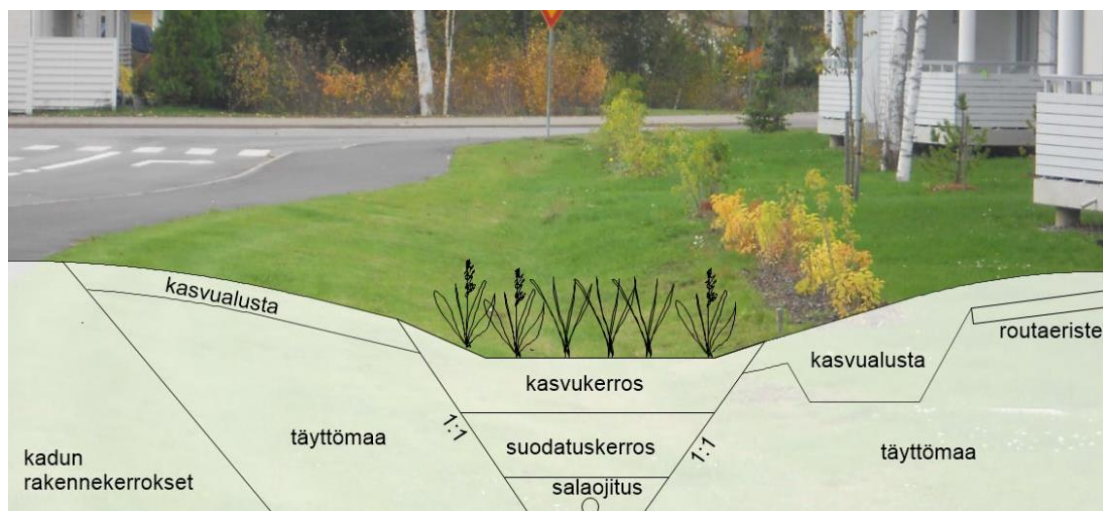
Hajautetulla huleveden hallinnalla ja käsittelyllä tarkoitetaan sitä, että hulevedet imeytetään tai viivytetään niiden kerääntymispaikoilla. Keskitetyllä huleveden hallinnalla ja käsittelyllä taas pyritään johtamaan kerääntymispaikoilta hulevedet eteenpäin suuremille viivytyks- ja varastointialueelle, joissa myös mahdollinen hulevesien puhdistaminen tapahtuu. Aina ei ole tarvetta hulevesiä johtaa vesistöihin. Käsittelemättömät hulevedet kuormittavat ja rehevöittävät vesistöjä ja tätä tulisikin välttää. MRL 103 §:n mukaan yleisenä tavoitteena on pyrkiä imeyttämään ja viivyttämään hulevesiä niiden kerääntymispaikoilla. Hajautetulla hulevesien hallinnalla on näin ollen paremmat edellytykset lain yleisten tavoitteiden saavuttamiseksi kuin keskitetyllä hulevesien hallinnalla.



Kuvio 7. Keskitetty- vs. hajautettu hulevesien hallinta. [22, 7].

Kuvio 7:ssä on eritelty sekä keskitetyn että hajautetun huleveden hallintaprosesseja, rakennusratkaisuja ja sijoittumisia. Mitä hajautetumpaa huleveden hallinta on, sitä enemmän vaihtoehtojakin on tarjolla.

Mm. Yhdysvalloissa ja Australiassa käytetään paljon kasvipintaisia imeytysrakenteita huleveden hallintamenetelmänä. Näitä järjestelmäratkaisuja on toteutettu myös Suomessa, pääasiassa Etelä- Suomen alueella. Tällaiset järjestelmät vaativat kaupungin aktiivista osallistumista hulevesien käsittely- ja hallintaratkaisujen toteuttamiseen, alueiden käytön suunnittelun kautta.



Kuva 13. Kasvipintainen imeytysrakenne. [22, 14].

Hulevesien hallinnan teknologisoituminen on hyvää vauhtia kehittymässä. Kasvipintaisiin imeytysrakenteisiin yhdistettynä esimerkiksi kuvan 14 kaltainen Ramboll Finland Oy:n Urban Water IoT-järjestelmä, joka on kehitetty viheralueiden hyvinvoinnin varmistamista varten, tukisi hankkeissa kestävästä kehityksestä. Järjestelmä mittaa mm. kasvualustojen tiivistymistä, kosteutta/ kuivuutta, hulevesien viivästysaltaiden pintakerrosten läpäisevyyden heikkenemistä, hulevesien pH-muutoksia ja hulevesien ylivuotojen tukkeutumisia. Näin saadaan reaaliaikaista tietoa, jolla taas oikea aikainen huolto- ja korjaustoimenpiteiden suorittaminen helpottuu ja tuo sekä kustannussäästöjä että lisää kokonaisuuden elinkaarta. [23].



Kuva 14. URBAN WATER IoT-järjestelmän yleiskuvauk. [23].

Hyvin suunnitellulla hulevesien hallinnalla ja käsittelyllä on myös monia muitakin potentiaalisia käyttökohteita. Varhaiskasvatus- ja oppimisympäristöjen ulkotilojen suunnitteluun yhdistettynä hulevesien hallinta ja käsittely laajentaa oppimisympäristön sisätiloista ulkoalueille. Päiväkodin tai koulun tontille rakennettu kosteikko, joka toimisi sekä hulevesien imeytys-, viivytyks- tai käsittelyjärjestelmänä, että opetusympäristönä, tukisi sekä kestävästä kehityksestä että opetuksen kokonaisvaltaisuutta. Oppimisen monimuotoisuuden yhtenä perustana on muuntuva ja oppimiseen aktivoiva ympäristö, kuten kuvissa 14 ja 15 on esitetty.



Tontin sade- ja sulamisvedet voidaan hyödyntää leikeissä ja kasvillisuuden käyttöön. Talvella lumia voidaan kasata kosteikkoon ja hyödyntää leikeissä ja mäenlaskussa.

