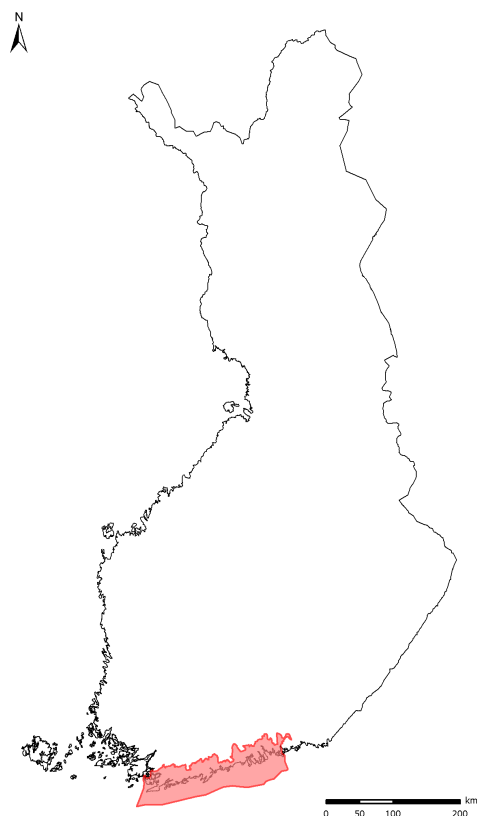


UUDENMAAN ELY-KESKUS
Y-VASTUUALUE

UUDENMAAN JA ITÄ-UUDENMAAN RANNIKKOALUEIDEN ALUSTAVA TULVARISKIEN ARVIOINTI

Raportti

31004-13090



31.12.2010

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	TAUSTAA	1
3	RANNIKKOALUEEN KUVAUS	2
3.1	Alueen sijainti	2
3.2	Merivedenkorkeus	2
3.3	Maankäyttö.....	3
3.4	Asutus ja kulttuuriperintö	7
3.5	Kaavoitus	10
3.5.1	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet	11
3.5.2	Maakuntakaavat	11
3.5.3	Yleiskaavat	12
3.5.4	Asemakaavat	12
3.5.5	Rakennusjärjestykset	13
3.6	Satamatoiminnot ja merenkulku	13
3.7	Toteutuneet tulvasuojeluhankkeet	14
4	MERITULVAT JA NIISTÄ AIHEUTUNEET TULVAVAHINGOT	14
4.1	Meritulvien syntyyn vaikuttavat tekijät Itämerellä	14
4.2	Meritulvatilanteiden toistuvuus	15
4.3	Toteutuneita meritulvia	15
4.3.1	Lokakuun tulva vuonna 1967	15
4.3.2	Syyskuun tulva vuonna 1975	16
4.3.3	Joulukuun tulva vuonna 1983	16
4.3.4	Joulukuun tulva vuonna 1986	16
4.3.5	Marraskuun tulva vuonna 2001	16
4.3.6	Joulukuun tulva vuonna 2003	16
4.3.7	Tammikuun tulva vuonna 2005	16
4.3.8	Joulukuun tulva vuonna 2006	18
4.3.9	Tammikuun tulva vuonna 2007	18
4.4	Meritulvien aiheuttamat vahingot	19
5	MAHDOLLISET TULEVAISUUDEN TULVAT JA TULVARISKIT	20
5.1	Ilmastonmuutoksen vaikutus tulvariskeihin	20
5.2	Muun pitkäaikaisen kehityksen vaikutus tulvariskeihin	21
5.3	Rannikkoalueelta aikaisemmin laaditut tulviin liittyvät selvitykset	21
6	PAIKKATIETOAINEISTOJEN KÄYTTÖ TULVARISKIALUEIDEN TUNNISTAMISESSA	21
6.1	Yleistä	21
6.2	Tulvariskiruutujen ja -alueiden määrittely	22
7	TULVARISKIKOhteet RANNIKKOALUEELLA	22
7.1	Tulvariskien arvioinnissa käytetty tulvakorkeus	22
7.2	Tulvariskikohteiden sijainti	23
7.3	Tulvalle altistuva väestö ja taloudellinen toiminta	25
7.4	Vaikeasti evakuoitavat kohteet	27
7.5	Tulvariski ympäristölle	28
7.6	Tulvariski kulttuuriperinnölle	28
7.7	Yhteiskunnan kannalta tärkeät toiminnot	30
7.7.1	Vesihuolto ja energiantuotanto	30
7.7.2	Pelastustoimen rakennukset	30
7.7.3	Kulkuyhteydet	31
7.8	Tulvariskialueiden rajaukset	32

UUDENMAAN ELY-KESKUS
UUDENMAAN JA ITÄ-UUDENMAAN RANNIKKOALUEIDEN TULVARISKIEN
ALUSTAVA ARVIOINTI

1 JOHDANTO

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen toimeksiannosta FCG Finnish Consulting Group Oy on laatinut Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen alustavan tulvariskien arvioinnin. Tämä raportti toimii lähtöaineistona Uudenmaan Ely -keskuksessa laadittavalle esitykselle ko. alueen merkittävistä tulvariskialueista.

Selvityksen laadinnan ohjaukseen ovat tilaajan puolelta osallistuneet seuraavat henkilöt:

Kari Rantakokko	Uudenmaan Ely -keskus
Olli Jaakonaho	Uudenmaan Ely -keskus

FCG Oy:ssä selvityksestä on vastannut seuraava työryhmä:

Markku Vähäkäkelä	Projektipäällikkö, raportointi
Mikael Stening	Tulvatarkastelut, tausta-aineiston kokoaminen
Anssi Savisalo	Maankäyttö
Kuisma Reinikainen	Maankäyttö, paikkatietoaineiston analysointi
Jan Tvrđy	Paikkatietoaineisto, paikkatietoaineiston analysointi

2 TAUSTAA

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) ja siihen liittyvä asetus (659/2010) tulivat voimaan kesällä 2010. Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia sekä edistää varautumista tulviin. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet. Vesitaloudellisten keinojen ohella kiinnitetään huomiota erityisesti alueiden käytön suunnitteluun ja rakentamisen ohjaukseen sekä pelastustoimintaan. Tulvariskien hallinnan tavoitteena on vähentää vahingollisia seurauksia ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle. Lain ja asetuksen avulla toimeenpannaan Euroopan unionin tulvadirektiivi (Direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta, Eurooppa 2007).

Tulvariskien hallintaan kuuluvat tulvariskien alustava arviointi, mahdollisten merkittävien tulvariskialueiden nimeäminen, tulvavaara- ja tulvariskikarttojen laatiminen sekä toimenpiteiden selvittäminen. Tulvariskien alustavan arvioinnin avulla (määräaika 22.12.2011) etsitään alueet, joilla tulvista voi aiheutua merkittävää vahinkoa. Näille mahdollisille merkittäville tulvariskialueille laaditaan tulvavaara- ja tulvariski-kartat (määräaika 22.12.2013) sekä tulvariskien hallintasuunnitelmat (määräaika 22.12.2015). Tulvavaara-kartalla esitetään tulvan laajuus ja vesisyvyys karttapohjalla tietyllä todennäköisyydellä. Tulvariskikartalla kuvataan puolestaan tietyn suuruisen tulvan aiheuttamat mahdolliset vahingot, mm. seurauksista kärsivien asukkaiden määrä ja ympäristölle haitalliset kohteet. Tulvariskien hallintasuunnitelmissa esitetään toimenpiteet tulvariskien vähentämiseksi. Vesistötulvien osalta hallintasuunnitelmat laaditaan vesistöalueille, joilla on yksi tai useampi mahdollinen merkittävä tulvariskialue.

Tulvariskien alustava arviointi luo tärkeän pohjan tulvariskien hallinnalle. Vesistöalueiden ja merenrannikon tulvariskien alustavasta arvioinnista huolehtii valtion aluehallintoviranomaisena elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus (ELY). Kunnat vastaavat hulevesitulvariskien arvioinnista alueellaan. Lain mukaan tulvariskien alustava arviointi tehdään toteutuneista tulvista sekä ilmaston ja vesiolojen kehittymisestä saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä. Arvioinnissa kerätään tiedot toteutuneista ja mahdollisista tulevaisuuden tulvista ja niiden haitallisista vaikutuksista. Laajoja uusia selvityksiä ei tulvariskien alustavan arvioinnin yhteydessä tehdä, vaan se perustuu olemassa olevaan tietoon. Vesistöalueiden tulvariskien alustava arviointi tehdään vesistöalueittain ja meritulvariskien alustava arviointi ELY-keskuksittain. Maa- ja metsätalousministeriö nimeää vesistöalueen ja merenrannikon merkittävät tulvariskialueet elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ehdotuksesta.

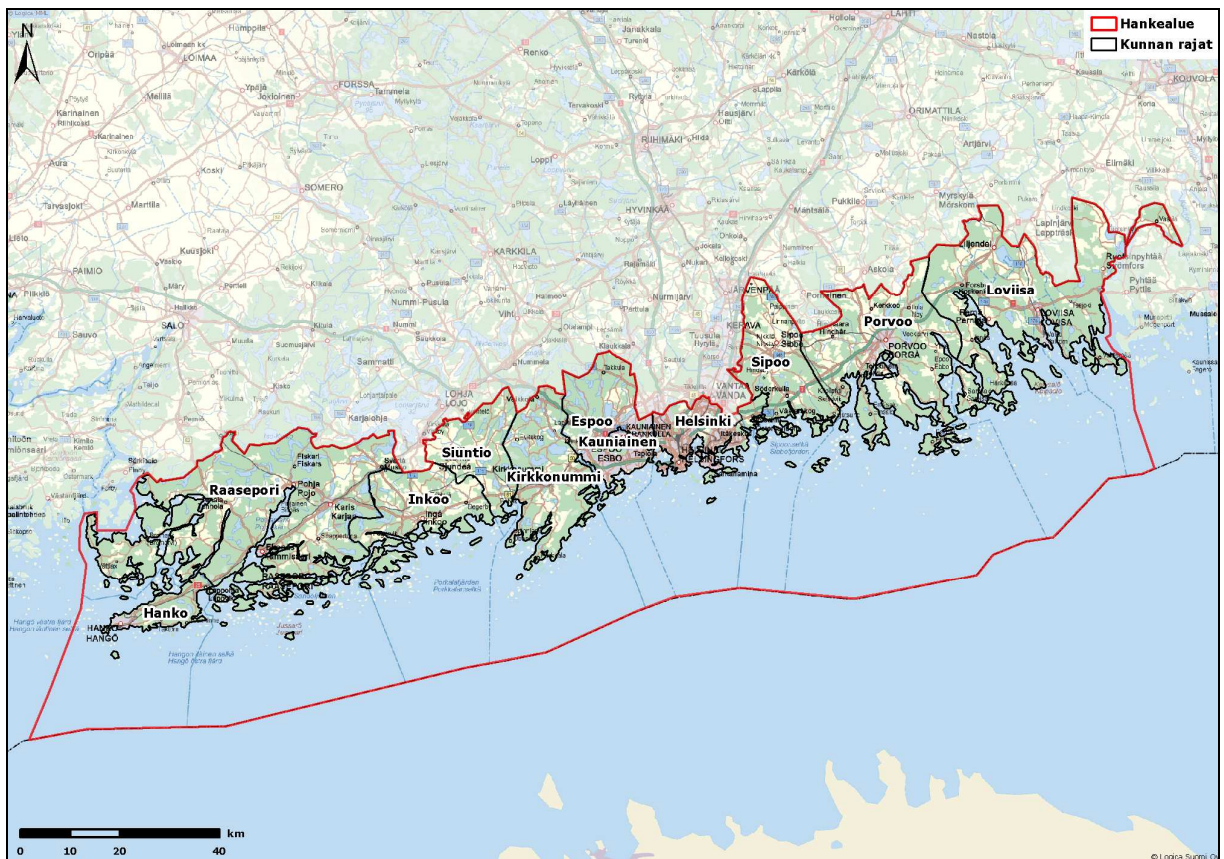
Tässä arviointiraportissa on esitetty tulvariskien hallinnasta annetun lain mukainen tulvariskien alustava arviointi Uudenmaan alueen rannikolla meritulvien osalta.

3 RANNIKKOALUEEN KUVAUS

3.1 Alueen sijainti

Uudenmaan edustan merialue sijoittuu Hankoniemen ja Loviisan väliselle rannikkokaistalle Etelä-Suomessa. Alueen kaupunkeja ja kuntia ovat lännestä alkaen Hanko, Raasepori, Inkoo, Siuntio, Kirkkonummi, Espoo, Helsinki, Sipoo, Porvoo ja Loviisa. Vuoden 2010 alusta alkaen Pernaja ja Ruotsinpyhtää ovat liittyneet osaksi Loviisaa. Lisäksi Vantaa ulottuu tarkastelualueelle Länsimäen ja Länsisalmen kaupunginosien kohdalla.

Alueella mereen laskee jokia, joista merkittävimmät ovat Vantaanjoki, Porvoonjoki sekä Karjaan- ja Mustionjoki.



Kuva 1. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalue.

3.2 Merivedenkorkeus

Itämeren vedenkorkeuksiin vaikuttaa merkittävimmin tuulen voimakkuus, ilmanpaine, virtaukset Tanskan salmien läpi sekä jäätilanne. Ukkonen ja voimakkaat tuulet voivat aiheuttaa yllättävän nopeita merivedenkorkeuden heilahduksia. Viimeaikaisten ukkosten yhteydessä Ilmatieteen laitos on pitkin Suomen rannikkoa tehnyt havaintoja poikkeuksellisen nopeista vedenkorkeuden vaihteluista sekä voimakkaista virtauksista. Nopeasti liikkuvat matalapaineet aiheuttavat merivedenpinnan heilahtelua, joka voi paikallisesti olla sekä nopeaa että voimakasta. Matalissa lahdissa vedenkorkeuden vaihtelut voivat olla selvästi suurempia kuin havaintoasemalla. Suomessa merivedenpinnan on havaittu laskevan tai nousevan enimmillään yli puoli metriä tunnin aikana. Nopeimpia merivedenpinnan vaihteluja ei havaita mareografilla, koska sen rakenne on suunniteltu suodattamaan pois nopeimmat vaihtelut, kuten aallokon. Vedenkorkeus vaihtelee Suomen rannikolla noin -130 cm ja +200 cm välillä. (Itämeriportaali 2010).

Aallokkoon vaikuttavat tuulen nopeus, tuulen kesto ja pyyhkäisymatka. Ilmatieteen laitos mittaa avovesikaudella Uudenmaan edustan merialueen aallokkoa Helsingin edustalla sijaitsevilla aaltopoijuilla. Suurin Suomenlahdella mitattu merkitsevä aallonkorkeus on 5,2

m, jolloin suurimmat yksittäiset aallot ovat olleet noin 9 m korkeita. (Itämeriportaali 2010).

Merivedenkorkeutta mitataan Suomen rannikolla Ilmatieteenlaitoksen mareografiasemilla, joita on yhteensä 13, joista Uudeltamaalta Suomenlahden pohjukkaan sijoittuu kolme asemaa. Helsingin asemalla on tehty havaintoja vuodesta 1904 lähtien, Hangossa sijaitsevalla asemalla vuodesta 1887 ja Haminassa sijaitsevalla asemalla vuodesta 1928 alkaen.

Rannikkoalueen vedenkorkeuksien suurimmat arvot (HW) on mitattu tammikuussa 2005 Gudrun -talvimyrskyn yhteydessä (Taulukko 1). Vedenkorkeuden ääri- ja keskiarvot Hangon, Helsingin ja Haminan mareografeilla tehtyjen havaintojen mukaisesti on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1. Suurimmat vedenkorkeushavainnot Uudenmaan edustan merialueella (Itämeriportaali 2010)

Havaintoasema	Havainnon pvm.	Suurin havainto (MW_{teor})	Suurin havainto (N_{60})
Hanko	9.1.2005	+1,32 m	+1,24 m
Helsinki	9.1.2005	+1,51 m	+1,45 m
Hamina	9.1.2005	+1,97 m	+1,95 m

Taulukko 2. Merivedenkorkeuden ääri- ja keskiarvot (Merentutkimuslaitos 7.8.2007)

Havaintoasema	HW	MHW	MW	MNW	NW
Hanko	$N_{60} +1,24$	$N_{60} +0,66$	$N_{60} -0,08$	$N_{60} -0,57$	$N_{60} -0,86$
Helsinki	$N_{60} +1,45$	$N_{60} +0,83$	$N_{60} -0,06$	$N_{60} -0,69$	$N_{60} -0,98$
Hamina	$N_{60} +1,95$	$N_{60} +1,13$	$N_{60} -0,02$	$N_{60} -0,80$	$N_{60} -1,12$

Keskimäärin kerran vuodessa toteutuva ylivedenkorkeus (MHW) on ollut havaintojaksolla Helsingissä 0,89 m ($N_{60}+0,83$ m) ja Hangossa 0,74 m ($N_{60}+0,66$ m). N_{60} -korkeusjärjestelmä lähestyy vuosittain teoreettista keskivettä (MW_{teor}). Vuonna 2010 yhteys meriveden keskiveden mukaiseen MW -järjestelmään (MW_{2010}) on seuraava: +0,00 (MW_{2010}) = -0,078 (N_{60}) Hanko, -0,057 (N_{60}) Helsinki, -0,016 (N_{60}) Hamina.

3.3 Maankäyttö

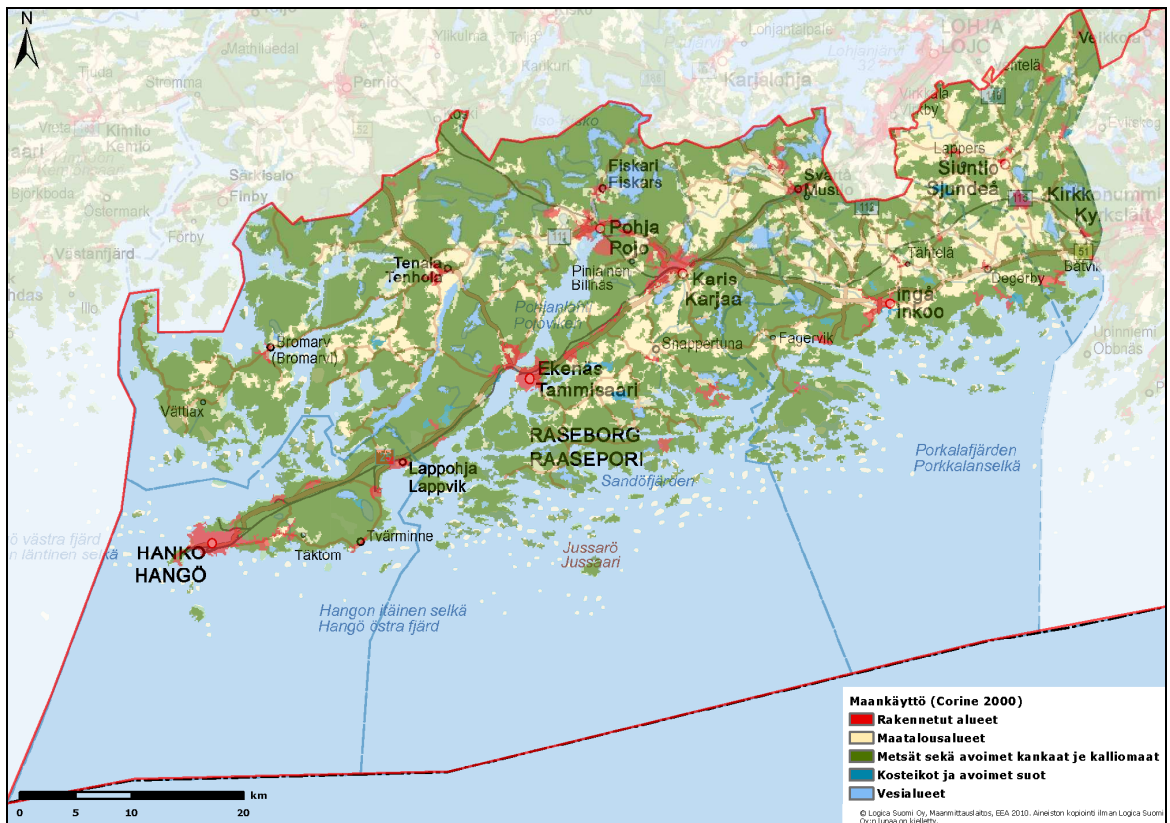
Maankäytön suunnittelun tehtävänä on ohjata alueiden käyttöä ja rakentamista. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet yhdessä maakunta-, yleis- ja asemakaavojen kanssa muodostavat maankäytön suunnittelujärjestelmän (Ympäristöministeriö 2009).

