



Helsingin kaupungin tulvastrategia



Tulviin varautuminen Helsingin kaupungissa

Joulukuu 2008

Viite: 82120495
Pvm: 19.12.2008
Kirjoittanut: R. Valkeapää, T. Nyman ja M. Vaittinen

Ramboll
PL 3, Piispanmäentie 5
02241 Espoo, Finland

Puhelin: 020 755 611
www.ramboll.fi

Työryhmä:

- Eija Kivilaakso Kaupunkisuunnitteluvirasto (KSV)
- Risto Joensuu Kaupunkisuunnitteluvirasto (KSV)
- Jouni Kilpinen Kaupunkisuunnitteluvirasto (KSV)
- Paula Nurmi Ympäristökeskus (Ymk)
- Raimo K. Saarinen Rakennusvirasto (HKR)
- Jorma Rajala Rakennusvirasto (HKR)
- Jukka Saarijärvi Helsingin Vesi (HKV)
- Risto Nyberg Rakennusvalvontavirasto (Rakvv)
- Matti Arponen Kiinteistövirasto, kaupunkimittausosasto (Kv/Kmo)
- Jorma Lilja Pelastuslaitos (Pel)
- Bertel Vehviläinen Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Konsultti:

Ramboll Finland Oy

- Reijo Valkeapää, DI projektipäällikkö
- Tommy Nyman, DI
- Marika Vaittinen DI

Merenpinnan korkeuteen vaikuttavia tekijöitä ja ilmastonmuutoksen vaikutuksia tuleviin meriveden pinnan korkeuksiin arvioitiin merentutkimuslaitoksen johdolla. Merentutkimuslaitoksesta työhön osallistuivat:

- Kimmo Kahma, Meren liikkeet -ohjelman johtaja
- Milla Johansson, Tutkija

Haastatellut henkilöt:

- Rakennusvalvontavirasto: Risto Nyberg
- Helsingin ympäristökeskus: Paula Nurmi, Kari Silfverberg
- Kaupunkisuunnitteluvirasto: Jouni Kilpinen
- Kiinteistöviraston mittausosasto: Matti Arponen
- Merentutkimuslaitos: Kimmo Kahma
- Pelastuslaitos: Jorma Lilja
- Helsingin vesi: Tuomo Heinonen, Ari Melakari, Jukka Saarijärvi
- Helsingin Energia, sähkön jakeluverkko laitteineen: Jari Lintuvuori
- Helsingin Energia, tunnelit ja laitokset: Marko Riipinen
- Helsingin kiinteistövirasto, geotekninen osasto: Osmo Korhonen
- Rakennusvirasto: Raimo K. Saarinen
- Suomen ympäristökeskus: Bertel Vehviläinen
- Ilmatieteen laitos: Heikki Tuomenvirta
- TeliaSonera: Kirsi Kekki

Sisällys

1. TIIVISTELMÄ.....	3
2. JOHDANTO.....	4
2.1 TAUSTA.....	4
2.2 TAVOITTEET JA PÄÄSISÄLTÖ	4
3. LÄHTÖKOHDAT.....	5
3.1 TULVIA KOSKEVAT SÄÄDÖKSET JA OHJEET	5
3.2 ALIMMAT RAKENTAMISKORKEUDET.....	5
3.3 AJANKOHTAISIA TULVASUOJELUA KOSKEVIA HANKKEITA	6
3.4 TULVATILANTEISIIN LIITTYVÄT VASTUUT	7
3.4.1 Yleistä.....	7
3.4.2 Tulvavahinkojen korvaaminen.....	8
3.4.3 Tulviin varautumisen vastuut.....	9
3.5 KÄYTETYT KORKEUSJÄRJESTELMÄT.....	9
3.6 TULVIEN HAVAINNOINTIIN LIITTYVÄT MITTAUSPISTEET HELSINGIN ALUEELLA.....	10
3.6.1 Merialue.....	10
3.6.2 Vantaanjoen vesistö.....	10
4. TULVAT HELSINGISSÄ.....	12
4.1 TULVATYYPIT	12
4.1.1 Yleistä.....	12
4.1.2 Merivesitulvat.....	12
4.1.3 Rankkasadetulvat.....	12
4.1.4 Jokitulvat.....	12
4.1.5 Putkirikot.....	13
4.2 HELSINGIN ALTTIUS TULVILLE	13
4.3 TULVIEN AIHEUTTAMAT VAURIOT JA RISKIT.....	13
4.4 TULVAT TULEVAISUUDESSA.....	14
4.4.1 Merivesitulvat.....	14
4.4.2 Rankkasadetulvat.....	17
4.4.3 Jokitulvat.....	18
5. STRATEGINEN TOIMENPIDESUUNNITELMA.....	19
5.1 YLEISTÄ.....	19
5.2 VASTUUNJAKO	19
5.3 SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT ERITYYPPISILLE TULVILLE	20
5.3.1 Merivesitulva.....	20
5.3.2 Hulevesitulva	20
5.3.3 Vesistötulva Vantaanjoella	20
5.4 TEHTÄVÄT UUSILLA ALUEILLA	21
5.4.1 Kaupunkisuunnitteluvirasto.....	21
5.4.1.1 Merivesitulviin varautuminen	21
5.4.1.2 Rankkasadetulviin varautuminen.....	22
5.4.1.3 Vantaanjoen vesistön tulviin varautuminen.....	22
5.4.1.4 Maankäyttöön liittyvät tutkimukset ja selvitykset.....	22
5.4.2 Rakennusvalvontavirasto.....	22
5.4.3 Rakennusvirasto.....	23

5.4.4	<i>Kiinteistövirasto</i>	23
5.4.5	<i>Helsingin Vesi</i>	23
5.4.6	<i>Helsingin Energia</i>	24
5.4.7	<i>Pelastuslaitos</i>	24
5.4.8	<i>Teleoperaattorit</i>	24
5.5	TEHTÄVÄT RAKENNETUILLA ALUEILLA.....	25
5.5.1	<i>Kaupunkisuunnitteluvirasto</i>	25
5.5.2	<i>Rakennusvalvontavirasto</i>	25
5.5.3	<i>Rakennusvirasto</i>	26
5.5.4	<i>Kiinteistövirasto</i>	26
5.5.5	<i>Helsingin Vesi</i>	27
5.5.6	<i>Helsingin Energia</i>	27
5.5.7	<i>Pelastuslaitos</i>	27
5.5.8	<i>Teleoperaattorit</i>	28
5.5.9	<i>Kiinteistöt ja tontit</i>	28
5.6	ENNAKKOVAROITUSJÄRJESTELMÄT.....	28
5.6.1	<i>Merenpinnan nousu</i>	28
5.6.2	<i>Vantaanjoen vesistön pinnan nousu</i>	28
5.6.3	<i>Rankkasateet</i>	29
5.7	KEHITYSTOIMENPITEET.....	29
5.7.1	<i>Tulvatietopankki</i>	29
5.7.2	<i>Tulvasuojelurakenteet ja -laitteet</i>	30
5.7.3	<i>Vedenkorkeuden havainnointiverkon perustaminen</i>	30
5.7.4	<i>Tulvien ennakkovaroitusjärjestelmien kehittäminen</i>	30
5.7.5	<i>Rannikon alimmat rakentamiskorkeudet ja aaltoiluservitys</i>	31
5.7.6	<i>Tulvavaara-alueiden asemakaavojen inventointi</i>	31
5.7.7	<i>Maanalaisten tilojen kartoitus</i>	31
5.7.8	<i>Kiinteistöjen tulvasuojeluohjeet</i>	31
5.7.9	<i>Suunnitelmien yhteensovittaminen</i>	32
5.8	SUUNNITELMAN PÄIVITYS JA TOIMENPITEIDEN TOTEUTUKSEN SEURANTA.....	32
6.	KEHITYSTOIMENPITEIDEN AIKATAULUTUS	33
7.	LÄHTEET	35

- Liite 1 Itämeren tulvin vaikuttavat tekijät
- Liite 2 Merkittävimmät tuleviin Itämeren vedenkorkeuksiin vaikuttavat tekijät
- Liite 3 Vedenkorkeuden ääriarvojen ja tulvien toistuvuuden määritelmät
- Liite 4 Helsingin korkeustasokartta, vedenkorkeudet NN +1,40 ja NN +2,30
- Liite 5 Yhteenveto referoiduista raporteista

1. Tiivistelmä

Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston johdolla laadittiin kaupungin kaikille hallintokunnille yhteinen strategia tulvista aiheutuvien vahinkojen välttämiseksi ja vähentämiseksi.

Lähtökohtana strategian laadinnassa on ilmaston muutoksesta aiheutuvien vaikutusten tarkastelu ja huomioon ottaminen kehitys- ja suunnittelutehtävissä sekä operatiivisessa toiminnassa. Työ perustuu olemassa olevasta aineistosta tehtyyn tilannearvioon. Työssä ei ollut käytettävissä tietoja, joiden perusteella voitaisiin arvioida, onko tarvetta muuttaa käytössä olevia alimpia rakentamiskorkeuksia. Tulvakorkeuksia koskevia tutkimustuloksia ja ennusteita tulee seurata jatkossa ja niiden mahdollisia vaikutuksia alimpiin rakentamiskorkeuksiin tulee arvioida erikseen.

Merentutkimuslaitoksen havainnoinnin mukaan Helsingin kohdalla maanpinnan nousu on toistaiseksi lähes kompensoinut ilmastonmuutoksen aiheuttaman merenpinnan nousun vaikutuksen, mutta mikäli merenpinnan nousunopeus kiihtyy, alkavat myös sen vaikutukset näkyä keskivedenpinnan pysyvänä nousuna. Merenpinnan korkeuden hetkellisissä huipputasoissa on mittauksiin perustuen nähtävissä kasvava trendi jo nyt.

Uudenmaan ympäristökeskus on laatinut vuonna 2006 Vantaanjoen tulvantorjuntasuunnitelman ja arvioinut siinä yhteydessä Vantaanjoen tulvavirtaamien toistuvuuksia ja vedenkorkeuksia Helsingin alueella. Ilmastonmuutoksen mahdollista vaikutusta Vantaanjoen tulvavirtaamiin ei tulvantorjuntasuunnitelmassa tai sen jälkeen ole arvioitu.

Ilmastonmuutoksen seurauksena sateiden intensiteetin ennustetaan kasvavan Suomessa tulevaisuudessa. Rankkasadetulviin varautumisessa keskeisessä asemassa ovat erillisessä hulevesistrategiassa esitetyt toimenpiteet ja huomion kiinnittäminen tulvareittien suunnitteluun.

Käytännön tulvantorjuntatoimenpiteisiin on Helsingissä kuulunut mm. tulvapenkereiden rakentamisohjelman käynnistäminen. Penkereitä on suunniteltu rakennettavaksi merenrantakohteisiin ja Vantaanjoen varteen. Myös tilapäisten tulvasuojelurakenteiden investoinnin alustava suunnittelu on käynnistetty.

Strategian käytäntöön viemiseksi tarvittavia kehitystoimenpiteitä on esitetty strategian toimenpideohjelmassa. Kehitystoimenpiteistä keskeisimpiä ovat tulvatietopankin perustaminen, tulvasuojelurakenteiden toteutus, rannikkoalueen alimman rakentamiskorkeuden päivystarpeen tarkistus sekä aaltoiluselvityksen laadinta, riskialttiiden maanalaisten tilojen kartoitus ja kaupungin organisaatioiden välisen yhteistyön lisääminen. Laadittu strateginen toimenpidesuunnitelma tulee nähdä työkaluna, jonka täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää ohjelman säännöllistä päivytystä.

Kaupungin organisaatioiden toimenpiteiden lisäksi keskeinen kehitettävä tehtävä on kiinteistöjen omien valmiuksien parantaminen tulviin varautumisessa ja tulvantorjunnassa.

2. Johdanto

2.1 Tausta

Maailmanlaajuisen ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän rankkasateita ja nostavan valtamerien pintaa pitkällä aikavälillä. Nämä ilmiöt tulevat lisäämään tulvien todennäköisyyttä myös Helsingissä.

Vuonna 2005 meren pinta nousi korkeimpaan Helsingissä koskaan mitattuun arvoonsa tasolle $NN + 1,40$ ($MW_{\text{teor}} + 1,51$). Tulvan jälkeen asetettu tulvantorjuntatyöryhmä käsitteli kaupungin organisaatioiden tulvantorjuntavalmiutta. Työryhmä keskittyi tulvantorjunnan operatiivisiin toimenpiteisiin, joista merivesitulvan myötä oli saatu käytännön kokemusta. Pidemmän aikavälin strateginen ja toiminnallinen suunnittelu esitettiin jatkotoimenpiteeksi työryhmän laatimassa loppuraportissa /1/. Strategisen toimenpidesuunnitelman valmistelu kirjattiin loppuraporttiin laadittavaksi kaupungin eri hallintokuntien yhteistyönä ja vetovastuu esitettiin annettavaksi kaupunkisuunnitteluvirastolle.

Lähtökohdaksi asetettiin tulvantorjunnan strategisen toimenpidesuunnitelman laatiminen yhdistämällä tiedot olemassa olevista selvityksistä ja raporteista sekä haastatteleamalla eri hallintokuntien edustajia. Lisäksi keskusteltiin Merentutkimuslaitoksen kanssa Itämeren pinnan muutosten ennusteista. Merenpinnan muutoksista aiheutuvien tulvien lisäksi huomioon otetaan myös rankkasadetulvat ja Vantaanjoen vesistön tulvat. Lyhyet referaatit lähteinä olleista selvityksistä ja raporteista on esitetty liitteessä 5.

Laajimmin on keskitytty merenpinnan noususta aiheutuviin tulviin, jotka aiheuttavat Helsingissä esiintyvistä tulvista suurimmat vahingot. Rankkasateisiin varautumista on käsitelty tarkemmin vuonna 2007 laaditussa Helsingin hulevesi-strategiassa /3/ ja Vantaanjoen tulvia sekä tulvasuojelua vuonna 2006 laaditussa Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa /5/ sekä julkaisussa Oulunkylän alueen tulvasuojelun toteutusmahdollisuudet /6/.

2.2 Tavoitteet ja pääsisältö

Tulvastrategian tavoitteena on esittää ne keinot, joilla rakennetuilla alueilla esiintyvistä tulvista aiheutuvia vahinkoja ja haittoja voidaan estää tai vähentää. Lisäksi strategiaan kirjataan ne suunnitteluperiaatteet, joilla tulvariskeihin varaudutaan jo rakennetuilla ja uusilla suunnittelualueilla. Suurin osa esitetyistä toimenpiteistä ja suunnitteluperiaatteista on nykyisen käytännön mukaisia, joita noudatetaan kaupungin eri hallintokunnissa tulviin varautumisessa.

Työssä kuvataan tulviin liittyvää hankalaa ongelmakokonaisuutta taustoittamalla tulviin liittyvää lainsäädäntöä, kuvaamalla Helsingissä esiintyviä erityyppisiä tulvia sekä arvioimalla ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulevaisuuden tulviin. Keskeinen osa strategian sisältöä on toimenpidesuunnitelma, jossa esitetään työryhmän ehdotukset strategian tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavista toimenpiteistä, niistä vastuullinen hallintokunta sekä toimenpiteiden toteutusai-kataulu.

3. Lähtökohdat

3.1 Tulvia koskevat säädökset ja ohjeet

Voimassa olevia tulvantorjuntaan liittyviä säädöksiä ja ohjeita on lueteltu seuraavassa.

1) Lait ja määräykset

- EU-direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta (18.9.2007); tulvariskien alustava arviointi, tulvavaara- ja tulvariskikartat, tulvariskien hallintasuunnitelmat. Kansallinen lainsäädäntö Suomessa valmisteilla.
- Pelastuslaki (468/2003) sekä valtioneuvoston asetus pelastustoimesta (787/2003) määrittävät pelastusviranomaisen tehtävät onnettomuustilanteissa, tässä tapauksessa tulvatilanteiden pelastus- ja suojaustehtävissä. Lisäksi niissä määritellään mm. rakennuksen omistajalle ja haltijalle asetut omatoimisen varautumisen suunnittelu- ja toimenpidevelvoitteet.
- Ympäristöhallinnosta annettu laki (55/1995) määrittelee ympäristöhallinnon vastuualueet.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) määrittelevät maankäytönsuunnittelun puitteet ja eri kaavatasot hyvän elinympäristön turvaamiseksi sekä rakennusvalvonnan tehtävät.
- Vesilaki (264/1961)
- Patoturvallisuuslaki (413/1984) ja -asetus (574/1984)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma täydentää maankäyttö- ja rakennuslakia velvoittavilla määräyksillä. Tulvasuojeluun liittyviä osia ovat B3 Pohjarakenteet, C3 Kosteus ja D1 Vesi- ja viemärilaitteet.
- Helsingin kaupungin rakennusjärjestys (2000) määrää ottamaan huomioon vedenpinnan vaihtelut sekä rakennuspaikkakohtaisen aaltoiluvaran.
- Kaavoissa voidaan antaa määräyksiä mm. rakentamiskorkeuksille, kuivatuksen järjestämiselle ja maaperän vesitasapainon hoitamiselle.

2) Ohjeet

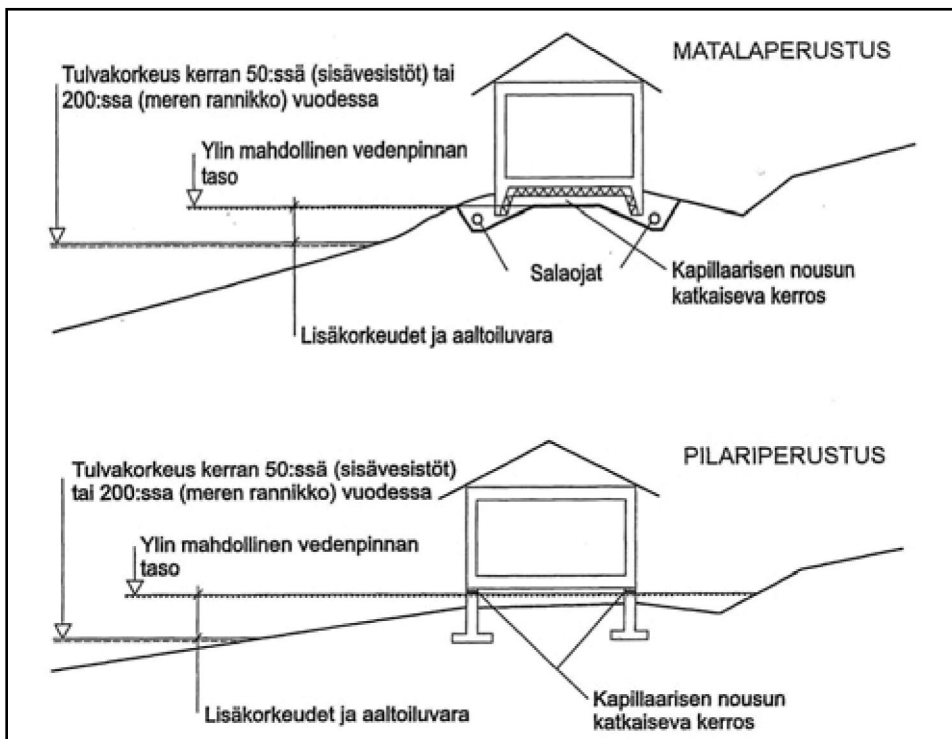
- Rakennuslautakunnan rakentamistapaohjeet
- Virastojen omat ohjeet

3.2 Alimmat rakentamiskorkeudet

Suomen ympäristökeskuksen, ympäristöministeriön sekä maa- ja metsätalousministeriön vuonna 1999 laatimassa oppaassa /2/ kuvataan yleiset periaatteet alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämisestä. Oppaan mukaisesti alimmalla rakentamiskorkeudella tarkoitetaan ylintä korkeustasoa, ”jolle vesi voi nousta, ilman että se vahingoittaa rakenteita”. Kuvassa 3-1 on esitetty kuinka kaksi eri tavalla perustettua rakennusta tulisi sijoittaa alimpaan rakentamiskorkeuteen nähden. Alimman rakentamiskorkeuden määrittämisen perusta on ohjeen mukaisesti sisävesillä kerran 50 vuodessa toistuva tulva ja merialueilla kerran 200 vuodessa toistuva tulva.

Oppaan Itämeren rantoja koskevan osuuden kirjoittamisesta on vastannut Merentutkimuslaitos. Oppaassa on esitetty arvioksi keskimäärin kerran seuraavan 200 vuoden aikana saavutettavalle vedenpinnan korkeudelle Helsingin edustan merialueella $N_{60} + 2,30$ (Helsingin korkeusjärjestelmässä $NN + 2,25$). On huomattava, että tässä arviossa otetaan huomioon esimerkiksi IPCC:n kolmannelta arviointiraportista poiketen Grönlannin mahdollisen mannerjään sulamisen kiihtymisen vaikutus valtamerien pinnankorkeuteen ja sen vaikutus edelleen Itämeren pinnankorkeuteen.

Merkittävä paikallinen tekijä alinta rakentamiskorkeutta ranta-alueille määrittäessä on aaltoiluvara, jolla tarkoitetaan harkinnanvaraista aaltoilusta aiheutuvaa lisäkorkeutta, joka lisätään varsinaiseen tulvakorkeuteen. Aaltoiluvaran vaihteluväliksi merialueille on esitetty edellä mainitussa oppaassa /2/ muutamasta kymmenestä sentistä useisiin metreihin. Aaltoiluvaran määrittämiseksi on aina syytä tehdä paikalliset olosuhteet huomioon ottavia selvityksiä. Aaltoilun lisäksi toinen paikallisesti merkittävä olosuhdetekijä voi olla jäiden työntyminen maalle, mikä voi myös edellyttää erillisen lisäkorkeuden huomioon ottamista.



Kuva 3-1: Alimman rakentamiskorkeuden määrittäminen sekä kahden eri perustusrakenteen korkeustason sijainti alimpaan rakentamiskorkeuteen nähden. Kuvassa esitetyt ylimmät mahdolliset vedenpinnan tasot vastaavat alimpia rakentamiskorkeuksia. /2/

Helsingissä alimmat rakentamiskorkeudet määritetään yllä mainitun oppaan mukaisella tavalla. Kun myöhemmin saadaan tarkempia arvioita ja ennusteita meriveden korkeuksien muuttumisesta, ohjeistusta rakentamiskorkeuksista tarkistetaan ja muutetaan omana erillisenä hankkeena, jos uudet ennusteet antavat siihen aihetta.

