

TURUN KAUPUNKI

TURUN SATAMA-ALUEEN HULEVESI- JA MERI- TULVASELVITYS – Täydennys

LOPPURAPORTTI

31.5.2023

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet	1
1.2	Projektin organisaatio	1
2	Suunnittelualan nykytila	2
2.1	Sijainti ja raja	2
2.2	Maaperä ja topografia ja pohjavesi	2
2.3	Merivesipinta	3
2.4	Maankäyttö	3
2.5	Valuma-alueet ja -reitit	6
2.6	Tulvareitit	8
3	Suunnitellun maankäytön muutoksen hydrologiset vaikutukset	9
3.1	Maankäytön muutos	9
3.2	Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin	11
3.3	Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	11
3.4	Nykyiset hulevesistä aiheutuvat ongelmakohdat	13
4	Meritulvaselvitys	17
4.1	Tulva-alueet ja riskikohteet	17
5	Suosittelut ratkaisuvaihtoehdot	21
5.1	Hulevesien hallinnan periaatteet	21
5.2	Meritulvasuojelu	22
5.3	Rankkasateiden hulevesien hallinta	24
5.3.1	Peruskuivatusjärjestelmä	24
5.3.2	Hulevesien hallinta meritulvatilanteessa	25
6	Mitoitus- ja toimivuustarkastelut	27
6.1	Hulevesimallinnus	27
6.1.1	Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat	27
6.2	Järjestelmien mitoitus	28
6.2.1	Tulvareitit	31
7	Kustannusarvio	33
8	Yhteenveto ja johtopäätökset	34
9	Suositukset jatkosuunnitteluun	36

31.5.2023

Liitekartat:

200 – Nykytilakartta

201 – Tulvariskikartta

202 – Hulevesien hallinnan yleissuunnitelma

31.5.2023

TURUN SATAMA-ALUEEN HULEVESI- JA MERI-TULVASELVITYS – Täydennys

1 Johdanto

1.1 Selvityksen lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä työssä on laadittu Turun satama-alueen asemakaavanmuutoksia varten hulevesi- ja meritulvaselvitys sekä hulevesisuunnitelma. Selvitys koskee kahta asemakaavanmuutosta: Ferry Terminal Turku (diaarinumero 5661-2019, kaavatunnus 8/2019) sekä Historian ja tulevaisuuden museo (diaarinumero 2540-2021, kaavatunnus 6/2021).

Tämän selvityksen päivityksen aikana on tilaajalta toimitettu uudet kaavaehdotukset: Ferry Terminaalin kaavaehdotus 25.4.2023 ja Historian ja tulevaisuuden museon (HTM) alueen kaavaehdotus 12.5.2023. Kaavaehdotukset on esitetty kuvissa 7 ja 8.

Ferry Terminal Turku -kaavanmuutoksen tavoitteena on mahdollistaa uusi laivaliikenteen terminaali, joka korvaisi Tallink Siljan ja Viking Linen nykyiset terminaalit. Samalla kehitetään sataman liikennejärjestelyjä. Sataman toiminnan tehostuessa vapautuu uusia kiinnostavia alueita kaupunkikehitykseen Turun linnan ympärillä.

Historian ja tulevaisuuden museo -kaavanmuutoksella osoitetaan satamalta vapautuvia alueita muuhun käyttöön. Tarkoituksena on, että Turun linnan länsipuolella sijaitsevasta Linnanniemestä kehitetään elävä ja toiminnoiltaan monipuolinen alue. Alueelle sijoitetaan Historian ja tulevaisuuden museo ja Linnanpuistoa laajennetaan rantaan asti ulottuvaksi. Turun linnan eteläpuolelta kaartava henkilöliikenneraide on tarkoitus siirtää pohjoisesta Pahaniemensillan kautta kulkevaksi. Pääteasema on suunniteltu uuden terminaalin lähelle Linnankadun pohjoispuolelle.

Alkuperäinen selvitys on valmistunut 2/2022. Hulevesi- ja tulvaselvityksen mallinnus- sekä yleissuunnitelmapäivitystä varten otettiin huomioon:

- HTM alueen maankäyttösuunnitelma
- Ferry Terminaalin alueen maankäyttösuunnitelma vain Kuljetuskadun sekä terminaalirakennuksen pohjoisreunalta etelään päin (12.5.2023)

Ferry Terminaalin alueen pohjoisosassa (sataman liikennealueella) tehtyjä mahdollisia muutoksia ei otettu huomioon.

1.2 Projektin organisaatio

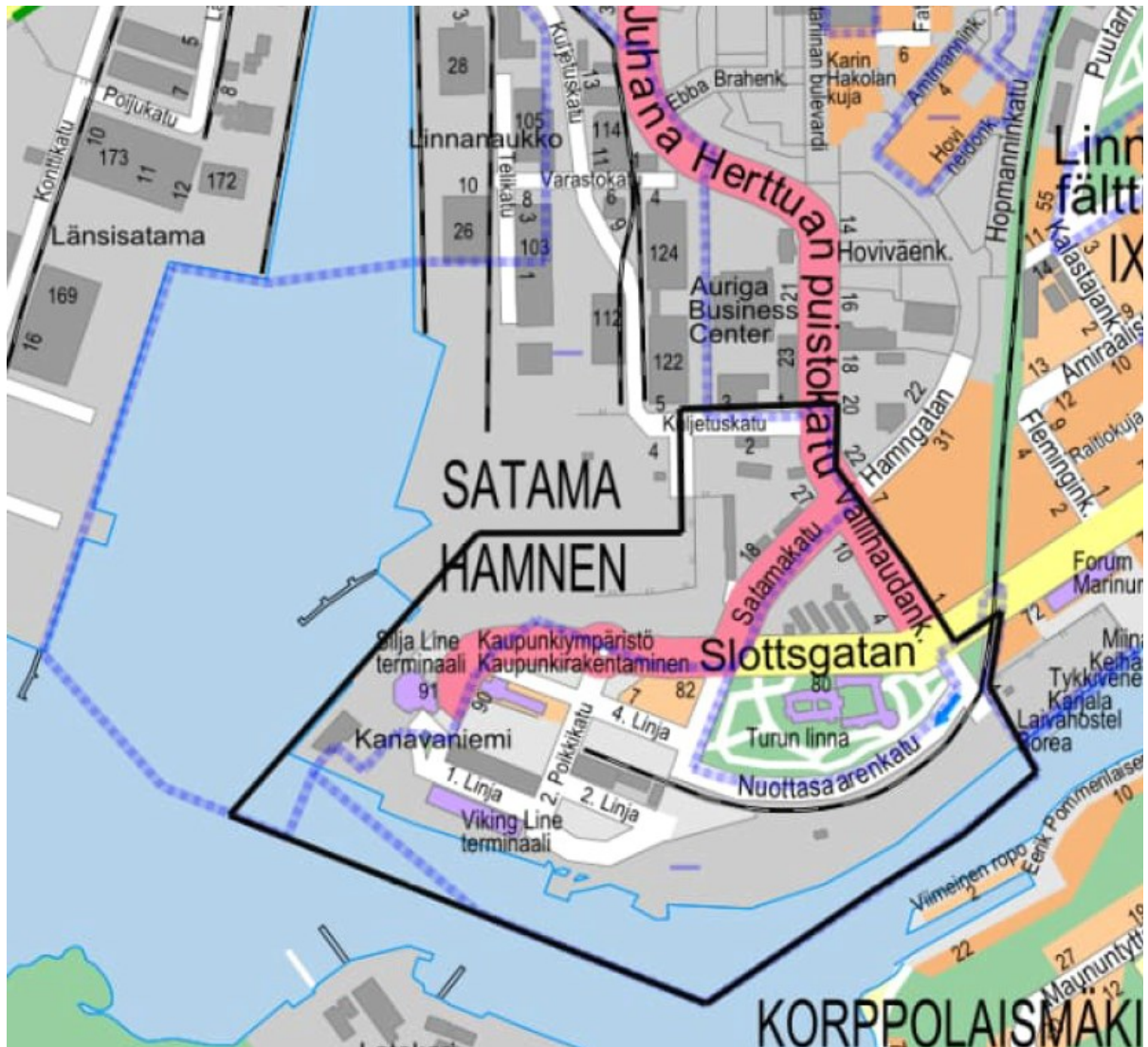
Työn tilaajana on Turun kaupunki, jossa yhteyshenkilönä toimii kaavoitusarkkitehti Satu Tiainen. Projektiryhmässä olivat mukana lisäksi Turun kaupungilta hankepäällikkö Mervi Lehto, kaavoitusarkkitehti Paula Aantaa ja erityisasiantuntija Anna Räisänen sekä Turun Satama Oy:stä tekninen johtaja Markku Alahäme ja rakennuttajapäällikkö Jouni Hilden. Selvitykseen tehdyn päivityksen yhteyshenkilönä toimi kaavoitusarkkitehti Paula Aantaa. Selvitys on laadittu Finnish Consulting Group Oy:ssä. Työn projektipäällikkönä toimi DI Ella Havulinna ja suunnittelijana DI Eric Wehner.

31.5.2023

2 Suunnittelualan nykytila

2.1 Sijainti ja rajaus

Suunnittelualue sijaitsee Auranjoen suiston pohjoispuolella rajautuen pohjoisessa sekä idässä Juhana Herttuan puistokatuun ja lännessä sekä etelässä mereen (kuva 1). Alueen kaakkoispuolelle sijoittuu Turun linna.



Kuva 1. Selvitysalueen rajaus (paksu musta viiva) ja kaavan muutosalueiden rajaukset (ohuemmat, tummansiniset viivat). Selvitystyön ensisijainen kohde ovat kaavamuutosalueet.

2.2 Maaperä ja topografia ja pohjavesi

Selvitysalue on pääosin täyttömaata, jonka alla on paksu savikerros. Alueen maaperä on todennäköisesti pilaantunutta. Aluetta käytettiin kaatopaikkana 1960-luvulle saakka ja sitä on stabiloitu pilaantuneella ruoppauslietteellä. Maaperän kantavuus voi vaihdella paljon lähekkäisissäkin paikoissa. Maapainuu noin 1 cm vuodessa. Kantava maapohja on osassa aluetta yli 50 m syvyydellä.

31.5.2023

Selvityksen lähtötietona käytetty uusiin laserkeilausaineisto saatiin tilaajalta 10.11.2021. Se ei kattanut koko suunnittelualuetta, vaan ulottui idässä vain Juhana Herttuan puistokadun reunalle ja Turun linnan keskelle. Siksi valuma-alue selvityksessä käytettiin yhdistettyä korkeusmallia. Suurin osa mallista perustuu marraskuussa 2021 saatuun korkeustietoon ja osa vanhempaan kaupungin laserkeilausaineistoon.

Koko alue on melko alavaa: suuressa osassa aluetta maanpinnan korkeus vaihtelee noin tasolta alle +1,00 tasoon +2,50 (korkeusjärjestelmänä käytetään tässä selvityksessä N2000), vain Juhana Herttuan puistokadun itäpuolella ja Turun linnan ympärillä maanpinta nousee tasoon +3,00 ja sen yli. Alue on siten alttiina hulevesi- ja meritulville.

Maanpintaa on korotettava osassa aluetta. Turun kaupungin rakennusjärjestyksen mukaan, mereen rajoittuvilla ja muilla alavilla rakennuspaikoilla alimman lattiakorkeuden tulee olla +2,65 metriä (N2000-järjestelmä). Rakennuksen korkeusasemaa määritettäessä tulee ottaa huomioon myös mahdollinen rakennuspaikkakohtainen aaltoiluvara ja jään työntyminen. Pihamaan korkeusaseman tulee sopeutua olemassa olevan ja suunnitellun ympäristön korkeusasemiin sekä katukorkeuteen ja muuhun kuntatekniikkaan. Korottaminen on haastavaa monien vanhojen ja säilytettävien rakennusten kohdalla (mm. Seaport hotelli, Viking Line Terminaali ja Rettigin tupakkavarasto).

Kairaustöiden yhteydessä alueen orsi- tai pohjavesipinta on havaittu 2011 radan eteläpuolella noin 100 m Satamankulma Kiinteistö Oy:n rakennuksesta itään päin tasolla +0,64.

2.3 Merivesipinta

Ilmatieteenlaitoksen mukaan meren teoreettinen keskivesitaso on noin +0,15. SYKE:n tulvakartoituksen perusteella meritulvatasot on esitetty seuraavassa taulukossa. Meritulvaselvitystä varten käytettiin merivedenpinnan tasoa, jota toistuu noin kerran 250 vuodessa (1 / 250 a).

Taulukko 1. Merivesipinnat SYKE:n tulvariskiselvityksestä

Toistuvuus kerran x vuodessa (1/x a)	Merivesipinnan korkeus [m N2000]
2	1,04
5	1,22
10	1,31
20	1,41
50	1,53
100	1,62
250	1,74
1000	1,92

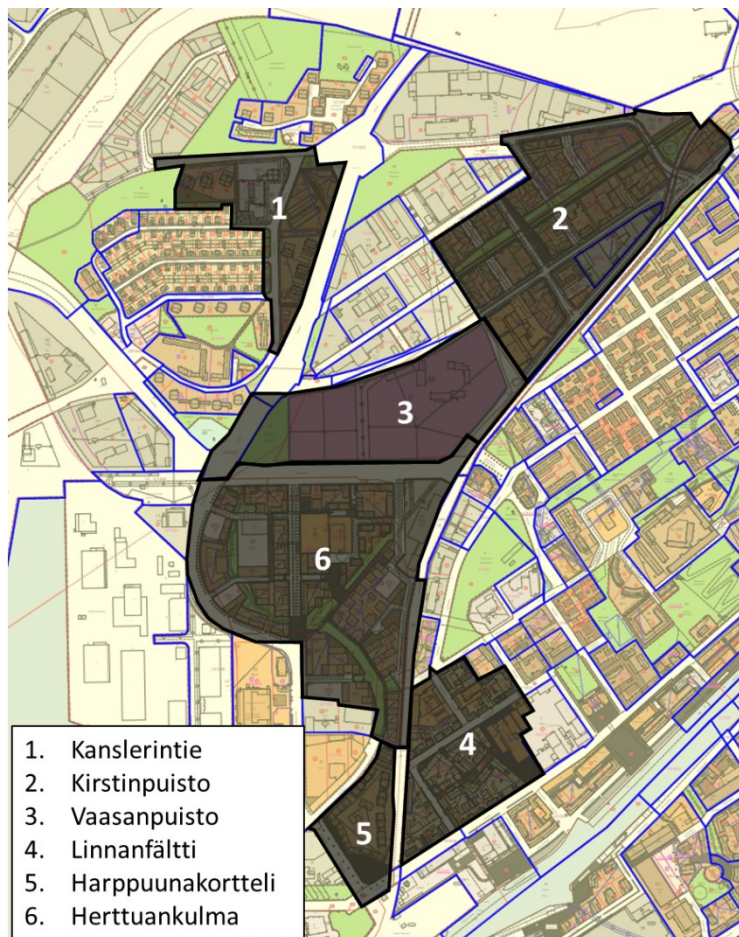
2.4 Maankäyttö

Nykyistä maankäyttöä arvioitiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan, Turun kaupungin pohja- sekä kaavakartan ja ilmakuvien aineistojen perusteella. Näiden perusteella tarkennettiin olemassa olevan hulevesimallin maankäyttöparametrit (viimeinen mallin päivitys 5/2023).

31.5.2023

Lisäksi hulevesimallinnusta varten otettiin huomioon myös luonnokset muista asemakaava-alueista (kuva 2), jotka ovat osittain rakentumassa ja osittain suunnitelmavaiheessa:

- Turun ratapiha (suunnitelma), ei merkittävää vaikutusta (hulevedet johdettu suunnittelualueen pohjoispuolella sijaitsevan viemärirunkolinjan kautta mereen) ⇒ otettu alueen hulevesimallista (viimeinen mallin päivitys 3/2021)
- Kirstinpuisto (rakentumassa) ⇒ otettu alueen hulevesimallista (viimeinen mallin päivitys 3/2021)
- Vaasanpuisto (suunnitteluvaiheessa olevaa viivytyksallista ei varmuuden vuoksi otettu huomioon), ei merkittävää vaikutusta (hulevedet johdettu suunnittelualueen pohjoispuolella sijaitsevan viemärirunkolinjan kautta mereen) ⇒ otettu alueen hulevesimallista (viimeinen mallin päivitys 3/2021)
- Herttuankulma (rakentumassa) ⇒ otettu kaavakartasta
- Harppuunakortteli (rakentumassa) ⇒ otettu kaavakartasta
- Linnanfältti (ei vaikuta suunnittelualueeseen, purkupiste suunnittelualueen ulkopuolella)



Kuva 2. Hyväksytyt ja vireillä olevat asemakaava-alueet (Turun kaupungin karttapalvelusta, 2022), jotka otettiin huomioon hulevesimallinnuksessa (paitsi Linnanfältti, jonka hulevesien purkupiste sijaitsee tämän selvityksen suunnittelualueen ulkopuolella).

