



**SITOWISE**

Tampereen kaupunki

## **Viinikanlahden asemakaava-alue**

Virtausolosuhteiden ja pohjadynamiikan mallinnus

<b>Päiväys</b>	15.11.2022
<b>Tekijä</b>	Markus Katainen
<b>Tarkastaja</b>	Arto Itkonen
<b>Hyväksynyt</b>	Katariina Rauhala
<b>Projektinumero</b>	YKK66238
<b>Tilaaajan projekti ID</b>	21631
<b>Asemakaavan nro</b>	8755

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Selvitysalue .....	1
3	Menetelmät .....	2
3.1	Virtausmallin kuvaus.....	2
3.2	Mallin lähtötiedot.....	3
3.3	Mallin geometria.....	6
3.4	Skenaariot.....	9
3.5	Mallinnukseen liittyvät epävarmuudet .....	10
4	Tulokset .....	10
4.1	Virtausmallinnukset ilman tuulen vaikutusta .....	10
4.1.1	Nykytilanne 1. MHQ .....	10
4.1.2	Nykytilanne 2. HQ.....	11
4.1.3	Tuleva tilanne 1. MHQ .....	12
4.1.4	Tuleva tilanne 2. HQ.....	14
4.2	Tuuli- ja aaltomallinnukset.....	15
4.2.1	Nykytilanne 3. MHQ ja tuuli 5 m/s .....	15
4.2.2	Nykytilanne 4. HQ ja tuuli 20 m/s.....	17
4.2.3	Tuleva tilanne 3. MHQ ja tuuli 5 m/s .....	19
4.2.4	Tuleva tilanne 4. HQ ja tuuli 20 m/s.....	21
5	Pohjadynamiikka ja rinteiden stabiliteetti.....	23
6	Yhteenveto ja jatkosuunnittelussa huomioitavaa.....	28

## LIITTEET

Liite 1 Tampereen Viinikanlahti suunnittelusta rakentamiseen, Tampereen kaupunki 15.11.2022.

## 1 Johdanto

Viinikanlahden eteläosissa tullaan toteuttamaan laajoja vesitäyttöjä. Tässä selvityksessä tarkastellaan suunniteltujen vesistötäyttöjen vaikutuksia Viinikanlahden virtausolosuhteisiin sekä pohjadynamiikkaan. Nykytilanteen ja tulevan vesitäytön tilanteen virtausolosuhteita simuloidaan hydrodynaamisella Delft 3D -mallilla. Simulaatioita on tehty Tammerkosken keskiylivirtaamalla ja mitausajanjakson ylivirtaamalla. Lisäksi simulaatioita on tehty ilman tuulen vaikutusta ja eri tuuliolosuhteilla. Tuuliskenaarioissa on simuloitu myös aallokon vaikutusta.

Viinikanlahden eteläisen ranta-alueen täytön vaikutuksia virtausolosuhteisiin selvitettiin aikaisemmin vuonna 2019 tehdyn sedimenttien riskiarvioinnin sekä edellisissä kaavavaiheissa suoritettujen virtausmallinnusten yhteydessä. Tämän selvityksen virtausmallinnukset ovat jatkoa riskiarvioinnissa ja kaavoituksen edellisissä vaiheissa tehtyihin virtausmallinnuksiin. Virtausmallinnukset liittyvät Viinikanlahden alueella käynnissä olevaan asemakaavamuutokseen sekä alueen ympäristölupaprosessiin. Kaikki virtausmallinnukset on tehty Sitowise Oy:n toimesta. Virtausmallinnusten tuloksia ja tuulen pyyhkäisymatkan perusteella laskettua vaikutussyvyyttä on käytetty arvioitaessa sedimenttien eroosioherkkyyttä sekä eroosio-, kulkeutumis- ja sedimentaatioprosesseja.

Viinikanlahdelta on tehty vuonna 2019 virtaama-, virtausnopeus- ja vedenkorkeusmittauksia Turun yliopiston toimesta. Mittausaineistoja on käytetty virtausmallin kalibrointiin.

Tässä selvityksessä on käytetty asemakaavaluonnoksen 14.3.2022 mukaista vesityötön rajausta mallin rantaviivana. Mallin geometriassa on mukana myös alueelle suunniteltuja silta- ja aallomurtajarakenteita. Tuulen pyyhkäisymatkaa laskettaessa on huomioitu suunniteltu aallomurtajarakenne sekä Ratinanrannan laiturirakenteet. Tulevan sillan tukirakenteita ei ole huomioitu.

Sitowise Oy:ssä hydrodynaamisen mallinnuksen hankkeeseen toteuttivat Markus Katainen ja Giovanni Chaurand. Pohjadynaamiset laskelmat teki Outi Hyttinen. Arto Itkonen toimi projektipäällikkönä ja vastasi laadunvarmistuksesta. Tampereen kaupungin yhteyshenkilöt työssä olivat Raija Tevaniemi ja Katariina Rauhala.

## 2 Selvitysalue

Viinikanlahti sijaitsee Tampereen Pyhäjärvellä, Tampereen keskustan eteläpuolella. Selvitysalue rajautuu Viinikanlahden sisäosiin (*kuva 1*). Alueen rajaukseen vaikuttivat täytettävän ranta-alueen laajuus ja tehtyjen tarkempien syvyysluotausten alueellinen kattavuus. Viinikanlahteen laskee pohjoisesta Tammerkoski, jonka virtaama on

voimakkaasti säännöstelty. Lisäksi Viinikanlahden laskee idästä pienempi Viinikanojan uoma.

Tuulettoman tilanteen simulaatioissa mallin laskentahila rajautuu Viinikanlahden selvitysalueeseen. Tuuli- ja aaltomallinuksissa laskentahila ulottuu Rajasalmen siltaan asti (kuva 2). Mallinusalue on rajattu siten, että tuulen ja aallokon vaikutusmatka on kokonaisuudessaan mukana.



Kuva 1. Selvitysalueen rajaus sekä vesitäytön laajuus, ja mallin geometriaan sisällytetyt silta-rakenteet 14.03.2022 kaavaluonnoksen mukaisesti.



Kuva 2. Aaltomallinnuksen alue rajautuu Rajasalmen siltaan.

### 3 Menetelmät

#### 3.1 Virtausmallin kuvaus

Simulaatiot on ajettu Delft3D-mallilla. Kolmiulotteisen virtausdynamiikan mallinnukseen on käytetty hydrodynaamista Delft3D-FLOW-virtausmoduulia. Aallokon mallinnukseen on käytetty Delft3D-wave moduulia. Tuuli- ja aaltoskenaariot on ajettu siten, että virtaus- ja aaltomodulit kommunikoivat keskenään simulaation aikana. Näin aallot vaikuttavat virtausolosuhteisiin ja

virtausolosuhteet puolestaan aaltojen muodostumiseen.

Delft3D FLOW simuloi fysikaalisten pakotteiden aiheuttamaa veden virtausta ja kulkeutumisprosesseja. Viinikanlahdella virtausolosuhteisiin vaikuttavat ennen kaikkea Tammerkosken virtaama ja tuuliolosuhteet.

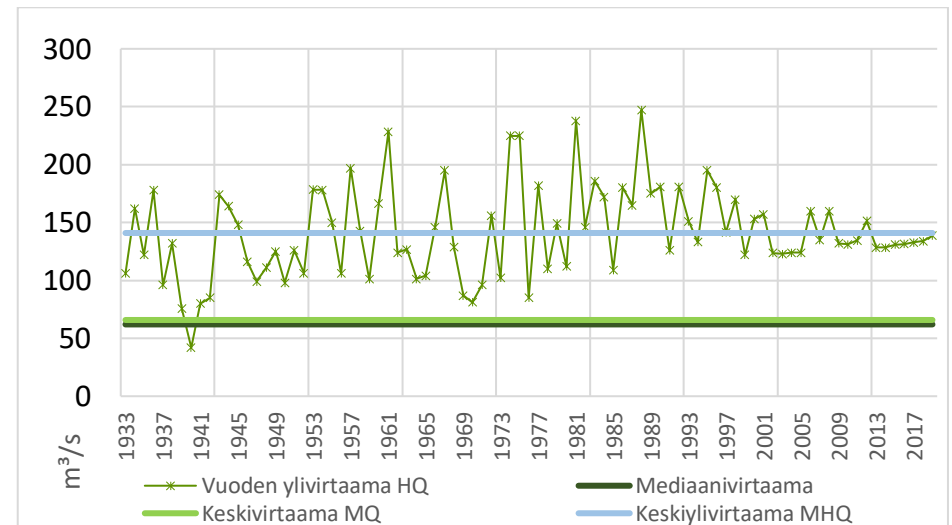
### 3.2 Mallin lähtötiedot

Simulaatioissa on käytetty Tammerkosken virtaamana koko mittausajanjakson (1933–2019) keskiylivirtaamaa (MHQ 140.9 m<sup>3</sup>/s) ja koko mittausajanjakson ylivirtaamaa (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) (taulukko 1). Koko mittausajanjakson ylivirtaama vastaa toistuvuudeltaan noin kerran sadassa vuodessa toistuvaa virtaamaa.

Tammerkosken virtaamaa säännöstellään ja virtaamamittauksia on tehty vuodesta 1933 asti (kuva 3). Vuosittaiset vaihtelut ylivirtaamassa olivat suuria vuosina 1933–2000. Kuitenkin viimeisen 20 vuoden aikana vuosittaiset ylivirtaamat ovat olleet lähellä keskiylivirtaamaa, eikä vuosittaista vaihtelua ylivirtaaman suuruudessa juuri esiinny.

Taulukko 1. Tammerkosken virtaamat ajanjaksolla 1933–2019.

Virtaamat (m <sup>3</sup> /s)	1933–2019	1999–2019
Alivirtaama (NQ)	0,0	0,0
Keskialivirtaama (MNQ)	2,5	2,2
Mediaanivirtaama	62,0	62,4
Keskivirtaama (MQ)	65,8	63,8
Keskiylivirtaama (MHQ)	140,9	136,0
Ylivirtaama (HQ)	247,0	160,0



Kuva 3. Tammerkosken pitkäaikaiset virtaamamittaukset 1933–2019 (m<sup>3</sup>/s).

Viinikanojan keskivirtaaman arviotiin olevan aikaisemmin tehtyjen kenttämittausten (16.5.2019) perusteella noin 0,27 m<sup>3</sup>/s sekä maksivirtaaman (HQ) noin kymmenker-tainen keskivirtaamaan nähden (2,73 m<sup>3</sup>/s).

Nykytilan malliin on lisätty myös pumppaamon ja Viinikanlahden jätevedenpuhdistamon purkupuutket. Puhdistamon putki purkaa vetensä Viinikanlahden keskiosiin. Pumppaamon purkupuutki sijaitsee nykyisellään Viinikanlahden etelärannassa ja tulevan vesitäytön tilanteessa purkupuutken linjaus tullaan siirtämään siten, että se purkaa Viinikanlahden läntisen päävirtauksen suuntaan. Tulevassa tilanteessa nykyinen jätevedenpuhdistamon purkupuutki poistuu käytöstä. Mallissa on käytetty jätevedenpuhdistamon purkupuutken virtaamana vuoden 2020 keskivirtaamaa: 0,835 m<sup>3</sup>/s. Pumppaamon virtaamana on käytetty vuorokauden keskiarvoa: 0,058 m<sup>3</sup>/s.

Tämän lisäksi Viinikanlahteen purkautuu useita hulevesiviemäreitä. Hulevesiviemärit purkavat kuitenkin Viinikanlahteen hajautetusti useasta paikasta. Viinikanlahden etelärannalta purkautuu myös pohjavettä. Mallissa ei ole kuvattu pohjaveden ja hulevesiviemäreiden purkautumista,

koska vaikutukset laajemman mittakaavan virtausolosuhteisiin ovat vähäisiä.

Mallissa on käytetty keskiylivirtaaman (MHQ) aikaisena vedenkorkeutena Pyhäjärven keskivedenkorkeutta + 77,38 m (N2000) ja ylivirtaaman aikaisena vedenkorkeutena vuonna 1988 mitatun ylivirtaaman (HQ 247 m/s) aikaista vedenkorkeutta + 77,54 m (N2000). Aaltomallinuksissa on käytetty keskivedenkorkeutta. Vedenkorkeus-tiedot on haettu SYKE:n Hertta-palvelusta Pyhäjärven Nokian havaintopisteeltä nro 3507210. Kuvassa 4 on esitetty malliin syötetyt fysikaaliset pakotteet.





Kuva 4. Malliin syötetyt fysikaaliset pakotteet: vedenkorkeudet ja virtaamat.

Tuuli- ja aaltomallinnuksissa käytettiin lisäksi Tampereen Siilinkarin havaintoaseman tuulimitauksia. Havaintoaseman tuuliolosuhteet edustavat hyvin avoimen järvenselän tuuliolosuhteista. Keskiylivirtaamaskenaario ajettiin mittausajanjakson keskituulella (5 m/s) ja ylivirtaamaskenaario mittausajanjakson voimakkaimmalla mitatulla myrskyllä (15.11.2001), jolloin tuulen keskinopeus oli voimakkaimmillaan 20 m/s ja puuskat 29 m/s. Simulaatiot on ajettu länsituulella (270°). Tuulen pyyhkäisymatka on pisin länsituulella, jolloin myös tuulen ja aallokon vaikutukset virtausolosuhteisiin ovat suurimmat.

