

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma / rakennesuunnittelu

Kari Annala

KAUPUNKITULVA-ALUEET KOTKASSA JA VARAUTUMISEHDOTUKSET
RISKIEN PIENENTÄMISEKSI

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

ANNALA, KARI

Kaupunkitulva-alueet Kotkassa ja varautumisehdotukset riskien pienentämiseksi

Opinnäytetyö

76 sivua + 5 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Ilkka Paajanen, lehtori Juha Karvonen

Toimeksiantaja

Kymenlaakson pelastuslaitos, Kotkan kaupunki

Tammikuu 2011

Avainsanat

tulvariski, maankäytön suunnittelu, ilmastonmuutos, hulevesitulva, hulevesi, hulevesijärjestelmä, kaupunkisuunnittelu, luonnonmukainen hulevesijärjestelmä, tulvavaara

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa tulvariskien kannalta merkittävimmät alueet Kotkassa. Lisäksi tavoitteena on esittää kehittämisajatuksia maankäytön suunnitteluun, kehittää ja ehkäistä tulevaisuudessa ilmastonmuutoksesta johtuvan lisääntyvän sadannan aiheuttamia hulevesitulvia.

Opinnäytetyössä on tutkimuskohteena useita Kotkan alueen kohteita, joissa on aiemmin ollut hulevesitulvia sekä havaitsemiani mahdollisia ongelmakohtia, joissa on odotettavissa lisääntyvien rankkasateiden aiheuttamaa tulvimista tai tulvavaaraa muista syistä. Työn toimeksiantaja on Kymenlaakson pelastuslaitos ja se on osa Kotkan kaupungin sisäistä turvallisuussuunnitelmaa.

Työssä on selvitetty tulvadirektiivin tavoitteet ja aikataulu niiden saavuttamiseen sekä direktiivin vaikutus Suomen lainsäädäntöön ja hulevesitulvien ehkäisyyn. Lisäksi työssä käsiteltiin hulevesien hallinnan vastuurakennetta ja sen kehittämistä tulevaisuudessa sekä mahdollista hulevesijärjestelmän kustannusten kattamista hulevesimakulla.

Ilmastonmuutos ja tiivis rakentaminen on tulevaisuudessa huono yhdistelmä. Haasteet hulevesien hallintaan ja tulvien torjuntaan tulevat tulevaisuudessa entistä enemmän korostumaan kaupunkisuunnittelussa ja rakentamisessa. Ilmastonmuutos lisää sademääriä ja rankkasateiden esiintymistiheyksiä sekä niistä aiheutuvaa tulvariskiä huomattavasti seuraavien vuosikymmenten aikana.

Luonnonmukaisia hulevesijärjestelmiä tulisi kehittää nykyisen maanalaisen järjestelmän kapasiteetin riittämättömyyden vuoksi. Tulvavaaran estäminen on kosteusvahinkojen syntymisen johdosta taloudellisesti ja ihmisten terveyden kannalta tarkoituksen mukaista. Kaikessa toiminnassa tulisi huomioida merikaupungin ilme ja asukkaiden viihtyvyys.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

ANNALA, KARI

Urban flood areas in Kotka and contingency plans for minimizing the risks

Bachelor's Thesis

76 pages + 5 pages of appendices

Supervisor

Ilkka Paajanen, Senior Lecturer, Juha Karvonen, Senior Lecturer

Commissioned by

Kymenlaakson pelastuslaitos, Kotka City

March 2011

Keywords

flood risk, land use planning, storm water floods, global climate change, storm water, storm water systems, city planning, and natural storm water system

The purpose of this thesis was to map the most significant flood risk areas in the area of Kotka municipality. Furthermore, another objective was to present development ideas for land use planning and to help prevent future storm water floods from excess rain caused by the global climate change.

The focus of this thesis are the sites all over town of Kotka which have been known to have had previous storm water floods, and other possible problem areas which can be expected to flood from increased torrential rains or other reasons. This work was commissioned by the Kymenlaakso department of search and rescue and is a part of the internal Kotka municipal safety plan.

The goal of this work was to define the objectives of the flood directive, the timetable to attain them and the effects of the directive on the Finnish legislature and on the prevention of storm water floods. In addition, this work discusses the liability structure of storm water management and its development in the future, as well as the possibility of covering the costs of storm water systems with a fee.

Climate change and a high building density is a bad combination in the future. The challenges in storm water management and flood prevention will be even more emphasized in city planning and construction in the coming years. During the next decades the climate change will markedly increase the rainfall and the frequency of torrential rain and the subsequent flood risk.

Natural storm water systems should be developed due to the inadequate capacity of the current underground system. Flood risk management, from the viewpoint of water damage prevention, is appropriate both financially and for the people's health. The

spirit of a maritime city and the comfort of the residents should be reflected in all operations.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 KASVIHUONEILMIÖ JA ILMASTONMUUTOS	10
2.1 Sääolosuhteiden muutosennusteet maailmalla	11
2.2 Sääolosuhteiden muutosennusteet Suomessa	11
2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus hulevesiin	14
3 HULEVEDET	14
3.1 Vesitase ja pohjavesi	15
3.2 Valuma-aluesuunnittelu	16
3.2.1 Pintavalunta	16
3.2.2 Valunta – sadanta	16
3.3 Hulevesien viemärointitavat	17
3.3.1 Hulevesien viemärointitapoja Saksassa ja Ruotsissa	18
3.4 Hulevesikerääjäkaivot	19
3.4.1 Hulevesiverkoston kunnossapito	20
3.5 Hulevesitulvien ehkäisy ja hallinta	21
3.6 Hulevesien hallinnan tekniset ratkaisut	22
3.6.1 Hulevesiverkoston sisäiset muutokset	22
3.6.2 Katu- ja piharakenteet	23
3.6.3 Viivytyksrakenteet	23
3.7 Hulevesien hallinnan luonnonmukaiset ratkaisut	25
3.7.1 Imeytyspainanteet ja altaat	25
3.7.2 Huleveden määrän vähentäminen	26
3.8 Tulvariskien hallinta	27
3.9 Johtosuhteet ja toimintamallit hulevesitulvatilanteessa	27
3.9.1 Hulevesihallinnon vastuumallit	28
3.10 Hulevesien maksujärjestelmä	29

4	TULVADIREKTIIVI	30		
	4.1	Tavoitteet ja niiden saavuttaminen	30	
	4.2	Tulvariskien arviointi	32	
5	TULVARISKIT	33		
	5.1	Ilmastonmuutoksen ja muun pitkäaikaisen kehityksen vaikutus tulvariskeihin	34	
	5.2	Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä (VAHTI)	35	
6	KAAVOITUS	35		
	6.1	Tulvavaaran huomioiminen eri kaavatasoilla	35	
	6.2	Alueiden käytön suunnittelujärjestelmä	36	
7	KOTKA	37		
	7.1	Säähavainnot Kotkassa	37	
	7.2	Kotkan rakennusjärjestys	39	
	7.3	Aluesuunnittelu ja ohjauskeinot Kotkassa	41	
		7.3.1	Hulevesien hallinnan kehityssuunnitelmien nykytila Kotkassa	41
		7.3.2	Toimenpiteet hulevesien hallitsemiseksi Kotkassa	41
		7.3.3	Taajamatulvakysymyksiä Kotkassa	42
	7.4	Rankkasateiden ja meriveden pinnannousun aiheuttamia ongelmia Kotkassa	57	
		7.4.1	Vuoden 2005 merivesitulva	58
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	61		
	LÄHTEET	66		
	LIITTEET			
	Liite 1.	Keskilämpötilan ja sademäärien muutosennusteet		
	Liite 2.	Hulevesien johtamistavoista		
	Liite 3.	Merivedenpinnan korkeus Haminassa 9.1.2005		
	Liite 4.	Kotkansaari 1801, kuvassa kanava		
	Liite 5.	Ruonalanrannan maanpinnan korkeusasemia		

KÄSITTEET

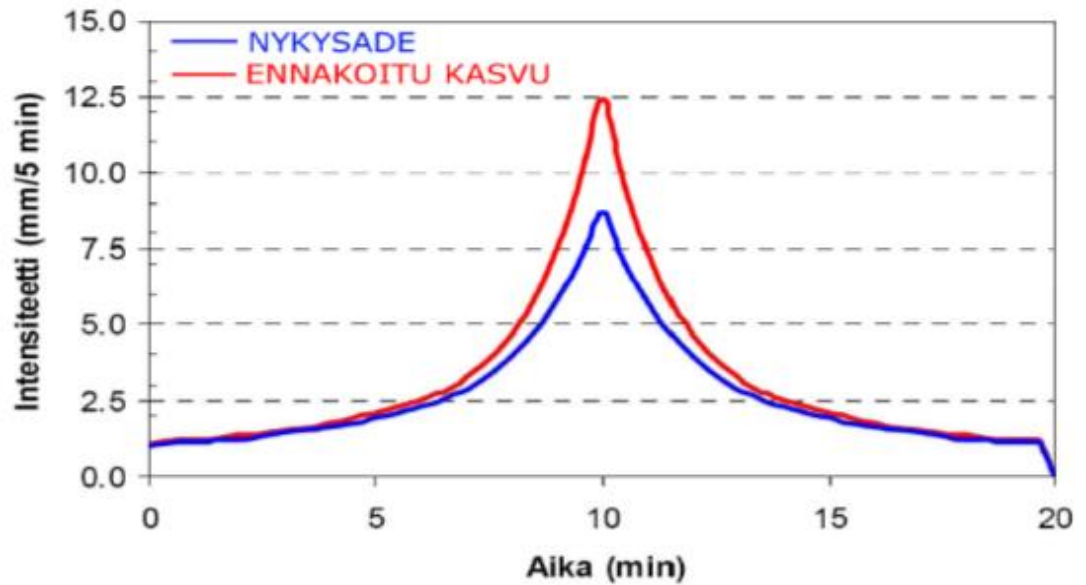
Hulevesi	Hulevesiksi kutsutaan sadevettä ja lumien sulamisvettä.
Sadanta	Sadanta on maahan tietyssä ajassa tietylle alueelle sataneen veden määrä, joka ilmoitetaan kuinka monta mm:ä vuorokaudessa on satanut.
Sateen intensiteetti	Sateen intensiteetti tarkoittaa aikayksikössä yksikköpinta-alalle tulevaa vesimäärää, yksikkönä on yleisemmin mm/h.
Valunta	Valunta on se osa sadannasta, joka virtaa valuma-alueelta purkupaikkaa esimerkiksi merta tai muuta vesistöä kohti.
Valuma-alue	Valuma-alue on koko se maa-alue, jolta hulevedet luonnostaan kulkeutuvat yhteen tai useampaan kerääntymis- tai purkupaikkaan.
Viivytysrakenteet	Veden kulkua hidastavat rakenteet.
Aaltoiluvara	Meren vedenpinnan korkeuden lisä, joka otetaan huomioon alinta rakentamiskorkeutta määritettäessä.
Padotuskorkeus	Padotuskorkeudella tarkoitetaan korkeustasoa, jolle vesi voi verkostossa korkeintaan nousta.
Alin suositeltava rakentamiskorkeus	Alin hyväksytty rakentamiskorkeus, jolle vesi voi nousta ilman, että se voi vahingoittaa rakenteita.
Mitoitussade	Mitoitussateella tarkoitetaan sitä suurinta vesimäärää, johon viemäri mitoitetaan.

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat tulvat asettavat tulevaisuudessa kaupunkien vesihuololle sekä infrastruktuurin rakentamisen kehittämiseksi uusia haasteita. Vuosikymmeniä sitten rakennettujen viemäriverkkojen kapasiteettiongelmat tulevat vaatimaan uusien tekniikoiden soveltamista vanhojen verkostojen rinnalle. Jos uusien ja vanhojen ratkaisujen yhdistävällä suunnittelulla saadaan rakennettua kustannustehokas ja hyvin toimiva hulevesijärjestelmä, kannattaa tällaista yhdistelmää käyttää ja edelleen kehittää. Tosiasia on, että infrastruktuuristamme suurin osa on rakennettu jo kymmeniä vuosia sitten ja maan-alaiset vesi- ja viemäriverkostot ovat elinkaarensa ohittaneet, ainakin osittain.

Tulevaisuudessa ilmaston vaihteluihin ja muutoksiin sopeutumisessa on varauduttava sään ääri-ilmiöihin. Ilmastonmuutoksesta on aiheutunut viime vuosina huomattavia haittoja. Lisääntyneet myrskytuulet, jotka aiheuttavat meriveden korkeuden nopeaa nousua sekä näihin yleensä liittyvät sateet ovat muuttuneet rankemmiksi ja tulvariskiä nostaviksi. Myös ongelmalliset myrskytuulten aiheuttamat metsätuhot ja sähkökatkot ovat tätä päivää.

Rankasateiden aiheuttamat ongelmat ovat lisääntymässä kaupunkialueilla. Monin paikoin piha- ja katualueet ovat tiiviisti pinnoitettuja, jolloin pintakerroksien vedenläpäisykyky on huono. Tämä lisää hulevesiverkoston ylikuormitusta, josta seuraa tulvatilanteita (Kuva 1). Rakennusten sijoittelu alaville paikoille lisää rakenteiden kostumisriskiä tulvatilanteissa. Tähän on varauduttava uusien suunnitelmin ja rakentein. Nykyinen hulevesijärjestelmän kapasiteetti ei pysty vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin vaan on kehitettävä uusia menetelmiä hulevesien poisjohtamiseksi.



Kuva 1. Sadannan kasvuennuste (1).

Kotkan kaupunki rajoittuu mereen (Kuva 2). Asutus sijoittuu pääosin kaupungin eteläosiin Suomenlahden ja Kymijoen ranta-alueille. Rantaviivaa on noin 170km, joten meren pinnan nousu, myrskytuulet, ja rankkasateet on otettava huomioon ilmastonmuutoksen aikaansaaman tulvariskin lisääntyessä. Myös kaupungin läpi kulkevat Kymijoen haarat luovat omat haasteensa tulvatorjunnassa.



Kuva 2. Kotkan kaupunki, karttanäkymä (2).

Työn tavoitteet, rajaus ja toteutus

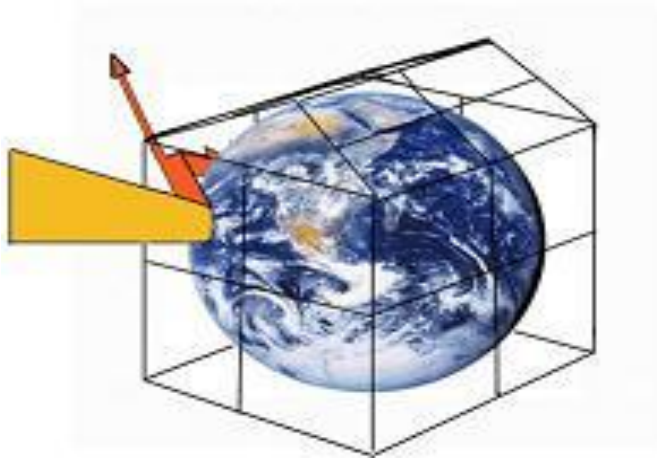
Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kartoittaa mahdollisia tulva-alueita ja etsiä hyviä varautumiskäytänteitä tulevaisuudessa lisääntyvien rankkasateiden ja myrskyjen aiheuttamasta tulvariskistä selviytymiseen Kotkassa. Työ on tehty Kymenlaakson Pelastuslaitoksen riskienhallinnan ja kaupungin turvallisuussuunnittelun käyttöön.

Valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen, joka velvoittaa kuntia tekemään sisäisen turvallisuuden ohjelman vuoden 2010 loppuun mennessä. Suunnitelmaan liittyy siis myös ilmastonmuutoksesta aiheutuvat uhkatekijät ja niiden torjuminen. Sen tulisi olla väylä asukkaille vaikuttaa turvallisuutta koskevaan päätöksentekoon.

Työ on toteutettu pääosin kirjallisuusselvityksenä. Lisäksi työtä varten on tehty lukuisia haastatteluja. Työn puitteissa on tutustuttu Kotkan kaupungin alueella havaittuihin ongelmakohtiin hulevesien kannalta. Työssä ei ole tarkemmin puututtu jokien aiheuttamaan tulvariskiiin.

2 KASVIHUONEILMIÖ JA ILMASTONMUUTOS

Osa ilmakehän kaasuista toimii kuten lasi kasvihuoneessa (Kuva 3). Auringonvalon lämpösäteily pääsee kaasukentän läpi maan pinnalle, mutta lasien johdosta osa lämpösäteilystä estyy palaamasta takaisin avaruuteen. Tämä luonnon, auringon lämpösäteilyn ja ns. kasvihuonekaasujen aiheuttama kasvihuoneilmiö antaa maapallon eliö- ja kasvikunnalle elämisen mahdollisuuden. Ilman tätä kasvihuoneilmiötä maapallon keskilämpötilan olisi arvioitu olevan $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tämä olisi noin $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ kylmempi kuin tällä hetkellä. Maapallon ihmiset tuottavat suunnattomia määriä kasvihuonekaasuja, jotka vaikuttavat luonnolliseen kasvihuoneilmiöön lisäten sen voimistumista. Tämän johdosta maapallon ilmastossa tapahtuu muutoksia, jotka ovat ihmiskunnalle haitallisia. Jos ja kun halutaan rajoittaa ilmaston muuttumista, on aika toimia nyt. Suunnitelmat ja toimenpiteet kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseen vievät aikaa. Kasvihuonekaasuilla on pitkä elinikä: päästöt, jotka vapautuvat ilmakehään nyt, vaikuttavat ilmastoon useiden vuosikymmenien ajan. (3.)



Kuva 3. Kasvihuone kuvaa kasvihuonekaasujen valonläpäisykykyä sekä kykyä estää lämmön karkaaminen. (3).

Hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC arvioi raportissaan vuonna 2007, että keskilämpötila saattaa nousta vuosisadan loppuun mennessä jopa yli 6 °C. Koska ilmasto on hidas järjestelmä, ihmisten jo aiheuttamaa lämpenemiskehitystä on vaikea pysäyttää. Jos hiilidioksidipäästöjä ei pystytä rajoittamaan radikaalisti, lämpötila nousee tämän vuosisadan loppuun mennessä 3,5 °C, ja jos rajoittamistoimissa ei edetä, saattaa lämpötila olla 9 °C:n korkeampi vuosisatoja myöhemmin. Merenpinnan nousuksi arvioidaan 10- 90 cm, jos jäätiköiden sulaminen otetaan huomioon, on arvioitu merenpinnannousun olevan jopa useita metrejä. (3.)

2.1 Sääolosuhteiden muutosennusteet maailmalla

Tutkimusten mukaan ilmaston lämpeneminen on tosiasia. Pitkäaikaisten mittaustulosten mukaan maapallon keskilämpötila on kohonnut ja valtameret lämmenneet, lumen ja jään sulaminen kiihtynyt ja merenpinta kohonnut. Kehitys näyttäisi jatkuvan samaan suuntaan samaan tahtiin.

2.2 Sääolosuhteiden muutosennusteet Suomessa

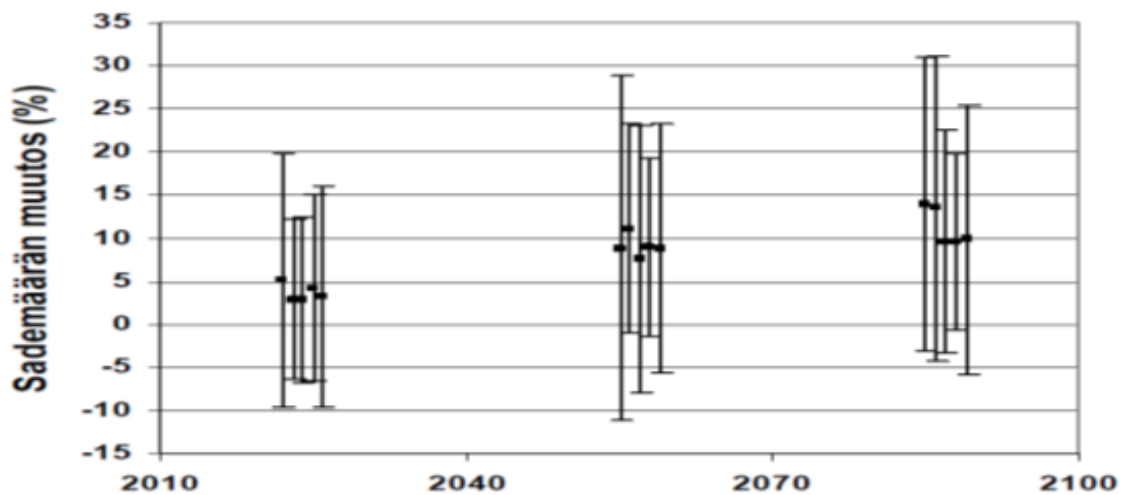
Suomen ilmaston muuttumista on tutkittu Ilmatieteen laitoksen FINSKEN-ohjelmassa. IPCC:n SRES- raporttiin perustuvan arvion mukaan Suomen keskilämpötila kohoaa jopa 7 °C vuoteen 2080 mennessä ja sadanta lisääntyy jopa 40 %.

Vuoteen 2020 mennessä Suomen ilmaston arvellaan lämpenevän 1–3 astetta, ja jos kasvihuonekaasujen päästöjä ei pystytä maailmalla vähentämään, lämpenemiskehitys

jatkuu. On esitetty erilaisia skenaarioita, nykyisellä menolla keskilämpötila nousee seitsemällä asteella vuoteen 2080 mennessä. Alhaisempia päästöjä ennakoivassa skenaariossa lämpötila nousee alle neljällä asteella. (3.)

Ilmastotutkimukseen liittyy edelleen monia epävarmuustekijöitä. Ilmastonmuutoksen vaikutukset vaihtelevat myös alueittain. Suomi sijaitsee alueella, jossa lämpenemisen arvioidaan olevan selvästi voimakkaampaa kuin koko maapallon keskimääräinen lämpeneminen. Lisäksi muutokset tulevat olemaan suurempia talvella kuin kesällä. Lämpenemisen ohella sademäärien arvioidaan kasvavan. Rankkasade voi yllättää missä vain. Kaupunkialueella sateesta aiheutuu vahinkoa jos hulevesiviemärit eivät vedä riittävästi tai viemärit tukkeutuvat. Tulville emme mahda mitään, ne kun ovat luonnollinen ilmiö, mutta vahinkoja tulee pyrkiä minimoimaan. (3.)

