

Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakartan hyödyn- täminen maankäytön suunnit- telussa

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kestävä kaupunkiympäristö
Opinnäytetyö (ylempi AMK)
Kevät 2018
Essi Kesämaa

Lahden ammattikorkeakoulu
Kestävä kaupunkiympäristö

KESÄMAA, ESSI:

Suomen ympäristökeskuksen
hulevesitulvakartan hyödyntäminen
maankäytön suunnittelussa

Opinnäytetyö ylempi AMK

73 sivua, 5 liitesivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

Hulevesitulvista aiheutuvien ongelmien on ennustettu kasvavan ilmastonmuutoksen takia. Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) velvoittaa jokaisesta kunnasta laatimaan hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin (19 §). Lain mukainen alustava arviointi tehtiin ensimmäisen kerran vuonna 2011. Vuoden 2018 aikana kyseinen arviointi tulee tarkistaa ja päivittää. Suomen ympäristökeskus laati kaikille kunnille hulevesitulvakartan arvioinnin helpottamiseksi. (Kuntaliitto 2018.) Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli tutkia, miten Suomen ympäristökeskuksen laatimaa hulevesitulvakarttaa voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa.

Työn teoreettinen osuus käsittelee hulevesien hallintaa, kohdealueen ja sen nykyisten hulevesien hallintaperiaatteiden kuvausta sekä hulevesitulvamallinnuksen esittelyä. Tutkimuksellisessa osuudessa Orimattilan hulevesitulvakarttaa tutkittiin eri näkökulmista. Karttaan tehtiin korjauksia ja sitä validoitiin tulvahavaintojen avulla. Maankäytön muutosten vaikutuksia hulevesivirtaamiin tutkittiin Pennalan alueella. Työssä myös kartoitettiin maankäytön suunnittelussa huomioon otettavia luonnollisia painanteita ja tulvariskialueita. Lisäksi Orimattilan kaupungille laadittiin päivitetty hulevesitulvariskien alustava arviointi. Arviointia varten selvitettiin toteutuneita tulvia ja kartoitettiin riskikohteita. Kerättyjen tietojen ja hulevesitulvakartan tarkastelun perusteella valittiin alustavia tulvariskialueita. Tulvan aiheuttamien mahdollisten vahinkojen perusteella arvioitiin riskien merkittävyyttä.

Opinnäytetyön tulokset perustuvat paikkatietotarkasteluihin. Tarkoituksena on, että tuloksia voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa, hulevesijärjestelmän kehittämisessä, yleistasoisessa aluesuunnittelussa ja tulvariskien arvioinnissa. Orimattilan kaupungin tekninen toimi valmistelee koko kaupunkia koskevan hulevesien hallintasuunnitelman laatimista, jonka tausta-aineistona opinnäytetyön tarkasteluja voidaan käyttää.

Avainsanat: hulevesi, hulevesitulvariskit, maankäytön suunnittelu, mallinnus, paikkatieto

KESÄMAA, ESSI: The use of the stormwater flood map
by the Finnish Environment Institute
in land use planning

Master's Thesis 73 pages, 5 pages of appendices

Spring 2018

ABSTRACT

The problems caused by floods are predicted to increase due to climate change. The law on flood risk management (620/2010) obliges every municipality to prepare a preliminary assessment of stormwater flood risks (section 19). The preliminary assessment under the Act was made for the first time in 2011. During 2018, this evaluation will be reviewed and updated. The Finnish Environment Institute has prepared a stormwater flood map for all municipalities to facilitate the evaluation. (Kuntaliitto 2018.) The most important objective of this thesis was to study how the stormwater flood map prepared by the Finnish Environment Institute can be exploited in land use planning.

The theoretical part of the thesis deals with the management of stormwater, the description of the target area and its current stormwater management principles and the presentation of the stormwater flood simulation. In the research section, the stormwater flood map of Orimattila was studied from different perspectives. Corrections were made on the map and it was validated with flood observations. The effects on the flow of stormwater caused by changes of land use were studied in Pennala area. The potential natural depressions and flood risk areas to be taken into account in land use planning were also mapped in the thesis. In addition, an updated assessment of stormwater flood risks was prepared for the city of Orimattila. For the assessment, floods were researched and risk objects mapped. Based on the review of the data collected and the stormwater flood map, preliminary flood risk areas were chosen. Based on the potential damage caused by the flood, the significance of the risks were assessed.

The results of the thesis are based on geospatial surveys. The aim is to utilize the results in land-use planning, development of the stormwater system, general-level spatial planning and flood risk assessment. The analysis of the thesis can be used as background material for the management plan of stormwater of the whole city, which the Orimattila city technical department prepares to set.

Key words: storm water, storm water risks, land use planning, simulation, geographic information

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN TAVOITE JA KÄYTETYT MENETELMÄT	3
2.1	Työn tavoite ja tarkoitus	3
2.2	Tutkimusongelma	3
2.3	Työvaiheet ja tutkimusmenetelmät	3
2.3.1	Käytetty aineisto	5
3	HULEVESIEN HALLINTA JA TAAJAMATULVAT	6
3.1	Hulevesien synty	6
3.2	Hulevesien hallinnan periaatteet	6
3.3	Taajamatulvat	7
3.4	Hulevesien hallinnan vastuut ja lainsäädäntö	8
4	KOHDEALUEEN KUVAUS	9
4.1	Kaavatilanne	10
4.1.1	Yleiskaavoitus	10
4.1.2	Asemakaavoitus	10
4.1.3	Maankäytön muutosalueet	12
4.2	Rakentamistilanne	12
4.3	Luonnonympäristö	13
4.3.1	Kallio- ja maaperä	13
4.3.2	Pohjavesialueet	14
4.3.3	Ilmasto	14
4.3.4	Ilmastonmuutoksen vaikutus sademääriin	15
4.4	Hulevesien hallinta Orimattilassa	15
4.4.1	Hulevesien huomioiminen kaavoituksessa	16
4.4.2	Nykyiset hulevesijärjestelmät	16
4.4.3	Hulevesien laadulliset haitat	19
4.4.4	Hulevesien hallintasuunnitelma	20
5	HULEVESITULVAMALLINNUS	21
5.1	Mallinnusmenetelmä	21
5.1.1	Korkeusmalli	21
5.1.2	Pintavaluntamalli	22
5.2	Korjaustarve	23

6	TYÖVAIHEIDEN KUVAUS	24
6.1	Korjaukset Orimattilan aineistoon	24
6.2	Orimattilan karttojen validointi	25
6.2.1	Hulevesikysely	26
6.2.2	Asiantuntijahaastattelut	26
6.2.3	Opiskelijaprojektissa esille tulleet huomiot	28
6.3	Maankäytön muutosalueet	29
6.3.1	Pennalan uudelleen mallinnetut alueet	29
6.4	Muut maankäytön muutosalueet	30
6.5	Painanteiden kartoitus	30
6.6	Hulevesitulvariskien alustava arviointi	31
6.6.1	Turun alustava arviointi	31
6.6.2	Orimattilan ensimmäinen arviointi	32
6.6.3	Arvioinnin päivitys	32
6.6.4	Riskikohteet	33
6.6.5	Toteutuneet tulvat	36
6.6.6	Alustavien tulvariskialueiden määrittäminen	37
6.6.7	Tulvariskien merkittävyyden arviointi	37
7	TULOSTEN TARKASTELU	40
7.1	Hulevesitulvakarttaan tehtyjen korjausten merkittävyys	40
7.2	Hulevesitulvakartan luotettavuus	42
7.3	Kartan hyödyntäminen maankäytön suunnittelussa	45
7.3.1	Pennalan mallien vertailu	45
7.3.2	Muut mahdolliset tulevaisuuden tulvariskialueet	51
7.3.3	Painanteet	54
7.4	Hulevesitulvariskien alustava arviointi	59
7.4.1	Alustavat tulvariskialueet	59
7.4.2	Tulvariskien merkittävyys	63
7.4.3	Alustavan arvioinnin päivitys	64
8	POHDINTA	65
	LÄHTEET	68
	LIITTEET	74

1 JOHDANTO

Hulevesi on rakennetuilta pinnoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä. Hulevesistä voi aiheutua tulvia ja niiden mukanaan kuljettamat haitta-aineet voivat heikentää vesistöjen laatua. (Ympäristöhallinto 2018d.) Vahinkoa hulevesistä voi syntyä esimerkiksi rankkasateen seurauksena viemäreiden tukkeutuessa. Esimerkiksi Porissa rankkasade aiheutti elokuussa 2007 yli tuhannen kiinteistön kastumisen. (Ympäristöhallinto 2018a.)

Hulevesien hallintaan tulee kiinnittää yhä enemmän huomiota kaupunkien kasvun ja ilmastonmuutoksen vaikutusten vuoksi. Maankäytön suunnittelussa tulee varautua ilmastonmuutoksen vuoksi muun muassa tulviin, rankkasateiden ja myrskyjen lisääntymiseen, sadannan kasvuun ja pohjavesiolosuhteiden muutoksiin. Kaupungin sopeutumista muutoksiin voidaan parantaa esimerkiksi viheralueiden ja hulevesiratkaisujen suunnittelulla, tulvariskialueiden huomioimisella, rakennusten oikealla suuntaamisella sekä kestävien rakennusmateriaalien suosimisella. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas 2018b.)

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) velvoittaa jokaista kuntaa laatimaan hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin (19 §). Alustava arviointi tehdään saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen (7 §). Lain tarkoituksena on tulvariskien vähentäminen, tulvista aiheutuvien vahinkojen ehkäiseminen ja lieventäminen sekä tulviin varautumisen parantaminen (1 §). Lain mukainen alustava arviointi tuli tehdä ensimmäisen kerran vuonna 2011. Vuoden 2018 aikana kyseinen arviointi tulee tarkistaa ja päivittää. Suomen ympäristökeskus (SYKE) on laatinut tulvariskien arvioinnin helpottamiseksi alustavan hulevesitulvakartan, joka julkaistiin maaliskuussa 2018 kaikkien kuntien käyttöön. Mallinnus on tuotettu pintavaluntamallilla ja se kattaa kaikki Suomen taajama- ja asemakaava-alueet. (Ympäristöhallinto 2018a.)

Orimattilan kaupungin tekninen toimiala valmistelee koko kaupunkia koskevan hulevesien hallintasuunnitelman laatimista. Kaupungilla ei ole hulevesiohjelmia tai muuta kokonaisvaltaista suunnitelmaa, johon hulevesien

hallinnan periaatteet olisi kirjattu. Asukkailta tulee palautetta hulevesiin liittyen yhä enemmän ja hulevesijärjestelmän kehittämiseksi on tarvetta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten hulevesitulvakarttaa voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa. Opinnäytetyö on taustaineistoa hulevesien hallinnan ja muun yleispiirteisen suunnittelun tueksi.

Työssä käytettiin hulevesitulvakarttaa, joka on mallinnettu harvinaisen, keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvan sadetapahtuman mukaan. Orimattilan hulevesitulvakarttaan tehtiin korjauksia ja sen luotettavuutta arvioitiin tulvahavaintojen avulla. Maankäytön muutosten vaikutuksia hulevesivirtaamiin tutkittiin Pennalan alueella. Lisäksi työssä kartoitettiin mahdollisesti maankäytön suunnittelussa huomioon otettavia luonnollisia painanteita ja arvioitiin kaavoitusohjelman mukaisten maankäytön muutosalueiden mahdollisia tulvariskejä.

Opinnäytetyössä laadittiin Orimattilan kaupungille päivitetty hulevesitulvariskien alustava arviointi. Arviointi tehtiin Aalto-yliopistossa helmikuussa 2018 valmistuneen Jannina Gustafssonin diplomityötä ”Hulevesitulvariskien alustava arviointi tulvamallinnuksen tuloksia hyödyntäen” ohjeena käyttäen (Gustafsson 2018). Arviointia varten selvitettiin toteutuneita tulvia ja kartoitettiin riskikohteita. Kerättyjen tietojen ja hulevesitulvakartan antamisen tulosten tarkastelun perusteella rajattiin alustavia tulvariskialueita. Tulvan aiheuttamia mahdollisia vahinkoja taulukoitiin ja niiden pohjalta arvioitiin riskien merkittävyyttä. Uusien tietojen perusteella todettiin ensimmäisen arviointikierroksen tulosten tarkistamisen tarve.

2 TYÖN TAVOITE JA KÄYTETYT MENETELMÄT

2.1 Työn tavoite ja tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli tutkia, miten Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hulevesitulvakarttaa voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa. Hulevesitulvakartta sisältää paljon tietoa, josta ei ilman analysointia saa kaikkea hyötyä irti. Työssä tehtiin paikkatieto-tarkasteluja useasta kaavoitukseen liittyvästä näkökulmasta. Tarkoituksena oli tuottaa tausta-aineistoa Orimattilan kaupungin maankäytön suunnittelua ja hulevesien hallintasuunnitelman laatimista varten.

2.2 Tutkimusongelma

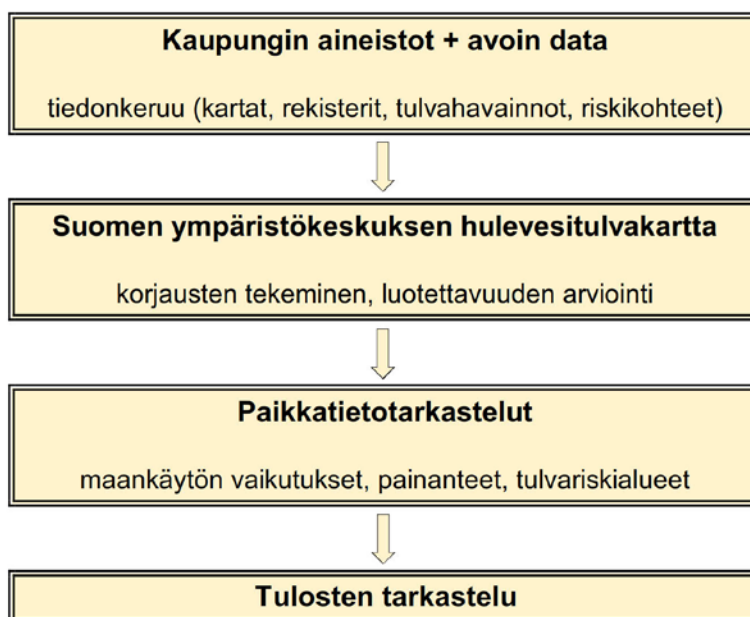
Opinnäytetyön tutkimusongelma on: Voidaanko Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttaa hyödyntää työkaluna maankäytön suunnittelussa? Ongelmaa tarkentavia tutkimuskysymyksiä ovat:

- Mitä varten hulevesitulvakartta on laadittu? Mitä tietoja kartasta on saatavissa?
- Mitä muita tietoja ja aineistoja tarvitaan ongelman tutkimiseksi? Mistä tiedot saadaan?
- Miten tarkastelut esitetään niin, että tulokset ovat havaittavissa?

2.3 Työvaiheet ja tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön teoreettinen osuus vastaa ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Se koostuu hulevesien syntyä ja hallintaa käsittelevästä asiakokonaisuudesta, kohdealueen ja sen nykyisten hulevesien hallintaperiaatteiden kuvauksesta sekä hulevesitulvamallinnuksen esittelystä.

Tutkimuksellinen osuus vastaa kahteen seuraavaan tutkimuskysymykseen. Tutkimuksen rakenne ja tärkeimmät työvaiheet on esitetty yksinkertaistettuna kuviossa 1.



KUVIO 1. Tutkimuksen tärkeimmät työvaiheet.

Tutkimus on yhdistelmä survey-, toiminta- ja tapaustutkimuksen menetelmiä. Kyselytutkimusta on käytetty ensimmäisessä työvaiheessa ja toiminta- ja tapaustutkimuksen yhdistelmää kahdessa seuraavassa. (Jyväskylän yliopisto 2014.) Ensimmäisessä vaiheessa oli kerättävä tietoa. Kaupungin aineistojen lisäksi työssä hyödynnettiin avointa dataa. Hulevesiongelma-kohteita selvitettiin asukaskyselyn ja asiantuntijahaastattelujen avulla.

Ensimmäisestä vaiheesta saatujen tietojen avulla Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttaa korjattiin ja validoitiin eli arvioitiin kartan luotettavuutta. Kolmannessa ja tärkeimmässä vaiheessa aineistoja vietiin hulevesitulvakartalle tarkasteluja varten. Paikkatietotarkastelujen avulla tutkittiin hulevesitulvakartan hyödyntämisestä maankäytön suunnittelussa muun muassa luonnollisia painanteita ja mahdollisia tulvariskialueita kartoittamalla.

2.3.1 Käytetty aineisto

Opinnäytetyön tulokset perustuvat paikkatietotarkasteluihin. Tarkastelut tehtiin käyttäen Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelua sekä QGIS- ja Trimble Locus –paikkatieto-ohjelmia. Karttapalvelun tarkasteluissa käytettiin keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvan harvinaisen sadetapahtuman mukaan mallinnettua hulevesitulvakarttaa. Vesisyvyyksien lisäksi karttapalvelussa on saatavilla virtausnopeusmalli hulevesien virtausreittien havaitsemiseen.

Hulevesitulvakartan lisäksi merkittävänä tietolähteenä olivat kaupungin omat aineistot. Kaupungilla on käytettävissä kartta- ja rekisteriaineistot, kaava-aineistot, kunnallistekniikan verkoston kartat sekä erilaiset raportit ja selvitykset. Lisäksi työssä hyödynnettiin runsaasti avointa dataa. Muun muassa Geologian tutkimuskeskuksen, Maanmittauslaitoksen sekä Museoviraston karttapalveluita käytettiin tiedonhakuun paikkatietotarkasteluja varten. Asukaskysely suoritettiin kaupungin Trimble-palautejärjestelmän avulla.

3 HULEVESIEN HALLINTA JA TAAJAMATULVAT

3.1 Hulevesien synty

Veden luontaisessa kiertokulussa suuri osa sadannasta imeytyy maaperään pohjavedeksi ja virtaa hiljalleen kohti vesistöjä. Osa kulkeutuu pintavaluntana jokiin ja järviin ja edelleen meriin, missä tapahtuu haihtumista. Taajamissa luonnontilaiseen veden kiertokulkuun vaikuttaa eniten vettä läpäisemättömien pintojen, kuten kattojen, katujen ja pysäköintialueiden osuus. Rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muille pinnoille kertyvää sade- tai sulamisvettä kutsutaan hulevedeksi. Hulevesivalunnan muodostumiseen vaikuttavat muun muassa sateen voimakkuus ja kesto, sadetta edeltävän kuivan ajan pituus, maaperän ominaisuudet sekä läpäisemättömän pinnan osuus. (Kuntaliitto 2012, 18.)

3.2 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan hulevesien kertymiseen vaikuttavia ja niiden johtamiseen sekä käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä (Kuntaliitto 2012, 10). Ensisijaisesti tulee vähentää hulevesien syntymistä, jolloin veden luonnollista kiertokulkua voidaan ennallistaa ja ehkäistä hulevesien laadullisia haittoja. (Kuntaliitto 2012, 20.)

Maankäytön suunnittelulla on suuri vaikutus hulevesien hallinnan keinoihin. Luonnonmukaisimmin hulevesien muodostumista tai niiden aiheuttamia haittoja voidaan ehkäistä esimerkiksi jättämällä enemmän luontaisia alueita rakentamatta tai mitoittamalla liikennealueet niin, että läpäisemättömien pintojen määrä voidaan minimoida. Tonteilla kannattaa säilyttää mahdollisimman paljon kasvillisuutta ja päällystää maanpintaa mahdollisimman vähän. Hulevesien muodostumista voidaan ehkäistä esimerkiksi viherkattojen avulla ja hyödyntämällä tai imeyttämällä hulevesiä niiden syntypaikoilla. (Kuntaliitto 2012, 20.)

Jos hulevesiä joudutaan kuitenkin ohjaamaan pois niiden syntypaikalta, on niiden viivyttäminen ennen viemäriin tai vesistöön ohjaamista tärkeää.

Suuria hulevesivirtaamia syntyy etenkin laajoilla teollisuus-, logistiikka- ja työpaikka-alueilla, joiden hulevesiä yleensä joudutaan käsittelemään tai viivyttämään. Veden virtausta on mahdollista viivyttää painanteissa, avouomissa, altaissa, lammikoissa ja kosteikoissa. Avoimien kuivatusmenetelmien lisäksi erilaiset suodatusjärjestelmät ovat tehokkaita hulevesien laadullisten haittojen vähentämisessä. (Kuntaliitto 2012, 21.)

Hulevesiviemäröinnillä tavoitellaan nopeaa pintojen kuivatusta ja vesien pois johtamista. Maankäytön tiivistyessä hulevesiviemäröinti on perusteltua, koska se mahdollistaa alueiden tehokkaamman hyödyntämisen verrattuna avo-ojiin perustuvaan kuivatukseen. Pelkkään hulevesiviemäröintiin turvautumista tulee kuitenkin välttää, koska se aiheuttaa suuria virtaamavaihteluita ja heikentää purkuvesien tilaa. (Kuntaliitto 2012, 189.)

3.3 Taajamatulvat

Taajamatulva voi syntyä rankkasateen, pitkäkestoisen ja runsassateisen sadejakson, vesistön pinnan nousun tai esimerkiksi jään aiheuttaman padotuksen seurauksena. Vahinkojen laajuuteen voi vaikuttaa muun muassa läpäisemättömien pintojen osuus, alaville alueille rakentaminen, hulevesijärjestelmän vajaamitoitus tai puutteellinen kunnossapito. (Kuntaliitto 2012, 94, 96.)

Ilmaston lämpeneminen tulee ottaa huomioon tulvariskien arvioinnissa. Suomessa sateiden ennustetaan lisääntyvän ja rankkasateiden voimistuvan. Suhteellisesti sademäärät kasvavat enemmän talvisin, jolloin sateista myös suurempi osa tulee vetenä. Sadeolojen muutoksen suuruus riippuu kasvihuonekaasupäästöjen määrästä. Sademäärät tulevat arvioiden mukaan kasvamaan skenaariosta riippuen kesällä 10–15 % ja talvella 7–30 % vuosisadan lopulle tultaessa. (Ilmasto-opas 2018.)

Vahingoiltaan Suomen suurin kaupunkitulva koettiin Porissa elokuussa 2007. Kaupunkialueelle osui harvinaisen voimakas rankkasade, jonka seurauksena pintavedet tulvivat asuntoalueille ja kaduille. Yli tuhat kiinteistöä kastui ja taloudelliset vahingot nousivat yhteensä noin 22 miljoonaan eu-

roon. Vettä tuli muutamassa tunnissa paikoin 100–125 mm. Vuorokausi-sademäärältään vastaavan suuruinen tai sen ylittävä sadetapahtuma voi sattua Porin seudulla keskimäärin kerran 100–300 vuodessa. Sadetapahtuma oli tosiasiasa paljon harvinaisempi, koska sademäärä kertyi hyvin lyhyessä ajassa. (Porin kaupunki 2009.)

3.4 Hulevesien hallinnan vastuut ja lainsäädäntö

Tärkeimmät hulevesien hallintaa koskevat lait ovat maankäyttö- ja rakennuslaki, vesihuoltolaki, vesilaki sekä laki tulvariskien hallinnasta. Maankäyttö- ja rakennuslakiin sekä vesihuoltolakiin tehtiin merkittäviä muutoksia hulevesien osalta vuonna 2014. (Kuntaliitto 2017.)

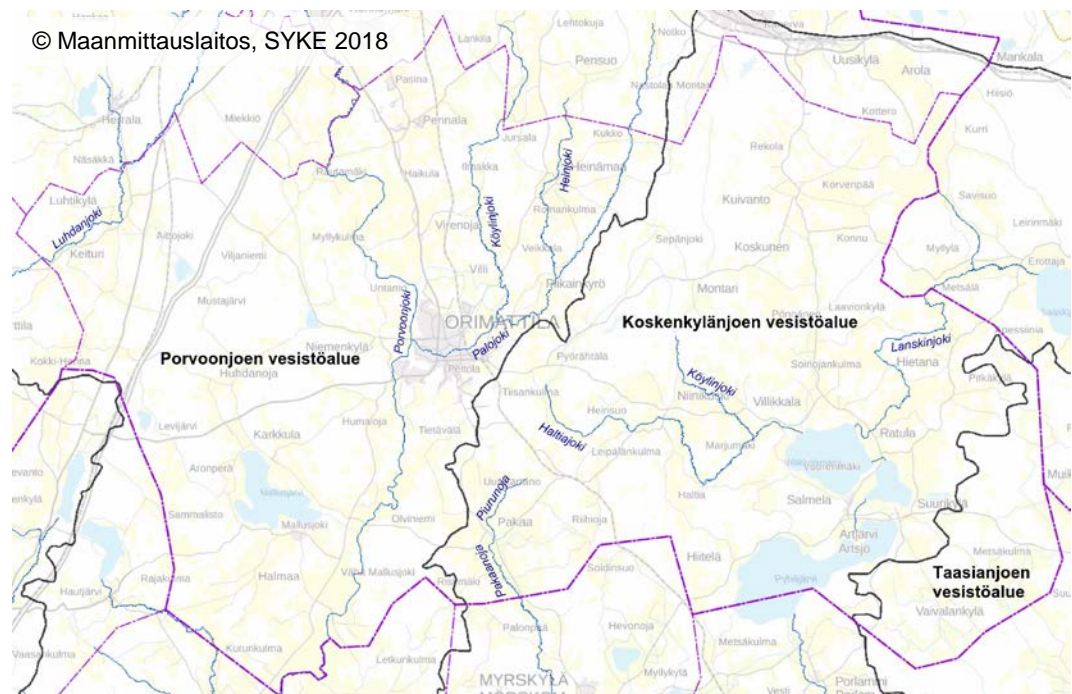
Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaan kiinteistön hulevesien hallinnasta vastaa sen omistaja tai haltija (103 e §). Kiinteistön hulevedet on johdettava kunnan hulevesijärjestelmään, jos niitä ei voida imeyttää kiinteistöllä (103 f §). Asemakaava-alueella hulevesien hallinnasta on vastuussa kunta (103 i §). Vesihuoltolain (119/2001) luku 3 a koskee huleveden viemäröinnin järjestämistä ja hoitamista. Pykälän 17 a mukaisesti kunta voi antaa hulevesiviemäröinnin vesihuoltolaitoksen hoidettavaksi. Siinäkin tapauksessa muusta hulevesien hallinnasta huolehtii kunta (Kuntaliitto 2017).

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) määrittelee eri viranomaisten tehtävät. Pykälässä 7 on määrätty, että tulvariskien alustava arviointi tulee tehdä toteutuneista tulvista sekä ilmaston ja vesiolojen kehittymisestä saatavissa olevien tietojen perusteella. Lisäksi arvioinnissa tulee ottaa huomioon ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä. Tulvariskien hallinnan suunnittelu on vesistötulvien osalta ELY-keskuksen tehtävä (4 §) ja hulevesitulvien osalta kunnan tehtävä (5 §, 19 §). Lisäksi hulevesien hallintaa koskee vesilaki (587/2011), jossa on säädetty muun muassa ojituksen, sekä ympäristönsuojelulaki (527/2014), joka sisältää määräyksiä ympäristön pilaantumisen torjunnasta. (Kuntaliitto 2017.)

4 KOHDEALUEEN KUVAUS

Orimattila on maaseutumainen kaupunki Päijät-Hämeessä (Orimattilan kaupunki 2018a). Vuonna 2017 Orimattilan väkiluku oli 16 221. Väestöstä 66,6 % asui taajamissa ja yli 77 % asutokunnista asui rivi- ja pientaloissa vuonna 2016. (Tilastokeskus 2018.) Orimattilan pinta-alasta vain 3,5 prosenttia on vesistöjä. Suurimmat järvet ovat Pyhäjärvi ja Villikkalanjärvi Artjärvellä sekä Mallusjärvi Mallusjoella. Keskustan halki virtaa Palojoki, joka yhtyy Salpausselän etelärinteiltä lopulta Suomenlahteen laskevaan Porvoonjokeen. (Orimattilan kaupunki 2018b.)