3.3 Ajankohtaisia tulvasuojelua koskevia hankkeita

Tammikuun 2005 tulvan seurauksena on kaupungin toimesta käynnistetty useita hankkeita, joiden tarkoituksena on ollut systemaattisesti kehittää tulvantor-

junnan hallintaa, ohjata suunnittelua, selvittää varautumiskeinoja tulviin ja parantaa tulvantorjuntavalmiuksia. Näitä hankkeita ovat olleet mm:

- Tulvatorjuntatyöryhmän nimeäminen syksyllä 2005, johtopäätösten raportointi joulukuussa 2005
- Kiinteistöviraston tulva-alueiden määrittämistä varten laatima järjestelmä, kaupunginlaajuisten korkeustietojen hankkiminen skannausmenetelmällä, toiminta jatkuu edelleen
- Helsingin kaupungin hulevesistrategian laatiminen ja julkaisu joulukuussa 2007
- Rakennusviraston esiselvitys tulvakohteiden määrittämiseksi 2007
- Uusien suunnitteilla olevien alueiden erityisselvitykset: Sörnäistenranta – Hermanninranta, Kruunuvuorenranta, Jätkäsaari
- Uudenmaan ympäristökeskus: Tulvakartta Vantaanjoen varresta ja tulvantorjuntasuunnitelma
- Uudenmaan liiton 2007 julkaisema Uudenmaan rannikon alustava tulvariskikartta
- Helsingin Energian tunneliturvallisuusselvitys
- TOIVO-harjoitus kesäkuussa 2008

Valtakunnallisia tulvantorjuntaan liittyviä hankkeita ovat olleet mm.:

Suurtulvatyöryhmän perustaminen

Maa- ja metsätalousministeriö asetti vuonna 2001 työryhmän laatimaan ehdotuksen tarvittaviksi toimenpiteiksi suurista tulvista aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Pohjana työlle oli vuonna 2000 valmistunut *Suurtulvaselvitys*, jossa oli esitetty suosituksia tulvavahinkoriskien pienentämiseksi. Suurtulvatyöryhmä päätyi seitsemään toimenpide-ehdotukseen. Niitä täsmennettiin yksityiskohtaisilla tehtävillä, joille nimettiin vastuutahot ja annettiin tavoitteellinen toteuttamisaikataulu. Mahdollisuuksien mukaan arvioitiin myös toimenpiteiden toteuttamisesta aiheutuvat voimavaratarpeet. Loppuraportti valmistui huhtikuussa 2003.

EXTREFLOOD –hanke

Maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön ympäristöklusterin tutkimusohjelman vuosina 2003–2005 rahoittama hanke: *Tulvavahinkojen ennaltaehkäisy – suurtulvien mallinnus, tulvaskenaariot ja tulvatiedon interaktiivinen välittäminen. "Tulvariskien hallinta yhdyskuntasuunnittelussa"* –osaprojektissa kartoitettiin tulvariskien hallinnan ja yhdyskuntasuunnittelun yhtymäkohtia suomalaisissa kunnissa. Työssä selvitettiin myös ns. hyviä käytäntöjä, jotka edesauttaisivat tulvariskin huomioimista suunnittelussa. Keskeiseksi keinoksi nousi ohjeiden ja säännösten tiukka noudattaminen.

Itämeren alueen rannikkokaupunkien ja tutkimuslaitosten EU-rahoitteisia yhteistyöhankkeita ovat mm seuraavat:

- Municipal responses to Climate Change Emergencies (MuniRes), jota koordinoi Nordregio
- Climate Change Impacts, Costs and Adaptation in the Baltic Sea region (BaltCICA), jota koordinoi Suomen geologinen tutkimuskeskus GTK.

3.4 Tulvatilanteisiin liittyvät vastuut

3.4.1 Yleistä

Vastuunjaon keskeinen kysymys on raja-alue kaupungin ja kiinteistöjen välillä. Kiinteistöjen tietämys omista velvoitteista on usein riittämätön. Kaupungin organisaatioiden oletetaan hoitavan hätätilanteet, mm. tulvantorjunnan, vaikka omatoiminen varautuminen kuuluu myös kiinteistöille. Kaupungin asiantunte-
musta pitäisi kuitenkin voida varautumisessa hyödyntää.

Tulvista johtuvien vahinkojen korvausvastuista ei ole yhtenäistä säädöstä tai käytäntöä, vaan sovellettavaksi tulevat useat vesistöjä, turvallisuutta, onnettomuuksia ja yleisiä vahinkotapauksia koskevat säädökset ja päätökset.

Oikeuskäytännön mukaan poikkeuksellisen ulkoisen syyn aiheuttamat vahingot eivät kuulu kaupungin korvattaviksi esim. viemäriverkoston ylläpitäjänä.

Vesilain (264/1961) 11 luvun 2§:ssä säädetään:

" Jos tässä laissa tarkoitetun, vesistöön tai sen rannalle tehdyn tai tekeillä olevan laitteen tai rakennelman taikka ojan, vedenjohdon, viemärin tai muun sellaisen johdon epäkuntoon joutumisesta, joka ei ole johtunut poikkeuksellisesta ulkonaisesta syystä, aiheutuu veden tulvaa, vesistön tai pohjaveden pilaantumista tai muuta vahinkoa, vastaa sen omistaja, ja jos omaisuus on luovutettu toisen hallintaan, haltija yhteisvastuullisesti omistajan kanssa vahingosta, vaikkei vahinko ole aiheutunut näiden tuottamuksesta."

Vahingonkorvauslaki (412/1974) koskee yleistä korvausvelvollisuutta vahinkotapauksissa. Vahingonkorvausvastuu edellyttää mm. tuottamusta, syy-yhteyttä ja vaikuttavuutta. Lain 3 luku 2 § kuuluu:

"Julkisyhteisö on velvollinen korvaamaan julkista valtaa käytettäessä virheen tai laiminlyönnin johdosta aiheutuneen vahingon. Sama korvausvelvollisuus on muulla yhteisöllä, joka lain, asetuksen tai lakiin sisältyvän valtuutuksen perusteella hoitaa julkista tehtävää."

Edellä 1 momentissa säädetty vastuu yhteisöllä on kuitenkin vain, milloin toimen tai tehtävän suorittamiselle sen laatu ja tarkoitus huomioon ottaen *koh-tuudella asetettavia vaatimuksia ei ole noudatettu."*

KKO:n ratkaisujen KKO 1987:23 ja KKO 2001:2 perusteella kaupungin korvausvastuu on poistunut, kun rakennusvalvonta on edellyttänyt rakennushankkeeseen ryhtyvältä selvityksiä erityistoimenpiteistä huonojen tai riskialttiiden olosuhteiden vuoksi. Tämä on täyttänyt julkisen vallan huolellisuusvelvoitteen.

Vesihuoltolain (119/2001) 13 § säädetään vesihuoltolaitteistojen suunnittelusta, rakentamisesta, kunnossapidosta ja käytöstä seuraavaa:

"Vesihuoltolaitoksen verkostoon liitettävän kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistön vesihuoltolaitteistosta liittämiskohtaan saakka. Laitteisto tulee suunnitella, sijoittaa ja rakentaa niin, että se on yhteensopiva vesihuoltolaitoksen laitteiston kanssa. Kiinteistön vesihuoltolaitteisto tulee pitää sellaisessa kunnossa ja sitä tulee käyttää siten, että siitä ei aiheudu vaaraa tai haittaa vesihuoltolaitoksen laitteiston käytölle eikä terveydelle tai ympäristölle."

Edelleen lain 28 § koskee vahingonkorvauksia:

" Vesihuoltolaitos on velvollinen korvaamaan vesihuollossa olevasta virheestä henkilölle taikka yksityiseen käyttöön tai kulutukseen tarkoitetulle ja vahinkoa kärsineen pääasiassa sellaiseen tarkoitukseen käyttämälle omaisuudelle aiheutuneen vahingon. Ennen vahingon ilmenemistä tehdyn sopimuksen ehto, joka rajoittaa vahinkoa kärsineen oikeutta korvaukseen tämän momentin nojalla, on mitätön."

Vesihuoltolaitos on velvollinen korvaamaan vesihuollossa olevasta virheestä asiakkaalle aiheutuvan taloudellisen vahingon. Välillisen vahingon vesihuoltolaitos on velvollinen korvaamaan vain, jos virhe tai vahinko aiheutuu huolimattomuudesta laitoksen puolella."

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 165 § Luonnollisen vedenjuoksun muuttaminen on seuraava:

"Jos rakennuspaikkana olevan kiinteistön maanpinnan luonnollista korkeutta muutetaan tai suoritetaan muita toimenpiteitä, jotka muuttavat luonnollista vedenjuoksua kiinteistöllä, kiinteistön omistaja tai haltija on velvollinen huolehtimaan siitä, ettei toimenpiteistä aiheudu huomattavaa haittaa naapurille. Mikäli kiinteistön omistaja tai haltija laiminlyö velvollisuutensa, kunnan rakennusval-

vontaviranomaisen on hakemuksesta määrättävä haitan korjaamisesta tai poistamisesta.

Mitä 1 momentissa säädetään, koskee myös kadun, liikennealueen ja muun yleisen alueen omistajaa.”

Laissa poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta (284/83) määrätään valtio korvamaan harvemmin kuin kerran 20 vuodessa tapahtuvien *vesistötulvien* aiheuttamia vahinkoja maksimissaan 80 % vahinkomäärästä. Vastaavaa lainsäädännössä määritettyä velvoitetta ei ole merivesi- tai rankkasadetulvista aiheutuneiden vahinkojen korvaamiseen.

3.4.3

Tulviin varautumisen vastuut

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 54 § mukaan asemakaava on laadittava siten, että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle.

Rakennuspaikan soveltuvuus ratkaistaan kaavoituksen tai viimeistään rakennuslupahakemuksen käsittelyn yhteydessä.

Maankäyttö- ja rakennuslain 17 luvun 116 § säädetään rakennuspaikkaa koskevista vaatimuksista seuraavasti:
”Asemakaava-alueella rakennuspaikan sopivuus ratkaistaan asemakaavassa.

Rakennuspaikan tulee asemakaava-alueen ulkopuolella olla tarkoitukseen sovelias, rakentamiseen kelvollinen ja riittävän suuri, kuitenkin vähintään 2 000 neliometriä. Rakennuspaikan soveliaisuutta ja kelvollisuutta harkittaessa on muun muassa otettava huomioon, ettei rakennuspaikalla ole *tulvan, sortuman tai vyörymän vaaraa*. Lisäksi rakennukset on voitava sijoittaa riittävälle etäisyydelle kiinteistön rajoista, yleisistä teistä ja naapurin maasta.”

KKO:n päätösten perusteella (mm. 1981-II-2) on tulkittu, että tietoisuus muutuneiden olosuhteiden vaatimista toimenpiteistä ja niiden laiminlyöminen synnyttävät vahingonkorvausvastuun. *Kaavoittajan tulee siten olla tietoinen tulva-vaaran kehityksestä ja ottaa tämä huomioon kaavoituksessa ja määräyksissä.*

Pelastuslaki (468/2003) määrittelee mm. velvollisuuden omatoimiseen varautumiseen (8 §):

”Rakennuksen omistaja ja haltija, teollisuus- ja liiketoiminnan harjoittaja, virasto, laitos ja muu yhteisö on asianomaisessa kohteessa ja muussa toiminnassaan velvollinen ehkäisemään vaaratilanteiden syntymistä, varautumaan henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa ja varautumaan sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin ne omatoimisesti kykenevät.”

3.5 Käytetyt korkeusjärjestelmät

Valtakunnallisia korkeusjärjestelmiä on useita ja niistä Helsingissä on käytössä NN-korkeusjärjestelmä, jota tässä strategiatekstissä on pääasiassa pyritty käyttämään. NN- ja muiden maalla oleviin korkeuspisteisiin kiinnitettyjen korkeusjärjestelmien (esim. valtakunnalliset N_{43} , N_{60} , LN) nollassa muuttuu jatkuvasti maan kohoamisen seurauksena. Koska maa kohoaa eri nopeudella eri puolella Suomea, vaihtelevat myös eri korkeusjärjestelmien väliset erot eri puolella Suomea.

Meriveden korkeustiedotteissa ja merenkulussa korkeustasot sidotaan lähes poikkeuksetta teoreettiseen keskiveteen MW (käytetään tässä merkintää MW_{teor}). Teoreettisen keskivesi –korkeusjärjestelmän lähtötasona on havainnoista lasketun keskiarvon sijaan merentutkimuslaitoksen laatima ennuste vedenkorkeuden pitkäaikaisesta keskiarvosta. Ennusteessa on otettu huomioon maan kohoaminen sekä meriveden korkeustason nousu. Näiden muuttuvien

tekijöiden vuoksi teoreettisen keskivesi -järjestelmän nollassa ei ole maanpinnan korkeuksien suhteen vakio, vaan se muuttuu vuosittain eli esimerkiksi $MW_{2000} + 0,00 \neq MW_{2008} + 0,00$. Taulukkoon 3-1 on koottu eri korkeusjärjestelmien erot Helsingissä käytössä olevaan NN-korkeusjärjestelmään.

Taulukko 3-1: NN -korkeusjärjestelmän ero eri korkeusjärjestelmiin Helsingin mareografilla.

Korkeusjärjestelmä	N ₄₃	N ₆₀	N ₂₀₀₀	MW ₂₀₀₀	MW ₂₀₀₅	MW ₂₀₁₀
NN nollassa ero ko. järjestelmän nollassa	0 mm	-50 mm	-305 mm	-116 mm	-112 mm	-107 mm

Helsingissä käytössä oleva NN-korkeusjärjestelmä tulee tämän hetkisen näkemyksen mukaan tulevaisuudessa lähestymään teoreettista keskivettä. Tulvanäkökulmasta NN-korkeusjärjestelmä palvelee Helsingissä korkeusjärjestelmänä hyvin ainakin seuraavat 100 vuotta. Tämän jälkeen teoreettisen keskivesi ja NN-järjestelmän ero voi alkaa kasvaa niin suureksi, että järjestelmien sekoittaminen johtaa merkittäviin virheisiin vesi- ja rantarakenteita suunniteltaessa tai rakennettaessa.

3.6 Tulvien havainnointiin liittyvät mittauspisteet Helsingin alueella

3.6.1 Merialue

Merentutkimuslaitoksen virallinen merenpinnan korkeutta Helsingin edustalla mittaava mareografi sijaitsee Kaivopuistossa. Havaintoja siellä on tehty vuodesta 1904 lähtien. Merivedenkorkeus on vaihdellut Kaivopuiston mareografilla vuosien 1904 - 2006 havaintojen perusteella seuraavasti:

HW =	MW _{teor.} + 1,51	(korkein koskaan mitattu)
MHW=	MW _{teor.} + 0,89	(vuotuisten maksimien keskiarvo)
MW=	MW _{teor.} + 0,01	(keskiarvo)
MLW=	MW _{teor.} - 0,63	(vuotuisten minimien keskiarvo)
LW =	MW _{teor.} - 0,92	(matalin koskaan mitattu)

Edellä esitetyt korkeudet on sidottu merialueilla käytettyyn teoreettiseen keskivesi järjestelmään, josta on tarkempi kuvaus kappaleessa 3.5.

3.6.2 Vantaanjoen vesistö

Vesipinnan viettäessä jokivesistössä joen laskusuuntaan päin määritetään vedenkorkeudet eri osalla jokea joessa havaittujen tai arvioitujen virtaamien perusteella. Helsingin alueella Vantaanjoen virtaamasta tehdään havaintoja Oulunkylässä. Oulunkylän virtaama määritetään Vantaanjoen pääuoman (Myllymäen mittauspiste Vantaalla) ja Keravanjoen (Hanalan mittauspiste Vantaalla) virtaamien summana. Vuosien 1937 - 2004 tehtyjen havaintojen perusteella virtaama Oulunkylässä on vaihdellut seuraavasti:

HQ =	317 m ³ /s	(korkein koskaan mitattu)
MHQ =	133 m ³ /s	(vuotuisten maksimien keskiarvo)
MQ =	16 m ³ /s	(keskiarvo)
MNQ =	2 m ³ /s	(vuotuisten minimien keskiarvo)
NQ =	0,6 m ³ /s	(matalin koskaan mitattu)

Tulvastrategia

Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa /5/ on arvioitu vastaavalle ajanjaksolle (1937 - 2004) virtaamien perusteella seuraavat vedenkorkeuden ääriarvot Vantaanjoessa Oulunkylän kohdalla:

HW	=	noin NN + 9,0	(korkein koskaan mitattu)
MHW	=	NN + 7,55	(vuotuisten maksimien keskiarvo)
MW	=	NN + 6,28	(keskiarvo)
MNW	=	NN + 5,92	(vuotuisten minimien keskiarvo)
NW	=	NN + 5,79	(matalin koskaan mitattu)

Vantaanjoen tulvantorjuntasuunnitelmassa on käytetty N_{60} korkeusjärjestelmää. NN ja N_{60} korkeusjärjestelmien erona Oulunkylässä on tässä käytetty 60 mm.

Loppuvuodesta 2004 alkaen Vantaanjoen vedenkorkeuksia on mitattu Vanhankaupungin limnigrafilla, joka sijaitsee noin 2 km Oulunkylän virtaaman määrittämissä alavirtaan.

4. Tulvat Helsingissä

4.1 Tulvatyytit

4.1.1 Yleistä

Tulva on perinteisesti määritelty vesistön pinnan väliaikaiseksi nousuksi normaalia korkeammalle ”yli äyräidensä”. Kaupungistumisen myötä paikallisia tulvia aiheuttavat myös vettä läpäisemättömille alueille osuvat rankkasateet sekä suurten vesijohtojen tai kaukolämpöputkien rikkoutumiset.

Tulvat jaetaan tässä seuraaviin tulvatyyppisiin:

- merivesitulvat
- rankkasadetulvat
- jokitulvat
- putkirikoista johtuvat tulvat

4.1.2 Merivesitulvat

Helsingin edustan merialueen tulvakorkeuksiin vaikuttavat Itämeren vesitase eli käytännössä se, kuinka paljon vettä Tanskan salmista on päässyt virtaamaan Pohjanmerestä Itämereen, tuulisuus ja ilmanpaine eri osissa Itämeren vesipinnan ominaisheilahtelu. Rannikkoalueen tulvatilanne muodostuu usein näiden osatekijöiden yhteisvaikutuksesta. Liitteessä 1 on käyty tarkemmin läpi Itämeren vedenkorkeuteen vaikuttavia tekijöitä sekä esitetty arvio kunkin osatekijän vaikutuksen suuruusluokasta Helsingin edustan tulvakorkeuksiin.

4.1.3 Rankkasadetulvat

Rankkasadetulva syntyy, kun hulevesiviemärin, ojan tai muun vedenhousreitin välityskyky ylittyy rankkasateella. Tällöin satanut vesi nousee kaduille ja tonteille, mikä voi aiheuttaa vahinkoja veden kastellessa rakenteita ja päästessä maanalaisiin tiloihin. Hulevesiviemäreitä ei ole taloudellista mitoitaa suurimman ennustettavissa olevan sateen mukaan, vaan tulvavedet ohjataan tulvareittejä pitkin purkuvesistöihin tai imeytysalueille.

Mikäli rankkasateen aikana myös viemärin purkuvesistön veden pinta on korkealla, vesi padottuu purkuputkiin, mikä edelleen lisää veden nousua rankkasadetulva-alueella. Rankkasadetulviin varautumista ja vahinkojen estämistä on käsitelty tarkemmin hulevesistrategiassa /3/.

4.1.4 Jokitulvat

Jokitulvia Helsingissä aiheuttaa Vantaanjoen vesistön pinnan nousu Vantaanjoessa ja Keravanjoessa. Merkittävimmät tekijät Vantaanjoen tulvia ajatellen ovat sateisuus sekä lumien sulaminen valuma-alueella. Sateiden vaikutus korostuu etenkin talviaikaan, jolloin haihduntaa ei ole ja sadeveden imeytymien maaperään on roudan vuoksi estynyt.

Vantaanjoen tulviessa vahingoille alttiina Helsingin alueella ovat erityisesti osa Savelan asuinalueesta sekä Oulunkylän siirtolapuutarha-alue.

Vantaanjoen tulvavahinkoja ja Helsingin alueen haitallisia tulvakorkeuksia on käsitelty tarkemmin Uudenmaan ympäristökeskuksen laatimassa Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelmassa /5/ sekä julkaisussa Oulunkylän alueen tulvasuojelun toteutusmahdollisuudet /6/.

4.1.5

Putkirikot

Putkirikotulvat ovat vaikutusalueeltaan edellä mainittuja muita tulvia pienempiä, mutta ne voivat olla paikallisesti vaarallisia. Putkirikosta paineella purkautuva vesi voi nopeasti huuhdella maata putken rikkoutumiskohdan ympäriltä, minkä seurauksena voi syntyä vaaratilanteita aiheuttava painanne maan pinnalle esimerkiksi katualueelle. Putkirikko voi aiheuttaa paikallisia tulvia myös maanpinnan alapuolisissa tiloissa, kuten kellareissa ja tunneleissa. Mikäli kyseessä on kaukolämpöputken rikkoutuminen, veden kuumuus voi aiheuttaa muista tulvista poikkeavia vaaratilanteita. Yhteiskäyttötunnelissa sattuva putkirikko voi aiheuttaa käyttökatkoksia ja vaurioita tunnelissa oleville muille järjestelmille.

Tulvan torjuntaa teknisissä tunneleissa on käsitelty kiinteistöviraston geoteknisen osaston laatimassa toimintaohjeessa /7/.

4.2 Helsingin alttius tulville

Helsingin rantojen topografia on vaihteleva, ja kaupungin koko pinta-alasta on varsin pieni osa niin matalalla, että merivesi voi noustessaan päästä kaduille ja rakennusten maanpäällisiin osiin. Tuulen nostattama veden pinta ja aallokko aiheuttavat kuitenkin merenrannassa ajoittain ongelmia rakennetuilla alueilla. Uusilla ranta-alueilla on rantarakenteiden ja rakennuskorkeuksien suunnittelussa pyritty ottamaan huomioon meriveden pinnan vaihtelu sekä aallokon vaikutus.

Tammikuussa 2005 Suomen etelärannikolla tapahtui poikkeuksellinen meren pinnan nousu, joka aiheutui neljän eri tekijän, osin yhtäaikaisesta, vaikutuksesta. Nämä tekijät olivat suuri kokonaisvesimäärä Itämeressä, tuulen suunnan vaikutuksesta johtuva meren pinnan nousu, ilmanpaine-erojen aiheuttama meren pinnan nousu sekä ns. "kylpyamme-efekti" eli seiche. Meren pinnan korkealla pysyminen on yleensä Suomenlahden rannikolla hyvin lyhytaikaista, mutta vuonna 2005 tulvan kesto oli poikkeuksellisen pitkä, noin kymmenen tuntia. Merentutkimuslaitos arvioi Helsingissä mitatun tulvahuipputason $MW_{\text{teor.}} + 1,51$ (vastaa tasoa NN + 1,40) toistuvuudeksi noin kerran 110 vuodessa.