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen kuntien maankäyttöä on tarkasteltu lähinnä paikkatietoaineistojen pohjalta. Tarkastelun kohteena oleva rannikkoalue on CORINE Land Cover 2000 -paikkatietokannan maankäyttö/maanpeite -maankäyttöaineiston mukaan Helsinkiä ja Espoon eteläosaa lukuun ottamatta pääosin vesialuetta ja metsiä sekä avoimia kankaita ja kalliomaita.

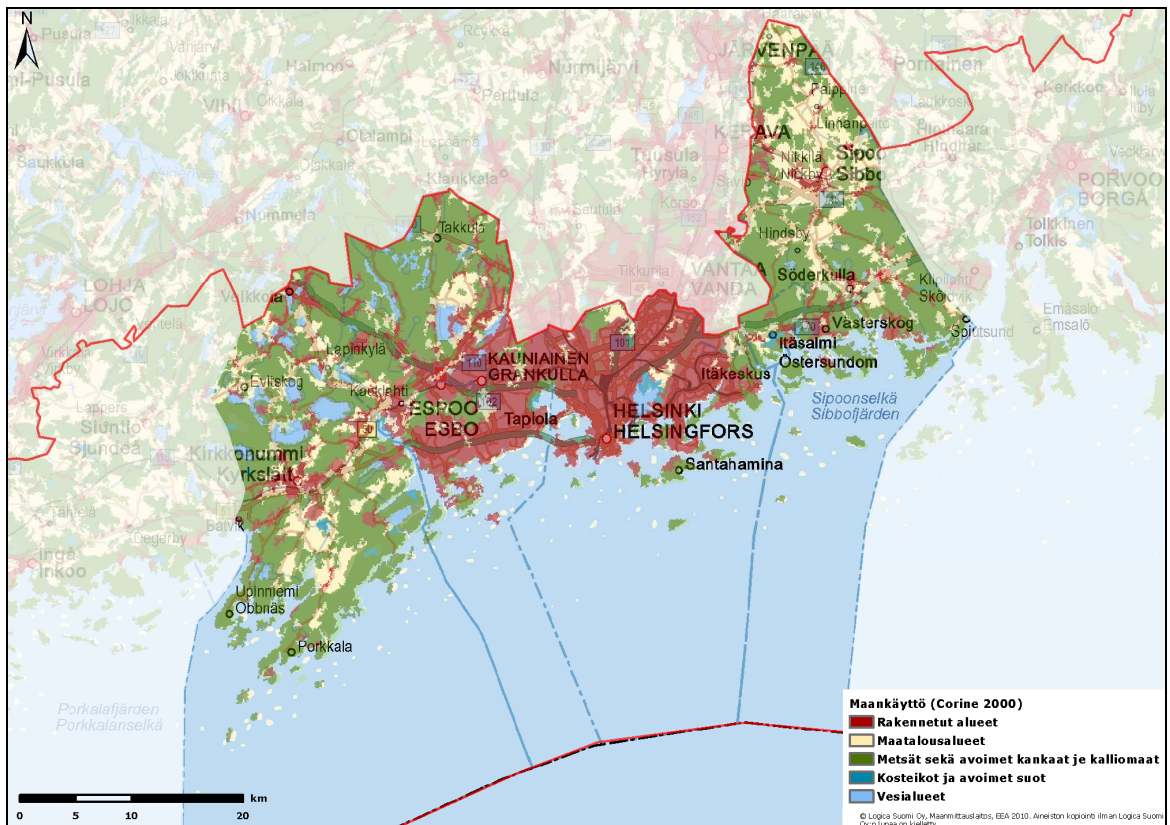
Taulukko 3. Maankäyttö rannikkoalueen kuntien alueella

Maankäyttöluokka Corine 2000	Koko kunnan alue		Tulva-alue	
	Pinta-ala [km ²]	%	Pinta-ala [km ²]	%
Maatalousalueet	1 010,6	9,0 %	78,6	25,3 %
Rakennetut alueet	522,2	4,6 %	37,2	12,0 %
Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat	3 059,3	27,2 %	139,7	45,0 %
Vesialueet	6 609,4	58,7 %	42,2	13,6 %
Kosteikot ja avoimet suot	52,1	0,5 %	12,8	4,1 %
Yhteensä	11 253,6	100,0 %	310,5	100,0 %

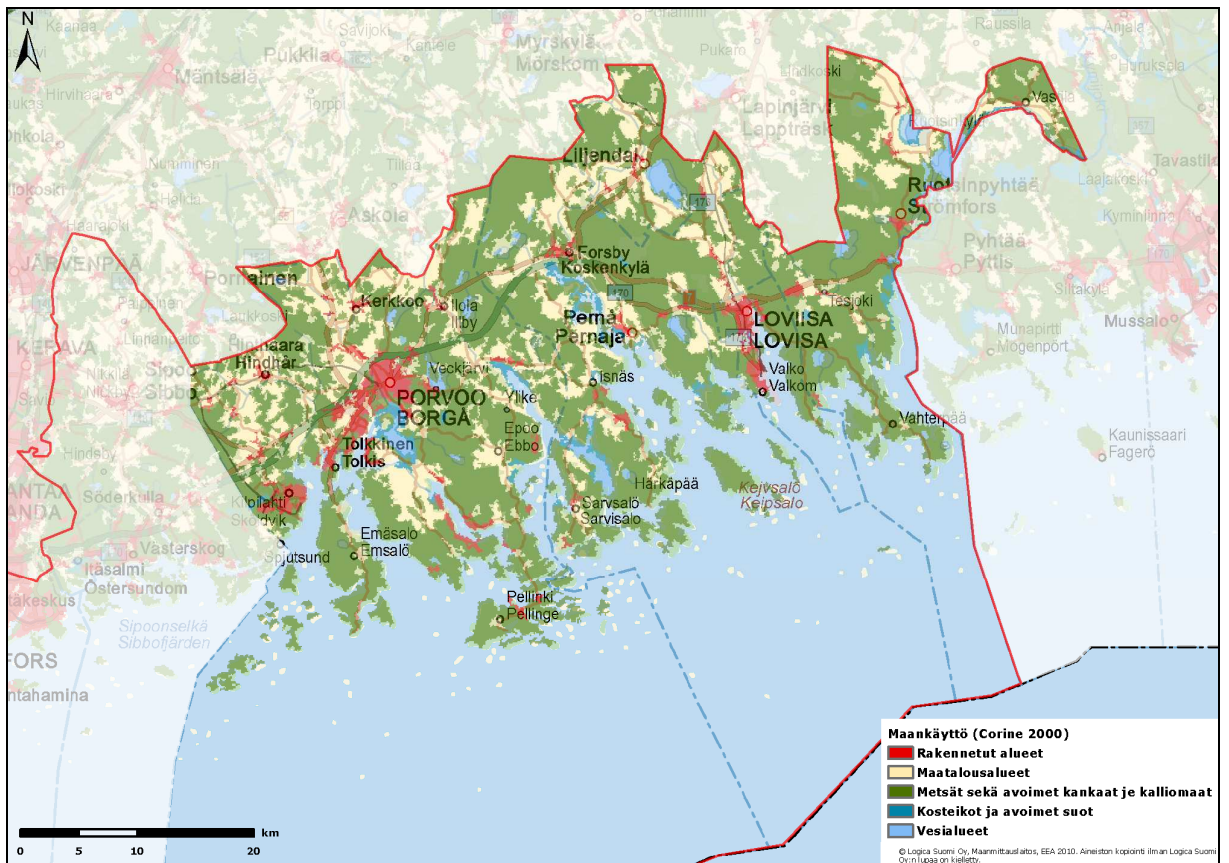
Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen osalta laajimmat rakennetut alueet sijaitsevat Helsingissä ja Espoossa, Kirkkonummen, Inkoon ja Hangon keskustaajamissa, Raaseporissa Tammisaaren ja Karjaan taajamissa, Sipoossa Nikkilän ja Söderkullan taajamissa, Loviisassa keskustaajamassa ja Valkossa sekä Porvoossa keskustaajamassa ja Kilpilähdessä. Kuvien 2-4 kartoilla on esitetty rannikkoalueen maankäyttö välillä Hanko-Loviisa.



Kuva 2. Corine 2000 -aineiston mukainen maankäyttö rannikkoalueella (Hanko-Siuntio).

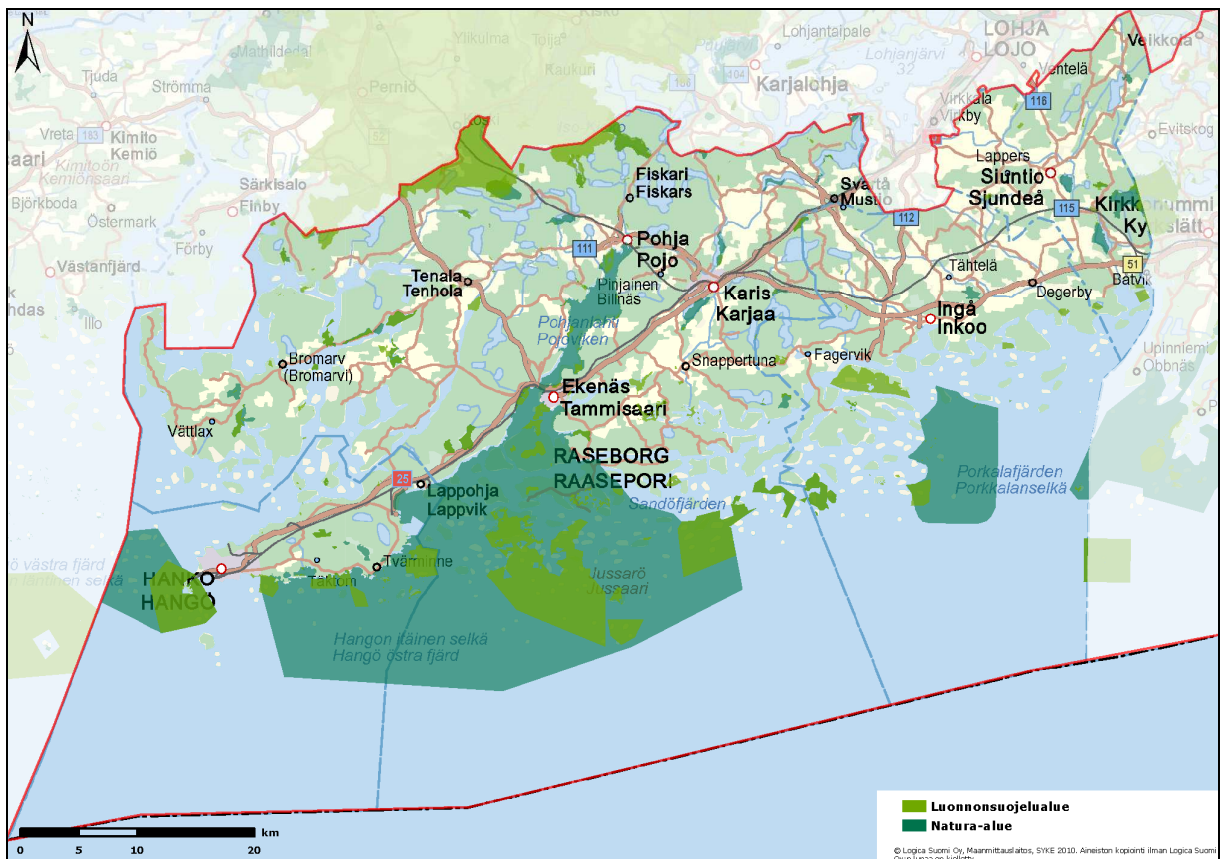


Kuva 3. Corine 2000 -aineiston mukainen maankäyttö rannikkoalueella (Kirkkonummi-Sipoo).

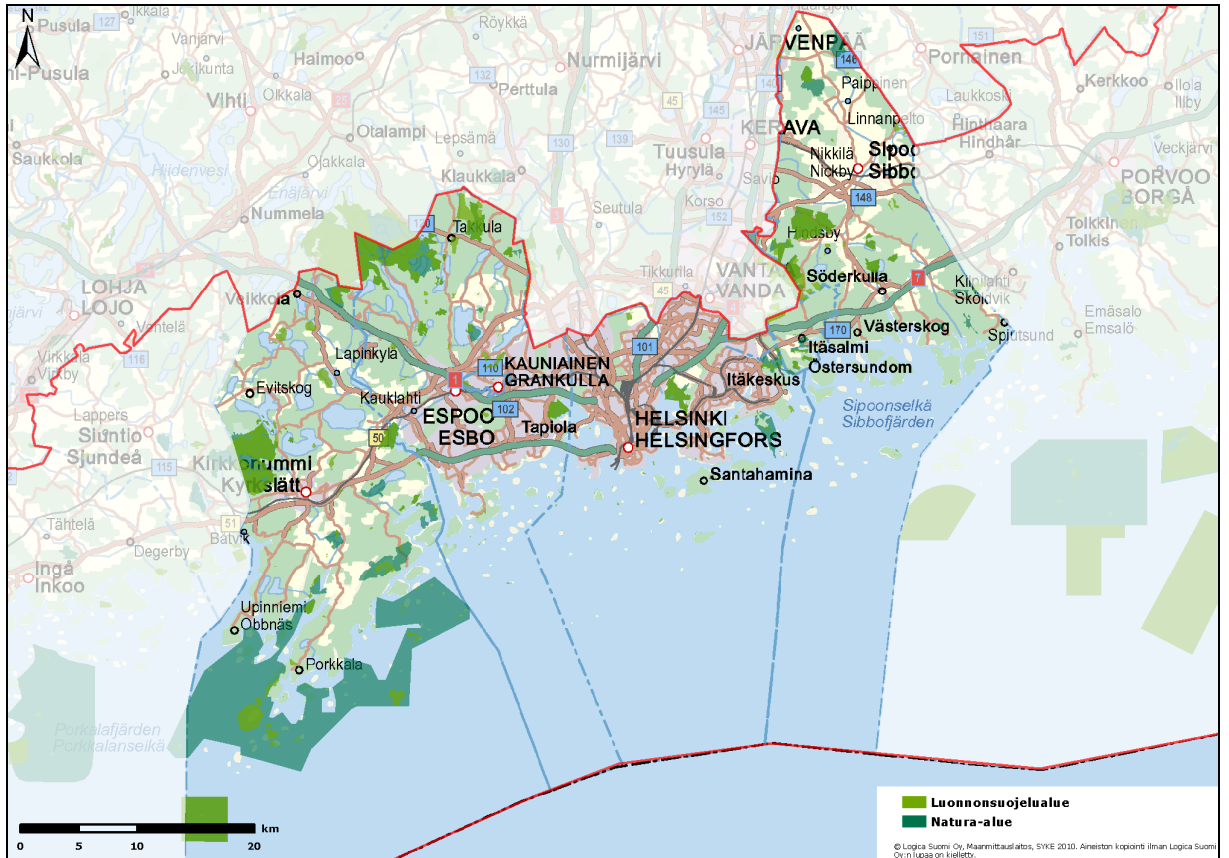


Kuva 4. Corine 2000 -aineiston mukainen maankäyttö rannikkoalueella (Porvoo-Loviisa).

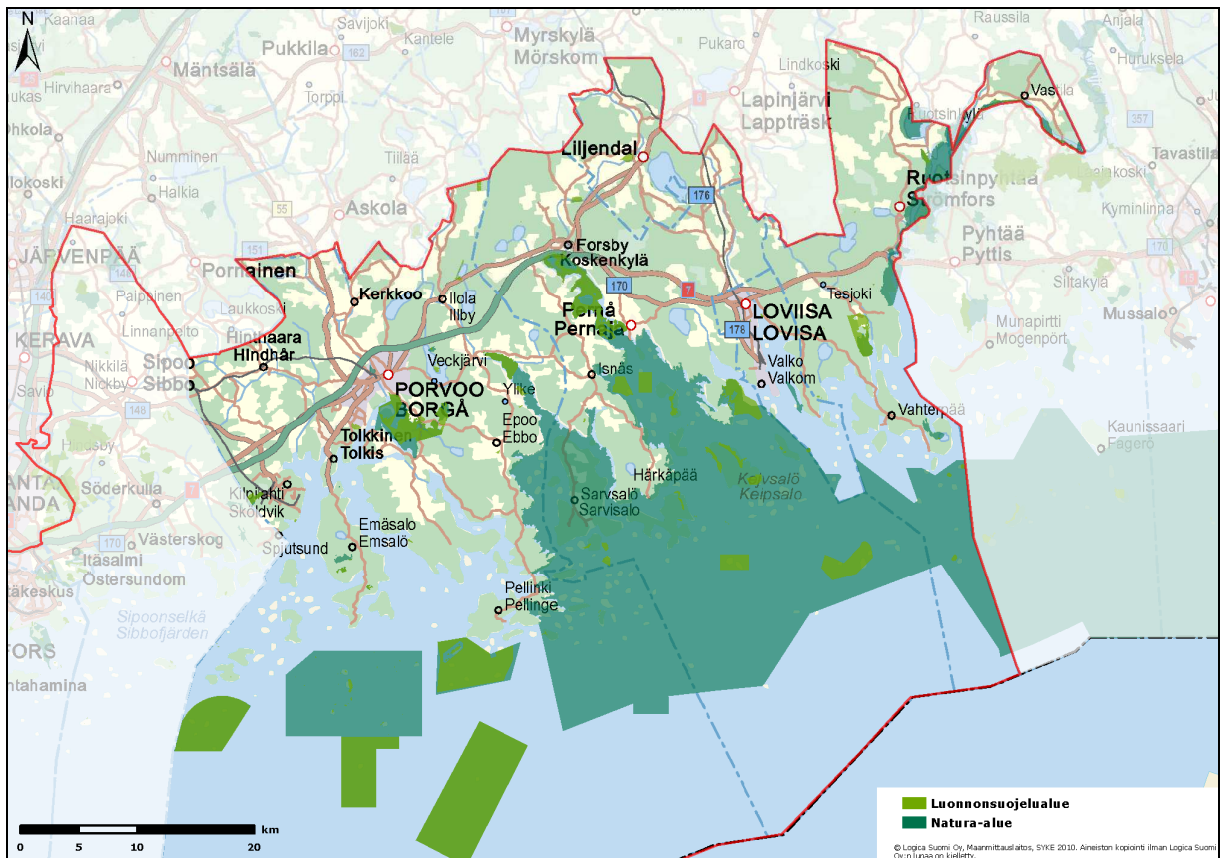
Kuvien 5-7 kartoilla on esitetty rannikkoalueen Natura-direktiivin mukaiset kohteet sekä luonnonsuojelualueet.



Kuva 5. Natura -direktiivin kohteet sekä luonnonsuojelualueet rannikkoalueella (Hangö-Siuntio).



Kuva 6. Natura-direktiivin kohteet sekä luonnonsuojelualueet rannikkoalueella (Kirkkonummi-Sipoo).



Kuva 7. Natura-direktiivin kohteet sekä luonnonsuojelualueet rannikkoalueella (Porvoo-Loviisa).

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueella sijaitsee edellä esitettyjen karttojen mukaisesti seuraavat luonnonsuojelualueet:

- 7 Ramsar -aluetta *)
- 102 arvokasta kallioaluetta
- 61 Natura-aluetta
- 242 Luonnonsuojeluohjelma-aluetta
 - o Vanhojen metsien suojeluohjelmat (26 kpl).
 - o Harjujen suojeluohjelma (12 kpl)
 - o Lehtojen suojeluohjelma (62 kpl)
 - o Lintuvesien suojeluohjelma (55 kpl)
 - o Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet (10 kpl)
 - o Kansallis- ja luonnonpuistojen kehittämisohjelma, (1 kpl)
 - o Rantojen suojeluohjelma (39 kpl)
 - o Soiden suojeluohjelma (37 kpl)
- 679 Luonnonsuojelu-/erämaa-aluetta

*) Ramsarin sopimus (1975) velvoittaa valtioita edistämään kansainvälisesti merkittävien kosteikkojen ja vesilintujen suojelua perustamalla luonnonsuojelualueita vesiperäisille maille. Kosteikot ovat maailman uhanalaisimpia elinympäristöjä.

