



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Iina Marttila

MUUTTUVAN MAANKÄYTÖN
VAIKUTUKSET RISÖN ALUEEN
TULVARISKEIHIN

Tekniikka
2014

ALKUSANAT

Tein opinnäytetyöni Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen Vesistöyksikköön kevään 2014 aikana. Työ on ollut varsin haasteellinen ja opettavainen, mutta kaikista haasteista kuitenkin selvitettiin.

Haluaisin kiittää Etelä-Pohjanmaan ELY-keskukselta ympäristörakentamisryhmän päällikkö ja insinööri Kim Klemolaa ja erikoissuunnittelija Erika Raitalampea. Erityisesti kiitän ohjaavaa opettajaani lehtori Vesa-Matti Honkasta, jonka apu ja tuki opinnäytetyöprosessin aikana on ollut merkittävä. Kiitokset myös läheisilleni ymmärtävyydestä ja tuesta.

Vaasassa 4.6.2014

Iina Marttila

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Iina Marttila
Opinnäytetyön nimi	Muuttuvan maankäytön vaikutukset Risön alueen tulvariskeihin
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	50
Ohjaaja	Vesa-Matti Honkanen

Tässä opinnäytetyönä tehdyssä selvityksessä on tutkittu muuttuvan maankäytön vaikutuksia Vaasan Risön alueen tulvariskeihin. Työssä on tarkasteltu myös Risön alueen eteläpuolista Mustasaaren kunnan osaa – selvityksen painopisteen ollessa kuitenkin Risön alueella. Risö on tulvaherkkää aluetta ja kuuluu osittain valtakunnallisesti merkittävään tulvariskialueeseen. Risön alueeseen kohdistuu kaavoitus- ja rakentamispainetta. Selvityksen tavoitteena on, että Risön alueen tulvaherkkyys voidaan ottaa huomioon jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Lisäksi selvityksen tavoitteena on antaa ehdotuksia mahdollisiksi toiminneiksi, joiden avulla alueelle voidaan osoittaa rakentamista pahentamatta lähialueiden tulvavahinkoja.

Risön alueen maankäyttö on muuttumassa yhdyskuntarakenteen reuna-alueesta ja maaseutumaisesta ympäristöstä isoksi kaupallisten palvelujen alueeksi, jolle suunnitellaan sijoitettavan vähittäiskaupan suuryksikkö sekä paljon tilaa vaativaa erikoiskauppaa. Selvityksessä on tutkittu Risön alueelle suunnitellun tulvapenkereen vaikutuksia tulvariskeihin. Tulvapenkereen on tarkoitus suojata uudisrakentamiselle suunniteltavan alueen rakennukset tulvavedeltä. Muuttuvan maankäytön vaikutuksia tulviin on selvitetty tekemällä alueelta poikkileikkauksia ja tutkimalla poikkileikkausten pinta-aloja ja niissä tapahtuvaa muutosta. Poikkileikkauksia tehtiin yhteensä 26 kappaletta, joista 3 kappaletta Mustasaaren kunnan alueelle. Poikkileikkausten lähdeaineistona on käytetty 2 m korkeusmallia ja työkaluina ArcGIS- ja AutoCAD-ohjelmistoja.

Tehtyjen selvitysten mukaan tulvapenger ei pahenna alueen tulvariskejä. Eri rakenteita, kuten teitä, suunniteltaessa tulisi huomioida niiden padottava vaikutus ja vaikutus tulvaveden virtaussuuntiin. Pengerrysalueella poikittain sijaitseva oja ja sen kaivuumassat olisi syytä tasoittaa. Selvitys on tehty Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueen Vesistöyksikköön.

ABSTRACT

Author	Iina Marttila
Title	Impacts of Variable Land Use on Flood Risks in Risö area
Year	2014
Language	Finnish
Pages	50
Name of Supervisor	Vesa-Matti Honkanen

The impacts of variable land use on flood risks in the Risö area were under investigation in this thesis. Mustasaari town's area in the south side of Risö area were also investigated in this thesis, but the emphasis was in the Risö area. The Risö is a very flood sensitive type of area and it is part of a nationally significant flood risk area. There is also a pressure to make a plan for the area and start building. The objective of this thesis was to take consideration of flood sensitivity in the Risö area in early stage of land use planning. Another objective of this thesis was to give potential proposals to tasks, which should help to point out building without worsening flood risks in neighbouring areas.

Land use in the Risö area is changing from a fringe area and countryside environment to a large commercial services area, where it is planned to build a lot of commercial buildings. The effects of a planned levee on floods mainly in the Risö area were studied in this report. The levee is planned to build to protect buildings from flood water in the new buildings area. The impacts of variable land use on floods were investigated by doing cross-sections in the area and studying the square area of cross-sections and the change occurring in them. A total of 26 cross-sections were made – 3 of them was made in the area of Mustasaari town. An elevation model of 2 m was used as a source material. AutoCAD- and ArcGIS-programs were the tools used in making the cross-sections.

According to made reports, the levee will not worsen flood risks in the Risö area. When planning different structures, for example roads, it is important to observe their dam effects and effects on the directions of flood water flow. A trench locating transverse in the area and land mass excavated from it should be leveled. This report was commissioned by South Ostrobothnia ELY Centre, the Remit of the Environment and Natural resources, Watercourse Unit.

Keywords Floods, The River Laihia, land use, levee, cross-section

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	SELVITYSALUE.....	11
2.1	Sijainti.....	11
2.2	Suunnittelutilanne	13
2.2.1	Maakuntakaava	14
2.2.2	Yleiskaava.....	15
2.2.3	Asemakaava	17
3	MAISEMARAKENNE	20
3.1	Maisemarakenneteoria	20
3.2	Selvitysalueen maisemarakenne	20
3.3	Eloton luonto.....	21
3.3.1	Topografia.....	21
3.3.2	Vesiolot	21
3.3.3	Maa- ja kallioperä	22
3.3.4	Happamat sulfaattimaat.....	23
3.3.5	Maankohoaminen.....	24
3.3.6	Ilmasto.....	25
3.4	Elollinen luonto.....	25
3.5	Rakennettu ympäristö	26
3.6	Väestö ja palvelut.....	26
4	TULVIEN HALLINNASTA.....	27
4.1	Tulvalainsäädäntö	27
4.2	Laki tulvariskien hallinnasta	28
4.2.1	Tulvariskien alustava arviointi.....	28
4.2.2	Tulvavaara- ja tulvariskikarttojen laadinta.....	30
4.2.3	Tulvariskien hallintasuunnitelmien laadinta	30
4.3	Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet.....	31
4.4	Kuvaus aiemmista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä alueella	32

4.5	Tulvankestävä rakentaminen	32
5	TULVARISKIT ALUEELLA.....	33
5.1	Nykyinen tulvatieto.....	33
5.2	Historiallinen tulvatieto	34
5.3	Lähialueiden tulvariskit	36
6	MUUTTUVAN MAANKÄYTÖN VAIKUTUKSET TULVIIN.....	38
6.1	Muuttuva maankäyttö tulvariskialueella.....	38
6.2	Tutkimusongelma, menetelmät ja aineistot	40
6.3	Maankäytön muutosten vaikutus tulviin.....	42
6.4	Ehdotuksia tulvariskien pienentämiseksi.....	46
7	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET.....	49

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1.	Selvitysalueen sijainti	s. 11
Kuva 2.	Peruskartta Risön selvitysalueelta	s. 12
Kuva 3.	Risön kaava-alue ja valtakunnallisesti merkittävä tulvariskialue	s. 14
Kuva 4.	Ote Pohjanmaan vaihemaakuntakaavasta 1 koskien kaupallisten palveluiden sijoittumista maakunnassa	s. 15
Kuva 5.	Ote Vaasan yleiskaavasta 2030	s. 16
Kuva 6.	Ote vireillä olevasta osayleiskaavasta	s. 17
Kuva 7.	Ote asemakaavasta nro 904	s. 18
Kuva 8.	Ote vireillä olevasta asemakaavasta (VE 2)	s. 19
Kuva 9.	Ote Vaasan maisemarakennekartasta	s. 21
Kuva 10.	Laihianjoki Latokartanontien sillalta ylävirtaan päin syksyllä 2013	s. 22
Kuva 11.	Maaperäkartta	s. 23
Kuva 12.	Vesistötulva 1/100a	s. 33
Kuva 13.	Vesistötulva 1/1000a	s. 34
Kuva 14.	Laihianjoki Latokartanontieltä ylävirtaan päin vuonna 2011	s. 35
Kuva 15.	Näkymä Latokartanontieltä Lentokentäntielle päin vuonna 2010	s. 36
Kuva 16.	Korkeusmalli alueesta	s. 38
Kuva 17.	Asemakaava (VE2) digitoituna läpinäkyvänä taustakartan päälle - tulvapenger korostettu punaisella värillä.	s. 39
Kuva 18.	Esimerkkipoikkileikkaus Laihianjoen jokiuomasta 1/1000a tulvalla	s. 40
Kuva 19.	Tulvaveden virtausreitit selvitysalueella tulvatilanteessa	s. 42
Kuva 20.	Latokartanontien ja Laihianjoen reunapenkereen poikkileikkaukset	s. 43

Kuva 21.	Pengerrysalueen poikkileikkaukset ja tulvapenger	s. 44
Kuva 22.	Mustasaaren puolen poikkileikkaukset	s. 46
Taulukko 1.	Tulvien toistuvuusajat ja todennäköisyydet	s. 30
Taulukko 2.	Pengerrysalueelle tehtyjen poikkileikkausten pituudet ja virtausalat	s. 45

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyönä tehdyssä selvityksessä on tutkittu muuttuvan maankäytön vaikutuksia Laihianjoen valuma-alueella sijaitsevan Vaasan Risön alueen tulvariskeihin, keskittyen pääasiassa alueelle suunnitellun tulvapenkereen mahdollisiin vaikutuksiin. Selvityksen yksi tavoitteista on, että Risön alueen tulvaherkkyys ja sen vaatimat toimenpiteet voidaan ottaa huomioon jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Selvityksen tarkoituksena on myös antaa ehdotuksia toimiksi, joiden avulla alueelle voidaan osoittaa rakentamista ilman, että se pahentaa selvitysalueen vaikutuspiiriin kuuluvien alueiden tulvavahinkoja. Selvitys on tehty Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle Ympäristö- ja luonnonvarat -vastuualueen Vesistöyksikköön.

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan uutta rakentamista ei tule alueidenkäytön suunnittelussa sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä kuitenkin voidaan poiketa, jos tarve- ja vaikutus selvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariskit pystytään hallitsemaan ja rakentaminen on kestävä kehityksen periaatteiden mukaista. Myös maankäyttö- ja rakennuslaissa määrätään, että rakennuspaikan soveliaisuutta ja kelvollisuutta harkittaessa on otettava huomioon, ettei rakennuspaikalla ole tulvan tai sortuman vaaraa. /14, 6–7/

Tulva on luonnollinen ilmiö, joka aiheuttaa vahinkoja vuosittain myös Suomessa /14, 3–4/. Rakentaminen tulvavaara-alueille aiheuttaa sekä yhteiskunnalle että yksityisille suuria kustannuksia ja tulvien rakennuksille aiheuttamien kosteusvahinkojen korjaaminen on kallista ja vaikeaa. /14, 46/ Tulvavahinkojen ennaltaehkäisemisessä ja vähentämisessä on maankäytön suunnittelulla ja rakentamisen ohjauksella suuri rooli. Ilmastonmuutoksen seurauksena tulvariskeihin varautuminen tulee entistäkin tärkeämmäksi, koska tulvariskit tulevat kasvanemaan sateiden lisääntymisen ja äärevöitymisen myötä. /14, 3–4/

Vaasan Risön alueella on hyvien liikenneyhteyksien ja sopivan sijainnin takia kaavoitus- ja rakentamispaineita, vaikka osa alueesta kuuluukin valtakunnallisesti

merkittävään tulvariskialueeseen. Vaasan kaupungilla ei ole osoittaa vaihtoehtoista yhtä laajaa aluetta vähittäiskaupan suuryksiköille. /16, 46/

