



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Olli Litmanen

HULEVESITULVARISKIEN ALUSTAVA ARVIOINTI VAASASSA

Tekniikka ja liikenne
2011

ALKUSANAT

Tämän selvitystyön on tilannut Vaasan Kaupunki yhdessä Vaasan Veden kanssa. Työn on toteuttanut rakennustekniikan insinöörikoulutuksen lopputyönä Olli Litmanen Vaasan ammattikorkeakoulusta.

Kiitokset työn valmistumisesta kuuluvat ohjaajilleni. Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Vesa-Matti Honkaselle, Vaasan kaupungin kadunsuunnitteluinsinööri Siri Gröndahlille, Vaasan veden TJ Pertti Reinikaiselle ja Vaasan veden projekti-insinööri Johanna Nystenille. Kiitokset hulevesimallinnuksen laatijalle, FCG:n suunnitteluinsinööri Hannes Björnisele. Kiitokset avusta myös Pohjanmaan pelastuslaitoksen Ari Rinta-Jaskarille ja Vaasan kaavoituksen ympäristöinsinööreille Laura Suomelle, Aaro Toiviolle sekä Toni Lustilalle.

Vaasassa 12. Lokakuuta 2011-10-12

Olli Litmanen

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Olli Litmanen
Opinnäytetyön nimi	Hulevesitulvariskien alustava arviointi Vaasassa
Vuosi	2011
Kieli	suomi
Sivumäärä	75
Ohjaaja	Vesa-Matti Honkanen, Vaasan ammattikorkeakoulu Siri Gröndahl, Vaasan kaupunki Johanna Nysten, Vaasan vesi Pertti Reinikainen, Vaasan vesi

Suomessa ovat perinteisesti vesistötulvat olleet jatkuvan huomion kohteena. Viime aikoina myös rankkasateista aiheutuvat tulvat taajama-alueilla ovat aiheuttaneet vahinkoja. Tulevaisuudessa on ennustettu ilmastonmuutoksen kasvattavan sademääriä ja lisäävän rankkasateita. Kaupungistuminen heikentää sadevesien luonnollista imeytymistä maahan, jolloin hulevesiä lammikoituu kaduille yhä enemmän. Tämän seurauksena eduskunta hyväksyi hallituksen esityksen tulvariskien hallinnasta. Laki velvoittaa kuntia tekemään alustavan arvion mahdollisista tulvariskialueista 22.12.2011 mennessä. Lisäksi kuntien on tehtävä merkittävistä hulevesitulvariskialueista tulvavaara- ja tulvariskikartat 22.12.2013 mennessä sekä hallintasuunnitelmat 22.12.2015 mennessä. Uuden lain tarkoituksena on parantaa kuntien varautumista rankkasateisiin ja ehkäistä merkittäviä hulevesitulvia.

Tässä työssä tarkastellaan Vaasan kaupungin hulevesitulvariskialueita. Työssä on selvitetty merkittävät hulevesitulvariskialueet ja pohdittu jatkotoimenpiteitä merkittävillä ja haitallisilla riskialueilla. Lisäksi työssä on pohdittu ennakoivia toimenpiteitä hulevesitulvariskien pienentämiseksi. Arvioinnin pohjana on käytetty aikaisempia Vaasan alueella havaittuja hulevesitulvia. Tarkemmin hulevesitulvariskialueita keskusta-alueella tutkittiin SWMM – ohjelmalla (Storm Water Management Model).

Selvitysten ja mallinnusten perusteella voitiin todeta, että kriteereiltään lain (620/2010) mukaisia merkittäviä hulevesitulvariskejä ei ole Vaasassa. Hulevesimallinnuksen tuloksista voitiin havaita, että Vaasassa on tulvaherkkiä alueita joista voi aiheutua vahinkoja. Työssä on esitelty muutama tulvaherkkiä alue ja joitain ratkaisuehdotuksia kyseisille alueille. Työssä on esitetty myös yleistä asiaa hulevesitulvariskien pienentämiseen liittyen.

Avainsanat	hulevesi, hulevesitulvat, hulevesitulvariskien alustava arviointi, kunnallistekniikka, laki hulevesitulvariskien hallinnasta
------------	--

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Olli Litmanen
Title	Municipalities in Preliminary Assessment of Stormwater and Meltwater Flood in Vaasa
Year	2011
Language	Finnish
Pages	75
Name of Supervisor	Vesa-Matti Honkanen, Vaasan ammattikorkeakoulu Siri Gröndahl, Vaasan kaupunki Johanna Nysten, Vaasan vesi Pertti Reinikainen, Vaasan vesi

Traditionally floods have been under public attention in Finland. Recently the storm waters have also produced some damages in the urban areas. In the future the climate change has been predicted to increase the amount of rainfall and heavy rains. The urbanization will further impair the natural absorption of rain to the soil. This will cause the storm water to build up on the streets more and more. This has caused the Finnish parliament to approve the government's proposal on risk management legislation when it comes to the storm waters. The law will oblige the municipalities to do a preliminary assessment on possible storm water flood risk areas by 22.12.2011. In addition, the municipality must create flood hazard and flood risk maps on substantial storm water flood areas by 22.12.2013 and flood risk management plans for these by the 22.12.2015. The purpose for this new legislation is to promote the preparedness of municipalities for heavy rains and prevent substantial storm water floods.

This thesis will review the storm water flood risk areas in the city of Vaasa. The thesis will sort out the significant storm water flood risk areas and argues follow up measures for these possible hazardous areas. In addition, the pre-emptive actions to mitigate the storm water floods' risks are presented here. As a basis for the assessment the historic records of storm water floods in the area of Vaasa have been investigated. The software, SWMM (Storm Water Management Model), has been used to research more precisely the flood areas in the downtown area of Vaasa.

In conclusion it can be said that according to the legislation (620/2010) there are no substantial storm water flood risk areas in the city of Vaasa. From the results it can be seen that there are some areas that are more likely to suffer from flood damages. The thesis presents some of these high risk areas and some solutions for those. In addition there are some general issues presented on mitigating the storm water flood risks.

Keywords	Flood, EU Floods Directive, storm water, storm water floods, flood protection, hydrology
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	HULEVESITULVARISKIEN HALLINNASTA	9
	2.1 Hulevesitulvariskien alustava arviointi kansallisessa lainsäädännössä	9
	2.2 Kunnan vastuut, aikataulut ja mahdolliset jatkotoimenpiteet nimettäville merkittäville tulvariskialueille.....	9
	2.3 Huleveden määritelmä	12
	2.4 Tulvatyytit.....	14
	2.4.1 Vesistötulvat.....	14
	2.4.2 Merivesitulvat	14
	2.4.3 Hulevesitulvat	14
	2.5 Rakentamisen ja kaupungistumisen vaikutus hulevesiin.....	15
	2.6 Ilmastonmuutoksen vaikutukset hulevesien määrään.....	15
	2.7 Hulevesien hallinta.....	17
	2.7.1 Hulevesien vähentäminen	18
	2.7.2 Hulevesien viivyttäminen.....	22
	2.7.3 Hulevesien johtaminen.....	26
	2.8 Hulevesien huomioiminen kaavoitus- ja suunnitteluvaiheessa.....	29
	2.8.1 Yleiskaavataso.....	30
	2.8.2 Asemakaavoitus	31
3	ALUSTAVAN ARVIOINNIN KOHTEEN KUVAUS - VAASA.....	33
	3.1 Hydrologia	34
	3.2 Topografia.....	35
	3.3 Maankäyttö	36
	3.4 Aukkaat ja rakennukset sekä näiden sijoittuminen alueella.....	37
	3.5 Hulevesien hallintatoimenpiteet Vaasassa.....	38
	3.5.1 Gerby – Västervik	39
	3.5.2 Vital Vaasa	42
	3.5.3 Böle 1	43

4	VAASASSA ESIINTYNEET HULEVESITULVAT JA NIISTÄ AIHEUTUNEET VAHINGOT	45
4.1	CASE Vaasan kaupunkitulva 31.7.2003.....	45
4.1.1	Vahinkojen kuvaus	45
4.1.2	Tulvaan varautuminen.....	46
4.1.3	Johtopäätökset ja suositukset	46
4.2	Tulva keväällä 1984	47
5	HULEVESITULVARISKIEN ALUSTAVAN ARVIOINNIN TOTEUTUS VAASASSA.....	48
5.1	Vaasan keskusta-alueen mallinnus	49
5.1.1	Tietoja valuma-alueista	49
5.1.2	Keskusta-alueen topografia.....	51
5.1.3	Mallinnuksessa käytetyt sademäärät	52
6	HULEVESITULVARISKIEN ALUSTAVAN ARVIOINNIN TULOKSET - VAASA	53
6.1	Keskusta-alueen hulevesimallinnuksen tuloksia.....	53
6.1.1	Ratakadun ja Asemakadun liittymä	54
6.1.2	Vaasanpuistikko 18 edusta.....	56
6.1.3	Rautatien alitus Sepänkyläntien kaakkoispuolella, Opistokatu ..	58
6.1.4	Pitkäkatu välillä Hovioikeudenpuistikko – Hietasaarencatu	59
6.1.5	Pitkäkadun ja Vuorikadun liittymä	61
6.1.6	Kauppapuistikon ja Rautatienkadun liittymä	62
6.2	Suosittelavat jatkotoimenpiteet riskialueille	64
6.2.1	Toimenpide-ehdotukset: Ratakadun ja Asemakadun liittymä	64
6.2.2	Toimenpide-ehdotukset: Vaasanpuistikko 18 edusta.....	65
6.2.3	Toimenpide-ehdotukset: Rautatien alitus sepänkyläntien kaakkoispuolella, Opistokatu	65
6.2.4	Toimenpide-ehdotukset: Pitkäkatu välillä Hovioikeudenpuistikko – Hietasaarencatu.....	66
6.2.5	Toimenpide-ehdotukset: Pitkäkadun ja Vuorikadun liittymä	66
6.2.6	Toimenpide-ehdotukset: Kauppapuistikon ja Rautatienkadun liittymä	66

6.3	Vaasan lentokentän alueen hulevesitulvariskit	66
7	YHTEENVETO ARVIOINNIN TULOKSISTA	68
8	LÄHTEET	69
9	LIITTEET	71

1 JOHDANTO

Kaupungistumisen aiheuttama tiiviiden pintojen lisääntyminen, kasvillisuuden poistaminen, kaltevuuksien muuttaminen ja veden luonnollisen kierron estyminen lisäävät hulevesitulvariskejä merkittävästi. Useiden eri ennusteiden mukaan ilmastomuutoksen vaikutus tulee lisäämään hulevesien määrä noin 15 %:a. Kaupungistuminen ja ilmastomuutos ovatkin suurin syy hulevesitulvien yleistymiseen ja voimistumiseen.

Suomessa kesällä 2010 voimaan asetettu EU:n tulvadirektiivi 2007/60/EY velvoittaa kaikkia kuntia tekemään hulevesitulvariskien arvioinnin. Direktiivi koostuu kolmesta eri toimenpiteestä, joiden osalta tulvariskien alustava arviointi tulee suorittaa 22.12.2011 mennessä. Lisäksi mahdollisista merkittävistä tulvariskialueista tulee tehdä tulvavaara- ja tulvariskikartat 22.12.2013 mennessä sekä tulvariskien hallintasuunnitelmat 22.12.2015 mennessä. Prosessi toistuu kuuden vuoden välein.

Vaasan kaupungissa on 2000-luvun alussa havaittu puutteita hulevesiviemäriverkon välityskyvyssä. Puutteet ovat johtaneet paikallisiin tulvimisiin, joista pahimmat on koettu 2003 heinäkuussa ja keväällä 1984. Tulvaongelmien havaitsemisen jälkeen 2000-luvun alussa on alettu kiinnittää huomiota ja korjata ongelmakohtia. Edellisen kerran verkoston toimintaa on tarkasteltu vuonna 2001, joten nykyisen verkoston tarkastelut ovat tarpeen. Tämän työn tarkoituksena on paitsi suorittaa tulvadirektiivin vaatimat velvoitteet, myös pohtia toimenpiteitä miten kaupungin sisäisiä hulevesitulvariskejä voitaisiin vähentää.

2 HULEVESITULVARISKIEN HALLINNASTA

2.1 Hulevesitulvariskien alustava arviointi kansallisessa lainsäädännössä

Eduskunta hyväksyi hallituksen esityksen tulvariskien hallinnasta 1.6.2010. Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) asetettiin voimaan 30.6.2010 ja asetus tulvariskien hallinnasta (659/2010) 7.7.2010. Lailla saatetaan Suomessa kansallisesti voimaan EU:n tulvadirektiivi 2007/60/EY. /14/

Tulvadirektiivi velvoittaa aluksi kaikkia kuntia tekemään hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin. Kuntien tulee tehdä arvio alueen hulevesitulvariskialueista ja tutkia niiden merkittävyyttä. Tulvariskien hallinnan lain 620/2010 8§:n mukaan kyseessä on merkittävä tulvariskialue, jos sillä on vahingollinen seuraus ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle. Lisäksi jos tulva aiheuttaa pitkäaikaista keskeytymistä energiahuollolle, vesihuollolle, tietoliikenteelle, tieliikenteelle tai yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja turvaavalle taloudelliselle toiminnalle. Edelleen jos tulvalla on laaja-alaisia vahingollisia seurauksia ympäristölle tai korjaamattomia vahinkoja kulttuuriperinnölle, voidaan sitä pitää merkittävänä riskinä. Merkittävyyttä arvioitaessa tulee myös selvittää alueelliset olosuhteet ja eri tulvien todennäköisyydet. Arviointi pohjautuu olemassa oleviin tai niistä helposti johdettaviin tietoihin, eli hulevesitulvariskejä arvioitaessa lähinnä tapahtuneisiin tulviin ja niistä aiheutuneisiin vahinkoihin. Arvioinnin perusteella kunta joko nimeää merkittävät hulevesitulvariskialueet tai toteaa, että sellaisia ei ole kunnan alueella. /19/

Lainsäädännön tarkoitus on vähentää tulvariskejä ja lieventää sekä poistaa tulvista aiheutuvia vahinkoja. Lain velvoittamien toimenpiteiden jälkeen kunnilla on paremmat edellytykset varautua tulviin ja toimia tulvatilanteissa. /12/

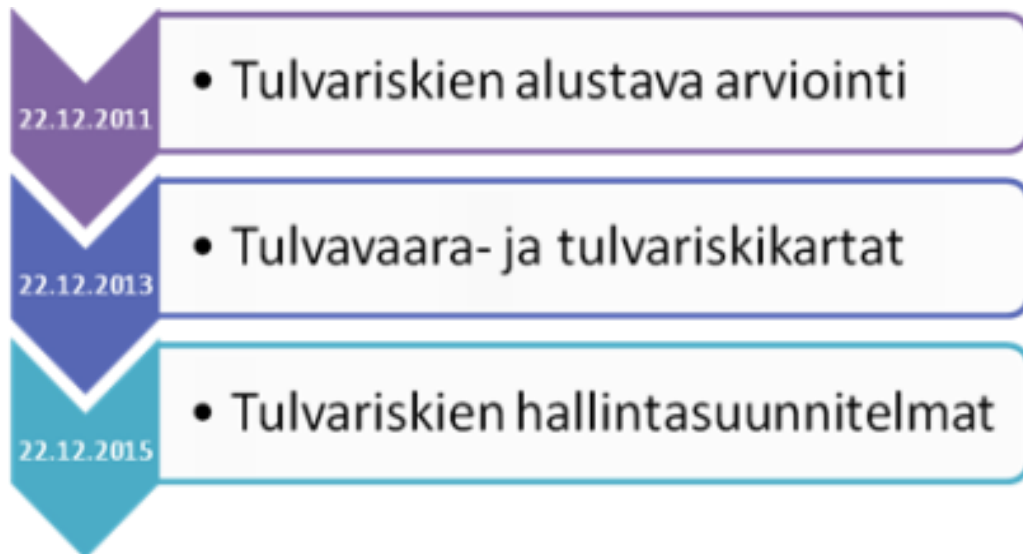
2.2 Kunnan vastuut, aikataulut ja mahdolliset jatkotoimenpiteet nimettäville merkittäville tulvariskialueille

Alueelliset ELY-keskukset vastaavat vesistötulvista ja merenrannikoiden tulvariskien arvioinnista sekä mahdollisista hallintasuunnitelmien laatimisista. Hulevesitulvien arviointi ja jatkotoimenpiteet kuuluvat kunnan vastuulle. Kunta ja alu-

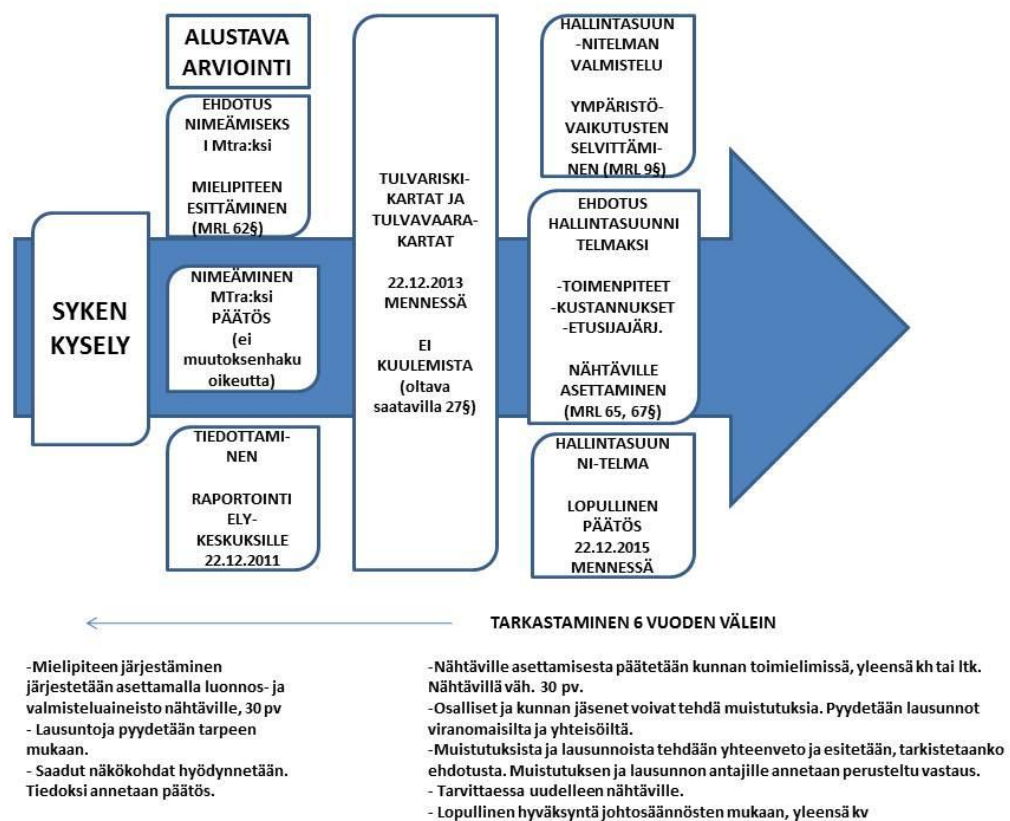
een ELY-keskus sopivat kuitenkin tapauskohtaisesti alustavan arvioinnin tekemisestä, kun on epäselvää onko kyseessä hulevesi-, vesistö-, tai merenrantatulva. /19/