Kuviossa 2 on korostettuna Orimattilan suurimmat joet ja päävesistöalueet (mustat rajat). Orimattila jakautuu Porvoonjoen-, Koskenkylänjoen- sekä Taasianjoen vesistöalueisiin. Päävesistöalueet jaetaan pienempiin valuma-alueisiin. (Maanmittauslaitos 2018b.)



KUVIO 2. Päävesistöalueet ja suurimmat joet. (Maanmittauslaitos 2018b.)

4.1 Kaavatilanne

4.1.1 Yleiskaavoitus

Orimattilan keskustan ja Virenojan alueilla on voimassa keskusta-Virenojan osayleiskaava vuodelta 2007, jota on muutettu Kankaanmäen alueen osalta vuonna 2012. Pennalassa on voimassa Pennala-Pasinan osayleiskaava ja Pennalan itäosaa (2016), Pennala-Pasinan pohjoisosan asuntoalueita (2009) sekä Pennalan länsiosan teollisuusalueita (2008) koskevat osayleiskaavan muutokset. Artjärvellä on voimassa Järvialueen osayleiskaava vuodelta 2000 ja siihen tehty muutos (2012). Lisäksi Länsi-Orimattilan alueelle sekä Heinä-Leitsamaan kylille on laadittu osayleiskaavat. Länsi-Orimattilan osayleiskaavaan on tehty muutos Hennan alueen osalta. Kaikkien osayleiskaavojen rajaukset ovat kartalla kuviossa 3.

Pennalan itäosaa koskevassa osayleiskaavan muutoksessa on yleinen määräys hulevesiin liittyen. Määräyksen mukaan hulevesiä ei saa ohjata käsittelemättömänä suoraan luonnonvesiin eivätkä ne saa aiheuttaa merkittäviä muutoksia nykyiseen vesitalouteen. Hennan osayleiskaavatyön yhteydessä on laadittu pintavesiselvitys. Osayleiskaavassa on määrätty, että hulevesiä ei saa johtaa pois pohjavesialueelta vaan ne tulee imeyttää maahan katualueiden hulevesiä lukuun ottamatta.

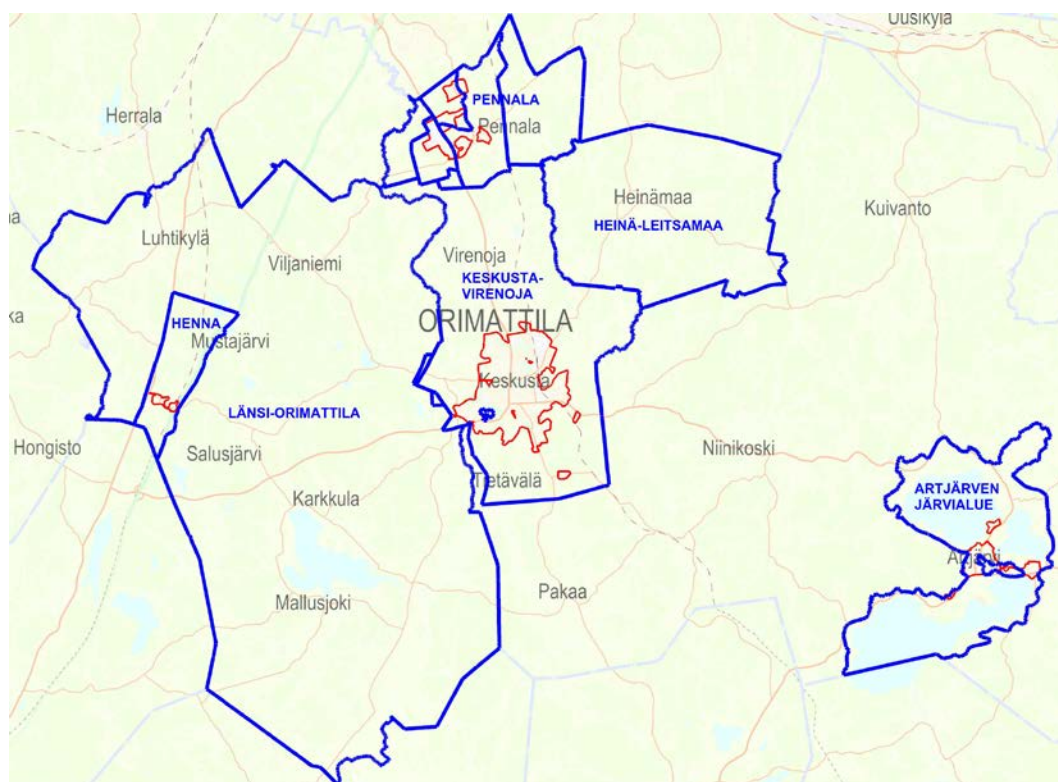
4.1.2 Asemakaavoitus

Koko Orimattilan pinta-alasta alle kolme prosenttia on asemakaavoitettu. Orimattilassa on asemakaavoja keskustassa, Pennalassa, Hennassa sekä Artjärvellä. Kaikki asemakaava-alueet ovat kartalla kuviossa 3. Tässä työssä tarkastellaan pääasiassa keskustan ja Pennalan kaava-alueita.

Orimattilan keskustan asemakaava-alueesta noin 40 % on varattu asumiseen, 20 % virkistykseen, 16 % liikennealueisiin ja 10 % teollisuuteen. Selkeästi suurin osa (noin 70 %) asumiseen varatuista alueista on erillispientalojen korttelialueita (AO). Keskustan tuntumassa mahdollisia laajentumissuuntia ovat asumisen osalta Villin alue, Koivulan länsiosa, Arolan

etelä- ja länsiosat sekä Untamon alue. Teollisuuden laajentumissuuntia ovat Sampolan ja Orivillen pohjoisosat.

Pennalan asemakaava-alueesta noin 26 % on varattu liike- ja toimitilarakentamiseen, 22 % asumiseen, 18 % maa- ja metsätalouteen, 16 % liikennealueisiin ja 10 % teollisuuteen. Asumiseen varatuista alueista erillispientalojen korttelialueita (AO) on noin 90 %. Pennalassa asemakaavaa laajennetaan logistiikka- ja teollisuusalueen osalta länteen sekä etelään päin. Asuintonttien osalta asemakaavaa laajennetaan yhtenäistämällä nykyisiä Pennalan ja Pasinan kaava-alueita.



KUVIO 3. Orimattilan osayleiskaava-alueet sinisellä ja asemakaava-alueet punaisella rajattuna.

4.1.3 Maankäytön muutosalueet

Orimattilan kaupungin kaavoitusohjelmassa 2018–2022 on yksi osayleiskaavamuutos ja 17 asemakaavaa tai asemakaavamuutosta. Merkittävimpiä uusia alueita on suunnitteilla Pennalaan, Villin alueelle ja Virenojalle. Virenojan kylälle laaditaan ensimmäisiä asemakaavoja. Virenojantien eteläpuolelle koulun läheisyyteen on suunnitteilla uusi noin 20 omakotitontin asuntoalue. Noin kilometri koululta itään on käynnistetty uuden pientaloalueen kaavoittaminen Lokkilammen ympäristössä.

Pennalassa kaavoitetaan uusia pientalotontteja koulun viereen ja laajennetaan logistiikka- ja teollisuusalueita. Keskustan tuntumassa on suunniteltu osayleiskaavan muuttamista ja asemakaavan laajentamista Sampolan ja Orivillen työpaikka- ja teollisuusalueiden laajentamiseksi pohjoiseen. Villin alueelle on pitkän aikavälin tavoitteena kaavoittaa uutta asumista. Heinämaantien ja Lahdentien kulmaan suunnitellaan päivittäistavarakaupan tonttia. Keskustan ja Pennalan kaavoitusohjelman mukaiset kaava-alueet on rajattu kartalle kappaleessa 7.3.2.

4.2 Rakentamistilanne

Vuonna 2017 rakennusvalvonta myönsi 18 uuden omakotitalon ja neljä uuden rivitalon rakennuslupaa. Omakotitalojen luvista kolme sijoittui Pennalaan, yhdeksän keskustaan ja kuusi haja-asutusalueelle. Kahtena edellisena vuonna lupien määrät olivat samaa luokkaa. Vuonna 2018 rakentaminen on piristynyt edellisvuosiin nähden. Kaupunki rakentaa keskustaan uutta urheilutaloa vanhan viereen. Uusia omakotitalolupia oli myönnetty toukokuussa jo sama määrä kuin edellisvuonna yhteensä.

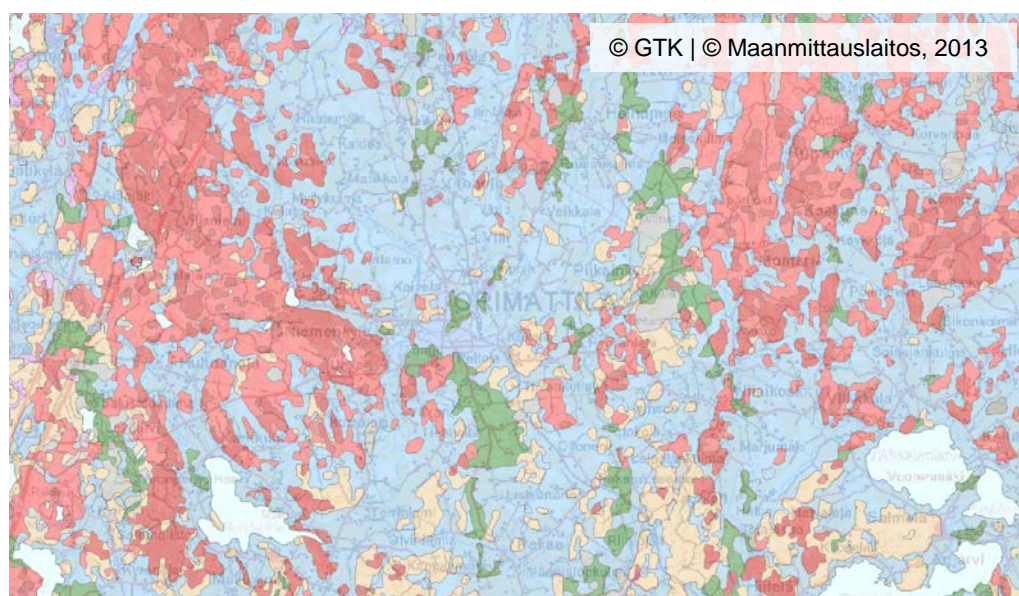
Suurimpia kunnallistekniikan urakoita tehdään Pennalassa ja Hennan juna-aseman läheisyydessä. Hennaan rakentuu kokonaan uusi kaupunginosa. Alueelle rakennetaan vuonna 2018 ensimmäisiä pientaloja. Pennalan logistiikka-alueen laajennuksen rakentaminen on käynnissä katujen ja Lahdentien (maantie 167) liittymien parantamisen osalta. Samalla alueelle rakennetaan hulevesialtaita kasvavien hulevesivirtaamien viivyttämiseksi.

Vajaan 27 hehtaarin alueelle on kaavoitettu rakennusoikeutta yhteensä 87 504 kerrosneliötä. Rakennusoikeudesta lähes 90 prosenttia on osoitettu toimitilarakentamista varten. Loput rakennusoikeudesta on osoitettu teollisuus- ja varastorakennuksia varten.

4.3 Luonnonympäristö

4.3.1 Kallio- ja maaperä

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Maankamara-karttapalvelun mukaan Orimattilan keskustan ja Pennalan kaava-alueet ovat kallioperältään pääosin graniittia. Tönnön, Rauhalan, Kankaanmäen ja Jokelan alueilla kallioperä on grano- ja kvartsidioriittia, Arolassa Metsärinteen eteläosassa paragneissia. Artjärven kaava-alueet ovat kallioperältään rapakivigraniittia. Maaperäkartan mukaan Orimattilan, Artjärven ja Pennalan asemakaava-alueet ovat suurelta osin savea. Kuviossa 4 on ote pelkistetyistä maaperäkartasta. Sininen sävy on savea, punainen kalliomaata, vihreä karkearaikaisia maalajeja (pääosin karkeaa hietaa tai hiekkaa), keltainen pääosin hiekkamoreenia ja harmaa turvetta. (Geologian tutkimuskeskus 2015.)



KUVIO 4. Ote maaperäkartasta (Geologian tutkimuskeskus 2015).

4.3.2 Pohjavesialueet

Orimattilan pohjavesialueiden vuonna 2014 päivitetyn suojelusuunnitelman mukaan kaupungissa on yhteensä 35 pohjavesialuetta, joista kolme sijoittuu suurimmaksi osaksi Orimattilan ulkopuolelle. Merkittävimmät pohjavesimuodostumat ovat pitkittäisharjujaksolla, jolle myös kaupungin keskustaajama sijoittuu. Orimattilan keskustan asemakaava-alueella ovat Untamon, Sikosuon, Tönnön sekä Ämmäntöyrään I-luokan pohjavesialueet. Kaupungin vesilaitoksella on käytössä neljä vedenottamo keskustan alueella. Sikosuon ja Tönnön pohjavesialueet on luokiteltu riskipohjavesialueiksi. Molemmilla alueilla pohjavedessä on todettu torjunta-aineita ja Sikosuolla lisäksi kohonnut kloridipitoisuus. Pennalassa osittain asemakaava-alueella on Pyssymäen I-luokan pohjavesialue. Pyssymäen pohjoiskärjessä on lähteikköjä, joiden valuma-alue ulottuu Rengonjokilaaksossa noin kolme kilometriä etelän suuntaan. Pyssymäen pohjoispäässä sijaitsee Pennalan vedenottamo. (Ihanamäki 2014.)

Suojelusuunnitelmassa on annettu ohjeita maankäytön suunnitteluun pohjavesialueilla. Ohjeissa mainitaan muun muassa seuraavat asiat:

- Suunnittelun alussa tulee selvittää pohjavesiolosuhteet.
- Pohjavesialueille ei tule kaavoittaa uutta tai laajentaa olemassa olevaa pohjavesiä vaarantavaa teollisuutta.
- Puhtaita sadevesiä ei tule tarpeettomasti johtaa pois rakennetuilta alueilta, jotta pohjaveden muodostuminen ei vähene.
- Kaavamääräykset voivat koskea öljysäiliöiden sijoittamista, ulkovarastointia sekä piha- ja liikennealueen päällystämistä.
- Vedenottamoiden lähialueet (vähintään 300 metrin säteellä vedenottamosta pohjaveden virtaussuunnassa) tulee pyrkiä rauhoittamaan rakentamiselta. (Ihanamäki 2014.)

4.3.3 Ilmasto

Päijät-Hämeen maakunta kuuluu ilmastollisesti eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen. Maakunnan vuoden keskilämpötila on tavallisesti vajaan +4 asteen ja +4,5 asteen välillä. Vuoden keskimääräinen sademäärä on vaihte-

levästi 550–650 millimetrin välillä. Elokuussa sataa tavallisesti eniten, keskimäärin 70–80 millimetriä, ja huhtikuussa vähiten, noin 30 millimetriä. Pysyvä lumipeite saadaan keskimäärin joulukuun alussa. Lunta on eniten maaliskuun alkupuolella, jolloin sitä on keskimäärin 30–40 senttimetriä. (Ilmasto-opas 2017c.) Syksy 2017 oli poikkeuksellisen sateinen. Lahden Launeen havaintoaseman sadesumma oli elokuussa 112,1 millimetriä ja lokakuussa 112,7 millimetriä. (Ilmatieteen laitos 2018.)

4.3.4 Ilmastonmuutoksen vaikutus sademääriin

Suomen lämpötilan on ennustettu nousevan ja sademäärien kasvavan ilmastonmuutoksen seurauksena. Etenkin talviaikaan lämpötilat kohoavat ja vesisateet lisääntyvät. Muutos on pienempi kesällä, jolloin kasvukausi tulee pidentymään ja rankkasateet sekä hellejaksot yleistymään. Uusimmat ennusteet Suomen tulevaisuuden ilmastosta perustuvat useilla eri ilmastomalleilla tehtyihin laskelmiin. Laskelmia tehdään eri skenaarioiden mukaan, joiden toteutuminen riippuu päästöjen määrän kehityksestä. (Ilmasto-opas 2017a.) Orimattilan sademäärien on arvioitu kasvavan optimistisen skenaarion mukaan noin 11 prosenttia nykytilanteesta vuoteen 2085 ja suuripäästöisen skenaarion mukaan jopa 18 prosenttia. (Ilmasto-opas 2017b.)

4.4 Hulevesien hallinta Orimattilassa

Orimattilassa vastuu hulevesien hallinnasta on kokonaan kaupungin yhdyskuntapalveluilla. Elinvoima- ja tekninen valiokunta valvoo hulevesien hallintaa ja hyväksyy hulevesisuunnitelmat. (Orimattilan kaupunki 2018c.) Kaupunki ei ole laatinut hulevesiohjelmaa tai muuta hulevesien hallinnan kokonaissuunnitelmaa. Orimattilassa monilla alueilla savinen maaperä tekee hulevesien imeyttämistä mahdotonta. Suurin riski Orimattilassa piilee alavilla alueilla hulevesitulvan ja vesistötulvan yhteisvaikutuksessa.

4.4.1 Hulevesien huomioiminen kaavoituksessa

Kaavoitus antaa lähtökohdat hulevesien hallintaan. Orimattilassa on viime vuosina alettu kiinnittämään enemmän huomiota hulevesiin jo kaavoitusvaiheessa. Kokonaisvaltaista hulevesien hallinnan suunnittelua ei kuitenkaan ole tehty. Hulevesien kannalta merkittävimpiä kaavoituskohteita varten on laadittu erillisiä hulevesiselvityksiä, joihin hulevesien hallintaa koskevat kaavamääräykset perustuvat. Usein hulevesisuunnittelua tehdään vasta katusuunnitelman laatimisen yhteydessä kaavoituksen jälkeen.

Ainoastaan Hennan uuden kaupunginosan kaavoituksessa hulevesiä on selvitetty laajemmin suunnittelun alusta asti. Pennalan logistiikka-alueen hulevesiä on selvitetty alustavasti vuonna 2012. Alueen laajentuessa hulevesien johtamisesta Porvoonjokeen tehtiin selvitys ja suunnitelma vuonna 2017. Orimattilan keskustassa hulevesiä ei ole selvitetty kokonaisuutena eikä myöskään erillisten kaavamuutoshankkeiden yhteydessä.

4.4.2 Nykyiset hulevesijärjestelmät

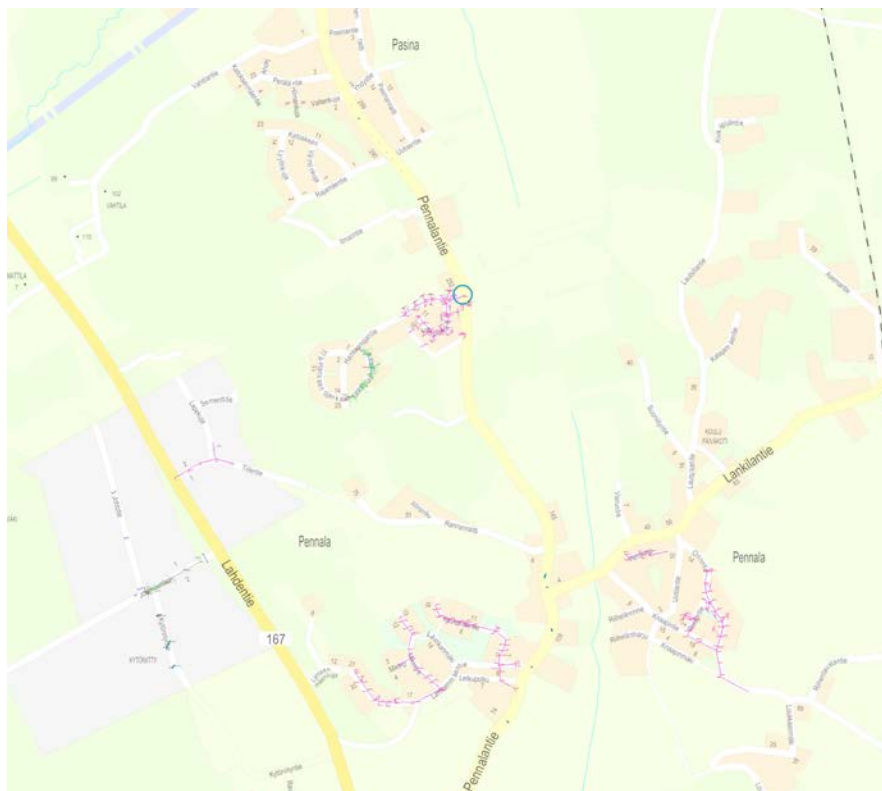
Orimattilassa hulevesiä johdetaan vesistöihin enimmäkseen avoimessa kuivatusjärjestelmässä. Etenkin vanhoilla alueilla kiinteistöjen ja katualueiden hulevedet on ohjattu avouomiin ja painanteisiin. Tarvittavilta osin vesiä johdetaan rummuissa ja hulevesiviemärissä. Orimattilassa on noin 50 kilometriä hulevesiverkostoa, 1500 sadevesikaivoa ja viisi pumppaamo. Kuivatusjärjestelmiä täytyy kunnossapitää muun muassa kaivamalla avo-ojia auki, tyhjentämällä sadevesikaivoja sekä poistamalla roskia ja kiintoainesta kaivojen ritilöistä ja putkistosta. (Orimattilan kaupunki 2018c.)

Laajin hulevesiviemäriverkosto on keskustan alueella (kuvio 5). Kartassa esitettyjen linjojen värit viittaavat eri aikoina tehtyihin kartoituksiin. Keskustan tuntumassa ongelmallisimmiksi alueiksi tiedetään Koivulan ja Peltolan vanhat asuinalueet sekä Sampolan teollisuusalue. Kyseiset alueet ovat maastoltaan tasaisia ja avoimien kuivatusjärjestelmien varassa (kuva 2).



KUVIO 5. Keskustan seudun hulevesiviemärilinjat.

Hulevesiviemäriä on myös Pennalassa, Artjärvellä ja Hennassa. Artjärvellä on kartoitettu vain yksi lyhyt linja. Hennassa on rakennettu hulevesiviemäriä ensimmäisten katujen rakentamisen yhteydessä. Pennalan Pasinassa ei ole hulevesiviemäröintiä (kuvio 6). Logistiikka- ja teollisuusalue Lahdentien länsipuolella on hulevesien hallinnan kannalta haasteellinen. Alueen hulevedet kulkeutuvat Lahdentien itäpuolelle ja koko kylän halki pohjoiseen kohti Rengonjokea. Rengonjoki kääntyy Pennalan pohjoispuolella kohti länttä ja Lahdentien länsipuolella se yhtyy Porvoonjokeen. Rengonjoen uoma on vanhaa suoaluetta ja se tiedetään herkästi tulvivaksi alueeksi jo nykyisellä maankäytön kuormituksella. Hulevesien viivyttämiseksi logistiikka-alueelle on rakennettu viivytyksaltaita (kuva 1).



KUVIO 6. Pennalan hulevesiviemärilinjat.



KUVA 1. Pennalan ensimmäinen hulevesien viivytysallas.



KUVA 2. Vanhan asuinalueen hulevesiä ohjataan avo-ojissa.

Kaupungin hulevesijärjestelmän kartoitus on puutteellinen varsinkin rumpujen osalta. Keskustan rumpuja on inventoitu keväällä 2017 ympäristövalvonnan harjoittelijan toimesta, mutta tietoja ei ole digitoitu kaupungin kartoille. Hulevesien hallintasuunnitelman laatimista varten inventointia ja kartoitusta täytyy jatkaa. Lahden ammattikorkeakoulun insinööriopiskelijat tekivät keväällä 2017 harjoitustyön Orimattilan hulevesiin liittyen. Opiskelijat kävivät kuudessa ryhmässä alueittain tutkimassa nykyistä keskustan hulevesiverkostoa. Alueilta löytyi erilaisia ongelmakohtia sekä hulevesijärjestelmän kunnossapidon että mitoituksen osalta. Lisäksi hulevesiä puretaan suoraan vesistöihin ilman viivytystä tai käsittelyä. Tämä aiheuttaa muun muassa haitta-aineiden kulkeutumista vesistöihin ja eroosio-ongelmia hulevesien purkupaikoilla. Opiskelijat olivat pohtineet myös hulevesijärjestelmän kehittämideoita, kuten sopivia viivytyspaikkoja, kunnostettavia ojia sekä rumpuja ja uusien hulevesiviemäriinjojen rakentamistarvetta. (LAMK 2017.) Opiskelijoiden havainnot hulevesiongelmissa on otettu huomioon hulevesimallin validoinnissa kappaleessa 6.2.

4.4.3 Hulevesien laadulliset haitat

Palojokeen ohjataan paljon hulevesiä Orimattilan keskustan alueelta. Lahden ammattikorkeakoulussa keväällä 2018 valmistuneessa Mirella Pynnisen opinnäytetyössä on tutkittu hulevesien laatua ja niiden vaikutusta Palojokeen. Palojoen ekologinen tila on luokiteltu EU:n vesipuitedirektiivin mukaisen laatuluokituksen mukaan välttäväksi. Opinnäytetyötä varten näytteitä otettiin kesällä ja syksyllä 2017. Näytteenottoaikoiksi valittiin kolme purkupistettä Lahdentien ja Lahti–Loviisa-junaradan väliseltä alueelta. Näytteiden perusteella ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöstä hulevesien Palojoen vedenlaatua heikentävästä vaikutuksesta. Tulosten perusteella vesistöön ei aiheudu hulevesistä merkittävää kuormitusta. Hulevesien pH-arvot ovat hieman emäksisiä, mikä voi vaikuttaa Palojoen ekologiseen tilaan. Luotettavien tulosten saamiseksi tulisi näytteitä ottaa useamman vuoden ajalta eri vuodenaikoina koko valuma-alueen laajuudelta. (Pynninen 2018.)

4.4.4 Hulevesien hallintasuunnitelma

Orimattilan kaupungin tekninen toimi valmistelee hulevesien hallintasuunnitelman laatimista. Kaikkia kaava-alueita koskevalle kokonaissuunnitelmalle on tarvetta, koska Orimattilassa ei ole aiemmin laadittu selkeää toimintamallia hulevesien hallintaan. Hulevesiongelmista tulee kaupungille yhä enemmän palautetta ja rankkasateiden määrän kasvu voi lisätä ongelmia. Yleisimpiä ongelmia ovat tukkeutuneiden sadevesikaivojen tai jäätyneiden rumpujen aiheuttamat tulvat keväisin. Havaituista ongelmista kerrotaan enemmän kappaleessa 6.2.

Suunnitelmassa voidaan kirjata hulevesien hallinnan vastuut, tehdä strateginen suunnitelma pitkälle aikavälille ja määrittää periaatteet hulevesien käsittelemisessä. Kaavoituksen näkökulmasta olisi tärkeää, että hulevesijärjestelmän kehittämiseksi olisi selkeät tavoitteet, jotka voitaisiin ottaa huomioon kaavoja laatiessa. Hulevesijärjestelmän kehittämistä ajatellen mielenkiintoisia raportteja ja työkaluja löytyy esimerkiksi ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluoppaasta. Suunnitteluopas on kehitetty Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun -hankkeessa. (Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas. 2018a.) Osana ILKKA-hanketta on Turun seudulle laadittu alueellinen hulevesisuunnitelma, johon on kirjattu muun muassa toimenpidesuositukset ja ehdotusten kustannusarviot, kii-reellisyysjärjestys sekä esimerkkejä hulevesien hallinnan huomioimiseksi yleiskaavoituksessa. (ILKKA-hanke 2018.)