4.3 Tulvien aiheuttamat vauriot ja riskit

Meriveden pinnan noususta ja liikkeistä tai muista syistä tulvivasta vedestä aiheutuvat, tunnistetut haitat ja riskit Helsingissä ovat seuraavat:

Kadut: Veden nousu kaduille aiheuttaa haittaa liikenteelle ja katualueilla sijaitseville rakenteille. Vesi pääsee kaduilta kellareihin, jos viemäreiden kapasiteetti ei riitä rankkasateella tai sadevesikaivot ovat tukossa. Toisaalta kadut toimivat tulvavettä pois ohjaavina tulvareitteinä.

Matalalle rakennetut alueet: Veden nousu matalalle rakennetuille tonteille rajoittaa tontin käyttöä ja vaurioittaa rakenteita. Jos vesi pääsee kellareihin, se aiheuttaa sisätiloissa vaurioita sekä rakennuksen alaosaan kosteus- ja homevaurioita. Tontin salaojitus ja pintavesien pois johtaminen tontilta ovat tavannaista vaativampia tehtäviä.

Satama- ja varastokentät: Suolainen vesi aiheuttaa tulviessaan vaurioita varastoiduille ja kuljetettaville tavaroille (esim. autot ja kontit)

Maanalaiset tilat: Veden pääsy maanalaisiin tunneleihin (metro, yhteiskäyttötunnelit, keskustan yleiset jalankulkutunnelit, maanalaiset pysäköintitilat ja rakennusten syvät kellaritilat) aiheuttaa käyttökatkoksia ja rajoituksia, vaurioittaa rakenteita kellareissa ja alapohjissa sekä sisätiloissa, aiheuttaa vaaratilan-

teita käyttöhenkilökunnalle, riskejä loukkaantumiseen ja jopa hengenvaaran; sähkön ja veden jakelussa tapahtuu katkoksia.

Muuntamot, sähkö- ja telekeskukset, katukaapit, tietoliikenneverkon laitekeskukset yms.: Veden pääsy sähkö- ja telelaitetiloihin aiheuttaa rakenteille vaurioita ja sähkön toimituksen katkoja sekä viestiliikenteen toimintahäiriöitä; vuotavien läpivientien kautta vesi voi päästä sähkölaitekaappeihin ja -tiloihin.

Työmaiden auki olevat kaivannot: Kaivantojen, avoimien rakenteiden, esimerkiksi keskeneneräisten seinämien ja rakenteilla olevien putkiliitosten, kautta vesi voi päästä johonkin läheiseen maanalaiseen tilaan.

Sekavesiviemärit: Kantakaupungin sekavesiviemärien kautta pumppaamoille ja Viikinmäen puhdistamolle tuleva virtaama kasvaa poikkeuksellisessa tulvatilanteessa liian suureksi ja jätevetä voidaan joutua purkamaan tilapäisiin paikkoihin; hulevedet voivat nousta kaduille ja kellareihin.

Aallokon aiheuttamia haittoja ovat rantarakenteiden rikkoutuminen sekä eroosio veden huuhteluvaikutuksesta; myrskyt rannoilla (tuuli ja vesi) voivat aiheuttaa vaurioita satamalaitteille ja pienveneille sekä laitureilla olevalle omaisuudelle.

Hulevesiviemärit: vesistöön ja mereen purkavat hulevesiviemärit padottavat alajuoksun täytyessä vedellä meren pinnan noustessa. Meren pinnan noustessa mereen purkavien hulevesiviemäreiden vesi virtaa eri suuntaan ja aiheuttaa meren rantojen ulkopuolisille alhaisille alueille (esim. Rautatientori) tulvia ellei niitä ole varustettu takaiskuventtiileillä (tai ne eivät toimi, esim. ovat juuttuneet kiinni).

Riskikohteita Helsingissä ovat mm.:

- kauppatorin alue, vanha kauppahalli, keskustan arvokiinteistöt
- Hakaniemen ranta, Merihaka, Sörnäisten rantatie
- Laajasalon ranta-alueet ja Sarvastonkaaren alue
- Marjaniemi ja Vartiokylänlahden alueet
- alueet Lauttasaarella, Munkkiniemessä, Viikissä, Tammisalossa ja Mellunkylässä
- Vantaanjoen tulva-alueet Oulunkylässä ja Savelassa
- Pikku-Huopalahti
- Talinranta

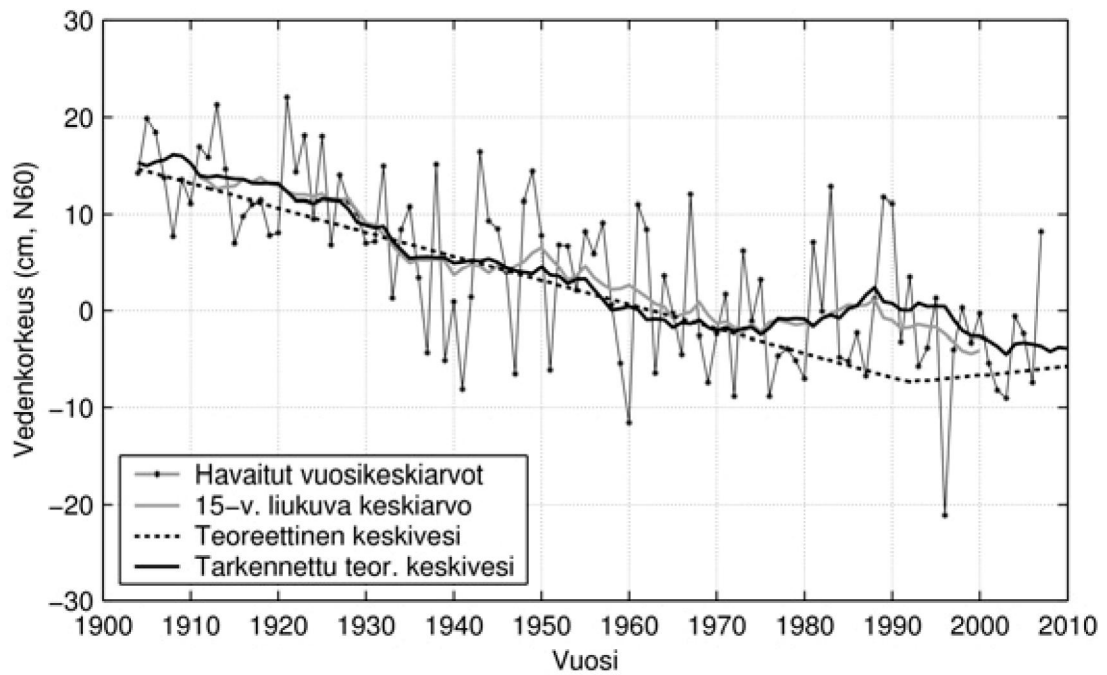
Tulvastrategian liitteeksi laadittiin Helsingin alueelta korkeustasokartta, jossa on esitetty tulvavaara-alueet veden noustessa korkeustasoille NN +1,40 ja NN +2,30. Tulvavaarakartan aluerajaukset perustuvat koko kaupungin kattavaan laserkeilausaineistoon vuosilta 2004 - 2007. Tulvavaarakartta on esitetty liitteenä 4.

4.4 Tulvat tulevaisuudessa

4.4.1 Merivesitulvat

Merivedenpinnan nousun ennustetaan kiihtyvän myös Helsingin edustalla. Tämä perustuu arvioihin, joiden mukaan Itämeren vesitase on kääntymässä Pohjanlahdelta Itämereen päin ja valtamerien pinnan nousu kiihtyy. Näiden ilmiöiden seurauksena merivedenpinnan nousunopeus ohittaa Helsingin seudulla määritetyn maanpinnan nousunopeuden. Helsingin rantaviiva ei siis pitkällä aikavälillä enää pakene ulapalle päin vaan nousee maa-alueelle päin.

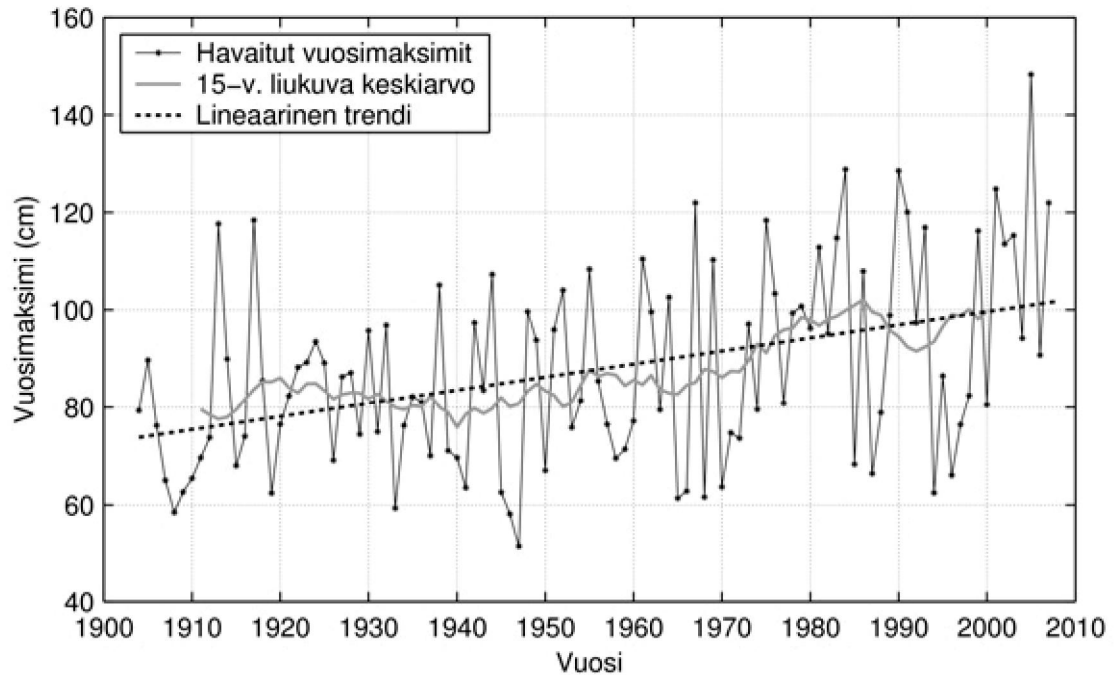
Kuvasta 4-1 on nähtävissä, että viime vuosikymmeninä vedenkorkeuden pitkäaikainen keskiarvo (liukuva keskiarvo tai tarkennettu teoreettinen keskivesi) ei enää seuraa aiemmin vallinnutta suoraviivaista muutosta (teoreettinen keskivesi vuosina 1900 - 1990). Poikkeaman todennäköinen syy on vallitsevien länsituulten lisääntyminen ja sitä kautta Itämeren vesitaseen muutos.



Kuva 4-1: Vedenkorkeuden vuosikeskiarvot Helsingin Kaivopuiston edustalla, samoin kuin pitkäaikaisvaihteluita kuvastava 15 vuoden liukuva keskiarvo. Vuodesta 2000 eteenpäin tarkennettu teoreettinen keskivesi perustuu osin ilmastonmuutoksen huomioon ottaviin ennusteisiin (Kahma & Johansson 2008).

Itämeren vesitaseen muutoksista sekä muista Itämeren vedenpinnan tuleviin korkeuksiin vaikuttavista tekijöistä on kerrottu tarkemmin liitteessä 2.

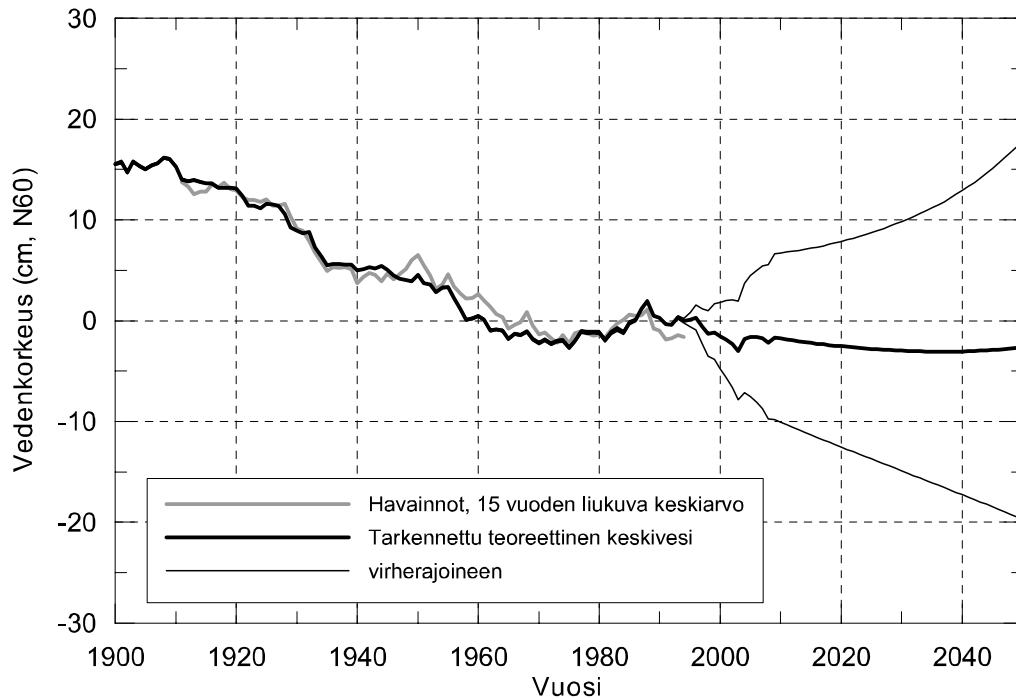
Tehtyjen havaintojen perusteella Itämeren korkeimmat vedenkorkeudet näyttävät olevan kasvussa.



Kuva 4-2: Vedenkorkeuden vuosittaiset maksimiarvot Helsingin edustalla tarkennetun teoreettisen keskiveden suhteen, sekä lineaarinen trendi ja 15 vuoden liukuva keskiarvo (Kahma & Johansson 2008).

Kuvassa 4-2 esitettyä maksimiarvojen kasvutrendiä maalta käsin, esimerkiksi tulva-alueiden näkökulmasta tarkasteltaessa, tulee huomioida jatkuva muutos merivedenpinnan ja maanpinnan keskinäisessä suhteessa. Kuvassa esitetty kasvutrendi, noin 25 cm 100 vuodessa, on samaa suuruusluokkaa kuin teoreettinen keskivesi on vastaavana aikana ollut Helsingissä jotain maalla käytettyä korkeusjärjestelmää (esimerkiksi NN tai N_{60}) alempana (kuvassa 4-1 teoreettisen keskiveden ja N_{60} -korkeusjärjestelmän ero on noin 20 cm 1900-luvun aikana). Tämä tarkoittaa, että merenpinnan maksimiarvojen kasvutrendi ei ole vielä juurikaan käytännössä näkynyt Helsingissä suhteessa maanpinnan korkeuspisteisiin. Mikäli teoreettisen keskivesikorkeusjärjestelmän nolataso kääntyy maalla käytettyjen korkeusjärjestelmien nolatasojen suhteen nousuun, mikä on tällä hetkellä vallitseva käsitys (teoreettisen keskiveden kulmakertoimen muutos 1990-luvun alussa kuvassa 4-1), ja vedenkorkeuksien maksimien kasvutrendi jatkuu, tulee kasvutrendi näkymään maan kiintopisteiden suhteen vielä korkeusjärjestelmien suhteen muutoksen verran kuvassa 4-2 esitettyä trendiä suurempana.

Valtameren pinnankorkeusennusteet, maan kohoamisen ja Itämeren vesitasemuutokset huomioon ottaen Merentutkimuslaitos on vuonna 2002 laatinut ennusteen keskiveden korkeuksista Helsingin edustalle vuosille 1900 - 2050. Ennuste on esitetty kuvassa 4-3.



Kuva 4-3: Keskimääräisen vedenkorkeuden skenaario Helsingin edustalla vuosille 1900-2050. Keskiveden virherajat saadaan laskettua ottamalla huomioon valtameren pinnan nousuennusteen ja Itämeren vesitaseindeksin ennusteen virherajat. Virherajojen tarkkaa todennäköisyyttä ei ole määritetty; Merentutkimuslaitoksen laskelmissa niiden katsotaan edustavan 90% rajoja (Kahma & Johansson 2002).

Merentutkimuslaitoksen vuoden 2002 ennusteen laadinnan jälkeen IPCC on julkaissut neljännen arviointiraporttinsa, jossa esitettyjen skenaarioiden mini- ja maksimiarvojen ero on Merentutkimuslaitoksen kuvassa 4-3 esittämää arviota pienempi. Merentutkimuslaitoksen ennusteessa Suomen rannikon vedenkorkeuksista otetaan huomioon myös IPCC:n lisäksi muiden tutkimusorganisaatioiden ja -laitosten ennusteet tulevista meriveden korkeuksista merentutkimuslaitoksessa sopiviksi arvioiduilla painotuksilla.

Merenpinnan on todettu jo nyt nousevan jonkin verran Helsingin alueella mitattua maankohoamista nopeammin. Mikäli merenpinnan nousu edelleen kiihtyy, kuten on ennustettu, tarkoittaa se, että merkittävien tulvien toistumistodennäköisyys tulee kasvamaan Helsingissä ajan myötä. Tämä tulee ottaa huomioon etenkin yhteiskunnan toimintojen kannalta tärkeitä tai pitkäikäiseksi mitoitettavia rakennuksia tai toimintoja rannikkoalueille suunniteltaessa. Merkittävän tulvan toistumisen todennäköisyyden kasvaminen tulevaisuudessa tarkoittaa myös pienempien tulvien todennäköisyyden kasvamista. Näin ollen on mahdollista, että ennen merkittävää tulvaa siitä saadaan varoituksia pienempien tulvien muodossa. Vaikeutena on näiden "varoitusten" oikea tulkinta. Tulvien toistuvuutta on käsitelty tarkemmin liitteessä 3.

4.4.2

Rankkasadetulvat

Ilmastonmuutoksen seurauksena sateiden intensiteetin ennustetaan kasvavan Suomessa tulevaisuudessa. Paikalliset intensiteetiltään rajut sateet aiheuttavat rakennetulle alueelle osuessaan lähes poikkeuksetta paikallisen tulvatilanteen. Rankkasateiden intensiteetin kasvun myötä tulvia tulee esiintymään Helsingissä myös alueilla, jotka ovat "perinteisten" tulva-alueiden ulkopuolella.

Ilmastonmuutoksen ennustetaan vaikuttavan Pohjois-Euroopassa lämpötiloja nostavasti ja sademääriä kasvattavasti. Sademäärien ennustetaan lisääntyvän erityisesti talviaikaan. Sademäärien lisääntymisellä ja lämpötilan nousulla on suorat vaikutukset myös Vantaanjoen tulviin.

Talveen ajoittuvat sateet ohjautuvat kesäaikaa suoraviivaisemmin ja täysimääräisemmin pintavaluntana jokivesistöön, sillä haihduntaa ja imeytymistä maaperään ei käytännössä ole. Talvitulvat tulevat siis tulevaisuudessa lisääntymään. Lämpötilan nousu aiheuttaa lumen kertymisen pienenemistä koko vesistön valuma-alueella, mikä pienentää kevättulvia. Tulvahuippu on vielä toistaiseksi saavutettu Vantaanjoen vesistössä tyypillisesti juuri keväällä.

Vantaanjoen vesistön tulevien tulvahuippujen korkeustason tai ajankohdan mahdollisen muutoksen arviointia varten tulisi tehdä erilliset mallinnukset ja laskelmat, jollaisia Suomen ympäristökeskus on muihin vesistöihin laatinut. Suomen ympäristökeskuksen tekemien laskelmien perusteella ilmastonmuutoksen seurauksena osassa vesistöjä tulvahuiput nousevat ja osassa laskevat. Vesistöissä, joissa tulvahuippujen arvioidaan kasvavan, maksimivirtaamat ovat kasvaneet noin 10 – 20 %.

5. Strateginen toimenpidesuunnitelma

5.1 Yleistä

Toimenpidesuunnitelman alussa on pyritty selvittämään kaupungin ja kiinteistöjen vastuita tulvasuojelussa sekä erityyppisiin tulviin liittyviä suunnittelun mitoituskriteerejä.

Tulvavaaran huomioon ottamiseen liittyviä toimenpiteitä on käsitelty hallintokunnittain uusien ja rakennettujen alueiden osalta. Tiukkaa rajausta uusien ja rakennettujen alueiden välillä ei kuitenkaan ole aina tarkoituksen mukaista tehdä, sillä uudet alueet liitetään käytännössä aina rakennettuihin alueisiin ja rakennetuille alueille voidaan suunnitella itsenäisiä uusia kokonaisuuksia. Moni toimenpide edellyttää hallintokuntien välisen yhteistyön tiivistämistä, mikä onkin osoittautunut tämän työn kuluessa yhdeksi kehitettäväksi asiaksi.

Toimenpidesuunnitelman loppuksi on esitetty tulvatorjunnan kehitystoimenpiteitä, kustakin toimenpiteestä vastuullinen hallintokunta sekä toimenpiteen toteutuksen resurssitarve ja aikataulu.

5.2 Vastuujako

Asemakaava-alueella vastuu tulvien huomioon ottamisesta on ensisijaisesti kaupungin kaavoitusviranomaisella. Maankäyttö- ja rakennuslaissa, asemakaavan sisältövaatimusten yhteydessä, edellytetään luotavan mm. terveellistä ja turvallista elinympäristöä (54 §), minkä voidaan katsoa tarkoittavan rakentamisen sijoittamista alueille, joilla ei ole tulvan, sortuman tai vyörymän vaaraa. Rakennuspaikkaa koskevien vaatimusten yhteydessä (116 §) todetaan: "Asemakaava-alueella rakennuspaikan sopivuus ratkaistaan asemakaavassa".

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on myös oma vastuunsa. Sitä korostaa maankäyttö- ja rakennuslain 119 §, jossa on säädetty seuraavaa: "Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti." Rakennuslupaa haettaessa rakennusvalvonta tarkistaa, että asianmukaiset suunnitelmat on laadittu. Helsingissä edellytetään rakennuslupa-asiakirjoihin viemäreille Helsingin Veden antama liitoskohtalausunto, jossa padotuskorkeus on määritetty. Padotuskorkeus on korkeustaso, jolle vesi voi hetkellisesti nousta ilman että se aiheuttaa haittaa viemärin toimivuudelle. Padotuskorkeuden alapuolelle ei tule rakentaa ohjeissa määriteltyjä tiloja.

Tulvasuojelun pääperiaatteena on, että kaupunki hoitaa yleisten alueiden, kuten katujen, puistojen ja liikuntapaikkojen tulvasuojelua sekä vastaa laajempien alueiden tulvasuojelusuunnitelmien laadinnasta ja tulvasuojelurakenteiden rakentamisesta.