31.5.2023

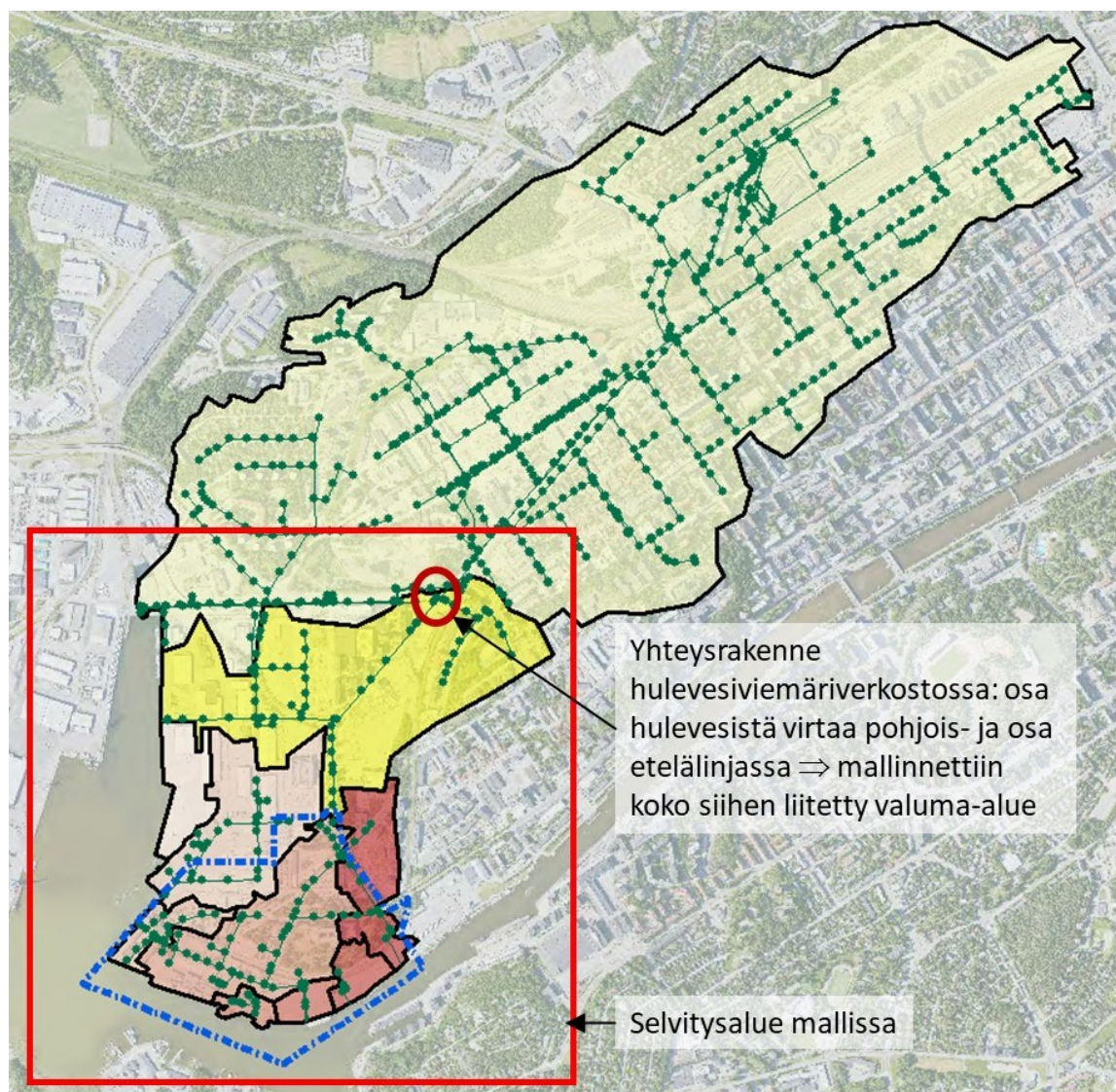


Kuva 3. Suunnittelualan tuorein ilmakuva (Turun kaupunki, 2022)

31.5.2023

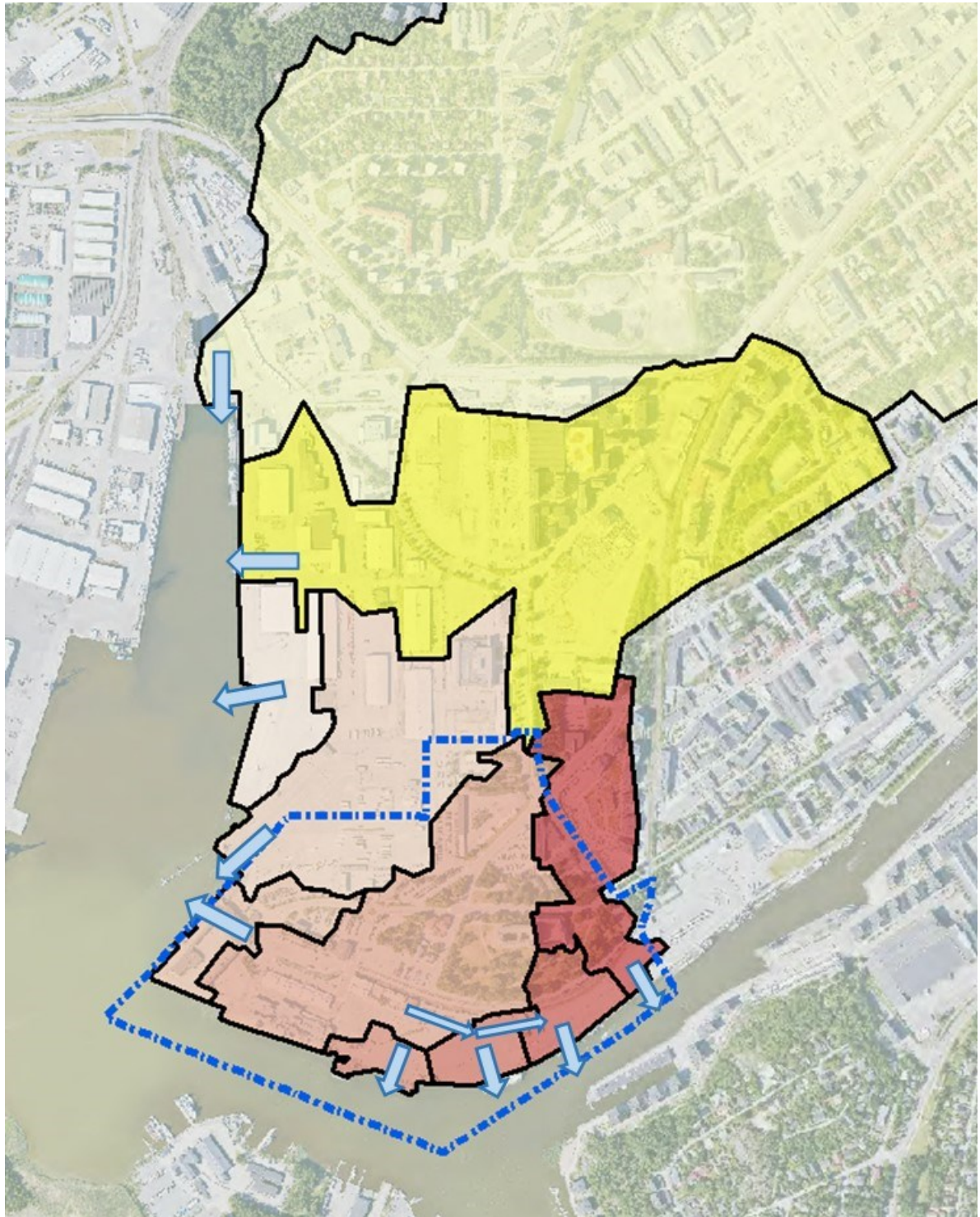
2.5 Valuma-alueet ja -reitit

Suunnittelualueen valuma-alueet ja -reitit otettiin ensimmäiseksi olemassa olevasta Turun kaupungin hulevesimallista (viimeinen päivitys Kirstinpuiston / Vaasanpuiston suunnitelman mukaan tehty 3/2021). Sen perusteella tehtiin tarvittava tarkennus laserkeilausaineiston ja tuoreimman johtokartan (25.10.2021) mukaan. Alueella on muutamia erittäin lyhyitä hulevesiviemäriinjoja, jotka on liitetty suoraan mereen ja joita ei otettu mallissa huomioon, koska niihin liitetyt alueet ovat niin pieniä. Lisäksi muutamista putkista sekä kaivoista puuttuu tietoa kuten korkotasoja ja kokoja, ja siksi virtaus-suuntia sekä osavaluma-alueita ei ollut mahdollista selvittää. Niitä alueita mallinnettiin parhaiden arvioiden perusteella (esim. valuma-alueet rajattiin tarvittaessa niin isoiksi, että niiden liittymäpiste voitiin määrittää verkostokartan perusteella). Päävaluma-alueet on esitetty kuvissa 4 ja 5, tarkemmat osa-valuma-alueet ja mallinnetut virtausreitit on esitetty liitekartassa 200.



Kuva 4. Suunnittelualueen päävaluma-alueet.

31.5.2023



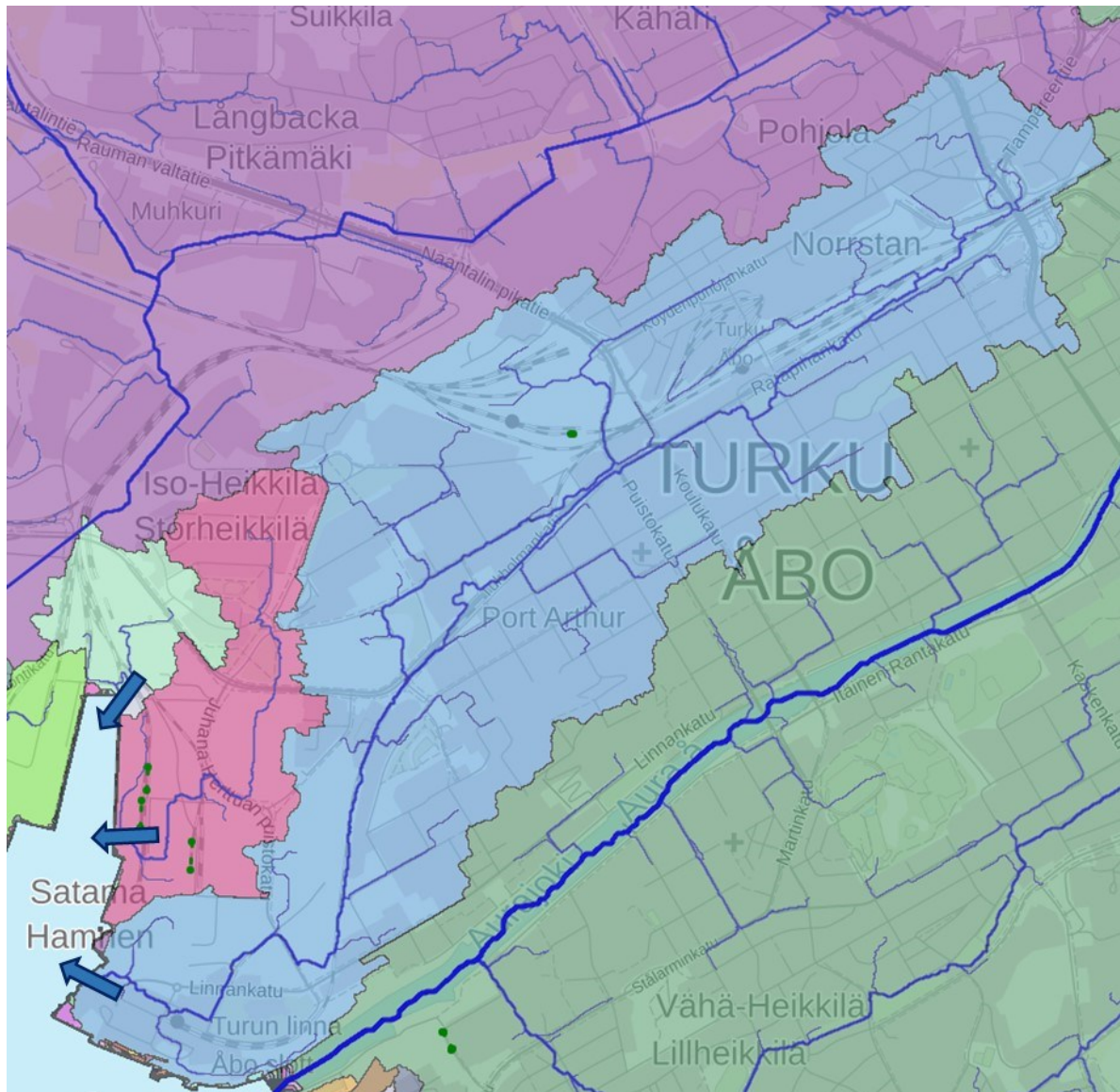
Kuva 5. Suunnittelualueen päävaluma-alueet ja purkupisteet mereen.

31.5.2023

2.6 Tulvareitit

Maastomallin perusteella laadittiin suunnittelualueen tulvareittikartoitus. Siinä ei ole otettu huomioon vielä laiturialueen viimeisintä suunniteltua nostoa, koska selvityksen aikana ei ollut tästä vielä tarkempaa tietoa. Tulvareitit on esitetty kuvassa 6 ja liitekartassa 200 ja 201.

Nykytilanteessa suurin tulvareitin valuma-alue on kuvassa 6 merkitty siniseksi. Sen koko on noin 3,4 km² ja päätulvareitti kulkee vanhan junaradan reittiä Linnankatuun asti, josta se jatkaa Vallihau-dankadulla pohjoispäin ja Satamakadulla taas Linnanniemen alueen läpi mereen.



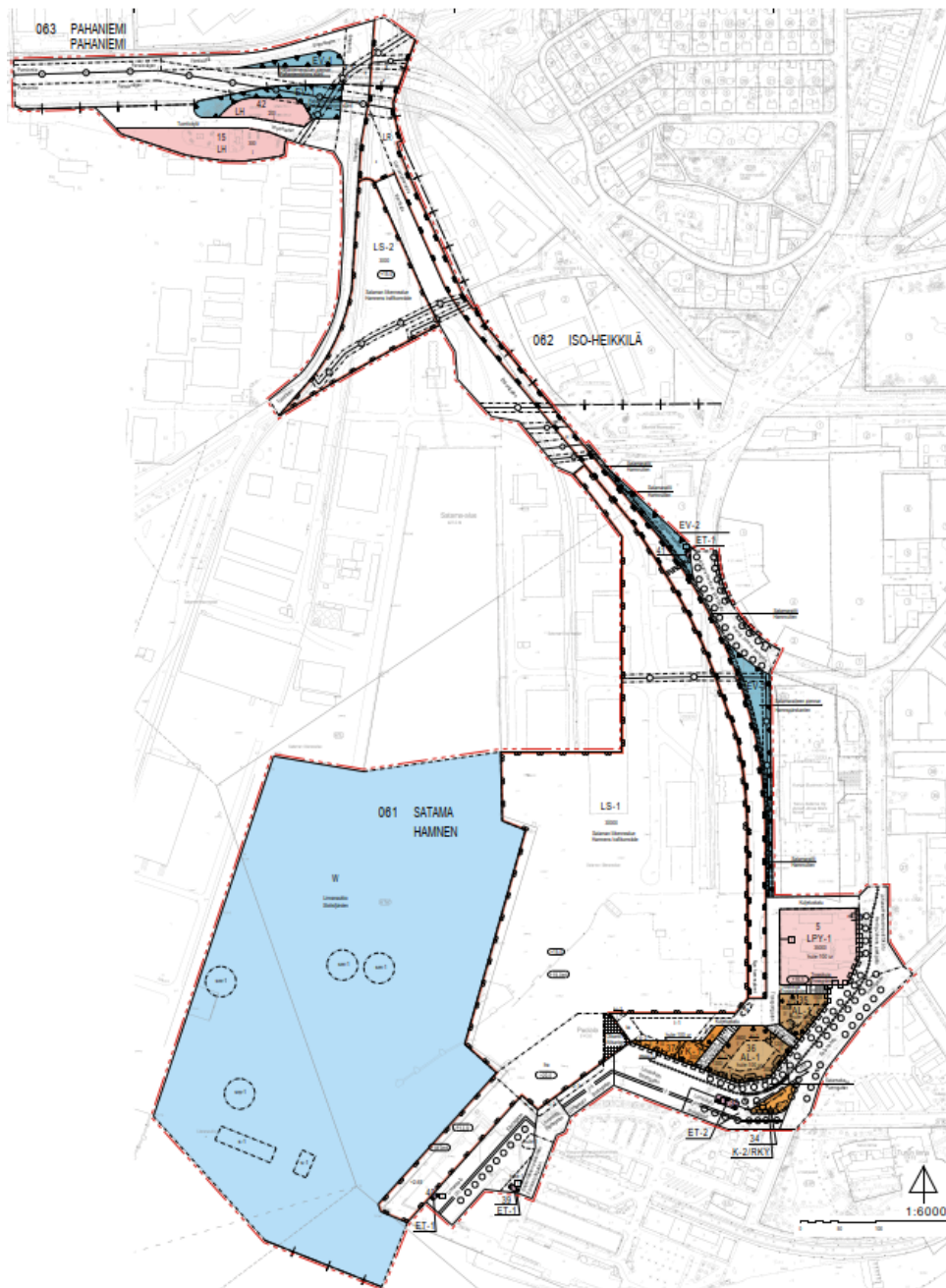
Kuva 6. Arvioidut nykyiset tulvareitit.