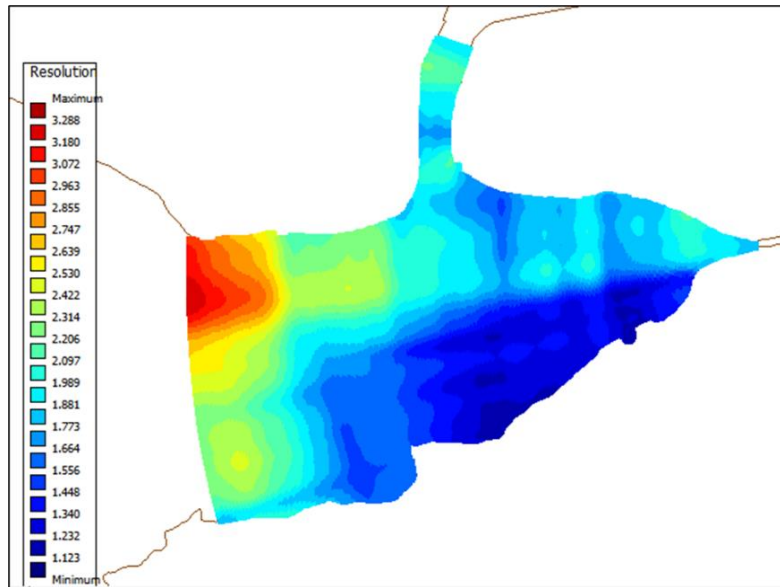
### 3.3 Mallin geometria

Virtausmallinnuksia on tehty kahdella eri laskentahilalla. Tuulettoman tilanteen skenaariossa virtausmallin laskentahilan rajautuu Viinikanlahteen. Laskentahilan resoluutio vaihtelee 1,1–3,3 m välillä (*kuva 5*). Laskentahilan resoluutio on kaikin tarkin Viinikanlahden sisä- ja eteläosissa lähellä tulevaa täyttöaluetta.

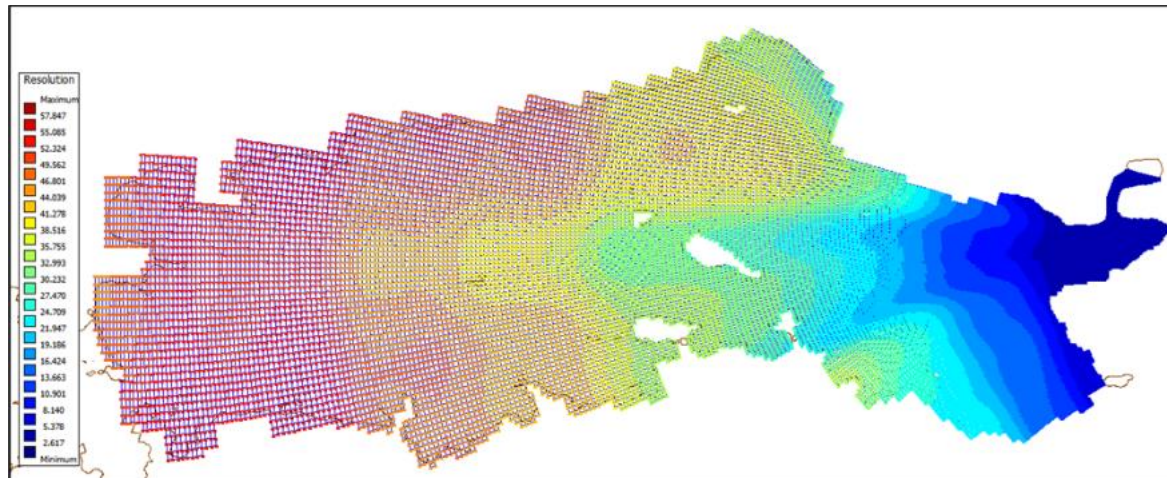
Tuuli- ja aaltomallinnuksissa laskentahila ulottuu Rajasalmen siltaan asti. Laskentahilan resoluutio

vaihtelee 2,6 m ja 58 m välillä (*kuva 6*). Resoluutio kasvaa kohti Rajasalmen siltaa ja se on tarkimmillaan Viinikanlahden täyttöalueilla. Viinikanlahdella laskentahilan resoluutio on 2,6–5 m.





Kuva 5. Virtausmallinnusten laskentahilan resoluutio tuulettoman tilanteen skenaariossa.

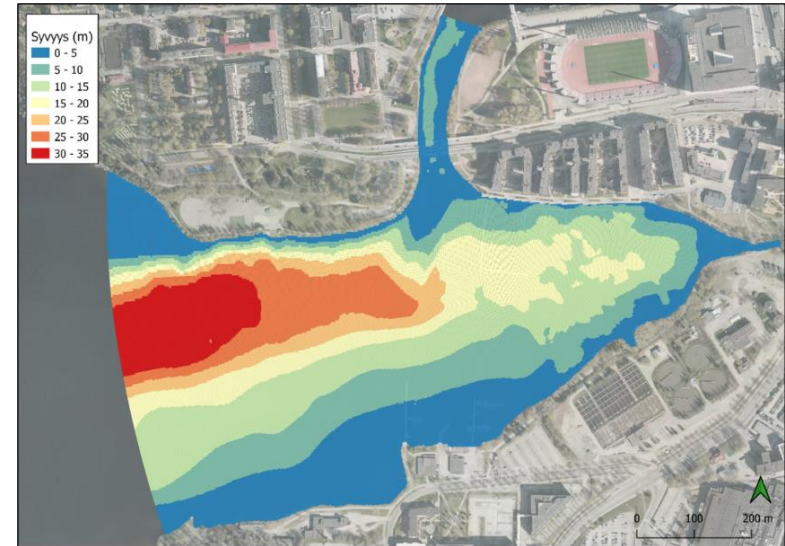


Kuva 6. Laskentahilan resoluutio tuuli- ja aaltomallinnuksiin.

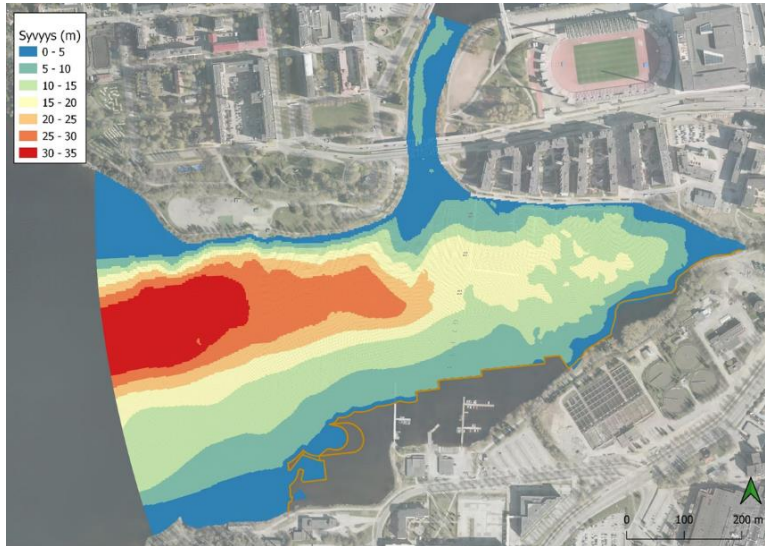
Simulaatiot on ajettu kuudella vertikaalikerroksella, joiden paksuudet ovat pinnasta pohjaan 25 %, 25 %, 20 %, 15 %, 10 % ja 5 % koko vesipatsaan syvyydestä. Tämä tarkoittaa, että kerrospaksuudet vaihtelevat syvyyden mukaan, niin että syvyyden kasvaessa myös kerrosten paksuus kasvaa. Pohjanläheinen kerros on määritelty kaikkein tarkimmaksi (5 %), koska pohjanläheisten virtausnopeuksien perusteella voidaan arvioida sedimentin eroosiota ja kulkeutumista.

Viinikanlahden virtausolosuhteita on mallinnettu kahdella eri syvyysgeometrialla. Nykytilan skenaarioissa on käytetty nykytilan mukaista syvyysgeometriaa ja tulevan tilanteen skenaarioissa asemakaavaluonnoksen 14.3.2022 mukaista vesitäytön rajausta.

Tulevan tilanteen geometriassa vesitäyttöalue tehdään osittain ponttiseinällä (satama-alue) ja muuten luiskaamalla. Virtausmallin geometriaan on lisätty myös aallonmurtaja- ja siltarakenteet. Aallonmurtajan pituus on noin 100 m ja leveys 12 m. Virtausmallissa rakenne ulottuu kahden metrin syvyyteen keskivedenpinnasta. Lisäksi malliin on lisätty aallonmurtajan ja sillan putkipaalut kuivina laskentahilan soluina. Putkipaaluja on aallonmurtajassa 20 m välein 3 kpl/rivi. Siltarakenteessa on kolme välitukea, joista kustakin lähtee 6 kpl putkipaaluja. Tuuli- ja aaltomallinnusten geometriassa on mukana aallonmurtaja, mutta ei putkipaaluja ja siltarakenteen välitukia. Kuvissa 7 ja 8 on esitetty nykyisen ja tulevan tilanteen mukaiset syvyysgeometriat.



Kuva 7. Nykytilanteen mukainen syvyysgeometria Viinikanlahdella.



Kuva 8. Tulevan skenaario mukainen syvyysgeometria Viinikanlahdella.

### 3.4 Skenaariot

Virtausolosuhteita simuloitiin kahdeksassa eri skenaariossa, joista neljä on nykytilanteen mukaisia skenaariota ja neljä tulevan vesitöytön mukaisia skenaariota. Simulaatioita ajettiin ilman tuulen vaikutusta, keskituulella (5 m/s) sekä Tampereen Siilinkarin havaintoaseman mittausajanjakson voimakkaimmalla tuulitilanteella (15.11.2001).

Skenaariota ajettiin keskiylivirtaamalla (MHQ) ja koko mittausajanjakson ylivirtaamalla (HQ):

**Nykytilanne 1 MHQ.** Nykytilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu

keskiylivirtaaman (MHQ 140,9 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli 0 m/s.

**Nykytilanne 2 HQ.** Nykytilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu ylivirtaaman (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli 0 m/s.

**Nykytilanne 3 MHQ.** Nykytilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu keskiylivirtaaman (MHQ 140,9 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli 5 m/s, suunta 270°.

**Nykytilanne 4 HQ.** Nykytilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu ylivirtaaman (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli voimakkaimmillaan 20 m/s, suunta 270°.

**Tuleva tilanne 1 MHQ.** Tulevan tilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu keskiylivirtaaman (MHQ 140,9 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli 0 m/s.

**Tuleva tilanne 2 HQ.** Tulevan tilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu ylivirtaaman (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli 0 m/s.

**Tuleva tilanne 3 MHQ.** Tulevan tilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu keskiylivirtaaman (MHQ 140,9 m<sup>3</sup>/s) aikaisia virtausolosuhteita. Tuuli 5 m/s, suunta 270°.

**Tuleva tilanne 4 HQ.** Tulevan tilanteen mukainen syvyysgeometria. Skenaariossa simuloitu ylivirtaaman (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) aikaisia

virtausolosuhteita. Tuuli voimakkaimmillaan 20 m/s, suunta 270°.

### 3.5 Mallinnukseen liittyvät epävarmuudet

Mallinnukseen liittyy aina epävarmuustekijöitä, koska simulaatio on aina yksinkertaistus todellisuudesta, ja mallinnusten tuloksia tulee aina tulkita näiden epävarmuustekijöiden kautta. Laskentahilan pienimmän erotustarkkuuden vuoksi malli yksinkertaistaa hilakokoa pienempiä kohteita, joita ovat esimerkiksi pienet saaret ja niemet sekä kapeat matalikot ja syvänteet. Tällaista syvyysgeometrian yksinkertaistusta tapahtuu etenkin tuuli- ja aaltomallinnuksissa ulompana Pyhäjärvellä, jossa laskentahilan resoluutio on karkeampi. Viinikanlahden selvitysalueella mallin erotustarkkuus on kuitenkin hyvä.

Virtausmallinnuksissa on käytetty voimakkaimman tuulitilanteen skenaariona Tampereen Siilikarin mittausajanjakson voimakkainta tuulitilannetta. Skenaariossa tuuli on käännetty länsitulleksi, jolloin tuulen pyyhkäisy matka on pisin ja aallokon vaikutukset voimakkaimmat. Vaikka skenario on todennäköisesti kokonaisvaikutusten kannalta pahin, voi vaikutukset olla paikallisesti suurempia toisella tuulen suunnalla.

Virtausmallinnukseen liittyvistä epävarmuustekijöistä huolimatta mallinnustulokset vastaavat hyvin nykytilannetta, ja niiden perusteella voidaan arvioida luotettavasti vesitäyttöjen aiheuttamia muutoksia virtausolosuhteissa. Virtausmalli on

kalibroitu perustuen Viinikanlahdelta vuonna 2019 tehtyihin virtausmittauksiin, minkä lisäksi mallin syvyysgeometrian laatimiseen käytetty luotausaineisto on erittäin kattava.

