Vastaanottaja
Porvoon kaupunki

Asiakirjatyyppi
Yleissuunnitelma

Päivämäärä
14.5.2019

Viite
1510043991

PORVOON KAUPUNKI
HULEVESISELVITYS JA HULEVESITULVARISKIEN ALUSTAVA ARVIOINTI

RAMBØLL

Päivämäärä	14.5.2019
Laatija	Roy Snellman, Marjo Valtanen, Lassi Lahti, Hanna-Leena Ventin, Anni Orkoneva
Tarkastaja	Osmo Niiranen
Viite	1510043991

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	4
1.1	Selvityksen tarkoitus ja päätavoitteet	4
1.2	Tilaajan ja konsultin työryhmä	4
2.	SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS	5
2.1	Nykytilan maankäyttö	6
2.2	Hulevesiselvityksen suunnittelualueen keskeiset vesistöt ja pienvesistöt	6
2.3	Maaperä-, maasto- ja pohjavesiolosuhteet	7
2.4	Suojelun kannalta tärkeät luontokohteet	10
2.5	Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt	11
3.	VALUMA-ALUEET JA MITOITUSVESIMÄÄRÄT	12
3.1	Valuma-aluerajaukset ja virtaussuunnat	12
3.2	Mitoitussateet	12
3.3	Valumakertoimet	12
3.4	Mitoitusvirtaamat	13
3.5	Purkuputkien kapasiteettitarkastelut	13
4.	TULEVAN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET	14
4.1	Läpäisemättömät pinnat	15
4.2	Hulevesien määrä	15
5.	HULEVESIEN LAATU JA HAITTA-AINEKUORMA KRIITTISIMMILLÄ ALUEILLA	16
6.	HULEVESIEN HALLINNAN PERIAATERATKAISUT VALUMA-ALUEITTAIN	18
6.1	Aiemmin suunniteltuja hulevesien hallinnan toimenpiteitä	18
6.2	Valuma-alueiden hulevesien hallinnassa huomioon otettavia piirteitä	19
7.	SUOSITELLUT RATKAISUVAIHTOEHDOT	23
7.1	Hulevesien hallinnan tavoitteet	23
7.2	Hulevesien hallinnan prioriteetit	23
7.3	Hulevesien muodostumisen ehkäiseminen	24
7.3.1	Viherkatto	24
7.3.2	Läpäisevä päällyste	24
7.4	Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja: veden määrän hallinta	25
7.4.1	Viivytysaltaat	25
7.4.2	Luonnonmukaiset avouomat ja hulevesikanavat	26
7.4.3	Maanalaiset Hulevesikasetit	27
7.5	Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja: veden laadun hallinta	28
7.5.1	Viherpainanteet ja biosuodatusalueet	28
7.5.2	Laskeutusaltaat	29
7.5.3	Hiekan- ja öljynerotinjärjestelmät	29
7.6	Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja pohjavesialueilla	30
7.7	Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja sulfaattisavimailla	30
7.8	Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja tonteilla	30
7.9	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	31
7.10	Tulvareitti	32
8.	TULVARISKIKARTOITUS	33
8.1	Tulvariskien hallinnan tausta	33
8.2	Merkittävän hulevesitulvariskialueen kriteerit	33
8.3	Esiintyneet hulevesitulvat ja niiden aiheuttamat vahingot	34
8.4	Paikkatietopohjainen hulevesitulvariskikartoitus	34

8.5	Epävarmuudet	37
8.6	Tulvariskianalyysin tulosten tarkastelua	37
8.6.1	Ylä-Haikkoo	39
8.6.2	Alkrog	40
8.6.3	Näsi	41
8.6.4	Keskusta	42
8.6.5	Huhtinen	43
8.6.6	Tarmola	44
8.6.7	Porvoon sairaalan ympäristö	45
8.6.8	Sannainen	46
8.7	Yhteenveto hulevesitulvariskien alustavasta arvioinnista	46
9.	YHTEENVETO PAIKKATIETOMUOTOISESTA AINEISTOSTA	47
9.1	Päävirtausreitit	47
9.2	Valuma-alueet ja purkupisteet	47
9.3	Osayleiskaava-alueelle tehtyjen hulevesiselvityksien suunnittelualueet ja suunnitellut hulevesien hallinnan toimenpiteet	48

LIITTEET

Liite 1	Valuma-alueet, päävirtaussuunnat sekä purkupisteet
Liite 2	Valumakertoimet
Liite 3	Valuma-alueiden pinta-alat, valumakertoimet, mitoitussateet ja laskennalliset virtaamat
Liite 4	Valuma-alueiden purkupisteiden kapasiteetit kerran 5 ja 50 vuodessa toistuvilla mitoitussateilla
Liite 5	Valumakertoimet tulevassa tilanteessa
Liite 6	Läpäisemättömien pintojen määrän kasvu nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen
Liite 7	Merkittävän hulevesitulvariskin indikaattorit ja vaikutukset vahinkoryhmittäin

1. JOHDANTO

1.1 Selvityksen tarkoitus ja päätavoitteet

Selvityksen tavoitteena on laatia Porvoon keskeisten alueiden osayleiskaavan alueelle hulevesiselvitys, jotta kaavassa voidaan varautua hulevesien hallintaan ja antaa tarvittavat lähtökohdat asemakaavatyön hulevesisuunnittelua varten. Työssä lisäksi tarkistetaan vuonna 2011 tehty hulevesitulvariskien alustava arviointi ja päivitetään se koko Porvoon aluetta koskien tarvittavilta osin, jotta kunta pystyy nimeämään mahdolliset alustavan arvioinnin perusteella tunnistetut merkittävät hulevesitulvariskialueet tai toteamaan, ettei kunnan alueella ole kyseisiä alueita.

Työ pitää sisällään kolme osatehtävää:

1. Osayleiskaavan hulevesiselvitys
2. Alustavien hulevesitulvakarttojen tarkistaminen
3. Hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin tarkistus

Hankkeen lähtötietoina on käytetty:

- korkeusmalli (Maanmittauslaitos)
- taustakartta, pohjakartta (Maanmittauslaitos)
- hulevesitulvakartta (Suomen ympäristökeskus)
- ilmakuva (Porvoon kaupunki)
- kantakartta (Porvoon kaupunki)
- verkostokartta (Porvoon kaupunki)
- rakennustiedot (Porvoon kaupunki)
- olemassa olevien hulevesien hallintarakenteiden suunnitelmat (Porvoon kaupunki)
- laaditut hulevesiselvitykset ja muut olennaiset selvitykset (Porvoon kaupunki)
- vireillä olevat kaavat ja muu olennainen tieto maankäytön muutoksista tulevaisuudessa (Porvoon kaupunki)

Hankkeessa käytetään ETRS1989-GK26FIN koordinaattijärjestelmää ja N2000-korkeusjärjestelmää.

Valtaosa hankkeen aineistosta tuotetaan paikkotietomuotoisena.

1.2 Tilaajan ja konsultin työryhmä

Porvoon kaupunki:

- Elina Leppänen, suunnittelupäällikkö, Kuntatekniikka
- Maija-Riitta Kontio, yleiskaavapäällikkö, Kaupunkisuunnittelu
- Suvi Niini, suunnittelupäällikkö Porvoon vesi
- Mikko Kaunisto, kaupunginpuutarhuri, Kuntatekniikka

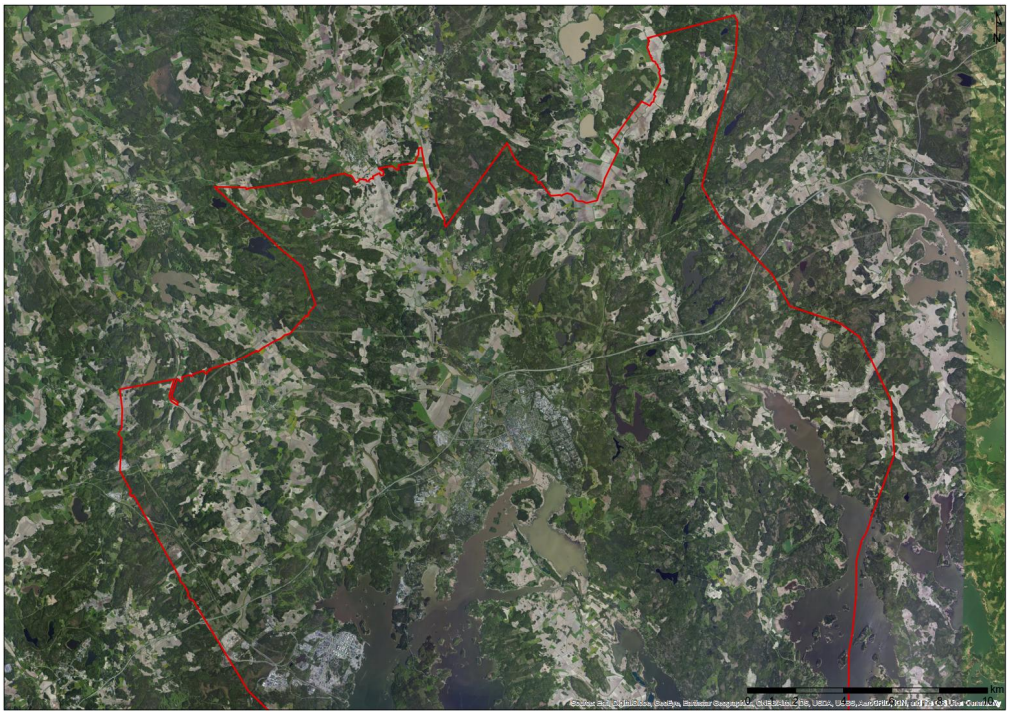
Ramboll Finland:

- Marjo Valtanen, projektipäällikkö
- Roy Snellman, suunnittelija
- Lassi Lahti, suunnittelija
- Hanna-Leena Ventin, suunnittelija
- Anni Orkoneva, suunnittelija
- Tommy Nyman, laadunvarmistaja

2. SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS

Hankkeen suunnittelualue on kaksijakoinen. Hulevesiselvityksen osalta suunnittelualueena on osayleiskaavan rajaus (Kuva 1), mutta hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin suunnittelualueena toimii Porvoo kokonaisuudessaan (Kuva 2).

Kuva 1 Ilmakuva punaisella rajatusta hulevesiselvityksen suunnittelualueesta.



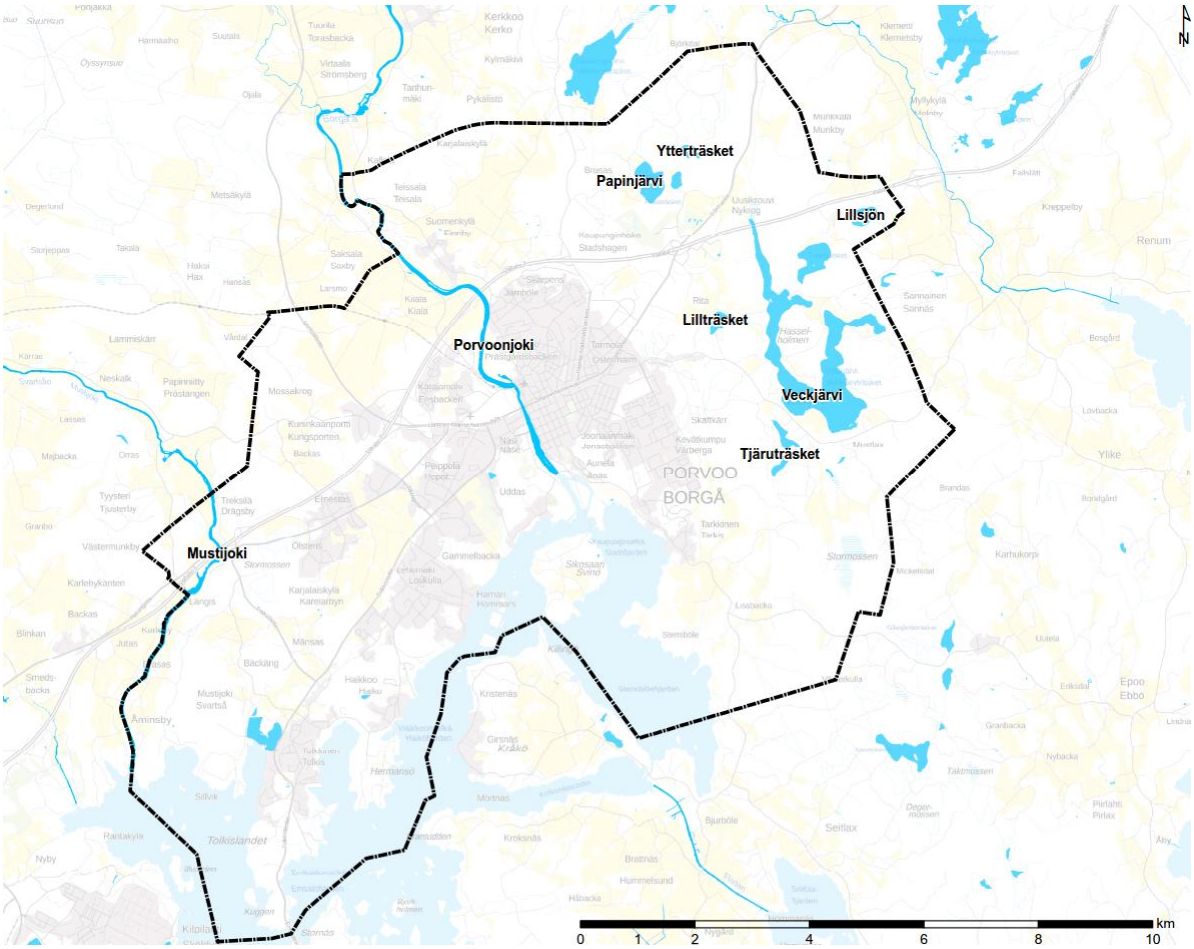
Kuva 2 Ilmakuva punaisella rajatusta hulevesitulvariskien alustavan arvioinnin suunnittelualueesta.

2.1 Nykytilan maankäyttö

Hulevesiselvityksen suunnittelualueen keskeisten alueiden maankäyttö on monipuolista (Kuva 1). Maankäyttö vaihtelee tiiviistä keskustasta asuinalueisiin, laajoihin suojeltuihin metsäalueisiin, merialueisiin sekä peltoihin. Talousmetsää alueella on vähäisesti. Alueen luontoarvot keskittyvät suojeltuihin ja virkistyskäytössä oleviin alueisiin, joille ei ole juuri rakennettu.

2.2 Hulevesiselvityksen suunnittelualueen keskeiset vesistöt ja pienvesistöt

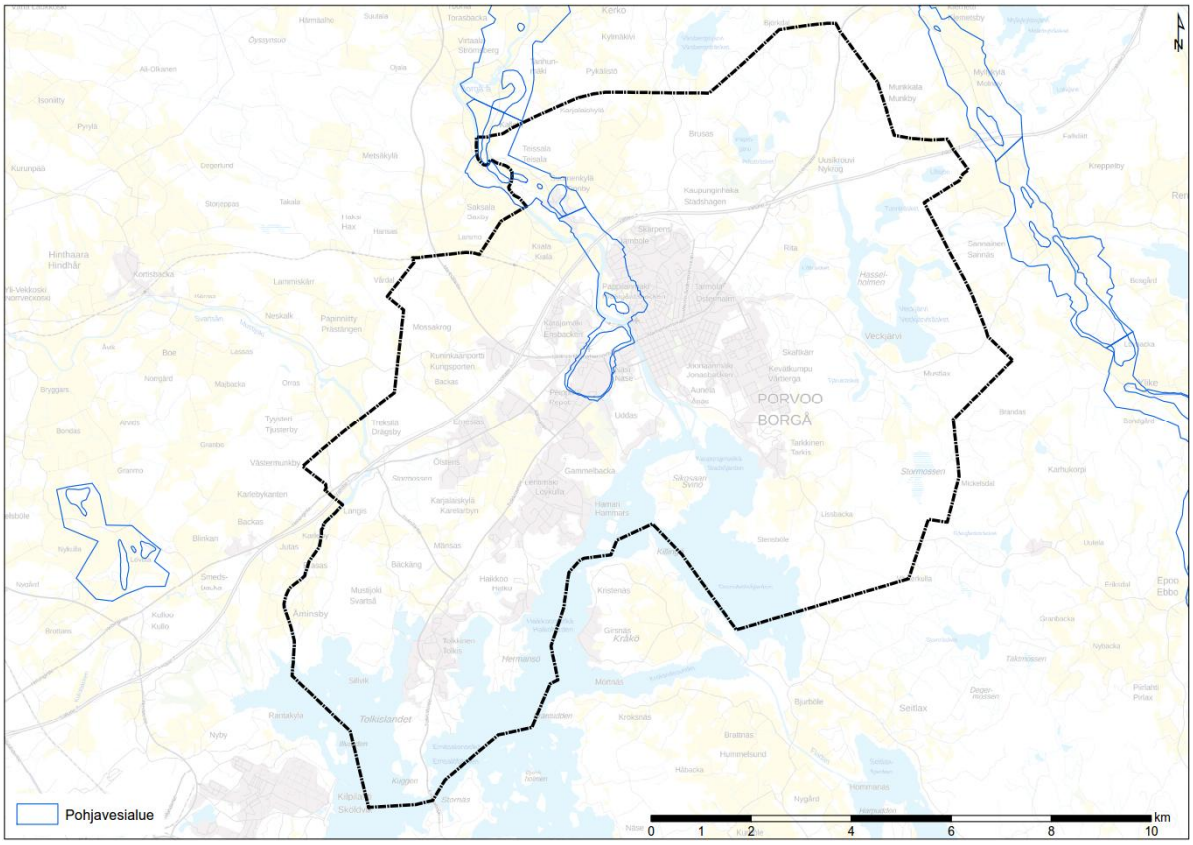
Suunnittelualueella sijaitsevat Keskustan halki kulkeva Porvoonjoki sekä Mustijoki. Keskeisiä järviä suunnittelualueella ovat Veckjärvi, Lillträsket, Tjäruträsket, Lillsjön, Papinjärvi sekä Ytterträsket (Kuva 3).



Kuva 3 Suunnittelualueen (musta rajaus) vesistöjä (Lähde: Maanmittauslaitos).

2.3 Maaperä-, maasto- ja pohjavesiolosuhteet

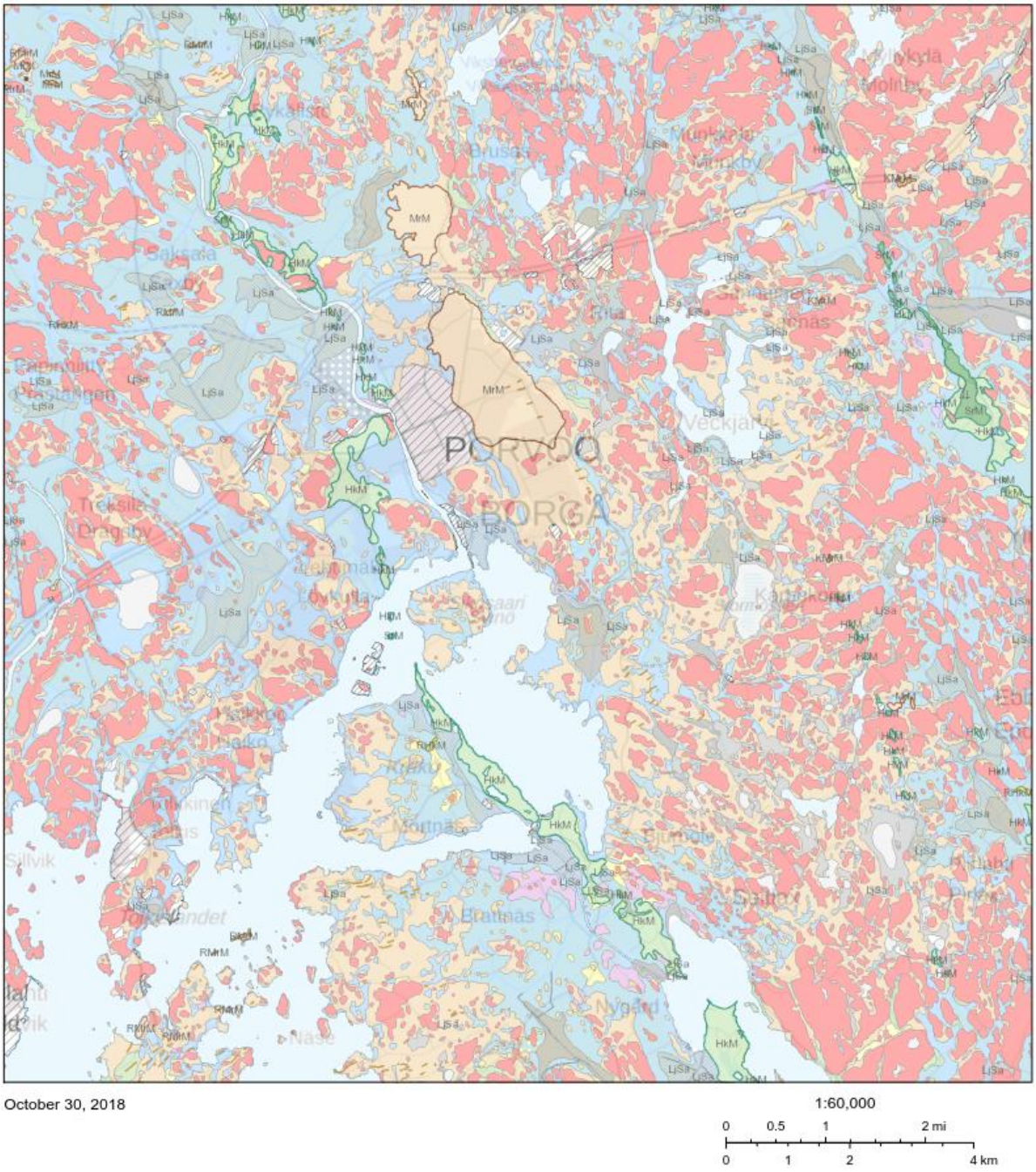
Porvoossa on yhteensä 13 pääosin harjualueilla sijaitsevaa pohjavesialuetta[1]. Ympäristöhallinto on luokitellut alueet yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta tärkeiksi I-II luokan pohjavesialueiksi. Vedenoton kannalta tärkeimmät ja Länsi-Suomen vesioikeuden määräämillä suoja-alueilla suojatut Sannaisten ja Kerkkoon pohjavesialueet sijaitsevat osayleiskaava-alueen ulkopuolella. Hulevesiselvityksen suunnittelualueelle sijoittuu Porvoonjoen suuntaisesti kulkeva pohjavesialue, joka ulottuu alueen reunalta Suomenkylästä Peippolan asuntoalueelle (Kuva 4).