31.5.2023

3 Suunnitellun maankäytön muutoksen hydrologiset vaikutukset

3.1 Maankäytön muutos

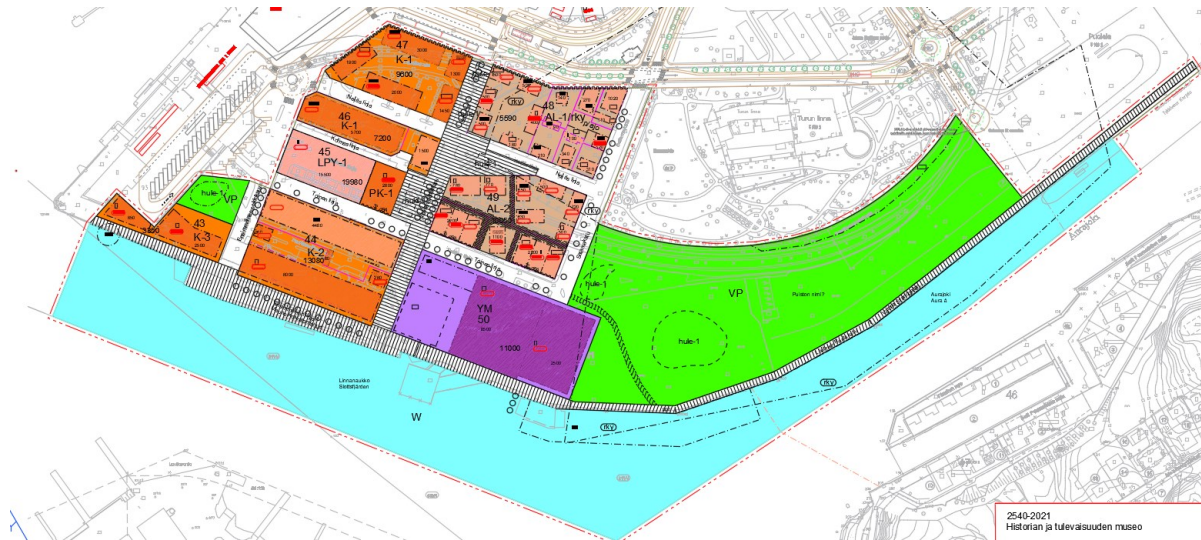
Terminaalialueelta on selvityksen ensimmäinen vaiheen aikana tehty useita erilaisia liikenne- ja maankäyttöluonnoksia. Niistä merkittävimpiä ovat: Yhteisterminaalien ympäristön liikennesuunnitelma (WSP, 23.3.2020), Ferry terminaalien liikenneluonnos (Ramboll 16.4.2021) ja Linnanniemen alueen liikennekaavio (Sitowise, 8.12.2021). Tämän työn tarkennusvaiheessa käytettiin Ferry terminaalien viimeisintä kaavaehdotusta (13.4.2023, kuva 7).



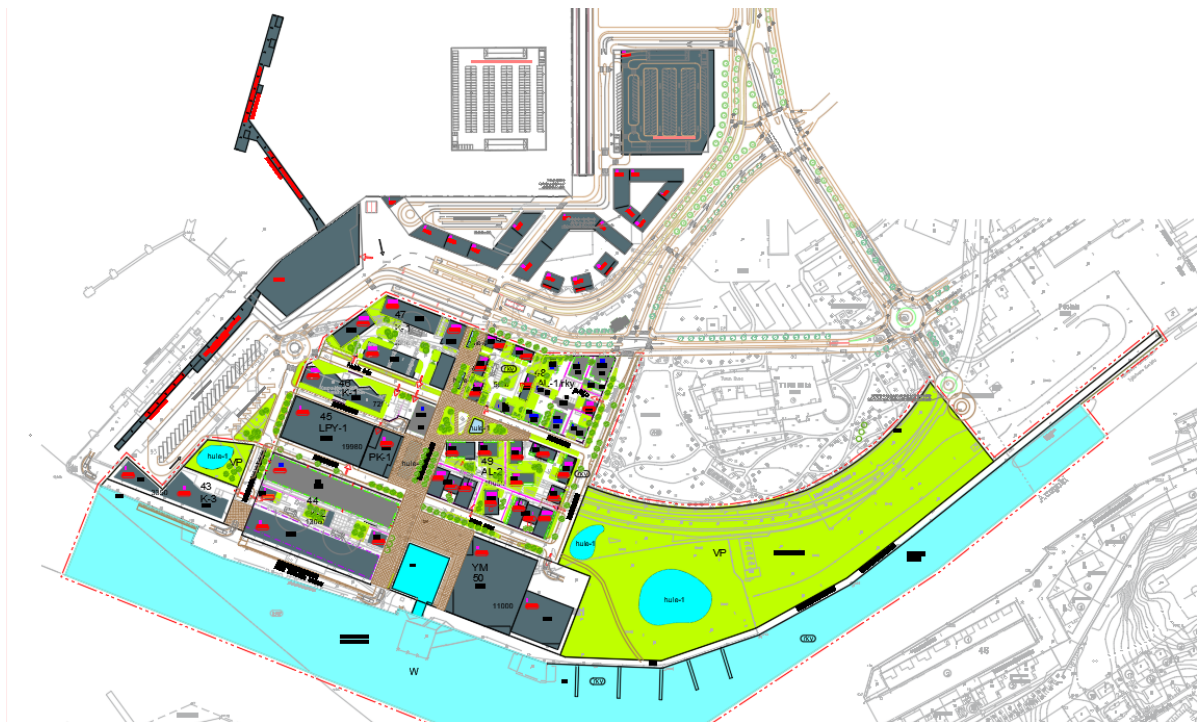
Kuva 7. Ferry Terminaalien kaavaehdotus (Turun kaupunki, 25.4.2023).

31.5.2023

Terminaalialueen eteläpuolella sijaitsevalle Linnanniemen alueelle on tehty ideakilpailu maankäytöstä. Voittajalta tuli ehdotus (Kolme palaa), jonka perusteella Turun kaupunki on kehittänyt tämän selvityksen päivitysaikana maankäyttöluonnosta, joka sisältää myös Ferry Terminaalin kaakkoisosuuden maankäyttöä. Luonnos sisältää myös kaavaehdotuksen Historian ja tulevaisuuden museon alueelta (12.5.2023, kuva 8). Koko alueen tuorein suunnitelma (maankäyttö sekä liikennesuunnitelma) on toimitettu tilaajalta 12.5.2023: kuvassa 9 esitetty luonnos otettiin hulevesimallinnuksen ja yleissuunnitelman päivitystä varten huomioon.



Kuva 8. Historian ja tulevaisuuden museon alueen kaavaehdotus (Turun kaupunki, 12.5.2023).



Kuva 9. Maankäyttöluonnos Ferry Terminaalin kaakkoisosasta sekä Historian ja tulevaisuuden museon alueelta (Turun kaupunki, 12.5.2023).

31.5.2023

3.2 Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin

Maankäytön muutos suunnittelualueella muuttaa erityisesti Linnanniemen alueella osavaluma-alueita ja virtausreittejä. Vain osaa nykyisistä hulevesiviemäreistä on mahdollista käyttää tulevassa tilanteessa, koska niiden päälle osoitetaan uutta rakentamista.

Muutosalueella määriteltiin osavaluma-alueet ja tarvittavat hulevesiviemärien runkolinjat maankäyttöluonnoksien perusteella uudestaan.

3.3 Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

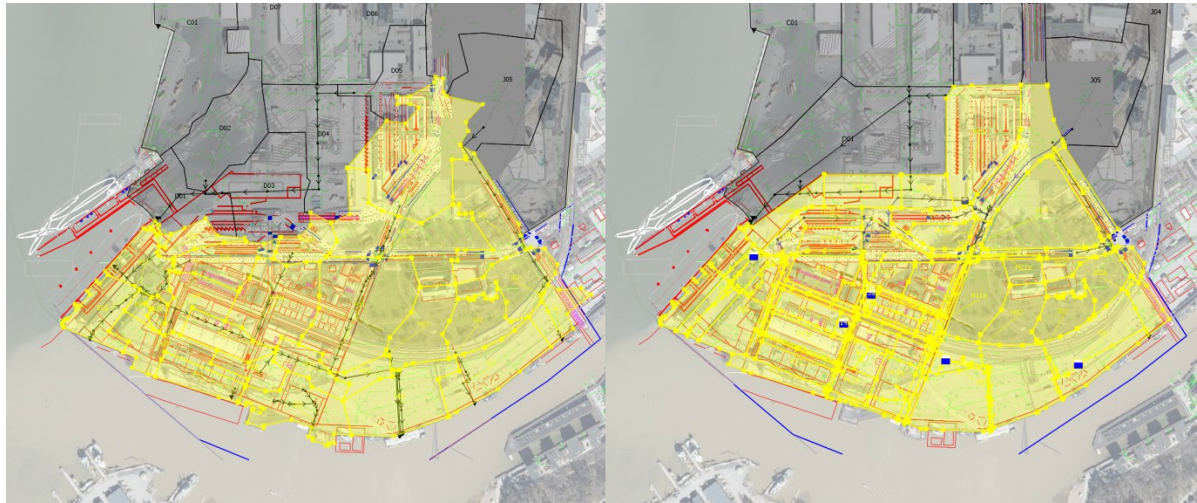
Maankäytön muutosten hydrologisia vaikutuksia arvioitiin laskennallisesti vettä läpäisemättömien pintojen perusteella, koska niiltä muodostuu suurin osa hulevesistä. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat, sillä ne on usein kytketty suoraan tontin kuivatusjärjestelyihin. Myös pysäköintiin tarkoitettut asfaltoidut alueet on tyypillisesti kuivatettu tehokkaasti, joten myös niiltä muodostuva hulevesivalunta on nopeaa ja määrältään suurta.

Maankäyttöluonnosten perusteella arvioitiin vettä läpäisemättömien pintojen osuutta, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä Total Impervious Area (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu myös jonkin verran välitöntä hulevesivaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasadetilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille satavaa vettä.

Valumakerroin kuvaa hulevesivalunnan osuutta yksittäisen sadetapahtuman sademäärästä. Valumakerroin on sitä suurempi, mitä rankempi sadetapahtuma on, ja sen maksimiarvo on 1,0 (100 % sadannasta muuttuu hulevesivalunnaksi). Valumakertoimen määrittämisessä oletetaan, että kaikki hulevesivalunta muodostuu edellä kuvatuilta läpäisemättömiltä pinnoilta (TIA). Valumakertoimen määrittämisessä huomioitiin lisäksi painannesäilyntä, joka kuvaa sadannan häviöitä, jotka aiheutuvat veden varastoitumisesta esimerkiksi pintojen epätasaisuuksiin. Todellisuudessa valumakertoimen arvo vaihtelee kuitenkin kunkin sadetapahtuman ominaisuuksien ja sitä edeltävien olosuhteiden kuten maaperän ja pintojen kosteuden mukaan.

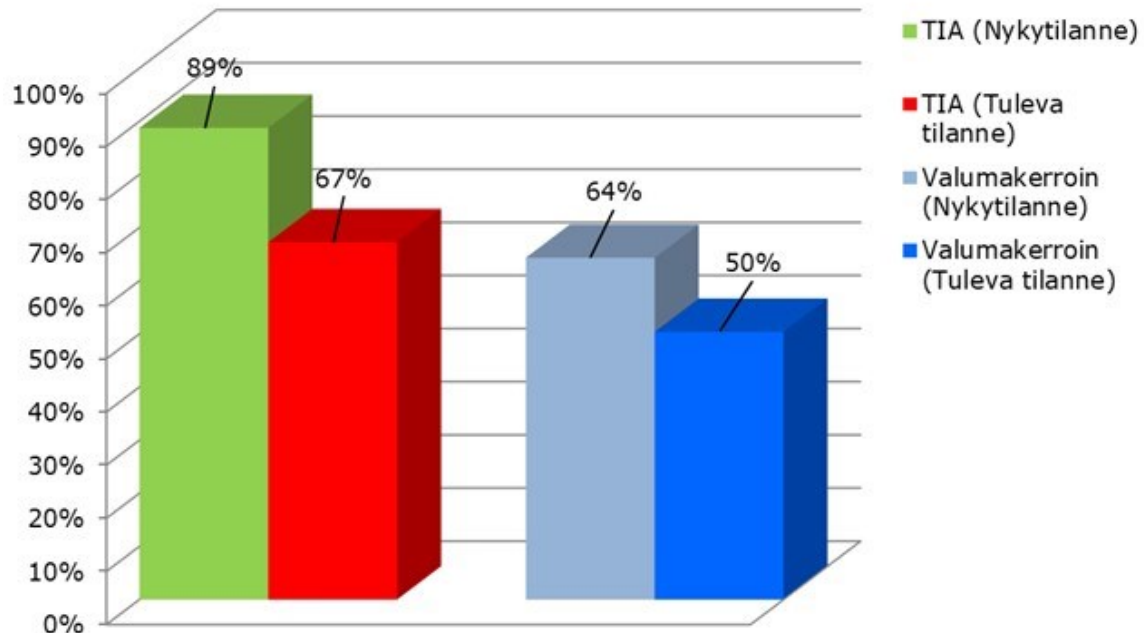
Tässä tapauksessa läpäisemättömyys ja siis hulevesimäärä pienenee Linnanniemen alueella, kun merkittävä osa siitä muutetaan viheralueeksi, eli päällystettyjen alueiden osuus ja sen mukana hulevesien määrä laskevat. Suunnittelualueen pohjoispuolella, esimerkiksi uuden terminaalien ja laiturin alueella, pintojen päällysteitä ei muuteta merkittävästi: suurin osa alueesta jää myös tulevassa tilanteessa asfaltoiduksi, muutama rakennus puretaan, mutta uusia rakennuksia (terminaali, mahdollisesti pysäköintilaitos) rakennetaan.

31.5.2023



Kuva 10. Alue, jossa maankäyttömuutoksen vaikutus alueen läpäisemättömyyteen ja valumakertoi-
meen sekä sen takia myös hulevesien määrään on merkittävin (vasemmalla alueen osavaluma-alueet
nykytilanteessa, oikealla alueen osavaluma-alueet tulevassa tilanteessa)

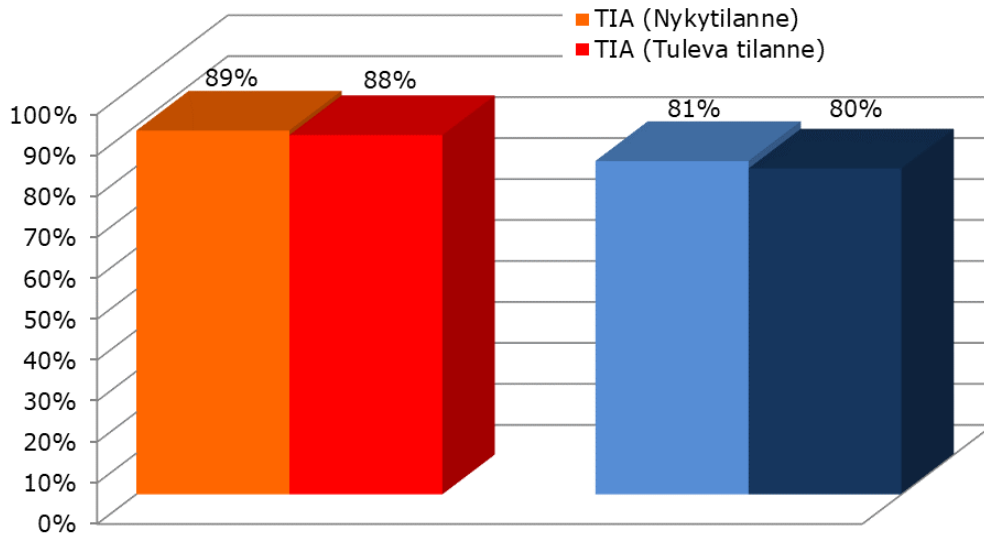
Asemakaavamuutoksen vaikutus hulevesien määrään on hyvin merkittävä kuvassa 10 esitetyllä alu-
eella (keltaisella merkitty alue), jolla muutos maankäytössä on merkittävin: TIA laskee arvosta 89 %
arvoon 67 % ja valumakerroin arvosta 64 % arvoon 50 % sadetapahtumalla 10 min 1/10a (kuva 11).
Suurin muutos tulee ison suunnitellun viher- sekä puistoalueen mukana.



Kuva 11. Suunnitellun maankäytön aiheuttamat muutokset läpäisemättömän pinnan osuuteen Lin-
nanniemen pinta-alasta (TIA) sekä valumakertoimeen (määritetty sadetapahtumalle 10 min 1/10a).

Muulla alueella muutos on merkityksettömän pieni: 1 % vähennys tulee osan alueen muutoksesta
rakennuksesta asfalttipäällysteeseen (kuva 12).

31.5.2023



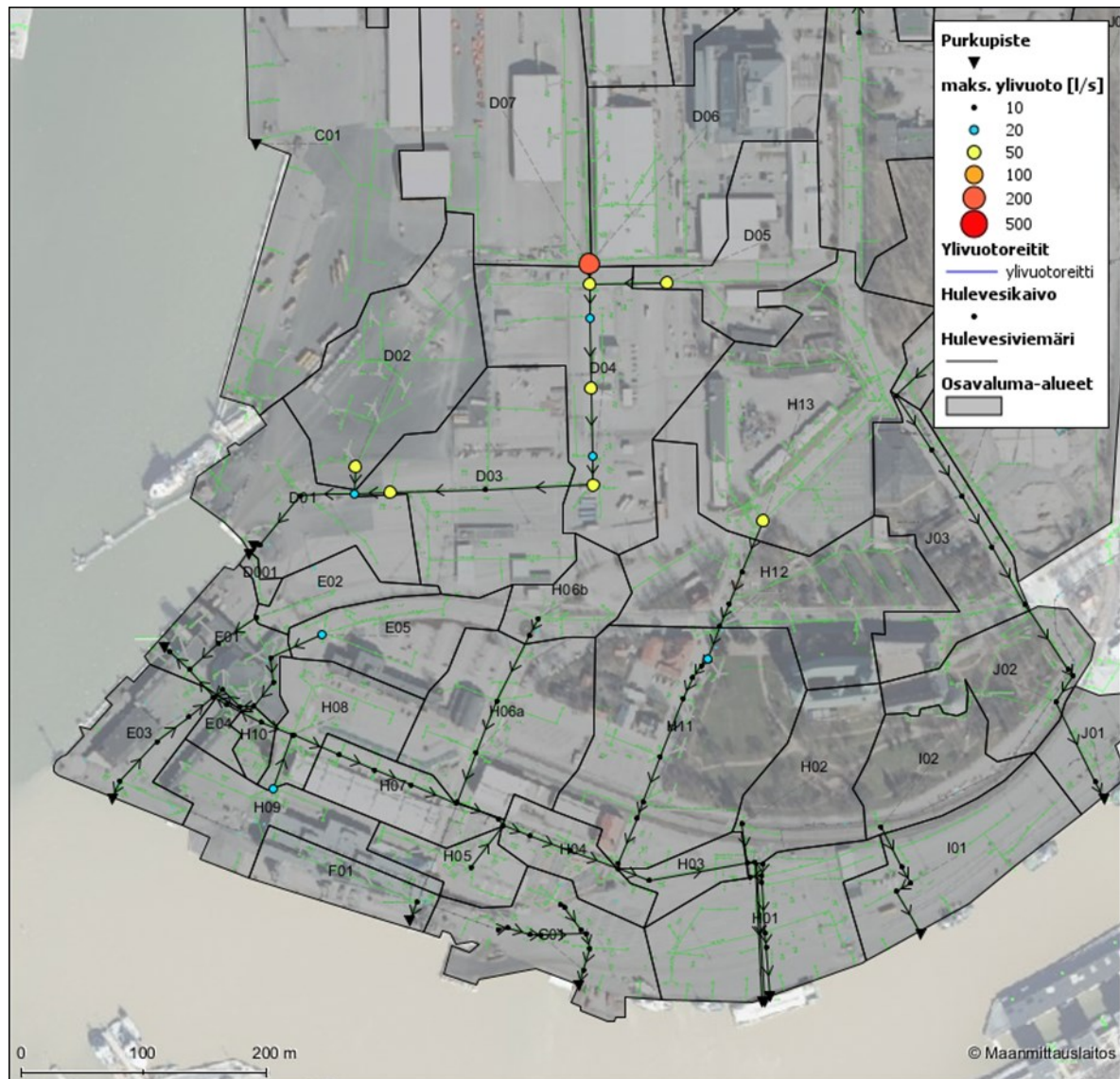
Kuva 12. Suunnitellun maankäytön aiheuttamat muutokset läpäisemättömän pinnan osuuteen satama-alueen pohjoisosan pinta-alasta (TIA) sekä valumakertoimeen (määritetty sadetapahtumalle 10 min 1/10a).