Laki velvoittaa kaikkia kuntia laatimaan hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin 22.12.2011 mennessä. Kuntien täytyy nimetä merkittävät tulvariskialueet ja laatia näille alueille tulvavaarakartat, joissa näkyy tulvan leviäminen kunnan alueella. Lisäksi laaditaan tulvariskikartat, joista käy ilmi tulvavahingoille alttiit kohteet sekä kohteet, joista tulvan vuoksi voi aiheutua vahinkoa ympäristölle. Tulvavaara- ja tulvariskikartat tulee olla tehtynä 22.12.2013 mennessä. Merkittävillä tulvariskialueille tulee laatia myös hallintasuunnitelmat. Suunnitelma sisältää toimenpiteet, joiden avulla tulvariskien hallinnan tavoitteet voidaan saavuttaa. Hallintasuunnitelmat tulee laatia 22.12.2015 mennessä. Prosessi toistuu kuuden vuoden välein kuitenkin niin, että seuraava arviointi tehdään vuonna 2018. /28/

Kuntien tulee järjestää kuuleminen arvioinnin tuloksista, joka järjestettäisiin samalla tavalla kuin maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa kunnan toimivaltaan kuuluvassa kaavoituksessa. Alustavan arvioinnin asiakirja tulee laittaa julkisesti nähtäville ja tiedotettava tarkoituksen ja merkityksen kannalta sopivalla tavalla, vaikka merkittäviä hulevesitulvariskialueita ei löytyisikään. Kuntalaisille pitää järjestää tilaisuus, jossa he voivat esittää mielipiteensä. Nimeämisvaiheessa kunnan tulee laittaa nähtäville ehdotukset merkittäviksi tulvariskialueiksi tai vastavasti todeta, että niitä ei ole. Merkittävien tulvariskialueiden kartta-aineistot, perusteluaineistot, kuvaus hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelun vaiheista ja tavoitteista sekä kaavaluonnokset ja niiden valmisteluaineistot tulee olla nähtävissä. /14/



Kuva 1. Tulvadirektiivin velvoittamat toimenpiteet aikatauluineen. /28/



Kuva 2. Hulevesien alustavan arvioinnin prosessi (Olli Litmanen, lähde: Marika Kämppe, Suomen Kuntaliitto).

2.3 Huleveden määritelmä

Hulevedellä tarkoitetaan taajaan rakennetulla alueella maan pinnalle muodostuvaa sade- tai sulamisvettä. Taajaan rakennettu alue voi tarkoittaa muun muassa asemakaavoitettuja alueita, suunnittelutarvealueita tai muita erillisiä tiiviin rakentamisen asutusalueita. Hulevesiin kuuluvat rakennusten katoilta, tien pinnoilta ja muun rakennetun suuren tiiviin alueen pinnalta poisjohdettavat vedet sekä rakennuksista salaojituksin johdettavat kuivatusvedet. (/19/)

Hulevesitulvat aiheutuvat yleensä lyhytkestoisen paikallisen rankkasateen tai keväisin lumen sulamisen seurauksena. Hulevesitulvan erottaminen vesistön ja merenrannikon tulvimisesta ei aina ole helppoa ja yksiselitteistä. Varsinkin keväisin on mahdollista, että samanaikaisesti esiintyy sekä hulevesi- että vesistö- ja merenrannikkotulvia. Jos on epäselvää, onko kyseessä hulevesi-, vesistö vai merenrannikkotulva, tulee kunnan tapauskohtaisesti selvittää asia yhdessä alueen ELY-keskuksen kanssa. Kunnan vastuulle kuuluvat vain hulevesitulvat, muista tulvista vastaa ELY. (/19/)

Valuman määrään vaikuttaa olennaisesti sade- ja sulamisvesiä vastaanottavan pinnan laatu. Virtaama on suoraan verrannollinen valumakertoimiin ja pinnalle tulevan veden määrään. (Taulukko 1)

Taulukko 1. Pintojen ja alueiden valumakertoimet (Hulevedet rakennetussa ympäristössä 2010).

Pinnan laatu	Valumakerroin
Katto	0,90
Betoni- ja asfalttipinta sekä tiivissaumainen kiveys	0,80
Hiekkasaumainen kiveys	0,70
Hyväkuntoinen soratie, sorakenttä, sorakäytävä	0,30

Kallioinen, puuton puistoalue	0,50
Paljas laakeahko kallio	0,40
Puistomainen piha	0,2
Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen, tiheäkasvuinen metsä	0,05

Alueelliset	Valumakerroin
Umpinainen kerrostalokortteli (läpäsämättömät pihat)	0,90
Umpinainen kerrostalokortteli (sora- päällysteet/istutukset)	0,70
Avoimet kerrostalokorttelit	0,55
Rivitaloalueet	0,35
Omakotitaloalueet (pienet tontit)	0,275
Omakotitaloalueet (suuret tontit)	0,225
Urheilu- ja leikkikentät	0,20
Suurehkot puistoalueet	0,075

Luonnontilaiset alueet	Valumakerroin
Metsä	0,10
Pelto	0,15

Vesi	1,0
Avokallio	0,40
Suo	0,10

2.4 Tulvatyypit

Tulva voidaan määritellä kolmessa eri muodossa; Vesistötulvat, merivesitulvat ja hulevesitulvat. /16/

2.4.1 Vesistötulvat

Vesistötulvat syntyvät Suomen joissa ja järvissä yleensä pitkän ja runsaan sadekauden tai keväisin lumien sulamisen seurauksena. Jää- ja hyydepadot voivat aiheuttaa paikallisesti vedenpinnan äkillistä ja voimakasta nousua. Useiden runsasateisten vuosien seurauksena omaksi tulvatyypiksi voidaan nostaa myös suurten järvien tulvimiset. /30/

2.4.2 Merivesitulvat

Tuulen voimakkuudella ja suunnalla on suurin vaikutus merenrannikoilla syntyviin merivesitulviin. Itämerellä nousuun voi vaikuttaa virtaukset Tanskan salmien läpi ja merijään kattavuus. Ilmanpaineella on myös vaikutusta merenpinnan korkeuteen. Korkeapaine painaa vettä alaspäin ja matalapaine nostaa vettä. /30/ /7/

2.4.3 Hulevesitulvat

Hulevesitulvat ovat sade- ja sulamisvesistä aiheutuvia tulvia, joita syntyy lähinnä rakennetuilla ja tiiviillä alueilla. Hulevesitulvat ovat paikallisia ja nopeasti alkavia tulvia, jotka aiheutuvat tiiviin maaperän alueella hulevesiviemäristön kapasiteetin riittämättömyydestä. /30/

2.5 Rakentamisen ja kaupungistumisen vaikutus hulevesiin

1900-luvun loppupuoliskolla maankäyttö Suomessa on muuttunut huomattavasti. Kaupunki- ja taajama-alueet ovat kasvaneet ja levittäytyneet ympäröivälle maaseudulle. Ympäristöhallinnon paikkatietopohjaisen yhdyskuntarakenteen seuranta järjestelmä YKR:n mukaan suomalaisista jo yli neljä viidestä asuu taajamissa tai kaupunkialueilla. Kaupunkialueiden ja kaupungissa asuvien ihmisten määrä kasvaa koko ajan. Esimerkiksi Uudenmaan ympäristökeskuksen toiminta-alueella kahdenkymmenen vuoden aikana on tilastoitu vuosittain keskimääräisesti jopa 15 km² taaja-asutusalueen kasvua. (/20/s.13)

Läpäisevien pintamateriaalien korvaaminen läpäisemättömillä pinnoilla ja samanaikaisesti kasvillisuuden poistaminen lisää sateesta syntyvän pintavalunnan määrää. Valunnan määrään vaikuttaa maaston kaltevuus, sateen rankkuus ja kesto sekä valuma-alueen pintamateriaali, imeytyskyky ja kyllästymisaste. Kaupungistumisen ja rakentamisen seurauksena pintavalunta ja virtaamahuiput kasvavat, pohjaveden pinta laskee sekä haihdunta ja imeytyminen pienenevät. (/24/)

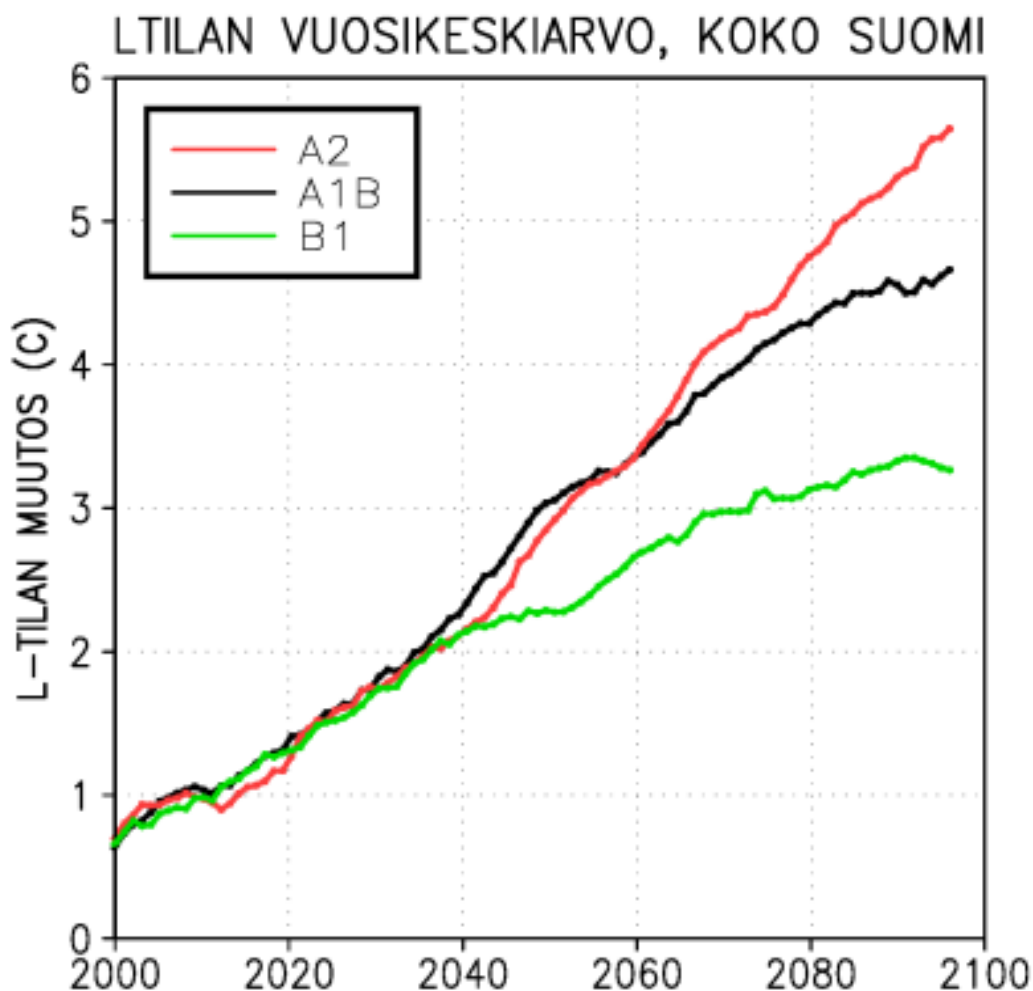
2.6 Ilmastonmuutoksen vaikutukset hulevesien määrään

Ilmastonmuutos aiheuttaa sään ääri-ilmiöiden lisääntymistä. Suomen keskilämpötila on noussut noin 1,3 astetta 1840-luvulta. Keskilämpötilan nousu on ollut suurinta keväisin, mutta ennustetaan että tulevaisuudessa suurimmat keskilämpötilan nousut koetaan talvisin. Talvien sadanta tulee kasvamaan 15–25 % samalla kun lumet sulavat nopeammin. Talvivalunta kasvaa 2-4 kertaiseksi, minkä seurauksena kevät- ja syystulvat yleistyvät sekä voimistuvat. Keväisin lämpötilan nousu aiheuttaa nopeampaa talvilumien sulamista ja tulvien todennäköisyyden kasvamista. Kesille ennustetaan hellejaksojen lisääntymistä, jonka seurauksena pohjaveden taso laskee, taajamien pienvedet kuivuvat, mutta rankkasateet yleistyvät ja voimistuvat. Syksyisin muutokset ovat vähäisimmät. Kokonaisuudessaan on ennustettu hulevesien määrän kasvavan noin 15 %:a. /6/

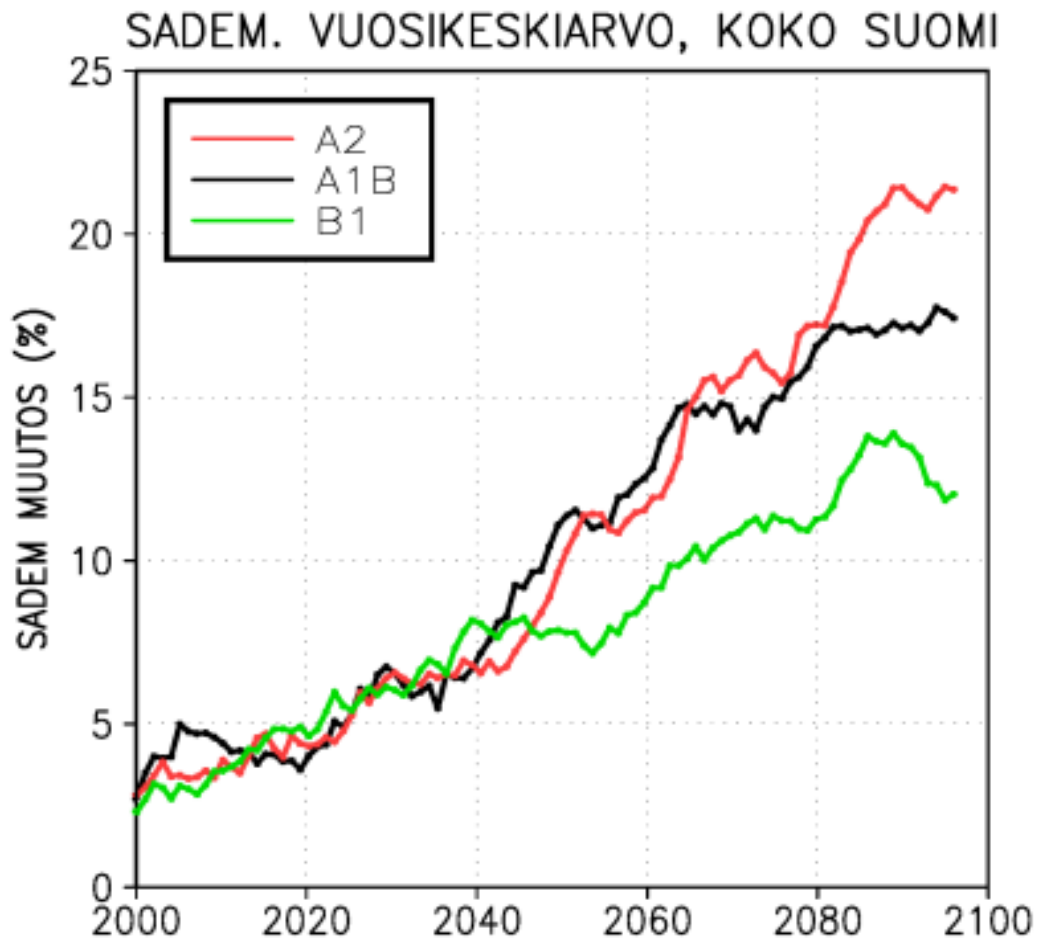
Rankkasateiden sademäärän arvioidaan kasvavan noin 20 % aikayksikköä kohti. Ilmatieteenlaitos, Teknillinen korkeakoulu ja Suomen ympäristökeskus ovat teh-

neet yhteistutkimuksen sadannan kasvun vaikutuksista hulevesiviemäristöissä. Koealueena oli Espoon Vallikallio, jossa hulevesiverkosto on tehty nykyisellä mitoitusperiaatteella. Tuloksista ilmeni että hulevesimallin mukaan kaivoista kaduille tulvivan veden määrä kasvaisi ilmastonmuutoksen johdosta jopa 70–130 %. /6/

Kuvassa 3 Suomen vuotuisen keskilämpötilojen muutokset ja kuvassa 4 sademäärien muutokset vuosien 2000–2100 aikana. Ennusteet ovat 19 mallin tulosten keskiarvoja, ja ne on esitetty erikseen kolmelle kasvihuonekaasuskenaariolle (B1=skenaario jossa kasvihuonepäästöjä rajoitetaan tehokkaasti, A2=skenaario jossa kasvihuonepäästöjen kasvu jatkuu nopeana, A1B=skenaarioiden A1 ja A2 välimalli). /6/



Kuva 3. Arvioitu lämpötilan keskiarvon muutos 2000-2100 (Ilmatieteenlaitos).



Kuva 4. Arvioitu sademäärän keskimääräinen muutos 2000-2100 (Ilmatieteenlaitos).

2.7 Hulevesien hallinta

Rakentaminen, kaupungistuminen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset aiheuttavat sadannan lisääntymistä sekä haihtumisen ja imeytymisen heikentymistä. Tästä syystä on tärkeää, että hulevesien luonnonmukaiseen hallintaan kiinnitetään entistä enemmän huomiota /27/. Hulevesiä voidaan hallita luonnollisesti johtamalla, viivyttämällä ja vähentämällä /13/.