Kuva 4 Hulevesiselvityksen suunnittelualueella (musta rajaus) ja sen ulkopuolella sijaitsevat pohjavesialueet (Lähde: Suomen ympäristökeskus).

[1] https://www.porvoo.fi/pohjavedet-ja-talousvedet

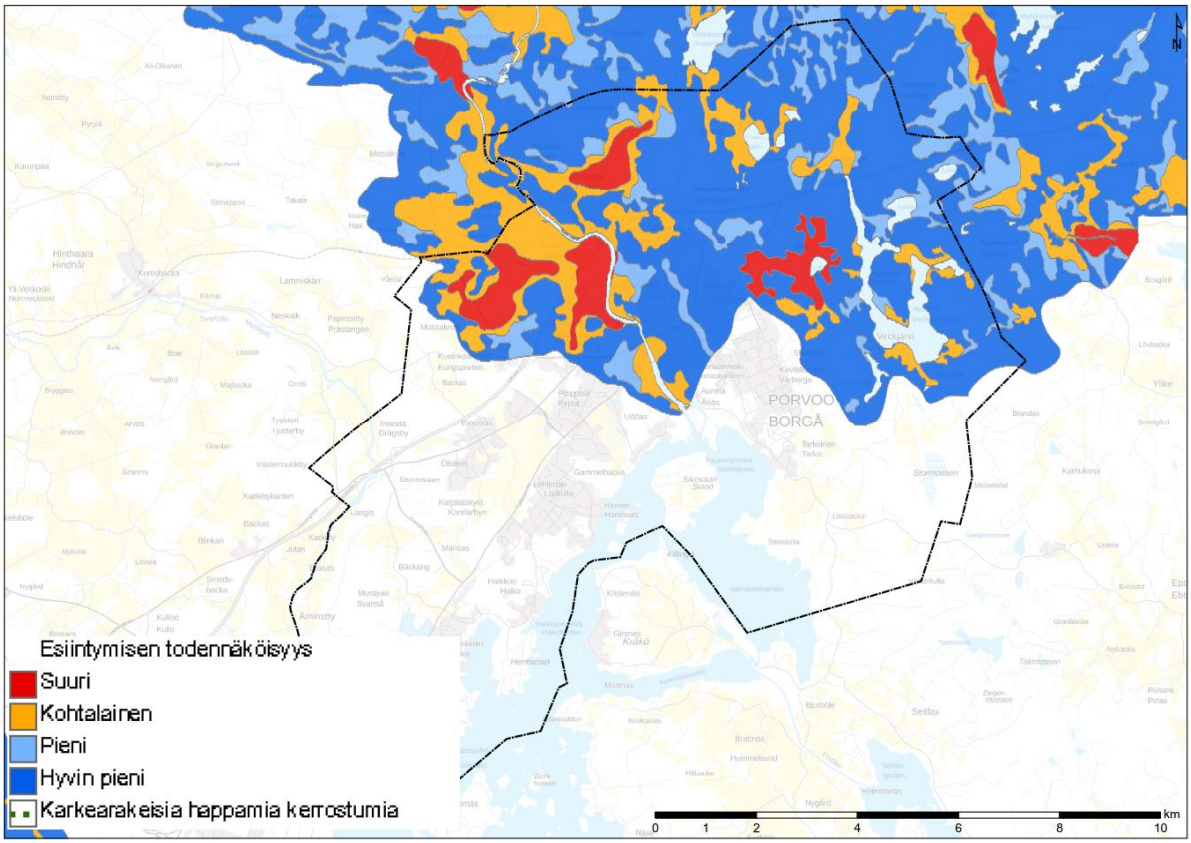
Maaperä on Porvoossa varsin kallioista ja maaston muodot vaihtelevia. Alavaa savikkoa on mm. Karjalaiskylissä ja Kiialan ympäristössä, toisaalta korkealle kohoavia kallioita on myös monin paikoin (Kuva 5).[2]



Kuva 5 Maaperä Porvoon seudulla (Lähde: GTK).

[2] Porvoon kaupuki, 2014. Keskeisten alueiden luontoselvitys.

GTK:n happamien sulfaattimaiden ennakkotulkinta-aineiston mukaan osayleiskaava-alueen pohjoisosissa on suurella todennäköisyydellä sulfaattimaita (Kuva 6). Sulfaattimaan rikkipitoiset mineraalit hajoavat hapettuessaan muodostaen sulfaattia ja edelleen rikkihappoa, joka liuottaa maaperästä tehokkaasti metalleja. Valumavesien mukana huuhtoutuvat haitalliset metallit heikentävät vastaanottavien vesistöjen kemiallista laatua, aiheuttavat ympäristöhaittoja sekä korroosiovaurioita putkilinjoille ja betonirakenteille. Sulfaattimaat tulee huomioida hulevesien hallinnan toimenpiteitä alueelle suunniteltaessa.

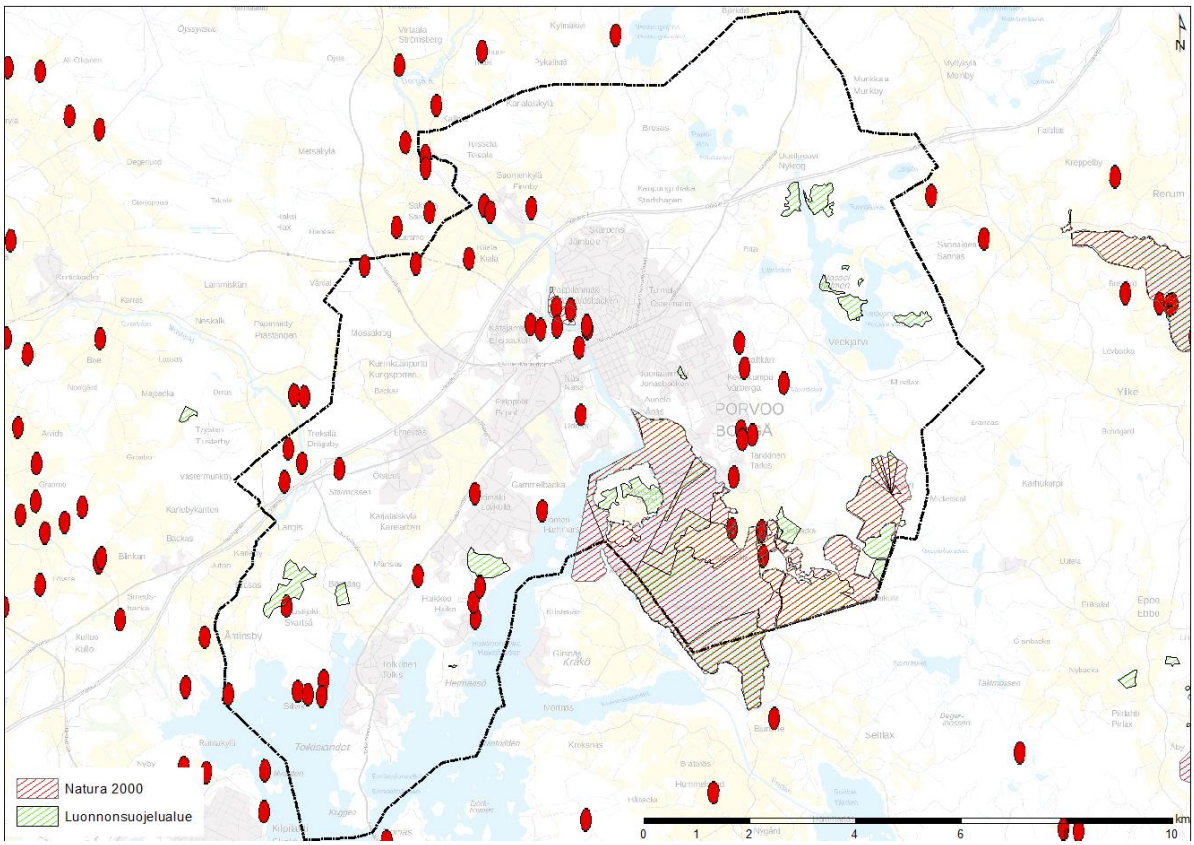


Kuva 6 Happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys hulevesiselvityksen suunnittelualueella (Lähde: GTK).

2.4 Suojelun kannalta tärkeät luontokohteet

Arvokkaita luontokohteita on tarkasteltu vuosina 2002 ja 2014 toteutuneissa Maankäyttö- ja rakennuslain edellyttämissä keskeisten alueiden osayleiskaavan luontoselvityksissä[3]. Tärkeimpiä valtakunnallisesti merkittäviä kohteita ovat Porvoonjoen suiston Natura 2000 -alueet (Kuva 7). Lisäksi alueella sijaitsevat Hasselholmenin luonnonsuojelualue sekä useampia (mm. Juholanmetsä, Domargårdin ja Munkkalan metsät) yksityismailla sijaitsevia luonnonsuojelualueita.

Luonnonsuojelualueiden lisäksi alueella sijaitsee Museoviraston paikkatietoaineistojen perusteella useampia muinaisjäännöskohteita. Jos näissä kohdissa kaivetaan, pitää ilmoittaa asiasta museovirastolle. Siten kohteet on huomioitava myös hulevesien hallintatoimenpiteitä suunniteltaessa.



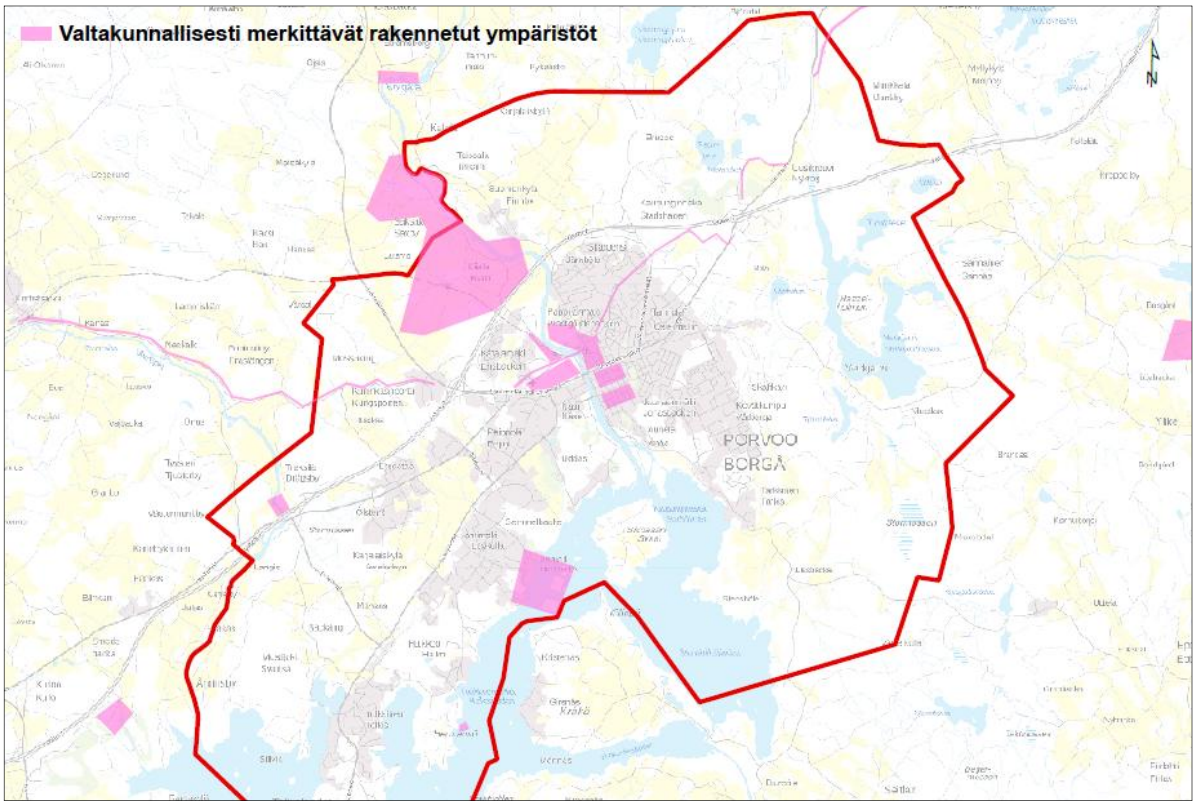
Kuva 7 Valtakunnalliset luonnonsuojelualueet hulevesiselvityksen suunnittelualueella. Punaisella pisteellä muinaisjäännöskohteet. Näissä kohdissa tapahtuvasta kaivuutyöstä tulee ilmoittaa museovirastolle (Lähteet: Muinaisjäännöskohteet / Museovirasto, luonnonsuojelualueet / Suomen ympäristökeskus)

[3] Porvoon kaupunki, 2002 & 2014. Keskeisten alueiden luontoselvitys.

2.5 Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt

Kuvassa 8 on esitettynä Porvoon keskustan alueen valtakunnallisesti arvokkaat rakennetut ympäristöt suunnittelualueella. Kohteita on koko Porvoon kaupungin alueella yhteensä 17 kpl:

- Björkholmin luotsisasema
- Drägsbyn kartano
- Empire-Porvoon puutalokortteli ja julkiset rakennukset
- Hamarin asuntoalue ja Porvoon höyrysahan paikka
- Hinthaaran rautatieasema
- Husholmenin keskiaikainen linnasaari ympäröivine maisemineen
- Jakkarilan kartano
- Kulloon kartano
- Näsin hautausmaa
- Porvoon läntisen saariston luotsi-, majakka- ja kalastusyhdyskunnat
- Porvoon rautatieasema
- Porvoon saaristokylät
- Porvoonjokilaakson kartano- ja kylämaisema
- Postimäki
- Suuri Rantatie
- Vanha Porvoo ja Porvoon linnamäki
- Yliken Kylä



Kuva 8 suunnittelualueen valtakunnallisesti merkittävät rakennetut ympäristöt vaaleanpunaisina suuripiirteisinä alueina.

3. VALUMA-ALUEET JA MITOITUSVESIMÄÄRÄT

3.1 Valuma-aluerajaukset ja virtaussuunnat

Suunnittelualueen nykytilan pienvaluma-alueet on tuotettu paikkatietoanalyysillä perustuen Maanmittauslaitoksen KM2-korkeusmalliin ja maastotietokannan aineistoon, Porvoon hulevesiverkostoon sekä SYKE:n Uoma10-ainestoon. Automaattisesti generoitu valuma-aluejako on tarkastettu manuaalisesti ottaen huomioon kaupungin hulevesiverkosto sekä sisäiset lammet, joista ei ole ulosvirtausta.

Valuma-alueet, päävirtaussuunnat sekä purkupisteet on esitetty Liitteessä 1. Useilla pienillä ranta-alueilla ei ole selkeää yhtä purkupistettä, vaan vesiä valuu myös suoraan pintavaluntana vesistöön eri kohdista rantaa. Tämän vuoksi kaikki ranta-alueet eivät kuulu tässä työssä määritettyihin valuma-alueisiin, joilla on selkeät purkupisteet.

3.2 Mitoitussateet

Mitoitustarkastelussa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) esitettyjä sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km^2 aluesadannalle (Aaltonen et al., 2008). Tiedot perustuvat kesällä vuosina 2000 – 2005 kerättyihin tutkasadehavaintoihin ja ne vastaavat Etelä-Suomen sateita. Ilmastonmuutos huomioitiin RATU:n suositusten mukaisesti käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken kerran viidessä vuodessa toistuvan sateen intensiteetti vastaa ennustetussa tilanteessa noin kerran kolmessa vuodessa toistuvan sadannan intensiteettiä. Virtaamien määrittämisessä käytetty sateen kesto valittiin sen perusteella, kuinka kauan veden virtaus laskennallisesti kestää valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä tarkastelupisteeseen.

Taulukko 1 Mitoitussateen intensiteetti 1/5a toistumisajalle.

		Sateen kesto			
		15 min	30 min	1 h	2 h
Sateen intensiteetti	l/s/ha	150	96	60	45

3.3 Valumakertoimet

Suunnittelualueella muodostuvien hulevesien määrää arvioitiin valuma-aluekohtaisesti valumakertoimella, joka kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakerrointa arvioitiin paikkatietoanalyysillä hyödyntäen Corine maanpeite 2012 aineistoa. Valumakerroin on kuitenkin riippuvainen myös mm. sadetapahtuman ominaisuuksista, maaperän ja pintojen kosteudesta ja kaltevuudesta, joten tulosta ei voi yleistää kaikkiin tapauksiin ja tilanteisiin, mutta se on hyvä keskimääräinen arvio. Tarkastelulla saadaan siten havainnollinen kuva syntyvistä hulevesimääristä. Laskennassa käytetyt valumakertoimet eri Corine2012-maankäyttöluokille on esitetty taulukossa 2 ja osavaluma-aluekohtaiset valumakertoimet liitekartalla 2.

Taulukko 2 Maankäyttöluokittaiset valumakertoimet Corine 2012 aineistolle.

Corine-luokka	Valuma-kerroin	Corine-selite
1	60 %	Kerrostaloalueet
2	25 %	Pientaloalueet
3	60 %	Palveluiden alueet
4	50 %	Teollisuuden alueet
5	60 %	Liikennealueet
8-10	5 %	Maa-aineisten ottoalueet, kaatopaikat
11	25 %	Rakennustyöalueet (ilmakuvatarkastelun perusteella suurin osa rakennus-työalueista on uusia pientaloalueita)
12-15	10 %	Vapaa-ajan asunnot, muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet, golfken-tät, raviradat
16-20	10 %	Pellot, hedelmä- ja marjapensasviljelmät, laidunmaat, luonnon laidunmaat, käytöstä poistunut maatalousmaa
21-36	5 %	Puustoiset pelto- ja maatalousmaat, lehtimetsät, havumetsät, sekametsät, luonnonniityt, varvikot ja nummet, harvapuustoiset alueet
37-45	5 %	Rantahietikot ja dyynialueet, kalliomaat, niukkakasvustoiset kangasmaat, kosteikot, avosuot, turvetuotantoalueet
46-48	100 %	Joet, järvet

3.4 Mitoitusvirtaamat

Valumakertoimen φ, alueen pinta-alan A ja mitoitussateen rankkuuden i perusteella laskettiin kullakin alueella muodostuva laskennallinen hulevesivirtaama Q seuraavasti:

$$Q = \varphi * A * i$$

Valuma-alueiden pinta-alat ja mitoitussateiden intensiteetit on esitetty liitteessä 3.

3.5 Purkuputkien kapasiteettitarkastelut

Valuma-alueiden purkuputkien kapasiteetit arvioitiin Colebrookin menetelmällä hyödyntäen verkostokartan tietoja viemäreiden halkaisijoista. Purkuputkien kaltevuudeksi oletettiin 5 promillea. Viemäreiden korkotietoja ei huomioitu työssä.

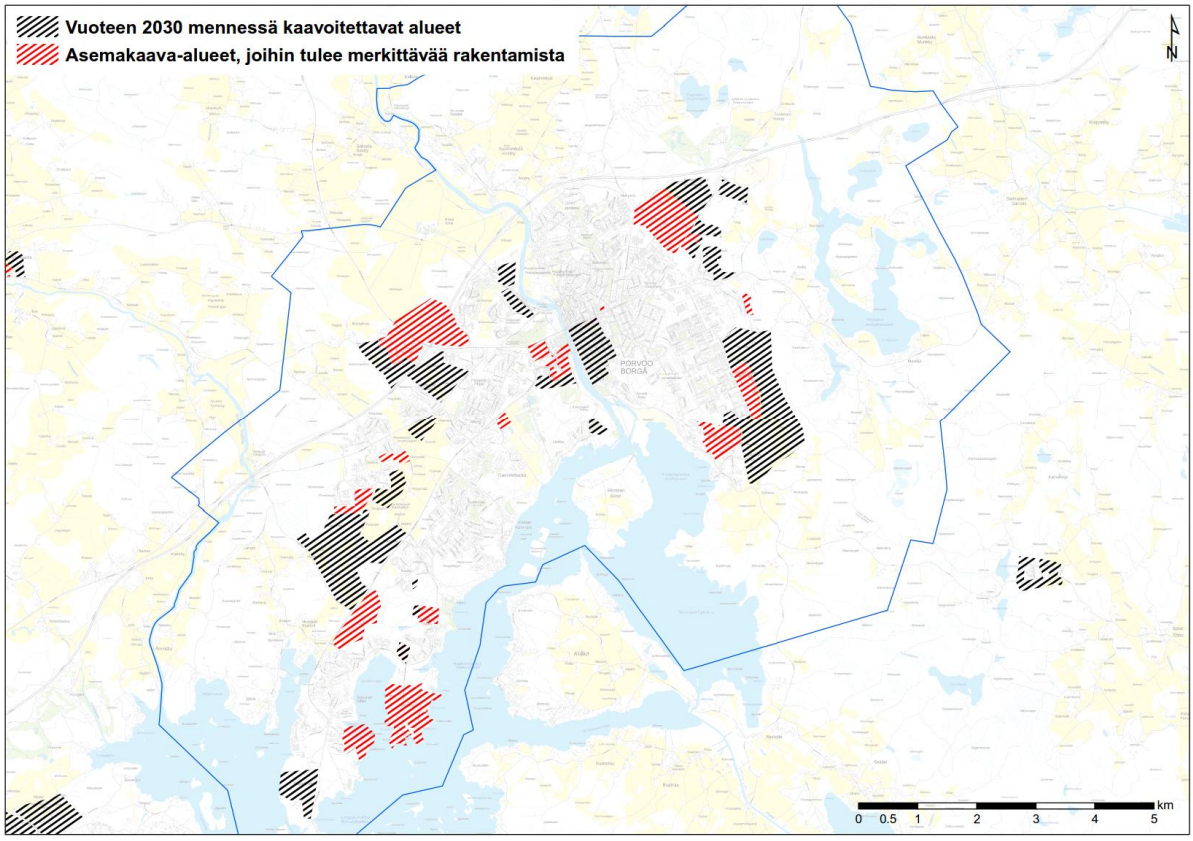
Kapasiteettitarkastelu on tehty karkealla tasolla vertaillen purkuputkien laskennallisia kapasiteetteja ja valuma-alueiden laskennallisia mitoitusvirtaamia (kts. edellinen kappale 3.4). Tarkastelusta ei käy ilmi, mikäli hulevesiviemäriverkoston kapasiteetti on riittämätön johtamaan mitoitusvirtaamia muista kohdin kuin purkupisteestä. On mahdollista, että hulevesiviemäriverkoston kapasiteetti on riittämätön myös muista kohdin, mutta tämän työn tarkkuus tasolla ei kyseisiä pullonkauloja voitu tarkastella. Paras kuva verkoston kapasiteetista saavutettaisiin mallintamalla. Tarkastelussa ei myöskään huomioitu ojien tai purojen kapasiteetteja.