Hulevesien laadun näkökulmasta muutos on Linnanniemen sekä muiden katualueiden näkökulmasta positiivinen, koska maankäyttö- sekä liikennesuunnittelun mukaan viheralueiden osuus kasvaa. Jos hulevedet erityisesti liikennealueista johdetaan ensisijaisesti viheralueisiin tai viheralueiden läpi, hulevedet puhdistuvat jonkin verran ja niiden laatu paranee.

3.4 Nykyiset hulevesistä aiheutuvat ongelmakohdat

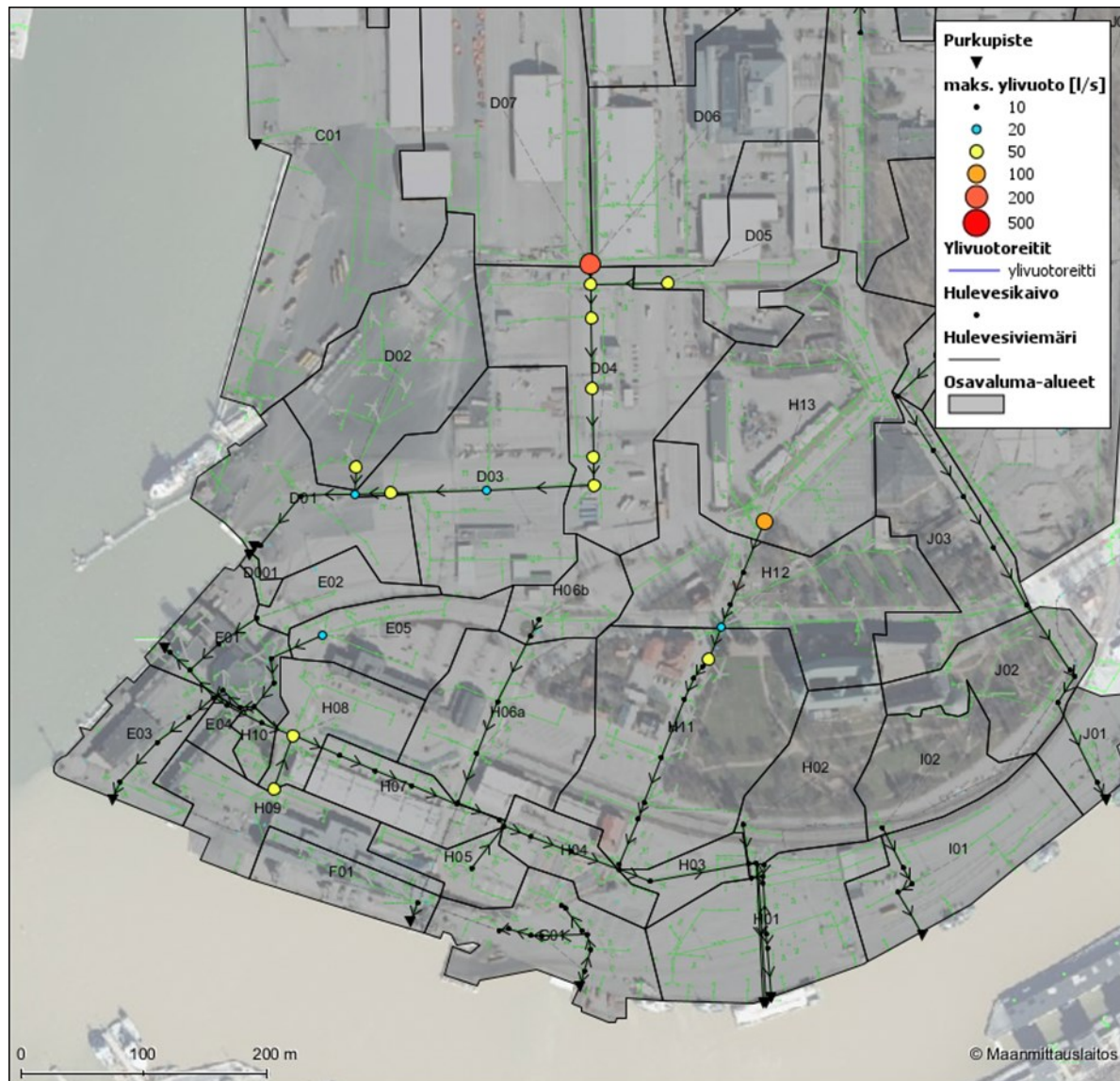
Nykytilanteen hulevesimallinnuksen mukaan hulevesiviemäriverkostosta tulvii pääasiallisesti sataman liikennealueella ja Satamankadulla. Tulviminen tapahtuu jo kerran kahdessa vuodessa (1/2a) sadetapahtumilla (kts. kuvat 13 ja 14):

31.5.2023



Kuva 13. Nykytilanteen mallinnetut ongelmakohdat (määritetty sadetapahtumalle 15 min 1/2a).

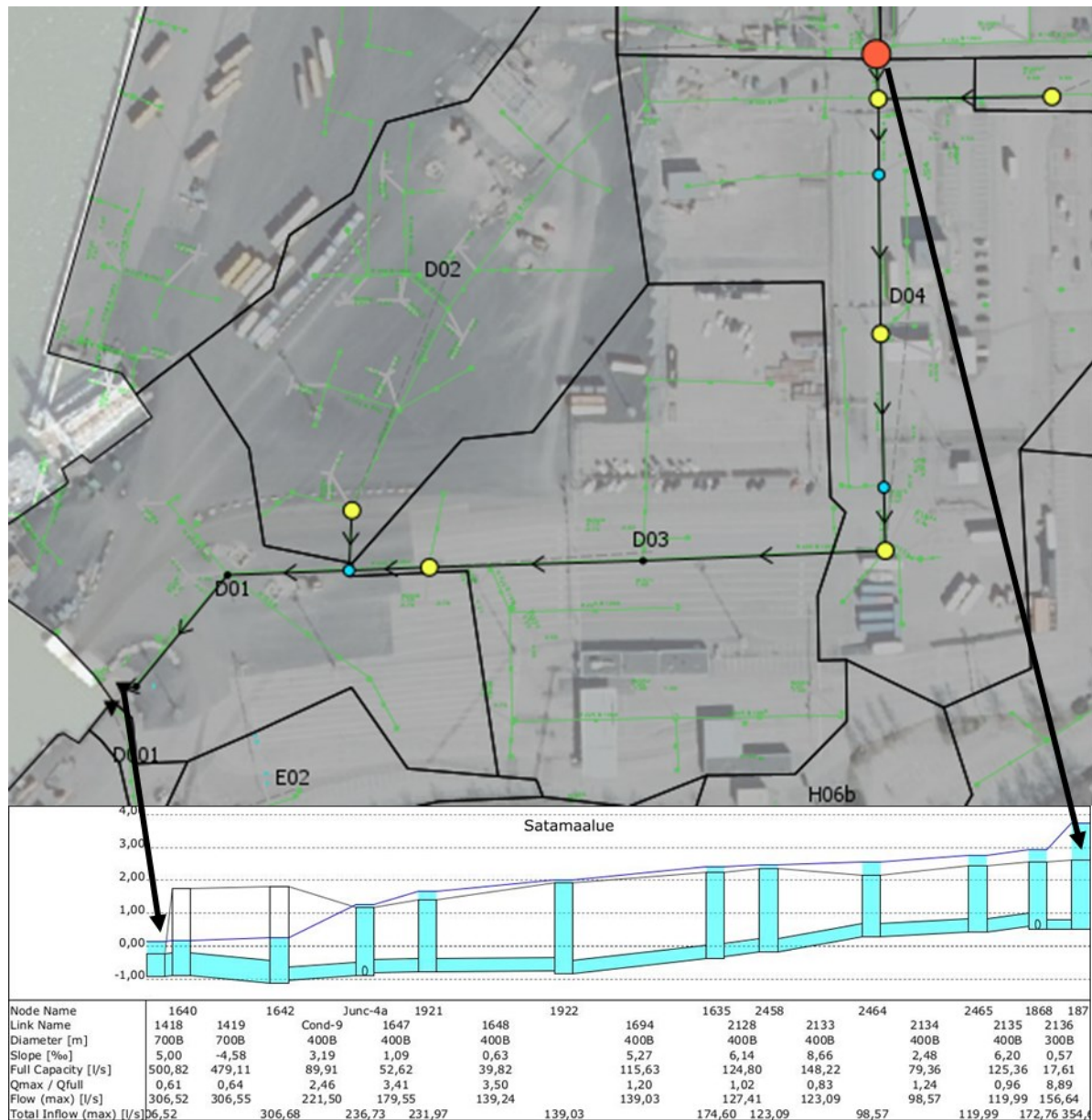
31.5.2023



Kuva 14. Nykytilanteen mallinnetut ongelmakohdat (määritetty sadetapahtumalle 15 min 1/5a).

Satama-alueen mallinnetun hulevesiviemärin runkolinjassa kapasiteetit ovat osittain paljon pienempiä kuin verkostokartan mukaan siihen liitettyjen päällystettyjen alueiden valunta. Pääosin runkolinjan putkien vesijuoksu on keskivesitason alapuolella ja merivesi siis padottaa hulevettä niin, että runkolinjan painelinja nousee reilusti. Lisäksi viimeisessä osassa 700B putken kaltevuus on negatiivinen (kuva 15).

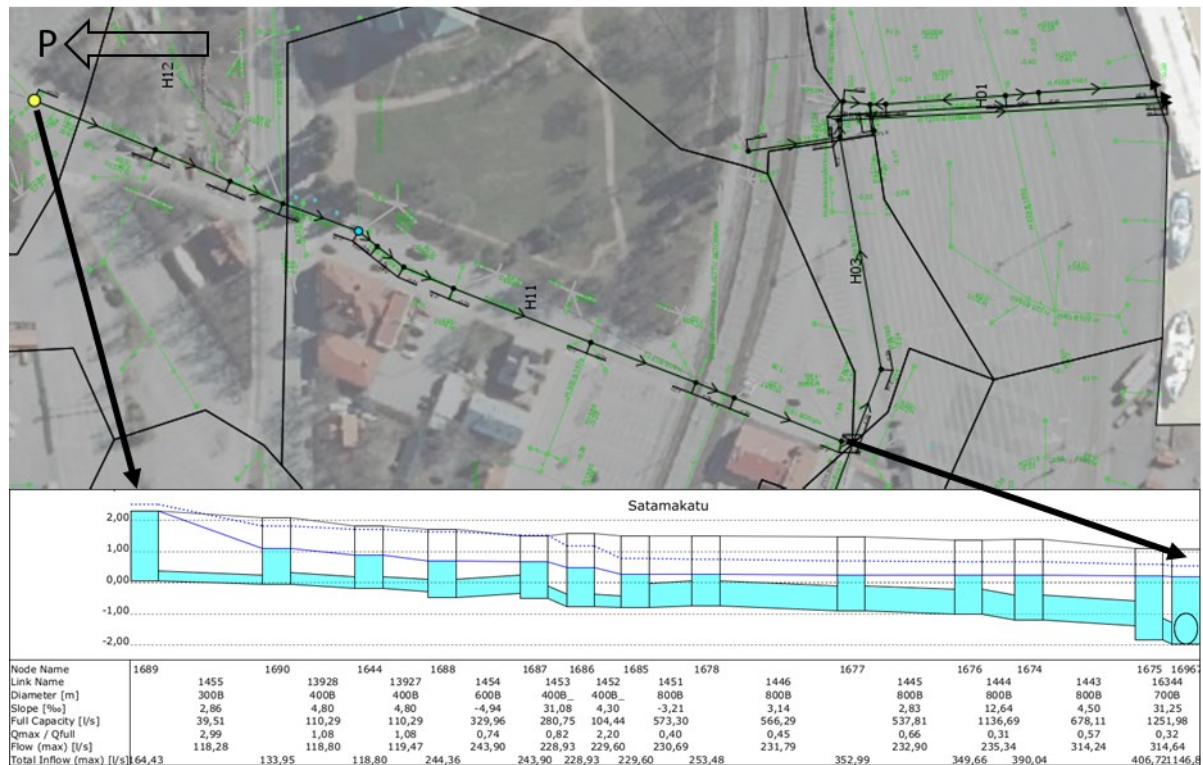
31.5.2023



Kuva 15. Nykytilanteen mallinnettu pituusleikkaus satama-alueella (määritetty sadetapahtumalle 15 min 1/2a).

Satamakadun runkolinja on kokonaan merivesitason alla. Lisäksi putkien halkaisijat vaihtelevat osittain pienemmäksi Linnankadun eteläpuolella (600B → 400B → 800B) ja osalla putkista on negatiivinen kaltevuus (kuva 16). Vaikka Satamakadun alajuoksulla sijaitsevan runkolinjan halkaisijat kasvavat (1000B) ja loppuosassa on kaksi linjaa, koko linja on vähintään 2 m meren keskivesitason alapuolella ja siis usein täynnä. Sen takia mallissa padotus on merkittävää ja aiheuttaa jo pienillä sadetapahtumilla tulvimisongelmia

31.5.2023



Kuva 16. Nykytilanteen mallinnettu pituusleikkaus Satamakadun runkolinjalta (määritetty sadetapah-tumalle 15 min 1/2a).

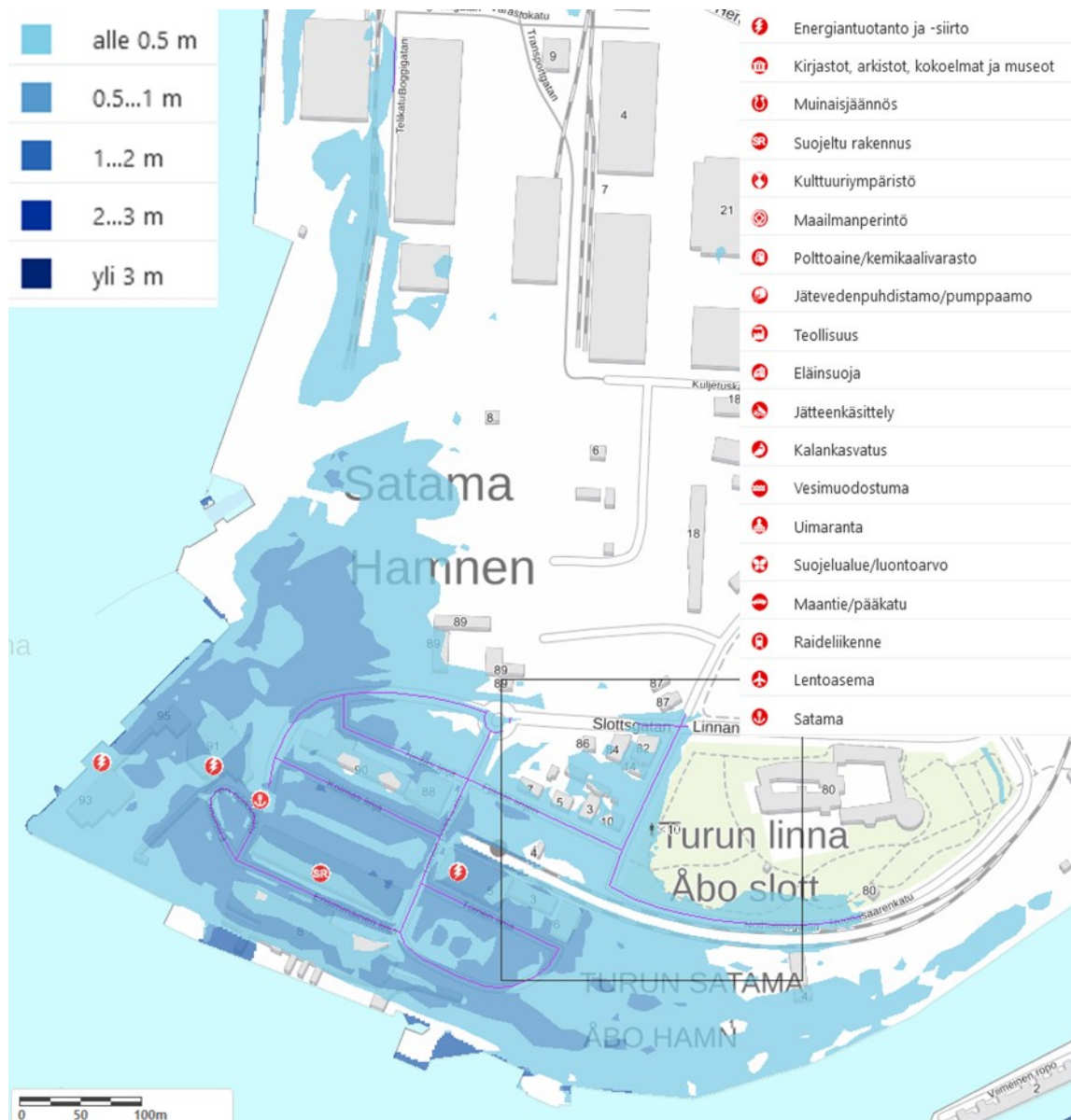
4 Meritulvaselvitys

4.1 Tulva-alueet ja riskikohteet

Taulukossa 1 esitettyjen SYKE:n meriveden tulvatasojen ja tuoreimman laserkeilausaineiston perusteella arvioitiin satama-alueen 1/250 a meritulvatilanteen tulva-alueet. Tulva-alueet vastaavat suurin piirtein SYKE:n vuodessa 2019 päivitettyä tulvakartoitusta. Olemassa olevat riskikohteet otettiin sen takia suoraan SYKE:n tulvariskikartoituksesta.

