

LOVIISAN KAUPUNKI

Kuningattarenrannan asemakaava-  
ehdotuksen vaikutus Loviisanlahden  
pintaveteen

## Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ.....	1
2	KOHTEEEN KUVAUS .....	1
2.1	Hydrografiset ja hydrologiset olosuhteet .....	1
2.1.1	Vedenkorkeudet.....	1
2.1.1	Virtaamat.....	2
2.1.2	Vesisyvytydet, pohjaolosuhteet ja sedimentit .....	2
2.1.3	Aallokko.....	3
2.1.4	Talviolosuhteet .....	3
2.1.5	Ekologinen tila .....	3
2.1.6	Vesiväylästä.....	4
2.2	Nykyiset rakenteet.....	5
3	ASEMAKAAVAEHDOTUS .....	5
4	ASEMAKAAVAEHDOTUKSEN VAIKUTUKSET PINTAVESIIN .....	7
4.1	Toimenpiteiden laajuus.....	7
4.2	Virtaukset.....	7
4.2.1	Hulevedet .....	7
4.2.2	Jokivirtaukset .....	7
4.2.3	Tuulesta aiheutuvat virtaukset.....	8
4.2.4	Merivedenpinnan vaihtelusta aiheutuvat virtaukset .....	8
4.3	Vedenlaatu .....	9
4.3.1	Tilapäiset vaikutukset .....	9
4.3.2	Pysyvät vaikutukset .....	9
4.4	Vaikutukset luontoon .....	9
5	JATKOTOIMENPITEET .....	10
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	10

# Kuningattarenrannan asemakaava-ehdotuksen vaikutus Loviisanlahden pintaveteen

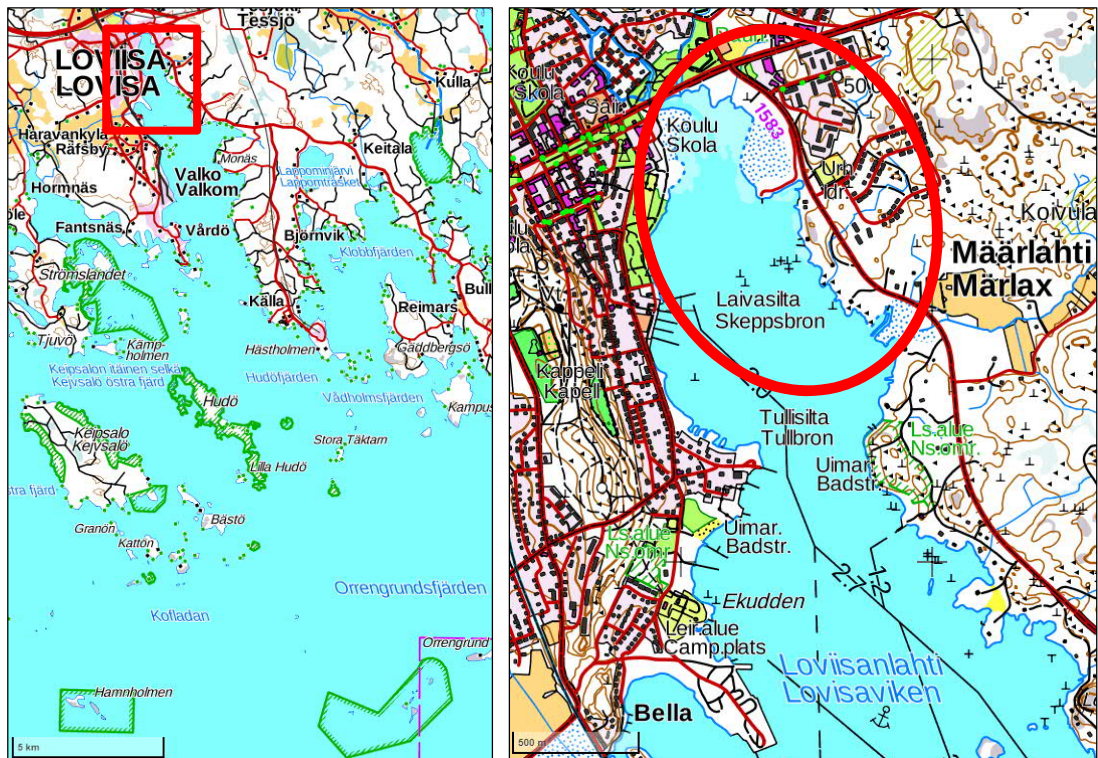
## 1 YLEISTÄ

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy on Loviisan kaupungin toimeksiannosta laatinut lausunnon Kuningattarenrannan asemakaavaehdotuksessa esitettyjen toimenpiteiden ja rakenteiden vaikutuksista Loviisanlahden pintaveteen.

Yleisten hydrauliiikan periaatteiden pohjalta laadittu lausunto valmistui alun perin 17.1.2020. Lausuntoa on tarkistettu ja tarkennettu erillisellä virtausmallinnustarkastelulla, joka on esitetty tämän lausunnon liitteenä (liite 1).

## 2 KOHTEEN KUVAUS

Tarkasteltava kohde sijaitsee Loviisanlahden pohjukan itäpuolella (Kuva 1). Asemakaavaehdotuksessa esitetty rakennettava alue on nykyisin pääosin rakentamatonta vesijättömaata, matalaa vesialuetta, savikkoa sekä moreeni- ja kalliomaata. Loviisan kaupunki on laatinut alueelle asemakaavaehdotuksen (pvm. 16.12.2019 ks. luku 3 ja liite 2).



Kuva 1. Kuningattarenrannan asemakaava-alueen sijainti peruskartalla (maanmittauslaitos 2019).

### 2.1 Hydrografiset ja hydrologiset olosuhteet

#### 2.1.1 Vedenkorkeudet

Loviisan merialueen merkitsevät vedenpinnankorkeudet on interpoloitu Helsingin (1904-) ja Haminan (1928-) mareografiasemilla tehdyistä havainnoista:

HW	ylivesi	+1,79 m	=	N <sub>2000</sub> +1,99	=	N <sub>60</sub> +1,76
MHW	keskiylivesi	+1,05 m	=	N <sub>2000</sub> +1,26	=	N <sub>60</sub> +1,03
MW	keskivesi	+0,00 m	=	N <sub>2000</sub> +0,21	=	N <sub>60</sub> -0,02
MNW	keskialivesi	-0,72 m	=	N <sub>2000</sub> -0,51	=	N <sub>60</sub> -0,75
NW	alivesi	-1,07 m	=	N <sub>2000</sub> -0,86	=	N <sub>60</sub> -1,09

### 2.1.1 Virtaamat

Loviisanlahteen purkaa Lapinjärvestä alkunsa saava Loviisanjoki, joka on tyypiltään keskisuuri savimaiden joki. Loviisanjoen valuma-alueen pinta-ala on 117,5 km<sup>2</sup>, josta 59 on metsätalouden maita, 29 viljeltyä peltoa, 5 % soita, 4 % järviä ja n. 3 % muita alueita.

Loviisanjoen virtaama on keskimäärin vain noin 1,3 m<sup>3</sup>/s. Virtaamat ovat erityisen pieniä kesäaikaan. Laskennallinen ylivirtaama HQ<sub>1/20a</sub> on noin 16,5 m<sup>3</sup>/s ja alivirtaamat ovat suuruudeltaan noin 0,5 m<sup>3</sup>/s.

Loviisanjoen ekologinen tila on osin välttävä ja osin tyydyttävä. Vedenlaatua heikentävät Sjäkullan jätevedenpuhdistamo sekä valuma-alueelta peräisin oleva hajakuormitus.

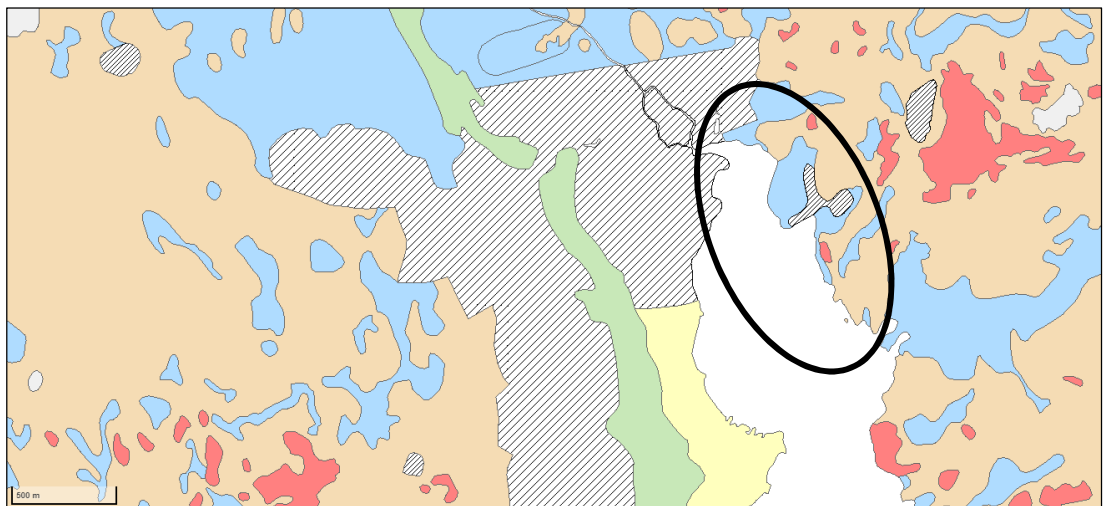
Jokivirtaamien lisäksi Loviisanlahteen aiheutuu virtauksia tuulesta ja merivedenpinnan vaihtelusta. Loviisanjoen vaikutukset lahden pintaveteen on merkittävien joen suistoalueella, mutta joen vaikutus pienenee nopeasti ulompana Loviisanlahdessa.

### 2.1.2 Vesisyvytydet, pohjaolosuhteet ja sedimentit

Loviisanlahden pohjukka on erittäin matalalla vesialueella, johon lisäksi sedimentoituu Loviisanjoen kuljettamia kiintoaineita. Vesisyvyys lahden pohjukassa on merikarttatietojen perusteella pääosin noin 1 m.

Ruopattava kohde rajautuu etelässä kivien muodostamaan harjanteeseen, joka paikoitellen ulottuu vedenpinnan yläpuolelle. Ruopattavan kohteen vesisyvytydet on selvitetty kesällä 2019 FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy suorittamin linjaluotauksin. Luotaustulosten perusteella koko ruopattava alue on matala. Vesisyvytydet ovat pääosin alle 1,5 m. Osalla aluetta on nykyisellään myös laajalle levinnyt kaislikko.

Geologian laitoksen maaperäkartan perusteella vallitsevat pintamaalajit ovat savi ja hiekkamoreeni (Kuva 2).



Kuva 2. Ote geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartasta 1:20 000. Vallitsevat pintamaalajit: sininen = savea Sa, oranssi = hiekkamoreenia Mr, keltainen, = karkea hieta KHT, punainen = kallio Ka, vinorasterit = täytemaa Ta (paikkatietoikkuna 2019)

Asemakaavaehdotuksessa esitettyjen kelluvien rakenteiden pohjoispuolella ja Saaristotien länsipuolella sijaitsevalla ranta-alueella on vuonna 2007 suoritettu pohjatutkimuksia (Geotesti Oy). Pohjatutkimusten perusteella alueen maaperä on pääosin savista silttiä. Maanpinnassa esiintyy paikoitellen myös täyttö-

/kuivakuorikerroksia. Kalliopinnan asemasta ei ole tietoa.<sup>1</sup> Nykyiset pohjatutkimukset sijoittuvat maa-alueelle.

FCG on suorittanut sedimenttinäytteiden oton kaikuluotaustutkimusten yhteydessä (2019). Sedimenttinäytteitä otettiin asemakaavaehdotuksen perusteella ruopattavalta alueelta kahdesta näytteenottopisteestä, joista kummastakin otettiin näytteitä usealta syvyydeltä. Analyysituloksien perusteella ruopattavissa massoissa on VNa 217/2007 kynnsarvojen ylittäviä pitoisuuksia arseenia ja nikkeliä. Arvot ovat kuitenkin selvästi alempia ohjearvoja pienempiä, eikä niitä siten voida pitää pilaantuneina.<sup>2</sup>

### 2.1.3 Aallokko

Merialue on avoin mutta rikkonainen etelän suuntaan. Alueella on lukuisia kareja, kiviä, luotoja ja saaria, jotka ottavat vastaan aaltoenergiaa. Karikkojen ja rantojen arvioidaan rikkovan aallokkoa siinä määrin, että Loviisanlahden pohjukkaan ei kohdistu pitkän aallonpituuden omaavia avomeren maininkeja. Asemakaavaehdotuksessa esitettyjen kelluvien rakenteiden eteläpuolella on useita suurikokoisia kiviä. Kivet ja niitä ympäröivät matalikot toimivat vielä keskivedellä osittain aallonmurtajana, mutta ylivesitilanteissa ne eivät riittävästi suojaa eteläisen tuulen muodostamalta aallokolta. Kivet näkyvät ilmakuvissa ja ne on merkitty perus- sekä merikarttoihin.

Eteläisellä tuulenopeudella 20 m/s ja Bretschneiderin<sup>3</sup> syvän veden laskentakaavoilla laskettaessa merkitseväksi aallonkorkeudeksi saadaan  $H_s = 0,71$  m, merkitseväksi aallon periodiksi  $T_s = 3,0$  s ja merkitseväksi aallonpituudeksi  $L_s = 14,3$  m.<sup>4</sup> Eteläisellä 25 m/s myrskytuulella vastaavat aaltoparametrit ovat  $H_s = 0,92$  m,  $T_s = 3,4$  s ja  $L_s = 17,9$  m.

Veneliikenteestä aiheutuva aallokko on kohteessa vähäinen.

### 2.1.4 Talviolosuhteet

Ilmatieteenlaitoksen (aik. Merentutkimuslaitos) laskemien pitkän ajan keskiarvojen (vuosien 1961–1990 jäätilastot) perusteella Loviisan edustan merialue jäätyy keskimäärin joulukuun alussa ja pysyvä jääpeite muodostuu joulukuun keskivaiheilla. Pysyvä jääpeite kestää alueella noin neljä kuukautta. Pysyvä jääpeite sulaa yleensä huhtikuun keskivaiheilla ja lopullisesti jäät häviävät huhtikuun loppuun mennessä.<sup>5</sup> 1980-luvun jälkeiset talvet ovat olleet vertailuajanjaksoon nähden keskimäärin leudompia.

### 2.1.5 Ekologinen tila

Loviisanlahti on rannikkovesityypiltään Suomenlahden sisäsaaristoa. Loviisanlahden pohjukan hydrologis-morfologinen muutos on arvioitu suureksi, eli ranta- ja vesirakentamisella on ollut merkittävä vaikutus lahden tilaan. Lahtea ei kuitenkaan pidetä voimakkaasti muutettuna rannikkovesimuodostumana.<sup>6</sup>

Loviisanlahden pohjukan ekologinen tila on välttävä (Kuva 3). Vesialueen kemiallinen tila on hyvä.

<sup>1</sup> Loviisanlahden vapaa-ajan keskus, Insinööri-toimisto Geotesti oy, 16.4.2007

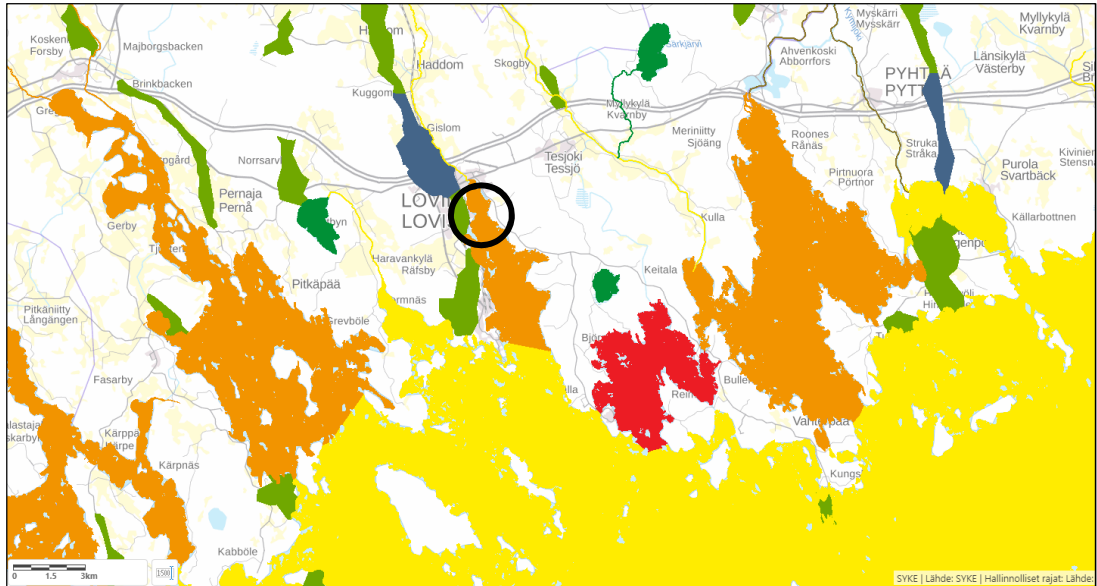
<sup>2</sup> Loviisan Kuningattarenrannan vesialueen sedimenttitutkimus, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 4.9.2019

<sup>3</sup> Bretschneider, C.L.: Prediction of Waves and Currents, J.K.K. Look Laboratory of Oceanography Eng., University of Hawaii, Look Lab / Hawaii, Vol. 3, No. 1, Honolulu

<sup>4</sup> Mitoituksessa käytettävä merkitsevä aallonkorkeus vastaa kokeneiden merenkulkijoiden silmin arvioimaa aallokon korkeutta. Merkitsevä aallonkorkeus vastaa tilastollisesti aallokon korkeusjärjestykseen asetettujen aaltojen korkeimman kolmasosan keskiarvoa.