Kapasiteettitarkastelussa käytettiin mitoitussateena kerran viidessä sekä 50 vuodessa toistuvaa sadetta. Jälkimmäistä eli harvinaisempaa 1/50a sadetta käytettiin vertailukohdaksi, eikä verkoston mitoittamiseen. Hulevesiviemäriverkoston mitoitussateeksi suositellaan 1/5a sadetta.

Purkuputkien kapasiteettitarkastelussa esiin nousseet valuma-alueet, joilla purkuputken kapasiteetti ylittyy, on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 3 ja karttamuodossa liitteessä 4. Purkuputken kapasiteetti ylittyi useilla valuma-alueilla keskustan alueella. Valuma-alueet, joilla ylitys on suurinta nykytilanteessa, on suositeltavaa ottaa jatkotarkasteluun mahdollisten hulevesien hallinnan toimenpiteiden määrittämiseksi.

4. TULEVAN MAANKÄYTÖN HYDROLOGISET VAIKUTUKSET

Yleiskaava-alueen maankäytön muutoksien vaikutuksia hulevesien hallintaan tarkasteltiin perustuen tietoihin asemakaavoitetuista alueista, joihin on tulossa merkittävää rakentamista sekä tietoihin vuoteen 2030 mennessä kaavoitettavista alueista (Kuva 9). Rakentamisen hydrologiset vaikutukset arvioitiin läpäisemättömien pintojen lisääntymisen perusteella. Läpäisemättömien pintojen lisääntyessä myös valumakertoimet ja hulevesivirtaamat kasvavat, koska pienempi osuus sadannasta pääsee imeytymään maaperään, menee kasvillisuuden käyttöön tai haihtuu kasvillisuuden kautta.



Kuva 9 Tulevia maankäytön muutoksia Porvoossa. Vuoteen 2030 mennessä kaavoitettavien alueiden rajat (raidoitetut alueet) ovat suuntaa-antavia.

4.1 Läpäisemättömät pinnat

Läpäisemättömien pintojen määrän kasvua arvioitiin valuma-aluekohtaisesti kaikille Porvoon keskeisten alueiden osayleiskaava-alueella oleville valuma-alueille. Läpäisemättömien pintojen määrä laskettiin lähtöaineiston perusteella, joka sisälsi tiedot kunkin asemakaavoitetun tai 2030 mennessä kaavoitettavan alueen kerrosneliömääristä jaoteltuina kerrostaloihin, pientaloihin, liike- ja kaupparakennuksiin sekä teollisuus- ja logistiikkarakennuksiin. Kerrosneliömäärien oletettiin suoraan vastaavan läpäisemättömien kattopintojen määrää kerrostaloja lukuun ottamatta. Kerrostalojen kerrosneliömäärät muunnettiin läpäisemättömien pintojen määräksi jakamalla kolmella, jonka oletettiin vastaavan keskimäärin rakennettavien kerrostalojen kerrosmääriä.

Yleiskaava-alueen nykyistä maankäyttöä verrattiin tulevaisuuden tilanteeseen. Näin saatiin arvio suunnittelualueen maankäytön muutoksien merkityksestä hulevesien muodostumiseen valuma-aluetasolla. Valumakertoimet tulevassa tilanteessa on esitetty liitekartalla 5. Läpäisemättömien pintojen määrän kasvu nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen on esitetty liitekartalla 6.

4.2 Hulevesien määrä

Läpäisemättömien pintojen lisääntyessä hulevesiä muodostuu nykytilannetta enemmän. Suurimmat muutokset tapahtuvat alueilla, jotka ovat nykytilanteessa rakentamattomia (Taulukko 3). Muutokset ovat suhteellisesti pienempiä alueilla, jotka ovat nykytilanteessa tiiviisti rakennettuja ja joiden maankäyttö tiivistyy (mm. keskusta).

Taulukko 3 Valuma-alueita, joilla läpäisemättömyys kasvaa eniten.

Kaava-alue	Valuma-alue	Läpäisemättömyyden muutos (%)	Läpäisevyys kaavarakentamisen jälkeen (%)
Kevätlaakson kallio	VA_3-2	205	18
Toukovuori	VA_4	201	17
Toukovuori	VA_3-1-1	120	16
Skaftkärr	VA_3	113	18
Skaftkärr	VA_3-1	109	23
Länsiranta, jatko	VA_24	82	17
Kuninkaanportti-Eestinmäki	VA_33_2-2-7	38	25
Asemanseutu	VA_51	45	61
Hattula	VA_50	46	51
Hattula	VA_49	37	26

Kaavoituksessa tulee huomioida veden määrän kasvu ja järjestää tarpeen mukaan vesien viivytystä tai vähentämistä (esim. imeytys) sekä järjestää alueella tulvareitit, jotta hulevesistä ei aiheutuisi vahinkoja.

5. HULEVESIEN LAATU JA HAITTA-AINEKUORMA KRIITTISIMMILLÄ ALUEILLA

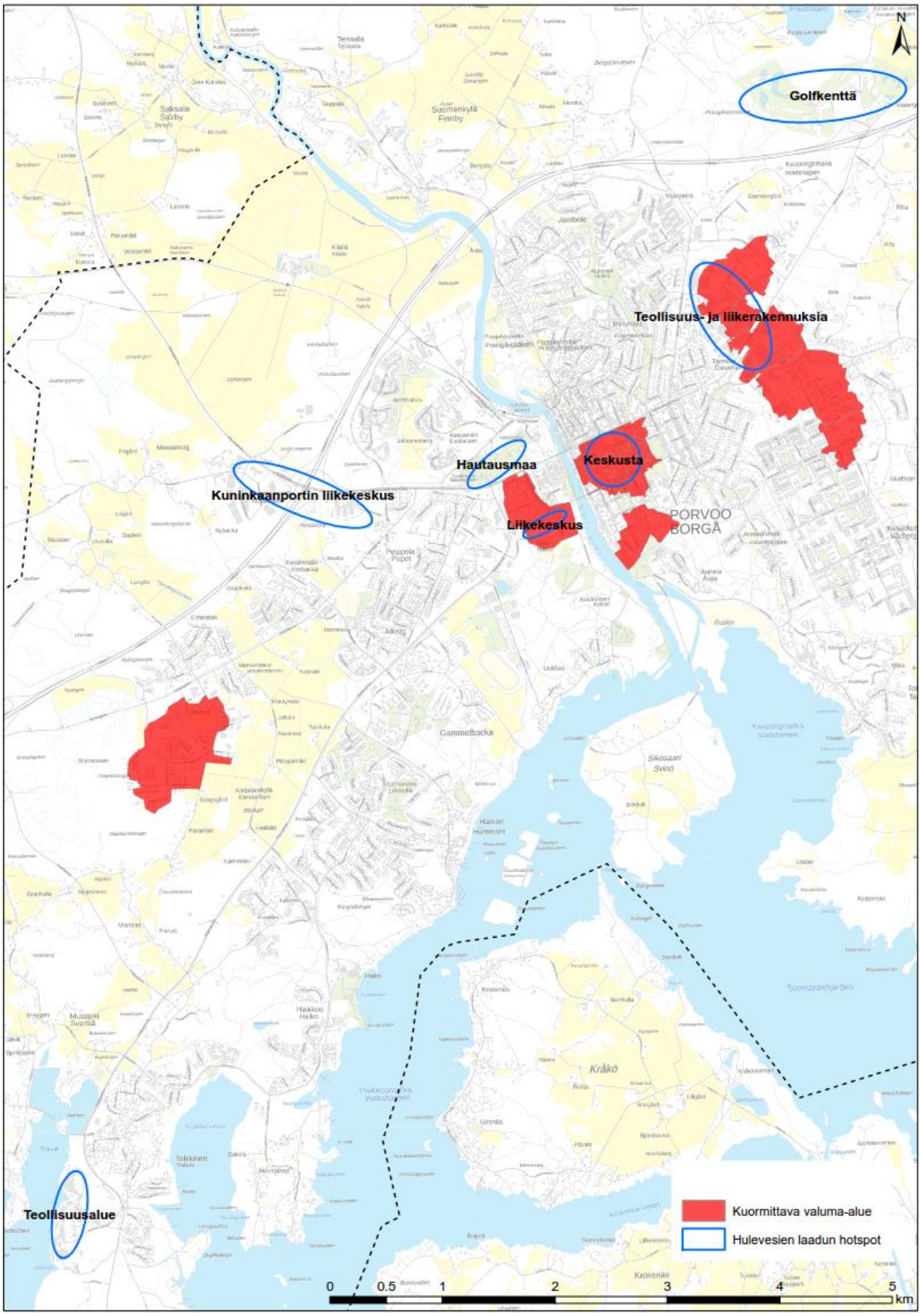
Hulevesien haitta-ainekuormaa tarkasteltiin karkealla tasolla kriittisimmillä maankäytöillä. Haitta-ainekuorman lisäksi näille kriittisimmille alueille esitetään paikkatietona arvioituja haitta-ainepitoisuuksia, sillä kuormaan vaikuttavat sekä pitoisuus että veden määrä. Pitoisuudet sekä vuosittaiset kuormat pohjautuvat suomalaisiin 2000-2010 luvun tutkimuksiin yleisiltä kaupunkialueiden maankäyttömuodoilta (keskusta-alueet, erilaiset asuinalueet; Sillanpää, 2013, Valtanen, 2015). On huomioitava, että veden laadun osalta esitetyt luvut ovat karkeita keskiarvoja ja erityisesti vuosittainen haitta-ainekuorma vaihtelee veden määrän eli vuosittaisen sadannan mukaan.

Kriittisiksi maankäytöiksi, joille em. veden laadun arvioita voidaan tutkimusten pohjalta antaa ovat keskusta- ja liikekeskusalueet sekä tiiviisti rakennetut asuinalueet. Näillä alueilla hulevesiin päätyy haitta-aineita erityisesti teiltä ja pysäköintialueilta sekä rakennusten materiaaleista. Alueiden arvioituja keskimääräisiä kuormia on esitetty taulukossa 4, mutta on huomioitava, että pitoisuudet vaihtelevat suuresti mm. vuodenajan mukaan ja kuormat vuoden mukaan. Sekä kuormat että pitoisuudet kriittisimmille alueille esitetään myös paikkatietomuodossa.

Taulukko 4 Kriittisimpien valuma-alueiden arvioitu yleisimpien hulevesien haitta-aineiden keskimääräinen vuosittainen haitta-ainekuorma.

	Kg/vuosi/valuma-alue					
Valuma-alue	Kiintoaines	Kokonais-typpi	Kokonais-fosfori	Sinkki	Kupari	Lyijy
3-4	6050	35	7,0	6,7	1,2	0,2
5-1-1-3	20000	115	23	22	4,0	0,8
5-1-1-4	12000	69	14	13	2,4	0,5
5-1-1-5	2650	15	3,1	2,9	0,5	0,1
5-1-1-6	15400	89	18	17	3,1	0,6
8	5200	98	7,6	8,7	1,6	0,3
10	4350	25	5,1	4,8	0,9	0,2
11	6570	38	7,6	7,3	1,3	0,3
12	5760	33	6,7	6,4	1,2	0,2
25	3400	64	5,0	5,7	1,0	0,2
26	5150	97	7,6	8,6	1,6	0,3
38-4-1-2	27400	158	32	30	5,5	1,1

Kriittisten valuma-alueiden lisäksi osa valuma-alueista sisältää nk. hulevesien huonon laadun yksittäisiä hotspotteja, joiksi voidaan lukea mm. golf-kentät ja hautausmaat (voimakas lannoitus), teollisuusalueet (teollisuuden kemikaalit sekä raskaan liikenteen päästöt), hevostallit (suuret ravinnepäästöt) ja liikekeskukset (liikenteen, pysäköinnin ja raskaan liikenteen päästöt). Hotspotit suositellaan huomioitavaksi hulevesien laadullisessa hallinnassa ja ne on siten merkitty tässä työssä paikkatietoaineistoon ja esitetty kuvassa 10. Veden laatu hotspottien osalta vaihtelee suuresti mm. teollisuudenalasta riippuen ja siten hotspoteille suositellaan hotspot-kohtaista veden laadun selvittämistä ja kiinteistökohtaista hulevesien käsittelyä.

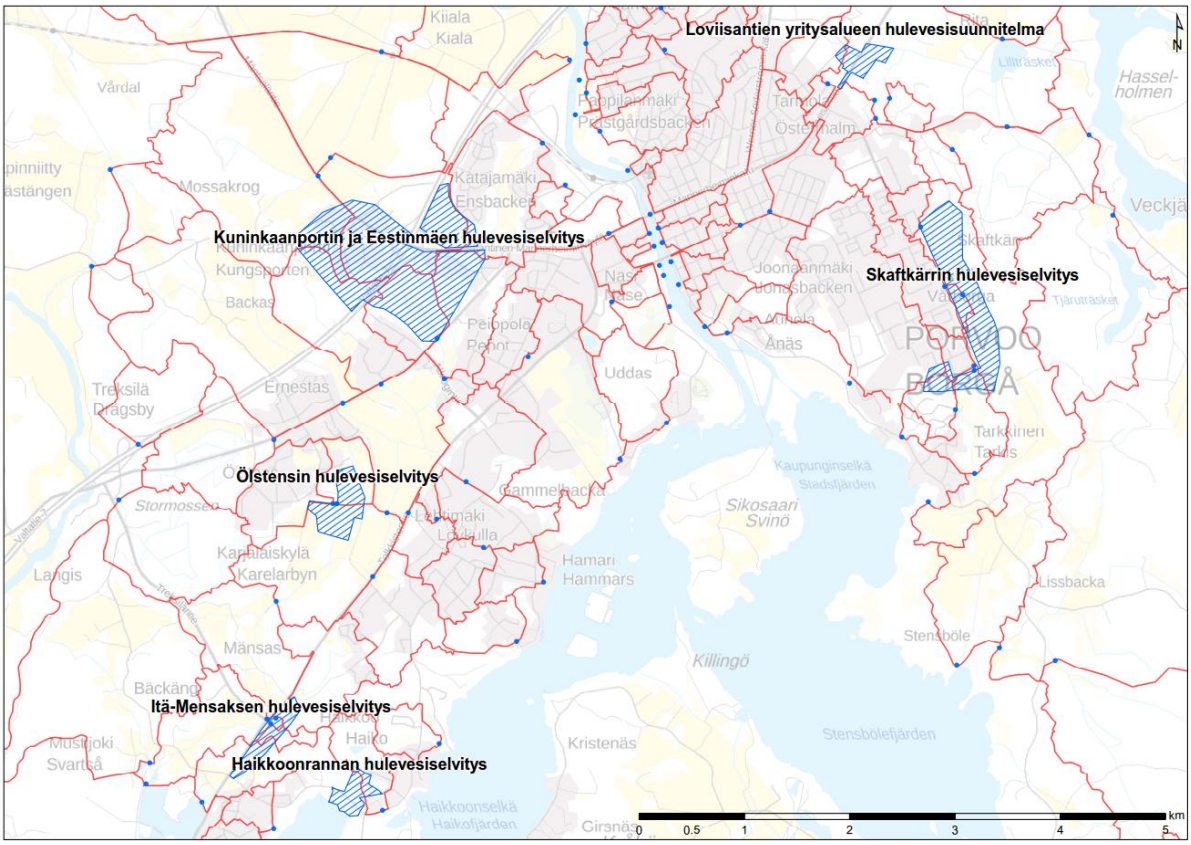


Kuva 10 Paunaisella huleveden laadun osalta kuormittavat valuma-alueet sekä rengastettuna valuma-alueiden sisällä olevat yksittäiset hotspotit, joita ovat teollisuusalueet, liikekeskukset, keskusta-alueet, golfkenttä ja hautausmaa.

6. HULEVESIEN HALLINNAN PERIAATERATKAISUT VALUMA-ALUEITTAIN

6.1 Aiemmin suunniteltuja hulevesien hallinnan toimenpiteitä

Suunnittelualueelle on toteutettu yhteensä 8 kpl hulevesiselvityksiä asemakaavoituksen yhteydessä (Kuva 11). Selvityksissä on ehdotettu hulevesien laadulliseksi ja määrälliseksi hallinnaksi yhteensä 12 toimenpidettä (taulukko 5).



Kuva 11 Toteutettujen hulevesiselvitysten suunnittelualuerajaukset.

Taulukko 5 Toteutetuista hulevesiselvityksistä poimittuja yleissuunnitelmatasoisia hulevesien hallinnan toimenpiteitä osayleiskaava-alueella

Kaupunginosa	Toimenpide	Tekijä
Haikkoonranta	Alustava tilavaraus hulevesien viivytykselle	Sito
Ölstens	2 kpl kosteikkorakenteita Uoman siirto ja kosteikkorakenne Viivyttävä uoma ja patorakenne	Sito
Kuninkaanportti ja Eestimäki	Harabackankadun viivytysallas (A = 5400 m2) Lumenkaatopaikan viivytysallas (A = 180 m2) Autokatsastusaseman viivytysallas (A = 1800 m2)	FCG
Kevätlaakso	Kevätkummun viivytysallas (A = 10 000 m2, V = 2000 m3) Kevätlaaksonkallio Etelä (A = 400 m2, V = 80 m3) Kevätlaaksonkallio Pohj. (A = 1000 m2, V = 200 m3)	Sito
Loviisantien yritysalue	Alustava tilavaraus tulvatasanteelle	FCG

6.2 Valuma-alueiden hulevesien hallinnassa huomioon otettavia piirteitä

Suunnittelualueen valuma-alueiden hulevesien hallinnassa tulee jatkosuunnittelussa ja toimenpiteiden valinnassa huomioida kunkin alueen erityispiirteet, joita on yleisellä tasolla listattu alla olevassa taulukossa (taulukko 6). Taulukkoon on poimittu valuma-alueet, joiden purkuputkien kapasiteetti ei alustavan tarkastelun perusteella ole mitoitussateella syntyville virtaamille riittävä ja/tai hulevesissä esiintyy maankäyttömuodon mukaan haitta-aineita sekä valuma-alueet, joiden hydrologia tulee merkittävästi muuttumaan kaavoitetun rakentamisen myötä.

Valuma-alueilla, joilla purkupisteen kapasiteetti ylittyy yli 50 % jo nykytilanteessa kerran 5 vuodessa toistuvalla sateella, on alla olevan taulukon 6 *valuma-alueiden ominaisuudet* -sarakkeeseen merkitty ominaisuudeksi ”*purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.)*”.

Asemakaava-alueet, joilla valumakerroin nousee yli 5 % (ks. liite 6) on alla olevan taulukon 6 ominaisuus sarakkeeseen merkattu ”*Läpäisemättömyys lisääntyy tulevaisuudessa yli 5 %*”.

Pohjavesivaikutteisilla alueilla tulisi mahdollistaa puhtaiden vesien imeytyminen ja valunta pohjaveden muodostamiseksi sekä vesitalouteen vaikuttavilla alueilla välttää kohdetta kuivattavia rakenteita.

Hulevesiselvityksen suunnittelualueen pohjoisosissa GKT:n ennakkotulkinta-aineiston perusteella on suurella todennäköisyydellä *sulfaattimaita* (Kuva 6). Sulfaattimailta muodostuu happamia, haitallisia metalleja sisältäviä valumavesiä, jotka voivat aiheuttaa korroosiovaurioita maanalaisille putkilinjoille ja betonirakenteille ja huuhtoutuessaan vesistöön heikentää veden kemiallista laatua, aiheuttaen ympäristöhaittoja. Valuma-alueille on hulevesin hallintaa varten nostettu huomioitaviksi piirteiksi myös hulevesien imeytymistä hidastavat vedenjohtavuudeltaan huonot *savimaat*, paikallisesti arvokkaat luontokohteet sekä maankäytön perusteella valitut hulevesien laadun hotspotit (taulukko 6).

Taulukko 6 Suunnittelualueen maaperän, luonnon ja maankäytön osavaluma-aluekohtaisia ominaispiirteitä sekä soveltuvia hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja. Huom. tulvareittien järjestäminen on syytä huomioida kaikilla valuma-alueilla, vaikka taulukossa tulvareitit ovat erikoismainintana purkupisteen kapasiteetiltaan ongelmallisilla alueilla.