Teknisesti hulevesiä voidaan hallita viemäristön kapasiteettia ja keräilykaivojen määrää lisäämällä sekä erilaisilla katu- ja viivytyrakenteilla. Kriittisillä alueilla voidaan käyttää pumppausratkaisuja, kun verkoston kapasiteettia ei pystytä kokonaan hyödyntämään. /11/

Menetelmien tehokkuus määrällisessä hallinnassa

	Hulevesitulvien estäminen	Virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy	Imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	1	2	3
Viherkatot	1	2	1
Imeytyskaivannot	2 ^A	2	3
Imeytyspainanteet	2	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2 ^A	2	2 ^B
Rakennetut kanavat ja purot	2 ^A	2	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2 ^B
Lammikot	3	3	2 ^B
Viivytysohjeet	2	3	2 ^B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	3	1 ^C

3	Merkittävä positiivinen vaikutus
2	Keskitasoinen positiivinen vaikutus
1	Alhainen positiivinen vaikutus

^{A)} Jos rakenteen yhteyteen on varattu viivytysohjeita

^{B)} Edellyttää maaperältä kohtalaista vedenläpäisyä, muutoin alhainen vaikutus

^{C)} Umpinainen säiliö tai heikosti läpäisevä maaperä, hyvin läpäisevässä maaperässä keskitasoinen vaikutus

Lähde: Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät – Suunnitteluohje, 2007. Suunnittelukeskus Oy ja Kuopion kaupunki.

Kuva 5. Hulevesien hallintamenetelmien tehokkuus /4/.

2.7.1 Hulevesien vähentäminen

Hulevesien vähentämisen tarkoittaa vesien imeyttämistä ja haihduttamista. Hulevesiä voidaan vähentää läpäisevillä pintamateriaaleilla ja päällysteillä, kasvillisuudella sekä viherkatoilla. (/13/ s.8)

Läpäisevät päällysteet koostuvat läpäisevästä pintamateriaalista, jonka alapuolella on karkealla kiviaineksella täytetty kerros. Siten hulevedet läpäisevät pintamateriaalin ja voivat varastoitua tilapäisesti alempaan kiviaineskerrokseen. Siitä vedet imeytyvät maahan tai ne johdetaan salaojilla muualle. Läpäisevät päällysteet soveltuvat parhaiten pysäköintialueille, tonttiväylille, kevyen liikenteen ja muille vähäisen liikennemäärän alueille. Hulevesiä voidaan johtaa läpäisevien päällysteiden alueille myös lähiympäristöstä, kunhan maaston imeytys- ja haihdutuskyky johdettaville vesille on riittävä eikä vedet sisällä liikaa epäpuhtauksia. (/13/ s.5-8)



Kuva 6. Betoninen reikälaatta (<http://www.kivikopla.fi/pages/reikalaatta.htm>).

Viherkatto on nurmikolla tai muulla kasvustolla peitetty katto, jonka tarkoitus on vähentää maastoon johtuvien hulevesien määrää. Sadevesi imeytyy viherosaan ja ylimääräinen vesi johdetaan pois samoin kuin tavallisissakin katoissa rännien ja syöksyputkien avulla. Katoille voidaan sijoittaa laaja-alaista ja ohuempaa viherrakennetta, joka peittää lähes koko kattoalan. Valmis laaja-alainen vihermattorakenne painaa vain noin 50 kg/m^2 , joten se ei aiheuta lisävaatimuksia kattorakenteen kestävyydelle. Toinen vaihtoehto on käyttää keskitettyä, eli pienempialaista ja paksumpaa viherkerrosta. Paksun viherkerroksen haittapuolena on mahdollisten kestävyystarkastelujen laatiminen. /13/

Tutkimustulokset osoittavat, että rakenteeltaan noin 50 mm paksuiset viherkatot pystyvät vähentämään katolta johtuvien hulevesien määrää jopa 50 %:a. /13/



Kuva 7. Esimerkki viherkaton rakenteesta

(http://www.icopal.fi/Tuotteet/Turvekatot_tuotesivu/turvekatto_ideakuvat.aspx).

Imeytyskaivantojen periaatteena on varastoida nopeasti hulevesiä ja imeyttää ne hiljalleen maaperään pohjavedeksi, jolloin rakentamisen aiheuttamat hulevesivirtaamat pienenevät. Imeytyskaivantojen täytemateriaalina on yleensä karkea kiviaines, jonka huokosiin mahtuu suuriakin määriä sadevettä. Kiviaineksen lisäksi täyteenä voidaan käyttää muovisia hulevesikasetteja. Kaivannot ovat yleensä pinnaltaan avoimia, jolloin hulevedet voidaan johtaa niihin maanpäällisesti. /13/

Maanalaisiin kaivantoihin hulevedet johdetaan salaojilla tai hulevesiviemäreillä. Imeytyskaivantoihin on syytä liittää esikäsittely, joka puhdistaa hulevettä ja pienentää kaivannon tukkeutumiseriskiä. Erityisesti liikenne- ja keskusta-alueilla esikäsittely vähentää kiintoaineiden imeytymistä maaperään. Imeytyspainanteen esikäsittely ei ole tarpeen, jos painanne on kasvillisuuden täyttämä tai jos johdettavi-

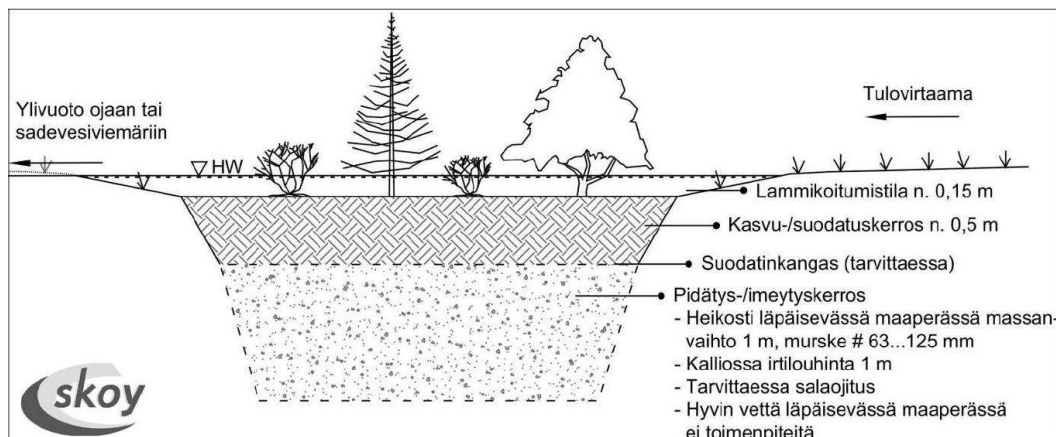
en hulevesien haitta-ainepitoisuudet ovat vähäisiä, esimerkiksi suoraan talon katolta johdettavat vedet eivät juuri koskaan vaadi esikäsittelyä. Esikäsittelyksi soveltuu esimerkiksi tasausallas ja viherpainanne tai puskurivyöhyke, joka poistaa kiintoaineita ennen varsinaista imeyttämistä. /13/



Kuva 8. Hulevesikaseteilla täytetty imeytyskaivanto

(<http://www.uponor.fi/ratkaisut/yhdyskuntateknikka/viettoviemarit/hulevesikasetti.aspx>).

Biopidätysalue, sadepuutarha ja imeytysallas ovat tyypillisiä imeytyspainanteita. Tunnusomaista imeytyspainanteille on niiden sisältämä kasvillisuus ja sijoittuminen ympäristöönsä alemmalle tasolle. Hulevedet ohjataan painanteisiin useimmiten maanpäällisesti johtamalla. Rakenteeltaan imeytyspainanne koostuu noin 0,15m lammikoitumistilasta, noin puolen metrin kasvillisuus- ja suodatuskerroksesta sekä noin metrin imeytyskerroksesta. Lammikoitumiskerroksen ansiosta imeytyspainanteilla on muita imeytyskeinoja parempi hulevesiä viivyttävä vaikutus. Yli- vuototilanteissa ylimääräiset vedet johdetaan avo-ojiin tai hulevesiviemäristöihin. /13/



Kuva 9. Imeytyspainanteen rakenne (Skoy).

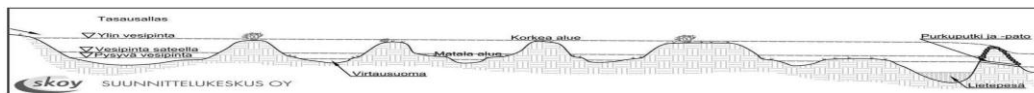
2.7.2 Hulevesien viivyttäminen

Hulevesien viivyttäminen tarkoittaa hulevesien hidastamista ja pidättämistä erilaisilla padotusrakenteilla. Viivytyksen menetelmät varastoivat tilapäisesti johdettua hulevettä, josta se hiljalleen vapautuu kun tulovirtaama loppuu. Viivytyksen menetelmien tarkoitus on hulevesivirtaamia pienentämällä vähentää tulvariskejä ja eroosiota.

Viivytyksen menetelmät parantavat oleellisesti hulevesien laatua. Hulevesiin sitoutuneet kiintoainekset ja epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan samalla kun kasvillisuus puhdistaa vettä. Viivytyksen menetelmiä on lukuisia, mutta yleisimmät ovat lammikot, painanteet, kosteikot, altaat ja kaivannot. (/13/ s.31)

Kosteikot ja lammikot on tarkoitettu laajojen valuma-alueiden suurille vesimäärille. Ne sijoittuvat useimmiten ojien ja purojen yhteyteen tai läheisyyteen. Kosteikot ovat yleensä vain muutaman kymmenen senttimetrin syvyisiä ja veden täyttämiä ympäri vuoden. Kosteikkoihin liittyy olennaisesti vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. /13/

Hulevesilammikko sisältää pysyvästi vettä ja sen tulee olla mitoitettu niin, että keskisyvyys on yli metrin ja maksimisyvyys alle 2,5 metriä. Lammikot sisältävät runsaasti hulevettä puhdistavaa kasvillisuutta. Hulevesiä hallitaan pato- ja juoksurakenteilla. Padot ovat yleensä tiivistettyä savea tai moreenista ja kivistä tehtyjä rakenteita, joihin on rakennettu lammikon tyhjentämiseen tarkoitettuja purkuputkia tai ylivuotoreunoja. (/13/ s.31 - 34)



Kuva 10. Leikkauskuva kosteikon rakenteesta /13/.



Kuva 11. Kosteikko liikennealueen vieressä /13/

Viivytyspainanteet ovat käteviä ratkaisuja asuinalueiden kiinteistökohtaiseen huulevesien hallintaan. Ne ovat ympäristöään alempana olevia painaumia joihin vedet voivat lammikoitua. Viivytyspainanteissa on virtaamia sääteleviä rakenteita, jotka edesauttavat painanteiden tyhjentymistä. Tyypillisesti viivytyspainanteet tyhjenetään sadevesiviemäriin purkuputkia pitkin. Ulkoisesti viivytyspainanteet ovat samankaltaisia imeytyspainanteiden kanssa, mutta eivät sisällä imeytys- ja varastointikerrosta. Kasvillisuus ei ole olennaista viivytyspainanteen toimivuuden kannalta. (/13/ s.34)



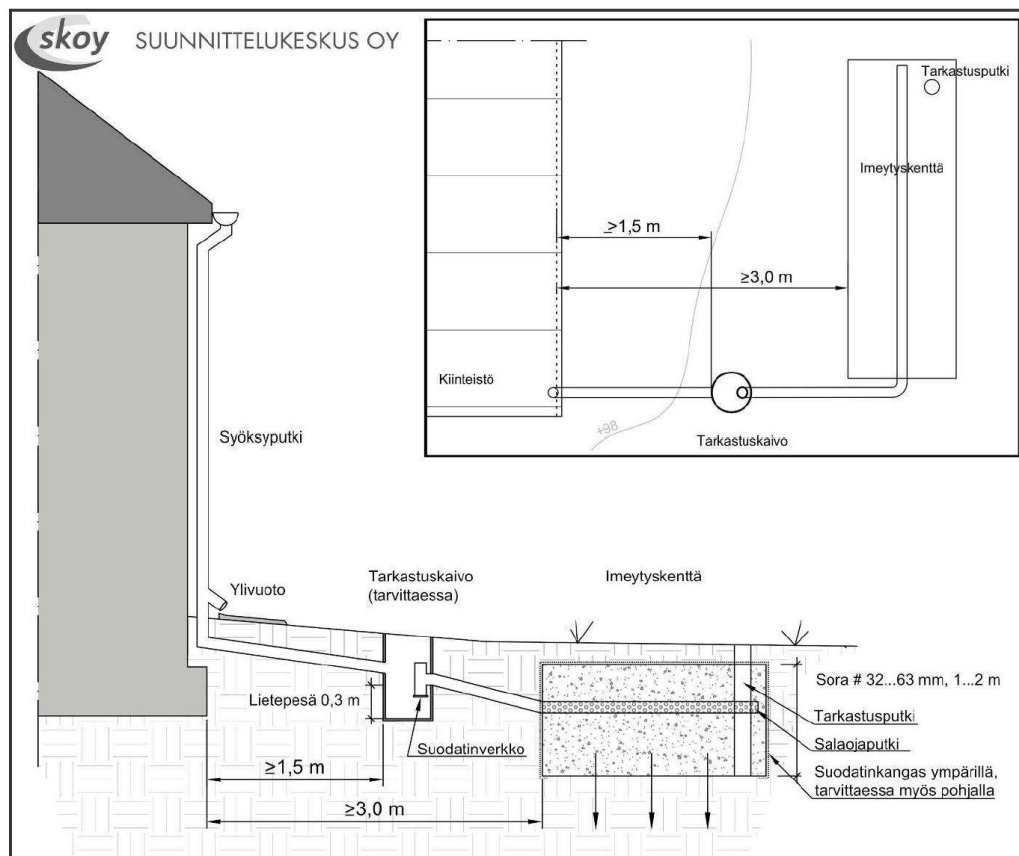
Kuva 12. Karkealla kiviaineksella täytetty viivytysoja asuinalueella /13/.

Viivytysoja voidaan käyttää kohteissa, joissa hulevesien hallinnasta halutaan tehdä näyttävä maisemaelementti. Altaat ovat täysin keinotekoisia betonista tai kivistä tehtyjä rakenteita joiden pohja on vettä läpäisemätön. Altaiden syvyys on vain muutamia kymmeniä senttejä ja ne on varustettu ylivuotoreiteillä sekä tyhjennysputkilla. (/13/s.35)



Kuva 13. Lammikkomainen allas /13/.

Maanalaiset kaivannot ja säiliöt ovat ratkaisu tiheästi asutuille alueille tai paikoille joissa tilaa maanpäällisille rakenteille ei ole. Maanalaiset rakenteet ovat yhteydessä sadevesiverkostoon ja niihin kuuluu olennaisesti salaojitukset sekä purkuputket. (/13/s.35-36)



Kuva 14. Maanalaisen imeytyskaivannon rakenne /13/.

2.7.3 Hulevesien johtaminen

Hulevesien johtaminen tarkoittaa vesien kokoamista ja niiden hallittua siirtämistä jatkokäsittelypaikoille. Johtaminen voidaan suorittaa putkilla, esimerkiksi salaojien tai hulevesiviemäristöjen avulla. Maan päällisen johtamisen menetelmiä ovat muun muassa avo-ojat, purot, viherpainanteet, kanavat ja muut avouomavirtaukseen perustuvat. (/13/s.20)

Avo-ojat voivat olla hyvinkin syviä ja jyrkkäluiskaisia veden johtamisen apuvälineitä. Jos hulevesiä johdetaan muualta avo-ojiin, voivat avo-ojat toimia myös hulevesiä vähentävinä ja viivyttävinä hallintamenetelminä. (/13/s.21)

Viherpainanteet ovat loivaluiskaisia ja matalia ojia, joiden pinta on nurmiaineksella ja kasvillisuudella päällystetty. Jotta painanteita ei tarvitsisi padottaa, on suositeltavaa että pituuskaltevuus on alle 5 %:a. Painanteen leveys voi vaihdella muutamasta kymmenestä sentistä useaan metriin. (/13/s.21-24)



Kuva 15. Hulevesiä viivytävä leveä viherpainanne /13/.

Kanavat ja kanaalit ovat läpäisemättömistä materiaaleista rakennettuja veden johtamisen apuvälineitä. Leveys voi vaihdella muutamasta kymmenestä sentistä useaan metriin ja reunat voivat olla hyvin jyrkät tai pystysuorat. Pituuskaltevuudelle ei ole asetettu maksimirajaa sillä eroosio estyy kanavan tai kanaalin rakenteilla. Kanavat ja kanaalit voidaan padottaa, jolloin hulevesien viivyttäminen on myös mahdollista.(/13/ s.25-28)



Kuva 16. Rakennettu kanava suurille vesimäärille /13/.

Rakennetut purot soveltuvat hulevesien pääpurkureiteiksi. Ne ovat mutkittelevia ja sisältävät usein runsaasti kasvillisuutta. Mutkittelevuus ja kasvillisuus aiheuttavat suuren virtausvastuksen, joka edesauttaa hulevesien viivyttämistä. Lisäksi puroja voidaan liittää lampiin ja levennyksiin, jolloin niiden hulevesien viivyttäminen suuremmillakin vesimäärillä on mahdollista. Puroihin voi liittyä myös hulevesiä viivyttäviä ja vähentäviä kosteikkoja. Eroosion takia pituuskaltevuus ei saa olla kuin muutaman prosentin. Jyrkemmissä maastoissa on syytä käyttää pohjapatoja virtauksen hidastamiseksi. (/13/ s.25 - 28)



Kuva 17. Rakennettu mutkitteleva purouoma /13/.