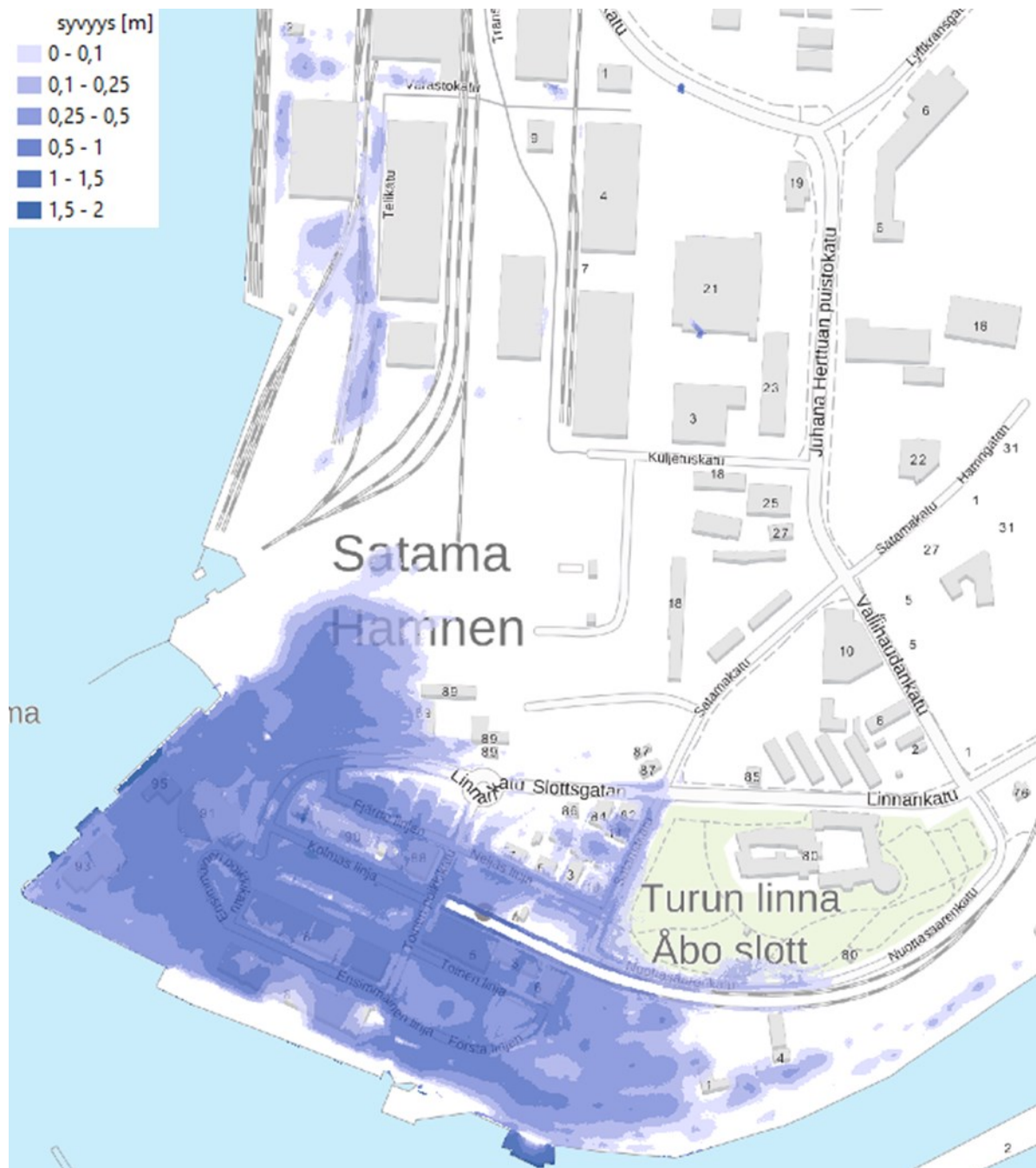
Tarkemman kartoituksen suurin ero SYKE:n tulva-aluekartoitukseen verrattuna koskee laiturin rampin ja satama-alueen etelärannan alueita, joissa tulva-alueen laajuus on pienentynyt. Tulva-alueet ja -riskikohteet on esitetty kuvassa 17 ja kuvassa 18 sekä liitekartassa 201.

31.5.2023



Kuva 17. Nykytilanteen 1/250a meritulvatilanteen tulva-alueet ja riskikohteet SYKE:n tulvakarttapalvelusta (päivitetty 2019).

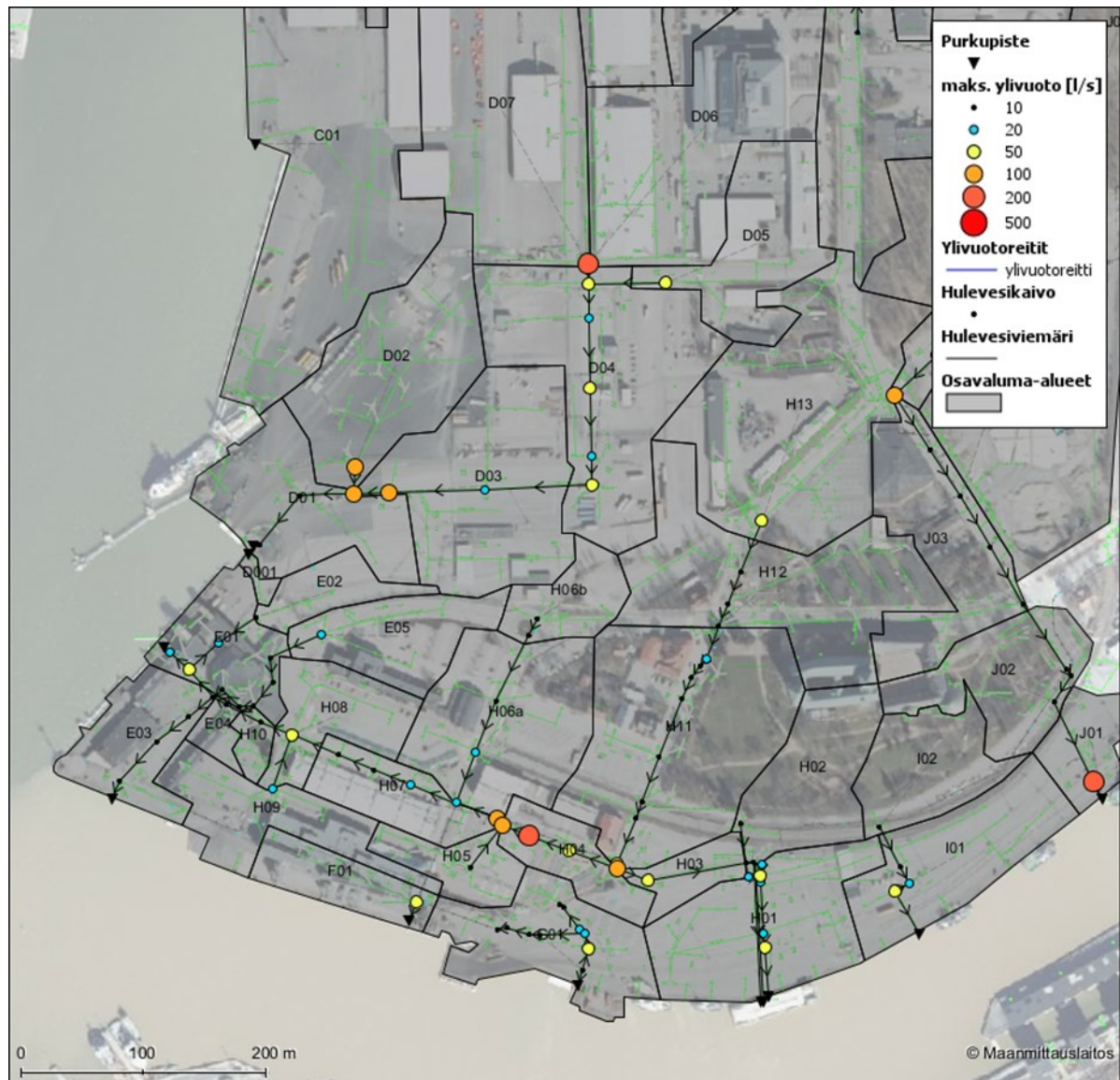
31.5.2023



Kuva 18. Nykytilanteen 1/250 a meritulvatilanteen tulva-alueet uuden alueen laserkeilausaineiston (2021) perusteella.

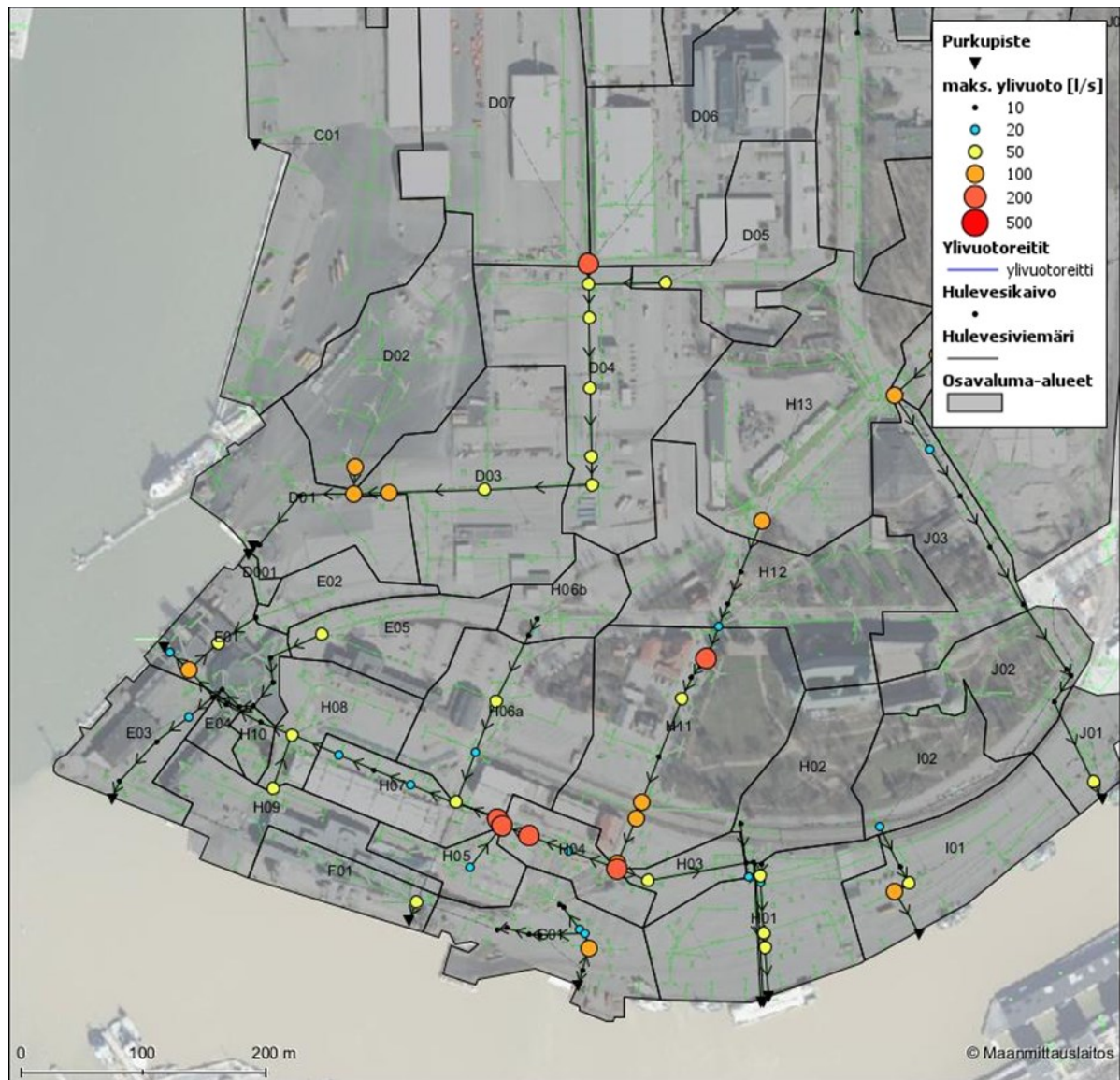
Jos mallinnetaan nykytilanne niin, että rankkasateen lisäksi merivesi on 1/250 a tulvatasolla, tulviminen hulevesiviemäriverkostosta pahenee merkittävästi. Kuvissa 19 ja 20 on esitetty mallinnetut tulvivat hulevesikaivot 1/2 a ja 1/5 a 15 min rankkasateiden perusteella, jos purkukaivojen takaiskuventtiilit on suljettu.

31.5.2023



Kuva 19. Nykytilanteen mallinnetut tulvivat hulevesikaivot 1/250a meritulvatilanteessa (määritetty sadetapahtumalle 15 min 1/2a).

31.5.2023



Kuva 20. Nykytilanteen mallinnetut tulvivat hulevesikaivot 1/250a meritulvatilanteessa (määritetty sadetapahtumalle 15 min 1/5a).

5 Suositellut ratkaisuvaihtoehdot

5.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Asemakaava-alueiden hulevesien hallinnan suunnittelussa on huomioitava Turun kaupungin rakennusjärjestyksessä (1.3.2021) esitetyt hulevesien käsittelyn ja johtamisen yleiset periaatteet.

Yleisten periaatteiden mukainen käsittelyjärjestys on seuraava:

1. Hulevesien syntymistä ehkäistään suosimalla läpäiseviä päällysteitä ja viheralueita.
2. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan.

31.5.2023

3. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä, kuten ojalla tai painanteella. Tonteilla viivytyksen mitoituksi suositellaan 1 m³ viivytystä jokaista 100 läpäisemätöntä neliötä kohti.
4. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemäri- ja viheralueilla sijaitseville viivytysalueille ennen ojaan tai vesistöön johtamista.
5. Hulevedet johdetaan hulevesiviemäri- ja viheralueilla suoraan vastaanottavaan vesistöön, kuten jokeen tai mereen, vain, jos mikään muu ei ole mahdollista.

Tämän selvityksen tavoite oli kuitenkin tutkia ratkaisumahdollisuuksia yhdistettyyn rankkasade- ja meritulvatilanteeseen. Sen takia hulevesiohjelman periaatteiden lisäksi hulevesien hallinnan on tarkoitus vastata seuraaviin haasteisiin:

- Alueen suojeleminen 1/250 a meritulvan vesipinnan perusteella (tulvasa +1,74 m)
- Mahdollisimman iso osuus meritulvan aikana tulevasta rankkasateiden hulevesimäärästä on säilytettävä / viivytettävä alueella niin, ettei aiheudu tulvimisriskiä.
- Meritulvan aikana rankkasateiden hulevedet on johdettava sopivia tulvareittejä myöten viivytyskohteisiin.
- Koska meritulvatilanteessa hulevesiviemäriverkostojen purut mereen suljetaan, merkittävimmille viivytysalueille on asennettava hulevesipumppaamo, jotta viivytystilavuuden ylittävät vesimäärät voidaan pumpata mereen.