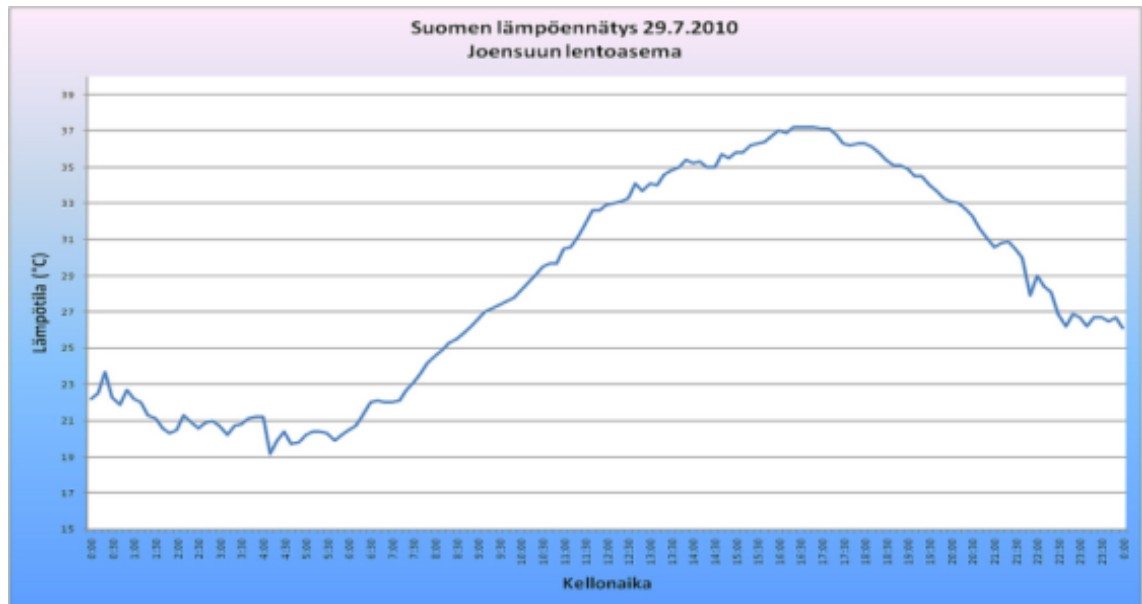
Vuotuisen sademäärän pitkäaikainen keskiarvo Suomessa on 500–700 mm. Korkeuserot sekä meren ja vesistöjen läheisyys vaikuttavat alueellisiin sademääriin jonkin verran. Havaintoja rankkasateiden alueellisesta jakautumisesta on käytettävissä vuosilta 1844–2005 noin tuhannelta sadeasemalta. Voimakkaimmat sateet tulevat heinä- tai elokuussa. (4.)



Kuva 4. Sademäärän muutosennuste (4).

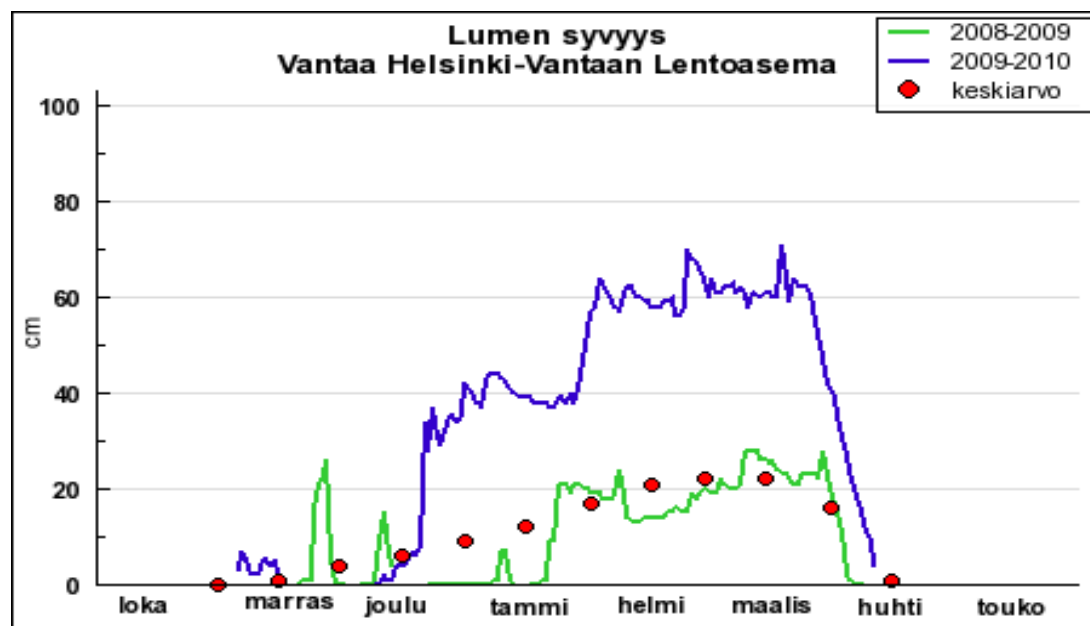
Jos Suomen keskilämpötila nousee seitsemällä asteella, nykyinen Etelä- Suomen lämpötila siirtyy 1000 km pohjoisemmaksi (Kuva 4). Skenaarioissa oletetaan, ettei Golfvirta heikkene merkittävästi. Jos heikkenee, Suomen ilmasto jäähtyisi huomattavasti. (3.)

Ilmaston lämpenemisestä saatiin uusia merkkejä kuluneena kesänä (2010), kun 29.7.2010 mitattiin Suomessa uusi lämpöennätys, joka oli 37,2 °C (Kuva 5).



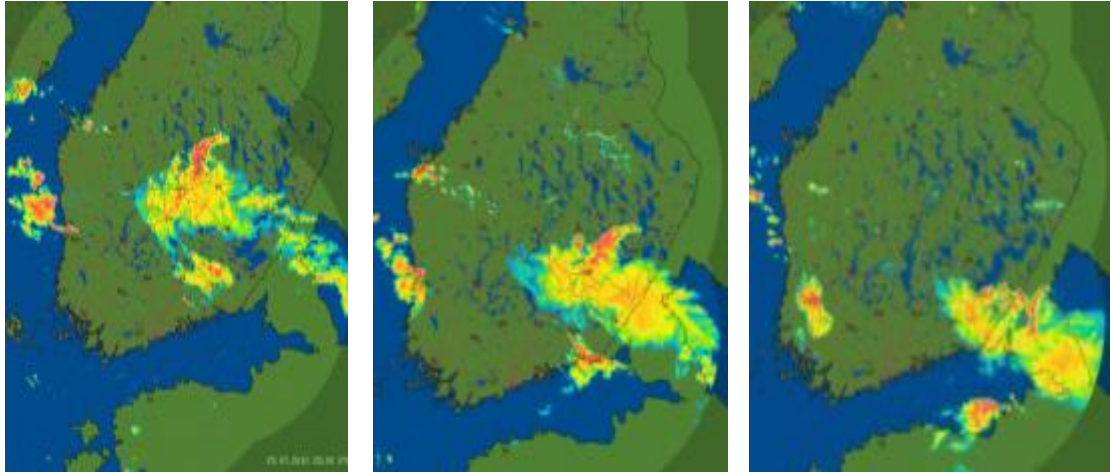
Kuva 5. Lämpöennätyksen seuranta (5).

Myös talvi 2009 – 2010 oli poikkeuksellinen (Kuva 6). Lunta oli varsinkin Etelä-Suomessa joulukuun ja huhtikuun välisellä jaksolla keskiarvoa reilusti enemmän.



Kuva 6. Lumitilanne 2009 – 2010 Etelä-Suomessa (6).

Kesällä harvinaisen rajut ukkospuuskat, kuten Asta- rajuilma 30.7.2010, aiheutti tuhoja 400 km:n matkalla Keski-Suomessa (Kuva 7).



Kuva 7. Ukkosrintaman eteneminen Asta- rajuilman aikana (7).

2.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus hulevesiin

Tulvavesityöryhmän raportin mukaan sadanta vähenee Suomessa etelästä pohjoiseen mennessä. Touko-syyskuun rankkasateiden arvioidaan lisääntyvän. Rankkasadetapahtumat lisääntyvät, keskimäärin kolmen vuoden välein toistuva tapahtuma tulee esiintymään noin kahden vuoden välein. Hulevesimäärä tulee lisääntymään lähes sadannan verran. (8.)

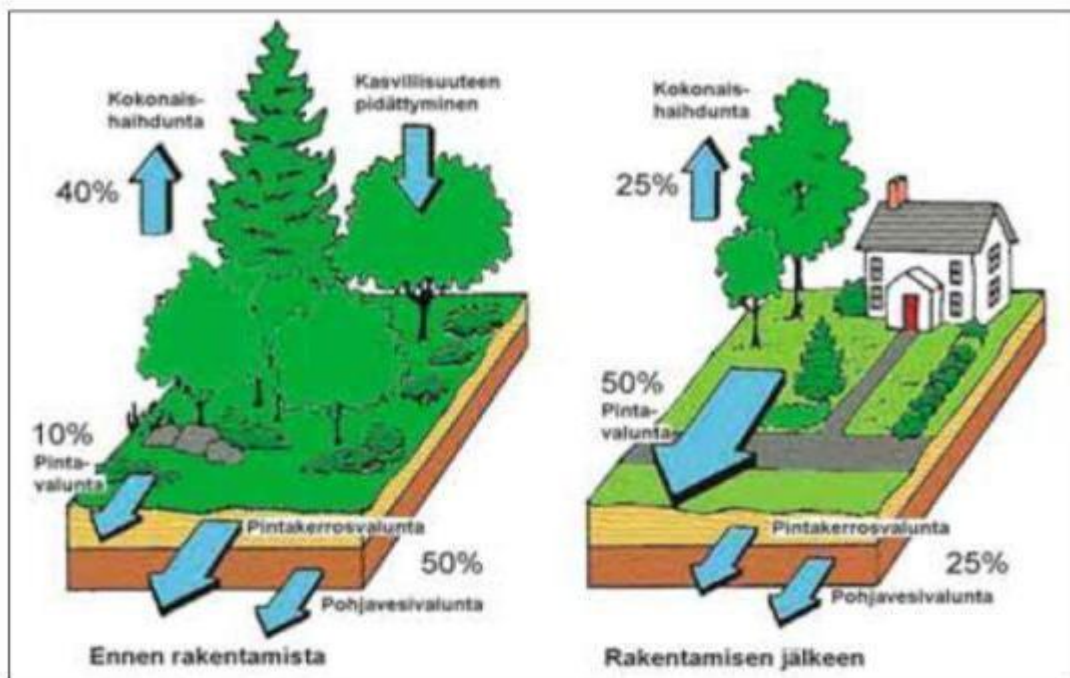
3 HULEVEDET

Hulevesillä tarkoitetaan kaduille ja piha-alueille kerääntyvää sade- tai sulamisvettä. Rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat saattavat kehittyä nopeasti ja olla melko paikallisia keskittyen taajamiin. Tiheästi rakennetulla kaupunkimaisella alueella rankkasade voi aiheuttaa tulvimista kaduilla sadevesiviemäreiden kapasiteetin ylittyessä.

Hulevesiä syntyy huomattavasti enemmän talvella kuin kesällä. Valtaosa kylmän vuodenajan sadannasta muuttuu hulevedeksi viimeistään lumien sulaessa keväällä. Talvi- en tullessa leudoimmiksi ja lumisemmiksi lisääntyy hulevesien määrä. Niistä selviämiseen tulisi myös osata varautua riittävässä määrin.

3.1 Vesitase ja pohjavesi

Hulevesien poisjohtaminen putkistojen välityksellä tiiviisti pinnoitetuilta alueilta vaikuttaa luonnon vesitaseeseen ja näin myös pohjavesivarantoihin (Kuva 8). Imeytymisen vähenemisen vaikutukset olisikin otettava huomioon tulevaisuudessa suunniteltaessa hulevesijärjestelmiä. Kokonaisvaltainen hulevesien hallinta onnistuu, jos kaikki suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät tahot uskaltavat ottaa riskin ajatella uudella tavalla. Vanhoista tavoista luopuminen on vaikeaa, tiivis kaupunkirakentaminen on ollut ohjenuorana kaiken aikaa. Nyt täytyisi löytää sijaa ajatukselle hulevesien imeyttämiseen ja viivyttämiseen liittyviin ratkaisuihin. Näin turvaisimme pohjavesivarantomme ja selviytyisimme hulevesistä maanpäällisin, asukasystävällisin ja mahdollisesti edullisin ratkaisuin. Jos tulee virheitä, on otettava opiksi.



Kuva 8. Rakentamisen vaikutus hulevesien imeytymiseen (9).

Kaupunkialueella perusongelma ei ole välttämättä se, että ympäristö olisi rakennettu täyteen, vaan suunnittelun kankeus. Tilaa uusille hulevesiratkaisuille varmasti on. Hulevesien johtaminen hulevesiviemäriä pitkin suoraan vesistöön on tällä hetkellä Suomessa tyypillinen rakenne. Erilaisia puistoaltaita, kosteikkoja ja muita hulevesien hallintaan liittyviä ratkaisuja on suunniteltu ja rakennettu vähän.

3.2 Valuma-aluesuunnittelu

Mitoitussateella tarkoitetaan sitä suurinta vesimäärää, johon viemäri mitoitetaan. Mitoitussadetta ei valita kaikkein rankimpien sateiden mukaan, joten kaikkien hulevesien ei tarvitse mahtua viemäriin. Rankimpien sateiden aikana viemäreiden tulviminen ja lammikoiden muodostuminen hetkellisesti on sallittua. (10.)

Mitoitussateessa huomioidaan sateen rankkuus, kesto aika ja toistuvuus. Mitoitussateen valinta riippuu kohdealueen rakennuksista, niiden kattopinta-aloista sekä katu- ja piha-alueiden pinnanmuodoista. Jos kohdealueella sijaitsee rakennuksia ja rakenteita, joita tulvavesi voi vahingoittaa, valitaan mitoitussateeksi huomattavasti tavanomaista rankempi sade. Kaupunkien alueiden, joissa vettä huonosti läpäisevien tiiviiden pinnoitteiden osuus on suuri, mitoituksessa huomioidaan heikompienkin sateiden aiheuttama tulvariski. Mitoitussateen kestoajaksi valitaan Suomessa yleisesti 10–15 minuuttia ja toistuvuudeksi 1–3 vuotta, jonka sademäärä maksimissaan on 150 litraa sekunnissa per hehtaari. (10.)

Euroopan unionin asettaman EN -752 standardin mukaan kaupungistuneiden alueiden mitoitussateen toistuvuusaikana tulisi käyttää 2–10 vuotta, joka vastaa kymmenen minuutin kestoajalla noin 180 litraa sekunnissa per hehtaari. (11.)

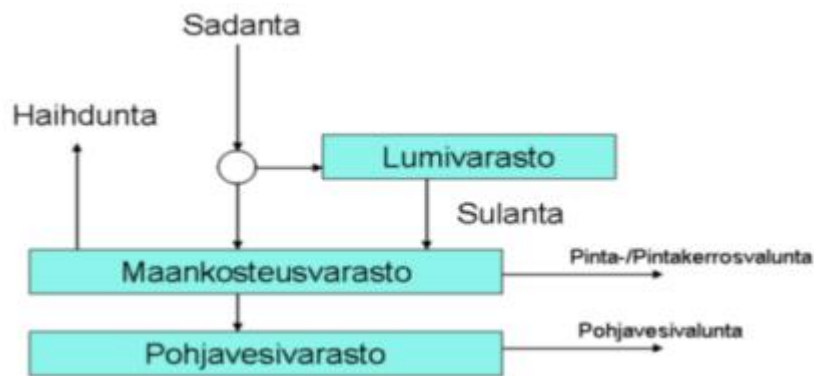
3.2.1 Pintavalunta

Suomessa pintavalunnaksi lasketaan osuus, joka on noin puolet päällystetystä pinta-alasta. Eli jos alueen pinta-alasta on puolet pinnoitettu niin noin 25 % alueen sadannasta muuttuu pintavalunnaksi. Tiiviisti rakennettujen ja vettä huonosti läpäisevien pintamateriaalien käyttö piha- ja tiealueiden päällystemateriaalina lisää taajamien alttiutta hulevesitulville. Ilmastonmuutos ja sen aiheuttama sadanta kasvattavat tulvariskiä edelleen. (12.)

3.2.2 Valunta – sadanta

Valunta on se osa sadannasta, joka virtaa valuma-alueen purkupaikkaa kohti. Valunta R on sadannasta P vähennettynä haihdunta E sekä vesivaraston muutos ΔV valuma-alueella. Valunta lasketaan vesitaseyhtälön avulla: $R = P - E - \Delta V$

Valuntaan vaikuttavat useat eri tekijät, kuten alueen muoto, koko, korkeussuhteet, maastotyyppi, maaperän laatu, kasvillisuus sekä mahdollinen maaston uomasto. Myös ilmastotekijät, kuten saderintaman liikesuunta, sadannan ajallinen ja paikallinen jakauma, sateen intensiteetti ja sateen kesto vaikuttavat valuntaan. Hulevesien hallinnassa valunnalla on merkitystä, maaston muokkaamisella ja varautumis- ja imeyttämiskonstruktiivilla voidaan ohjata sadevesiä hulevesitulvatilanteessa. (13.)



Kuva 9. Sadanta - valunta (12).

3.3 Hulevesien viemärointitavat

Sekaviemäroinnissä jäte- ja hulevedet johdetaan yhteiseen viemäriin, josta ne kulkeutuvat jätevedenpuhdistamolle. Pahimmissa tapauksissa kiinteistöjen asukkaat ovat tehneet omia ratkaisuja hulevesiongelmansa johtamalla katto- ja pihavedet jätevesiviemäriin. Sekaviemäroinnistä kuitenkin pyritään siirtymään erillisviemärointiin, koska se kuormittaa vähemmän jätevedenpuhdistamaa.

Nykyisin pyritään alueiden hulevedet johtamaan pois hulevesiviemärillä. Oikealla mitoituksella tarjotaan riittävä kapasiteetti hulevesien johtamiseen myös harvoin esiintyvien rankkasateiden osalta. Erittäin rankkoja sateita varten maanalaista hulevesiverkostoa ei ole järkevää tai taloudellista mitoittaa eikä rakentaa, koska hankalat rankkasateet toistuvat harvoin. Ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvät sateet lisäävät hulevesien määrää. Kaupunkisuunnittelussa tulisikin keskittyä suunnittelemaan maanpäällisiä huleveden varastoimis- ja poiskuljetusratkaisuja (Kuva 10). Uudenlaiset ratkaisut olisivat kaupunkikuvaa ja asumisviihtyvyyttä parantavia. (10.)



Kuva 10. Vesiuomaesimerkki Portlandissa (14).

Uusilla rakennettavilla alueilla hulevesijärjestelmät tulisi mitoittaa siten, että ne pystyisivät kuljettamaan nykyisiä mitoitussadantoja rankemmat sadannat pois valuma-alueiltaan. Tulevaisuuden mitoitussadannat voitaisiin arvioida jonkin tulevaisuuden ilmastoskenaarion mukaan (esim. IPCC:n skenaarit). Vaikka ilmastonmuutoksen vaikutuksia sadantaan ei varmuudella voida arvioida, tulisi mitoitussadannassa ottaa huomioon ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista. Näin rakennettava hulevesijärjestelmä olisi tehokas ja taloudellisesti järkevä.

3.3.1 Hulevesien viemärointitapoja Saksassa ja Ruotsissa

Saksassa rakentamisen aiheuttamiin tuhoihin luonnonalueille ja vesiolosuhteiden muutoksille on alettu kiinnittää huomiota jo 80-luvulla. Saksassa rakentamisesta aiheutuva pohjavesisuhteiden alentuminen katsotaan vastiketoimenpiteitä edellyttäväksi luonnonolojen muuttamiseksi. Vesiolosuhteiden korvauserusteet katsotaan maaperän alkuperäisen imemiskyvyn ja rakennettavien imeytysalueiden mitoituksen perusteella.

Saksan vesilaissa vaaditaan palauttamaan rakentamisella muutettuja vesistöjä takaisin luonnontilaan. Tulva-alueita edellytetään suojattaviksi rakentamiselta ja mahdollisuuksien mukaan palautettaviksi. Rakentaminen ei saa lisätä tulvia. Hulevedet nähdään Saksan vesilaissa toisaalta vesien suojelun kannalta jätevesinä, jotka edellyttävät jonkinlaista käsittelyä. Hulevedet voidaan johtaa sekaviemäröinnin yhteydessä jätevesipuhdistamoon tai nykyisin yleensä hajautettuun huleveden käsittelyyn.

Ruotsissa hulevesien käsittely otettiin huomioon uudisrakentamisessa 90-luvun puolivälissä. Vuonna 2000 julkistettiin vesiohjelma joka sisälsi uuden hulevesistrategian. Lain mukaan rakennetuilla alueilla hulevedet tulee käsitellä tai erotella. Näin voidaan maahan imeyttää niin paljon vettä kuin mahdollista, ilman että epäpuhtaudet nousevat liian suuriksi. Ruotsissa on ryhdytty suunnittelemaan uudenlaista hulevesien hallintaa rakentamalla vesiuoma rakennettavan alueen alimmalle kohdalle. Esimerkkikuvassa 11 on esitetty uusi asuntoalue Tukholmassa, jossa sadevedet johdetaan etualalla olevalle imeytysalueelle, joka kerää osan sadevesistä ja loput valuvat rakennettuun altaaseen, josta on yhteys mereen.



Kuva 11. Hulevesien hallintaesimerkki, Hammarby Sjöstad, Tukholma. (15).