2.8 Hulevesien huomioiminen kaavoitus- ja suunnitteluvaiheessa

Kaupungistuminen ja ilmastonmuutos lisäävät hulevesien määrää tulevaisuudessa. Maankäyttö- ja rakennuslaki vaatii kaavoituksen yhteydessä hulevesien hallinnan suunnittelua ja haitallisten vaikutusten ehkäisemiseksi ratkaisu on kaavamääräykset. /8/

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa (VAT) kannustetaan viranomaisia alue- ja yhdyskuntarakenteen sekä ympäristön kestäväan kehittämiseen. Yksi olennaisimmista tavoitteista on hulevesien huomioiminen yleis- ja asemakaavoituksen yhteydessä. VATin tavoite on huomioida hulevedet kokonaisvaltaisesti, eikä keskittyä pelkästään piha- ja rakennusalueelle kohdistuviin hulevesiin. Kunnallisten hulevesistrategioiden ja hulevesiohjelmien huomioiminen on myös tärkeää. (/26/)

Taulukko 2. Hulevesien ja niistä aiheutuvien tulvien ottaminen huomioon kuntien suunnitelmissa. Vastaukset 183 kunnan tavoista (Hulevesipäivät, Helsinki)

Hulevesien johtaminen otetaan huomioon uusissa suunnitelmissa	18 %
Hulevesien johtaminen otetaan huomioon uusissa suunnitelmissa	9 %
Rakennukset pyritään sijoittamaan alueille, joissa ei ole hulevesitulvariskiä	16 %
Hulevesien johtaminen otetaan huomioon viemäreiden tai ojien mitoituksessa	3 %
Hulevesien pidättämis- ja imeyttämiskäytännöillä	11 %
Rakennetaan hulevesireittejä	19 %
Erillisillä selvityksillä tai suunnitelmilla	13 %
Ei oteta huomioon	11 %

2.8.1 Yleiskaavataso

Yleiskaavatason hulevesien hallintasuunnittelussa on tarkoitus saada kokonaisvaltainen kuva hulevesien hallintamenetelmistä. Yleiskaavaa laadittaessa on otettava huomioon mahdollisuudet liikenteen, erityisesti joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen sekä energia-, vesi- ja jätehuollon tarkoituksenmukaiseen järjestämiseen ympäristön luonnonvarojen ja talouden kannalta kestäväällä tavalla. /29/

Huomiota vaatii myös ympäristöhaittojen vähentäminen, rakennetun ympäristön ja maiseman sekä luonnonarvojen vaaliminen. (/15/ MRL 39§) Jotta alueelle voidaan valita parhaat mahdolliset hulevesien hallintamenetelmät, tulee tutkimusten ja selvitysten olla riittävät sekä kattaa koko sen alueen, jolle kaavoituksella voidaan arvioida olevan olennaista vaikutusta. (/15/ MRL 9§) Hallintasuunnitelma on syytä tehdä kaavoitusprosessin alkuvaiheessa, jolloin sen ohjaava vaikutus on merkittävämpi. Hallintasuunnitelmat teettää kaavoittaja ja sen laatii kunnan hulevesistä vastaava yksikkö. Valvovana tahona toimii Ympäristökeskus. /29/

Yleiskaavatason hulevesisuunnitelmassa määritetään suuntaa-antavat menetelmät hulevesien hallintaan, kuten alueellisten menetelmien (kosteikot, lammikot tms.)

tilantarpeet ja sijoituspaikat. Määritetään hulevesien hallinnan periaatteet (imeytys vs. poisjohtaminen) ja hulevesien valumareitit. Ennen kuin ryhdytään suunnittelemaan yleiskaavan hulevesien hallintaan liittyviä toimenpiteitä, on selvitettävä miksi kyseisiin toimenpiteisiin on syytä ryhtyä. /5/

On tärkeää selvittää luontaiset valumasuunnat ja -reitit, vedenjakaajat, valuma-alueen rajat sekä purku-uomien virtaamaolot. Ennen kaavoituksen toteuttamista olisi syytä perehtyä myös maaperän laatuun, vesistöjen tilaan, pohjavesisuhteisiin ja sadevesiviemäroinnin tilaan. /5/

Kun maankäytön laajuudesta ja rakentamisen tiiveydestä saadaan alustavia tietoja, voidaan ruveta arvioimaan maankäytöstä aiheutuvan valuman lisääntymistä sekä muutoksia pinta- ja pohjavesiin. Tämän jälkeen voidaan tehdä päätöksiä hulevesien hallintamenetelmien tarpeellisuudesta ja tavoitteista. Jos hallintatoimet arvioidaan tarpeellisiksi, täytyy niitä varten varata alueita, joille ei rakenneta. Yleiskaavatason hulevesien hallintasuunnitelmista laaditaan yksityiskohtaisemmat hallintamenetelmät asemakaavoituksen yhteydessä. Suunnitelmien toteutumista voidaan ohjata kaavamääräyksillä /5/

2.8.2 Asemakaavoitus

Kun yleiskaavatasoisessa suunnittelussa tehdään suuntaa-antavia päätöksiä, asemakaavavaiheen suunnittelussa tehdään ratkaisevat päätökset käytettäviin menetelmiin ja rakenteellisiin ratkaisuihin sekä niiden mitoituksiin ja sijoituksiin. Hulevesien kulku suunnitellaan yksityiskohtaisesti huomioiden alueellinen maasto ja erilaiset sadantilanteet. Hulevesirakenteiden suunnittelussa tulee huomioida myös perustusten kuivatusvesien johtaminen. Hulevesien hallintatoimia ei välttämättä suunnitella vain yleisille alueille, vaan ne voidaan määrätä asemakaavassa tarvittaessa tonttikohtaisesti. Asemakaavaa laadittaessa tulee ottaa selvää alueen tulvariskeistä ja määrätä alin sallittu rakennuskorkeus. /5/

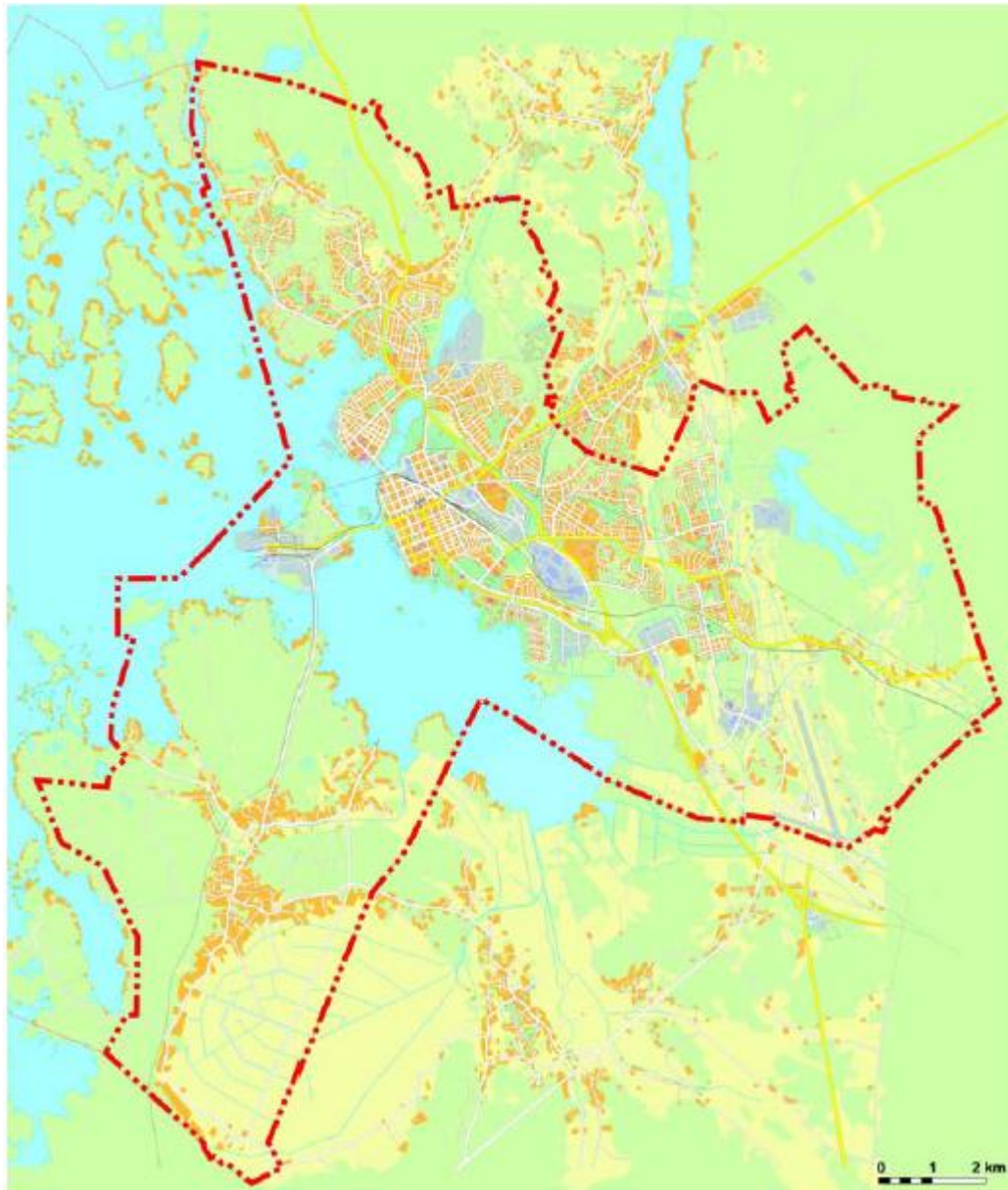
Hulevesien hallinnan käytännön toteutus varmistetaan tarvittaessa asemakaavamääräyksillä. Kaavan toteuttamisesta aiheutuvien hulevesien haitallisia vaikutuk-

sia voidaan olennaisesti ehkäistä asemakaavamääräyksiä avulla. Määräyksiä voidaan asettaa vettä läpäisevien pintojen määrille, hulevesien johtamisen menetelmille tai tulvareiteille. Myös katujen, tonttien tai muiden yleisten alueiden veden pidätys- ja imeytysmenetelmiin voidaan vaikuttaa erilaisin kaavamääräyksin. Kaavamääräykset voivat sisältää yksityiskohtaisempia määräyksiä hulevesien hallintaan liittyen. Tarkemmat määräykset voivat liittyä esimerkiksi hulevesien hallinnan keinojen mitoituksiin ja ominaisuuksiin. (/5/ s. 19-20, /11 /MRL 41§)

3 SELVITYSALUEEN KUVAUS - VAASA

Vaasassa pinta-ala on 397 km². Siitä 189 km² maa-aluetta ja 208 km² vesialuetta /30/. Kaupungilla on 4026 hehtaaria asemakaavoitettua aluetta /30/. Kaupungin keskusta-alueella on viisi leveää puistokatua: Vaasanpuistikko, Kirkkopuistikko, Korsholmanpuistikko, Kauppapuistikko ja Hovioikeudenpuistikko. Kaupungin halkaisee etelä-kaakosta Kauppapuistikko ja itä-koillisesta Vaasanpuistikko, joka johtaa kaupungin läpi kohti satamaa. /9/

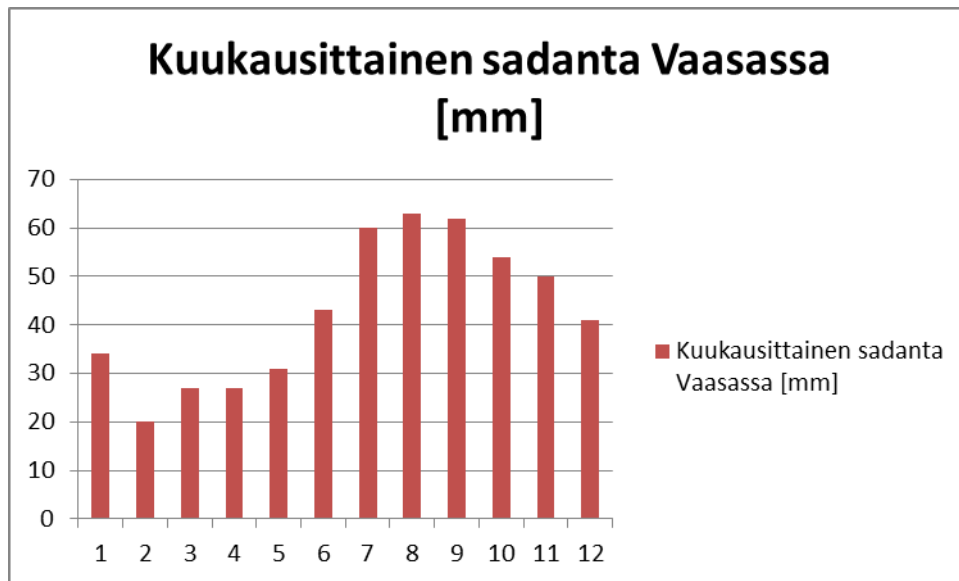
Vaasa on merenrantakaupunki, joka sijaitsee Itämeren Merenkurkun itärannikolla. Kaupungin maastolle on ominaista tasaisuus ja maaperälle ominaisia piirteitä ovat kapeat savilaaksot ja pienet matalat moreenikumpareet. Maankohoamisen vaikutus alueella on suuri. Tämä johtuu siitä, että eteläisellä kaupunginselällä merensyvyys on keskimäärin vain 1-2 metriä samalla kun maa kohoaa 8 mm:n vuosivauhtia. Lisäongelmia aiheuttaa jokien mukana tuleva liete, joka kiihdyttää lahden kasvamista umpeen. Pohjoisella kaupunginselällä muutokset ovat huomattavasti pienemmät alueen jyrkempien rantamuotojen ja syvemmän vesistöalueen ansiosta. /21/



Kuva 18. Vaasan yleiskaava-alue (Vaasan kaupungin yleiskaavaselostus).

3.1 Hydrologia

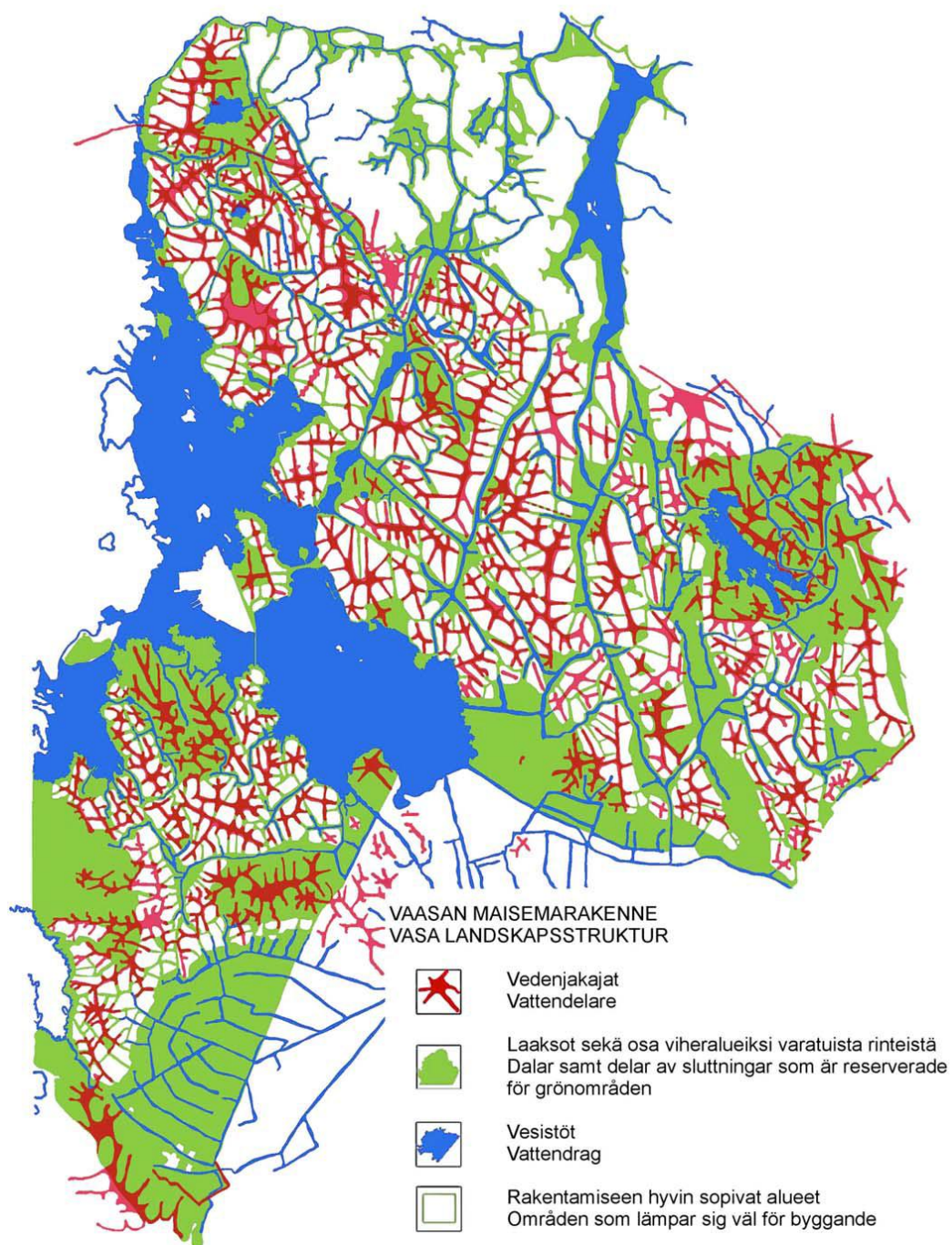
Vaasan keskimääräinen vuotuinen sademäärä vuosina 1971 - 2000 oli 512 mm. Sateisinta oli heinä-, elo- ja syyskuussa sekä kuivinta helmi-, maaliskuu- ja huhtikuussa. Kuva 19 osoittaa sadannan kuukausittaiset keskiarvot Vaasassa. /6/



Kuva 19. Sadannan kuukausittaiset keskiarvot Vaasassa (Olli Litmanen, Ilmatieteenlaitos).

3.2 Topografia

Kaupungin maastolle ominaista on tasaisuus siksi että korkeimmat paikat ovat vain noin 50 metrin korkeudella meren pinnasta /31/. Kuvassa 20 Vaasan yleiskaavaselostuksesta on otettu alueen maisemarakenne, jossa on esitetty vesistöt, vedenjakajat ja rakentamiseen hyvin soveltuvat alueet sekä laaksot ja osa viheralueiksi varatuista rinteistä.



Kuva 20. Vaasan maisemarakenne (Vaasan yleiskaavaselostus).