Kiinteistöt vastaavat omistamallaan alueilla tulvasuojelusta. Kiinteistön piha-alueelle tulee rakentaa vedenpoistojärjestelmä (sadevesi-/hulevesiviemäröinti) sekä salaojitus. Vedet johdetaan kiinteistön sijainnista riippuen kaupungin hulevesiviemäriin, tontin ulkopuolelle avo-ojaan tai vesistöön. Kattovedet johdetaan myös vedenpoistojärjestelmään. Mikäli kiinteistön sijainti ja korkeusasema ovat sellaisia, että meren tai joen tulvavesi pääsee nousemaan kiinteistölle tai rankasade aiheuttaa tulvimista, on kiinteistön hankittava tarvittaessa pumput ja pumpattava tulvavesi pois esimerkiksi kellareista.

Tulviin varautumiseen liittyviä vastuita ja tulvavahinkojen korvausvastuita on käsitelty tarkemmin mm. oikeustapausten pohjalta kappaleessa 3.4.

5.3 Suunnittelun lähtötiedot erityyppisille tulville

5.3.1 Merivesitulva

Merenpinnan nousun aiheuttamiin tulviin varautumisessa, noudatetaan maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön opasta *Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa – Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista /2/*. Oppaassa keskimäärin kerran seuraavan 200 vuoden aikana toistuvan tulvan korkeudeksi on arvioitu Helsingin edustalla NN +2,25. Alimpia rakentamiskorkeuksia määritettäessä edellä mainittuun korkeustasoon tulee lisätä rakennuspaikkakohtainen aaltoiluvara, jonka määrittämiseksi tulee tehdä erillinen aaltoilutarkastelu.

Sekavesiviemärien ylivuotojen kynnykskorkeus on normaalisti vähintään yli tason NN +0,80.

Litteenä 6 olevassa tulvavaara-aluekartassa on esitetty värillisenä maa-alueet, joiden korkeustaso on tasojen NN +1,40 ja NN +2,30 alapuolella. Kartta perustuu laserkeilauksella vuosina 2004 - 07 mitattuihin korkeusdata-aineistoihin eikä siinä ole huomioitu jo suunniteltuja tulvapenkereitä tai tulevien rakennusalueiden täyttötasoja.

5.3.2 Hulevesitulva

Sadevesiviemäreiden suunnittelussa käytetään apuna ns. mitoitussadetta. Mitoitussateella tarkoitetaan suurinta sadevesimäärää, jonka välittömäksi poisjohtamiseksi viemäri mitoitetaan ja se määritellään ottamalla huomioon sateen toistuvuus, sateen kesto aika ja sateen rankkuus. Helsingissä erillisviemäröinnin mitoitussateena käytetään kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 10 minuutin rankkasadetta, rankkuudeltaan 125 l/s/ha. Viemäreitä ei kuitenkaan mitoiteta tätä suurempien sateiden mukaan, koska tällöin putkikoot muodostuisivat suhteettoman suuriksi. Rankkasateiden aikana lyhytaikainen tulviminen ja lammituminen voidaan sallia alueilla, joissa vahingot eivät ole merkittäviä. Lähtökohtaisesti hulevesitulvat ohjataan vahinkoalueilta pois tulvareittejä pitkin.

Mitoitussadetta suuremmista sateista johtuvien vesimäärien poisjohtamiseksi suunnitellaan ja rakennetaan tulvareittejä tai tulvaputkia, jotka mitoitetaan kerran 50 vuodessa tapahtuvalle 10 minuutin rankkasateelle, jonka intensiteetti on 275 l/s/ha.

5.3.3 Vesistötulva Vantaanjoella

Uudenmaan ympäristökeskus on laatinut Vantaanjoen vesistöä tulvantorjunnan toimintasuunnitelman vuonna 2006 ja yksityiskohtaiset tulvavaarakartat vuonna 2007. Helsingin merkittävimmät tulvavahingot Vantaanjoen varrella aiheutuvat veden noustessa Oulunkylän siirtolapuutarha-alueelle sekä Savelan asuinalueelle. Alueet sijaitsevat samalla kohtaa jokea sen eri puoliilla. Tulvavaarakarttojen piirtämisessä Helsingin alueella on käytetyt toistuvuudet ja näitä vastaavat tulvavirtaamat ja tulvavedenkorkeudet Oulunkylässä ja Savelassa on koottu taulukkoon 5-1:

Taulukko 5-1: Vantaanjoen yksityiskohtaisissa tulvavaarakartoissa käytetyt toistuvuudet ja niitä vastaavat virtaamat ja vedenpinnan korkeudet Oulunkylässä ja Savelassa.

Tulvan toistuvuus	Virtaama Oulunkylässä	Vedenpinnan korkeus Oulunkylässä/Savelassa
1/20	214 m ³ /s	NN +8,25
1/50	246 m ³ /s	NN +8,47
1/100	270 m ³ /s	NN +8,62
1/250	301 m ³ /s	NN +8,81

Suurimman Vantaanjoessa mitatun kevään 1966 tulvan virtaamaksi arvioitu Oulunkylässä noin 317 m³/s. Tulvavedenkorkeudeksi on arvioitu Oulunkylän ja Savelan kohdalla tällöin noin NN +9,00. Tulva on arvioitu erittäin poikkeukselliseksi ja sen toistuvuudeksi on arvioitu harvemmin kuin kerran 350 vuodessa.

Vantaanjoen vesistössä esiintyviä tulvia on käsitelty tarkemmin Uudenmaan ympäristökeskuksen laatimassa raportissa: "Vantaanjoen vesistön tulvantorjunnan toimenpidesuunnitelma, 2006"/5/. Alustava suunnitelma Oulunkylän ja Savelan alueiden suojaamiseksi tulvaperikereillä on esitetty selvityksessä "Oulunkylän alueen tulvasuojelun toteutusmahdollisuudet" /6/.

5.4 Tehtävät uusilla alueilla

5.4.1 Kaupunkisuunnitteluvirasto

Kaupunkisuunnitteluvirasto vastaa Helsingin maankäytön suunnittelusta eri kaavatasoilla. Maankäytön suunnittelu on keskeisessä asemassa tulviin varautumisessa. Eri kaavatasoilla tulvariskeihin varaudutaan seuraavasti:

- Yleiskaavatasolla tehtävien tarkasteluiden ja suunnitelmien tavoitteena on saada tulvariskeistä kokonaiskuva ennen etenemistä yksityiskohtaisempaan suunnitteluun. Helsinkiin on laadittu myös maanalainen yleiskaava, jossa on määräyksiä tulvien huomioon ottamisesta.
- Osayleiskaavassa päätetään pintavesien hallinnan periaatteet, siinä myös varmistetaan kaavamääräyksiin ja -merkinnöin riittävä ohjausvaikutus tulvien huomioon ottamiseksi asemakaavoituksessa.
- Asemakaavatasolla ohjataan rakentamista kaavamääräyksiin ja -merkinnöin siten, että rakennukset, rakenteet, ja verkostot sijoittuvat tarkoituksenmukaisesti ottaen huomioon mahdolliset tulvariskit ja vesistöpenkereiden sortumavaara.

Seuraavissa kappaleissa maankäytön suunnittelua on tarkasteltu erikseen erityyppisten tulvien näkökulmista sekä tuotu esiin maankäytön suunnittelussa tarvittavia tulvia koskevia erillisselvityksiä.

5.4.1.1 Merivesitulviin varautuminen

Kaavoitettaessa uusia merenranta-alueita tavoitteena on, että rakennukset ja rakenteet, joille aiheutuu tulvista haittaa sijoitetaan riittävälle korkeustasolle haittojen välttämiseksi. Vähäpätöisempiä rakennelmia voidaan niiden arvon ja vedenkestävyyden perusteella sijoittaa harkinnan mukaan myös tätä alemmalle korkeustasolle. Alimman korkeusaseman määrittämiseen vaikuttavat useat paikalliset tekijät, joten yleispätevää korkeutta Helsingin rannikolle ei voida antaa, vaan jokaisen kohteen alin rakentamiskorkeus on määriteltävä erikseen kappaleessa 5.3.1 esitetyn mukaisesti.

Merivesitulvan kannalta riskittömät tasot eri maankäyttömuodoille määritellään osayleiskaavan yleistasaussuunnitelmassa. Asemakaavassa ohjataan rakentamista kaavamääräyksiin ja -merkinnöin siten, että rakennukset, rakenteet ja

verkostot sijoittuvat tarkoituksenmukaisesti ottaen huomioon mahdolliset tulvariskit ja tulvapenkereiden sortumisvaara.

5.4.1.2 Rankkasadetulviin varautuminen

Rankkasateiden aiheuttamiin tulviin varaudutaan osayleiskaavoitukseen liittyvässä hulevesien hallintasuunnitelmassa ratkaisemalla alueellisen kuivatuksen ja pintavesien hallinnan periaatteet mm. se, käytetäänkö täydellistä sadevesiviemäriä vai erilaisia käsittelymuotoja kuten hidastusta tai imeytystä. Suunnitelmassa selvitetään nykyiset pintavalunnan reitit ja otetaan ne huomioon maankäytössä. Määritellään mahdollisten lammikoiden ja kosteikkojen tilantarpeet sekä sijoituspaikat. Osayleiskaavassa varmistetaan kaavamääräyksiin ja -merkinnöihin riittävästä ohjausvaikutuksesta asemakaavoitusta varten.

5.4.1.3 Vantaanjoen vesistön tulviin varautuminen

Uudenmaan ympäristökeskus on laatinut Vantaanjoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelman. Suunnitelmaan sisältyy mm. tulvavahinkojen ja riskikohteiden kartoitus, tulvantorjuntamahdollisuuksien kehittäminen sekä ohjeistusta tulvavahinkojen ennaltaehkäisyyn rakentamisen ja rantojen käytön ohjauksella.

Kaavoittajan tehtävät Vantaanjoen vesistön tulvasuojelussa liittyvät rantojen rakentamisen ja rantojen muun käytön ohjaukseen. Kaavoittajan tulee huolehtia siitä, että tulva-alueille ei osoiteta sellaista maankäyttöä, jolle tulvasta on haittaa ja toisaalta varata alueet mahdollisille tulvasuojelurakenteille, kuten rantapadoille ja pumppaamoille. Toimenpiteet koskevat kaikkia kaavatasoja.

5.4.1.4 Maankäyttöön liittyvät tutkimukset ja selvitykset

Kaavoitusprosessiin liittyen kaava-alueilla tehdään useita tutkimuksia ja selvityksiä, jotka palvelevat myös tulvasuojelua. Pohjatutkimusten ja rakennettavuusselvityksen avulla määritellään maaperän laatu, esirakentamistarve sekä rakennusten ja rakenteiden alustavat perustamistavat. Ranta-alueilla selvitetään stabiliteettilaskelmin rakentamiskelpoisuus tulvien sekä sortuma- ja vyörymäherkkyyden varalta. Maaperän pilaantuneisuustutkimusten perusteella tehdään arviot maaperän kunnostusmenetelmistä ottamalla huomioon myös tulvariski.

Asemakaavoituksen yhteydessä laaditaan kuivatuksen yleissuunnitelma. Suunnitelmassa esitetään katujen alustava tasaus, sadevesiviemäreiden sekä avo-ojien sijainti ja tulvareitit. Tulvareitit ja tarvittaessa myös avo-ojat merkitään asemakaavakarttaan. Tulvareittien varmistaminen asemakaavassa on erityisen tärkeää, koska niitä pitkin hoidetaan mitoitusadetta suuremmista sateista aiheutuvien vesimäärien poisjohtaminen hallitusti katupintoja, painanteita ja muita tulvareittejä pitkin vesistöihin tai paikkoihin, joissa niistä ei aiheudu vahinkoa kadun käyttäjille tai kiinteistöille.

5.4.2 *Rakennusvalvontavirasto*

Rakennusvalvontaviranomainen neuvoo ja valvoo rakennusten suunnittelua sekä myöntää hankkeille rakennusluvut. Viranomaisen tehtävänä on osaltaan valvoa, että rakentamisessa noudatetaan mitä maankäyttö- ja rakennuslaissa tai sen nojalla annetuissa asetuksissa säädetään tai määrätään. Rakennusvalvonta voi myös antaa neuvoja kiinteistöjen omaehtoiseen tulvasuojeluun.

Rannikkoalueiden alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseen tonttikohtaisesti tarvitaan nykyistä tarkempaa tietoa vedenpinnan korkeuksista eri osissa kaupunkia. Itämeren altaan vedenpinnan heilahtelusta johtuen merivedenkorkeus sisälahtien perukoilla voi olla aivan muuta kuin avoimilla niemillä. Toisaal-

ta taas avoimilla niemillä aallonkorkeus on huomattavasti korkeampi kuin suojaisissa lahdissa. Näistä syistä merivedenkorkeutta pitäisi seurata useista olosuhteiltaan vaihtelevista havaintopisteistä Helsingin rantaviivalla.

5.4.3 *Rakennusvirasto*

Rakennusvirasto vastaa kaupungin yleisten alueiden, katujen, puistojen sekä mm. tulvapenkereiden ja muiden tulvapatoina toimivien rakenteiden suunnittelu- ja rakentamistehtävistä.

Kadun suunnittelussa tärkein lähtötieto on asemakaava, jossa on määritelty mm. katualueen rajat, kadun asema liikenneverkossa, ympäröivä maankäyttö sekä katujen ja alueiden likimääräinen korkeusasema. Rakennusvirasto määrittelee lopulliset katukorkeudet, jotka vaikuttavat suoraan virallisiin tonttikorkeuksiin. Katujen suunnittelussa otetaan huomioon katujen korkeusaseman lisäksi myös kaduille sijoitettavien teknisten laitteiden tarvitsema tila ja sellainen korkeusasema, että laitteet eivät jää tulvivan veden alle. Näitä laitteita ovat mm. sähkönjakelu- ja tietoliikenneverkostojen jako- ja keskuskaapit.

Katujen tasauksen ja kuivatuksen suunnittelussa otetaan huomioon tulvareitit, joilla tarkoitetaan maanpinnan alinta kohtaa, painannetta tai ojaa, jossa hulevesi virtaa tulvatilanteessa. Tulvareittinä voi toimia myös katu tai puistoraitti. Mikäli tulvareittien toteutus ei ole jostain erityisestä syystä mahdollista, voidaan joutua toteuttamaan tulvareittiä korvaava tulvaviemäri. Mahdolliset tulvaviemärit ja niiden purkupaikat vesistöihin tai puistoihin on tarkasteltava alueen katujen ja puistojen tasausten sekä vesihuollon kanssa samanaikaisesti.

5.4.4 *Kiinteistövirasto*

Tulviin varautumisen kannalta kiinteistöviraston keskeiset tehtävät kuuluvat kaupunkimittaussosaston ja geoteknisen osaston tehtäviin.

Kaupunkimittaussosasto

Kaupunkimittaussosasto vastaa kaupungin paikkatietojärjestelmien koordinoimista, johtokartoista ja kantakartasta. Näihin kartta-aineistoihin on tallennettu muiden kohteiden tietojen lisäksi tiedot maanpinnan koroista sekä maan alla kulkevista putkista ja kaapeleista. Myös maanalaisten tilojen ja tunnelien tiedot löytyvät kaupunkimittaussosaston aineistoista.

Kaupunkimittaussosaston kartoitustiedot toimivat lähtötietona mm. uusien alueiden korkotasojen ja tulvasuojelun suunnittelussa. Kaupunkimittaussosastolla on käytössään koko kaupungin kattava laserkeilaukseen perustuva tarkempi korkeustieto ja sen avulla luotu maastomalli, jota voidaan hyödyntää uusien rakennusalueiden tulvasuojaustarvetta arvioitaessa.

Geotekninen osasto

Geotekninen osasto vastaa yleisesti mm. rakentamisen hättävien vaikutusten ennakoinnista ja projektikohtaisesti mm. rakennuskohteiden geoteknisestä suunnittelusta ja rakennustöiden asiantuntijavalvonnasta.

Maa- ja pohjarakennussuunnittelussa lähtökohtana on tasauksen laatiminen siten, että kuivatus suunnitellaan erilaiset suunnittelualueelle kohdistuvat tulvauhat huomioon ottaen.

5.4.5 *Helsingin Vesi*

Helsingin Vesi vastaa Helsingin vesihuoltojärjestelmästä ja sitä kautta mm. hulevesi- tai viemäriverkkoon kulkeutuvien hulevesien poisjohtamisesta.

Tulvastrategia

Hulevesiviemärointi suunnitellaan yhdessä katujen suunnittelun kanssa. Alueellisiin kuivatussuunnitelmiin tulee sisällyttää yleisten alueiden, puistojen, kenttien ja muiden laajojen alueiden kuivatuksen suunnittelu, jotta voidaan toteuttaa hulevesistrategian mukaiset veden imeyttämisen- ja viivytyrakenteet, joiden toteutuksesta vastaa rakennusvirasto.

Hulevesitulvien torjuntaan ja vahinkojen vähentämiseen tähtäävät tehtävät on määritetty hulevesistrategiassa /3/.

5.4.6 *Helsingin Energia*

Kaukolämpö- ja jäähdytysputkistojen laitekaivojen suunnittelussa on otettava huomioon tulvaveden pääsyn estäminen järjestelmään liittyviin kaivoihin.

Sähkönjakelujärjestelmien kytkentäpisteiden - sähköasemien, muuntamoiden, sähköjakokaappien ja myös kiinteistöjen pääkeskusten - sijoittamisessa tulee ottaa huomioon mahdollisen tulvivan veden riskit. Yleisen sähkönjakelujärjestelmän komponentit tulee sijoittaa tulvarajan yläpuolelle. Sähkönjakeluverkon kaapelit sinällään kestävä vettä. Kunnallisteknisessä suunnittelussa tulee mahdollistaa sähkönjakelujärjestelmän komponenttien riskitön sijoittaminen.

Sähköasemien suunnittelussa ja sijoittelussa tehdään tapauskohtainen riskitarkastelu. Maan alle rakennettavissa asemissa on otettava huomioon erityisesti yhteys muihin tunneleihin ja mahdollinen veden kulkeutuminen niiden kautta. Kaapeliputkituksia ja -läpivientejä tulee runsaasti katutasoon, jolloin vesi voi niiden kautta päästä tulvimaan maan alaisiin tiloihin.

Jakelumuuntamojen tilat kiinteistöissä/tonteilla ja puistoissa on sijoitettava jatkossa tulvarajan yläpuolelta, ei enää kellareihin tai "rantatonteille". Kiinteistöjen yhteydessä muuntamot sijoitetaan mieluiten ulos roskakatoksen tms. yhteyteen jo muistakin turvallisuussyistä. Jos muuntamotila on rakennuksen sisällä, pitää sen olla omalla suoraan ulos johtavalla uloskäynnillä varustettu, mikä helpottaa käyttötoimintaa ja huoltoa. Kaapeliputkitukset ja -läpiviennit on myös otettava huomioon.

Jakokaapit sijaitsevat katujen varsilla ja puistoissa, joten alueet on suunniteltava siten, että katujen varrella olevat rakenteet eivät jää veden alle tulvan aikana.

5.4.7 *Pelastuslaitos*

Helsingin pelastuslaitoksella on päävastuu kaupungin pelastus- ja suojelutehtävissä. Pelastuslaitoksen rooliin kuuluu sekä tulvasuojelun operatiivisiin toimiin varautuminen ennakkosuunnittelulla ja tilanneseurannalla että itse operatiivisten toimien johto ja koordinointi sekä varsinainen torjuntatyö. Pelastustoimien suunnittelu edellyttää jatkuvaa tulvasuojelurakenteisiin sekä tulvaennusteisiin liittyvien tietojen päivitystä. Tietojen vaihto muiden organisaatioiden kesken ja osallistuminen muiden organisaatioiden tulvantorjuntaan liittyvään suunnitteluun on ainoa tapa ylläpitää tulviin liittyvää tietoa pelastuslaitoksella.

5.4.8 *Teleoperaattorit*

Tietoliikennejärjestelmien suunnittelussa ja rakentamisessa tulee ottaa huomioon vastaavat asiat kuin sähkönjakelujärjestelmissä: järjestelmään kuuluvien muiden kuin johtokomponenttien sijoittaminen tulvatason yläpuolelle tai komponenttien suojaaminen tulvilta sekä veden pääsyn estäminen kaivantoihin ja maanalaisiin tiloihin. Erityisesti rakenteilla olevissa keskeneräisissä järjestelmissä

sä verkostoihin tulviva vesi voi aiheuttaa merkittäviä vaurioita tietoliikennejärjestelmien komponenteille.

Tietoliikennejärjestelmien toiminta on keskeisessä asemassa tulviin varautumisessa liittyvissä toiminnoissa sekä tiedon välityksessä tulvantorjunnan operatiivisissa tehtävissä. Toimintahäiriö voi aiheutua paitsi suoraan tulvivasta vedestä aiheutuvasta laiteviasta, myös ylikuormituksesta esimerkiksi tulvatilanteen kehittymisen seurannassa tai tulvatorjunnan operatiivisen toiminnan tiedonsiirrosta.

5.5 Tehtävät rakennetuilla alueilla

5.5.1 Kaupunkisuunnitteluvirasto

Tulvavaara-alueilla on runsaasti vanhoja asemakaavoja, joissa ei ole kaavamääräyksiä tai -merkintöjä tulvariskin varalta, kuten maanpinnan ja rakennusten lattioiden korkeustasoja. Maankäytön suunnittelun kannalta on tärkeää, että tulvavaara-alueiden mm. Kauppatorin ja Hakaniemen alueiden asemakaavat inventoidaan ja säännöllisin välein arvioidaan kaavojen ajanmukaisuus tulvariskin kannalta. Tämän perusteella voidaan päättää onko kaava vanhentunut ja onko tarvetta ryhtyä toimenpiteisiin kaavan uudistamiseksi. Tavoitteena on suojata ainakin uudet rakennukset tulvilta vastaavin kriteerein kuin uusissa asemakaavoissa sekä pyrkiä maankäytön keinoin vähentämään tulvien aiheuttamia vahinkoja olemassa oleville rakenteille.

5.5.2 Rakennusvalvontavirasto

Rakennusvalvonta käy täydennys- ja korjausrakentamisen yhteydessä tonttikohtaisesti läpi samat asiat kuin kaupunkisuunnitteluvirasto maankäytön suunnittelussa, ks. kohdat 5.4.1.1 – 5.4.1.4. Näitä asioita arvioidaan kohteen suunnittelijoiden kanssa ja tarvittaessa yhteistyössä kaupunkisuunnitteluviraston kanssa. Tämä toimintatapa on tänä päivänä vallitseva, koska vanhoissa kaavoissa ei vielä oteta tämän tyyppisiin asioihin kantaa. Toisaalta rakennuksen korkeusasemaan vaikuttavat rakennuksen ja maapohjan omat ominaisuudet, esim. jänneväli, materiaalit, jne., yleisten tulvimiseen vaikuttavien asioiden lisäksi.