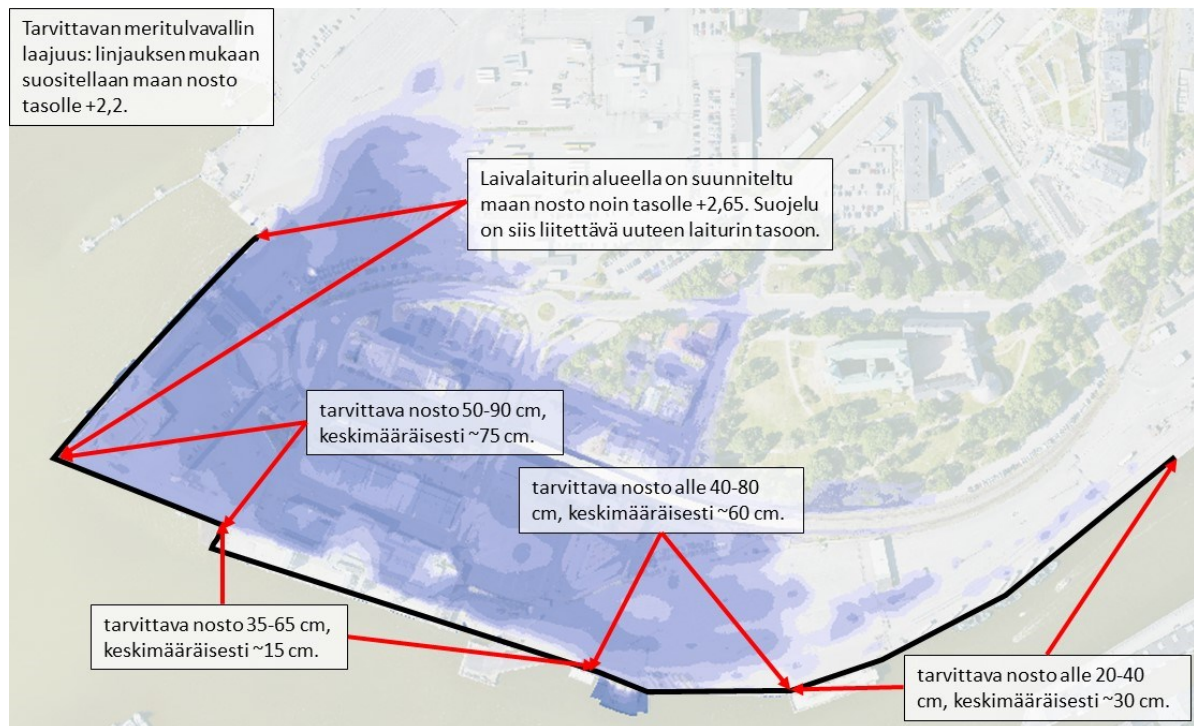
5.2 Meritulvasuojelu

Tulva-alueiden perusteella määriteltiin satama-alueen tarvittava suojelutarve. Nykytilanteessa tarvittavan meritulvasuojelun laajuus on esitetty kuvassa 21.

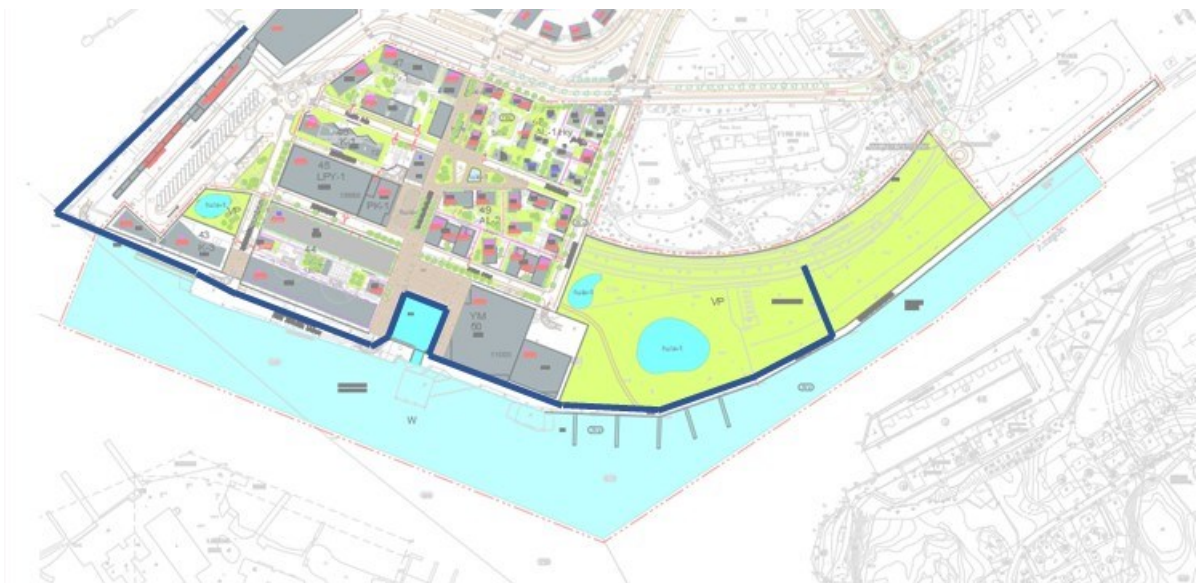
Koska rantavallin korotustarve on enintään 0,5 m, vaikutus estetiikkaan on melko pieni ja liikuteltava (nostettava/laskettava) tulvaseinä ei ole kustannustehokas ratkaisu. Tulvasuojelu voidaan sen sijaan toteuttaa osissa maata nostamalla, sekä suojamuurilla tai -vallilla. Vaikka 1/250 a meritulvasa +1,74, suositeltu suojelun nostotaso on varmuuden vuoksi vähintään +2,0. Koko suojelun tarvittava pituus on nykytilanteessa noin 700 m.

Suunnittelun maankäytön tarvitsema meritulvasuojelu tulee toteuttaa nostamalla rantamuuria/-laiturialuetta vähintään tasolle +2,0. Laiturialue tasataan niin, että laiturin omat pintavedet johdetaan mereen. Maasto suositellaan nostettavaksi rantalaiturin mantereiden puoleiselta reunalta korkeammalle tasolle ($\geq +2,0$) pintojen vähimmäiskaltevuuden mukaisesti yhtenäisesti myös käyntisataman reunalla. Rantapuistossa suojeleminen voidaan toteuttaa ulkoilureittinä sekä huoltotienä hulevesipainanteiden 5 ja 6 välillä. Tuleva rantasuojelu on esitetty kuvassa 22.

31.5.2023



Kuva 21. Tarvittavan meritulvasuojelun laajuus nykytilanteessa 1/250 a meritulvan perusteella.



Kuva 22. Tarvittavan meritulvasuojelun laajuus tulevassa tilanteessa ja 1/250 a meritulvan perusteella (HTM alueen maankäyttöluonnos 12.5.2023).

31.5.2023

5.3 Rankkasateiden hulevesien hallinta

5.3.1 Peruskuivatusjärjestelmä

Satama-alueella on muutamia säilytettäviä rakennuksia, joiden liittymät olemassa olevaan hulevesiviemäriin pitää ottaa huomioon. Suunnitellut rakennukset kuten myös uusi katualue tarvitsevat salaoituksen. Sen takia alueella tarvitaan myös tulevassa tilanteessa hulevesiviemärin runkoverkosto, johon voidaan liittää sekä olemassa olevat tonttikohtaiset hulevesiputket että uusi salaoitus. Lisäksi uusi hulevesiviemäriverkosto tarjoaa lisää säiliötilavuutta (meri)tulvatilanteessa.

Uudet runkolinjat suunniteltiin uusien katujen sekä kevyenliikenteenväylien alueille niin, että uudet putket liitetään sopivissa kohdissa nykyiseen hulevesiverkostoon.

Koska alueen kuivatus on haastava (melko tasainen maasto, hyvin pieni korkeusero maanpinnan ja keskivesipinnan välillä, meritulvatilanne vaikuttaa kovasti kuivatuskapasiteettiin), suositellaan käytettävän mahdollisimman iso osuus suunnitellusta viheralueesta hulevesien viivytykseen sekä imeytykseen (vaikka pohjavesitaso on melko korkea, vähintään viheralueiden kasvualustalla on viivytykskapasiteettia). Yksityiskohtaisesti suositellaan seuraavat hallintaperiaatteet:

- Mikäli mahdollista pintavedet johdetaan katu- sekä piha-alueilta ensisijaisesti viherkaistoihin ja niistä ylivuotona tai salaoituksella hulevesiviemäriin.
- Katu- ja kevyenliikenteen- sekä pysäköintialueille varataan mahdollisimman iso tila viherkaistoille (viherpainanteille), joissa viivytetään ja imeytetään mahdollisimman suuri osa katualueiden ja kevyen liikenteen väylien hulevesistä. Meritulvatilanteessa tulvareittien vesisyvyyden rajoittamista varten tulee toteuttaa Ferry Terminaalin kaava-alueen katualueilla 0,5 m³ viivytystä jokaista 100 läpäisemätöntä neliötä kohti. Lisäksi katualueen läpäisemättömän pinnan osuus tulee olla enintään 75%
- Viherkaistat tulee suunnitella niin, että hulevesiä johdetaan esimerkiksi reunakiven aukkojen kautta viherkaistoihin, jossa on lisäksi viivytystilavuus esimerkiksi painanteilla (painanteiden taso katualueen alempana). Vaihtoehtona voidaan johtaa hulevedet ritiläkaivojen kautta viivytyserroon, joka toteutetaan kasvualustan alla esimerkiksi sepelistä. Salaoitus liitetään hulevesiviemäroinnin runkolinjaan
- Kevyenliikenteen-, pysäköinti- ja piha-alueilla suositellaan käytettävän puoliläpäiseviä pinnoitteita kuten viher- tai hulekiveys.
- Suunnittelualueella tulee toteuttaa 1 m³ korttelikohtaista viivytystä jokaista 100 läpäisemätöntä neliötä kohti.
- Isoimmille uusille rakennuksille (esim. terminaali, pysäköintilaitos, museo) suositellaan toteuttaa vähintään osa katosta viherkattona tai jonain muuna hulevesien hallintajärjestelmänä.
- Suurimmat viheralueet ja puistoalueet toteutetaan mm. matalana viivytyspainanteena. Jos kokonaissyvyys ei ylitä noin 0,5 m ja luiskat tehdään loivaksi, varmistetaan myös isojen viheralueiden toimivuus ja monikäyttöisyys sekä virkistyskäytössä että viivytyksenä.

Suurimmat viivytyspainanteet mitoitettiin tässä selvityksessä rankkasateiden lisäksi meritulvatilanteella.

31.5.2023

5.3.2 Hulevesien hallinta meritulvatilanteessa

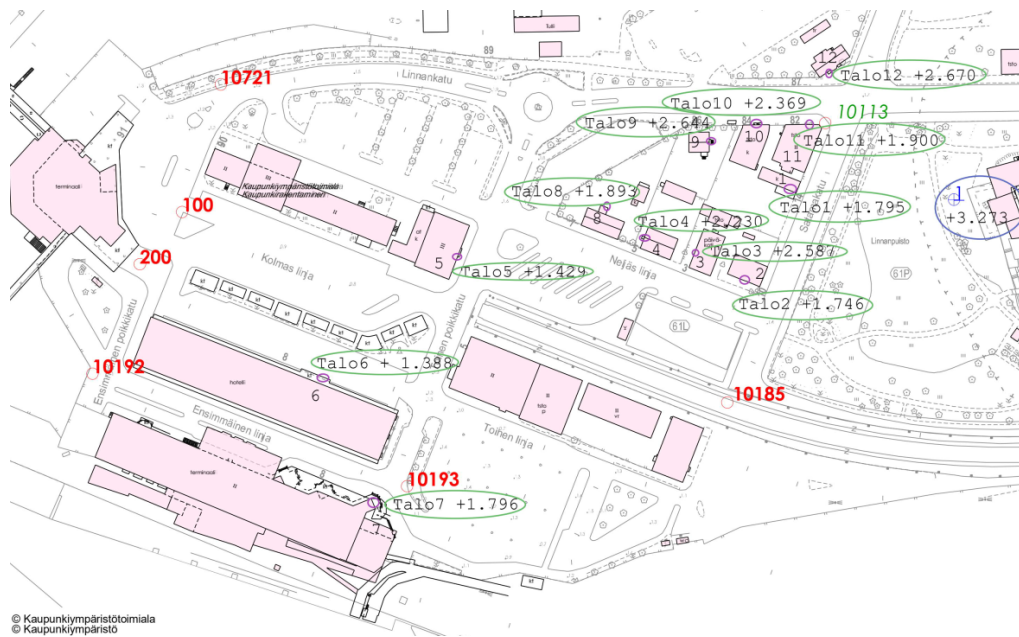
Kun meriveden pinta nousee, padotus hulevesiviemäriverkostossa kasvaa ja verkoston kapasiteetti pienenee. Tässä selvityksessä tarkistettiin hulevesien hallinta 1/250 a meritulvatilanteen perusteella. Tässä tapauksessa hulevesiviemäröinnin purkuputkissa suljetaan sulkuventtiilit, ettei merivettä virtaa viemäriverkostoon eikä se aiheuta tulvimista hulevesikaivoista tai tonttiliitoksista.

Jos samana aikana tapahtuu satama-alueen valuma-alueella rankkasade, sateesta aiheutuvat hulevedet eivät pääse enää purkautumaan mereen. Tavoite oli sen takia löytää mahdollisuus johtaa mahdollisimman suuri osa sadevesien ylivuotomäärästä tulvareittien kautta viivytykseen.

Suunnittelussa otettiin seuraavat haasteet huomioon:

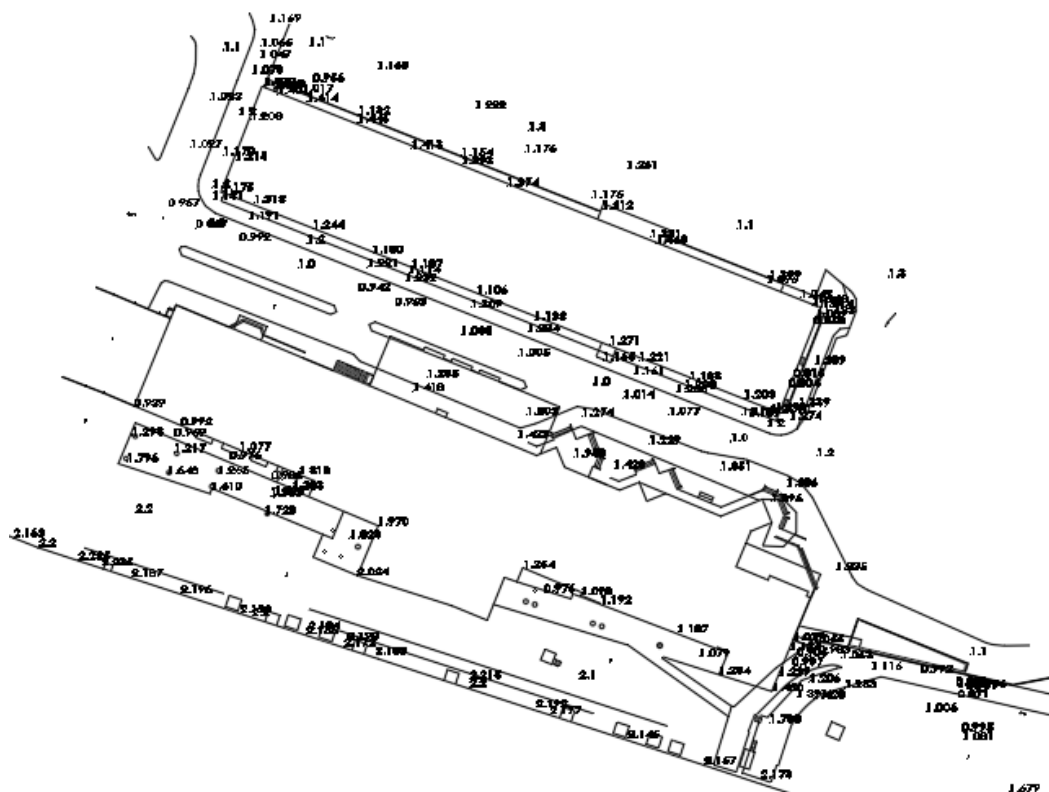
1. Linnanniemen alueella:

- Alueella sijaitsee muutama säilytettävä rakennus: vanha Viking Line terminaali, Seaport hotelli, Rettigin tupakkavarasto ja muutamia taloja Neljän linjan, Linnankadun ja Satamakadun välillä sijaitsevassa korttelissa. Näiden rakennuksien lattiatasoa ei voida helposti nostaa. Lattioiden korkeustasot mitattiin selvityksen ensimmäinen vaiheen aikana (kuva 23) ja mitauksia täydennettiin päivitystä varten erityisesti hotellin ja Viking Terminaalin alueella (kuva 24). Nykyiset lattiatasot ovat osittain reilusti meritulvatason alla. Tulvareitit on siis suunniteltava niin, ettei tulvavettä pääse rakennuksiin.



Kuva 23. Mitatut rakennuksien lattiakorkeudet.

31.5.2023



Kuva 24. Mitatut korkeudet Seaport hotellin ja vanhan Viking Terminaalin ympärillä.

- Maan nostamista on vaikea toteuttaa, jos ei haluta suojella nykyisiä rakennuksia korkealla suojelukiveyksellä.
- Isoin viheralue, jota voidaan käyttää viivytykseen, on rantapuisto. Vuonna 2011 mitattu pohja-/orsivesipinta oli tasolla +0,64. Se tarkoittaa, että puistoalueella mahdollinen painanteen syvyys on hyvin rajattu ja sen mukaan myös tulvareittien matalin korkotaso.
- Tulvareittien kapasiteetin pitää olla riittävä, ja sen takia myös niiden kaltevuus, leveys ja syvyys on mitoitettava riittävän suurena. Tämäkin vaikuttaa tarvittavaan alueelliseen maanpinnan noston minimitasoon.
- Meritulvatilanteessa tulvavesien määrän voidaan minimoida tasaamalla ympäristöään korkeammalle tasolla suunnitellut ranta-alueet mereen suuntaan niin, että niiden pintavedet valuvat suoraan mereen.

2. Linnanniemen pohjoispuolella sijaitsevalla satama-alueella:

- Alueen nykyinen tulvareittien pääsuunta on luoteissuuntaan, eli Linnanniemen alueelta pois-päin. Koska alueen tuleva päällyste on – toisin kuin Linnanniemen alueella – edelleen melko läpäisemätön, mahdolliset hulevesi- sekä ylivuotomäärät ovat siellä verrattain suuria. Jos ha-lutaan johtaa pohjoisen satama-alueen tulvavedet Linnanniemen alueen läpi rantapuistoon, se vaikuttaisi huomattavasti tarvittavaan tulvareittien ja viivytyspainanteen kapasiteettiin, ja sen takia ei suositella tulvareittiä pohjoiselta satama-alueelta etelään.