3.4 Asutus ja kulttuuriperintö

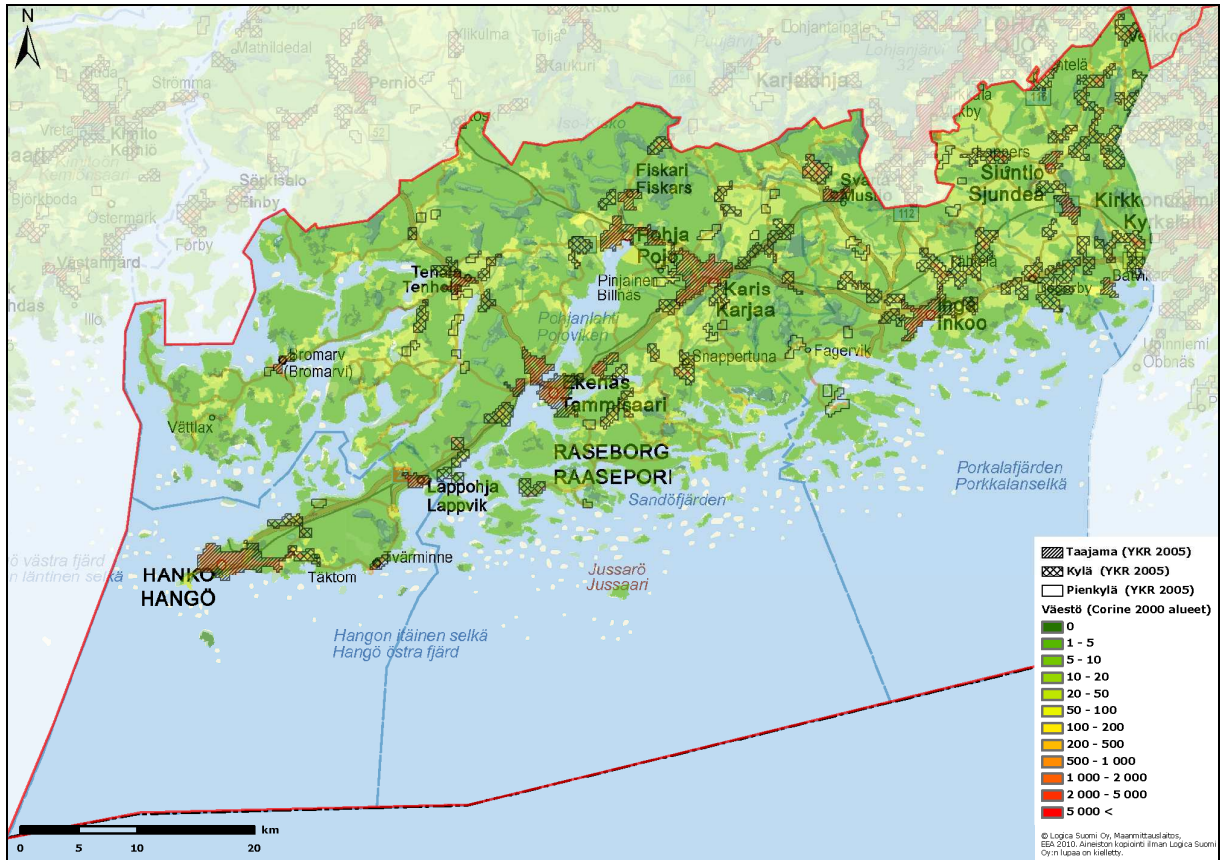
Uudenmaan ELY -keskuksen toimialueelle jäävä rannikkoalue sijaitsee Hangon, Raaseporin, Inkoon, Siuntion, Kirkkonummen, Espoon, Helsingin, Sipoon, Porvoon ja Loviisan kunnissa. Loviisaan ovat kuuluneet 1.1.2010 alkaen myös entiset Pernajan ja Ruotsinpyhtään kunnat sekä tarkastelualueen ulkopuolelle jäävä Liljendalin kunta. Alueen asutus on keskittynyt Corine 2000 maankäyttö/maanpeite -maankäyttöaineiston mukaan Helsingin ja Espoon rannikkoalueelle, Loviisan, Porvoon, Inkoon ja Raaseporin keskustaajamiin sekä Sipoon Söderkullaan muilla rannikkoalueilla ja Sipoon Nikkilään, Kirkkonummen keskustaajamaan sekä Raaseporin Karjaan taajamaan rannikkoalueen ulkopuolella.

Rannikkoalueen väestönkehitystä ei ole tarkasteltu valuma-aluekohtaisesti, mutta alueella olevien kuntien väestökehitystä voidaan hyödyntää suuntaa-antavana. Kaikkien muiden kuntien paitsi Hangon väestömäärän on arvioitu kasvavan vuoteen 2040 mennessä. Kuntakohtainen väestömäärä sekä ennuste vuoteen 2040 mennessä on esitetty taulukossa 4.

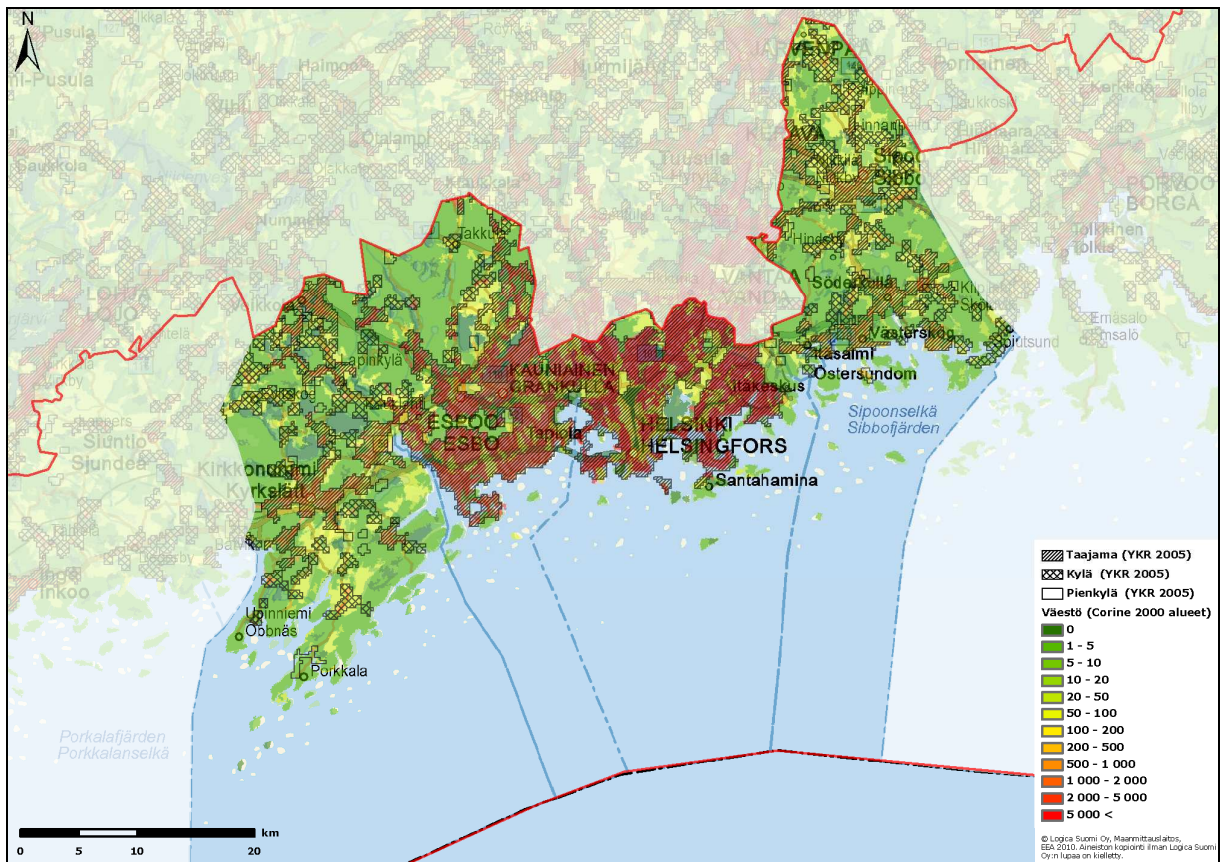
Taulukko 4. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen kuntien väestömäärä ja sen arvioitu kehitys vuoteen 2040 mennessä.

Väestömäärä		
Kunta	Tilanne vuoden 2009 lopussa (Kuntaliitto 2010)	Ennuste vuoteen 2040 mennessä (Tilastokeskus 2009)
Hanko	9 597	9 280
Raasepori	29 944	33 057
Inkoo	5 609	7 911
Siuntio	6 024	9 590
Kirkkonummi	36 509	53 133
Espoo	244 330	318 828
Helsinki	583 350	674 253
Sipoo	18 036	26 169
Porvoo	48 599	58 919
Loviisa	15 549	17 999
Yhteensä	997 547	1 209 139

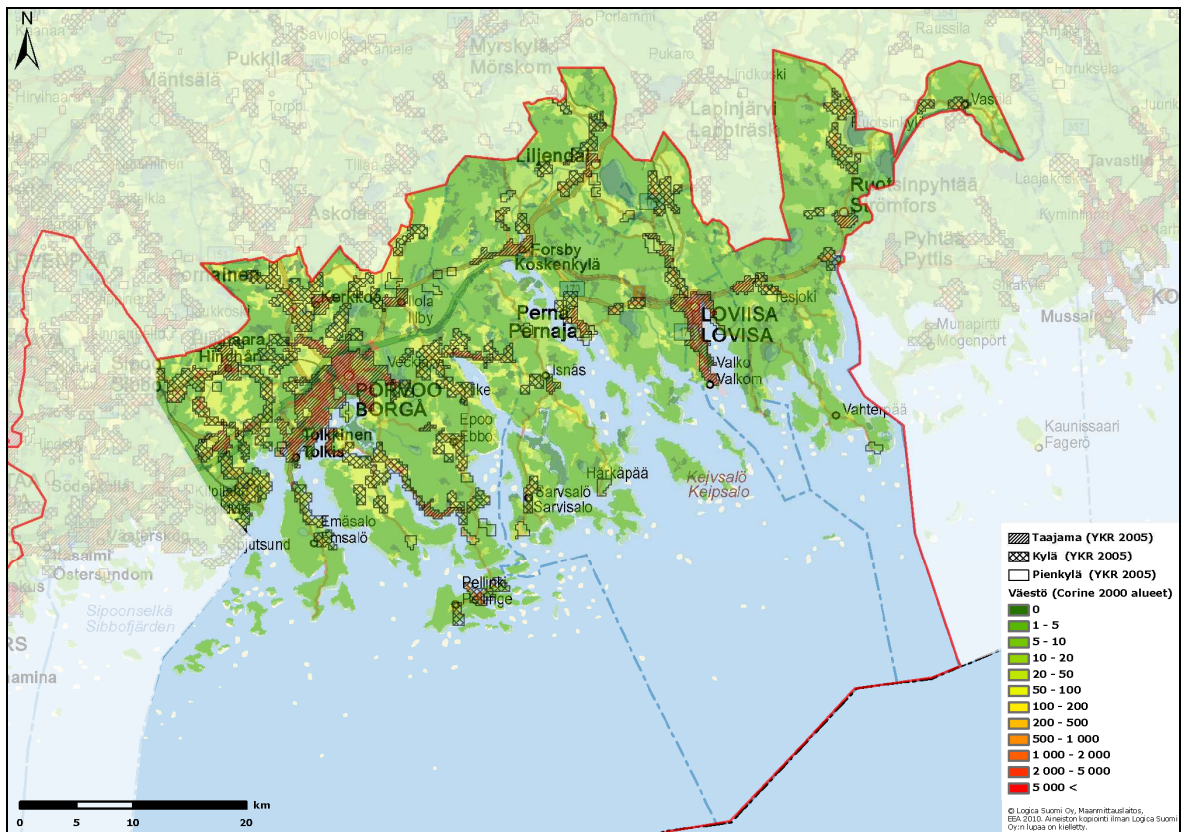
Kuvien 8-10 kartoilla on esitetty rannikkoalueen kuntien väestömäärän keskittyminen taajamien ja haja-asutusalueiden osalta.



Kuva 8. YKR -aluejako ja väestömäärä (Hango-Siuntio)



Kuva 9. YKR -aluejako ja väestömäärä (Kirkkonummi-Sipoo)

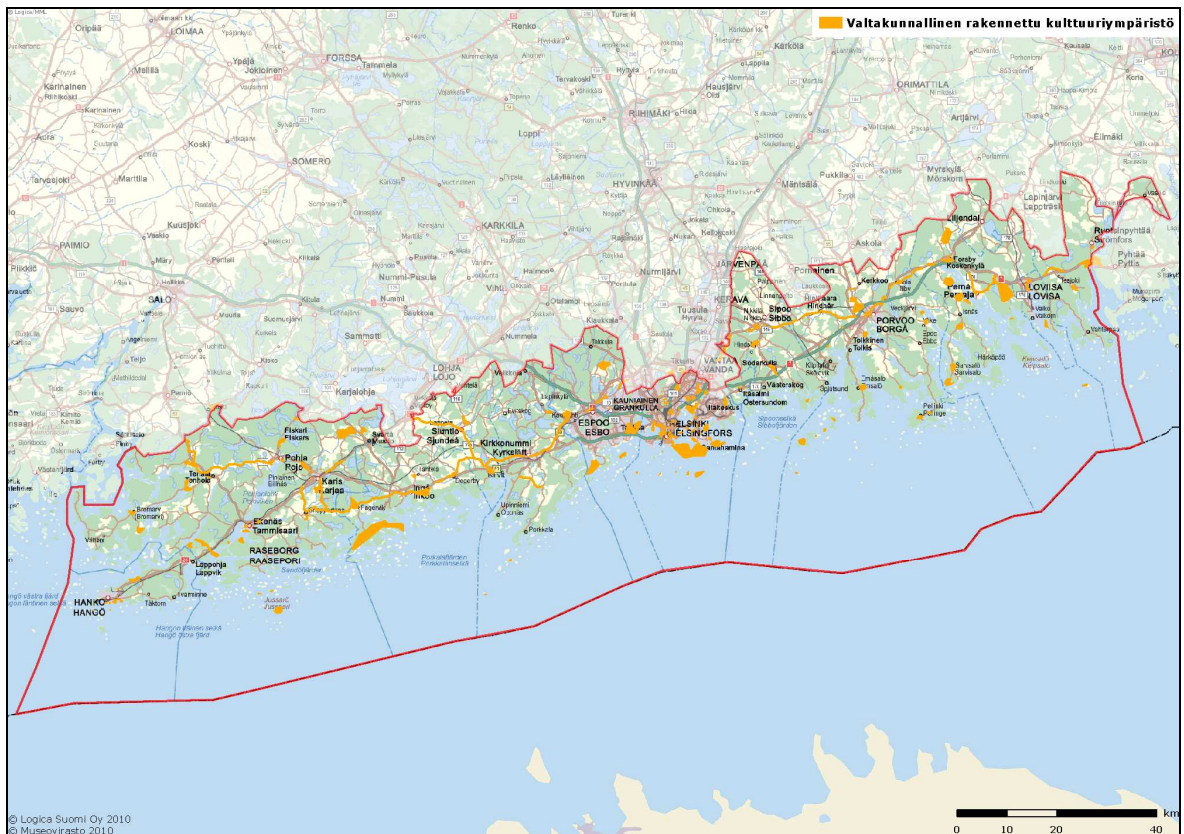


Kuva 10. YKR -aluejako ja väestömäärä (Porvoo-Loviisa)

Kulttuurimaisema on maisema, jossa ihmisen vaikutus on nähtävissä. Siinä näkyy miten ihmisen toiminta on sopeutunut ja hyödyntänyt luonnon elementtejä, maaperää, topografiaa ja ilmastoa. Kiinteät muinaisjäännökset ovat säilyneitä jälkiä muinoin eläneiden ihmisten toiminnasta. Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä luonnonsuojelulaki että kansainväliset sopimukset ja suositukset toimivat lähtökohtana kulttuuriympäristön hoidolle ja suojelulle. Muinaisjäännökset on suojeltu muinaismuistolailla.

Kulttuurimaisemaan tulvat vaikuttavat etupäässä niihin varautumisen ja sopeutumisen kautta. Esimerkiksi tulvariskien minimoimiseksi rantaan rakentamista voi olla tarvetta rajoittaa. Tulvien aiheuttamat ongelmat rakennetulle kulttuuriympäristölle voivat olla moninaiset. Tulvimisvaiheessa runsas vesi saattaa kuluttaa rakennusten pintoja sekä romahduttaa rakenteita. Kuivatusvaiheessa puolestaan voi huonon kuivauksen seurauksena syntyä haitallisten mikro-organismien kasvua. Vesistöjen tulviminen voi myös aiheuttaa haittoja muinaisjäännöksille. Vesistöjen rannoilla olevat muinaisjäännökset saattavat rantojen myötä sortua veteen. Lisäksi tulvat saattavat kuljettaa mukanaan maa-aineista, joka voi peittää muinaisjäännöksen. (Berghäll, J. & Pesu, M. 2008, s.13 - 22.)

Kulttuuriympäristö on käsite, jolla tarkoitetaan ympäristöä, jonka ominaispiirteet ilmentävät kulttuurin vaiheita sekä ihmisen ja luonnon vuorovaikutusta. Kulttuuriympäristö muodostuu kolmesta erilaisesta osakokonaisuudesta; rakennusperintö, kulttuurimaisema ja muinaisjäännökset. Rakennusperintöä ovat rakennukset ja rakennetut alueet sekä erilaiset rakenteet, kuten esimerkiksi tiet ja sillat. Tarkastelualueelle sijoittuvat rakennetut kulttuuriympäristöt on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen rakennetut kulttuuriympäristöt.

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueella sijaitsee museoviraston tietojen mukaan yhteensä 168 valtakunnallisesti merkittävää rakennettua kulttuuriympäristöä, joista 101 kohdetta sijaitsee tässä raportissa esitetyllä tulvavaara-alueella kohdassa 7.6 luetellun mukaisesti.

3.5 Kaavoitus

Maankäytön suunnittelujärjestelmään kuuluvat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on mm. varmistaa valtakunnallisesti merkittävien seikkojen huomioon ottaminen maakuntien ja kuntien kaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa ja toimia kaavoituksen ennakko-ohjauksen välineenä valtakunnallisesti merkittävissä alueidenkäytön kysymyksissä. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.

Maakuntakaava on yleispiirteinen suunnitelma alueiden käytöstä maakunnassa tai sen osa-alueella. Siinä esitetään alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet sekä osoitetaan maakunnan kehittämisen kannalta tarpeellisia alueita. Maakuntakaavan tehtävänä on ratkaista valtakunnalliset, maakunnalliset ja seudulliset alueidenkäytön kysymykset. Yleiskaava taas on kunnan yleispiirteinen maankäytön suunnitelma ohjaten asemakaavoitusta. Kaava voi koskea koko kuntaa tai sen osa-alueita (osayleiskaava). Asemakaava on yksityiskohtainen kaava, jossa määritellään alueiden tuleva käyttö ja osoitetaan esimerkiksi rakennusten sijainti, koko ja käyttötarkoitus (Ympäristöministeriö 2009).

Alueidenkäytössä tulisi kaikilla kaavatasoilla ja lupamenettelyssä olla selvillä ratkaisuiden vaikutuksista suhteessa tulvariskien vaikutuksiin. Tulvariskien vaikutuksia käsitellään eri kaavatasoilla mm. seuraavilla aiheilla (Ympäristöministeriö 2008a, s. 41 - 42):

Maakuntakaavoitus

- Tulvakartoitukset ja tulvavaara-alueiden alueidenkäytön ohjaus
- Veden virtausten tarkastelu valuma-alueittain ja niiden hallintaan liittyvät alueidenkäyttöratkaisut
- Tulvien takia kasvavan ravinnekuormituksen hallinta alueidenkäyttö ratkaisulla
- Pitkän aikavälin muutoksien ennakoiminen ja varautuminen esimerkiksi infrastruktuurissa
- Ekologiset käytävät

Yleiskaavoitus

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

Asemakaavoitus

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

Kaavojen lisäksi myös kuntien rakennusjärjestykset antaa tietoa rannoille rakentamisesta ja rakennuskorkeuksista.

3.5.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Vuonna 2008 tarkastetuissa valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa on mainittu, että alueidenkäytössä on otettava huomioon viranomaisten selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit, eikä uutta rakentamista tulisi sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa vain, jos tarve ja vaikutusselvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariski pystytään hallitsemaan ja rakentaminen on kestävä kehityksen mukaista. Tavoitteisiin on kirjattu myös, että asema- ja yleiskaavoituksessa on varauduttava lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin. (Ympäristöministeriö 2008a, s. 4 - 5).

3.5.2 Maakuntakaavat

Tarkastelualueella on kaksi vahvistettua maakuntakaavaa sekä yksi vahvistettu vaihemaakuntakaava. Itä-Uudenmaan kokonaismaakuntakaava on vahvistettu 15.2.2010 (Itä-Uudenmaan liitto 2010). Itä-Uudenmaan toinen vaihemaakuntakaava on ollut vireillä 28.8.2008 lähtien ja sen tavoitteet on hyväksytty 4.5.2009. Tällä järjestyksessä toisella vaihemaakuntakaavalla täydennetään ja saatetaan ajantasaiseksi Itä-Uudenmaan kokonaismaakuntakaavaa. Vaihekaavan tavoitteisiin on kirjattu myös tulvavaaratarkastelu. Itä-Uudenmaan merkittävät tulva-alueet on tarkoitettu ottaa huomioon laadittuihin karttatarkasteluihin perustuen aluevarauksia osoitettaessa sekä mahdollisesti tulvavaara-alueiden rajat esittämällä. Uutta rakentamista ei tule ilman perusteltua syytä rakentaa tulvavaara-alueille ja tärkeät, huomattavia ympäristö- ja henkilövahinkoriskejä sisältävät tulvavaara-alueille jäävät toiminnot tulee ottaa huomioon (Itä-Uudenmaan liitto 2009).