Osa valuma-alue	Maankäyttö	Hulevesien hallinnassa huomioon otettavat valuma-alueen ominaisuudet	Soveltuvia hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja
VA_5-1-1-5	Pääosin liike- ja teollisuusrakennuksia. Läpäisemättömiä pintoja n. 50 %.	Sulfaattimaita, haitta-ainepitoisia hulevesiä.	7.7
VA_5-1-1-3	Valtaosa alueesta liikerakennuksia.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_5-1-1-5	Valtaosa alueesta liikerakennuksia	Haitta-ainepitoisia hulevesiä.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_5-1-1-6	Huleveden laadun hotspot: Teollisuus- ja liikerakennuksia 50 % alueesta.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä, läpäisemättömyys lisääntyy tulevaisuudessa yli 5 %.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_5-1-1-10	Huleveden laadun hotspot: jätehuolto.	Mahdollisia haitta-ainepitoisia hulevesiä, läpäisemättömyys lisääntyy tulevaisuudessa yli 5 %.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_5-1-1-9	Metsää ja peltoa.	Sulfaattimaita, läpäisemättömyys lisääntyy tulevaisuudessa yli 5 %.	7.7
VA_5-1-8	Huleveden laadun hotspot: Porvoon jäteasema.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä, sulfaattimaita	7.7
VA_9_10-1	Pääosin erillispientaloja, puistoa. Läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Sulfaattimaita.	7.7
VA_9_10	Keskusta-aluetta.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_11	Tiivistä kaupunkikeskustaa, läpäisemättömiä pintoja n. 50 %.	Sulfaattimaita, paikoin niukasti maanpäällistä tilaa, haitta-ainepitoisia hulevesiä, purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.2., 7.4.1, 7.5.1
VA_9_10-2	Pääosin erillispientaloja, lisäksi puistoa, liike- ja teollisuusrakennuksia. Läpäisemättömiä pintoja n. 40 %.	Sulfaattimaita, purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.7
VA_8	Asuinkerrostaloja, puistoa, liikerakennuksia. Läpäisemättömiä pintoja n. 35 %.	Sulfaattimaita, paikoin niukasti maanpäällistä tilaa, paikallisesti arvokkaat luontokohteet: Öhbergin kallio	7.7

Osa valuma-alue	Maankäyttö	Hulevesien hallinnassa huomioon otettavat valuma-alueen ominaisuudet	Soveltuvia hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja
VA_5-1-1-7	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 15 %.	Sulfaattimaita, kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.7
VA_20-1-4	Puistoa ja erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 20 %.	sulfaattimaita, kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.2., 7.5.1
VA_12	Tiivistä kaupunkikeskustaa, läpäisemättömiä pintoja n. 55 %.	Sulfaattimaita, paikoin niukasti maanpäällistä tilaa, haitta-ainepitoisia hulevesiä, purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.).	7.3.2., 7.4.1, 7.5.1
VA_14	Erillispientaloja ja puistoa.	Sulfaattimaita, pohjavesialue, purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.)	7.6, 7.7
VA_15	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 24 %.	Pohjavesialue.	7.3.1, 7.3.2, 7.4.2, 7.5.1
VA_16	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 28 %.	Pohjavesialue.	7.3.1, 7.3.2, 7.4.2, 7.5.1
VA_18	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 24 %.	Pohjavesialue.	7.3.1, 7.3.2, 7.4.2, 7.5.1
VA_19	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 28 %.	Pohjavesialue.	7.3.1, 7.3.2, 7.4.2, 7.5.1
VA_20-1-1	Erillispientaloja, läpäisemättömiä a pintoja n. 25 %.	Sulfaattimaita, kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.2., 7.5.1
VA_13	Tiivistä kaupunkikeskustaa, erillispientaloja, puistoa, liikerakennuksia. Läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Sulfaattimaita, paikoin niukasti maanpäällistä tilaa, tulvareitti huomioitava.	7.7
VA_10	Tiivistä kaupunkikeskustaa, läpäisemättömiä pintoja n. 50 %.	Sulfaattimaita, paikoin niukasti maanpäällistä tilaa, tulvareitti huomioitava.	7.7
VA_20-1-3	Erillispientaloja. Kovia pintoja n. 20 %.	Sulfaattimaita, tulvareitti huomioitava.	7.3.2., 7.4.1, 7.5.1
VA_24	Huleveden laadun hotspot: Liikekeskusalue.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_24_1	Erillispientaloja, liikekeskus, läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Pohjavesialue.	7.3.1, 7.3.2, 7.4.1, 7.4.2, 7.5.1,
VA_25	Asuinkerrostaloja, koulu, läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Sulfaattimaita, maaperä pääosin hulevesien imeytymistä hidastavaa savimaata, tulvareitti huomioitava.	7.7

Osa valuma-alue	Maankäyttö	Hulevesien hallinnassa huomioon otettavat valuma-alueen ominaisuudet	Soveltuvia hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja
VA_28_1	Huleveden laadun hotspot: hautausmaa (mahdollinen lannoitus: ravinnekuorma)	Pohjavesialue.	7.3.2, 7.5.1, 7.5.2
VA_3-3	Erillispientaloja, rivitaloja. Läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Alueelle esitetty YS-tasolla hulevesien määrällisen hallinnan toimenpiteitä[4], purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.1, 7.3.2, 7.4.1, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2
VA_3-4	Teollisuusrakennuksia. Läpäisemättömiä a pintoja n. 45 %.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä, paikoin niukasti maanpäällistä tilaa, purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.1, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_6	Erillispientaloja, rivitaloja, puistoa, läpäisemättömiä pintoja n. 25 %.	Paikallisesti arvokkaat luontokohteet: Joonaanmäen ja Aunelan metsäalue. Purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.1, 7.3.2, 7.5.1, 7.5.2
VA_3-1-2	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.3.1, 7.3.2, 7.5.1, 7.5.2
VA_18	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 25 %.	Pohjavesialue, kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava.	7.6
VA_32-2 ja 32-3	Kuninkaanportin liikekeskusalue.	Haitta-ainepitoisia hulevesiä.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_33-1	Erillispientaloja, läpäisemättömiä pintoja n. 25 %.	Pohjavesialue, purkupisteen kapasiteetti ei riitä (nyk.), tulvareitti huomioitava	7.6
VA_16	Erillispientaloja, teollisuusrakennus, läpäisemättömiä pintoja n. 30 %.	Pohjavesialue, maaperä pääosin hulevesien imeytymistä hidastavaa savimaata, tulvareitti huomioitava.	7.2.1, 7.3.2, 7.4.1, 7.4.2, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
VA_26	Kerrostaloalue, läpäisemättömiä pintoja n. 60 %	Läpäisemättömyys lisääntyy tulevaisuudessa yli 5 %.	7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.1, 7.4.2, 7.4.3, 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3

[4] Sito, 2016. Skaftkärr – Hulevesiselvitys.

7. SUOSITELLUT RATKAISUVAIHTOEHDOT

7.1 Hulevesien hallinnan tavoitteet

Porvoon keskeisten alueiden yleiskaava-alueella pyritään hulevesivirtaamien tehokkaaseen hallintaan ja valuma-alueen luontaisen vedenkierron ja pohjaveden tason ylläpitämiseen vedenlaadun, virtaamien ja tulvien hallinnan ja valuma-alueen luontoarvojen vuoksi. Rakentamisen tiivistyessä pyritään siihen, että hulevesivirtaamat eivät kasva merkittävästi missään purkureitin pisteessä. Hulevesien hallinnan toimenpiteillä pyritään parantamaan vedenlaatua, vähentämään uomiin ja jokiin päätyvää haitta-aineiden määrää, uomaeroosiota ja kiintoaineksen laskeutumista. Toimenpiteillä pyritään lisäksi pienentämään hulevesitulvariskejä alueella.

7.2 Hulevesien hallinnan prioriteetit

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa. Hulevesien hallinnan suunnittelussa noudatetaan keväällä 2012 julkaistun valtakunnallisen Hulevesioppaan (Kuntaliitto, 2012) mukaista hulevesien hallinnan prioriteettijärjestystä:

Kuva 12 Hulevesien hallinnan prioriteettijärjestys (Kuntaliitto, 2012).

1. Hulevesien muodostumista ehkäistään säilyttämällä vesien hallinnan kannalta tärkeimmät kasvillisuus- ja maaperäalueet sekä kytkemällä vesien hallinta rakennusten, pihojen ja yleisten alueiden suunnitteluun siten, että läpäisemättömien pintojen määrää minimoidaan ja veden kiertokulku mahdollistetaan alueen sisällä.
2. Hulevesien laadullista kuormitusta ehkäistään mm. ohjaamalla huonolaatuiset hulevedet paikallisiin käsittelyrakenteisiin, vähentämällä uomaeroosiota virtaamien tasauksella sekä estämällä rakentamisen aikana tulevaa hulevesikuormitusta. Hulevesiä hallitaan ja käsitellään paikallisesti ensisijaisesti avoimissa ja luonnonmukaisissa järjestelmissä
3. Hulevedet johdetaan syntypaikaltaan ensisijaisesti hidastavilla, suodattavilla ja viivyttävillä avojärjestelmillä. Toissijaisesti hyödynnetään maanalaisia järjestelmiä, kuten hulevesikasetteja.
4. Hulevesien viivyttämiselle ja virtaamien tasaamiselle varataan yleisille alueille riittävästi tilaa avoimille ja luonnonmukaisille viivytysalueille.

7.3 Hulevesien muodostumisen ehkäiseminen

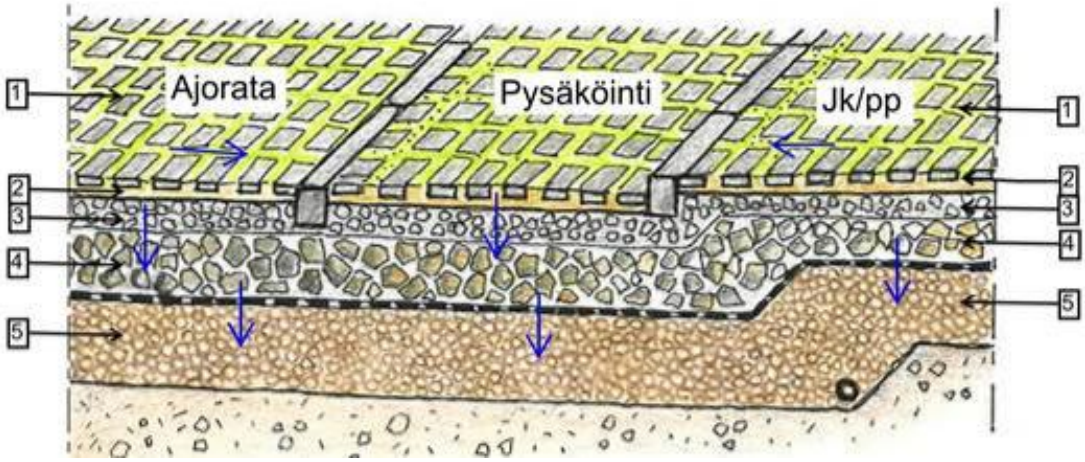
7.3.1 Viherkatto

Viherkatoilla tarkoitetaan kasvillisuudella peitettyä kattopintaa. Viherkatto koostuu vedenpitävästä kerroksesta, vettä johtavasta kerroksesta, kasvualustasta ja kasvillisuudesta. Rakenteeltaan noin 5 cm paksuinen viherkatto pidättää vuotuisesta sademäärästä noin puolet. Laaja-alaisissa viherkatoissa käytetään pääasiassa ohuita ja helppohoitoisia sammal-maksaruohomattoja (Kuva 13). Viherkattojen hyöty on suurin siellä, missä kattopinta-alaa on paljon, kuten teollisuushallien alueella.

Kuva 13 Maksaruohokatto (vasen kuva © Envire, oikea kuva Ramboll).

7.3.2 Läpäisevä päällyste

Läpäisevällä tai puoliläpäisevällä päällysteellä, kuten kivetyksellä (Kuva 14) tai huokoisella asfaltilla voidaan edesauttaa veden imeytymistä maaperään ja siten ehkäistä hulevesien muodostumista. Parhaimmassa tapauksessa myös ympäröivältä alueelta voidaan johtaa vesiä imeytymään läpäisevään päällysteeseen. Rakenteilla voidaan pidättää usein toistuvia sadetapahtumia ja ehkäistä hulevesien sisältämien epäpuhtauksien johtumista. Päällyste koostuu vettä läpäisevästä pintakerroksesta ja sen alapuolisista karkeasta kiviaineksesta tehdyistä rakennekerroksista (Kuva 14) . Pintakerroksen läpäisevä hulevesi varastoituu karkean kiviaineksen huokostilaan, josta se imeytyy maaperään tai johdetaan eteenpäin salaojilla. Päällysteen alla olevat maakerrokset kuitenkin vaihtelevat sen mukaan millainen kantavuus maaperältä kohteessa vaaditaan ja halutaanko vesien puhdistaa jollain materiaalilla.



Kuva 14 Havainnekuva läpäisevästä päällysteestä. Maakerrokset 3-4 ovat kantavia ja vettä johtavia kiviaineskerroksia ja kerroksessa 4 voidaan soveltaa esim. veden laatua käsittelevää materiaalia.

7.4 Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja: veden määrän hallinta

7.4.1 Viivytysaltaat

Viivytysaltaat toimivat hulevesien suurten virtaamien hidastamisessa (Kuvat 15 ja 16). Niiden pohjarakenne, muotoilu ja kasvillisuus vaihtelevat paljon kohteesta riippuen. Altaat voivat olla luonnonmukaisia tai esim. ympäröivästä maaperästä eristettyjä betonialtaita, jotka kaikki voidaan suunnitella ympäristön virkistysarvoa lisääväksi. Veden viivyttyessä vaikutetaan hieman myös sen laatuun, kun kiintoainesta laskeutuu uomaan ja kasvillisuus hyödyntää veden ravinteita.

Kuva 15 Esimerkki huleveden tasausaltaasta Kuopion asuntomessualueella. © Viherympäristöliitto.

Kuva 16 Esimerkki huleveden tasausaltaasta.

7.4.2 Luonnonmukaiset avouomat ja hulevesikanavat

Avouomat hidastavat hulevesien virtaamaan kohtuullisen hyvin verraten perinteiseen virtaamia äärevöittävään putkiviemäröintiin. Virtaaman hidastumista voidaan edesauttaa uoman muotoilulla (mm. meanderointi), kasvillisuudella ja pohjapadoilla (Kuva 17). Tulvan hallintaa voidaan harjoittaa uomien tulvatasanteilla. Tiiviisti rakennetuilla alueilla näkee ajoittain myös hulevesikanavia, jotka on eristetty ympäröivästä maaperästä esim. betonilla. Myös kanavia voidaan muotoilla esim. pohjapadoilla ja lisätä kasvillisuutta vaikkapa kelluvien kosteikkomättäiden muodossa.

Kuva 17 Hulevesien johtamiseen ja virtaaman viivyttämiseen tarkoitettuja avouomia pohjoismaisissa kaupungeissa.

7.4.3 Maanalaiset Hulevesikasetit

Hulevesikasetit (kuva 18) soveltuvat veden määrälliseen hallintaan kohteissa, jossa tontilta ei ole osoitettavissa tilaa maanpäälliselle järjestelmälle. Kasetti toimii veden varastona ja suurten virtaamien pienentäjänä siten, että kasettiin tuleva tulovirtaama on suurempi kuin siitä lähtevä purkuvirtaama.

Kuva 18 Hulevesikasetti (Uponor).

7.5 Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja: veden laadun hallinta

7.5.1 Viherpainanteet ja biosuodatusalueet

Biosuodatusalueet (nk. viherpainanteet, sadevesipuutarhat) ovat kasvipeitteisiä hulevesien määrän ja laadun hallinnan rakenteita (Kuvat 19 ja 20). Biosuodatus on useimmille hulevesien haitta-aineille kaikkein tehokkain käsittelyratkaisu. Vedet johdetaan imeytymään rakenteeseen, jossa on kasvukerroksen lisäksi kohteesta riippuen erilaisia suodattavia maakerroksia. Kasvillisuus on tärkeässä roolissa veden imeyttämisessä, kierrättämisessä ja puhdistamisessa. Biologisten puhdistusprosessien lisäksi rakenteessa on kemiallisia ja mekaanisia puhdistusprosesseja. Esim. happamien vesien pH:ta voidaan säätää kerrosmateriaalien valinnoilla. Myös läpäisevien päällysteiden saumoissa voidaan käyttää kasvillisuutta ja alle voidaan rakentaa suodattavia kerroksia.

Kuva 19 Esimerkki hulevesien biosuodatusalueista kerrostaloalueella Tukholmassa. Vedet johdetaan kaduilta biosuodatukseen mm. kitakaivoilla.

Kuva 20 Esimerkki hulevesien biosuodatuskentästä kerrostaloalueella Tukholmassa. Kenttä on toteutettu pilaantuneelle maaperälle eristämällä rakenne ympäröivästä maaperästä bentoniittimatolla. Vedet johdetaan rakenteen pinnalle tulevalla purkuputkella puhdistumaan.

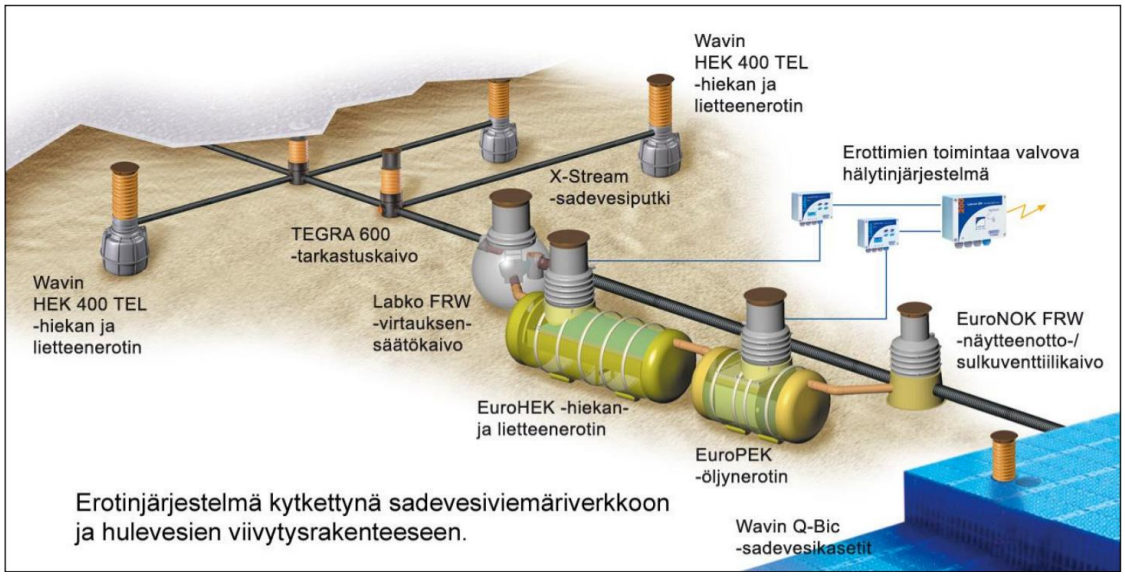
7.5.2 Laskeutusaltaat

Laskeutusaltaiden (kuva 21) tarkoituksena on paitsi viivyttää vesiä, ennen kaikkea laskeuttaa vesissä kulkevaa kiintoainesta. Kiintoaineiseen on sitoutunut paljon myös muita hulevesien haitta-aineita, jotka voidaan pidättää altaaseen kiintoaineen mukana. Altaan muotoilussa tulee ottaa huomioon riittävä syvyys ja lietevara sekä riittävän veden virtausmatka, jotta kiintoaine voidaan laskeuttaa. Siten laskeutusaltaat ovat usein viivytysaltaita syvempiä. Altaan pohjarakenne ja kasvillisuus vaihtelevat paljon kohteesta riippuen. Altaat voivat olla luonnonmukaisia tai esim. ympäröivästä maaperästä eristettyjä betonialtaita, jotka kaikki voidaan suunnitella ympäristön virkistysarvoa lisääväksi.

Kuva 21 Esimerkkejä Suomessa sijaitsevista altaista.

7.5.3 Hiekan- ja öljynerotinjärjestelmät

Runsaasti liikennöidyillä alueilla ja sekä parkkialueilla asfalttialueiden hulevedet suositellaan johdettavan hiekan- ja öljynerotinjärjestelmään. Järjestelmään ohjataan hulevesivalunnan ensimmäinen, kiinto- ja haitta-ainepitoisuuksiltaan suurin vaihe. Ensihuuhtouman jälkeen järjestelmän virtauksensäätökaivo ohjaa erotinjärjestelmien kapasiteetin ylittävät virtaamahuiput niiden ohitse. Erotinjärjestelmää ja esimerkkiä liittymisestä hulevesiä viivyttävään rakenteeseen on havainnollistettu alla (kuva 22).



Kuva 22 Esimerkki hiekan- ja öljynerotinjärjestelmästä @ Wavin-Labko.

7.6 Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja pohjavesialueilla

Pohjavesialueilla soveltuvat hulevesiratkaisut riippuvat hulevesien laadusta. Pohjaveden muodostuminen olisi hyvä taata, mutta pohjaveden pilaantuminen tulee myös estää. Karkeasti jaoteltuna pohjavesialueille soveltuvat ratkaisut maankäyttömuodoittain ovat:

a) Keskusta-alueet, liikekeskusalueet, teollisuusalueet sekä tiiviisti rakennetut asuinalueet
Hulevedet voivat sisältää haitallisia pitoisuuksia mm. kloridia, ravinteita, metalleja ja orgaanisia myrkkyjä, jotka eivät saa kulkeutua pohjavesiin. Siten hulevedet tulee useissa tapauksissa käsitellä nk. suljetussa rakenteessa ja johtaa tämän jälkeen pois pohjavesialueelta. Suljettuja rakenteita ovat mm. hulevesisäiliöt sekä ympäröivästä maaperästä eristetyt altaat, suodatusrakenteet ja hulevesikasetit. Näillä rakenteilla vesien laatua voidaan kuitenkaan parantaa ja virtaamaa vähentää ennen vesien johtamista pois alueelta.

b) Väljästi rakennetut asuinalueet, vähäliikenteiset virkistysalueet
Hulevedet sisältävät näillä alueilla usein pieniä haitta-ainepitoisuuksia ja esimerkiksi teollisuuden myrkkyjä ei esiinny laisinkaan. Siten on suositeltavaa imeyttää vedet maaperään esim. biosuodatuksen avulla. Tällöin vesiä ei myöskään tarvitse johtaa alueelta pois, vaan vedet voidaan kierrättää luonnollisen veden kierron mukaan valuma-alueen sisällä.

7.7 Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja sulfaattisavimailla

Näillä alueilla happamat vedet ovat ongelmana ja siten esim. happamille vesille herkkiä kasveja sisältävät rakenteet eivät sovi hulevesien käsittelyratkaisuihin, vaikka tietyt kasvit (kuten osmankäämi) viihtyvät happamissa vesissä. Vesien pH:ta voidaan nostaa kuitenkin emäksisten materiaalien avulla hulevesien käsittelyrakenteissa. Tällaisia materiaaleja ovat mm. kalkkikivi, biohiili ja kevytsora. Hulevesien pH:n nostamiseksi ko. materiaaleja voidaan käyttää esim. suotopadoissa, allasrakenteissa tai suodatusrakenteissa. Vesien ja haitta-aineiden määrästä riippuen materiaaleja voi kuitenkin joutua vaihtamaan tuoreempaan aika ajoin. Mikäli pH:ta nostavia materiaalia ja happamia vesiä kestäviä kasveja käytetään hulevesiratkaisuissa, sopivat sulfaattisavimaa-alueille ratkaisuiksi luonnonmukaiset avouomat, suodatusrakenteet ja hulevesialtaat.