3.3 Maankäyttö

Keskusta-alueen maankäyttö jakautuu kahteen päätyyppiin. Rautatien länsipuolella alue on pääosin tiiviisti rakennettua, ruutukaavaan perustuvaa keskusta-aluetta

ja rautatien itäpuolella teollisuus- ja työpaikka-alueita. Alueen reunalla on myös hieman väljemmin rakennettuja pienkerrostalovaltaisia alueita. Keskusta-alue on luonteeltaan tiiviisti rakennettu, mutta muihin suuriin kaupunkeihin verrattuna myös viheralueita löytyy melko paljon. Kokonaisuudessaan arviolta noin 75 % alueen pinta-alasta on tiiviisti rakennettua alaa. /1/

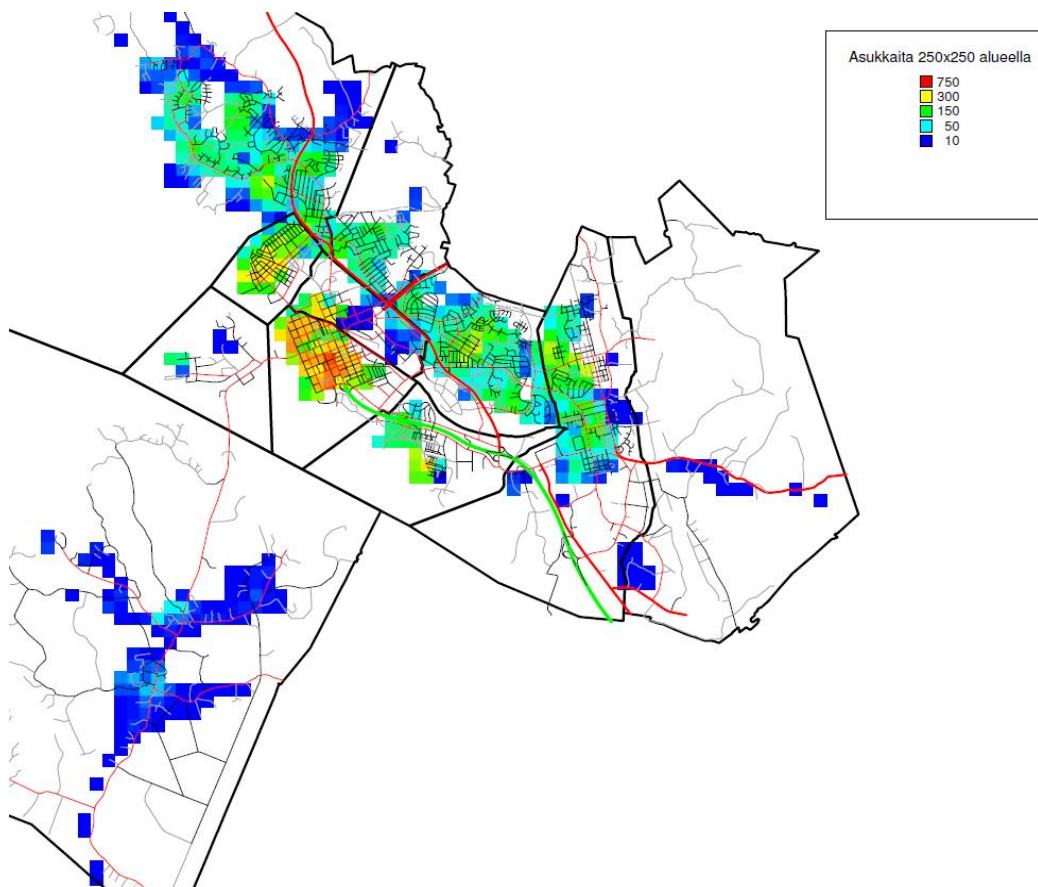
Koska keskusta on jo tiiviisti rakennettu, ei alueelle ole odotettavissa mittavia täydennysrakentamiskohteita, joilla voisi olla vaikutusta hulevesien muodostumiseen. Keskustan ainoat hulevesien kannalta merkittävät muutokset kohdistuvat Vaasan kaupungin ajantasakaavan mukaan Onkilahden rannalle, johon on suunniteltu lisärakentamista. Tällä saattaa olla vaikutusta alueen hulevesien muodostumiseen ja niiden purkuun Onkilahteen. /1/

3.4 Asukkaat ja rakennukset sekä näiden sijoittuminen alueella

Vaasassa asukkaita vuoden 2011 alussa oli 59 679 ja viisi yleisintä asumismuotoa oli kerrostalo, yhden asunnon omakotitalo, rivitalo, vanhusten palveluasuntola sekä paritalo.

Taulukko 3. 5 Yleisintä asumismuotoa Vaasassa (Vaasan paikkatietoyksikkö):

Asumismuoto	Asukasluku
Kerrostalot	30 487
Yhden asunnon omakotitalot	18 063
Rivitalot	5965
Vanhusten palveluasuntolat	1059
Paritalot	858



Kuva 21. Asukkaiden sijoittuminen Vaasassa (Vaasan paikkatietoyksikkö).

3.5 Hulevesien hallintatoimenpiteet Vaasassa

Vaasassa Hulevesiverkoston kokonaispituus on 300 km ja ilman talojohtoja 260 km, lisäksi sekaviemäreitä tällä hetkellä noin 10 km. Sekaviemäreitä on Vaasassa enää keskustan palokujilla ja Palosaarella, mutta nekin alueet tullaan 10 vuoden kuluessa saneeraamaan sekä muuttamaan erillisviemäröinniksi. Hulevesiverkoston mitoituksessa on käytetty yleisiä mitoitusarvoja, mutta pahimmilla alueilla kapasiteettiin on lisätty 20 %:a. Rakentamiseen on määrätty alin sallittu lattiataso (+2,0 m). Lisäksi hulevesien hallintaa pyritään edesauttamaan ennakoivalla kunnossapidolla. (Vaasan Vesi)

Vaasassa merkittävimpiin yksittäisiin hulevesien hallintatoimenpiteisiin ja niihin liittyviin tutkimuksiin kuuluvat Vital Vaasa sekä Vaasan Gerbyssä tehty lammikkoketju hulevesien ekologista käsittelyä varten.

3.5.1 Gerby – Västervik

Vaasan kaupungissa ryhdyttiin selvittämään erilaisten menetelmien vaikutusta hulevesien määrään ja laatuun. Vertailukohteina toimi Gerbyn imeyttävään kuivatus-tekniikkaan perustuva hulevesiverkosto ja Västervikissä sijaitseva perinteinen hulevesiverkosto. Olosuhteet molemmissa kohteissa olivat kutakuinkin samat, täten niistä saatiin ideaaliset kohteet vertailua varten. Lähtökohtana oli, että molemmat alueet ovat pääasiassa kallioista omakotitaloaluetta, joissa myös kohtalaisesti viheralueita. Valuma-alue Västervikissä on 66 hehtaaria ja purkuputken koko 800 mm. Gerbyssä valuma-alue on 30 hehtaaria ja purkuputken koko 300 mm. /16/

Tuloksista voitiin havaita, että imeyttävään kuivatustekniikkaan perustuvalla hulevesiverkostolla oli positiivinen vaikutus niin veden laatuun kuin virtaaman määrään. Virtaamien vähentyessä myös haitta-aineiden määrät vähenevät. /16/



Kuva 22. Gerbyn lammikko kesällä 2011, edessä ylivuotopato (Olli Litmanen).



Kuva 23. Ylivuotopadosta vedet ohjautuvat puroa pitkin kohti ketjun seuraavaa lammikkoa. Kuva kesältä 2011 (Olli Litmanen).

3.5.2 Vital Vaasa

Vital Vaasa – hankkeen kohdealueena oli Vaasan keskusta. Hanke aloitettiin koska alueen tulvaherkkyys oli lisääntynyt, pohjaveden pinta laskenut, hulevesien laatu huonontunut ja kasvillisuus vähentynyt. /24/

Hanke aloitettiin tekemällä alueesta kolmiulotteinen maastomalli. Sen jälkeen kerättiin tietoja sadevesistä, viemäriverkostosta, maaperän kaivauksista, kellareista ja perustuksista ja tiedot siirrettiin paikkatietojärjestelmään. Maaston, kallioperän ja pohjavesien ominaisuudet tutkittiin, jonka jälkeen tiedot siirrettiin maastomalliin. Maastomallia käytettiin muun muassa veden kierron elvyttämiseen ja kaupungin ekologisen ilmeen parantamiseen. /24/

Seuraavana suunnittelun kohteena oli Litorina-laakson malli, jossa valuma-alueen koko on noin 30 hehtaaria. Mallin oli tarkoitus kulkea Vaasan keskustan ratapihan, lähistön teollisuusalueen ja rakennetun rantaviivan kautta. Mallista oli tarkoitus tulla veden kierron elvyttämisen malli, joka toimii urbaanilla valuma-alueella auttaen maankäytön suunnittelua. /24/

Vanhalla kasarmialueella tutkittiin sadevesien putkittamista ja imeyttämistä kolmella eri alueella. Alueelle rakennettiin maanalaisia imeytyskaivantoja, imeyttämislaitteita ja runsasta, syvään juurrutettua kasvillisuutta, joiden tarkoituksena oli sadeveden imeyttämisympäristön kehittämisen. Lopuksi järjestettiin koulutus Vital Vaasan hankkeista, jotta projektin idea saatiin siirrettyä eteenpäin ja toteutettua tarvittavassa suuruudessa. /24/

Tuloksista voitiin havaita, että veden imeyttämällä ja viivyttämällä oli positiivinen vaikutus hulevesien määriin ja laatuun. Hankkeen sovellukset paransivat ilman laatua ja vähensivät alueen tulvariskejä. Kaupungin ekologinen uudistuminen ja viihtyvyys paranivat sadeveden kierron elvyttämällä, puhdistamisella ja hyötykäytön lisäämisellä. /24/

3.5.3 Böle 1

Böle 1 sijaitsee Vaasan keskustasta noin 5 km koillisen suuntaan. Se on uusimpia Vaasassa toteutettavia asuinalueita. Alueen hulevesiratkaisut perustuvat paikalliseen imeyttämiseen. Katualueilla pyritään käyttämään mahdollisimman paljon läpäiseviä pintarakenteita ja imeytyspainanteita. Hulevesiviemäristöä rakennetaan vain niille osa-alueille, joille hulevesien paikalliselle imeyttämiseksi ei ole edellytyksiä. /22/

Tonttialueilla hulevesien hallintaa määrätään asemakaavassa: ”Tonttien hulevedet imeytetään ensisijaisesti omalla tontilla VL-alueen puoleisella tontin osalla. Tontteilla joiden maaperä ei ole riittävän imukykyinen, hulevedet saadaan johtaa viivytyspainanteita käyttäen viereisille VL-alueille. Niiltä osin kuin tontin hulevesiä ei ole mahdollista johtaa maastoon, saa niitä johtaa yleiseen hulevesijärjestelmään.” Kiinteistönomistajan velvollisuutena on täten tonttikohtaisen hulevesien hallinnan suunnittelun laatiminen ja yhtensovittaminen naapurien järjestelyiden kanssa. Kuvassa 24 Vaasan kaavoituksen laatima hulevesikaavio Böle 1:n alueelle. /22/



Kuva 24. Böle 1:n hulevesikaavio (Vaasan kaavoitus).

4 VAASASSA ESIINTYNEET HULEVESITULVAT JA NIISTÄ AIHEUTUNEET VAHINGOT

4.1 CASE Vaasan kaupunkitulva 31.7.2003

Vaasassa koettiin poikkeuksellisen kova ukkosmyrsky 31.7.2003. Vettä satoi vuorokauden aikana yli 30 mm, pahimmilla alueilla vettä tuli jopa 50-100 mm ja tuulet olivat erittäin voimakkaita. Pelastuslaitos sai päivän aikana noin 50 hälytystä, lisäksi Vaasan Vesi sai kymmeniä suorita yhteydenottoja. Kaupungin hulevesijärjestelmät eivät kyenneet johtamaan vettä pois tarpeeksi nopeasti, jolloin vedet tulvivat kaduille Hietalahdessa, Palosaarella sekä Keskustassa. Tilannetta pahensi pitkän kuivuuden aiheuttama vettä läpäisevien pintojen kuivuminen ja tiivistyminen. Lisäksi myrskyn repimät lehdet ja oksat tukkivat hulevesiviemäreiden ritilöitä hidastuttaen vesien kulkua viemäriin. /3/

Vahinkoja aiheutui veden pakkautumisesta kiinteistöillä, joissa kiinteistön omat viemärit eivät kyenneet johtamaan vettä piha-alueelta pois. Vesi tulvi sisään maanpinnan alapuolella ja sen tuntumassa oleviin tiloihin. Joillakin kiinteistöillä hulevesiverkoston täyttymisestä aiheutunut vedenpaine rikkoi kiinteistöjen sadevesiputkia ja lisäsi kellareihin tulvivan veden määrää. Yksi pahimmista vahingoista sattui Keskustassa Kauppapuistikko 20:ssä, missä vesi oli noussut kellarikerroksessa jopa puolen metrin korkeudelle. Ongelmia oli myös Wärtsilän tehdasalueella, kun vesi tulvi Wärtsilän öljynerotuskaivoista kaduille. Lukuisat koulut ja virastot raportoivat myös omista vesivahingoistaan. /3/

4.1.1 Vahinkojen kuvaus

Muutamaa rakennusta lukuun ottamatta suurilta vahingoilta kuitenkin vältyttiin. Vahingot rajoittuivat lähinnä kellareiden irtaimistotavaroiden kastumisiin ja sotkeutumisiin. Kellareiden lattiat, väliseinät sekä seinämateriaalit kokivat myös vaurioita. Suurimmat vahingot aiheutuivat Veritakselle sekä Huonekaluhalli Lähdesmäelle, jotka molemmat kokivat lähes 100 000 euron vahingot. Hyvin karkeana

arviona Vaasan kaupungissa sattuneet vahingot olivat noin neljännesmiljoonan euron luokkaa. /3/

4.1.2 Tulvaan varautuminen

Vaasan vesi käyttää hulevesiverkoston mitoituksessa mitoitussateena 2-10 vuoden välein toistuvaa rankkasadetta, jolloin hehtaarin alueelle voi sataa 125 - 200 l/s ilman tulvimista. Hulevesiviemäröinnissä hulevesiverkon padotuskorkeus on kadun pinta +0,1m. /3/

Kun vesi saavuttaa tämän tason, purkautuu paine verkostosta tarkastuskaivojen kansien kautta kaduille, eikä täten aiheuta kiinteistövahinkoja. Lisäksi kaupungin omat työntekijät lievensivät ennakoivalla kunnossapidolla tulvan aiheuttamia vahinkoja, kun osa huoltomiehistä oli puhdistanut hiljaiseen kesäaikaan pintavesikaivojen ritiläkansia ja estänyt kiintoaineiden joutumista hulevesiviemäristöön. /3/

4.1.3 Johtopäätökset ja suositukset

Vaasan veden sekä pelastuslaitoksen yhteistyötä tulisi parantaa, jotta äkillisen rankkasateen sattuessa lähtökohdat vahinkojen minimoimiseen olisivat paremmat. Teknisen toimen kunnossapidon rooli tulisi olla selvä. Kaivon kansien ja katujen puhtaanapito kuuluvat nykyisin mukaan Teknisen toimen vastuulle. Pienellä vaivalla voidaan välttyä suuremmilta vahingoilta kun tulvatilanteessa viemäristö toimii kuten suunniteltu. /3/

Kiinteistöissä ongelma on vastuualueiden jakautuminen usean eri toimijan kesken. Salaojat on todennäköisesti mitoitettu ja rakennettu oikein, mutta siitä ei ole hyötyä jos kunnossapitoa ei suoriteta. Myös hulevesivesijärjestelmät tulee pitää kunnossa. Tulee myös varmistaa ettei kaivoihin kerry kiintoaineita eivätkä heinät peitä ritilöitä ja kouruja. Kiinteistöjen tulisi suosia pintamateriaaleja, jotka edistävät imeytymistä. Nykyään kunnossapidosta vastaavat huoltoyhtiöt. Tämän takia on tärkeää tehdä sopimukseen tarkat pykälät siitä, mitkä vesi- ja viemäripuolen huoltotoimenpiteet ovat huoltoyhtiön vastuulla. /3/

Vaikka erittäin pahalta skenaariolta vältyttiin, olisi erityisen tärkeää pelastuslaitoksen ja vesilaitoksen toiminnan kannalta pohtia myös tilanteita, jolloin hulevesitulvaan yhdistyy vesistö- tai merivesitulva. Tämän lisäksi sähkökatkosten varalle kannattaisi miettiä toimintasuunnitelmia. /3/

Pohjoisella pallonpuoliskolla on tilastollisesti havaittu rankkojen paikallisten myrskyjen ja sateiden lisääntymistä, samalla kun pitemmät kuivat jaksot ovat lisääntyneet. /10/ On erittäin tärkeää tulvimisen minimoimisen kannalta, että tiiviitä pintoja vältetään niin paljon kuin mahdollista. Tiedottamista ja neuvontaa tulisi lisätä kaikille osapuolille; miten toimia tulvatilanteessa, miten minimoida riskit ja ennaltaehkäistä tulvia. /3/

Poikkeustilanteisiin täytyisi varautua toimintamalleilla pelastuslaitoksen, vesilaitoksen ja yksityisten viemärihuoltoyritysten kesken. Hulevesitulvat pitäisi huomioida tarkemmin jo suunnitteluvaiheessa. Kiinteistöhuoltoyritysten henkilökuntaa pitäisi opastaa hulevesiviemäristön huoltamiseen ja kunnossapitoon liittyvissä asioissa. /3/

4.2 Tulva keväällä 1984

Vuoden 1984 tulvasta ei löytynyt kuin kokemuspohjaista tietoa. Tulva kärsittiin huhtikuun aikana ja se oli yksi pahimmista Vaasan seudulla sattuneista tulvista vuosikymmeniin. Siinä yhdistyi Tuovilanjoella alkanut vesistötulva, rankat vesisateet ja lumen sulaminen. Tulva muun muassa katkaisi liikenteen Laihiantielle ja aiheutti vesivahinkoja lukuisille rakennuksille sekä aiheutti suurta aineellista vahinkoa Vaasassa ja sen lähiseudulla. (Pohjanmaan pelastuslaitoksen ja Vaasan veden henkilöstöltä saatua kokemuspohjaista tietoa)

5 HULEVESITULVARISKIEN ALUSTAVAN ARVIOINNIN TOTEUTUS VAASASSA

Hulevesitulvariskien alustava arviointi toteutettiin koko Vaasan kaupungin alueelta kesän 2011 aikana. Arvioinnissa käytettiin hyväksi muun muassa paikallisen ELY-keskuksen, Pohjanmaan pelastuslaitoksen, Vaasan kaupungin, Vaasan veden ja kaavoituksen henkilöstöltä saatua kokemuspohjaista tietoa. Lisäksi tietoja mahdollisista ongelma-alueista etsittiin erilaisista julkaisuista. Tämän jälkeen pyrittiin etsimään topografiakartan avulla tasoltaan alhaisia maastoja, joissa hulevesien kerääntyminen voisi aiheuttaa ongelmia. Riskejä tutkittaessa otettiin huomioon ilmastomuutoksen ja kaupungistumisen kasvattavat vaikutukset hulevesien määrään. Lisäksi keskusta-alueesta teetettiin mallinnus Storm Water Management Model – ohjelmistolla. Mallinnuksen tulokset on esitetty kappaleessa 6. Arvioinnin perusteina käytettiin lain (620/2010) ja asetuksen (659/2010) mukaisia merkittävien tulvariskien määritelmiä. Vaasan hulevesitulvariskien arviointiin osallistuivat:

- Vaasan Vesi (Pertti Reinikainen TJ)
- Vaasan Vesi (Johanna Nysten, projekti-insinööri)
- Vaasan kaupunki (Siri Gröndahl, kadunsuunnitteluinsinööri)
- Vaasan ammattikorkeakoulu (Olli Litmanen, rakennusinsinööriopiskelija)
- Vaasan ammattikorkeakoulu (Vesa-Matti Honkanen, Lehtori)
- FCG (Hannes Björninen, suunnitteluinsinööri)
- Pohjanmaan pelastuslaitos (Ari Rinta-Jaskari, palopäällikkö)

5.1 Vaasan keskusta-alueen mallinnus

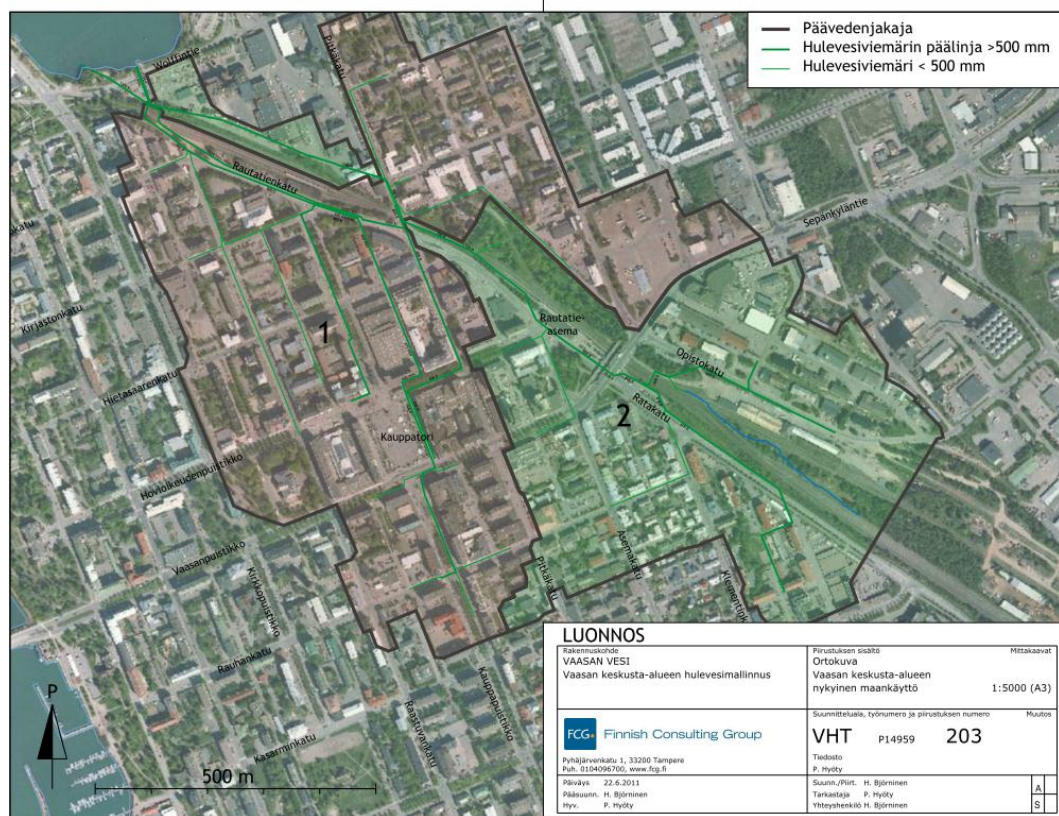
Mallinnus teetettiin Tampereen FCG:ltä konsulttityönä. Mallinnuksen toteuttajana oli suunnitteluinsinööri Hannes Björninen. Mallinnus tehtiin SWMM – ohjelmistolla (Storm Water Management Model). Ohjelmistoon syötettiin valuma-alueet pilkottuina osavaluma-alueisiin, niiden pinta-alat, läpäisemättömien pintojen määrät ja laadut, painannesäilynnän suuruudet, keskimääräiset kaltevuudet, virtausvastuskertoimet sekä hulevesien keräys ja johtaminen. Näiden tietojen avulla ohjelmisto laskee tulvivien hulevesien määrän ja tulvimisen kestot.

Mallinnukseen tarvittiin kaupungilta lähtötiedot:

- pohjakartta 1:2000 tai tarkempi vektorimuodossa (dgn/dwg)
- peruskartta 1:20000 TIF-rasterimuodossa koordinaatistossa
- ortoilmakuva koordinaatistossa
- ajantasainen sadevesiviemäroinnin verkostokartta (Tekla Xpipe, dgn/dwg)
- kartta-aineistoa täydentävä maastomittausaineisto suunnittelualueen laskuojista ja rummuista (dgn/dwg)
- laserkeilausaineisto selvitysalueelta
- tiedot valuma-alueen maankäyttösuunnitelmista, jos kaavamuutoksia vireillä (dgn/dwg)
- maankäyttöaineisto, jossa rakennukset / kattopinnat eroteltu (MapInfo, elleivät ole jo esitetty suljettuina polylineinä pohjakartassa)
- asiaan liittyvät aiemmat selvitykset ja suunnitelmat esim. alueen maaperä ja vesiolosuhteita sekä luontoa koskevat selvitykset tai kunnallistekniset suunnitelmat

5.1.1 Tietoja valuma-alueista

Kuvassa 26 Rautatienkadun valuma-alue 1 pilkottiin 38 osavaluma-alueeseen ja Ratakadun valuma-alue2 pilkottiin 18 osavaluma-alueeseen. Taulukosta 4 selviää tarkemmat tiedot valuma-alueiden pinta-aloista, painannesäilynnöistä ja tiiviiden alueiden määristä (TIA). /1/



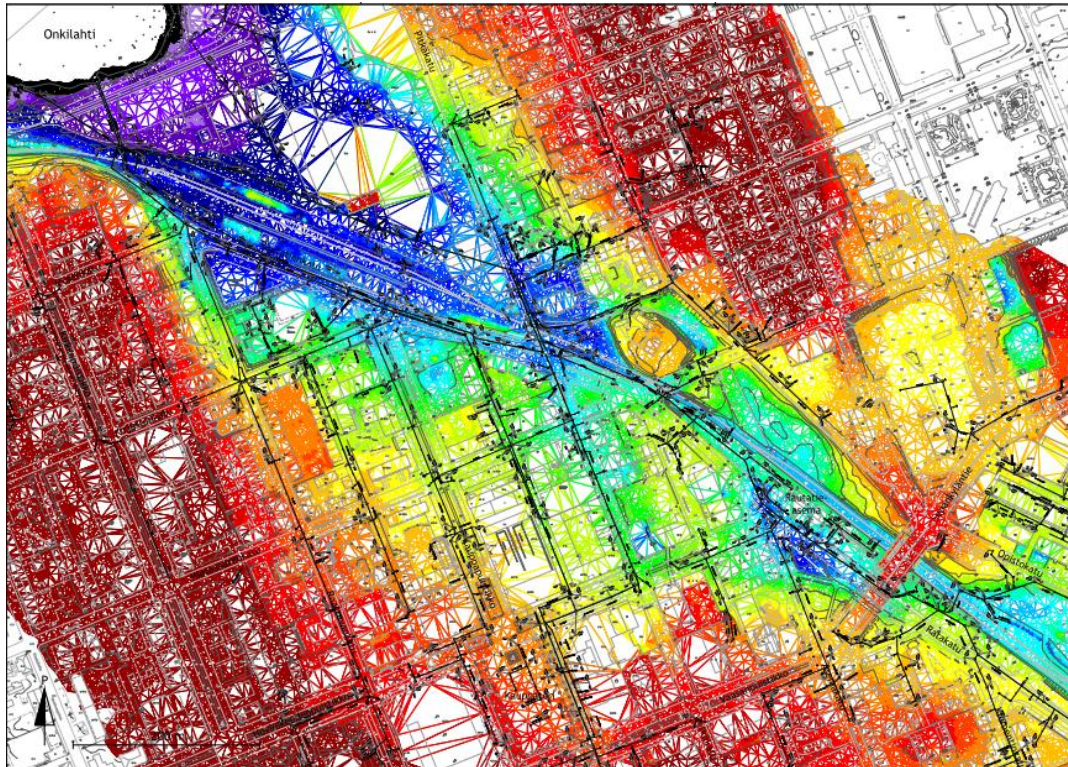
Kuva 26. Vaasan keskustan hulevesimallinnuksen valuma-alueet /1/.

Taulukko 4. Valuma-alueiden tiedot /1/.

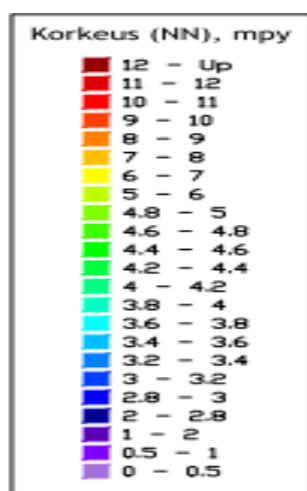
Valuma-alue	1. Rautatiekatu	2. Ratakatu
Valuma-alueen kokonaispinta-ala	57 ha	42 ha
Osavaluma-alueet	38 kpl	18 kpl
Osavaluma-alueiden keskipinta-ala	1,5 ha	2,3 ha
TIA, keskiarvo	75 %	66 %
TIA vaihtelu osavaluma-alueittain	41-99 %	39-94 %
Painannesäilyntä, keskiarvo	2 mm	3 mm
Kattopintojen osuus TIA:sta, keskiarvo	32 %	23 %

5.1.2 Keskusta-alueen topografia

Kuvasta 25 nähdään että keskusta-alueella on väylä, jossa korkeus on vain noin 1-3 metriä merenpinnan yläpuolella. Tämä on huomattavasti alueen ympäröivää maastoa alempana, joten alueen hulevesien kerääntymistä on syytä tutkia.



Kuva 25. Vaasan keskustan topografia-kartta /1/.



5.1.3 Mallinnuksessa käytetyt sademäärät

Mallinnuksen sademäärät pohjautuvat Ympäristöhallinnon arvioihin. Taulukossa 5 olevaa 1 / 2 a toistuvaa sadetta käytetään yleisesti hulevesiverkoston mitoitussateena ja 1 / 100 a toistuvaa sadetta käytetään tulvariskilain (620/2010) mukaisessa hulevesien alustavassa arvioinnissa. 1 / 10 toistuva sade on vain suuntaa antava sade.

Taulukko 5. Mallinnuksessa käytetyt sademäärät /1/.

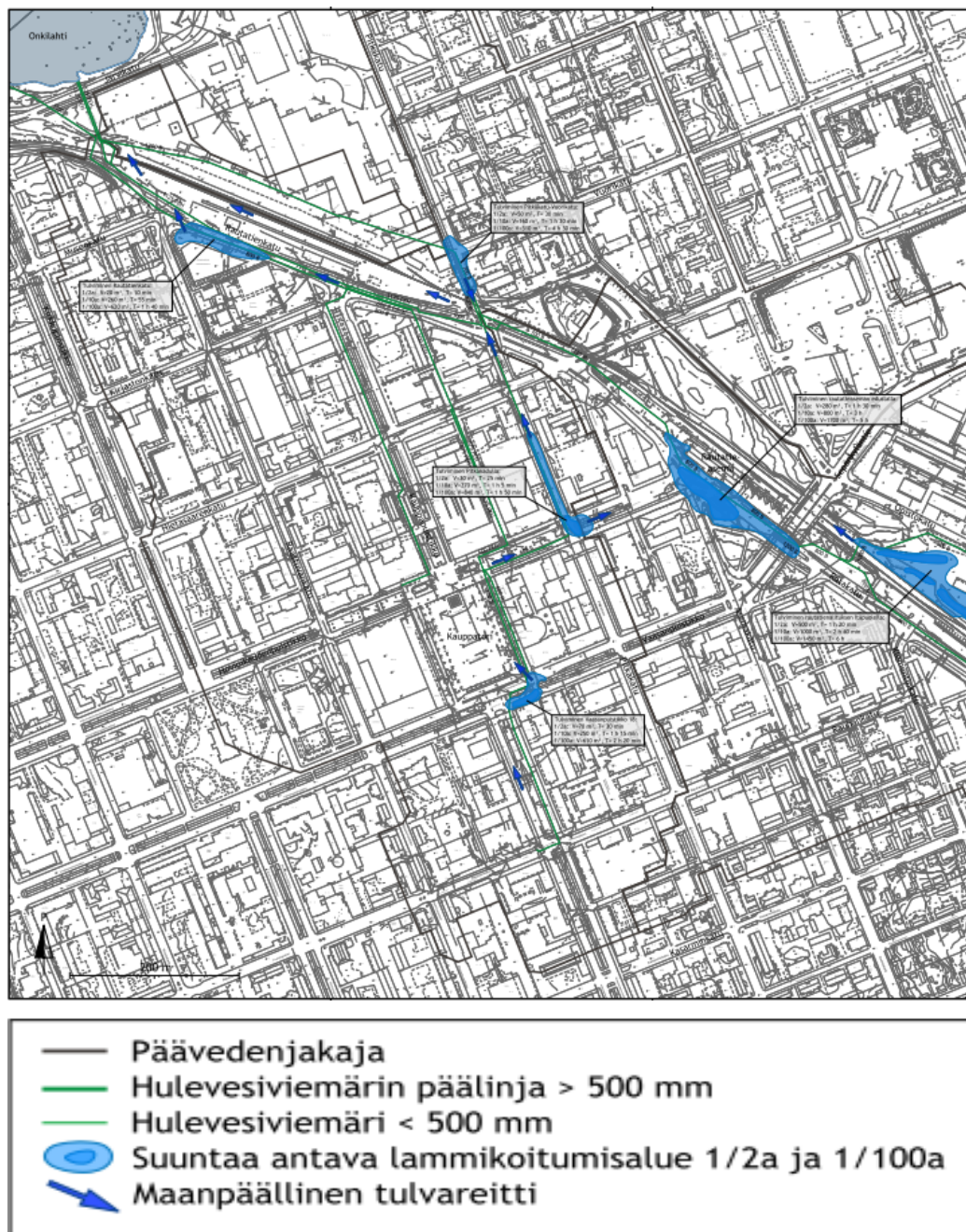
Kesto	Toistuvuus	Keskimääräinen intensiteetti		Sademäärä
15 min	1 / 2 a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	9 mm
	1 / 10 a	0,94 mm/min	156 l/s*ha	14 mm
	1 / 100 a	1,40 mm/min	233 l/s*ha	21 mm
30 min	1 / 2 a	0,37 mm/min	61 l/s*ha	11 mm
	1 / 10 a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	18 mm
	1 / 100 a	0,88 mm/min	147 l/s*ha	26 mm
1 h	1 / 2 a	0,25 mm/min	42 l/s*ha	15 mm
	1 / 10 a	0,39 mm/min	64 l/s*ha	23 mm
	1 / 100 a	0,60 mm/min	100 l/s*ha	36 mm
	1 / 100 a + 20 %	0,72 mm/min	120 l/s*ha	4 mm

6 HULEVESITULVARISKIEN ALUSTAVAN ARVIOINNIN TULOKSET - VAASA

Hulevesimallinnuksen ja kokemuspohjaisen tiedon pohjalta voitiin todeta että Vaasan alueella ei ole lain (620/2010) ja asetuksen (659/2010) mukaisia merkittäviä hulevesitulvariskialueita.

6.1 Keskusta-alueen hulevesimallinnuksen tuloksia

Kuvan 27 hulevesitulvakartassa esiintyvät 6 tulvariskialuetta toimenpide-ehdotuksineen on esiteltyä seuraavaksi.



Kuva 27. Hulevesitulvakartta Vaasan keskustasta /1/.

6.1.1 Ratakadun ja Asemakadun liittymä

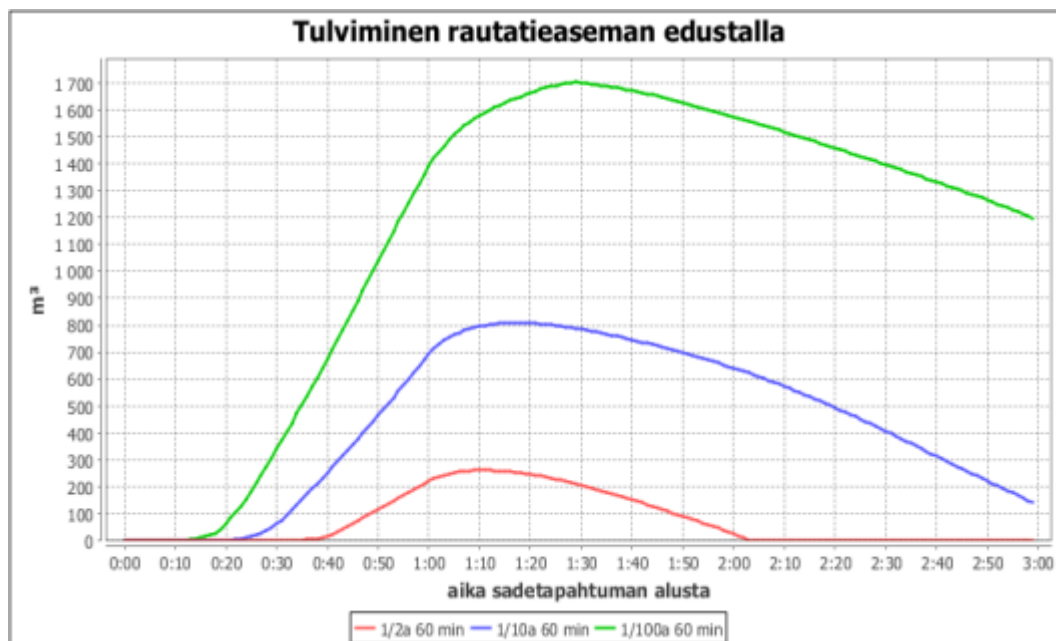
Topografiakartasta voi havaita, että rautatieaseman edusta on huomattavasti ympäröivää maastoa alempana. Valuma-alue on Hovioikeudenpuistikon eteläpuolella ja kooltaan noin 35 hehtaaria. Rautatieaseman seudun korkeustaso on vain +3,0 kun valuma-alue Hovioikeudenpuistikon eteläpuolella nousee Vaasanpuistikolle jopa tasoon +11,0. Mallinnuksessa todettiin, että jo kerran kahdessa vuodessa tois-

tuvalla sateella rautatieaseman seutu tulvii. Rautatieaseman edustalla vesi levittäytyy Ratakadun ja Asemakadun liittymän painanteeseen sekä Ratakadun eteläpuolella olevaan puistosaarekkeen katualuetta matalampaan maastonkohtaan. /1/

Jos aseman edustalle iskee kerran sadassa vuodessa toistuva rankkasade, ovat asemarakennus ja liittymän eteläpuolella olevat rakennukset vaarassa kastua. Jos tähän yhdistetään lehtien tukkimat ritiläkaivot ja kiintoainesta sisältävät verkostot, voivat seuraukset olla huomattavasti pahemmat. Maastonmuodoista johtuen rautatieaseman seudulle on erittäin vaikeaa suunnitella tulvareittejä. Hyvin rankan tulvan reittinä olisi rautatien painanne. /1/



Kuva 28. Rautatien edusta (Björninen Hannes 2011).