Uudenmaan maakuntakaava on vahvistettu 8.11.2006 (Uudenmaan liitto 2007). Uudenmaan ensimmäinen vaihemaakuntakaava on vahvistettu 22.6.2010. Vaihekaava täydentää marraskuussa 2006 vahvistettua Uudenmaan maakuntakaavaa. Käsitteltäviä aiheita ovat jätehuollon pitkän aikavälin aluetarpeet, kiviaineshuolto, moottoriurheilu- ja ampumarata-

alueet, liikenteen varikot ja terminaalit sekä laajat yhtenäiset metsätalousalueet (Uudenmaan liitto 2008).

Uudenmaan toisen vaihemaakuntakaavan eli maakuntakaavan uudistamistyön valmistelua, selvityksiä ja rakennemallityötä on tehty Uudenmaan liiton ja Itä-Uudenmaan liiton yhteistyönä vuodesta 2009 lähtien. Maakuntakaavan uudistamisessa on kyse vahvistettujen Uudenmaan maakuntakaavan ja 1. vaihemaakuntakaavan sekä Itä-Uudenmaan kokonaismaakuntakaavan uudelleen tarkastelusta. Kaavan sisällön merkittävyyden vuoksi käytetään nimitystä maakuntakaavan uudistaminen. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan liittojen yhdistyessä vuoden 2011 alussa maakuntakaavan uudistaminen kuulutetaan uudelleen viireille koko laajentuneella alueella. Kaavatyön pääpaino on yhdyskuntarakenteeseen ja liikenteeseen liittyvissä aluerakenteellisissa kysymyksissä. Tarvetta käsitellä tulvavaara-alueita ja tulviin liittyvien riskien ehkäisemistä maakuntakaavassa tullaan käsittelemään tämän raportin tulosten perusteella (Uudenmaan liitto 2010).

Itä-Uudenmaan kokonaismaakuntakaavassa tulvariskialueille ei ole osoitettu kehittämisen kohdealueita. Olemassa olevaa asumista, teollisuutta, muuta infrastruktuuria tai yhdyskuntahuoltoa määrittävistä kohdealueista tulvariskialueella sijaitsevat Östersundomin taa-jama-alue Helsingissä ja Valkon satama-alue Loviisassa. Lisäksi Loviisan keskustaaajamaan on osoitettu tulvariskialueelle kaupan suuryksikkö (Itä-Uudenmaan liitto 2009).

Itä-Uudenmaan kokonaismaakuntakaavassa on myös kaksi rannikkoalueelle merkittyjä Seveso II- direktiivin mukaista konsultointivöhykettä. Direktiivi säätelee vaarallisista kemikaaleista aiheutuvien suuronnettomuusvaarojen torjuntaa. Seveso II-direktiiviin perustuvalla konsultointivöhykkeellä on otettu huomioon teollisuuden alan asutukselle ja muulle maankäytölle aiheuttamat rajoitukset (Itä-Uudenmaan liitto 2009).

Uudenmaan maakuntakaavassa tai Uudenmaan ensimmäisessä vaihemaakuntakaavassa tulvariskialueille ei ole osoitettu kehittämisen kohdealueita. Olemassa olevaa asumista, teollisuutta, muuta infrastruktuuria tai yhdyskuntahuoltoa määrittäviä kohdealueita ei tulvariskialueilla sijaitse (Uudenmaan liitto 2008 ja 2010).

3.5.3 Yleiskaavat

Tarkastelualueella on kaavoitus-paikkatietoaineistojen mukaan 44 rakennuslain aikana hyväksyttyä yleiskaavaa. Aineistot sisältävät vanhan rakennuslain mukaisesti vahvistetut yleiskaavat. Siten aineistot kattavat ennen vuotta 2000 kunnanvaltuustojen hyväksymät yleiskaavat siltä osin, kuin niiden alueet on alistettu vahvistettaviksi ja ne ovat tulleet voimaan. Lisäksi alueella on 154 Maankäyttö- ja rakennuslain aikana hyväksyttyä yleiskaavaa, joista yksi on kahden kunnan yhteinen. Aineisto sisältää maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset, v. 2001–2010 aikana hyväksytyt yleiskaavat.

Yleiskaavoissa tulvariski on pääasiassa otettu huomioon rakennusjärjestyksen antamien, rantarakentamista koskevien määräysten kautta.

Alueen vireillä olevia yleiskaavoja ei ole voitu tarkastella tässä kohtaa aineistojen puuttumisen vuoksi. Yksityiskohtaisempaa tietoa kuntien kaavoituksesta ja kaavoitustilanteesta voi tiedustella kunnista.

3.5.4 Asemakaavat

Tarkastelualueella on yhteensä 1 443 asemakaava-aluetta sekä 263 ranta-asemakaava-aluetta. Kaavat kattavat maankäyttö- ja rakennuslain sekä vuoteen 2000 asti voimassa olleen rakennuslain mukaiset asemakaavat.

Asemakaavoissa tulvariski on pääasiassa otettu huomioon rakennusjärjestyksen antamien, rantarakentamista koskevien määräysten kautta.

Alueen vireillä olevia asemakaavoja ei ole voitu tarkastella tässä kohtaa aineistojen puuttumisen vuoksi. Yksityiskohtaisempaa tietoa kuntien kaavoituksesta ja kaavoitustilanteesta voi tiedustella kunnista.

3.5.5 Rakennusjärjestykset

Kuntien rakennusjärjestyksessä annetaan tietoa ja ohjeistuksia rakentamisesta ranta-alueella. Rakennusjärjestykseen voi sisältyä esimerkiksi ohjeistuksia rakennusten etäisyydestä tai korkeusasemasta suhteessa vesistön rantaviivaan. Kuntien rakennusjärjestyksissä on rakennuksen korkeusasemasta suhteessa keskivedenkorkeuden mukaiseen merenrantaviivaan annettu ohjeistukset seuraavasti:

- **Hanko:** Asunnon alimman lattiatason tulee olla vähintään 0,5 m ylävesirajaa korkeammalla. Ellei ylävesiraja ole tiedossa, on alimman lattiatason oltava vähintään 2 m keskivedenkorkeudesta (Hangon kaupunki 2001).
- **Raasepori:** Asunnon alimman lattiatason tulee olla vähintään 1 m ylävesirajaa korkeammalla. Ellei ylävesiraja ole tiedossa, on alimman lattiatason oltava vähintään 2 m keskivedenkorkeudesta (Raaseporin kaupunki 2010).
- **Inkoo:** Merenrantaan rakennettaessa asuin- tai saunarakennuksen alimman lattiapinnan tulee olla vähintään 1 m yli tulvakorkeuden tai 2,5 m yli keskivedenkorkeuden (Inkoon kunta 2001).
- **Siuntio:** Muun kuin saunarakennuksen alimman lattiatason on oltava vähintään 1 m ylävesirajaa korkeammalla. Ellei ylävesiraja ole tiedossa, on alimman lattiatason oltava vähintään 2,5 m keskivedenkorkeudesta (Siuntion kunta 2001).
- **Kirkkonummi:** Rakennettaessa merenrannalle tulee asuin- ja saunarakennuksen alimman lattiatason olla vähintään 2,5 m keskiveden korkeudesta (Kirkkonummen kunta 2008).
- **Espoo:** Rakennusta ei saa sijoittaa tulvavesirajan alapuolelle. Rakennuksen alimman lattiatason tulee olla vähintään 3 m keskiveden pintaa korkeammalla, kun rakennetaan merenrannalle. Rakennus voidaan sijoittaa edellä mainittua matalammallekin erillisen selvityksen perusteella tai jos kyseessä on vähäarvoinen talousrakennus (Espoon kaupunki 2002).
- **Helsinki:** Rakennettaessa ranta-alueella on rakennushankkeeseen ryhtyvän otettava huomioon vedenpinnan korkeusvaihtelut riittävän suurella varmuudella. Helsingin edustalla kerran 200 vuoden aikana saavutettava vedenkorkeus on +2,30 metriä. Rakennuksen korkeusasemaa määritettäessä on edellä mainittuun vedenkorkeuteen lisättävä rakennuspaikkakohtainen aaltoiluvara ja jään työntymisestä rantaan aiheutuva korkeuslisä. Veden vaikutukselle arat rakennukset ja rakennelmat on hyvä sijoittaa mahdollisimman riskittömälle korkeudelle. Vähäpätöisempiä rakennelmia voidaan niiden arvon ja vedenkestävyyden perusteella sijoittaa harkinnan mukaan myös alemmaksi (Helsingin kaupunki 2000).
- **Sipoo:** Asuinrakennuksen tai muun siihen verrattavan rakennuksen alimman lattiatason on oltava vähintään + 2,6 m. Venevaja, jonka kerrosala on enintään 50 m² voi sijaita myös vesirajassa tai vesialueella. Korkeusasemasta voidaan poiketa arvoltaan vähäisen rakennuksen osalta siten, että alin lattiapinnan korkeustaso on vähintään + 2,0 m (Sipoon kunta 2005).
- **Porvoo:** Muun rakennuksen kuin venevajan lattiatason on oltava vähintään 3 m keskivedenkorkeudesta. Saunarakennuksen rakentamisessa voidaan erityisistä syistä vähäisessä määrin poiketa edellä esitetyistä alimpaa lattiatasoa koskevista määräyksistä (Porvoon kaupunki 2008).
- **Loviisa:** Voimassa olevassa rakennusjärjestyksessä vuodelta 1992 ei oteta kantaa rakennusten korkeusasemiin ranta-alueilla. Uusi rakennusjärjestys on valmistelussa. Uudessa rakennusjärjestyksessä tullaan määrittämään rakennusten vähimmäiskorkeus keskivedenkorkeudesta ranta-alueelle rakennettaessa.

3.6 Satamatoiminnot ja merenkulku

Uudenmaan alueella sijaitsee useita kauppamerenkulun satamia. Niistä merkittävimmät satamat ovat Hanko, Koverhar, Lappohja, Inkoo, Kantvik, Helsingin Länsisatama ja Vuosaari, Porvoon Sköldvik ja Tolkkinen sekä Loviisa tavaramäärissä mitattuna. Satamien tu-

loväylät sekä Suomenlahden rannikon 9,0 metrin syvyinen talviväylä muodostavat rungon satamiin johtaville väylästoille.

Suurimmat satamista ovat Sköldvik ja Helsingin satamat. Sköldvikissä sijaitsee Pohjoismaiden suurin öljy- ja petrokemian teollisuusalue, jonka kautta kulki vuonna 2009 yhteensä 17,1 miljoonaa tonnia tavaraa. Helsingin vuonna 2008 avattu Vuosaaren satama korvasi Sörnäisten sataman sekä Länsisataman tavaraliikenteen osalta. Henkilöliikenne jäi edelleen Länsisatamaan. Helsingin satama on Suomen vilkkain henkilöliikenteen satama. Sen kautta kulki vuonna 2009 lähes 9,7 miljoonaa matkustajaa. Myös Hangosta on säännöllistä henkilöliikennettä.

3.7 Toteutuneet tulvasuojeluhankkeet

Toteutettuja tulvasuojeluhankkeita on tarkastelualueella toistaiseksi suhteellisen vähän. Seuraavassa on esitetty muutama esimerkki suunnitelluista ja toteutettavista hankkeista:

- Loviisaan on rakenteilla moreenista koostuva tulvapenger. Loviisanjoen suiston maapohjan heikko kantavuus on hankaloittanut tulvapengerin rakentamista.
- Helsingin Marjaniemeen on toteutettu tulvasuojeluhanke, joka käsittää kiinteän tulvapengerin, tulva-altaan ja pumppaamon. Pengeren harjan yläpinta on tasolla $N_{60} + 2,05$ m (NN + 2,10 m). Tulvavaara-alueella sijaitsee ennen pengeren rakentamista parikymmentä rakennusta.
- Helsingin Tammisalossa sijaitsevaa Vanhanväylänpuiston kevyen liikenteen väylää on korotettu, jolloin se toimii samalla tulvapengerinä. Pengeren harjan korkeus on pääosin tasolla $N_{60} + 1,65$ m ... + 1,75 m (NN + 1,70 m ... + 1,80 m).
- Helsingin Laajasalon Kaitalahden pumppaamon kohdalla sijaitsevan maapengerin harjan tasoa on korotettu tasolle NN + 3,0 m. Kaitalahden pumppaamon taustan tulvavaara-alueella sijaitsee noin 30 rakennusta.
- Laajasalossa sijaitsevan Sarvastonkaaren ympäristössä on käynnissä tulvasuojeluhanke. Etelä-Sarvaston osalta tulvasuojelurakenteet käsittävät pumppaamon ja tulvapengerin, jonka harja on tasolla $N_{60} + 2,15$ m (NN + 2,20 m). Pohjois-Sarvaston osalta työt ovat vielä kesken. Sarvastonkaaren tulvavaara-alueella sijaitsee noin 50–100 rakennusta.
- Helsingin Vartionkylänlahden Vuosaaren puoleiselle alueelle on laadittu yleissuunnitelma-tyyppinen tulvasuojelusuunnitelma. Alueelle on tarkoitus toteuttaa mm. noin kilometrin pituinen maarakenteinen tulvapenger, jonka harja on tasolla $N_{60} + 2,45$ m (NN + 2,50 m). Nykyisellään tulvavaara-alueella sijaitsee yli kymmenen omakotitaloa. Lähtökohtana on, että hanke toteutetaan todennäköisesti vuosina 2011–2012.

4 MERITULVAT JA NIISTÄ AIHEUTUNEET TULVAVAHINGOT

4.1 Meritulvien syntyyn vaikuttavat tekijät Itämerellä

Meritulvariskiin vaikuttavat sekä lyhytaikaiset vedenkorkeusvaihtelut että vuosikymmenien ja vuosisatojen kuluessa tapahtuvat muutokset. Merenpinnan korkeuteen vaikuttavat sääilmiöistä riippuvien lyhytaikaisten vaihteluiden lisäksi maan kohoaminen, valtamerien pinnan nousu sekä Itämeren vesimäärän keskiarvon pitkäaikaiset muutokset (Merentutkimuslaitos 1998). Tulvatilanteissa tarvitaan yleensä useampien tekijöiden yhteisvaikutusta. Osa tekijöistä on kuitenkin riippuvaisia toisistaan siten, että olosuhteiden muuttuminen jostakin tekijästä vahvistavaksi saattaa samaan aikaan alkaa heikentää toista tekijää.

Tammikuussa 2005 Suomen etelärannikolla tapahtui poikkeuksellinen meren pinnan nousu, joka aiheutui neljän eri osatekijän osin yhtäaikaista vaikutuksesta. Nämä tekijät olivat suuri kokonaisvesimäärä Itämeressä, tuulen suunnan vaikutuksesta johtuva meren pinnan nousu, ilmanpaine-erojen aiheuttama meren pinnan nousu sekä ns. ”kylpyammeefekti”. Meren pinnan korkealla pysyminen on yleensä Suomenlahden rannikolla lyhytaikaista, mutta vuonna 2005 tulvan kesto oli poikkeuksellisen pitkä, noin 10 tuntia (Helsingin kaupunki 2008). Nämä tekijät on arvioitu merkittävimmiksi tulvavedenkorkeuteen vaikuttavista tekijöistä Uudenmaan alueella.

Itämeren kokonaisvesimäärää säätelee pääasiassa veden vaihtuvuus matalien ja kapeiden Tanskan salmien läpi. Tuulen puhaltaessa Pohjanmeren suunnalta Tanskan salmiin pi-

demmän aikaa nousee vedenkorkeus Itämeressä Pohjanmeren vedenkorkeutta korkeammalle. Vesimassojen päästyä Itämereen ottaa oman aikansa ennen kuin vedenkorkeus laskee takaisin edeltävälle tasolle. Myös sademäärä ja jokien valuma vaikuttavat kokonaisvesimäärään, mutta niiden vaikutus on huomattavasti vähäisempi. Itämeren kokonaisvesimäärän vaihtelun on arvioitu aiheuttavan vedenkorkeuteen noin -0,5 ... +0,8 m muutoksen.

Itämeri voidaan ajatella suljetuksi altaaksi, joten vedenkorkeuden nousu altaan toisessa reunassa laskee vedenkorkeutta toisessa. Ilmiötä kutsutaan myös kylpyamme-efektiksi. Heilahtelu voi jatkua usean vuorokauden ajan ja heilahtelujen huippujen välinen aika on n. vuorokausi. Heilahtelu vaimenee ajan myötä. Tulvatilanteessa heilahtelun aiheuttama vedenkorkeuden muutos voi olla $\pm 0,5$ m.

Kovat tuulet ja ilmanpaine-erot ovat merkittävimmät lyhytaikaisia merivesitulvia aiheuttavat tekijät. Teoriassa yhden millibaarin ilmanpaine-ero alueiden välillä aiheuttaa yhden senttimetrin eron vedenkorkeuksiin. Tuulet aiheuttavat ilmanpaine-erojen tapaan vedenpinnan kallistumista. Tuuli aiheuttaa myös aallokkoa, jonka aallonkorkeus vaihtelee paikallisesti huomattavasti. Aallokon vaikutus huomioidaan usein erikseen alimmissa rakennuskorkeuksissa kohdekohtaisissa tulvakorkeustarkasteluissa.

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueella merivedenkorkeuden noususta aiheutuva meritulvan uhka ei perustu välittömästi jäätiköiden sulamiseen, sillä maan kohoaminen vähentää meren pinnannousun merkitystä. Rannikkoalueelle kohdistuvat tulvat liittyvät pääasiassakin Itämeren tuuliolosuhteisiin. Ilmanpaine-ero Atlantin eri osien välillä on kasvanut viimeisen 20 - 30 vuoden aikana, jonka seurauksena lännestä itään puhaltava tuuli on voimistunut ja tuonut lisää vettä Itämereen. Tämän johdosta vettä on mm. Helsingin rannoilla aikaisempaa useammin 50 senttiä yli normaalin keskivedenkorkeuden. (Positio 4/2008).

4.2 Meritulvatilanteiden toistuvuus

Suomen etelärannikolla tammikuussa 2005 (ks. kohta 4.3.7) koettu merenpinnan nousu oli merellisten ilmiöiden osalta hyvin poikkeuksellinen, vaikka sään puolesta myrsky ei juuri poikennut joulukuun 2004 myrskystä. Merentutkimuslaitos on laskenut Mareografien tähänastisten havaintojen perusteella (v. 2010 asti) seuraavat arviot Uudenmaan rannikkoalueen edustan tulvien toistuvuuksista:

Taulukko 5. Mareografien tähänastisten havaintojen perusteella lasketut arviot tulvien toistuvuuksista. Arvot on esitetty metreinä N_{60} -korkeusjärjestelmässä (Ilmatieteenlaitos).

	Toistuvuus (kerran / X vuodessa)				
	(HW 1/20)	(HW 1/50)	(HW 1/100)	(HW 1/250)	(HW 1/1000)
Hanko	+1,03	+1,13	+1,21	+1,32	+1,47
Helsinki	+1,24	+1,34	+1,41	+1,51	+1,66
Hamina	+1,67	+1,82	+1,93	+2,09	+2,32

Esimerkiksi vuoden 2005 tulvan mukainen vedenkorkeus N_{60} +1,45 m Helsingissä toistuu Merentutkimuslaitoksen tähänastisten vedenkorkeushavaintojen pohjalta antaman arvion mukaan noin kerran 110 vuodessa. Ilmastomuutoksen merkitys tähänastisiin havaintoihin on pieni.

On arvioitu, että keskimäärin kerran seuraavan 200 vuoden aikana saavutettava vedenkorkeus ($HW_{1/200}$) on Helsingissä N_{60} +2,30 m. Tässä arviossa on otettu huomioon myös ilmastomuutoksesta mahdollisesti aiheutuva noin 0,8 m suuruinen keskivedenpinnan nousu.

4.3 Toteutuneita meritulvia

4.3.1 Lokakuun tulva vuonna 1967

Lokakuun 18 päivän myrskyssä alukset olivat vaikeuksissa erityisesti Saaristomerellä ja Suomenlahdella. Merivedenpinta nousi etelärannikolla lehtitiedon mukaan korkeammalle kuin 30 vuoteen: Helsingissä N_{60} +1,23 (MW_{teor} +1,24) ja Loviisassa N_{60} +1,36 (MW_{teor} +1,35). Porvoossa tulvavesi saartoi mm. kaupungintalon (kanslian lattiallakin vettä 30

cm), Helsingissä merivesi tulvi Kauppatorille ja laiturit jäivät monin paikoin veden alle veneiden päästessä irti kiinnityksistä. Lisäksi merivesi nousi Helsingin ja Porvoon väliselle tieosuudelle, jossa Sipoon Östersundomissa vettä oli 40 metrin matkalla puolen metrin syvyydeltä. (myrskyvaroitusta-portaali).