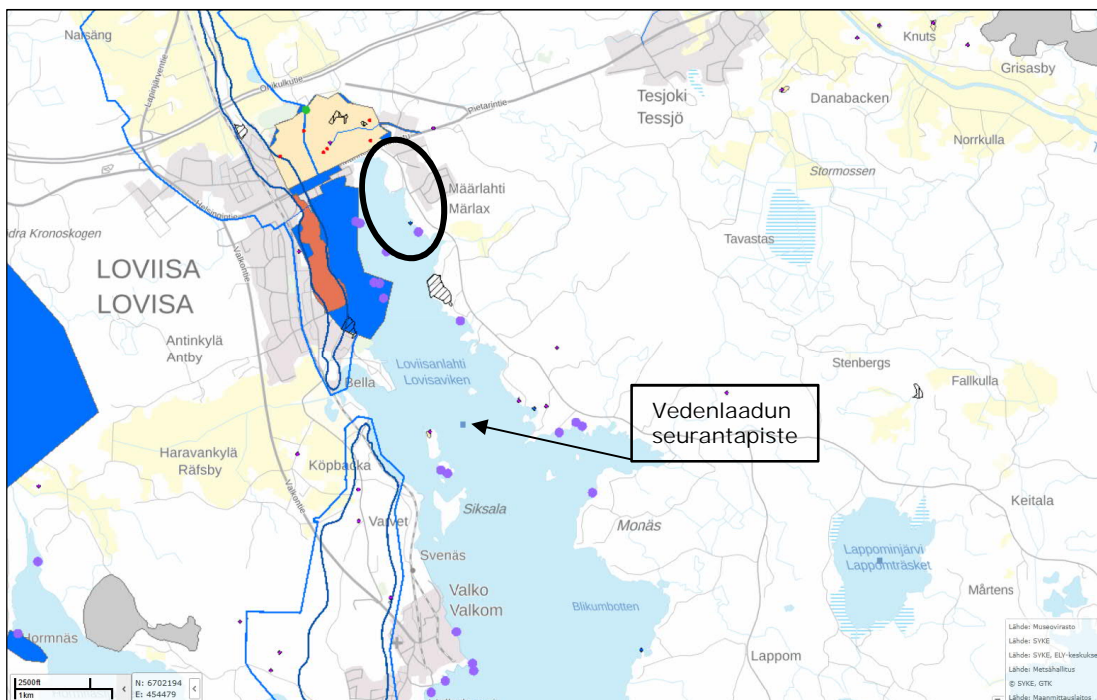
<sup>5</sup> Jäätalven kesto-aika ja kiintojään paksuustilastoja merialueilla 1961-1990, Finnish Marine Research, N:o 258, 1991

<sup>6</sup> Vesien tila hyväksi yhdessä Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021, ELY-keskuksen raportteja 132/2015



Kuva 3. Loviisanlahden rannikkoalueen ekologinen tila on välttävää. Punainen = huono ekologinen tila, oranssi = välttävää, keltainen = tyydyttävä, vihreä = hyvä ja sininen = erinomainen (SYKE, vesikartta 2019)

Loviisanlahden länsipuolella ja Loviisanjoen läheisyydessä on vedenhankinnan kannalta tärkeitä pohjavesialueita (I-luokka). Loviisanlahdessa on Kråkholmenin edustalla vesienhoitoalueiden pintavesien seuranta-alue noin 2,5 km kohdealueesta etelään (Kuva 4).



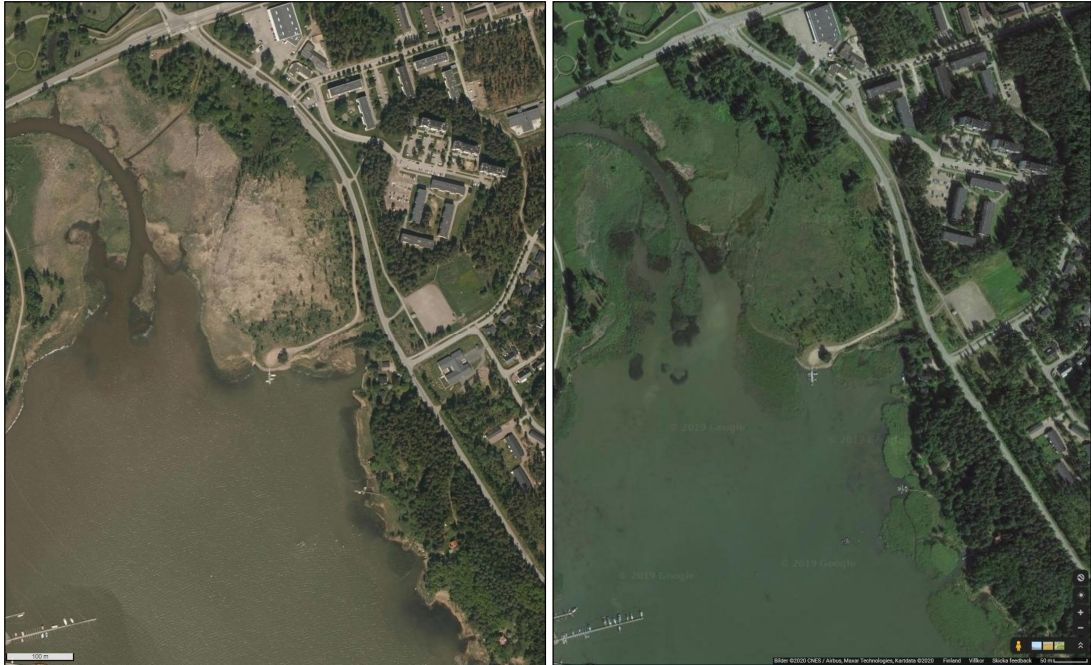
Kuva 4. Loviisanlahden läheisyydessä olevat pohjavesialueet (sininen viivarajaus), kulttuurihistoriallisesti arvokkaat alueet (kiinteät rasterit) sekä aikaisemmat ruoppauskohteet (iljat pisteet) ja vedenlaadun seuranta-alueet (SYKE, Karpalo 2019)

### 2.1.6 Vesiväylästä

Kohteelle ei ole virallista vesiväyläyhteyttä. Lähin vesiväylä on Laivasillan laituriin johtava 2,7 m paikallisveneväylä (VL5) 5365: Loviisankivi-Loviisa, jonka kulkusyvyyden on 2,7 m ja harausvyvyys 3,3 m.

## 2.2 Nykyiset rakenteet

Asemakaavan mukainen alue on suurelta osin rakentamatonta maa- ja vesialuetta. Vesialueella on muutama venelaituri. Saaristotieltä on tieyhteys johtaa kaupungin venelaiturille (Määrilahden venesatama), jonka tausta-alueella on nykyisellään mm. tilapäiseen pysäköintiin soveltuva kääntöpaikka.



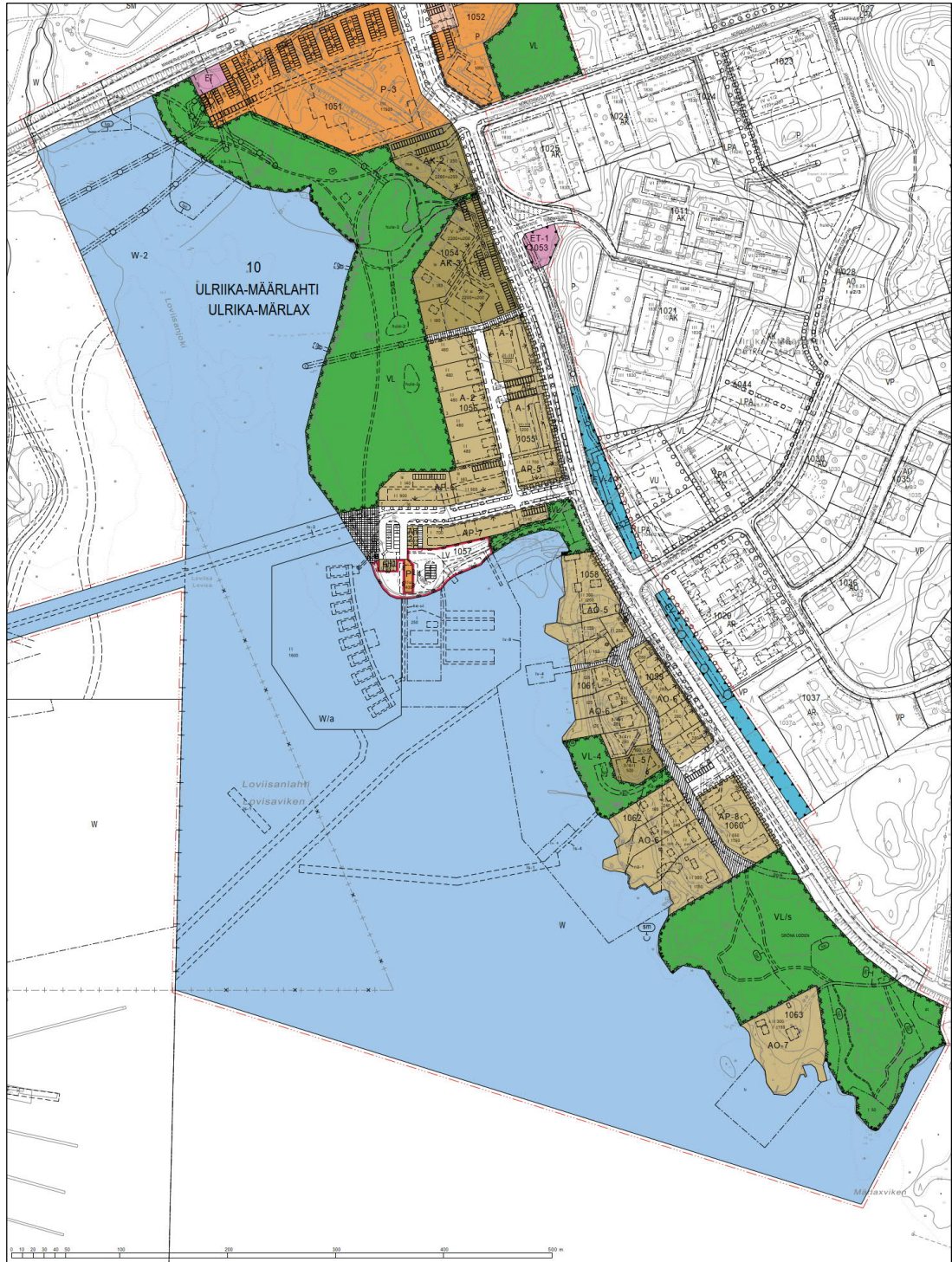
Kuva 5. Asemakaavaehdotuksen alueella sijaitsevat nykyiset rakenteet maanmittauslaitoksen ilmakuvassa (vas.) ja Google Maps-palvelun satelliittikuvassa (oik.). Asemakaavaehdotuksen alue jatkuu vielä n 100 m kuvien alareunasta etelään. Huomaa kuvausajankohdasta johtuva ero vesikasvillisuuden levinneisyydessä.

## 3 ASEMAKAAVAEHDOTUS

Lovisan kaupunki on laatinut alueelle asemakaavaehdotuksen pvm. 16.12.2019 (liite 2).

Kaavaehdotuksessa on esitetty Mannerheiminkadun ja Saaristotien liittymäkohdan siirtoa n. 100 m itään päin. Saaristotien ja merenlahden väliin tulee mm. pysäköintialue ja varaus hyvinvointikeskukselle (P-3). Rantaan on esitetty lähivirkistysalue (VL).

Hyvinvointikeskuksen (P-3) eteläpuolelle on esitetty asuinkerrostalojen korttelialue (AK), jossa on yhteensä kolme kerrostaloa, leikkipaikkoja sekä pysäköintialueita. Asuinkerrostalojen eteläpuolella on asuinrakennusten korttelialueita (A) ja asuinpientalojen korttelialueita (AP), joihin on mahdollista toteuttaa kytkettyjä pientaloja, rivitaloja sekä kaksiasuntoisia erillispientaloja. Alueelle on esitetty myös pysäköintipaikkoja. Asuinrakennusten länsi- ja eteläpuolella on lähivirkistysalueet (VL). Asuinpientalojen korttelialueiden (AP) välistä kulkee liikenneväylä, jonka jatkeena on osoitettu Loviisanlahden ylittävä kevyenliikenteen silta (Is-3, ks. liite 3). Alueen lounaisnurkassa on venesatama-/venevalkama-alue (LV), palvelurakennusten korttelialue (P) ja korttelialueen (W/a) käyttöä palvelevat yhteiskäyttöiset korttelialueet (AH).



Kuva 6. Ote asemakaavaehdotuksesta (liite 2, Loviisan kaupunki, pvm. 16.12.2019)

Venesatama-alueen eteläpuolella on esitetty varaukset kelluvalle uimalalle (ke-ui) sekä kelluville asuinrakennuksille (W/a). Kelluvien rakenteiden eteläpuolelle on esitetty aallonmurtajat/aallonvaimentimet (ls) ja alueen idänpuoleiselle rannalle on esitetty erillispientalojen korttelialue (AO) ja asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialue (AL). Alueelle on esitetty myös lähivirkistysalueet (VL ja VL/s). Kaava-alueen eteläisimmässä päässä on erillispientalojen korttelialue ja sen yhteyteen esitetty varaus laiturirakenteita varten (lv).

Edellä esitettyjen aluevarausten lisäksi kaavaehdotuksessa on esitetty myös joitain aluevarauksia Saaristotien itäpuolelle.



## 4 ASEMAKAAVAEHDOTUKSEN VAIKUTUKSET PINTAVESIIN

Asemakaavaehdotuksen toteutuessa tullaan tarkastelualueella suorittamaan toimenpiteitä, joilla on osin tilapäisiä ja osin hyvin vähäisiä pysyviä paikallisia vaikutuksia Loviisanlahden pintavesiin.

### 4.1 Toimenpiteiden laajuus

Asemakaavaehdotuksessa esitettyjen kelluvien asuin-, uimala- ja venesatamarakenteiden sekä alueelle esitetyn vesiväylän ruoppaustarve on n. 55 000 m<sup>3</sup>ktr ja ruopattavan alueen laajuus on noin 4 ha.<sup>7</sup> Lisäksi kelluva kevyenliikenteen silta edellyttää alustavan arvion mukaan noin 6 000 m<sup>3</sup>ktr ruoppauksia noin 0,8 ha laajuiselta alueelta.

Edellä esitetyn perusteella asemakaavaehdotuksen toteuttamisen mukainen ruoppaustarve on yhteensä noin 61 000 m<sup>3</sup>ktr, ruopattavan alueen laajuus noin 5 ha ja vesikasvillisuuden niittotarve noin 1,5 ha.

Nykyisellään osittain epämääräinen rantaviiva säilyy pääasiassa entisellään eikä vesialueelle tule suurimittaisia täyttöjä. Keskiveden mukaan määritetty rantaviiva tulee muuttumaan lähinnä aallonmurtajan ympäristössä, jos kohteessa päädytään käyttämään kiinteää pengeraallonmurtajaa. Osa ranta-alueiden löyhistä maamassoista on tarkoitus korvata rakentamisen edellyttämällä karkearakeisemmilla maamassoilla.

Kelluvien rakenteiden kokonaispinta-ala on noin 5 000 m<sup>2</sup>. Tämä lisäksi aallonmurtajan/aallonvaimentimen yhteenlaskettu pinta-ala on noin 1 500 m<sup>2</sup>.

### 4.2 Virtaukset

#### 4.2.1 Hulevedet

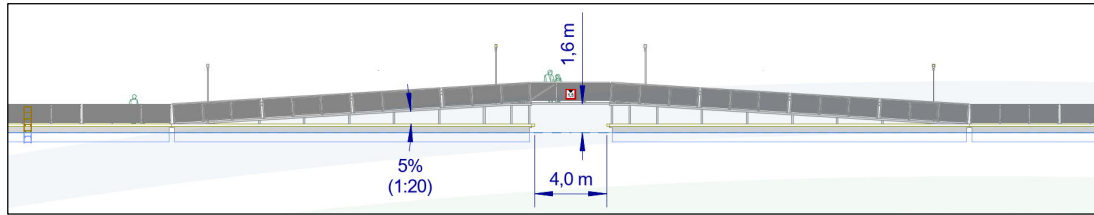
Saaristotien ympäristön rakentaminen tulee lisäämään rakennettujen pintojen osuutta tausta-alueen pinta-alasta. Nykyisellään Mannerheiminkadun ja tulevan kelluvan uimalan väliselle noin 8,5 ha laajuiselle maa-alueelle tuleva sadanta imeytyy osittain maaperään ja valuu osittain pintavaluntana Loviisanlahteen. Alueen keskimääräinen valumakerroin on nykyisellään korkeintaan 0,2. Kyseiseltä maa-alueelta päättyy nykyisellään Loviisanlahteen pintavaluntana siten arviolta noin 10 000 m<sup>3</sup> vuodessa eli keskimäärin alle 30 m<sup>3</sup>/vrk. Rakennettujen pintojen osuus tulee kasvamaan alle hehtaarista noin kuuten hehtaariin, jolloin keskimääräinen valuntakerroin nousee arviolta noin 0,4:ään. Käytännössä tämä tarkoittaa pintavalunnan kaksinkertaistumista noin 20 000 m<sup>3</sup> / a.

Alueen rakentamisen myötä asemakaava-alueelta vesialueelle valuvien hulevesien kiintoainemäärä kasvaa jonkin verran nykytilanteeseen verrattuna. Rakennettavan alueen hulevesien määrät ovat kuitenkin niin häviävän pienet Loviisanjoen virtaamiin verrattuna, ettei asemakaava-alueen hulevesijärjestelyiden vaikutuksia ole havaittavissa Loviisanlahteen päätyvissä vesimäärissä tai vedenlaadussa.

#### 4.2.2 Jokivirtaukset

Loviisanlahteen esitetyllä kevyenliikenteen ponttonisillalla tulee olemaan vähäisiä vaikutuksia paikallisiin virtaamiin. Ponttonisillan keskelle on esitetty noin 4 m leveä virtausaukko, jota vesillä liikkujat voivat hyödyntää (Kuva 7).

<sup>7</sup> Loviisan asuntomessualueen ruoppaus, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 8.11.2019



Kuva 7. Ote ponttonirakenteisen kevyen liikenteen sillan yleispiirustuksesta (A-laiturit Oy, 12.9.2019)

Lähtökohtana on, että virtausaukko sijoitetaan Loviisanjoen suiston pääuoman keskelle, jotta ponttonisillan vaikutus virtaamiin minimoidaan. Kelluva silta keskittää hieman jokisuiston virtauksia virtaama-aukon läheisyyteen (ks. liite 1, virtausmallinnusraportti).