Kuva 29. Tulviva vesi /1/.

Taulukko 6. Tulviva vesi /1/.

Toistuvuus	1/2 a 60 min	1/10 a 60 min	1/100 a 60 min
Tulvimisen kesto	1 h 30 min	3 h	5h
Tulviva vesimäärä	280 m³	800 m³	1700 m³

6.1.2 Vaasanpuistikko 18 edusta

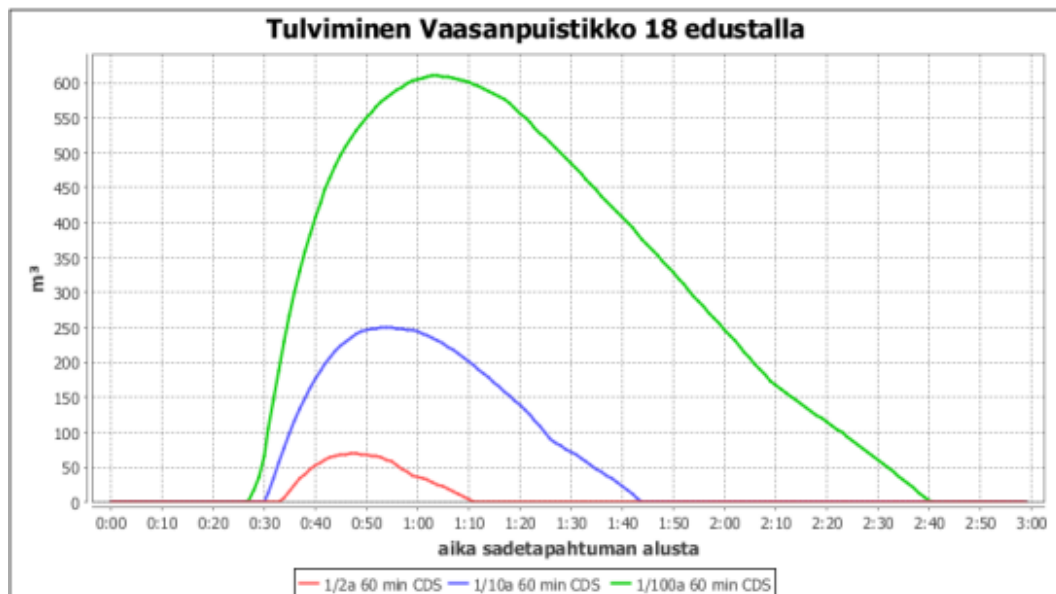
Kohteen mallinnuksessa havaittiin, ettei vesi juurikaan tulvi kerran kahdessa vuodessa toistuvalla tasaisen intensiteetin sateella.

Muuttuvan intensiteetin CDS-sateella kuitenkin voitiin havaita tulvimista jo kerran kahdessa vuodessa toistuvalla sateella. Vaasanpuistikon ja Kauppapuistikon läheisyydessä vesi lammikoituu pahiten Vaasanpuistikko 18 edustalle. Vaikka mallinnuksessa todettiin, että tulviva vesimäärä on kohtuullisen pieni, ongelmana on veden lammikoituminen liikekiinteistöjen edustalle. Matalat reunakivetykset ja liikekiinteistöjen kynnykset aiheuttivat jo vuoden 2003 kaupunkitulvassa ongel-

mia kun vesi pääsi virtaamaan liiketiloihin /2/. Suuremmat tulvat ohjautuvat kohti toria. /1/



Kuva 30. Vaasan torin edusta (Eniron karttapalvelu 2011).



Kuva 31. Tulviva vesi /1/.

Taulukko 7. Tulviva vesi /1/.

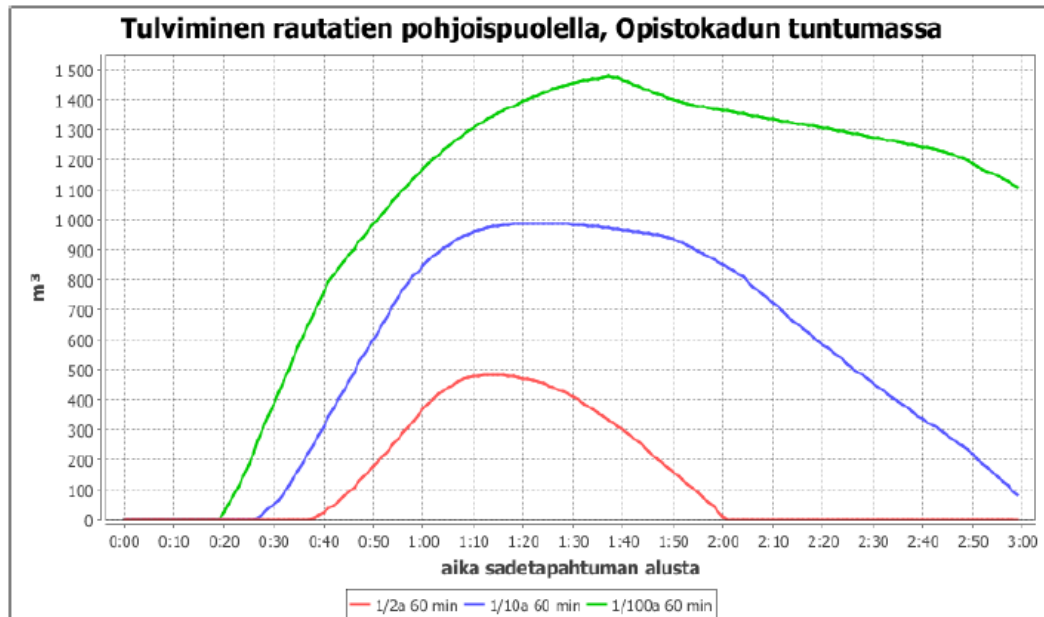
Toistuvuus	1/2 a 60min CDS	1/10 a 60min CDS	1/100 a 60 min CDS
Tulvimisen kesto	30min	1 h 15 min	2 h 20 min
Tulviva vesimäärä	70 m³	250 m³	610 m³

6.1.3 Rautatien alitus Sepänkyläntien kaakkoispuolella, Opistokatu

Suureksi ongelmaksi alueella muodostuu hulevesiviemäristön nollakaltevuus. Valuma-alue on kooltaan 14 hehtaaria ja lähes kokonaan tiivistä pintaa, jolloin ainoa veden kulkureitti on hulevesiviemäristöä pitkin. Rautatien lännenpuoleinen Ratakadun hulevesiviemäri on jo tarpeeksi kuormitettu, eikä sen kapasiteetti riitä idän puolelta tuleviin hulevesiin. Mallinnuksessa havaittiin tulvimista jo kerran kahdessa vuodessa esiintyvän sateen yhteydessä. /1/



Kuva 32. Rautatien alitus Sepänkyläntien kaakkoispuolella, Opistokatu (Eniron karttapalvelu 2011).



Kuva 33. Tulviva vesi. /1/

Taulukko 7. Tulviva vesi. /1/

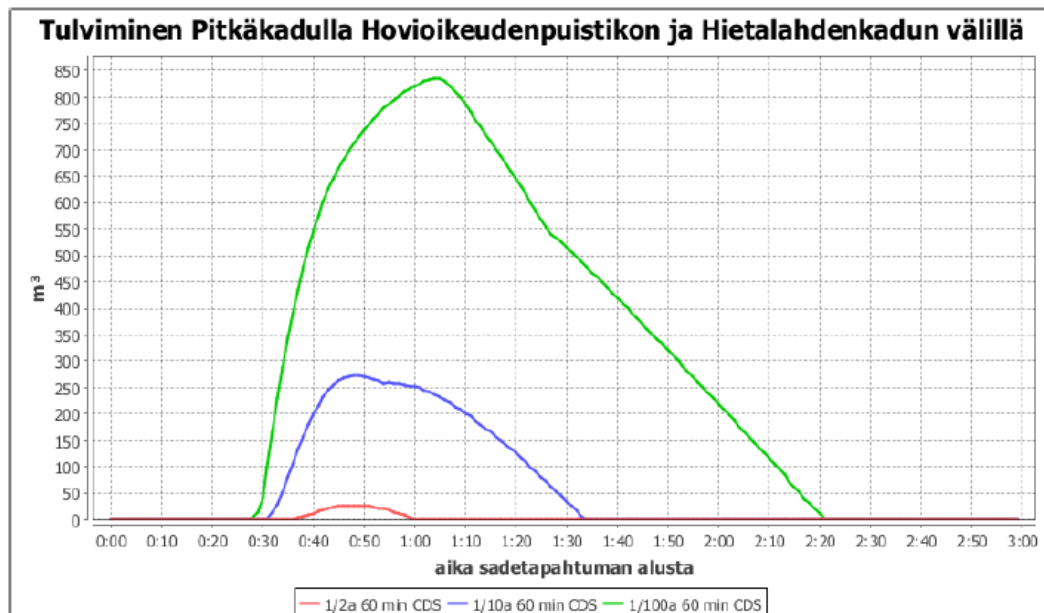
Toistuvuus	1/2 a 60min	1/10 a 60min	1/100 a 60 min
Tulvimisen kesto	1 h 20 min	2 h 40 min	6 h
Tulviva vesimäärä	500 m³	1000m³	1450 m³

6.1.4 Pitkäkatu välillä Hovioikeudenpuistikko – Hietasaarenkatu

Pitkäkadun tulviessa vedet kerääntyvät Hovioikeudenpuistikon liittymän jo silmämääräisesti havaittavaan painanteeseen. Lammikoitumisalue jatkuu Pitkäkatua pitkin pohjoiseen, mutta ei ole laajuudeltaan kovinkaan merkittävä riskialue. Tulvinta alkaa jo kerran kahdessa vuodessa esiintyvällä sateella, mutta tulviva vesimäärä jää vähäiseksi tulvareitin takia.



Kuva 34. Pitkäkadun ja Hovioikeudenpuistikon risteys (Hannes Björninen).



Kuva 35. Tulviva vesi. /1/

Taulukko 8. Tulviva vesi. /1/

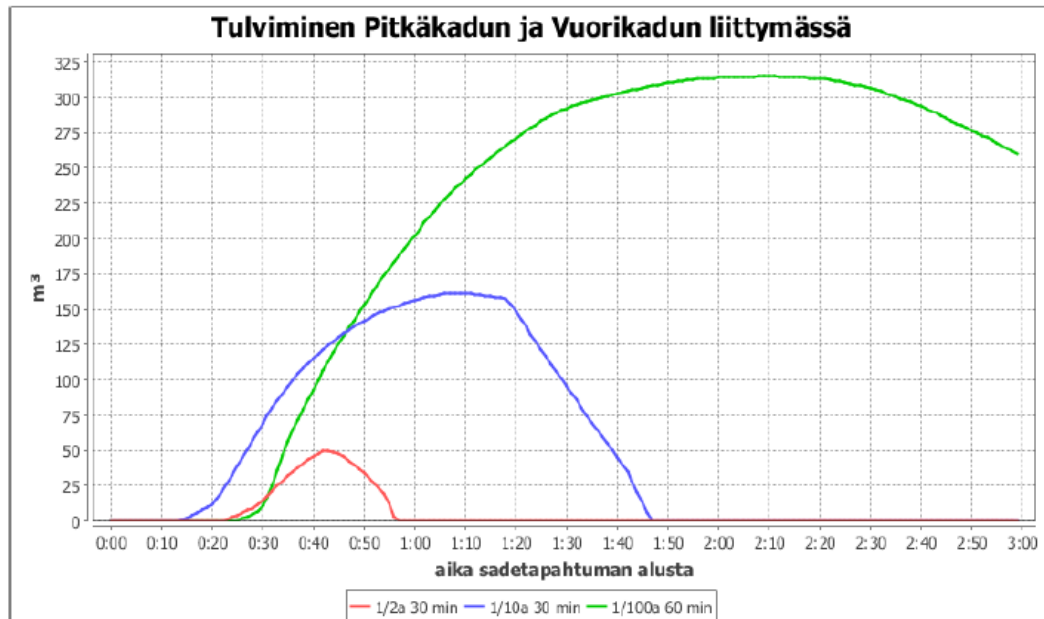
Toistuvuus	1/2 a 60min CDS	1/10 a 60min CDS	1/100 a 60 min CDS
Tulvimisen kesto	25 min	1 h 5 min	1 h 50 min
Tulviva vesimäärä	30 m³	270 m³	840 m³

6.1.5 Pitkäkadun ja Vuorikadun liittymä

Liittymän eteläpuolella löytyi virtaamia rajoittava verkoston osa. Pitkäkadun 300 B hulevesiviemäriin liittyy Vuorikadulta 400 B hulevesiviemäri. Kun näiden yhteinen kaivo sijaitsee ympäröivää verkostoa alempana, etelään johtavalla 33 metrin pituisella 300 B putkiosuudella on negatiivinen kaltevuus. Tulviva vesimäärä on sen verran vähäinen, että ei aiheuta suurta vahinkoa. /1/



Kuva 36. Pitkäkadun ja Vuorikadun liittymä (Hannes Björninen).



Kuva 37. Tulviva vesi. /1/

Taulukko 9. Tulviva vesi. /1/

Toistuvuus	1/2 a 30min	1/10 a 30min	1/100 a 60 min
Tulvimisen kesto	30 min	1 h 30 min	4 h 30 min
Tulviva vesimäärä	50 m³	160 m³	310 m³

6.1.6 Kauppapuistikon ja Rautatienkadun liittymä

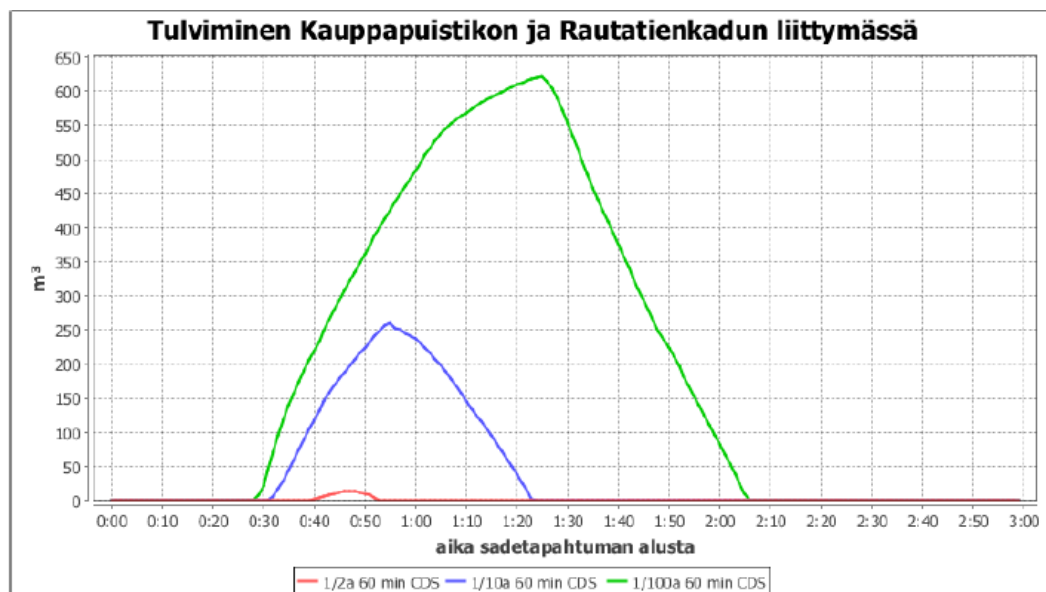
Alueella tulviminen alkaa olla huomattavaa vasta kerran kymmenessä vuodessa toistuvan sateen yhteydessä. Lammikoituvat vedet kerääntyvät pienissä määrin Kauppapuistikon ja Rautatienkadun liittymään, josta valuvat Rautatienkatua pitkin länteen. Alueen matalin kohta on kirjaston edessä olevassa puistossa, mutta siitä huolimatta kirjaston ei pitäisi olla vaarassa edes kerran sadassa vuodessa toistuvan sateen yhteydessä. Alueella tullaan lähiaikoina tekemään uudistuksia, kuten uusi parkkipaikka ja liittymä Rautatienkadulta/Raastuvankadulta Järvikadulle. /1/

Lisääntyvät tulvavedet täytyy huomioida suunnitteluvaiheessa. Edellisessä mallinnuksessa (vuonna 2001) alue oli huomattavasti suurempi riskialue, mutta tämän

jälkeen lisätyn uuden tulvareitin myötä alueella ei tällä hetkellä tulvia juurikaan havaita. /1/



Kuva 38. Kauppapuistikon ja Rautatiekadun liittymä (Hannes Björninen 2011).



Kuva 39. Tulvivaesi /1/

Taulukko 10. Tulviva vesi /1/

Toistuvuus	1/2 a 60min CDS	1/10 a 60min CDS	1/100 a 60 min CDS
Tulvimisen kesto	10 min	55 min	1 h 40 min
Tulviva vesimäärä	20 m³	260 m³	620 m³

6.2 Suositeltavat jatkotoimenpiteet riskialueille

Tärkein yksittäinen toimenpide hulevesitulvariskien pienentämiseksi on katujen ja hulevesiverkoston kunnossapito. Jotta varmistetaan, että hulevesiverkosto toimii kuten suunniteltu, täytyy kadut pitää puhtaina ja estää kiintoaineiden joutuminen verkostoon sekä varmistaa etteivät oksat ja lehdet pääse tukkimaan ritiläkaivojen kansia estäen veden pääsyä hulevesiverkostoon. Kappaleen 2.7 mukaisia hulevesien hallintatoimenpiteiden käyttöä on myös suositeltavaa käyttää riskialueilla, jos vain mahdollista. Suurempia toimenpiteitä voidaan pohtia kadun saneerauksen yhteydessä.