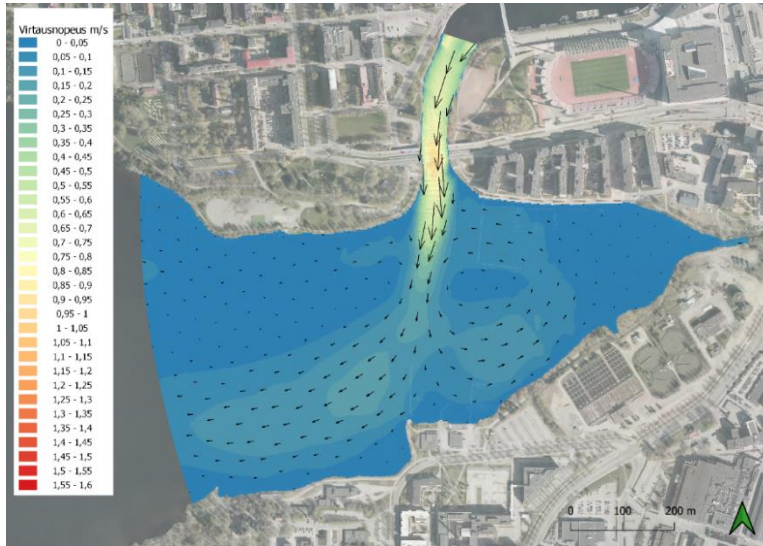
## 4 Tulokset

### 4.1 Virtausmallinnukset ilman tuulen vaikutusta

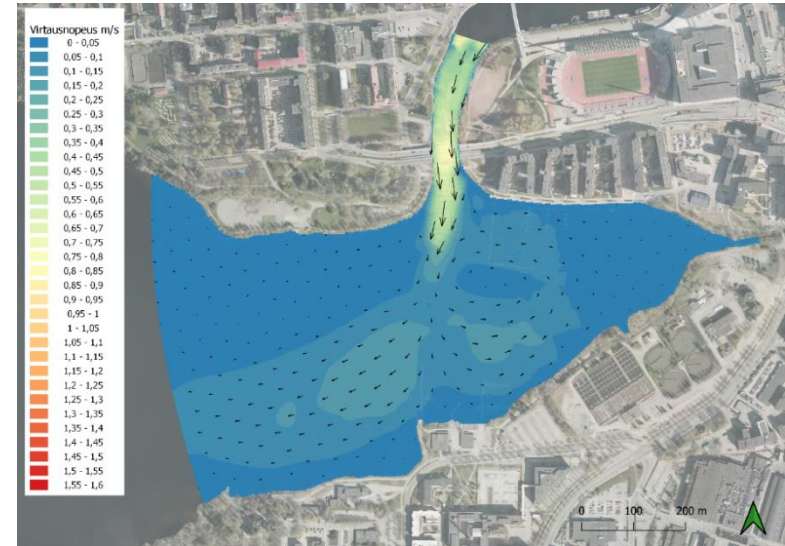
#### 4.1.1 Nykytilanne 1. MHQ

Nykytilanteessa Tammerkosken virtaus jakautuu Viinikanlahdella selkeästi kahteen pyörteeseen, joista länteen suuntautuva pyörre virtaa myötäpäivään ja itään suuntautuva vastapäivään. Länteen suuntautuva pyörre on selvästi itäistä laajempi. Keskiylivirtaamaskenaariossa (MHQ 140,9 m<sup>3</sup>/s) Viinikanlahden eteläosan keskimääräiset virtausnopeudet ovat sekä itään että länteen suuntautuvassa pyörteessä voimakkaimmillaan 0,15–0,20 m/s. Virtausnopeudet heikkenevät mentäessä kauemmas Tammerkoskesta tulevasta päävirtauksesta. Pohjanläheiset virtausnopeudet ovat samoilla alueilla voimakkaimmillaan 0,10–0,15 m/s. Kuvissa 9 ja 10 on esitetty nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaarion simuloitujen virtausnopeudet.





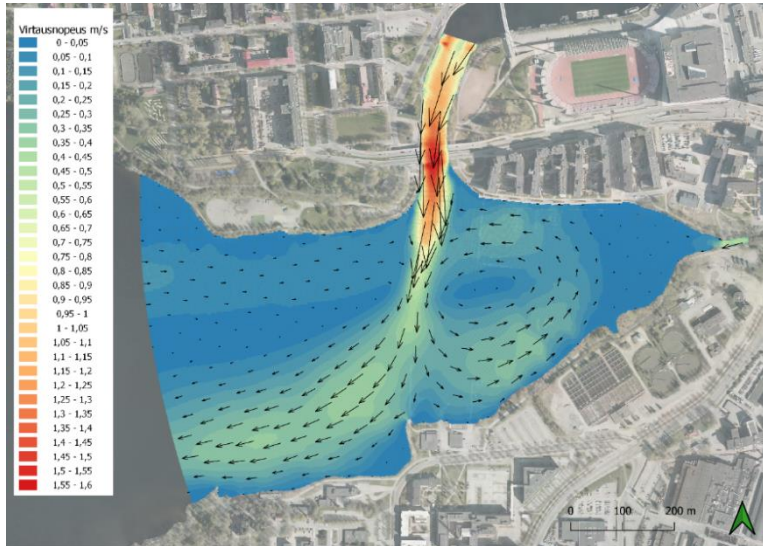
Kuva 9. Vesipatsaan keskimääräinen virtausnopeus nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (skenaario Nykytilanne 1).



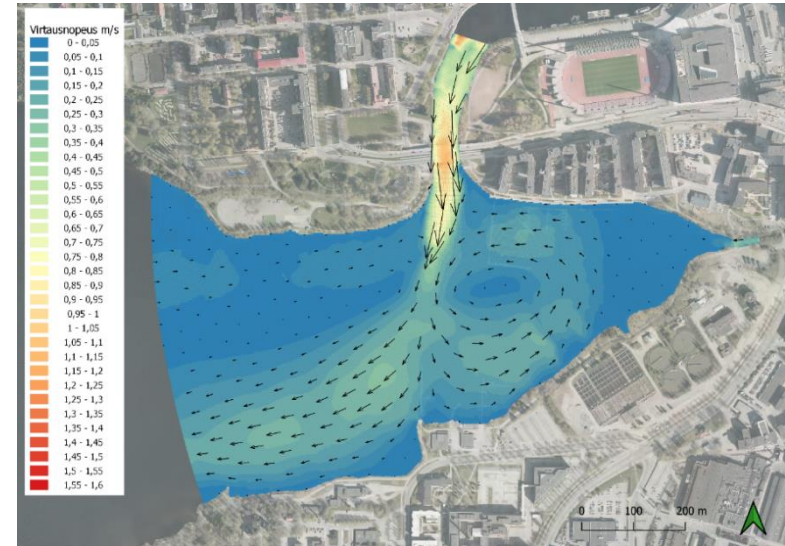
Kuva 10. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (skenaario Nykytilanne 1).

#### 4.1.2 Nykytilanne 2. HQ

Ylivirtaamatilanteessa (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) virtausnopeudet kasvavat voimakkaasti sekä Tammerkoskessa että Viinikanlahdella verrattuna keskiylivirtaaman tilanteeseen. Viinikanlahteen muodostuvien pyörteiden sijainti säilyy ennallaan, mutta virtausnopeudet kasvavat. Vesipatsaan keskimääräiset virtausnopeudet ovat voimakkaimmillaan Viinikanlahden eteläosissa 0,35–0,40 m/s (kuva 11) ja pohjanläheisessä kerroksessa 0,30–0,35 m/s (kuva 12).



Kuva 11. Vesipatsaan keskimääräinen virtausnopeus nykytilanteen ylivirtaamaskenaariossa (skenaario Nykytilanne 2).



Kuva 12. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus nykytilanteen ylivirtaamaskenaariossa (skenaario Nykytilanne 2).

#### 4.1.3 Tuleva tilanne 1. MHQ

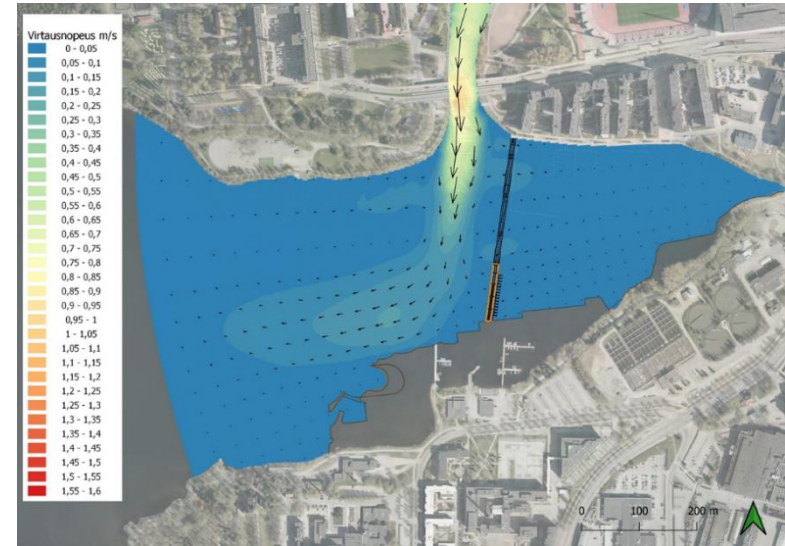
Tulevan tilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (MHQ 140,9 m<sup>3</sup>/s) Viinikanlahdelle muodostuu nykytilannetta vastaavalla tavalla itään ja länteen päin suuntautuvat virtauspyörteet. Vesitäyttöjen myötä Viinikanlahden poikkipinta-ala pienenee merkittävästi, mikä osaltaan pienentää muodostuvia pyörteitä.

Tulevassa tilanteessa länteen suuntautuvan virtauksen keskimääräiset nopeudet ovat täyttöalueen edustalla enimmäkseen 0,10–0,15 m/s, ja voimakkaimmillaan pienellä alueella yli 0,15 m/s.

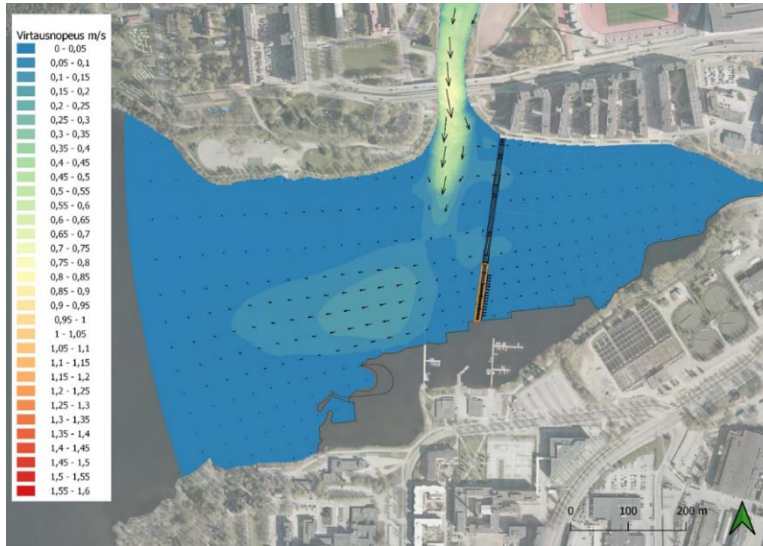


Täyttöalueen rajalla virtausnopeudet ovat pienempiä (noin 0,05 m/s). Länteen päin suuntautuvat voimakkaimmat virtausnopeudet heikkenevät hieman verrattuna nykytilanteeseen.

Itään päin suuntautuva pyörre heikkenee voimakkaasti alueen rakennettavan aallonmurtajan ja sillarakenteiden vaikutuksesta. Virtausta heikentää ennen kaikkea kaksi metriä keskivedenpinnan alapuolelle ulottuva aallonmurtaja. Viinikanlahden sisäosiin suuntautuva virtauspyörre kuitenkin säilyy, vaikka virtausnopeudet selvästi heikkenevät. Virtaus pääsee ohjautumaan aallonmurtajarakenteen alitse syvemmissä vesikerroksissa. Itäisen pyörteen virtausnopeudet ovat enimmäkseen alle 0,05 m/s. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty tulevan tilanteen keskiylivirtaamaskenaarion simuloituja virtausnopeuksia.



Kuva 13. Vesipatsaan keskimääräinen virtausnopeus tulevan tilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 1).



Kuva 14. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus tulevan tilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 1).