Kuva 15. Hulevesien hyödyntämistä oppimisympäristönä. [24].



Kuva 16. Hulevesien hyödyntämistä oppimisympäristönä. [24].

Kuten muussakin hulevesien hallinnan ja käsittelyn asianmukaisuuden tavoittelussa, eri rakennushankkeissa ongelmana kestävän kehityksen näkökulmassakin voivat olla suurehkot perustuskustannukset. Hankkeeseen ryhtyvän valinta on, missä laajuudessa se haluaa panostaa huleveden hallinnan suunnitteluun ja toteutukseen hankkeessaan. Kokonaiskustannuksien vertailuun tulisi panostaa.

9 Tietomallintamisen hyödyntäminen hulevesien hallinnan suunnittelussa

Hulevesijärjestelmien mitoitus edellyttää lähes väistämättä jonkin mallinnusohjelman käyttöä, jos halutaan tarkastella intensiteetiltään vaihtelevien tai mitoituksen ylittävien sateiden aiheuttamia vaikutuksia. Vaatimuksena mallinnusohjelmalle on, että sillä on voitava yhdistää valuma-aluemalli ja verkostomalli. Valuma-aluemalli kertoo, kuinka paljon ja missä ajassa hulevesiä valuma-alueelta muodostuu ja verkostomalliin on puolestaan mallinnetut ne järjestelmät, joita käytetään muodostuneen huleveden johtamiseen ja käsittelyyn. [3, 112].

Usein todellinen tilanne ja mallinnettu simulaatio eivät täysin kohtaa, sadannan ja pintavalunnan osalta. Tästäkin huolimatta tulisi tietomallinnusta käyttää enenevässä määrin hulevesien hallinnan suunnittelun työkaluna. Perinteistä käsin laskemista huomattavasti tarkempaa tietomallin avulla saatua mitoituslaskentaa olisi syytä käyttää nykyistä enemmän hulevesien mitoituslaskennassa. Tarkastellessa monimutkaisempia järjestelmiä, mallinnusten hyödyntäminen on ainoa keino saada kunnollista tietoa mitoitukseen. [3, 112].

Toistaiseksi, hulevesien tietomallinnusta käytetään enimmäkseen pääverkostojen ja tulvareittien mallintamiseen. Kiinteistökohtaisen hulevesien tietomallintamisen hyödyntämisen lisääntymistä vielä odotellaan.

10 Haastattelut

Tämän opinnäytetyön yhtenä olennaisena osana olivat haastattelut eri asiantuntijatahojen kanssa. Hulevesien hallintaan ja käsittelyyn liittyy monta eri osa- aluetta ja aihe on verrattain tuore nykyisessä mittakaavassaan.

Näkemykset suurimmista haasteista hulevesien hallinnassa ja käsittelyssä vaihtelevat eri asiantuntijatahojen välillä yllättävän paljon. Ilmastomuutoksen mukana tulevista lisääntyvistä rankkasateista keskusteltiin myös haastatteluissa. Lisäksi rakennushankkeiden puutteelliset lähtötiedot nähtiin suurena ongelmana varsinkin suunnittelu- ja valvontatyön saralla. Myös kustannusasiat projekteissa puhuttivat toistuvasti ja tässäkään asiassa ei yksiselitteisesti nähty ratkaisuvaihtoehtoja. Rakennushankkeessa toimivien tahojen keskinäisessä yhteistyössä ja kommunikoinnissakin nähtiin parantamisen varaa.

Lisääntyvät rankkasateet ja niiden ennustettavuuden vaikeus nähdään suurimpana haasteena. Lisäksi olemassa olevat kuntien hulevesien hallintajärjestelmän riittävä kapasiteetti aiheuttaa myös tulevaisuudessa haasteita, riippuen järjestelmän haltijan saneeraustoimenpiteistä. Sekaviemärointiä on vielä olemassa vanhassa rakennuskannassa, ja tätä ongelmaa ei ”sormia napsauttamalla” saada valitettavasti pois. [25].

Haasteena on myös, kuinka asiasta määrätään järkevästi. Asia tuottaa lisäkustannuksia sekä kiinteistökohtaisesti että kunnan tasolla. Määräyksillä pyritään siihen, että hulevesien hallinta pyrittäisiin tekemään kiinteistöillä siten, että käytettäisiin enemmän imevää pintaa hyödyksi, missä se vain on mahdollista. Ristiriitana ja haasteena on tiiviimpi kaupunkirakentaminen. [26].

Asiaan liittyy liian monta osapuolta. Yksi suuri ongelma tällä hetkellä on, että huleveden suunnittelu ensisijaisesti sysätään kokonaisuutena LVI-suunnittelijan vastuulle, vaikka asiantuntemus hulevesien hallinnan suunnitteluun löytyy muualta. LVI-suunnittelijan tulisi olla viimeinen vaihtoehto vastaamaan huleveden suunnittelusta. Työjärjestys tulisi olla: Pääsuunnittelija, geotekninen suunnittelija, rakennesuunnittelija ja sitten vasta LVI-suunnittelija. [27].

Ei ole ollut selkeää kuvaa siitä, kenen tehtäviin hulevesien hallinnan suunnittelu kuuluu. Arkkitehdille tuntuu olevan vieras asia, LVI-suunnittelijalta puuttuu usein kokonaisvaltainen osaaminen, geosuunnittelijaa

käytetään yleensä vain pohjatutkimuksissa antamassa maaperälausuntoja. Mutta ns. kokonaisuuden valvoja puuttuu, suunnittelupuolelta. [28].