31.5.2023

- Alueella on maaperän heikon kantavuuden takia (kts. kappale 2.2) hyvin vaikea toteuttaa iso maanalainen viivytysjärjestelmä, ja siksi riittävä tulvareittien tilavaraus pitää varmistaa.

6 Mitoitus- ja toimivuustarkastelut

6.1 Hulevesimallinnus

Suunniteltujen hulevesirakenteiden mitoitus ja kokonaisuuden toimivuus tarkastettiin hulevesimallinnuksen avulla. Mallinnus suoritettiin Fluidit Oy:n Storm -ohjelmalla, joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreittejä kuvaavan hydraulisen mallin.

Hydrologisella mallilla kuvataan erityisesti valuma-alueelta muodostuvan pintavalunnan määrää ajan suhteen. Hydrologinen malli perustuu syötteenä olevaan sadetapahtumaan ja valuma-alueiden ominaisuuksista johtuvien sadannan häviöiden laskemiseen. Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valumareitit ominaisuuksineen, joista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin. Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille.

Hydraulinen malli rakennettiin yhdistämällä edellä kuvattu hydrologinen valuma-aluemalli avouomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja altain tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää¹, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta.

6.1.1 Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) loppuraportissa² ja Hulevesioppaassa³ esitettyjä sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km² aluesadannalle. Sadetiedot ovat viimeisimpiä yleisessä käytössä olevia tietoja ja ne perustuvat Suomessa kesällä v. 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja vastaavat Etelä-Suomen sateita.

Ilmastomuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä. Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n suositusten mukaisesti ilmastomuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken 1/10 a toistuvuus (kerran kymmenessä vuodessa) vastaa ennustetun ilmastomuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5 a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5 a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3 a toistuvuutta.

¹ US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

² Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö 31, 123 s.

³ Hulevesioppas 2012. Kuntaliitto, 294 s.

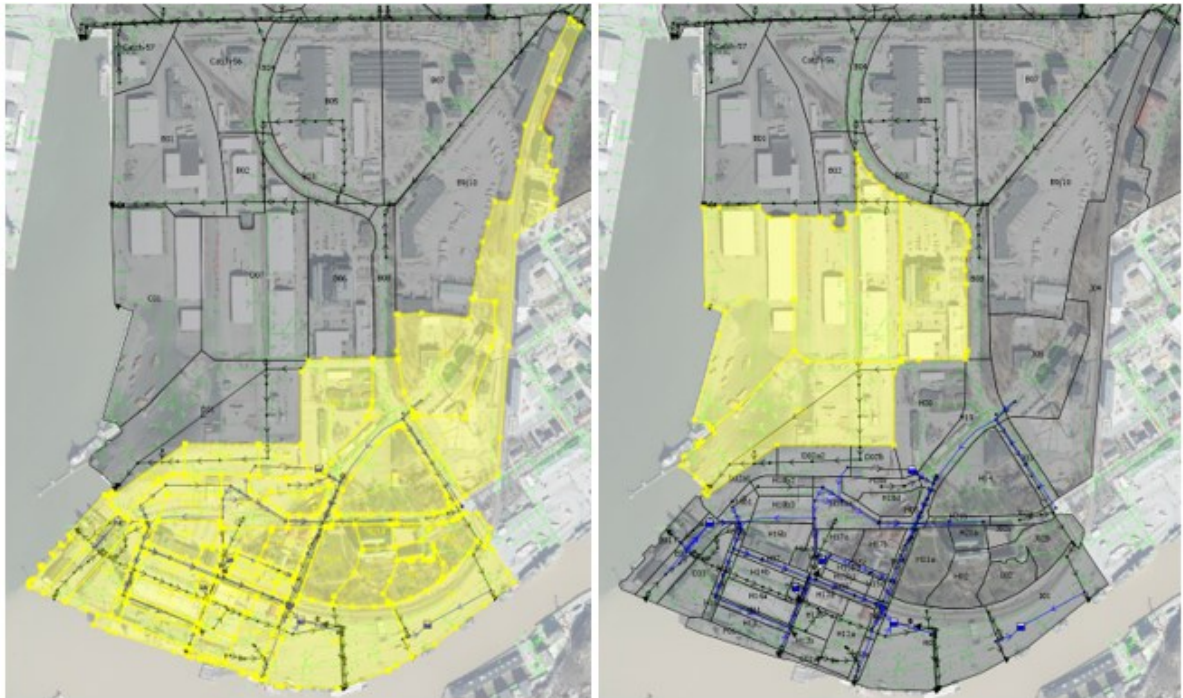
31.5.2023

6.2 Järjestelmien mitoitus

Hulevesirunkoviemärien mitoituksen reunaehtona käytettiin meren keskivesitasoa +0,15. Hulevesiviemärit mitoitetaan yleensä niin, että niiden täysien putkien kapasiteetti (eli teoreettinen kapasiteetti, jos putki on kokonaan täynnä) vastaa mitoitusvirtausta. Kun tässä tapauksessa suurin osa sekä nykyisistä että suunnitelluista hulevesiputkista on asennettava meren keskivesipinnan tason alapuolelle, putket ovat monin paikoin jo täynnä sateen alkaessa. Sen takia tavallista mitoitus tapaa ei voida käyttää. Uudet hulevesirunkolinjat mitoitettiin sen takia 1/5 a rankkasadetapahtumilla niin, ettei hulevettä tulvi uusista tai olemassa olevista kaivoista pois.

Uudet ja korvaavat hulevesiviemärit sekä liitokset edelleen tulevassa tilanteessa käytettäviin hulevesiputkiin on esitetty liitekartoissa 202.

Mallinnuksen avulla tarkistettiin mm. korttelikohtaisen viivytyksen vaikutusta. Suurista putkihalkaisijoista huolimatta, ilman kiinteistökohtaista viivytystä mitoitusasteilla hulevettä tulvisi paikoin hulevesiviemäriverkostosta ja maksimi vesipinta verkostossa olisi jopa 20 cm korkeampi. Lisäksi tulvareittien maksimi vesisyvyys meritulvatilanteessa ei ole mahdollista rajoittaa tasolle 20 cm, mikäli korttelikohtaista viivytystä ei toteuteta. Koska tulvareittien mitoituksen perusteella tarvitaan korttelikohtaisena viivytyksenä vähintään 1 m³ / 100 m² läpäisemätöntä pintaa, myös hulevesiputkien mitoituksessa otettiin huomioon korttelikohtaisen viivytyksen vaikutus.



Kuva 25. Alueet, joiden perusteella määriteltiin hulevesimäärät eri sadetapahtumilla: vasemmalla Linnanniemi ja siihen liitetty valuma-alue, oikealla satama-alue uuden terminaalin pohjoispuolella (alue, joka on liitetty rampin purkupisteeseen).

Isot viivytyspainanteet ja tulvareitit mitoitettiin 1/250 a meritulvatason (+1,74) mukaisesti. Sen perusteella mallinnettiin tulevan maankäytön perusteella muutamia rankkasadetapahtumia toistuvuudesta 1/5 a toistuvuuteen 1/100 a sekä kestosta 15 min keston 12 h.

31.5.2023

Koska meritulvatilanteessa hulevesien purkuputket mereen suljetaan, viivytettävä sekä väliaikaisesti säilytettävä vesimäärä kasvaa automattisesti sateen keston ja toistuvuuden mukaan ja vastaa periaatteessa valuma-alueiden pintavaluntamäärää. Viivytetyt hulevesien kokonaismäärät laskettiin hydrologisella mallinnuksella. Arvioidut vesimäärät on esitetty taulukossa 2, siihen kuuluvat alueet on esitetty kuvassa 25. Linnanniemen alueelle tulevat tulvavesimäärien laskelman reunaehtona arvioitiin, että kuvassa 6 siniseksi merkityn alueen suurimman osan tulvavedet johdetaan esimerkiksi Linnankadun ja Vallihaudankadun risteyksestä tai vanhan satamaraiteen reitillä etelään toiseen rakennettavaan viivytyspainanteeseen. Taulukossa tummennetulla taustalla ja valkoisella tekstillä on merkitty sadetapahtuma, jolla Linnanniemen alueen hulevesimäärä ylittää alueen arvioidun viivytyskapasiteetin.

Taulukko 2. Arvioidut maksimi viivytettävät hulevesimäärät (kokonaismäärä alueen pintavalunnasta) 1/250 a meritulvatilanteessa (määrät ovat melko sama molemmille maankäyttösuunnitelmille). Tummennetulla taustalla ja valkoisella tekstillä on merkitty sadetapahtuma, jolla Linnanniemen alueen hulevesimäärä ylittää alueen arvioidun viivytyskapasiteetin.

Toistuvuus [x/a]	Kesto [min]	Nykyään		Ilmastonmuutoksen mukana	
		Rankkasateiden valuntamäärät [m ³]		Rankkasateiden valuntamäärät [m ³]	
		Linnan- niemi ¹⁾	Satama-alue, terminaal- in pohjoispuolella noin Varastokatuun asti	Linnan- niemi ¹⁾	Satama-alue, terminaal- in pohjoispuolella noin Varastokatuun asti
5	15	2085	1700	2502	2040
	30	3016	2390	3619	2870
	60	3982	3110	4779	3730
	360	7848	5990	9418	7190
10	15	2811	2240	3373	2690
	30	3707	2910	4448	3490
	60	4949	3830	5939	4600
	360	8676	6610	10412	7930
25	15	3399	2680	4078	3220
	30	4536	3520	5443	4220
	60	5778	4450	6933	5340
	360	9588	8650	11505	10380
100	10	3945	3420	4481	4100
	15	4402	4350	5029	5220
	30	5641	6000	6517	7200
	60	7849		9166	
	120	8677		10160	
	360	13316		15727	
	720	16136	10070	19111	12080
1) ilman rantalaiturien alueita, joiden pintavedet on johdettava suoraan mereen					

Linnanniemen alueella tarvitaan esimerkiksi noin 5 800 m³ viivytystilavuus, jos halutaan pidättää 1/25 a toistuva tunnin kestävän rankkasateen hulevesimäärä. Taulukon perusteella tulee selväksi,

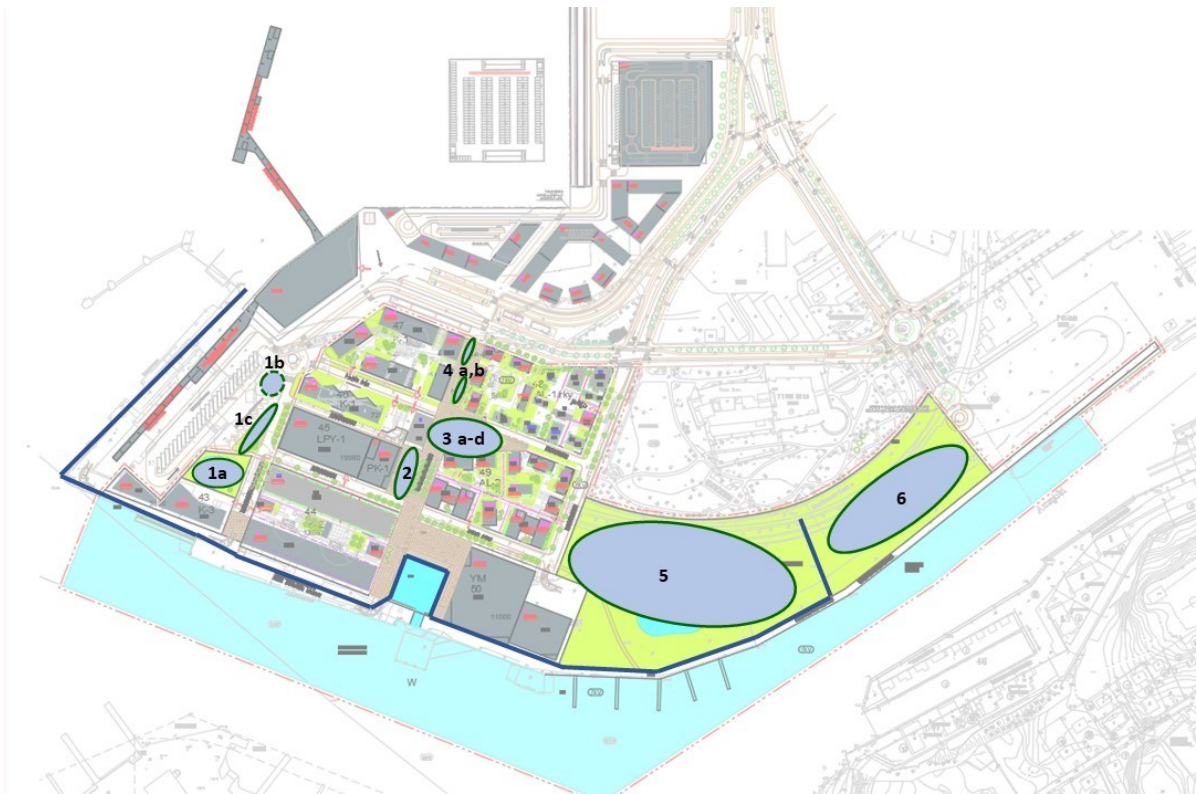
31.5.2023

ettei kaikkien sadetapahtumien hulevesimäärää voida viivyttää alueella, koska mahdollinen viivytys-tilavuus on rajoitettu käytettävissä olevan tilan perusteella. Tässä selvityksessä mitoitettiin ja esitettiin kuitenkin maankäyttösuunnitelman ja muiden reunaehtojen perusteella mahdollisimman suuria viivytyspainanteita. Mahdolliset painanteiden sijainnit on esitetty kuvassa 26.

Painanteiden mahdolliset tilavuudet laskettiin karkeasti arvioitujen pohjan pinta-alan, luiskien kaltevuuden ja paikallisesti sopivan maksimisyvyyden perusteella. Syvyys rajoitettiin niin, ettei rakenteista tule kovin syviä altaita ja viivytysalueiden monikäyttöisyys on mahdollista, ja että varmistetaan tarvittava etäisyys rakennuksista ja tyhjennys toimii liitoksen kautta hulevesirunkolinjaan.

Jos halutaan varmistaa, että tilavuudet käytetään mahdollisimman tehokkaasti, painanteiden poistoputkien kaivoihin asennetaan sulkuventtiilit niin, että tyhjennys voidaan väliaikaisesti estää, kun painanne on täynnä (joko manuaalisesti tai automaattisesti vesipinnan mukaan). Jos näitä painanteita tyhjennetään vielä meritulvan aikana, niissä viivytetty vesimäärä voidaan pikkuhiljaa johtaa rantapuiston painanteeseen, joka sitten toimisi ainoana vesisäiliönä. Painanteiden ylivuotoa johdetaan alueen tulvareittien kautta puiston suuntaan.

Kaikki paitsi rantapuiston painanteet toimivat myös tavallisena viivytysjärjestelmänä normaalissa rankkasadetilanteessa, painanteisiin voidaan johtaa kattojen sekä piha-alueiden pintavedet viivytykseen. Rankkasadetilanteessa, jossa meritulvaa ei esiinny samanaikaisesti, voidaan rantapuiston hulevedet johtaa rantapuiston rakenteista mereen ilman pumppausta.



Kuva 26. Mahdolliset isojen viivytyspainanteiden sekä -altaiden sijainnit.

Koska koko alueen maankäyttösuunnitelma on vielä kesken, suositellaan, että viivytyspainanteiden sijaintia sekä tarvittavan viivytystilavuuden jakamista koko alueella tarkennetaan tarvittaessa jatko-suunnittelussa.

31.5.2023

Maksimoidut tilavuudet on esitetty taulukossa 3, tarkemmat sijainnit, korkeudet ja tilavaraukset on esitetty liitekartalla 202.

Taulukko 3. Arvioidut viivytyksen maksimitilavuudet (laskettu maankäyttöluonnoksen 6 perusteella)

Kohta	tilavuus [m ³]
Putkien runkolinjat	930
Viivytyispainanne 1a	500
Viivytyispainanne 1c	120
Viivytyispainanne 2	270
Viivytyispainanteet 3a-d	225
Viivytyispainanteet 4a-b	20
Viivytyispainanne 5	4 750
Viivytyispainanne 6	7 000
yhdessä (1-5)	6 815
yhdessä (1-6)	13 815

Jos lasketaan lisäksi mallinnettujen hulevesirunkoviemärien tilavuudet mukaan, koko Linnanniemen alueella suunniteltu viivytystilavuus on noin 6 800 m³. Kuitenkin, on huomioitava, että meritulvatilanteessa suurin osa hulevesiputkista on sateiden alussa jo todennäköisesti täynnä ja viivytystilavuus on vain noin 5 900 m³. Taulukossa 2 on merkitty ne sadetapahtumat, joiden hulevesimäärä ylittää mahdollisen viivytystilavuuden

Niissä tilanteissa rantapuiston painanteista pumpataan vesi mereen. Jos pysyvästi asennettu pumpaamo on liian vaikea toteuttaa, suositellaan käyttää sellaisessa hätätilanteessa liikuteltavaa pumpua, joka voidaan ajaa ja asentaa väliaikaisesti esimerkiksi rantapuiston ulkoilureitillä sekä huoltotiellä paikan päälle. Pumppujen tarvittava kapasiteetti on alustavasti mallinnuksen avulla mitoitettu vain painanteeseen 5 viivyttävän tulvavesimäärän perusteella ja on 1/100 a sadetapahtumilla noin 550 l/s. Painanteen 6 tarvittava pumppaamon kapasiteetti tarkistetaan jatkosuunnittelussa, kun siihen johdettava tulvareitit ja vesimäärät tarkennetaan.