Vesi pääsee virtausaukon lisäksi virtaamaan ponttonisillan alta, mutta esim. jokivesien kuljettamat lehdet, oksat sekä roskat jäävät kellumaan vesirajaan ponttonisillan ylävirran puolelle. Roskien kerääntymiseen voidaan hyvin vähäisissä määrin vaikuttaa esim. ponttonien välisillä raoilla sekä sillan muotoilulla. Kelluva silta edellyttää kuitenkin vuotuista kunnossapitoa mm. edellä mainittujen roskien kerääntymisen takia. Kelluva siltarakenne ei muilta osin aiheuta muutoksia Loviisanlahden virtausolosuhteissa.

Aallonmurtaja tai aallonvaimennin vaikuttavat paikallisesti vähäisissä määrin jokiveden virtauksiin. Kiinteä pengeraallonmurtaja keskittää virtaukset pengeraallonmurtajan mahdollisten virtausaukkojen kohdalle. Kelluvaa aallonvaimenninta käytettäessä virtauksia keskittävä vaikutus on pienempi, sillä vesi virtaa myös aallonvaimentimen alta.

Joen virtaamasta peräisin olevat virtausnopeudet ovat kelluvien asuinrakennusten, uimalan ja aaltosuojusrakenteen kohdalla hyvin pienet (alle 2 cm/s) kaikissa virtaamatilanteissa. Kelluvan sillan virtausaukon kohdalla esiintyy tietyissä virtaamatilanteissa yli 0,5 m/s virtausnopeuksia (ks. liite 1).

Jokiveden osuus kokonaisvirtaamasta kelluvien asuntojen ja uimalan kohdalla on kesällä arviolta vain noin 15 % ja aallonmurtajan kohdalla alle puolet kokonaisvirtaamasta. Lumien sulamisen aikana huhtikuussa jokiveden merkitys on suurempi (ks. liite 1).

#### 4.2.3 Tuulesta aiheutuvat virtaukset

Aallonmurtaja tai aallonvaimennin vaikuttavat arviolta jonkin verran tuulen aiheuttamaan veden kiertoliikkeeseen Loviisanlahden pohjukassa. Nämä virtaamat riippuvat monesta monimutkaisesta tekijästä, eikä niitä tässä yhteydessä ole mahdollista tutkia laskennallisesti.

#### 4.2.4 Merivedenpinnan vaihtelusta aiheutuvat virtaukset

Merivedenpinnan vaihtelusta aiheutuvan virtaaman osuus kokonaisvirtaamasta on kelluvien asuntojen ja uimalan kohdalla kesällä arviolta noin 85 %. Lumien sulamisen aikana merivedenpinnan vaihtelun merkitys kokonaisvirtaamaan vähenee jokivirtaamaan nähden.

Aallonmurtajan virtausaukkojen koolla ja sijainnilla on vaikutusta merenpinnan noususta ja laskusta aiheutuviin paikallisiin virtausnopeuksiin, mutta ne eivät vaikuta merivedenpinnan nousun ja laskun aiheuttamaan veden vaihtuvuuteen ja virtaamaan. Aallonmurtajan virtausaukot eivät myöskään vaikuta virtausnopeuksiin kelluvien asuntojen ja uimalan kohdalla (ks. liite 1).

## 4.3 Vedenlaatu

### 4.3.1 Tilapäiset vaikutukset

Asemakaavaehdotuksessa esitettyjen kelluvien rakenteiden syvennysten edellyttämät ruoppaukset aiheuttavat tilapäistä ja paikallista veden samentumaa. Vaikutukset keskittyvät pääasiassa ruoppauskohteiden välittömään läheisyyteen.

Samentuma leviää yleensä olosuhteista riippuen korkeintaan muutaman sadan metrin päähän ruoppauskohteesta. Veden samentumaa voidaan rajoittaa työnaikaisilla järjestelyillä.

### 4.3.2 Pysyvät vaikutukset

Hulevesien ja hulevesien kuljettaman kiintoaineksen määrä kasvaa hieman nykytilanteeseen verrattuna. Hulevesiä on tarkoitus viivyttää puistoalueelle rakennettavissa hulevesialtaissa. Asemakaavaehdotuksen mukaiselta kaava-alueelta tulevien hulevesien määrä on Loviisanlahden vedenlaadun kannalta merkityksetön.

Tuulen vaikutus altaan vedenvaihtuvuuteen tulee pienenemään aallonmurtajan tai aallonvaimentimen rakentamisen myötä. Kelluvien asuin- ja uimalarakenteiden vaikutus vedenlaatuun on käytännössä merkityksetön, sillä niiden kohdalla on nykyiselläänkin veden vaihtuvuutta rajoittavia kaislikkoja, jotka on tarkoitus niittää ja poistaa ruoppauksen yhteydessä. Tarkastelualueella vesi vaihtuu jatkossakin jokivirtaaman ja merivedenpinnan vaihtelun myötä.

Ruopattavat syvennykset toimivat eräänlaisina laskeutusaltaina, eli niiden pohjalle laskeutuu mm. Loviisanjoesta peräisin olevaa kiintoainesta. Vesisyvyyksien säilyttäminen edellyttää kunnostusruoppauksia tasaisin välein.

Vesi vaihtuu hitaammin syvennysten pohjalla kuin merivedenpinnan läheisyydessä. Syvennysten luiskat ovat kuitenkin loivat ja vesisyvyyksien ero ei ole niin suuri, etteikö myös syvennysten pohjan vesi vaihtuisi. Syvennysten pohjan tilaa tulisi seurata tasaisin välein mm. vedenlaadun ja kertyneen sedimentin osalta.

Tarkastelualueelle tuleva aallokko pienenee jatkossa aallonmurtajan tai aallonvaimentimen rakentamisen seurauksena. Tuuliaallokko aiheuttaa merenpohjan kiintoaineksen sekoittumista vesimassoihin, joten jatkossa alueen vesimassat saattavat pysyä nykyistä kirikkaampana kovan etelästä tai lounaasta puhaltavan tuulen aikana.

Hankkeella ei ole vaikutuksia pohjavesiin.

## 4.4 Vaikutukset luontoon

Lähtökohtaisesti pohjaeläimistö häviää tilapäisesti ruopattavilta alueilta, mutta vaikutuksen pienialaisuuden vuoksi tästä kalastoon kohdistuva vaikutus jää merkityksettömäksi. Kokemuseräisen tiedon perusteella pohjaeläimistö palaa ruoppausalueille muutaman vuoden sisällä.

Työnaikainen melu ja samentuma saattavat väliaikaisesti karkottaa kalastoa loitommaksi toimenpidealueelta. Alue palautuu kalaston osalta entiselleen töiden päätyttyä.

Rakennustöiden yhteydessä alueelta niitetään arviolta noin 1,5 ha vesikasvillisuutta. Vesikasvuston kasvualusta ruopataan hankkeen aikana pois. Vesikasvillisuus saattaa ajan myötä palata osittain ruoppausluiskien kohdalle, mutta täyssyviä vesialueiden arvioidaan pysyvän vapaina ainakin ilmaversoisesta vesikasvillisuudesta.

Veden äärelle rakennettavista tiloista ja rakenteista vapautuva lämpö saattaa pitää osan altaan vedenpinnasta sulana talven aikana. Myös rakenteiden virtausaukkojen

kohdalle saattaa muodostua alueita, jotka eivät kokonaan jäädy tai joissa muodostuva jääkansi on tavanomaista heikompaa.

Kaavaehdotuksen mukaisen alueen lähellä ei ole luonnonsuojelualueita tai Natura 2000-verkoston alueita.

## 5 JATKOTOIMENPITEET

Asemakaavaehdotuksen mukaiset vesialueelle sijoittuvat rakenteet sijaitsevat avoimella paikalla eteläisiin tuulensuuntiin nähden. Kohteen aaltosuojaustarvetta on alustavasti käsitelty erillisessä selvityksessä<sup>8</sup>. Aaltosuojausvaihtoehtojen vertailukustannusten tarkempi arvioiminen edellyttää pohjatutkimuksia aaltosuojauksen kohdalla.

Asemakaavan laadinnan jälkeen tulee laatia yleissuunnitelma vesi- ja ranta-alueiden rakentamisesta. Yleissuunnitelmassa tarkennetaan suunnitelma-ratkaisuja mm. täydentävien pohjatutkimusten pohjalta. Tarkasteltavia asioita ovat aaltosuojausratkaisun ja kelluvien rakenteiden tarkentaminen sekä läjitykseen liittyvien ratkaisujen täsmentäminen. Yleissuunnitelman laadinnan tulee edetä rinnakkain lähialueen muun suunnittelun kuten mm. lähivirkistysalueen ja asuntoalueiden suunnittelun kanssa.

Yleissuunnitelman pohjalta voidaan laatia aluehallintovirastolle (AVI) vesilain mukainen lupahakemus kelluville rakenteille, ruoppaukselle, läjitykselle, täytöille ja uudelle vesiväyläyhteydelle. Ruoppausmassojen läjitys muualle kuin luvanvaraiselle maankaatopaikalle edellyttää myös sedimenttien lisätutkimuksia<sup>9</sup>.

Yleissuunnittelun ja vesilain mukaisen luvan saamisen jälkeen voidaan käynnistää hankkeen toteuttamisen edellyttämä rakennussuunnittelu. Vesiväylästä laaditaan esitys väyläpäätökseksi Liikenne- ja viestintävirastolle (Traficom) hyväksyttäväksi. Väyläpäätöksen jälkeen väylä julkaistaan merikartoilla ja muissa navigointitekniillisissä julkaisuissa.

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuningattarenrannan asemakaavaehdotuksen mukaan vesialueelle sijoittuu rakenteita, jotka edellyttävät ruoppausta ja vesikasvillisuuden niittoa. Vesirakenteet, kuten kelluvat silta- ja asuinrakenteet sekä aallonmurtaja, vaikuttavat vähäisissä määrin paikallisiin virtauksiin. Hanke ei virtausmallinnusten perusteella merkittävästi vähennä veden vaihtuvuutta hankealueella (ks. liite 1). Taustan maa-alueiden rakentaminen ja alueilta tulevien hulevesien ohjauksen vaikutus Loviisanlahteen on merkityksetön.

Asemakaavaehdotuksen mukaiset toimenpiteet eivät aiheuta merkittäviä pysyviä haitallisia vaikutuksia vedenlaadulle tai luonnolle. Keskeisimmät vaikutukset ovat ruoppaustöiden aiheuttama veden tilapäinen samentuminen sekä pohjaeliöstön tilapäiset muutokset ruopattavilla ja rakennettavilla alueilla.

Ruopattavien syvennysten pohjan tilaa tulisi seurata tasaisin välein mm. vedenlaadun ja kertyneen sedimentin osalta.

<sup>8</sup> Loviisan asuntomessualueen tuuliaallokko ja aaltosuojaustarve, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 8.11.2019

<sup>9</sup> Loviisan Kuningattarenrannan vesialueen sedimenttitutkimus, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 4.9.2019

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy



Markku Vähäkäkelä  
suunnittelupäällikkö, ins. (YAMK)



Mikael Stening  
projektipäällikkö, dipl.ins.

#### Liitteet

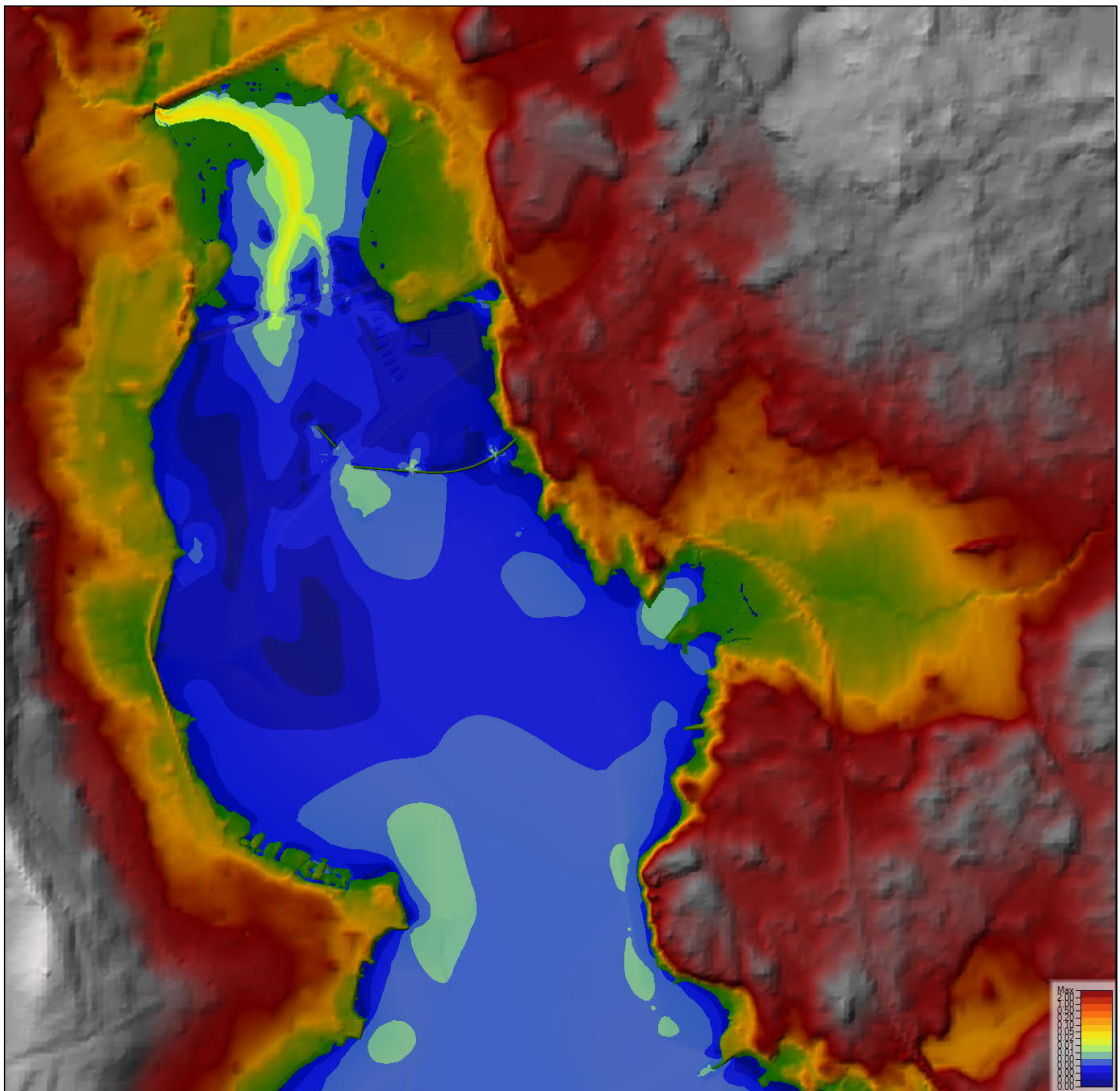
Liite 1. Kuningattarenrannan asemakaavaehdotuksen vaikutus Loviisanlahden paikallisiin virtausolosuhteisiin –virtausmallitarkastelut, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 12.6.2020

Liite 2. Kaavaehdotuskartta, Loviisan kaupunki, pvm. 16.12.2019

Liite 3. Kevyenliikenteen silta, alustava yleispiirustus, A-Laiturit Oy, 12.9.2019

LOVIISAN KAUPUNKI

## Loviisan Kuningattarenrannan asemakaavan vaikutus Loviisanlahden paikallisiin virtausolosuhteisiin -virtausmallinnustarkastelut



## Sisällysluettelo

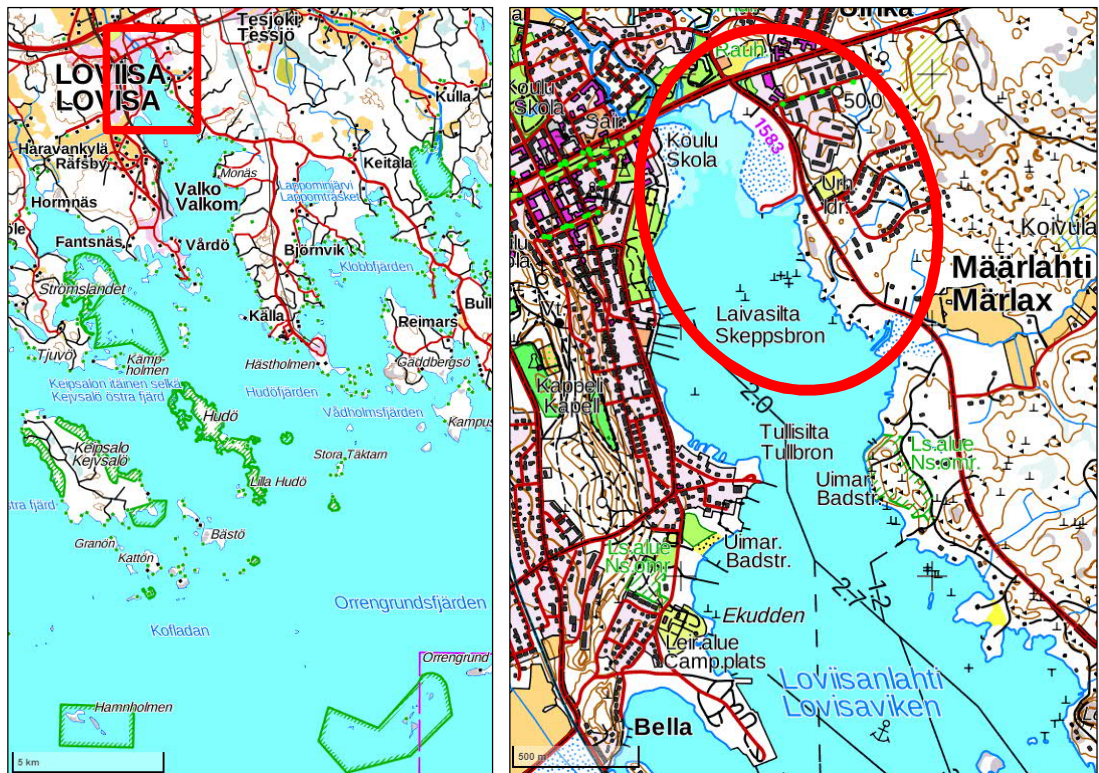
1	YLEISTÄ.....	1
2	VIRTAUSMALLI .....	2
2.1	Maastomallit .....	2
2.2	Virtaamatilanteet.....	4
2.3	Reunaehdot ja laskentaparametrit .....	4
3	VIRTAUSMALLINNUKSEN TULOKSET.....	6
3.1	Virtaamatilanteet A ja B; Loviisanjoen keski- ja ylivirtaamatilanne .....	6
3.2	Virtaamatilanne C; virkistyskausi.....	15
3.3	Virtaamatilanne D; kevät.....	19
4	EPÄVARMUUSTEKIJÄT MALLINNUSTULOKSISSA.....	21
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22

# Loviisan Kuningattarenrannan asemakaavan vaikutus Loviisanlahden paikallisiin virtausolosuhteisiin -virtausmallinnustarkastelut

## 1 YLEISTÄ

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy on Loviisan kaupungin toimeksiannosta laatinut virtausmallitarkastelut Kuningattarenrannan asemakaavaehdotuksessa esitettyjen rakenteiden vaikutuksista Loviisanlahden paikallisiin virtausolosuhteisiin. Virtausmallinnukset ja raportoinnin on suorittanut dipl.ins. Mikael Stening. Asiantuntijoina ja laadunvarmistajina ovat toimineet dipl.ins. Kari Koivisto ja ins.(YAMK) Markku Vähäkäkelä.