Projektinjohdon tulisi pyrkiä luomaan kunkin hankkeen työyhteisöön sellainen ”yhdessä tekemisen” henki. Projektipäällikkö voi esim. vaatia erikoissuunnittelijoita puhelinkeskustelevaan toistensa kanssa, ja jos tätä sovittua tapa ei noudateta niin siihen sitten puututaan. Tärkeintä on pyrkiä rakentamaan tämä yhteispeli heti hankkeen alussa. ”Diplomaatti-insinööritaidot” ovat eduksi. [29].

Itse järjestelmien kanssa ei ole juurikaan ongelmia ollut, mutta rakennushankkeissa olleiden urakoitsijoiden työvirheistä johtuvia korjaustoimia on ollut muutamia. Esim. eräässä kohteessa viivytyssä ilmiön ympärille tehdyt maatyöt olivat olleet puutteelliset ja säiliöauton jarruttaessa kentän päällä olivat massat siirtyneet ja romahtaneet ajoneuvon alta. Rakennushankkeen aikainen työmaavalvonta on tärkeä asia myös laitevalmistajien kannalta, sillä laitevalmistajat ja myyjät eivät juurikaan pysty itse vaikuttamaan itse asennustyöhön. [30].

Rakennushankkeissa toivoisi olevan enemmän ”tervettä järkeä mukana” hulevesiin liittyvien määräysten suhteen. On eräskin hanke, jossa hulevesi johdetaan käsittelemättä suoraan Pielisjokeen ja kuitenkin kiinteistölle vaadittiin viivytysjärjestelmä, ettei joki tulvisi. [31].

Toisaalta, siellä missä on ollut mahdollista, on osattu hyödyntää kaupungin rakentamattomia alueita hulevesien käsittelyyn ja hallintaan. [32].

Kaupungin organisaation tulisi olla mukana myös hulevesien imeytysalueiden kustannuksissa, eikä sysätä vastuuta pelkästään kiinteistöjen omistajien vastuulle. Virkamiehet eivät halua ottaa vastuuta hallintarakenteiden määrittämisen suhteen ja näin ollen päätösvalta on rakennushankkeeseen ryhtyvällä. Tilaajalle tulisi tuoda eri vaihtoehtoja, joista valita. [32].

Projektinjohdon tehtävänä on johtaa rakennushanketta, tilaajan (kiinteistön omistajan toimeksiannosta) kanssa sovituista vaiheista eteenpäin. [28].

Projektipäällikön tehtävänä on huolehtia siitä, että erikoissuunnittelijat suunnittelevat hulevesien hallintaratkaistut hankkeen vaatimusten mukaisesti. Myös suunnittelijoiden keskinäisen kommunikaation toimimisen varmistaminen kuuluu vahvasti projektinjohdon vastuulle. Järjestelmävaihtoehtojen teknisten ja kustannusten vertailutarkastelu. Kokonaiskuvan muodostaminen, jota erikoissuunnittelijat harvoin omassa työssään tarpeeksi laajasti ottavat huomioon. Projektinjohdon tulee ymmärtää tilaajan tarpeet ja soveltaa niitä hankkeeseen. [29].

Kaikella kunnioituksella suorittavaa porrasta kohtaan, ennakkoluulot työyhteisökulttuurin muutokselle ovat valitettavan suuret suorittavan portaan keskuudessa. Kuitenkin totuus on, että suorittava porras sen varsinaisen

työn tekee, joten tässä on projektinjohdolla haasteellinen tehtävä saada asennemuutos jalkautumaan rakennushankkeen jokaiselle portaalle. [29].

Projektinjohto pystyy hankkeen alkuvaiheessa vaikuttamaan hankkeeseen valittavien asiantuntijoiden määrän ja tehtävien suhteen. [29].

Hulevesien hallinnan ja käsittelyn yhtenä tärkeänä dokumenttina on Suomen Kuntaliiton vuonna 2012 julkaisema Hulevesiopas. Tämän oppaan tuntemus vaihteli asiantuntijoiden joukossa. Osalle opas oli hyvinkin tuttu ja osalle taas ei.

ELY- keskuksella opas ei ole juurikaan tuttu, mutta nähdään kuitenkin mahdollisena aiheena koulutus- ja keskustelutilaisuudelle. [33].

Joensuun rakennusvalvonnalle opas on hyvinkin tuttu ja opasta sovelletaan käytännön työssä niin paljon kuin mahdollista. [27].

Kiinteistöille toteutettujen järjestelmien määräysten ja lakien mukaisuuden varmistaminen on oma haasteensa.

Laissa on "kaikki sanottu" eli ei tarvitse muuta kuin ruveta tekemään. Aikataulu ja muut tekijät tuovat tällä hetkellä haasteita hulevesien hallinnan asianmukaiseen suunnitteluun ja toteutukseen. Pääsuunnittelijalla on myös vastuu tästä. Lisähaasteena on asemapiirustuksista usein puuttuvat tonteille tulevat lopulliset korot, joiden perusteella tulisi luonnonmukaiset hulevesien hallintaratkaisut tulisi suunnitella. [27].

Aktiivinen yhteyden pito ja yhteistyö viranomaisten suuntaan on erittäin tärkeää (suunnitelmat ajallaan viranomaisille jne). Suunnitelmia tulisi tarjota viranomaisen tarkasteltavaksi jopa keskeneräisenä, jolloin mahdollisten muutosten tekeminen ei nostata kustannuksia. Eli suunnittelun ohjukseen tulee panostaa projektin aikaisessa vaiheessa. [28].

Parhaan mahdollisen ja luonnonmukaiseen pyrkivän hulevesien hallinnan ja käsittelyn suunnittelu vaatii käytännössä paljon rakennushankkeen alkuvaiheessa toteutettavaa selvitys- ja tutkimustyötä.

Käytännössä maaperäselvityksiä on tehty hyvin vähän. Tilaaja yleensä hankkeen maksajana päättää mitä alustavia tutkimuksia kiinteistöllä tehdään ja näiden perusteella valitaan tarvittavat erikoissuunnittelijat ja toteutustavat. [27].