Helsingin kaupunki on mukana mielenkiintoisissa hulevesien hallinnan kehittämiseen liittyvissä hankkeissa. Citywater-hankkeessa on tehty muun muassa hulevesien hallinnan kustannus-hyötyanalyysiä. Luonnonmukaisen hulevesien hallinnan case-tutkimuksena on Lahden Kariston hulevesikosteikko. (Citywater 2018.) Käynnissä olevan iWater-hankkeen tavoitteena on liittää hulevesien luonnonmukainen hallinta olennaiseksi osaksi kaupunkisuunnittelua. Hankkeen sivuilta löytyy muun muassa viherkerrointyökalu ja erilaisia kaupunkisuunnittelun pilottikohteita. (iWater 2018.)

5 HULEVESITULVAMALLINNUS

Suomen ympäristökeskus on laatinut pintavaluntamallilla kaikille taajama- ja asemakaava-alueille alustavat hulevesitulvakartat, jotka tulivat kuntien käyttöön maaliskuussa 2018. Kartoille on mallinnettu sekä vesisyvytydet että virtausnopeudet. (Huokuna & Sane 2018.) Orimattilassa mallinnus kattaa keskustan, Pennalan ja Artjärven kaava-alueet. Hennan alueelta mallinnusta ei ole tehty, koska se ei ole vielä tarpeeksi suuri taajama-alue.

5.1 Mallinnusmenetelmä

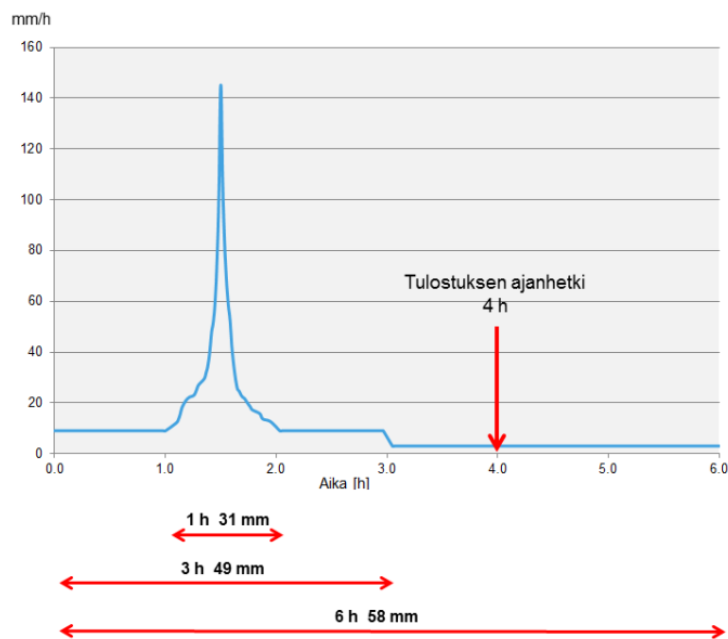
5.1.1 Korkeusmalli

Hulevesimallinnuksen pohjana on käytetty Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoon perustuvaa KM2-korkeusmallia (Huokuna & Sane 2018). Korkeusmalli on ruutukooltaan 2 m x 2 m ja korkeustarkkuudeltaan keskimäärin 30 cm. Korkeusmalli ei vielä kata koko Suomea. (Maanmittauslaitos 2018a.) Orimattilan osalta korkeusmalli kattaa koko kaupungin, mutta sille ei ole tehty ajantasaistusta. Korkeusmalli perustuu vuoden 2011 laserkeilausaineistoon. (Maanmittauslaitos 2018c.) Mallinnus on tehty TM35-karttalehtijaon (1:10 000) mukaisille 6 km x 6 km alueille, joilla korkeusmalli oli saatavilla (Huokuna & Sane 2018).

Korkeusmallia valmisteltiin mallinnusta varten muun muassa nostamalla rakennuksia 30 cm rakennuksen kohdalla olevasta korkeusmallin mukaisesta korkeimmasta kohdasta. Hulevesitulvamallissa se on siis kynnyсарvo, jonka ylityttyä voidaan olettaa rakennuksen kastuvan. Lisäksi korkeusmalliin on koverrettu virtausreitit uomien ja liikenneverkon leikkauskohtiin uomaviivan kohdalla olevan matalimman korkeuslukeman mukaisesti. Tiedot uomista, rummuista, teistä ja junaradoista perustuvat Maanmittauslaitoksen, Liikenneviraston ja Maa- metsätaloustuottajain keskusliiton (MTK) aineistoihin. (Huokuna & Sane 2018.)

5.1.2 Pintavaluntamalli

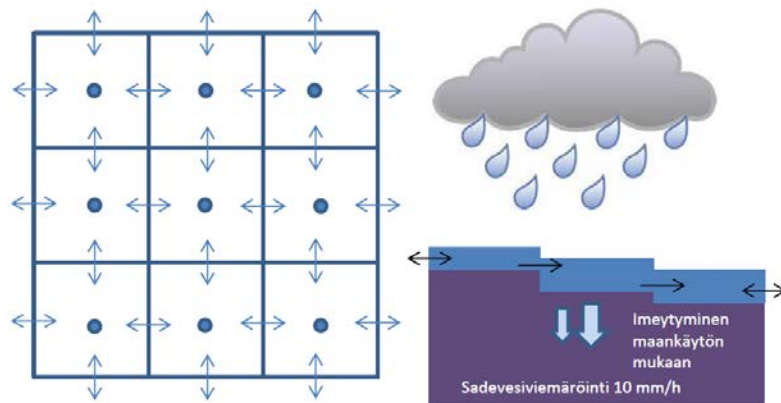
Pintavaluntamallilla on laskettu tietyn sadetapahtuman aiheuttama pinta-
valunta korkeusmallin mukaisessa ruudukossa (2 m x 2 m). Jokaiselle
ruudulle on määritetty pohjan korkeus ja vesisyvyys. Laskentaan on valittu
kaksi neljän tunnin sadetapahtumaa. Toinen vastaa keskimäärin kerran
sadassa vuodessa toistuvaa sadetapahtumaa (kuvio 7) ja toinen Porin
kesän 2007 rankkasadetta. Koko laskennan ajalta tulokseksi on otettu jo-
kaisen laskentapisteen suurin vesisyvyys ja virtausnopeus. (Huokuna &
Sane 2018.)



KUVIO 7. Mallinnuksessa käytetty harvinainen (1/100a) sadetapahtuma (Huokuna & Sane 2018).

Laskennassa on käytetty Corine 2012-maanpeiteaineistoon perustuvia oletuksia muun muassa hulevesiviemäroinnin ja maaperään imeytymisen osalta. Hulevesijärjestelmä on oletettu olevan rakennetuilla alueilla, jotka

ovat maanpeiteaineiston luokissa 1-7 tai 11 (esimerkiksi asuin-, teollisuus-, liikenne- ja rakennustyöalueet). Näillä alueilla laskennassa on käytetty häviötä 10 mm/h (kuvio 8). Samoilla alueilla sadannasta on oletettu menevän valuntaan 65–95 % riippuen läpäisemättömän pinnan osuudesta. Muilla alueilla menee maankäytöstä riippuen valuntaan 5–30 % sadannasta. Lisäksi virtauslaskentaan on käytetty maanpeiteaineiston pohjalta määritetyjä karkeuskertoimia (Manning-n). (Huokuna & Sane 2018.)



KUVIO 8. Pintavaluntamallin laskentaperiaate (Huokuna & Sane 2018).

5.2 Korjaustarve

Tarkoituksena on, että kunnat tekevät halutessaan karttoihin korjauksia esimerkiksi puuttuvien rumpujen osalta. Muutoksia on mahdollista tehdä Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelun, ArcGIS REST-rajapinnan sekä shapefile-muotoisen karttatason avulla. Karttapalveluun korjaukset eivät päivity automaattisesti vaan mallinnus tehdään uudestaan Suomen ympäristökeskuksen toimesta noin kuukauden välein. (Huokuna & Sane 2018.)

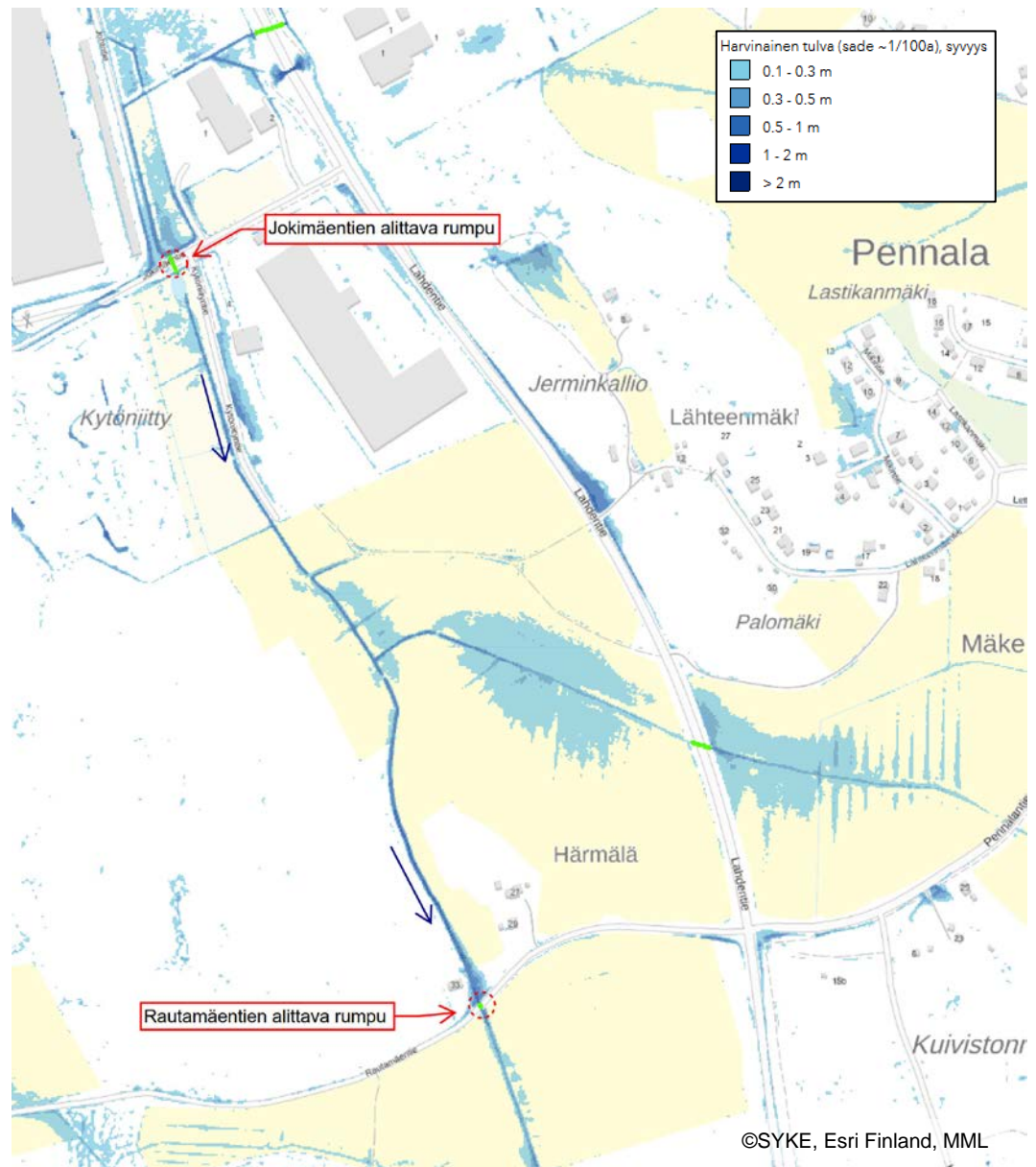
6 TYÖVAIHEIDEN KUVAUS

6.1 Korjaukset Orimattilan aineistoon

Orimattilassa kolme halkaisijaltaan 600–800 millimetrin kokoista rumpua lisättiin hulevesitulvakarttaan Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelussa. Rummun saa lisättyä karttapalveluun piirtämällä virtauksen suuntaisen viivan, jonka tiedoiksi annetaan halkaisija, vierekkäisten rumpujen lukumäärä sekä rummun päiden vesijuoksun korkeudet. Suomen ympäristökeskus on tehnyt ohjevideon helpottamaan korjausten ja merkintöjen tekoa karttapalveluun. (Ympäristöhallinto 2018c.)

Orimattilan karttaan lisätyt rummut olivat sellaisia, joiden puuttuminen tulvakartasta oli selkeästi havaittavissa. Enempää korjauksia karttaan ei tehty, koska se olisi vaatinut rumpujen inventointia eikä kaupungilla ollut käytettävissä resursseja työhön. Toisaalta tarkempien korjausten tekeminen ei ollut tämän opinnäytetyön kannalta välttämätöntä. Rumpujen puuttumisen aiheuttama epävarmuus täytyy kuitenkin ottaa huomioon karttaa tulkittaessa.

Keskustassa lisättiin Artjärventien alittava rumpu Peltolan alueella ja Pennalassa Pennalantien ja Jokimäentien alittavat rummut. Muutosten aiheuttamia muutoksia vesisyvyyyksiin vertailtiin karttapalvelussa. Visuaalisen tarkastelun lisäksi määrällisestä tarkastelusta ei koettu olevan tässä työssä suurta hyötyä. Karttapalvelussa rummuista on saatavissa myös virtaama- ja vedenkorkeustietoja. Jokimäentien alittavan rummun lisäämisen vaikutusta vertailtiin tutkimalla muutosta Rautamäentien alittavan rummun tiedoissa (kuvio 9). Orimattilan kartoille tehtyjen korjausten vaikutuksia ja merkittävyyttä on arvioitu kappaleessa 7.1.



KUVIO 9. Pennalan alueella tarkastellut rummut.

6.2 Orimattilan karttojen validointi

Mallinnuksen epävarmuuksien vuoksi tulee hulevesitulvakartoille tehdä validointia. Validointi eli kartan luotettavuuden arviointi tehtiin vertaamalla toteutuneita tulvia kartan antamiin tuloksiin. Orimattilassa toteutuneista hulevesitulvista kerättiin tietoa avoimen asukaskyselyn ja asiantuntijahaas-

tattelujen avulla. Lisäksi huomioitiin Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijoiden projektityössä tehdyt huomiot. Kyselyn, haastattelujen ja opiskelijatöiden kautta kerätyt hulevesiongelma-kohteet vietiin paikkatietona Suomen ympäristökeskuksen karttapalveluun, jossa tuloksia voitiin vertailla keskenään. Arvioinnin tulokset on koottu kappaleeseen 7.2.

6.2.1 Hulevesikysely

Hulevesiin liittyvistä ongelmista oli mahdollisuus antaa palautetta 4.4. – 4.5.2018 Orimattilan kaupungin Trimble-palautejärjestelmässä. Kyselyssä oli muutama avoin kysymys ja kartta, johon toivottiin ihmisten merkitsevän hulevesien kannalta ongelmallisia paikkoja. Kuvakaappaus Trimble-palautepalvelun kyselystä on liitteessä 1. Kyselystä tiedotettiin kaupungin kotisivuilla, Facebookissa sekä paikallislehdessä. Vastauksia kuntalaisilta tuli palautepalvelun kautta 15 kappaletta ja paikallislehden jutun myötä tietoja tuli puhelimitse kuudelta asukkaalta. Jokainen palaute koski pihojen tai katu- ja tiealueiden tulvimista. Ilmoituksia puutteista hulevesijärjestelmässä tuli kymmenen, kunnossapidon ongelmista kuusi ja katurakenteellisista ongelmista neljä. Palaute jakautui vanhojen asuinalueiden kesken, mutta muita enemmän vastauksia tuli Koivulan alueelta. Muutamassa vastauksessa huomautettiin hulevesitulvien aiheuttavan vaaraa ihmisille ja aiheuttavan kosteusvaurioita rakennuksiin.

Lisäksi YIT:n yhteyshenkilöltä pyydettiin raportti Orimattilan hulevesipalautteista, koska YIT Oyj hoitaa kaupungin katujen kunnossapidon ja ylläpitää omaa palautejärjestelmäänsä (palvelukeskus PANU). Keväältä 2018 palautteita oli tullut 20 kappaletta. Muutamaa palautetta lukuun ottamatta kaikissa kerrottiin tulvista tonteilla tai kaduilla. Kolme neljäsosaa ongelmista liittyi tukkeutuneisiin rumpuihin. Selkeästi eniten palautteita oli tullut Pennalan Pasinan asuinalueelta.

6.2.2 Asiantuntijahaastattelut

Kaupungin sisällä haastateltiin kunnallistekniikan työnjohtajaa, vesilaitoksen vesihuoltopäällikköä sekä ympäristönsuojelusihteeriä. Haastateltavilta

kysyttiin, onko heillä tietoa hulevesitulvista tai mitkä alueet ovat hulevesien kannalta ongelmallisimpia. Vesihuoltopäälliköltä tiedusteltiin lisäksi, millä tavoin hulevedet voivat vahingoittaa vesilaitoksen toimintaa. Kunnallistekniikan työnjohtaja kertoi suurimmaksi ongelma-alueeksi Pasinan asuinalueen alavimmat osat, jossa tulvia esiintyy aina keväisin. Suurin osa ongelmista Orimattilassa on akuutteja kunnossapidon ongelmia, kuten jäätyneen rummun takia muodostuneita tulvia. Haasteellisia ovat alueet, joilla ei ole hulevesiviemärintiä. Tällaisia alueita ovat Pasinan lisäksi keskustanseudulla Koivulan asuinalueen vanhimmat osat sekä Sampolan teollisuusalue. (Komulainen 2018.)

Ympäristönsuojelusihterin mukaan Orimattilassa on ollut vesistötulvien aiheuttamia ongelmia joidenkin järvien ja jokien rannoilla. Tulvat ovat aiheuttaneet haittaa rantasaunoille, pihakaivoille sekä maanviljelykselle. Laadullisia ongelmia voi aiheutua öljynvuotoriskistä laajoilla pysäköintialueilla tai pohjavesialueella toimivilla polttoaineen jakeluasemilla. Ympäristönsuojelusihterille yhteydenottoja on tullut pitkällä aikavälillä asuinalueista eniten Peltolan Niittytien alueelta. Helsingintien ja Mustankorventien kulmaus on joskus tulvinut. Palojoen ylittävien siltojen Erkontien ja Luhtaisenpolun kohdalla on ollut tulvimista usein. Palojoen ja Porvoonjoen siltujen kohdalla vettä saattaa padottua liikkeelle lähteneen jään, roskan tai muun aineksen vuoksi. Ongelmallisimmiksi alueiksi kaava-alueella ympäristönsuojelusihteri nimeää Peltolan, hevoskylän, Orivillen, Sampolan ja Länsi-Pennalan alueet. (Liukkonen-Hämäläinen 2018.)

Vesihuoltopäällikkö kertoi, että vesilaitoksen tiedossa ei ole varsinaisia hulevesiongelma-alueita. Hulevedet voivat kuitenkin aiheuttaa ongelmia jätevesipumppaamoilla, jätevedenpuhdistamolla sekä vedenottamoilla. Jätevesipumppaamo voi ylikuormittua pitkään jatkuneen rankkasateen vuoksi. Jätevedenpuhdistamolla ja jätevesiverkostossa hulevedet voivat myös aiheuttaa ongelmia, jos hulevesiä pääsee runsaasti kuormittamaan verkostoa. Puhdistamolla hulevesien aiheuttama virtaamien merkittävä ja äkillinen kasvu voi vaikuttaa biologiseen prosessiin. Myös vedenottamoiden toimintaa tulvavedet voivat vahingoittaa. Hulevesitulvariskejä on olemassa, vaikka vesilaitos pyrkii ne minimoimaan. (Junkkari 2018.)

Hämeen ELY-keskuksen yhteyshenkilön kanssa keskusteltiin hulevesitulvariskeistä alueella, mutta heillä ei ollut tietoja tapahtuneista tulvista Orimattilassa (Seppälä 2018). Lisäksi Päijät-Hämeen pelastuslaitokselle lähetettiin kysely raportoiduista tulvista, joissa pelastuslaitos olisi joutunut pumppaamaan vesiä esimerkiksi kellareista. Pelastuslaitokselta ilmoitettiin, että suurempia hulevesitulvaongelmia ei ole ollut Orimattilan alueella eikä raporttia hulevesien pumppaamiseen liittyvistä hälytyksistä saatu. (Nevalainen 2018.)

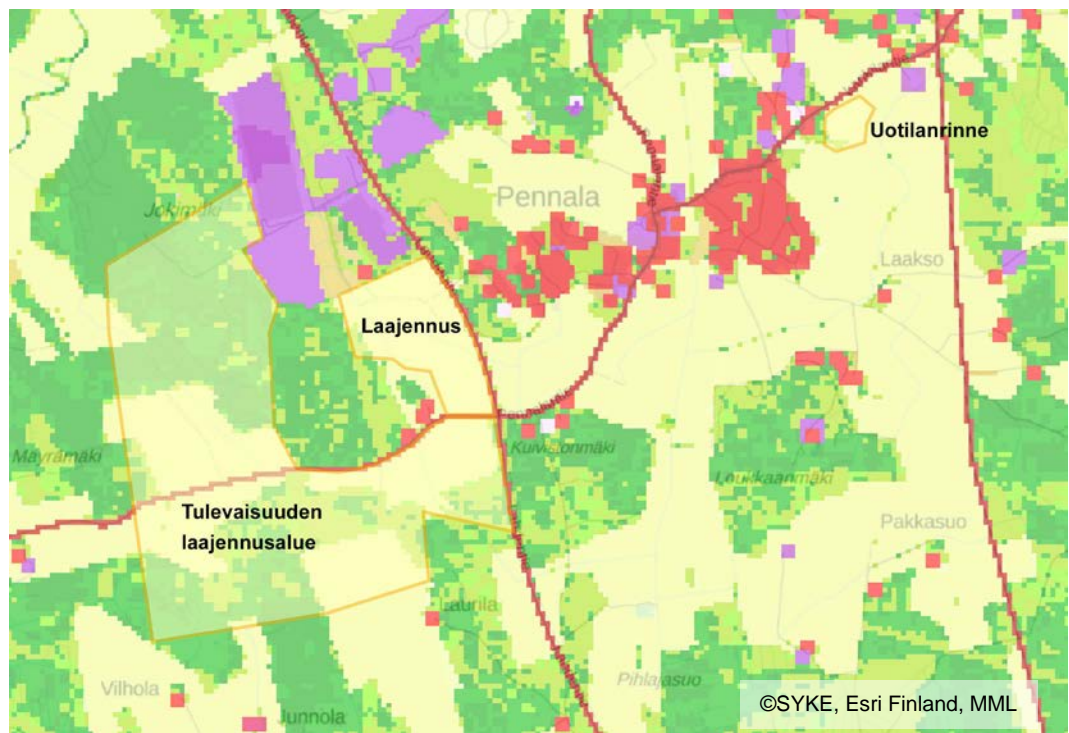
6.2.3 Opiskelijaprojektissa esille tulleet huomiot

Lahden ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan opiskelijat tekivät havainnot hulevesiongelmista projektityössään keväällä 2017. Havainnoista yhteensä kymmenen on merkitty hulevesitulvakarttaan. Merkinnöistä suurin osa sijoittuu Koivulan ja Lintulan alueille ja lisäksi yksittäiset merkinnät on tehty Kankaanmäelle, keskustaan ja Käkelään. Koivulan ja Lintulan alueilla opiskelijat olivat havainneet tulvivia ojaia, katuja tai kevyen liikenteen reittejä. Lisäksi Lintulassa oli havaittu yksi rikkoutunut rumpu. Yleisenä huomiona oli mainittu se, että Lintulan läntisten tonttikatujen hulevedet ohjataan putkissa suoraan Porvoonjokeen. Metsärinteen alueen rakentumisen edetessä mahdollisiksi riskeiksi on arvioitu Laasonojan kapasiteetti ja Helsingintien eteläreunan mahdollinen tulvariski. Laasonoja sijaitsee Metsärinteen asuinalueen eteläpuolella ja lähes kaikki alueen hulevedet virtaavat ojaan ja siitä edelleen Porvoonjokeen. Helsingintien eteläreunan ongelmallisuutta voi lisätä Kankaanmäentien rakentaminen Helsingintiehen saakka. Keskustan ja Käkelän alueilta oli tehty yleisesti huomioita kunnossapidon ongelmista kaivonkansien osalta. Tönnön, Jokelan ja Myllylän alueilla oli havaittu useita katurakenteen tai kunnossapidon ongelmakohtia. Lisäksi opiskelijaprojektissa oli mainittu Tönnön koulun kohdalla ja Palojoentien päässä sijaitsevien hulevesien purkupaikkojen eroosio. (LAMK 2017.)

6.3 Maankäytön muutosalueet

6.3.1 Pennalan uudelleen mallinnetut alueet

Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttojen valuntakertoimet perustuvat Corine 2012-maanpeiteaineistoon. Alustavan hulevesitulvakartan hyödyntämistä kaavoituksessa tutkittiin tekemällä tulevaisuuden kaava-alueille uudet mallinnukset ja vertaamalla niitä nykytilanteen mukaiseen mallinnukseen (kappale 7.3.1). Karttapalveluun rajattiin alueet, joiden maankäyttöluokitus tulee muuttumaan. Suomen ympäristökeskus teki sen jälkeen uudet kartat alueelta. Työssä tarkasteltiin Pennalan logistiikka-alueita ja Uotilanrinteen asuinalueita (kuvio 10).



KUVIO 10. Pennalan maankäytön muutosalueet ja Corine2012-maanpeiteaineisto.

Nykytilanteen mukaisesti Pennalan logistiikka-alueen laajennussuunnat ovat peltoa ja metsää. Maankäytön vaikutusten vertailua varten tehtiin versio, jossa laajennusalueiden maankäyttöluokaksi muutettiin teollisuusalue. Vastaavasti Uotilanrinteen alueen maankäyttöluokka muutettiin peltoalueesta pientaloalueeksi. Sekä nykytilanteelle että tulevalle maankäytölle tehtiin uudet mallinnukset, jotta niistä saatiin vertailukelpoiset. Alueille tehtiin kartat, joissa mallinnusaika on pidempi (16 tuntia) ja hulevesiverkoston häviötä (10 mm/h) ei ole huomioitu. Häviö jätettiin uusissa versioissa huomioimatta, koska alueet ovat nykytilanteessa rakentamattomia.

Maankäytön muutosten vaikutusten vertailua tehtiin visuaalisella tarkastelulla ja rumputietoja tutkimalla. Vesisyvyyksien erotusta nykyisen ja tulevan maankäytön välillä havainnollistamaan tehtiin kartta Suomen ympäristökeskuksen toimesta (liite 4). Sen avulla erottuvat alueet, joihin logistiikka-alueen laajennus hulevesien osalta eniten vaikuttaa. Mallinnuksen mukaisia vaikutuksia verrattiin lisäksi alueelle laaditun hulevesiselvityksen laskelmiin.

6.4 Muut maankäytön muutosalueet

Kaavoitusohjelmassa 2018–2022 olevien kaavahankkeiden mahdollisia tulvariskejä arvioitiin alustavasti mallinnuksen avulla. Orimattilan keskustan seudun ja Pennalan kaavoituskohteiden yleispiirteiset rajaukset vietiin hulevesitulvakartalle karttapalvelussa. Vesisyvyyyksiä kunkin kaavoituskohteen alueella tarkastelemalla todettiin mahdolliset tulevaisuuden selvitystarpeet ja riskialueet. Johtopäätökset ovat kappaleessa 7.3.2.

6.5 Painanteiden kartoitus

Hulevesitulvakarttaa tarkastelemalla kartoitettiin mahdollisesti kaavoituksessa huomioitavia luonnollisia painanteita, joihin hulevesiä kertyy niiden valuma-alueilta (kappale 7.3.3). Paikkatietotarkastelut painanteiden osalta tehtiin keskustan seudulta ja Pennalasta asemakaava-alueelta tai sen välittömästä läheisyydestä. Karttoihin rajattiin yleispiirteisesti painanteet ja merkittiin tärkeimpiä virtausreittejä kunkin painanteen valuma-alueelta.