2 SELVITYSALUE

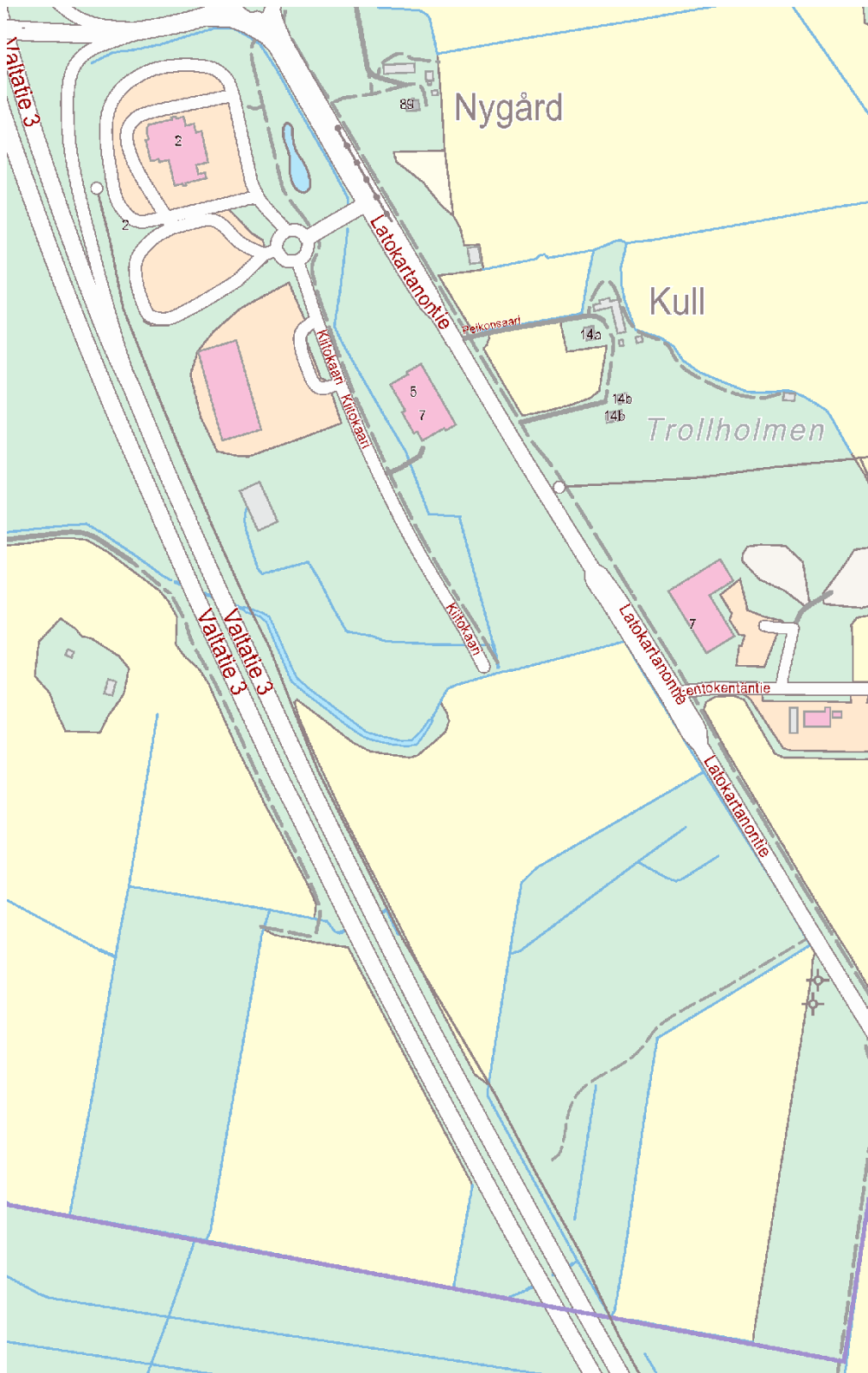
2.1 Sijainti

Risön alue sijaitsee Vaasan kaupungin kaakkoispuolella noin 8 kilometrin päässä keskustasta varsin näkyvällä paikalla saavuttaessa etelästä moottoriliikennetietä pitkin Vaasaan. Lännessä aluetta rajaa moottoriliikennetie (valtatie 8, valtatie 3, E12). Idässä selvitysalueita rajaa osittain Latokartanontie (maantie 715). /16, 7/ Alueen koillispuolella sijaitsee Vanha Vaasa, itäpuolella Runsor ja lentokenttä ja eteläpuolella virtaa Laihianjoki.

Toisena alueena selvityksessä tutkittiin myös Laihianjoen eteläpuolista aluetta Mustasaaren kunnasta. Kuvassa 1. on esitetty punaisella soikiolla Risön selvitysalueen sijainti ja sinisellä soikiolla Mustasaaren selvitysalue. Kuvassa 2. on esitetty peruskartta Risön selvitysalueelta suuremmalla tarkkuudella.



Kuva 1. Selvitysalueen sijainti. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14)



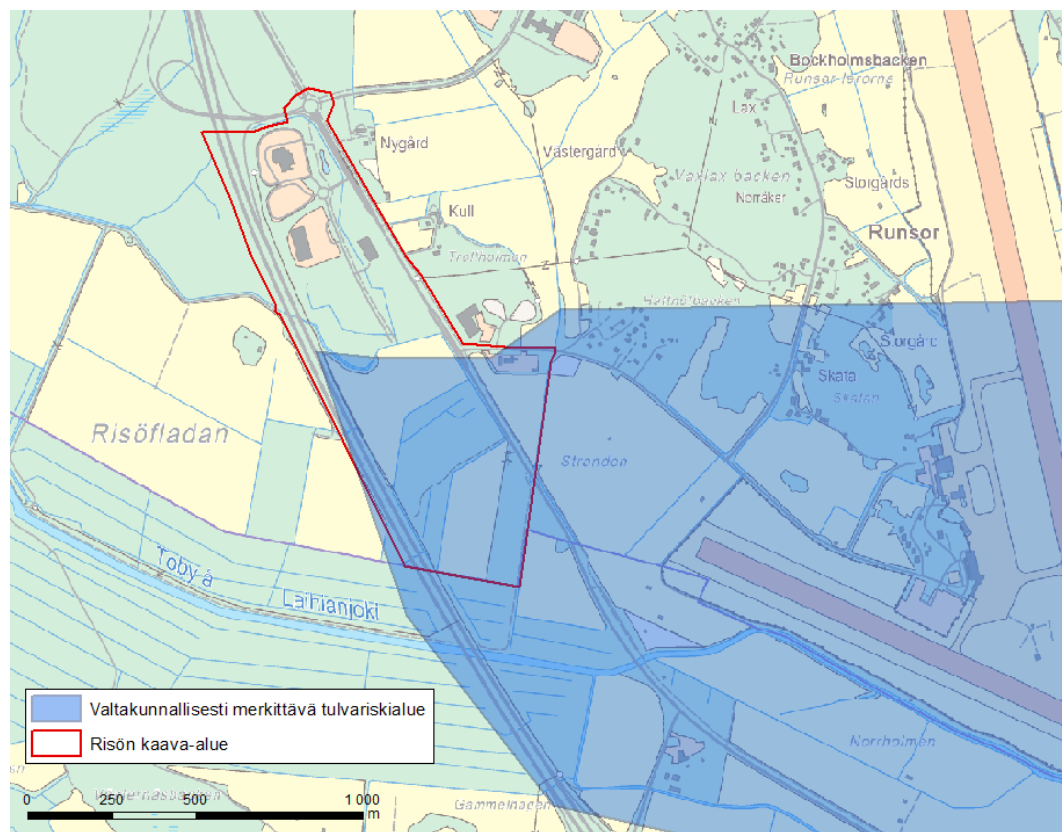
Kuva 2. Peruskartta Risön selvitysalueelta. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14)

2.2 Suunnittelutilanne

Maankäyttö- ja rakennuslaki ja siihen liittyvä asetus ohjaavat Suomessa maankäytön suunnittelua ja rakentamista. Kaavoitus etenee lain mukaan tasoittain: ylempi taso ohjaa aina alemmalla tasolla olevaa yksityiskohtaisempaa suunnittelua. Kaavajärjestys on maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava, joista asemakaava on kaikkein yksityiskohtaisin ja maakuntakaava suurpiirteisin. Maakuntakaavan laadinta kuuluu maakunnan liitolle, kun taas yleis- ja asemakaavat laatii kunta. /13/ Koko maan kaavoitusta ja alueidenkäytön periaatteita ohjaavat Valtioneuvoston määrittelemät valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet.

Selvitysalueella on hyvien liikenneyhteyksien ja sopivan sijainnin takia kaavoitus- ja rakentamispainetta, vaikka osa kaava-alueesta kuuluukin valtakunnallisesti merkittävään tulvariskialueeseen. /16, 6/ Kuvassa 3. on esitettynä kaavoitettava alue punaisella värillä rajattuna ja sinisellä värillä valtakunnallisesti merkittävä tulvariskialue. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan uutta rakentamista ei tulisi sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa, jos tarve- ja vaikutusselvityksiin perustuen voidaan osoittaa, että tulvariskit pystytään hallitsemaan ja että rakentaminen on kestävä kehityksen mukaista. /14, 7/

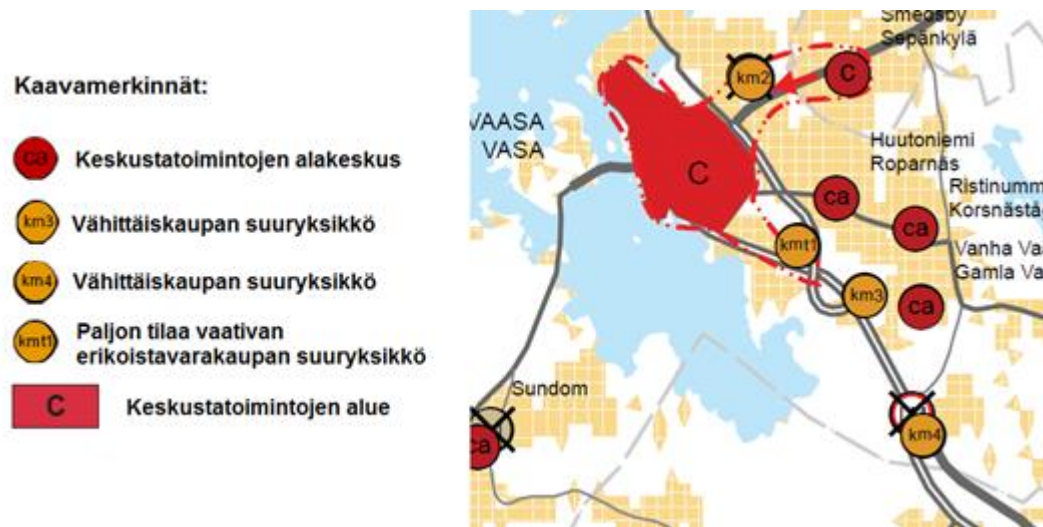
Selvitysalueella on voimassa Ympäristöministeriössä 4.10.2013 hyväksytty maakuntakaavan vaihekaava I, kaupallisten palvelujen sijoittuminen Pohjanmaan alueella. Uudet yleis- ja asemakaavat ovat vireillä. Uuden asemakaavan on tarkoitus mahdollistaa vähittäiskaupan suuryksiköiden ja paljon tilaa vaativan erikoiskaupan sijoittumista alueelle. /16, 6/ Asemakaavoitettavan alueen koko on 68 hehtaaria /16, 7/. Yhtä laajaa vaihtoehtoista sijoituspaikkaa kaupan suuryksiköille ei Vaasan kaupungin alueella ole osoittaa /16, 26/.



Kuva 3. Risön kaava-alue ja valtakunnallisesti merkittävä tulvariskialue. (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14 ©Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2014 ©SYKE)

2.2.1 Maakuntakaava

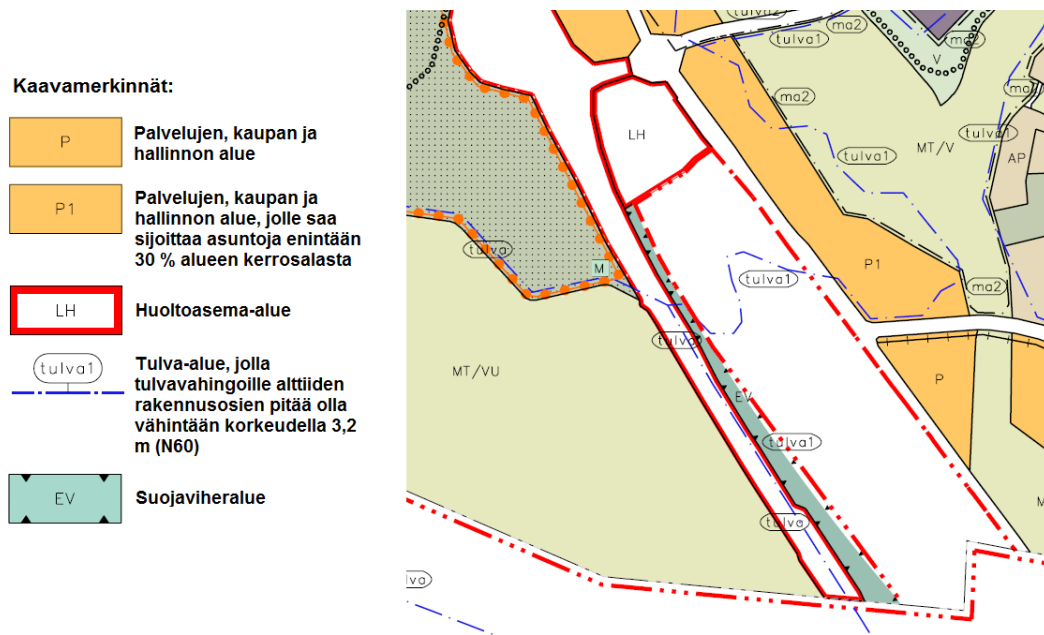
Pohjanmaan maakuntakaavan vaihekaava I, kaupallisten palvelujen sijoittuminen Pohjanmaan alueella, on hyväksytty maakuntavaltuustossa 14.5.2012 ja vahvistettu Ympäristöministeriössä 4.10.2013. /22/ Siinä Vaasan Risön kaava-alueella koskee merkintä ”km⁴”, jonka mukaan alueelle on mahdollista sijoittaa enintään 124 000 km² suuruinen vähittäiskaupan suuryksikkö tai myymäläkeskittymä, josta 5000 km² saa olla päivittäistavarakauppaa, 89 000 km² paljon tilaa vaativan erikoistavaran kauppaa ja 30 000 km² muuta erikoiskauppaa (Kuva 4.). Kokonaismaakuntakaavassa Risötä koskeva merkintä maaliikenne-terminaali ”LM” kumoutuu. /16, 23/



Kuva 4. Ote Pohjanmaan vaihemaakuntakaavasta 1 koskien kaupallisten palveluiden sijoittumista maakunnassa. (© Pohjanmaan liitto)

2.2.2 Yleiskaava







Selvitysalueella on voimassa Vaasan yleiskaava 2030, jonka tulee osittain korvaamaan uusi, vielä vireillä oleva Vaasan eteläosia koskeva osayleiskaava. Vaasan kaupungin yleiskaava 2030 on 13.12.2011 kaupunginvaltuuston hyväksymä. Siinä Vaasan Risön kaava-alueen pohjoisosa on merkitty huoltoasema-alueeksi ”LH” ja kaavan itäosa palvelujen, kaupan ja hallinnon alueeksi ”P”. Moottoritien varressa on suojaviheraluetta ”EV”. Osa Risön kaava-alueesta kuuluu tulva-alueeseen ”tulva1”, jolla tulvavahingoilla alttiiden rakennusosien tulee olla vähintään korkeudella 3,2 m (N60) (Kuva 5.). /16, 23–24/