Määräyksiä pyritään tekemään vain tarpeellisissa määrin. Tällä vältetään liiasta määräyksistä johtuva esisuunnittelu. Pikemminkin rakennuslupa-vaiheen suunnittelijoiden tehtäviä, josta taas mennään siihen, että tilaaja loppupeleissä päättää. [26].

Erikoissuunnittelijoiden työn yhteensovittamisen puutteista ollaan asiantuntijoiden keskuudessa hyvinkin yksimielisiä. Käytännössä yhteensovittustyötä on hankkeissa liian vähän. Tilaajan päätösvalta määrittää kiinteistöjen imeytys- ja viivytystratkaisut. [27].

Pää-, LVI-, sähkö- ja rakenne suunnittelijat ovat oppineet kommunikoidaan keskenään paremmin ja geo-suunnittelija monessa hankkeessa pysyttelee ”omissa oloissaan”. Hulevesien suunnittelussa olisi toivottavaa, että geo-suunnittelijat aktivoituisivat enemmän, esim. suunnittelukoukuksiin osallistumalla ja omaa kantaansa esiin tuomalla. Rakennuttajakonsultin on tärkeää luoda suunnittelusta kokonaiskuva, josta kaikki osalliset näkevät selvästi oman roolinsa ja näin yhteistyön sujuvuus paranisi. [29].

Parantamisen varaa kyllä on. LVI- suunnittelijalla kokemusten mukaan ei ole muuta osaamista kuin omien taloteknisten järjestelmiensä osalta. Muun muassa maaperäsuunnittelusta ja muusta erikoissuunnittelusta ei LVI- suunnittelijalla usein ole tarvittavaa tietämystä tai kokemusta. Myös pääsuunnittelijoilta usein puuttuu kokonaisosaaminen hulevesien hallinnan suunnittelun suhteen. [28].

Geosuunnittelulta ei olla tähän mennessä hankkeissa saatu kuin maaperätiedot ja korkotiedot, mutta erikoiselta kuulostaa, että vaikka hulevesien suunnittelun vastuu on periaatteessa geosuunnittelijalla, niin silti työn lähes poikkeuksetta tekee LVI- suunnittelija. Pääsuunnittelijana emme ole tässä tosin nähneet ongelmaa, ottaen huomioon jo toteutettujen hankkeiden raamit eli pienehköt tontit, maaperän ja maaston soveltuvuuden puute luonnonmukaisiin huleveden hallintaratkaisuihin. [34].

Paljon keskustelua herätti kysymys siitä, kuka tekee suunnitelmat kiinteistön hulevesien hallinnasta ja käsittelystä.

LVI- suunnittelija tekee lähtötietojen perusteella hulevesien hallintasuunnitelmat, tällä hetkellä. Geosuunnittelija on silti paras vaihtoehto tähän työhön. Toisaalta, huleveden hallinnan suunnittelu ei ole vain yhden erikoissuunnittelijan työtä vaan monen suunnittelualan yhteistyötä, jota pääsuunnittelija koordinoi. [35].

Ympäristöministeriön ohjeen mukaan suunnittelutyön tekee kokonaisuudesta ja laadusta vastaava luonnollinen henkilö. Rakennuksen suunnittelussa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja sen laadusta vastaava

pätevä henkilö, joka huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sille asetetut vaatimukset. Tämä voisi käytännössä tarkoittaa pääsuunnittelijaa. [27].

Päätös tulee rakennusvalvonnan puolelta, tonttikohtaisessa rakentamisessa. Yleensä LVI-suunnittelija tekee suunnitelmat, pois lukien maaperän vuoksi hankalissa kohteissa, joissa geoteknikko tekee suunnitelmat. Hankkeen luonteen mukaan, käytännössä rakennesuunnittelija hoitaa geoteknikon RT-korttiin merkityt työt ja sitä kautta vastuu siirretään LVI-suunnittelijalle. Joensuun kunnalla on käytössään katusuunnittelijoita ja viheraluesuunnittelijoita, yleisten alueiden suunnittelutyössä. [26].

Kun kukin erikoissuunnittelija miettisi hieman oman niin sanotun rajapintansa ulkopuolelle, hankkeet varmasti menisivät sujuvammin ja kustannustehokkaammin läpi. Tämä toisi sekä ajallista että rahallista säästöä jokaiselle rakennushankkeessa mukana olevalle osapuolelle. Rajapinoista kiinni pitäminen mielestäni on vääränlainen ajattelutapa. Suunnitelmien yhteensovitus ja rajapintojen ristiin sovittelu on erittäin tärkeää. [29].

Hulevesien hallinnan ja käsittelyn tärkeyden ymmärtäminen rakennushankkeiden kaikilla tasoilla nähdään jokseenkin yksimielisesti olevan puutteellista.

Koska asian tärkeys on kovin kaukana siinä asiassa, eli varaudutaan sellaiseen, josta ei välttämättä rakentamisen hetkellä ole varmaa tietoa. [27].

Rakennushankkeisiin ryhtyneet näkevät toistaiseksi hulevesiasiat viranomaisen tuomana valitettavana pakkona. [35].

Hulevesien hallinnan ja käsittelyn tärkeyttä ei valitettavasti ymmärretä. Rakennuttajavalvojan tehtävänä, rakennushankkeeseen ryhtyvän palkkaamana, on toimia asiantuntijana ja tuoda ilmi mahdollisia epäkohtia suunnittelussa tai toteutuksessa toimeksiantajalleen. Suunnittelutyö ja rakennuttajavalvonta nähdään hyvänä keinona vaikuttaa taloudellisiin ja teknisiin ratkaisuihin. [36].

Tietomallinnuksen käyttöä hulevesien hallinnan ja käsittelyn suunnittelussa pidetään hyödyllisenä, mutta kustannuksiltaan toistaiseksi liian korkeana, kiinteistökohtaisessa suunnittelussa.