3.4 Hulevesikerääjäkaivot

Hulevedet johdetaan kadulta hulevesikaivoihin, jotka on varustettu ritiläkannella (Kuva 12). Vaihtoehtoisesti kadun reunassa voi olla kolo josta vesi ohjautuu kaivoon. Hulevesikerääjäkaivojen sijoittelun perusteena ovat kadun- tai piha-alueen taseusuunnitelma sekä alueen valumasuunta. Suositeltava valuma-alue yhtä kaivoa kohden on enintään 1000 neliometriä ja kaivojen väli ei saisi ylittää 100 metriä.

Paljon pintavaluntaa kerääviin kohtiin on voitu sijoittaa useampi kerääjäkaivo vierekkäin. Kuvassa 13 risteysalueella kadun nurkassa on katukiveen osittain lovettu aukko, josta hulevedet valuvat viemäriin.



Kuva 12. Tuplaritiläkaivo Kotkassa Ruotsinsalmenkadulla, kauppakeskus Pasaatin ohi menevällä kadulla (51).

Kuva 13. Reunakolo Koulukadulla Kotkan linja-autoaseman pohjoispuolella (51).

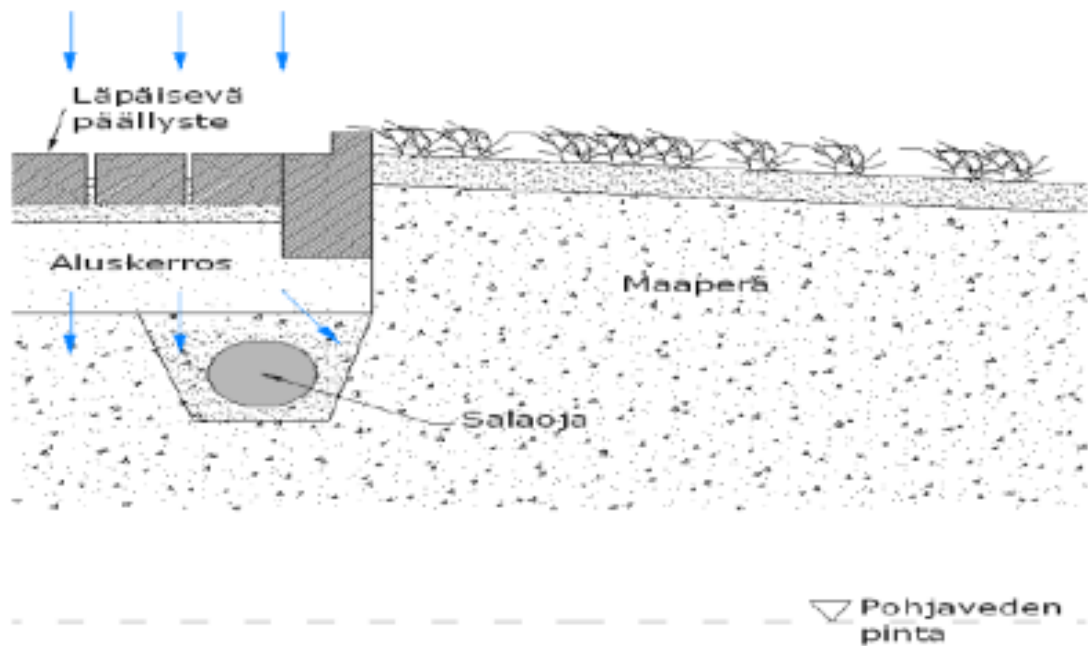
3.4.1 Hulevesiverkoston kunnossapito

Tiivis rakentaminen ja huonosti vettä läpäisevät piha- ja katurakenteet kasvattavat valuma-alueen pinta-alaa. Tämä taas kuormittaa vanhoja jo rakennettuja hulevesiviemäreitä, jotka on mitoitettu vanhalle rakennuskannalle. Kun rakennettu alue ja viemäriverkosto laajenevat, vanhempia runkoputkia ei välttämättä heti saneerata suuremmiksi. Valuma-alueen kasvaessa rankkojen sateiden aikana ne tulvivat aiempaa useammin.

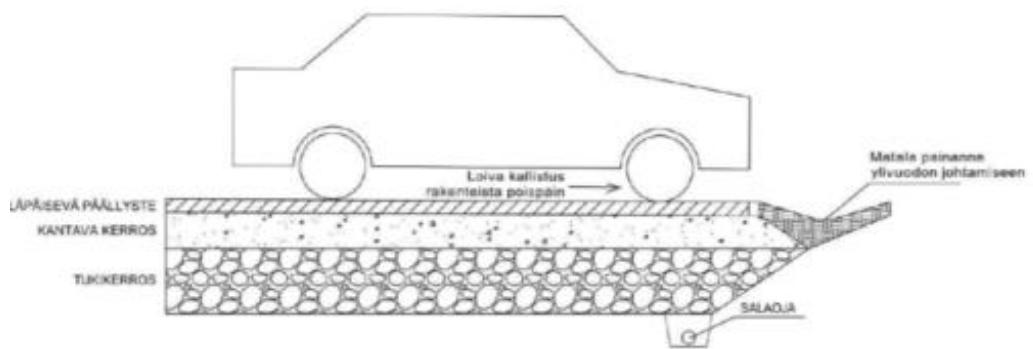
Hulevesikaivojen kunnossapitovelvollisuus on tärkeä osa tulvatorjuntaa. Oikea mitoitus hulevesien poisjohtamiseen olisikin yksi tärkeä osa kunnossapitoa. Kaivojen kunnon tarkistus ja kansien puhdistus syksyisin puiden ja pensaiden lehdistä ja roskista takaavat hulevesien esteettömän kulun. Talvisin ja keväisin on huolehdittava jäiden ja sohjon poistosta kansien päältä. Kunnossapitotoimenpiteisiin tulisi kiinnittää riittävästi huomiota niin kiinteistöissä kuin kaupungin katuosastossa ja vesilaitoksessa.

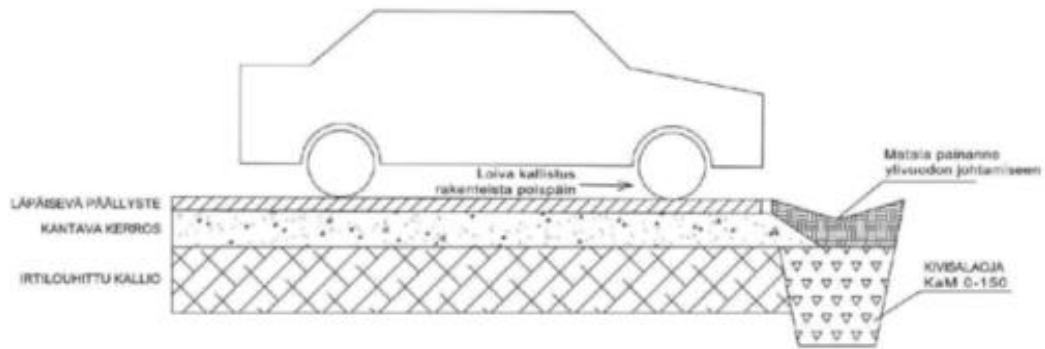
3.5 Hulevesitulvien ehkäisy ja hallinta

Maaperän imentäkykyyn vaikuttavat useat eri tekijät: erityisesti maalajien huokoisuus, vedenläpäisykyky, maaperän vesipitoisuus, sateen intensiteetti sekä sateen kesto (Kuva 14). Vesi imeytyy kuivaan maaperään paremmin kuin veden jo kyllästämään. Kuivan maan kostuessa imeytyminen vähenee ja valunta kasvaa. Maaston kaltevuuden vaikutus imeytymiseen on myös huomattava, kalteva maaperä aiheuttaa pintavaluntaa, pintavalunta taas kuormittaa tasaista pintaa ja näin hidastaa imeytymistä. Maastossa oleva viherkasvillisuus sekä puiden ja pensaiden juurakot tehostavat veden imeytymistä ja hidastavat pintavaluntaa. Vettä läpäisemättömät pintarakenteet hidastavat ja jopa estävät veden imeytymisen ja aiheuttavat lisääntyvää pintavaluntaa, joka taas kuormittaa hulevesiviemäreitä, ja aiheuttavat tulvavaaraa.



Kuva 14. Vettä läpäisevä alusrakenne (16).





Kuva 15. Läpäisevän päällysteen ylivuotoreitit maa- ja kalliroleikkauksessa (16).

3.6 Hulevesien hallinnan tekniset ratkaisut

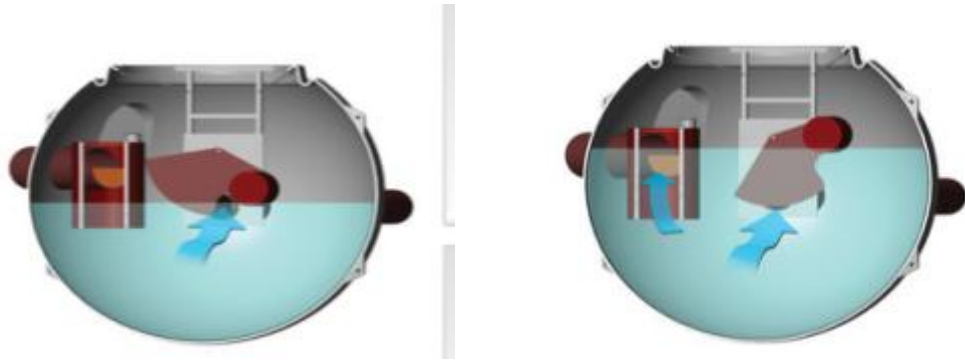
Tulvavahinkoja voitaisiin vähentää luokittelemalla ja yhdistelemällä eri alueita keskenään. Kuormittuneen verkoston kapasiteetin ylittyessä, hulevedet voitaisiin ohjailta toiseen verkostoon tai viivytys- ja varastointipaikkoihin, jotka olisivat osa alueen hulevesiverkostoa. Tällaiset kuivatusjärjestelmät voisivat olla katu- ja piharakenteisiin integroituja ratkaisuja.

3.6.1 Hulevesiverkoston sisäiset muutokset

Suurien muutoksien tekeminen hulevesiverkostoon on hankalaa ja kallista, koska verkoston alkupään laajentaminen täytyy ulottaa verkoston loppupäähän asti riittävän kapasiteetin aikaansaamiseksi. Uudelleenmitoituksia tehtäessä tulisi tarkastella mahdollisuuksia tehdä kuormittuneella alueella virtausmuutoksia ja virtauksien uudelleen ohjailua. Ohjaamalla kuormittuneen alueen virtaus verkostoon, jossa on kapasiteettia, voidaan kuormittuneen verkoston virtausta pienentää. Virtausmuutosten vaikutukset verkoston muihin osiin on huomioitava muutoksia suunniteltaessa, jottei uuden verkoston kapasiteettia ylitettäisi.

Putkikokojen suurentaminen loppupäässä on kuitenkin aina mahdollista. Tällä varmistetaan koko verkoston kapasiteetin maksimikäyttö. Ovatko muutokset taloudellisesti kannattavia, tätä tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Hulevesiverkostossa virtaavan veden määrää voidaan rajoittaa ylivuoto- tai virtauksensäätökaivoilla. Hulevesiverkoston kapasiteetin ylittyessä ohjataan hulevedet viivytyksrakenteisiin tai hulevesiverkoston osaan, jossa on vielä kapasiteettia. Toiminta perustuu yksinkertaiseen ratkaisuun, jossa ylivuotokaivoon asennetaan halutulle korkeudelle ylivuotoputki. Veden noustessa putken korkeudelle hulevedet ohjautuvat eteenpäin (Kuva 16). Näin pystytään hallitsemaan hulevesiä kaivoihin asennettavalla tekniikalla.



Kuva 16. Virtauksensäätökaivot (17).

3.6.2 Katu- ja piharakenteet

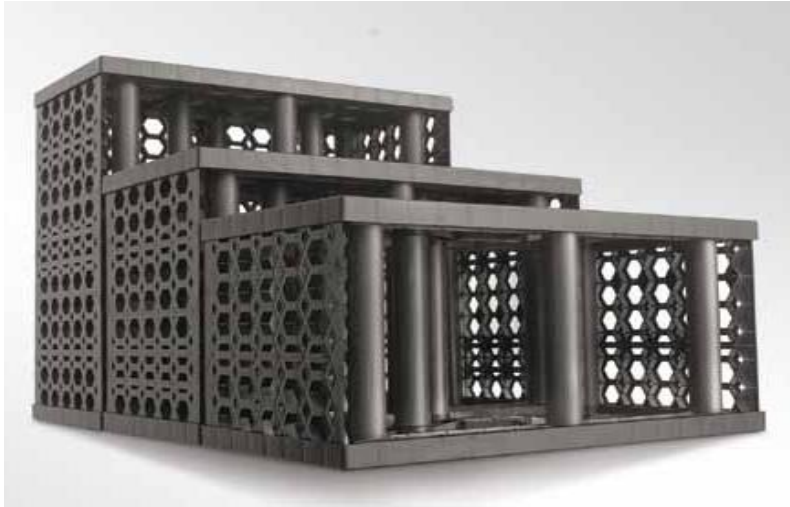
Tiiveillä katurakenteilla ja vettä huonosti läpäisevillä alusrakenteilla on suuri merkitys hulevesien ohjautumiseen. Katujen ja piha-alueiden kaltevuus vaikuttaa hulevesien virtatutumiseen hulevesiverkostoon. Huonosti suunnitellulle tai rakennetulle kadulle tulee helposti tulvaongelmia. Hyvällä suunnittelulla ja toteuttamisella voidaan ohjailta hulevesiä katu- ja piha-alueilla haluttuun suuntaan.

Hulevesiä voidaan johtaa katualueelta kallistuksin ja kadunreunassa olevien aukkojen kautta hulevesikaivoon, kadunvarren avouomaan tai maastoon. Viheralueiden rakentamisessa tulisi huomioida kadun korkeusasema, jotta hulevesiä olisi mahdollista johdtaa viheralueelle, jossa vesien imeyttämiseen ja varastointiin olisi mahdollisuus.

3.6.3 Viivytyksrakenteet

Ilmastonmuutoksen myötä sateet lisääntyvät ja muuttuvat yhä rankemmiksi. Tulevaisuudessa hulevesiä pitääkin pystyä hillitsemään nykyistä tehokkaammin. Jos kunnallisen hulevesijärjestelmän kapasiteetti ei riitä, voidaan piha- ja pysäköintipaikkoja rakennettaessa hyödyntää olemassa olevia moduulirakennusjärjestelmiä (Kuva 17).

Maan-alaiset moduuliverkostot voivat varastoida hulevettä rankkasateiden aikana. Tulvatilanteen lauettua vedet ohjataan hulevesiverkostoon.



Kuva 17. Rakennusmoduuli (18).

Teknisinä viivytyrakenteina voidaan käyttää myös maanalaisia säiliöitä, joissa hulevesiä voidaan viivyttää ja varastoida. Varastointi- ja viivytyrakenteet voivat olla osa viherrakentamista, jossa putkistot, säiliöt ja muut rakenteet ovat puistojen alla (Kuva 18). Liikennealueiden, parkkipaikkojen tai leikkipuistojen käyttäminen sijoituskohteina on myös mahdollista. Viivytyrakenteiden yhteyteen voidaan rakentaa tarvittaessa suodatuskenttä, jotta huleveden mukana tulevat epäpuhtaudet saadaan talteen, eikä näin kuormiteta maaperää eikä merta.



Kuva 18. Putkistovarastointijärjestelmä (19).

3.7 Hulevesien hallinnan luonnonmukaiset ratkaisut

Hulevesien luonnonmukaisten hallintamenetelmien suunnitteleminen vaatii tilavara-uksia, mutta ovat toteutettavissa myös tiiviiseen kaupunkiympäristöön. Vanhalla jo rakennetulla kaupunkialueella tilanahtaus ja olemassa olevat rakenteet tosin rajoittavat hallintamenetelmien toteuttamista. Hulevesien luonnonmukaiset hallintamenetelmät voivat olla vähentämis-, imeyttämis-, viivytys- tai johtamistaparatkaisuja. (16.)

3.7.1 Imeytyspainanteet ja altaat

Imeytyspainanteet ovat viher- tai piha-katualueella maastoa matalammalla olevia monitoimialueita, joille hulevedet johdetaan pintavaluntana, tai muita rakennettuja vesiuomia pitkin (Kuva 19). Painanteisiin valunut hulevesi imeytyy hitaasti kasvillisuuden läpi maaperään. Hulevesien imeyttäminen edellyttää maaperältä riittävää vedenläpäisevyyskykyä. Painanteet toimivat hulevesien viivytys- ja varastoimisalueina. Imeytyspainanteet voidaan sijoittaa alueille, jossa maasto-olosuhteet ovat suotuisat (Kuva 20). Rakennelma voi olla myös ympäristöä korostava rakennelma (Kuva 21). (16.)



Kuva 19. Imeyttämiskaivanto (16).



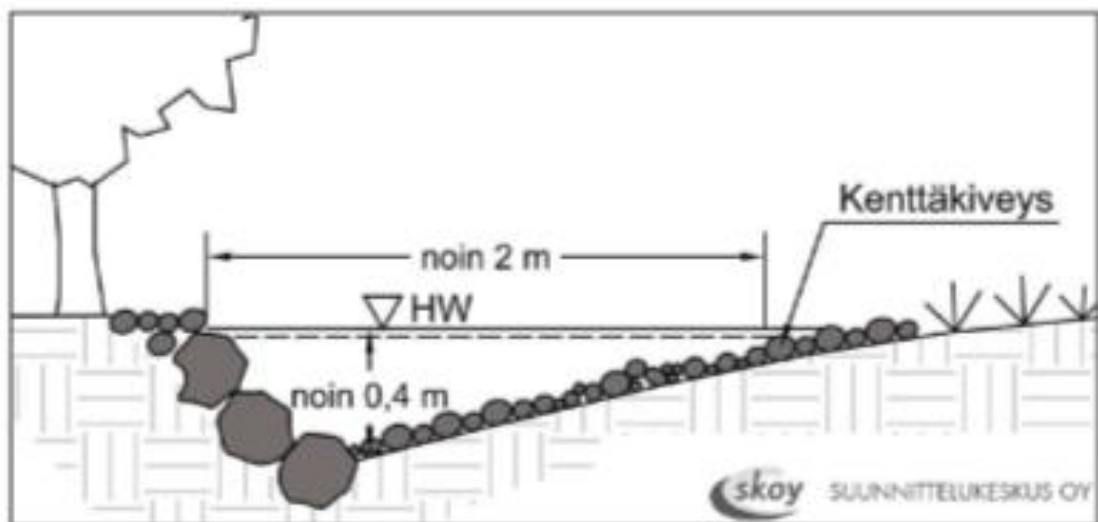
Kuva 20. Avoin imeytysaltaiden linjauoma (20).



Kuva 21. Viivytyksrakenne (15).

3.7.2 Huleveden määrän vähentäminen

Hulevesien vähentämismenetelmät ovat lähinnä piha- ja katualueiden alus- ja pintamateriaalivalintoihin liittyviä ratkaisuja. Vettä hyvin läpäisevien materiaalien käyttö hidastaa ja vähentää huleveden määrää. Läpäisevät pinnoiteratkaisut vähentävät pinnoilta huuhtoutuvan huleveden määrää imeyttämällä vettä maaperään. Viherrakentaminen ja sen sijainti on myös hulevesien vähentämiseen tärkeä ratkaisu. Hulevesiä voidaan johtaa myös hallitusti pois kuivatettavilta alueilta. Johtamisessa on eri toimintatapoja: on avo-ojia, painanteita, kouruja tai muita uomia (Kuva 22). Suuremmat uomat soveltuvat hulevesien pääpurkureiteiksi ja mahdollisiksi tulvareiteiksi.



Kuva 22. Poikkileikkaus kaupunkipurosta (16).

3.8 Tulvariskien hallinta

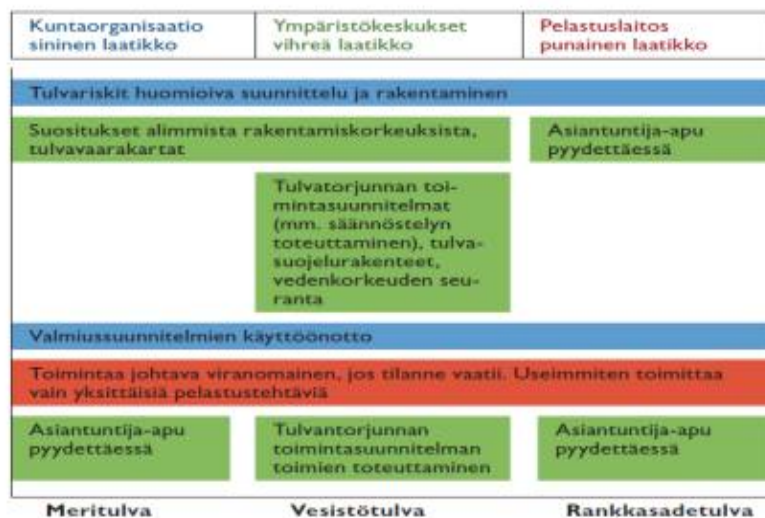
Tulvariskien hallintaan voidaan ottaa vähintään kolme näkökulmaa: tulvariskien ennaltaehkäisy, tulvanuhan torjunta ja tulvatilanteen toimintavalmius. Rakennuspaikan valinnalla ja ennakoivalla suunnittelulla voidaan ennaltaehkäistä tulvariskin syntymisen. Tiiviisti rakennetulla kaupunkialueella uuden kohteen rakentamisessa huomioituilla hulevesiratkaisuilla voidaan ehkäistä valuma-alueen alaosan tulvilta.

Tulvanuhan torjunnalla on tarkoitus vähentää tulvavahinkojen määrää pysyvästi. Tulvasuojelu- ja tulvantorjuntatoiminta tulee suunnitella tulvavaarassa olevien kiinteistöjen määrän asettamien rajojen puitteissa. Keinoja ovat tulvapengerrysten rakentaminen tai vaikka pumppukaluston käyttäminen akuutissa tulvatilanteessa.