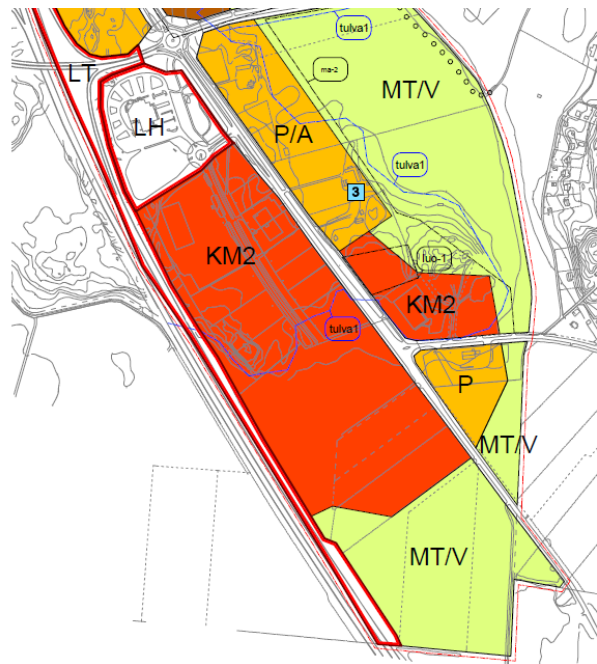


Kuva 5. Ote Vaasan yleiskaavasta 2030. (©Vaasan kaupunki / kaavoitus)

Vaasan eteläosia koskevan osayleiskaavan valmistelu aloitettiin syksyllä 2012. Osayleiskaavan tärkeimpiä elementtejä ovat kaupan ja asumisen korttelialueet, Kuninkaankartanon koulutila ja Latokartanontie. Osayleiskaavan on tarkoitus sitoa Risön aluetta toiminnalliseksi kaupunkiympäristöksi /9, 5/ Suurimmat muutokset alueella tulee aiheuttamaan kaupallisten palvelujen alue ”km²”, jolle saa sijoittaa vähittäiskaupan suuryksikön (Kuva 6.). Tultuaan lainvoimaiseksi osayleiskaava toimii ohjaavana kaavana Risön liike- ja yritysalueen asemakaavoitukselle. /9, 7/

Kaavamerkinntät:

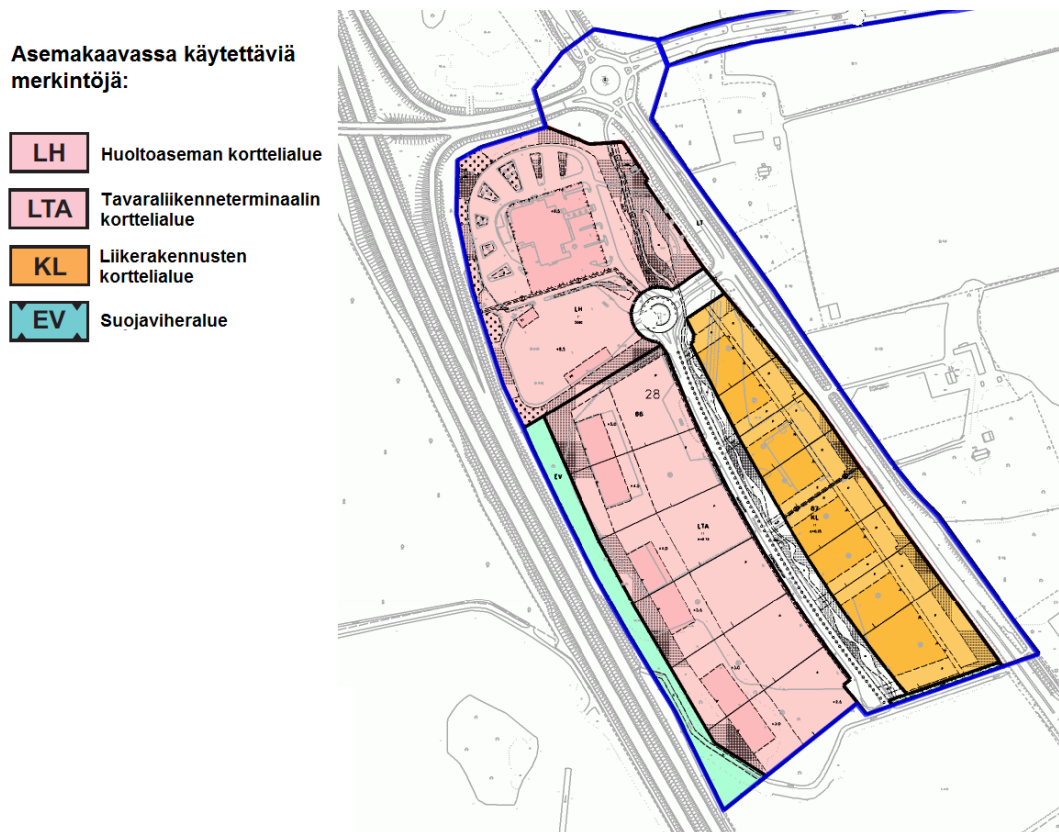
	Huoltoasema-alue
	Palvelujen alue, jolle saa sijoittaa asumista enintään 50 % alueen kerrosalasta
	Kaupallisten palvelujen alue, jolle saa sijoittaa vähittäiskaupan suuryksikön
	Palvelujen, kaupan ja hallinnon alue
	Maatalousalue
	Tulva-alue, jolla tulvavahingoille alttiiden rakennusosien pitää olla vähintään korkeudella 3,2 m (N60)



Kuva 6. Ote vireillä olevasta osayleiskaavasta. (©Vaasan kaupunki / kaavoitus)

2.2.3 Asemakaava

Alueella on voimassa oleva, 8.12.2003 hyväksytty asemakaava nro 904, jonka tulee korvaamaan 4.9.2012 vireille asetettu uusi asemakaava ja asemakaavan muutos. Voimassa olevassa asemakaavassa nro 904 Risön alue on määritelty maaliikennekeskukseksi (Kuva 7.). Silloinen tavoite oli siirtää kaupungin keskustaa kuormittavat maaliikennetoiminnot pois Vaskiluodosta. /17, 3/ Pohjoisin tontti on merkitty huoltoaseman korttelialueeksi ”LH” ja muut 4 tonttia tavaraliikenneterminaalin korttelialueeksi ”LTA”.



Kuva 7. Ote asemakaavasta nro 904. (©Vaasan kaupunki / kaavoitus)

Vireillä oleva uusi asemakaava ja asemakaavan muutos mahdollistaisivat vähittäiskaupan suuryksiköiden ja paljon tilaa vaativan erikoiskaupan sijoittumista Risön alueelle (Kuva 8.). /16, 26/ Pohjoisosissa sijaitseva huoltoaseman korttelialue ”LH” säilyy kaavassa ennallaan.

Asemakaavan valmisteluvaiheessa on päädytty tarkastelemaan kahta eri maankäyttövaihtoehtoa VE1 ja VE2. Niiden keskeisin ero toisiinsa on rakennettavan korttelialueen ulottaminen kaakkoon Laihianjoen tulva-alueelle. /16, 35/ Asemakaavoittaminen vielä kesken.

Asemakaavassa käytettäviä merkintöjä:

KL	Liikerakennusten korttelialue
KMK	Liikerakennusten korttelialue, jolle saa sijoittaa maankäyttö- ja rakennuslain 71 d §:ssä tarkoitetun myymäläkeskittymän
LPA	Autopaikkojen korttelialue
LH	Huoltoaseman korttelialue
LTA	Tavaraliikenneterminalin korttelialue
ET	Yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevien rakennusten ja laitojen korttelialue
EV	Suojaviheralue
MT	Maatalousalue
M	Maa- ja metsätalousalue
VL	Lähivirkistysalue
W	Vesialue



Kuva 8. Ote vireillä olevasta asemakaavasta (VE 2). (©Vaasan kaupunki / kaavoitus)

3 MAISEMARAKENNE

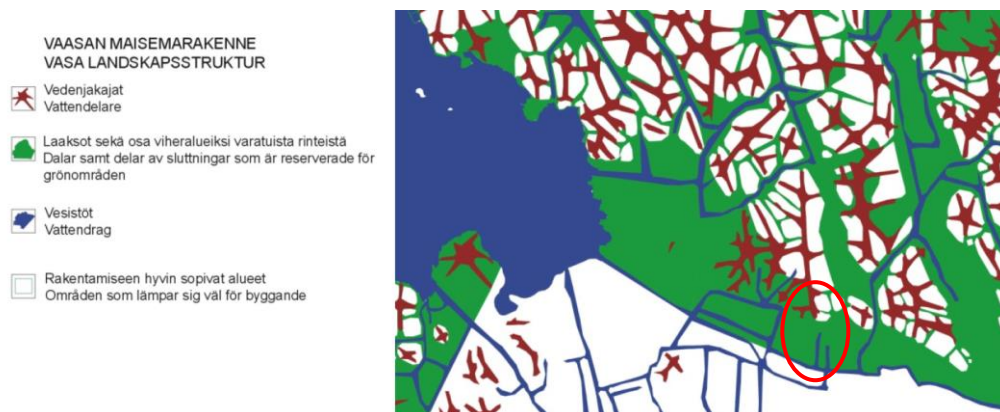
3.1 Maisemarakenneteoria

Maisemarakenne, pelkistettynä kolmeen päävyöhykkeeseen, muodostuu selännteistä, rinteistä ja laaksopainanteista. Selännteet ovat maiseman korkeimpia kohtia ja toimivat vedenjakajina, kun taas laaksopainanteet ovat maiseman matalimpia kohtia ja veden kerääntymisalueita. Sekä selännteet että laaksopainanteet ovat maiseman äärialueita ja herkkiä rakentamiselle. Rinteet ovat selännteiden ja laaksopainanteiden väliin jäävää aluetta ja niiden luonnonolot ovat rakentamiselle edullisimmat ja ne sietävät parhaiten muutoksia. Rinteiden uusiutumiskyky turvataan säilyttämällä maiseman äärialueiden tuottokyky. Pelkistettyä maisemarakennetta rikastetaan tarkastelemalla elottomia ja elollisia luontotekijöitä ja ihmisen vaikutusta eli rakennettua ja kulttuuriympäristöä. /15, 30–33/

3.2 Selvitysalueen maisemarakenne

Risön alue kuuluu Laihianjoen valuma-alueeseen. Maisemamaakuntajaossa alue kuuluu Etelä-Pohjanmaan rannikkoseutuun, jolle on tyypillistä tasaisuus, selännteiden kivisyys, maankohoaminen ja kalliopintojen vähäisyys. /9, 13/

Vaasassa maiseman perusrungon muodostavat kumpareketjut ja niiden väliset laaksopainanteet. Kumpareet ovat tyypillisesti karuja, matalia ja vähäravinteisia, kun taas laaksot ovat runsasravinteisia, usein kymmeniä metrejä paksuja savipatjoja. Asutus on Vaasassa sijoitettu yleensä kumpareketjuihin ja laaksot jätetty rakentamattomiksi pelloiksi tai kosteikoiksi. /12/ Selvitysalue sijaitsee maisemarakenteellisesti Risön moreeniselännteen eteläreunassa. Alueen eteläiset pellot ja metsät kuuluvat Laihianjoen laaksopainanteeseen. /23, 7/ Kuvassa 9. Risön alue on ympyröity Vaasan maisemarakennekarttaan.



Kuva 9. Ote Vaasan maisemarakennekartasta. (©Vaasan kaupunki / kaavoitus)

3.3 Eloton luonto

3.3.1 Topografia

Alue on tasaista ja korkeuserot varsin pieniä. Korkeimmat maastonkohdat sijaitsevat alueen pohjoisosassa ABC-aseman alueella, jossa korkeus meren pinnasta on noin 6–11 metriä. Eteläosan peltoalueet ovat keskimäärin vain metrin korkeudella meren pinnasta. /16, 7/

Tehostuvan maankäytön myötä rakentamista suunnitellaan sijoitettavaksi myös Risön kaltaisille alaville, tulvaherkille alueille.

3.3.2 Vesiolot

Laihianjoen vesistöalue sijaitsee Pohjanmaan maakunnassa etupäässä Vaasan, Mustasaaren ja Laihian alueella ja pieneltä osin Ilmajoen, Isokyrön, Kurikan ja Vähäkylän (nykyisin osa Vaasaa) alueella. Joki saa alkunsa Laihian ja Ilmajoen rajoilla ja päättyy Pohjanlahteen Vaasan Eteläiselle Kaupunginselälle. /7, 4/ Vesistöalue on muodoltaan pitkä ja kapeahko, kooltaan pienehkö ja kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Joen kokonaispituus on 60 km. /19, 4/

Laihianjoelle on tyypillistä suuret virtaamavaihtelut ja tulvimisherkyys. Suurimmat tulvimisongelmat ajoittuvat kevääseen, jolloin virtaama nousee nopeasti tehokkaan metsä- ja pelto-ojituksen ja järveltömyyden takia. /19, 6/

Toisaalta taas tämän tyyppisissä joissa on usein myös vähävetisiä kausia /18, 191/. Kuvassa 10. on Laihianjoki syksyllä 2013 kuvattuna Latokartanontien kevyenliikenteenväylältä.

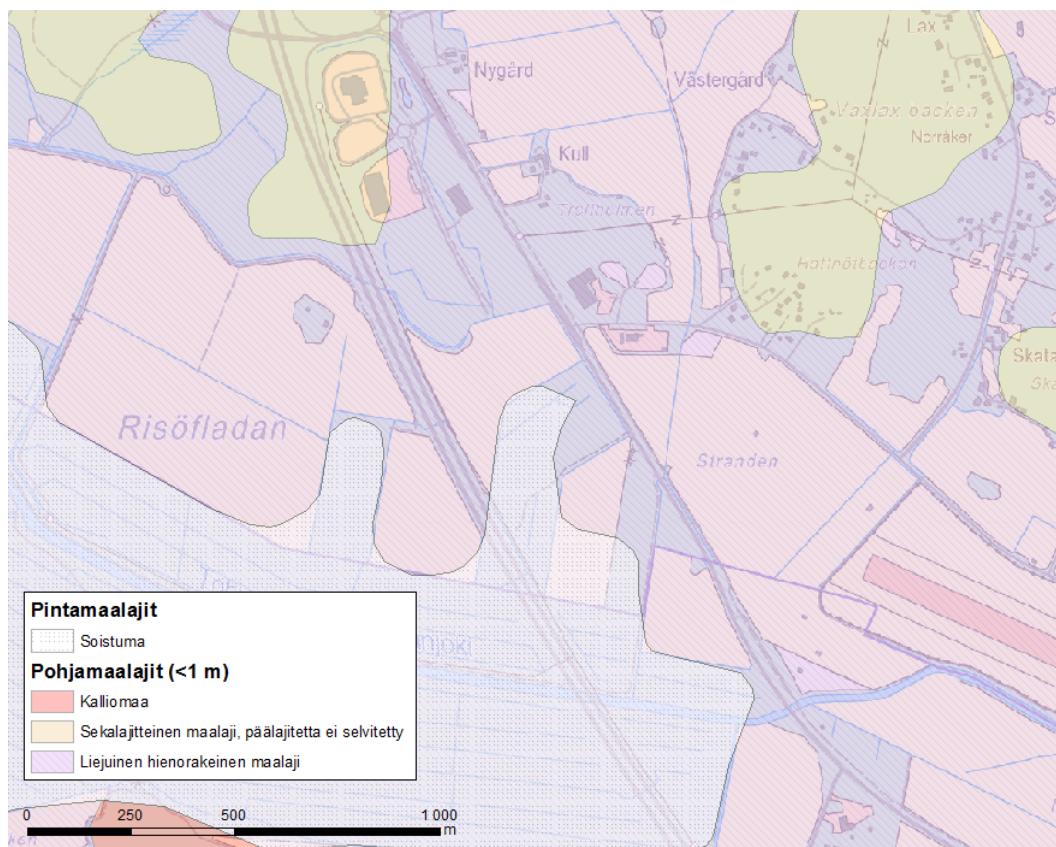
Laihianjoella ei ole tulvariskejä lisääviä vesistö rakenteita tai tulvariskeihin vaikuttavaa vesivarojen käyttöä, kuten voimataloutta tai myllytoimintaa /7, 16/.