Tarkasteltava kohde sijaitsee Loviisanlahden pohjukan itäpuolella (Kuva 1). Asemakaavaehdotuksessa esitetty rakennettava alue on nykyisin pääosin rakentamatonta vesijättömaata, matalaa vesialuetta, savikkoa sekä moreeni- ja kalliomaata. Loviisan kaupunki on laatinut alueelle asemakaavaehdotuksen (pvm. 16.12.2019).



Kuva 1. Kuningattarenrannan asemakaava-alueen sijainti peruskartalla (maanmittauslaitos 2019).

Alueen kuvaus, nykytila ja hydrologiset tiedot on esitetty FCG:n laatimassa lausunnossa vaikutuksista pintavesien tilaan pvm. 5.6.2020.



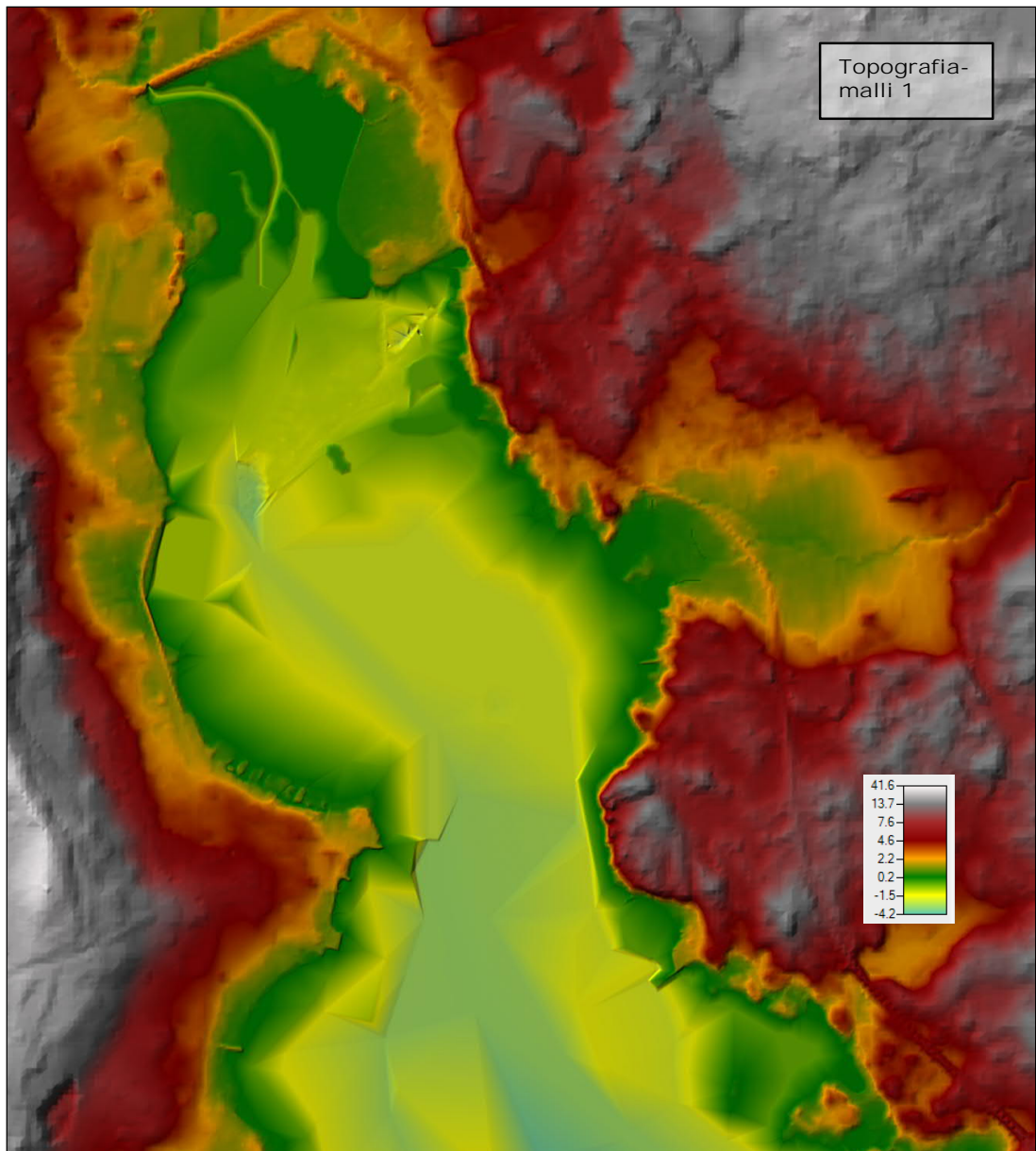
## 2 VIRTAUSMALLI

Virtausmallinnus perustuu korkeussuhteita kuvaavaan maastomalliin, johon virtaamatietoihin sekä tietoihin merivedenpinnan vaihtelusta. Virtausmallinnus on suoritettu USACE:n ohjelmistolla HEC-RAS 5.0.6.

### 2.1 Maastomallit

Kaikki maastomallit on laadittu kolmiopintoina (TIN) ja tulostettu HEC-RAS-ohjelmistoon soveltuvaksi topografiakartaksi.

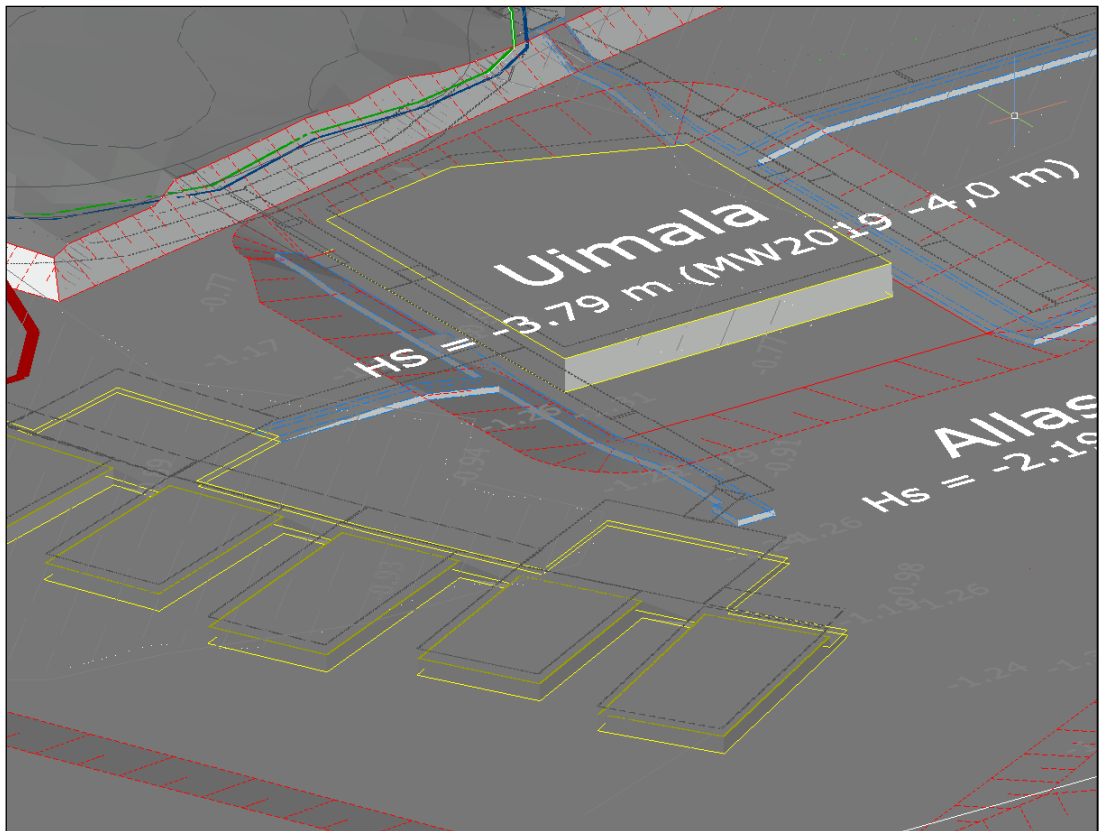
Nykytilanne mallinnettiin ensin. Lahden nykytilan maastomalli on laadittu luotustietojen, merikartassa esitettyjen syvyyspisteiden, maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistojen, peruskartan ja ilmakuvien pohjalta. Mallin merenpohjan korkeusasemia on lisäksi täydennetty arvioimalla syvyyskäyrien sijainteja saatavilla olevien syvyystietojen pohjalta. Loviisanjoen uoman syvyydeksi on keskivedellä arvioitu noin 1 m (Kuva 2).



Kuva 2. Nykytilan topografiamalli. Mallin kokonaispituus etelä-pohjoissuunnassa on noin 2,4 km (etelä-pohjoinen) ja leveys itä-länsisuunnassa on noin 2,0 km. Mallin korkeusjärjestelmä on N2000.

Asemakaavaehdotuksessa esitetyt rakenteet on otettu huomioon alueen maastomallien paikallisissa korkeusolosuhteissa. Ruopattavat alueet luiskineen on mallinnettu syvennyksiksi maastomalliin.

HEC-RAS-ohjelmisto laskee solukohtaisia virtauksia kahdessa ulottuvuudessa (2D). Veden vertikaaliliikkeitä ei siten oteta huomioon. Kelluvien rakenteiden kohdalla maastomallin pohjan korkeusasemia on nostettu rakenteiden syväyksen verran, jolloin laskennallinen virtausala (poikkileikkauksen pinta-ala) vastaa todellista virtausalaa (Kuva 3).



Kuva 3. Ote topografiamallista uimalan kohdalla.

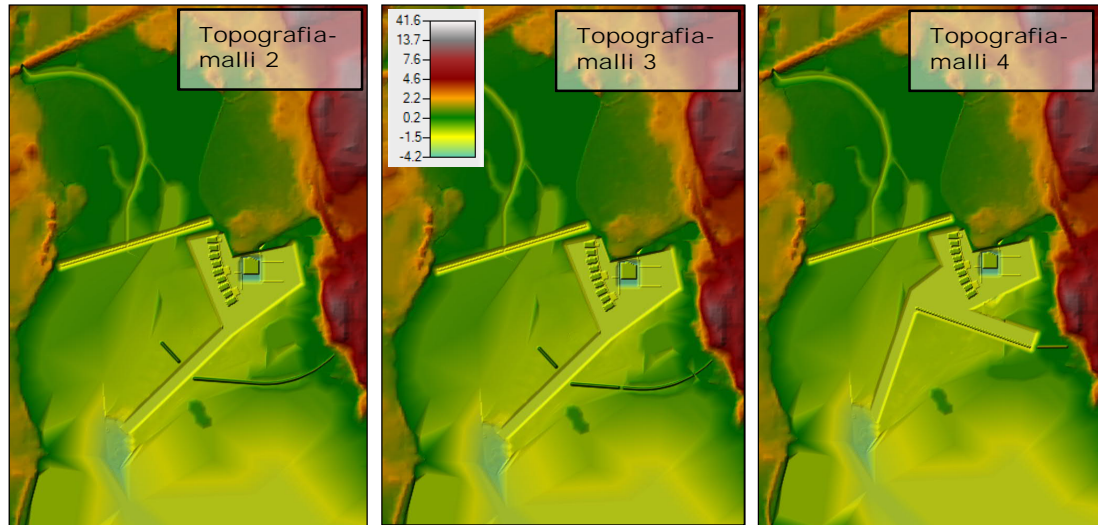
Topografiamalleja laadittiin yhteensä 4 kpl:

- 1) Nykytilanne (ks. Kuva 2)
- 2) Kaikki kelluvat rakenteet ja kiinteä pengeraallonmurtaja (Kuva 4)
- 3) Kaikki kelluvat rakenteet ja pengeraallonmurtaja virtausaukoilla (Kuva 4)
- 4) Kaikki kelluvat rakenteet sekä kelluva aallonvaimennin (Kuva 4)

Mallissa nro 4 tuloväylän sijaintia on muokattu siten, että se kiertää aallonvaimentimen. Aallonvaimentimen suojan puolella on varaus veneiden aisapaikoille.

Topografiamallit tulostettiin laskentaa varten ruutukokoon 2 m \* 2 m, joka on riittävä tarkka maaston pinnan korkeusasemien vaihtelun ja rakenteiden kokoon nähden. Esim. kelluvan sillan 4 m leveään silta-aukkoon mahtuu kaksi täyttää ruutua ja 3 m leveän ponttonirakenteen kohdalle mahtuu leveyssuunnassa vähintään yksi ruutu.

Nykyisiä rakenteita, kuten Laivasillan ponttonilaitureita ei tässä yhteydessä ole mallinnettu, sillä ne sijaitsevat kaukana hankealueesta ja niiden vaikutus hankealueen virtauksiin on hyvin pieni.



Kuva 4. Otteet tarkasteltavista topografiamalleista: 2) kelluvat rakenteet ja aallonmurtaja (vas.), 3) kelluvat rakenteet ja aallonmurtaja virtausaukoilla (kesk.) ja 4) kelluvat rakenteet ja aallonvaimennin. Kaikissa toteutusvaihtoehdoissa on kelluva silta.

## 2.2 Virtaamatilanteet

Virtausmallinnuksessa on tutkittu sekä staattisia virtaamatilanteita (joissa reunaehdot eivät muutu) että virtaamatilanteita, joissa merivedenpintaa ja jokivirtaamaa vaihdellaan. Mallinnetut tyypilliset virtaamatilanteet ovat yleistettävissä myös pidemmille aikajaksoille.

Virtausmallinnuksessa on tarkasteltu seuraavia virtaamatilanteita:

- A) Joen keskivirtaama MQ meriveden keskivedenkorkeudella MW
- B) Joen ylivirtaama HQ<sub>1/20a</sub> meriveden keskivedenkorkeudella MW
- C) Joen virtaama ja merivesi tyypillisenä heinäkuuna (1.7-31.7 2019)
- D) Joen virtaama ja merivesi tyypillisenä huhtikuuna (1.4-30.4 2018)

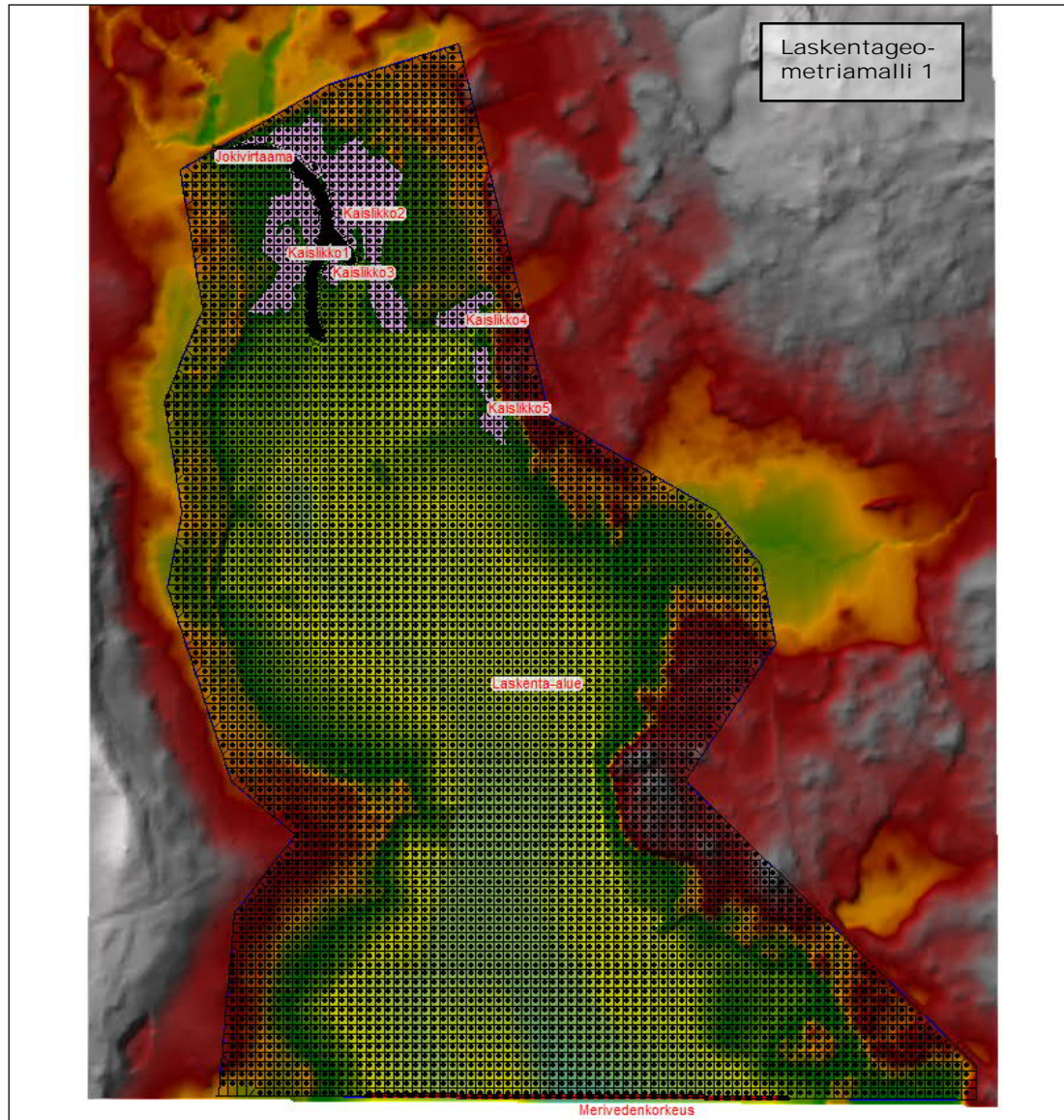
## 2.3 Reunaehdot ja laskentaparametrit

Laskennan reunaehdot muodostuvat jokivirtaamasta ja merivedenpinnan korkeusasemasta. Loviisanjoen jokivirtaama sijoittuu mallissa laskenta-alueen luoteisosaan noin 500 m etäisyydelle hankealueesta ja merivedenpinnan korkeusasema laskenta-alueen eteläosaan noin 1 600 m etäisyydelle hankealueesta (Kuva 5).