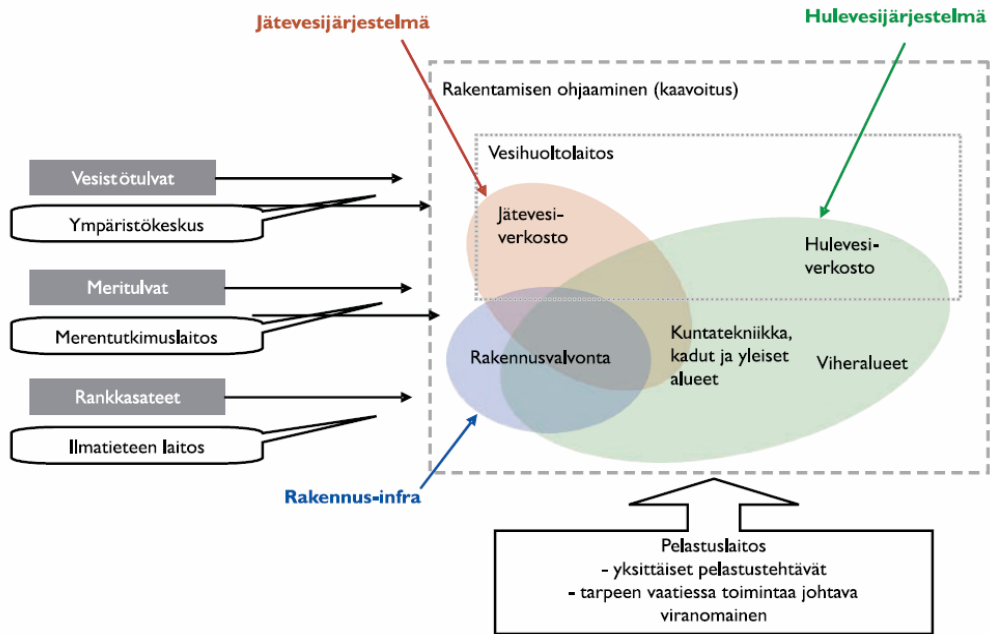
Tulvatilanteen toimintavalmius on tärkeä osa henkilö- ja omaisuusvahinkojen ehkäisyssä. Toimintasuunnitelmissa asetettujen toimintojen on oltava torjuttavan tilanteen tasalla, jotta tulvatorjunta olisi tehokasta ja vahinkojen syntyjä estävää.

3.9 Johtosuhteet ja toimintamallit hulevesitulvatilanteessa

Hulevesien hallintaan liittyvässä toiminnassa johtosuhteet ja toimintamallit eivät aina toimi parhaalla mahdollisella tavalla. Vastuun jakaminen ongelmatilanteissa voi olla vaikeaa, jos vastuu jakautumisesta kaupungin eri viranomaistahojen kesken on sovittu huonosti ja jos toimintatavoista on epäselvyyksiä (Kuva 24). Kuvassa viranomaisten toimintamallikaavio (Kuva 23).



Kuva 23. Viranomaisten toimet erityyppisissä tulvatilanteissa (22).



Kuva 24. Vastuunjako hulevesien hallinnan ongelmatilanteissa (22).

3.9.1 Hulevesihallinnon vastuumallit

Hulevesityöryhmän Hulevesien hallinta -raportissa, jonka on laatinut tekniikan lisen-siaatti Jukka Meriluoto, on käsitelty teoreettisia malleja, joissa kokonaisvastuu hule-vesistä on keskitetty joko kunnan tai vesihuoltolaitoksen vastuulle. Seuraavissa kappaleissa esitellään lyhyesti Hulevesityöryhmän esittämät teoreettiset mallit hulevesien kokonaisvastuun keskittämisestä. (21.)

Malli 1: Kunta vastuussa

Koska katujen ja pihojen kuivatusvesiä syntyy sateiden vaikutuksesta kaikkialla, hule-vesipalvelu voitaisiin järjestää kaupungin julkisena palveluna asemakaava-alueella. Kunta voisi organisoida hulevesipalvelun kunnan sisällä tietyn yksikön alaisuuteen. (21.)

Kiinteistöjen omistajat vastaisivat hulevesien hallinnasta asemakaavan ulkopuolisilla alueilla. Hulevesien hallinta ja suunnittelu tehostuisivat, kun olisi yksi alueellinen yksikkö, jonka vastuulla alueen hulevedet olisivat. Myös tulvatilanteessa vastuunjako olisi selkeämpää, koska kokonaisvastuu hulevesistä olisi samassa yksikössä. (21.)

Malli 2: Vesilaitos vastuussa

Vesihuoltolaitos voisi ottaa hoitaakseen hulevesipalvelun kokonaisuudessaan. Muutos vesihuoltolaitoksen vastuulle olisi luontevaa, koska toiminta täydentäisi jo nykyisiä toimintoja. Yksi vastuunkantaja olisi tässäkin mallissa enemmän etu kuin hankaluus. Vastuualue voisi laajeta myös katujen ja yleisten alueiden hulevesien hallinnansuunnitteluun. (21.)

Kunta toimisi yhteistyössä vesihuoltolaitoksen kanssa kaavoitukseen ja maankäyttöön liittyvässä päätöksenteossa. Näin vesihuoltolaitoksella, joka olisi keskittynyt hulevesien hallintaan, olisi vaikutusmahdollisuuksia hulevesiin liittyvissä kysymyksissä. Eriyisesti luonnonmukaisten hallintamenetelmien kehittäminen vaatisi vesihuoltolaitokselta yhteistyötä kunnan teknisen yksikön ja kaupunkisuunnittelun kanssa. Vesilaitoksella voisi olla resursseja eri hallintamenetelmien suunnitteluun. (21.)

3.10 Hulevesien maksujärjestelmä

Vesihuoltolain tarkistustyöryhmä on hulevesijärjestelmän parantamiseksi pohtinut maksujärjestelmämalleja. Hulevesien hallinnan järjestämisestä tulisi suunnitella maksujärjestelmä, joka olisi riittävän yksinkertainen. Vesihuoltolain (2001/119) pykälän 19. säännös antaa vesihuollosta vastaavalle laitokselle oikeuden kerätä hulevesien hallintaan liittyvää hulevesimaksua, jolla rahoitetaan hulevesiverkoston ylläpito ja kehittäminen. (21.)

Jos hulevedet johdetaan jätevesiviemäriin, tulee huomioida, että vesihuoltolaitos perii sille kuuluvat maksut. Hulevesistä vastaavalle voidaan säätää oikeus periä hulevesimaksua kaikilta asemakaavan alueella sijaitsevilta kiinteistöiltä, myös hulevesiverkoston liittymättömiltä kiinteistöiltä. (21.)

Vastuu hulevesien hallinnasta on jaettu kunnan teknisen yksikön ja vesihuoltolaitoksen kesken. Kunnan tekninen yksikkö vastaa maanpäällisten rakenteiden suunnittelusta, rakentamisesta ja kunnossapidosta. Maanpäällisten rakenteiden lisäksi tekninen yksikkö vastaa hulevesien kuivatukseen kaduilta tarkoitettujen keräilykaivojen ja niiden purkuputkien kunnossapidosta hulevesiverkoston tarkastuskaivoon saakka. Vesihuoltolaitos vastaa maanalaisen hulevesiverkoston runkoputkien suunnittelusta, rakentami-

sesta ja kunnossapidosta. Hulevesimaksu on nykyisin käytössä harvassa kaupungissa, hulevesiverkoston rahoitus saadaan normaalisti jätevesimaksuun sisällytettynä maksuna. (21.)

Verkoston alkuvaiheen rakennusinvestoinnit katettaisiin osakkailta kerättävällä liittymismaksulla. Maksuun vaikuttaisi kiinteistötyyppi, tontin pinta-ala ja liittymispituus. Kiinteistö kustantaisi tontilla tarvittavat kaivot ja niiden rakennuskustannukset. Muilta osin kustannukset laskettaisiin seuraavanlaisilla kaavoilla:

Liittymismaksu $k * A * Lm$

k = kiinteistön tyyppistä tuleva kerroin

A = tontin pinta-ala m^2

Lm = liittymismaksu $€/m^2$

Käyttömaksu = $k * A * Km$

k = kiinteistötyypin mukainen kerroin

A = tontin pinta-ala m^2

Km = käyttömaksu $€/l^2$ (21.)

4 TULVADIREKTIIVI

Euroopan Unionin direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta hyväksyttiin 23.10.2007 ja siitä tuli lainvoimainen 26.11.2007 (EC 2007c). Tulvadirektiivin tarkoituksena on luoda säännöt, joiden puitteissa jäsenmaat pyrkivät hallitsemaan tulvariskiä. (23.)

4.1 Tavoitteet ja niiden saavuttaminen

Tavoitteiden saavuttamiseksi jäsenvaltioilla on kolmivaiheinen ohjelma tulvien hallinnan kehittämiseksi.

1. 2011 loppuun mennessä tehdään tulvariskien alustava arviointi, arvio alueista, joilla tulvariski on merkittävä.

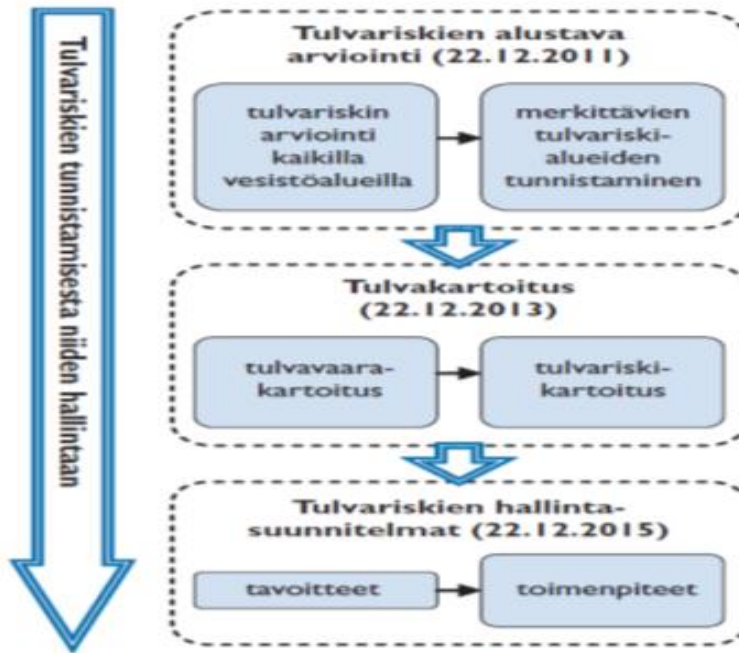
2. 2013 loppuun mennessä laaditaan tulvariskialueille tulvavaara- ja tulvariskikartat.
3. 2015 loppuun mennessä laaditaan tulvariskien hallintasuunnitelmat. Tulvavaarakarttojen tulee esittää merkittävimmät tulvariskialueet sopivassa mittakavassa, joilla tulva voi esiintyä seuraavien toistuvuuksien mukaisesti:
 - a) tulvan esiintymisen todennäköisyys on vähäinen paitsi ääritilanteissa
 - b) tulvan esiintymisen todennäköisyys on keski-suuri toistumisaika ≥ 100 vuotta, ja
 - c) esittää alueet, joilla tulvan esiintymisen todennäköisyys on suuri (EC 2007d).

Tulvavaarakartat laaditaan Suomessa tavallisesti toistuvuusajoille kerran 20, 50, 100, 250 ja 1000 vuodessa. Tulvariskikartoissa on osoitettava näiden toistuvuuksien mukaisesti esiintyvien tulvien aiheuttamat tulvavahingot seuraavalla tavalla ilmaistuina:

- a) tulvavahingoista todennäköisesti kärsivien asukkaiden viitteellinen määrä
- b) alueella harjoitettava taloudellinen toiminta ja mahdollisesti aiheutuneet vahingot
- c) laitokset, joiden toiminta tai tuotteet aiheuttavat äkillistä pilaantumisvaaraa tulvatilanteessa (EC1996) ja seurauksista mahdollisesti kärsivät suojelualueet (EC 2000) sekä
- d) muut tiedot, jotka jäsenvaltio katsoo tärkeiksi, kuten nimetä alueet, joista tulvien esiintyessä huleveden mukana kulkeutuu paljon kiinteää ainesta, sekä tiedot laitoksista tai paikoista, joista voi kulkeutua pilaantuneita aineita. (23.)

Tulvariskien hallintasuunnitelmissa on esitettävä tulvariskien hallintatavoitteet ja toimenpiteet niiden saavuttamiseksi. Suunnitelmien on käsiteltävä kaikkia tulvariskienhallinnan näkökohtia. Niissä keskitytään tulvien ehkäisyyn, suojeluun sekä valmiustoimiin ja otetaan huomioon myös vesistöalueen erityispiirteet. Suunnitelmat on sovitettava yhteen Vesipuitedirektiivin hoitosuunnitelmien kanssa. (23.)

Tulviin varautuminen tulisi käynnistyä tulvariskialueiden tunnistamisella. Tunnistetuille alueille laaditaan tulvavaara- ja tulvariskikartat. Vaarakartalla esitetään tulvan laajuus ja syvyys, riskikartalla esitettäisiin lisäksi väestön määrä ja vaaralliset tai vaikeasti evakuoitavat kohteet. (23.)



Kuva 2. Tulvariskien alustava arviointi (23)

4.2 Tulvariskien arviointi

Suomessa työ tulviin varautumisen parantamiseksi on aloitettu jo muutamia vuosia sitten, mutta keskeisenä reunaehtona on syksyllä 2007 voimaan astunut Euroopan unionin tulvadirektiivi (Direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta, Eurooppa 2007). Direktiivi antaa suuntaviivoja tulviin varautumisen periaatteista ja velvoittaa jäsenmaita toimenpiteisiin tulvariskin pienentämiseksi. Tulvadirektiivin vaatimat toimenpiteet koostuvat alustavasta tulvariskien arvioinnista sekä tulvakarttojen ja tulvariskien hallintasuunnitelmien laatimisesta. (24.)

Toteutuneiden tulvien ja aiheutuneiden tulvavahinkojen perusteella on muodostunut käsitys missä tulvat aiheuttavat vahinkoja. Suurtulvaselvityksessä (Ollila 2000) ja suurtulvatyöryhmän loppuraportissa (Timonen ym. 2003) on nimetty noin 60 tulva-herkkää aluetta. Nimeämisessä on lähdetty alueellisesta näkökulmasta ja kriteerit eripuolilla Suomea eivät välttämättä ole kovin yhteneväisiä. (24.)

Tulvariskien alustavaa arviointia varten Suomen ympäristökeskuksessa on kehitetty karkeaa menetelmää tulvariskialueiden tunnistamiseksi. Se perustuu korkeusmallin avulla luodun keinotekoisen tulva-alue tiedon ja maankäyttöä kuvaavan paikkatiedon yhdistämiseen. Menetelmää voidaan käyttää avuksi EU:lle tehtävässä raportoinnissa.

Menetelmä mahdollistaa myös yhtenevien kriteerien soveltamisen tulvariskialueiden tunnistamisessa. (24.)

EU:lle tehtävä tulvadirektiivin raportointi tapahtuu vesienhoitoalueittain. Käytännön työskentelyä varten tulvariskien alustava arviointi ja tulvariskien hallintasuunnitelmat laaditaan valuma-aluekohtaisesti ja rannikolla sopivasti rajatulle alueelle. (24.)

Hulevesitulvariskien hallintaan liittyen tullaan Kaakkois-Suomen Ely-keskuksesta lähettämään kysely alueen kuntiin, jossa kirjataan ylös tiedot sellaisista tapahtuneista hulevesitulvista, joista on aiheutunut vahingollisia seurauksia ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle jotka ovat merkittäviä yleiseltä kannalta katsoen. Tapahtuneet tulvat olisi hyvä esittää tärkeysjärjestyksessä. (24.)

5 TULVARISKIT

Tulvariskillä tarkoitetaan vahingon tai vaaran uhkaa. Tulvariski määritellään tulvatapahtuman todennäköisyyden ja tulvaseuraamusten tulona. Korkein riski syntyy silloin, kun tulvavaaran todennäköisyys on suuri ja kun kohdealueella on paljon riskialttiita kohteita, asuinrakennuksia, kulttuurihistoriallisesti arvokasta omaisuutta sekä hallinto- liike- ja teollisuusrakennuksia.

Riskin tarkka määrittäminen ei ole aivan yksinkertaista. Tulvariskikartoilla esitetään alueen kohteille aiheutuvia riskejä. Riskit tulkitaan mahdollisten tulvavahinkojen kautta. Vahingot voivat olla tulvaveden kosketuksesta aiheutuvia tai jonkinlaisen tuotantokatkoksen (sähkö, vesi tai viemäri) aiheuttamia.

Tulvariskikartoituksessa kulttuuriympäristö on yksi tärkeä osa kartoitusta. Kulttuuriympäristö muodostuu kolmesta erilaisesta osakokonaisuudesta: rakennusperintö, kulttuurimaisema ja muinaisjäännökset. Rakennusperintöä ovat rakennukset ja rakennetut alueet sekä erilaiset rakenteet, kuten esimerkiksi tiet ja sillat. Kulttuurimaisema on maisema, jossa meidän ihmisen aikaisempi toiminta on nähtävissä. Siinä näkyy, miten ihminen on aiempina vuosikymmeninä sopeutunut vallitseviin olosuhteisiin ja hyödyntänyt luonnon monimuotoisuutta. Kiinteät muinaisjäännökset ovat säilyneitä muistoja ihmisten aiemmasta toiminnasta. (8.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki, luonnonsuojelulaki sekä kansainväliset sopimukset asettavat puitteet kulttuuriympäristön suojelulle ja kunnossapidolle. Muinaisjäännökset on suojeltu muinaismuistolailalla. Kulttuurimaisemia uhkaaviin tulviin tulee varautua. Tulvariskien minimoimiseksi tulvaherkillä alueilla kuten rannassa ja alaville huonosti vettä läpäisevillä alueilla tulisi rakentamista rajoittaa. Tulvat aiheuttavat ongelmia rakennetulle kulttuuriympäristölle. Runsas vesi rasittaa rakennusten pintamateriaaleja ja saattaa rikkoa kantavia rakenteita. Tulvavesi aiheuttaa myös vahinkoja muinaismuistoille. (8.)

5.1 Ilmastonmuutoksen ja muun pitkäaikaisen kehityksen vaikutus tulvariskeihin

Merenpinnan nousuksi on arvioitu kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n viimeisimmän skenaarion (Neljäs arviointiraportti, 2007) mukaan 18 - 59 cm vuoteen 2100 mennessä (enimmillään 17 cm tätä enemmän, jos otetaan huomioon jäätiköiden sulamisen kiihtyminen). Raporttia on arvosteltu siitä, ettei siinä oteta huomioon jäätiköiden mahdollisia dynaamisia muutoksia. Ilmatieteen laitos on tehnyt laajan kirjallisuushaun tieteellisesti julkaistuista skenaarioista. Julkaisuissa esitetyt skenaariot vaihtelevat noin 10 cm noususta jopa 200 cm nousuun. Asiantuntija-arvioon perustuva painotettu keskiarvo on noin 50 - 60 cm nousu. Myös myrskyjen lisääntyminen lisää merivesitulvia. Laskennallisista menetelmistä saatuja tuloksia tai arvioita ei kuitenkaan ole saatavilla myrskyjen vaikutuksista tulviin Suomen rannikoilla. (25.)

Grönlannin jäätikön täydellinen sulaminen aiheuttaisi valtamerien pinnan keskimääräisen 7 metrin nousun. Nousu ei kuitenkaan jakautuisi tasaisesti eri merialueille muun muassa siksi, että suuren jäämassan sulaminen vaikuttaa painovoimakenttään. Grönlannin sulamisen aiheuttama nousu Suomen rannikolla olisi selvästi pienempi kuin 7 metriä. Lisäksi jäätikön täydellinen sulaminen on hidaskäyttöprosessi, joka vaatii useita satoja vuosia. (25.)

Suomen rannikkoa tarkasteltaessa on tärkeää ottaa huomioon jääkauden jälkeinen maankohoaminen. Maa kohoaa Suomen rannikolla 30 - 90 cm sadassa vuodessa, paikkakunnasta riippuen. Voimakkainta maankohoamista on Merenkurkun tienoilla, heikointa Suomenlahden itäosassa. Esimerkiksi Helsingissä maankohoaminen on noin 38 cm sadassa vuodessa, eli esitetty valtameren pinnan nousu 10 - 200 cm vaikuttaisi Helsingissä 30 cm laskun ja 160 cm nousun välillä. Merentutkimuslaitoksen julkaise-

mat alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet (1998) on laskettu siten, että tätä suuruusluokkaa olevat merenpinnan nousut on otettu huomioon. (8.)

5.2 Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmä (VAHTI)

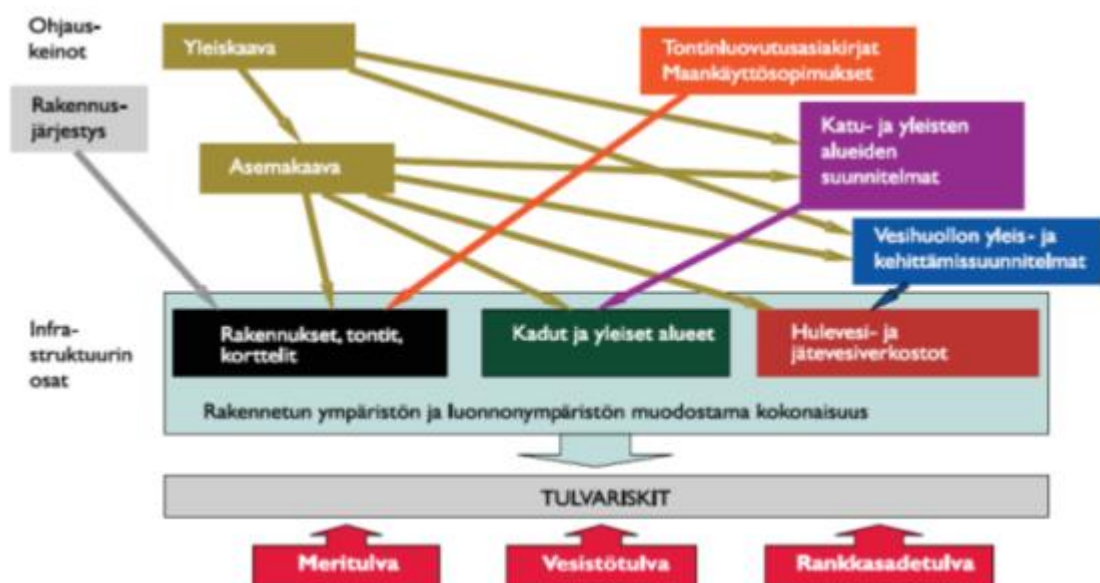
Tulvadirektiivin mukaan tulvariskikartoilla tulee esittää laitokset, joista voi levitä myrkyllisiä aineita tulvatilanteessa. Näiden kohteiden tiedot saadaan Valvonta- ja kuormitustietojärjestelmästä (VAHTI). Vahti-kohteet voivat tulviessaan saastuttaa tulvavettä ja olla tulvatilanteessa koko ympäristölle haitallisia. (26.)