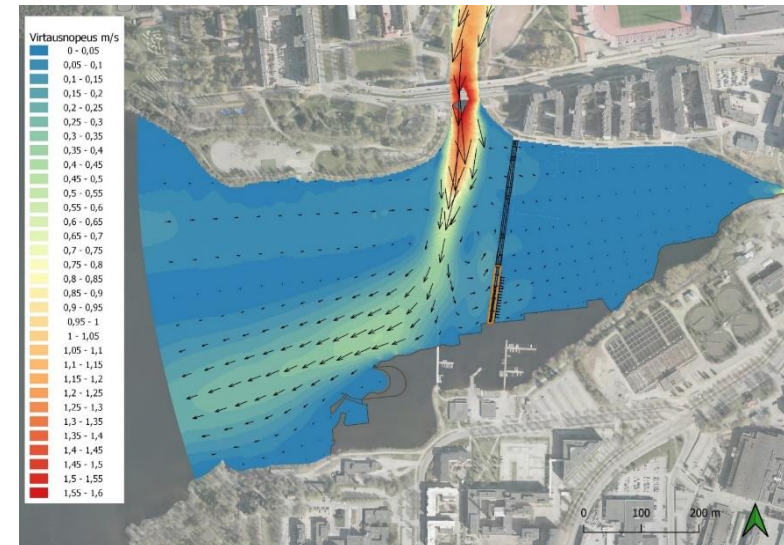
#### 4.1.4 Tuleva tilanne 2. HQ

Tulevan tilanteen ylivirtaamaskenaariossa (HQ 247 m<sup>3</sup>/s) vesipatsaan keskimääräiset virtausnopeudet ovat länteen suuntautuvassa pyörteessä voimakkaimmillaan yli 0,40 m/s ja pohjanläheiset virtausnopeudet noin 0,35 m/s. Voimakkaimman virtauksen alue on nykytilanteeseen verrattuna kapeampi ja virtausnopeudet hieman suurempia.

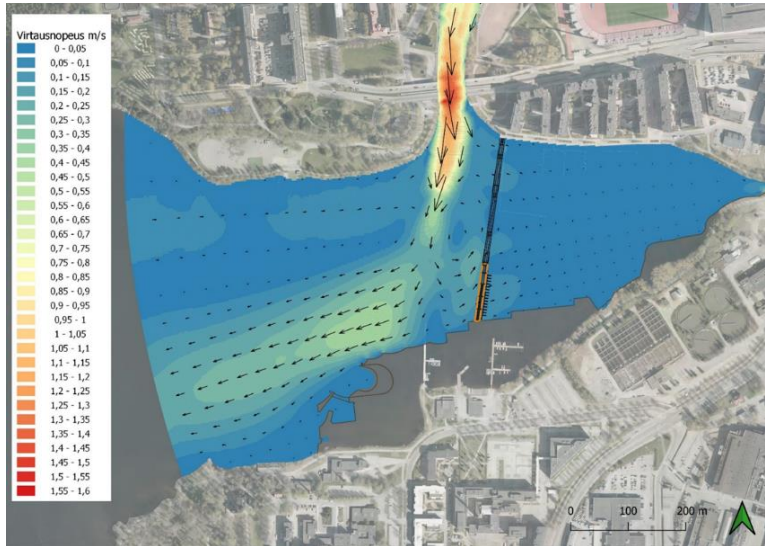
Verrattuna nykytilanteeseen länteen suuntautuvan pyörteen voimakkaimman virtauksen alue on lähempänä rantaa, minkä vuoksi myös virtausnopeudet ovat täyttöalueen rajalla keskimäärin

suurempia kuin nykyisellä rantavyöhykkeellä. Luiskalla tehtävän rannan läheisyydessä virtausnopeudet ovat voimakkaimmillaan yli 0,30 m/s. Virtaus ohjautuu kuitenkin rannan suuntaisesti, eikä virtauksen voima näin ollen kohdistu kohti suoraan rantaan nähden.

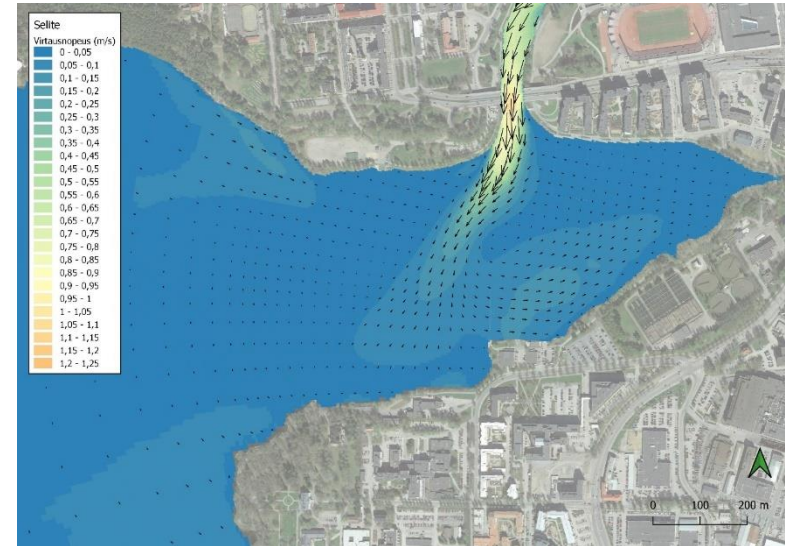
Viinikanlahden sisäosiin suuntautuvan pyörteen virtausnopeudet ovat myös ylivirtaamaskenaariossa pääosin alle 0,05 m/s. Virtausnopeudet ovat yli 0,05 m/s ainoastaan tulevan siltarakenteen läheisyydessä. Tulevan tilanteen ylivirtaamaskenaarion simuloituiden virtausnopeudet on esitetty kuvissa 15 ja 16.



Kuva 15. Vesipatsaan keskimääräinen virtausnopeus tulevan tilanteen ylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 2).



Kuva 16. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus tulevan tilanteen ylivirtaamaskenaariossa (skenaario Tuleva tilanne 2).



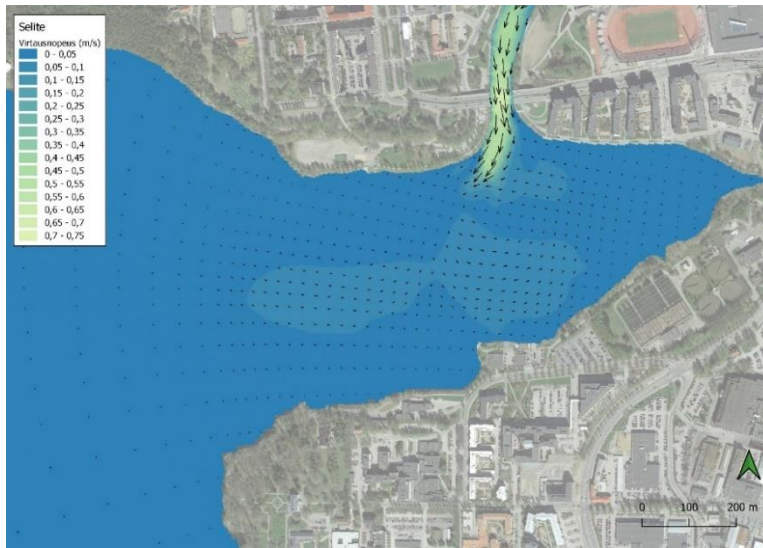
Kuva 17. Pintakerroksen virtausnopeus nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 5 m/s 270° (Nykytilanne 3).

## 4.2 Tuuli- ja aaltomallinnukset

### 4.2.1 Nykytilanne 3. MHQ ja tuuli 5 m/s

Viinikanlahdella muodostuu Tammerkosken virtauksen vaikutuksesta vasta- ja myötäpäivään virtaavat pyörteet. Länsituulen vaikutuksesta virtauspyörteet eivät ole yhtä voimakkaita, kun tuulettoman tilanteen skenaariossa. Virtausnopeudet ovat heikompia sekä pinta- että pohjakerroksessa (kuvat 17 ja 18). Pintakerroksen virtausnopeudet ovat Viinikanlahden eteläosissa enimmillään 0,1–0,15 m/s ja pohjanläheisessä kerroksessa 0,05–0,1 m/s.



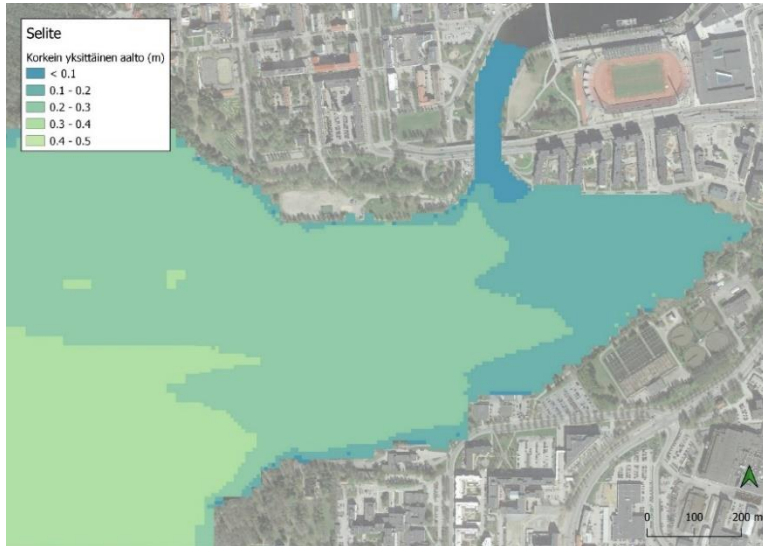


Kuva 18. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 5 m/s (Nykytilanne 3).

Keskituuliskenaarion simuloitu merkitsevä aallonkorkeus on Viinikanlahden alueella pääosin 0,1–0,2 m ja korkeimmat yksittäiset aallot 0,2–0,3 m (kuvat 19 ja 20).



Kuva 19. Merkitsevä aallonkorkeus nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 5 m/s ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).

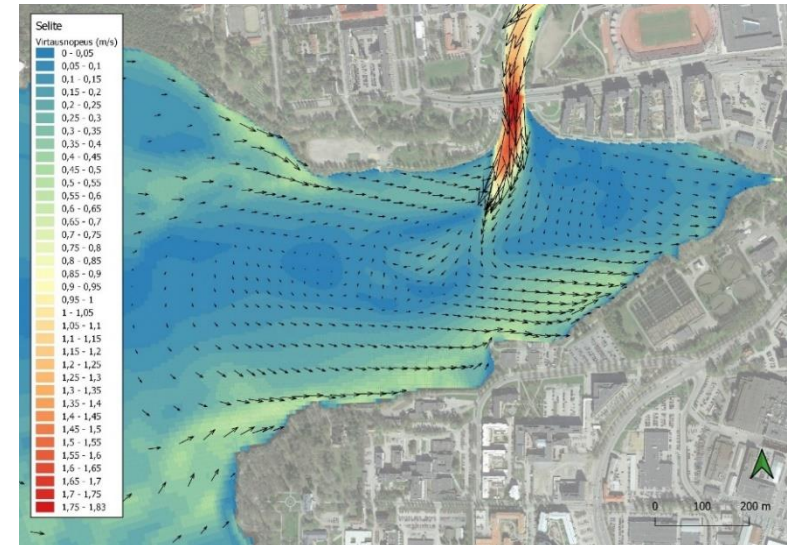


Kuva 20. Korkein yksittäinen aalto nykytilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 5 m/s ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).

#### 4.2.2 Nykytilanne 4. HQ ja tuuli 20 m/s

Maksimituulen skenaariossa tuulen vaikutus pintakerroksen virtaussuuntiin ja -nopeuksiin korostuu (kuva 21). Viinikanlahden pintavirtaus suuntautuu tuulen vaikutuksesta pääosin kohti itää, mikä heikentää merkittävästi Tammerkosken virtauksen länteen päin suuntautuvaa haaraa. Tammerkosken päävirtauksen aiheuttamat pyörteet eivät näy Viinikanlahdella yhtä selkeästi kuin tyyneen tilanteen mallinuksissa. Virtausnopeudet voimistuvat tuulen vaikutuksesta selvimmin rantojen läheisyydessä. Pintavirtaus suuntautuu kohti itää koko Viinikanlahden etelärannan

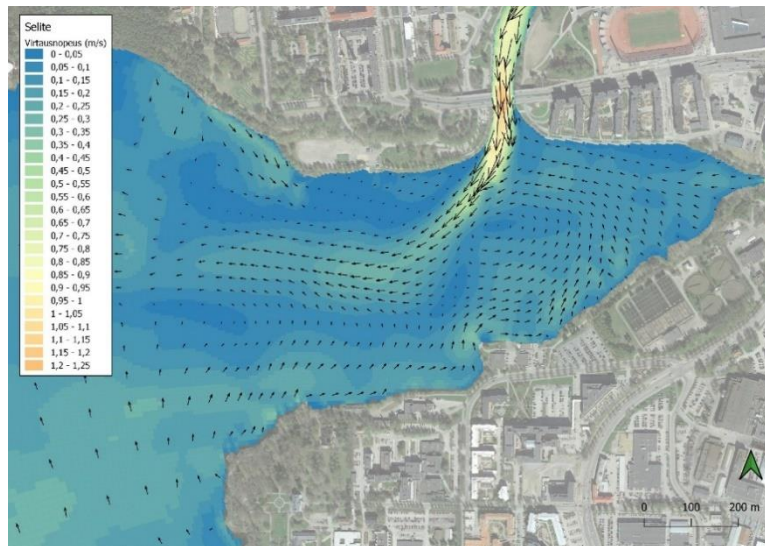
matkalla, eikä rannan läheistä länteen päin suuntautuvaa virtaushaaraa synny lainkaan. Pintavirtauksen nopeudet ovat Viinikanlahden eteläosissa pääosin 0,4–0,65 m/s.