Kuva 10. Laihianjoki Latokartanontien sillalta ylävirtaan päin syksyllä 2013. (©Iina Marttila)

3.3.3 Maa- ja kallioperä

Maaperä on valtaosin liejuista, hienorakeista maalajia (Kuva 11.). Alueen pohjoisosissa maalaji on sekalajitteinen ja eteläosissa on soistumaa. Matalimmissa maastonkohdissa maaperä on syvästi savea. /16, 7/ Todennäköistä on, että alueella on happamia sulfaattimaita, joista lisää edellä.



Kuva 11. Maaperäkartta. (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14 ©Geologian tutkimuskeskus)

3.3.4 Happamat sulfaattimaat

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luonnollisesti esiintyviä rikkipitoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena happamuutta ja metalleja maaperään ja vesistöihin. Happamia sulfaattimaita esiintyy muinaisen Litorina-meren korkeimman rannan alapuolisilla alueilla, jotka ovat nousseet kuivalle maalle maankohoamisen seurauksena. Happamat sulfaattimaat ovat savea, hiesua tai hienoa hietaa ja usein myös liejupitoisia. Tyypillisesti nämä alavat vanhan merenpohjan kerrostumat ovat nykyisin viljelyskäytössä tai turpeen alla soiden pohjalla. /5/

Niin kauan kun happamien sulfaattimaiden esiaste, sulfiittimaa, pysyy pohjaveden pinnan alapuolella, se on kemiallisesti vakaata ja neutraalia. Kun pohjaveden pinta alenee ja maakerros altistuu hapelle, käynnistyy pitkä ketju erilaisia kemiallisia ja biokemiallisia reaktioita, jotka johtavat happamien sulfaattimaiden syntyyn. /4/

Happamat sulfaattimaat aiheuttavat sekä maaperä- että vesistöongelmia. /4/ Pintavesien kemiallinen ja ekologinen tila heikkenee, aiheutuu kalakuolemia, maatalouden tuottavuus heikkenee, kasvillisuuden monimuotoisuus heikkenee, pohjavesi pilaantuu ja teräs- ja betonirakenteet syöpyvät jne. /5/

Happamat sulfaattimaat on otettava huomioon kaikessa maankäytössä /5/. Maankäytön suunnittelun tulee perustua riittävään tietoon happamista sulfaattimaista ja niiden aiheuttamasta riskistä. Kaikentyyppisten maanrakennustöiden yhteydessä niiltä voi vapautua happamuutta ja metalleja. /4/ Yleisesti sulfidisedimenttialueilla on heikot geotekniset ominaisuudet /5/. Kuivatuksen, voimakkaan kalkituksen ja muokkauksen jälkeen happamat sulfaattimaat ovat oikein hyviä maita maanviljelyyn /4/.

3.3.5 Maankohoaminen

Suurin osa Suomea on kohonnut Itämerestä eri aikoina jääkauden lopulla ja sen jälkeen. Maankohoaminen johtuu jääkauden mannerjäätiköstä, joka painoi maankuorta alaspäin. Jäätikön ohetessa, maankuori alkoi palautua entiseen muotoonsa. Maa kohoaa edelleen. Vaasan alueella maa kohoaa noin 90 cm sadassa vuodessa. Maankohoamista on jäljellä arviolta 100–150 metriä. On arvioitu, että Perämeri muuttuu järveksi noin 2000 vuoden kuluttua. /11/

Ilmastonmuutoksen myötä jäätiköt ovat alkaneet sulaa ja meret lämmitä, jolloin meriveden tilavuus kasvaa. Nousuvauhti on tällä hetkellä noin 3 millimetriä vuodessa. Kuluvan vuosisadan aikana Suomenlahdella merenpinta nousee noin 30 cm, mutta pahimpien arvioiden mukaan jopa 90 cm. Maankohoaminen on ollut voimakkaampaa kuin merenpinnan nousu, mutta tilanne voi muuttua tulevaisuudessa. /10/

Pohjanmaan joet virtaavat pääosin luodetta kohden. Koska maa kohoaa nopeammin luoteen puolella kuin kaakossa, kallistuu Suomen maankamara vähitellen kohti kaakkoa. Tämä tulee aiheuttamaan jokien virtauksen hidastumista ja tulvariskin kasvamista. /11/

3.3.6 Ilmasto

Suomi kuuluu lähes kokonaan ns. kostea- ja kylmätalviseen ilmastoon, jolle on tyypillistä se, että lämpimimmän kuukauden keskilämpötila on yli 10 °C ja kylmimmän kuukauden alle -3 °C. /18, 27/

Suomi sijaitsee alueella, jossa ilmastonmuutoksen aiheuttaman lämpötilan nousun oletetaan olevan selvästi voimakkaampaa kuin koko maapallon keskimääräinen lämpeneminen. Ilmastonmuutoksen on ennustettu vaikuttavan Suomen ilmastoon mm. siten, että keskilämpötilat kohoavat, sademäärät kasvavat, lumen määrä vähenee ja Itämeren pinta nousee. /3/

Ilmastonmuutoksen seurauksena tulvariskeihin varautuminen tulee entistäkin tärkeämmäksi, koska nykytiedon valossa tulvariskit tulevat kasvamaan sateiden lisääntymisen ja äärevöitymisen myötä. /14, 4/ Kokonaistulvariskin muutos riippuu kuitenkin vesistön sijainnista ja ominaisuuksista. Talvi- ja syystulvat yleistyvät ja sään ääri-ilmiöt lisääntyvät. /14, 6/

Laihianjoella ei ole tutkittu ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulevaisuuden tulviin, mutta luultavasti alueen kevään tulvavirtaamat tulevat pienenevän ja aikaistumaan. /2, 19/

3.4 Elollinen luonto

Selvitysalueen maisemaa leimaavat avoin viljelty peltomaisema ja lehti- ja sekapuustoiset metsäpalstat /16, 7/.

Alueella ei ole luonnonsuojelu-, vesi- tai metsälain mukaisia suojeltavia tai luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen arvokkaita luontotyyppejä. Alueen pesimälinnusto on tavanomaista, lukuun ottamatta tiltalttia, joka on vaarantunut laji Suomen uhanalaisluokituksessa. Selvitysalueella havaittiin neljän pohjanlepakkoyksilön käyttämä saalistusalue ja heti selvitysalueen ulkopuolelta Latokartanontien itäpuolelta löydettiin myös yksi liito-oravan lisääntymisalue. /23, 21/

3.5 Rakennettu ympäristö

Rakennettua ympäristöä luonnehtivat parhaiten ABC-asema, aluetta lännessä rajaava moottoriliikennetie ja rakennuskannan vähäisyys. Alueesta suuri osa on metsää ja maatalousaluetta. Nykyisellään kaavoitettava alue voidaan lukea yhdyskuntarakenteen reuna-alueeksi, mutta asemakaavan myötä alueesta voi tulla merkittävä kauppapaikka ja Vaasan eteläinen keskus. /16, 13/

3.6 Väestö ja palvelut

Lähiympäristössä sijaitsevat Vanhan Vaasan ja Itämelaniemen kaupunginosat. Työpaikkojen osalta alue on osa lentokentän yrityskeskittymää. /9, 12/ Lähellä on myös Runsorin työpaikka-alue. Kaava-alueella on ABC-asema, yksi logistiikkayritys ja elintarvikealan yritys. Työpaikkoja alueella on noin 50–100. /16, 14/

4 TULVIEN HALLINNASTA

Tulva on luonnollinen ilmiö, joka johtuu sää- ja vesistöolosuhteista. Keväisin tulvimista aiheuttavat lumen sulaminen ja jääpadot, muina aikoina esimerkiksi runsaat sateet. /21/ Jääpatotulvien seurauksena vesi voi nousta jokien varsilla useita metrejä melko nopeastikin ja jäiden työntyminen maalle voi myös aiheuttaa vahinkoja /14, 12/. Tulvat jaotellaan syntytapansa perusteella vesistö-, merivesi- ja hulevesitulviin /20/.

Tulvat aiheuttavat Suomessa vahinkoja vuosittain, vaikkakin vuosien välinen vaihtelu on suurta /14/. Tulvan laajuus ja vaikutukset riippuvat esimerkiksi vuotuisesta vesitilanteesta, maaston muodoista, järvisyydestä ja alueen maankäytöstä. /21/ Tulvat voivat aiheuttaa haitallisia vaikutuksia ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle. Vahingot kohdistuvat Suomessa kuitenkin pääosin rakennuksiin, yhdyskuntien infrastruktuuriin ja näiden irtaimistoon. Maankäytön suunnittelulla ja rakentamisen ohjauksella on suuri merkitys tulvavahinkojen ennaltaehkäisyssä ja vähentämisessä. /14/

ELY-keskukset vastaavat alueellisesta tulvatilannekuvan ylläpidosta, tulvatiedottamisesta, tulviin varautumisesta ja vesistöissä tehtävien toimenpiteiden ohjauksesta. Lisäksi ELY-keskukset antavat asiantuntija-apua muille viranomaisille ja yksityisille tahoille. /14, 9/

4.1 Tulvalainsäädäntö

Tulvasuojelua ja tulvantorjuntaa koskee keskeisimpänä laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) mutta esimerkiksi myös vesilaissa, patoturvallisuuslaissa ja maankäyttö- ja rakennuslaissa on tulvien hallintaa koskevia säädöksiä. /14, 9/

Vesilaissa (587/2011) tulvat on mainittu esimerkiksi vesihankkeen luvanvaraisuuden ehdoissa ja ojitusta koskevissa pykälissä. Patoturvallisuuslaissa (494/2009) olevien säädösten soveltamisalaan kuuluvat patojen lisäksi myös

tulvapenkereet. Laki on määritelty tulvapenkereen rakenteeksi, jonka tarkoituksena on estää veden leviäminen vesistön tai meren tavanomaista korkeamman vedenkorkeuden aikana. Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) säädetään tulvavaaran huomioonottamisesta alueidenkäytön suunnittelussa ja rakentamisessa.

4.2 Laki tulvariskien hallinnasta

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) astui voimaan 24.6.2010 ja valtioneuvoston asetus tulvariskien hallinnasta (659/2010) 7.7.2010. Lain soveltamisalana ovat kaikki vesistöt, niiden osat ja rannikkoalueet. Vesistö- ja merenrannikon tulvariskien hallinta kuuluu ELY-keskuksille ja hulevesitulvariskien hallinta kunnille. /14, 9/

”Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia ja edistää varautumista tulviin. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet.” /6/

Tulvariskien hallinnalla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla pyritään arvioimaan ja pienentämään tulvariskejä ja estämään ja vähentämään tulvista aiheutuvia haitallisia seurauksia. /14, 22/ Tulvariskien hallinta pitää sisällään tulvariskien alustavan arvioinnin, mahdollisten merkittävien tulvariskialueiden nimeämisen, tulvavaara- ja tulvariskikarttojen laatimisen sekä toimenpiteiden selvittämisen /19, 3/.