7.8 Hulevesien hallinnan tyyppiratkaisuja tonteilla

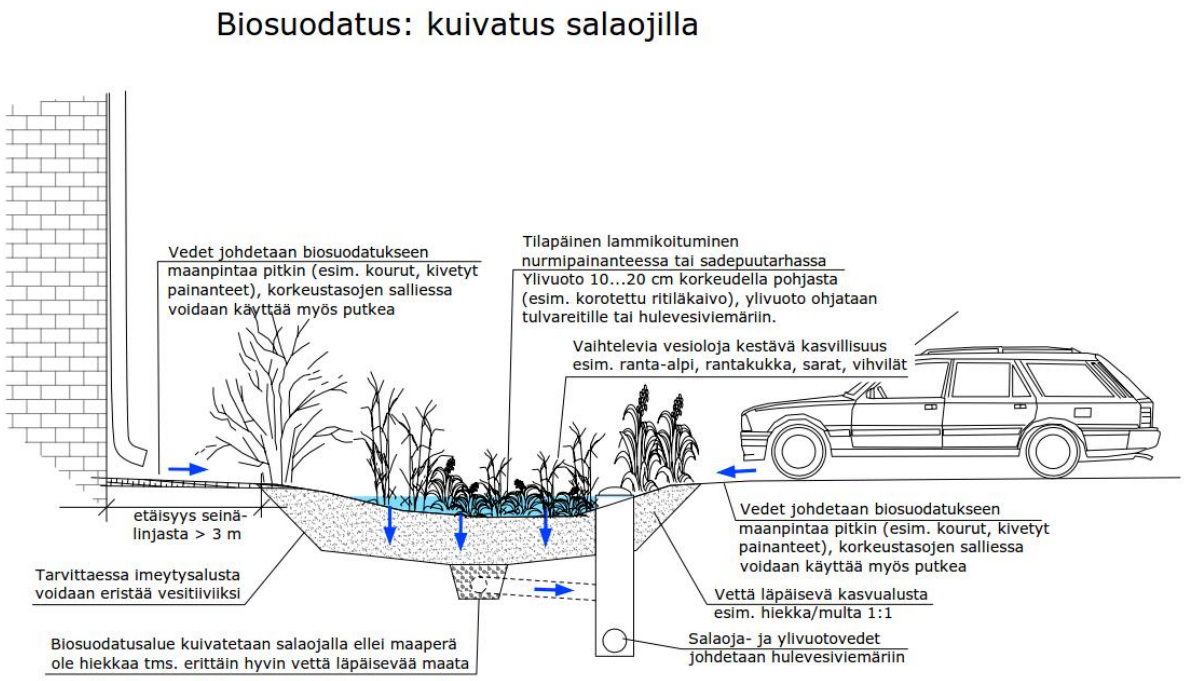
Hulevesien hallinnan tonttikohtaisiksi ratkaisuiksi sopivat hyvin ratkaisut, joissa hulevedet hyödynnetään syntypaikallaan. Tonttien hulevesien hallintaan voidaan vaikuttaa mm. pinnantasauksella ja pintamateriaaleilla. Hulevesiä kannattaa johtaa ensisijaisesti pintavalutusreittejä pitkin (painanteet ja kourut), jolloin hulevesiä voidaan johtaa sadepuutarhoihin (esim. Kuva 19) tai pieniin hulevesialtaisiin. Hulevesiä voidaan kerätä kasteluvedeksi myös maanpäällisiin säiliöihin. Mikäli maanpäälliset ratkaisut eivät ole mahdollisia, voi hulevesiä viivyttää maanalaisilla ratkaisuilla (hulevesiviemärit, säiliöt, hulevesikasetit ja -tunnelit).

Hulevesien muodostumista voidaan vähentää käyttämällä mahdollisimman paljon vettä läpäiseviä pintoja, jotka edistävät veden imeytymistä pohjaveteen ja samalla pitävät pohjavesivarastot kunnossa sekä estävät maaperän tiivistymisen. Hulevesien määrää ja laatua voidaan tonteilla parantaa myös viherkatoilla (varastorakennukset, autotallit, asuinrakennukset).

Jos maaperän laatu, huleveden laatu ja pohjavesiolosuhteet sallivat, hulevedet voidaan imeyttää tonteilla maaperään imeytyskaivojen tai biosuodatusalueiden kautta esim. pihoilla, kentillä, viher-alueilla sekä paikoitus- ja katualueilla. Tonttien hulevesialtaiden, biosuodatusalueiden, säiliöiden ja muiden mahdollisten hulevesien viivytysjärjestelmien kohdalla tulee huomioida hallittu ylivuoto-reitti.

Katualueille sopivat mm. viherkaistat (esim. Kuva 23), joihin hulevedet johdetaan, sekä puoliläpäisevät päällysteet (esim. Kuva 14), jotka vähentävät syntyvän huleveden määrää.

Ratkaisut hulevesien muodostumisen vähentämisessä tehdään pääosin juuri kiinteistöillä. Tämän takia on syytä velvoittaa hulevesien hallintaa toteutettavaksi kiinteistöillä/tonteilla sekä suositeltavaa muotoilla hulevesien hallintaa koskevat kaavamääräykset siten, että ne kannustavat etsimään vaihtoehtoja vettä läpäisemättömille päällysteille ja perinteiselle putkiverkoston avulla tehtävällä kuivatukselle.



Kuva 23 Periaateratkaisu hulevesien viivytyksestä tonteilla käyttäen sadevesipuutarhaa, ts. biosuodatusta.

7.9 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Rakentaminen kasvattaa paitsi hulevesien määrää, myös haitta-ainekuormaa. Erityisesti alueiden rakennusvaiheessa hulevesien haitta-ainekuorma voi olla jopa kymmenkertainen verrattuna rakentamisen jälkeen esiintyviin kuormiin (Sillanpää, 2013). Erityisesti kiintoaineen, typen sekä raskaan liikenteen määrästä ja rakennusmateriaaleista riippuen öljyjen ja metallien kuormat kasvavat. Työmaa-alueelta ympäristöön pääsevien likaisten hulevesien muodostuminen ja määrä riippuvat kuitenkin keskeisesti mm. vuodenajasta ja säästä, työmaa-alueen kuivatuksen järjestämisestä, maankaivuun määrästä ja siitä, miten vettä läpäisevää aluetta ympäröivä pohjamaa on. Rakentamisesta aiheutuvan kuormituksen on arvioitu kestävän noin 1,5 vuotta: juuri

valmistuneiden alueiden hulevesihuuhtouma on vanhempia alueita suurempi, koska kasvillisuus puuttuu tai on vielä nuorta (Vakkilainen et al. 2005).

Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinnassa suositellaan kiinnittäväksi ensisijaisesti huomiota eroosion ehkäisemiseen, johon voidaan vaikuttaa työmaan järkevällä suunnittelulla eli rajoittamalla paljaan, huuhtoutumiselle alttiin maanpinnan ja maakasojen määrää ja sijaintia sekä kiinnittämällä huomiota kuivatusjärjestelyihin. Kiintoainespitoisten hulevesien käsittelyssä käyttökelpoisimpia ovat työmaaoloissa laskeutus- ja imeytyspainanteet, joihin johdetaan mahdollisimman vähän työmaan ulkopuolisia vesiä virtaamakuormituksen minimoimiseksi. Öljypitoisia vesiä voidaan käsitellä mm. väliaikaisilla ja siirrettävillä suodatusratkaisuilla. Tarvittaessa työmaavedet tulee varautua pumppaamaan käsittelyyn, jotta puhtaiden vesien sekoittuminen käsiteltävään veteen voidaan estää. Imeytys- ja laskeutuspainanteet tulisi rakentaa hyvissä ajoin ennen muuta rakentamista.

Rakentamisen aikaisten imeytys- ja laskeutuspainanteiden tilavaraus on oltava kaikissa tilanteissa vähintään 1,5 % työmaa-alueen ”auki” olevasta pinta-alasta RT-kortin 89-11230 mitoitusohjeen mukaisesti.

Rakentamisen aikana tulevaa hulevesien hallinnassa huomioida mahdolliset PIMA-alueet, joista voi huuhtoutua haitta-aineita hulevesiin tai hulevesien käsittelyratkaisuista pilaantuneeseen maaperään. Tällöin hulevesien hallinnan ratkaisut voidaan eristää ympäröivästä maaperästään.

7.10 Tulvareitti

Hulevesien hallinnan kannalta kaupunkisuunnittelussa on tärkeä muistaa huomioida tulvareitit. Mitoitussadetta (kerran 5 vuodessa toistuva) intensiivisemmät sateet aiheuttavat hulevesiverkoston tulvimisen, mikä on sallittua. Mitoituksen ylittyessä hulevesi kohoaa putkiviemäreistä hulevesi- tai tarkastuskaivojen kautta maan pinnalle ja leviää lähiympäristöön. Maan pinnalla hulevedet etenevät korkeuserojen mukaisesti helpoimmalle reitille eli yleensä suuntaan, jossa pinnan kaltevuus on suurin. Tulvareiteillä on hyvä huomioida myös rakennusten rakentamiskorkeus, mikäli esim. katu toimii tulvareittinä.

8. TULVARISKIKARTOITUS

8.1 Tulvariskien hallinnan tausta

Työssä kuvataan Porvoon kaupungin hulevesitulvariskien alustava arviointi. Laki (620/2010) ja asetus (659/2010) tulvariskien hallinnasta tulivat voimaan kesällä 2010. Lain mukaan kunnat vastaavat hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta. Kunnan on tehtävä hulevesitulvariskien alustava arviointi ja tällä perusteella nimetä merkittävät hulevesitulvariskialueet tai todeta, ettei kunnassa ole tällaisia alueita. Lain mukaan kunnan tuli tehdä päätös syksyllä 2018 työstettävänä olleen alustavan tulvariskiarvion pohjalta ja toimittaa tieto päätöksestä ELY-keskukselle 22.12.2018 mennessä tai anoa lisäaikaa, jota ELY antoi kunnalle.

Osallistumisesta ja tiedottamisesta on soveltuvin osin voimassa, mitä maankäyttö- ja rakennuslain 62, 65 ja 67 §:ssä säädetään kaavoitusmenettelystä ja vuorovaikutuksesta. Kunnan nimeämispäätökseen ei saa hakea erikseen muutosta valittamalla.

Mikäli kunta nimeää alueelleen merkittäviä hulevesitulvariskialueita, on näille alueille laadittava tulvavaara- ja tulvariskikartat joulukuuhun 2019 mennessä ja hulevesitulvariskien hallintasuunnitelmat joulukuuhun 2021 mennessä. Alustava arviointi, merkittävien hulevesitulvariskialueiden nimeäminen, tulvavaara- ja tulvariskikartat sekä hulevesitulvariskien hallintasuunnitelmat tarkistetaan jatkossa tarpeellisin osin kuuden vuoden välein.

Hulevesitulvalla tarkoitetaan taajaan rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- tai sulamisvettä. Taajaan rakennetulla alueella tarkoitetaan esimerkiksi asemakaavoitettuja alueita, suunnittelutarvealueita sekä muita erillisiä tiiviin rakentamisen alueita. Hulevesiin kuuluvat muun muassa maan pinnalta, rakennusten katoilta, tien pinnalta ja lentokentiltä poisjohdettavat vedet. Hulevesitulvista on käytetty myös nimitystä taajama- tai rankkasadetulva. Hulevesitulvat ovat yleensä nopeasti alkavia, lyhytkestoisia ja melko paikallisia.

Hulevesitulvien alustavassa arvioinnissa otetaan huomioon rankkasateista aiheutuvat tulvat rakennetuilla alueilla sekä vesistöä pienempien uomien (noro, oja, alle 10km^2 valuma-alue) tulviminen. Elinkeino- liikenne ja ympäristökeskukset (ELY) vastaavat merenranta– ja vesistöjen tulvariskien arvioinnista.

8.2 Merkittävän hulevesitulvariskialueen kriteerit

Lain (620/2010) mukaan tulvariskien alustava arviointi tehdään toteutuneista tulvista sekä ilmaston ja vesiolojen kehittymisestä saatavissa olevien tietojen perusteella ottaen huomioon myös ilmaston muuttuminen pitkällä aikavälillä. Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon tulvan todennäköisyys sekä seuraavat tulvasta mahdollisesti aiheutuvat yleiseltä kannalta katsoen vahingolliset seuraukset:

- vahingollinen seuraus ihmisten terveydelle tai turvallisuudelle;
- välttämättömyyspalvelun, kuten vesihuollon, energiahuollon, tietoliikenteen, tieliikenteen tai muun vastaavan toiminnan, pitkäaikainen keskeytyminen;
- yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja turvaavan taloudellisen toiminnan pitkäaikainen keskeytyminen;
- pitkäkestoinen tai laaja-alainen vahingollinen seuraus ympäristölle sekä
- korjaamaton vahingollinen seuraus kulttuuriperinnölle.

Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon myös alueelliset ja paikalliset olosuhteet. (Tulvariskilaki, 8 § ja 19 §).

Yksittäiseen vahinkokohteeseen liittyvien omaisuusarvojen suuruus ei ole arvioinnissa ratkaisevaa, vaan merkittävälle tulvariskialueelle tunnusomaista on suuri yksittäisten vahinkokohteiden lukumäärä ja sen perusteella merkitys myös yleiseltä kannalta. Tulvan aiheuttamien vahingollisten seurausten indikaattorit ja kriteerit on esitetty liitteessä 7.

Merkittävien hulevesitulvariskialueiden lisäksi tulvariskien alustavan arvioinnin yhteydessä voidaan tunnistaa alueita, joilla tulvariski on merkittävän hulevesitulvariskialueen kriteerejä vähäisempi ja joille ei ole perusteltua soveltaa kaikkia lainsäädännössä määrättyjä tulvariskien hallinnan suunnittelutoimenpiteitä. Kuntien vastuulla on huolehtia hulevesitulvariskien hallintaa palvelevasta suunnittelusta myös muilla kuin nimetyillä merkittävillä hulevesitulvariskialueilla.

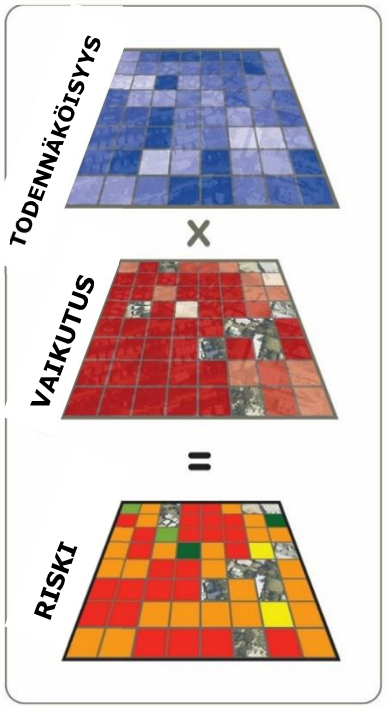
8.3 Esiintyneet hulevesitulvat ja niiden aiheuttamat vahingot

Porvoon kaupungissa ei ole järjestelmällisesti tilastoitu tapahtuneita hulevesitulvia. Hankkeen työryhmän kokemusperäisen tiedon perusteella Porvoon kaupungissa on esiintynyt paikallisia hulevesitulvia, mutta sellaisia hulevesitulvia ei ole tapahtunut, joista olisi aiheutunut tulvariskien hallinnasta annetun lain mukaisia merkittäviä vahingollisia seurauksia ottaen huomioon liitteessä 7 esitetyt kriteerit.

8.4 Paikkatietopohjainen hulevesitulvariskikartoitus

Hulevesitulvariskejä arvioitiin yhdistämällä Suomen ympäristökeskuksen tuottama kerran 100 vuodessa toistuvan rankkasadetilanteen alustava hulevesitulvakartta tulvahaavoittuvuutta kuvaavien paikkatietoaineistojen (rakennukset, tiet, rautatie) kanssa. Analyysissä hyödynnettiin paikkatietopohjaista analyysiä, joka toteutettiin DHI:n kehittämällä CADSS (City Adaptation Decision Support System) ohjelmistolla (Kuva 24). Ohjelman avulla voidaan tunnistaa hulevesitulvan peittämälle alueelle jääviä potentiaalisia riskikohteita.

Paikkatietoaineiston rakennukset jaettiin riskianalyysiä varten kymmeneen ja tiet neljään luokkaan (Taulukko 7). Kullekin luokalle määritettiin tulvavahingon aiheuttamat yksikköhinnat karkealla tasolla hyödyntäen taloudellisia aineistoja. Koska hankkeen tarkastelu taso ei ollut riittävä arvioimaan varsinaisia tulvavahinkojen taloudellisia kustannuksia kuhunkin kohteeseen, hyödynnettiin suhteellisia yksikköhintoja vain kohteiden haavoittuvuuden karkeaan arviointiin. Esimerkiksi sairaanhoidon rakennukset arvioitiin kaikista kriittisimmiksi.

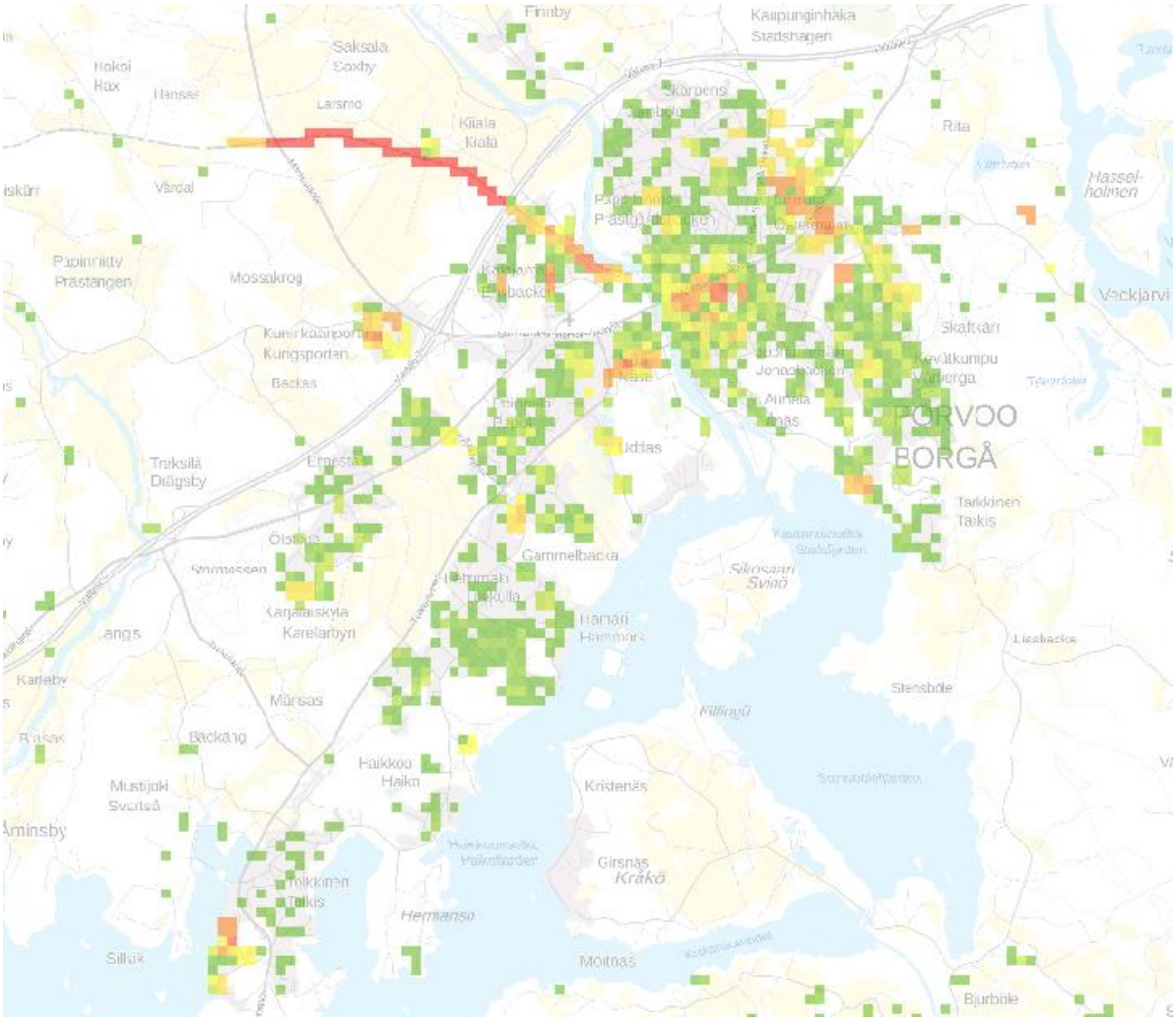


Kuva 24 Tulvariskianalyysin konsepti. Vuosittaisena tulvavahinkona kullekin rasterin solulle ilmoitettu riski perustuu tulvan todennäköisyyteen ja kriittisen infrastruktuurin (tiet, rautatiet ja rakennukset) potentiaaliseen tulvavahinkoon.

Taulukko 7 Tulvariskikohteiden luokittelu.

	Kohdeluokka	Haavoittuvuus
Rakennukset	Sairaanhoito, päivähoito	Suuri
	Liike- ja teollisuusrakennukset	Suuri
	Yhdyskuntatekniikan rakennukset	Suuri
	Asuinrakennus (kerrostalo)	Pieni
	Asuinrakennus (omakoti- ja rivitalo)	Pieni
	Yliopistot	Keskisuuri
	Koulut	Keskisuuri
Tiet	Rautatie	Suuri
	Valtatie	Suuri
	Yli 6 m leveä tie	Keskisuuri
	3 – 6 m leveä tie	Pieni
	Alle 3 m leveä tie	Pieni

Mallinnuksen lopputulos on kartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella muodostuvan hulevesitulvariskin alueellisesta jakautumisesta Porvoossa (Kuva 25). Kartalla yhden ruudun koko on 100 x 100 metriä. Kukin ruutu havainnollistaa ruudun alle jäävien hulevesitulvariskikohteiden vahinkosummaa. Suuremman hulevesitulvariskin alueet on merkitty punaisella, pienemmän tulvariskin alueet puolestaan vihreällä.