Terminaalien satamaliikennealueella on haastava löytää tilaa viivytykseen, koska alueen päällyste on nykytilanteessa ja myös maankäyttösuunnitelman mukaan melko kokonaan asfaltoitu tai rakennettu. Maanpäällinen viivytystä varten käytettävissä oleva alue on hyvin pieni tarvittavan maankäytön takia ja maanalaista viivytystä on olevan maaperän kantavuuden takia vaikea toteuttaa. Alueella ei ole nykytilassa mitään viivytyjärjestelmiä.

Samanaikaisesti alueen mahdollinen tulvavesimäärä meritulvatilanteessa on suuri, koska alueen valumakerroin on yli 90 %. Jos tarkastellaan vain suunnittelualueella sijaitsevaa osaa valuma-alueesta, arvioitu tulvavesimäärä on noin samassa suuruusluokassa kuin koko Linnanniemen valuma-alueella, vaikka alueen koko on siihen verrattuna vain noin 50 % (kts. taulukko 2).

6.2.1 Tulvareitit

Linnanniemen alueella käytetään ensisijaisesti katuja ja kevyen liikenteen väyliä tulvareittinä. Tulvareitit mallinnettiin alustavasti arvioidun tasauksen mukaan (tulevat maanpintakorkeudet arvioitiin tulvareittien sekä hulevesirunkolinjojen alueilla). Hulevesimallissa tarkistettiin tulvareittien kapasiteetit: Jos arvioidaan, että kaduilla ja kävely- ja pyöräilyreiteillä sekä muilla katualueilla tulvareitin leveys

31.5.2023

maksimoidaan ja syvyys on enintään 20 cm, tulvareittien kapasiteetit riittävät liitekartalla 202 esitettyjen hulevesien hallinnan yleissuunnitelman mukaan 1/100 a rankkasadetapahtumilla. Se tarkoittaa, että alustava uusien korttelien sekä tonttien tasaus pitää olla vähintään noin 50 cm tulvareittien pohjatasoa ylempänä.

Tulvareittien tasaus yritettiin optimoida kaikkine reunaehtoien mukaan:

- Tulvavesien jakelu muutamille reitille.
- Suurimmalla osalla tulvareiteistä vesisyvyys rajoitetaan alle 15 cm:iin.
- Säilytettävien rakennuksen ympärillä minimoidaan suurimmat vesisyvyydet niin, että tarvittava suojelun taso myös minimoidaan.
- Tulvareitille ei suunnitella painanteita (paitsi viivytyspainanteita), vaan ne suunnitellaan koko matkaltaan puiston suuntaan viettäväksi kuivatuksen tehostamiseksi.

Uuden terminaalien pohjoispuolella sijaitsevan satama-alueen nykyisten tulvareittien mukaan suuri osa alueen ylivuotovesistä virtaa länteen päin mereen. Alueella on nykytilanteessa muutamia isoja painanteita asfaltin päällä.

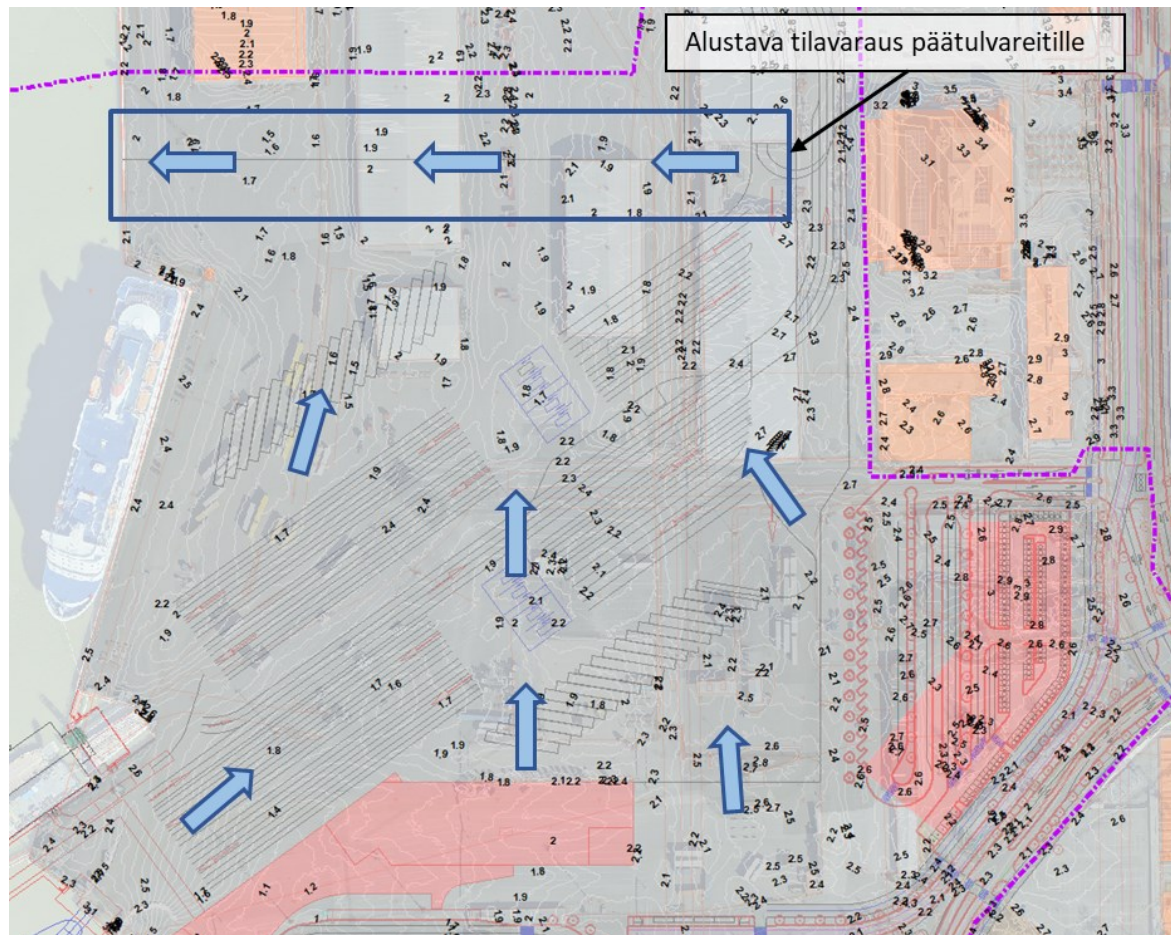
Alueen maanpinta on melkein kokonaan läpäisemätön ja potentiaalinen tulviva hulevesimäärä on suuri. Koko alueen tasaus olisi vaikea muotoilla niin, että tulvavedet johdetaan kokonaan Rantapuiستoon. Lisäksi Linnanniemen alueella tulvareittien arvioitu mahdollinen kapasiteetti on rajattu (Sata-makadun eteläosassa maksimi mallinnettu vesisyvyys on meritulvatilanteessa ja rankkasateilla 1/10 a noin 5 cm, 1/100 a lähes 20 cm) samoin kuin mahdollinen viivytystilavuus.

Sen takia suositellaan, että suurin osa suunnittelualueella sijaitsevan satama-alueen tasauksesta muotoillaan niin, että tuleva päätulvareitti toteutetaan suunnittelualueen pohjoisreunalla noin 150 m Varastokadun eteläpuolella. Tässä sijainnissa maankäyttösuunnitelman mukaan muutamia olemassa olevia rakennuksia puretaan ja olevan rantamuurin korkeustaso on noin +2,0 - +2,1, joten tulvareitti on tilan puolesta mahdollista toteuttaa. Tulvareitti voisi purkaa mereen myös meritulvatilanteessa, jos lasketaan purkupisteen ympärillä tarvittaessa maastoa vielä 10 -20 cm. Satama-alueen pohjois-osan tulvareitit esitetään kuvassa 27.

Mikäli tulvareittiä ei toteuteta, vaihtoehtona on viivyttää tulvavedet maanalaisessa altaassa länsirannan lähellä, josta vedet pumpataan mereen. Tarvittava kustannustehokkain viivytystilavuus ja pumpaamon kapasiteetti olisi tarkistettava jatkosuunnittelussa.

Hulevesien yleissuunnitelmat on esitetty liitekartalla 202. Esitetyt yleissuunnitelmat kuvaavat tulvareittiä varten tarvittavaa maaston miniminostoa (tai tasauksen laskua). Sen perusteella arvioitu tarvittava suojelukiveys säilytettävien rakennuksien ympärillä on esitetty kartoilla.

31.5.2023



Kuva 27. Suositeltu tulvareitti satama-alueen pohjoispuolella.

7 Kustannusarvio

Yleissuunnitelman mukaisille rakenteille on laskettu alustava kustannusarvio (taulukko 4). Kustannusarvio sisältää rakenneosat ilman työmaatehtäviä ja on laskettu vain Linnanniemen alueelle. Satama-alueen pohjoispuolelle uusi hulevesiviemärien linjaus on arvioitu vain ohjeellisesti mallinnusta varten.

Hulevesien painannerakenteet on arvioitu matalina, loivapiirteisinä painanteina, joissa on nurmi- tai niittyverhoilu sekä osittain pensasistutuksia. Viivytyksrakenteisiin on huomioitu myös eroosiosuojauksen kustannukset. Tarkempaa maisemasuunnittelua ja istutuksia ei ole huomioitu kustannuksissa. Hulevesiallas Toisen poikkikadun vieressä on arvioitu betonirakenteisena altaana.

Laskelmassa on huomioitu hulevesiviemärien runkolinjat ja linjojen perustaminen paalulaatalle sekä kaivantojen tuennat. Tulvapumppaamon kustannuksiin on sisällytetty arvio painelinjan kustannuksista.

Maanpäälliset tulvareitit toteutetaan suurimmaksi osaksi katusuunnittelun yhteydessä. Niiden toteuttamisesta ei tule merkittäviä lisäkustannuksia. Koska tulvareitit ovat pääosin osa katurakennetta, niitä ei ole huomioitu kustannusarviossa.

Meritulvasuojaus on kaavaehdotuksen mukaan suunniteltu rantalaiturina. Suojelusta vain puistossa hulevesipainanteiden välille suositeltu osa on otettu huomioon kustannusarvioon.

31.5.2023

Taulukko 4. Alustava kustannusarvio viivytyrakenteille, hulevesiverkostolle, tulvavallille sekä tulvapumppaamolle

Järjestelmä	Kustannusarvio
Viivytyrakenteet	1 300 000 €
Hulevesiverkosto	2 100 000 €
Tulvapumppaamo	1 350 000 €
Yhteensä	n. 4 750 000 €

Tulvapumppaamon kustannukset on arvioitu paikalle valettuna mökkipumppaamona, joka varustetaan kolmella pumpulla. Pumppaamon lopullinen toteutustapa ja mitoitus voi muuttaa kustannuksia huomattavasti, joten on syytä huomioida, että sen kustannusarvio on alustava ja laadittu karkealla tasolla.

8 Yhteenvedo ja johtopäätökset

Työssä laadittiin asemakaavan muutoksia varten hulevesi- ja meritulvaselvitys. Selvitys koskee kahta asemakaavan muutosta: Ferry Terminal Turku (diaarinumero 5661-2019, kaavatunnus 8/2019) sekä Historian ja tulevaisuuden museo (diaarinumero 2540-2021, kaavatunnus 6/2021).

Selvityksessä tarkasteltiin suunnittelualueella olevan hulevesiverkoston kapasiteetti ja tulvareitit sekä 1/250 a meritulva-alueet ja riskikohteet. Suunnittelualueelle laadittiin lisäksi hulevesien hallinnan yleissuunnitelma sekä Historian ja tulevaisuuden museon (Linnanniemen) alueen että osa Ferry Terminaalin alueen maankäyttöluonnoksen perusteella sellaisella tulvatapahtumalla, jossa 1/250 a toistuvassa meritulvatilanteessa, kun kaikki hulevesiviemäriverkoston purkuputkien sulkuventtiilit on suljettu, tulee lisäksi rankkasade, jonka vesimäärä pitää johtaa tulvareittien kautta viivytykseen.

Terminaalin pohjoispuolella sijaitsevalle alueelle ei ole mahdollista sijoittaa riittävää viivytystilavuutta, joten suunnitelmassa ei ole esitetty alueelle viivytyrakenteita, vaikka syntyvä tulvavesimäärä on suuri melko läpäisemättömän päällysteen takia. Tälle alueelle suositellaan pääasiallisesti toteutettavan tulevan tasauksen suunnittelussa uusi päätulvareitti suunnittelualueen pohjoisreunalle, koska maanpäällistä tai maanalaista viivytystä ei voida helposti tai kustannustehokkaasti toteuttaa.

Linnanniemen alueelle ehdotettiin alustava tulvareittiverkosto sekä mahdollisia viivytyspainanteita, joiden perusteella osa mahdollisista sadetapahtumista aiheutuvista tulvavesimääristä voidaan paikallisesti käsitellä ennen kuin veden pumppaaminen mereen tulisi välttämättömäksi.

Tärkeimmät suunnittelun johtopäätökset on esitetty seuraavalla tavalla:

- Katu- ja kevyenliikenteen- sekä pysäköintialueille varataan mahdollisimman iso tila viherkaisuille (viherpainanteille), joissa viivytetään ja imeytetään mahdollisimman suuri osa katualueiden ja kevyen liikenteen väylien hulevesistä.
- Pintavedet johdetaan katu- sekä piha-alueilta ensisijaisesti viherkaistoihin ja niistä ylivuotona tai salaojituksella hulevesiviemäriin.
- Kaava-alueiden katualueen läpäisevän pinnan osuus tulee olla vähintään 25 % (esim. viheralueiden sekä puoliläpäisevien pinnoitteiden käytön kautta).

31.5.2023

- Kevyenliikenteen-, pysäköinti- ja piha-alueilla suositellaan käytettävän puoliläpäiseviä pinnoitteita kuten viher- tai hulekiveystä.
- Vähintään Ferry Terminaalin kaava-alueen katualueilla tulee toteuttaa 0,5 m³ viivytystä jokaista 100 läpäisemätöntä neliötä kohti.

Viivytysvaatimus voidaan toteuttaa esim. niin, että hulevesiä johdetaan reunakiven aukkojen kautta viherkaistoihin, jossa on lisäksi viivytystilavuus esimerkiksi painanteilla (painanteiden taso katualueen alempana). Vaihtoehtona voidaan johtaa hulevedet ritiläkaivojen kautta viivytyskerrokseen, joka toteutetaan kasvualustan alla esimerkiksi sepelistä. Salaojitus liitetään hulevesiviemäröinnin runkolinjaan.

- Kaava-alueille tulee toteuttaa 1 m³ korttelikohtaista viivytystä jokaista 100 läpäisemätöntä neliötä kohti.

Koska maanalaista viivytystä on kaava-alueilla haastava toteuttaa, viivytysvaatimus on toteutettava maanpäällisenä ratkaisuna: isoimmille uusille rakennuksille (esim. terminaali, pysäköintilaitos, museo) suositellaan toteuttaa vähintään osa katosta viherkattona tai jonain muuna hulevesien hallintajärjestelmänä. Korttelipihoille suositellaan (puoli)läpäisevien pinnoitteiden käytön lisäksi käyttää mahdollisuuksien mukaan viheralueet painanteina, joihin kerätään pihavedet viivytykseen.

- Suurimmat viheralueet ja puistoalueet käytetään mm. matalana viivytyspainanteena. Jos kokonaissyvyys ei ylitä noin 0,5 m ja luiskat tehdään loivaksi, varmistetaan myös isojen viheralueiden toimivuus ja monikäyttöisyys sekä virkistyskäytössä että viivytyksenä.
- Ferry terminaalin kaava-alueella merkityn LS-1 (Sataman liikennealueen) hulevedet sekä ylivuodot on johdettava Kuljetuskadun reunalta sekä terminaalin rakennuksesta pois päin (pohjoisen suuntaan).
- Suunnittelualueen ulkopuolelta alueelta tulevat tulvavedet, jotka nykytilanteessa virtaavat mahdollisesti vanhan junaradan /satamaraiteen linjausta pitkin lopuksi Satamakatuun suuntaan, on johdettava radalla tai Vallihaudan suunnittelualueen ohi.
- Suunnittelualueen tulvareitit toteutetaan niin, että saadaan jatkuvasti laskeva kaltevuus alueen reunoilta puistoalueella rakennettavaan viivytyspainanteeseen. Hulevesien viivytyksenä merkittyjen alueiden lukuun ottamatta, tulvareitillä ei saa jäädä painanteita, joista tulvavedet eivät pääse painovoimaisesti pois.
- Tulvareitit on toteutettava niin, että saadaan vähintään 20 cm käytettävä vesisyvyys (esim. reunakiveyksen kautta).
- Korttelien omat tasaukset on suunniteltava niin, että suunnittelukartalla esitettyjen tulvareitien korkotasoihin saadaan vähintään 50 cm korkeusero.
- Puistoalueelle on varattava mahdollisimman paljon tilaa tulvavesien viivytystä varten. Puiston länsiosassa varataan tämän työn suunnittelualueen tarvitsema tila, itäosassa varataan tila suunnittelualueen ulkopuolelta tulevaa tulvavettä varten. Molemmille painanteille varataan lisäksi tila hulevesipumppaamolle.

Suunnittelualueen nykytilanne on kuvattu liitekartalla 200, tulvariskikartoitus 1/250 a toistuvassa meritulvatilanteessa löytyy liitekartalta 201 ja hulevesien hallinnan yleissuunnitelma on esitetty liitekartalla 202.

31.5.2023

9 Suositukset jatkosuunnitteluun

Alustavasti määritelty nykytilanteen tulvareitti vanhan satamaraiteella / junaradalla on vielä tarkennettava niin, että sen tulvatilanteen valuma-alue ja siihen kuuluva tulvavesien määrä selvitetään tarkemmin.

Erityisesti puistoalueelle suunniteltuja tulvavesien viivytyspainanteita varten suositellaan mitata pohjavesitasoa suunnittelualueella jatkuvasti tästä suunnitteluvaiheesta lähtien.