Rakennusvalvontaviranomainen käyttää lupamenettelyssä ja rakennustyön aikaisessa valvonnassaan maankäyttö- ja rakennuslain oikeudellista ja tarkoituksenmukaisuusharkintaa. Uusia rakennuslupia rakennetuille alueille käsiteltäessä havaitaan usein olemassa olevien rakennusten tai esimerkiksi katurakenteiden sijaitsevan voimassa oleviin mitoituskorkeuksiin nähden liian matalalla tasolla. Tämän kaltaisissa tilanteissa joutuvat tulvariskitekijät ja valmiiksi rakennetun ympäristön niin maisemalliset ja toiminnalliset kuin teknisetkin arvot ristiriitaan. Tämän tyyppisten tilanteiden ratkaisuihin tarvitaan luotettavaa tietoa viranomaisille ja etenkin suunnittelijoille ja rakentajille. Tarvitaan selkeää, helposti omaksuttavaa tiedottamista myös siitä, mitä kiinteistöjen omistajilta tulvien suhteen ylipäätään edellytetään.

Kiinteistöjen hulevesien poisjohtaminen suunnitellaan tonttikohtaisesti, tarvittaessa kullekin rakennukselle erikseen niin ettei siitä aiheudu naapurustolle huomattavaa haittaa. Imeyttämisen järjevä toteuttaminen vaatii katukorkojen ja piha-alueiden korkeusasemien yhteensovittamista.

Rakennuksen tilojen sijoittelulla voidaan vaikuttaa tulvien seurauksiin. Kaikki tekniset tilat on aina sijoitettava tulvimiskorkeuksien yläpuolelle. Tulvakorkeuden alapuolelle, riskikorkeudelle voidaan perustelluista syistä esim. asuinrakennuksessa sijoittaa vain toisarvoisia tiloja, kuten varastoja, autosuojia, tms., jotka on tulvatilanteessa mahdollista tyhjentää.

Tulvavahingoilta voidaan joissain tapauksissa välttyä rakentamalla tulvakorkeuden alapuoliset rakenteet vesitiiviiksi. Rakenteet voidaan katkaista kosteuden nousun estäväksi vesitiiveysrajan yläpuolelle.

Vesitiiviiden rakenteiden läpimenoja tulee välttää ja pakolliset läpiviennit tehdä huolella. Putkistoissa pitää olla tällöin myös järjestelyt veden virtauksen estämiseksi niiden kautta rakennukseen. Näiden huollosta tulee olla selkeät ohjeet käyttö- ja huoltokirjassa. Erilliseen vuotoveden pumppaukseen on erityisratkaisussa syytä varautua.

5.5.3

Rakennusvirasto

Rakennusvirasto vastaa nykyisten tulvimisesta kärsivien asuinalueiden suojauksen suunnittelusta ja toteutuksesta esiselvityksen ”Tulvakohteiden määrittely” /4/ periaatteiden mukaisesti ja sen pohjalta tehdyssä priorisointijärjestyksessä. Alueiden suojaukseksi on esitetty rakennettavaksi tulvapenkereet. Penkereiden harjakorkeus on tasolla NN + 2,00. Lähtökohtana on ollut, että padon harjakorkeutta voidaan tarvittaessa myöhemmin nostaa. Tulvapatojen yhteyteen rakennetaan tulvapumppaamo, jonka avulla pumpataan tulvapenkereen taustalueelle kertyvät hulevedet penkereen yli tulvatilanteessa. Normaalisissa tilanteissa hulevedet johdetaan padon ohi hulevesien purkuputkella. Purkuputki suljetaan tulvatilanteessa sulkuluukulla.

Vantaanjoen varteen on Savelan asuinalueen tulvasuojaukseksi rakennettu tulvapenger 1970-luvulla. Penger on rakentamisen jälkeen painunut ja Uudenmaan ympäristökeskus on laatinut Savelan alueen sekä joen toisella puolella sijaitsevan Oulunkylän siirtolapuutarhan suojaamiseksi uudet suunnitelmat. Suunnitelmissa alueet on esitetty suojattavaksi tulvapenkereillä.

Kaupunkikuvalla on oma merkityksensä tulvien torjumiseksi tehtävien ratkaisujen suunnittelussa ja toteutuksessa: rantarakenteita ei välttämättä voida rakentaa kaikkia arvioituja tulvasoja korkeammalle eikä kiinteitä tulvasuojelurakenteita voida sijoittaa kaupunkikuvan kannalta keskeisille paikoille. Keskusta-alueiden, kuten Kauppatorin ja Hakaniemen, osalta rakenteiden toteutus edellyttää kaupunkisuunnitteluviraston tekemän tarkastelun ja siitä mahdollisesti seuraavan kaavamutoksen. Kiinteitä rakenteita täydentämään voidaan käyttää siirrettäviä tilapäisiä tulvasuojelurakenteita esimerkiksi hiekkasäkkejä ja kartonkipaaleja.

Helsingin kantakaupungin alimmat katukorkeudet ovat noin NN + 1,50 tasolla. Ympäröivä rakennuskanta on rakennettu katukorkeuksiin sopiviksi, jolloin katukorkeuksien myöhempi muuttaminen on lähes mahdotonta. Kun katujen tasauksen alimmat kohdat muodostavat eräissä kohdin laajan painanteen ja ympäröivät alueet ovat korkeammalla, jää pumppaus ainoaksi mahdolliseksi vahinkoja vähentäväksi toimenpiteeksi tulvatilanteessa. Myös muussa tilanteessa, kun viemärit eivät jostakin syystä pysty johtamaan tulvivaa vettä riittävän tehokkaasti, veden pumppaaminen pois tai erillisen tulvaviemäröinnin rakentaminen sopivat toimenpiteiksi. Esimerkiksi Esplanadin puistoon on rakennettu tulvaviemäriä DN 1200 ja 1400 yhteensä noin 180 metriä vuonna 2006. Se palvelee kuitenkin vain osaa kantakaupungista.

5.5.4

Kiinteistövirasto

Kaupunkimittausosasto

Kaupunkimittausosaston jo käytössä olevien maanpintatietojen perusteella voidaan laatia hyvin yksityiskohtaisia ja tarkkoja tulvavaarakarttoja rakennetuille alueille. Tulvavaara-alueilla olevien kohteiden suojausta tulvalta suunniteltaessa tietoja tulee täydentää mm. rakennusten ja muiden vahinkokohteiden korkeustiedoilla sekä kuivatus ja johtojärjestelmien korkeustiedoilla.

Geotekninen osasto

Rakennuskaivantojen suunnittelussa tulee aina tarkistaa kohteen tulvimisriski ja antaa sen huomioon ottamisesta tarvittaessa ohjeita rakentajalle. Avoimien työmaakaivantojen liittyminen esimerkiksi tunneleihin ja kohteen ulkopuolisiin putkiverkostoihin voi aiheuttaa rankkasateella riskin veden pääsystä muihin maanalaisiin tiloihin. Tämä on erityisesti Helsingin keskustaan rakennettaessa otettava huomioon. Kaivantoja koskevissa ohjeissa tulisi esittää samoilla perusteilla määritellyt toimintaohjeet talonrakennuksen ja kunnallistekniikan kaivantojen, sähköjakelu- ja tietoliikennejärjestelmien sekä lämpö ja jäähdytysputkiverkostojen kaivantojen suunnittelulle ja rakentamiselle.

Jos kuivatusvesien ylivuotojen tukkeutuminen korkeasta meriveden korkeudesta johtuen jatkuu pitkään, tulisi hulevedet voida johtaa esimerkiksi maanalaiseen tulvatunneliin. Tällaisesta tulvavesivarastosta on laadittu luonnossuunnitelma, mutta siitä ei ole tehty jatkotoimenpidepäätöksiä. Tunnelin tilavaraus on kuitenkin esitetty Helsingin maanalaisessa yleiskaavassa.

5.5.5 *Helsingin Vesi*

Kantakaupungin viemärointi on toteutettu sekavesiviemärijärjestelmänä, ja tulvatilanteessakin vedet johdetaan Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle. Pumpaamoja ei ole mitoitettu poikkeuksellisen suuren tulvan varalle, vaan pumppaamojen kapasiteetin ylittyessä vesi pyritään johtamaan ylivuotojen kautta mereen. Ylivuotojen korkeus on normaalisti tason $MW_{teor} + 0,80$ (noin $NN + 0,7$) yläpuolella. Kun merivedenpinta nousee tätä korkeutta ylemmäksi, Helsingin Vesi sulkee ylivuotoja tai korottaa ylivuotokynnyksiä. Lisäksi Helsingin Vesi on projektissaan v. 2007 - 08 varustanut alimmat 44 ylivuotokaivoa tulvaluukuilla, jotka estävät meriveden virtauksen viemäriin päin merenpinnan nousussa.

Hulevesitulvien torjuntaan ja vahinkojen vähentämiseen liittyvät tehtävät on esitetty hulevesistrategiassa /3/.

5.5.6 *Helsingin Energia*

Helsingin Energia vastaa rakennetuilla alueilla sähkö- ja lämpöjärjestelmien ylläpidosta ja kunnossapidosta. Järjestelmien maan alle sijoitettuja osia kunnossapidettaessa on huomioitava kaivantoihin liittyvä tulvariski. Sähkön jakelu- ja lämpöjärjestelmien komponentteja uudelleen sijoitettaessa on toimittava samoin kuin uusilla alueilla eli sijoitettava muuntamot tulvakorkeuksien yläpuolelle tai vedeltä suojattuihin tiloihin.

Tulvatilanteessa sähköjakelun varmistaminen on yksi keskeisistä kriittisistä toiminnoista.

5.5.7 *Pelastuslaitos*

Rakennetuilla alueilla korostuu pelastuslaitoksen tarve saada tulvantorjuntarakenteista sekä tulvasuojelukohteista päivitettyä tietoa. Pelastuslaitoksen tehtävänä on tarkastustoiminnan yhteydessä valvoa, että säädöksissä vaaditut suunnitelmat, kuten pelastussuunnitelmat, on rakennuksen omistajan ja haltijan tai toiminnanharjoittajan toimesta laadittu. Pelastussuunnitelmassa on huomioitava mm. tulvavaaran aiheuttama uhka ja omatoimiset toimenpiteet vaaratilanteiden torjumiseksi sekä tarvittava materiaali.

5.5.8 *Teleoperaattorit*

Sähkönjakeluverkoston tapaan myös tietoliikenneverkoston kunnossapidon osalta on toimittava kuin uusilla alueilla.

5.5.9 *Kiinteistöt ja tontit*

Kaupunki tiedottaa tulvavaara-alueelle sijoittuvien kiinteistöjen omistajia tulvasuojelun tarpeellisuudesta. Yksityisten kiinteistöjen tulvasuojelukustannuksiin kaupunki ei osallistu.

5.6 Ennakkovaroitusjärjestelmät

5.6.1 *Merenpinnan nousu*

Tulvantorjuntatyöryhmän /1/ raportin perusteella merenpinnan nousun ennakkovarautumisjärjestelmä toimii tällä hetkellä seuraavasti:

- Kun veden korkeus nousee tasolle $MW_{teor} + 0,90$ (vastaa tällä hetkellä tasoa $NN + 0,79$), ilmoittaa meriliikenteen ohjauskeskus VTS Helsinki tilanteesta hätäkeskukseen, joka ilmoittaa edelleen päivystävälle palomestarille. Hätäkeskus voi vastaanottaa tiedon myös muilta viranomaisilta. Päivystävä palomestari käynnistää tehostetun tilanteen seurannan pitämällä yhteyttä VTS:ään, Merentutkimuslaitokseen ja Ilmatieteen laitoksen turvallisuussääpalveluun.
- Meriveden korkeustaso $MW_{teor} + 1,10$ (vastaa tällä hetkellä tasoa $NN + 0,99$) on hälytysraja, jolloin korkeustieto välitetään Helsingin Energialle, rakennusvirastolle, Helsingin Vedelle, Suomenlinnan Liikenne Oy:lle ja Helsingin Liikennelaitoksen liikenteenohjauskeskukselle. Lisäksi päivystävä palomestari käynnistää tiedottamisen ja varautuu tiedusteluun tulvaherkillä alueilla. Normaali liikenne Suomenlinnaan keskeytyy, kun meriveden korkeus on $MW + 1,20$.
- Meriveden korkeustasolla $MW_{teor} + 1,30$ (vastaa tällä hetkellä tasoa $NN + 1,19$) pelastuslaitos suorittaa tiedustelua erikseen määritellyillä tulvaherkillä alueilla.

Merentutkimuslaitos seuraa merenpinnan tason muutoksia ja pystyy antamaan suoraan sovituille tahoille varoituksia poikkeuksellisista merivedenpinnan muutoksiin liittyvistä ilmiöistä. Merentutkimuslaitoksen resurssien uudelleen organisoimisen seurauksena 1.1.2009 alkaen merenpinnan seuranta tulee siirtymään Ilmatieteen laitokselle.

5.6.2 *Vantaanjoen vesistön pinnan nousu*

Tulvantorjuntatyöryhmän raportin /1/ perusteella Vantaanjoen tulvan ennakkovarautumisjärjestelmä toimii tällä hetkellä seuraavasti:

- Vedenkorkeuden noustessa Pitkäkoscilla tasolle $NN + 17,28$ (vastaa noin $60 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaamatilannetta; ilmoitusraja) ilmoittaa Helsingin Veden keskusvalvomo mahdollisesta tulvavaarasta hätäkeskukseen, joka ilmoittaa edelleen päivystävälle palomestarille ja Uudenmaan ympäristökeskukselle. Päivystävä palomestari aloittaa tehostetun tilanteen seurannan Suomen ympäristökeskuksen Vantaanjoen tulvaennustelinkistä, puhelintiedusteluun sekä Ilmatieteen laitoksen turvallisuussääpalvelusta. Myös Keski-Uudenmaan päivystävään palomestariin otetaan yhteyttä.

- Vedenkorkeuden noustessa Pitkäkoscilla tasolle NN +17,77 (vastaa noin 90 m³/s virtaamatilannetta; hälytysraja) suoritetaan yllä mainitut ilmoitukset hälytysluonteisina, käynnistetään tiedustelu ja tiedotus sekä varaudutaan tulvantorjuntatoimiin tulvaherkillä alueilla Vantaanjoen alajuoksulla. Uudenaan ympäristökeskus osallistuu toimintaan asiantuntijana.
- Mikäli Vantaanjoen tai Keravanjoen pinta nousee äkillisesti esimerkiksi jääpatojen yhteydessä, tulee ilmoitus esimerkiksi yleisön kautta.

Suomen ympäristökeskuksella on jo pitkään ollut käytössä järjestelmä vesistöjen virtaamien ja pinnankorkeuksien seuraamiseksi ja ennustamiseksi. Järjestelmää kehitetään jatkuvasti ja siihen on liitetty varoitusosio, jossa voidaan asettaa havainto- tai laskentapaikkakohtaisia hälytysrajoja esimerkiksi vedenpinnan korkeudelle. Järjestelmä varoittaa sovittua käyttäjäryhmää sähköpostitse, mikäli määritetyn mukaisella aikajänteellä ennusteiden mukainen vedenkorkeus tai virtaama ylittää asetetun hälytysrajan.

5.6.3

Rankkasateet

Ilmatieteen laitos seuraa säärintamia ja tekee sääennusteita. Ilmatieteen laitoksella on teknistieteelliset valmiudet varoittaa rankkasadetilanteista. Ajallisesti ja paikallisesti tarkkoja ennusteita pystytään antamaan noin 10 – 60 min etukäteen. Rankkasateiden todennäköisyyksiä pystytään ennustamaan päivä pari etukäteen. Ilmatieteenlaitokselta saatujen tietojen mukaan kokeiluja varoitussjärjestelmän toimivuudesta tullaan tekemään kesällä 2009.

Ilmatieteen laitos tekee yhteistyötä Helsingin pelastuslaitoksen kanssa. Rankkasade-ennusteiden ja varoitussjärjestelmän kehittyessä varoittamiseen liittyvää yhteistyötä on mahdollista vielä lisätä. Tällöin pitää mm. sopia kaikki varoitussjärjestelmään kytkettävät organisaatiot sekä käytettävät varoituksen laukaisvat kriteerit.

5.7 Kehitystoimenpiteet

5.7.1

Tulvatietopankki

Kiinteistöviraston ylläpitämien paikkatieto- ja korkeustietokantojen käyttöä tulee laajentaa ja tavoitteeksi tulee asettaa tulvia koskevan tietopankin luominen. Aineistoa tulee ylläpitää ja päivittää, ja sen tulee olla ajantasaisena suunnittelijoiden sekä pelastusviranomaisten tiedossa ja saatavilla.

Tietopankin yhteyteen ja osaltaan sen käyttöliittymäksi on kehitettävä web-pohjainen yhteistyöfoorumi (vrt. kaupungin hallinnon sisäinen Heli-intran PaikkatietoVipunen), jossa tulva-asioiden dokumentit (raportit, suunnitelmat, kokouspöytäkirjat tms.) ovat ajantasaisina kaikkien asianosaisten käytössä. Foorumiin voisi kuulua myös keskustelupalsta, tiedot organisaatioista, yhteistyöryhmien henkilöt, uutispalsta ja muu tarpeellinen tiedotusta ja yhteistyötä edistävä aineisto. Tietopankin on oltava toimintakykyinen joka tilanteessa ja siihen kytkettävien varavoimalaitteiden pitää olla jatkuvasti käyttökunnossa.

Kiinteistökohtaisen tulviin varautumisen ohjeistuksen yhteydessä kartoitettava kiinteistökohtainen tieto kootaan tulvatietojärjestelmään, josta sitä muun tulvia koskevan tiedon lisäksi jaetaan kiinteistöille.

Tulvatietopankin perustamiseksi esitetään varattavaksi määrärahoja sekä henkilöresursseja kiinteistövirastolle. Järjestelmän käyttöönotto ja hyödyntäminen edellyttää koulutusta sekä yhdyshenkilöiden nimeämistä ja henkilöresurssien varaamista kaikista tulvien kanssa tekemisissä olevista hallintokunnista.

5.7.2 *Tulvasuojelurakenteet ja -laitteet*

Tulvasuojelurakenteisiin kuuluvat kiinteät tulvapenkereet, -padot, sulkurakenteet sekä tilapäiset siirrettävät tulvasuojelurakenteet. Kiinteiden rakenteiden osalta on varauduttu tulevaisuudessa suojaamaan rannikkoalueita sekä Vantaanjoen vartta tulvapenkerein.

Toteutettavaksi jo suunniteltujen penkereiden rakennesuunnitteluun ja toteutukseen tullaan esittämään varattavaksi määrärahoja rakennusvirastolle.

Kauppatorin ja sen lähialueen suojaksi tarvittavien tilapäisten tulvasuojelurakenteiden hankinnan suunnittelu on käynnistymässä. Hankintaan esitetään varattavaksi määrärahoja rakennusvirastolle. Hankinnan suunnitteluun esitetään varattavaksi henkilöresursseja rakennusvirastolle sekä pelastuslaitokselle. Pelastuslaitokselle varataan lisäksi määrärahoja myös muualla käytettävän tulvantorjuntakaluston, uppopumppujen ja moottoriruiskujen hankintaan.

Kauppatorin ja muiden rakennettujen alueiden tulvasuojelurakenteita suunniteltaessa on kiinnitettävä huomio myös suojattavien alueiden rantamuurien tai täyttörakenteiden kunnostamiseksi vesitiiviiksi. Tällöin tulvavesi ei pääse nousemaan ranta- ja täyttörakenteiden läpi taustalla oleviin kiinteistöihin tai muihin vahinko kohteisiin. Vesitiiviiden rakenteiden suunnittelun yhteydessä suunnittelaan myös mahdollisten tilapäisten tulvasuojelurakenteiden hankita ja kiinnityminen pysyviin vesitiiviisiin rakenteisiin. On huomattava, että tilapäisillä tulvasuojelurakenteilla ei pystytä estämään tulvaa alueella, jolle vesi pääsee olemassa olevien rakenteiden läpi.

Tulvasuojelurakenteiden toteutukseen kuuluu tehtyjen rakenteiden toteutustietojen vieminen perustettavaan tulvatietopankkiin. Tietopankin kautta tieto toteutuksesta viedään ajantasaisiin tulvavaarakarttoihin sekä tulvantorjunnan operatiivisiin suunnitelmiin.

5.7.3 *Vedenkorkeuden havainnointiverkon perustaminen*

Paremmän kuvan saamiseksi alueellisista tulvakorkeuksista tarvitaan Helsingin rannikkoalueelle sekä Vantaanjoen varteen lisää vedenkorkeuden mittauspisteitä. Mittauspisteiden lukumäärän ja sijoittelun suunnittelussa sekä hankinnoista päätettäessä tehdään tiivistä yhteistyötä merentutkimuslaitoksen kanssa rannikkoalueella ja Uudenmaan ympäristökeskuksen sekä Suomen ympäristökeskuksen kanssa Vantaanjoen varrella.

Havainnointiverkon perustamista varten esitetään varattavaksi sekä määrärahoja että henkilöresursseja kiinteistövirastolle.

5.7.4 *Tulvien ennakkovaroitusjärjestelmien kehittäminen*

Erityyppisten tulvien ennakkovaroitusjärjestelmiä tulee kehittää edelleen. Nykyisten hälytysrajojen tarkistamiselle on myös tarvetta. Jotta tulvantorjuntaan ehditään valmistautua ajoissa, tulee nykyisiä merialueilla käytettyjä hälytysrajoja alentaa. Käytännössä tulvapatoihin ja hulevesien purkujärjestelmiin liittyvät tulvaluukut tulisi sulkea ja luukkujen taakse kertyvien vesien pumppaus aloittaa jo merivedenpinnan ollessa tasolla NN +0,80. Tällä pyritään varautumaan riittävän varastotilan turvaamiseksi tulvaluukkujen takana.

Ennakkovaroitusjärjestelmien kehittämisen suunnitteluun esitetään varattavaksi henkilöresursseja pelastuslaitokselle.

5.7.5 *Rannikon alimmat rakentamiskorkeudet ja aaltoiluselvitys*

Helsingissä alimpien rakentamiskorkeuksien määrityksessä käytetään Suomen ympäristökeskuksen, ympäristö- sekä maa- ja metsätalousministeriöiden julkaisemaa suositusta alimmista rakentamiskorkeuksista /2/, joka on laadittu vuonna 1999. Voimakkaan rannikolle suuntautuneen rakentamisen myötä Helsingin ranta-alueiden alimmat rakentamiskorkeudet ovat herättäneet etenkin viime vuosina vilkasta keskustelua, jossa nykyisin käytössä olevien alimpien korkeustasojen taustalla olevaa suositusta ja sen perusteita on kritisoitu. Alimpien rakentamiskorkeuksien päivitystarve tulisi selvittää erillisenä tutkimuksena. Mikäli suositus alimmista rakentamiskorkeuksista nähdään tarpeelliseksi päivittää, tulee päivitys laatia erillisinä toimeksiantona ja sen perusteella päätää onko Helsingissä nykyisin käytössä olevia alimpia rakentamiskorkeuksia syytä muuttaa.