4.3.2 Syyskuun tulva vuonna 1975

Etelä-Suomeen saapunut lounaismyrsky nosti syyskuun 28 päivänä merivedenpinnan rannikolla toista metriä normaalia ylemmäksi. Helsingissä myrsky täytti veneitä ja katkoi niiden kiinnitysköysiä. Tuuli voimistui yltyen Uudellamaalla 11 boforiin (28 - 32 m/s). (myrskyvaroitusta-portaali).

4.3.3 Joulukuun tulva vuonna 1983

Lounaisilla merialueilla joulukuun 31 päivänä alkaneessa myrskyssä tuulennopeus oli puuskissa jopa 36 m/s. Tammikuun alkupäivien jatkuvat lounaisvirtaukset Pohjanmerellä ja Itämerellä nostivat Suomenlahdella meriveden paikoin uusiin ennätyskorkeuksiin. Helsingissä merivedenpinta nousi korkeimmillaan tasolle $N_{60} + 1,28$ ($MW_{teor} + 1,33$). (myrskyvaroitusta-portaali).

4.3.4 Joulukuun tulva vuonna 1986

Joulukuun 6-7 päivän talvimyrsky nosti tuulennopeuden lounaisilla merialueilla lähes 25 m/s ja puuskissa yli 30 m/s. Merivesi nousi tulvakorkeuksiin pitkin rannikkoa ja Loviisassa merivedenpinnan yli metrin nousu aiheutti suuria taloudellisia vahinkoja. Loviisanlahti tulvi itsenäisyyspäivänä länsirannan taloihin ja katkaisi Rantatien liikenteen. Sahaniemen veneiden talvisäilytysalueelle talviteloille laitetuista veneistä monet huuhtoutuivat alustoihin mereen. Loviisan ranta-alueelle useita vuosia sitten rakennetun suojavallin korkeus ei nyt riittänyt, vaan merivesi vyöryi tien yli taloihin. Suomenlahden pohjukassa Leningrad koki tuolloin pahimmat tulvansa 16 vuoteen Nevajoen noustessa 2,6 metriä normaalia korkeammalle. (myrskyvaroitusta-portaali).

4.3.5 Marraskuun tulva vuonna 2001

Suomeen saapui marraskuun 15-16 päivinä lännestä voimakas myrsky, joka osoittautui lopulta epätavallisen voimakkaaksi, laaja-alaiseksi ja pitkäkestoiseksi. Merialueilla myrsky oli voimakkaimmillaan myrsky Suomenlahdella, jossa tuulennopeudeksi mitattiin Jussarössä 26 m/s ja Bågaskärissä 24 m/s. Merivesi nousi marraskuun osalta Helsingissä uuteen ennätykseen tasolle $N_{60} + 1,21$ ($MW_{teor} + 1,28$). (myrskyvaroitusta-portaali).

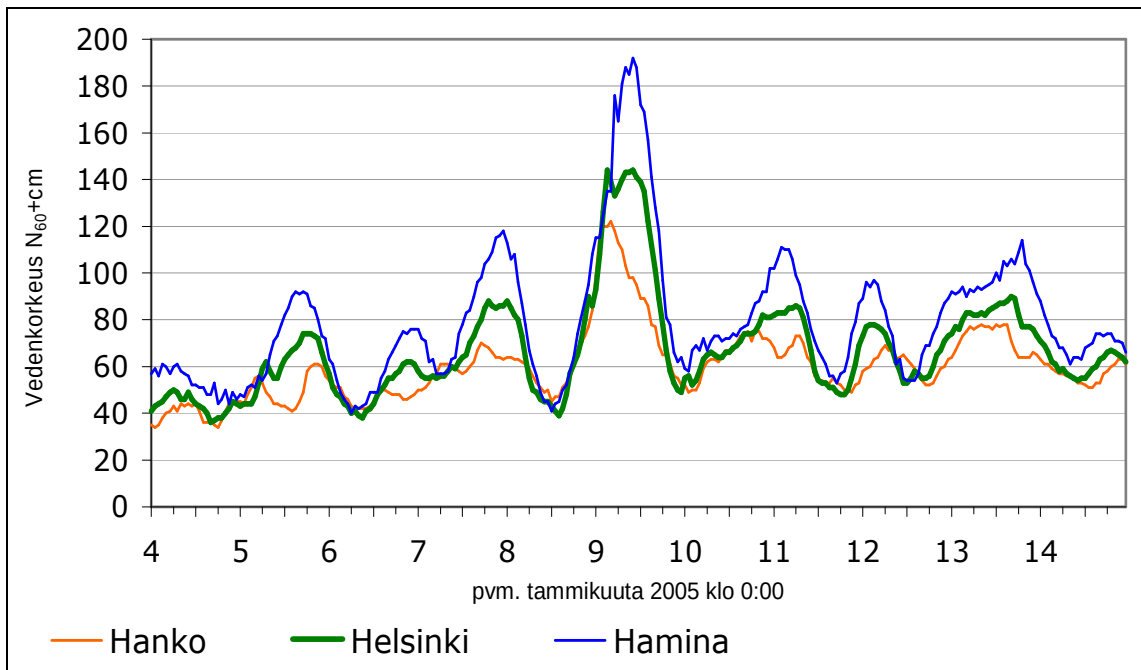
4.3.6 Joulukuun tulva vuonna 2003

Etelä-Suomea joulukuun 28-29 päivinä koetellut voimakas matalapaine nosti merivedenkorkeuden lähelle uusia ennätyskorkeuksia. Helsingissä meriveden korkeus oli korkeimmillaan tasolla $N_{60} + 1,11$ ($MW_{teor} + 1,17$). Helsingissä kauppatori oli vaarassa peittyä veden alle, kun suurimmat aallot löivät reunakiveyksen yli. Suomenlinnan lautta oli vaikeuksissa korkean veden ja tuulen vuoksi. Kaksipäiväisen myrskyn nostama merivesi katkaisi myös maantien nro 170 Sipoon Östersundomissa Karhusaaren risteyksen kohdalla. Porvoossa ja Loviisassa vedenpinta nousi 170 senttiä normaalia korkeammalle aiheuttaen varsinkin Porvoossa liikenneongelmia. Poliisi katkaisi liikenteen Porvoonjoen lähikaduilla keskustassa ja pelastuslaitos pumppasi vettä Jokikadun kerrostalojen kellareista. Porvoonjoen länsipuolella Kokonniementiellä oli tulvavettä lähes metri. Rahtilaivat jäivät odottamaan myrskyn tyyntymistä etenkin Hangon ja Helsingin edustan merialueella. Lisäksi vesi huuhtoi satama-alueita Porvoossa. (myrskyvaroitusta-portaali).

4.3.7 Tammikuun tulva vuonna 2005

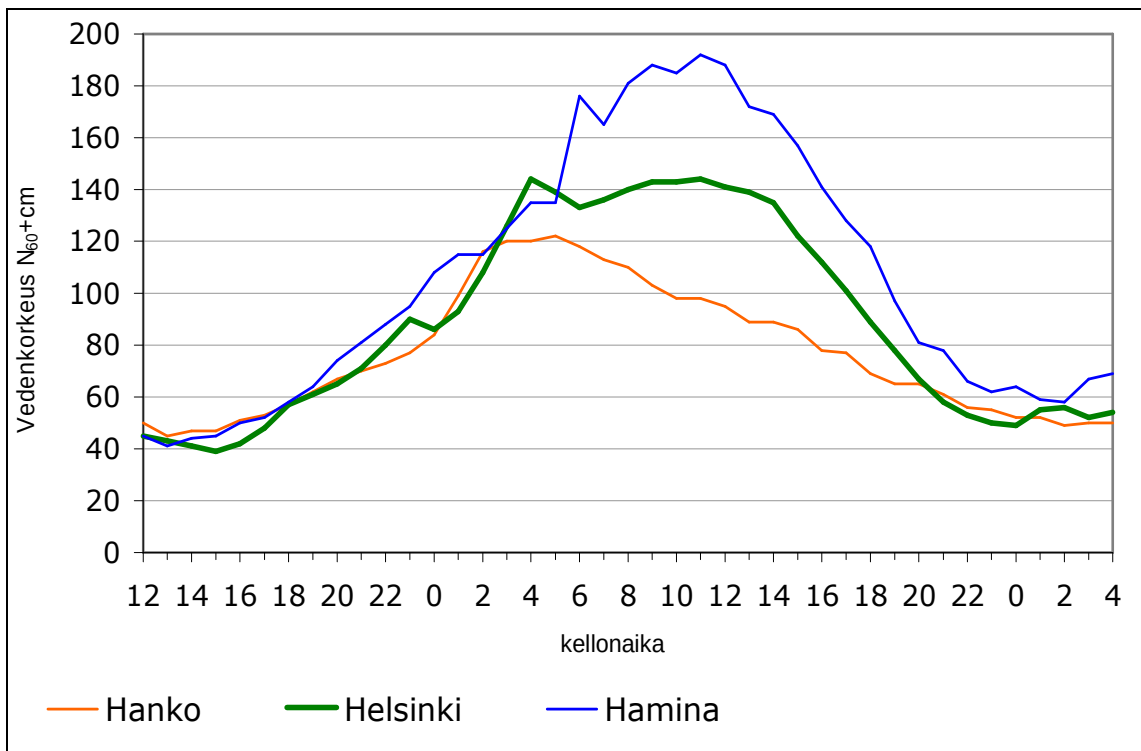
Tammikuun 8-9 päivinä tapahtunut Itämeren talvimyrsky nosti tulvat Suomen etelä- ja lounaisrannikon kaupunkeihin ja kyliin. Hirmumyrskyn voiman saavuttanut Gudrun talvimyrsky raivosi viikonloppuna Itämeren rannikkovaltioissa. Myrsky aloitti tuhonsa Brittein saarten pohjoisosista ylittäen Tanskan ja Etelä-Ruotsin ja iski voimalla Baltian rannikolle. Tuulen keskinopeus oli noin 32 m/s ja puuskissa jopa 42 m/s. Vaarallisesta myrskystä annettiin Suomessa ennakkoarvotus noin 1,5 vuorokautta aikaisemmin. Meriveden nousu saavutti monin paikoin ennätyskorkeuden, jonka mahdollisti jo valmiiksi ylhäällä ollut vedenkorkeus. Tulvaa edeltävänä päivänä esim. Helsingissä merivesi oli tasolla $MW_{teor} + 0,80$. Tulva nosti meriveden Helsingissä korkeimmillaan tasolle $N_{60} + 1,45$ ($MW_{teor} + 1,51$) (Ilma-

tieteen laitos 2010). Hangossa vesi nousi tasolle $N_{60} + 1,26$ ($MW_{\text{teor}} + 1,34$). (myrskyvaroitus-portaali).



Kuva 12. N_{60} -korkeusjärjestelmän mukainen merivedenkorkeus mitattuna Hangon, Helsingissä ja Haminan mareografeilla tammikuussa 2005 (Ilmatieteen laitos).

Tammikuun tulvatilanteen poikkeuksellisuutta kuvaa se, että Merentutkimuslaitos antoi historiansa ensimmäisen tulvavaroituksen Sisäasiainministeriön pelastusosastolle perjantaina 7.1.2005. Varoituksessa ilmoitettiin vakavan tulvan uhkaavan Suomenlahtea sunnuntaina 9.1.2005 aamuyöllä ja vedenkorkeuden nousu kestää tunteja. Tulvavaroituksen pohjalta ministeriössä käynnistettiin asianmukaiset toimet ja paikalliset pelastuslaitokset ryhtyivät asian vaatimiin toimiin.



Kuva 13. Tulvahuipun kehitys 8.1.2005 klo 12:00 ja 10.1.2005 klo 4:00 välisenä aikana (Ilmatieteen laitos).

Tulvavesi nousi mm. Helsingin Kauppatorille, kiinteistöjen kellareihin rannikkokaupungeissa, katkaisi useita teitä ja esti mm. Suomenlinnan lauttaliikenteen laitureiden jäädessä veden alle. Lisäksi Loviisassa jouduttiin pumppauksiin ja korottamaan alakaupungin 170 senttiä korkeaa tulvapatoa (myrskyvaroitusta-portaali). Espoossa pelastuslaitokselle tuli Espoossa yli 20 ilmoitusta meritulvaan liittyneistä vahinkotapauksista (Espoo 2005). Sörnäisten vapaasataman varastoalueella lukuisia uusia tuontiajoneuvoja kärsi vesivahinkoja.

Pääkaupunkiseudulla tulva katkaisi osittain Kehä I:n Otaniemessä, ja myös Kehä III:n ja Itäväylän risteysalue oli osittain poikki. Tulvavesi katkaisi myös Pohjoisrannan ja Pohjois-Esplanadin liikenteen. Kaivopuiston Ehrenströmintielle autot lipuivat vesipatjan läpi vähän yli puoleenpäivään asti, kunnes tie suljettiin. Vesi katkaisi teitä pitkin rannikkoa. (HS 10.1.2005).

Helsingissä tulva tunkeutui kymmeniin taloihin. Kauppatorilla veden pääsyä keskustan kellareihin torjuttiin siten, että viemäriverkostosta pumpattiin vettä mereen, jottei se viemärien kautta tunkisi keskustan kellareihin. Kaivopuiston Kompassitori oli täysin veden alla ja Suomenlinnan laiturialue oli veden vallassa ja lauttaliikenne keskeytettiin. Porvoossa vesi nousi ranta-aittojen alaosiin. Lisäksi Porvoon Sikosaaren virkistyskeidas ja osittain myös aseman seutu olivat eristyksissä. Aseman tuntumassa olevista taloista asukkaita jouduttiin hakemaan veneillä läheiselle tielle (HS 10.1.2005).

Merivedenkorkeuden nousu uhkasi myös Loviisan ydinvoimalaa, jonka valmiusastetta nostettiin, kun vedenkorkeus nousi 171 senttiä normaalia ylemmäksi. Voimalaitoksen alasajoa ei kuitenkaan ehditty toteuttamaan, sillä vedenkorkeus alkoi laskemaan ja varaustila purettiin. "Jos vesi nousee kaksi metriä yli normaalipinnan, laitokselle pitää ehdottomasti tehdä jotain", kertoi Helsingin Sanomille ydinvoimalaitosten käytönvalvonnan ylitarkastaja Timo Eurasto Säteilyturvakeskuksesta. (HS 10.1.2005).

Itämeren yli mellastanut myrsky ei kuitenkaan runnellut Suomea yhtä pahoin kuin Tanskaa, Ruotsia ja Viroa. Tanskassa ja Ruotsissa kuoli yli kymmenen ihmistä ja Virossa meriveden lähes 3 metrin nousu aiheutti vakavan tulvatilanteen. Pahin tilanne oli Pärnussa, jossa neljännes kaduista oli tulvaveden alla. Tulvatilanne aiheutti mm. alueen kylpylöiden evakuoiteja. Lisäksi suurin osa Viron rannikkoalueista oli vielä vailla sähköä ja puhelin yhteyksiä. Useissa kaupungeissa ja maakunnissa vesi saartoi monia taloja. Myrskyn aiheuttamista tuhoista suurimmat vahingot koituivat veden tulvimisesta, hajonneista katoista, katkenneista puista sekä kaatuneista sähköpylväistä ja bussipysäkeistä. Vahingot arvioitiin kymmeniksi miljooniksi euroiksi. (myrskyvaroitusta-portaali).

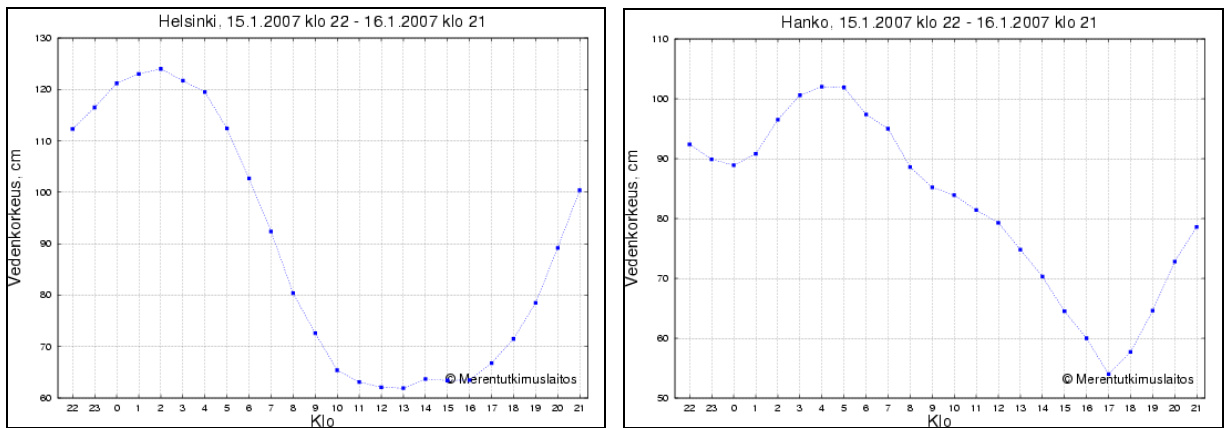
4.3.8 Joulukuun tulva vuonna 2006

Joulukuun 14-15 päivinä tuuli yltyi merellä myrskyksi. Matalapaineen osakeskus kulki Oulun läänin ylitse itään. Suomenlahdella ja Pohjois-Itämeren itäosissa kovimmat puuskat olivat 26 - 29 m/s. Merivesi nousi Helsingissä vuoden ennätyskorkeuteen, mutta normaalitason ylitys jäi niukasti alle metrin. (myrskyvaroitusta-portaali).

4.3.9 Tammikuun tulva vuonna 2007

Tammikuussa 14-15.1.2007 hirmumyrskyluokan sykloni (Per) sai aikaan suurta tuhoa pääasiassa Etelä-Ruotsissa, jossa tuulennopeudet kohosivat jopa 33 m/s ja puuskissa 40 m/s. Voimakkaan matalapaineen vuoksi tuulet aiheuttivat Itämerellä vedenkorkeuden heilahtelua (ns. kylpyammeilmiö), jonka seurauksena merivesi pysytteli korkealla noin viikon ajan myös Suomen rannikolla.

Helsingissä merivesi nousi hetkellisesti korkeimmillaan tasolle $N_{60} + 1,15$ ($MW_{teor} + 1,23$) ja Hangossa tasolle $N_{60} + 0,94$ ($MW_{teor} + 1,02$) kuvassa 13 esitetyn mukaisesti.



Kuva 14. Merivedenkorkeuden nousu Helsingissä ja Hangossa tammikuussa 2007 (Merentutkimuslaitos).

4.4 Meritulvien aiheuttamat vahingot

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueella on tulvista selvitty Itämeren mittakaa-
vassa vielä kohtalaisen hyvin, koska alueen rannat ovat pääosin melko korkeita ja merive-
den nousut ovat olleet suhteellisen maltillisia. Lisäksi maanpinnan vuotuinen n. 2,1 mm
kohoaminen keskiveden suhteen on parantanut luontaisesti rantojen tulvakestävyyttä.