Lisäksi painanteet numeroitiin ja niiden likimääräinen pinta-ala mitattiin karttapalvelussa. Tarkastelussa otettiin huomioon selkeät, suuremmat painanteet, joiden valuma-alue on vähintään noin kymmenen hehtaarin laajuinen.

6.6 Hulevesitulvariskien alustava arviointi

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) edellyttää kuntia tekemään alustavan arvioinnin hulevesitulvariskeistä (19 §). Ensimmäisen kerran alustava arviointi tuli tehdä vuonna 2011. Se tulee päivittää ja tarkistaa aiemman arvioinnin pohjalta 22.12.2018 mennessä. Arvioinnin perusteella nimetään mahdolliset merkittävät hulevesitulvariskialueet tai todetaan, ettei niitä ole. Päätösehdotus tulee asettaa julkisesti nähtäville, jolloin kunnan jäsenillä ja osallisilla on mahdollisuus esittää mielipiteensä asiasta. Mahdollisille hulevesitulvariskialueille tulee laatia hulevesitulvavaara- ja tulvariskikartat ja hulevesitulvariskien hallintasuunnitelmat. Arviointiprosessi toistuu kuuden vuoden välein. (Kuntaliitto 2018.)

6.6.1 Turun alustava arviointi

Tässä opinnäytetyössä laadittuun alustavaan arviointiin käytettiin ohjeena Turussa diplomityönä tehtyä arviointia. Kyseisessä työssä laadittiin hulevesitulvariskien alustava arviointi Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttoja hyödyntäen. Turun hulevesiongelmakohteita oli ensin selvitetty kyselyn avulla, jonka tuloksista voitiin tunnistaa viisi ongelmakeskitymää. Toisessa vaiheessa oli pyritty tunnistamaan tulvariskialueita paikakatietotarkastelun avulla. Turussa tunnistettiin kahdeksan mahdollista hulevesitulvariskialuetta, mutta niistä yhtäkään ei nimetty merkittäväksi. Tutkimuksen kolmannessa vaiheessa tutkittiin alueita, joilla tulvariski tulisi ottaa huomioon maankäytön suunnittelussa. (Gustafsson 2018.)

6.6.2 Orimattilan ensimmäinen arviointi

Orimattilan kaupungin tekninen lautakunta hyväksyi ensimmäisen lain edellyttämän hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin kokouksessaan 13.12.2011. Alustavasta arvioinnista tehdyn raportin mukaan Orimattilan kaupungin tiedossa ei ole ollut lain (laki tulvariskien hallinnasta 620/2010) mukaisia hulevesitulvia, joilla olisi ollut merkittäviä vaikutuksia. Merkittäviä hulevesitulvariskialueita ei myöskään ehdotettu nimettäväksi.

Tulevaisuudessa mahdollisesti esiintyvien hulevesitulvien arviointi perustui vähintään kerran sadassa vuodessa esiintyvän sadannan mukaisen rankkasateen aiheuttaman hulevesitulvan mahdollisiin vaikutuksiin. Tällaisen sateen tunnin sadanta on noin 27–37 mm ja vuorokauden 77–90 mm. Ilmastomuutoksen vaikutuksesta oli arvioitu, että sademäärät tulevat kasvamaan noin 10–15 prosenttia seuraavien 50 vuoden aikana.

Arvio perustui kunnan asiantuntijoiden tietoihin ja kokemuksiin. Orimattilan alueelta ei tunnistettu alueita, joissa tulevaisuudessa mahdollisesti esiintyvä hulevesitulva voisi aiheuttaa merkittäviä vahingollisia seurauksia. Penalan teollisuusalueen rakentumisen myötä alueella muodostuu hulevesiä nykyistä enemmän. Ensimmäisen arvioinnin aikaan alueella oli käynnistetty hulevesien hallinnan suunnittelu.

6.6.3 Arvioinnin päivitys

Päivitystarvetta arvioitiin seuraavia asioita tarkastelemalla:

- Onko saatavilla uutta tietoa riskien arviointiin?
- Onko tapahtunut vahingollisia seurauksia aiheuttaneita hulevesitulvia edellisen arviointikierron jälkeen?
- Onko maankäytössä tapahtunut tai tapahtumassa merkittäviä muutoksia?
- Onko ilmastomuutoksen vaikutusten arviot oleellisesti muuttuneet?
- Onko toteutettu hulevesitulvariskien hallintatoimia? (Kuntaliitto 2018.)

Uutta tietoa arvioinnin tekemiseen tarjoaa Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakartta. Orimattilassa hulevesitulvariskien alustavaa arviointia päivitetään hyödyntämällä karttaa. Arviointia varten kartoitettiin ensin riskikohteet. Hulevesiongelma- ja riskikohteet vietiin hulevesitulvakartalle, josta laaditun paikkatietoanalyysin avulla alustavat tulvariskialueet on määritetty. Lopuksi arvioitiin riskien merkittävyyttä. Näiden vaiheiden jälkeen arvioitiin, onko Orimattilassa syytä nimetä hulevesitulvariskialueita. Arvioinnin tulokset ovat kappaleessa 7.4.

6.6.4 Riskikohteet

Orimattilassa riskikohteita hulevesitulvien osalta ovat vaikeasti evakuoitavat rakennukset, tulva-alueen asukkaat, lämpölaitos, jätevedenpuhdistamo, jätevesipumppaamot, vedenottamot, paloasemat, tietoliikenteen rakennukset, sähköasemat, tiet, rautatiet, ympäristölupakohteet, kirjastot, arkistot, museot, muinaisjäännökset sekä arvokkaat kulttuuriympäristöt. Vaikeasti evakuoitavia kohteita Orimattilassa ovat koulut (10 perusasteen koulua ja lukio), päiväkodit (13 kpl), vanhainkodit ja palvelutalot (5 kpl), terveyskeskus sekä neuvola. Lisäksi Orimattilassa on pienempiä huoltolaitosten yksiköitä, joiden määrästä ei ole tietoa.

Orimattilan keskustan tuntumassa on Viljamaan lämpölaitos, jossa tuotetaan suurin osa kaupungin kaukolämmöstä. Orimattilan Lämpö Oy toimii myös maakaasun jakelijana keskustassa, Virenojalla sekä Pennalassa. (Orimattilan Lämpö.) Orimattilan Vesi Oy:n vesi- ja viemäriverkosto kattaa Orimattilan keskustaajaman, Virenojan, Pennalan, Mallusjärven, Tuuliharjan sekä Artjärven alueet. Käytössä olevia vedenottamoita on seitsemän. Jätevedet puhdistetaan Vääräkosken jätevedenpuhdistamolla. Jäteveden pumppaamoita on kaikkiaan 63 kpl. (Orimattilan Vesi.) Hengan ja Pennalan rakenteilla oleville alueille on tulossa kolme uutta pumppaamo. Jokelessa on lisäksi yksi jätevedenpuhdistamon tulopumppaamo.

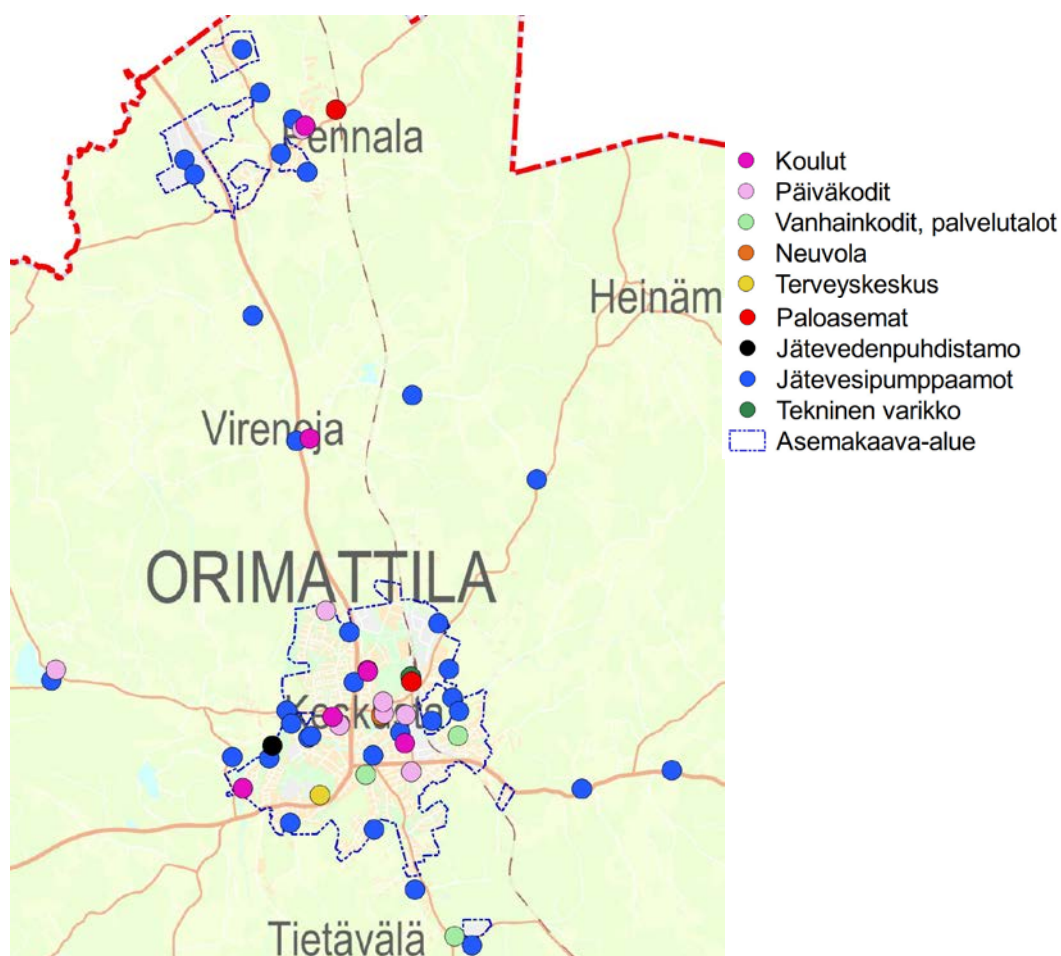
Paloasemia Orimattilassa on sekä keskustassa että Artjärvellä ja lisäksi Pennalassa on vapaapalokunta. Tietoliikenteen laitetoja Orimattilassa on 36 kpl (DNA Oyj). Lisäksi keskustan kaava-alueella on kaksi mastoa ja

Pennalan kaava-alueella yksi. Hulevesien tulviminen tietoliikenteen laitetoiloihin voi aiheuttaa tietoliikennehäiriöitä, mutta suurin riski kohdistuu vanhoihin maanalaisiin kaapeleihin. (Joenranta 2018.) Sähköasemia Orimattilassa on kaksi ja muuntamoita useita kymmeniä. Fingrid Oyj rakentaa Pennalaan uutta sähköasemaa ja suurjännitelinjaa Pennalasta Hennan kautta Hikiälle (Fingrid 2018). Seveso III -direktiivin mukaisia laitoksia Orimattilassa on kolme. Niistä ainoa asemakaava-alueelle sijoittuva laitos on Posti Oy:n logistiikkakeskus Pennalassa. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2018.) Kaupungin ympäristölupakohteita kaava-alueilla on keskustan seudulla yhteensä 20 ja Pennalassa yksi.

Länsi-Orimattilan halki kulkee oikorata, jonka varrella sijaitsee Hennan juna-asema. Keskustaajaman halki kulkee Lahti–Loviisa-junarata, jolla on vähäistä tavaraliikennettä. Suurimpien tieyhteyksien katkeaminen voisi aiheuttaa myös paljon vahinkoa, jos esimerkiksi pelastuslaitos ei sen vuoksi pääsisi paikalle kohteeseen. Sellaisia kohteita, joihin tulvatilanteesakin tulee päästä kulkemaan ovat sairaalat, paloasemat, poliisiasemat, koulut, kaupungin varikot, vesi- ja viemärlaitokset sekä jätevedenpumpapaamot (Porin kaupunki 2009).

Kiinteitä muinaisjäänöksiä Orimattilan alueella on yhteensä 99 kappaletta (Museovirasto 2018). Valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuuriympäristöjä (RKY) ovat Orimattilan kirkonmäki, Kinttulan kartano, Heinämaan kylä, Ratulan kartano sekä Tönnönkosken silta ja myllypaikka (Museovirasto 2009). Orimattilan ja Artjärven kirkot ovat kirkkolain nojalla suojeltuja rakennuksia. Rakennussuojelulain nojalla on suojeltu Artjärven Vuorenmäellä sijaitseva reservikomppanian upseerirakennus. (Museovirasto 2018.) Porvoonjokilaakso kuuluu valtakunnallisesti arvokkaisiin maisema-alueisiin. Maakunnallisesti arvokkaita maisemia on Orimattilan alueella 14 kappaletta ja maakunnallisesti arvokkaita kulttuuriympäristöjä yhteensä 30. (Päijät-Hämeen liitto 2017.) Paikallisia rakennusinventointeja on tehty Orimattilaan vuonna 2005 ja Artjärvelle vuonna 2006. Kuntien ympäristöselvityksessä (KUKUSE) on inventoitu 111 kulttuuriympäristöä Orimattilasta (Könönen 2005). Artjärven rakennusinventoinnissa on 73 kohdetta (Ahola 2006).

Kuviossa 11 on karttaote, jossa on Orimattilan keskustan seudun ja Pennalan haavoittuvimmat riskikohteet. Haavoittuvimpiin kohteisiin valittiin vaikeasti evakuoitavat rakennukset ja kohteet, joihin tulee päästä tulvatilanteessakin. Kartta tehtiin QGIS-ohjelmalla, josta kohteet vietiin shapefile-formaatissa hulevesitulvakartalle riskialueiden tarkastelua varten. Kartta on kokonaisuudessaan liitteessä 5.



KUVIO 11. Keskustan seudun ja Pennalan haavoittuvimmat riskikohteet.

6.6.5 Toteutuneet tulvat

Toteutuneita tulvia selvitettiin Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen ja Hämeen ELY-keskuksen yhteyshenkilöiden kanssa, mutta tietoja hulevesitulvista ei saatu. Suomen ympäristökeskus tilastoi maksettuja korvauksia tulvien aiheuttamista rakennus- ja irtaimistovahingoista. Vuoteen 2013 saakka valtio korvasi vesistötulvista aiheutuneita vahinkoja. Vakuutusyhtiöt korvaavat niin vesistöjen pinnan noususta kuin rankkasateista aiheutuneita tulvavahinkoja. Orimattilasta oli tilastoitu vain yksi vesistötulva Virenojalla vuodelta 2004. (Ympäristöhallinto 2018b.)

Tietoja hulevesiongelmista kerättiin kuntalaiskyselyn, opiskelijaprojektin ja asiantuntijahaastattelujen avulla. Niiden tulokset ovat kappaleessa 6.2. Palautteiden ja haastattelujen avulla muodostui yleiskäsitys hulevesien kannalta ongelmallisista alueista. Ongelmakohteista suuri osa johtuu puutteellisesta hulevesiviemäroinnistä tai akuutista kunnossapidon ongelmasta. Orimattilan vanhoista asemakaava-alueista Pasinan, Koivulan, Peltolan ja Rauhalan alueet ovat hulevesien kannalta ongelmallisimpia. Kyseisillä alueilla ei ole hulevesiviemäreitä. Hulevesiongelmakohteet merkittiin hulevesitulvakartalle tarkasteluja varten. Artjärveltä saatiin vain yksi havainto, joten sen osalta ei tehty tulvariskitarkasteluja. Keskustan seudun kartta on liitteessä 2 ja Pennalan kartta liitteessä 3.

Kuvissa 3 ja 4 on Orimattilassa tyypillisiä hulevesiongelmia. Kuva 3 on huhtikuulta 2018, kun Erkontien alikulku oli poikki Palojoen pinnan nousun vuoksi. Vesi nousee kevyen liikenteen väylälle usein keväisin, kun jäät lähtevät liikkeelle ja padottuvat sillan kohdalle. Sama kohta tulvi myös syksyllä 2017 poikkeuksellisen sateisen lokakuun aikana. Kuva 4 on otettu huhtikuussa 2018 Sampolan Teollisuustieltä, jossa liittymien rummut olivat tukkeutuneet. Vastaavaa tulvimista oli havaittavissa ainakin Koivulassa.



KUVA 3. Erkontien alikulku.



KUVA 4. Teollisuustien tulviva oja.

6.6.6 Alustavien tulvariskialueiden määrittäminen

Paikkatietoanalyysiä varten kaikki hulevesiongelma- ja riskikohteet vietiin Suomen ympäristökeskuksen karttapalveluun. Karttapalvelussa tietoja tarkasteltiin hulevesitulvamallinnuksen kanssa. Merkintöjen ja asiantuntija-haastattelujen antamien tietojen perusteella kartalle rajattiin alustavia tulvariskialueita tarkempaan tarkasteluun (kappale 7.4.1). Tarkastelut tehtiin alueittain keräämällä rajauksen sisältä mahdollisten vahinkojen määrä, joiden perusteella voitiin seuraavassa vaiheessa arvioida tulvariskien merkittävyyttä.

6.6.7 Tulvariskien merkittävyyden arviointi

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) määrittelee mahdolliset merkittävät tulvariskialueet kahdeksannessa pykälässä. Arvioitaessa tulvariskin merkittävyyttä tulee ottaa huomioon tulvan todennäköisyys sekä tulvasta mahdollisesti aiheutuvat yleiseltä kannalta katsoen vahingolliset seuraukset ihmisten terveydelle ja turvallisuudelle, yhteiskunnan kannalta tärkeiden palvelujen (esimerkiksi vesihuolto, energiahuolto, tietoliikenne) tai taloudel-

lisen toiminnan pitkäaikainen keskeytyminen sekä vahingollinen seuraus ympäristölle tai kulttuuriperinnölle. (8 §.)

Kuntaliiton ja Suomen ympäristökeskuksen muistiossa olevan taulukon (taulukko 1) pohjalta arvioitiin vahinkoryhmittäin tulvariskien merkittävyyttä keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvan rankkasateen aiheuttamassa tilanteessa. Merkittävyyttä ei arvioida yksittäisen kohteen vahinkojen suuruudella vaan ratkaisevaa on vahinkokohteiden lukumäärä ja merkitys yleiseltä kannalta. Merkittävyyttä voidaan kuitenkin suhteuttaa esimerkiksi väkiluvun mukaan. Paikallisesti vahinkojen merkittävyys voi olla eri, jos kyseessä on 2000 ihmisen taajama tai 100 000 asukkaan kaupunki. (Kuntaliitto 2018.)

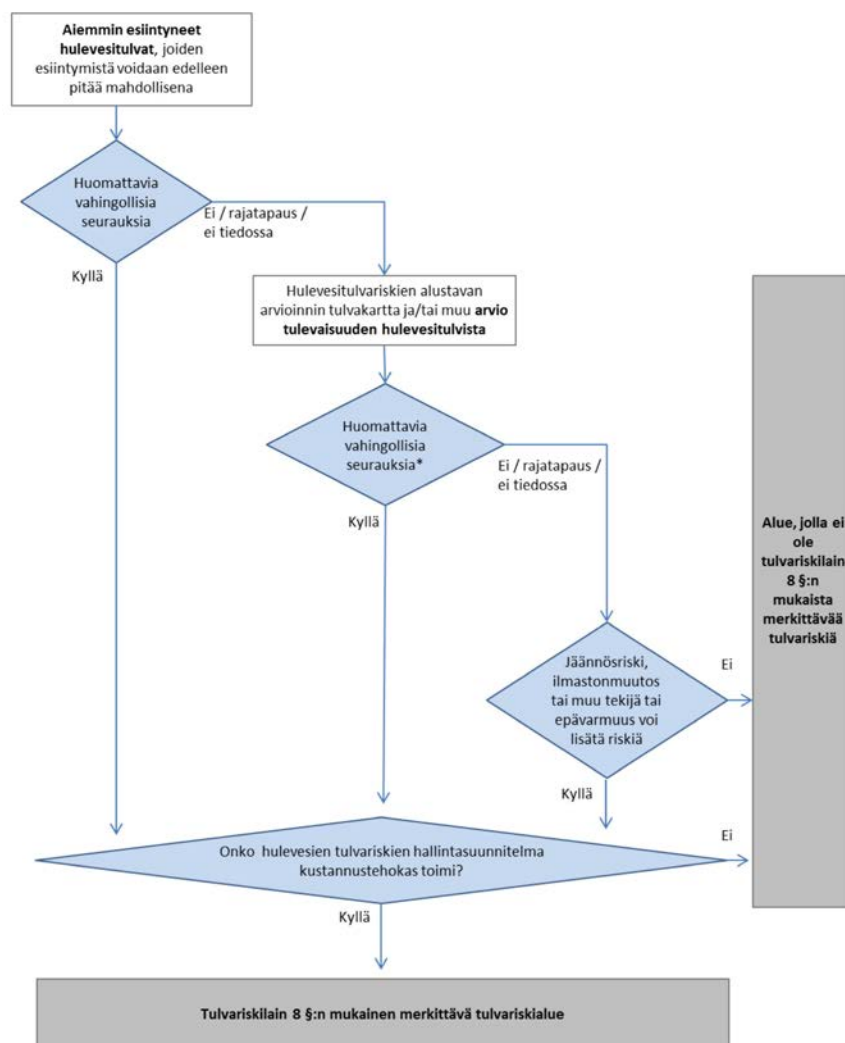
TAULUKKO 1. Vahinkoryhmittäin arvioitavia vaikutuksia (Kuntaliitto 2018).

Vahinkoryhmä	Indikaattoreita	Vaikutuksia	Merkittävän tulvariskin kriteerejä
Ihmisten turvallisuus	tulva-alueella asuvat ihmiset	evakuointi, muutto korjaustöiden ajaksi	noin 500 asukasta tai enemmän tulvan peittämällä asuinalueella
	vaikeasti evakuoitavat kohteet tulva-alueella	evakuointi, potilasturvallisuuden vaarantuminen, potilaskuljetusten riskit	kunnan ainoa tai useita terveydenhuolto-rakennuksia (esim. terveyskeskukset), huoltolaitosrakennuksia (esim. vanhainkodit), joissa on useita pysyviä vuodepaikkoja sekä kouluja tai lasten päiväkotia tulvan peittämällä alueella
Ihmisten terveys, välttämättömyyspalvelut	tulvan haitalliset vaikutukset terveydelle	talousveden pilaantuminen, vedenjakelun keskeytyminen	merkittävää asukasmäärää koskeva talousveden pilaantuminen, vedenjakelun pitkäaikainen keskeytyminen
	tulva-alueella sijaitsevat jätevedenpuhdistamot	jäteveden puhdistamisen häiriintyminen	jätevedenpuhdistamon ja jätevesiverkoston toiminnan häiriintyminen terveyttä uhkaavalla tavalla
Elintärkeitä toimintoja turvaava taloudellinen toiminta	tulva-alueella sijaitsevat elintarvike- ja lääketeollisuuskohteet sekä satamat ja lentoasemat	yhteiskunnan toimintojen lamaantuminen	em. kohteita tulvan peittämällä alueella, toiminnan pitkäaikainen keskeytyminen
Välttämättömyyspalvelut	tulva-alueella sijaitsevat voimalaitokset tai sähköasemat	sähkön tai lämmönjakelun keskeytyminen	merkittävä voimalaitos tai useita sähköasemia tulvan peittämällä alueella, sähkön tai lämmönjakelun pitkäaikainen keskeytyminen
	tulva-alueella sijaitsevat tietoliikenteen rakennukset	puhelin- ja tietoliikenne-yhteyksien katkeaminen	useita tietoliikenne-rakennuksia, tietoliikenneyhteyksien pitkäaikainen katkeaminen
	tulvan seurauksesta katkeavat kadut ja rautatiet	liikenneyhteyksien katkeaminen	useita tärkeitä katuja tai rautatieosuuksia katkeaa (ei kiertotiemahdollisuutta)
Vahingollinen seuraus ympäristölle	ympäristöluovelliset kohteet	ympäristön pilaantuminen	useita AVI:en (myös aiempien vastaavien virastojen) luvittamia kohteita tulvan peittämällä alueella
Kulttuuriperintö	tulva-alueella sijaitseva kulttuuriympäristö ja suojellut rakennukset sekä kirjastot, arkistot tai museot	kulttuuriympäristöjen/suojeltujen rakennuksien tai arkisto- ja museoesineiden vahingoittuminen	tulvan peittämällä alueella useita suojeltuja rakennuksia, kirjastoja, arkistoja tai museoita, jolle aiheutuisi tulvasta korjaamatonta vahinkoa

Hulevesitulvan vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa voidaan lisäksi pohdita esimerkiksi seuraavia asioita:

- Voisivatko aiemmin vähäisiä vahinkoja aiheuttaneet tulvat aiheuttaa tulevaisuudessa merkittäviä vahinkoja?
- Onko olemassa riski, että raakavesilähde saattaa pilaantua?
- Katkeaako pelastustoimen kannalta erittäin tärkeitä liikenneyhteyksiä? (Kuntaliitto 2018.)

Kuviossa 12 on tiivistetty hulevesitulvariskin merkittävyyden arviointiprosessi. Orimattilan osalta arviointia on tehty kappaleessa 7.4.2.

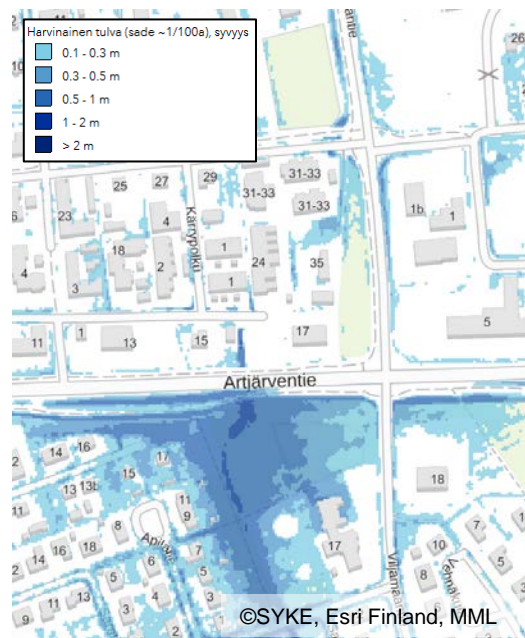


KUVIO 12. Hulevesitulvariskin merkittävyyden arviointi (Kuntaliitto 2018).

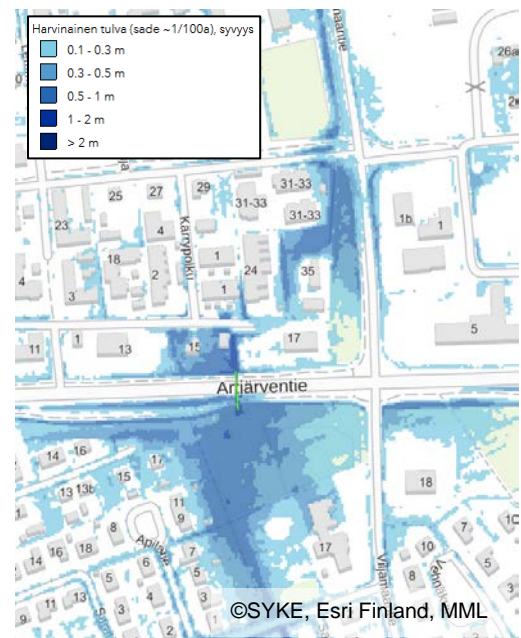
7 TULOSTEN TARKASTELU

7.1 Hulevesitulvakarttaan tehtyjen korjausten merkittävyys

Orimattilan osalta alustavaan hulevesitulvakarttaan lisättiin kolme rumpua. Korjausten vaikutus karttaan oli melko suuri. Esimerkkinä kuvioissa 13 ja 14 näkyy Artjärventien alittavan rummun lisäämisen vaikutus karttaan. Korjaamattoman kartan perusteella hulevedet kerääntyisivät asuinalueen ojista Artjärventien eteläpuolelle ja tulvisivat alueella kastellen asuinrakennuksia. Karttaan lisättiin kaupungin rumputietojen mukainen halkaisijaltaan 800 millimetrin kokoinen rumpu, joka ohjaa hulevesiä maantien pohjoispuolelle ja sieltä edelleen oja sekä putkia pitkin hiljalleen Palojokeen. Lisätyn rummun suurin virtaama on 0,87 m³/s ja ylin vedenkorkeus 69,39 metriä. Korjatussa kartassa vesisyvyyydet Peltolan asuinalueella pieneni-
vät, mutta hulevesiongelman näyttää osittain siirtyneen Artjärventien pohjoispuolelle ja Viljamaantien varteen kohti Jokivarren koulua.