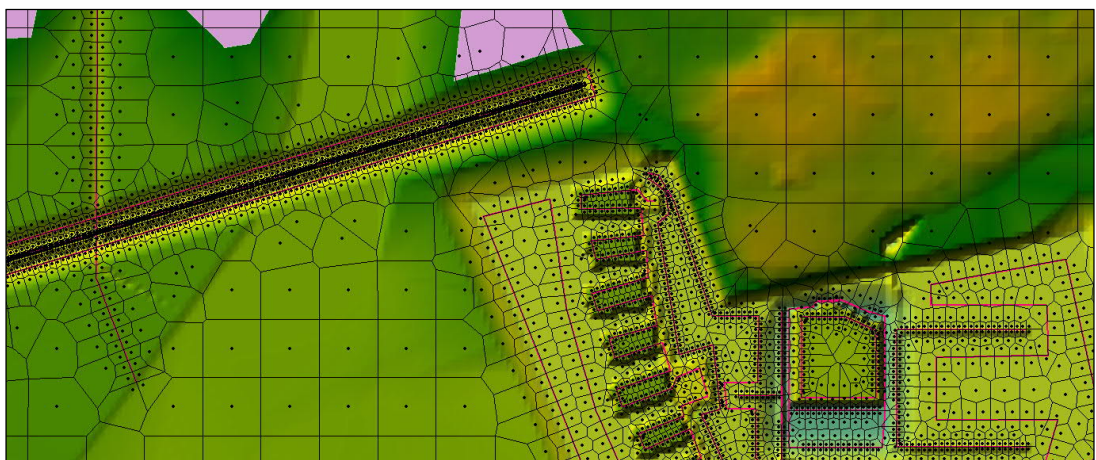
Merenpohjan ja jokiuoman Manningin yleiseksi karkeuskertoimeksi asetettiin  $n=0,03$ . Loviisanjoen suistoalueella on lisäksi useita kaislikkoja, jotka on huomioitu sekä topografiamalleissa matalina alueina, että karkeuskertoimella  $n=0,07$ .

Laskenta-alueen yleinen laskentahilakoko on 20 m \* 20 m. Jokiuoman ympäristössä sekä hankealueen rakenteiden kohdalla laskentahilakokoa tarkennettiin 2...4 m ruutukokoon (Kuva 6).

Virtausnopeuksien laskennassa kokeiltiin sekä diffuusioaaltoyhtälöitä että Saint Venantin liikemääräyhtälöitä. Saint-Venantin yhtälöillä lasketut virtausnopeudet kelluvien asuntojen ja uimalan alueella osoittautuivat selvästi pienemmiksi kuin diffuusioaaltoyhtälöiden mukaiset virtausnopeudet (Kuva 7, s. 6). Tulosten vertailussa on käytetty matemaattisesti tarkempia Saint-Venantin liikemääräyhtälöillä laskettuja arvoja.



Kuva 5. Reunaehdot nykytilan laskentageometriamallissa.



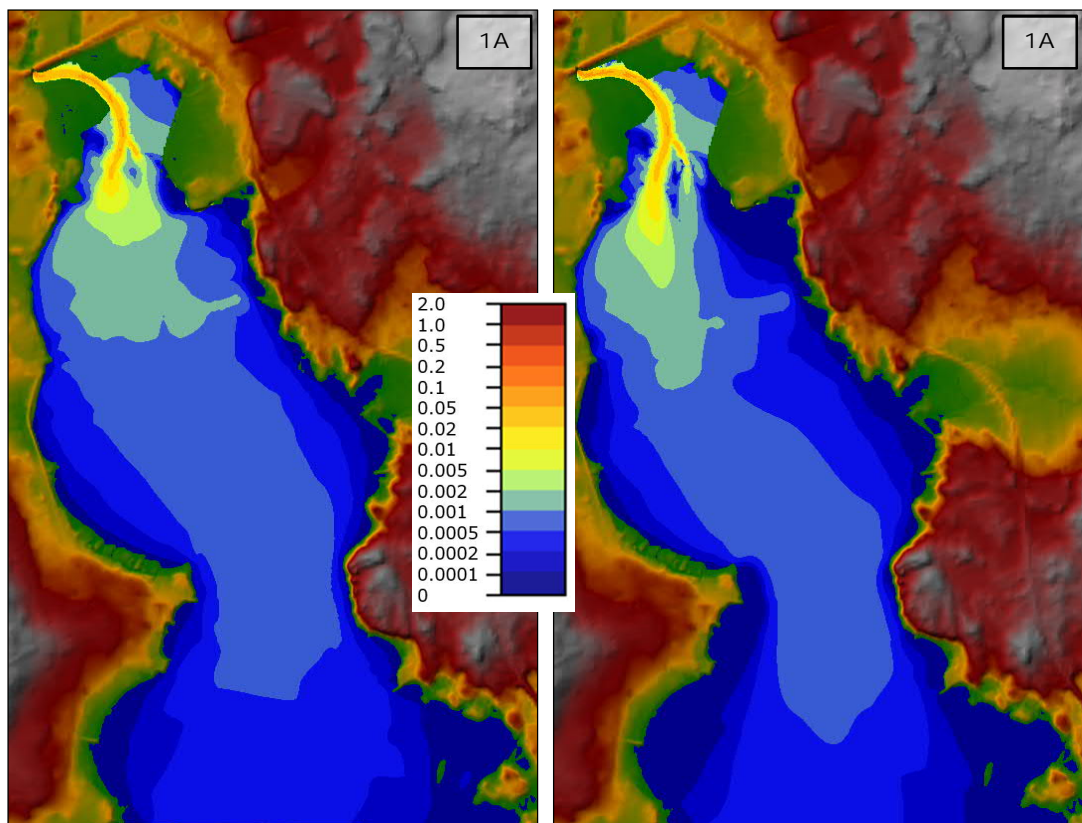
Kuva 6. Laskentahilan tarkennuksia rakenteiden, uomien, ruopattavien alueiden yms. kohdalla (ote laskentageometriamallista, topografiamalli 2).

### 3 VIRTAUSMALLINNUKSEN TULOKSET

#### 3.1 Virtaamatilanteet A ja B; Loviisanjoen keski- ja ylivirtaamatilanne

Virtaamatilanteet A ja B ovat staattisia virtaamatilanteita, joissa joen virtaama ja merivedenpinnan vaihtelu pysyvät vakiona. Virtaamatilanteessa A Loviisanjoen virtaamaksi on asetettu keskivirtaama  $MQ = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$  ja virtaamatilanteessa B joen virtaamaksi on asetettu ylivirtaama  $HQ_{1/20a} = 16,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Merivedenpinnan korkeus on  $MW = 0,206 \text{ m}$ .

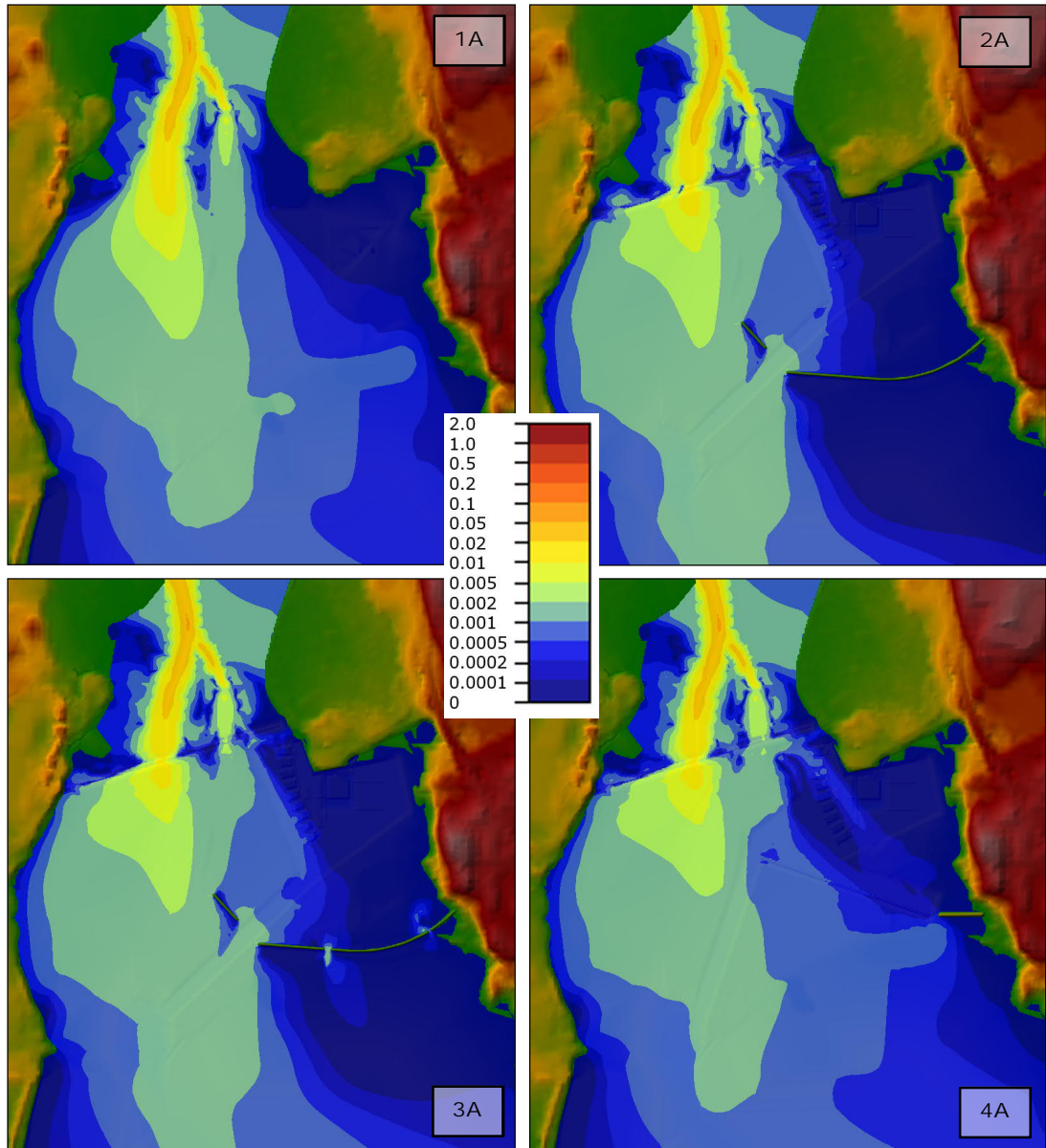
Virtausmallinnus kuvaa virtauksia koko Loviisanlahden pohjukan alueella (Kuva 7). Mallinnustuloksissa on kuitenkin ensisijaisesti keskitytty virtausnopeuksien ja virtaamien tarkasteluun hankealueella.



Kuva 7: Joen keskivirtaamasta aiheutuvat virtausnopeudet (m/s) Loviisanlahdessa nykytilanteessa diffuusioaaltoyhtälöllä (vas.) ja Saint-Venantin liikemääräyhtälöllä (oik.) laskettuna (virtaamatilanne A). Saint-Venantin liikemääräyhtälöllä lasketut virtausnopeudet ovat hankealueella pienemmät kuin diffuusioaaltoyhtälöllä lasketut vastaavat arvot.

Loviisanjoen keskivirtaamalla ja meriveden keskivedellä (virtaamatilanne A) virtausnopeudet ovat kelluvien asuntojen kohdalla keskimäärin noin  $0,0001 \dots 0,0005 \text{ m/s}$ , eli alle  $1 \text{ mm/s}$ . Pääosa jokivedestä virtaa lahden keskellä Laivasillan laitureiden edustalla.

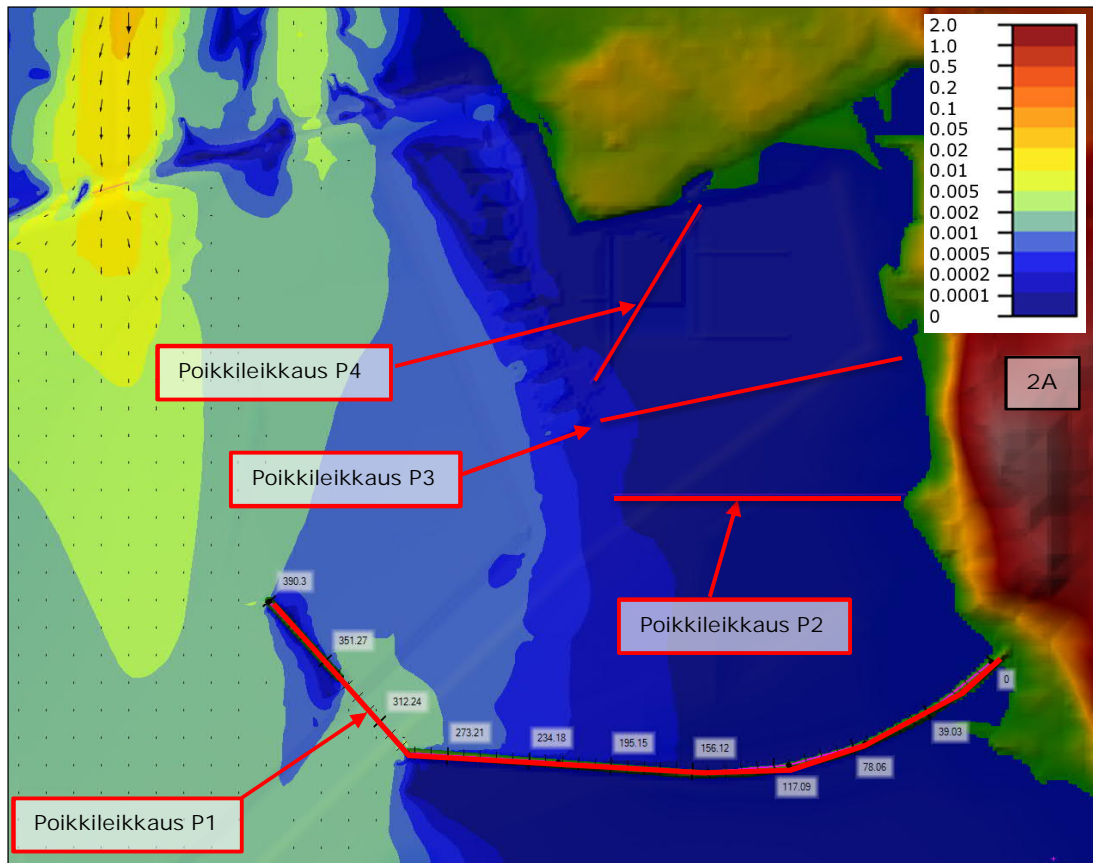
Aallonmurtajan aukkojen kohdalle (topografiamallit 2 ja 3) muodostuu virtausalueita, jossa virtausnopeudet ovat noin  $0,003 \dots 0,005 \text{ m/s}$ . Aallonvaimenninta käytettäessä (topografiamalli 4) kelluvien asuntojen ja uimalan kohdalle muodostuu hieman korkeammat virtausnopeudet kuin muissa tilanteissa (Kuva 8).



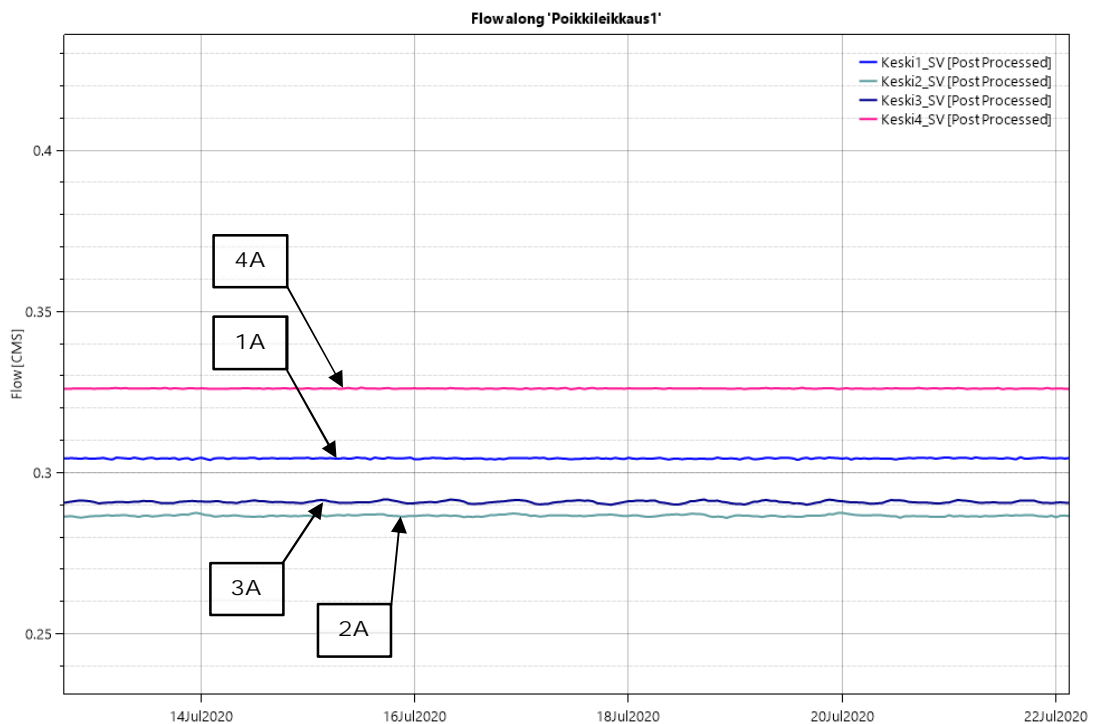
Kuva 8. Joen keskivirtaamasta MQ peräisin olevat virtausnopeudet (m/s) meriveden keskivedenkorkeuden MW vallitessa (A). Ylh. vas. 1A) nykytilanne, ylh. oik. 2A) aallonmurtaja, vas. alh. 3A) aallonmurtaja virtausaukoilla ja 4A) aallonvaimennin. Laskenta Saint-Venantin liikemääräyhtälöllä.