Paikallisella aaltoilulla on merkittävä vaikutus alimpia rakentamiskorkeuksia rannikkoalueilla määrittäessä. Paremman kuvan saamiseksi aallokko-olosuhteista eri puolilla kaupunkia tulisi laatia erillinen aaltoiluselvitys Merentutkimuslaitoksen kanssa.

Alimpien rakentamiskorkeuksien päivitystarpeen selvittämiseksi ja aaltoiluselvityksen laadintaa varten esitetään varattavaksi määrärahoja kaupunkisuunnitteluvirastolle ja kiinteistövirastolle.

5.7.6 *Tulvavaara-alueiden asemakaavojen inventointi*

Rakennettujen alueiden alueellinen tulvantorjunta voi edellyttää jo tehtyjen asemakaavojen päivitystä. Maankäytön tulvantorjuntakeinojen määrittämiseksi tulvavaara-alueilta tulisi inventoida olemassa olevat asemakaavat.

Asemakaavojen inventointia varten esitetään varattavaksi resursseja kaupunkisuunnitteluvirastolle.

5.7.7 *Maanalaisten tilojen kartoitus*

Riskialttiit maanalaiset tilat tulisi kartoittaa ja tämän jälkeen laatia suunnitelma tulvien aiheuttamien riskien vähentämiseksi. Yleisesti tunnelien turvallisuudessa tulee huomioida myös tulvien aiheuttama vahinkoriski.

Maanalaisten tilojen kartoituksen laatimiseksi esitetään kiinteistövirastolle varattavaksi määrärahoja sekä resursseja työn ohjaukseen.

5.7.8 *Kiinteistöjen tulvasuojeluohjeet*

Kiinteistöjen tulviin varautumisen kehittäminen edellyttää tulvavaara-alueilla olevien kiinteistöjen inventointia sekä näiden kiinteistöjen rakennus- ja tontti-kohtaisten korkeustietojen keräämistä. Tulviin varautumiseen tarvittavan työnjaon määrittämiseksi kaupungin ja kiinteistöjen kesken on selvitettävä yksityiskohtaisesti tulviin varautumiseen liittyvien vastuiden juridinen tausta. Tämän taustatyön perusteella voidaan suunnitella kiinteistöille laadittavat ohjeet tulvasuojelusta sekä kuinka asiasta tiedotetaan.

Tulvasuojeluohjeita varten tarvittavaan juridiseen selvitykseen sekä varsinaiseen ohjeen laadintaa varten esitetään kiinteistövirastolle ja pelastuslaitokselle varattavaksi määrärahoja sekä resursseja työn ohjaamiseen ja tiedottamisen suunnitteluun.

Kaupungin eri organisaatioissa ja eri suunnittelutasoilla tuotetaan erilaisia suunnitelmia, joilla on suoraan vaikutusta tulvavesien leviämiseen ja kulkuun. Esimerkiksi tulvareitti- ja paikoin katusuunnitelmat ohjaavat suoraan pihamaiden ja rakennusten alimpia mahdollisia rakentamiskorkeuksia. Suunnitteluprosessien erilaisista käsittelyteistä ja ajankohdista voi pahimmillaan olla seurauksena tulvavaara tonteille.

Tiedon kulun varmistamiseksi eri organisaatioiden sekä suunnittelutasojen välillä tulee kehittää suunnitelmat yhdistäviä käytäntöjä. Esimerkiksi katusuunnittelussa maankäytön ja katujen suunnittelun tiedonkulun varmistamiseksi laaditaan osayleis- tai asemakaavavaiheessa katujen yleissuunnitelma. Sen perusteella kaavaan varataan tarvittavat katualueet ja luodaan edellytykset katujen rakennussuunnittelulle ja edelleen rakentamiselle. Yleissuunnitelmassa tulee kiinnittää liikenneteknisten seikkojen lisäksi huomiota maanpinnan korkeussuhteisiin, maaperäolosuhteisiin sekä muun kunnallistekniikan, etenkin viettoviemäreiden sijoittumiseen. Laadittavaan asemakaavaan merkitään yleissuunnitelmassa esitetyt katukorkeudet, joista ei oleellisesti saa poiketa.

Eritasoisten suunnitelmien yhteensovittamiseksi myös tulvantorjunnan ja tulviin varautumisen näkökulmista tulee yhteistyötä ja tiedon vaihtoa kaupunkisuunnitteluviraston, rakennusviraston ja rakennusvalvonnan kesken lisätä.

5.8 Suunnitelman päivitys ja toimenpiteiden toteutuksen seuranta

Strategista toimenpidesuunnitelmaa ylläpidetään ja päivitetään ajankohtaisten muutosten mukaisesti. Toimenpiteiden toteutumista seurataan merkitsemällä toimenpideohjelman aikatauluun valmistuneiden toimenpiteiden päivämäärä ja jatkuvaluonteisissa toimenpiteissä työn välitavoitteiden tai muiden sopivien osakokonaisuuksien valmistumispäivämäärä.

Uudet tulevaisuudessa tarpeelliseksi katsotut toimenpiteet määritetään ja aikataulutetaan aina toimenpidesuunnitelman päivityksen yhteydessä. Toimenpidesuunnitelma tulee päivittää vähintään viiden vuoden välein.

Mikäli ilmastonmuutoksen vaikutuksesta tulee esille uutta tietoa tai esimerkiksi meren pinnan nousuennusteet päivittyvät, päivitetään myös toimenpidesuunnitelman taustalla olevassa tulvastrategiassa esitettyjä lähtötietoja.

6. Kehitystoimenpiteiden aikataulus

Toimenpiteiden vastuutahot, tarvittavien määrärahojen ja henkilöresurssien suuruusluokat on esitetty seuraavassa taulukoissa 6-1 ja 6-2.

Taulukko 6-1 Strategisen toimintasuunnitelman arvioidut investoinnit vuosille 2010 - 2014.

Toimenpide	Vastuu / koordinointi	Investointien alustava kustannusarvio (euroa)				
		2010	2011	2012	2013	2014
1. Tulvatietopankki	KV	60 000	35 000	10 000	10 000	10 000
2. Tulvasuojelurakenteet ja laitteet	HKR	1 000 000	1 000 000	500 000	500 000	500 000
Kalustoa tulvantorjuntaan: moottoriruiskut 20 + 20 + 20 kpl,	Pel	200 000	200 000		200 000	
sähkötoimiset oppopumput 6 kpl	Pel	60 000				
3. Vedenkorkeuden havain- nointiverkon perustaminen	KV	50 000	10 000	10 000	10 000	10 000
4. Tulvien ennakkovaroitus- järjestelmän kehittäminen	Pel	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
5. Suositus rannikon alim- mista rakentamiskorkeuksis- ta ja aaltoiluselvitys	KSV, KV	30 000				
6. Tulvavaara-alueiden asemakaavojen inventointi	KSV					
7. Maanalaisten tilojen kar- toitus	KV	20 000	10 000			
8. Kiinteistöjen tulvasuoje- luohjeet	KV, Pel	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
9. Suunnitelmien yhteenso- vittaminen	KSV, HKR, Rakvv					
	Yhteensä	1 440 000	1 255 000	540 000	740 000	540 000

Taulukko 6-2 Strategisen toimintasuunnitelman alustavasti arvioidut henkilöresurssien suuruusluokat vuosille 2010 - 2014

Toimenpide	Vastuu / koordinointi	Resurssitarve				
		2010	2011	2012	2013	2014
1. Tulvatietopankki	KV	4 hlötök	2 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök
2. Tulvasuojelurakenteet ja laitteet	HKR	Resurssitarve sisällytetty taulukossa 6-1 esitettyihin investointeihin				
3. Vedenkorkeuden havainnointiverkon perustaminen	KV	2 hlötök	0,5 hlötök	0,5 hlötök	0,5 hlötök	0,5 hlötök
4. Tulvien ennakkovaroitusjärjestelmän kehittäminen	Pel	2 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök
5. Kalustoa tulvantorjuntaan	Pel	1 hlötök	1 hlötök		1 hlötök	
5. Suositus rannikon alimista rakentamiskorkeuksista ja aaltoiluserveys	KSV, KV	2 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök
6. Tulvavaara-alueiden asemakaavojen inventointi	KSV	2 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök
7. Maanalaisten tilojen kartoitus	KV	2 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök
8. Kiinteistöjen tulvasuojeluohjeet	KV, Pel	4 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök	1 hlötök
9. Suunnitelmien yhteensovittaminen	KSV, HKR, Rakvv	2 hlötök	2 hlötök	2 hlötök	2 hlötök	2 hlötök

7. Lähteet

- /1/ Tulvantorjuntatyöryhmän loppuraportti, Helsingin kaupunki, 2005
- /2/ Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa; Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista, Ympäristö-opas 52, Suomen ympäristökeskus, Ympäristöministeriö ja Maa- ja metsätalous-ministeriö, 1999 /2002
- /3/ Hulevesistrategia, Helsingin kaupunki, 2007
- /4/ Tulvakohteiden määrittely, esiselvitys, Rakennusvirasto, 2007
- /5/ Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelma, Uudenmaan ympäristökeskus, 2006
- /6/ Oulunkylän alueen tulvasuojelun toteutusmahdollisuudet, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, katu- ja puisto-osasto ja Uudenmaan ympäristökeskus, 2007
- /7/ Tulvatorjunta teknisissä tunneleissa, Helsingin kaupungin kiinteistövirasto, geotekninen osasto, 2005

Lisää lähdeoteoksia on esitetty liitteessä 5.

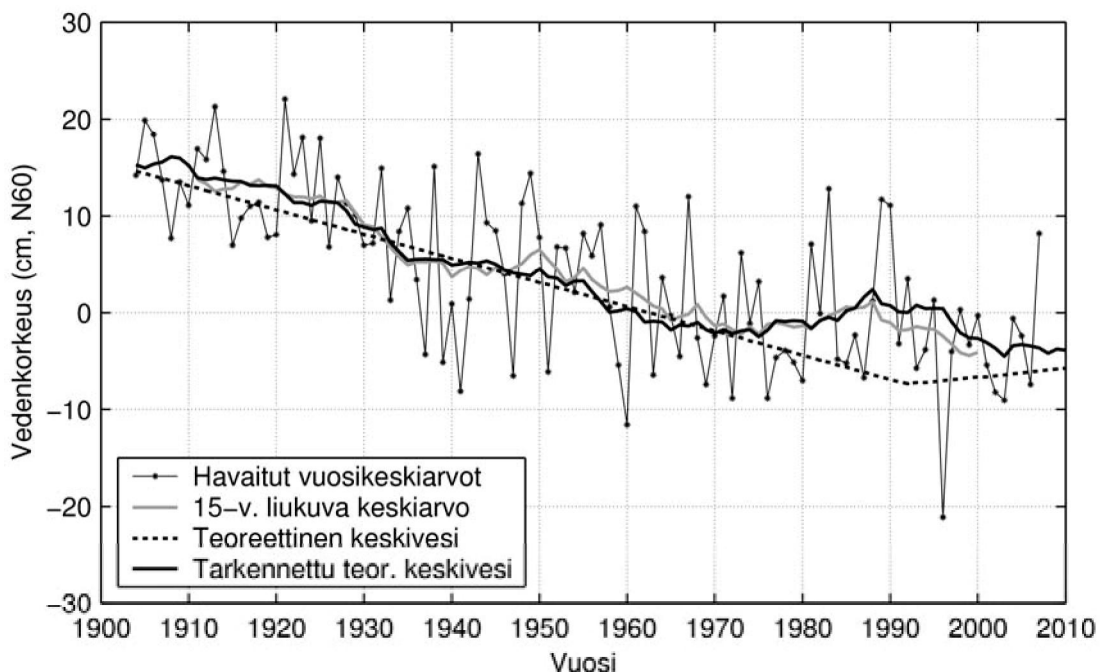
ITÄMEREN TULVAKORKEUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

1. Yleistä

Itämeren vedenpinnan korkeuteen vaikuttavat useat tekijät. Tulvatilanteissa tarvitaan yleensä useampien tekijöiden yhteisvaikutusta. Osa tekijöistä on kuitenkin toisistaan riippuvaisia siten, että olosuhteiden muuttuminen jotakin tekijää vahvistavaksi saattaa samaan aikaan alkaa heikentää toista tekijää. Osa tekijöistä vaikuttuksiltaan pitkäaikaisia ja osa lyhytaikaisia. Merkittävimmiksi tulvavedenkorkeuksiin vaikuttaviksi tekijöiksi Helsingin edustalla on arvioitu Itämeren kokonaisvesimäärä ja ominaisheilahtelu sekä tuulet ja ilmanpaine.

2. Itämeren kokonaisvesimäärän vaihtelu

Itämeren vesimäärää säätelee pääasiassa veden vaihto Tanskan salmien läpi, vähäisempiä tekijöitä ovat sademäärä ja jokien valuma. Vesimäärän vaihtelut eivät tasoitu edes vuositasolla, vaan vuosikeskiarvot vaihtelevat tyypillisesti kymmenisen senttimetriä pitkäaikaisen keskiarvon molemmin puolin, mikä näkyy kuvassa 1.



Kuva 1: Vedenkorkeuden vuosikeskiarvot Helsingin Kaivopuiston edustalla, samoin kuin pitkäaikaisvaihteluita kuvastava 15 vuoden liukuva keskiarvo. Vuodesta 1994 eteenpäin tarkennettu teoreettinen keskivesi perustuu osin ilmastonmuutoksesta laadittuihin ennusteisiin (Kahma & Johansson 2008).

Itämeri on yhteydessä Pohjanmereen suhteellisen matalien ja kapeiden Tanskan salmien kautta. Näin ollen pitempi aikainen Pohjanmeren suunnalta salmiin käyvä tuuli nostaa vedenkorkeuden Itämeressä Pohjanmeren vedenkorkeutta korkeammalle. Tulvia aiheuttavien vesimassojen päästyä Itämereen ottaa aikansa ennen kuin vedenkorkeus laskee takaisin tulvaa edeltäneelle tasolle. Itämeren vesimäärän vaihtelusta aiheutuva korkeat vedenkorkeuden arvot saattavat kestää viikkoja jopa kuukausia. Itämeren vesimäärän vaihtelun on arvioitu olevan noin $-200...+300 \text{ km}^3$, mikä vastaa vedenkorkeudessa noin $-0,5...+0,8 \text{ m}$ vaihtelua. Esitetyt luvut vastaavat noin 99% ja 1% pysyvyydennäköisyyksiä.

3. Itämeren ominaisheilahtelu

Itämeren allas voidaan ajatella suljetuksi, jolloin vedenkorkeuden nousu altaan toisessa reunassa laskee vedenkorkeutta toisessa. Heilahtelu vaimenee ajan myötä ja heilahtelun huippujen välinen aika on vuorokauden luokkaa. Heilahtelusta aiheutuva vedenkorkeuden muutos on keskimäärin noin $\pm 0,1 \text{ m}$, mutta tulvatilanteessa muutos voi olla luokkaa $\pm 0,5 \text{ m}$.

4. Tuulet ja ilmanpaine

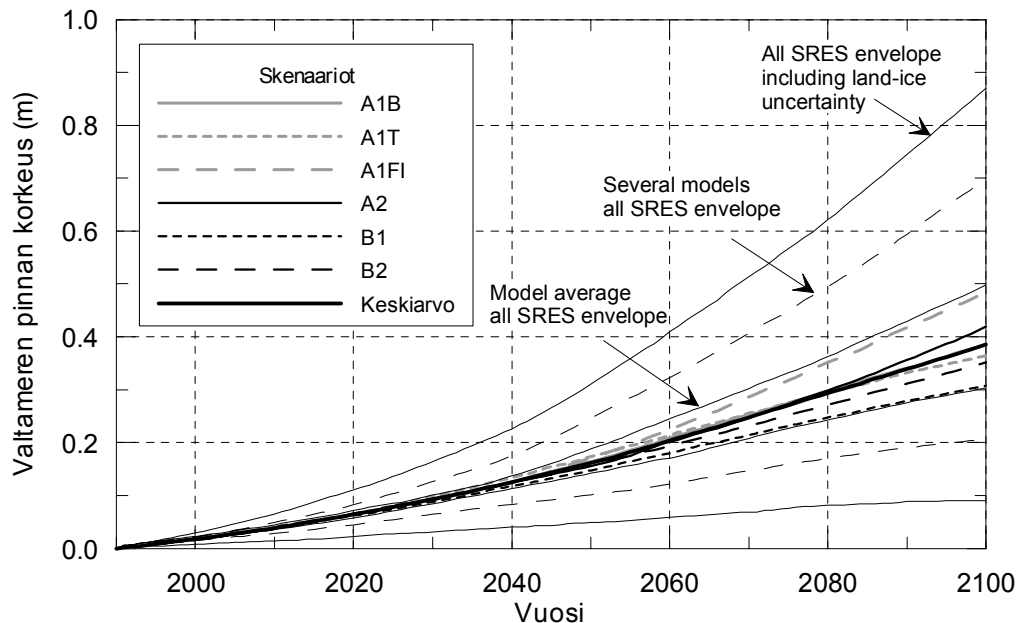
Merkittävimmät lyhytaikaisia tuntien ja päivän kestoisia merivesitulvia aiheuttavat tekijät ovat kovat tuulet ja ilmanpaine-erot. Teoriassa yhden millibaarin ilmanpaine-ero eri alueiden välillä aiheuttaa yhden senttimetrin eron vedenkorkeuksissa. Käytännössä ilmanpaineen aiheuttama vedenkorkeuden muutos on joitain kymmeniä senttejä Helsingin edustalla.

Ilmanpaine-erojen tapaan myös tuulet aiheuttavat vedenpinnan kallistumista. Tuulen aiheuttaman kallistuman vaikutus Helsingin edustalla on samaa suuruusluokkaa ilmanpaineen aiheuttaman kallistuman kanssa. Tuuli aiheuttaa myös aallokkoa, jonka aallonkorkeus vaihtelee paikallisesti huomattavasti ja jonka vaikutus esimerkiksi alimpiin rakennuskorkeuksiin huomioidaan usein erikseen kohdekohtaisissa tulvakorkeustarkasteluissa.

TULEVAISUUDEN MERITULVIA ARVIOITAESSA HUOMIOON OTETTAVAT TEKIJÄT

1. Valtamerien pinnan nousu

Valtamerien pinnan tasaiseksi nousuksi on arvioitu 1900-luvulla 1...2 mm/vuosi. Ilmaston muutoksen seurauksena valtamerien pinnan nousun arvioidaan kasvavan. Arvioon vaikuttaa valittu ilmastoskenaario ja vaihtelu eri skenaarioiden välillä on suuri. Kuvassa 1 on kuvattu IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) kolmannessa arviointiraportissaan esittämiä eri ilmastoskenaarioilla laskettuja arvioita valtamerien vedenpinnan noususta vuoteen 2100 mennessä.



Kuva 1: Valtamerien pinnan nousu, skenaariot IPCC:n mukaan. Käyrät edustavat erilaisia päästöskenaarioita (Church et al. 2001) (Kahma & Johansson 2002).

Kolmannen arviointiraportin jälkeen on julkaistu myös neljäs arviointiraportti, jonka keskiarvo ja maksimi- ja minimiarvot vuonna 2100 ovat kuvassa 1 esitettyä pienemmät. Merentutkimuslaitos ei ole tehnyt vielä IPCC:n neljännen arviointiraportin huomioon ottavia laskelmia merenpinnan noususta Itämeressä, mutta tiedossa on ettei neljännen arviointiraportin vedenkorkeuksissa ole otettu huomioon jäätiköiden mahdollisia dynaamisia muutoksia, minkä on jossain yhteyksissä arvioitu kasvattavan huomattavasti kuvassa esitettyjä vedenpinnan korkeuksia. Merentutkimuslaitoksen tämän hetkinen alustava arvio on, perustuen laajaan kirjallisuusselvitykseen, että keskiarvo on melko lähellä kuvassa 1 esitettyä kolmannen arviointiraportin tasoa, mutta maksimiskenaario nousee jonkin verran. Tällöin myös vedenkorkeusskenaariot Itämeressä muuttuvat vastaavalla tavalla.

IPCC:n ilmastoskenaarioissa ei ole huomioitu jäätiköiden mahdollisia dynaamisia muutoksia, minkä on jossain yhteyksissä arvioitu kasvattavan huomattavasti kuvassa esitettyjä vedenpinnan korkeuksia.

2. Itämeren vesitase

Itämeren kokonaisvesimäärän vaihteluiden on jo jonkin aikaa tiedetty olevan sidoksissa länsivirtauksen voimakkuuteen. Ilmanpaineen ollessa keskimäärin korkealla etelässä ja matalalla pohjoisessa länsivirtaus voimistuu, minkä vaikutuksesta vettä virtaa Tanskan salmien kautta Itämerelle ja vedenkorkeuden keskiarvo nousee. Ilmiön tutkimiseen on kehitetty Pohjois-Atlantin oskillaatio -indeksi (North Atlantic Oscillation, NAO), jonka avulla on voitu selittää merkittävä osa Itämeren vesimäärän havaitusta vaihtelumuutoksesta.

3. Maan kohoaminen

Maan kohoamisen nopeus hidastuu ajan myötä, mutta muutos on erittäin pieni. Tarkisteluajanjakson ollessa muutamia satoja vuosia voidaan nopeuden arvioida olevan vakio. Maankohoamisnopeudeksi voidaan tällöin Helsingissä arvioida noin 3,8 mm/vuosi.

1. Vedenkorkeuden ääriarvot

Vedenkorkeutta kuvaavien ääriarvotermien määritelmät:

HW	=	ylävesi	=	korkein mitattu vedenkorkeuden arvo
MHW	=	keskiylävesi	=	vuotuisten korkeimpien mitattujen vedenkorkeuksien keskiarvo
MW	=	keskivesi	=	mitattujen vedenkorkeuksien keskiarvo
MNW (merellä MLW)	=	keskialivesi	=	vuotuisten alimpien mitattujen vedenkorkeuksien keskiarvo
NW (merellä LW)	=	alivesi	=	alin mitattu vedenkorkeuden arvo

Ääriarvojen yhteydessä on syytä tuoda ilmi minkä aikajakson mittauksia kyseinen luku koskee. Se voidaan ilmoittaa alaindeksillä, esim. $MHW_{1924-2005}$ tarkoittaa aikajaksolla 1924-2005 mitattujen vuotuisten korkeimpien vedenkorkeuksien keskiarvoa.