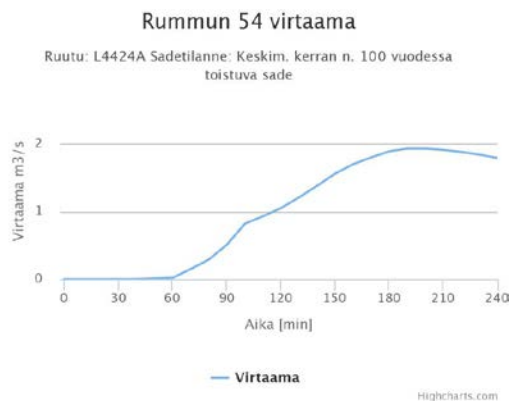


KUVIO 13. Karttaote ennen korjausta.

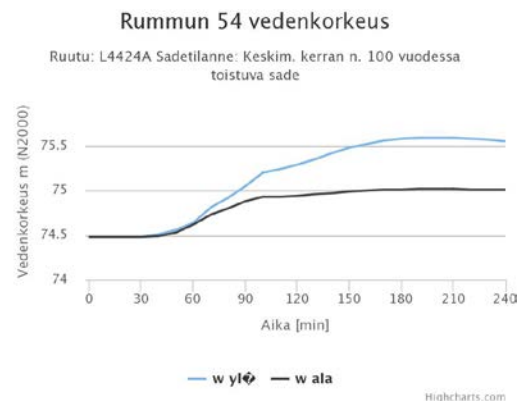


KUVIO 14. Karttaote samalta alueelta korjauksen jälkeen.

Pennalan logistiikka-alueelle karttaan lisättiin halkaisijaltaan 800 millimetrin kokoinen Jokimäentien alittava kaupungin rumpu. Korjauksen myötä vesimäärät Jokimäentien pohjoispuolella vähenivät ja eteläpuolella kasvoivat oletetun mukaisesti, koska alueen hulevedet virtaavat etelän suuntaan. Alkuperäisessä kartassa Jokimäentiestä pohjoiseen kääntyvä Johtotie on veden alla yli sadan metrin matkalta. Korjatussa kartassa vesisyvytydet ovat laskeneet jonkin verran, mutta vettä levittäytyy laajemmille alueille Jokimäentien eteläpuolella. Vaikutus näkyy mallinnuksessa koko logistiikka-alueen laajennusalueella. Alkuperäisen mallinnuksen mukaan Rautamäentien alittavan rummun virtaama on enimmillään 1,62 m³/s ja korjatussa versiossa 1,93 m³/s (kuvio 15). Vedenkorkeus Rautamäentien rummussa nousee kartan korjauksen myötä korkeimmillaan 75,49 metristä 75,59 metriin (kuvio 16).



KUVIO 15. Rautamäentien alittavan rummun virtaama korjatun hulevesikartan mukaan.



KUVIO 16. Rautamäentien alittavan rummun vedenkorkeudet korjatun hulevesikartan mukaan.

Korjausten määrä Orimattilassa on todella pieni. Lisättyjen rumpujen kohdat olivat sellaisia, joiden puuttumisen huomasi selkeästi kartasta. Hulevesitulvakartasta saadaan luotettavampi, jos siihen lisätään kaikki kaava-alueiden yli 500–600 millimetriä halkaisijaltaan olevat rummut. Orimattilan

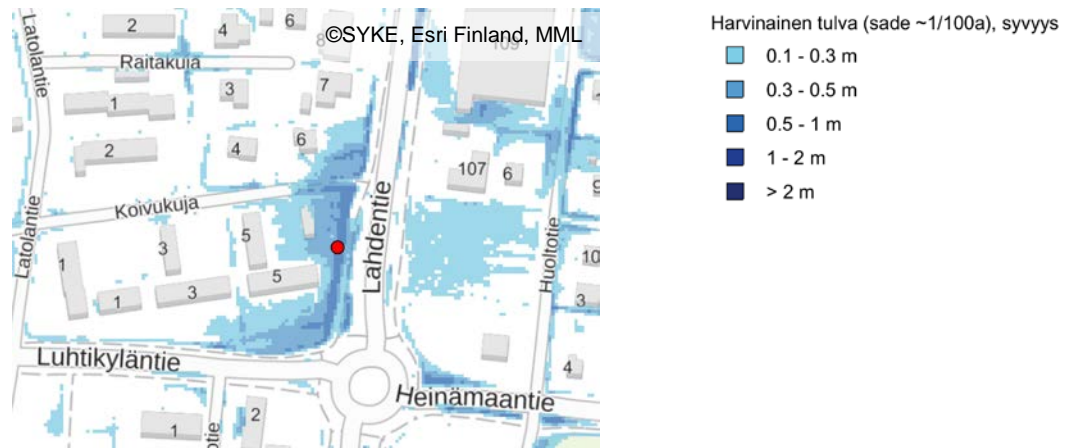
korjauksista ei tehty määrällisiä vertailuja. Turun hulevesitulvariskien arvioinnin yhteydessä oli tehty vertailua vesisyvyyksien mukaisilla pinta-aloilla. Tulosten perusteella pinta-alojen vertailut tukivat visuaalisia tarkasteluja. (Gustafsson 2018.)

7.2 Hulevesitulvakartan luotettavuus

Palautteiden, haastatteluiden ja opiskelijatöiden tulokset merkittiin hulevesitulvakarttaan vertailua varten. Koska Artjärveltä tuli vain yksi maantieojia koskeva palaute, tarkempaan tarkasteluun otettiin Orimattilan keskustan ja Pennalan kaava-alueet. Keskustan alueelle merkintöjä tuli 47 kappaletta, joista yleispiirteisellä tarkastelulla lähes kaikki sijoittuivat alustavan hulevesitulvakartan mukaiselle tulva-alueelle. Selkeästi hulevesitulvakartalla erottuville laajemmille tulva-alueille merkinnöistä sijoittui kuusi kappaletta. Kokonaisuudessaan keskustan kartta merkintöineen on liitteessä 2.

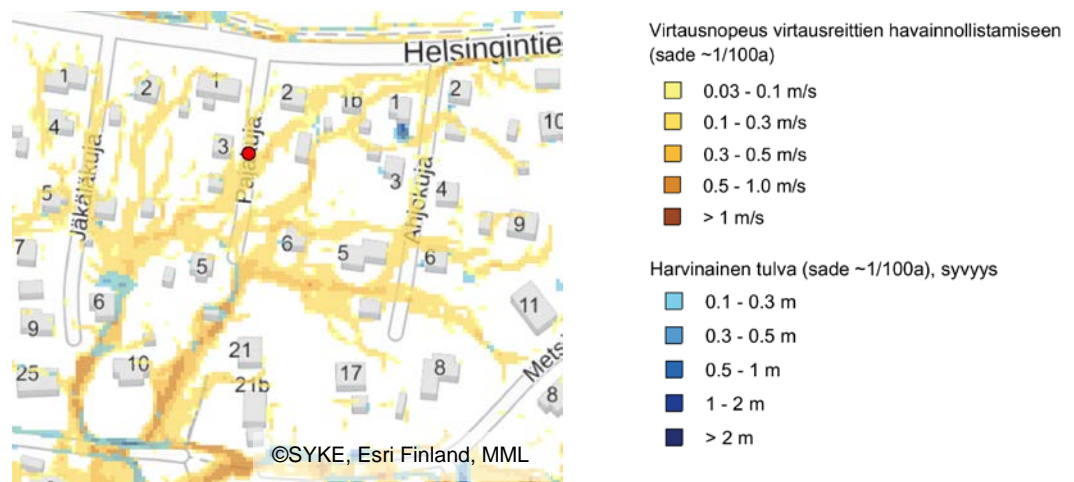
Koivula erottuu keskustan kartalla alueena, jolla on eniten havaittuja hulevesiongelmia. Koivula on vanhaa asuinalueita, joka sijaitsee hyvin tasaisella alueella ja jolla ei ole hulevesiviemärointiä. Kaikista merkinnöistä 12 kappaletta sijoittuu Koivulan alueelle. Muilla alueilla on korkeintaan neljä merkintää. Koivulan alueella näkyy myös mallinnuksessa pieniä tulvia, mutta pelkän kartan perusteella alue ei vaikuta kovin tulvaherkältä. Koivulassa muutama asuinrakennus voi mallinnuksen mukaan harvinaisen sadetapahtuman sattuessa olla vaarassa kastua.

Palautteiden sijainnin perusteella mallinnus vaikuttaa melko realistiselta. Kuviossa 17 on esimerkki Lahdentien ja Luhtikyläntien kulmauksesta, josta on tullut asukaspalaute ja joka mallinnuksen mukaan on mahdollista tulva-alueita. Kyseisen rivitalotontin reuna-alueet ovat melko matalalla verrattuna maanteiden korkeustasoon. Palautteen mukaan ojien kaadot eivät ole riittävät ja hulevedet jäävät seisomaan kulmaukseen. Karttatarkastelun perusteella pelkkä ojien ruoppaus ei välttämättä riitä, vaan maanteiden hulevedet pitäisi ohjata tehokkaammin pois alueelta.



KUVIO 17. Merkintä tulva-alueella Koivulassa.

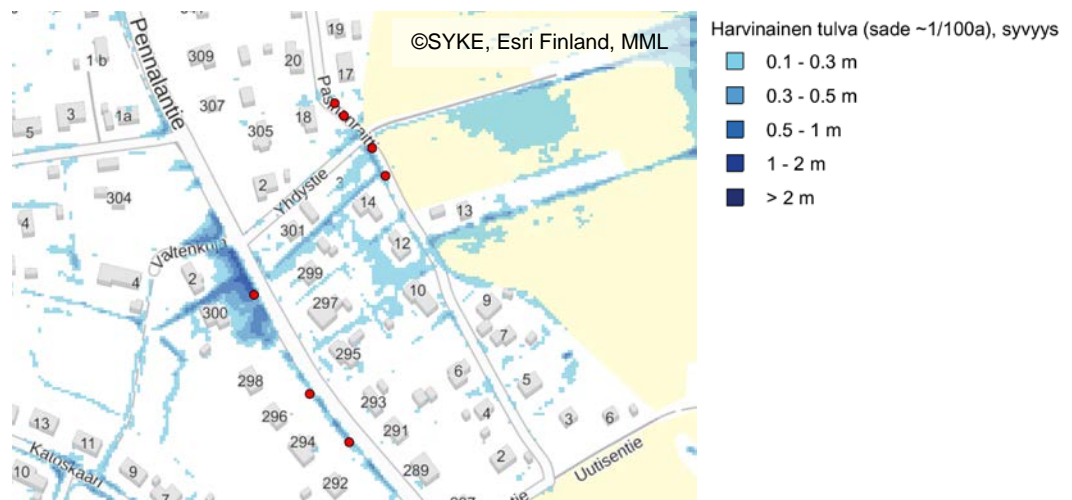
Kartalla on myös kohtia, joissa merkinnät ja tulva-alueet eivät täsmää. Esimerkiksi Pajakujan hulevesiongelmaa hulevesitulvakartalta ei näe (kuvio 18). Virtausnopeuksia tarkastelemalla ongelma tulee esiin. Helsingintien suunnasta hulevesien virtausreitit kulkee Pajatien kiinteistöjen läpi kohti etelää. Hulevesitulvakartalle tulostettu suurin vesisyvyys näyttää sellaiset paikat, joihin vettä kertyy rankkasateen aikana. Ongelmia voi aiheuttaa myös hulevesien virtaukset, jotka näkyvät vain virtausnopeuskartalla.



KUVIO 18. Pajakujan merkintä hulevesitulvakartalla.

Pennalan ongelmakohteina nousivat esiin Pennalantien ja Pasinanraitin varsille sijoittuvien tonttien tulviminen. Pasinan asuinalue on rakentunut saviselle tasaiselle maalle ja siellä on havaittu tulvimista kaduilla sekä pihoilla. Pennalantien varressa on joinain keväinä palautteiden mukaan kasnutun kellareita. Lisäksi ilmoituksia tuli etelämpää Pennalantien varrelta kahdesta kohdasta, jotka erottuvat myös hulevesikartalla. Asiantuntija-haastattelujen perusteella ongelmallista Pennalassa on Lahdentien länsipuolella sijaitsevan logistiikka-alueen hulevesien kulku kylän halki Rengonjokeen ja edelleen kohti Porvoonjokea. Tämä aiheuttaa mahdollisen tulvariskin Lahdentien alituksen kohdalla, vedenottamon suoja-alueella sekä Pasinan asuinalueen kohdalla. Pennalassa merkintöjä kartalle tuli yhdeksän, joista lähes kaikki sijoittuvat alustavan hulevesitulvakartan mukaiselle tulva-alueelle. Pennalan kartta merkintöineen on liitteessä 3.

Esimerkki melko hyvin hulevesitulvakartan kanssa täsmäivistä palautteista on Pasinan alueelta (kuvio 19). Sekä merkinnät että tulvakartta antoivat saman käsityksen alueen suurimmista ongelma-alueista. Alueet ovat maastonmuodoiltaan hyvin tasaisia ja alavia ja sen vuoksi tulvaherkkiä. Lisäksi kadut katkaisevat hulevesien luontaiset virtausreitit itään päin, jonka vuoksi vettä herkästi padottuu varsinkin Pennalantien länsireunaan. Alueella rumpujen tukkeutuminen voi aiheuttaa äkillisesti tulvan.



KUVIO 19. Ote Pasinan alueen tulvakartasta ja merkinnöistä.

Yhteenvedon voidaan todeta, että hulevesitulvakartta antaa melko hyvän yleiskuvan mahdollisista tulvariskialueista. Useilla mallinnuksen perusteella mahdollisesti tulvivilla alueilla on myös merkintöjä hulevesiongelmista kartassa. Toisaalta esimerkiksi hulevesien kannalta ongelmalliseksi tiedetyn Peltolan asuinalueen asukkailta tuli vain kaksi palautetta kyselyn ja YIT:n palautepalvelun kautta. Pelkkien asukaspalautteiden perusteella karttojen validointi on hyvin epävarmaa, koska palautetta on vaikeaa saada tarpeeksi kattavasti ja luotettavasti. Jotkin alueet saattavat korostua muutaman muita innokkaamman vastaajan ansiosta, kun taas toiselta alueelta ei välttämättä kukaan tule vastanneeksi, vaikka hulevesiongelmia olisi ollutkin.

Lisäksi epävarmuutta karttaan aiheuttaa pienien rumpujen puuttuminen ja muutamassa kohdassa on mahdollisesti suuriakin rumpuja inventoimatta. Mallinnus perustuu korkeusmalliin, joka päivittyy viiveellä. Alueet, joiden rakentaminen on vielä kesken, eivät siis mallinnu realistisesti, koska rakennusvaiheessa tehdään täyttöjä ja leikkauksia, jotka vaikuttavat veden kulkureitteihin. Tämän lisäksi täytyy huomioida, että mallinnuksessa ei ole voitu ottaa huomioon yksilöllisesti rakennusten perustamiskorkoa, vaan se perustuu oletukseen. Sellainen talo, joka näyttää olevan veden alla kartalla, voi todellisuudessa säilyä kuivana. Lisäksi voi ilmetä paljon sellaisia paikallisia ja akuutteja tulvaongelmia esimerkiksi jäätyneiden rumpujen takia, joita mallinnuksella ei osata ennakoida. Epävarmuustekijät huomioidaan ottaen karttaa voidaan hyödyntää hulevesijärjestelmän kehittämisessä ja yleistasoisessa suunnittelussa.

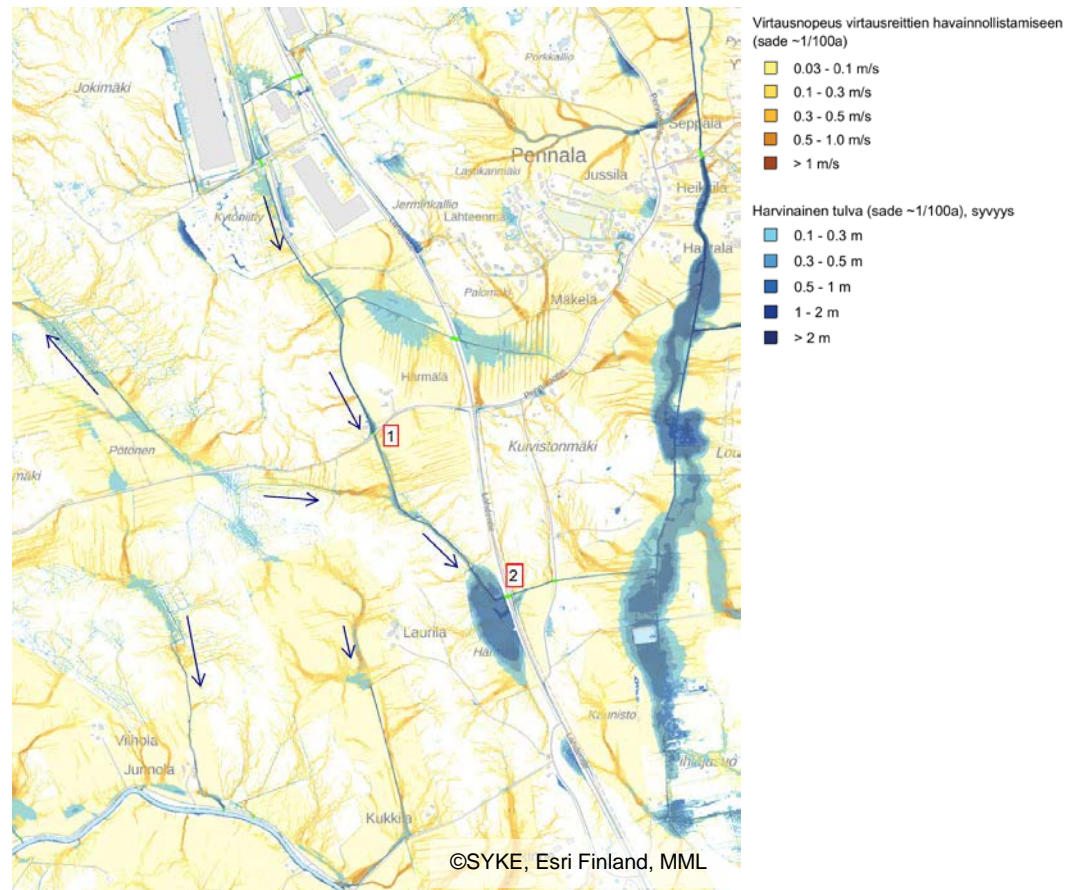
7.3 Kartan hyödyntäminen maankäytön suunnittelussa

7.3.1 Pennalan mallien vertailu

Pitkän aikavälin suunnitelmissa Pennalan logistiikka- ja teollisuusalue jopa kolminkertaistuu pinta-alaltaan voimassa olevaan asemakaavaan verrattuna. Nykyinen logistiikka- ja teollisuusalueen asemakaava käsittää noin 80 hehtaarin kokoisin alueen, mutta osayleiskaavassa koko teollisuusalueen

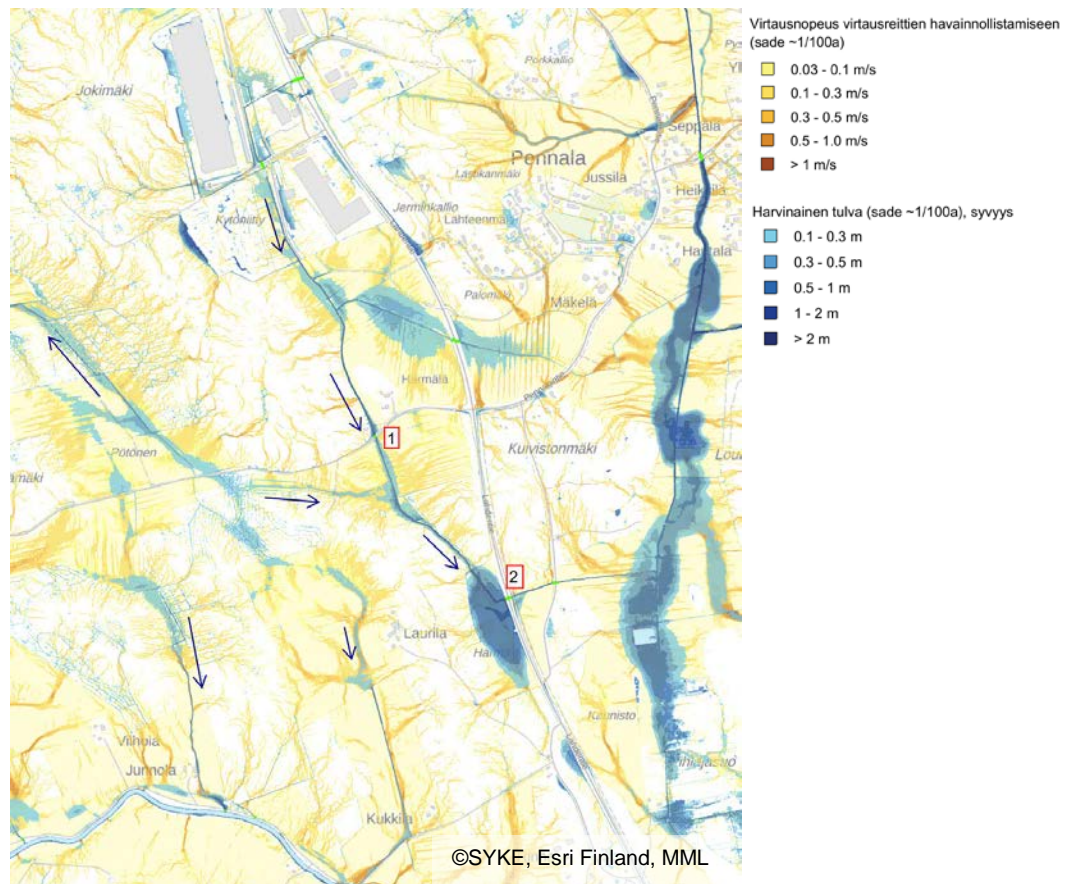
laajuus on yli 240 hehtaaria. Nykytilanteessakin hulevesistä on ollut haittaa maanviljelylle vesien noustua pelloille. Logistiikka-alueen rakentaminen on jo lähtökohtaisesti hulevesien kannalta haasteellista, koska tonteille rakennetaan suuria halleja ja paljon päällystettyä pintaa.

Nykytilanteen mukaisesti uudelleen mallinnetulla kartalla on esitetty sekä suurimmat vesisyvytydet että virtausnopeudet (kuvio 20). Lisäksi siihen on merkitty tärkeimpiä virtaussuuntia. Rautamäntien alittavan rummun (1) suurin virtaama on 2,14 m³/s ja Lahdentien alittavan rummun (2) 1,4 m³/s.



KUVIO 20. Nykytilanteen mukainen hulevesitulvakartta Pennalan alueelta.

Tulevaisuuden maankäyttö huomioiden tehdyn mallinnuksen mukaan vettä kertyy nykytilanteeseen nähden enemmän etenkin rakenteilla olevan alueen (Härmälä) keskelle painanteisiin (kuvio 21). Pötösen alueella ja Rautamäentien eteläpuolella vesisyvytydet kasvavat myös. Rautamäentien alittavan rummun (1) virtaama on $1,98 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Lahdentien alittavan rummun (2) $1,48 \text{ m}^3/\text{s}$.



KUVIO 21. Tulevaisuuden maankäytön mukaan korjattu hulevesitulvakartta Pennalan alueelta.

Maankäytön muutoksen myötä Rautamäentien rummun virtaama siis pienenee ja Lahdentien rummun hieman kasvaa. Tämä johtuu siitä, että vesimassat levittäytyvät laajemmalla alueelle Rautamäentien pohjoispuolella

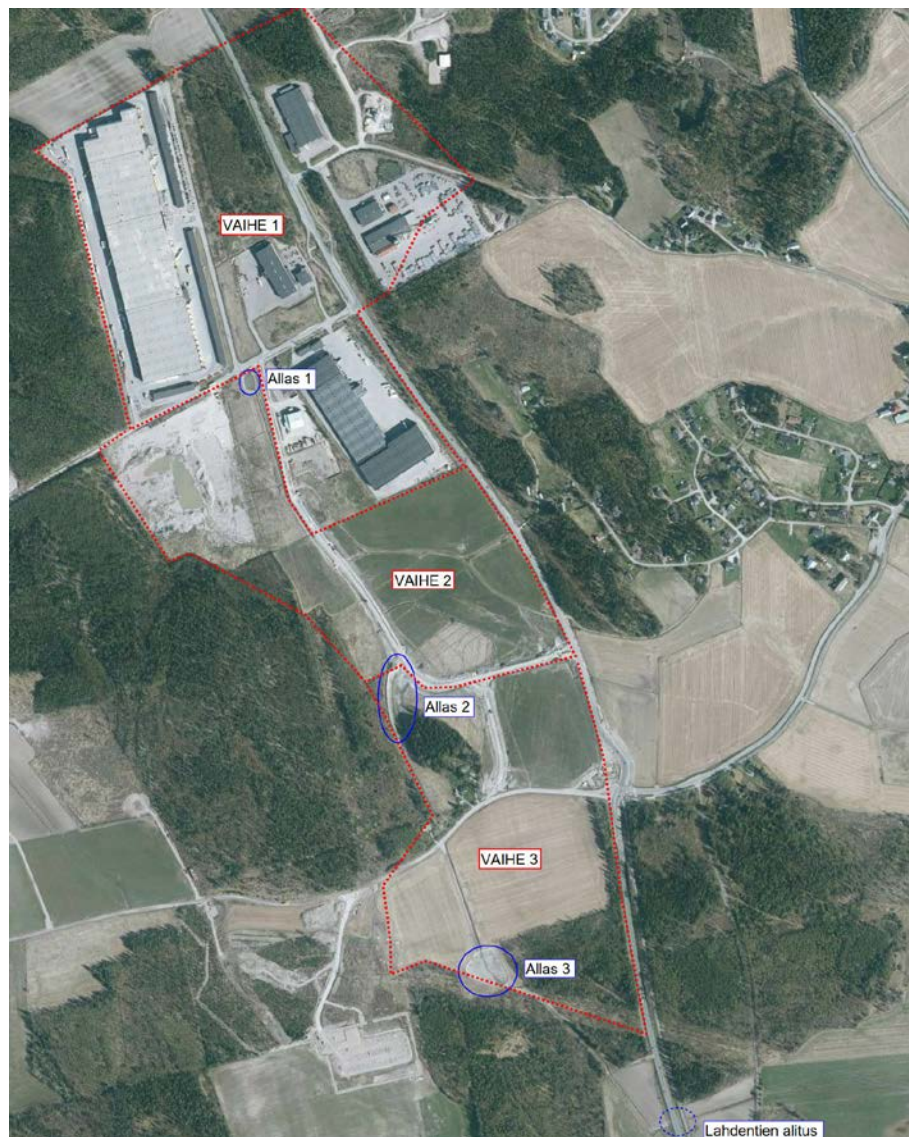
ja lännessä osa virtauksesta suuntautuu myös pohjoiseen ja etelään. Porvoonjokea kohti hulevesiä kulkeutuu kolmea eri pääreittiä. Pennalan kylälle muutos ei aiheuta tulvahuippua, koska Lahdentien ja Kuivistonmäen rummut hillitsevät vesimassojen virtausta. Vedenkorkeus Rautamäentien alittavassa rummussa on korkeimmillaan (75,64 m) 260 minuutin kohdalla sateen alkamisesta. Lahdentien rummussa vedenkorkeus on suurimmillaan (73,78 m) vasta 460 minuutin kohdalla. Suomen ympäristökeskuksen toimesta on tehty havainnollistava kartta, jossa näkyy maankäytön muutosten vaikutus vesisyvyyden erotuksena. Sen mukaan Härmälän, Pötösen ja Rautamäentien eteläpuoleisella alueella vesisyvyydet kasvavat melko laajoilla alueilla 10–20 cm. Kartta on liitteessä 4.