Virtaamia on tarkasteltu useassa poikkileikkauksessa kelluvien rakenteiden kohdalla. Koska kyseessä ei ole jokiuoma vaan lahdenpoukama, niin virtaamatarkasteluissa on paikoin esiintynyt tuloksia, jotka alkuun vaikuttavat ristiriitaisilta. Näennäiset ristiriitaisuudet aiheutuvat lähinnä siitä, että tietyissä tarkasteluissa poikkileikkauksen läheisyyteen muodostuu veden kiertoliikettä, jolloin vesi paikoitellen liikkuu eri suuntiin samassa poikkileikkauksessa.

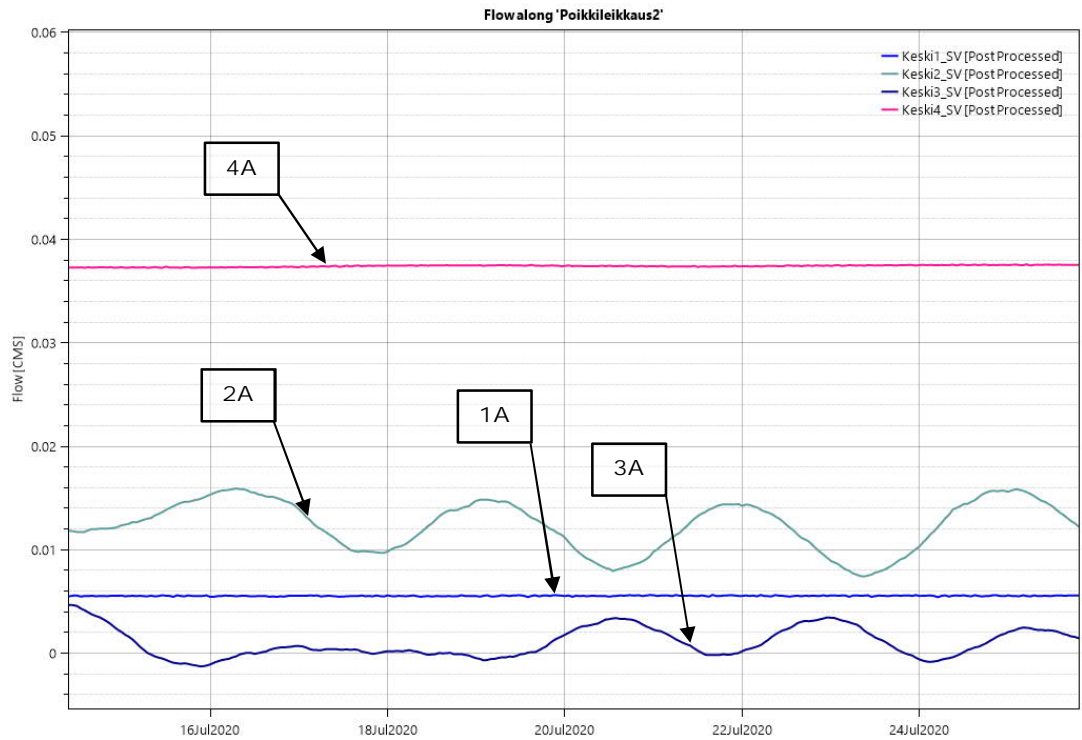
Laskentapoikkileikkauksia on asetettu kiinteän pengeraallonmurtajan kohdalle (P1), ruoppauksilla syvennettävän alueen eteläosaan (P2) sekä kelluvien asuinrakennusten ja uimalan kohdalle (P3 ja P4, Kuva 9).



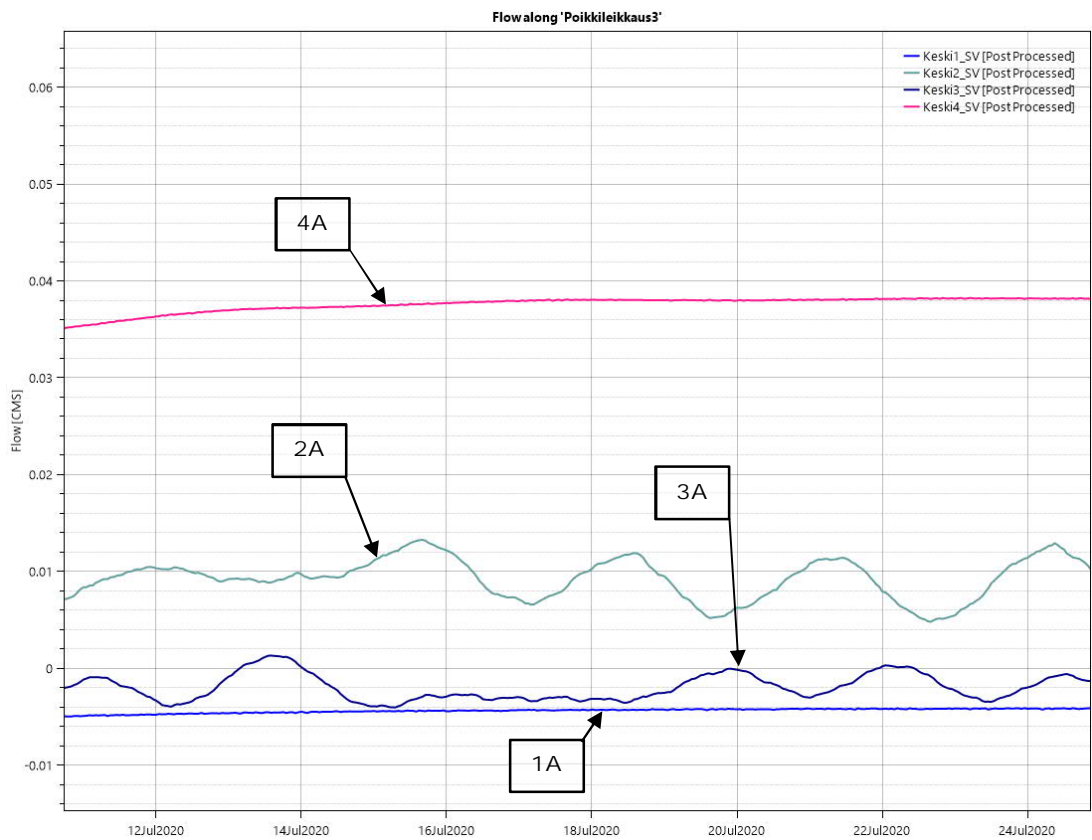
Kuva 9 Lähikuva mallinnuksesta 2A: Joen keskivirtaama MQ ja meriveden keskivesikorkeus MW, topografia 2. Virtausnopeudet kelluvien rakennusten ja uimalan kohdalla ovat hyvin pienet. Virtaamien laskentaa ja vertailua varten on asetettu tarkastelupoikkileikkauksia kiinteän pengeraallonmurtajan kohdalle P1, syvennettävän alueen eteläosaan P2 sekä kelluvien rakenteiden kohdalle (P3 ja P4).



Kuva 10. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P1 kautta mallinnustilanteissa A. Kokonaisvirtaama on suurin aallonvaimentimella toteutettavassa vaihtoehdossa (4) ja pienin kiinteällä aallonvaimentimella ilman virtausaukkoja (2).

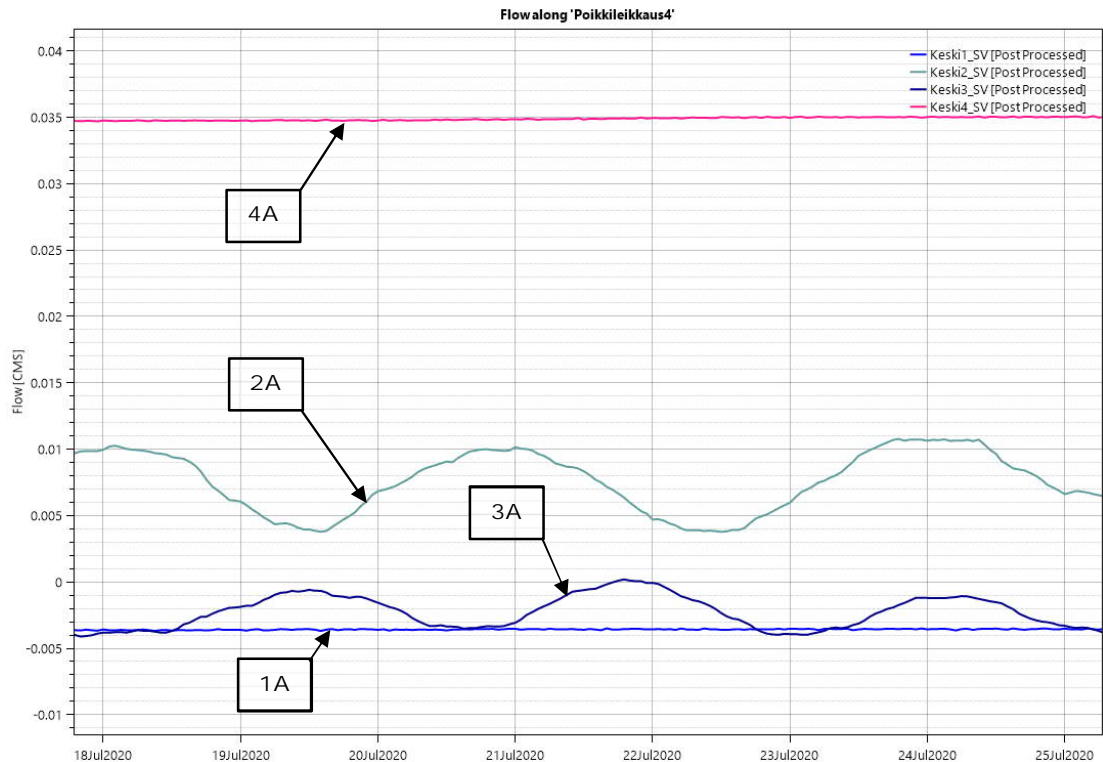


Kuva 11. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P2 kautta mallinnustilanteissa A. Topografiamaalleilla 1, 2 ja 3 esiintyy veden kiertoliikettä poikkileikkauksen kohdalla.



Kuva 12. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P3 kautta mallinnustilanteissa A. Topografiamaalleilla 1, 2 ja 3 esiintyy veden kiertoliikettä poikkileikkauksen kohdalla.





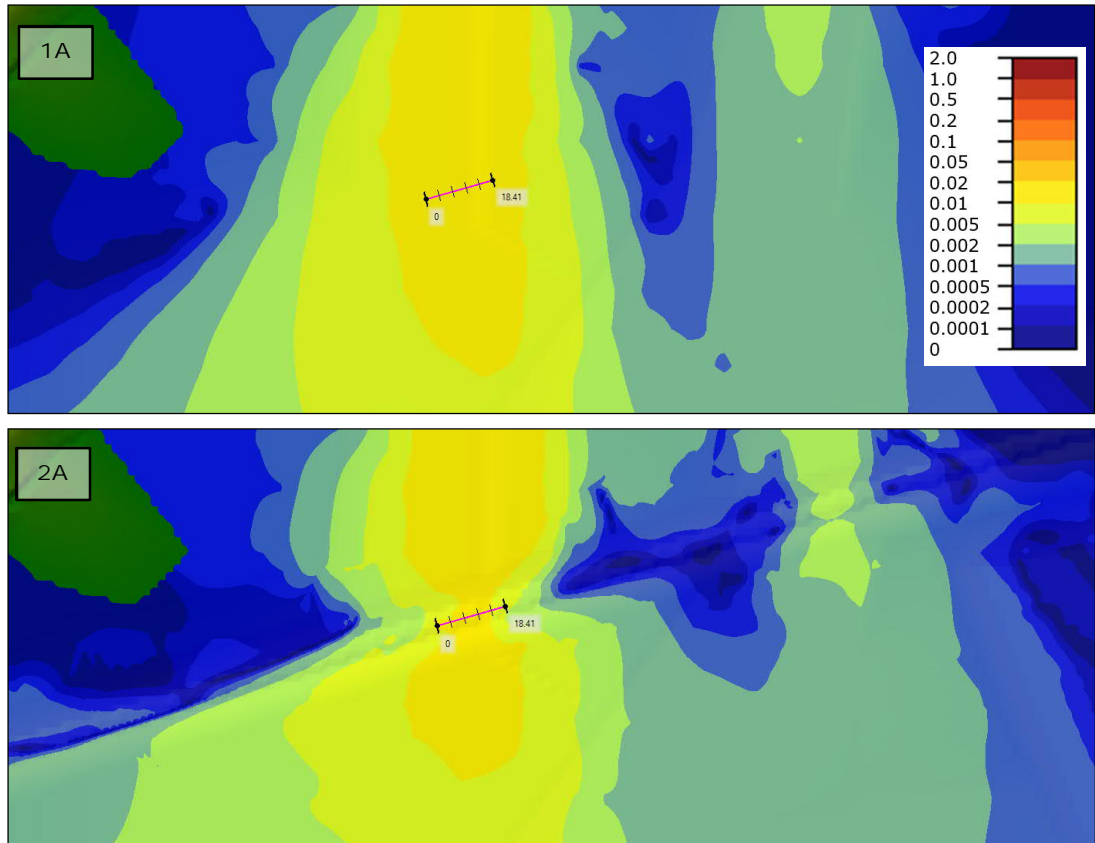
Kuva 13. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P4 kautta mallinnustilanteissa A. Topografiamalleilla 1, 2 ja 3 esiintyy veden kiertoliikettä poikkileikkauksen kohdalla.

Poikkileikkauksessa P1 virtaama pienenee nykytilanteeseen verrattuna, mikäli aallonmurtaja rakennetaan (topografiat 2 ja 3). Mikäli aaltosuojaus toteutetaan aallonvaimentimella, niin virtaama kasvaa nykytilanteeseen verrattuna (topografia 4, ks. Kuva 10).

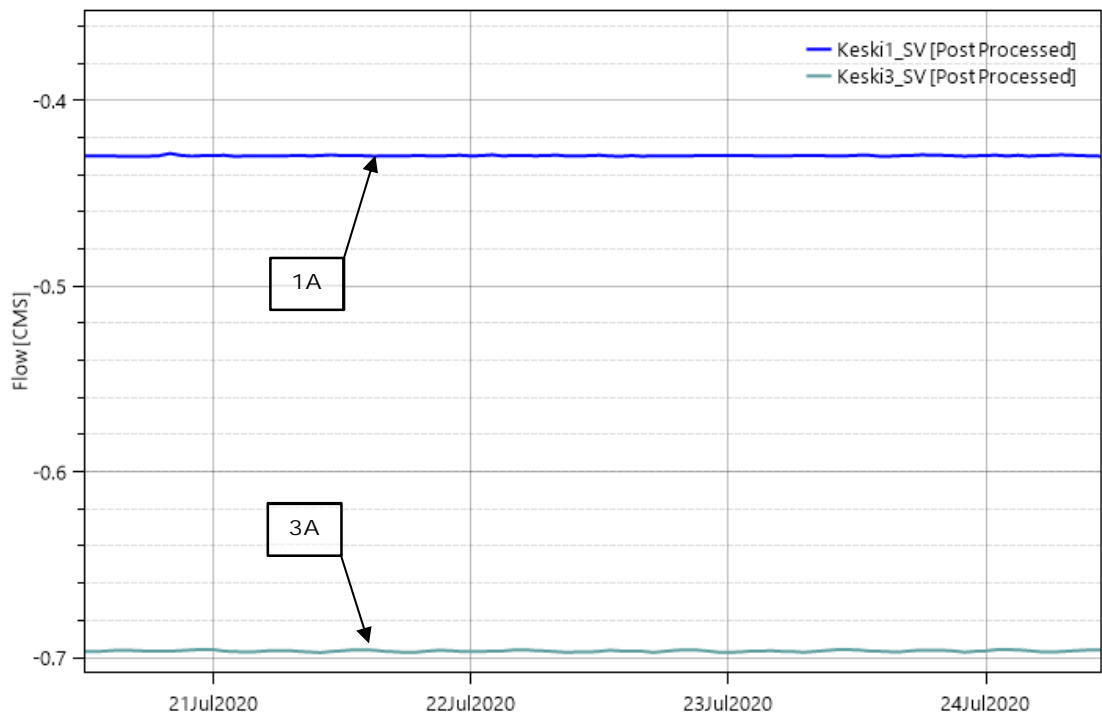
Aallonmurtajaan esitetyillä aukoilla on hyvin marginaalinen vaikutus virtaamaan poikkileikkauksen P1 kautta (Kuva 11). Aallonmurtajan aukot vaikuttavat lähinnä paikallisiin virtausnopeuksiin aallonmurtajan läheisyydessä, mutta niiden virtaamaa lisäävä vaikutus ei ulotu kelluviin asuntoihin ja uimalaan asti. Kelluvien asuinrakennusten kohdalle saattaa virtaamamallinnusten A perusteella päätyä jopa vähemmän jokivettä, mikäli aallonmurtajaan tehdään virtausaukot yhtenäisen aallonmurtajan sijasta (Kuva 11-Kuva 13).

Alueen suojaaminen kelluvalla aallonvaimentimella parantaa laskelmien mukaan virtausolosuhteita koko hankealueella nykytilanteeseen verrattuna (Kuva 10-Kuva 13). Virtausnopeuksien kasvu selittyy osittain kaislikon raivaamisella ja hankealueen vesisyvyyden kasvattamisella. Jonkin verran hyötyä on arvion mukaan myös aallonvaimentimen suuntaamisella kohti koillista.

Kelluvan sillan vaikutus virtauksiin tulee selvästi ilmi laskennassa. Kelluva silta keskittää virtaamia silta-aukon läheisyyteen. Tarkastelussa on esitetty jokiuoman ja 4 m leveän virtausaukon kohdalle 20 m leveä tarkastelupoikkileikkaus, jonka kautta kulkevat virtaamat on määritetty. Tarkastelupoikkileikkauksen virtaama kasvoi yli 60 % kelluvan siltarakenteen myötä (Kuva 14 ja Kuva 15).