Vesistöissä eli järvissä ja joissa vedenkorkeus arvot sidotaan johonkin maalla käytettyyn korkeusjärjestelmään. Maan ja merivedenpinnan nousun myötä rannikko- ja merialueilla vedenkorkeushavainnot ovat käyttökelpoisia, kun ne sidotaan merialueita varten kehitettyyn teoreettiseen keskivesi korkeusjärjestelmään.

Edellä määritettyjen ääriarvotermien lisäksi merialueilla on tapana esittää havaintopaikkakohtaiset eri todennäköisyyksien mukaiset vedenkorkeuksien pysyvyydet sidottuna teoreettiseen keskivesi korkeusjärjestelmään. Pysyvyydellä tarkoitetaan aikaa, jonka vesi keskimäärin tarkasteluajana on pysyvyyden mukaisen tason yläpuolella. Esimerkiksi 0,1 % pysyvyydetodennäköisyys tarkoittaa vuodessa noin 9 tunnin ajanjaksoa.

2. Tulvien toistuvuudet

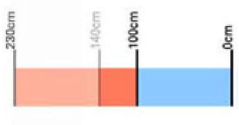
Järvillä ja joilla esiintyvien vesistötulvien yhteydessä on tulvan yleisyyden arvioimiseksi perinteisesti pyritty esittämään arvio tulvan toistuvuudesta. Toistuvuuden määrittäminen on perustunut toteutuneiden tulvien perusteella määritettyyn riippuvuuteen tulvakorkeuden ja tulvan keskimääräisen esiintymistiheyden välillä. Esim. merkintä $HW_{1/50}$ tarkoittaa vedenpinnan korkeutta, joka saavutetaan keskimäärin yhden kerran viidessäkymmenessä vuodessa.

Keskimääräisistä toistuvuuksista puhuttaessa on syytä huomioida tulvien riippumattomuus toisistaan. Tällä tarkoitetaan, että esimerkiksi keskimäärin kerran viidessäkymmenessä vuodessa toistuva tulva voi esiintyä useamman kerran tai ei yhtään kertaa jollakin viidenkymmenen vuoden ajanjaksolla. Toistuvuus ei siis ole tae tulvan esiintymisestä jollain aikavälillä, mutta sen esiintyminen ei myöskään vähennä toistumisen todennäköisyyttä jollain aikavälillä.

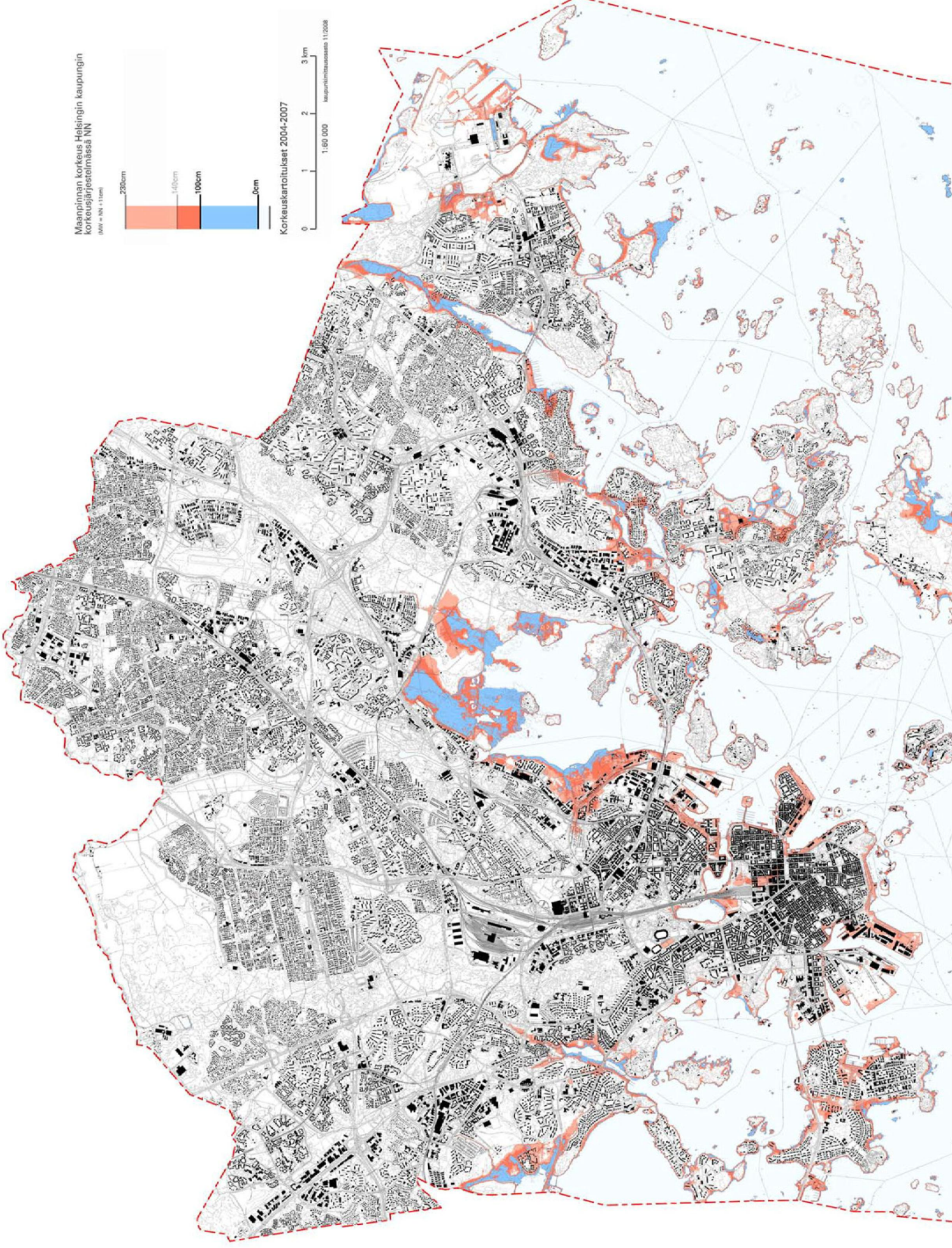
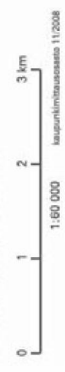
Meren rannikoilla tulvan toistuvuuden tai todennäköisyyden arvioinnin tekee hankalaksi se, että toistuvuuden todennäköisyys on riippuvainen aikajänteen lisäksi aikajänteen sijainnista aika-akselilla. Toisin sanoen esimerkiksi tasolle $MW_{2008} + 1,00$ nousevan tulvan todennäköisyys vuosina 2000-2050 on eri kuin vuosina 2050-2100. Tämä johtuu siitä, maan pinnan ja meriveden pinnan ennustetaan nouseva eri suhteessa tulevaisuudessa.

Maan nousunopeuden vaihdellessa eri puolilla Suomea vaihtelee myös tulvan toistumisen todennäköisyys aika-akselilla rannikkoalueittain. Esimerkiksi tasolle $+ 1,00$ toistuvan tulvan todennäköisyys on Merenkurkun rannikolla suurimpi nyt kuin tulevaisuudessa, sillä maan nousunopeus on tämän hetkisen näkemyksen mukaan tällä alueella myös tulevaisuudessa suurempi kuin merivedenpinnan nousunopeus. Vastaavasti esimerkiksi Suomenlahden pohjukassa, jossa maan nousunopeuden oletetaan olevan pienempi kuin meriveden tuleva nousunopeuden, tulvan toistumisen todennäköisyys kasvaa tulevaisuudessa.

Maanpinnan korkeus Helsingin kaupungin
korkeusjärjestelmässä NN
(NVA = NN + 110cm)



Korkeuskarttoitukset 2004-2007



LIITE 5

Raporttien ja tekstien referointi



Reijo Valkeapää
Tommy Nyman
Marika Vaittinen

1.	Kasvihuoneilmiö ja sen vaikutuksia Helsingin maankäytön suunnitteluun	2
2.	Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa	3
3.	Rakennusten alimmat rakentamisen korkeustasot	3
4.	Perusselvitys Kruunuvuorenrannan kaavoituksen merenpinnan suunnitteluohjetta varten	4
5.	Keskustan tulvavesitunneli tilavarausselvitys	4
6.	Tulvien huomioon ottaminen Helsingin maankäytön suunnittelussa	5
7.	Tulvaongelma Espoossa	5
8.	Tunnelien tulva- ja hätäpumppaustyöryhmän raportti	5
9.	Tulvatorjunta teknisissä tunneleissa	6
10.	Tulvantorjuntatyöryhmän loppuraportti ja kaupunginhallituksen päätös	6
11.	Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelma	7
12.	Tilapäisten ja nopeasti siirrettävien tulvarakenteiden kenttäkokeet	8
13.	Sörnäisten ja Hermanninrannan osayleiskaava, ilmaston muutoksen huomioon ottaminen	8
14.	Tulvantorjuntatyöryhmän raportti vuonna 2006 tehdyistä tulvantorjuntatoimenpiteistä	8
15.	Tulvien huomioon ottaminen Sörnäisten ja Hermanninrannan osayleiskaavassa	9
16.	Rakennusten alimman lattiakorkeuden määrittäminen ranta-alueille rakennettaessa	9
17.	Tulvakohteiden määrittely	9
18.	Helsingin kaupungin hulevesistrategia	10
19.	Suomen patoturvallisuudesta	10
20.	Rankkasadevaroitussjärjestelmän kehittäminen	11
21.	Tulvat maankäytön suunnittelussa, tulvasuojelukohteena Oulunkylän alue	11
22.	Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)	11

1. Kasvihuoneilmiö ja sen vaikutuksia Helsingin maankäytön suunnitteluun

Julkaisu / Teksti: Kaupunkisuunnittelulautakunnalle esitetty selvitys
Julkaisija /Laatija: KSV
Julkaistu / laadittu: 11.5.1992
Laajuus: 13 sivua

" Kaupunginhallitus päätti yleiskaavan 1992 lähtökohdista 21.5.1990, että ennustetun ilmastonmuutoksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia maankäytön suunnittelussa arvioidaan ja päätökset saatetaan kaupunginhallituksen käsittelyyn" ja edelleen "osalla alueista on jo jouduttu ottamaan kantaa rannan korkeustasoihin suhteessa ennustettuun merenpinnan nousuun".

Tekstissä on esitetty kasvihuoneilmiön periaatteita ja vaikutuksia:

- keskilämpötila nousee ilman toimenpiteitä 4,5 astetta seuraavan 100 vuoden aikana
- sateisuus lisääntyy, erityisesti talvisateet.

Vaikeimmin arvioitavaksi on todettu merenpinnan nousu. Nousuennusteeksi on esitetty 60 mm kymmenessä vuodessa seuraavan sadan vuoden aikana. Tämä tarkoittaisi *70 cm nousua vuoteen 2100 mennessä* (maailman meteorologijärjestön WMO ennuste).

Maan pinnan kohoamisnopeus on 3,3 mm/a. Kun siihen yhdistetään merenpinnan tilastoitu nousunopeus 1,2 mm vuodessa, maan suhteen keskimerenpinta laskee (v 1992) 2,1 mm/a Helsingin edustalla. Merenpinnan korkeus on vaihdellut Helsingin edustalla vuodesta 1904 tehtyjen tilastojen mukaan - 0,92 ... + 1,36 m välillä.

Edellä esitetyistä on tehty seuraavat ohtopäätökset: Helsingin edustalla 700 mm ennuste ja maankohoaminen vaikuttavat siten että v. 2100 merenpinnan nousuennuste on 0,3 ... 0,4 m.

Merentutkimuslaitoksen tekemään ennusteeseen viitataan ja todetaan: "todennäköisyydellä 50 % vuoteen 2090 merenpinnan arvioidaan nousevan 0,25 m ja muutaman prosentin todennäköisyydellä - 0,7 m tai + 2,0 m keskimerenpinnasta". Todetaan, että sadan vuoden jaksolla meren pinnan korkeus tulisi olemaan +1,60, Helsingin käyttämässä N 43 järjestelmässä noin 1,5 (korkein havainto on ollut + 1,36). Tällaisten korkeuksien toistuvuus on kerran 20 - 30 vuodessa. Korkeuden +1,2 ylitys toistuisi kerran kahdessa vuodessa ja + 0,8 m ylittyisi vuosittain.

Rantarakenteiden suunnittelussa on käytetty tasoa + 1,2 miniminä.

Rakennetun ympäristön tilanne

Vesihuoltoverkostoista todetaan, että viemärit on yleensä asennettu 2-3 m syvyydelle maanpinnasta ja ne ovat tasolla - 0,5 ... + 0,5. Merenpinnan nousu aiheuttaa ongelmia sadevesiviemäreiden purkupaikoissa mereen ja jätevesipumppaamoiden ylivuodoissa. Jätevesipumppaamoiden ylivuotokorkeudet on asetettu v 1979 - 1982 vähintään korkeudelle + 0,8 m.

Johtopäätös: Korkealla oleva merenpinta ja sadevesien ja ylivuotovesien tulviminen saattavat aiheuttaa kellaritulvia ja tulvimista kaduille. Pumppaamoiden toiminta häiriytyy, kun meriveden pinta nousee tason + 1,1 ... 1,2 m ylitse.

Alimmillaan alueiden rantakorkeus on Kauppatorin rannassa ja Etelä-Satamassa + 1,4 ... 1,7, Hakaniemen ja Kaisaniemen rannassa + 1,7, Kyläsaareissa Varastokadulla + 1,6 ... + 1,7.

Arvioidaan että 0,25 m merenpinnan nousu seuraavan sadan vuoden aikana olisi "hoidettavissa pienillä rannan korotuksilla."

Suunniteltavat alueet

Suunnitteilla ja rakenteilla on useita alueita, jotka voidaan jakaa kahteen ryhmään:
1) Pohjamaa on savea Talissa, Pikku-Huopalahdessa, Hermannin – Tokoinrannassa ja Viikin ranta-alueilla. Näille alueilla jää suuri osa aluetta geoteknisistä syistä puistoalueeksi, puistorannan taso voi olla + 1,2 ja muualla pintakuivatuksen vuoksi + 2,0.
2) Alue on kovapohjainen Ruoholahdessa, Munkkisaarella ja Herttoniemessä; maan pinnan luonnollinen taso on + 2,50.

Laatimishetken tietojen perusteella ei ole syytä varautua v. 1992 yleiskaavatasolla merenpinnan nousuun.

2. Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa

Julkaisu / Teksti: Ympäristöopas
Julkaisija /Laatija: Suomen ympäristökeskus, Ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö
Julkaistu / laadittu: 1999
Laajuus: 53 sivua + liitteet 7 sivua

Koska tulvista on aiheutunut vahinkoja myös varsin uusille rakennuksille ja rakenteille ja vahingot kohdistuvat viimekädessä koko yhteiskuntaan, on suositusten ja tiedottamisen avulla pyrittävä siihen, että vesistöjen varsilla rakennuksia ja rakenteita ei sijoitettaisi liian alas.

Esitetty rakentamiskorkeuden määritelmä on perusteiltaan vuodelta 1984 oleva vesihallituksen suositus.

Tulvavahinkojen korvauslaki: koskee vain kerran 20 vuodessa tai harvemmin toistuvien tulvien aiheuttamia vahinkoja. Tulvien aiheuttamat vahingot ja niiden korvaaminen on esitelty yleispiirteisesti. Ilmaston muutoksen vaikutus tulviin on käsitelty yleisellä tasolla. Alimman rakennuskorkeuden määrittäminen on esitetty piirroksin.

3. Rakennusten alimmat rakentamisen korkeustasot

Julkaisu / Teksti: Kokousmuistio
Julkaisija /Laatija: KSV
Julkaistu / laadittu: 2001
Laajuus: 3 sivua

Tausta: kansainvälinen tiedeyhteisö ei ole päässyt yhteisymmärrykseen meren pinnan nousun ennusteista. Todetaan että tällä hetkellä meren pinnan nousu ei aiheudu lämpötilan aiheuttamasta jäätiköiden sulamisesta vaan veden lämpölaajenemisesta.

Todetaan että ohjeet ja suositukset alimmista rakennuskorkeuksista on kirjattu Suomen ympäristökeskuksen, Ympäristöministeriön ja Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuun Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueilla rakennettaessa, ympäristöopas 52.

Rakennusjärjestykseen, hyväksytty KH:ssa 7.6.2000, on otettu määräys em. julkaisun ohjeiden noudattamisesta.

Muistiossa todetaan (rakennusvalvontavirasto) että rakennusjärjestyksen mukaan ranta-alueilla katuverkon yleisen tason tulee olla vähintään + 2,6 tason alapuolella ja rakennusten maantasokerroksen vähintään tason + 3,0 yläpuolella. Tason + 2,6

(=riskitön taso) alapuolelle jäävät rakenteet tulee pääsääntöisesti toteuttaa vesitiiviinä ja varustaa kuivatuspumpkauksella.

Rakennuttajan tulee olla tietoinen ottamastaan riskistä mikäli pysäköintitilat sijoitetaan ko. tason alapuolelle ilman suojaustoimenpiteitä Pysäköintitiloihin liittyvät sähkö ym kosteudelle arat tilat *on sijoitettava aina riskittömästi*. Vesihuoltokaivantojen kannalta on sitä edullisempää, mitä korkeampi korkotaso on rannalle valittu.

Edellä mainittuja ohjeita noudatetaan mm. Saukonpaaden alueella.

4. Perusselvitys Kruunuvuorenrannan kaavoituksen merenpinnan suunnitteluohjetta varten

Julkaisu / Teksti: Selvitysraportti
Julkaisija /Laatija: KSV / Merentutkimuslaitos
Julkaistu / laadittu: 2002
Laajuus: 25 sivua

Kaavoitusta varten laadittu alueellinen perusselvitys merenpinnan ja aallokon suurimmista korkeuksista eri rantarakennevaihtoehdoille. Perusselvityksellä tarkoitetaan tarkkuustasoltaan karkeampaa selvitystä, johon sisältyy lähtötietojen puutteista johtuvia yleistyksiä.

Perusselvityksen alussa on kuvattu yleisellä tasolla vedenpinnan korkeuteen ja muodiotuvaan aallokkoon vaikuttavia tekijöitä sekä esitetty arvio ilmastonmuutoksen vaikutuksesta Helsingin edustan tuleviin merivedenpinnan korkeuden vaihteluihin.

Eri alueilla Kruunuvuoren rannalla sijainneille rantarakennetyypeille saatiin seuraavat korkeimmat aallonkorkeudet:

Rantatyyppi	Korkein toistuva aallon harjan korkeus	Korkeimman yksittäisen aallon harjan korkeus
Luiska	NN + 2,3	NN + 3,0
Amfi	NN + 2,1	NN + 2,7
Venetsia	NN + 2,0	NN + 2,4

Lähtökohtana meriveden pinnan korkeudelle kaikissa maksimitarkasteluissa oli ylin siihen mennessä mitattu veden korkeus NN +1,25. Maksimitarkastelun lisäksi selvityksessä on esitetty laskelmatuloksia aallon harjan korkeustasosta eri merivedenkorkeuden todennäköisyyksillä.

5. Keskustan tulvavesitunneli tilavarausselvitys

Julkaisu / Teksti: Tilavarausselvitys
Julkaisija /Laatija: Kiinteistövirasto / GEO
Julkaistu / laadittu: 05.04.2004
Laajuus: 4 sivua + 6 suunnitelmapiiirrosta

Tilavaraussuunnitelmassa tutkittu kahta erilaajuista vaihtoehtoa Kaivokadun ja Havis Amanda patsaan ympäristöön kerääntyvien tulvavesien poisjohtamiseksi erilliseen tulvavesitunneliin. Tunneli sijoittuu muita alueen tunneleita syvemmälle ja pääosin Unioninkadun alle. Perusvaihtoehdon kokonaispituus kuiluineen on noin 2650 m ja vertailuhinta noin 5,3 milj. €. Laajemman, osin kokoojaviemärinä toimivan, vaihtoehdon kokonaispituus kuiluineen on noin 4400 m ja vertailuhinta noin 8,8 milj. €.

6. Tulvien huomioon ottaminen Helsingin maankäytön suunnittelussa

Julkaisu / Teksti: Muistio, Esitys kaupunkisuunnittelulautakunnalle 29.8.2005
Julkaisija /Laatija: KSV
Julkaistu / laadittu: 5.9.2005
Laajuus: 5 sivua

Kaupunkisuunnittelulautakunta päätti merkitä tiedoksi tämän selvityksen 15.9.2005

Rakentamisen ohjauksen suositusten ja tiedottamisen avulla on pyrittävä siihen, ettei rakennuksia sijoiteta vesistöjen äärellä liian alas. Viitataan lainsäädäntöön ja valtakunnallisiin oheisiin sekä Helsingin kaupungin rakennusjärjestykseen. Hydrologisen ja geoteknisen erikoisasiantuntijan tulee selvittää kaavoitusprosessin alkuvaiheessa ranta-alueen rakentamiskelpoisuus. Kaavamääräyksissä on kiinnitettävä huomiota riskitekijöihin mikäli rakennusoikeutta tai kunnallisteknisiä johtoja esitetään tulva- ym. herkille alueille. Kuvataan (lyhytaikaisten) tulvien syntyminen ja sade/hulevesiviemäreiden mitoitusasteen rankkuus. Esitetään kaavoituksen keinoja tulvavahinkojen torjunnassa.

Muistion yhteenveto: Tulvien vahingollisilta vaikutuksilta voidaan parhaiten välttyä, jos tulvat osataan ottaa huomioon maankäyttöä ja toimintojen sijoittamista suunniteltaessa määrittelemällä kaavoitusvaiheessa tulvariskialueet ja rajoittamalla näille rakentamista.

7. Tulvaongelma Espoossa

Julkaisu / Teksti: Raportti
Julkaisija /Laatija: Espoon kaupunki
Julkaistu / laadittu 6.10.2005
Laajuus: 19 sivua + 6 sivua piirroksia ja liitteitä

Selvitetty tulvaongelman taustoja, käyty läpi valtakunnallisia selvityksiä ja ohjeita sekä pyritty selvittämään tulvavahinkoihin liittyviä vastuukysymyksiä. Lisäksi laadittu tulvavaarakartat merialueelle ja järviolueille sekä arvioitu tulva-alueelle jäävien rakennusten määrä ja kerrosala.

Tulvavaara-alueet on rajattu puolen metrin välein tasolle +3,00 saakka. Nykyinen maanpinnan korkeustaso on perustunut kantakartta-aineistoon. Tulvavaara-alueille olevat rakennukset on myös kartoitettu puolen metrin korkeustaso välein tasolle + 3,00 saakka. Kartoituksen tulokset on esitetty rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisesti jaoteltuna rakennusten lukumääränä ja kerrosalana.

Korvausvastuuproblematiikkaa on esitelty melko laajasti korkeimman oikeuden ja korkeimman hallinto-oikeuden päätösten sekä asiaa koskevien lakien ja asetusten valossa.