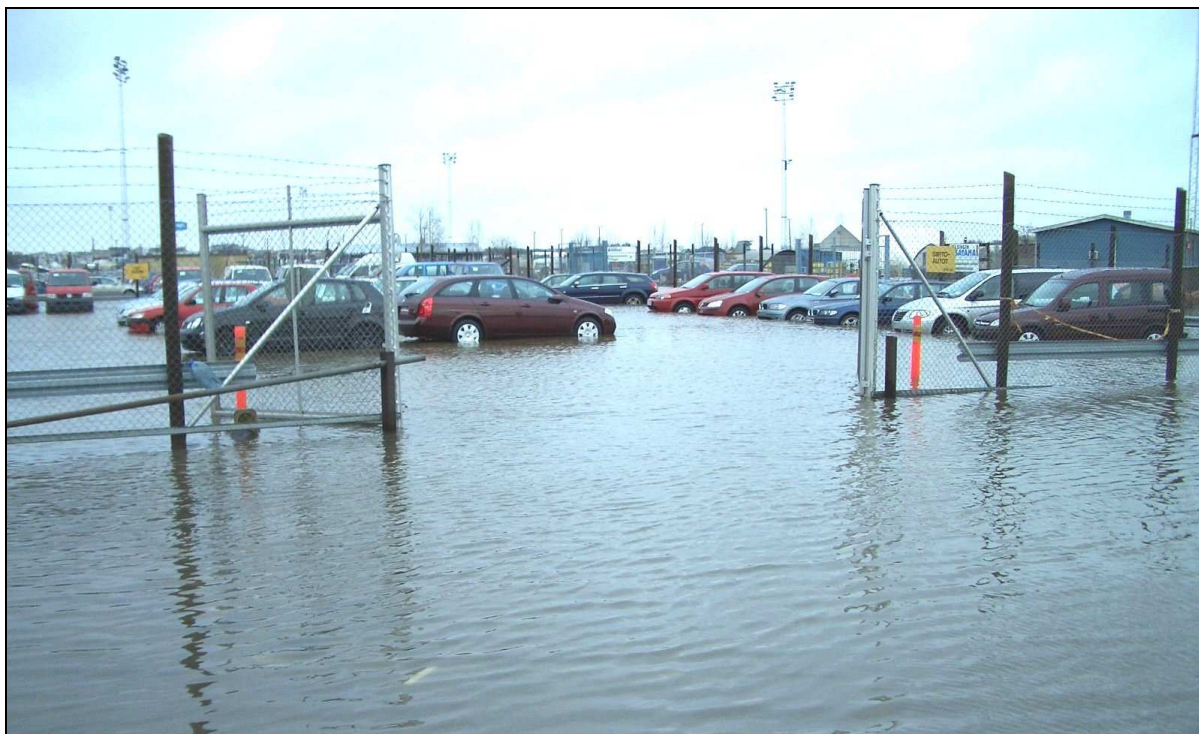
Vuoden 2005 talvitulva oli korkein mitattu tulva itäisellä Suomenlahdella. Näin ollen tulva-
tilanteesta aiheutuivat myös merkittävimmät vahingot aikaisempiin tulvatilanteisiin ver-
rattuna. Vuoden 2005 meritulvan on arvioitu aiheuttaneen Suomessa yhteensä noin 12
milj. € vahingot (Suomen valtioneuvosto 2010, s. 5). Lähes kaikissa Uudenmaan rannik-
kokaupungeissa tulva rikkoi rantarakenteita, mm. loma-asuntoja, laitureita, venevajoja ja
poijuja. Vesi tulvi rantojen läheisyydessä olevien rakennusten kellareihin eri puolilla Uu-
denmaan maakuntaa. Suomenlinnassa tulva aiheutti rantojen syöpymistä ja paikallisia
sortumia (Ympäristöministeriö 2008).

Helsingissä vältyttiin tilapäisten tulvasuojelurakenteiden avulla mittavilta vahingoilta esi-
merkiksi kauppatorin ympäristössä (Kuva 15).



Kuva 15. Helsingin kauppatorin suojaaminen tilapäisten tulvasuojarakenteiden avulla. (Kuva: Helsingin Satama).

Helsingin Sörnäisten satamassa 400 - 500 tuontiautoa kärsi vesivahinkoja, kun niiden suo-
jaksi hiekasta ja sepelistä tehty suojavalli murtui yöllä. (HS 10.1.2005).



Kuva 16. Tuontiautojen varastoalue meritulvan aikana 9.1.2005. (Kuva: Helsingin Satama).

Tammikuun tulva vuonna 2005 aiheutti myös useita katkoksia tieliikenteeseen alavilla teillä. Yleisiä teitä ei kuitenkaan tulvan takia suljettu. Uudellamaalla ja Varsinais-Suomessa yhteensä noin 40 tiekohteessa ilmeni liikenteen häiriöitä ja keskeytyksiä, joiden kesto oli 1-2 päivää. Vesi nousi teille ja esti liikenteen, kun vesisyvyys kasvoi yli 0,1 - 0,15 metrin. Tulvan jäljiltä korjattiin eroosiovahinkoja, luiskien sortumia sekä teiden laitteita. (Tiehallinto 2007).

5 MAHDOLLISET TULEVAISUUDEN TULVAT JA TULVARISKIT

5.1 Ilmastonmuutoksen vaikutus tulvariskeihin

Merenpinnan nousuksi on arvioitu kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC:n viimeisimmän skenaarion (Neljäs arviointiraportti, IPCC 2007) mukaan 18 - 59 cm vuoteen 2100 mennessä (enimmillään 17 cm tätä enemmän, jos otetaan huomioon jäätiköiden sulamisen kiihtyminen). Raporttia on arvosteltu siitä, ettei siinä oteta huomioon jäätiköiden mahdollisia dynaamisia muutoksia. Ilmatieteen laitos on tehnyt laajan kirjallisuushaun tieteellisesti julkaistuista skenaarioista. Julkaisuissa esitetyt skenaariot vaihtelevat n. 10 cm noususta jopa 200 cm nousuun (Ilmatieteen laitos 2010). Asiantuntija-arvioon perustuva painotettu keskiarvo on n. 50 - 60 cm nousu. Myös myrskyjen lisääntyminen lisää merivesitulvia. Kvantitatiivisia tuloksia tai arvioita ei kuitenkaan ole saatavilla myrskyjen vaikutuksista tulviin Suomen rannikoilla.

Grönlannin jäätikön täydellinen sulaminen aiheuttaisi valtamerien pinnan keskimääräisen 7 metrin nousun. Nousu ei kuitenkaan jakautuisi tasaisesti eri merialueille muun muassa siksi, että suuren jäämassan sulaminen vaikuttaa painovoimakenttään. Grönlannin sulamisen aiheuttama nousu Suomen rannikolla olisi selvästi pienempi kuin 7 metriä. Lisäksi jäätikön täydellinen sulaminen on hidas prosessi joka vaatii useita satoja vuosia (IPCC 2007).

Suomen rannikkoa tarkasteltaessa on tärkeää ottaa huomioon jääkauden jälkeinen maankohoaminen. Maa kohoaa Suomen rannikolla 30 - 90 cm sadassa vuodessa, paikkakunnasta riippuen. Voimakkainta maankohoaminen on Merenkurkun tienoilla, heikointa Suomenlahden itäosassa. Esimerkiksi Helsingissä maankohoaminen on n. 37 cm sadassa vuodessa, eli esitetty valtameren pinnan nousu 10 - 200 cm vaikuttaisi Helsingissä 30 cm laskuun ja 160 cm nousun välillä. Merentutkimuslaitoksen julkaisemat alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet (1998) eivät vastaa nykyisten korkeimpien skenaarioiden mukaisia tulvatilanteita (Ilmatieteen laitos 2010). Nykyisten skenaarioiden mukaan esimerkiksi Helsingissä kerran sadassa vuodessa toistuvan meritulvan vedenkorkeus on vuonna 2100 N₆₀

+2,5 m (Ilmatieteen laitos 2010). Kun tähän lisätään aaltoiluvara, niin nykyinen alin suositeltava rakennuskorkeus ylittyy yli 0,2 metrillä.

5.2 Muun pitkäaikaisen kehityksen vaikutus tulvariskeihin

Varsinaisten tulvariskien kehittyminen riippuu myös riskikohteiden määrästä, eli käytännössä matalalla sijaitseville ranta-alueille kohdistuvasta rakennustoiminnasta ja kuntien väestönkehityksestä. Tulvariskien kehitys riippuu uudisrakentamisesta ohjauksesta ja nykyisen rakennuskannan suojaamisesta erilaisin tulvasuojeluhankkein.

Uudisrakentamisessa tulvariskin pienentämiseksi on noudatettava mm. kuntien rakennusjärjestyksiä ja muita suosituksia alimmista rakentamiskorkeuksista. Kuntien on syytä pitää huolta että rakennusjärjestykset ovat ajan tasalla ja ottavat huomioon myös ilmastonmuutoksesta aiheutuvan mahdollisen vedenpinnan nousun. Suistoalueilla on jokien tulvimisen lisäksi otettava huomioon että meriveden nousu vaikuttaa myös mereen laskevien jokien vedenpinnan korkeuteen. Jokien suistoalueina Uudenmaan osalta tulevat kyseeseen lähinnä Siuntion Vikträskistä laskeva Siuntionjoki (Pikkalanjoki), Sipoonjoki, Porvoossa sijaitseva Porvoonjoki ja Ilolanjoki sekä Loviisassa sijaitseva Taasianjoki (Teskijoki).

Nykyiseen rakennuskantaan kohdistuvaa tulvariskiä voidaan pienentää esimerkiksi rakentamalla tulvapenkereitä kriittisille alueille (ks. kohta 3.7).

5.3 Rannikkoalueelta aikaisemmin laaditut tulviin liittyvät selvitykset

Uudenmaan liitto on laatinut Länsi-Uudenmaan kattavat yleispiirteiset tulvakartat, jotka kattavat Hangon ja Helsingin välisen alueen. Uudenmaan ympäristökeskus on puolestaan teettänyt vastaavat meritulvavaarakartat Itä-Uudenmaan alueelle, joka kattaa Sipoon ja Ruotsinpyhtään välisen alueen. Edellä mainittujen meritulvavaarakarttojen tulvavedenkorkeus ja alueiden kattavuus ovat pääosin yhteneväiset tämän selvityksen kanssa.

Espoon ja Helsingin kaupungit ovat teettäneet mm. seuraavat paikalliset tulvaselvitykset:

- Tulvaongelma Espoossa, 2005
- Espoon tulvavaara-alueiden rakennuskanta ja rakennuspaikat, 2006
- Tulvakohteiden määrittely, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, katu- ja puisto-osasto, 2007
- Helsingin kaupungin tulvastrategia, 2009
- Suomenojan tulvakartoitus ja tulvareittiselvitys, Espoon kaupunki, 2009
- Töölönlahden tulvasuojelu, tulvatilanteisiin liittyvä rakennettavuusselvitys, Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto, 2009
- Töölönlahden tulvasuojelu, tulvatilanteisiin liittyvä lisäselvitys, Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto, 2009
- Merivesitulvan aikana ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat riskikohteet Helsingissä, 2010 (Helsingin ympäristökeskus)
- Selvitys merivedenpinnan nousun vaikutuksista, Helsingin kaupungin pelastuslaitos, 1993

Helsingin kaupungin teettämässä selvityksissä tarkasteltu tulvavedenkorkeus on pääasiassa noin +2 m NN -tasossa, eli selvästi pienempi kuin tämän raportin kohdassa 7.1 esitetty Helsingin edustalla tarkasteltu tulvakorkeus $N_{60} +2.80$. Espoossa tulvatarkastelut on suoritettu keskivedenpinnasta 3 m tulvakorkeuteen asti.

6 PAIKKATietoaineistojen käyttö tulvariskialueiden tunnistamisessa

6.1 Yleistä

Suomen ympäristökeskuksessa kehitettyä paikkatietoanalyysiä voidaan käyttää työkaluna alavien, mahdollisesti tulville alttiiden alueiden määrittämisessä. Alavan alueen määrittäminen perustuu laskentaan, jossa otetaan huomioon maaston topografia, yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala, järvisyys ja uoman kaltevuus. Laskenta suoritetaan valuma-alueittain. Suurimpana virhelähteenä on korkeusaineiston heikko tarkkuus. Pääasiallisesti käytetyn Maanmittauslaitoksen (MML) 25 m ruutukoon korkeusmallin keskivirhe on 1,8 m.

Paikoin käytössä oli MML:n tarkempaa 10 m korkeusmallia, jonka tarkkuus on 1 m luokkaa. Menetelmän avulla voidaan myös arvioida ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulvan peittämiin alueisiin ja tunnistaa tulvatasanteita.

Karkean tason tulvan peittävyys avulla arvioidaan mahdolliset merkittävät tulvariskialueet, joita tulisi tarkastella tarkemmin eli joille tulisi laatia tulvavaara- ja tulvariskikarttoja. Arvioinnissa voidaan käyttää apuna ympäristöhallinnon ohjetta "Tulvariskien kartoittaminen" (Alho ym. 2008), jossa esitellään tulvariskien hallinnan kannalta tärkeitä (tulvavaaravoittuvia) kohteita ja alueita ja jossa annetaan työkaluja arvioinnin tekemiseen.

6.2 Tulvariskiruutujen ja -alueiden määrittely

Merkittävien tulvariskialueiden tunnistamisessa voidaan käyttää lisäksi ns. tulvariskiruutuja ja -riskialueita, jotka on sovellettu pelastustoimen käyttämisestä riskiruuduista. Tulvaruutujen luokitusperusteena käytetään rakennus- ja huoneistorekisterin asukasmäärää ja kerrosalaa tulva-alueella 250x250 m kokoisella ruudulla. Tällöin ruudut, joissa on suurin riski, merkitään riskiluokkaan I ja ruudut, joissa on pienin riski, merkitään riskiluokkaan IV. Riskialue muodostuu, kun vähintään 10 samaan tai sitä korkeampaan riskiluokkaan kuuluvaa riskiruutua ovat yhteydessä toisiinsa.

Taulukko 5. Riskiruutujen luokittelu asukasmäärän ja kerrosalan perusteella

Riskiluokka	Asukasmäärä		Kerrosala [m ²]
I	> 250	tai	> 10 000
II	61 – 250	tai	2 501 – 10 000
III	10 – 60	tai	250 – 2 500
IV	< 10	ja	< 250

7 TULVARISKIKOhteet RANNIKKOALUEELLA

7.1 Tulvariskien arvioinnissa käytetty tulvakorkeus

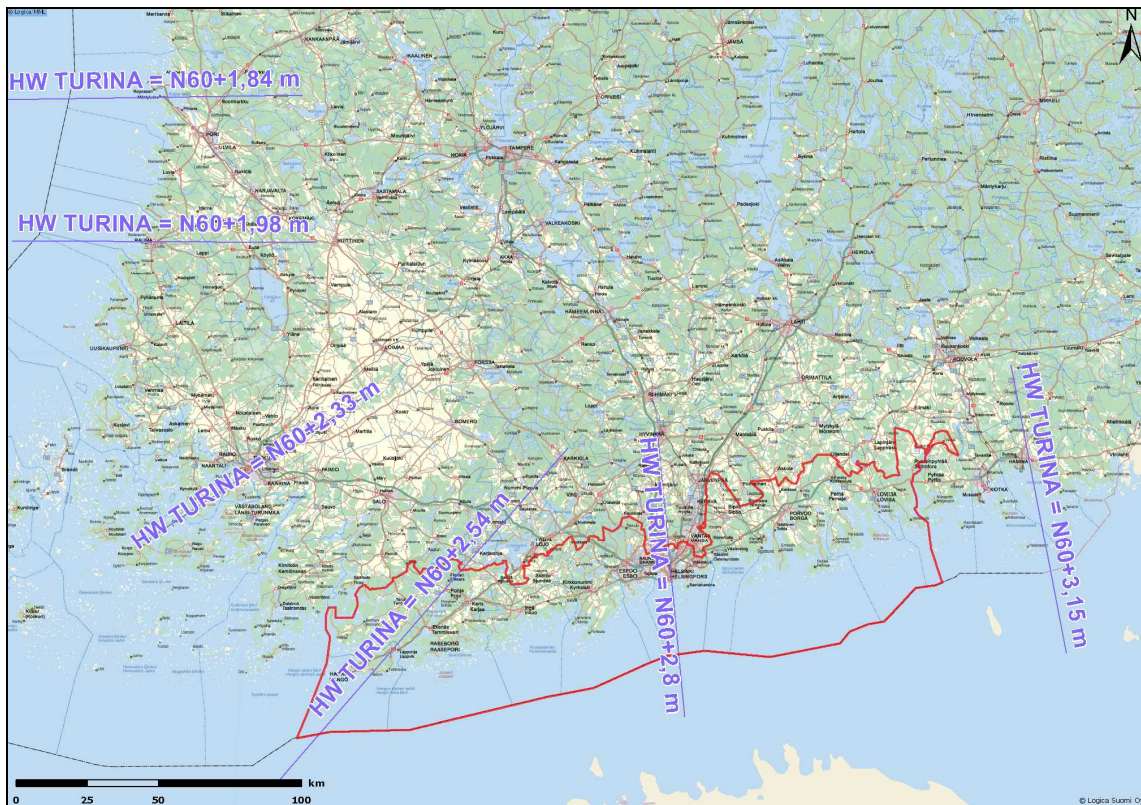
Tulvariskitarkastelussa käytetyt vedenkorkeudet perustuvat MTL:n määrittämiin alimpiin suositeltaviin rakennuskorkeuksiin (Merentutkimuslaitos 1998) sisältäen minimiaaltoiluvaran 30 cm. Tähän on lisätty vielä ylimääräisenä korkeuslisänä 20 cm. Tulvatarkastelussa käytettävät tulvavedenkorkeudet perustuvat seuraaviin paikallisiin arvoihin (N₆₀):

Hangon mareografin ympäristössä on tässä tarkastelussa käytetty tulvavedenkorkeutta $2.04 \text{ m} + 0.3 \text{ m} + 0.2 \text{ m} = 2.54 \text{ m}$

Helsingin mareografin ympäristössä on tässä tarkastelussa käytetty tulvavedenkorkeutta $2.3 \text{ m} + 0.3 \text{ m} + 0.2 \text{ m} = 2.80 \text{ m}$

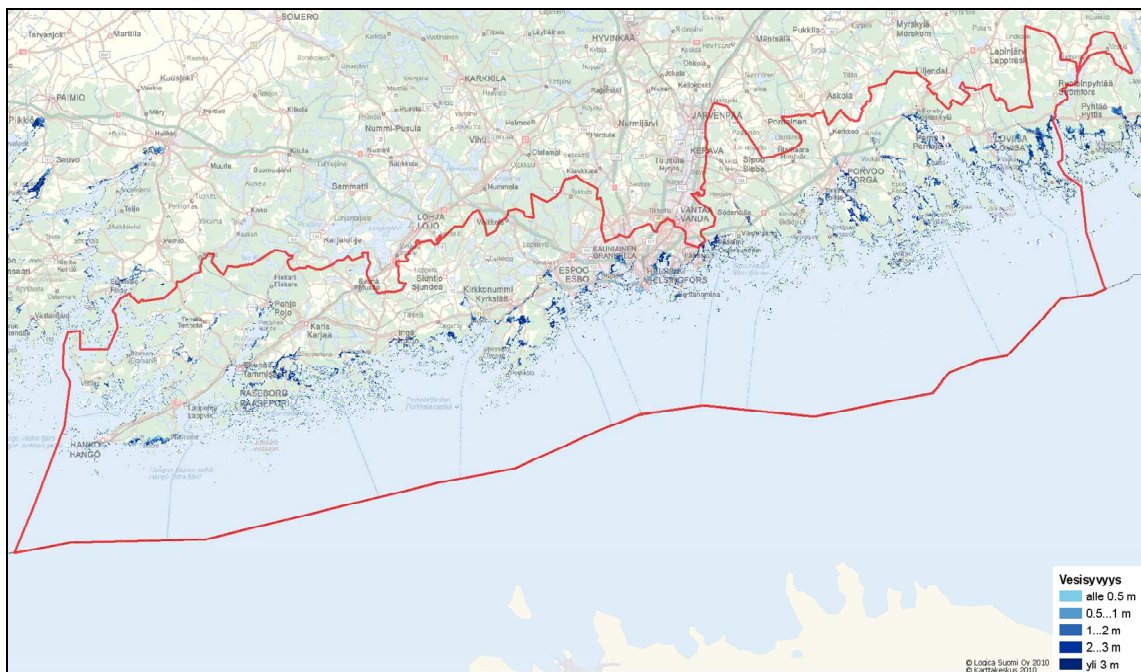
Haminan mareografin ympäristössä on tässä tarkastelussa käytetty tulvavedenkorkeutta $2.65 \text{ m} + 0.3 \text{ m} + 0.2 \text{ m} = 3.15 \text{ m}$

Määrityspaikkojen välisillä alueilla sijaitsevien alueiden vedenkorkeudet on interpoloitu lineaarisesti edellä esitetyistä arvoista.



Kuva 17. Tulvariskitarkastelun merivedenkorkeudet.