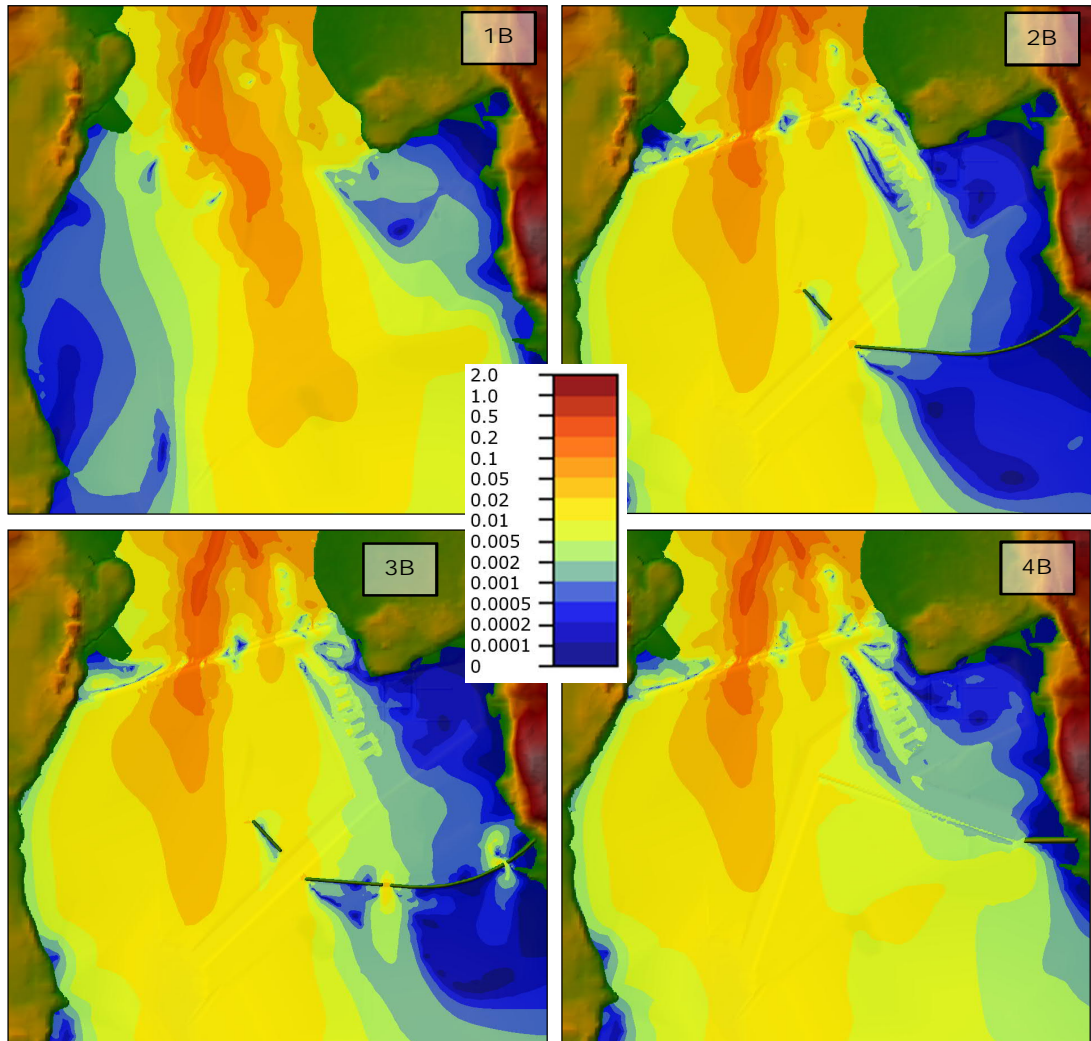
Kuva 14. Kelluvan sillan vaikutus virtauksiin joen keskivirtaamalla MQ ja meriveden keskivedenkorkeudella MW (mallinnustapaus A). Jokuoman kohdalle ja suunnitellun kelluvan sillan silta-aukon kohdalle on asetettu vertailupoikkileikkaus virtaamien laskentaa varten.



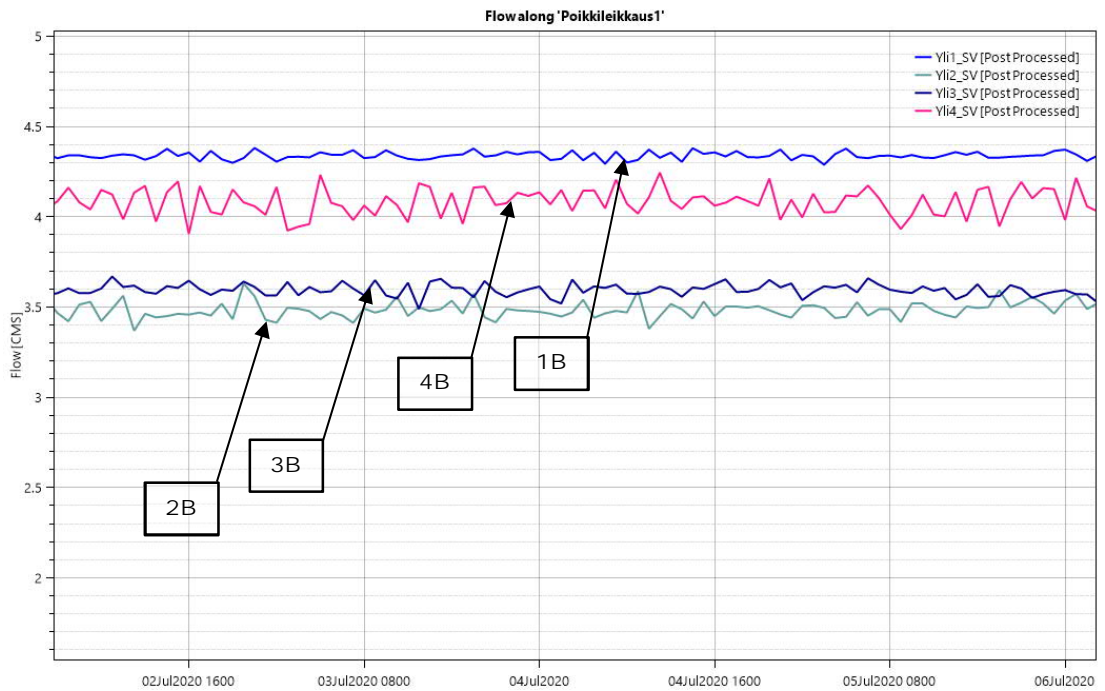
Kuva 15. Virtaama jokuoman kohdalla nykytilanteessa (sininen käyrä,  $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ja kelluvan sillan toteutuessa (vihreä käyrä,  $0,70 \text{ m}^3/\text{s}$ ) mallinnustapauksessa A. Mallinnuksen mukaan kelluva silta keskittää joen virtaamaa silta-aukon läheisyyteen.

Kelluvalla sillalla ei havaittu olevan vettä padottavaa vaikutusta missään virtaamatilanteessa (A...D). Laskennallinen vedenkorkeusero kelluvan sillan ylä- ja alajuoksun välillä oli alle 1 mm.

Joen ylivirtaaman ja keskiveden vallitessa (mallinnustilanteet B) rakenteet vähentävät jokiveden virtaamia poikkileikkauksen P1 kohdalla hieman (Kuva 16), eli aallonmurtaja tai aallonvaimennin ohjaa virtauksia lahden keskelle. Ero virtaamissa on kuitenkin pieni nykytilaan verrattuna (Kuva 17).

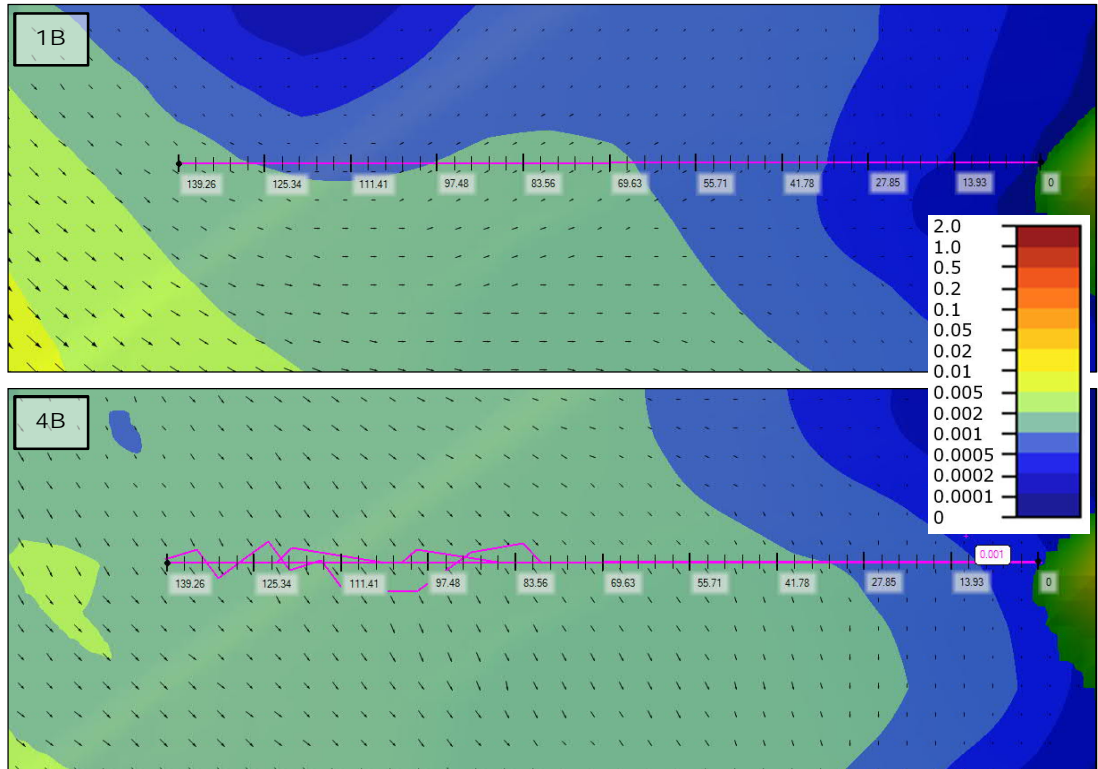


Kuva 16. Joen ylivirtaamasta  $HQ_{1/20a}$  peräisin olevat virtausnopeudet (m/s) meriveden keskivedenkorkeuden MW vallitessa (B). Ylh. vas. 1B) nykytilanne, ylh. oik. 2B) aallonmurtaja, vas. alh. 3B) aallonmurtaja virtausaukoilla ja 4B) aallonvaimennin. Laskenta Saint-Venantin liikemääräyhtälöillä.

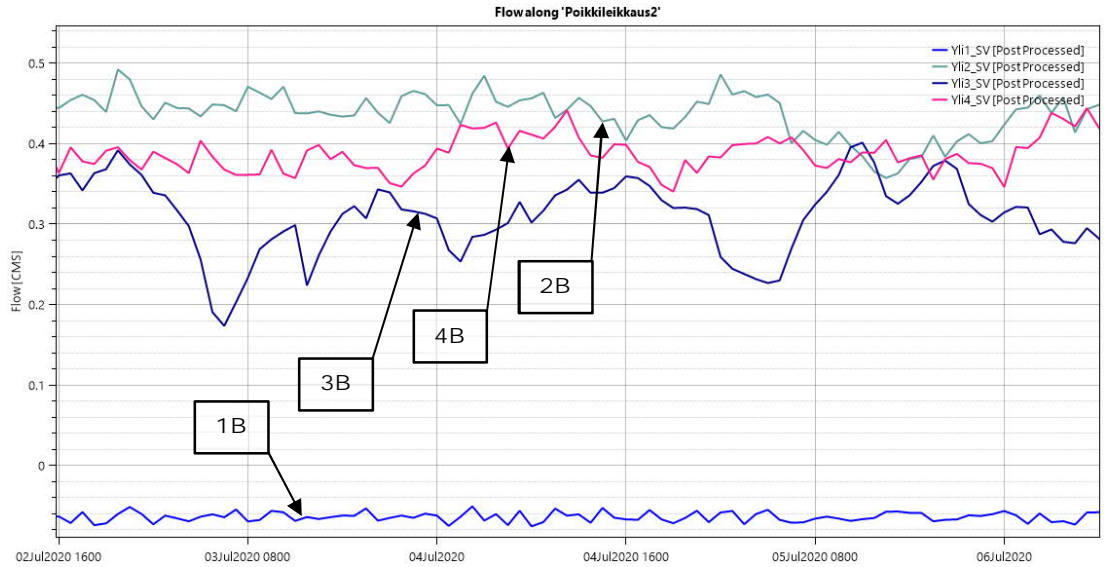


Kuva 17. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P1 kautta mallinnustilanteissa B.

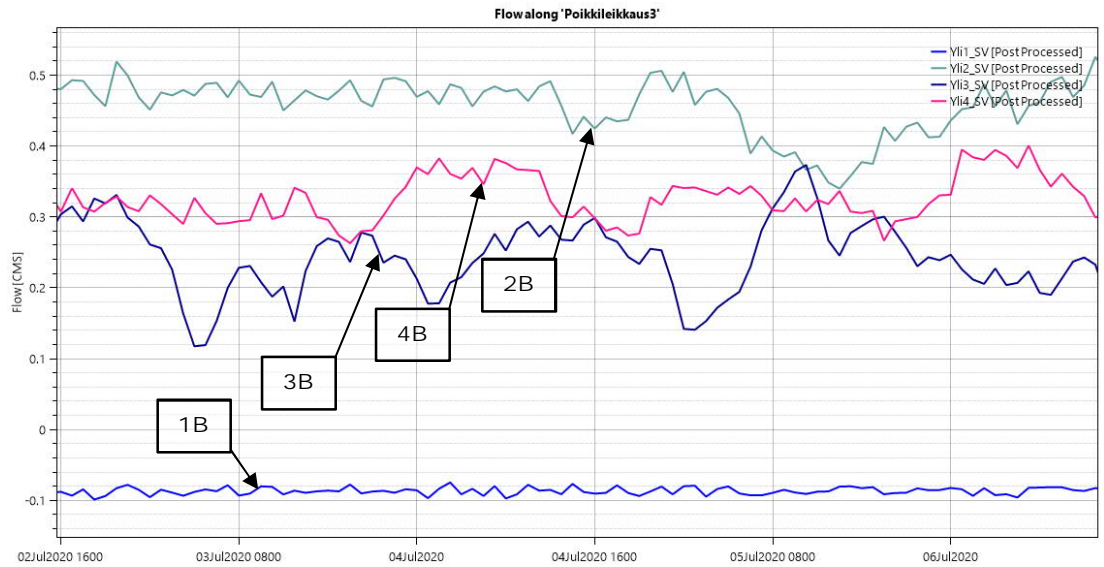
Poikkileikkausten P2-P4 kautta kulkevien virtaamia ei voida suoraan verrata keskenään (Kuva 19-Kuva 21), sillä veden kiertoilikkeestä johtuen vesi liikkuu poikkileikkauksen kohdalla osittain eri suuntiin (Kuva 18).



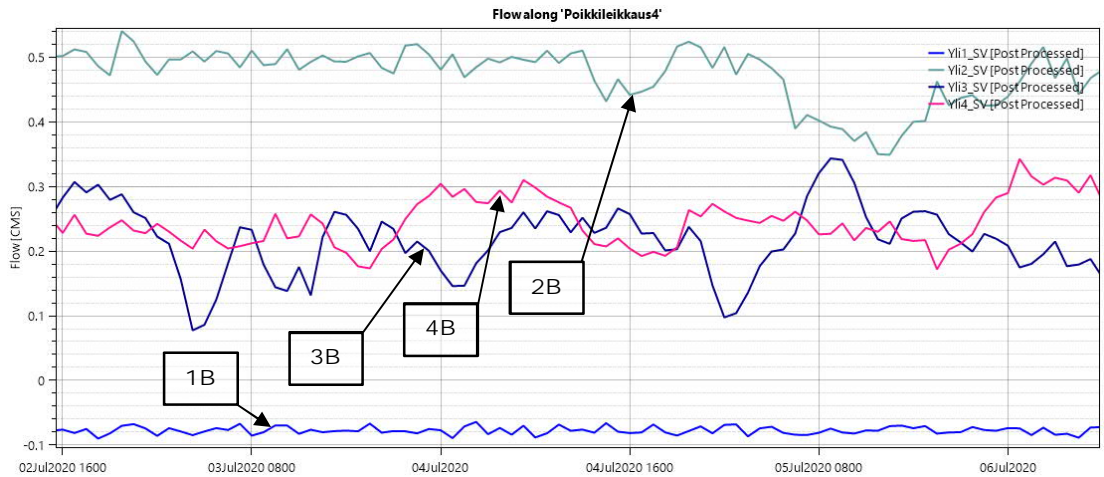
Kuva 18. Virtamaasuunnat poikkileikkauksen P2 kohdalla mallinnustilanteissa 1B) (nykytila, ylh.) ja 4B) (aallonvaimennin, alh.).



Kuva 19. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P2 kautta mallinnustilanteissa B.