6 KAAVOITUS

6.1 Tulvavaaran huomioiminen eri kaavatasoilla

Suomessa kaavoitusta ohjaa maankäyttö- ja rakennuslaki. Lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. (27.)

Tavoitteena on myös turvata jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun. Suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota laatuun. Myös asiantuntemuksen on oltava monipuolista, sekä keskustelun avointa ja vuorovaikutteista (Kuva 25). (27.)



Kuva 25. Ohjaukeinojen vaikutus tulvariskeihin (22).

6.2 Alueiden käytön suunnittelujärjestelmä

Kunnan alueiden käytön järjestämiseksi ja ohjaamiseksi laaditaan yleiskaavoja ja asemakaavoja. Yleiskaavassa osoitetaan alueiden käytön pääpiirteet kunnassa. Asemakaavassa osoitetaan kunnan osa-alueen käytön ja rakentamisen järjestäminen. (27.)

Kunnat voivat laatia yhteisen yleiskaavan. Yhteistyössä pyritään maankäytön ja eri toimintojen yhteensovittamiseen. Yhteinen yleiskaava laaditaan kahden tai useamman kunnan alueelle. Se voidaan laatia myös koskemaan vain jotain osa-aluetta tai yksittäisiä maankäyttömuotoja kunnissa. (27.)

Maakuntakaava sisältää yleispiirteisen suunnitelman alueiden käytöstä maakunnassa tai sen osa-alueella. Valtioneuvosto voi hyväksyä alueiden käyttöä ja aluerakennetta koskevia valtakunnallisia tavoitteita. Alueiden käytön suunnittelussa tulisi kaikilla kaavatasoilla ja lupamenettelyssä olla selvillä ratkaisuiden vaikutuksista hulevesien ja tulvariskien hallintaan. (27.)

Maakuntakaavoitus

- Tulvakartoitukset ja tulvavaara-alueiden alueidenkäytön ohjaus
- Veden virtausten tarkastelu valuma-alueittain ja niiden hallintaan liittyvät alueidenkäyttöratkaisut
- Tulvien takia kasvavan ravinnekuormituksen hallinta alueidenkäyttöratkaisuille
- Pitkän aikavälin muutoksien ennakoiminen ja niihin varautuminen esimerkiksi infrastruktuurissa
- Ekologiset käytävät. (28.)

Yleiskaavoitus

- Tulvavaara-alueiden alueidenkäytön ohjaus
- Myrskyjen huomioonottaminen aluevarauksissa
- Tulvareittien ja viivytyksen tilavaraukset
- Hulevesien määrän ja ympäristövaikutusten hallinta
- Erityisesti rantaosayleiskaavat: rakennusten korkeusasemat, suojavyöhykkeet
- Ekologiset käytävät. (28.)

Asemakaavoitus

- Rakentamisen edellytykset: rakennuspaikan ja rakennuksen alimmat korkeudet (määrittäminen vesistöjen varsille mittava työ), tulvalle herkkien toimintojen sijoittamiskielto tulvavaara-alueille
- Tulvia kestävät rakenneratkaisut
- Tilapäiset ja pysyvät tulvasuojelurakenteet
- Hulevesien varastointi- ja erityiskäsittelyt
- Katurakentamisen korkeusaseman määrittäminen
- Istutukset ja muu vihersuojaus
- Ekologiset käytävät. (28.)

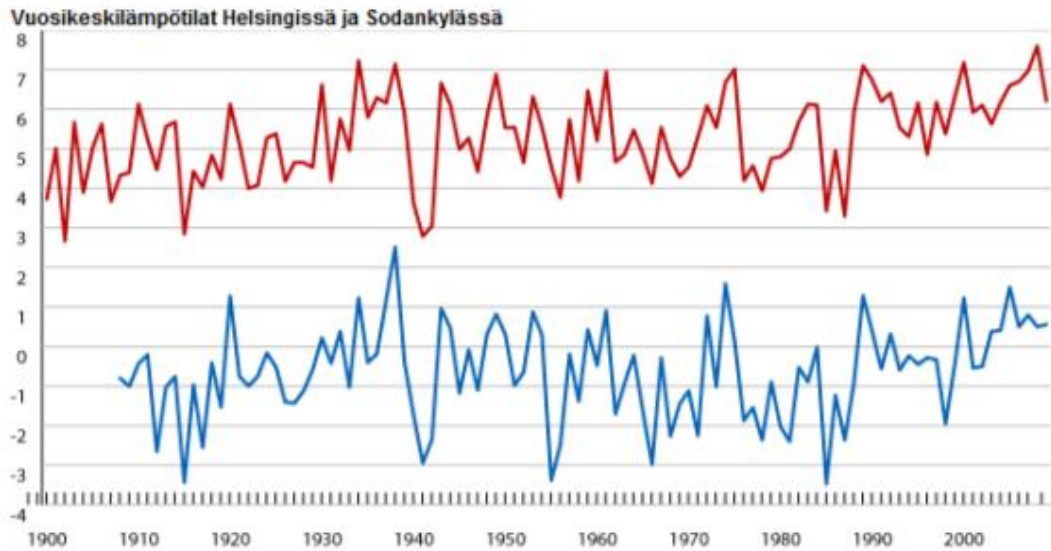
7 KOTKA

Kotkan kaupunki rajoittuu mereen ja sillä on rantaviivaa noin 170 km. Kaupunki koostuu useista asuinalueista sekä satama-, autokenttä- ja teollisuusalueista, jotka ovat pääosin asfaltilla pinnoitettuja. Sateiden aikana kerääntyy runsaasti hulevesiä, jotka pyritään johtamaan kerääjäkaivojen kautta putkistoja pitkin mereen. Meriveden pinnan nousu ja rankkasateet aiheuttavat ongelmia, kun sadevesiviemäreiden kapasiteetti ei riitä. Vedet tulvivat kaduille ja kellareihin aiheuttaen kosteusvahinkoja kiinteistöille.

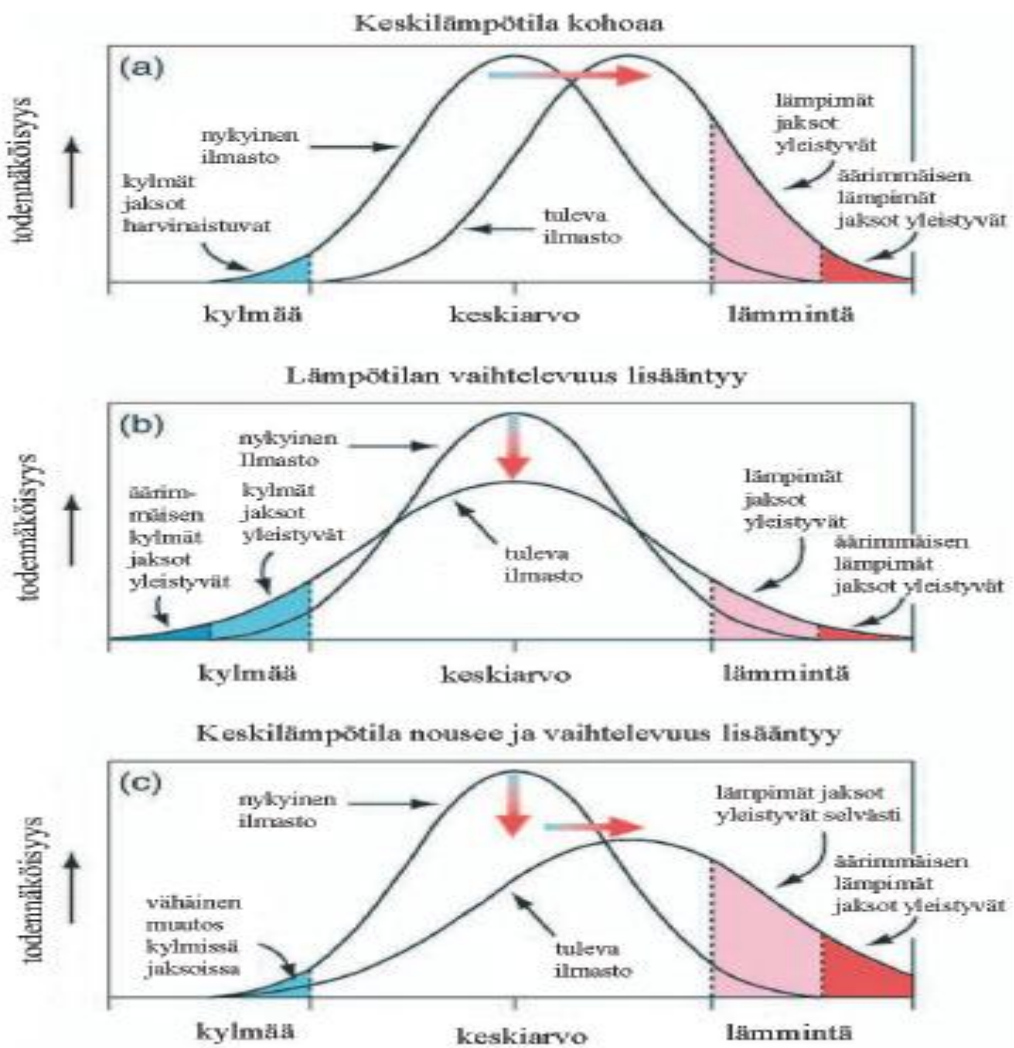
7.1 Säähavainnot Kotkassa

Sää Kotkassa tulee seuraamaan Suomen sääoloja. Rannikkoalueilla lämpötila tulee nousemaan ja tuulisuus lisääntymään jopa 20 % nykyisestä. Tuulen suuntana Suomenlahden rannikolla on Kotkassa suuresti merenranta. Tuulen suunta on yleisimmin lounaaseen (Kuva 28).

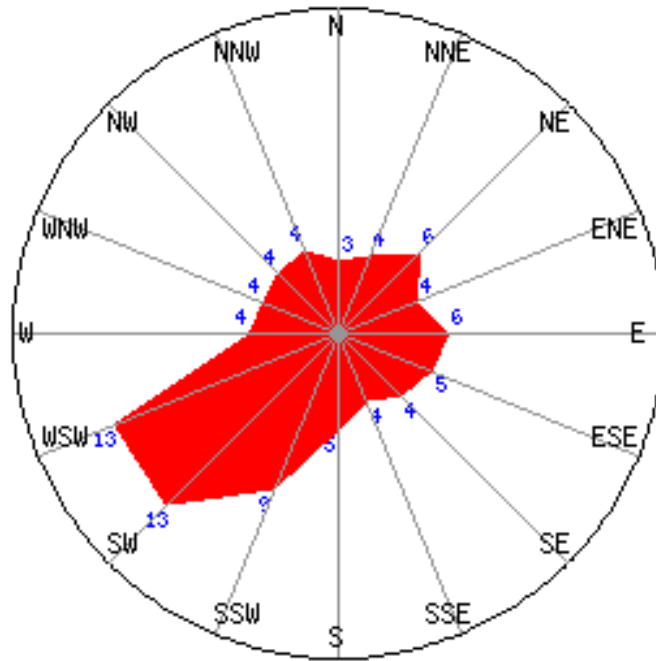
Lämpötilan kohoamista on tutkittu 19 eri ilmastomallin tuloksista koostuvassa ilmastomalliennusteessa. Silmiinpistävää on, että 2000-luvulla ovat vuodet olleet maan eri paikkakunnilla 18 lämpimimmän joukossa, kun vuosisarja on vähintään 100 vuodelta (Kuva 26). Huomiolle pantavaa on myös, että keskilämpötila tulee nousemaan ja lämpötilojen vaihtelevuus tulee lisääntymään huomattavasti (Kuva 27). (6.).



Kuva 26. Lämpötilaa kuvaava käyrä 100:lta viime vuodelta (6).



Kuva 27. Lämpötilan kehitys Suomessa (6)



Kuva 28. Tuulen "keskimääräinen" suunta prosentteina Kotkassa (29).

7.2 Kotkan rakennusjärjestys

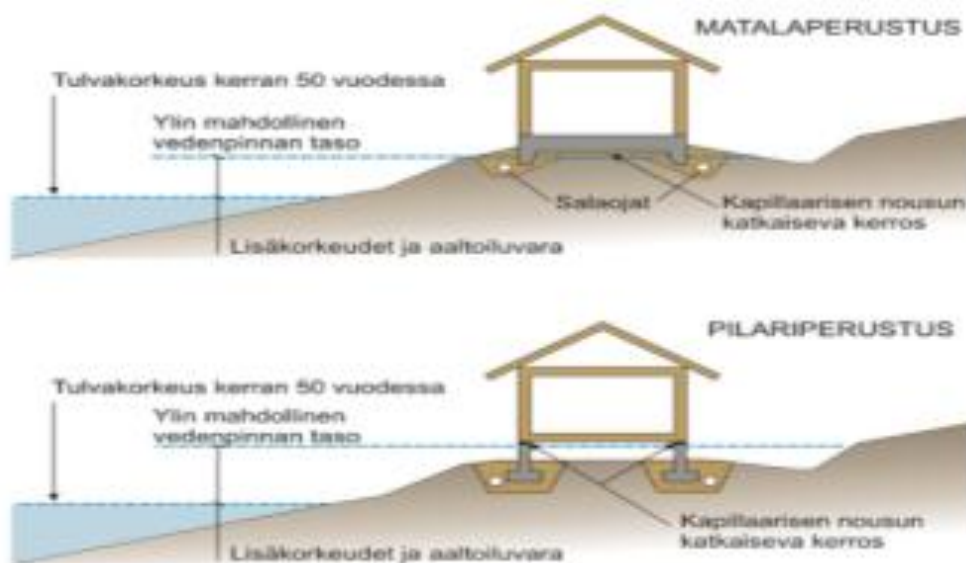
Rakennusjärjestyksessä ohjataan ja annetaan määräykset hyvään rakentamistapaan, sekä luonnonarvoja huomioivan rakentamisen, hyvän elinympäristön toteutumisen ja säilyttämisen kannalta tarpeelliset määräykset. Rakennusjärjestyksen määräysten tulee olla maanomistajalle kohtuullisia. Rakennusjärjestyksen määräykset koskevat rakennuspaikkaa, sen kokoa ja rakennuksen sopeutumista ja sijoittumista ympäristöön, rakentamistapaa, muita rakennelmia, puustoa, tulevia istutuksia, alueen kunnossapitoa, vesihuollon järjestämistä sekä muita rakentamista koskevia seikkoja. Rakennusjärjestyksen määräyksiä ei sovelleta, jos kaupungin yleiskaavassa, asemakaavassa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on jo aluetta koskevia toisenlaisia määräyksiä. (30.)

Ranta-alueille suunniteltaessa ja rakennettaessa rakennusta tai rakennuksia, tulee niiden korkeusasemaan ja sijaintiin tontilla kiinnittää erityistä huomiota. Myös rakennusten rakennustapaan ja rakennusmateriaalien kosteuskestävyyteen tulee perehtyä. Rakennuksen muodon ja ulkonäön tulee sopeutua ympäristöön. (30.)

Rakennuspaikalla tulee rantavyöhykkeen puusto ja muu kasvillisuus pyrkiä säilyttämään. Harkinnan mukaan harventaminen on sallittua, mikäli siihen on hyvät perusteet. Maiseman luonnonmukaisuus tulee säilyttää mahdollisuuksien mukaan. (30.)

Rakennuksen etäisyyden rantaviivasta ja rakennuksen korkeusaseman tulee olla sellainen, ettei kostumisvaaraa ole (Kuva 29). Asuinrakennuksen lattiatason korkeus meren rannalla tulee olla vähintään 3,00 metriä keskivedenkorkeutta ylempänä ja joen tai meren rannalla keskimäärin kerran 50 vuodessa toistuvan ylimmän tulvakorkeuden (HW 1/50) yläpuolella, tähän lisätään aaltoiluvara, 0,5 metriä. Saarissa sijaitsevilla vapaa-ajan rakennuksissa on paikoin määrätty korkeustasoksi +4,00, tällöin on otettu tapauskohtaisesti huomioon rakennuspaikka, rakennuksen sijainti sekä mahdolliset merelliset vaikutukset. (30.)

Muun kuin saunarakennuksen etäisyyden rantaviivasta tulee olla vähintään 30 metriä. Lattiatason on oltava vähintään 3 metriä keskivedenkorkeutta ylempänä. Saunarakennuksen, jonka kerrosala on enintään 25 m² ja pohjapinta-ala enintään 30 m², etäisyys saa olla 15 metriä rantaviivasta. Rantaan saa rakentaa laiturin ja venevajan, kunhan ne sopivat rantamaisemaan eivätkä aiheuta huomattavaa haittaa. Ranta-alueelle rakennettaessa tulee vedenpinnan vaihtelu ottaa riittävän suurella varmuudella huomioon rakennettaessa muuta kuin asuinrakennusta. (30.)



Kuva 29. Ylin mahdollinen vedenpinnan taso (31).

7.3 Aluesuunnittelu ja ohjauskeinot Kotkassa

Kaavoituksessa annetuilla rakennustapamääräyksillä ohjataan kiinteistöjen rakentamista. Määräykset voivat sisältää ohjeita rakennuspaikan hulevesien hallitsemisessa. Kaavoituksessa on huomioitava hulevesien hallintaan liittyvien rakenteiden tilanvaatimus, ja tarvittaessa kunta voi maankäyttö- ja rakennuslain perusteella lunastaa käyttöönsä tulvasuojeluun liittyviä alueita. Kaavoittajalla ei ole lisääntyvien hulevesien käsittelyyn erityisiä puistoihin tai muulle viheralueelle sijoitettavia lampialtaita, kanava tai avouomasuunnitelmia. Yleiskaavassa tulisi huomioida mahdolliset tulvariskit alueella ja valuma-alue tarkastelulla tulisi selvittää hulevesien luonnolliset kulkureitit. (22.)

7.3.1 Hulevesien hallinnan kehityssuunnitelmien nykytila Kotkassa

Kotkan kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelma vuosille 2009 - 2018:

”Kaavoituksessa tulee kiinnittää enemmän huomiota hulevesien hallintaan luonnonmukaisin menetelmin.” Suora lainaus Kotkan kaupungin vesihuollonkehittämissuunnitelmasta antaa myönteisen mutta niukan kuvan kehittämissuunnitelmista hulevesiä ajatellen. Pyrkimys on oikeasuuntainen, joten varmasti jotain suunnitelmia ja kehitystä tulee tapahtumaan. Mitään mullistavaa vesihuollon kehittämissuunnitelma ei kuitenkaan sisällä, vaikka hulevesien hallitsemiseksi tehtävien toimenpiteiden aika on nyt.

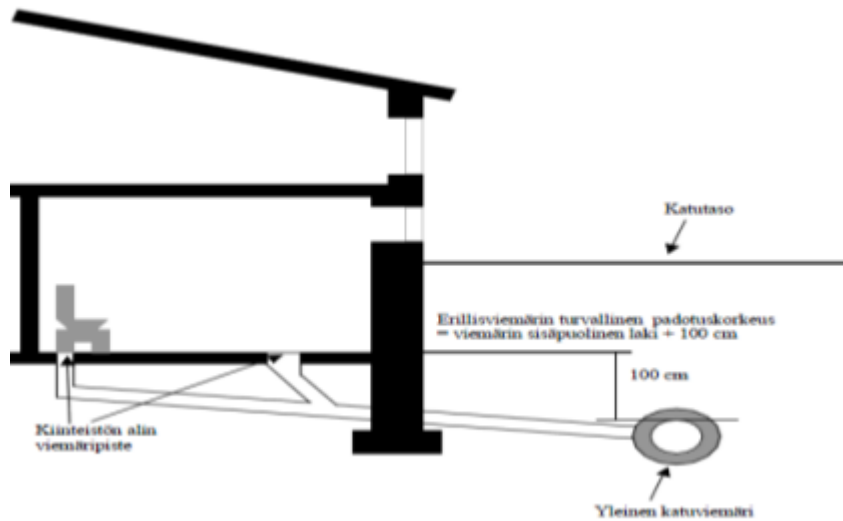
Ilmaston muuttuessa merenpinnan nousun ja rankkasateiden aiheuttamat ongelmat tulevat lisääntymään. Kotka on merikaupunki, jossa useiden kiinteistöjen korkeusasema on ongelmallinen merivedenpinnan noustessa. Rankkasateiden aiheuttamat hulevesitulvat tulevat lisääntymään. Uusien ajatusten aika taitaa olla vasta tulossa.

7.3.2 Toimenpiteet hulevesien hallitsemiseksi Kotkassa

Kymen Vesi tekee putkistojen korjauskartoituskuvauksia sekä uusii budjettinsa puitteissa vanhoja putkistoja. Vanhoista sekaviemäreistä pyritään eroon.

Viemäriin liitetyn rakennuksen alimman lattiatason on oltava padotuskorkeuden yläpuolella, muuten rakennus on suojattava viemäritulvien varalta esimerkiksi pumpaamalla (Kuva 30). Erillisviemäröinnissä padotuskorkeus on viemärinlaen korkeus

+100 cm, seka- ja hulevesiviemäreissä padotuskorkeus on kaivon kannen korkeus +10 cm. Huomiota on kiinnitettävä erityisesti kellarillisiin rakennuksiin. (32.)