Periaatteessa tehtävissä oleva työ, ja hyvää tietoa mallintamisella kyllä saataisiin. Ulkoiset suunnittelijat ja konsultit laskevat Joensuun kaupungille rakennettavien alueiden hulevesilaskelmat perinteisin menetelmin, mutta motivaation löytäminen tietomallintamiseen on haastavaa. Toistaiseksi ehkä turhan ”arvokas” hankinta. [26].

Kiinteistötasolla ei vielä ajankohtaista. Todelliset korkeuserotiedot tulisi ensin kartoittaa tarkasti, että tietomalli vastaisi todellisuutta.

Joensuulla on oma drone, jolla pystytään tekemään pistekartoitusta ja mahdolliseen malliin voidaan näin ollen etukäteen "massoittaa" tulevia rakennuksia ja tontteja ja simuloida hulevesien hallintaa tätä kautta ennakkoon. Eli periaatteessa uusien alueiden kaavoitukseen erittäin hyvä työkalu, mutta myös erittäin arvokas kustannuksiltaan. [27].

Pientalorakentamisessa tämä on toistaiseksi liian iso kustannus, jos ei kiinteistöä muuten projektissa ole mallinnettu. Isomman kokonaisuuden simulointi on toisaalta hyvä työkalu, jonka käyttämättä jättäminen on nykyisellään harmillisen vähäistä. [26].

Tietomallin tulisi olla käytön tukena. Tietomallikoordinaattorin suuntaan vaikuttamalla projektinjohto voisi tässäkin asiassa vaikuttaa. [29].

Tietomallinnus pientalorakentamisessa on toistaiseksi ehkä liian aikaista ja tällä hetkellä ylimääräinen kustannus. [31].

Tietomallintamisen kehityksessä haluamme olla mukana. Meiltä löytyy tällä hetkellä BIM-objekteja esim. HT-kiinteistöviemäreistä. Kehitystyö on käynnissä myös viivytyksellä viivytysmitoitushjelmien osalta suoraan suunnitteluohjelmiin, mutta tämä kehitystyö ottaa vielä oman aikansa. [37].

Hyvä hulevesien hallinnan ja käsittelyn suunnittelu ja kestävä kehityksen tavoittelu nähtiin yhteen nivoutuvina asioina.

Tontille kertyvän huleveden uudelleen hyödyntäminen olisi kestävä kehityksen kannalta järkevintä. Toisena asiana, ettei tarvitsisi lähteä kasvattamaan olemassa olevan verkoston kapasiteettia vaan hyödynnettäisiin imevää maaperää. Vastapuolena tälle on ihmisten halu saada palvelut mahdollisimman lähelle, josta seuraa tiivis rakentaminen, joka tukee kestävä kehitystä. [26].

Kaikkialla, missä ei ole terveydellisesti haitallista hyödyntää hulevettä, tulisi hulevesien hyödyntämiseen panostaa nykyistä huomattavasti enemmän. [35].

Kaikenlaisten hulevesien hallinnan puutteista johtuvien vahinkojen ennalta ehkäisy on tärkeää. [30].

Huleveden hyötykäytön mukaan ottaminen suunnitteluun on vielä harmitavan vähäistä, esim. viherkattojen käyttö ja kevyitten väylien päällystysrakenteet. Kannustavampaa asennetta toivottaisiin, eikä vain tyydyttäisi hulevesien johtamiseen sadevesiverkostoon. [34].

Hulevesien hyödyntämisestä pientalorakentamisessa on vain yksittäisiä tapauksia tiedossa. Ihmiset harvoin lähtevät tekemään mitään, ellei ole pakko eli tulisi olla selvästi nähtävissä oleva hyötyä. Toisaalta Joensuuassa kiinteistökohtaiset jätevedet laskutetaan rakennusalan mukaan, ei jäteveden määrän. Jonkin tahon olisi hyvä tehdä hulevesien uudelleenkäyttöjärjestelmien investointien ja hyötyjen vertailulaskelmat. [26].

Hiilinielujen (puita, kasvillisuutta jne.) rakentamista tonteille tulisi lisätä ja täten lisätä ”hiilikädenjälkeä”. Pystyttäisiin vaikuttamaan paremmin siihen, minne hulevedet johtuvat (Terve- talo). Hulevesien uudelleenkäyttö kasteluvesinä, tai esimerkiksi WC-huuhteluveden käytössä, eli hulevesien mieltäminen ja hyödyntäminen positiivisesti. Myös imago ja brändiarvot ovat asiakkaille tärkeitä. [28].

Esimerkiksi, luonnonmukaisten imeytys- ja viivytyjärjestelmien käyttö olisi käyttö- ja ylläpitokustannuksiltaan halvempi mutta perustamiskustannuksiltaan LVI- järjestelmiä kalliimpi. [27].

Kaupunkien hulevesimaksuista voi saada alennusta tai kokonaan vapautuksen, jos kiinteistön huleveden käsittely ja hallinta on toteutettu niin ettei sitä johdeta kunnan hulevesiverkostoon. Biosuodatusjärjestelmien lisääntyvä hyödyntäminen nähdään positiivisena. [38].

Jyväskylässä on tehty valuma- alueitten määrittelyä ja hulevesien mallinnuksia sekä Green Street- hulevesien viivyty- ja hallintarakenteita. Paljon on myös kiinni kunnan omasta asiantuntemuksesta ja kiinnostuksesta. [39].

Jos hulevesien hallinta toimii, se mahdollistaa käyttöympäristön optimaalisen toiminnan. Rakennusten, piha-alueiden toiminnan ja visuaalisen viihtyvyyden kannalta hyvällä hulevesien hallinnalla voitaisiin saada hyviä tuloksia. Huleveden hyötykäyttöä voisi kehittää myös mahdollisesti talousvesien hyödyntämiseen. [29].