Kuva 25 Kartta hulevesitulvariskin alueellisesta jakautumisesta Porvoossa. Kartan värikoodeilla on tarkoitus havainnollistaa alueiden välistä suhteellista eroa (vihreä viittaa vähäisempään riskiin kuin keltainen ja keltainen vähäisempään riskiin kuin punainen). Absoluuttisia arvoja odotetuista tulvan aiheuttamista vuotuisista kustannuksista (riskistä) ei tällä tarkastelutasolla voitu tuottaa.

Tuotetun kartan ja hankkeen työryhmän kokemusperäisen tiedon perusteella valittiin yhteensä kahdeksan aluetta, joiden tulvariskin merkittävyyttä arvioitiin Kuntaliiton ja Suomen ympäristökeskuksen kriteerien (Liite 7) perusteella. Merkittävyyden arvioimisen tueksi tehtiin lisäksi rakennus- ja huoneistorekisterin tietoihin perustuva paikkatietoanalyysi keskustan tulvavaara-alueelle jäävien asuinrakennusten ja asukkaiden lukumääristä. Valikoitujen alueiden hulevesitulvariskikartoituksen tuloksia on tarkasteltu kappaleessa 8.6.

8.5 Epävarmuudet

Käytetyllä menetelmällä saatiin tehokkaasti ja kattavasti tarkasteltua alustavalla tasolla hulevesitulvariskejä Porvoon kaupungin alueella. Menetelmään liittyy kuitenkin monia epävarmuuksia ja olettamuksia, joita joudutaan yleisellä tasolla tekemään. Alle on listattu epävarmuuksia, joita on pyritty tulosten tarkastelussa huomioimaan:

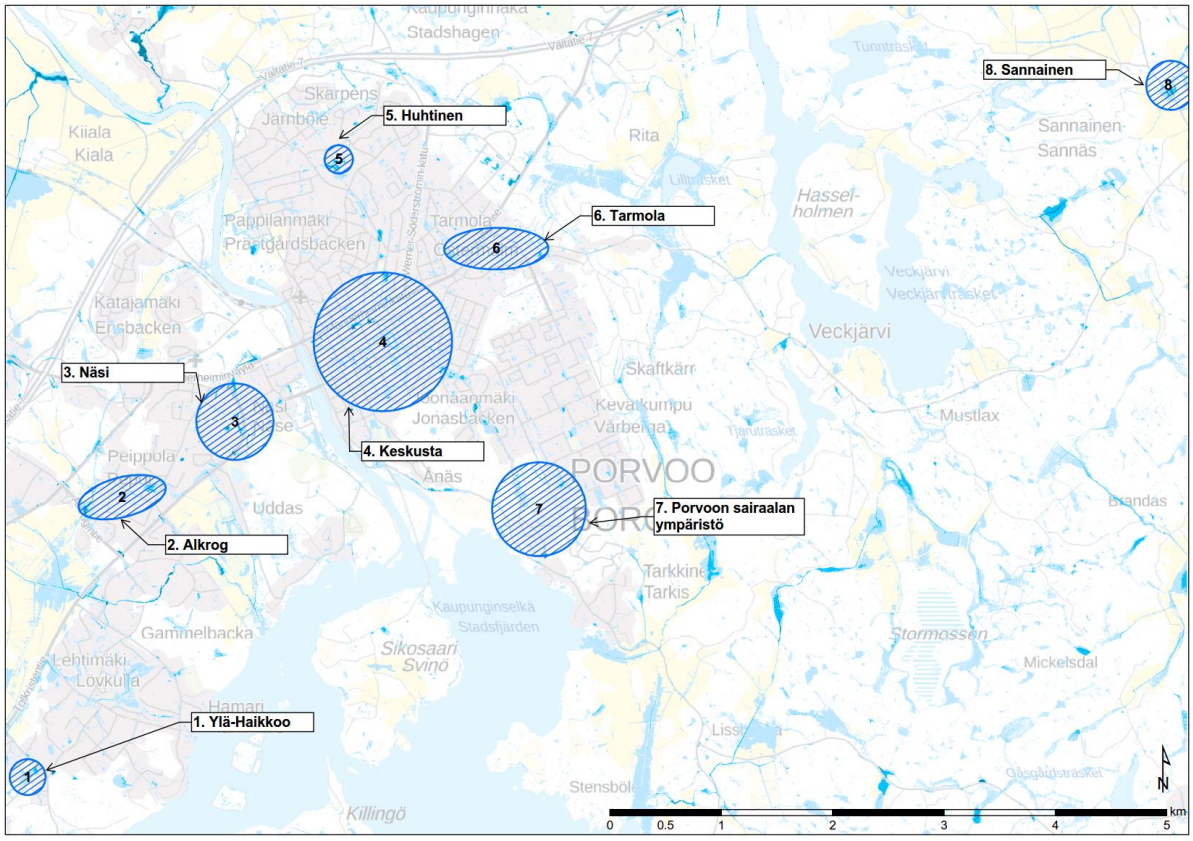
- Alustavan hulevesitulvakartan mallinnuksessa käytetty korkeusmalli ei ole kaikilta kohdin ajankohtainen.
- Alustavassa hulevesitulvakartassa hulevesiverkosto on huomioitu vain karkealla tasolla olettaen 10 mm/h vakiohäviö tiiviisti rakennetuilta alueilta. Tämän työn puitteissa ei ole tutkittu hulevesiverkoston todellista kapasiteettia. Voidaan kuitenkin todeta, että hulevesiverkoston välityskyky ei riitä välittämään kerran 100 vuodessa esiintyvän rankkasateen tulvavesiä. Näin ollen hulevesitulvakartassa esiintyvät lammikot pitävät todennäköisesti melko hyvin paikkansa.
- Alustavan hulevesitulvakartan mallinnuksessa käytetystä korkeusmallista on poistettu sillat. Tästä syystä tulvariskianalyysissä alikulkujen tulviminen on tulkittu tien tai rautatien tulvimisena, vaikka todellisuudessa näin ei välttämättä tapahtuisikaan.
- Alustavan hulevesitulvakartan mallinnusmenetelmästä johtuen kartalla esiintyy hyvin pieniä paikallisia painanteita rakennusten vieressä, mikä aiheuttaa suhteettoman suuren tulvariskin rakennukselle (haavoittuvuudesta riippuen).
- Tulvariskikohteiden haavoittuvuutta arvioitiin karkeisiin tulvavahingosta aiheutuviin yksikköhintoihin perustuen.
- Vaikka kohteiden haavoittuvuus (esim. sairaala tai voimalaitos) huomioitiin karkeasti tulvariskianalyysissä, ei riskin luonteesta voitu tällä tarkastelutasolla sanoa enempää. Analyysillä ei päästä käsiksi SYKE:n ja Kuntaliiton ohjeissa (Liite 5) listattuihin riskeihin, jotka liittyvät esimerkiksi tärkeiden evakuoimisreittien katkeamiseen, pitkäaikaisiin sähkökatkoksiin tai talousveden pilaantumiseen.

8.6 Tulvariskianalyysin tulosten tarkastelua

Hulevesitulvariskikartoituksen ja hankkeen työryhmän kokemusperäisen tiedon perusteella valittiin yhteensä kahdeksan (8) aluetta (Kuva 26, Taulukko 8), joiden hulevesitulvariskin merkittävyyttä arvioitiin Kuntaliiton ja Suomen ympäristökeskuksen kriteerien (Liite 7) perusteella. Alla olevaan taulukkoon on arvioitu kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella tulvivien kohteiden lukumäärää. Lisäksi keskustan alueelle on arvioitu karkeasti tulvan vaikutusalueelle jäävien asukkaiden lukumäärä. Kullekin alueelle tuotetut kartat on esitetty Liitteessä 8.

Taulukko 8 Alustavien hulevesitulvariskialueiden tulvivia kohteita

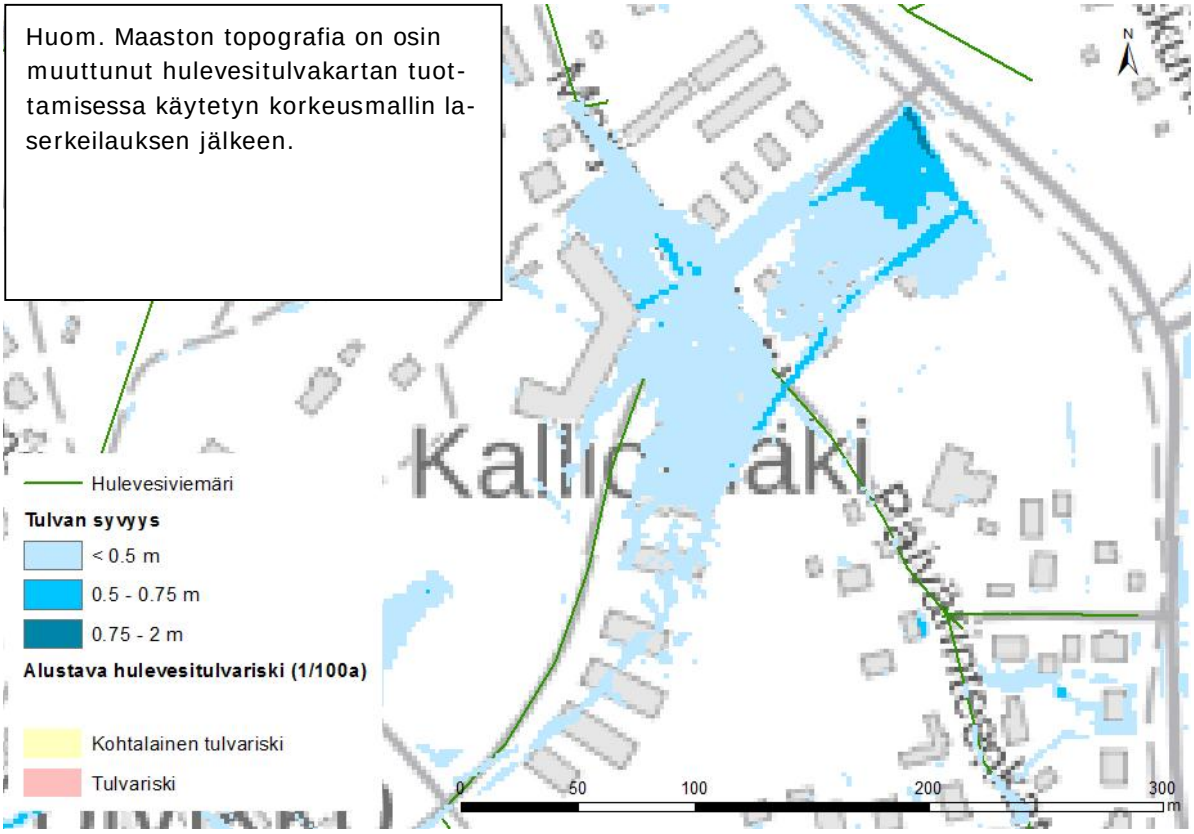
Nro	Alueen nimi	Asuinrakennusten lkm (karkea arvio)	Muut kohteet
1	Ylä-Haikkoo	10	Liikerakennus
2	Alkrog	40	-
3	Näsi	40	Hoitoalan rakennus
4	Keskusta	90	1 Julkishallinnon rakennus, n. 5 liikerakennusta
5	Huhtinen	-	Koulu
6	Tarmola	10	n. 5 liikerakennusta
7	Porvoon sairaalan ympäristö	15	Sairaala
8	Sannainen	-	n. 5 liikerakennusta



Kuva 26 Työssä arvioidut alustavat hulevesitulvariskialueet.

8.6.1 Ylä-Haikkoo

Kalliomäen alueella tulva-aluetta ovat Marjamäenkadun ja Ylä-Haikkoontien risteyksen alue. Tulvan peittämälle alueelle jää noin kymmenen asuinrakennusta sekä yksi liikerakennus. Alustavan hulevesitulvakartan tulos on alueella epävarma, koska alueen maankäyttö on merkittävästi muuttunut verrattuna mallinnuksessa käytettyyn korkeusmalliin. Alueen hulevesitulvista ei arvioida aiheutuvan yleiseltä kannalta katsoen merkittäviä vahingollisia seurauksia.



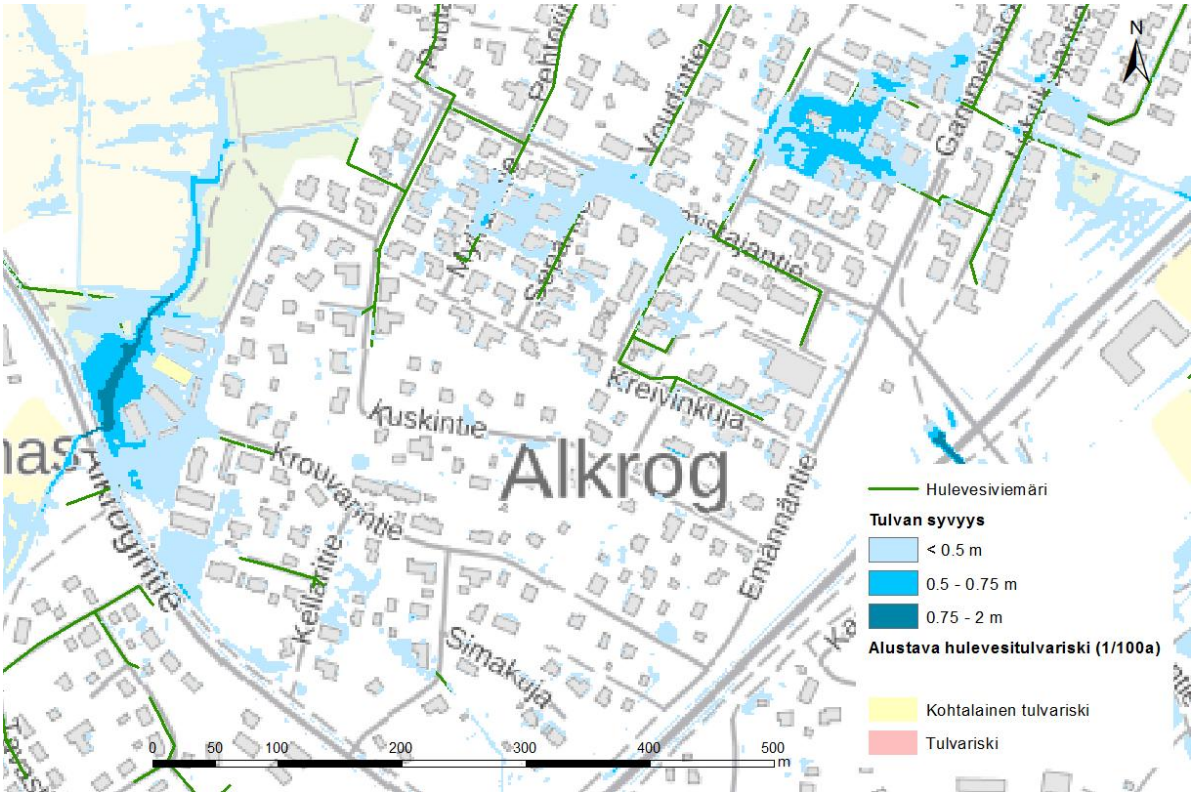
Kuva 27 Ylä-Haikkoon alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.2 Alkrog

Alkrogin alueella tulvan peittämälle alueelle jää yhteensä noin 40 asuinrakennusta. Alue muodostuu kahdesta paikallisemmasta tulva-alueesta Gammelbackantiellä ja Tilanomistajantiellä sekä Alkrogintien alittavan rummun aiheuttamasta puron padotuksesta.

Gammelbackantien ja Tilanomistajantien hulevesitulva-alueet sijoittuvat valuma-alueelle nro 33-1, jonka purkuputken kapasiteetti ei alustavan tarkastelun perusteella ole riittävä purkamaan kerran 5 vuodessa toistuvaa mitoitussadetta. Alkrogintien hulevesitulva-alueelle valuvat hulevedet avouomissa yläpuolisilta valuma-alueilta 33-2-2-7 sekä 33-2-2-3. Alueelle on suunniteltu toimenpiteitä hulevesien viivyttämiseksi Kuninkaanportin ja Eestinmäen hulevesiselvityksissä (Taulukko 5).

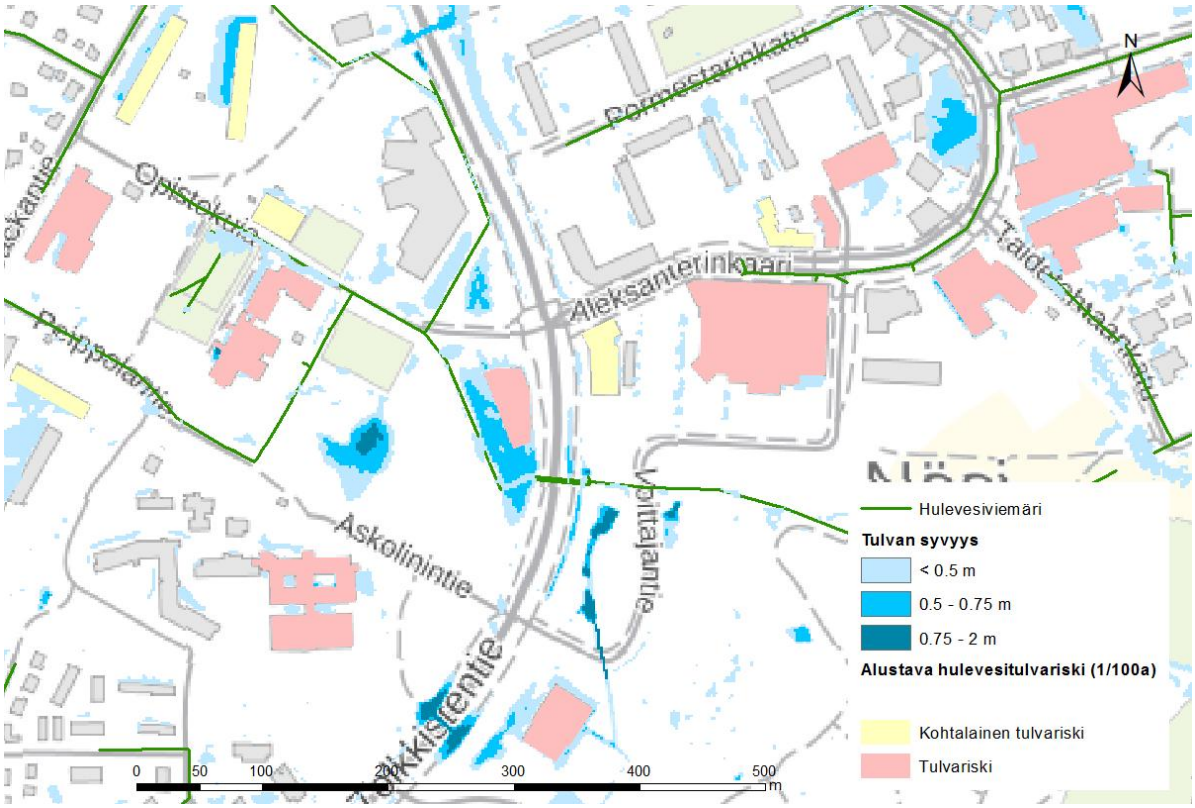
Alueen hulevesitulvista ei arvioida aiheutuvan yleiseltä kannalta katsoen merkittäviä vahingollisia seurauksia.



Kuva 28 Alkrogin alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.3 Näsi

Näsin hulevesitulva-alue koostuu useasta yksittäisestä tulvan peittämästä alueesta. Yhteensä tulvan peittämälle alueelle arvioidaan jäävän noin 40 asuinrakennusta sekä yksi liikerakennus. Alustavan hulevesitulvakartan tulos on alueella epävarma, koska alueen maankäyttö on merkittävästi muuttunut verrattuna mallinnuksessa käytettyyn korkeusmalliin.

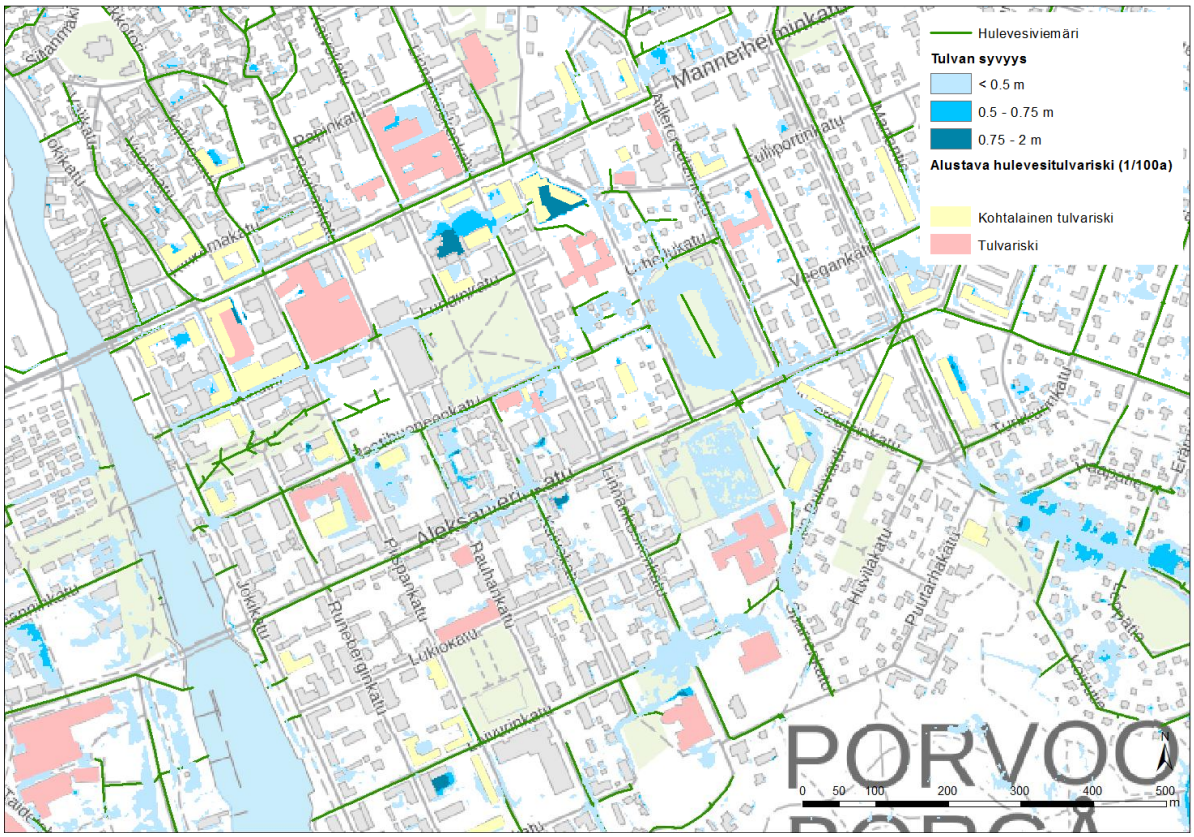


Kuva 29 Näsin alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.4 Keskusta

Porvoon tiiviisti rakennettu keskusta on tarkastelussa mukana olleista hulevesitulvariskialueista merkittävin. Hulevesitulva-alue koostuu useasta paikallisemmasta alueesta. Tulvan peittämälle alueelle jää arviolta n. 90 asuinrakennusta, julkishallinnollinen rakennus sekä noin viisi liikerakennusta. Asukkaita tulvanpeittämillä alueella on arviolta yhteensä noin 1000. Alueen kohteista julkishallinnollinen rakennus (Tulliportinkatu 1) on tulvinut aikaisemmin ja kohteen tulvasuojelua on tehostettu rakennusteknisin toimenpitein. Laajimmat yksittäiset tulvan peittämät alueet sijaitsevat Antinmäenkadun sekä Pihlajatien varressa.