4.2.1 Tulvariskien alustava arviointi

”Tulvariskien alustava arviointi tehdään toteutuneista tulvista sekä ilmaston ja vesistöjen kehityksestä saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä.” /6/

Tulvariskien alustava arviointi on tehty vuoteen 2011 mennessä. Vesistötulvista aiheutuvien tulvariskien alustava arviointi tehtiin vesistöalueittain. /6/

Osa Risön alueesta todettiin tulvariskien alustavassa arvioinnissa olevan valtakunnallisesti merkittävää tulvariskialuetta. Merkittävällä tulvariskialueella on todettu mahdollinen merkittävä tulvariski tai siellä voidaan olettaa sellaisen riskin ilmenevän. /6/

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

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

Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon myös alueelliset ja paikalliset olosuhteet.” /6/

Laihianjoen valtakunnallisesti merkittäväksi tulvariskialueeksi arvioitiin yhtäjaksoinen alue Laihian taajamasta Runsoriin. Alueella täyttyvät merkittävän tulvariskialueen kriteerit, esimerkiksi riittävän suuri asukasmäärä (noin 1000 asukasta) harvinaisen tulvan peittämällä alueella ja välttämättömyyspalveluiden (kuten jätevedenpuhdistamon ja tie- ja lentoliikenneyhteyksien) pitkäaikainen keskeytyminen tulvan takia. Muita perusteluita olivat aiemmin tapahtuneiden tulvien yleiseltä kannalta haitalliset seuraukset ja alueen kaavoittamispaineet tulva-alueille. /2, 20/

Maa- ja metsätalousministeriö nimeää vesistöalueen ja merenrannikon merkittävät tulvariskialueet ELY-keskuksien ehdotuksista. /6/

4.2.2 Tulvavaara- ja tulvariskikarttojen laadinta

Tulvakartat ovat perusta tehokkaalle tulvariskien hallinnalle. Tulvariskilainsäädännön mukaisesti merkittävälle tulvariskialueille on laadittu tulvavaara- ja tulvariskikartat vuoteen 2013 mennessä. /14, 21/

”... merkittävälle tulvariskialueille laaditaan kartat, jotka kuvaavat erisuuruksilla todennäköisyyksillä esiintyvien tulvien leviämisalueita (tulvavaarakartta), sekä kartat, joista ilmenevät tällaisista tulvista mahdollisesti aiheutuvat vahingolliset seuraukset (tulvariskikartta).” /6/

Kartat on tyypillisesti laadittu 1/20a, 1/50a, 1/100a, 1/250a ja 1/1000a tulville. Taulukossa 1. on esitetty tulvien toistuvuusajoja ja todennäköisyyksiä. Kartat on laadittu vesistötulville avovesitilanteessa (ei jääpatoja) ja merivesitulville. /14, 21–22/

Taulukko 1. Tulvien toistuvuusajat ja todennäköisyydet. /20/

Kuvaus	Toistumisaika	Todennäköisyys
Yleinen tulva	< 1/10a	> 10 %
Melko yleinen tulva	1/20a	5 %
Melko harvinainen tulva	1/50a	2 %
Harvinainen tulva	1/100a	1 %
Erittäin harvinainen tulva	≥ 1/250a	< 0,4 %

4.2.3 Tulvariskien hallintasuunnitelmien laadinta

Merkittävälle tulvariskialueille laaditaan tulvariskien hallintasuunnitelmat vuoteen 2015 mennessä. Tulvariskien hallintasuunnitelmassa esitetään tulvariskien hallinnan tavoitteet kullekin merkittävälle tulvariskialueelle sekä toimenpiteet, joilla tavoitteet pyritään saavuttamaan. /6/

”Tulvariskien hallintasuunnitelmassa esitetään tulvariskien hallinnan tavoitteet kullekin merkittävälle tulvariskialueelle sekä toimenpiteet, joilla tavoitteet pyritään saavuttamaan. Toimenpiteitä valittaessa on pyrittävä vähentämään tulvien todennäköisyyttä sekä käyttämään muita kuin tulvasuojelurakenteisiin perustuvia tulvariskien hallinnan keinoja, jos se olosuhteet kokonaisuutena huomioon ottaen katsotaan tarkoituksenmukaiseksi. Suunnitelmassa tarkastellaan toimenpiteiden kustannuksia ja hyötyjä sekä esitetään toimenpiteiden etusijajärjestys.” /6/

Tulvariskien hallintasuunnitelman laatii tulvaryhmä, jonka muodostavat asianomaisten ELY-keskusten, maakunnan liittojen, kuntien ja alueiden pelastustoimien edustajat /6/. Tulvaryhmät asetetaan kuudeksi vuodeksi kerrallaan. Tulvaryhmät kokoaa Maakunnan liitto ja hyväksyy ja nimeää Maa- ja metsätalousministeriö. Maa- ja metsätalousministeriö myös päättää tulvariskien hallintasuunnitelman hyväksymisestä. /7, 8/

4.3 Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet

Rakentaminen tulvavaara-alueille aiheuttaa sekä yhteiskunnalle että yksityisille suuria kustannuksia, joten tulvariski tulee ottaa huomioon jo kaavoituksessa ja rakentamisen ohjauksessa. Suositusten tavoitteena on, että riski tulvavahingoille olisi mahdollisimman pieni. /14, 46/

ELY-keskukset antavat alimpia rakentamiskorkeussuosituksia alueensa vesistöillä pohjautuen valtakunnallisiin suosituksiin. /14, 5/ Päätökset tekevät kuitenkin viime kädessä kunta ja rakentajat. /14, 42/ Tulvavaara-alueille tai yksittäisille kohteille määritelty tulvasuojelutaso pyritään yleensä asettamaan sellaiseksi, että tulvasuojelurakenteen rakennus- ja ylläpitokustannukset olisivat pienemmät kuin mahdollisen tulvasuojelutason ylittävän tulvan aiheuttamat vahingot. Hyväksyttävä riskitaso vaihtelee kohteittain. /14, 25/

Ohjeistus alimmista suositeltavista rakentamiskorkeuksista on muuttumassa. Uusien ohjeiden mukaan lähtökohtana korkeussuositukselle on keskimäärin kerran 100 vuodessa sattuvan tulvan korkeus, johon lisätään harkinnanvarainen rakennustyyppistä ja vesistön ominaispiirteistä ja aaltoiluvaramasta johtuva lisäkorkeus. Vähäjärvisissä vesistöissä lisäkorkeuden on oltava vähintään 70 cm ja jos vesistöissä on jääpatoriski, tulisi lisä olla yli 100 cm. /14, 29–30/ Laihianjoki on erittäin vähäjärvinen vesistö ja jääpatoriski on ollut suuri. Jääpatojen riski kuitenkin tulee pienemään Tuovilanjoen ja Sulvanjoen alaosan tulvasuojeluhankkeen myötä. Näin ollen lisäkorkeutena voidaan käyttää 80 cm. Kartoituksen perusteella kerran 100 vuodessa sattuvan tulvan korkeus on Risön alueella 1,9 m (N60), joten kastuessaan vaurioituvat rakenteet tulisi sijoittaa 2,70 m (N60) yläpuolelle. /8, 5/

4.4 Kuvaus aiemmista tulvariskien hallinnan toimenpiteistä alueella

Laihianjoen aiemmat tulvariskien hallinnan toimenpiteet liittyvät Eteläisen Kaupunginselän ja sen valuma-alueiden ympäristöyleissuunnitelmaan liittyvään hankkeeseen. Laihianjoella ei ole tehty erikseen asutusta ja rakennuksia varten tulvasuojelutoimenpiteitä, mutta maataloutta varten joen alaosalla on pengerretty 474 hehtaaria. /7, 29/

Laihianjoen alaosan tulvasuojelusuunnitelmaan kuuluvan Tuovilanjoen ja Sulvanjoen alaosan tulvasuojeluhankkeessa on suunniteltu suiston perkausta Eteläisellä Kaupunginselällä noin 2 kilometrin matkalta. Suiston perkaaminen aloitettiin keväällä 2014. Hankkeen arvioidaan vaikuttavan niin, että vuoden 1984 jääpatotulvaa vastaava vedenkorkeus alentuu jokisuulla penkereiden välissä noin 0,3 metriä, moottoriliikennetien kohdalla noin 0,2 metriä ja Vaasan lentoaseman kohdalla noin 0,13 metriä. EU-hankkeena on toteutettu vuosina 2012–2013 Laihianjoen ranta-alueiden raivaus ja maiseman hoito noin 30 kilometrin matkalla. /7, 29/

4.5 Tulvankestävä rakentaminen

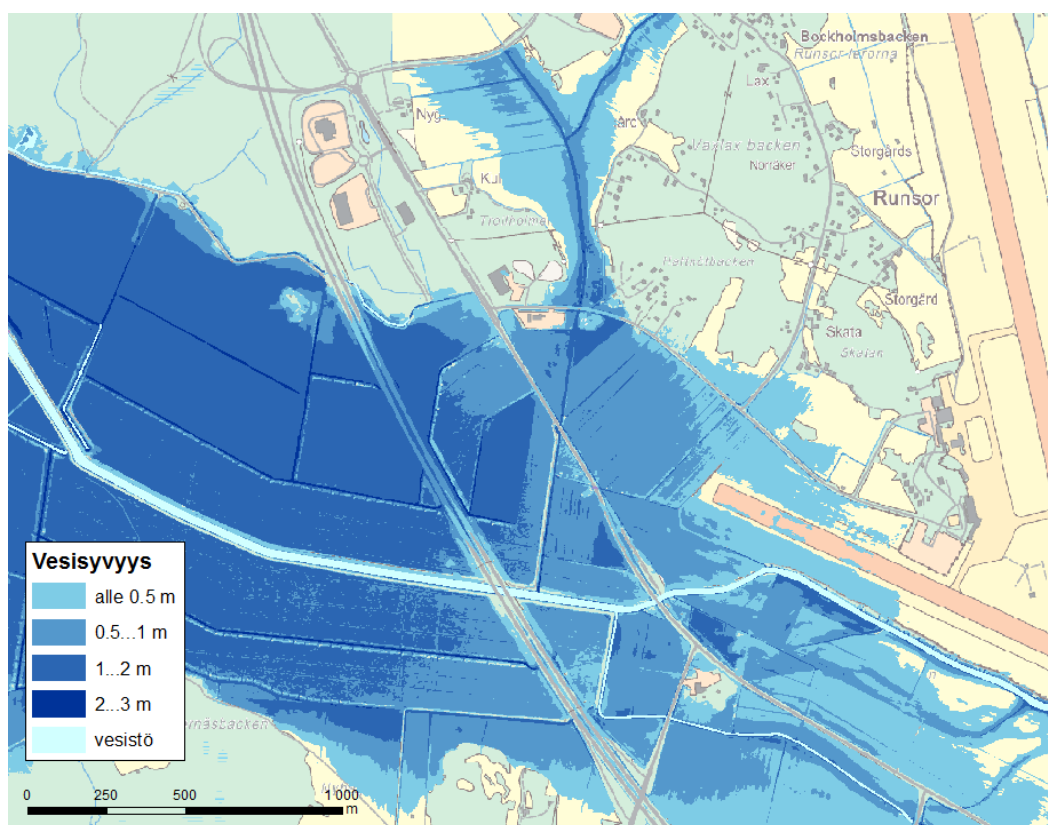
Tulvan aiheuttamien kosteusvahinkojen korjaaminen on kallista ja vaikeaa. Rakennusten tulvankestävyyttä voidaan parantaa käyttämällä kastumisen kestäviä materiaaleja, siirtämällä haavoittuva irtaimisto ylempiin kerroksiin ja alimman kerroksen rakentaminen kylmätilaksi, esimerkiksi autotalliksi. Kivirakenteet ovat puurakenteita vähemmän vaurioituvia. Kellarit kastuvat yleensä tulvatilanteessa ensimmäisenä, joten niiden rakentamista tulva-alueille tulisi välttää tai rakentaa ne mahdollisimman vähän vahingoittuviksi. Viemäreiden tulvimiseen olisi hyvä varautua takaiskuventtiilein. /14, 41–42/

5 TULVARISKIT ALUEELLA

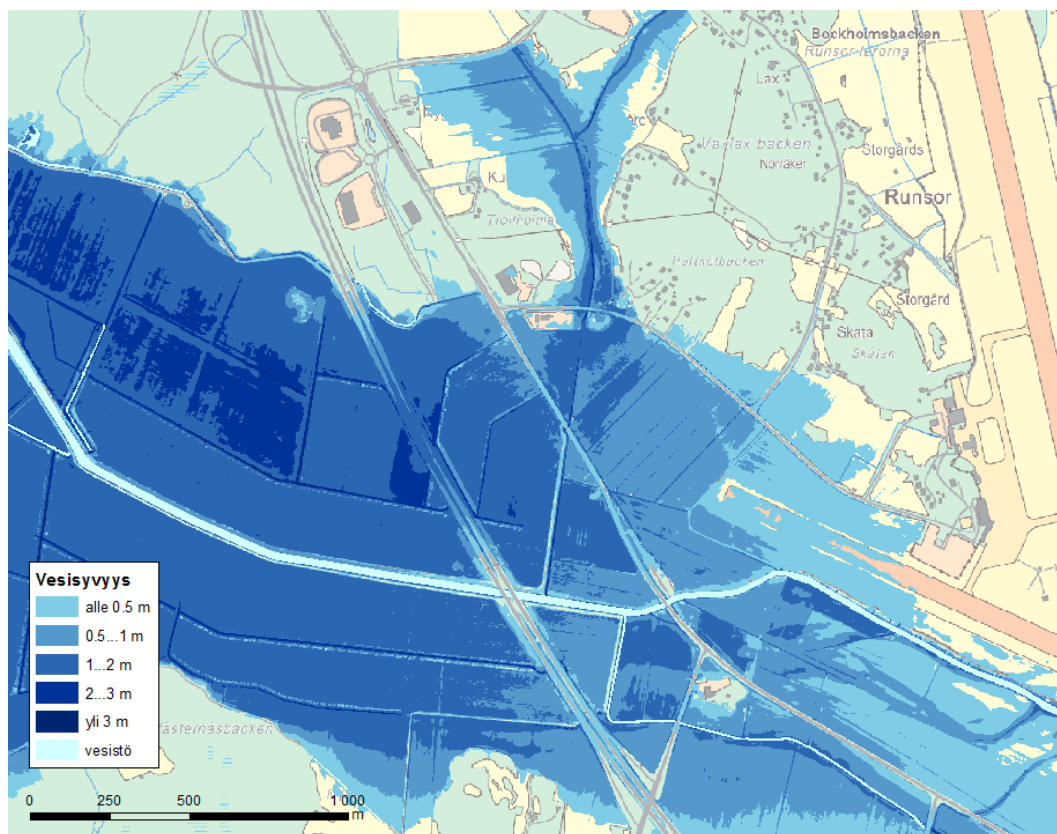
5.1 Nykyinen tulvatieto

Suurimmilla kevättulvilla vesi virtaa Risön alueella moottoriliikennetien yli katkaisten liikenteen (Kuva 12. ja kuva 13.). Moottoritie on suunniteltu niin, että poikkeuksellisessa tulvatilanteessa vesi pääsee virtaamaan sen yli. Alueen muutkin maantiet ja rautatie patoavat ja keräävät tulvavettä. Vesi nousee myös läheiselle lentokenttäalueelle peittäen lyhyemmän kiitoradan. /19, 28/ Kevättulvat usein uhkaavat asutusta ja aiheuttavat lisäkustannuksia viljelijöille. Kesä- ja syystulvat taas puolestaan lähinnä tuhoavat satoa. /19, 15/

Suurin mahdollinen vedenkorkeus selvitysalueella syntyy silloin, kun muodostuu jääpato Laihianjoen alaosalle ja joen vedet alkavat virrata Latokartanon tien ylitse. /19, 18/



Kuva 12. Vesistötulva 1/100a. (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14 ©Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2014 ©SYKE)



Kuva 13. Vesistötulva 1/1000a. (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14 ©Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2014 ©SYKE)

5.2 Historiallinen tulvatieto

Laihianjoen suurimmat tulvat ovat olleet keväällä 1953, 1966, 1984, 2012 ja 2013 ja lisäksi kesällä 1967. Kevään 1984 tulva oli todennäköisyydeltään melko yleisen ja melko harvinaisen tulvan välillä. Tulva kasteli muutamia asuinrakennuksia ja peitti alleen useita peltoalueita, katkaisi Latokartanontien ja tien Vaasan lentokentälle ja osan lyhyemmästä kiitoradasta. Laihianjoessa oli myös jääpatoja esimerkiksi Latokartanontien sillan kohdalla. Laihianjoen valuma-alueella tulva-alueita oli yhteensä noin 650 hehtaaria. /2, 7/

Nykyään Laihianjoen rannalla on enemmän asutusta kuin vuoden 1984 tulvan aikaan, joten vastaavanlaisessa tulvatilanteessa vahingot nousisivat

todennäköisesti suuremmiksi kuin 1984 tulvan aikana. Tuolloin vahinkojen on arvioitu nykyrahassa olleen 1,4 miljoonaa euroa. /2, 19/

Alla Laihianjoen tulvakuvia vuosina 2011 ja 2010 (kuva 14. ja kuva 15.).