Selvityksen perusteella muutetaan Espoon rakennusjärjestystä. Kaavoituksen ohjeeksi meren rannalla kerran 200 vuodessa toistuva tulva. Rakennusten alimmaksi lattiatasoksi +3,00.

8. Tunnelien tulva- ja hätäpumppaustyöryhmän raportti

Julkaisu / Teksti: Loppuraportti
Julkaisija /Laatija: Helsingin Energia, Helen tunnelit
Julkaistu / laadittu: 29.11.2005
Laajuus: 5 sivua

Työryhmän tehtävänä on kehittää tunneleiden tulvatilanteiden pumppaustyön toteuttamista ennalta laaditun suunnitelman mukaisesti. Tunneleihin pääsee vesi

kaukolämpöjohtojen ja vesijohtojen vuototapauksissa. Työryhmä selvitti tunneliin pääsevän veden aiheuttamia ongelmia ja kehitti niiden ratkaisuja. Yksi ongelmakysymys on kaukolämpöjohtoveden kuumuus.

Kalustovalmiudet pumppausta varten: pelastuslaitos, Helen, Helsingin vesi, Rakennusvirasto ja Helsingin satama, lisäksi henkilöstötarve.

Jatkotoimenpiteitä: 1) teknisten tunneleiden tulvantorjuntamateriaalin yläpito, 2) tehtävän jatkaminen koskemaan sadevesistä tai maanpinnalla tapahtuvista putkirikoista tunneleille aiheutuvaa tulvariskiä, 3) korkeusjärjestelmien sekaannusten aiheuttamien tietojen tarkistus.

9. Tulvatorjunta teknisissä tunneleissa

Julkaisu / Teksti: Toimintaohje
Julkaisija /Laatija: kiinteistövirasto / GEO
Julkaistu / laadittu: 14.12.2005
Laajuus: 6 sivua + liitteet 7 sivua

Määritellään teknisten tunneleiden tulvantorjunnan lähtökohdat. Tulvat tunneleissa syntyvät, jos merivesi tai Vantaanjoen tulvavesi pääsee tunneleihin, tunnelissa tapahtuu putkirikko (kaukolämpö tai vesi) tai viemäriveresi pääsee tunneleihin.

Kaikki suuaukot on kartoitettu. Keskeiset toimenpiteet tulvatilanteissa ovat tunneleiden kriittisten suuaukkojen suojaaminen, pumppauksen toimintaedellytysten varmistaminen, mm. sähkön saanti pumppuille, sekä tunneliverkostoja yhdistävien reittien tarkistaminen ja tarvittaessa sulkeminen. Tarkemmat kuvaukset erilaisista teknisistä toimenpiteistä esitetään toimintaohjeessa.

10. Tulvantorjuntatyöryhmän loppuraportti ja kaupunginhallituksen päätös

Julkaisu / Teksti: Raportti + päätösluettelon teksti
Julkaisija /Laatija:
Julkaistu / laadittu: 30.12.2005 ja 11.1.2006
Laajuus: 22 sivua + 5 sivua

Raportti koskee tulvantorjuntatyöryhmän työskentelyä ajalta syyskuu – joulukuu 2005.

Helsingin alueella esiintyvät tulvatyyppit on määritelty: 1) meriveden pinnan äkillinen nousu, 2) Vantaanjoen vesistön pinnan nousu, 3) rankkasadetulvat, 4) putkirikoista johtuvat tulvat, 5) patomurtuma (Silvolan tekoallaspatio).

Meriveden pinnan korkeuden määrittely on esitetty: Helsingissä käytetään N34 korkeusjärjestelmää katujen ja rakennusten korkeuksien määrittelyssä. Meriveden pinnan määritelmänä on laskennallinen korkeus keskivesi MW. Meriveden pinnan korkeudesta on vähennettävä 11 cm jotta päästään vastaavaan maan pinnan korkeuteen N43 järjestelmässä eli meriveden pinnan 0-taso + 11 cm on maanpinnan 0-taso N43 järjestelmässä.

Tulvavahinkoihin liittyvät korvauskysymykset on rajattu tämän työryhmän työskentelyn ulkopuolelle.

Tulvien torjunnan operatiiviset toimenpiteet ja vastuut on määritelty. Tiivistettynä ne ovat seuraavat:

- Pelastuslaitos: tulvantorjunnan yleisjohtaminen, seuranta (jatkuva päivystys) ja hälytykset
- Kiinteistövirasto/ GEO: asiantuntijatehtävät

- Helsingin Energia: seuranta (jatkuva päivystys) toimenpiteitä tunneleissa
- Helsingin satama: tarvittaessa tavaroiden siirtäminen, ehkäistä vaarallisten aineiden pääsy mereen
- Helsingin Vesi: ylivuotojen tulppaus, kiinteistöjen vahinkojen seuranta ja mahdollinen korjaus
- Rakennusvirasto: katupäivystys, kaluston antaminen tulvatorjuntakäyttöön, tilapäisten patojen rakentaminen (myös pysyvien patojen rakentaminen ja suunnittelu kuuluvat HKR:lle)
- Liikuntavirasto: vahinkojen minimointiin tähtäävät tehtävät puisto yms. alueilla
- Helsingin ympäristökeskus: seuranta mm tulvien johdota syntyvin vaarallisten aineiden pääsy luontoon

Todetaan että tulvaherkille alueilla sijaitseville asuntoalueille ollaan laatimassa tulvantorjuntasuunnitelmaa.

Tulvavahinkojen estämiseksi esitellään keinoja: tulvien huomioon ottaminen kaavoituksessa, pysyvät tulvasuojelurakenteet. Lisäksi esitetään periaatteet pysyvien tulvasuojelurakenteiden (padot) suunnitteluun ja toteutukseen.

Tulvahälytysjärjestelmän kuvaus: ilmoitusraja kun meriveden pinta on MW + 0.9 m, hälytysraja MW + 1.2 m. Vantaanjoessa vedenpinnan nousua mitataan Pitkäkoscalla, ja rajat ovat MW +17.28 ja + 17.77. Helsingin Vesi seuraa rankkasadetulvien syntyä ja yhdessä Helenin kanssa tunnelien putkirikkotilanteita.

Helsingin tulvatorjuntastrategian laatimisen perusteiksi esitetään seuraavia:

- painopiste ranta-alueilla sekä uudet projektikohteet että vanhat alueet
- tulvavaara otettava huomioon myös muilla alueilla
- tunnelit ja muut maanalaiset tilat
- kiinteistöjen toimenpiteet
- olemassa olevien kohteiden kartoittaminen
- hulevesistrategia osana tulvantorjuntastrategiaa

Kaupunginhallitus on merkinnyt raportin tiedoksi 11.1.2006 päätösluettelon mukaisesti.

11. Vantaanjoen tulvantorjunnan toimintasuunnitelma

Julkaisu / Teksti: Raportti
Julkaisija /Laatija: Uudenmaan ympäristökeskus
Julkaistu / laadittu: heinäkuu 2006
Laajuus: 115 sivua sisältäen liitteet

Suunnitelmassa on tarkasteltu yleisellä tasolla Vantaanjoen pääuoman ja suurimpien sivuhaarojen tulvariskejä. Merkittävimmät tulvavahinkoalueet Helsingissä ovat Savelan asuinalue ja Oulunkylän siirtolapuutarha-alue. Mahdollisina yksittäisinä tulvakohteina mainittu lisäksi Helsingin veden varavedenottojärjestelmään kuuluvat jokivedenottamot Pitkäkoscalla ja Vanhakaupungissa sekä jäteveden pumppaamot Savelassa, Pukinmäessä, Siltamäessä ja Suutarilassa.

Toimintasuunnitelmassa on kuvattu myös tehtävien ja vastuiden jakoa tulvatilanteessa. Osatehtäviä on esitetty alueellisille ympäristökeskuksille, hätäkeskukselle, pelastusviranomaisille, maa- ja metsätalousministeriölle, Suomen ympäristökeskukselle, poliisille, kunnille, tielaitokselle, sotilasviranomaisen virka-apuyksiköille.

Kehitettävänä tulvantorjuntakeinoina on tutkittu mm. uomien vedenjohtokyvyn parantamista, tulvavesien pidättämistä valuma-alueella, tulvasuojelurakenteita ja valuma-alueen säännöstelyjen kehittämistä.

Suosituksina esitetty mm. keskeisten vahinkoalueiden suojaamiseksi tarvittavan suunnittelutyön käynnistämistä, hälytys- ja tiedonkulkujärjestelmien kehittämistä, säännöllisten tulvakokousten ja -harjoitusten pitämistä sekä uusien vedenkorkeus- ja virtaamamittausasemien perustamista.

12. Tilapäisten ja nopeasti siirrettävien tulvarakenteiden kenttäkokeet

Julkaisu / Teksti: ilmoitusluontoinen teksti
Julkaisija /Laatija: pelastuslaitos
Julkaistu / laadittu: 28.11.2006
Laajuus: 1 sivu

Teksti on selostus kokeesta: paperi- ja kartonkipaalien käyttäminen tulvantorjuntarakenteena sekä hiekkasäkkien koneellisesta täytöstä.

13. Sörnäisten ja Hermanninrannan osayleiskaava, ilmaston muutoksen huomioon ottaminen

Julkaisu / Teksti: Tutkimusraportti
Julkaisija /Laatija: KSV, konsulttina VTT
Julkaistu / laadittu: 5.1.2007
Laajuus: 47 sivua + liitteet 17 sivua

Raportissa esitetään paikallinen ennuste ilmastonmuutoksen vaikutuksesta osayleiskaava-alueen rakennettavuuteen ja arvioidaan, kuinka hyvin ilmastonmuutos voidaan ottaa huomioon alueen toteutuksessa.

Merenpinnan muutokset esitetään IPCC skenaarioiden mukaisesti sekä Merentutkimuslaitoksen raporttien mukaisesti. Aallonkorkeuden osalta viitataan Kruunuvuoren selän selvitykseen.

Alimman rakennuskorkeuden määrittämisestä ei esitetä aikaisemmin Helsingissä käytössä olevasta poikkeamista.

Tämän alueen todetaan soveltuvan ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioon ottavaksi alueeksi.

14. Tulvantorjuntatyöryhmän raportti vuonna 2006 tehdyistä tulvantorjuntatoimenpiteistä

Julkaisu / Teksti: kaupunginjohtajan päätösluettelo
Julkaisija /Laatija:
Julkaistu / laadittu: 31.1.2007
Laajuus: 4 sivua

Raportissa esitetään työryhmän loppuraportissa esitettyjen toimenpiteiden tilanne tammikuussa 2007: tulvantorjuntastrategian laatiminen, meriveden pinnan nousun vaikutuksia koskevan 1993 laaditun raportin päivittäminen, tilapäisten tulvantorjuntarakenteiden (mm. Kauppatoria varten) selvitys/kokeet, tulvariskialueiden kartoitus.

15. Tulvien huomioon ottaminen Sörnäisten ja Hermanninrannan osayleiskaavassa

Julkaisu / Teksti: Selvitys, osayleiskaavaehdotukseen
Julkaisija /Laatija: KSV
Julkaistu / laadittu 10.8. 2007
Laajuus: 3 sivua + liitteet 1 sivu

Todetaan lähtökohtana suunnittelussa pidettävän kerran 200 vuodessa toistuvaa tulvakorkeutta Helsingissä korkeuteen + 2,3 m. Alueen korkeustason määrittelyn ongelma on nykyinen Sörnäisten rantatie alimmillaan + 1.4m. Esitetään että kaavaan ei merkitä edes viitteellisenä tai ohjeellisena korkeustasoja, vaan jokainen asemakaava-alue tarkastellaan erikseen.

16. Rakennusten alimman lattiakorkeuden määrittäminen ranta-alueille rakennettaessa

Julkaisu / Teksti: Kokousmuistio
Julkaisija /Laatija: KSV
Julkaistu / laadittu: 5.10.2007
Laajuus: 7 sivua

Muistio on kokouksesta, jossa tavoitteena oli sopia Helsingin ranta-alueille suunniteltavien uusien kohteiden rakennusten alimman lattiakorkeuden määrittämisen periaatteista. Näitä kohteita on esitetty liitekartalla 18 kpl. Kokouksessa oli edustajia rakennusvalvonta-, kiinteistö- / GEO ja kaupunkisuunnitteluvirastosta. Muistiossa on esitetty nykyinen käytäntö perusteineen lattia ja rakennuskorkeuksien määrittelyyn. Todetaan että Helsingin kaupunki on käynnistämässä merenpinnan tulevaisuuden korkeusaseman arviointiin ja aaltoiluvaran määrittämiseen liittyvää asiantuntijatyötä.

17. Tulvakohteiden määrittely

Julkaisu / Teksti: Esiselvitys, raportti
Julkaisija /Laatija: HKR sekä konsultti FCG Suunnittelukeskus Oy
Julkaistu / laadittu: 28.11.2007
Laajuus: 54 sivua + liitteet 13 sivua

Tulvakohteiden määrittelyssä on valittu tarkasteltaviksi tulvakorkeuksiksi NN + 1.1 m ja NN + 2.00 m. Tavoitteena on ollut esittää kaupunginosittain ne riskialttiit kohteet, joissa äkillinen vedenpinnan nousu voi aiheuttaa haittaa tai vahinkoa kiinteistölle, rakennuksille tai muille ko. alueella sijaitseville rakenteille.

Ratkaisuina esitetään kiinteitä tulvasuojelutoimenpiteitä ja siirrettäviä tulvaesteitä. Kohteet, joita on esitetty 21 kpl, on käyty läpi yksityiskohtaisesti, esitetty valokuvia sekä mm. osoitetietoja 1- 20 kohdasta (kiinteistöstä) osa-alueittain.

Ulkopuolelle on rajattu: kantakaupungin ranta-alueet mm. kauppatori, Suomenlinna, Santahamina, Vantaanjoen alue sekä suunnitteilla olevat ja toteutetut uudet kohteet.

Meritulvasta aiheutuvien vahinkojen ennakoimista ja arviointien kehitystä seurataan, asiantuntijana Merentutkimuslaitos. Seurannasta ja hälytyksistä vastaavat pelastuslaitoksen, HKR:n ja Helenin päivystys. Tulva-aluekartoilla on esitetty veden ulottuminen rannalle edellä mainituilla meren pinnan tasoilla. Tehtävät tulvatilanteessa on esitetty eri organisaatioille: Pelastuslaitos, HKR, Helsingin Vesi, Helsingin Energia, Helsingin Satama, Liikuntavirasto, Helsingin ympäristökeskus.

Kiinteiden tulvasuojelutoimenpiteiden priorisointi on esitetty 11 kohteelle. Kärjessä olevat kolme kohdetta ovat Laajasalossa Sarvastonkaaren alue, Vartiokylässä Marjaniemi ja Vartiokylänlahden alueet.

18. Helsingin kaupungin hulevesistrategia

Julkaisu / Teksti: Raportti
Julkaisija /Laatija: HKR, Ksv, Rakvv, HKV ja Ymk
Julkaistu / laadittu: 28.12.2007
Laajuus: 12 sivua + liitteet 97 sivua

Huleveden määritelmä: "Hulevedellä tarkoitetaan maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä. Hulevesijärjestelmään voi päätyä myös muita kuin sade- ja sulamisvesiä esim. tulipalojen sammutusvesiä, tunnelien ja katujen huuhteluvesiä jne. Hulevesissä korostuu ihmistoiminnan vaikutus, mikä erottaa ne muista valumavesistä."

Helsingin hulevesien johtamisen kehittämisen lähtötilanne kuvataan ja esitetään arvio ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Meriveden pinnan nousun todetaan vaikeuttavan hulevesiviemäroinnin toimintaa rantojen läheisyydessä. Hulevesien tulviminen eli ns. kaupunkitulvat johtuvat usein rankkasateista. Meriveden pinnankorkeuden noususta aiheutuviin tulviin todetaan Helsingin kaupungilla olevan "erillinen varautumissuunnitelma".

Hulevesistrategian päämääränä ovat:

- Tulvimishaittojen poistaminen ja ehkäiseminen
- Pohjaveden pinnan ennallaan pitäminen
- Alueellisen ja paikallisen kuivatuksen varmistaminen
- Haitallisten aineiden eliminoiminen hulevesissä
- Huleveden hyödyntäminen resurssina

Strategia sisältää toimenpideohjelman ja lisäselvitysehdotukset. Toimenpiteet koskevat laajasti kaavoitusta, yleisten alueiden ja tonttien rakentamista, vesihuoltoa, huleveden laadun parantamista ja yhteistyön lisäämistä eri hallintokuntien kesken. Lisäselvityksiä ovat pilottialueselvitys, jossa arvioidaan strategian toteutumista, selvitys huleveden laadusta ja puhdistustarpeen arvioinnista, riskialueiden kartoitus sekä huleveden varassa olevien luonto- ja virkistysarvojen kartoitus.

19. Suomen patoturvallisuudesta

Julkaisu / Teksti: Suomen patoturvallisuudesta
Tekijä /Laatija: Suomen ympäristökeskus
Julkaistu: 2008
Laajuus: 8 sivua

Patoturvallisuuslakkia ollaan uudistamassa ja samalla laaditaan uusi patoturvallisuusopas.

Patoturvallisuuslain piiriin kuuluvat vähintään 3 m korkeat padot. Niiden omistajan on laadittava kullekin padolle turvallisuustarkkailuohjelma.

Patojen turvallisuus on Suomessa kansainvälisesti hyväksyttävällä tasolla. Ongelmana on patojen rakentamisen ja kunnossapitoon perehtyneiden henkilöiden puute koska uusia patoja rakennetaan vähän.

20. Rankkasadevaroitussjärjestelmän kehittäminen

Julkaisu / Teksti: Kirje
Tekijä / Laatiija: Ilmatieteenlaitos
Julkaistu: 18.3.2008
Laajuus: 4 sivua

Kirjeen tarkoituksena on ilmoittaa konsortion luomisesta ja rahoitustuen hakemisesta rankkasadevaroitussjärjestelmän (RAVAKE) tutkimus ja kehityshankkeeseen. Esitetään taustat, tavoitteet, aikataulu ja kustannusarvio.

21. Tulvat maankäytön suunnittelussa, tulvasuojelukohteena Oulunkylän alue

Julkaisu / Teksti: Diplomityö
Julkaisija / Laatiija: Teknillinen korkeakoulu, Uudenmaan ympäristökeskus ja HRK / Elina Haapala
Julkaistu / laadittu: 26.3.2008
Laajuus: 102 sivua sisältäen liitteet

Tarkasteltu muiden tulvasuojelutoimenpiteiden lisäksi tarkemmin eri tulvasuojapengervaihtoehtoja Savelan asuinalueen ja Oulunkylän siirtolapuutarha-alueen suojaamiseksi. Esitetty penkereiden sijoittuminen alueille sekä penkereen poikkileikkaus. Laskettu eri pengervaihtoehtojen massamäärä- ja kustannusarviot. Lisäksi laskettu näiden alueiden rakennuksille aiheutuvan vahingon määrä eri tulvakorkeuksilla.

22. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)

Julkaisu / Teksti: Loppuraportti
Julkaisija / Laatiija: Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos ja TKK
Julkaistu / laadittu: luonnos 22.5.2008
Laajuus: 118

Hankkeen tavoitteena oli laatia vuosien 2000 – 2005 sääätutkahavaintojen perusteella erisuuruisille alueille ja eri maantieteellisille paikoille sadannan toistuvuusikäyrät sade- ja kuivatusjärjestelmien mitoituksen perusteeksi. Tutkahavaintojen käyttökelpoisuutta arvioitiin vertaamalla tutka- ja sademittarihavaintoja keskenään. Sääatutkalla on mahdollista saada alueellisesti kattavampi havaintoaineisto kuin yksittäisillä mittareilla, jotka eivät välttämättä sijoitu paikallisen sateen alueelle.

Lisäksi hankkeessa arvioitiin ilmastomuutoksen vaikutuksia rankkasateisiin seuraavan 50 – 100 vuoden kuluessa sekä tarkasteltiin hulevesimallien soveltuvuutta Suomen oloihin.

Hyvin suuria yli 100 mm vuorokausisadantoja todetaan esiintyvän yksittäisellä havaintopaikalla harvemmin kuin kerran 100 vuodessa. Sateisimmat kuukaudet Suomessa ovat heinä- ja elokuu. Ilmatieteen laitoksen raja-arvot rankkasateelle ovat seuraavat:

Aika	Sademäärä (mm)
5 min	2,5
30 min	5,5
60 min	7
4 h	10
12 h	15
24 h	20

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia arvioitaessa todetaan, että mallien kyky kuvata sateen esiintymistä ja voimakkuutta on puutteellinen. Tämän hetken arvio on, että sadepäivien määrä ei niinkään muuttuisi, mutta sateen määrä ja rankkuus tulevat lisääntymään, ja talvella enemmän kuin kesällä. Rankkimmat vuorokausisateet näyttäisivät kasvavan 10 – 30 % vuosisadan loppupuolella.

Sadannan lisääntyminen saattaa nostaa vesialtaiden pintaa ja tätä kautta myös pohjaveden pintaa. Maaperän vesipitoisuuden kasvaessa kuormitus kasvaa ja huokosvedenpaine nousee, jolloin maan lujuus alenee. Toisaalta päällystetyssä kaupunkiympäristössä pohjaveden pinta usein alenee voimakkaan pintavalunnan myötä, joten hulevesien hallinnassa tulisi suosia luonnon hydrologista kiertoa jäljitteleviä menetelmiä, mm. imeyttämistä.

Sateen kasvu 20 %:lla muuttaisi toistuvuuksia nykytilaan seuraavasti.

Toistuvuus nyt	Toistuvuus, kun sademäärä lisääntyy 20 %
3 v	2 v
5 v	3 v
10 v	5 v
25 v	10 v

Johtopäätöksinä todetaan, että säätutkahavainnot ovat käyttökelpoisia varoitusjärjestelmän ja lähietkiennusteiden tietopohjaksi. Rankkasaderiskeihin varautumista tulisi parantaa. Hulevesimallinnus antaa työkalun myös verkoston ongelmakohtien ja vahinkoriskien arvioimiseen. Jatkotoimenpiteeksi esitetään mm. alueellisten mitoitussadanta-aineistojen laatimista nykyiselle ja tuleville ilmastoille.

Sarjassa aikaisemmin julkaistu:

- 2009:1 Lounais-Sipoosta Helsinkiä
– Maaseudusta kaupunkia.
Sosiokulttuurinen selvitys
liitosalueesta.
- 2009:2 Rannikon laaksoista metsäylängölle
– Osayleiskaavatasoinen
maisemaselvitys Östersundomin
alueelta
- 2009:3 Selvitys kadunvarsiliiketoista
Helsingin uusissa kaupunginosissa

ISSN 1458-9664
ISBN 978-952-223-635-7 (PDF)