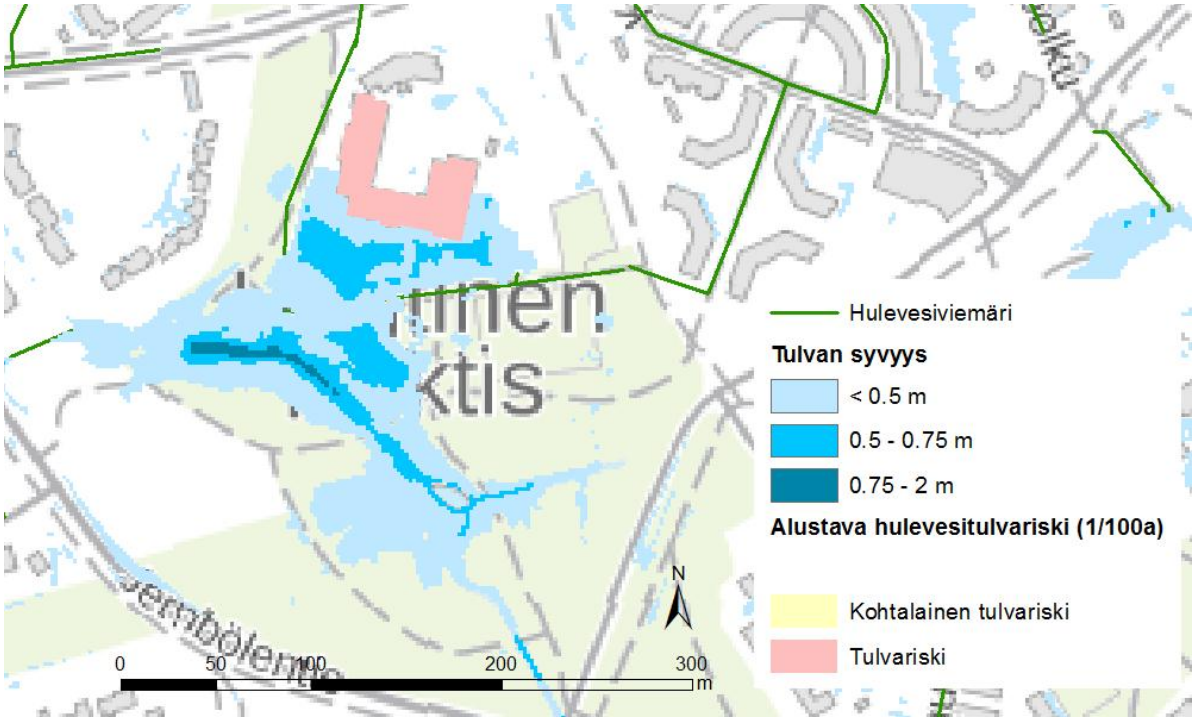
Keskustan alue jakautuu useaan pienempään hulevesiviemäröityyn valuma-alueeseen (VA9, 9_10-1, 10, 11, 12, 13). Purkuputkien alustavan kapasiteettitarkastelun perusteella valuma-alueiden 11 ja 12 kapasiteetit (500 mm & 630 mm) eivät riitä purkamaan kerran 5 vuodessa toistuvalla mitoitussateella syntyviä virtaamia.



Kuva 30 Keskustan alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.5 Huhtinen

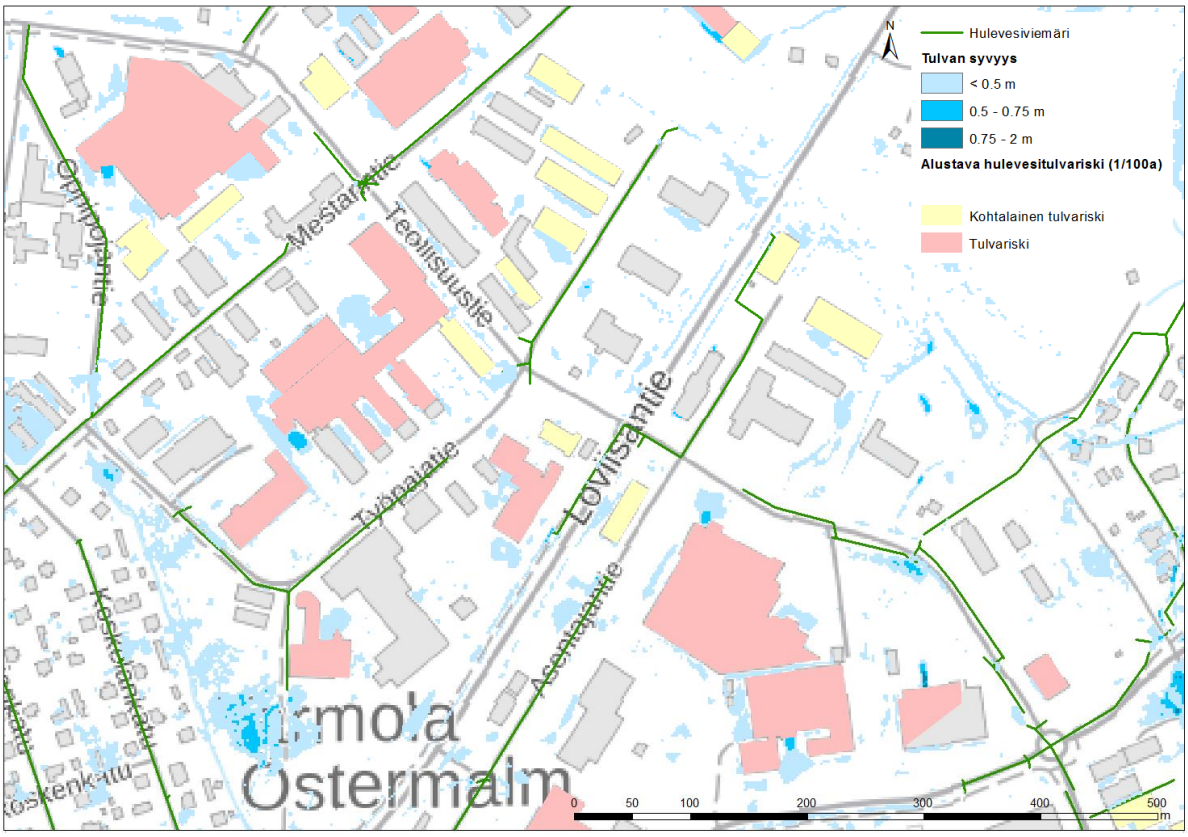
Huhtisen alueella tulvan peittämälle alueelle jää Huhtisen koulu. Hulevesitulva-alue on yhtenäinen ja sen vedet kertyvät noin 50 hehtaarin alueelta valuma-alueelta 17-1. Pääosin tulva leviää puistoalueelle.



Kuva 31 Huhtisen alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.6 Tarmola

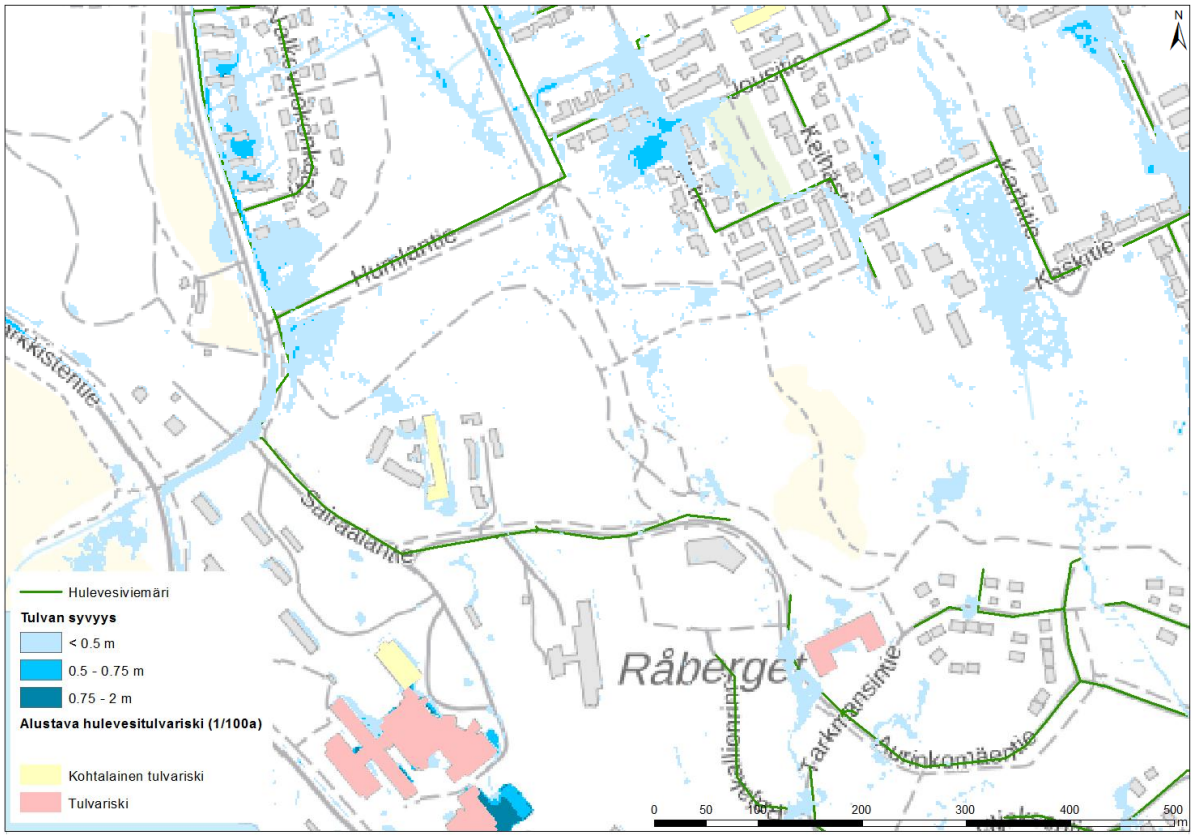
Tarmolan hulevesitulva-alue koostuu useasta yksittäisestä alueesta. Yhteensä tulvan peittämälle alueelle arvioidaan jäävän noin 10 asuinrakennusta ja viisi liikerakennusta. Tulvan peittämistä rakennuksista yksi liikerakennus sijaitsee valuma-alueen (5-1-1-3) alajuoksulla Veckjärventien ja Jänispolun risteyksessä. Hulevedet valuvat risteykseen yläpuoliselta liike- ja teollisuualueelta, jonka vettä läpäisemättömien pintojen osuus on suuri.



Kuva 32 Tarmolan alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.7 Porvoon sairaalan ympäristö

Råbergetin tulvan peittämälle alueelle jää yhteensä noin 15 asuinrakennusta. Tulva-alue muodostuu kahdesta paikallisemmasta alueesta. Molemmat alueet sijoittuvat valuma-alueelle nro 6, jonka purkuputken kapasiteetti ei alustavan tarkastelun perusteella ole riittävä purkamaan kerran 5 vuodessa toistuvaa mitoitussadetta. Lisäksi tulvimista havaitaan sairaalarakennuksen yhteydessä.



Kuva 32 Sairaalan ympäristön alustava tulvariskikartta kerran 100 vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.6.8 Sannainen

Sannaisten alueella tulvan peittämälle alueelle jää noin viisi liike-/opetusrakennusta. Hulevedet valuvat alueelle Sannaistentien alittavan rummun kautta.

Kuva 32 Sannaisen alustava tulvariskikartta kerran sadassa vuodessa toistuvalla rankkasateella (Alustava hulevesitulvakartta / Lähde: SYKE).

8.7 Yhteenveto hulevesitulvariskien alustavasta arvioinnista

Tähän mennessä Porvoon kaupungin alueella on esiintynyt joitakin paikallisia hulevesitulvia, mutta sellaisia hulevesitulvia, joista olisi aiheutunut tulvariskien hallinnasta annetun lain (620/2010) 8 §:n 1 momentissa tarkoitettuja yleiseltä kannalta katsoen vahingollisia seurauksia, ei ole esiintynyt.

Laaditussa hulevesitulvariskien alustavassa arvioinnissa on tunnistettu muutamia alueita (kpl 8.6), joilla voi tulevaisuudessa esiintyä hulevesitulvariski ja joita esitetään selvitettävän jatkossa tarkemmin. Näille alueille suositellaan myös kohdistettavan hulevesien hallinnan toimenpiteitä osana muuta hulevesien hallintaa.

Tämän selvitystyön aikana kuitenkin Porvoon kaupunki ja työryhmä on todennut, ettei esitettyjen, mahdollisten tulvariskikohteiden joukosta tässä vaiheessa nimetä lain tarkoittamia merkittäviä hulevesitulvariskialueita. Havaittujen mahdollisten tulvariskikohteiden joukossa on mm. kohteita, joissa maankäyttö muuttuu lähitulevaisuudessa. Lisäksi kohteita halutaan jatkoselvittää tarkemmin mm. hulevesiverkoston vaikutus hulevesitulvien laajuuteen tulisi ottaa tarkemmin huomioon. Porvoon kaupunki harjoittaa jatkuvaa hulevesien hallintaa ja hulevesitulvariskiasiat huomioidaan käynnissä olevissa ja uusissa hankkeissa.

9. YHTEENVETO PAIKKATIETOMUOTOISESTA AINEISTOSTA

Raporttimuotoisen selvityksen lisäksi työssä tuotettiin seuraavat paikkatietomutoiset aineistot.

9.1 Päävirtausreitit

Valuma-alueiden päävirtausreitit hulevesiviemäreissä ja avouomissa paikkatietona GK26-koordinaatistossa MapInfo sekä ESRI Shape- muodossa.

Taulukko 9 Valuma-alue aineiston ominaisuustaulukon kentät ja kenttien kuvaukset.

Tiedosto	Kuvaus
paavirtausreitti_viemari	Valuma-alueen päävirtausreitti hulevesiviemärissä
paavirtausreitti_oja	Valuma-alueen päävirtausreitti ojassa / uomassa

9.2 Valuma-alueet ja purkupisteet

Valuma-alueiden rajaukset paikkatietona GK26-koordinaatistossa MapInfo sekä ESRI Shape- muodossa. Alla on esitetty ominaisuustaulukon kentät ja niiden kuvaukset.

Taulukko 10 Valuma-alue aineiston ominaisuustaulukon kentät ja kenttien kuvaukset.

Kentän nimi	Kuvaus
MUID	Valuma-alueen tunnus
pinta_ala	Valuma-alueen pinta-ala m^2
Nyky_VA_C	Nykyinen valuntakerroin prosenttilukuna perustuen Corine maanpeite 2012 mukaiseen luokitteluun.
Tuleva_VA_C	Arvioitu tuleva valuntakerroin prosenttilukuna perustuen Corine maanpeite 2012 mukaiseen luokitteluun ja Porvoon keskeisten alueiden osayleiskaavan maankäytönmuutoksiin 2030 mennessä.
muutos_C	Valumakertoimen muutos nykytilasta vuoteen 2030 mennessä (%)
sateen_kes	Mitoitussateen kesto (min)
sateen_int	Mitoitussateen intensiteetti (l/s/ha)
On_sulfaat	0 = Valuma-alueella ei todennäköisesti esiinny sulfidimaita 1 = Valuma-alueella todennäköisesti esiintyy sulfidimaita
On_PV_alue	0 = ei sijaitse pohjavesialueella tai pohjavesien muodostumisalueella 1 = sijaitsee pohjavesialueella tai pohjavesien muodostumisalueella
PP_kap_5v	Valuma-alueen purkuputken laskennallisen kapasiteetin suhteellinen (%) ylitys kerran 5 vuodessa toistuvalla mitoitussateella. HUOM! Tarkastelu ei huomioi valuma-alueen muita hulevesiviemäreitä.
PP_kap_50v	Valuma-alueen purkuputken laskennallisen kapasiteetin suhteellinen (%) ylitys kerran 50 vuodessa toistuvalla mitoitussateella. HUOM! Tarkastelu ei huomioi valuma-alueen muita hulevesiviemäreitä.
hv_laatu	Listattuna valuma-alueen hulevesien laatuun vaikuttavat alueet, kuten liikekeskukset tai teollisuusalueet
hv_haitta-aineet	Listattuna valuma-alueen arvioitu kokonaiskuorma ja keskimääräiset pitoisuudet
hv_hallinta	Listattuna valuma-alueelle soveltuvat hallinratkaisut numerokoodeilla ja viittaus hulevesiselvityksen taulukkoon 6.

Valuma-alueiden purkupisteet paikkatietona GK26-koordinaatistossa MapInfo sekä ESRI Shape-muodossa.

Taulukko 11 Valuma-alueen purkupiste.

Tiedosto	Kuvaus
purkupiste	Purkupisteen tunnus

9.3 Osayleiskaava-alueelle tehtyjen hulevesiselvityksien suunnittelualueet ja suunnitellut hulevesien hallinnan toimenpiteet

Toteutettujen hulevesiselvitysten suunnittelualueet ja suunniteltujen hulevesien hallinnan toimenpiteet paikkatietona GK26-koordinaatistossa MapInfo sekä ESRI Shape- muodossa.

Taulukko 12 Osayleiskaava-alueelle toteutettujen hulevesiselvitysten suunnittelurajat sekä toimenpiteet.

Tiedosto	Kuvaus
hulevesiselvitys_suunnitel-maraja	Osayleiskaava-alueelle laadittujen hulevesiselvitysten suunnittelualueiden rajat
hulevesiselvitys_toimen-pide	Osayleiskaava-alueelle suunniteltujen hulevesien hallinnan toimenpiteiden sijainnit

LÄHDELUETTELO

Aaltonen, J. et al., 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen ympäristö 31/2008. Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2008. 126 s.

Porvoon kaupungin ympäristönsuojelutoimisto 2002: Porvoon kaupunki. Keskeisten alueiden osayleiskaava. Luontoselvitys. 39 s. + liitteet.

Porvoon kaupunki, 2014. Keskeisten alueiden luontoselvitys.

Sillanpää, 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Väitöskirja. Aalto yliopisto.

Vakkilainen et al., 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen ympäristö 776. Edita Prima Oy, Helsinki 2005. 116 s.

Valtanen, 2015. Effects of urbanization on seasonal runoff generation and pollutant transport under cold climate. Väitöskirja. Helsingin yliopisto.