Kuva 14. Laihianjoki Latokartanontieltä ylävirtaan päin vuonna 2011. (©Kim Klemola)



Kuva 15. Näkymä Latokartanontieltä Lentokentäntielle päin vuonna 2010. (©Kim Klemola)

5.3 Lähialueiden tulvariskit

Suurten kevättulvien lisäksi tulvavahinkoja ja vaaratilanteita ovat aiheuttaneet myös rankkasateet ja jääpadot. Esimerkiksi vuosi 2012 oli poikkeuksellisen sateinen ja syksyllä Laihianjoen valuma-alueen keskiosiin syntyi lyhytaikainen rankkasadetulva. Suuremmilla tulvilla osa Laihianjoen tulvavesistä saattaa purkautua Vanhan Vaasan kanaalin kautta mereen, kuten tapahtui vuoden 1984 kevättulvassa. /2, 15/

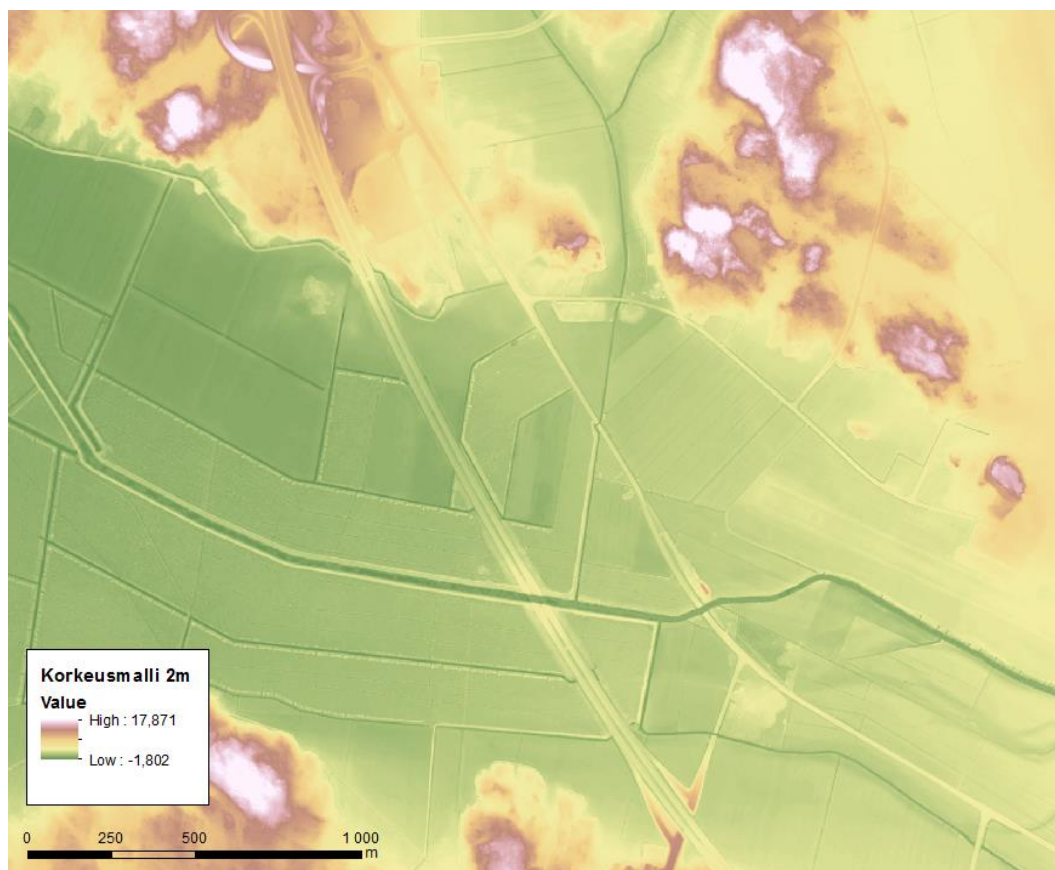
Vanhan Vaasan kanaaliin suurin mahdollinen vedenkorkeus syntyy silloin, kun muodostuu jääpato Laihianjoen alaosalle ja joen vedet alkavat virrata Lentokentäntien yli Vanhan Vaasan kanavan kautta. /19, 6/

Laihianjoen lähialueilla tulvariskiä aiheuttaa myös Laihianjoen ja Kyrönjoen vesistöalueen yhdistyminen suurilla tulvilla. Tämä niin sanottu Laihianjoen ja Kyrönjoen bifurkaatioalue muodostuu Veikkaalan ja Tuovilan välille. Uhattuina on useita rakennuksia. Lisäksi katkeamisvaarassa on mm. Tuovilantie ja Vaasa-Seinäjoki-junarata. Bifurkaatioalueella on tulvinut ainakin kevään 1984 ja 2013 tulvissa sekä syksyllä 2012. /7, 15/

6 MUUTTUVAN MAANKÄYTÖN VAIKUTUKSET TULVIIN

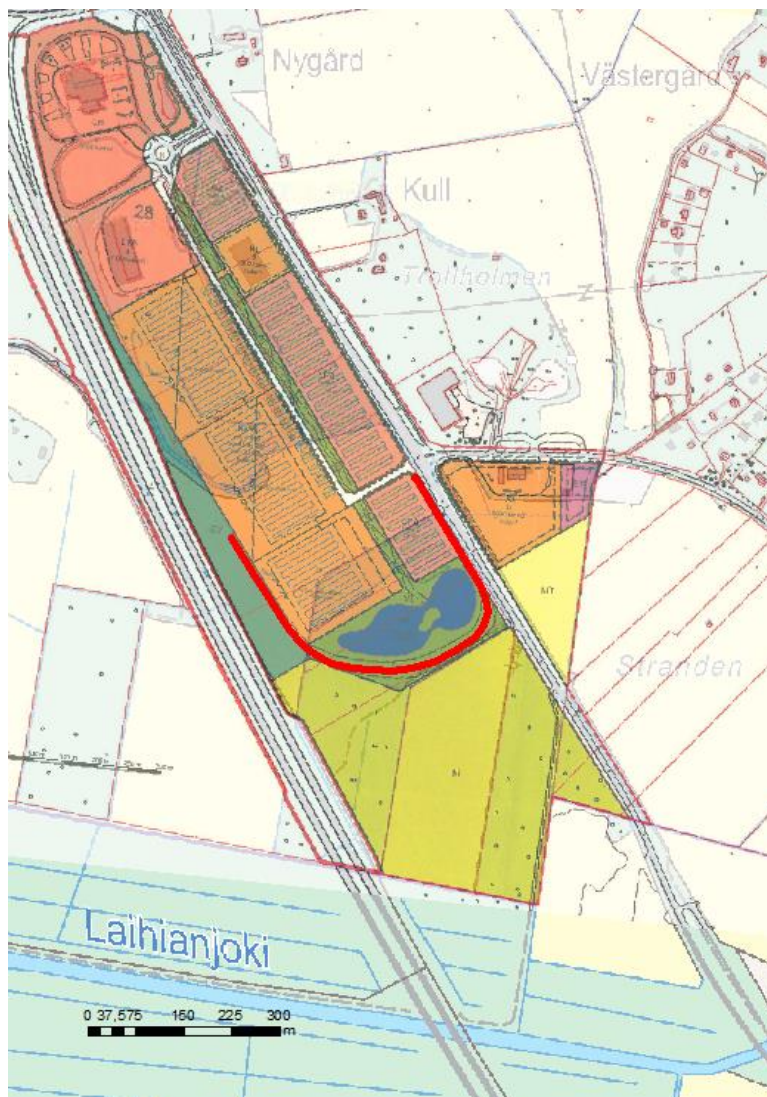
6.1 Muuttuva maankäyttö tulvariskialueella

Risön alue on topografialtaan tasaista ja korkeuserot ovat varsin pieniä. Maanpinta on matalimmillaan eteläosien peltoaukeilla ja korkeimmillaan pohjoisosan ABC-aseman tienoilla (Kuva 16.). Maaperä on valtaosin liejuista, hienorakeista maalajia. Maisema on avointa, viljeltyä peltomaisemaa ja seka- ja lehtipuustoisia metsäpalstoja. /16, 7/ Rakennuskanta on varsin vähäistä: ABC-asema, yksi logistiikkayritys ja elintarvikealan yritys. Risön alue on nykyisellään luettavissa yhdyskuntarakenteen reuna-alueeksi ja lähiympäristössä sijaitsevat esimerkiksi Vanhan Vaasan, Runsorin ja lentokentän alueet. /16, 14/



Kuva 16. Korkeusmalli alueesta. (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14)

Uuden asemakaavan myötä Risön alue muuttuisi metsä- ja maatalousalueesta liike- ja yritysalueeksi. Maakuntakaavassa on varaus 124 000 km² suuruiselle vähittäiskaupan suuryksikölle tai myymäläkeskittymälle Risössä /16, 23/. Rakennuksien tulvasuojaamiseksi on suunniteltu tulvapengertä (Kuva 17.), jonka mahdollisista vaikutuksista tulvariskeihin oltiin tässä työssä erityisen kiinnostuneita.

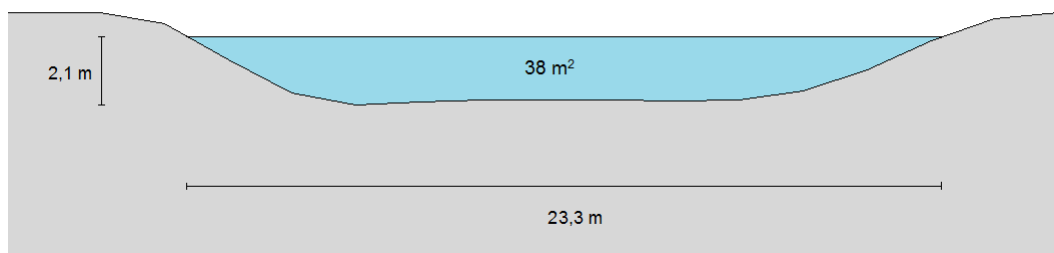


Kuva 17. Asemakaava (VE2) digitoituna läpinäkyvänä taustakartan päälle - tulvapenger korostettu punaisella värillä. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14 ja kaavakartta ©Vaasan kaupunki / kaavoitus)

6.2 Tutkimusongelma, menetelmät ja aineistot

Selvityksen tarkoituksena oli tutkia, millaisia mahdollisia vaikutuksia selvitysalueelle suunniteltu tulvapenger tulee aiheuttamaan. Selvityksessä tutkittiin ensin, kuinka suurelta virtausalalta Risön kaava-alueelle pääsee virtaamaan tulvatilanteessa vettä Latokartanontien ja Laihianjoen reunapenkereen ylitse (Kuva 20.) ja kuinka suurelta virtausalalta vettä pääsee virtaamaan pois pengerrysalueelta (Kuva 21.). Tulvapenger tulee pienentämään sitä poikkileikkauksen pinta-alaa, josta tulvavesi on aiemmin päässyt virtaamaan vapaasti. Poikkileikkauksien avulla selvitetään pienin pengerrysalueelle muodostuva poikkileikkausala. Virtausalojen perusteella arvioitiin, aiheuttaako suunniteltu tulvapenger padotusta pengerrysalueella tulvatilanteessa. Mikäli tulvapenger aiheuttaa virtausalan merkittävää pienenemistä, arvioidaan sen vaikutusalueen suuruus ja vedenkorkeuden muutos tulvatilanteessa. Mikäli vedenkorkeuden muutos on merkittävä, selvitetään penkereelle suositeltava linjaus siten, että se ei pahenna merkittävästi yläpuolista tulvariskiä.

Alla kuvassa 18. havainnekuvana väritetty poikkileikkaus Laihianjoen jokiuomasta Latokartanontien kohdalla. Tulvan toistuvuutena keskimäärin 1/1000a, jolloin tulvavedenkorkeus on 2,34 m. Jokiuoman virtausala tässä kohdin on 38 neliometriä.



Kuva 18. Esimerkkipoikkileikkaus Laihianjoen jokiuomasta 1/1000a tulvalla.