Kuva 21. Pintakerroksen virtausnopeus nykytilanteen ylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 20 m/s. (Nykytilanne 4).

Pohjakerroksen virtausnopeuksissa näkyy pinta-kerrosta selvemmin Tammerkoskesta länteen suuntautuva virtauspyörteen haara (kuva 22). Länteen suuntautuva virtauspyörre sijaitsee Viinikanlahden keskiosissa, eikä ulotu rantaan asti kuten tyyneen tilanteen skenaariossa. Viinikanlahdelle sisäosiin syntyy myös vastapäivään virtaava pyörre. Viinikanlahden sisä- ja eteläosissa pohjanläheinen virtaus suuntautuu pois päin rannasta.

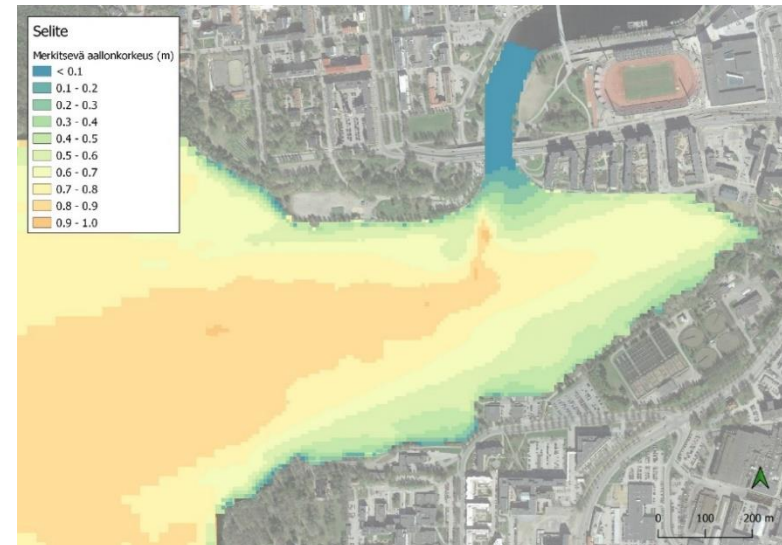
Viinikanlahdella syntyy tuulen vaikutuksesta selvä vertikaalinen pyörre, jossa pintavirtaus suuntautuu pääosin kohti itää ja pohjavirtaus kohti länttä. Pohjakerroksen virtausnopeudet ovat Viinikanlahden eteläisellä ranta-alueella pääosin 0,15–0,35 m/s.



Kuva 22. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus nykytilanteen ylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 20 m/s. (Nykytilanne 4).

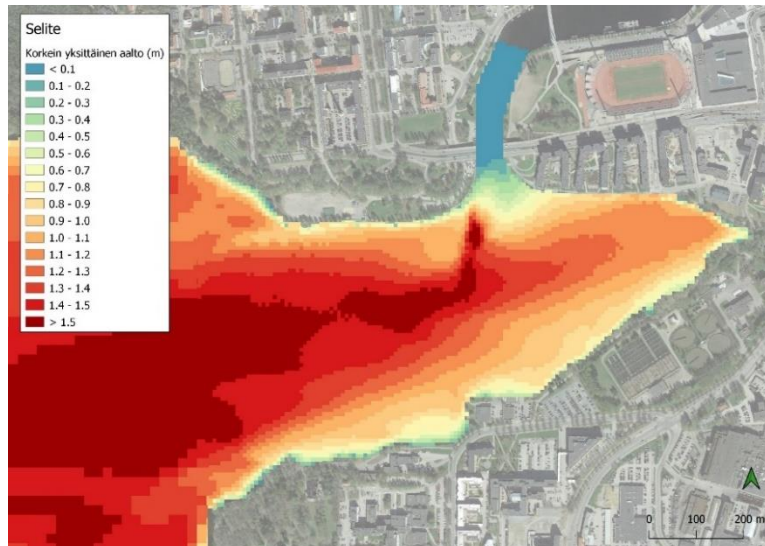
Maksimituulen 20 m/s skenaariossa merkitsevä aallonkorkeus nousee Viinikanlahden länsiosissa yli 0,8 m ja korkeimmat yksittäiset aallot yli 1,5 m. Viinikanlahden sisäosissa merkitsevä aallonkorkeus on pääosin 0,6–0,8 m ja korkeimmat yksittäiset aallot 1,1–1,3 m. Tammerkosen suuaukolle muodostuu virtauksen aiheuttaman

seisova aalto -ilmiön vaikutuksesta korkeampaa aaltoa - merkitsevä aallonkorkeus on enimmillään yli 0,9 m ja korkeimmat aallot 1,7 m. Merkitsevä aallonkorkeus on esitetty kuvassa 23 ja korkeimmat yksittäiset aallot kuvassa 24.

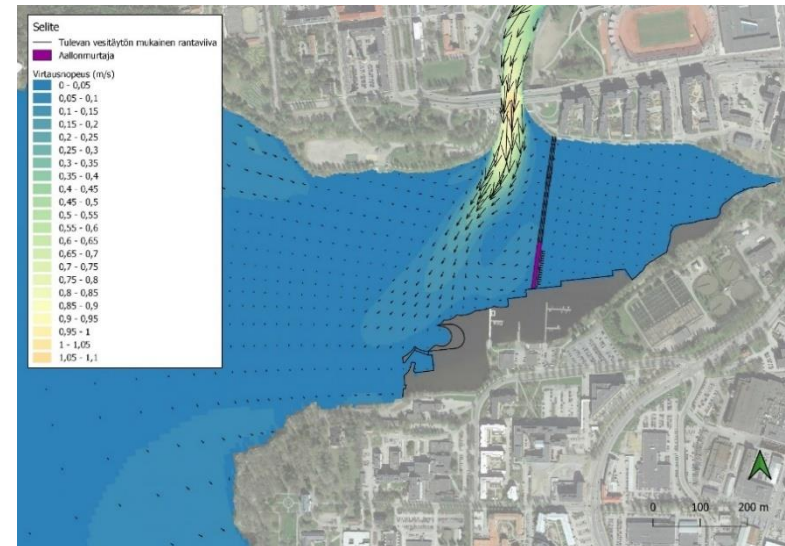


Kuva 23. Merkitsevä aallonkorkeus nykytilanteen ylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 20 m/s ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).





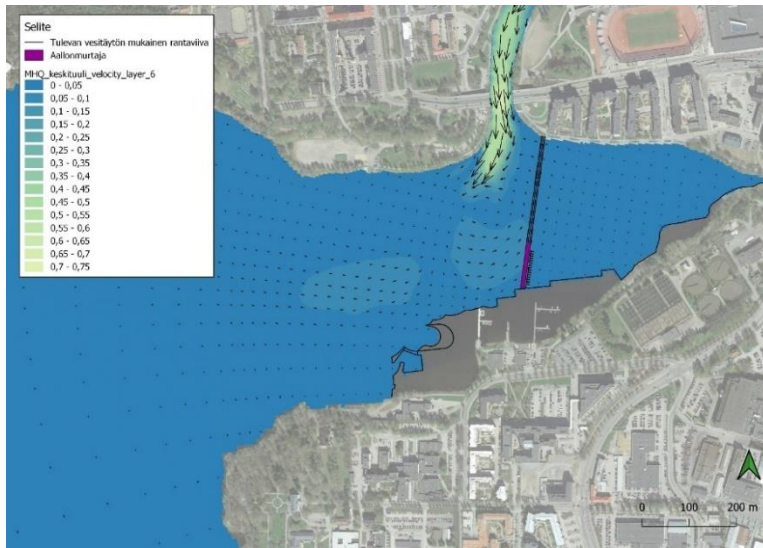
Kuva 24. Korkein yksittäinen aalto nykytilanteen ylivirtaamaskenaariossa. Tuuli 20 m/s ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).



Kuva 25. Pintakerroksen virtausnopeus tulevan tilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 3).

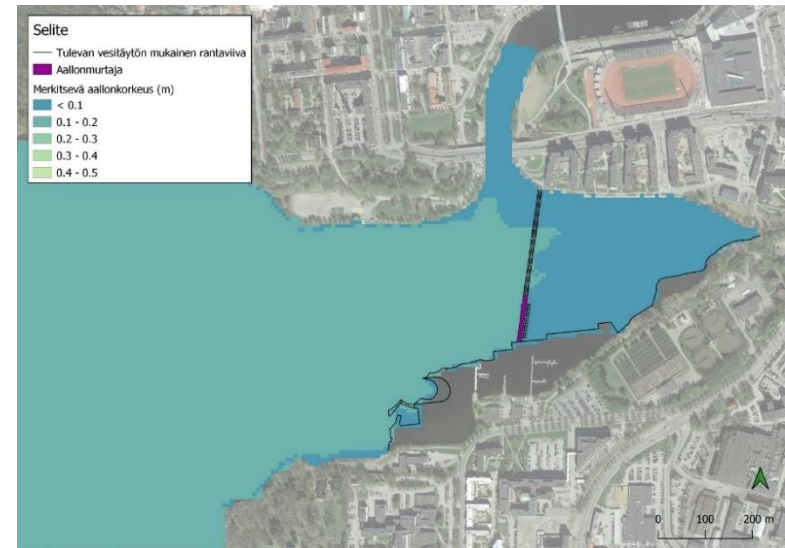
#### 4.2.3 Tuleva tilanne 3. MHQ ja tuuli 5 m/s

Viinikanlahdelle syntyy edelleen myötä- ja vastapäivään virtaavat pyörteet, jotka näkyvät sekä pinta- että pohjakerroksen virtauksissa (kuvat 25 ja 26). Aallonmurtajan vaikutuksesta itäisen pyörteen virtaus kääntyy voimakkaammin kohti pohjoista, mikä näkyy kaikkein selkeimmin pinta- virtauksessa. Aallonmurtajan itäpuolella tapahtuu edelleen virtausta, mutta virtausnopeudet ovat heikkoja (alle 0,05 m/s). Aallonmurtajan länsipuolella vesitäyttöjen läheiset virtausnopeudet ovat voimakkaimmillaan pintakerroksessa 0,05–0,1 m/s ja pohjakerroksessa noin 0,05 m/s.

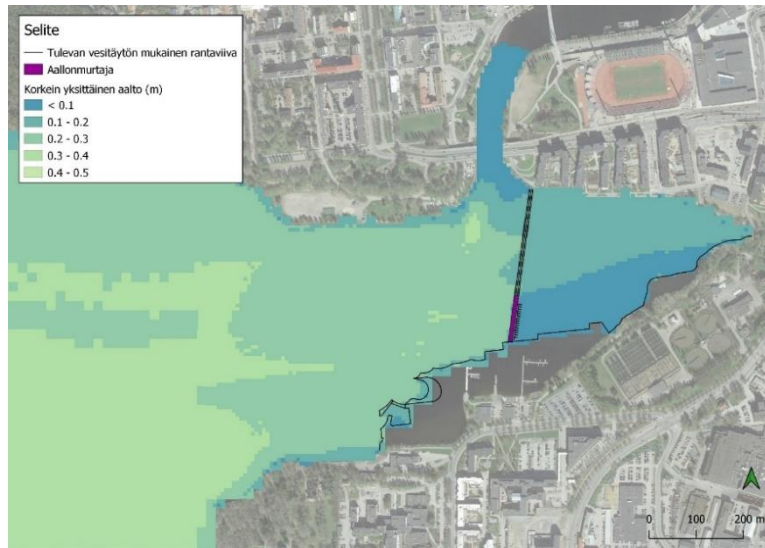


Kuva 26. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus tulevan tilanteen keskiylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 3).

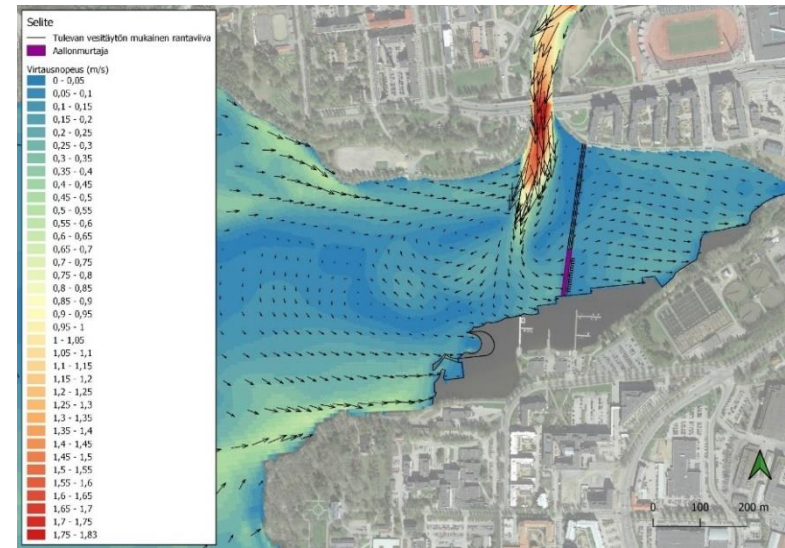
Merkitsevä aallonkorkeus on siltarakenteen länsipuolella 0,1–0,2 m ja Viinikanlahden sisäosissa, siltarakenteesta itään, alle 0,1 m (kuva 27). Korkeimmat yksittäiset aallot ovat siltarakenteen länsipuolella enimmäkseen 0,2–0,3 m ja ulompana Pyhäjärvellä yli 0,3 m (kuva 28). Sen sijaan Viinikanlahden sisäosissa aallot ovat korkeimmillaan alle 0,2 m ja aallonmurtajan suojapuolella alle 0,1 m.