LIITE 1 VALUMA-ALUEET, PÄÄVIRTAUSSUUNNAT SEKÄ PURKUPISTEET

Osayleiskaava-alueen raja

Virtausreitti (uoma)

Virtausreitti (viemäri)

Valuma-alueen raja

Ranta-alue, purku mereen useammasta pisteestä

N

VA_1
VA_2
VA_2-1
VA_3
VA_4
VA_5
VA_5-1
VA_5-1-1
VA_5-1-1-8
VA_5-1-1-9
VA_5-1-2
VA_6
VA-6
VA_9
VA_13
VA_15
VA_22
VA_23
VA_30
VA_32
VA_32-1
VA_32-2
VA_32-3
VA_33
VA_33-2
VA_33-2-2
VA_33-2-2-2
VA_37
VA_38
VA_38-1
VA_38-4
VA_38-4-1
VA_41
VA_43
VA_45
VA_46
VA_56

PORVOO
BORGÅ

0 1 2 4 6 8 10 km

LIITE 2 VALUMAKERTOIMET

Osayleiskaava-alueen raja

Ranta-alue, purku mereen useammasta pisteestä

VA_22
VA_5
VA-6
VA_32
VA_56
VA_5-1-1-8
VA_5-1-1-9
VA_32-1
VA_15
VA_13
VA_30
VA_32-3
VA_5-1
VA_5-1-1
VA_32-2
VA_9
VA_6
VA_5-1-2
VA_33-2-2-2
VA_3
VA_46
VA_33
VA_23
VA_33-2-2
VA_33-2
VA_2
VA_45
VA_38-4-1
VA_1
VA_38-4
VA_38-1
VA_38
VA_2-1
VA_37
VA_41
VA_43

Valumakerroin (%)

- < 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 30 %
- 30 - 40 %
- 40 - 55 %

0 1 2 4 6 8 10 km

LIITE 3 VALUMA-ALUEIDEN PINTA-ALAT, VALUMAKERTOIMET, MITOITUSSATEET, LASKENNALLISET VIRTAAMAT JA ARVIOIDUT KAPASITEETIT

Valuma-alueen tunnus	Pinta-ala (ha)	Läpäisevyys (nykytilanne) (%)	Läpäisevyys (tuleva) (%)	Mitoitussateen kesto (min)	Sateen intensiteetti 1/5v (l/s/ha)	Q 1/5v sateella (nykytilanne) (l/s)	Q 1/50v sateella(nykytilanne) (l/s)	Purkuputken koko (mm)	Purkuputken kapasiteetti 5 ‰ kaadolla (l/s)	Kapasiteetti ylitetty 1/5v (nykytila) (%)	Kapasiteetti ylitetty 1/50v (nykytila) (%)
Maauimala	4,06	35,5	35,5	11	150	216	360		Uoma	-	-
VA_1	120,22	9,3	9,3	61	60	670	1116		Uoma	-	-
VA_10	8,79	51,5	56,2	16	150	678	1131	600	520	30%	117%
VA_11	13,27	51,3	55,7	20	150	1021	1702	500	320	219%	432%
VA_12	11,63	56,5	65,6	19	150	985	1642	630	520	89%	216%
VA_13	76,55	32,4	32,9	49	60	1490	2483	800	1100	35%	126%
VA_14	3,66	28,3	28,3	11	150	155	259	300	85	83%	205%
VA_15	42,35	23,8	23,8	36	96	967	1612		Uoma	-	-
VA_16	9,92	28,7	28,7	17	150	427	711	500	320	33%	122%
VA_17	18,64	24,9	24,9	24	96	445	742		Uoma	-	-
VA_17-1	49,63	28,7	28,7	39	96	1365	2276	675	650	110%	350%
VA_18	11,30	25,8	25,8	19	150	437	728	450	180	143%	304%
VA_19	16,22	28,0	28,0	22	150	680	1134	300	85	700%	1234%
VA_2	895,75	7,0	7,0	166	30	2994	3696		Uoma, iso	-	-
VA_20	10,10	26,0	26,0	18	150	394	656		Uoma	-	-
VA_20-1	34,84	14,5	14,5	33	96	484	807		Uoma	-	-
VA_20-1-1	7,11	25,4	25,4	15	150	271	451	400	180	50%	150%
VA_20-1-2	8,09	24,4	24,4	16	150	296	494	500	320	-7%	54%
VA_20-1-3	7,06	20,4	20,4	15	150	216	361	450	180	20%	100%
VA_20-1-4	14,96	21,3	21,3	21	150	477	795	500	250	91%	218%
VA_21	39,71	13,1	13,1	35	96	499	832		Uoma	-	-
VA_2-1	687,89	8,8	8,8	146	45	2738	4502		Uoma, noin 1 m syvä	-	-
VA_22	919,46	9,3	9,3	168	30	2561	4097		Uoma, iso	-	-
VA_23	55,26	6,9	6,9	41	60	230	383		Uoma	-	-
VA_24	15,52	9,1	16,7	22	150	213	355		Uoma	-	-
VA_24-1	45,88	28,2	29,6	38	96	1242	2070	900	1300	-4%	59%
VA_25	10,31	30,9	30,9	18	150	478	796	675	400	19%	99%
VA_26	15,59	38,4	44,5	22	150	899	1499	900	1300	-31%	15%

Valuma-alueen tunnus	Pinta-ala (ha)	Läpäisevyys (nykytilanne) (%)	Läpäisevyys (tuleva) (%)	Mitoitussateen kesto (min)	Sateen intensiteetti 1/5v (l/s/ha)	Q 1/5v sateella (nykytilanne) (l/s)	Q 1/50v sateella(nykytilanne) (l/s)	Purkuputken koko (mm)	Purkuputken kapasiteetti 5 ‰ kaadolla (l/s)	Kapasiteetti ylitetty 1/5v (nykytila) (%)	Kapasiteetti ylitetty 1/50v (nykytila) (%)
VA_27	2,46	37,7	37,7	9	150	139	232	560	370	-62%	-37%
VA_28	5,79	32,7	32,7	13	150	284	474	670	620	-54%	-24%
VA_28-1	20,76	15,5	15,5	25	96	309	515	800	1100	-72%	-53%
VA_29	9,95	15,8	15,8	18	150	237	394		Uoma	-	-
VA_3	205,32	8,5	18,1	80	60	1047	1745		Uoma, noin 1 m syvä	-	-
VA_30	96,91	22,3	22,3	55	60	1300	2166		Uoma, noin 80 cm syvä	-	-
VA_31	47,07	18,7	18,7	38	96	847	1411		Ei yksit. purkua	-	-
VA_3-1	41,78	11,1	23,1	36	96	445	741		Uoma	-	-
VA_3-1-1	20,55	7,1	15,6	25	96	140	234	250	50	180%	367%
VA_3-1-2	11,42	27,2	27,2	19	150	467	778	400	180	159%	332%
VA_32	633,80	9,3	9,3	140	45	2642	4345		Uoma, iso	-	-
VA_3-2	4,86	6,0	18,4	12	150	44	73	315	85	-49%	-14%
VA_32-1	187,87	10,3	10,3	76	45	3259	1430		Uoma, iso	-	-
VA_32-2	109,35	25,1	25,1	58	60	1650	2750		Uoma, pieni	-	-
VA_32-3	224,46	11,4	11,6	83	60	1536	2560		Uoma, iso	-	-
VA_33	140,90	16,4	17,3	66	60	1384	2307		Uoma, noin 70 cm syvä	-	-
VA_3-3	45,90	29,8	29,8	38	96	1314	2190	400	180	630%	1117%
VA_33-1	34,17	25,9	25,9	32	96	850	1416	600	520	63%	172%
VA_33-2	71,49	27,3	27,3	47	60	1172	1954		Uoma	-	-
VA_33-2-1	49,43	22,7	22,7	39	96	1076	1793		Uoma	-	-
VA_33-2-1-1	33,73	28,0	28,0	32	96	906	1510		Uoma	-	-
VA_33-2-2	114,69	16,6	16,9	59	60	1140	1901		Uoma	-	-

Valuma-alueen tunnus	Pinta-ala (ha)	Läpäisevyys (nykytilanne) (%)	Läpäisevyys (tuleva) (%)	Mitoitussateen kesto (min)	Sateen intensiteetti 1/5v (l/s/ha)	Q 1/5v sateella (nykytilanne) (l/s)	Q 1/50v sateella(nykytilanne) (l/s)	Purkuputken koko (mm)	Purkuputken kapasiteetti 5 ‰ kaadolla (l/s)	Kapasiteetti ylitetty 1/5v (nykytila) (%)	Kapasiteetti ylitetty 1/50v (nykytila) (%)
VA_33-2-2-1	89,76	15,4	18,2	53	60	829	1381		Uoma	-	-
VA_33-2-2-2	232,06	12,1	12,1	85	60	1690	2816		Uoma	-	-
VA_33-2-2-3	64,62	22,1	23,4	45	60	1336	1427		Uoma	-	-
VA_33-2-2-4	87,70	11,5	11,5	52	60	605	1008		Uoma	-	-
VA_33-2-2-5	5,87	22,6	22,6	13	150	199	331		Uoma	-	-
VA_33-2-2-6	24,06	29,7	29,7	27	96	685	1142		Uoma	-	-
VA_33-2-2-7	44,78	17,9	24,8	37	96	769	1281		Uoma	-	-
VA_34	23,50	28,5	28,5	27	96	644	1073	788	870	-26%	23%
VA_3-4	12,23	44,1	44,1	19	150	808	1347	400	180	349%	648%
VA_35	24,26	14,0	18,9	27	96	326	543		Uoma	-	-
VA_36	32,36	12,4	12,4	32	96	384	640		Uoma	-	-
VA_37	49,94	13,8	13,8	39	96	664	1106		Uoma	-	-
VA_38	69,83	13,0	13,0	46	60	545	908		Uoma	-	-
VA_38-1	267,55	9,3	9,3	91	45	1126	1851		Uoma	-	-
VA_38-2	6,77	8,8	8,8	14	150	89	148	560	400	-78%	-63%
VA_38-3	66,27	13,0	13,5	45	60	518	863		Uoma	-	-
VA_38-4	86,70	11,9	14,9	52	60	618	1030		Uoma	-	-
VA_38-4-1	115,45	9,8	12,2	60	60	1028	1134		Uoma	-	-
VA_38-4-1-1	67,13	19,0	19,3	46	60	764	1273		Uoma	-	-
VA_38-4-1-2	55,36	34,5	34,5	41	96	1833	3054		Uoma	-	-
VA_38-4-1-3	27,21	21,3	24,9	29	96	556	926		Uoma	-	-
VA_39	14,59	25,4	25,4	21	150	556	927		Uoma	-	-
VA_4	6,53	5,6	16,8	14	150	55	91	450	180	-70%	-49%
VA_40	21,39	20,9	20,9	26	96	429	716		Uoma	-	-
VA_41	51,12	32,8	32,8	40	96	1609	2681		Uoma	-	-
VA_42	15,85	15,9	15,9	22	150	377	628		Uoma	-	-
VA_43	50,56	8,0	9,4	40	96	391	651		Uoma	-	-
VA_44	28,60	15,4	15,4	30	96	422	703		Ei yksit. purkua	-	-
VA_45	111,13	8,0	8,3	59	60	533	888		Uoma	-	-

Valuma-alueen tunnus	Pinta-ala (ha)	Läpäisevyys (nykytilanne) (%)	Läpäisevyys (tuleva) (%)	Mitoitussateen kesto (min)	Sateen intensiteetti 1/5v (l/s/ha)	Q 1/5v sateella (nykytilanne) (l/s)	Q 1/50v sateella(nykytilanne) (l/s)	Putkoputken koko (mm)	Purkuputken kapasiteetti 5 ‰ kaadolla (l/s)	Kapasiteetti ylitetty 1/5v (nykytila) (%)	Kapasiteetti ylitetty 1/50v (nykytila) (%)
VA_46	62,02	8,0	8,0	44	96	478	797		Uoma	-	-
VA_47	22,81	7,9	7,9	27	96	173	288		Uoma	-	-
VA_48	40,69	5,9	5,9	35	96	229	381		Uoma	-	-
VA_49	13,74	35,1	51,39	21	96	463			Ei yksit. purkua	-	-
VA_50	13,81	18,8	25,71	21	96	249			Ei yksit. purkua	-	-
VA_51	13,35	41,9	41,9	20	150	839			Ei yksit. purkua	-	-
VA_52	8,03	25,3	25,3	16	150	305			Ei yksit. purkua	-	-
VA_53	9,38	23,1	23,1	17	150	325			Ei yksit. purkua	-	-
VA_54	19,24	7,1	7,1	24	96	130			Ei yksit. purkua	-	-
VA_55	10,82	12,5	12,5	18	150	203			Ei yksit. purkua	-	-
VA_56	59,20	12,5	12,5	43	96	711			Ei yksit. purkua	-	-
VA_57	29,63	22,4	22,4	30	96	638			Ei yksit. purkua	-	-
VA_5	834,71	8,1	8,1	161	30	2032	3250		Uoma	-	-
VA_5-1	1186,21	20,3	20,3	191	30	7231	11569		Uoma	-	-
VA_5-1-1	134,63	11,4	14,0	64	45	3486	1135		Uoma	-	-
VA_5-1-1-1	18,79	20,5	20,5	24	96	369	615	675	650	-43%	-5%
VA_5-1-1-10	118,52	15,4	18,0	60	96	1750	2917		Uoma	-	-
VA_5-1-1-2	13,43	18,6	18,9	20	150	374	623		Ei yksit. purkua	-	-
VA_5-1-1-3	40,46	38,1	38,1	35	96	1479	2465		Ei yksit. purkua	-	-
VA_5-1-1-4	24,10	43,5	43,5	27	96	1007	1678		Ei yksit. purkua	-	-
VA_5-1-1-5	5,35	52,8	52,8	13	150	424	706	315	85	398%	731%

Valuma-alueen tunnus	Pinta-ala (ha)	Läpäisevyys (nykytilanne) (%)	Läpäisevyys (tuleva) (%)	Mitoitussateen kesto (min)	Sateen intensiteetti 1/5v (l/s/ha)	Q 1/5v sateella (nykytilanne) (l/s)	Q 1/50v sateella(nykytilanne) (l/s)	Purkuputken koko (mm)	Purkuputken kapasiteetti 5 ‰ kaadolla (l/s)	Kapasiteetti ylitetty 1/5v (nykytila) (%)	Kapasiteetti ylitetty 1/50v (nykytila) (%)
VA_5-1-1-6	31,09	37,4	40,3	31	96	1116	1860		Ei yksit. purkua	-	-
VA_5-1-1-7	5,13	15,4	15,4	13	150	188	197	315	85	121%	132%
VA_5-1-1-8	129,37	10,3	11,0	63	96	1273	2122		Uoma	-	-
VA_5-1-1-9	225,39	13,6	16,3	83	45	1381	2271		Uoma	-	-
VA_5-1-2	185,59	14,2	15,9	76	60	1578	2630		Uoma	-	-
VA_6	162,19	24,2	24,4	71	60	2352	3920	700	650	262%	503%
VA_7	19,67	14,6	14,6	25	96	276	461		Uoma	-	-
VA_8	15,77	34,9	37,7	22	150	825	1375	500	320	158%	330%
VA_9	47,33	31,1	32,4	38	96	1412	2354	1000	2000	-29%	18%
VA_9_10-1	43,74	29,9	29,9	37	96	1254	2090	500	320	292%	553%
VA_9_10-2	54,17	42,1	42,1	41	60	1368	2281	600	520	163%	339%
VA-5-1-1-8	3,93	17,3	17,3	11	150	102	170		Ei yksit. purkua	-	-
VA-6	420,23	13,8	13,8	114	45	2609	4290		Uoma	-	-

LIITE 4 VALUMA-ALUEIDEN PURKUPISTEIDEN KAPASITEETIT KERRAN 5 JA 50 VUODESSA TOISTUVILLA MITOITUSSATEILLA

Valuma-alueen purkuputken kapasiteetti nykytilanteessa kerran 5 vuodessa toistuvalla rankkasateella

Päävirtausreitti (uoma)

Päävirtausreitti (viemäri)

Valuma-alueen purkupiste

Purkupisteen kapasiteetti ylitetty (%)

- ei ylitystä
- 0 - 50 %
- 50 - 150 %
- 150 - 400 %
- 400 - 700 %

VA_22 VA_21 VA_20 VA_20-1-3 VA_20-1 VA_20-1-1 VA_20-1-2 VA_20-1-4 VA_5-1-1-7 VA_5-1-1-10 VA_19 VA_18 VA_17 VA_17-1 VA_16 VA_15 VA_14 VA_13 VA_9_10-2 VA_9_10-1 VA_12 VA_11 VA_10 VA_9 VA_8 VA_7 VA_6 VA_5-1-1-6 VA_5-1-1-4 VA_5-1-1-2 VA_5-1-1-3 VA_5-1-1-1 VA_5-1-1-8 VA_5-1-1-9 VA_5-1-1 VA_5-1-2 VA_3-4 VA_3-3 VA_3-1-2 VA_3 VA_3-1-1 VA_3-1 VA_4 VA_32-1 VA_32-2 VA_30 VA_29 VA_28-1 VA_28 VA_27 VA_26 VA_25 VA_24 VA_24-1 VA_33-2-2-3 VA_33-2-2-7 VA_33-1 VA_33-2-2-1 VA_33 VA_33-2-2 VA_23

Ånäs Nybygget Variola Järnhäla Skarpens Sommargård Mäkirinne Kekki Rita Onnela Irjala Kuusela Villträsket Flaggberget Oloisberg Hummen Huktis Myllymäki Kvarnbacken Pappilanmäki Prästgårdsbacken Tarmola Östermalm Kärrbybacken Hattuvabacken Hornhattula Johannesberg Ensbacken Näsinmäki Näsbacken Jungfruängarna Björkbacka Tattarimalmi Tattarmalmen Harabacka Peipola Peipot Nordbo Estbacka Kokonniemi Kokon Aunela Ånäs Joonasmäki Jonasbacken Ruskis Skaftkärr Kevätkumpu Vårberga Kotila Niittyrinne Perspelto Sunnpen Uljas Brunakärr PORVOO BORGÅ

HUOM! Tarkastelussa huomioitu ainoastaan valuma-alueen purkuputken kapasiteetti. Verkostoa kokonaisuudessaan tai avouomien kapasiteetteja ei ole tarkasteltu.

0 0.5 1 2 3 km

Valuma-alueen purkuputken kapasiteetti nykytilanteessa kerran 50 vuodessa toistuvalla rankkasateella

Päävirtausreitti (uoma)

Päävirtausreitti (viemäri)

Valuma-alueen purkupiste

Purkupisteen kapasiteetti ylitetty (%)

- Ei ylitystä
- < 50 %
- 50 - 150 %
- 150 - 400 %
- 400 - 700 %
- 700 - 1200 %

VA_20-1-3, VA_20, VA_20-1, VA_20-1-4, VA_19, VA_20-1-2, VA_18, VA_17-1, VA_17, VA_16, VA_31, VA_15, VA_13, VA_9_10-2, VA_9_10-1, VA_12, VA_11, VA_10, VA_9, VA_3-4, VA_3-3, VA_6, VA_8, VA_7, VA_5-1-1-10, VA_5-1-1-6, VA_5-1-1-4, VA_5-1-1-2, VA_5-1-1-3, VA_5-1-1-1, VA_5-1-1-8, VA_5-1-1-9, VA_5-1, VA_5-1-1, VA_5-1-2, VA_3, VA_3-1-1, VA_3-1, VA_4, VA_2, VA_30, VA_29, VA_28-1, VA_28, VA_26, VA_25, VA_24-1, VA_24, VA_23, VA_33, VA_33-1, VA_32-2, VA_33-2-3, VA_33-2-7, VA_33-2-1, VA_33-2-2-3, VA_33-2-2-2, VA_33-2-2, VA_33-2-2-4, VA_33-2, VA_33-2-1, VA_33-2-2-6, VA_33-2-1-1, VA_38-4-1-3, VA_38-4-1-2, VA_38-4-1, VA_38-4-1-1, VA_38-4, VA_45, VA_34

HUOM! Tarkastelussa huomioitu ainoastaan valuma-alueen purkuputken kapasiteetti. Verkostoa kokonaisuudessaan tai avouomien kapasiteetteja ei ole tarkasteltu.

0 0.5 1 2 3 km

LIITE 5 VALUMAKERTOIMET TULEVASSA TILANTEESSA

Valumakertoimet 2030 mennessä 1:50 000

Keskeisten alueiden osayleiskaavan raja

Ranta-alue, purku mereen useammasta pisteestä

VA_5
VA_22
VA-6
VA_32
VA_21
VA_5-1-1-10
VA_5-1-1-8
VA_56
VA_57
VA_17-1
VA_5-1-1-9
VA_32-1
VA_31
VA_15
VA_13
VA_5-1
VA_32-3
VA_5-1-1-3
VA_5-1-1
VA_30
VA_48
VA_32-2
VA_9
VA_24-1
VA_47
VA_7
VA_6
VA_5-1-2
VA_33-2-2-1
VA_33-2-2-2
VA_3
VA_23
VA_46
VA_33
VA_33-2-2
VA_3-1
VA_33-2-2-4
VA_33-2
VA_2
VA_45
VA_33-2-1
VA_38-4-1
VA_1
VA_34
VA_38-4
VA_38-4-1-1
VA_44
VA_38-1
VA_38-3
VA_38
VA_35
VA_37
VA_2-1
VA_41
VA_43

Valumakerroin (%)

- 5 - 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 30 %
- 30 - 40 %
- 40 - 65 %

0 1 2 4 6 8 10 km

LIITE 6 LÄPÄISEMÄTTÖMIEN PINTOJEN MÄÄRÄN KASVU NYKYTILANTEESTA TULEVAAN TILANTEESEEN

Läpäisemättömyyden muutos 2030 mennessä 1:40 000

Keskeisten alueiden osayleiskaavan raja

Ranta-alue, purku mereen useammasta pisteestä

VA_1 VA_2 VA_3 VA_3-1 VA_3-3 VA_5 VA_5-1 VA_5-1-1 VA_5-1-1-3 VA_5-1-1-6 VA_5-1-1-8 VA_5-1-1-9 VA_5-1-1-10 VA_5-1-2 VA_6 VA_7 VA_8 VA_9 VA_9_10-1 VA_11 VA_13 VA_15 VA_17-1 VA_19 VA_20-1 VA_21 VA_22 VA_23 VA_24 VA_24-1 VA_26 VA_30 VA_31 VA_32-1 VA_32-2 VA_32-3 VA_33 VA_33-2 VA_33-2-1 VA_33-2-2 VA_33-2-2-1 VA_33-2-2-2 VA_33-2-2-3 VA_33-2-2-4 VA_33-2-2-7 VA_33-2-3 VA_34 VA_35 VA_36 VA_37 VA_38 VA_38-1 VA_38-3 VA_38-4 VA_38-4-1 VA_38-4-1-1 VA_38-4-1-2 VA_39 VA_40 VA_41 VA_42 VA_43 VA_44 VA_45 VA_46 VA_47 VA_48 VA_49 VA_50 VA_54 VA_56 VA_57

Läpäisemättömyyden muutos (%)

- 0 %
- < 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 40 %
- 40 - 60 %
- 60 - 100 %
- 100 - 200 %

0 1 2 4 6 8 10 km

LIITE 7 MERKITTÄVÄN HULEVESITULVARISKIN INDIKAATTORIT JA VAIKUTUKSET VAHINKORYHMITTÄIN

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, potilaskuljetuksien riskit	kunnan ainoa tai useita terveydenhuoltorakennuksia (esim. sairaalat ja terveyskeskukset), huoltolaitosrakennuksia (esim. vanhainkodit), joissa on useita pysyviä vuodepaikkoja sekä kouluja tai lasten päiväkoteja 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 jätevedenpuhdistamo	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 tietoliikenneyhteyksien katkeaminen	useita tietoliikennerakennuksia, tietoliikenneyhteyksien pitkäaikainen katkeaminen
	tulvan seurauksesta katkeavat kadut[5] ja rautatiet	liikenneyhteyksien katkeaminen	useita tärkeitä katuja tai rautatieosuuksia katkeaa (ei kiertotiemahdollisuutta)
Vahingollinen seuraus ympäristölle	Ympäristölupavelvolliset 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, joille aiheutuisi tulvasta korjaamatonta vahinkoa

[5]merkittävyyteen vaikuttavat tulvan todennäköisyys, liikennemäärä, kierrettävyys ja korjattavuus sekä se, toimiiko tieosuus tärkeänä pelastusajoneuvojen ajoreittinä ja johtaako se alueille, joille liikenteen estyminen aiheuttaisi vahingollisia seurauksia.