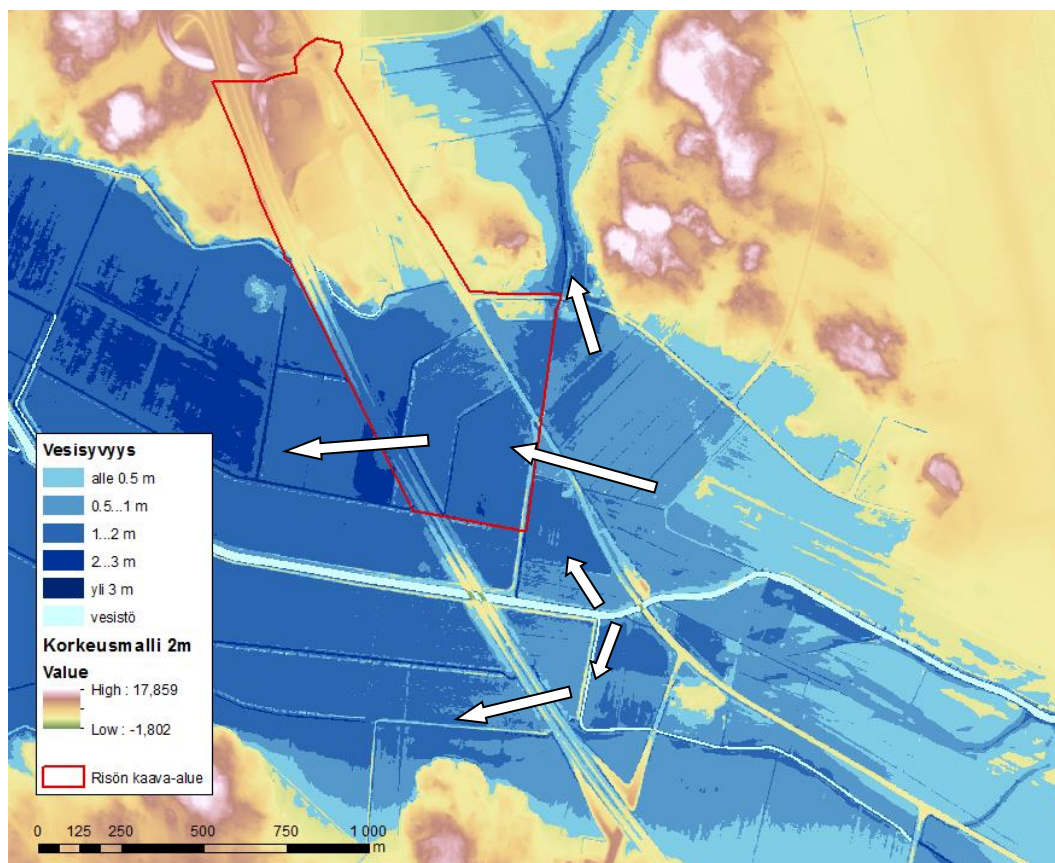
Mitoitustulvana päätettiin käyttää kerran sadassa vuodessa toistuvaa tulvaa ja sen mukaisia tulvavedenkorkeuksia. Työssä selvitettiin kuitenkin myös kerran

tuhannessa vuodessa toistuvan tulvan ja vuoden 1984 jääpatotulvan mukaisten vedenkorkeuksien tulvatilanteita. Vuoden 1984 tulva ei ollut toistuvuusajaltaan erityisen harvinainen, mutta jääpato Latokartanontien sillan kohdalla aiheutti suurimman havaitun vedenkorkeuden alueella. Ympärivuotisessa käytössä olevat rakennukset tulisi sijoittaa niin korkealle, että niille voi aiheutua vahinkoa vasta 1/100a–1/200a tulvakorkeudella. Kuitenkin mitä merkittävämpi ja haavoittuvampi rakennushanke on tai mitä useammasta rakennuksesta on kysymys, sitä suurempaan varmuuteen tulisi pyrkiä. /14, 24/

Selvityksessä käytettiin työkaluina pääasiallisesti ArcGIS -paikkatieto-ohjelmaa, AutoCAD Map 3D -ohjelmaa ja Microsoft Office Excel -taulukkolaskenta-ohjelmaa. Vireillä olevan asemakaavan vaihtoehto 2 ja tulvapenkereen sijainti digitoitiin ArcGIS-ohjelmalla Risön liike- ja yritysalueen asemakaavamuutoksen kaavakartasta. Työssä päätettiin käyttää asemakaavan vaihtoehto 2:sta vaihtoehto 1:n sijaan, koska vaihtoehto 2:ssa tulvapenger sijaitsee lähempänä jokivartta, jolloin myös pengerrysalueen virtausalat jäävät pienemmiksi verrattuna vaihtoehto 1:seen. Poikkileikkauksia tehtiin yhteensä 26 kappaletta, jotta tarvittavat johtopäätökset pystyttiin tekemään.

Lähdeaineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen 2 m korkeusmallia vuodelta 2010. Korkeusmalli 2 m on maanpinnan korkeutta kuvaava malli, jossa ruutukoko on 2 m x 2 m ja korkeustiedon tarkkuus 0,3 metriä. Korkeusmalli on tuotettu laserkeilausaineistosta. Korkeusmalli on Maanmittauslaitoksen julkista aineistoa ja tarkin laajoja alueita kattava korkeusmalli Suomessa. /1/

Alla olevassa kuvassa 19. on yhdistetty 2 m korkeusmalli ja 1/100a vesistötulvakartta ja esitetty valkoisten nuolien avulla tulvaveden virtausreitit alueella tulvatilanteessa. Tulvavesi lähtee purkautumaan jokiuomasta molemmille puolille. Tulvavesi ylittää Latokartanontien, moottoriliikennetien kahdesta kohtaa sekä Lentokentäntien, jonka kautta se menee myös Vanhan Vaasan kanaaliin.



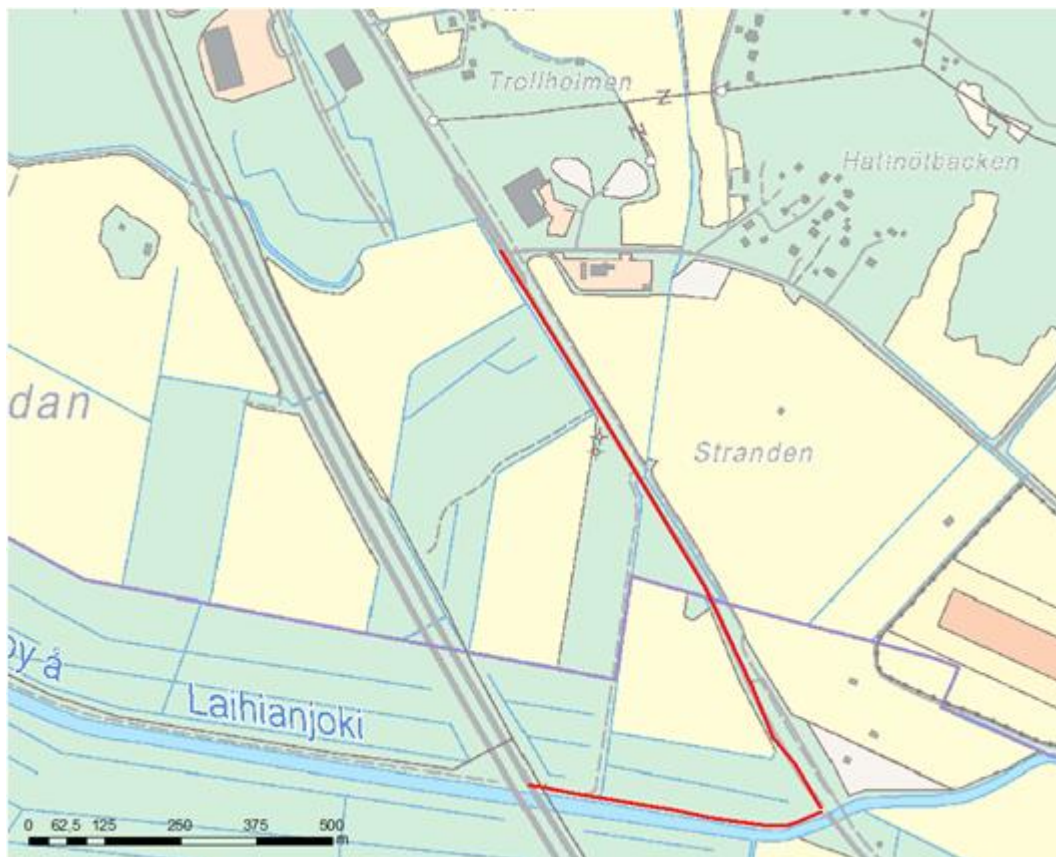
Kuva 19. Tulvaveden virtausreitit selvitysalueella tulvatilanteessa. (©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14 ©Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2014 ©SYKE)

6.3 Maankäytön muutosten vaikutus tulviin

Suunniteltu tulvapenger tulee pienentämään virtausaloja pengerrysalueella nykytilanteeseen verrattuna. Virtausalojen pienentyminen voisi jopa aiheuttaa tulvavedenkorkeuden nousua pengerrysalueella.

Latokartanontien poikkileikkaus aloitettiin Lentokentäntien risteyksestä päättyen Laihianjoen reunapenkereeseen. Laihianjoen reunapenkereen poikkileikkaus linjattiin menemään penkereen päältä Latokartanontien ja moottoriliikennetien välisen matkan.

Poikkileikkauksista selvisi, että Latokartanontie ja Laihianjoen reunapenger padottavat merkittävästi vettä. Latokartanontien ja Laihianjoen reunapenkereen ylitse virtaa vettä yhteensä noin 250 neliömetrin alalta 1/1000a toistuvalla tulvalla. Vuoden 1984 tulvan vedenkorkeutta käytettäessä yksistään Latokartanontien ylitse virtaa vettä 380 neliömetrin alalta. Tulvavedenkorkeus 1/1000a tulvalla on 2,34 m (N 2000) ja vuoden 1984 tulvalla 2,62 m (N 2000).

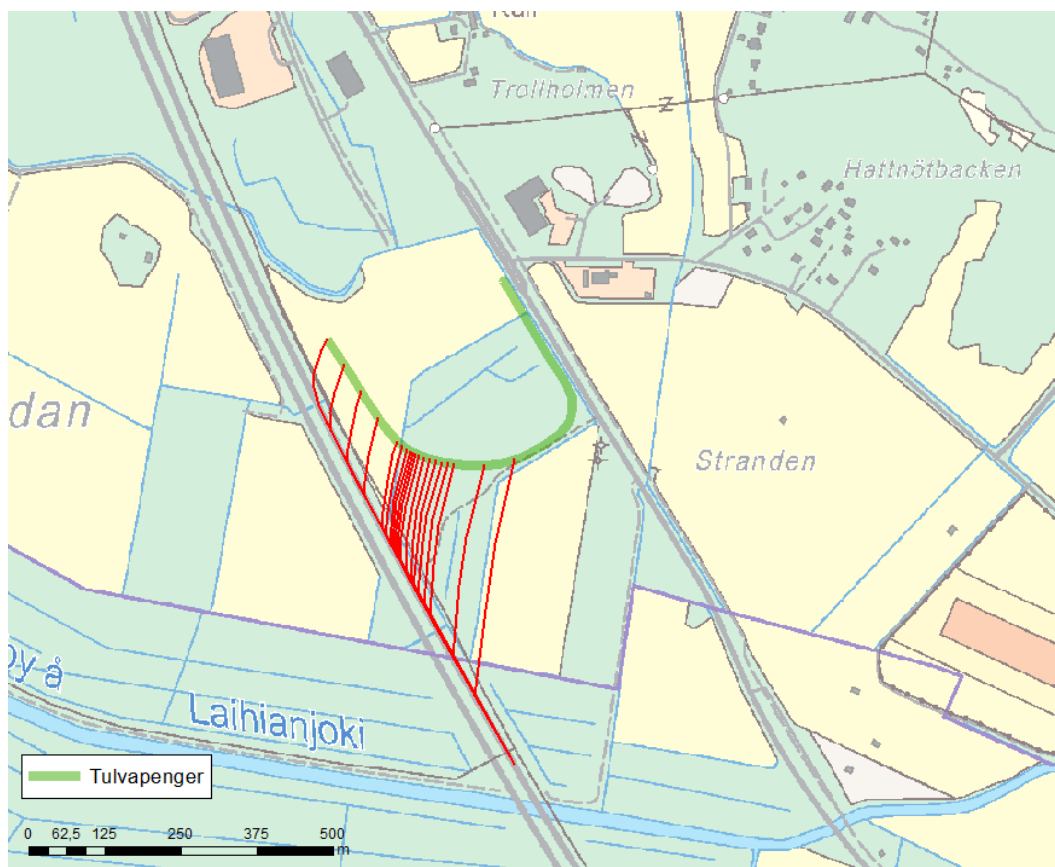


Kuva 20. Latokartanontien ja Laihianjoen reunapenkereen poikkileikkaukset. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14)

Pengerrysalueen poikkileikkauksia tehtiin 19 kappaletta. Pengerrysalueelle tehdyt poikkileikkaukset linjattiin niin, että osan matkaa ne kulkivat moottoriliikennetien Vaasaan päin vievän kaistan keskellä, kaartuen sitten kohti tulvapengertä ja päättyen tulvapenkereen keskikohtaan (Kuva 21.). Kaikki poikkileikkaukset aloitettiin samasta pisteestä hieman ennen Laihianjoen ylittävää siltaa. Niiden pituudet vaihtelivat 524–788 m ja virtausalat 303–555 m² 1/100a toistuvalla

tulvalla (Taulukko 2.). Tulvavedenkorkeutena käytettiin 1/100a tulvalla 2,12 m (N 2000).

Kaikkein pienimmillään virtausala pengerrysalueella oli 303 neliometriä, mutta jos kyseisessä kohdassa sijaitsevan ojan kaivuunmassat tasataan, pienin virtausala pengerrysalueella olisi noin 350 neliometriä. Tämä ala saavutettiin useammalla vierekkäisellä poikkileikkauksella, ja tätä päätettiin käyttää määräävänä poikkileikkauksen pinta-alana. Näin ollen kun Latokartanontien ja Laihianjoen reunapenkereen ylitse virtaa vettä noin 250 neliömetrin alalta kerran tuhannessa vuodessa toistuvan tulvan aikana ja vuoden 1984 tulvakorkeuksillakin virtausala on noin 380 neliometriä, pahimmassakaan tapauksessa tulvapenkereestä ei pitäisi olla merkittävää haittaa tulvariskien kannalta.