Kuva 27. Merkitsevä aallonkorkeus tulevan tilanteen skenaariossa 3 ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).



Kuva 28. Korkein yksittäinen aalto tulevan tilanteen skenaariossa 3 ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).



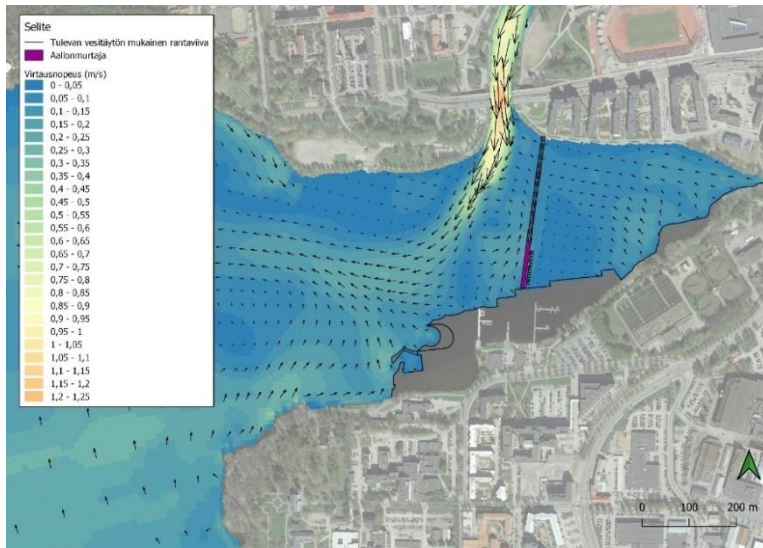
Kuva 29. Pintakerroksen virtausnopeus tulevan tilanteen ylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 4).

#### 4.2.4 Tuleva tilanne 4. HQ ja tuuli 20 m/s

Tuuli vaikuttaa voimakkaasti pintakerroksen virtauksiin voimistamalla itään suuntautuvia virtauksia ja toisaalta heikentämällä Tammerkosken virtauspyörteen läntistä haaraa (kuva 29). Viinikanlahden sisäosissa pintavirtaus suuntautuu yksinomaan itään. Myös vesitäyttöjen läheisyydessä pintavirtaus suuntautuu itään ja virtausnopeudet ovat pääosin 0,1–0,3 m/s.

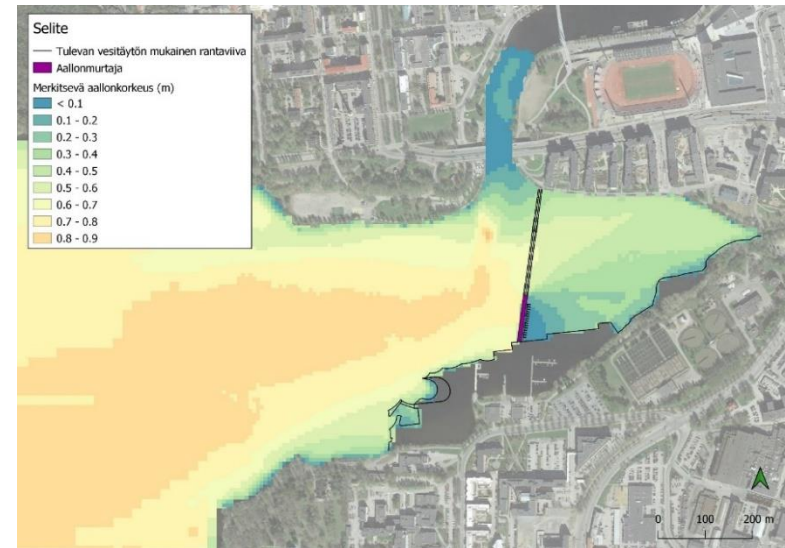
Pohjakerroksen virtausnopeuksissa on selvästi nähtävissä Tammerkosken virtauksen synnyttämien pyörteiden vaikutus (kuva 30). Itäinen pyörre suuntautuu aallonmurtajasta kohti pohjoista ja läntinen pyörre Viinikanlahden keskiosissa kohti länttä. Vesitäyttöjen läheisyydessä pohjakerroksen virtaus suuntautuu poispäin täytöistä ja virtausnopeudet vaihtelevat 0,05–0,3 m/s välillä. Viinikanlahden sisäosissa pohjavirtaus suuntautuu pääosin kohti länsi-luodetta.





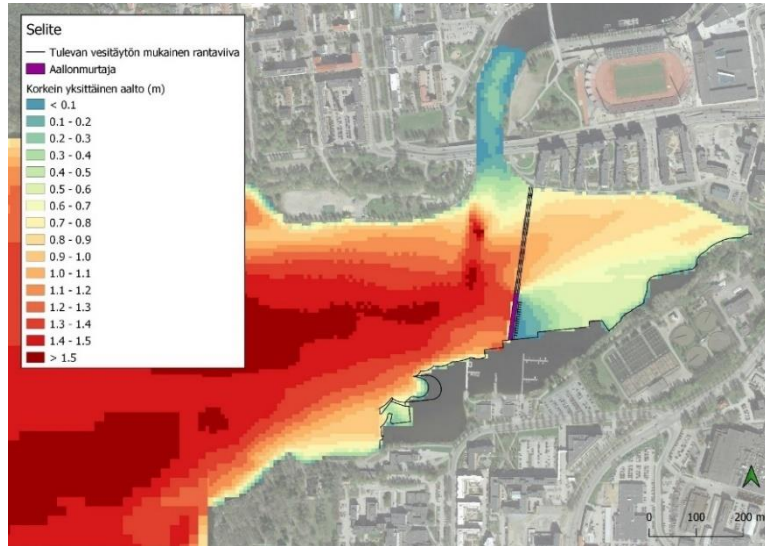
Kuva 30. Pohjanläheisen kerroksen virtausnopeus tulevan tilanteen ylivirtaamaskenaariossa (skenaario tuleva tilanne 4).

Merkitsevä aallonkorkeus on siltarakenteesta länteen enimmillään 0,8–0,9 m. Aallonkorkeus on hieman pienempi tekosaaren ja uimarannan alueella. Siltarakenteen itäpuolella merkitsevä aallonkorkeus vaihtelee enimmäkseen 0,4 m ja 0,6 m välillä. Aallonmurtajan suojapuolella merkitsevä aallonkorkeus on 0,1–0,3 m (kuva 31).



Kuva 31. Merkitsevä aallonkorkeus tulevan tilanteen skenaariossa 4 (tuuli 20 m/s, 270°) ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).

Korkeimmat yksittäiset aallot ovat siltarakenteen länsipuolella, Viinikanlahden keskiosissa, enimmillään yli 1,5 m (kuva 32). Viinikanlahden sisäosissa korkeimmat yksittäiset aallot ovat enimmäkseen 0,7 m ja 1,0 m välillä ja aallonmurtajan suojapuolella alle 0,5 m.



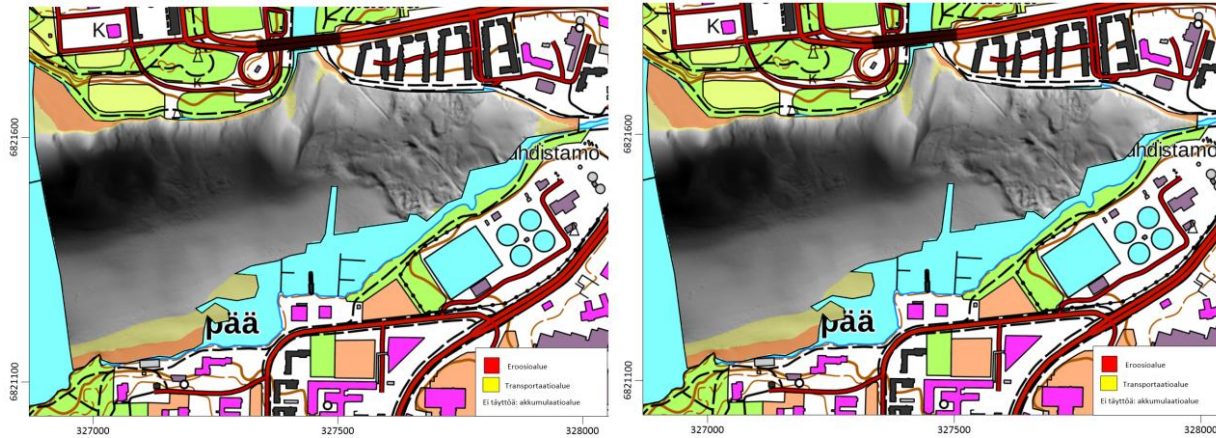
Kuva 32. Korkein yksittäinen aalto tulevan tilanteen skenaariossa 4 (tuuli 20 m/s, 270°) ja Pyhäjärven vedenkorkeus + 77,35 (N2000).

## 5 Pohjadynamiikka ja rinteiden stabiliteetti

Transportaatio-, akkumulaatio- ja eroosioalueiden sijainnin määrittelemisessä hyödynnettiin

Viinikanlahden pohjukalle laskettuja tuulen pyyhkäisymatkoja, veden syvyysmittauksia, pohjanläheisen kerroksen (paksuus 1 % vesimassasta) mallinnettuja virtausnopeuksia sekä alueen pohjasedimentillä vuonna 2019 tehtyjen eroosioherkkyyskokeen tuloksia.

Pyyhkäisymatkojen avulla laskettiin syvyydet, joilla tuuli (aallot ja virtaukset) aiheuttaa eroosiota (eroosiosyvyys) ja välillä kuljettaa, välillä kerrosta sedimenttiä (transportaatio- ja akkumulaatioalueiden sijainnit). Eroosio-, transportaatio- ja akkumulaatioalueiden sijainnit (nykytila ja tuleva tilanne) tuulen pyyhkäisymatkan perusteella laskettuna sekä pohjanläheisen kerroksen virtausnopeuden perusteella rajattuna keskivirtaama- ja ylivirtaamaskenaarioissa on esitetty kuvissa 33-35. Tarkastelualue on myös nykytilanteessa rajattu tulevan rantaviivan mukaan vertailun helpottamiseksi. Pohjadynamiikka-alueiden taustalla on syvyysaineistosta tehty pohjan topografiamalli (vinovalovarjostuksen suunta 45°).

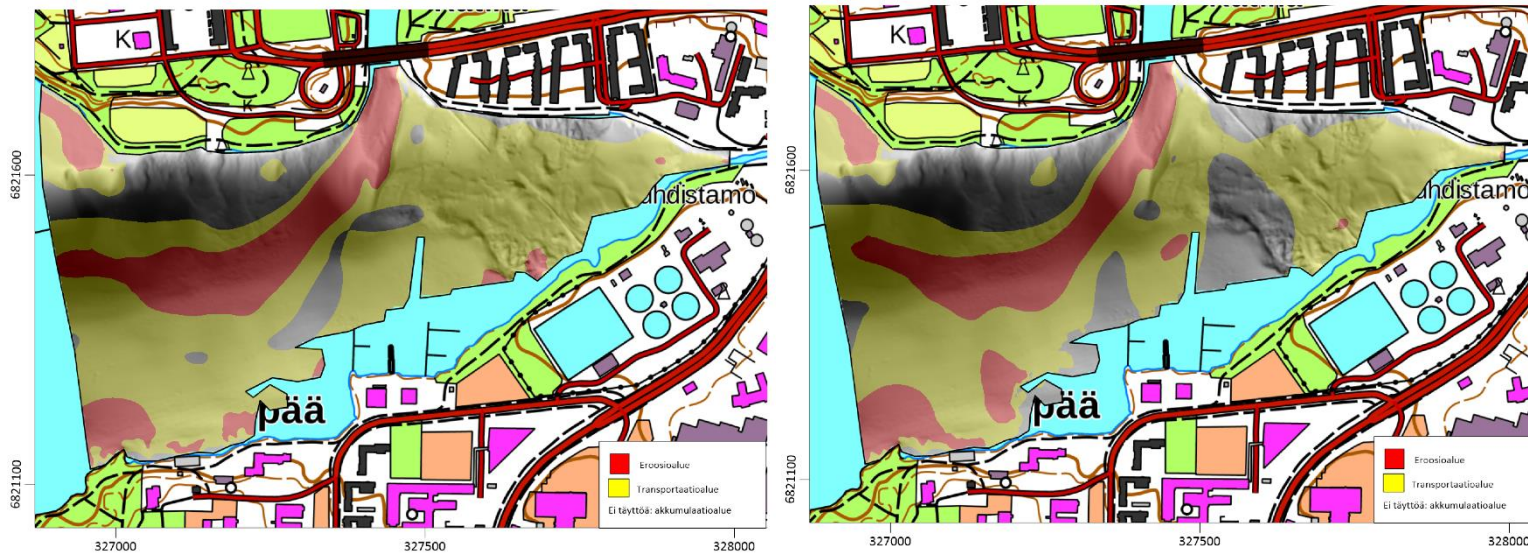


Kuva 33. Tuulen synnyttämät rantavyöhykkeen eroosioalueet (punainen) ja transportaatioalueet (keltainen). Vasen: nykytila, oikea: tuleva tilanne. Nykytilanne on leikattu tulevan rantaviivan kohdalta vertailun helpottamiseksi.