Kuva 30. Havainnekuva jätevesien padotuskorkeudesta (33).

Nykyinen vesihuollon kehittämissuunnitelma ulottuu vuoteen 2018. Suunnitelma päivitetään kuitenkin neljän vuoden välein ja useamminkin, tarpeen mukaan. Uusia huleveteen liittyviä kehityssuunnitelmia ei ole. (34.)

Rakennusjärjestysten rakennustapaselostuksissa on annettu määräyksiä hulevesien pois johtamisesta sekä piha-alueiden pinnoituksista.

7.3.3 Taajamatulvakysymyksiä Kotkassa

Tavanomainen ongelma on ollut sadeveden kerääntyminen kadun alimpaan kohtaan, josta sadevesiviemäri ei ole pystynyt kuljettamaan kaikkea vettä pois. Vesi on aiheuttanut ongelmia tunkeutumalla tonteille, joihinkin rakennuksiin ja kellareihin. Ongelman ratkaisuksi on mietitty puistokaistaa, joka voisi kerätä vedet. Kaavoituksella olisi tällaisissa kysymyksissä tekemätöntä työtä. Puistokaistat ja uomat olisivat tarpeen katujen hulevesien hallitsemiseksi ja kaupunkikuvan kehittämisessä tulevaisuudessa.

Sadevesiviemäriin puuttuminen on ollut ongelmana joissain paikoissa. Vedet on ohjattu rakennettujen kaivojen kautta jätevesiviemäriin. Tämä taas on kuormittanut vedenpuhdistamoita. Alueilla, joissa hulevesiviemäröintiä ei ole, tulisi pyrkiä kehittämään maanpäällinen verkosto, joka olisi mallina tuleville suunnitelmille luonnonmukaisten järjestelmien kehittämisessä.

Rankkasateella on Kotkansaarella ollut ongelmia hulevesien kanssa joissain risteyksissä, kuten Kymenlaakson- ja Kotkankadun sekä Kauppa- ja Kirkkokadun risteyksessä. Sadevesiviemärit ovat täyttyneet, kun putken mitoitus ei ole ollut riittävä. Myös puiden lehdet ja muut roskat ovat tukkineet viemäriin kansiä, estäen huleveden pääsyn hulevesiverkostoon. Ratkaisuna on käytetty purkuviemäriin suurentamista.

Hulevesien valuminen useilta kaduilta ja kiinteistöjen katoilta samaan pisteeseen tuo ongelmia rankkasateen aikana. Pidemmällä aikavälillä olisikin järkevää suunnitella luonnonmukaisia viivytysratkaisuja, avopurku-uomia, pienimuotoisia kanavia sekä lampia. Kanavarakenteella palattaisiin vanhan systeemiin, joka Kotkassa oli vielä 1800-luvulla (Kuva liite 4). Keskusta-alueella, jossa ihmiset liikkuvat, tulisi olla maanpäällisiä ”vesikeitaita” kun ollaan merikaupungissa.



Kuva 31. Kymenlaakson- ja Kotkankadun risteys (35).



Kuva 32. Kauppakadun- ja Kirkkokadun risteys (35).

Kotkan kaupungin tärkeitä kohteita tulvariskin hallinnan kannalta on esitelty Kaakois-Suomen ELY-keskuksen raportissa 1/2008. Näille niin sanotuille Meriteemaryhmän kohteille yhteistä on keskeinen sijainti, merenranta-alue, mikä tekee niistä houkuttavia rakennuskohteita. Matalalle rakentaminen ja tulvariskit asettavat kaupunkisuunnittelulle rakennusteknisen haasteen, jonka toteuttaminen voi olla hankalaa ja kallista.

Hyvän sijainnin vuoksi meren välittömässä läheisyydessä sijaitseville rakennuspaikoille kohdistuu rakentamispainetta. Näillä ”huonoilla” rakennuspaikoilla on vanhaa rakennuskantaa, osa rakennuksista on suojeltu ja ne on rakennettu suhteellisen matalalle. Meren rannalle, alhaiselle korkeustasolle rakennettaessa uhkana on meren pinnan noususta johtuvat tulvariskit. Riittävän rakentamiskorkeuden määrittämiseksi on määräyksiä, joiden lisäksi on otettava huomioon aaltoiluvara. Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulisi huomioida rakentamiskorkeutta määritettäessä sekä rakennuspaikkoja kaavoitettaessa.

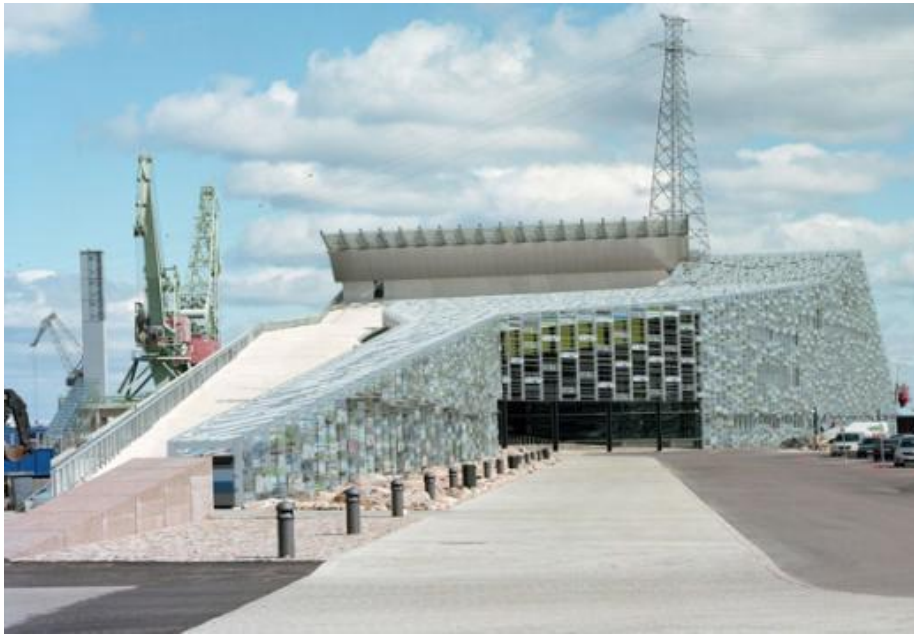
Tulvavaarakartalla esitetään tulvan laajuus ja vaaran aste karttapohjalla tietyllä todennäköisyydellä. Vaaran asteena voidaan käyttää vesisyvyyttä, virtausnopeutta tai edellisten yhdistelmää, tulvan leviämisenopeutta tai tulvan kestoa. Suomi on topografialtaan melko tasainen ja järvet tasoittavat virtaamia, joten veden virtausnopeus tulva-alueella uoman ulkopuolella nousee vesistötulvassa harvoin tulvavaaran kannalta merkittäväksi (yli 1 m/s). Poikkeuksena ovat äkilliset jäistä aiheutuvat tulvat sekä padon tai penkereen murtumasta aiheutuvat tulvat. Vesistötulvien kohdalla tulvavaarakarttojen vaaran asteena onkin käytetty Suomessa vesisyvyyttä. (26.)

Kulttuurisatama

Kulttuurisatama sijaitsee Kotkansaaren itäosassa. Alueella sijaitsee Merimuseo Vellamo, jossa ovat Suomen merimuseo, Kymenlaakson maakuntamuseo, Suomen merivartiomuseo ja Tiedekeskus Vellamo (Kuva 33). Rakennus on niin sanottua Wau-arkkitehtuuria ja maamme hienoimpia näyttelyhalleja. Alueelle on suunnitteilla Kulttuurisatama-nimeä kantava kokonaisuus, jonka kaavoitus on jo valmisteilla. Kulttuurisatama-kokonaisuuteen kuuluu muun muassa kulttuurillinen monitoimikeskus.(36.)

Ala arkkitehdit ovat tehneet kantasataman alueesta master plan suunnitelman, jonka pohjalta alueen kaavoitus etenee. Kulttuurisatamaa edistetään rakentajapohjaisesti. Rakennusliikkeet SRV ja Skanska ovat kaupungin lisäksi vie suunnittelua eteenpäin. Siten muodostuvat mahdolliset rakentamiskohteet hankkeiksi. Näille etsitään toivotut muodot ja rahoitus. Poliittisten päätösten synnyttyä ja taloudellisen pohjan löydyttyä mukaan tulee tekninen toteutus. Poliittisen päätöksen syntyhetket ovat käsillä marraskuussa 2010. Merimuseota varten on tehty asemakaava, muuten alue on merkitty satamaksi. (37.)

Kulttuurisataman alueen pihankorkeus on +2,00 m järjestelmässä MW keskimääräiseen meriveden korkeuteen nähden (Kuva 34). Merivedenpinnan noustessa yli 2,0 metrin, saattaa alueelle tulla ongelmia, mahdollinen aaltoilu lisää tulvauhkaa. Myös Merimuseo Vellamon lattiakorkeus on alhaalla vaikka onkin rakennusjärjestyksen mukaisessa kolmessa metrissä.



Kuva 33. Merimuseo Vellamo (38).



Kuva 34. Kotkan kulttuurisatama (39)

Tulvakarttakuvasta nähdään, miten merivedenkorkeus n. +1,50 m (tummempi sininen) näkyisi alueella (Kuva 35). Rankkasateen ja meriveden pinnan nousu voivat aiheuttaa ongelmatilanteen merimuseolle ja alueelle tuleville rakennuksille. Tulvasuunnittelu meriveden ja hulevesien hallitsemiseksi ääritilanteissa ovat tärkeää aluetta.



Kuva 35. Tulvakarttakuva Kotkan kulttuurisatamasta (40).

Tulvakartoista huomioitavaa

Tulvakarttakuvat on tehty 25 m:n ruutuun tehdyn peruskarttakorkeusaineiston perusteella merenpinnan korkeudella HW 1/200, jossa tarkastelukorkeus on 2,65 m normaalivedestä. Vaaleampi sininen on pienempi vesisyvyys 0,5 m ja tummempi on suurempi 1,0 m ja 2.0 m. Vedenkorkeuden voi siis laskea vesisyvyydestä, kun tarkasteluvedenkorkeudesta 2.65 m vähennetään värin tarkoittama vesisyvyys. Tummansinisellä alueella ollaan jo merivedenkorkeudessa alle 1.5 metrissä.

On huomioitava, että kartat ovat alustavia ja epätarkkoja ja kartoissa esitetyt tulva-alueet ovat myös epätarkkoja. Suomessa tuli kesällä 2010 voimaan laki tulvariskien hallinnasta (620/2010), johon perustuen tulvariskien hallintatyötä Suomessa tehdään. Tulvavaarakarttojen työstäminen on osa tätä työtä.

Turvala

Turvalan ja Rauhalan alueella sijaitsevien kiinteistöjen kellarien korot, alimmat viemäröidyt tasot on tarkistusmitattu.

Alueilla on tehty myös sadevesiviemäriin muutoksia aikaisemmista tulvatilanteista johtuen. Kymintien itäpuolella sijaitsevaan jätevesiviemärikaivoon on asennettu sul-

kuluukku. Luukulla rajoitetaan Turvalaan menevää jätevesimäärää siinä tilanteessa, kun Turvalan pumppaamon teho ei riitä ja on vaara jätevesien tulvimisesta kellareihin. Sadevesiviemäreiden purkuputket on uusittu ja rakennettu tulvapumppauskaivot, kaivot on varustettu tulvaluukulla ja mitoitettu 1200 - 1500 mm suuriksi, jotta niistä voidaan pumpata uppopumpulla suoraan Kymijokeen ongelmatilanteessa. Kaivot on varustettu kiinteillä sähkökeskuksilla. (36).

Huumanhaarassa ongelmana on sekä joki että meri. Meren pinnan noustessa nousee vesi Huumanhaarassakin helposti (Kuva 36). Alueella on ongelmia hulevesien kanssa. Turvalan alueella ongelman muodostavat matalalle rakennetut kellaritilat. Aiemmissä rakennusmääräyksissä märkätilojen rakentaminen oli vapaampaa. Rakennuslaki tuli voimaan vuonna 1958. Kellaritilojen rakentaminen kosteusteknisesti toimiviksi on erittäin haastavaa eikä ole niitä jokamiehen hommia, vaikka näin usein toimitaan. (36).

Joen ja meren pinnan noustessa sekä mahdollisesti sateen sattuessa vesi nousee ojaia pitkin pihaille ja sadevesiviemäreihin, joista se löytää tiensä salaojiin ja lopulta talon kellareihin. Ratkaisuina on pohdittu muun muassa sadevesipumppaamon rakentamista. Kaavojen ajantasaistamisen koittaessa viimeistään 2013 asiaan pitää ottaa kantaa. (36).



Kuva 36. Tulvakarttakuva Kotkan Turvalasta (40).

Lankilan rivitaloyhtiö

Kymijoen varressa Lankilassa yksi rivitaloyhtiö sijaitsee tulvaherkällä alueella. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus rakensi vallin suojaamaan taloa tulvan uhatessa. Veden laskiessa taloyhtiö purki vallin pois mahdollisesti viihtyisyysseikkojen vuoksi. Seuraava tulvaveden nousu johti tulvavahinkoihin taloyhtiössä. Ratkaisun tai rakenteen tulisi olla pysyvä, jotta vastaavilta tilanteilta välttyttäisiin. Kysymyksenä on tulvasuojelun tarpeellisuuden tiedostaminen, vastuut ja yhteistyö. Ajantasakaavan valmistuttua Lankilan, Ruonalan ja Jylpyn alueelle kaavamääräykset tarkennetaan. Varsinkin toimet tulvasuojelusta olisi hyvä olla selvitetty. (36.)

Kultaan alue

Alue on sekä kerran sadassa vuodessa esiintyvän tulvan, mutta myös talvisten hyytö-
tulvien riskialueella. Alueella sijaitsevat mökit ovat kärsineet tulvavahingoista aikaisempina vuosina. Alueen nykyisillä asukkailla on kova kiinnostus rakentaa lisää. Alueen kaavoittamiseen liittyy kuitenkin vaikeita asioita. Kysymyksiä kaavoituksen tavoitteista, vastuista ja kaavamääräyksistä joudutaan pohtimaan alueen hankalien vesiolosuhteiden vuoksi. Ongelmallisia ovat muun muassa rakentamisoikeuden myöntämisen epäämisen perusteet, rakentamiskorkeuksien määrittely, kunnallistekniikan ja tiestön rakentaminen matalalle rakennetulla tulvariskialueella. (36.)

Munsaari

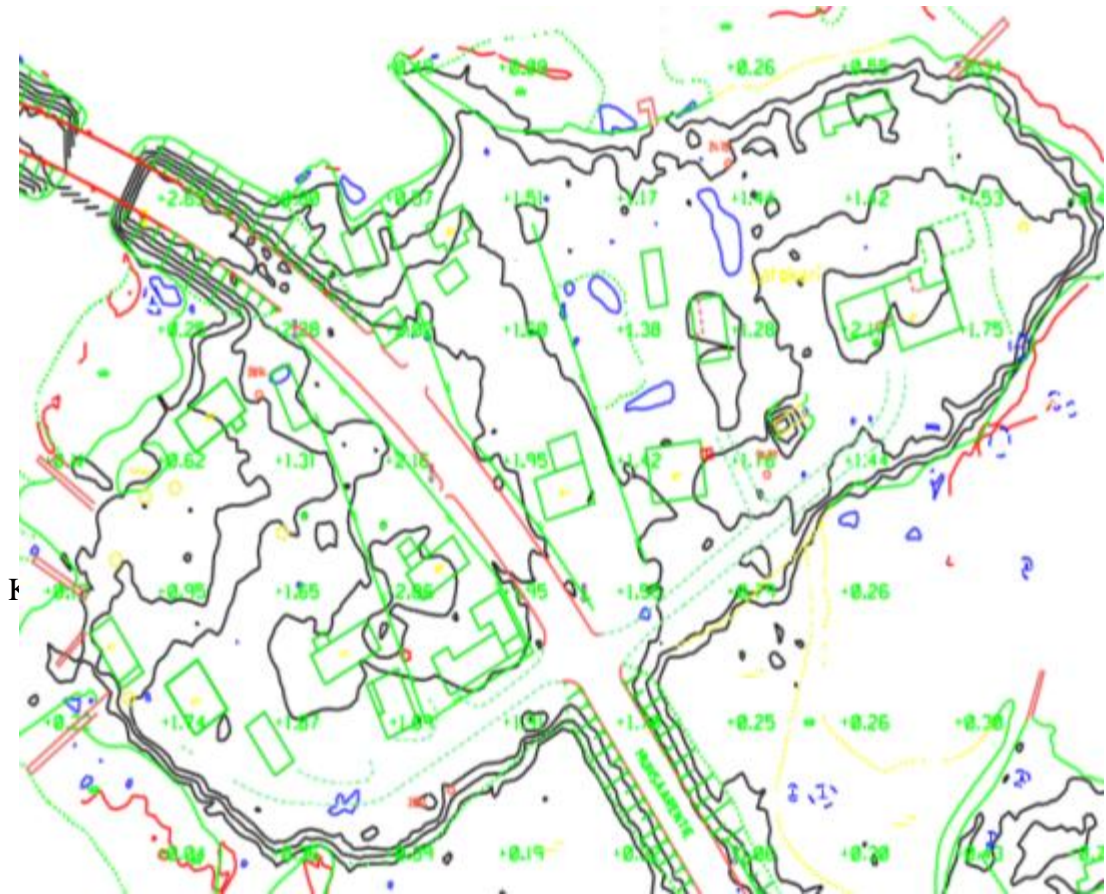
Tulvakarttakuva (Kuva 37) Munsaaresta, osoittaa miten suuri tulvavaara alueella on. Tummansininen väri kuvaa n.1,5 m vesisyvyyttä. Kiinteistöille kulkeminen meriveden pinnannousun aiheuttamassa tulvatilanteessa on vaikeaa. Jos vedenpinnan nousu yltää yli 2,0 m:n, mikä on hyvin mahdollista, tilanne alueella on tukala. Munsaaren asemakaavoitus on käynnissä. Alueella on tehty luonto- ja rakennusinventointi- selvitykset. Ongelmaksi nousee kiinteistöjen korkeusasema, hulevesien poisjohtamisen toteutus, ja alempana sijaitseville kiinteistölle aiheutuva tulvavaara.



Kuva 37. Tulvakarttakuva Kotkan Munsaaaresta (40).

Munsaaari kuuluu Kotkan kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelman ajanjakson 2009 - 2018 mukaisesti Kymen Vesi Oy:n toiminta-alueen laajennusalueisiin. Alue on erityisen haastava korkeusasemiltaan alhaalla sijaitsevien rakennusten ja tiestön johdosta.

Munsaaren maaston korkeussuhteista kertovasta karttaotteesta havaitaan alueen ongelmat (Kuva 38). Vihreällä merkityillä luvuilla osoitetaan maaston korkeussuhteet. Vaikka rakennusten lattiakorot olisivat mitkä tahansa, merivesi noustessaan ja rankkasateet tuovat ongelmia. Sokkelin tai kellarillisen rakennuksen vedeneristyksen täytyy olla erittäin hyvin ja asianmukaisesti tehtyjä, jotta rakenteiden kostumisongelmilta vältytään. Hulevesien sekä jätevesien osalta padotusventtiilien toiminta on varmistettava, jotta vedet eivät tulvi jo aikaisemmin alhaalle rakennettuihin rakennuksiin. Hyvätkään suunnitelmat eivät välttämättä toteutuksen ontuessa ratkaise rakenteiden kostumisriskiä.



Kuva 38. Kuva maaston korkeussuhteista Munsaaressa (41).

Räsä

Pihoja rakennettaessa tulee pohjarakennusmateriaalien olla vettä hyvin läpäiseviä. Pintamateriaalien vedenläpäisykyky tulee olla myös huomioitu. Asfalttia ei saa käyttää pinnoitteena. Pintamateriaaleina tulee käyttää luonnon kiviaineksia kuten hiekkaa, soraa, kivituhkaa ja luonnonkiviä. Myös betonisten pihakivien käyttö on mahdollista. Luonnonkivet kuuluvat rantamiljööhön. Niitä saa käyttää, kunhan ei muodosteta raskaita kivrakennelmia. (42.)

Rakennuspaikan korkeuserot tulee huomioida rakennusta suunniteltaessa. Tasamaaratkaisut tulee sijoittaa niille sopiville tonteille. Rakennus tulee porrastaa maaston mukaan, jos rakennuspaikalla on korkeuseroja. Yhteistyö naapuruston kanssa on suositeltavaa jo suunnitteluvaiheessa (Kuva 38). Tämä edesauttaa hyvän ja tasapainoisen lopputuloksen saavuttamisessa (Kuva 39). On myös varmistettava, että sadevedet tu-

lee johdettua hulevesiviemäriin. Hulevesiratkaisuihin on paneuduttava huolella, jottei aiheuteta naapurille hulevesistä ongelmaa. (42.)



Kuva 39. Havainnekuva Ruonalanrannan asemakaavasta (42).



Kuva 40. Havainnekuva Ruonalanrannan rantatonteista (42).

Havainnekuvista voi päätellä, että kosteustekniseen suunnitteluun tulee paneutua Ruonalanrannan kiinteistöissä, niin hulevesien kuin myrskyn varalta. Meriveden nousuun ja aaltoiluun tulisi tehdä varautumissuunnitelma.

Räskin uusi asuntoalue on kaavoitettu entiselle puistoalueelle, joka on korkeussuhteiltaan suhteellisen matalalla, rakennusmääräysten määrittämä alin lattiakorkeus +3,0 metriä toteutuu. Kaavamääräyksien mukaisesti rakennusten hulevesien poisjohtami-

seen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tämä on tärkeää, varsinkin kun osa Räsikin alueen kiinteistöistä tulee sijaitsemaan meren vaikutusalueella. Liitteessä 5 on Ruonalanrannan maanpinnan korkeuskartta.

Kotkassa Räsikin uudella asuntoalueella on ajatuksena toteuttaa jonkinlainen hulevesien imeytys- tai viivytysratkaisu. Hulevesiasia on pohdittavana kuntatekniikasta vastaavalla taholla. (43.)