Kuva 21. Pengerrysalueen poikkileikkaukset ja tulvapenger. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14)

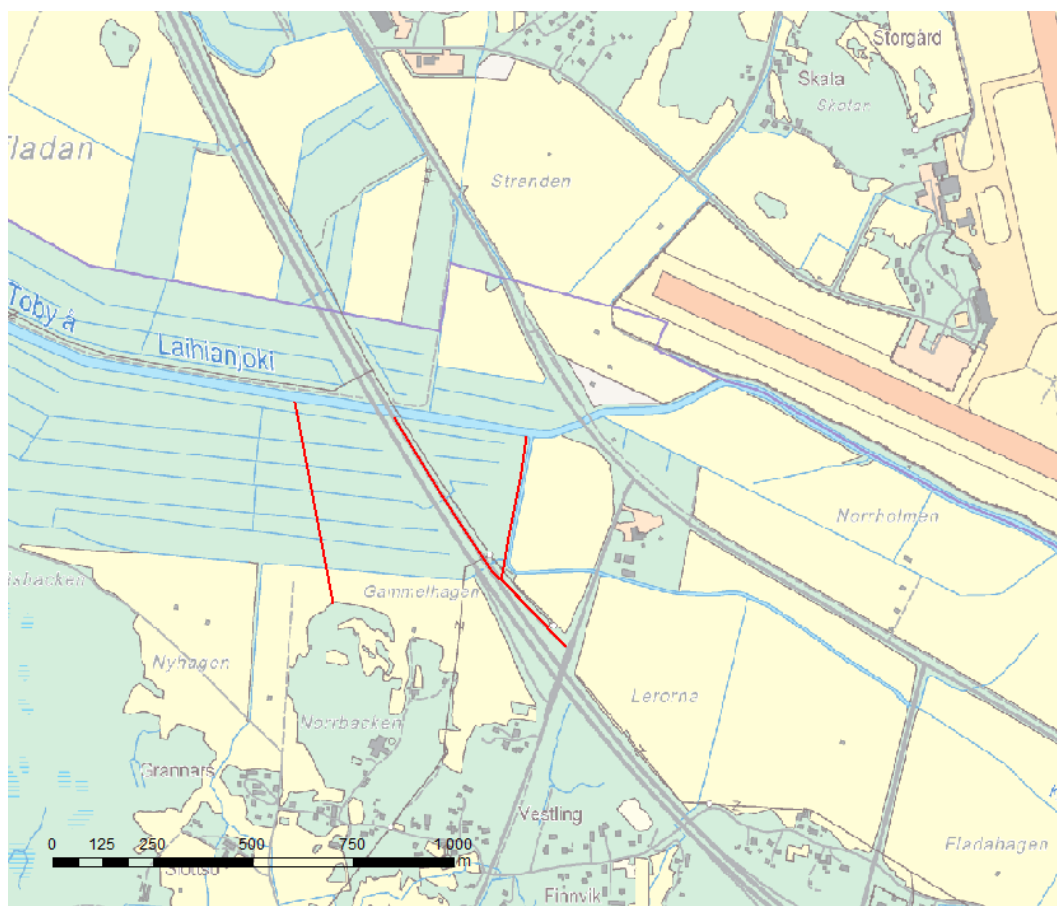
Taulukko 2. Pengerrysalueelle tehtyjen poikkileikkausten pituudet ja virtausalat.

Pituus / m	Virtausala / m ²
788	555
739	539
686	537
637	479
589	473
581	484
574	389
571	303
568	332
566	372
561	361
555	349
551	350
547	353
544	355
540	358
535	353
524	368
525	466

Selvityksessä tutkittiin myös Mustasaaren kunnan puoleisen pengerrysalueen vastaavia virtausaloja kuin Risöstä. On mahdollista, että alueen kaavoituspaine kasvaa Risön rakentamisen seurauksena. Heti kaavoitustyön alussa on hyvä huomioida riittävän virtausalan jättäminen, jottei muiden alueiden tulvariskejä pahennettaisi.

Poikkileikkauksia tehtiin 3 kpl, joista ensimmäinen moottoriliikennetien jälkeen alemmas jokivarren peltoaukealle, toinen moottoriliikennetien Vaasaan päin vievälle kaistalle ja kolmas ennen moottoriliikennetietä olevan kanavan viereisen penkereen päälle (Kuva 22.). Kaksi jälkimmäistä poikkileikkausta linjattiin päätymään moottoriliikennetien rampin loppuun. Kaikki poikkileikkaukset alkoivat Laihianjoen reunapenkereen tuntumasta. Kanavan viereinen penger ja moottoriliikennetie patoavat vettä, määräten näin pienimmät mahdolliset virtausalat.

Todettiin, että moottoriliikennetien ylitse tulvatilanteessa virtaa vettä noin 65 neliömetrin alalta kerran tuhannessa vuodessa toistuvalla tulvalla, kun taas alempana jokivarren peltoaukealla virtausala on noin 609 neliometriä. Vedenkorkeus 1/1000a tulvalla oli 2,36 m moottoriliikennetien kohdalla ja jokivarren peltoaukealla 2,35 m. Kanavan viereisen penkereen ylitse virtaa vettä noin 114 neliömetrin alalta vuoden 1984 tulvan vedenkorkeutta 2,62 m käytettäessä.



Kuva 22. Mustasaaren puolen poikkileikkaukset. (Taustakartta ©Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/14)

6.4 Ehdotuksia tulvariskien pienentämiseksi

Selvityksen yksi tavoitteista oli, että alueen tulvaherkkyys ja sen vaatimat toimenpiteet voidaan ottaa huomioon jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Alkueletuksena oli, että osa alueesta on säästettävä tulva-alueena tai tehtävä

tarvittavat toimet, jotta alueelle voidaan osoittaa rakentamista ilman että se pahentaa lähialueiden tulvavahinkoja.

Pienimmän virtausalan aiheutti pengerrysalueella poikittain ollut ojan kaivuunmassoista tehty penger. Eri rakenteita, kuten teitä, suunniteltaessa tulisi huomioida niiden padottava vaikutus ja vaikutus alueen tulvavesien virtaussuuntiin. Suunnitteluvaiheessa voidaan huomioida tulvaherkkyys pienentämällä suunnitellun rakenteen tulvatilannetta pahentavaa vaikutusta, esimerkiksi laskemalla tien tasausviivaa tai muuttamalla rakenteen sijaintia sopivammaksi. Risössä pengerrysalueella olleet ojan kaivuunmassat olisi syytä tasoittaa, koska se vaikuttaa huomattavasti veden virtaukseen. Kun penger on tasattu, pienin virtausala tulee olemaan noin 350 neliometriä, joka on riittävä tulvavesien pääsemiseksi pois alueelta.

Mikäli jatkossa Laihianjoen alaosan jokivartta kaavoitetaan, olisi heti hyvä ottaa huomioon, että mahdollisen tulvapenkereen ja jokivarren väliin jätetään riittävän suuri virtausala, jottei tulvatilannetta alueella pahennettaisi.

Selvitysalue muodostaa tulvatilanteessa monimutkaisen virtausjärjestelmän, jonka selvittämiseen omat haasteensa tuovat jääpadot ja useat veden purkautumisreitit. Mikäli Laihianjoen alaosan tulvariskialueelle on jatkossa tulossa lisää kaavoituspainetta, tulisi Laihianjoen alaosan käyttäytyminen tulvatilanteessa lähialueineen ja toteutuksessa olevien tulvasuojelutoimien jälkeen syytä mallintaa esimerkiksi 2D virtausmallilla. 2D virtausmallilla saadaan veden uomaan nähden poikittainen virtaus paremmin mallinnettua kuin 1D-mallinnuksella. 2D-mallinnuksella voitaisiin tarvittaessa mallintaa erilaisia jääpato- ja tulvatilanteita.

Selvitysalue tulee jo ennen rakentamista huomioida myös Laihianjoen vesistöalueen tulvariskien hallinnan suunnittelussa. Alueella on jo nykyisin tulvatilanteissa katkeavia merkittäviä liikenneyhteyksiä ja rakentamisessa merkittävälle tulvariskialueella on huomioitava tulvariskien hallinnan tavoitteiden toteutuminen.

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyönä tehdyssä selvityksessä haluttiin saada selville, millaisia vaikutuksia Risön kaava-alueelle suunniteltu tulvapenger tulee aiheuttamaan. Työn tavoitteena oli, että Risön alueen tulvaherkkyys voidaan ottaa huomioon jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Selvitysalueelle tehtiin 26 poikkileikkausta käyttäen ArcGIS- ja AutoCAD-ohjelmistoja ja 2 metrin korkeusmallia. Poikkileikkausalojen ja niissä tapahtuvien muutosten perusteella arvioitiin, aiheuttaako suunniteltu tulvapenger padotusta pengerrysalueella tulvatilanteessa.

Tehtyjen poikkileikkausten perusteella voitiin todeta, ettei Risön kaava-alueelle suunniteltu tulvapenger pahenna tulvariskejä alueella. Pengerrysalueella poikittain olleet ojan kaivuumassat muodostivat penkereen, joka vaikuttaa tulvatilanteessa tulvaveden virtaamiseen huomattavasti. Nämä kaivuumassat tulisikin tasata. Eri rakenteita, kuten teitä, suunniteltaessa tulisi huomioida niiden padottava vaikutus ja vaikutus tulvaveden virtaussuuntiin selvitysalueella. Alueella on jo nykyisin tulvatilanteissa katkeavia merkittäviä liikenneyhteyksiä.

Todettiin myös, että selvitysalue muodostaa tulvatilanteessa monimutkaisen virtausjärjestelmän, johon jääpatojen mahdollinen uhka ja useat veden purkautumisreitit tuovat omat haasteensa. Mikäli Laihianjoen alaosan tulvariskialueella kaavoituspainetta kasvaa myös jatkossa, tulisi Laihianjoen alaosan käyttäytyminen tulvatilanteessa lähialueineen ja toteutuksessa olevien tulvasuojelutoimien jälkeen mallintaa esimerkiksi 2D-virtausmallilla.

LÄHTEET

- /1/ Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Korkeusmalli 2m metatieto. 2014. Maanmittauslaitos. Viitattu 30.4.2014. <http://www.paikkatietohakemisto.fi/catalogue/ui/metadata.html?uuid=dd32d539-a8de-4c4e-aa44-523551ffec99&lang=fi>
- /2/ Ehdotus Laihianjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelmaksi. Ehdotus vuosille 2016-2021. 2014. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Viitattu 11.4.2014.
- /3/ Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa. 2014. Ilmatieteenlaitos, Suomen ympäristökeskus & Aalto-yliopisto, YTK. Ilmasto-opas.fi. Viitattu 20.2.2014. <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>
- /4/ Happamat sulfaattimaat. 2009. Maaseutuverkosto. Viitattu 25.4.2014. http://www.maaseutu.fi/attachments/verkostoyksikko/5HZoFCNKU/happamat_sulfaattimaat_B5_LOW.PDF
- /5/ Happamat sulfaattimaat - riskit ja kartoitus. 2014. Geologian tutkimuskeskus. Geologia.fi. Viitattu 17.2.2014. <http://www.gtk.fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/yhdyskuntarakentaminen/sulfaattimaat.html>
- /6/ L 620/2010. Laki tulvariskien hallinnasta. 2010. Säädös säädöstietopankki Finlexin sivuilla. Viitattu 12.2.2014. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>
- /7/ Laihianjoen vesistöalueen tulvariskien hallintasuunnitelma. Luonnos. Suomen Ympäristökeskus. Viitattu 29.4.2014.
- /8/ Lausunto 28.11.2013. Lausunto koskien Liisanlehdon, Kuninkaankartanon ja Risön osayleiskaavaehdotusta. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 27.2.2014.
- /9/ Liisanlehdon, Kuninkaankartanon ja Risön osayleiskaavaselostus. 2013. Vaasan Kaupunki. Viitattu 3.2.2014. <http://www.vaasa.fi/Link.aspx?id=1243000>
- /10/ Maankohoaminen hillitsee merenpinnan nousua Suomen rannikolla. 2014. Ilmatieteenlaitos, SYKE & Aalto-yliopisto, YTK. Ilmasto-opas.fi. Viitattu 30.4.2014. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/338246aa-d354-4607-b087-cd9e0d4a3d04/maankohoaminen-hillitsee-merenpinnan-nousua-suomen-rannikolla.html>
- /11/ Maankohoaminen ja vesistöjen muutokset. 2014. Anu Hakala. Geologian tutkimuskeskus. Geologia.fi. Viitattu 12.2.2014. <http://www.geologia.fi/index.php/2011-12-21-12-30-30/2011-12-21-12-39-11/2011-12-21-12-39-51/maankohoaminen-ja-vesistoejen-muutokset>

- /12/ Maisemarakenne. Luonto Vaasa. 2014. Vaasan kaupunki. Viitattu 3.5.2014. <http://luonto.vaasa.fi/Suomeksi/Luonto/Maisemarakenne>
- /13/ Mitä kaavoitus on? 2012. Vaasan Kaupunki. Viitattu 12.2.2014. http://www.vaasa.fi/Suomeksi/Julkiset_palvelut/Kaavoitus_ja_rakentaminen/Kaavoitus/Mita_kaavoitus_on_
- /14/ Opas alimpien suositeltavien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi. Luonnos 5.11.2013. Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteenlaitos, Ympäristöministeriö & Maa- ja metsätalousministeriö. Viitattu 27.2.2014.
- /15/ Panu, J. 1998. Maisemarakenteen ja taajamarakenteen yhteensovittaminen. Vantaa. Ympäristöministeriö. Viitattu 17.4.2014.
- /16/ Risön liike- ja yritysalueen asemakaavaselostus. 2013. Vaasan Kaupunki. Viitattu 5.2.2014. <http://www.vaasa.fi/Link.aspx?id=1245585>
- /17/ Risön maaliikennekeskus. Asemakaavan selostus. 2003. Vaasan Kaupunki. Viitattu 12.2.2014. <http://www.vaasa.fi/link.aspx?id=259803>
- /18/ Sovellettu hydrologia. 1986. Vesiyhdistys ry. Helsinki. Mäntän Kirjapaino Oy. Viitattu 4.2.2014.
- /19/ Tulvariskien alustava arviointi Laihianjoen vesistöalueella. 2011. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Viitattu 4.2.2014. http://www.ymparisto.fi/download/Tulvariskien_alustava_arviointi_Laihianjokipdf/9b84c79a-0367-489b-96af-84e42fdff008/48312
- /20/ Tulvien esiintyminen. 2013. Suomen ympäristökeskus. Ymparisto.fi. Viitattu 8.5.2014. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Tulviin_varautuminen/Olenko_tulvariskialueella/Tulvien_esiintyminen
- /21/ Tulviin varautuminen. 2013. Suomen ympäristökeskus. Ymparisto.fi. Viitattu 3.2.2014. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi_ja_meri/Tulviin_varautuminen
- /22/ Vaihemaakuntakaava I. Kaupallisten palvelujen sijoittuminen Pohjanmaalla. 2014. Pohjanmaan liitto. Viitattu 10.2.2014. <http://www.obotnia.fi/fi/d-Toiminta-ja-tehtavat-Maakuntakaavoitus-Vaihemaakuntakaava-1.aspx?docID=6260&TocID=12>
- /23/ Vaasan Risöfladanin luontoselvitys. 2008. Jan Nyman. Vaasan kaupunkisuunnittelu. Viitattu 11.2.2014.