11 Pohdinta

11.1 Opinnäytetyön aiheen valikoituminen

Opinnäytetyöni aiheen valikoituminen tapahtui yllättävän luontevasti. Insinööri-pintojani edeltävällä yli 15:sta vuoden LVI- asentajan työurallani en päässyt moneenkaan rakennustyömaan aikana kosketuksiin hulevesien imeytys- tai viivytysjärjestelmien toteutustyön kanssa, jos mukaan ei lueta yksittäisiä erikoistapauksia. Vielä tuolloin, hulevesien osalta lait ja määräykset olivat huomattavasti vähäisempiä.

Opintoni puolivälissä minulle tarjoutui mahdollisuus työskennellä osa- aikaisena TATE-valvoja harjoittelijana LVI Ekonsult Oy:n palveluksessa, opintojeni ohella. Näissä TATE-valvojan työtehtävissä sain ensikosketukseni kiinteistöjen hulevesien hallinta- ja käsittelyjärjestelmien suunnittelun ohjaukseen sekä työmaavalvontaan.

Yllättävän monessa hankkeessa eteen tuli ongelmia sekä suunnittelutyön saralla että myös toteutustyössä. Toistuvat asennusvirheet järjestelmien komponenteissa, yleinen epätietoisuus suunnittelurajapinnoista ja vastuualueista sekä aiheeseen liittyvästä termistöstä vahvistivat omaa näkemystäni siitä, että tällä rakennushankkeiden osa- alueella on paljon kehitys- ja selvitystyötä tekemättä.

11.2 Toimeksianto

Moni taho oli opinnäytetyön aiheesta kiinnostunut, mutta virallinen toimeksianto opinnäytetyölleni tuli lopulta Ramboll CM Oy Joensuun toimesta, jossa opinnäytetyön aihe koettiin potentiaalisena kehitystyökohteena. Opinnäytetyön tuloksena oli tarkoitus toteuttaa kiinteistöprojektinjohdon talotekniikan- valvontatehtävien tueksi valvontatyökalu, jota apuna käyttäen TATE-valvoja pystyisi rakennushankkeessa tuomaan tilaajataholle mahdollisimman paljon tietoa ja erilaisia vaihtoehtoja hulevesien hallinta- ja käsittelyjärjestelmistä. Sama työkalu toimisi myös suunnittelun ohjauksen tukena ja lopulta työmaavalvonnan apuvälineenä.

11.3 Opinnäytetyön toteutus

Alun perin suunnitelmana oli mukaan lukea opinnäytetyöhön myös varsinaisen rakennushankkeen hulevesien hallinnan- ja käsittelyn TATE-valvojan tehtävissä toimiminen. Erästä hanketta suunniteltiin opinnäytetyön käytännön työn osuudeksi, mutta muuttuvien aikataulujen vuoksi valitettavasti kyseinen projekti ei ehtinyt toteutustyössään opinnäytetyötä varten tarvittavalle rakennusasteelle. Näin ollen, opinnäytetyö lopulta muokkaantui toiminnallisen- ja tutkimustyyppisen opinnäytetyön yhdistelmäksi.

Opinnäytetyöraportti valmistui luontevasti tutkimustyön ohella. Jokseenkin kronologinen lähestymistapa aiheeseen, alkaen lakien-, määräysten ja asetusten selvittämisestä hulevesiin liittyen helpotti itse raportointia. Aiheeseen liittyvien asioiden looginen käsittelyjärjestys myös omalla tavallaan havainnollisti TATE-valvojan todellista työnkuvaa hulevesien hallinnan- ja käsittelyn suunnittelu- ja toteutustyön parissa. Kaikessa rakentamisessa tulee noudattaa tarvittavia lakeja, määräyksiä- ja asetuksia ja näitä noudattamalla itse rakentamisessa voidaan paremmin pyrkiä etenemään aina tarveselvityksestä takuuajan töihin asti asianmukaisesti.

Varsinaisen toteutusvaiheen puuttuminen opinnäytetyöstä ei sinänsä haitannut, sillä työskennellessäni aikaisemmin LVI Ekonsult Oy:n palveluksessa pääsin harjoittelijana syventymään hulevesien hallintajärjestelmien toteutustyön valvontaan, TATE-valvojan roolissa.

11.4 Tulokset

Varsinaista mitattavaa dataa ei opinnäytetyön tuloksena tuottanut. Merkittävin tulos opinnäytetyössä oli sen herättämä mielenkiinto alan asiantuntijoiden parissa. Yleisesti tiedostettiin kiinteistökohtaisen hulevesien hallinnan ja käsittelyn olevan vielä uutta, ja tämän tuomiin haasteisiin asennoiduttiin tarvittavalla vakavuudella suurimmilta osin. Alueiden käytön suunnittelussa havaittiin paljon puutteita hulevesien hallinnan- ja käsittelyn osalta. Myös suurena puutteena itse rakennushankkeissa nähtiin lähtötietojen puutteellisuudet. Puutteellisten lähtötietojen

vuoksi rakennushankkeissa tarvittavat esitutkimukset ja selvitykset jäävät usein hyvin niukoiksi. Tämä tarkoittaa valitettavasti myös sitä, että kiinteistökohtaiset hulevesien hallintaratkaisut rajoittuvat lopulta muutamaankin tai useinkin vain yhteen vaihtoehtoon.

Projektinjohdon asiantuntevalla konsultoinnilla on suuri merkitys rakennushankkeen hulevesien hallintaratkaisun valinnassa. Nostamalla esiin eri vaihtoehtoja jo rakennushankkeen alkuvaiheissa projektinjohto voi vaikuttaa ratkaisevasti huleveden hallinta- ja käsittelyjärjestelmien valinnassa ja näin ollen auttaa tilaajaa rakennushankkeessaan.