Kuva 34. Virtaamien synnyttämät eroosioalueet (punainen) ja transportaatioalueet (keltainen) keskivirtaama+keskituuliskenaariossa. Vasen: nykytila, oikea: tuleva tilanne. Nykytilanne on leikattu tulevan rantaviivan kohdalta vertailun helpottamiseksi.





Kuva 35. Virtaamien synnyttämät eroosioalueet (punainen) ja transportaatioalueet (keltainen) ylivirtaama+maksimituuliskenaariossa. Vasen: nykytila, oikea: tuleva tilanne. Nykytilanne on leikattu tulevan rantaviivan kohdalta vertailun helpottamiseksi.

Tuulen aiheuttama eroosio ja transportaatio on sekä nykytilassa että tulevaisuudessa suurinta Viinikanlahden etelärannan länsireunassa (tutkimusalueen ulkopuolella) ja pohjoisrannan länsireunassa. Lahdenpohjukassa tuulen vaikutus on merkittävää rannan välittömässä läheisyydessä ja Viinikanojan suulla kapealla vyöhykkeellä. Tulevassa tilanteessa Viinikanojan suualue muuttuu hieman suojaisemmaksi.

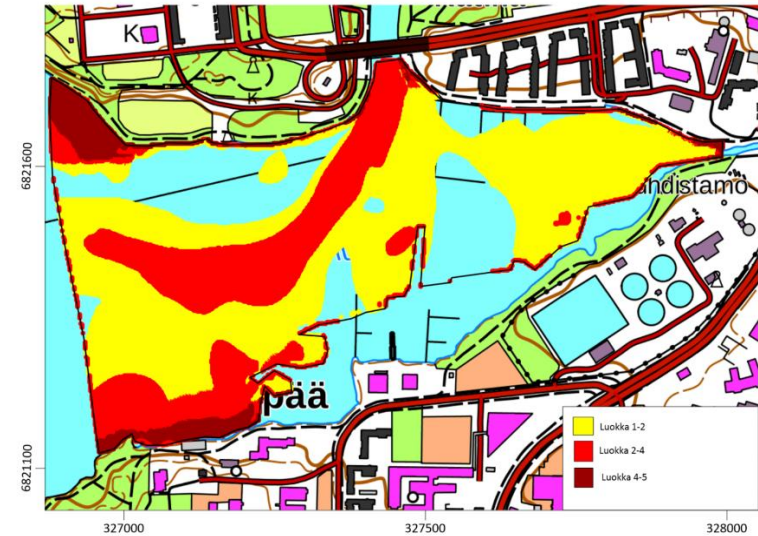
Kuten kappaleessa 4.4.2 on todettu, pohjakerroksen virtausnopeuksissa näkyy pintakerrosta selvemmin Tammerkoskesta länteen suuntautuva virtauspyörteen haara. Tulevan tilanteen

ylivirtaama+maksimituuliskenaariossa länteen suuntautuva virtauspyörre sijaitsee Viinikanlahden keskiosissa, eikä ulotu rantaan asti kuten melko tyynen tilanteen skenaariossa. Viinikanlahdelle sisäosiin syntyy myös vastapäivään virtaava pyörre. Viinikanlahden sisä- ja eteläosissa pohjanläheinen virtaus suuntautuu pois päin rannasta. Viinikanlahdella syntyy tuulen vaikutuksesta selvä vertikaalinen pyörre, jossa pintavirtaus suuntautuu pääosin kohti itää ja pohjavirtaus kohti länttä.

Tammerkosken virtauksen synnyttämät eroosio- ja transportaatioalueet ovat keskivirtaama+keskituuliskenaariossa merkittäviä päävirtaaman

kohdalla noin lahden keskiosassa. Transportaatio-alue pienentyy nykytilanteeseen verrattuna. Tammerkosken virtauksen synnyttämä eroosioalue on maksimivirtaama+maksimituuliskenaariossa merkittävä päävirtaaman kohdalla sekä alueen länsireunassa pohjois- ja etelärannalla. Transportaatioalue kattaa valtaosan mallinnettua aluetta sekä nykytilassa että tulevaisuudessa. Tulevaisuudessa transportaatioalue pienenee hieman Ratinanrannan edustalla ja suunnitellun täytön keskiosan lähellä. Tulosten perusteella täytön lähelle ei synny merkittäviä uusia eroosioalueita.

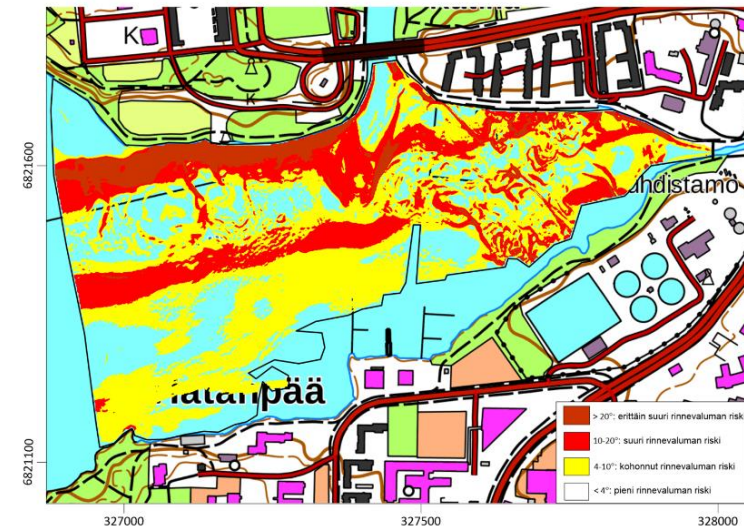
Tuuli-aaltoeroosion rantavyöhykkeessä aiheuttamat ja virtausten aiheuttamat pohjadynaamiset alueet yhdistettiin tekemällä tulevan tilanteen aineistoista (tuulen eroosio/transportaatio- ja transportaatio/akkumulaatioalueet sekä maksimivirtaaman vastaava alueet) normalisoidut vertailukelpoiset hilat (hilan geometria ja pisteiden sijainti identtiset) interpoloimalla ne Kriegingmetodilla. Jokaisen aineiston hilapisteelle annettiin arvo 0 (akkumulaatioalue), 1 (transportaatioalue) tai 2 (eroosioalue). Sen jälkeen pisteiden arvot laskettiin yhteen ja tulokset on esitetty kuvassa 36. Mitä suurempi pistemäärä alueella on, sitä suurempi todennäköisyys sedimentin eroosiolle on.



Kuva 36. Yhdistetty pohjadynamiikka-aineisto (tuleva tilanne). Tuulivaikutuksen ja pohjanläheisen kerroksen virtasnopeuden aineistojen hilapisteille on annettu arvo 0 (akkumulaatioalue), 1 (transportaatioalue) tai 2 (eroosioalue). Yhteenlasketut pistekohtaiset arvot on esitetty kartalla värikoodeilla. Mitä punaisempi väri on, sitä suurempi todennäköisyys eroosiolle alueella on.

Yhdistetyn aineiston perusteella tulevassa tilanteessa merkittävimmät eroosioalueet ovat päävirtaaman alue, Viinikanojan suualue, Hatanpään edustalla oleva alue sekä Eteläpuiston edustalla oleva alue. Kuten edellä on todettu, pohjadynamiikka ei kuitenkaan merkittävästi muutu tulevassa tilanteessa nykytilanteeseen nähden.

Viinikanlahden alue jaettiin neljään rinnevalumien todennäköisyyksiä kuvaavaan luokkaan (kuva 37). Alueilla, joilla rinnekulma on alle 4 %, valumariski on yleiseen tietoon perustuen arvioitu pieneksi. Rinnekulman ollessa 4-10 %, riski on kohonnut. Luokassa 10-20 % riski on suuri, ja yli 20 % kaltevuuksien alueilla erittäin suuri. Suurimman riskin alueet sijoittuvat länsiosaan, kanyonimaiseen muodostumaan, jota pitkin Tammerkosken virtaama kulkeutuu länteen päin. Viinikanlahden itäosassa suuren ja erittäin suuren riskin alueet ovat pienipiirteisempiä. Rinnevalumien esiintyminen vesirakennustöiden yhteydessä on suuressa osassa Viinikanlahtea hyvin todennäköistä, tulevalla rantaviivalinjauksella erityisesti Viinikanlahden puhdistamon edusta on potentiaalista rinnevalumien aluetta. Rinnevalumia on käsitelty kohteesta tehdyssä riskinarviossa.



Kuva 37. Viinikanlahden rinnevalumien todennäköisyysluokittelussa on käytetty pohjan kaltevuuskulmia. Luokkia on neljä. Alle 4 % kaltevuus: valumien riski on pieni. 4-10 % kaltevuus: riski on kohonnut. 10-20 % kaltevuus: riski on suuri sekä > 20 % kaltevuus: riski on erittäin suuri.



## 6 Yhteenvedo ja jatkosuunnittelussa huomioitavaa

Tässä työssä on tehty virtaus- ja aaltomallinnuksia nykytilanteesta ja tulevien vesitäyttöjen tilanteesta. Virtaus- ja aaltomallinnusten avulla on selvitetty, miten vesitäytöt vaikuttavat Viinikanlahden virtausolosuhteisiin. Virtausolosuhteita simuloitiin kahdeksalla skenaariolla, joista neljä on nykytilanteen rantaviivalla ja neljä tulevien vesitäyttöjen mukaisella rantaviivalla. Virtausmallinnuksia ajettiin Tammerkosken keskiylivirtaamalla ( $140,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ja koko mittausajanjakson ylivirtaamalla ( $247 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Lisäksi simulaatioita ajettiin ilman tuulen vaikutusta, keskituulella  $5 \text{ m/s}$  ja mittausajanjakson voimakkaimmalla tuulella  $20 \text{ m/s}$ . Simulaatiossa tuulen suunta oli länsi ( $270^\circ$ ), koska länsituulella tuulen pyyhkäisymatka on pisimmillään ja vaikutukset Viinikanlahdella suurimmillaan. Tuuliskenaarioissa on simuloitu myös aallokon korkeutta sekä aaltojen vaikutusta virtausolosuhteisiin.

Nykytilanteessa Tammerkosken virtaus synnyttää Viinikanlahdelle itään ja länteen suuntautuvat pyörteet, jotka ovat voimakkaimmillaan tuuletossa tilanteessa. Länsituuli heikentää selvästi virtauspyörteitä ja muuttaa niiden sijaintia. Selkeimmin tämä näkyy voimakkaan tuulen ( $20 \text{ m/s}$ ) skenaariossa. Tällöin virtauspyörteet

suuntautuvat Viinikanlahden keskiosiin, eivätkä vaikutukset ulotu yhtä selvästi etelän ranta-alueille. Viinikanlahdelle syntyy tuulen vaikutuksesta vertikaalinen pyörre, jossa vesi virtaa pintakerroksessa kohti itää ja pohjan lähellä kohti länttä ja luodetta. Selkeimmin tämä näkyy Viinikanlahden etelä- ja sisäosissa. Kun Tammerkosken virtaama on pieni tai tuulet hyvin voimakkaita, on merkittävin virtausolosuhteisiin vaikuttava tekijä tuuli.

Vesitäyttöjen myötä Viinikanlahden poikkipinta-ala pienenee merkittävästi. Länteen suuntautuvan pyörteen pinta-ala pienenee hieman, mutta virtausnopeuksissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia. Sen sijaan itään, Viinikanlahden sisäosiin, suuntautuva pyörre heikkenee merkittävästi. Aiemmassa kaavavaiheessa (Sitowise 2019) tehtyjen virtausmallinnusten perusteella vesitäytöillä oli vain vähäisiä vaikutuksia virtausolosuhteisiin ja Viinikanlahden sisäosiin suuntautuvan pyörteen voimakkuuteen. Tällöin vesitäyttöjen muotoilussa ei ollut kuitenkaan mukana aallonmurtajan vaikutusta. Virtausmallinnusten perusteella aallonmurtaja heikentää merkittävästi Viinikanlahden sisäosiin suuntautuvaa virtauspyörrettä. Virtaus pääsee kuitenkin kulkemaan sekä aallonmurtajan alitse että aallonmurtajan pohjoispuolitse, minkä vuoksi virtauspyörre säilyy myös tulevassa tilanteessa. Tyynessä tilanteessa Tammerkosken virtauspyörre sijaitsee vesitäyttöjen vaikutuksesta lähempänä Viinikanlahden etelärantaa. Virtaus kääntyy kuitenkin rannan suuntaiseksi. Tämän

vuoksi tuleva uimaranta ja soutukeskus ovat suojassa voimakkaimmilta virtausnopeuksilta. Ylivirtaamaskenaariossa virtausnopeudet kasvavat kuitenkin nopeasti uimarannan ja rakennetun saaren edustalla. Ponttiseinän läheiset virtausnopeudet ovat myös ylivirtaamaskenaariossa niin pieniä, ettei näistä aiheudu vaaraa ponttiseinän rakenteille.