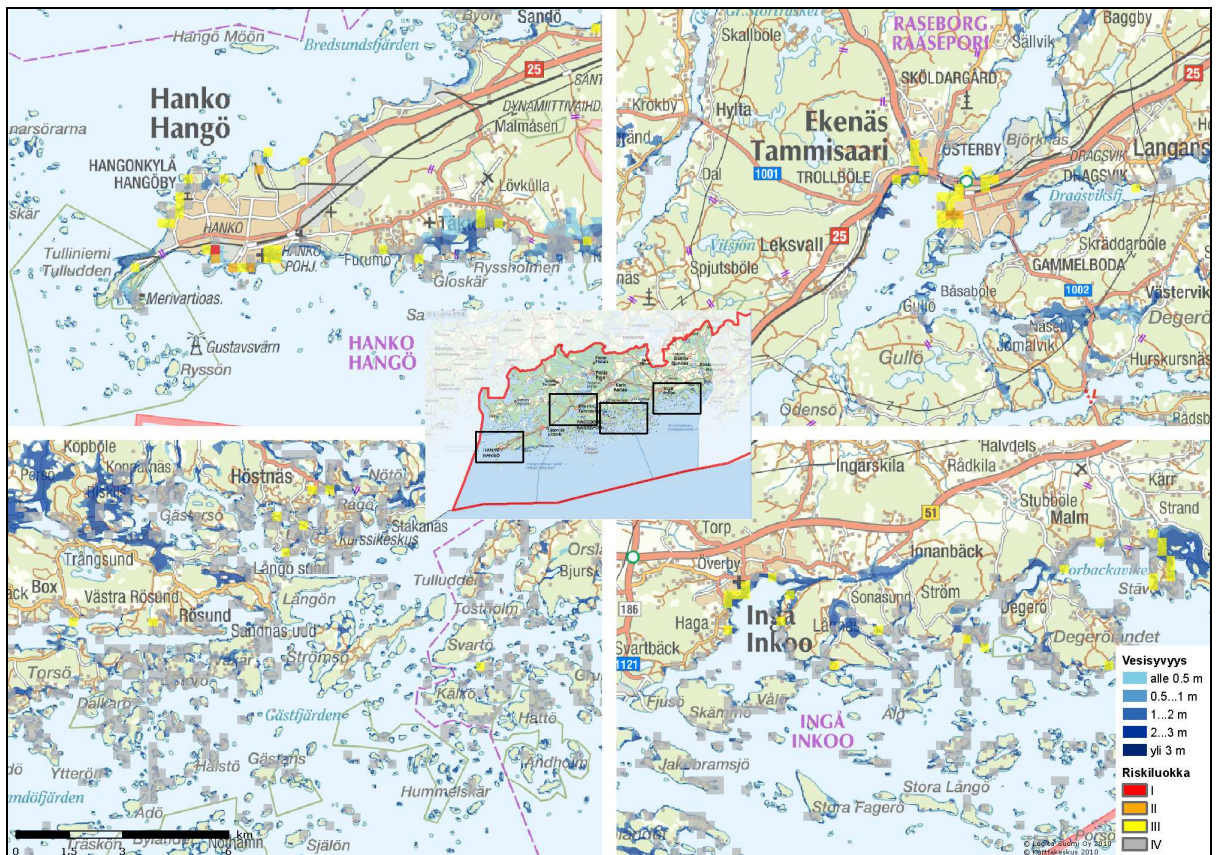
Käytetyt korkeudet vastaavat vuodelle 2200 ennustettujen maksimien vedenkorkeus-taajuus -kuvaajien 95 % luottamusrajojen karkeaa ekstrapolointia todennäköisyyteen 0,1 % (toistuvuus aika $\sim 1/1000a$).



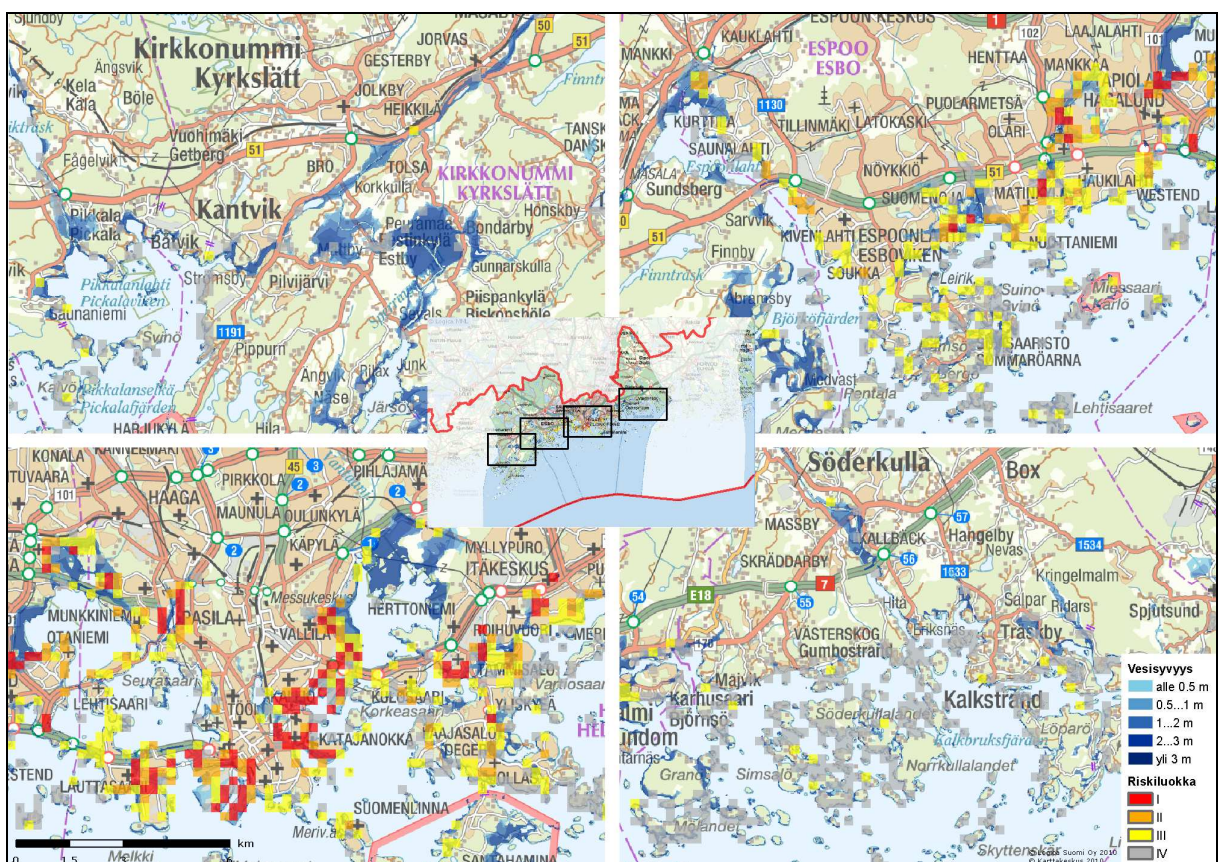
Kuva 18. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen vesisyvytydet meritulvatilanteessa.

7.2 Tulvariskikohteiden sijainti

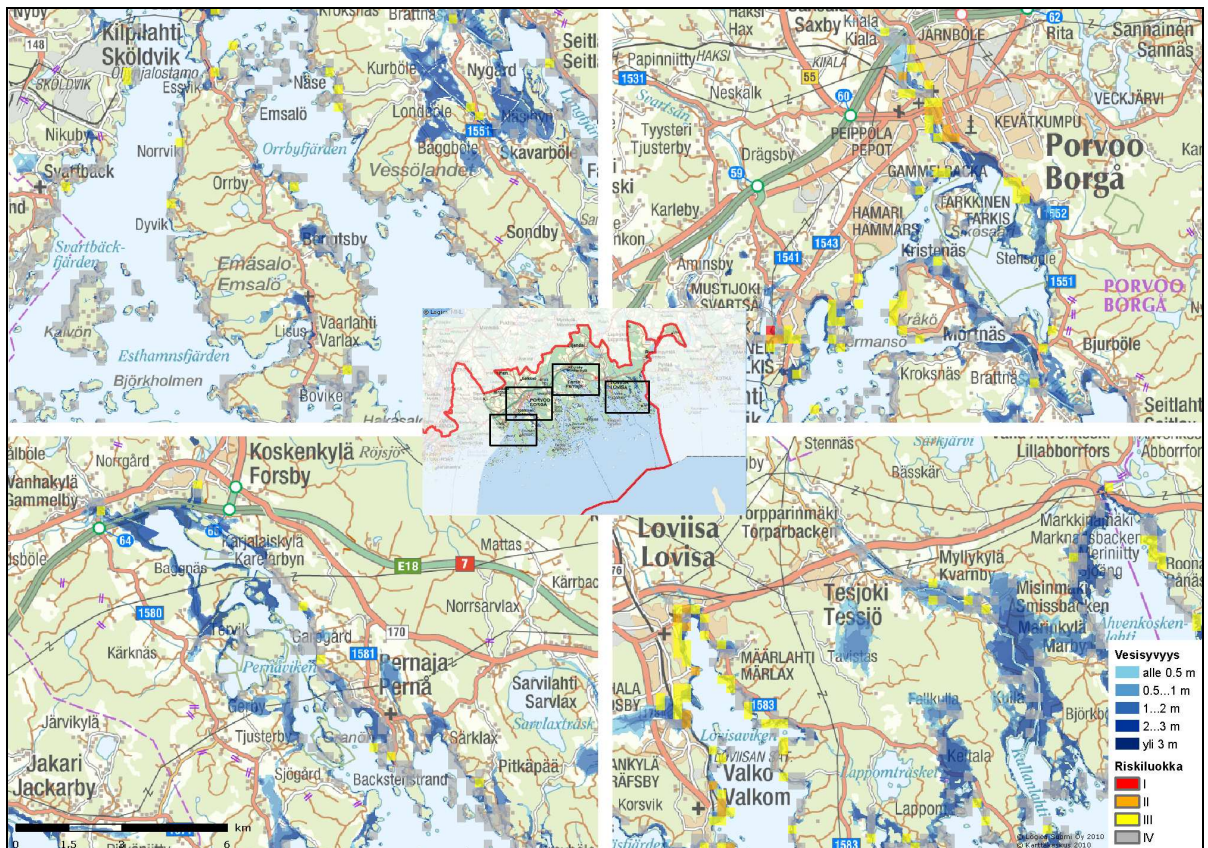
Uudenmaan rannikkoalueen kohdassa 6.2 esitetyn mukaisesti laadittujen tulvariskikarttojen keskeisimmät riskikohteet on esitetty kuvissa 17–19. Riskikohteet ovat pääsääntöisesti alavia taajamia, mutta myös merkittävät teollisuus- ja toimistorakennuskeskittymät korostuvat kartoissa.



Kuva 19. Tulvariskikarttaotteet Hangon, Raaseporin Tammisaaren ja Höstnäsän sekä Inkoon Överbyn kohdilta.



Kuva 20. Tulvariskikarttaotteet Siuntion, Kirkkonummen, Espoon, Helsingin ja Sipoon Söderkullan kohdilta.



Kuva 21. Tulvariskikarttaotteet Kilpilahden, Porvoon, Koskenkylän ja Loviisan kohdilta.

7.3 Tulvalle altistuva väestö ja taloudellinen toiminta

Tulvavahingot olisivat Uudenmaan rannikkoalueen korkean asumistiheyden vuoksi suuret. Tulvavaara-alueen rakennukset sijaitsevat pääasiassa tasaisesti pitkin rannikkoa, lukuun ottamatta Tammisaaren keskustaa, Espoota, Helsinkiä sekä Porvoon keskusta-aluetta. Tulva-alueella asuu yhteensä noin 31 100 asukasta, joista yli 90 % asuu Helsingin ja Espoon kuntien alueella (Taulukko 6). Tulva-alueelle jäävien rakennusten kokonaiskerrostalasta Helsingin ja Espoon osuus on 85 %, mutta tulvan uhkaamien rakennusten lukumäärästä vastaava osuus on vain 37 %. Meritulva uhkaa myös useita kerrostaloalueita, kun uhka muissa kunnissa kohdistuu pääasiallisesti pienempiin rakennuksiin.

Taulukko 6. Uudenmaan rannikkoalueen mitoitustulvan mukaisen vedenpinnan tason alle jäävien rakennusten asukasmäärät kunnittain.

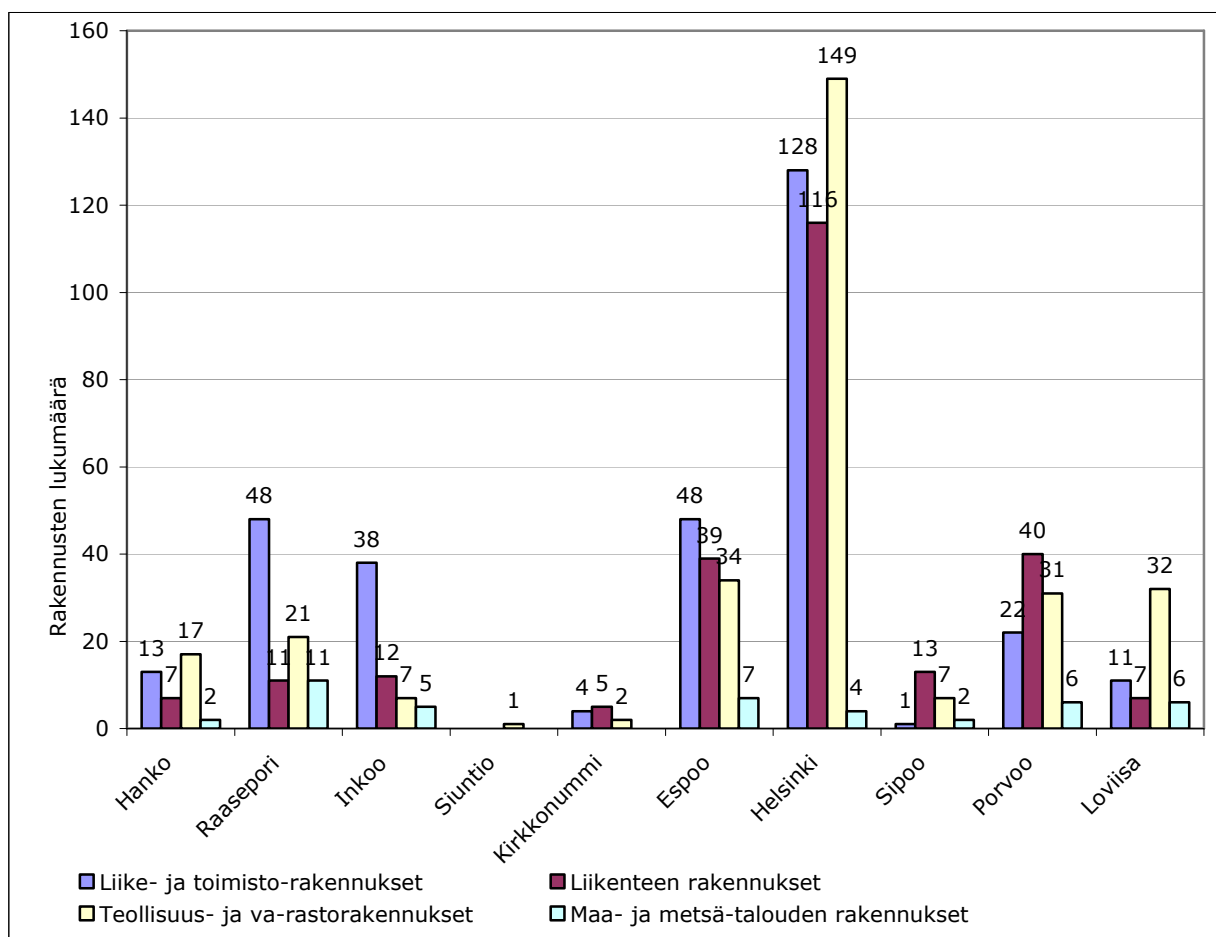
Vesisyvyys mitoitustulvakorkeudella ($N_{60} + 2,54/+2,8/+3,15$)						Asukasmäärä yhteensä
Kunta	0 - 0.5 m	0.5 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	yli 3 m	
Hanko	69	42	70	<10	–	183
Raasepori	85	189	43	21	<10	341
Inkoo	<10	24	58	45	<10	134
Siuntio	0	0	<10	0	0	<10
Kirkkonummi	15	18	23	<10	<10	67
Espoo	1916	1536	1898	301	<10	5652
Helsinki	9112	8391	4884	501	39	22927
Sipoo	26	14	30	15	<10	91
Porvoo	268	257	380	320	16	1241
Loviisa	92	147	165	51	18	473
Yhteensä	11589	10618	7554	1265	86	31112

Taulukko 7. Uudenmaan rannikkoalueen mitoitustulvan mukaisen vedenpinnan tason alle jäävien rakennusten lukumäärä ja kokonaiskerrosala.

		Vesisyvyys mitoitustulvakorkeudella					Yhteensä
Kunta		0 - 0.5 m	0.5 - 1 m	1 - 2 m	2 - 3 m	yli 3 m	
Hanko	Summa / KPL	111	68	142	80	–	401
	Summa / Kerrosala (m2)	24954	18899	17421	5017	–	66291
Raasepori	Summa / KPL	304	339	451	596	76	1766
	Summa / Kerrosala (m2)	19108	25502	22654	18971	2153	88388
Inkoo	Summa / KPL	100	125	339	354	97	1015
	Summa / Kerrosala (m2)	4997	8174	18422	15076	3550	50219
Siuntio	Summa / KPL	12	<10	34	12	<10	70
	Summa / Kerrosala (m2)	784	150	1530	617	96	3177
Kirkkonummi	Summa / KPL	89	80	174	288	49	680
	Summa / Kerrosala (m2)	6379	4650	9631	11271	2227	34158
Espoo	Summa / KPL	420	471	679	641	<10	2220
	Summa / Kerrosala (m2)	261305	212921	181205	33462	521	689414
Helsinki	Summa / KPL	505	525	659	318	51	2058
	Summa / Kerrosala (m2)	1140700	780727	569515	120418	47018	2658378
Sipoo	Summa / KPL	67	84	174	278	71	674
	Summa / Kerrosala (m2)	4147	3996	10377	12005	2783	33308
Porvoo	Summa / KPL	278	283	401	940	10	1912
	Summa / Kerrosala (m2)	29019	29851	45739	77906	613	183128
Loviisa	Summa / KPL	83	109	199	146	137	674
	Summa / Kerrosala (m2)	39077	43235	22805	8469	4842	118428
Total Summa / KPL		1969	2092	3252	3653	504	11470
Total Summa / Kerrosala (m2)		1530470	1128105	899299	303212	63803	3924889

Uudenmaan rannikkoalueen taloudelliseen toimintaan liittyvistä rakennuksista yli 900 sijaitsee tulva-alueella. Näistä rakennuksista noin 315 on liike- ja toimistorakennuksia, 250 liikenteen rakennuksia, 300 teollisuus- ja varastorakennuksia ja noin 45 on maa- ja metsätalousrakennuksia.

Pääkaupunkiseudun kuntien osuus taloudelliseen toimintaan liittyvistä rakennuksista on vajaa 60 %, noin 22 % ko. rakennuksista sijaitsevat Espoon lännenpuoleisissa kunnissa ja noin 20 % Helsingin idänpuoleisissa kunnissa (Kuva 22). Rakennusten lukumäärä on vain suuntaa antava suure, sillä se ei ota kantaa rakennusten kokoon. Rakennukset ovat keskimäärin suurempia pääkaupunkiseudulla.



Kuva 22. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen tulva-alueella sijaitsevien taloudelliseen toimintaan liittyvien rakennusten määrä.

Talouselämän kannalta merkittäviä tulva-alueelle sijoittuvia alueita ovat mm. Hangon satama- ja ranta-alueet, Tammisaaren ja Inkoon keskusta-alueet, Pikkalanlahden rannat teollisuuslaitoksineen, Otaniemen teknologiakeskittymä, Hernesaaren teollisuusalue, Helsingin keskusta, Hakaniemi ympäristöineen, Herttoniemen teollisuusalue, Tolkkinen, Porvoon keskusta ja Loviisan ranta-alueet.

7.4 Vaikeasti evakuoitavat kohteet

Vaikeasti evakuoitavilla rakennuksilla tarkoitetaan esimerkiksi päiväkoteja, kouluja, oppilaitoksia, vanhainkoteja ja sairaaloita. Tulvariskien arviointiin (TURINA) liittyvässä paikkatietoaineistossa rakennuksia ei ole yksilöity, vaan kategoriat ilmaisevat käyttötarkoituksen karkeasti (Taulukko 8).

Taulukko 8. Vaikeasti evakuoitavat rakennukset kunnittain TURINA -aineiston mukaan.

	Hoitoalan rakennukset	Koulut. oppilaitokset yms.
Hanko	–	–
Raasepori	6	–
Inkoo	3	2
Siuntio	2	–
Kirkkonummi	5	–
Espoo	4	12
Helsinki	34	8
Sipoo	–	–
Porvoo	4	2
Loviisa	4	2

7.5 Tulvariski ympäristölle

Ympäristön pilaantumisen riskiä aiheuttavia kohteita ovat esimerkiksi pilaantuneet maat, kompostointikentät, vanhat kaatopaikat, satamat, telakat ja veneiden talvisäilytysalueet, polttoaine- ja kemikaalivarastot sekä jätehuoltoon ja jätevesihuoltoon liittyvät kohteet. Toimivia kaatopaikkoja tulva-alueella ei ole.

Jätevesihuollolle tulvat aiheuttavat monenlaisia ongelmia. Meriveden pääsy viemäriverkostoon tuottaa kapasiteettiongelmia, jolloin osa jätevesistä päätyisi sekaviemäriverkoston ylivuotokaivojen/-paikkojen kautta käsittelemättöminä luontoon. Myös jätevesipumppaamoista saattaa tulla ylivuotoja tulvien aikana. Espoossa Suomenojan jätevedenpuhdistamon vanhat jälkiselkeytysaltaat jäisivät tulvaveden alle (Espoo 2006). Loviisan kaupungin viemärilaitos sijaitsee osittain tulva-alueella, kuten myös Porvoon Kokkonniemen jätevesipumppaamo, Porvoon Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo sekä Tammisaaren Skeppsholmenin ja Rödgrundetin jätevedenpuhdistamot.