6.2.1 Toimenpide-ehdotukset: Ratakadun ja Asemakadun liittymä

Tulviminen oli määrällisesti suurinta rautatieaseman edustalla, jossa laaja-alaisella lammikoitumisella voi olla vahingollisia seurauksia Ratakadun ja Asemakadun liittymän rakennuksiin. Maaston takia alueelta puuttuu kunnan tulvareitti ja tästä voi poikkeuksellisen voimakkaan sadetapahtuman myötä seurata rakenteiden kasvamisia aseman edustalla. Tulvariski ei merkittävydeltään ole tarpeeksi suuri, että se voitaisiin nimetä lain (620/2010) mukaiseksi merkittäväksi hulevesitulvariski-alueeksi. Vaikka tulvimisen vahingot rajoittuvatkin vain aineellisiin vahinkoihin, on tällä alueella tapahtuvalla tulvimisella haitallisia vaikutuksia ja ongelmiin olisi syytä puuttua.

Ratkaisuna alueen hulevesiongelmaan voisi olla tulvapatken sijoittaminen nykyistä putkea korkeammalle tasolle. Näin saataisiin tarpeeksi suuri kaato, jotta vedet

saadaan ohjattua kohti Onkilahtea. Lisäksi rautatien edustalla rinteessä olevaa viheraluetta voisi syventää, jolloin se toimisi selkeämmin imeytyspainanteena. Tähän painanteeseen voisi johtaa vesiä myös Asemakadun keskustan puolelta. Pie-nillä yksityiskohtaisemmillä ratkaisuilla voisi vaikuttaa ylemmältä tasolta tulevien vesien määrään ja kiinteistökohtaiset ratkaisut olisivat suotavia.

6.2.2 Toimenpide-ehdotukset: Vaasanpuistikko 18 edusta

Tulvivat hulevedet eivät määrältään kasva kovin suuriksi, eikä tulvalain mukainen kriteeri merkittävästä tulvasta täyty. Ongelmaksi muodostuvat alueen lähellä olevat liikehuoneistot, jotka ovat vaarassa kastua jo kerran kahdessa vuodessa toistuvan sateen yhteydessä. Kohteiden tulvavahingot riippuvat suurelta osin kiinteistöjen yksityiskohdista, kuten sisäänkäyntien korkeusasemista, tonttien sisäisistä hulevesiviemäriverkoista ja syöksytörvien sijainnista.

Mahdollisia korjaustoimenpiteitä alueelle voisi olla puistikon keskikorokkeen alentaminen, jolloin keskikoroke muuttuisi imeyttäväksi painanteeksi. Sadevesiviemäreiden yhteyteen on rakennettu kaukolämpöverkostoa ja ilmeisesti se aiheuttaa ongelmia hulevesiverkoston toiminnassa. Tämän alituksen korjaaminen voisi vähentää alueen tulvariskiä. Kynnyskorkeuksia kasvattamalla voitaisiin vaikeuttaa hulevesien pääsyä alueen liiketiloihin. Seuraavan saneerauksen yhteydessä olisi syytä pohtia vaihtoehtoa, jossa hulevesiä ohjattaisiin nykyisen hovioikeudenpuistikon päähulevesiviemäristön sijasta pohjoisen suuntaan kohti nykyistä tulva-reittä ja vasta tulvakynnyksen ylittyessä Hovioikeudenpuistikon suuntaan.

6.2.3 Toimenpide-ehdotukset: Rautatien alitus sepänkyläntien kaakkoispuolella, Opistokatu

Tulviva vesimäärä on merkittävä, mutta siitä huolimatta ongelmakohta on helposti poistettavissa. Ratakadun varressa olevaa pitkää ojaa voisi ruopata suoraan mallinnuksista ilmenevän tulvivan veden määrän verran, jolloin tulvivalla vedellä on mahdollisuus levitä kadun sijasta kyseiseen ojaan.

6.2.4 Toimenpide-ehdotukset: Pitkätie välillä Hovioikeudenpuistikko – Hietasaarenkatu

Vähäisten tulvivien vesimäärien vuoksi pienillä muutoksilla saadaan alue hyvin toimivaksi. Esimerkiksi torilta tuleviin vesiin vaikuttaminen tai Hovioikeudenpuistikon ja Pitkätien kulmasta rautatieaseman suuntaan kulkevaan keskikorokkeeseen voisi sijoittaa imeyttävän painanteen.

6.2.5 Toimenpide-ehdotukset: Pitkätien ja Vuorikadun liittymä

Aluetta tullaan saneeraamaan jolloin hulevesiverkoston ongelmat korjataan, eikä se vaadi sen suurempaa huomiota.

6.2.6 Toimenpide-ehdotukset: Kauppapuistikon ja Rautatiekadun liittymä

Alueen tulvariskit ovat melko pienet, joten tällä hetkellä ongelmat eivät vaadi juurikaan huomiota. Huomiota tulee kuitenkin kiinnittää lisääntyvän rakentamisen myötä. Läpäisemättömien pintamateriaalien lisääntyminen vaikuttaa merkittävästi hulevesien määriin. Alueelle rakennettavan uuden liittymän ja parkkipaikan myötä hulevesien hallintaan täytyy kiinnittää huomiota. Helpoin toimenpide alueen hulevesien hallintaan olisi uuden tulvareitin rakentaminen Onkilahteen.

6.3 Vaasan lentokentän alueen hulevesitulvariskit

Alustavassa arvioinnissa lentokentän alue ilmoitettiin mahdolliseksi hulevesitulvariskialueeksi, kun hulevesitulvaan yhdistyy Tuovilanjoen vesistötulva. Asiasta järjestettiin kokous Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen kanssa, jossa pohdittiin ongelma-aluetta yhdessä Vaasan kaupungin ja Vaasan veden edustajien kanssa. Vaikka hulevedet ovatkin osasyynä alueen tulvariskeihin, todettiin kokouksessa, että yksistään hulevedet eivät muodosta suurta tulvariskiä lentokentän alueella. Tämän seurauksena sovittiin että alue käsitellään ELY-keskuksen toimesta vesistötulvariskinä. Alla muutama kuva kevään 2011 tulvista.



Kuva 40. Otettu Laihiantieltä lentokentän suuntaan (Olli Litmanen 2011).



Kuva 41. Tuovilanjoen tulviminen, takana lentokenttä (Olli Litmanen 2011).

7 YHTEENVETO ARVIOINNIN TULOKSISTA

Vaasan alueella ei hulevesitulvariskien yhteydessä esiintynyt tulvalain (620/2010) mukaisia merkittäviä hulevesitulvariskialueita. Täten ei ole lailla velvoitettu, että riskialueista tarvitsisi tehdä tulvavaara- ja tulvariskikarttoja tai tulvien hallintasuunnitelmia. Suositeltavaa kuitenkin on, että pahimmilla riskialueilla tehtäisiin pieniä muutoksia tulvivien hulevesien vähentämiseksi. Seuraavan kerran hulevesitulvariskeistä tehdään alustava arviointi Vaasassa vuoden 2018 loppuun mennessä.

Katujen puhtaanapitoa ja hulevesiverkostojen kunnossapitoa ei voi korostaa liikaa. Hulevesiverkoston toimivuus voi kärsiä pahoin jos se on kiintoainesten täyttämä tai jos ritiläkannet ovat lehtien ja oksien tukkimat. Katujen puhtaanapito on tärkeää syksyisin kun puut tiputtavat lehtiä ja myrskyt repivät oksia. Keväisin täytyy huomioida, ettei verkostoon joudu liikaa hiekkaa tai muuta kiintoainesta. Maanrakennus-, korjaus- tai saneeraustöitä tehdessä on tärkeää huomioida, ettei verkostoon joudu liikaa kiintoaineksia.

Kaavoitusvaiheessa on tärkeää, että lisääntyvien läpäisemättömien pintojen aiheuttama hulevesien määrän kasvu huomioidaan. Uusia alueita suunniteltaessa hulevesien hallintamenetelmille täytyy varata alueita, joille ei rakenneta. Kaavoitusvaiheessa olisi järkevää pohtia mahdollisuuksia kappaleen 2.7 mukaisien hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmien käyttöä. Hulevesiin varautuminen on huomattavasti helpompaa, kun hulevesien hallinta otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa.

8 LÄHTEET

- /1/ Björninen Hannes: Vaasan hulevesimallinnus 2011, FCG
- /2/ Eskola Reijo, Tahvonen Outi: Hulevedet rakennetussa ympäristössä 2010
- /3/ Gaia: Case-selvitys Vaasan kaupunkitulvasta 31.7.2003
- /4/ Hulevesien hallinta tulevaisuudessa, koulutus 4.9.2007
http://www.vvy.fi/files/99/satu_lehtikangas.pdf
- /5/ Hulevesityöryhmä, Hulevesien hallinta-esiselvitys organisointimalleista: [viitattu 20.3.2011]. Internetissä
http://www.vvy.fi/files/92/taustaraportti_liitteineen.pdf
- /6/ Ilmatieteenlaitos [viitattu 30.4.2011]:
<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutos>
- /7/ Ilmatieteenlaitos, Merivesitulvat [viitattu 20.4.2011].:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=110758&lan=fi>
- / 8/ Jormola Jukka: Hulevesien hallinta kaavoituksessa: Jukka Jormola, SYKE [viitattu 2.1.2011]
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=109706&lan=fi>
- /9/ Kannala Markus 2000: Vaasan kaupungin hulevesikuormituksen vähentäminen
- / 10/ Kattoliitto RY: <http://www.kattoliitto.fi/index.phtml?s=82> [viitattu 5.1.2011]
- /11/ Kouvolan kaupungin hulevesien hallintaohjeet[viitattu 12.5.2011]:
www.kouvola.fi
- /12/ Kuntaliitto, Suomen ympäristökeskus: Hulevesitulvariskien hallinta, Marika Kämppi (koulutusmateriaali)
- / 13/ Kuopion kaupungin suunnitteluohjeet hulevesien luonnonmukaiseen hallintaan: [viitattu 5.1.2011]
[http://w3.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/\\$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement](http://w3.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement)
- /14/ Laki 620/2010: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>

- /15/ Maankäyttö ja rakennuslaki [viitattu 20.3.2011]. Internetissä:
www.finlex.fi
- /16/ Mäkinen Johanna, Ekologinen hulevesien käsittely – esimerkkitapaus Vaasasta, tutkintotyö
- / 17/ Suomen Ympäristö 31|2008 : Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)
- / 18/ Tampereen kaupungin ohjeet hulevesien käsittelystä 2001: [viitattu 2.1.2011]
<http://www.tampere.fi/tiedostot/5a85rcL2h/liite16.pdf>
- /19/ Tausta-asiakirja hulevesitulvariskien alustavaan arviointiin 11.10.2010. [viitattu 2.1.2011]
<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=121446&lan=FI>
- /20/ Tornivaara-Rulkka Riitta: Uudenmaan ympäristökeskuksen raportti hulevesien käsittelystä maankäytön suunnittelussa: Saatavilla myös internetistä
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=104390&lan=fi>
- /21/ Vaasan kaupungin viheraluejärjestelmä 2008:
<http://www oulu.fi/liikunnanolosuhteet/kuvat/Vaasan%20viheraluejarjestelma%202030%20ehdotus.pdf>
- /22/ Vaasan kaupunki, Böle 1 rakentamistapaohjeet 2010
- /23/ Vaasan kaupunki: Tietoa taskuun 2011
- /24/ Vaasan Kaupunki: Vital Vaasa - Projekti
- / 25/ Vakkila, Kotola, Nummi 30.6.2005: Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta
- /26/ Vesitalous 2/2011
- /27/ Ympäristöhallinto, Hulevesien hallinta [viitattu 20.4.2011].:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=25215&lan=fi>
- /28/ Ympäristöhallinto: kuntien arvioitava hulevesitulvien riskit,
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=25586&lan=fi>
- / 29/ Ympäristöhallinto, kysymyksiä ja vastauksia: [viitattu 5.3.2011]
<http://www.ymparistokeskus.fi/default.asp?node=25871&lan=fi>
- /30/ Ympäristöhallinto, Tulvien esiintyminen Suomessa [viitattu 20.4.2011].:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=623&lan=fi#a0>

9 LIITTEET

KYSELY HULEVESITULVISTA	
Yhteenveto hulevesitulvariskien alustavaa arviointia varten kunnille tehtävän kyselyn vastauksista	
Vastausajankohta 23.12.2010 13:56:52	
Yhteystietolomake	
2) Kunnan nimi?	
1. Vaasa	
3) Ketkä kunnan viranomaiset / muut tahot ovat osallistuneet kyselyn tietojen keräämiseen?	
1. Kaupunkisuunnittelu, Katutoimi, Pelastuslaitos, Vaasan Vesi	
4) Onko tiedossanne kuntanne alueella olleita hulevesitulvia, joista on aiheutunut yleiseltä kannalta katsoen merkittäviä vahingollisia seurauksia?	
<p>ks. tausta-aineiston luku 4.1 ja 5.1. Jos sellaisia tulvia on ollut, täyttäkää kunkin tulvan tiedot Excel-lomakkeeseen välilehdelle TAPAHTUNEET HULEVESITULVAT. Jos vastaatte kysymykseen kyllä ja täytätte Excel-lomakkeen, kunnan ei tarvitse silti välttämättä nimetä merkittävää hulevesitulvariskialuetta.</p>	
Kyllä	<input type="text"/>
Ei	<input type="text"/>
5) Onko tiedossanne kunnassanne alueita, joissa voi esiintyä sellaisia hulevesitulvia, jotka aiheuttaisivat yleiseltä kannalta katsoen merkittäviä vahingollisia seurauksia?	
<p>ks. tausta-aineiston luku 5.2. Jos sellaisia alueita on, täyttäkää tiedot Excel-lomakkeeseen välilehdelle TULEVAT HULEVESITULVAT.</p>	
Kyllä	<input type="text"/>
Ei	<input type="text"/>
6a) Pidättekö hulevesille varattuja tulvareittejä kunnassanne riittävinä?	
Kyllä	<input type="text"/>
Ei	<input type="text"/>
7a) Onko kunnassanne sekaviemäreitä?	
Kyllä	<input type="text"/>
Ei	<input type="text"/>

<p>7b) Mahdolliset lisätiedot</p> <p>1. Sekaviemäreitä noin 10 km. Poistuvat 10 vuoden kuluessa.</p>
<p>8) Onko erillis- ja sekaviemäreiden mitoituksessa käytetty nykyisiä suosituksia vai onko varauduttu suurempiin virtaamiin?</p> <p>1. Pääosin on käytetty nykyisiä suosituksia, joissa paikoissa on lisätty +20% mitoitusarvoihin.</p>
<p>9a) Mitkä ovat tyypilliset syyt hulevesitulviin kuntanne alueella?</p> <p>1. Lehdet ja oksat tukkivat hulevesiviemäreitä, sekä talvella ja keväällä jäätyminen. Vaasassa maanpinnan profiili on tasainen, paikoin kaltevuus lähellä nollaa.</p>
<p>9b) Miten näihin on pyritty varautumaan?</p> <p>1. Ennakoivalla kunnossapidolla</p>
<p>10) Miten hulevedet ja hulevesitulvat otetaan huomioon kunnan alueiden käytön suunnittelussa?</p> <p>1. Maankäyttöä ei matalille alueille. Rakentamisen korkeustaso määritetty.</p>
<p>11) Miten hulevedet ja hulevesitulvat otetaan huomioon kunnan rakentamis- tai muissa määräyksissä?</p> <p>1. Alin lattiataso määritetty +2,00 (NN).</p>
<p>12) Onko kunnassanne tehty valumavesien pidättämistä edistäviä toimenpiteitä (esim. imeytys- ja viivytyksratkaisut)?</p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p> <p>Yksittäisissä kohteissa (esim. kauppakeskukset) <input type="checkbox"/></p> <p>Alueellisesti (kaupungin-/kunnanosa) <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Kattavasti rakennetuille alueille <input type="checkbox"/></p>

<p>13a) Onko pelastuslaitoksen, vakuutusyhtiöiden, vesiensuojeluyhdistysten tai muiden vastaavien tahojen tietoja hyödynnetty hulevesitulvariskejä arvioitaessa?</p> <p>Kyllä <input type="checkbox"/></p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p>
<p>13b) Jos on, niin mitä? (Tähän voitte täyttää myös muut mahdolliset lisäkommentit)</p> <p>1. Pelastuslaitos on ollut mukana.</p>
<p>14a) Onko kunnassanne mietitty eri tulvatyyppien (hulevesitulva, vesistötulva, merivesitulva) mahdollisia yhteisvaikutuksia ja niihin varautumista?</p> <p>Kyllä <input type="checkbox"/></p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p>
<p>14b) Jos on, niin mitä? (Tähän voitte täyttää myös muut mahdolliset lisäkommentit)</p> <p>1. Arvioitu mahdollisia vahinkoja. Sadevesi/pumppaamojärjestelyjä korkean merenpinnan varalle.</p>
<p>15a) Onko kuntalaisille annettu ohjeistusta hulevesitulviin varautumisesta?</p> <p>Kyllä <input type="checkbox"/></p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p>
<p>16a) Onko kunnassanne tehty hulevesistrategia, hulevesien hallintasuunnitelma, hulevesiohjelma tms.?</p> <p>Kyllä <input type="checkbox"/></p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p> <p>Tekeillä <input type="checkbox"/></p> <p>Suunnitteilla <input type="checkbox"/></p>
<p>17a) Onko kunnassanne tehty selvityksiä tapahtuneista hulevesitulvista (esim. vahingot, tehdyt pelastus- ja torjuntatoimet, vesiensuojeluyhdistysten tarkkailu)?</p> <p>Kyllä <input type="checkbox"/></p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p>

17b) Jos vastasitte kyllä, täyttäkää selvityksistä seuraavat tiedot (Nimi, tekijät, valmistumisaika, linkki jos saatavana sähköisenä)

1. Case-selvitys Vaasan kaupunkitulvasta 31.7.2003, Loppuraportti, Harriet Lonka, Tuomas Raivio

18a) Onko kunnassanne tehty muita hulevesiin liittyviä selvityksiä?

Kyllä

Ei

18b) Jos vastasitte kyllä, täyttäkää selvityksistä seuraavat tiedot (Nimi, tekijät, valmistumisaika, linkki jos saatavana sähköisenä)

1. 1) Vital Vaasa <http://www1.vaasa.fi/vitalvaasa/fin/default.htm> 2) Johanna Mäkinen, Ekologinen hulevesien käsittely – esimerkkitapaus Vaasassa <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8430/M%25C3%2583%253Fkinen.Johanna.pdf?sequence=2> 3) Annika Pihlajamaa, Selvitys hulevesien luonnonmukaisesta käsittelystä Suomessa - Gerby, Vaasan ammattikorkeakoulu (2010), <https://publications.theseus.fi/handle/10024/14827>



[Muokkaa vastauksia](#)

Lähetä