Tammerkosken aiheuttamien virtauspyörteiden lisäksi myös tuulella on merkittävä vaikutus Viinikanlahden virtausolosuhteisiin. Voimakkailta länsituulilla rannan- ja vesitäyttöjen läheiset virtausolosuhteet määräytyvät pääosin tuulen vaikutuksesta. Voimakkaan tuulen (20 m/s) skenaariossa Viinikanlahdelle syntyy vertikaalinen virtauspyörre, jossa pintavirtaus suuntautuu Viinikanlahden sisäosiin ja pohjanläheinen virtaus ulospäin Viinikanlahdelta. Kun virtausolosuhteissa otetaan huomioon myös tuulen vaikutus, voidaan todeta, että Viinikanlahden sisäosien veden vaihtuvuus säilyy hyvänä myös tulevassa tilanteessa. Viinikanlahden sisäosiin suuntautuva Tammerkosken virtauspyörteen haara säilyy heikkenemisestä huolimatta, minkä lisäksi vesi vaihtuu jatkuvasti tuulen vaikutuksesta.

Simuloitu merkittävä aallonkorkeus ja korkeimmat yksittäiset aallot ovat siltarakenteen ja aallonmurtajan länsipuolella melko samankokoisia nykytilanteessa ja tulevien vesitäyttöjen tilanteessa. Aallonmurtaja pienentää aallokkoa merkittävästi Viinikanlahden sisäosissa, vaikutuksen ollessa suurin välittömästi aallonmurtajan

itäpuolella. Poikkeuksellisen voimakkaan länsituulen (20 m/s) skenaariossa merkittävä aallonkorkeus on korkeimmillaan sillan länsipuolella 0,8–0,9 m ja korkeimmat yksittäiset aallot yli 1,5 m. Aaltomallissa on käytetty Pyhjärven vedenkorkeutena + 77,38 (N2000). Vedenkorkeuden muutoksilla ei ole vaikutusta esitettyihin tuloksiin.

Virtausmallinnustulosten ja tuulen pyyhkäisymatkan perusteella laskettujen rajasyvyyksien perusteella Viinikanlahden pohja-alue jaettiin eroosio-, transportaatio- ja akkumulaatioalueisiin. Nykytilanteeseen verrattuna tuleva rantaviivalinjaus ei muuta pohjadynaamisten alueiden sijaintia merkittävästi. Rinnevalumat ovat alueella potentiaalisesti merkittäviä resuspensioprosesseja.

**Sitowise Oy**

Markus Katainen  
Asiantuntija



Arto Itkonen  
Johtava asiantuntija

## Lähteet:

Chaurand, G. Katainen, M., 2019. Viinikanlahden 3D-virtausmallinnus. YKK64250. Sitowise Oy 25.10.2019.

Katainen, M. Chaurand, G., 2021. Viinikanlahden virtausolosuhteiden mallinnus. Tutkimusraporttiluonnos. YKK65945. Sitowise Oy 7.7.2021.

Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta, 2020. Tammerkosken virtaamat 1933–2019 ja Pyhäjärven vedenkorkeudet.



## Tampereen Viinikanlahti suunnittelusta rakentamiseen

Asemakaavaluonnoksen nro 8755, yleissuunnitelman, osasuunnitelmien ja muiden valmisteluaineistojen liite.

Tampereen kaupunki 15.11.2022

Viinikanlahden asemakaavaluonnos, yleissuunnitelma, siihen liittyvät erikoisalojen osasuunnitelmat, selvitykset ja muu asemakaavan valmisteluaineisto asetetaan nähtäville vuoden 2022 lopulla. Yleissuunnitelman pohjana on vuosina 2019 - 2020 järjestetyn, kaupunki- ja maisema-arkkitehtuuria koskeneen, kaksivaiheisen kansainvälisen ideakilpailun voittanut kilpailuehdotus "Lakes and Roses" (Arkkitehtitoimisto NOAN). Monialaisen yleissuunnittelun aikana 2020 - 2022 kokonaissuunnitelmaa on kehitetty eteenpäin. Työssä ovat olleet pohjana kilpailun tuomariston antamat suositukset, Tampereen kaupunginhallituksen kilpailun jälkeen antamat linjaukset, sekä lukuisat kilpailun ratkeamisen jälkeen tehdyt selvitykset ja erikoisalojen osasuunnitelmat. Yleissuunnitelmassa yhdistyvät kaupunki-, maisema-, liikenne-, infra- ja ympäristösuunnittelu kokonaisvaltaiseksi visioksi tulevasta kaupunginosasta.

Viinikanlahden alue on ympäristö- ja infrateknisesti vaativa suunnittelukohte. Alueella on esimerkiksi vanhoja sekalaisia täyttömaita, sedimenttien ja maa-alueiden pilaantuneisuutta, ympäristöstä tulevaa meluhaittaa sekä vesialueella vedenpinnan vaihtelua, virtauksia ja tuulisuutta. Tämän takia kilpailun jälkeisessä jatkokehittämisessä on kaupunki- ja maisema-arkkitehtuurin laadun lisäksi kiinnitetty aivan erityistä huomiota rakentamisen tekniseen ja taloudelliseen toteutuskelpoisuuteen. Viinikanlahden kilpailun jälkeinen ja asemakaavaluonnosta edeltävä yleissuunnittelu 2020 - 2022 on ollut tiivistä yhteistyötä vaatinut moniammatillinen kaupunki- ja infrasuunnitteluprosessi. Kaupunkisuunnittelua, infrasuunnittelua sekä selvitysten ja ennakoivan vaikutusten arvioinnin tuloksia yhteensovittavan Viinikanlahden yleissuunnitelman on laatinut Tampereen kaupungin tilauksesta ja sen ohjauksessa Arkkitehtitoimisto NOAN, yhteistyössä muiden alojen konsulttien, suunnittelijoiden ja selvitysten tekijöiden kanssa.



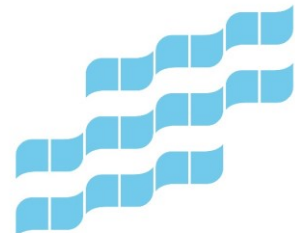
Alueen nykytila vuonna 2018



Kilpailuvoittaja "Lakes and Roses" 2020  
Arkkitehtitoimisto NOAN Oy



Yleissuunnitelma 2022, Arkkitehtitoimisto NOAN Oy  
Viinikanlahti vuonna 2035



**SUUNNITTELUSTA RAKENTAMISEEN**  
Tampereen kaupunki ja muut toimijat

**Yleissuunnittelun vaiheet**

2018 – 2019	Kaupunki- ja infrasuunnittelun lähtötiedot Ideakilpailun tavoitteet ja kilpailuohjelmat
2019 - 2020	Kaksivaiheinen kansainvälinen ideakilpailu Yhteistyössä SAFA JA MARK
2019 - 2022	Yleissuunnitelma asemakaavaluonnosta varten Erikisalojen osasuunnitelmat, selvityksiä ja monialaista yhteensovitusta, vaikutusten arviointia
2023 - 2024	Yleissuunnitelman ja erikisalojen osasuunnitelmien viimeistely rinnan asemakaavoituksen kanssa

**Asemakaavoituksen vaiheet**

2019	Asemakaava vireille ja OAS nähtävillä
2019-	Selvityksiä ja vaikutusten arviointia
2020	Asemakaavan valmisteluaineistoa nähtävillä
2022 - 2023	Asemakaavan luonnos ja valmisteluaineistoa nähtävillä
2023	Asemakaavan ehdotus nähtävillä (arvioitu aika)
2023 - 2024	Asemakaava lainvoimainen (arvioitu aika)

**Vesi- ja ympäristölupien vaiheet**

2022 -	Vesi- ja ympäristöluvat vaiheittain maa- ja vesialueilla
2024 -	Vesiluvat täytoille ja silloille

**Rakentamisen vaiheet**

2019 - 2025	Siirtoviemärit ja jätevedenpumppaamo, Keskuspuhdistamo Oy
2025 - 2026	Jätevedenpuhdistamon purku
2024 -	Esirakentaminen vaiheittain: ympäristökunnostukset, vesistötäytöt, pohjarakentaminen, kadut, sillat, puistot, rannat ja muut yleiset alueet
2025 - 2035	Aluerakentaminen vaiheittain: tontinluovutukset, julkiset rakennukset, korttelirakentaminen noin 1/vuosi
2025 - 2028	Raitiotien rakentaminen Tre keskusta-Hatanpään valtatie-Pirkkala, Tampereen Raitiotie Oy (arvioitu aika, jos rakentamispäätös 2023)

**YLEISSUUNNITTELUN JA SELVITYSTEN OHJAUS**  
Tampereen kaupunki

**Suunnitteluryhmä**

Minna Seppänen (kansainvälinen ideakilpailu, kaupunkisuunnittelu ja kaupunkikehittäminen)  
Raija Tevaniemi (infrasuunnittelu ja rakennuttaminen)  
Milla Hilli-Lukkarinen 3/2022 alkaen (asemakaavoitus ja kaupunkisuunnittelu)  
Anna Hyyppä 2/2022 asti (kansainvälinen ideakilpailu, asemakaavoitus ja kaupunkisuunnittelu)  
Timo Seimelä (liikenne ja kadut)  
Anna Levonmaa (maisema ja viherympäristö)  
Juha Kaivonen (rakentaminen ja kiinteistökehitys)  
Katariina Rauhala (ympäristökunnostukset)  
Heli Toukoniemi (maanomistus ja kiinteistöt)  
Aila Taura (kiinteistöt ja tontit)  
Petri Rantanen (kunnallistekniikka)  
Rodrigo Coloma (tietomallinnus ja tiedonhallinta)  
*Sekä johdon edustajina:*  
Tero Tenhunen (kehitysohjelmat)  
Elina Karpainen (asemakaavoitus)

**Tampereen kaupunki muut asiantuntijat**

Matti Joki / Tuomas Salovaara (satamat)  
Pekka Heinonen / Juho Korkalainen (hulevedet)  
Jukka Rantala (sillat)  
Jaana Suittio / Heini Raasakka (kaavatalous)  
Pekka Veiste (keskustan seurantajärjestelmän tarkastelut)  
Pasi Kamppari (maanvuokraus)  
Jarmo Viljakkä (julkiset rakennukset)  
Muita asiantuntijoita (eri aiheita, eri vaiheissa)

**YLEISSUUNNITTELUN KONSULTIT**

**Yleissuunnitelma ja koordinaatio osasuunnitelmiin**

Arkkitehtitoimisto NOAN Oy:  
Teemu Paasiaho, Janne Ekman, Justina Mäenpää, Jaakko Heikkilä

**Osasuunnitelmat sekä tärkeimmät suunnitteluratkaisuihin vaikuttaneet selvitykset vastuhenkilöineen**

Kaupunkiympäristön yleissuunnitelma asemakaavan viitesuunnitelmaksi: Teemu Paasiaho, Arkkitehtitoimisto NOAN Oy  
Arkkitehtuuritarkastelut: Teemu Paasiaho, Arkkitehtitoimisto NOAN Oy  
Liikenne- ja katusuunnittelu, Riku Jalkanen, RAMBOLL Finland Oy  
Vihersuunnittelu, korttelit ja pihat: Anna-Kaisa Aalto, INARO  
Maisemasuunnittelu, julkiset ulkotilat: Pia Kuusiniemi, LOCI maisema-arkkitehdit Oy  
Tuulimallinnus ja -suunnittelu: Eero Puurunen, SITOWISE Oy  
Geotekninen suunnittelu: Juho Mansikkamäki, AFRY Finland Oy  
Vesistösuunnittelu (virtaukset, aaltoilu ja sedimentit): Arto Itkonen, SITOWISE Oy  
Ympäristösuunnittelu (pilaantuneisuus maa- ja vesialueilla): Jenni Haapaniemi, SITOWISE Oy  
Hulevesisuunnittelu: Kimmo Hell, RAMBOLL Finland Oy  
Kunnallistekniikan pääsuunnittelu: Petri Rantanen, Tampereen kaupunki  
Siltatarkastelut: Harri Kallio, A-Insinöörit Civil Oy  
Energiaselvitys: Santeri Siren RAMBOLL Finland Oy  
Meluselvitys: Tiina Kumpula, SITOWISE Oy  
Raitiotiesuunnittelu (yhteensovitus): Jari Laaksonen, WSP Finland Oy  
Asemakaavan vaikutusten arviointi: Sakari Grönlund, SITOWISE Oy  
Muut suunnittelun pohjana olevat lähtötiedot ja selvitykset: luetteloitu asemakaava-aineistoissa

**LISÄTIETOJA**

**Tampereen kaupunki**

**Verkkosivu**

[www.tampere.fi/viinikanlahti](http://www.tampere.fi/viinikanlahti)

**Yhteyshenkilöt**

Asemakaavoitus: Milla Hilli-Lukkarinen, projektiarkkitehti  
Kaupunkikehittäminen/suunnittelu: Minna Seppänen, hankekehityspäällikkö  
Infra- ja ympäristösuunnittelu: Raija Tevaniemi, rakennuttajainsinööri