Helsingin kaupunki on laatinut selvityksen ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavista riskikohteista (ks. kohta 5.3). Helsingissä on tulva-alueella mm. 4 kpl käytöstä poistettua vanhaa kaatopaikkaa (Helsinki 2010). Muista Uudenmaan rannikkoalueen kunnissa ei ole laadittu vastaavia kattavia tulviin liittyvien maan pilaantumista mahdollisesti aiheuttavien alueiden kartoituksia.

7.6 Tulvariski kulttuuriperinnölle

Ilmastonmuutoksen mukaiset tulvat kasvattavat rannikoiden eroosioriskiä sään ääri-ilmiöiden yleistyessä, uhaten mm. sen läheisyydessä sijaitsevien rakenteiden perustuksia (ks. kohta 4.4). Kellareiden tulviminen aiheuttaisi myös suuria vahinkoja vanhojen rakennusten tiili- tai puuperustuksissa. Myös rakennusten homeongelmien riski kasvaa. (Ympäristöministeriö 2008).

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen osalta mitoitustulvan vaikutusalueella sijaitsevat valtakunnallisesti arvokkaat kulttuuriympäristöt on esitetty kunnittain seuraavassa taulukossa (taulukko 9) esitetyssä luettelossa (Museovirasto 2010):

Taulukko 9. Tulva-alueella sijaitsevien kulttuuriympäristöiksi luokitellut kohteet kunnittain (Museovirasto 2010).

Hanko	
Hangon Itäsatama	Itäisen Kylpyläpuiston huvila-alue
Hangon Länsisatama	Kudeneule Oy:n tehdasalue
Hauensuolen kalliopiirrosalue	Oy Forcit Ab:n tehdasalue
Raasepori	
Bromarvin kirkonkylän kesäasutus	Prästskullan kartano
Dagmarkällanin lähde	Raaseporin linna
Dragsvikin kasarmit	Riilahden kartano
Gullön kartano	Snappertunan kirkonkylä
Hagenin ja Ramsholmenin puistoalue	Tammisaaren rautatieasema-alue
Hankoniemen sotahistorian kohteet	Tammisaaren seminaari ja koulukorttelit
Jussarön kaivossaari	Tammisaaren ulkosaariston kalastajatilat
Lindön kartanomaisema	Tammisaaren vanha kaupunki ja satama
Olsbölen kartano	Västankärrin kartano
Pohjan kirkonmäki ympäristöineen	Skogbyn masuuni ja sahan alue
Pohjankurun rautatieasema ja satama	Suuri Rantatie
Inkoo	
Barösundin väylä	Inkoon kirkko ja pappila
Fagervikin ruukinalue	Suuri Rantatie

Siuntio	
Siuntion kartano ja Siuntion kirkko	
Kirkkonummi	
Kallbädan ja Rönnskärin majakat	Suuri Rantatie
Espoo	
Espoonkartano	Tapiola
Helsingin höyrylaivareittien huvila-asutus	Tarvaspään ateljeehuvila
Otaniemen kampusalue	Suuri Rantatie
Pääkaupunkiseudun I maailmansodan linnoitteet	
Helsinki	
Arabian tehtaat	Kansanpuistot Korkeasaari ja Seurasaari
Eiran kaupunginosa, Huvilakadun korttelit ja Mikael Agricolan kirkko	Katajanokan vanha osa
Eläintarhan huvilat ja yleishyödylliset laitokset	Kulosaaren huvilakaupunki
Esplanadi-Bulevardi	Lapinlahden sairaala-alue
Etu-Töölön kaupunginosa	Meilahden huvila-alue
Finlandia-talo, Kaupunginteatteri ja Kulttuuritalo	Olympiarakennukset
Helsingin Aleksanterinkatu	Osuusliikkeiden ja teollisuuden Sörnäinen
Helsingin höyrylaivareittien huvila-asutus	Pääkaupunkiseudun I maailmansodan linnoitteet
Helsingin Kauppatori rajaavine rakennuksineen	Salmisaaren teollisuusalue
Helsingin Rautatientori	Santahamina
Herttoniemen ja Kumpulan siirtolapuutarhat	Suomenlinna
Herttoniemen kartano	Suvilahden voimalaitosalue
Hietaniemen hautausmaat	Vakuutusyhtiö Pohjan talo, Lasipalatsi ja Rauta-talo
Kaisaniemen puisto ja kasvitieteellinen puutarha	Vantaanjokisuun vesi- ja viemärlaitokset
Kaivopuisto	Viikin opetus- ja koetila
Porvoo	
Björkholmin luotsiasema	Porvoon rautatieasema
Empire-Porvoon puutalokorttelit ja julkiset rakennukset	Porvoon saaristokylät
Hamarin asuntoalue ja Porvoon höyrysahan paikka	Porvoonjokilaakson kartano- ja kylämaisema
Husholmenin keskiaikainen linnasaari ympäröivine maisemineen	Postimäki
Jakkarilan kartano	Suuri Rantatie
Kulloon kartano	Vanha Porvoo ja Porvoon linnamäki
Porvoon läntisen saariston luotsi-, majakka- ja kalastusyhdykunnat	Yliken kylä
Sipoo	
Hindsbyn kylä	Pikkalan kartano
Löparön kartano	Sjundbyn kartano
Sibbesborgin keskiaikainen linnasaari ja Sipoonjokilaakson viljelymaisema	Suuri Rantatie
Kabanovin tykkitie	
Loviisa	
Ahvenkosken historiallinen ympäristö	Orrengrundin tunnusmajakka ja luotsiasema
Fasarbyn kylä	Pernajan kirkko ja pappila
Horslökin kylä	Sarvilahden kartano ympäristöineen

Härkäpään kylä	Sjögårdin kartano
Koskenkylän ruukinalue	Svartholman linnoitus
Kullaan kartanomaisema	Tervikin kartano
Loviisan alakaupunki	Tjusterbyn kartano
Loviisan Esplanadi	Suuri Rantatie
Loviisan maalinnoitus	

7.7 Yhteiskunnan kannalta tärkeät toiminnot

7.7.1 Vesihuolto ja energiantuotanto

Uudenmaan alueella toimii mm. Suomen suurimmat jätevesilaitokset, eli Helsingin Viikin ja Espoon Suomenojan jätevesilaitokset. Rannikkoalueella sijaitsee myös useita pienempiä jätevesilaitoksia. Viemäritunneliverkkoon on rakennettu ylivuotoputkia, joista viemäriverettä lasketaan verkon painetason noustessa liian korkeaksi. Viemäritunneliverkon alivuototaso on +1.2. Jos meriveden pinta nousee tämän tason yläpuolelle, tulvavesi pääsee ylivuotoputkista viemäriverkkoon. Tulvatilanteessa tulee varmistaa, että tulvatason alapuolella sijaitsevat ylivuotoputket on suljettu. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005). Talousveden jakeluun meritulva ei vaikuta. Alueen makeanvedenottamot ja puhdistamot eivät sijaitse tulva-alueen välittömässä läheisyydessä.

Uudenmaan rannikkoalueella toimii merkittäviä energiantuotannon laitoksia. Tulva-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevat mm. Loviisan ydinvoimala, Helsingin Hanasaaren B-voimala ja Salmisaaren voimalalaitokset. Lisäksi tulva-alueen sisäpuolelle sijoittuu useita sähköjakeluverkon muuntajia sekä katujakokaappeja.

Helsingissä tammikuun 2005 tulvan jälkeen Helen Sähköverkko Oy:ssä tehtiin selvityksiä merenpinnan nousun vaikutuksista sähköverkkoon. Tässä yhteydessä yhtiön verkkotietojärjestelmään lisättiin tulvakartta, jonka perusteella nähdään verkkokartan avulla mitä kohteita vedenpinnan nousu koskee. Verkkotietojärjestelmän avulla voidaan tulvatilanteessa priorisoida kohteet, joita pyritään pitämään jännitteisenä esim. pumppaamalla vettä pois ja mitkä kohteet otetaan jännitteettömäksi. Merenpinnan poikkeuksellista nousua ennustettaessa lisätään varallaoloa normaalin työajan ulkopuolella.

7.7.2 Pelastustoimen rakennukset

Pelastustoimen rakennuksille aiheutuva tulvavaara on erityisen huomattava, sillä pelastuslaitosten toimintojen vaikeutuminen ja heikentyminen vaikuttaa suoraan yhteiskunnan kykyyn reagoida tulviin. Tulva-alueella on pelastustoimen laitoksia Helsingin, Espoon, Sipoon ja Loviisan alueella (Taulukko 10).

Taulukko 10. Uudenmaan rannikkoalueen tulva-alueella sijaitsevien energiantuotannon ja yhteiskuntatekniikan sekä pelastustoiminnan rakennukset.

	Energiantuotannon ja yhteiskuntatekniikan rakennukset	Pelastustoimen rakennukset
Hanko	1	–
Raasepori	1	–
Inkoo	1	–
Siuntio	–	–
Kirkkonummi	5	–
Espoo	47	9
Helsinki	27	12
Sipoo	–	–
Porvoo	7	1
Loviisa	18	2

7.7.3 Kulkuyhteydet

Mitoitustulvasaso aiheuttaisi huomattavia ongelmia myös tieliikenteessä. Uudenmaan tiepiirien karttojen mukaan suurten teiden tienpinnat ovat pääasiassa korkeammalla kuin +3,0 m. Joitakin poikkeuksia kuitenkin löytyy, joista on olemassa myös kokemusperäistä tietoa aikaisemmista tulvista. Hangon Tvärminnessä tie 11007 ja Tammisaaren Österbyssä tie 52 jäisivät mitoitus tulvan mukaisessa tilanteessa osittain veden alle. Kantatie 51 jää osittain veden alle Jorvaksessa ja Pikkalassa. Espoossa meriveden alle jää Kehä I Otaniemen liittymän kohdalla ja Kehä III Espoonlahden kohdalla. Turunväylän Helsingin puoleinen osuus jäisi veden alle ja Sipoon Östersundomissa maantiet 11679 ja 11689 jäisivät veden alle Immersbyn pohjoispuolella. Pernajan Vanhankylässä seututien 170 ja Y-tien 1580 risteysalue jää tulvan alle. Seututie 170 jää veden alle myös Loviisassa melkein kilometrin matkalta Atomitien liittymän läheisyydessä. Suurten teiden lisäksi lukuisat rannikkoalueen pienemmät tiet jäävät meriveden peittämiksi. Tulvat aiheuttavat tieliikenteen keskeytymisen lisäksi mm. tieluiskien kulumia, syöpymiä ja eroosiota, joka pahimmillaan voi johtaa tiepenkereiden sortumiin (Tiehallinto 2007).

Lossiyhteyksien varassa olevat saaristolaiset jäisivät eristyksiin tulvan peittäessä laiturialueet. Esimerkiksi Skåldön ja Barösundin lossit joutuvat lopettamaan toimintansa jo alle N₆₀ +2,0 m vedenkorkeudella. Lossilaitureiden lisäksi alueella sijaitsevien tielaitureiden käyttö estyy tulvan seurauksena. Tielaiturit ovat yleisten teiden päässä sijaitsevia julkisen tahon ylläpitämiä laitureita, joita käytetään esim. tavarakuormien siirtämiseen veneiden ja autojen välillä.

Helsingin kaupungin kiinteistöviraston laatimassa teknisiä tunneleita koskevassa toimintaohjeessa pvm. 14.12.2005 on esitetty luettelo ajotunneleista, joiden suuaukot ja pystykuilut ovat alle +3.0 tasolla. Tunnelleihin liittyvän tulvantorjunnan lähtökohta on, että merivedenpinta ei missään tilanteessa saa nousta teknisiin tunneleihin. Mikäli jostain tunnelin suuaukosta pääsee vettä tunneliverkkoon, eivät käytössä olevien pumppujen tehot riitä pitämään tunneliverkon vedenpintaa riittävän alhaalla. Kaupungin meren pinnan alapuolella oleva tunneliverkko, mukaan lukien metro, täyttyy vedellä jo muutamassa vuorokaudessa. Toimintaohjeen mukaisesti tulvatorjuntatoimenpiteet kohdentuvat niiden tunneleiden suuaukoille, jotka ovat tulvatason +2.6 m alapuolella tai sijaitsevat täyttömaalla. (Maa- ja metsätalousministeriö 2005).

Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan rannikkoalueen kauppamerenkulun satamien rakenteet ja taustakentät sijaitsevat pääasiassa niin korkealla, etteivät toteutuneet tulvat ole vaikuttaneet niihin. Alueen satamatoimijoille suunnatun kyselyn perusteella vahinkoja saattaisi kuitenkin esiintyä kun vedenpinta nousee noin 2 m keskivedenpinnasta, eli jo selvästi matalammalla tulvatasolla kuin tässä raportissa kohdassa 7.1 esitetyn tulvaskenaarion mukainen tulvakorkeus. Tällaisia vahinkoja olisivat satamien toimivuuteen liittyvien rakenteiden vaurioituminen, lastaustoiminnan keskeytyminen ja jopa alusten kiinnittymisen hankaloituminen. (Tiedot tulvien vaikutuksista satamatoimintoihin perustuvat FCG Oy:n satamaoperaattoreille suuntamaan sähköpostikyselyyn v. 2010.)

Tulvat aiheuttavat vahinkoja myös pienemmille aluksille, veneille ja venesatamille. Esimerkiksi ponttonilaitureiden ankkuroinnit ja käyntisillat sekä kiinteisiin laitureihin kiinnitetyt veneet saattavat vaurioitua vedenpinnan nousun takia. Uudenmaan rannikkoalueella on yhteensä noin 20 000 koti- ja vierasvenepaikkaa, joten vahinkojen kustannukset olisivat alueella suuret.

7.8 Tulvariskialueiden rajaukset

Uudenmaan ELY -keskus on laatinut tässä selvityksessä esitetyn aineiston pohjalta Uudenmaan edustan merialueen osalta alustavan tulvariskialuerajauksen, joka käsittää yhteensä 28 yhtenäistä aluetta. Näistä alueista yksi sijaitsee Hangossa, yksi Raaseporissa, yksi Inkoossa, kuusi Espoossa, kaksitoista Helsingissä, kolme Porvoossa ja kolme Loviisassa. Yksi tulvariskialue on yhteinen Espoon ja Helsingin alueiden kesken.

Suomen ympäristökeskus on määrittänyt yksityiskohtaisemmat tunnusluvut tulvariskialueilla asuvasta väestöstä ja rakennuskannasta. Näitä tunnuslukuja ei ole käsitelty tämän selvityksen yhteydessä.

FCG Finnish Consulting Group Oy

Markku Vähäkäkelä
suunnittelupäällikkö, ins. (AMK)

Mikael Stening
suunnitteluinsinööri, dipl.ins.

LÄHDELUETTELO

- Berghäll, J. & Pesu, M. Ilmastomuutos ja kulttuuriympäristö. Tunnistetut vaikutukset ja haasteet Suomessa. Suomen ympäristö 44/2008.
- Espoon kaupunki 2002. Espoon rakennusjärjestys. Espoon kaupungin verkkosivut. Päivitetty 18.8.2006.
- Espoon kaupunki 2005. Tulvaongelma Espoossa. Espoon tulvatyöryhmä.
- Hangon kaupunki 2001. Hangon rakennusjärjestys. Hangon kaupungin verkkosivut.
- Helsingin kaupungin pelastuslaitos 1993. Selvitys merivedenpinnan nousun vaikutuksista.
- Helsingin kaupunki 2000. Helsingin rakennusjärjestys. Helsingin kaupungin verkkosivut. Päivitetty 8.4.2005.
- Helsingin kaupungin kiinteistövirasto 2005. Tulvatorjunta teknisissä tunneleissa. Tulvatorjuntatyöryhmä, toimintaohje 2005.
- Helsingin kaupungin kaupunkisuunnitteluvirasto 2008. Helsingin kaupungin tulvastrategia.
- Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2010. Merivesitulvan aikana ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavat riskikohteet Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 9/2010.
- Helsingin Sanomat 10.1.2005. Suomenlahti tulvi äkäisesti kaduille ja taloihin.
- Inkoon kunta 2001. Inkoon rakennusjärjestys. Inkoon kunnan verkkosivut. Päivitetty 22.6.2006.
- Ilmatieteen laitos 2010. Ilmastotietoja ja -skenaarioita pääkaupunkiseudun ilmastomuutokseen sopeutumisohjelmaa varten.
- Ilmatieteen laitos. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut. www.ilmatieteenlaitos.fi
- IPCC International Panel for Climate Change 2007, Neljäs arviointiraportti, luettavissa osoitteessa <http://ilmatieteenlaitos.fi/uusin-arviointiraportti>.
- Itämeri-portaali: www.itameriportaali.fi. Suomen ympäristökeskuksen, Ilmatieteen laitoksen ja Ympäristöministeriön ylläpitämä sivusto.
- Itä-Uudenmaan liitto 2010. Itä-Uudenmaan maakuntakaava - Kaavaselostus. Itä-Uudenmaan liiton verkkosivut. Päivitetty 11.3.2010.
- Itä-Uudenmaan liitto 2009. Itä-Uudenmaan 2. vaihemaakuntakaava - Lähtökohdat, tavoitteet ja tavoitteiden vaikutusten arviointi. Itä-Uudenmaan liiton verkkosivut. Päivitetty 4.5.2009.
- Kirkkonummen kunta 2008. Kirkkonummen rakennusjärjestys. Kirkkonummen kunnan verkkosivut.. Päivitetty 21.10.2008.
- Kuntaliitto 2010. Kuntien asukasluvut 31.12.2009. Kuntaliiton verkkosivut. Päivitetty 22.6.2010.
- Liikennevirasto 2010. Satamien ulkomaan tavaraliikenne vuosina 2007–2009. Liikenneviraston verkkosivut.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2006. Tulvavahinkotyöryhmän työryhmämuistio 2006:16.

Merentutkimuslaitos 1998. Alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet Pohjanlahden, Saaristomeren ja Suomenlahden rannikolla.

Museovirasto 2009. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. Museoviraston verkkosivut.

Myrskyvaroitus-portaali: www.myrskyvaroitus.com.

Porvoon kaupunki 2008. Porvoon rakennusjärjestys. Porvoon kaupungin verkkosivut. Päivitetty 19.2.2008.

Raaseporin kaupunki 2010. Raaseporin rakennusjärjestys. 2010. Raaseporin kaupungin verkkosivut. Päivitetty 16.8.2010.

Sipoon kunta 2005. Sipoon rakennusjärjestys. Sipoon kunnan verkkosivut. Päivitetty 19.12.2007.

Siuntion kunta 2001. Siuntion rakennusjärjestys. Siuntion kunnan verkkosivut. Päivitetty 5.12.2007.

Suomen valtioneuvosto 2010. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi tulvariskien hallinnasta ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi. HE 30/2010 vp.

Suomen ympäristökeskus 2009. Tulvariskien kartoittaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2008.

Tiehallinto 2005. Tulevaisuuden näkymiä 1/2005.

Tiehallinto 2007. Ilmastomuutokseen sopeutuminen tienpidossa, Tiehallinnon selvityksiä 4/2007.

Tilastokeskus 2009. Ennustetut väestönmuutokset sukupuolen mukaan alueittain 2009 – 2040. Tilastokeskuksen verkkosivut. Päivitetty 30.9.2009.

Uudenmaan liitto 2007. Uudenmaan maakuntakaava - Kaavaselostus. Uudenmaan liiton verkkosivut. Päivitetty 30.9.2009.

Uudenmaan liitto 2008. Uudenmaan 1. vaihemaakuntakaava - Kaavaselostus. 2008. Uudenmaan liiton verkkosivut. Päivitetty 30.9.2009.

Uudenmaan liitto 2010. Uudenmaan maakuntakaavan uudistaminen, 2. vaihemaakuntakaava – Tulvavaara-alueet ja tulvariskien ehkäiseminen. Uudenmaan liiton verkkosivut. Päivitetty 15.1.2010.

Uudenmaan liitto 2007. Uudenmaan rannikkoalueiden yleispiirteinen tulvakartta, Uudenmaan liiton julkaisuja E96 – 2007.

Ympäristöministeriö 2008a. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistaminen. 2008. Ympäristöministeriön verkkosivut. Päivitetty 28.1.2010.

Ympäristöministeriö 2008b. Ympäristöministeriön raportteja, Ilmastomuutokseen sopeutuminen ympäristöhallinnon toimialalla, Toimintaohjelmasta ilmastomuutoksen kansallisen sopeutumisstrategian toteuttamiseksi. Ympäristöministeriön verkkosivut. Päivitetty 30.9.2009.

Ympäristöministeriö 2009. Maankäytön suunnittelu, maakuntakaavoitus, yleiskaavoitus ja asemakaavoitus. Ympäristöministeriön verkkosivut. Päivitetty 31.12.2009.