Hyvällä hulevesien hallinnalla nähtiin paljon potentiaalia monella rakentamisen eri osa-alueella. Tämän nähtiin myös tukevan kestävä kehityksen näkökulmaa. Innovaatiolla tuntuu olevan tilausta, mutta toisaalta tämän vastapainona on lisääntyvistä kustannuksista saatavan lisäarvon tarve. Vertailevalle kokonaiskustannuslaskennalle olisi siis tilausta, jotta rakennushankkeeseen ryhtyvällä olisi kattaviin selvityksiin perustuvaa informaatiota, eri hulevesien hallinta- ja käsittelyratkaisujen välillä. Tämä vaatisi eri toimialojen yhteistyötä, sillä luonnonmukaisten ja LVI-tekniikan hulevesien hallinta- ja käsittelyjärjestelmien tekninen sekä kustannuksien tuntemus usein rajoittuu eri alojen asiantuntijoiden omaan kokemukseen.

11.5 Osaamisen kehittyminen opinnäytetyön aikana ja jatkossa

Oman osaamiseni kehittyminen tapahtui jo aiemmin hankitusta käytännön harjoittelun tuomasta työkokemuksesta sitä mukaa kun raportti muodostui lopulliseen muotoonsa.

Kuten monilla asiantuntijatahoillakin, oma tuntemukseni lakien, määräysten, ja asetusten osalta oli työn alkuvaiheessa harmillisen puutteellinen. Suurimpana yllätyksenä kuitenkin oli hulevesien hallinnan- ja käsittelysuunnittelutyön kuuluminen ensisijaisesti geotekniselle suunnittelijalle. Lähes kaikissa rakennushankkeissa, joissa olen ollut osallisena, on hulevesien hallintaratkaisut toteutettu LVI-

teknisin keinoin. Kuitenkin tutustuessani erikoissuunnittelijoiden RT- tehtävälueteloihin suurena yllätyksenä oli se, että geoteknisen suunnittelun tehtävälue-
telossa oli monta mainintaa hulevesien hallinnan- ja käsittelyn osalta, mutta esim.
TATE-suunnittelun tehtävälue-
telossa ei hulevesien osalta löytynyt yhtään mai-
nintaa.

Itse TATE-valvojan töistä suurimpana oppina jäi käteen se, että rakennuttajaval-
vojana TATE-valvojan tulee olla rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa tiiviissä
yhteydenpidossa ja omalla asiantuntemuksellaan tuoda tilaajataholle tietoa eri
vaihtoehtoista. Rakennushankkeeseen ryhtyvän omana valintana on, missä vai-
heessa hanketta hän haluaa TATE-valvojan liittyvät rakennushankkeeseen liitty-
vään organisaatioon. Asiantuntevalla projektinjohto- organisaatiolla on kuitenkin
suurin vaikuttamisen mahdollisuus, sillä he ovat se taho, joka on rakennushank-
keessa mukana yleensä jo hankesuunnitteluvaiheessa.

Opinnäytetyön tuloksena oli siis tarkoitus rakentaa kiinteistöprojektinjohton ta-
lotekniikan- valvontatehtävien tueksi valvontatyökalu, hulevesien hallinta- ja kä-
sittelyjärjestelmiin liittyen. Kyseinen työkalu tulee Ramboll CM Oy:n sisäiseen
käyttöön, eikä sitä julkaista tämän opinnäytetyön liitteenä. Voinee kuitenkin sa-
noa, että työkalu on eräänlainen tarkastusasiakirja, jolla TATE-valvoja voi var-
mistaa, että hulevesien hallinta- ja käsittelyratkaisut- ja järjestelmät ovat raken-
nushankkeelle optimaaliset. Työkalulla varmistetaan myös, että rakennushank-
keeseen ryhtyvälle, on ennen jokaista rakennushankkeen vaihetta annettu tarvit-
tava ja kattava informaatio kyseisen vaiheen toteutusta varten. Valvontatyökalun
työstäminen jatkui vielä opinnäytetyö raportin julkaisun jälkeen, sillä tämä vaati
varsinaisen rakennushankkeen hulevesien hallinnan- ja käsittelyn TATE-valvojan
tehtävissä toimimista.

Talotekniikan alalla toimivan asiantuntijan tulee tiedostaa se tosiasia, että ala ke-
hittyy edelleenkin huimaa vauhtia, eikä hidastumisen merkkejä ole odotettavissa.
Oman ammatillisen osaamisen ja kehittymisen takeena en siis näe muuta keinoa
kuin jatkuvan oppimisen janon ruokkiminen sekä jatkuvan työssä oppimisen ja
lisäkoulutuksen hankkiminen.

12 Lopuksi

Lopuksi haluan kiittää kaikkia opinnäytetyössä mukana olleita tahoja.

Asiantuntijahaastattelujen kautta muodostui suhteellisen kattava käsitys siitä, kuinka hulevesien hallinnan suunnittelu on koko rakennusalailla vielä murrosvaiheessa. Alueellisesti haetaan vielä toimivia toimintaraameja- ja vastuualueita. Monen kunnan osalta ollaan asioissa hyvinkin pitkällä ja suunta on oikea, mutta suurimmilta osin valtakunnallisesti kehitystyötä on vielä tehtävä paljon. Kiitokset siis kaikille haastatteluihin osallistuneille. Osuuttanne tässä opinnäytetyössä ei tule väheksyä.

Kiitokset myös Ramboll CM Oy Joensuulle sekä erityisesti yksikön päällikölle Jaakko Karjulalle. Aina toimeksiantovaiheesta viimeiseen ohjauspalaveriin kestänyt innostunut asennoituminen ja aktiivinen ohjaaminen sekä kannustava ja paikoin tarpeellisen kriittisenkin palautteen antaminen mahdollisti onnistuneen opinnäytetyön raportoinnin.