Pennalan logistiikka-alueelle on laadittu hulevesiselvitys syksyllä 2017. Selvityksessä on laskettu alueelta muodostuva virtaama ennen alueen rakentamista. Alueen hulevedet johdetaan Lahdentien itäpuolelle ojaan, jonka kapasiteetin on arvioitu riittävän 750 l/s virtaamaan. Arvio perustuu keskimäärin kerran kolmessa vuodessa toistuvaan tunnin kestäväään sadetapahtumaan. (Pöyry 2017.)

Logistiikka-alueelle on suunniteltu hulevesien viivytysaltaita kolmeen paikkaan (kuvio 22). Yksi allas on rakennettu Jokimäentien ja Kytöniityntien kulmaukseen ja kaksi on rakenteilla laajennusalueelle. Selvityksen mukaan alueen rakennuttua Lahdentien alituksen purkuvirtaama keskimäärin kerran 20 vuodessa toistuvalla rankkasateella voi olla jopa 5 m³/s ilman viivytysaltaita. Mitoitussateen kesto on tunti. Kolmannen hulevesien viivytysaltaan vaadittava tilavuus on määritetty sellaiseksi, että altaan purkuvirtaama ei nouse merkittävästi yli 750 l/s laajennusalueen rakentamisen jälkeen. Lisäksi selvityksessä on esitetty hulevesien johtamista suoraa reittiä Porvoonjokeen putkessa, jonka kapasiteetti on 800 l/s. (Pöyry 2017.)

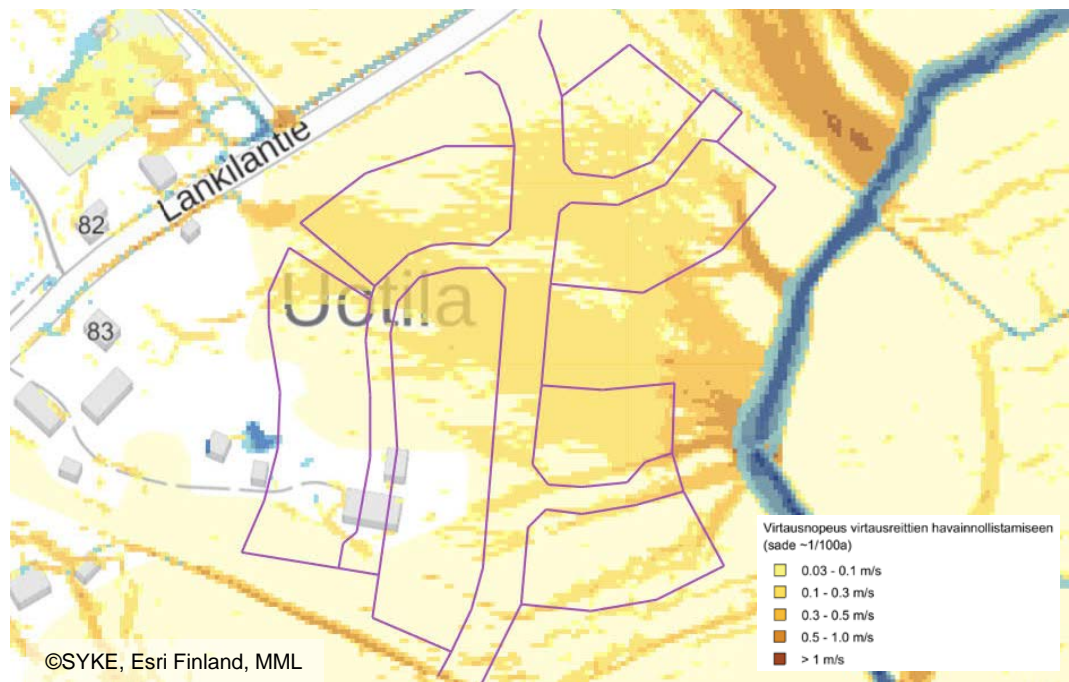
Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvamallinnuksen mukaiset Lahdentien alituskohdan virtaamat ovat selvityksen perusteella kaksinkertaiset Lahdentien itäpuoleisen ojan kapasiteettiin nähden. Selvityksessä tutkittu uusi reitti Porvoonjokeen on mitoitettu tehtäväksi putkella, jonka kapasiteetti on noin 800 l/s. Tämän pohjalta tarkasteltavan alueen purkuvirtaama

saa olla enintään noin 1550 l/s, josta 750 l/s menee Lahdentien ali itään. Rakenteilla oleva eteläisin hulevesiallas on kooltaan noin 3000 m³. Alttaiden kapasiteetti on riittävä selvityksen mukaisten alueiden rakennuttua keskimäärin kerran kolmessa vuodessa toistuvan sateen mukaan mitoitettuna. Selvityksen mukaisten alueiden ulkopuolelle laajennettaessa täytyy hyödyntää myös muita reittejä Porvoonjokeen. Suuri osa osayleiskaavan mukaisen laajennuksen hulevesistä voi olla mahdollista ohjata Porvoonjokeen eri reittiä kuin Lahdentien alitse. (Pöyry 2017.)



KUVIO 22. Selvityksen mukainen rakentumisen vaiheistus ja hulevesien viivytysalttaiden paikat ortokuvassa (Maanmittauslaitos 2018b).

Pennalaan on suunniteltu myös 24 uuden pientalotontin asuinalueita Lankilantien eteläpuolelle. Uotilanrinteen asemakaava-alue sijoittuu itään viettävään peltorinteeseen. Hulevesikartan vesisyvyyksiin ei tule juurikaan muutosta, vaikka Uotilanrinteen maankäytön muuttaa peltoalueesta pientaloalueeksi. Virtausnopeusmallin avulla on helppo havaita hulevesien virtausreitit (kuviot 23). Uotilanrinteen alueen rakentuessa virtausnopeudet kohti itäpuolen ojaa kasvavat entisellä peltoalueella. Muutamassa kohdassa ojan varrella virtausnopeus on 0,5–1,0 m/s. Näihin kohtiin voisi suunnitella hulevesien viivytysrakenteita, jotta vedet eivät ohjaannu ojaan liian kovalla virtauksella ilman käsittelyä.



KUVIO 23. Uotilanrinteen korttelialueet tulevan maankäytön mukaisesti korjatussa hulevesitulvakartassa.

Rakentamattomien alueiden mallinnus on hyvin epävarma, koska todellisuudessa alueille tullaan rakennusvaiheessa tekemään maastonmuotoilua ja kuivatusjärjestelmiä. Esimerkiksi logistiikka-alueen laajennusalueen osalta virtaamat tulevat olemaan erilaisia rakentamisen jälkeen. Härmälän kohdalla kartalla näkyvä laaja luonnollinen painanne keskellä aluetta rakennetaan (kuvio 21). Tonteilta ja kaduilta vesiä ohjataan alueelle rakennettavaan hulevesialtaaseen, jossa vesiä pyritään viivyttämään, jotta ongelmia ei aiheudu etelämpänä.

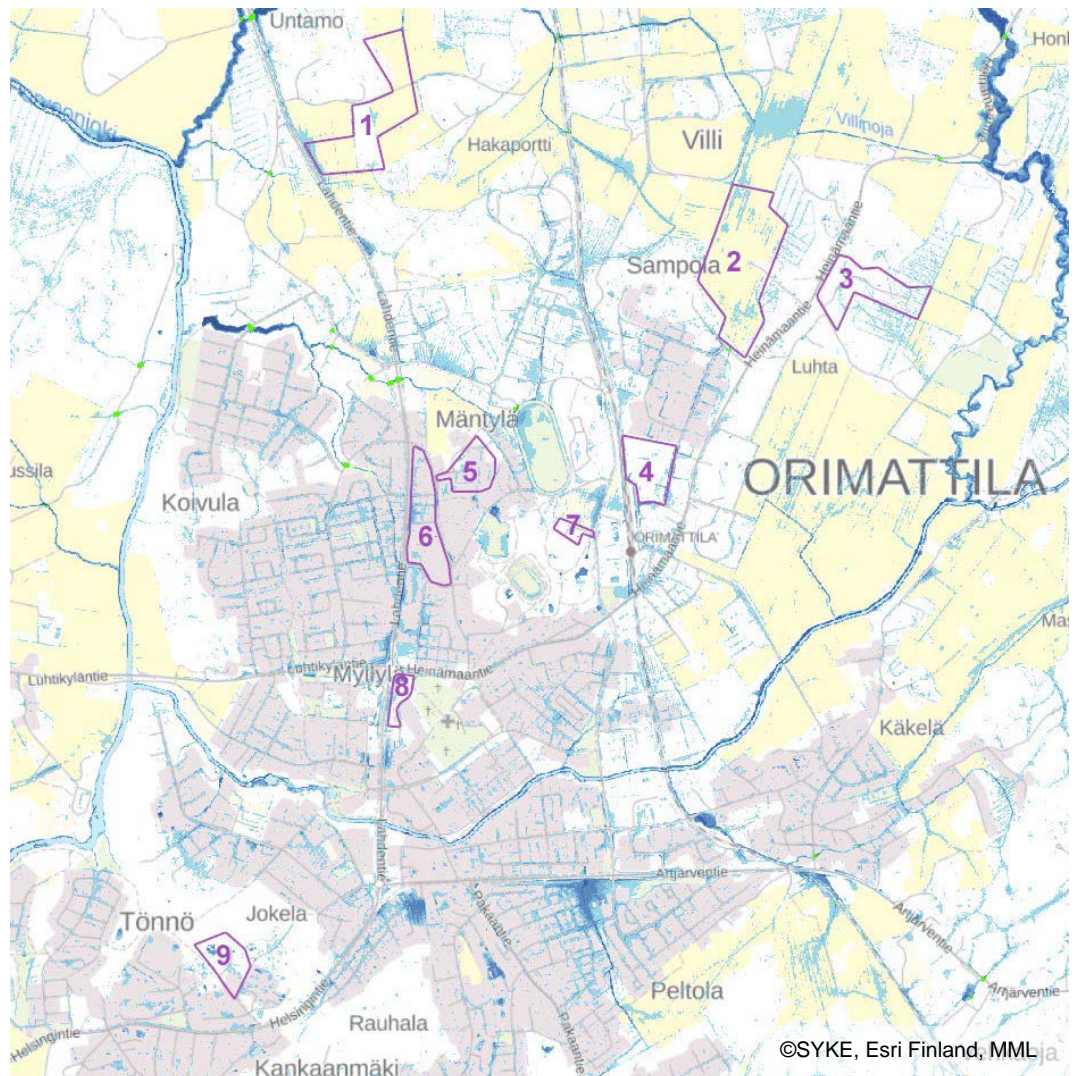
Mallinnusta voidaan jatkossa kuitenkin hyödyntää hulevesiselvitysten tausta-aineistona ja sen perusteella voidaan sulkea pois sellaisia alueita, joille ei todennäköisesti tarvita erillisiä selvityksiä. Alueiden uudelleen mallintaminen on Suomen ympäristökeskusta työllistävää, eikä tällaisia aineistoja tavallisesti tuoteta kunnille. Suurimman hyödyn hulevesitulvakartasta saa, jos sitä korjaa mahdollisimman luotettavaksi ja tekee sen pohjalta tulkintoja mahdollisista ongelma-alueista.

7.3.2 Muut mahdolliset tulevaisuuden tulvariskialueet

Keskustan seudulla on kaavoitusohjelmassa seitsemän kaavakohdetta, jotka ovat rajattuna ja numeroituna kuviossa 24. Kaavoituskohteet ovat: 1) Villin alue, 2) Sampolan alueen laajennus, 3) Ränänmäen alue, 4) Sampolan kortteli 1302, 5) Wanha Amis, 6) Mäntylän Koulutie, 7) Ravipolku, 8) Veteraanitien vähittäistavarakauppa sekä 9) Kankaanmäen pientaloalue. Mallinnuksen tarkastelun perusteella hulevesien hallintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota Sampolan teollisuusalueen laajennusta suunnitellussa (2) sekä Koulutien kaavamuutosalueella (6).

Sampolan teollisuusalueen pohjoispuolella sijaitseva laajennusalue on tasaista peltoa, jolta hulevedet ohjautuvat luontaisesti ensin pohjoiseen ja sitten Villinojaa pitkin itään kohti Köylinjokea. Alueen suunnittelussa tulee ottaa huomioon riittävät aluevaraukset hulevesien viivyttämiseen alueella, jotta voidaan estää tulviminen alueen pohjoispuolella. Lisäksi tulee huolehtia, ettei vesiä ohjata suoraan vastaanottaviin vesistöihin, jolloin voi aiheutua laadullista haittaa. Sellaisilla alueilla, joilla esimerkiksi käsitellään polt-

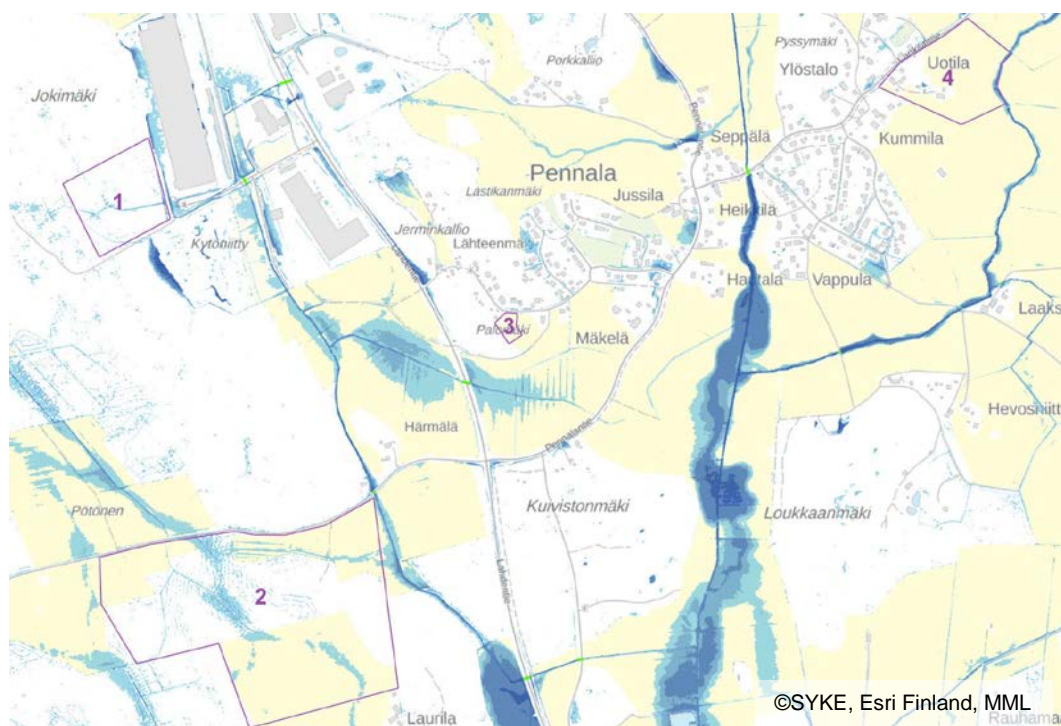
toaineita, tulee hulevedet esikäsitellä öljynerotuksessa ennen kaupungin hulevesijärjestelmään tai maastoon johtamista. Koulutien kaavamuu-
 alueelta on tullut palautetta Lahdentien ja Koulutien väliseltä alueelta, joka
 myös mallinnuksen perusteella näyttää ongelmalliselta hulevesien kannal-
 ta. Kaavamuu-
 alue on pääosin jo rakennettu, mutta lisärakentamisella ei
 saa aiheuttaa haittaa olemassa oleville tonteille. Kaavoituksen yhteydessä
 on mahdollista tehdä aluevarauksia hulevesijärjestelmille.



KUVIO 24. Kaavoitusohjelman mukaiset keskustan seudun kaavakohteet hulevesitulvakartalla.

Pennalan alueella on neljä kohdetta kaavoitusohjelmassa. Kuviossa 25 kohteet näkyvät rajattuina tulevan maankäytön mukaan korjatussa hulevesitulvakartassa. Koulun läheisyyteen kaavoitetaan Uotilanrinteen uutta pientaloaluetta (4) ja Lastikanrinteellä on tehty pieni pientalorakentamista koskeva kaavamuutos. Logistiikka-alueetta laajennetaan Postin takana (1) ja pienteollisuutta kaavoitetaan Rautamäentien eteläpuolelle (2).

Rautamäentien teollisuusalueen asemakaava-alueella hulevesien käsittelystä täytyy tehdä selvitys, koska osa vesistä suuntautuu luonnollisesti suoraan Porvoonjokeen kohti etelää. Suunnittelualueesta suurin osa on Fingridin sähköasemalle varattua aluetta. Länsiosaan on suunniteltu alustavasti pienteollisuutta. Teollisuustonttien hulevesiä ei voida ohjata Fingridin tontin kautta. Alueen rakentamisessa on tärkeää, että kiinteistöillä huolehditaan syntyvistä hulevesistä eikä vesiä johdeta suurina virtaamina suoraan kaupungin hulevesijärjestelmään. Myös viheralueille tulee varata tilaa hulevesien viivyttämiseen ja suodattamiseen. Muut Pennalan kaavoituskohteet eivät mallinnuksen perusteella vaadi erillisiä hulevesiselvityksiä.



KUVIO 25. Pennalan kaavoituskohteet hulevesitulvakartalla.

Lisäksi kaavoitusohjelmassa on kaksi aluetta Virenojalta ja kaksi Artjärveltä. Myös kyseisiä kohteita on tarkasteltu hulevesitulvakartalla, mutta mallinnuksen perusteella alueilla ei ole tarvetta hulevesiselvityksiin. Orimattilan kaupungin kaavoitusohjelmassa 2018–2022 ei hulevesitulvakartan perusteella ole kaava-alueita, joilla olisi olemassa tulvariski. Rakentaminen kuitenkin vaikuttaa huomattavasti vesiolosuhteisiin. Kaikilla alueilla hulevesiongelmia on mahdollista välttää hyvällä suunnittelulla.

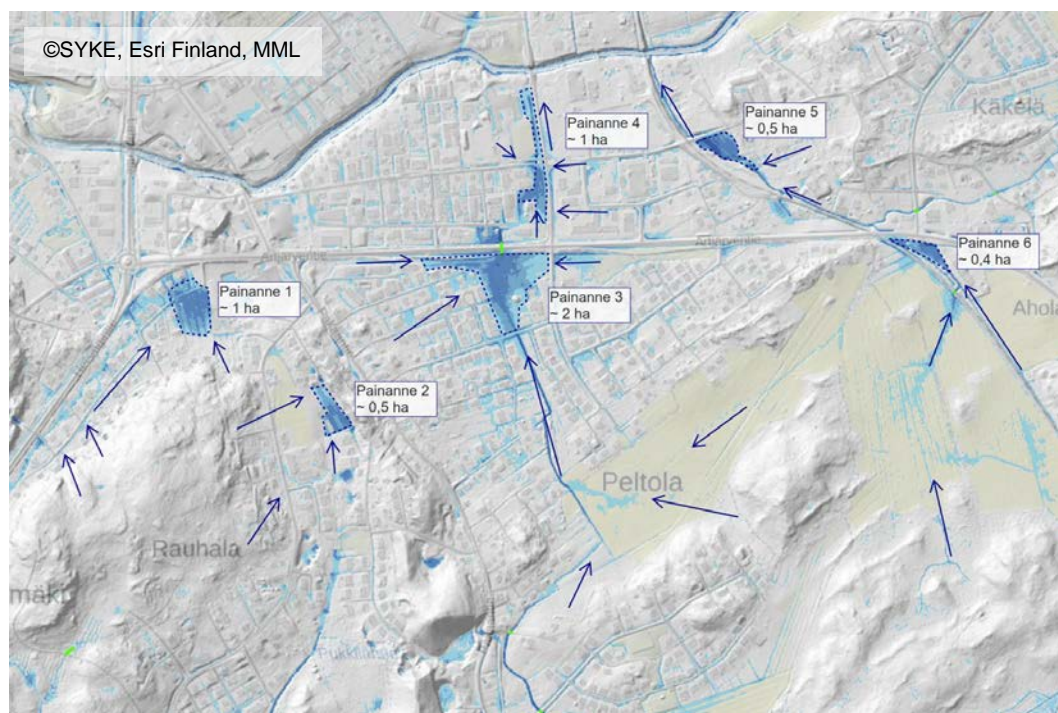
7.3.3 Painanteet

Keskustan seudun ja Pennalan alueilta havaittiin paikkatietotarkastelun perusteella 16 luonnollista painannetta, jotka on hyvä huomioida kaavoituksessa. Kuviossa 26 on tarkastelu Rauhalan, Peltolan ja Käkelän alueilta. Painanne 1 on noin hehtaarin kokoinen alue, jolle vesiä virtaa Puolaa-jantien varrelta ja sen itäpuoleiselta rinteeltä sekä Suppulanpolun suunnasta. Painanne sijoittuu pääosin rakentamattomalle asemakaavan mukaiselle kerrostalotontille. Alueella tulee kiinnittää erityistä huomiota hulevesien hallintaan rakennusvaiheessa. Pinta-alaltaan pienempi painanne 2 sijaitsee Vihtorintien varrella asemakaavan mukaisella pientalojen kortteli-alueella, jolle on viime vuosina rakennettu neljä rivitaloa. Rakentamisen yhteydessä tonteille tehtiin täyttöä ja hulevedet ohjattiin kaupungin hulevesijärjestelmään. Korkeusmalli on tältä osin vanhentunut eikä mallinnuksen mukaista painannetta enää todellisuudessa muodostu.

Peltolan alueelle on muodostunut mallinnuksessa noin kahden hehtaarin kokoinen painanne (painanne 3), jonka valuma-alue on todella laaja. Artjärventien eteläpuoleiselle alueelle kerääntyy vesiä maantien varsilta, Peltolan asuinalueelta sekä Tuomisenalueen suunnalta. Alue on asemakaavassa pääosin lähivirkistysaluetta sekä leikki- ja pallokentän aluetta. Lähivirkistysalueelle voisi suunnitella hulevesialtaan tai tulvapainanteen rakentamista. Peltolan alueelta hulevedet jatkavat matkaansa Artjärventien pohjoispuolelle ja siellä Viljamaantien vartta Palojokeen. Tulvatilanteessa osa vedestä jää seisomaan mallinnuksen mukaan Viljamaantien varteen (painanne 4). Tähän voi vaikuttaa melko paljon joidenkin rumpujen puuttumi-

nen mallista. Alueella voisi kuitenkin olla syytä varautua tulvatilanteisiin tekemällä alueelle virtaamaa hidastavia ratkaisuja. Kaavallisesti se olisi mahdollista, koska Viljaamaantien varret ovat puistoaluetta.

Painanteet 5 ja 6 sijoittuvat Lahti–Loviisa-junaradan varteen. Mallinnuksen mukaan hulevedet padottuvat Käkeläntien ja Artjärventien eteläreunoille. Oletettavasti teiden ali kulkee rummut, joita pitkin vedet jatkavat matkaansa kohti Palojokea. Tiedot kyseisistä rummuista puuttuvat sekä liikenneviaston rumpurekisteristä että kaupungin kartoilta.

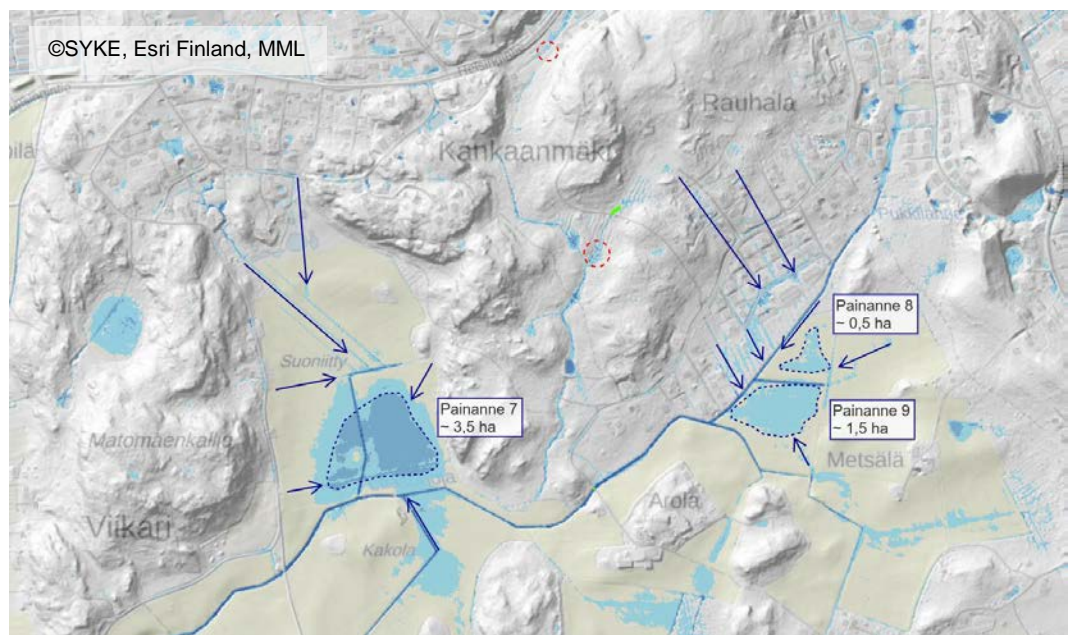


KUVIO 26. Luonnolliset painanteet Rauhalan, Peltolan ja Käkelän alueilla.