Kuva 41. Tulvakarttakuva Räsikin uudelta asuinalueelta (40).

Tulvakarttakuvasta (Kuva 41) nähdään tilanne eri vesisyvyyksillä sinisillä väreillä. Merivedenpinnan noustessa, varsinkin myrskytilanteessa, vesi saattaa nousta tonteille, vaikka alueella ei kovin suurta aaltoilunvaaraa olekaan sen suojaisesta sijainnista johtuen. Piha-alueiden maaston hulevesien ohjailu vaatii hyvää suunnittelua, jotta vältetään vesien aiheuttamilta kosteusongelmilta.

Jumalniemi

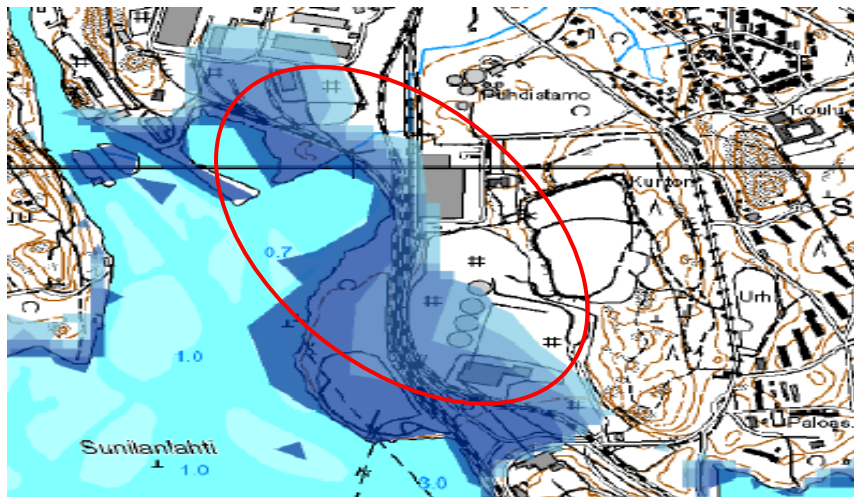
Jumalniemessä on menossa kaavoitusprosessi. Asemakaavamuutoksen tarkoituksena on liikekorttelin laajentaminen. Alueella sijaitsevat kalliot säilyvät. Suurin osa alueesta kaavoitetaan lähivirkistysalueeksi. Asemakaava koskee VT 7:n eteläpuolella olevaa aluetta, joka on A. Ahlström Osakeyhtiön omituksessa Kymijoen Korkeakosken haaran länsipuolella Karhulan Hovia vastapäätä. (44.)

Jumalniemen ja Karhulanniemen alueet ovat suhteellisen matalalla, joen ja meren vaikutuspiirissä (Kuva 42). Tulvatorjunta ja hulevesisuunnittelu ovat aluesuunnittelussa merkittäviä asioita.



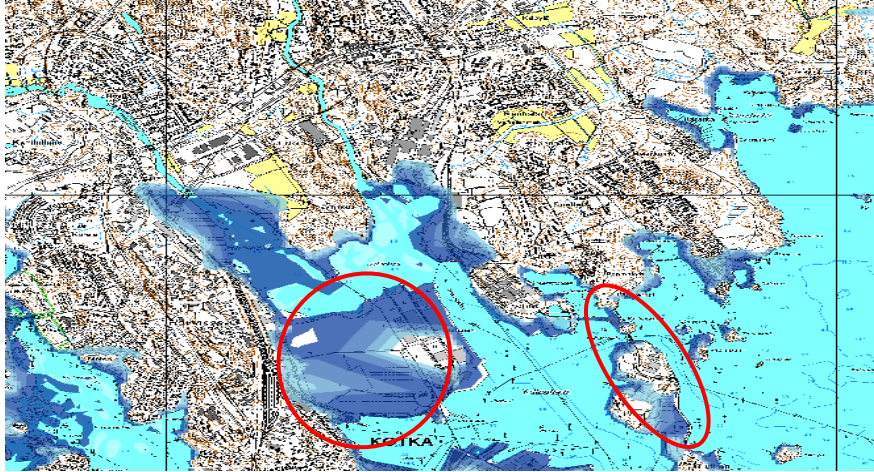
Kuva 42. Tulvakarttakuva Kotkan Jumalniemestä ja Karhulanniemestä(40).

Sunilan, Itärannan ja Suulisniemen alueilla on joitain ongelmallisia alueita merivedenpinnan noustessa. Itärannassa on parikymmentä rakennusta, jotka ovat tulvauhan alaisia (Kuva 43). Suulisniemessä laaja alue on vaaravyöhykkeellä, varsinkin aaltoilun vaikutus saattaa olla huomattava. Sunilassa Sunilanlahden itärannassa meriveden nousu tuottaa mahdollisesti ongelmia.



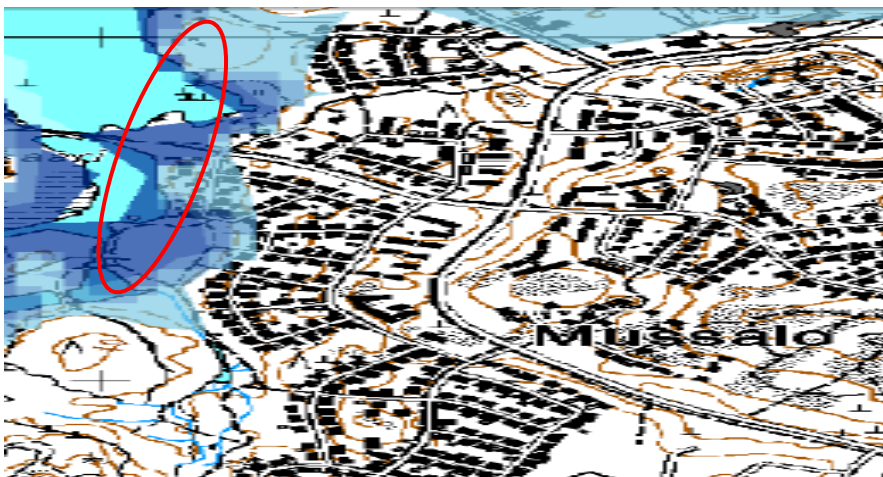
Kuvat 43. Tulvakarttakuvat Kotkan Itärannasta, Suulisniemestä ja Sunilasta (40).

Tulvakarttakuva Hietasen sataman alueelta osoittaa, miten vedenpinnan noustessa yli 2,0 metrin on satama saarroksissa (Kuva 44). Myös Hallaan satamaan sekä Tiutisen saareen kulku vaikeutuu Karhunsalmessa veden noustessa tielle. Muuten venesataman alueella on vähäisiä ongelmia vedenpinnan noustessa 2,0 m normaalista merivedenpinnantasosta



Kuva 44. Tulvakarttakuva Kotkan Hietanen, Halla, Tiutinen (40).

Mussalossa alueen niityt toimivat hule- ja merivesivarastona. Mahdollinen kosteusolosuhteiden muutos alueella tuo ongelmia mahdollisesti tulevaisuudessa. Vaarana on merivedenpinnan nousu tulevaisuuden skenaarioiden mukaan. Varsinkin Mussalon länsipuolen ranta-alueet ovat tulvavaaran alaisina (Kuva 45).



Kuva 45. Tulvakarttakuva Kotkan Mussalosta (40).

Mussalontielle nouseva vesi meriveden nousu ja rankkasade tuovat ongelmia liikenteelle ja mahdollisesti kiinteistöille. Musasalontie on joissain kohdissa veden alla meriveden noustessa yli 1.5 m normaalivedestä (Kuva 46).



Kuva 46. Tulvakarttakuva Kotkan Mussalontie (40).

Tulvavaaratilanteeksi saattaa muodostua Kauppakeskus Pasaatin ohittavan Ruotsinsalmenkadun alla kulkee iso runkovesiputki, joka on rakennettu 1958. Putki on betonipäälystetty, mutta vahinko kaivuutöiden tai routavaurion aiheuttamana on mahdollinen.

Karhulassa on muutamia ongelmakohteita. Linja-autoaseman ohi kulkevan vesitornin kadun alla kulkee runkovesiputki. Yhden kiinteistön kellarissa sijaitsee ”tietoliikenneyhteyksiä”, jotka ovat uhka putkirikon aiheuttamassa tulvatilanteessa. Karjalantien pankkikiinteistö ja ravintolat sekä Karhulan sairaala voivat joutua putkirikon sattuessa hankaluuksiin. Runkovesiputken halkaisija on kanjonin pohjoispuolella 300 mm ja eteläpuolella 250 mm.

7.4 Rankkasateiden ja meriveden pinnannousun aiheuttamia ongelmia Kotkassa

Kotkassa on alueita, joilla voi aiheutua ongelmia tulevaisuudessa rankkasateiden tai meriveden (myös joen) pinnan noususta. Kun hulevesiverkoston vastaanottokyky on riittämätön rankkasateiden johdosta, kadulle nouseva vesi kastelee rakennuksia. Kiinteistöjen kellareihin tai muihin tiloihin kulkeutuu vettä, mikä aiheuttaa vahinkoja ra-

kennuksen pintarakenteille ja pahimmassa tapauksessa kantaville rakenteille. Myös Kymijoen tulvat varsinkin hyytötilanteessa aiheuttavat hankaluuksia rakennuksille.

Alueella, jossa hulevedet johdetaan sekaviemäriin, rankkasateet saattavat aiheuttaa ongelmia puhdistuslaitoksen toiminnalle. Jätevesipuhdistamolle tulevan veden määrän äkillinen kasvu saattaa aiheuttaa puhdistamon kapasiteetin ylittymisen, minkä seurauksena joudutaan turvautumaan ohivirtaukseen. Tällöin viemäristä tulevaa jätevettä johdetaan suoraan puhdistamon ohi mereen. Viemäriverkoston kapasiteetin ylittyminen saattaa myös aiheuttaa jäteveden tulvimista kiinteistöihin. Tällaisia sekaviemäreitä ei tosin ole Kotkassa enää paljon, koska niistä on pyritty eroon. (32.)

Jos sekaviemäriverkoston pumppujen toiminta lakkaa tulvaveden tai myrskyn aiheuttaman sähkökatkon seurauksena, viemäriverkostossa on varauduttu tällaiseen tilanteeseen rakentamalla kaivoon ylivuotomahdollisuus. Viemärikaivossa oleva läppä menee ”luttuun” putken täytyessä ja ohjaa siten jäteveden yli, tapahtuu niin sanottu ylivuototilanne. Tilanne aiheuttaa ympäristölle ylimääräistä kuormitusta, mutta on ainoa mahdollinen ratkaisu kyseisessä tilanteessa. (32.)

7.4.1 Vuoden 2005 merivesitulva

Tulvatapahtuma 9.1.2005 aiheutui samanaikaisesti sateesta, lumien sulamisesta ja nopeasta ja pitkään jatkuneesta meriveden pinnan noususta (Kuvat 48, 50, 51 ja 52). Merivesi oli yli kymmenen tunnin ajan tason +1.60mHW yläpuolella. Maksimissaan merivesi oli noin 2,0 metriä normaalivedenpinnasta. Kotkan Turvalan ja Rauhalan alueella vesi nousi jätevesiviemärien kautta kiinteistöjen kellaritiloihin ja kasteli kiinteistöjen seinärakenteita. Myös muualla Kotkassa kiinteistöt kärsivät poikkeuksellisen tilanteen aiheuttamista tulvavahingoista. (45.)

Vuoden 2005 tulva osoitti että varautuminen jäte- ja hulevesitulviin ei ollut riittävällä tasolla Kotkassa. Tulvan aiheuttamat kustannukset olivat huomattavat. Kymen Vesi ja Pelastuslaitos järjestivät tapauksen johdosta tilaisuuden jossa oli tarkoitus sopia jatko-toimenpiteet tulvan johdosta. Välittömiä toimia tilanteen korjaamiseksi tehtiin useita, kuten hätäpumppauksia ja toimintasuunnitelma tulevaisuuden varalle. Myös joistain tulevaisuudessa toteutettavista rakenteellisista jatkotoimista sovittiin. Ilmastonmuutoksen aiheuttamien lisääntyvien rankkasateisen ja merivedenpinnan nousun aiheuttamien tulvien torjuntaan ei otettu suoranaisesti kantaa. (45.)

Veden nousu Kotkan Sapokassa tammikuussa 2005, vesi nousi pysäköintialueelle ja ravintola Tulikukkoon. Vettä oli pysäköintialueella noin puoli metriä. Tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen seurauksena vastaavanlainen tai jopa suurempi meriveden pinnan nousu aiheuttaisi vahinkoa myös merikeskus Wellamolle sekä lähiasunnoille.



Kuva 47. Tulikukka aamulla 10.1.2005, Kymen Sanomat, Tarja Särkkä (46).



Kuva 48. Tulikukka normaalitilanteessa (51).



Kuva 49. Sapokan Ankkalammen silta 9.1.2005, Kymen Sanomat, Tarja Särkkä (47).



Kuva 50. Tiutisen pengertie 9.1.2005, Kymen Sanomat, Tarja Särkkä (48).



Kuva 51 Tammikadulla Katariinassa 9.1.2005, Kymen Sanomat, Tarja Särkkä (49).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ilmastonmuutoksen, tiiviin kaupunkirakentamisen ja huonosti vettä läpäisevien alusrakenteiden yhteisvaikutukset rankkasateiden aiheuttamaan tulvariskiin on huomioitava tulevaisuudessa. Ilmastonmuutos lisää sadantaa ja rankkasateiden esiintymistiheyttä. Vallitseva tapa suunnitella ja rakentaa kaupunkia on sijoittaa hulevesi- ja muut putkistot maan alle samoin kuin muukin toiminta. Hulevesien pois johtaminen maan alla olevia putkistoja pitkin ei ole välttämättä edullinen ja ainoa ratkaisu. Hulevesien luonnonmukaisia menetelmiä ja maanpäällistä hallintaa kuten muutakin maanpäällistä toimintaa tulisi kehittää.

Rakennusten sijaintiin, perustamistapaan sekä korkeussuhteisiin tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota, jotta välttyttäisiin tulevaisuudessa lisääntyvästä sadannasta ja meriveden noususta johtuvilta kosteushaitoilta. Merenranta-alueelle rakennettaessa tulisi olla ennakkoluuloton ja kokeilla uusia rakenneratkaisuja, esimerkiksi pilareiden varaan rakennetut ratkaisut voisivat tulla kysymykseen. Rakennettavilla alueilla tulisi hyödyntää jo olemassa olevia luonnollisia vesireittejä tai muokata uusia reittejä. Hulevesiin liittyvässä suunnittelussa tulee huomioida ilmastonmuutoksen aiheuttama sadannan lisääntyminen.

Tulvariskirajan alapuolelle rakentamista tulisi välttää. Jos kuitenkin tulvariskirajan alapuolelle rakennetaan, tulee kuntatekniikan suunnittelussa huomioida tulvariskit, tehdä selvitykset tulvasuojelusta ja määritellä aiheutuvat kustannukset. Tulvariskialueilla tulee huomioida jätevesiviemäreiden toiminta, kaivojen kansien korkeus ja tiiveys. Sen lisäksi hulevesisuunnitelmissa tulee varmistaa, että hulevesien pois johtamiseksi alhaalla olevista hulevesiputkistoista mereen onnistuu kaikissa olosuhteissa.

Kaavoituksen ja rakentamisen yhteydessä tulisi kiinnittää huomiota rakennettavien alueiden tie- ja piharakenteisiin ja rakentaa vettä läpäiseviä painanteita, joissa puiston kasvillisuus ja puusto olisivat luonnollinen osa hulevesien aiheuttamien tulvien torjuntaa. Lampialtaat voisivat olla viivytyrakenteita ja kaupunkilaisten viihtyvyyttä lisääviä oleskelupaikkoja. Kanavauomia rakentamalla hulevedet voitaisiin kerätä, viivyttää ja kuljettaa mereen kaupunkikuvaa samalla komistaen.

Toivottavaa olisi suunnitella ja toteuttaa tulevalle uudelle Räsken asuinalueelle jonkinlainen pilottihanke, esimerkiksi hulevesien keräyslampi ja siitä lähtevät uomat mereen. Ideana olisi koota ylempää tulevat valumavedet sekä rakennusten hulevedet. Kanavalampi sekä parantaisi heleviesien hallintaa että toisi viihtyisyyttä asuinympäristöön. Räsken asuinalueen laajetessa lähivuosina hulevesien hallintaa voitaisiin toteuttaa luonnonmukaisin menetelmin laajemminkin.

Piha-, puisto- ja katurakentamisessa tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota pintarakenteiden alapuolisiin rakenteisiin ja viheralueratkaisuihin. Pääosa keskustan katualueista tulisi muuttaa kävelykaduiksi. Kadun alusrakenteet ja pintakerrokset tulisi muuttaa vettä hyvin läpäiseviksi. Katualueille tulisi rakentaa erilaisia hulevesiuomia tai muita ratkaisuja. Erilaiset viherkeitaat ja viherpihat kuuluisivat katukuvaan.

Hulevesien hallinnasta on tulossa myös pohjavesien hallintaa. Rakentamisen ja muun maankäytön lisääntyessä pohjavesivarannot vähenevät ja tulvaongelmat kasvavat. Rohkeilla toimilla tänään hulevesisuunnittelun painopisteen muuttamiseksi maanpäällisiä ratkaisuja suosivaksi voitaisiin säästää tulvavahingoista koituvia menoja huomenna.

Talvi tuo omat ongelmansa hulevesien imeytymiseen. Talvella jäinen tai routainen maaperä ei pysty imemään hulevettä, mikä taas lisää pintavaluntaa. Hulevesiverkoston toiminta talviolosuhteissa on tärkeä varmistaa. Kaivojen kansien ja hulevesikolojen tulee olla jäistä vapaat, jotta hulevedellä on esteetön kulku viemäriverkostoon. Myös talvinen lumenkeräys ja lumenvarastointialueiden valinta on tärkeä osa hulevesien hallintaa.

Hulevesien imeyttämiseksi viheralueratkaisuissa tulisi olla ennakkoluuloton. Puisto- ja viheralueita tulisi ottaa hulevesisuunnittelussa käytännön kohteiksi. Esimerkkinä voisi ottaa Sibeliuksen puiston Kotkassa, joka voisi toimia yhtenä hulevesikeskuksena (Kuva 53). Puiston pinnanmuoto tulisi muokata kallistuksin siten, että puistoon saataisiin hulevesiä varastoiva lampiallas. Altaasta voitaisiin rakentaa tunneli ja/tai pienimuotoinen kanava, joka toimisi purkuyhteytenä sekä hulevesivarastona. Kaupunkikuvallisesti uudenlainen hulevesienhallintaan perustuva puistorakentaminen olisi asukasviihtyvyyttä lisäävä ratkaisu. Rankkasateiden aikana putkistojen kuormitusta voitaisiin vähentää ja ehkäistä tulvavahinkoja.



Kuva 52. Sibeliuksen puisto Kotkassa (51).



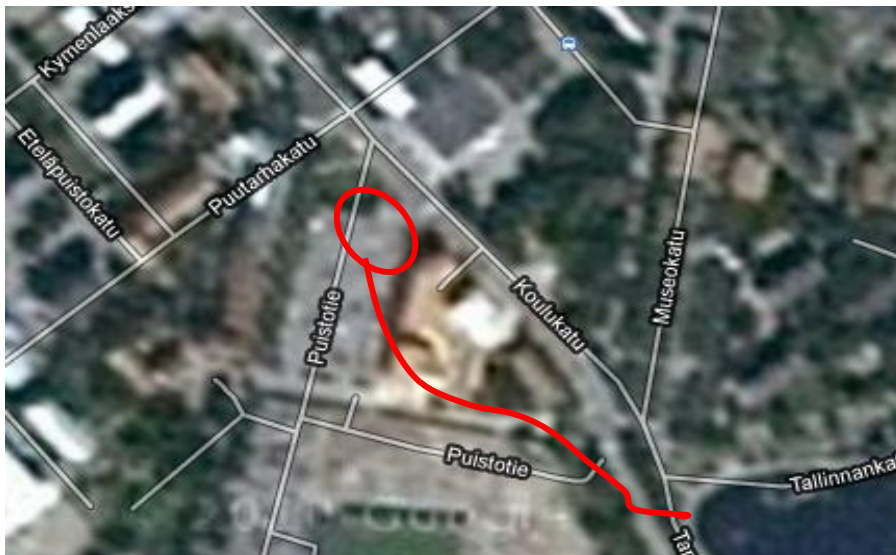
Kuva 53. Arto Tolsa Areenan lähiympäristö Kotkassa (51).

Viherrakenteet Arto Tolsa Areenan lähiympäristössä ovat tienpintaa korkeammalla, lisäksi näin katualueen hulevesimäärää ja hulevesiviemärin kuormitusta (Kuva 54).



Kuva 54. Kotkan Koulukadun ja Puistotien risteys (35).

Kotkan linja-autoaseman vieressä oleva Koulukadun, Puistokadun ja Puutarhakadun risteys kerää vettä rankkasateen aikana (Kuva 55). Hulevesivirtoja voitaisiin ohjata alueella olevalle viherkaistaleelle, jonne rakennettaisiin lampiallas. Siitä voitaisiin hulevedet johtaa purkukuomaa pitkin Koulukadun varrella olevien kerrostalojen eteläpuolelta Tammikadun ali Sapokanlahteen. Alueesta tulisi asukasystävällinen ja näyttävä jatke jo upeaan Sapokan alueeseen (Kuva 56).



Kuva 55 Lampi sekä uoma Sapokanlahteen (35).

Samanlaisia ratkaisuja sopisi kaupungin imagoon oikein hyvin ja sopivia paikkoja löytyy Kotkan saarelta. Aiemmin, yli 100 vuotta sitten Kotkansaarella oli suhteellisen pitkä kanava, joka toimi lähinnä kuivatusreittinä. Reitin päässä oli laiturirakennelma, joka viittaa mahdolliseen venereittiin.