Itse toivon, että kuluneet käytetyt kuukaudet opinnäytetyön parissa eivät menneet hukkaan ja että Joensuun rakennusvalvonnan LVI- tarkastaja Jukka Lehtorannan kommentti 12.12.2019 nauhoitetussa haastattelussa, pitäisi paikkansa.

Tässä opinnäytetyössä on potentiaalia olla avuksi tämän hetken hulevesien hallinnan suunnittelun ongelmiin. Tärkeää olisi saada ”heräteltyä” hankkeissa toimivia osapuolia aktivoitumaan ja perehtymään enemmän aiheeseen ja vastuualueisiin. [27]

13 Lähteet

1. Maankäyttö- ja rakennuslaki 23.1.2020.
2. SITO Hulevesien hallinta maankäytön suunnittelussa- luentomateriaali.
3. Suomen Kuntaliiton hulevesiopas 2012.
4. Luonnonsuojelulaki 20.12.1996/1096.
5. Laki tulvariskien hallinnasta. 24.6.2010/620.
6. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 22.12.2017.
7. Oulun kaupunki hulevesien hallintasuunnitelma, Ramboll Finland Oy.
8. RT 10-11127 GEOTEKNISEN SUUNNITTELUN TEHTÄVÄLUETTELO GEO12- ohjekortti.
9. <http://kaupunkitilaohje.hel.fi/kortti/hulevesien-hallintarakenteet/>
10. <http://tvstav.cz/clanek/2612-pipelife-czech-s-r-o-kvalita-a-ekologie-1>.
11. RT 83- 10955 PERUSTUSTEN JA PERUSMUURIEN VEDEN- JA KOSTEUDENERISTYS.
12. RT 10- 11108 PÄÄSUUNNITTELIJAN TEHTÄVÄLUETTELO PS12- ohjekortti.
13. <https://ilmastotyokalut.fi/hulevesien-hallinta/hulevesien-hallintarakenteet/>
14. RT 10-10619 ASUINRAKENNUSHANKKEEN POHJATUTKIMUS JA POHJARAKENNUSSUUNNITTELU- ohjekortti.
15. D1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot Määräykset ja ohjeet 2007.
16. https://www.pipelife.fi/media/fi/tekniset_kuvat/Hulevesien_hallinta/Storm-box-lmeytyskentta.pdf?m=1575275826&
17. RT 16-11123 TALOTEKNIKKATÖIDEN VALVONNAN TEHTÄVÄLUETTELO- ohjekortti.
18. RT 10-11224, TALONRAKENNUSHANKKEEN KULKU Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu.
19. <https://www.talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/37-vvl-rakennuksen-sisapuolisten-hulevesiviemareiden-tiiviys-ja-kayttovarmuus>
20. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf
21. RT 89-11230 RAKENNUSTYÖMAAN HULEVESIEN HALLINTA.

22. Viherala Taimipäivä 12.11.2019, Kasvit hulevesien hallintarakenteissa-
luentomateriaali.
23. Pekka Leskinen. Ramboll Finland Oy. URBAN WATER IoT Varmista vi-
heralueiden hyvinvointi- esittelymateriaali.
24. Rakennustiedon seminaari 01.10 2019.
25. Pohjois- Karjalan ELY- keskus. Ari Heiskanen, yksikön päällikkö, ympä-
ristövastuu –yksikkö. Nauhoitettu haastattelu 26.11.2019.
26. Joensuun rakennusvalvonta. Juha- Pekka Vartiainen, kaavoituspääl-
likkö. Nauhoitettu haastattelu 9.12.2019
27. Joensuun rakennusvalvonta. Jukka Lehtoranta, LVI- tarkastaja. Nauhoi-
tettu 12.12.2019.
28. Ramboll CM Oy. Jaakko Karjula, yksikön päällikkö, kiinteistöprojektin-
johto. Nauhoitettu haastattelu 10.1.2020.
29. Ramboll CM Oy. Jyrki Mallius, aluetoiminnan kehitys- ja projektijohtaja.
Nauhoitettu haastattelu 24.2.2020.
30. Pipelife Finland Oy - Joensuun kaivoyksikkö. Erkki Sonninen, aluepääl-
likkö. Nauhoitettu haastattelu 31.1.2020.
31. Opiskelija- asunnot Oy Joensuun Elli. Jarmo Ojalainen, toimitusjohtaja.
Nauhoitettu haastattelu 17.1.2020.
32. Opiskelija- asunnot Oy Joensuun Elli. Vesa Vapanen, rakennuttajapääl-
likkö. Nauhoitettu haastattelu 17.1.2020.
33. Pohjois- Karjalan ELY- keskus. Timo Korkalainen, maankäyttöasiantun-
tija, luonto- ja alueidenkäyttö –yksikkö. Nauhoitettu haastattelu
26.11.2019.
34. Arcadia Oy Arkkitehtitoimisto. Samuli Sallinen, toimitusjohtaja. Nauhoi-
tettu haastattelu 27.1.2020.
35. Joensuun LVIS-Konsultit Oy. Esko Jalkanen, TATE- asiantuntija. Nau-
hoitettu haastattelu 25.1.2020.
36. Ramboll CM Oy Joensuu. Esa- Matti Laurell, TATE- asiantuntija. Nauhoi-
tettu haastattelu 30.1.2020.
37. Pipelife Finland Oy, Petri Södö, tekninen tarjouslaskija. 2020. Opinnäyte-
työ haastattelu. perti.sodo@pelife.com. 10.2.2020.
38. Ramboll Finland Oy. Sari Suvanto, yksikön päällikkö, hulevesien hallinta
ja ilmastonmuutos. Nauhoitettu haastattelu 17.1.2020.

39. Ramboll Finland Oy. Marjo Valtanen, projektipäällikkö / hulevesiasiantun-
tija, hulevesien hallinta ja ilmastonmuutos. Nauhoitettu haastattelu
17.1.2020.