Kankaanmäen ja Metsärinteiden (kuvio 27) alueilta ei löytynyt mallinnuksen perusteella selkeitä painanteita asemakaava-alueelta, mutta tulevaisuuden suunnitelmien kannalta mielenkiintoisia alueita kolme kappaletta. Painanne 7 on pinta-alaltaan ja valuma-alueeltaan suurin. Painanne on Laa-

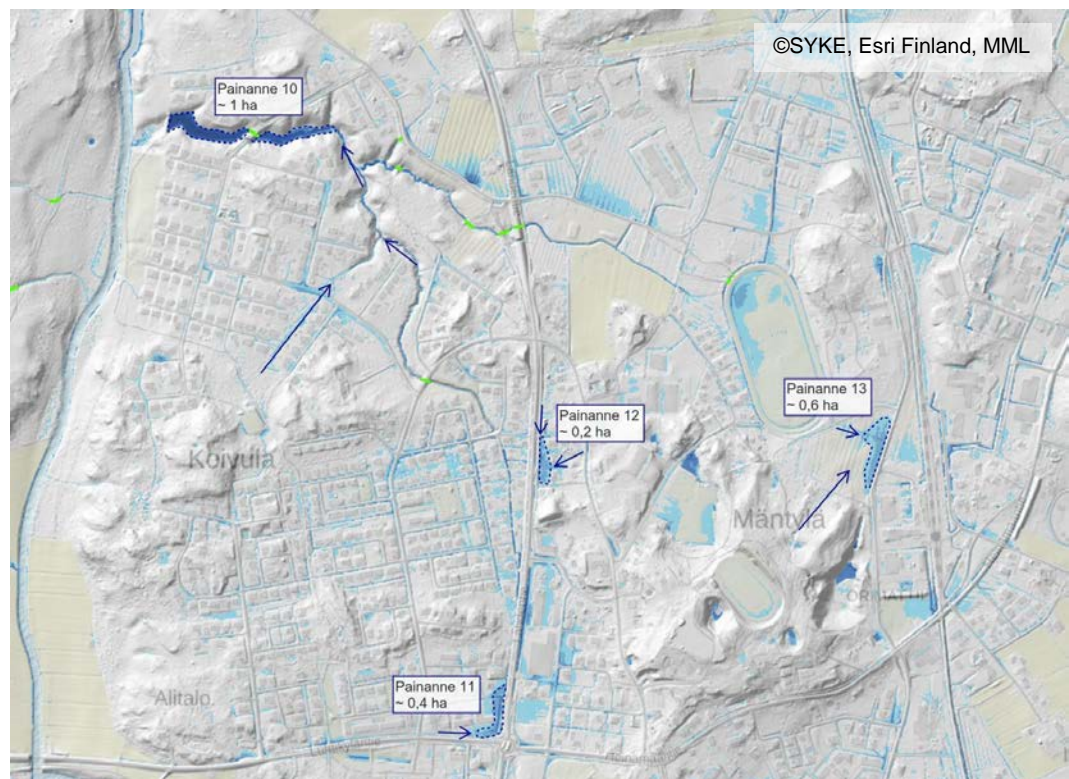
sonojan varrella peltoalueella, jonne vesiä valuu Kankaanmäen vanhalta asuinalueelta sekä Matomäenkalliolta. Alue sijoittuu yleiskaavassa pientalovaltaiselle asuntoalueelle, joten jatkosuunnittelussa luontainen painanne ja tärkeimmät virtausreitit kannattaa ottaa huomioon.

Painanteet 8 ja 9 muodostuvat aivan asemakaava-alueen eteläpuoleiselle pellolle. Pienempään painanteeseen vettä kertyy peltoalueelta ja rinteiltä idän suunnasta. Painanteeseen 9 vesiä virtaa Metsärinteen asuinalueelta Laasonojan kautta ja Metsälän suunnasta. Tämäkin alue on asemakaavan laajentamissuunta ja osoitettu osayleiskaavassa pientalovaltaiseksi asuntoalueeksi. Asemakaavoituksen alkaessa olisi hyvä selvittää, voitaisiinko luontaisten painanteiden kohtaa jotenkin hyödyntää tai ainakin jättää vanhan ja uuden asutuksen väliin enemmän viheraluetta. Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijat havaitsivat kaksi pienempää luonnollista painannetta Metsärinteen alueelta. Kohteet on ympyröity karttaan punaisella. (LAMK 2017.) Mallinnuksen perusteella kyseiselle alueelle ei kerry paljoa hulevesiä, mutta tulevaisuudessa Kankaanmäentien rakentaminen Helsingintiehen saakka voi vaikuttaa hulevesien kertymiseen kyseisille alueille.



KUVIO 27. Luonnolliset painanteet Kankaanmäen ja Metsärinteen alueilla.

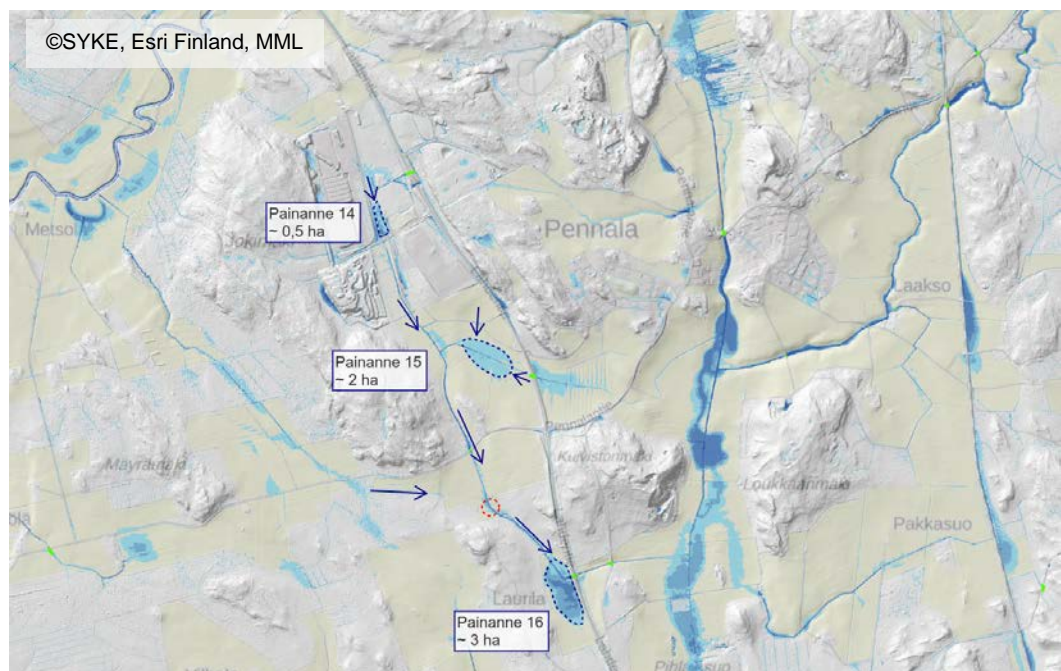
Kuviossa 28 on Lintulan, Koivulan ja Mäntylän alueilta suurimmat painanteet. Lintulassa Porvoonjokeen virtaavan puron uoma ja sen ympäristö muodostavat noin hehtaarin kokoisen painanteen (painanne 10). Alueelle myös Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijat ovat esittäneet hulevesien viivytysaltaan paikkaa (LAMK 2017). Puron varrella kulkee ulkoilureitti. Paikka voisi olla sopiva purouoman varteen rakennettaville vesiaiheille ja tulvatasanteille, jotka eivät kuitenkaan rajoittaisi puron virtausta. Asemakaavassa alue on lähivirkistysaluetta. Painanteet 11 ja 12 ovat maantien varteen asuinrakennusten läheisyyteen kertyviä hulevesiä, jotka pitäisi saada ohjattua pois alueilta. Nämä hulevesiongelman-alueet kuuluvat hulevesijärjestelmän kehittämiskohteisiin. Raviradan kaakkoispuolella sijaitseva painanne 13 on asemakaavassa pääosin lähivirkistysaluetta. Sille kertyy vettä melko pieneltä valuma-alueelta enimmäkseen pelto-ojia pitkin.



KUVIO 28. Luonnolliset painanteet Lintulan, Koivulan ja Mäntylän alueilla.

Pennalassa laajoja painanteita muodostuu kylän läpi etelä–pohjois-suuntaisesti virtaavan uoman varrelle. Alavat alueet uoman varrella ovat mahdollisia tulva-alueita eikä uoman virtausta tule Lahdentien itäpuolella rajoittaa tulvariskin vuoksi. Kuvioon 29 on merkitty Pennalan logistiikka-alueen suurimmat painanteet. Painanne 14 on muodostunut teollisuuskiinteistöjen ja katujen väliselle alueelle, joka on suurjännitelinjan suoja-alueita. Alueelta vedet ohjataan Jokimäentien alitse ja hulevesialtaan kautta edelleen etelän suuntaan. Painanne 15 sijoittuu asemakaavassa toimitilarakennusten korttelialueelle. Painanteen länsipuolelle on kaavassa osoitettu ohjeellisia hulevesien käsittelyyn varattuja alueen osia.

Eteläisin painanne (16) sijoittuu voimassa olevan asemakaava-alueen ulkopuolelle, mutta siihen kertyy vesiä koko teollisuus- ja logistiikka-alueelta. Tulvatilanteessa hulevedet padottuvat Lahdentien alittavan rummun länsipuolelle. Painanne on osayleiskaavassa maa- ja metsätalousaluetta. Kaupunki pyrkii vähentämään hulevesikuormitusta painanteen pohjoispuolelle rakennetulla hulevesialtaalla, joka sijoittuu osayleiskaavan mukaiselle työpaikka-alueelle. Altaan sijainti on ympyröity karttaan punaisella.



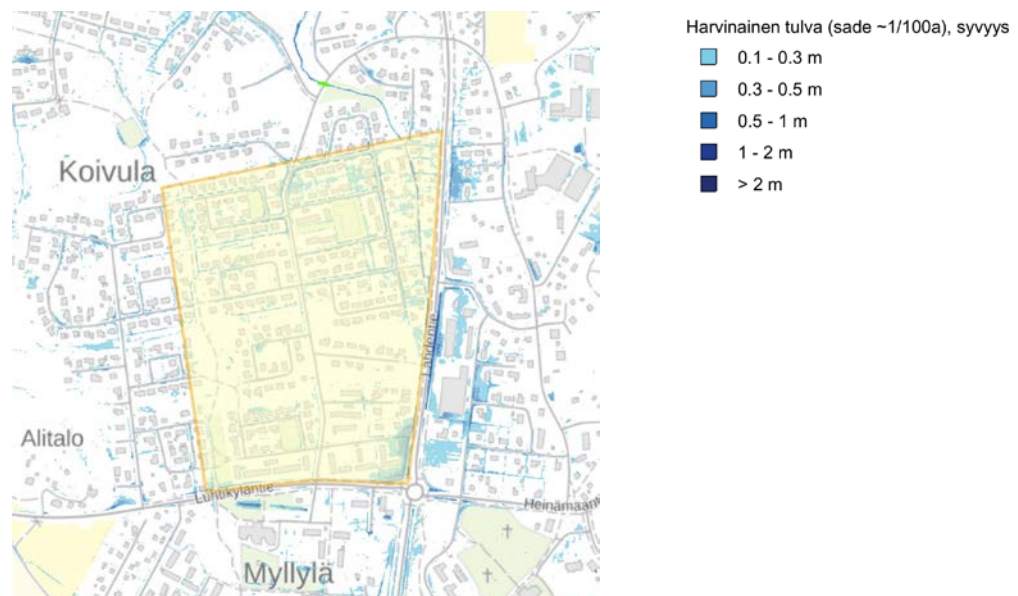
KUVIO 29. Luonnolliset painanteet Pennalan alueella.

7.4 Hulevesitulvariskien alustava arviointi

7.4.1 Alustavat tulvariskialueet

Hulevesitulvariskien alustavaa arviointia varten valittiin paikkatietotarkastelujen perusteella mahdollisia tulvariskialueita tarkempaa tarkastelua varten. Keskustan seudulla mahdollisiksi tulvariskialueiksi rajattiin Koivulan, Rauhalan ja Peltolan alueet ja Pennalassa Pasinan alue. Valintaan vaikutti hulevesitulvakartan vesisyvyystietojen lisäksi palautteiden määrä, asiantuntijoiden nimeämät ongelma-alueet ja mahdollisella tulva-alueella sijaitsevat riskikohteet. Kultakin alueelta koottiin tietoja taulukkoon, joiden perusteella riskien merkittävyyttä arvioitiin (kappale 7.4.2).

Koivulan tarkastelualueella (kuvio 30) asuu noin 550 asukasta. Alueelta tuli 11 tulvahavaintoa. Koivulan hulevesijärjestelmä on puutteellinen ja alueen ongelmallisuus tuli esiin myös asiantuntijoiden haastatteluissa. Alueella sijaitsee yksi jätevedenpumppaamo, mutta se ei ole mallinnuksen mukaan tulva-alueella. Alueen neljästä puistomuuntamosta yksi sijaitsee tulva-alueella. Riskikohteita tulva-alueella ei sijaitse (taulukko 2).

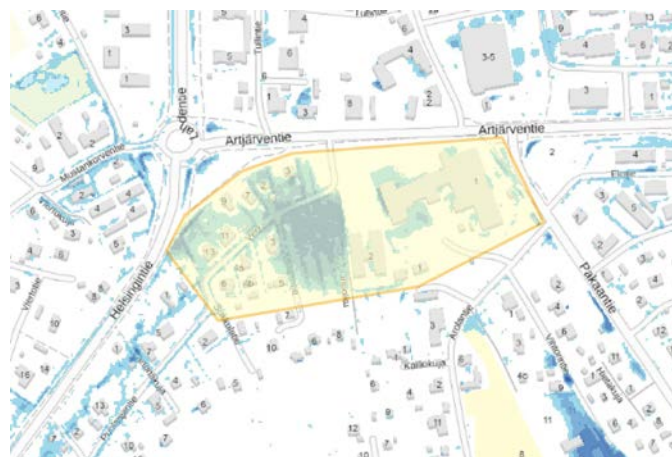


KUVIO 30. Koivulan tarkastelualueen raja.

TAULUKKO 2. Tarkastelu hulevesitulvan mahdollisista vahingoista Koivulan tarkastelualueella.

Indikaattoreita	Mahdollisten vahinkojen määrä
Tulva-alueella asuvat ihmiset	<10
Vaikeasti evakuoitavat kohteet tulva-alueella	0
Tulvan haitalliset vaikutukset terveydelle	0
Tulva-alueella sijaitsevat jätevedenpuhdistamot	0
Tulva-alueella sijaitsevat elintarvike- ja lääketeollisuuskohteet sekä satamat ja lentoasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat voimalaitokset tai sähköasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat tietoliikenteen rakennukset	0
Tulvan seurauksesta katkeavat kadut ja rautatiet	0
Ympäristölupavelvolliset kohteet	0
Tulva-alueella sijaitseva kulttuuriympäristö ja suojellut rakennukset sekä kirjastot, arkistot tai museot	0

Rauhalan alueella noin 40 asukasta asuu alustavalla tulvariskialueella (kuvio 31). Alueelta on neljä tulvahavaintoa. Alueella sijaitsee palvelutalo ja paikallisesti arvokas rakennettu kulttuuriympäristö (taulukko 3). Tulva-alueella on yksi puistomuuntamo. Verkatie katkeaa mallinnuksen perusteella tulvatilanteessa, mutta katuosuus on mahdollista sulkea ja kiertää.



Harvinainen tulva (sade ~1/100a), syvyys

- 0.1 - 0.3 m
- 0.3 - 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- > 2 m

KUVIO 31. Rauhalan tarkastelualueen rajausta.

TAULUKKO 3. Tarkastelu hulevesitulvan mahdollisista vahingoista Rauhan tarkastelualueella.

Indikaattoreita	Mahdollisten vahinkojen määrä
Tulva-alueella asuvat ihmiset	<10
Vaikeasti evakuoitavat kohteet tulva-alueella	1
Tulvan haitalliset vaikutukset terveydelle	0
Tulva-alueella sijaitsevat jätevedenpuhdistamot	0
Tulva-alueella sijaitsevat elintarvike- ja lääketeollisuuskohteet sekä satamat ja lentoasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat voimalaitokset tai sähköasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat tietoliikenteen rakennukset	0
Tulvan seurauksesta katkeavat kadut ja rautatiet	1
Ympäristölupavelvolliset kohteet	0
Tulva-alueella sijaitseva kulttuuriympäristö ja suojellut rakennukset sekä kirjastot, arkistot tai museot	1

Hulevesitulvakartalla Peltolan alue erottuu suurimpana tulva-alueena (kuvio 32). Alustavalla tulvariskialueella asuu noin 50 asukasta. Tulva-alueella on mallinnuksen mukaan päiväkotia ja puistomuuntamo (taulukko 4). Niittytie katkeaa tulvatilanteessa, mutta kyseinen katuosuus on mahdollista sulkea ja kiertää.



Harvinainen tulva (sade ~1/100a), syvyys

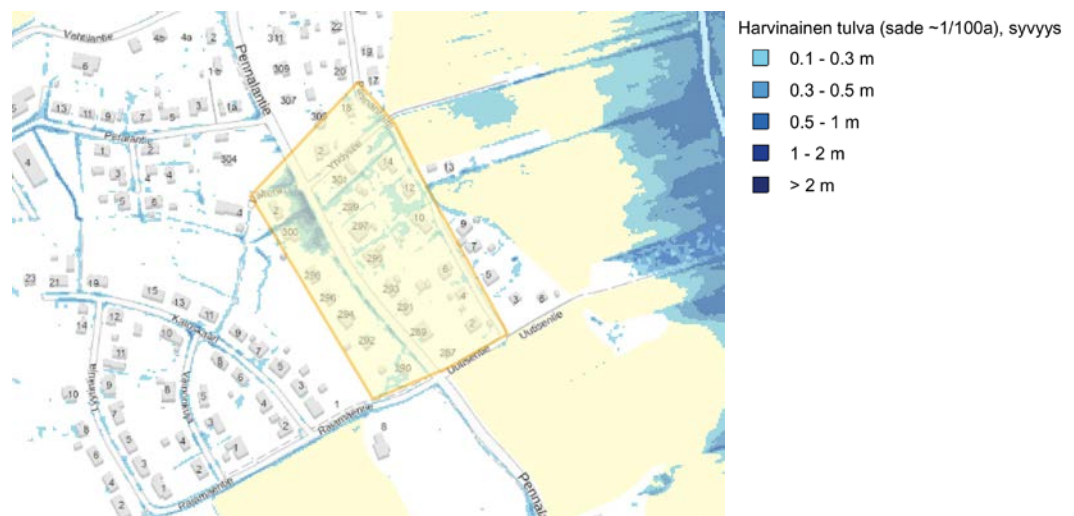
- 0.1 - 0.3 m
- 0.3 - 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- > 2 m

KUVIO 32. Peltolan tarkastelualueen rajaus.

TAULUKKO 4. Tarkastelu hulevesitulvan mahdollisista vahingoista Peltolan tarkastelualueella.

Indikaattoreita	Mahdollisten vahinkojen määrä
Tulva-alueella asuvat ihmiset	~10
Vaikeasti evakuoitavat kohteet tulva-alueella	1
Tulvan haitalliset vaikutukset terveydelle	0
Tulva-alueella sijaitsevat jätevedenpuhdistamot	0
Tulva-alueella sijaitsevat elintarvike- ja lääketeollisuuskohteet sekä satamat ja lentoasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat voimalaitokset tai sähköasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat tietoliikenteen rakennukset	0
Tulvan seurauksesta katkeavat kadut ja rautatiet	1
Ympäristölupavelvolliset kohteet	0
Tulva-alueella sijaitseva kulttuuriympäristö ja suojellut rakennukset sekä kirjastot, arkistot tai museot	0

Pennalan Pasinan alueella noin 50 asukasta asuu alustavalla tulvariski-alueella (kuvio 33). Alueella on tehty seitsemän tulvahavaintoa. Alueella ei sijaitse riskikohteita (taulukko 5).



KUVIO 33. Pasinan tarkastelualueen rajaus.

TAULUKKO 5. Tarkastelu hulevesitulvan mahdollisista vahingoista Pasi-
nan tarkastelualueella.

Indikaattoreita	Mahdollisten vahinkojen määrä
Tulva-alueella asuvat ihmiset	<10
Vaikeasti evakuoitavat kohteet tulva-alueella	0
Tulvan haitalliset vaikutukset terveydelle	0
Tulva-alueella sijaitsevat jätevedenpuhdistamot	0
Tulva-alueella sijaitsevat elintarvike- ja lääketeollisuuskohteet sekä satamat ja lentoasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat voimalaitokset tai sähköasemat	0
Tulva-alueella sijaitsevat tietoliikenteen rakennukset	0
Tulvan seurauksesta katkeavat kadut ja rautatiet	0
Ympäristölupavelvolliset kohteet	0
Tulva-alueella sijaitseva kulttuuriympäristö ja suojellut rakennukset sekä kirjastot, arkistot tai museot	0

Haavoittuvimpia riskikohteita tarkastelua varten löydettiin Orimattilasta 100 kappaletta (kappale 6.6.4). Niistä 44 sijoittuu asemakaava-alueille ja kolme alustaville tulvariskialueille. Riskikohteita erikseen tarkastelemalla voidaan havaita kolmen haavoittuvimman kohteen sijaitsevan osittain mallinnuksen mukaisella tulva-alueella. Kohteet ovat päiväkotia, palvelutalo ja jäteveden pumppaamo. Palvelutalon osalta mallinnus ei ole ajan tasalla, koska rakennus on korkeusmallia uudempi.

7.4.2 Tulvariskien merkittävyys

Alustavien tulvariskialueiden tarkastelussa yksikään alue ei ylittänyt merkittävän tulvariskin kriteerejä (taulukko 1). Orimattilassa on sellaisia toteutuneita hulevesitulvia, jotka voivat uusiutua tulevaisuudessakin. Kaikki havainnot ovat kuitenkin koskeneet pienialaisia tulvia, joiden vahingot ovat jääneet vähäisiksi. Hulevesitulvakartan mukainen sadetapahtuma voi tulevaisuudessa olla nykyistä yleisempi, joten sen mukaisiin tulviin voi olla hyvä varautua esimerkiksi tulvareittejä suunnittelemalla. Hulevesitulvakartan

avulla tehtyjen tarkastelujen perusteella Orimattilassa ei aiheudu hulevesitulvista merkittäviä vahinkoja myöskään tulevaisuudessa. Arvio perustuu nykyhetkellä saatavissa oleviin tietoihin, joten esimerkiksi ilmastonmuutoksen vaikutusten ennusteet luultavasti muuttuvat ajan kuluessa. Merkittäviä tulvariskialueita Orimattilassa ei myöskään viranhaltijoiden haastatteluiden perusteella ole.

7.4.3 Alustavan arvioinnin päivitys

Orimattilan ensimmäistä hulevesitulvariskien arviointia oli tarve päivittää, koska arvioinnin tekemiseen oli saatavilla uutta tietoa Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakartan julkaisun myötä. Karttaa haluttiin hyödyntää Orimattilan arvioinnin tarkistamista varten. Sen perusteella ei kuitenkaan todettu tarvetta nimetä merkittäviä hulevesitulvariskialueita. Ensimmäisen arviointikierroksen jälkeen ei ole tapahtunut suuria vahinkoja aiheuttaneita hulevesitulvia. Maankäytön muutosten vaikutusta hulevesiin on arvioitu kappaleessa 7.3. Muutosalueilla ei ole arvioitu olevan merkittäviä tulvariskejä. Kaavamuutosalueiden rakentamisesta aiheutuvat hulevesiongelmien ratkaistavissa suunnitteluvaiheessa. Ensimmäisen kierroksen mukainen arvio ilmastonmuutoksen vaikutuksista ei ole merkittävästi muuttunut. Ennusteet varmastikin muuttuvat, mutta luultavasti pidemmällä aikavälillä. Edellisen kierroksen jälkeen ei ole toteutettu tulvariskien hallinnan toimenpiteitä. Hulevesien hallintaan on kuitenkin alettu kiinnittämään enemmän huomiota. Pennalan ja Hennan alueille on toteutettu hulevesirakenteita. Uusilla alueilla hulevedet voidaan ottaa huomioon kokonaissuunnittelussa, mutta vanhojen alueiden hulevesien hallinnan parantaminen on haasteellisempaa.

Alustavan arvioinnin perusteella kaupungin tulee tehdä päätös siitä, nimeäkö se merkittäviä hulevesitulvariskialueita tai todeta, ettei sellaisia ole. Ensimmäisellä arviointikierroksella Orimattilassa ei päätetty nimetä merkittäviä hulevesitulvariskialueita. Edellä olevien havaintojen perusteella Orimattilan alustavaa arviointia ei ole tarvetta tarkistaa merkittävien hulevesitulvariskialueiden nimeämiseksi.

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena oli tutkia, miten Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttaa voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa. Tutkimuksellinen osuus koostui kaikkiaan kuudesta työvaiheesta, joissa karttaa tarkasteltiin eri näkökulmista. Työvaiheet liittyivät suurelta osin toisiinsa ja olivat oleellisia johtopäätösten tekemiseksi.

Hulevesitulvakarttaan tehtiin korjauksia Suomen ympäristökeskuksen karttapalvelussa. Rumpuja oli mahdollista lisätä tai korjata karttapalvelussa suoraan hulevesitulvakartalle. Suomen ympäristökeskus oli tehnyt ohjevideon rumputietojen korjaamisesta, jonka mukaisesti korjausten ja merkintöjen teko karttapalveluun oli helppoa. (Ympäristöhallinto 2018c.)

Työn tulokset perustuvat paikkatietotarkasteluihin hulevesitulvakartan avulla. Tarkasteluja varten kerättiin tietoja muun muassa nykyisistä hulevesijärjestelmistä, toteutuneista tulvista ja mahdollisista riskikohteista. Tulvahavainnot ja riskikohteet vietiin hulevesitulvakartalle, jossa niitä oli käteväntä tarkastella. Karttaan voi tehdä omia merkintöjä ja aluerajauksia sekä tuoda omia aineistoja esimerkiksi shapefile-muodossa.

Hulevesitulvakartan luotettavuutta arvioitiin tulvahavaintojen avulla. Maankäytön muutosten vaikutuksia hulevesivirtaamiin tutkittiin Pennalan alueella. Vertailua varten Pennalasta tehtiin uudet mallinnukset Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Lisäksi arvioitiin kaavoitusohjelmassa olevien kaavahankkeiden mahdollisia tulvariskejä. Toteutuneista tulvista ja mahdollisista riskikohteista kerättyjen tietojen avulla tutkittiin alustavia tulvariskialueita hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin päivittämiseksi. Orimattilasta valittiin tarkempaan tarkasteluun neljä alustavaa tulvariskialuetta. Valintaan vaikutti hulevesitulvakartan visuaalisen tarkastelun lisäksi palautteiden määrä, asiantuntijoiden nimeämät ongelma-alueet ja mahdolliset riskikohteet.

Hulevesitulvariskien alustavaa arviointia varten hulevesitulvakartta oli hyödyllinen työkalu, joka helpotti ongelma-alueiden havainnointia. Arvioinnin laatimisessa auttoi myös Aalto-yliopistossa helmikuussa 2018 valmistunut

Jannina Gustafssonin diplomityö, jota pystyi käyttämään ohjeena (Gustafsson 2018). Lisäksi Kuntaliitto ja Suomen ympäristökeskus olivat laatineet ohjeita arviointia varten, jotka oli koottu tammikuussa 2018 julkaistuun muistioon (Kuntaliitto 2018). Orimattilassa ei todettu olevan yhtäkään merkittävää hulevesitulvariskialuetta. Arvioinnin tekeminen ja alustava hulevesitulvakartta ovat kuitenkin hyviä keinoja herättelemään kaikkia kuntia pohtimaan hulevesien hallintaa ja sen kehittämistä.

Tarkastelujen perusteella Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttaa voidaan hyödyntää maankäytön suunnittelussa mahdollisten hulevesitulvariskialueiden havaitsemiseen sekä luonnollisten painanteiden ja tärkeimpien virtausreittien kartoittamiseen. Kartta ei kuitenkaan ole sellaisenaan käytettävissä hulevesiselvityksenä, vaan sen perusteella voidaan kartoittaa suunnittelualueiden selvitystarpeita. Työssä tehty validointi ei todistanut kartan luotettavuutta kovin kattavasti, koska se perustui melko pieneen määrään tulvahavaintoja.

Hulevesitulvakartta on työkaluna suuntaa antava ja sen tulkitsemisessa täytyy käyttää harkintaa. Epävarmuuksia liittyy muun muassa mallinnuksessa käytettyihin oletuksiin. Mallinnus on tehty samoilla oletuksilla niin isoille kuin pienillekin taajamille. Esimerkiksi Orimattila on maalaiskaupunki, jonka keskustassakin on paljon pinnoittamattomia alueita, mutta oletukset olivat samat kaikkien kaupunkien mallinnuksessa. Mallinnusta varten oli tehtävä oletuksia muun muassa läpäisemättömän pinnan osuuksista, joiden perusteella valuntakertoimet määriteltiin (Huokuna & Sane 2018).