Kaupunkisuunnittelun, hulevesien hallinnan ja kaupunkilaisten viihtyvyyden (myös turistien) välille pitäisi perustaa jonkinlainen kolmiyhteys, jolla voitaisiin aikaansaada Kotkan merikaupunkiin viihtyvyyttä ja uudenlaisia huleveteen liittyviä maanpäällisiä ratkaisuja, tulevaisuudessa lisääntyvien tulvavesien hallitsemiseksi.

Tulevaisuuden suunnittelussa on otettu kantaa hulevesien maanpäällisen hallinnan puolesta, joten varmasti jonkinlaisia hulevesiin liittyviä ratkaisuja tullaan näkemään. Kaupunkisuunnittelu on saanut paljon aikaan jo aiemmin, kuten alla karttakuvassa 57 Kotkansaarella olevat puistot osoittavat.



Kuva 56. Kuva Kotkan puistoista (50).

LÄHTEET

1. Vesiyhdistys. 2010. Rankkasateiden vaikutus hulevesiverkostoon. Saatavissa: <http://www.vesiyhdistys.fi/Ajankohtaista/Hyoty.pdf> [viitattu 5.9.2010] .
2. Eniro. Kartat, reitit, ilmakuvat, kelikamerat... 2010. Saatavissa: <http://kartat.eniro.fi> [viitattu 10.9.2010].
3. Ilmasto org. 2009. Ilmastonmuutos. Saatavissa: <http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos.html> [viitattu 9.9.2010].
4. Silan, J. 2008. Hulevesien hallinnan suunnittelu. Vesitalous 3/2008. Suomen Ympäristökeskus. Saatavissa: <http://www.mvtt.fi/Vesitalous/arkisto/2008/32008/jarisilan.pdf> [viitattu 17.10.2010].
5. Säabriefing. 2010. Suomen uusi lämpöennätys ja harvinaisen rajuja ukkospuuskia. Saatavissa: <http://saabriefing.com/2010/07/31/suomen-uusi-lampoennatys-ja-harvinaisen-rajuja-ukkospuuskia> [viitattu 7.10.2010].
6. Ilmatieteenlaitos. 2008. Ilmastonmuutos. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/saa> [viitattu 6.9.2010].
7. Säabriefing. 2010. Asiaa Suomen ja muun maailman säästä. Ilmatieteen laitos. Saatavissa: <http://saabriefing.com/2010/07/31/suomen-uusi-lampoennatys-ja-harvinaisen-rajuja-ukkospuuskia> [viitattu 10.9.2010].
8. MMM, Tulvariskityöryhmä. 2009. Tulvariskityöryhmän raportti. Helsinki. Saatavissa: http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2009/5FAuDBwRt/trm5_2009_Tulvariskityoryhman_raportti_26_3_2009__lopullinen_3.pdf [viitattu 4.9.2010].
9. Lehtikangas, S., Hyöty, P. & Meriluoto, J. 2005. Kouvolan kaupungin hulevesien hallinnan kehittäminen. Vesitalous. 5/2005. Saatavissa: www.kouvola.fi/.../Kouvolan_kaupungin_hulevesien_hallinnan_kehittaminen.pdf [viitattu 7.10.2010].

10. Karttunen, E. 2003. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. RIL 124 -1. Vesihuolto 1. Helsinki.
11. Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos ja Teknillinen korkeakoulu. 2007. Rankkasateet ja taajamatulvat. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=137437> [viitattu 7.10.2010].
12. Vakkilainen, P., Koskela, J., Hepojoki, A. & Kuusisto, E. 2010. Valunta. Luentomateriaali. Saatavissa: <http://www.water.tkk.fi/wr/kurssit/Yhd-12.1020/Luento4.pdf> [viitattu 7.10.2010].
13. Numminen, S. & Kajuutti, K. Hydrogeografia. Saatavissa: http://www.sci.utu.fi/projects/maantiede/kurssit/MAAN7061_Maantiede_kouluopetuksessa/Osa1_Hydr.pdf [viitattu 8.10.2010].
14. Portland Bureau of Environmental Services. 2010. Portland Green Street Program. Saatavissa: <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=44407> [viitattu 10.10.2010].
15. Jormola, J. 2010. Kaupunkipurojen kunnostus ja hulevesien käsittely. Osa 2. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=28460> [viitattu 3.11. 2010].
16. Suunnittelukeskus Oy/ Kuopion kaupunki. 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnitteluohje. Saatavissa: [http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/\\$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/310807133659617/$File/suunnitteluohje.pdf?OpenElement) [viitattu 7.10. 2010].
17. Wavin Labko. 2010. FWR-virtauksensäätkaiivot. Saatavissa: http://www.wavin-labko.fi/tuotteet/erotinjarjestelmat/frw_virtauksensaatokaiivot [viitattu 10.10.2010].
18. ACO Nordic Oy - ACO Storm Tank. 2010. Saatavissa: <http://www.acodrain.fi/Tuotteet/Hulevesijarjestelmat/StormTank.aspx> [viitattu 10.10.2010].

19. Vinidex. Saatavissa: http://www.vinidex.com.au/page/corporate_information.html [viitattu 20.10.2010].
20. Virkkunen, H. 2002. Ekologinen vesi- ja ympäristörakentaminen. SYKE 9/2002. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/tekninen/toppilansaari/Topsa/Egologinenvesi.pdf> [viitattu 5.9. 2010].
21. Hulevesityöryhmän taustaraportti. 2007. Hulevesien hallinta - esiselvitys organisointimalleista. Saatavissa: <http://www.google.fi/search?hl=fi&client=firefox-a&hs=QqL&rls=org.mozilla:fi:official&&sa=X&ei=l57uTMLqM43tObaYwZIK&ved=0CFAQBSgA&q=Hulevesi+Ty%C3%B6ryhm%C3%A4+loppuraportti+2007&spell=1> [viitattu 2.9.2010].
22. Lonka, H. & Nikula, J. 2008. Maankäyttö ja kuntatekninen suunnittelu taajamien tulvariskien hallinnassa. Gaia Consulting Oy & Kaakkois-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2008. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=85738> [viitattu 2.9.2010].
23. Ympäristöhallinnon ohjeita OH2. 2008. Tulvariskien kartoittaminen. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=297935> [viitattu 30.10.2008].
24. Höytämö, J. 2010. Kyselylomake luonnos. Ely-keskus.
25. Hallitustenvälinen ilmastopaneeli. 2007. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=81566> [viitattu 10.9.2010].
26. Tulvakartat. 2008. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=349958&lan=FI> [viitattu 12.10. 2010].
27. FINLEX . Ajantasainen lainsäädäntö. 2010. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa> [viitattu 4.9.2010].
28. Tulvariskien alustava arviointi, luonnos. 2010. Kaakkois-Suomen Ely-keskus. Saatavissa: <http://www.ely->

keskus.fi/fi/sivut/hakutulos.aspx?k=tulvariskien%20arviointi&s=ELYallcontent&mt=1 [viitattu 15.9.2010].

29. Windfinder - Reaaliaikainen tuuli- & säätiedote, Kotka. 2010. Saatavissa: http://fi.windfinder.com/windstats/windstatistic_kotka.htm# [viitattu 15.11.2010].

30. Kotkan Kaupungin säädöskokoelma. 2001. Rakennusjärjestys. Kotkan Kaupunki. Saatavissa: http://www.meripaivat.com/alltypes.asp?d_type=5&menu_id=2241&menupath=279,2241#2241 [viitattu 11.9.2010].

31. Koskinen, M. 2006. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 5/2006. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=58278> [viitattu 9.11.2010].

32. Lempinen, I., verkostoinsinööri. Haastattelu 20.9.2010. Kotka: Kymen Vesi Oy.

33. Oulun Vesi. 2010. Rakentaminen ja vesihuolto. Saatavissa: http://www.ouka.fi/rakennusvalvonta/laatuohjaus/esitysmateriaali/2010_kevat/RAK_Info_2010_VESI.pdf [viitattu 27.10.2010].

34. Kotkan kaupungin vesihuollonkehittämissuunnitelma 2008 - 2018. Kotkan kaupunki. 2008. Saatavissa: <http://search.conduit.com/Results.aspx?q=KOTKAN+KAUPUNGIN+VESIHUOLLO+N+KEHITTÄMISSUUNNITELMA&meta=all&hl=fi&gl=fi&SelfSearch=1&SearchSource> [viitattu 5.10.2010].

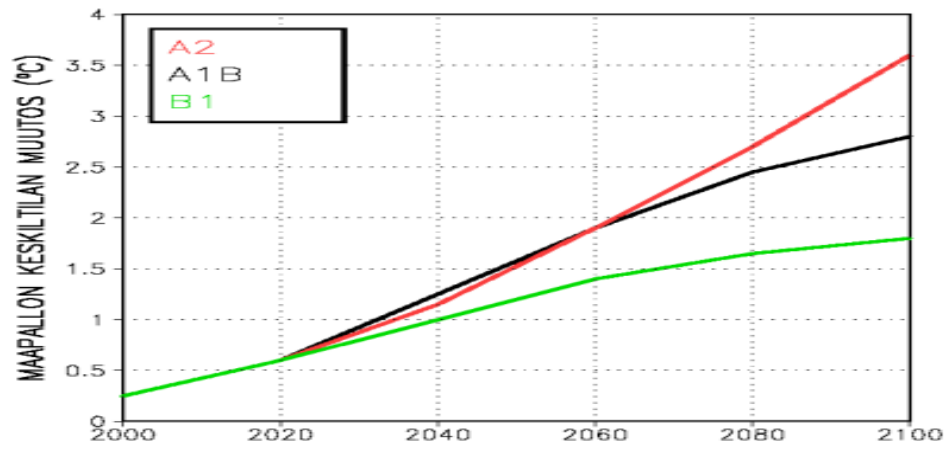
35. Google Maps. 2010. Saatavissa: <http://maps.google.fi> [viitattu 27.10.2010].

36. Lonka, H. & Nikula, J. 2010. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. Kotka.

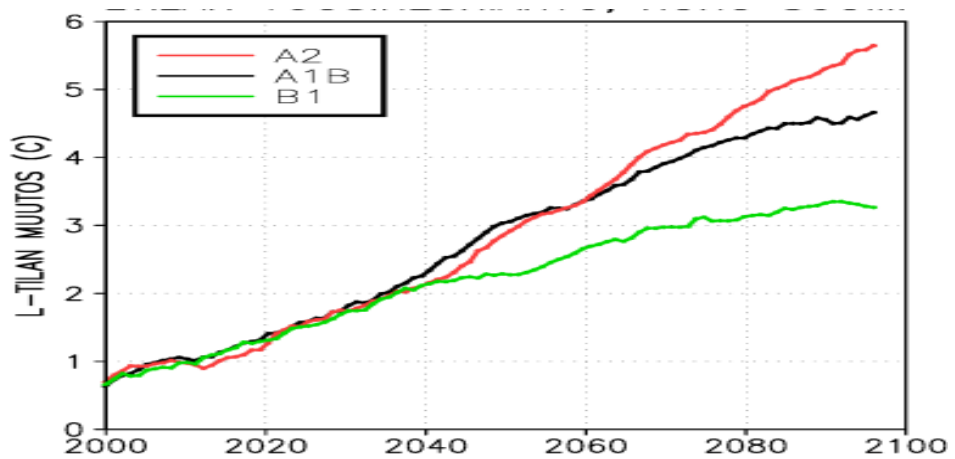
37. Asemakaava-arkkitehti. Marja Kukkonen. Haastattelu 26.10.2010. Kotkan kaupunki.

38. MTV3. 2008. Aaltoa esittävä merimuseo avataan Kotkassa. Saatavissa:
<http://www.mtv3.fi/uutiset/kulttuuri.shtml/arkistot/kulttuuri/2008/07/671285> [viitattu 9.11.2010].
39. Port of Kotka. 2007. Kotkan Kantasatama. Saatavissa:
http://www.portofkotka.fi/uusi/imgs/Gallery_Kantasatama_2007_hires.jpg [viitattu 14.10.2010].
40. Höytämö, J. Otteet alustavista tulvakartoista rannikolla. 2010. ELY- keskus Kouvola.
41. Johansson, L., mittausteknikko, Kotkan kaupunkimittaus. Kuvat. Kotka 27. 10.2010.
42. Kotkan kaupunki. 2010. Rakennustapaohje Ruonalan ranta. Saatavissa:
<http://www.kotka.fi/showattachment.asp?ID=16642&DocID=3724> [viitattu 8.10.2010].
43. Paavola, M., suunnittelupäällikkö. Haastattelu 10.10.2010. Kotkan katurakennusosasto.
44. Kotkan kaupunki. Vireillä- Asukkaille. 1.10.2010. Saatavissa:
http://www.meripaivat.com/alltypes.asp?menu_id=1150&menupath=225,131,1149,1150#1150. [Viitattu 11.10.2010].
45. Väkevä, J., suunnittelupäällikkö. 2010. Kansio. Kotka: Kymen Vesi.
46. Särkkä, T. 2005. Tulikukko aamulla. Kymen Sanomat. 11.1.2005. Kotka.
47. Särkkä, T. 2005. Ankkalammen silta. Kymen Sanomat. 11.1.2005. Kotka.
48. Särkkä, T. 2005. Tiutisen pengertien tulva. Kymen Sanomat. 11.1.2005. Kotka.
49. Särkkä, T. 2005. Tulva Tammikadulla. Kymen Sanomat. 11.1.2005. Kotka.
50. Kotkan Kaupunkisuunnittelu. 2005. Sapokan karttataulu. Kotka.

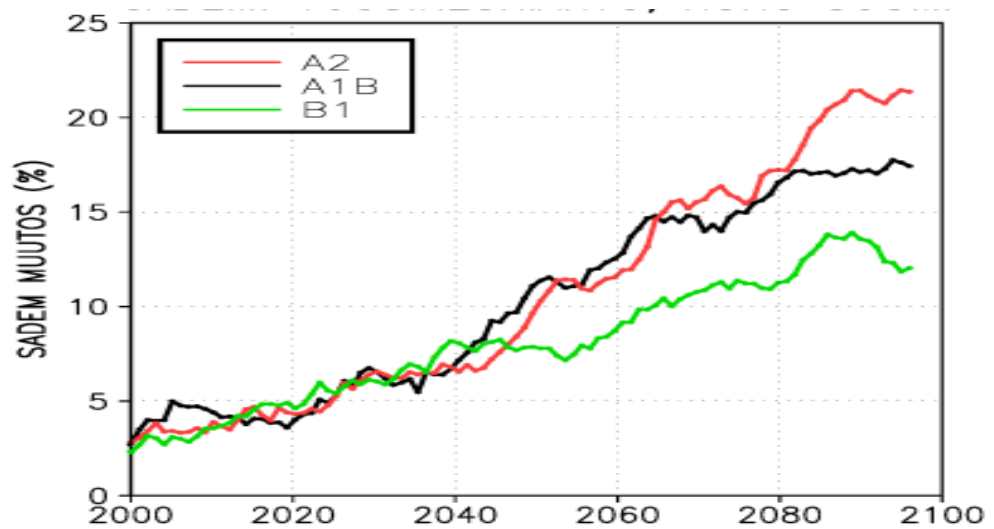
51. Ottamani kuvat ovat Kotkasta. 15.10.2010. Kotka.

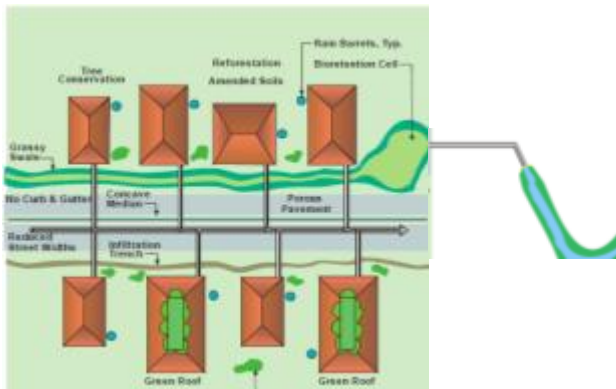
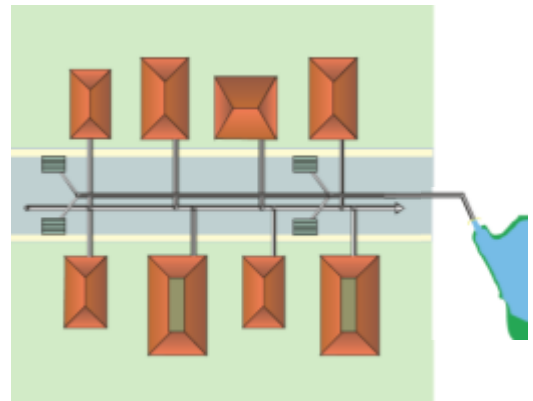
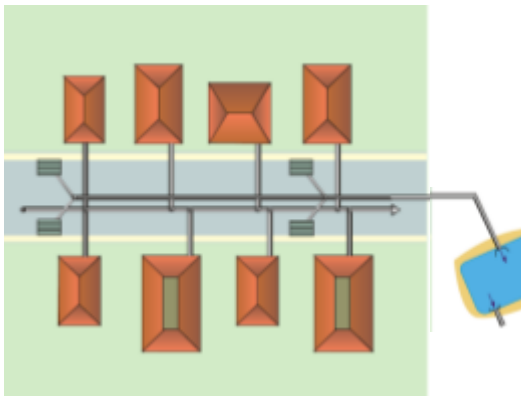
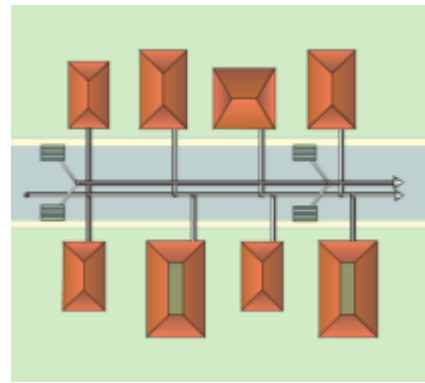
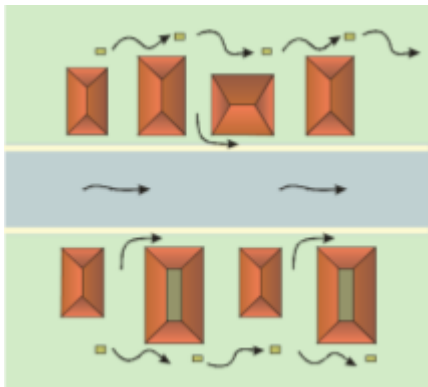


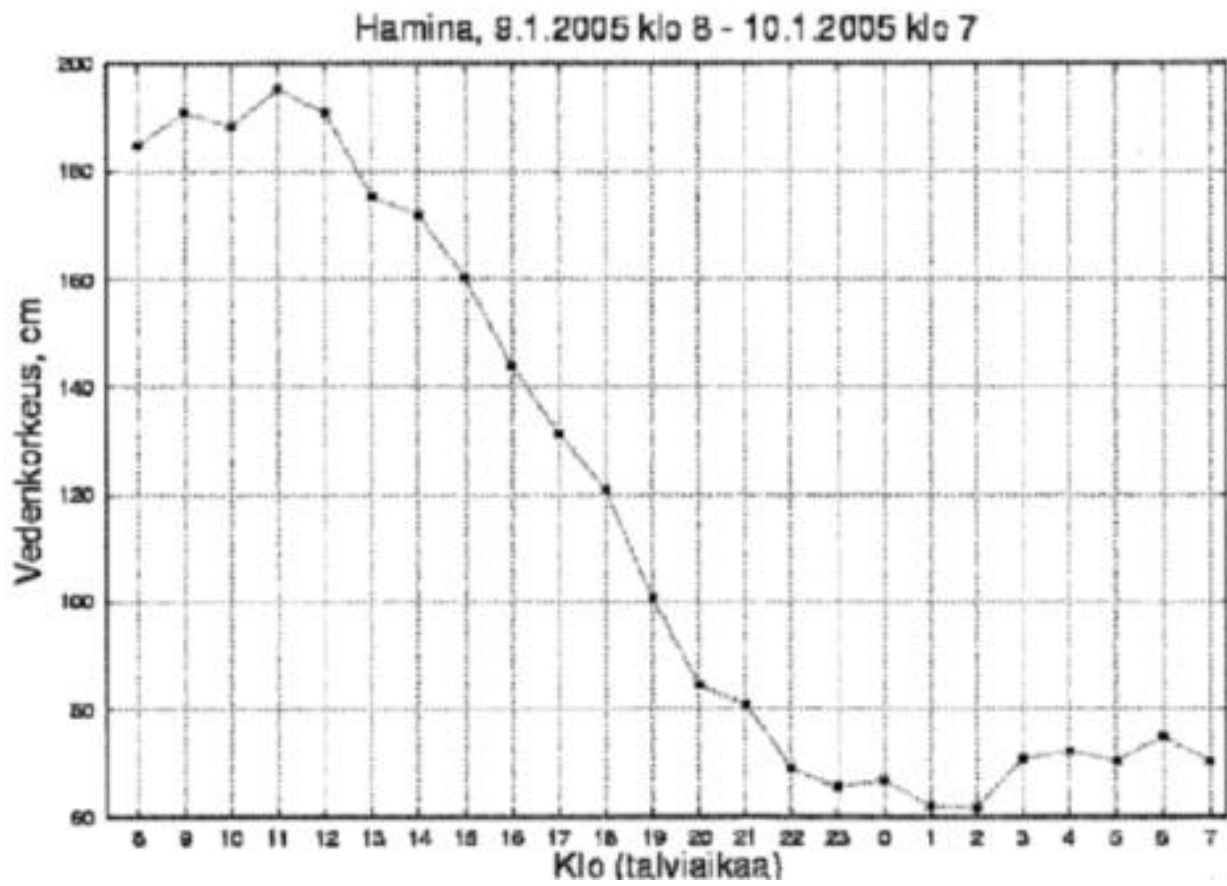
Lämpötilan muutosennuste Suomessa



Sademäärien muutosennuste Suomessa







Kanava reitti merkitty punaisella

Kotkansaari
Vuoden 1801 kaupunginmuutoksen asemakuva kartanmuutoksen jälkeen