Mallinnuksessa käytetty korkeusmalli on Orimattilan osalta vanhentunut. Alueilla, joilla on rakennettu viime vuosina, on tehty täyttöjä ja leikkauksia, jotka vaikuttavat veden kulkureitteihin. Näiden muutosten puuttuminen aiheuttaa virheitä mallinnukseen. Uudempaa, vuonna 2016 laserkeilattua aineistoa olisi hyvä käyttää seuraaviin mallin päivityksiin. (Maanmittauslaitos 2018c.) Mallinnuksessa ei ole voitu myöskään ottaa huomioon yksilöllisesti rakennusten perustamiskorkoa. Sellainen talo, joka näyttää olevan veden alla hulevesitulvakartalla, voi todellisuudessa säilyä kuivana.

Lisäksi epävarmuutta hulevesitulvakarttaan aiheuttaa suurempien rumpujen puuttuminen. Orimattilan osalta hulevesitulvakartasta saadaan luotettavampi, jos kaikki halkaisijaltaan vähintään 500 millimetrin rummut inventoidaan ja lisätään karttaan. Jatkossa olisi tärkeää, että hulevesitulvat kirjattaisiin aina ylös, jolloin tietoja voitaisiin hyödyntää hulevesiongelmien ehkäisemisessä ja hulevesijärjestelmän kehittämisessä. Epävarmuustekijät huomioon ottaen Suomen ympäristökeskuksen hulevesitulvakarttaa voidaan hyödyntää hulevesijärjestelmän kehittämisessä ja yleistasoisessa suunnittelussa.

LÄHTEET

Ahola, T. 2006. Rakennusinventointi Artjärvi. Hämeen ympäristökeskuksen moniste 107/2006. Hämeenlinna: Hämeenlinnan Offsetkolmio Oy ja Hämeen ympäristökeskus.

Citywater. 2018. Citywater-hankkeen kotisivut [viitattu 1.6.2018]. Saatavissa: <http://www.citywater.fi/>

Fingrid. 2018. Fingrid Oyj:n karttapalvelu [viitattu 5.6.2018]. Saatavissa: <https://fingrid.navici.com/platform/?tab=feedback>

Geologian tutkimuskeskus. 2015. Maankamara, karttapalvelu [viitattu 12.4.2018]. Saatavissa: <http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>

Gustafsson, J. 2018. Hulevesitulvariskien alustava arviointi tulvamallituksen tuloksia hyödyntäen. Aalto-yliopisto [viitattu 3.4.2018]. Diplomityö. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/30560>

Huokuna, M. & Sane, M. 2018. Hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin tulvakartat. Suomen ympäristökeskus, Vesikeskus [viitattu 8.4.2018]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/hulevesitulvat>

Ihanamäki, P. 2014. Orimattilan pohjavesialueiden suojelusuunnitelma. Orimattilan kaupunki ja Orimattilan Vesi.

ILKKA-hanke. 2018. Alueellinen hulevesisuunnitelma - Turku, Kaarina, Lieto, Raisio ja Rusko. Turku: ILKKA-hanke [viitattu 2.6.2018]. Saatavissa: http://ilmastotyokalut.fi/files/2014/11/3.1.Alueellinen-hulevesisuunnitelma_raportti.pdf

Ilmasto-opas. 2017a. Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus ja Aalto-yliopisto. Ennustettu ilmastonmuutos Suomessa [viitattu 18.10.2017]. Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-artikkeli/74b167fc-384b-44ae-84aa-c585ec218b41/ennustettu-ilmastonmuutos-suomessa.html>

Ilmasto-opas. 2017b. Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus ja Aalto-yliopisto. Mennyt ja tuleva ilmasto [viitattu 17.10.2017]. Saatavissa:

<http://ilmasto-opas.fi/fi/datat/mennyt-ja-tuleva-ilmasto/-/artikkeli/405c693a-d9fd-4ff0-a3c8-50039c64e287/mennyt-ja-tuleva-ilmasto.html#DoubleMapTimelinePlace:vertailu>

Ilmasto-opas. 2017c. Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus ja Aalto-yliopisto. Päijät-Häme – vesistöt vaikuttavat ilmastoon [viitattu 17.10.2017].

Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/a7335c4b-5824-44fd-bd04-9fe90c2689f9/paijat-hame-vesistot-vaikuttavat-ilmastoon.html>

Ilmasto-opas. 2018. Ilmatieteen laitos, Suomen ympäristökeskus ja Aalto-yliopisto. Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat [viitattu

9.4.2018]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/27922915-7ee5-4122-ae60-51f58e6aef9a/sademaarat-kasvavat.html>

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas. 2018a. Ilmastonkestävä kaupunki (ILKKA) – työkaluja suunnitteluun –hanke [viitattu 1.6.2018].

Saatavissa: <http://ilmastotyokalut.fi/>

Ilmastonkestävän kaupungin suunnitteluopas. 2018b. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen [viitattu 1.6.2018]. Saatavissa:

<http://ilmastotyokalut.fi/ilmastonmuutos-ja-kaupungit/ilmastonmuutokseen-sopeutuminen/>

Ilmatieteen laitos. 2018. Havaintojen lataus – Lahti Laune [viitattu 15.4.2018]. Saatavissa: [https://cdn.fmi.fi/fmiodata-convert-](https://cdn.fmi.fi/fmiodata-convert-api/preview/54632bcb-d5fd-428b-aa93-2525d090f0b6/?locale=fi)

[api/preview/54632bcb-d5fd-428b-aa93-2525d090f0b6/?locale=fi](https://cdn.fmi.fi/fmiodata-convert-api/preview/54632bcb-d5fd-428b-aa93-2525d090f0b6/?locale=fi)

iWater. 2018. iWater-hankkeen kotisivut [viitattu 1.6.2018]. Saatavissa:

<https://www.integratedstormwater.eu/>

Joenranta J. 2018. Aluerakennuttaja. DNA Oyj. Sähköpostikysely 4.6.2018.

Junkkari, J. 2018. Vesihuoltopäällikkö. Orimattilan Vesi Oy. Sähköpostikysely 30.5.2018.

Jyväskylän yliopisto. 2014. Tutkimusstrategiat [viitattu 6.6.2018]. Saatavissa:

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat>

Komulainen, J. 2018. Kunnallistekniikan työnjohtaja. Orimattilan kaupunki. Haastattelut 16.4.2018 ja 28.5.2018.

Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Helsinki: Suomen Kuntaliitto ry.

Kuntaliitto. 2017. Hulevesioppaan päivitettyt luvut lainsäädännön muutosten osalta, vuoden 2012 hulevesioppaan liite. Helsinki: Suomen Kuntaliitto ry.

Kuntaliitto. 2018. Hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin tarkistaminen 2. suunnittelukierroksella. Kuntaliiton ja Suomen ympäristökeskuksen muistio 11.1.2018 [viitattu 6.4.2018]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/hulevesitulvat>

Könönen, N. 2005. Orimattilan rakennetun kulttuuriympäristön selvitys. Hämeen ympäristökeskuksen moniste 97/2005. Padasjoki: Padasjoen kirjapaino.

LAMK. 2017. Orimattilan hulevedet - harjoitustyöt kevät 2017.

Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100620>

Liukkonen-Hämäläinen, K. 2018. Ympäristönsuojelusihteeri. Orimattilan kaupunki. Haastattelu 1.6.2018.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Saatavissa:

<http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Maanmittauslaitos. 2018a. Korkeusmalli 2 m [viitattu 8.4.2018]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m>

Maanmittauslaitos. 2018b. Paikkatietoikkuna, karttapalvelu [viitattu 5.6.2018]. Saatavissa: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>

Maanmittauslaitos. 2018c. Maastotiedon ylläpito [viitattu 2.6.2018]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/maastotiedot-ja-niiden-hankinta/maastotiedon>

Museovirasto. 2009. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY [viitattu 25.5.2018]. Saatavissa: http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_list.aspx

Museovirasto. 2018. Kulttuuriympäristön palveluikkuna [viitattu 25.5.2018]. Saatavissa: <https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/portti/read/asp/default.aspx>

Nevalainen, M. 2018. Palomestari. Päijät-Hämeen pelastuslaitos. Puhelin keskustelu 16.5.2018.

Orimattilan kaupunki. 2018a. Tervetuloa Orimattilaan [viitattu 4.4.2018]. Saatavissa: <https://www.orimattila.fi/info/tietoa-orimattilasta/tervetuloa-orimattilaan>

Orimattilan kaupunki. 2018b. Vedet [viitattu 16.4.2018]. Saatavissa: <https://www.orimattila.fi/palvelut/luonto-ja-ymparisto/ympariston-tila/vedet>

Orimattilan kaupunki. 2018c. Hulevedet [viitattu 20.4.2018]. Saatavissa: <https://www.orimattila.fi/palvelut/asuminen/vesihuolto/hulevedet>

Orimattilan kaupunki. 2018d. Toimintaperiaatteet [viitattu 23.4.2018]. Saatavissa: <https://www.orimattila.fi/palvelut/varhaiskasvatus-ja-koulutus/toimintaperiaatteet>

Orimattilan Lämpö Oy ja JS Media Tools A/S. Orimattilan Lämpö – Edullista energiaa lähelläsi. Esite.

Orimattilan Vesi Oy ja JS Media Tools A/S. Orimattilan Vesi - Ympäristöystävällistä vesihuoltoa. Esite.

Porin kaupunki. 2009. Porin kaupunkitulva 12.8.2007, loppuraportti [viitattu 9.4.2018]. Saatavissa:

<https://www2.pori.fi/material/attachments/hallintokunnat/tekninenpalvelukeskus/ajankohtaistaliikenteesta/raportit/5vA4Hx8Kn/Kaupunkitulvaraportti-lopullinen-22102009.pdf>

Pynninen, M. 2018. Hulevesien vaikutus Palojokeen – Palojoen alaosan valuma-alue. Lahden ammattikorkeakoulu [viitattu 1.6.2018]. Opinnäyte-työ. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/148428>

Päijät-Hämeen liitto. 2017. Päijät-Hämeen maakuntakaava 2014, kaa-vaselostuksen liiteosa.

Pöyry. 2017. Pennalan logistiikka-alueen hulevesiselvitys, hulevesien joh-tamisselvitys Porvoonjokeen. Jyväskylä: Pöyry Finland Oy.

Seppälä, R. 2018. Vesitalousasiantuntija. Hämeen ELY-keskus. Puhelin-keskustelu 14.5.2018.

Suomen ympäristökeskus. 2018. Orimattilan kaupungin alustava hule-vesitulvakartta.

Tilastokeskus. 2018. Kuntien avainluvut. Tilastokeskus [viitattu 4.4.2018].

Saatavissa:

<https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2017&active1=560>

Trimble. 2018. Orimattilan kaupungin palautepalvelu.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2018. Kemikaalilaitosten konsultointi-työhyökkeet [viitattu 25.5.2018]. Saatavissa:

<https://tukes.fi/documents/5470659/6373032/Konsultointivy%C3%B6hykkeet/4ea0bee5-4e3e-4733-9937-e09d44bbd4ce/Konsultointivy%C3%B6hykkeet.pdf>

Vesihuoltolaki 119/2001. Saatavissa:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Ympäristöhallinto. 2018a. Hulevesitulvariskien alustava arviointi [viitattu 3.4.2018]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/hulevesitulvat>

Ympäristöhallinto. 2018b. Tulvavahinkojen korvaaminen [viitattu 9.4.2018]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/tulvavahingot>

Ympäristöhallinto. 2018c. Näin korjaat ja täydennät alustavan hulevesitulvakartan rumputietoja - video [viitattu 15.4.2018]. Saatavissa: http://wwwi9.ymparisto.fi/i9/fi/hulevesitulva/karttapalvelu/ohje_edit/

Ympäristöhallinto. 2018d. Hulevesien hallinnan kehittäminen [viitattu 6.6.2018]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/hulevedet>

LIITTEET

LIITE 1.

Orimattilan kaupungin Trimble-palauttejärjestelmässä ollut hulevesikysely.
(Trimble 2018.)

Hulevedet hallintaan – kerro havaintosi tai ideasi!

Hulevesi on rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muille pinnoille kertyvää sade- tai sulamisvettä. Vastuu hulevesien hallinnasta asemakaava-alueella kuuluu kaupungille.

Orimattilan kaupungin tekninen toimiala valmisteleo hulevesien hallintasuunnitelman laatimista. Suunnitelman tavoitteena on selvittää nykyiset hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mahdolliset ongelmatkohdat sekä laatia ehdotus hulevesijärjestelmän kehittämiseksi. Suunnitelmaa voidaan käyttää yksityiskohtaisten hulevesiratkaisujen suunnittelun ja kaavoituksen tukena. Hulevesien hallintasuunnitelman taustatyönä on tekeillä hulevesitulvavalmiinnukseen liittyvä opinnäytetyö Lahden ammattikorkeakoulussa. Opinnäytetyön yhteen osioon kaivataan kuntalaisten havaintoja hulevesitulvista.

Toivomme tulvahavaintoja ja palautetta hulevesien hallintaan liittyen. Oletko nähnyt yleisillä alueilla (kaduilla, puistoissa) tulvia sateen jälkeen? Onko sade- tai sulamisvesistä ollut haittaa kiinteistöilläsi tai asuinalueellasi? Onko sinulla ideoita kaupungin hulevesien hallinnan parantamiseksi?

Merkitsethän mahdolliset ongelmatkohteet kartalle, jotta ne on helpompi paikantaa. Myös kuvia kohteesta voi liittää mukaan.

Tämän kyselyn vastauksia voidaan käyttää teknisen toimialan hulevesien hallinnan kehittämisessä ja siihen liittyvässä opinnäytetyössä. Vastaajien henkilötietoja ei käytetä tai julkisteta.

Kiitos avustasi!

Tekninen toimiala

Anna palautetta: Hulevedet hallintaan

Kirjoita palautteesi. Sinisellä * -merkillä merkityt kentät ovat pakollisia.

Asiatunnus

Lisäluokitus

Ei arvoa

Usein annettua palautetta

Aiheista ei ole usein annettua julkista palautetta.

Vastuutaho

Kesämaa Essi (esskes)

Vaihda vastuutaho

Palauteteksti (Ei yhteystietoja eikä arkaluontoista tietoa) *

Palautteen saa julkaista

Palaute on julkisesti nähtävillä esimerkiksi palautepalvelun syötteissä. Palautteesta ei julkaista yhteystietoja.

Liitteet

Voit liittää palautteeseen yhden tai useampia liitetiedostoja, esimerkiksi kuvia havainnosta. Liitteiden yhteenlaskettu maksimikoko on 4,0Mb.

Ei valittuja tiedostoja.

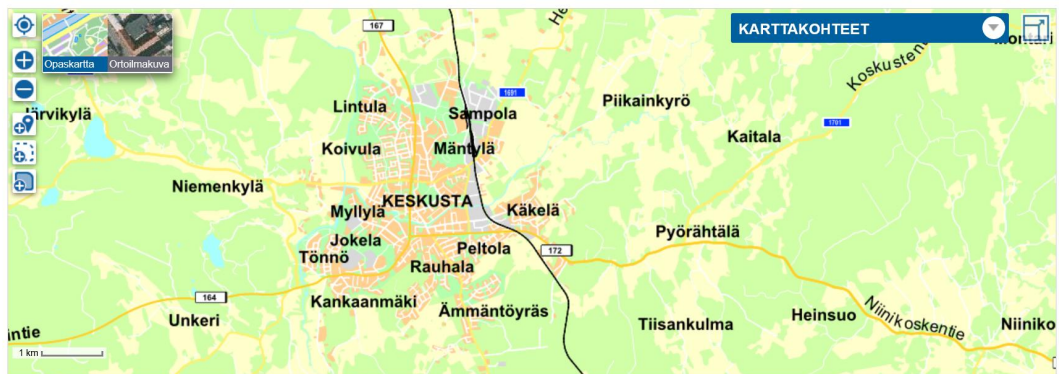
Anna palautteen sijainti

Voit hakeutua kartalla oikealle alueelle osoitehaun avulla tai valita sopivan alueen pudotusvalikosta. Voit piirtää palautteesi sijainnin kartalle kartan vasemmassa reunassa olevilla piirroskuvakkeilla.

Kirjoita osoite

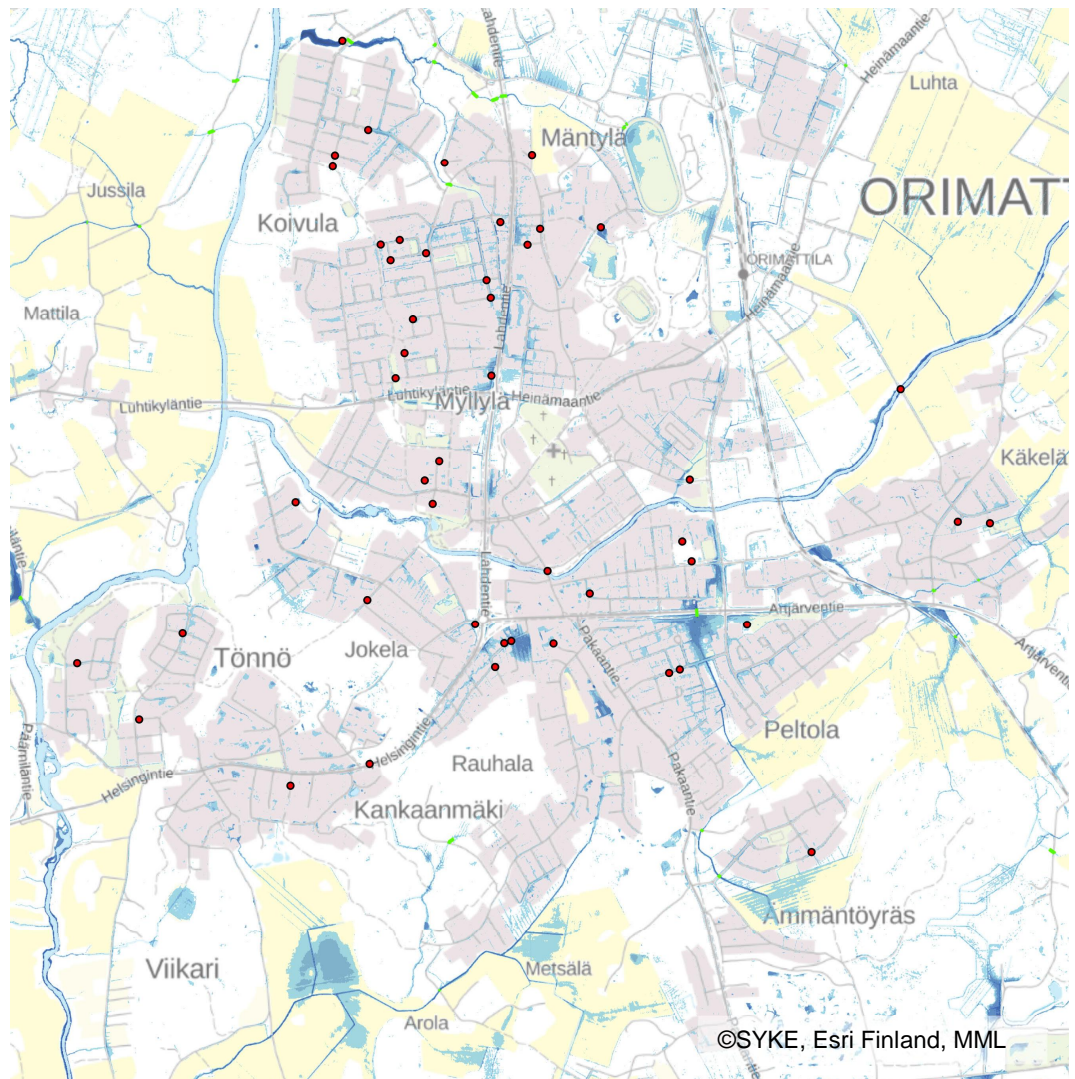


Orimattila



LIITE 2.

Ote Orimattilan keskustan seudun alustavasta hulevesitulvakartasta ja siihen tehdyt ongelmakohtamerkinnot (Suomen ympäristökeskus 2018).

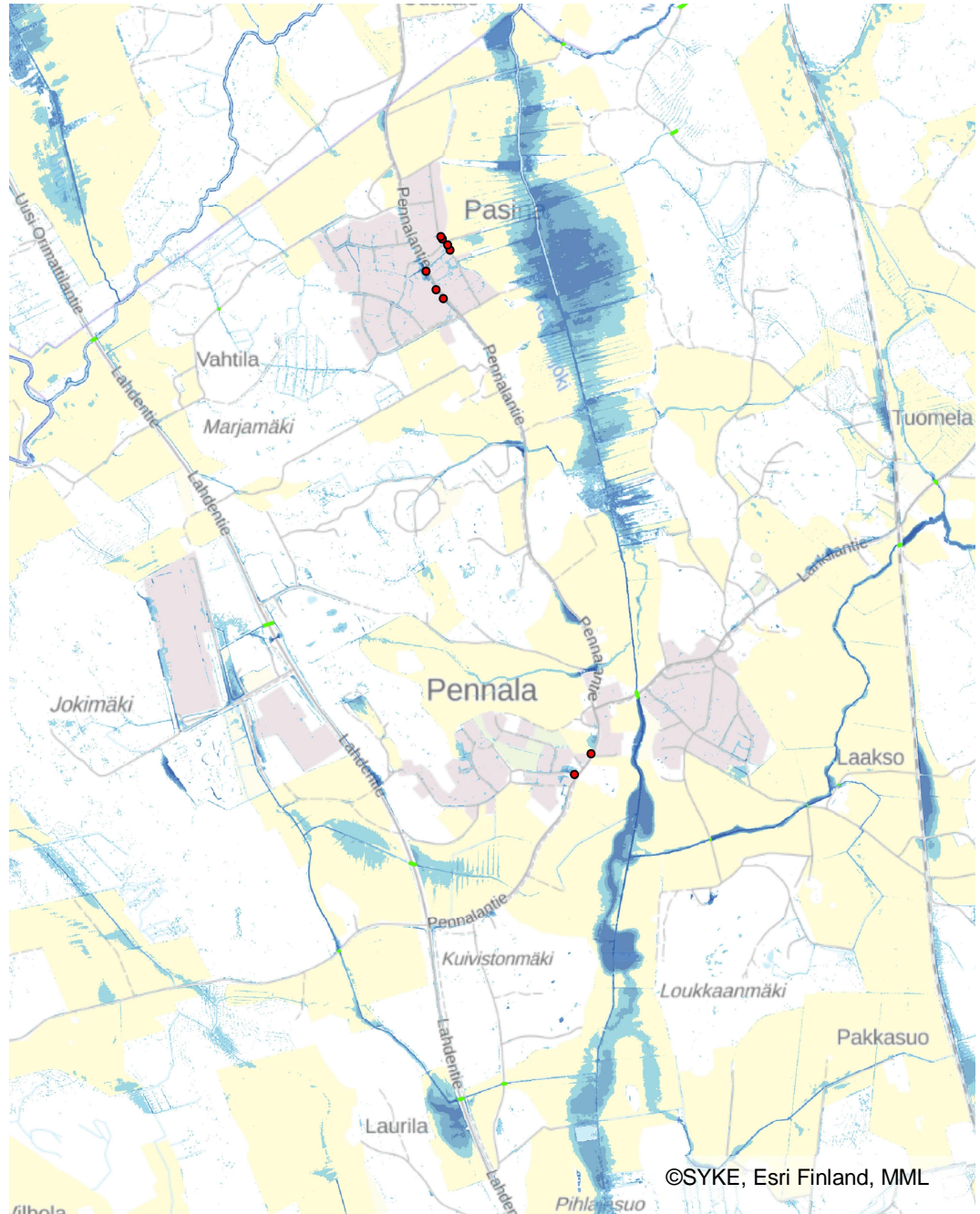


Harvinainen tulva (sade ~1/100a), syvyys

- 0.1 - 0.3 m
- 0.3 - 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- > 2 m

LIITE 3.

Ote Pennalan alustavasta hulevesitulvakartasta ja siihen tehdyt ongelma-
kohdemerkinnät (Suomen ympäristökeskus 2018).

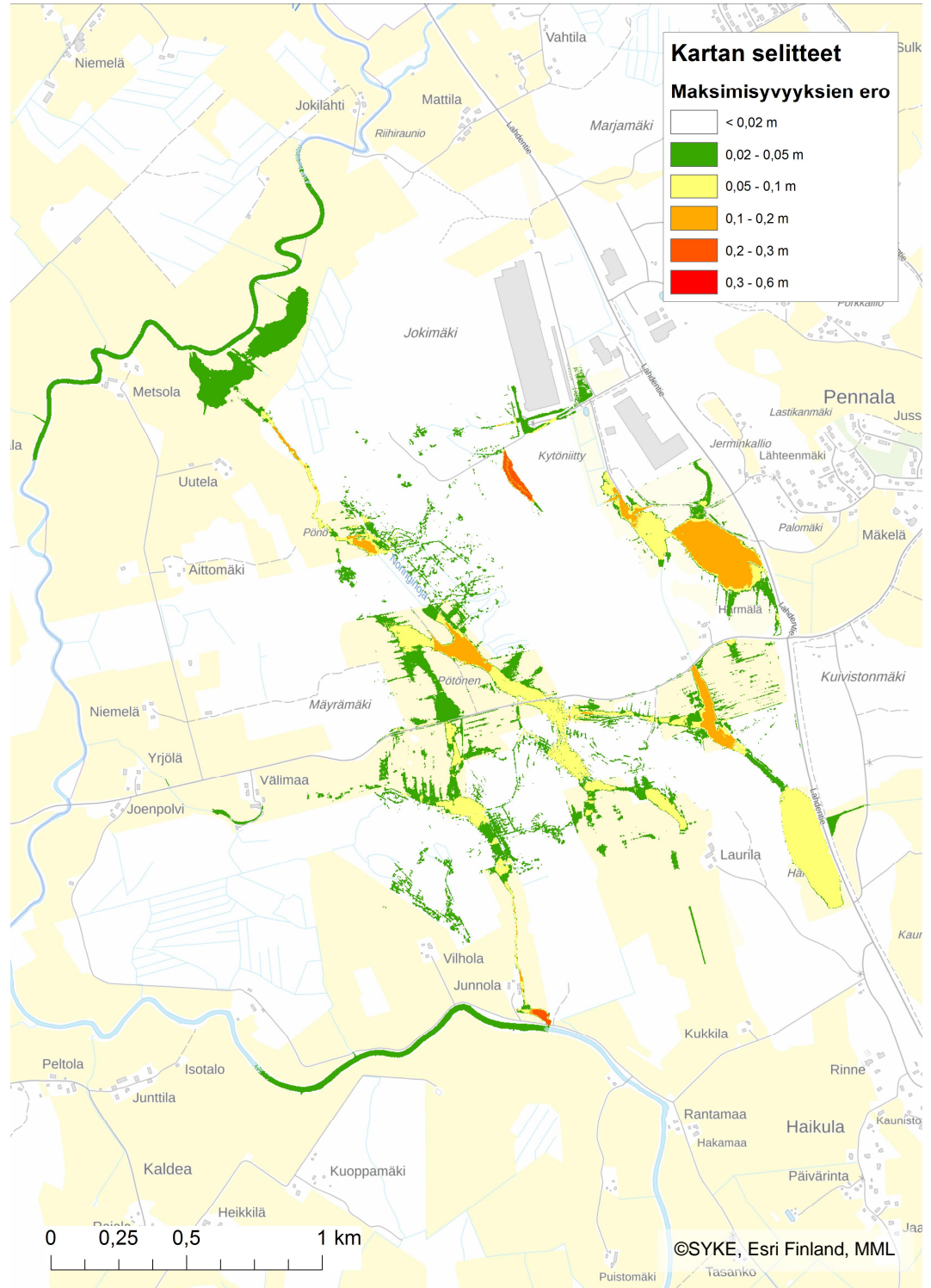


Harvinainen tulva (sade ~1/100a), syvyys

- 0.1 - 0.3 m
- 0.3 - 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 2 m
- > 2 m

LIITE 4.

Pennalan logistiikka-alueen maankäytön muutosten vaikutusta kuvaava kartta vesisyvyyksien erotuksesta.



LIITE 5.

Orimattilan haavoittuimmat riskikohteet