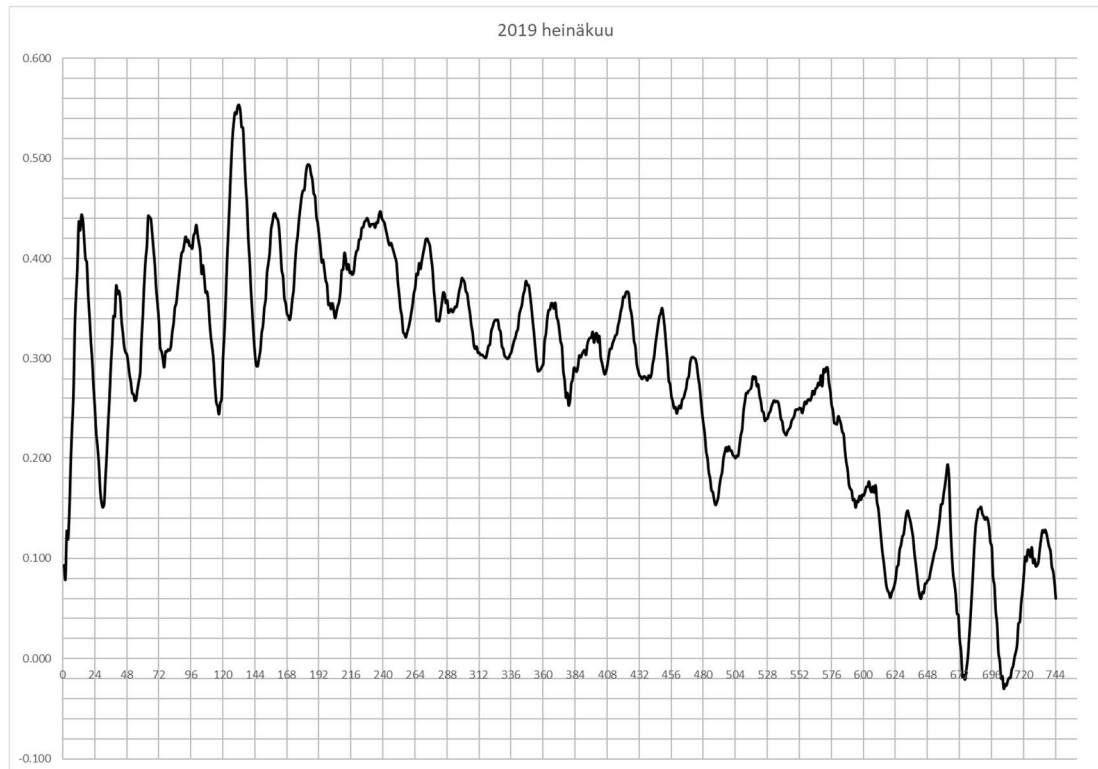
Kuva 20. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P3 kautta mallinnustilanteissa B.



Kuva 21. Laskennalliset virtaamat poikkileikkauksen P4 kautta mallinnustilanteissa B.

### 3.2 Virtaamatilanne C; virkistyskausi

Virtaamatilanne C kuvaa tyypillistä virkistyskauden aikaista tilannetta, jolloin Loviisanjoen virtaama on Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) Herttatietokannan mukaan vain noin 0,5 m<sup>3</sup>/s ja merenpinnan vaihtelu on pääasiassa suhteellisen vähäistä (Ilmatieteen laitos, Kuva 22). Aikajakso valittiin tarkastelemalla merenkorkeus- ja virtaamahavaintoja vuosina 2015-2019 ja valitsemalla hydrologisesti tyypillinen heinäkuu.



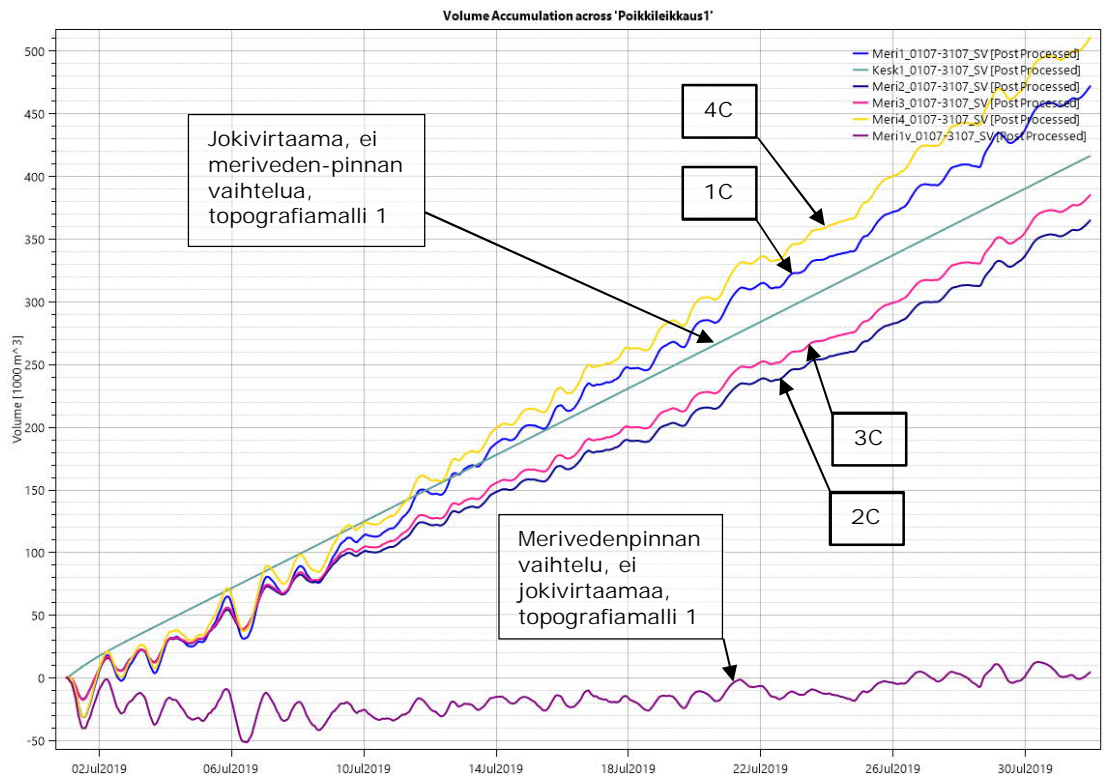
Kuva 22. Merivedenpinnan korkeustaso heinäkuussa vuonna 2019 N2000-korkeusjärjestelmässä. Aikajakso tunneissa (h) 0 = 1.7 klo 00:00.

Merenpinnan vaihtelu muuttaa virtaussuuntia hankealueella. Merenpinnan noustessa nopeasti myös Loviisanjoen virtauksen suunta muuttuu suistoalueella, eli vesi virtaa ajoittain joen virtaussuunnan vastaisesti.

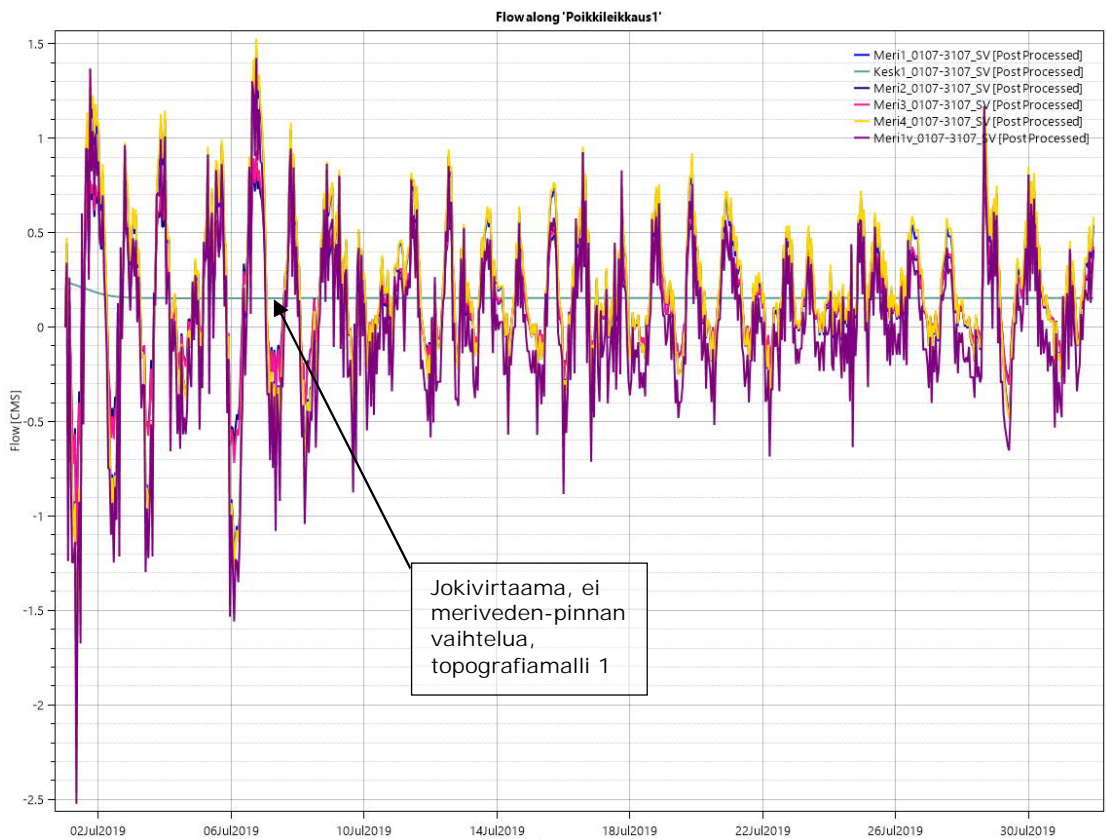
Tarkastelujaksolla heinäkuussa 2019 hankealueelle tulee suurin piirtein saman verran merivettä kuin alueelta poistuu merivettä. Jokiveden osuus on vajaa puolet (n. 48 %) poikkileikkauksen P1 kautta poistuvasta veden kokonaismäärästä, eli jokiveden vaikutus Loviisanlahden pohjukassa on suuri (Kuva 23, Kuva 24).

Kelluvien asuinrakennusten ja uimalan kohdalla meriveden vaikutus on kuitenkin huomattavasti suurempi kuin jokiveden vaikutus, sillä suurin osa jokiveden virtaamasta ei kulje kyseisen alueen kautta. Jokiveden osuus on arviolta vain noin seitsemäsosa (1/7, n. 15 %) poikkileikkauksen P2 kautta poistuvasta veden kokonaismäärästä (Kuva 25).

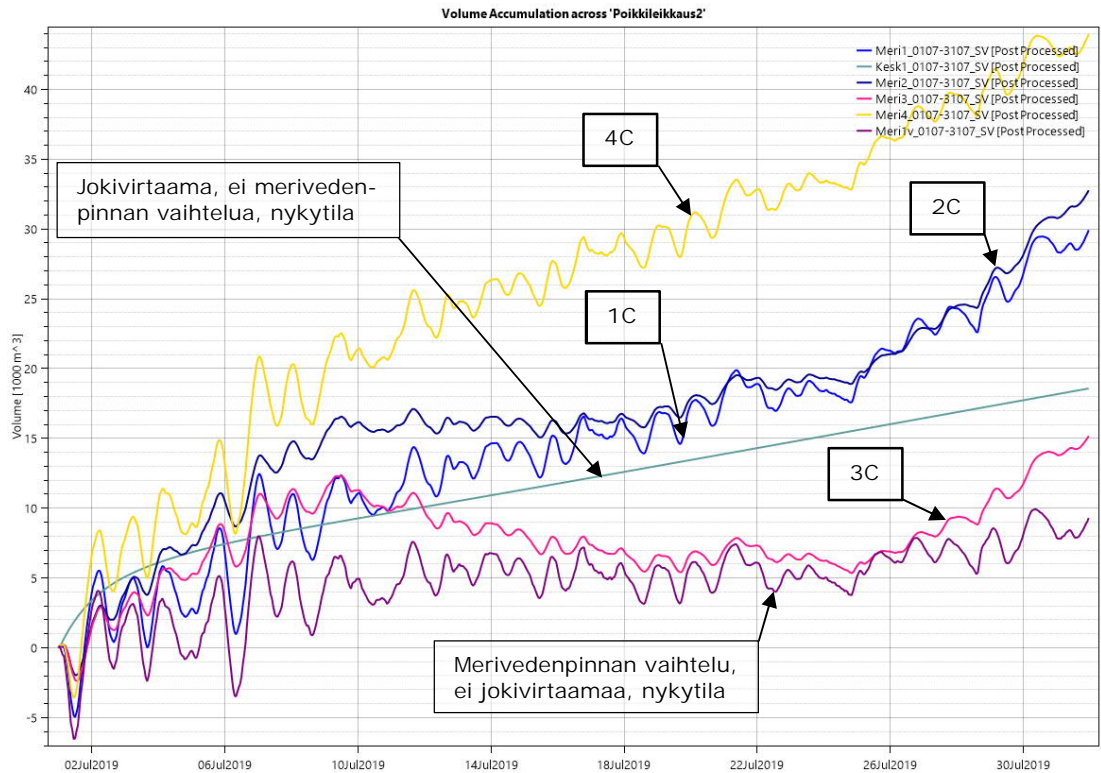
Poikkileikkauksissa P3 ja P4 (Kuva 9) virtaussuunnat vaihtelevat mallinnustapauksessa C voimakkaasti pitkin poikkileikkausta, eikä kyseisiä poikkileikkauksia ole siten tässä yhteydessä käytetty virtaamien analysointiin. Hankealueen koillispuolella merivedenpinnan vaihtelun merkitys veden vaihtuvuuteen on vielä suurempi kuin poikkileikkauksen P2 kohdalla.



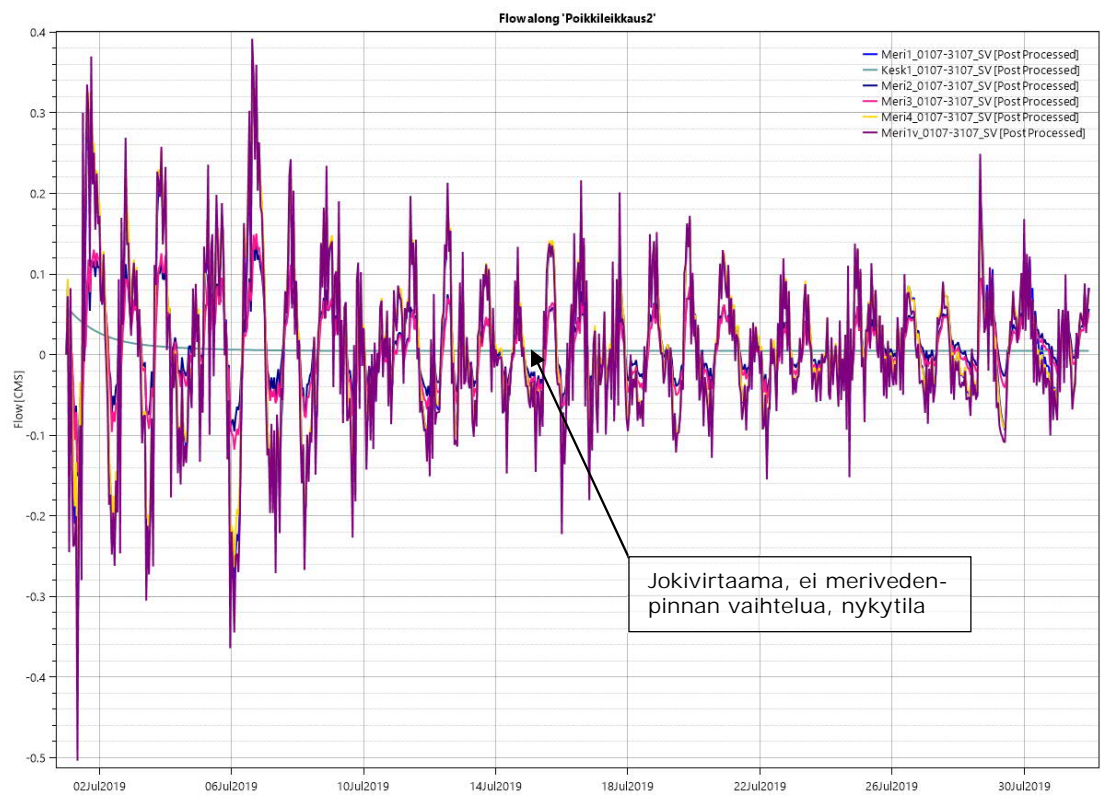
Kuva 23. Laskennallinen poistumisvirtaaman kertymä poikkileikkauksen P1 kautta mallinnustilanteissa C.



Kuva 24. Laskennallinen virtaama poikkileikkauksen P1 kautta mallinnustilanteissa C.

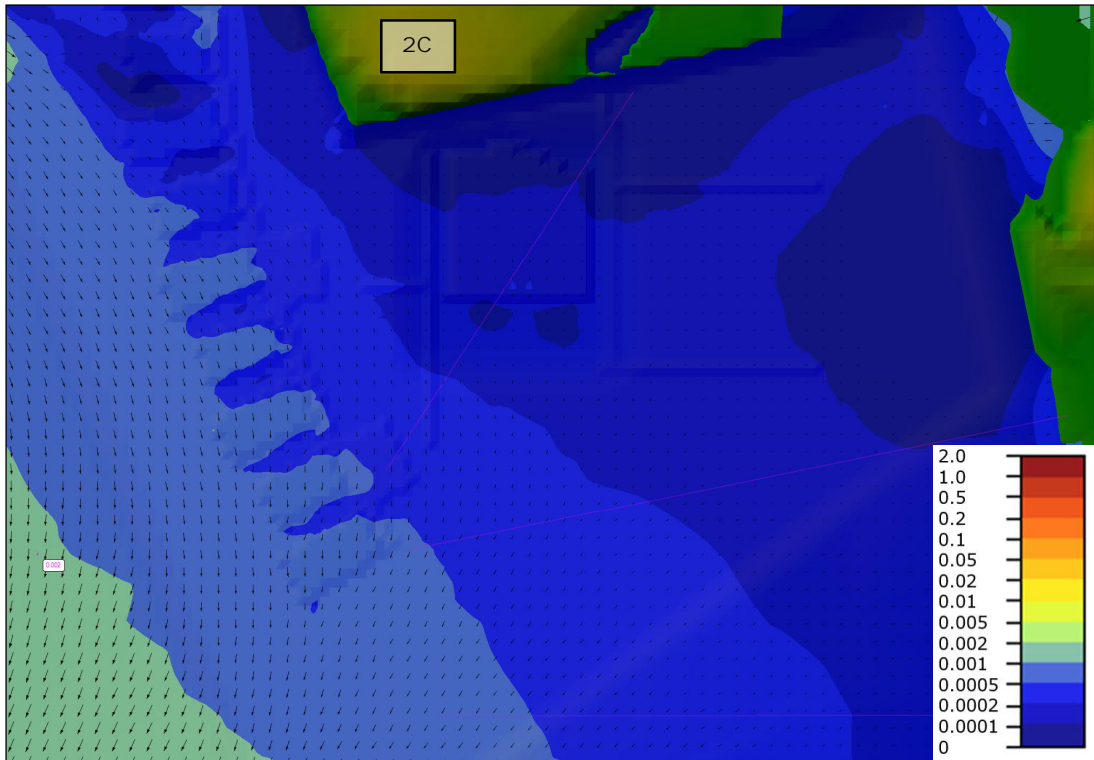


Kuva 25. Laskennallinen virtaaman kertymä poikkileikkauksen P2 kautta mallinnustilanteissa C.

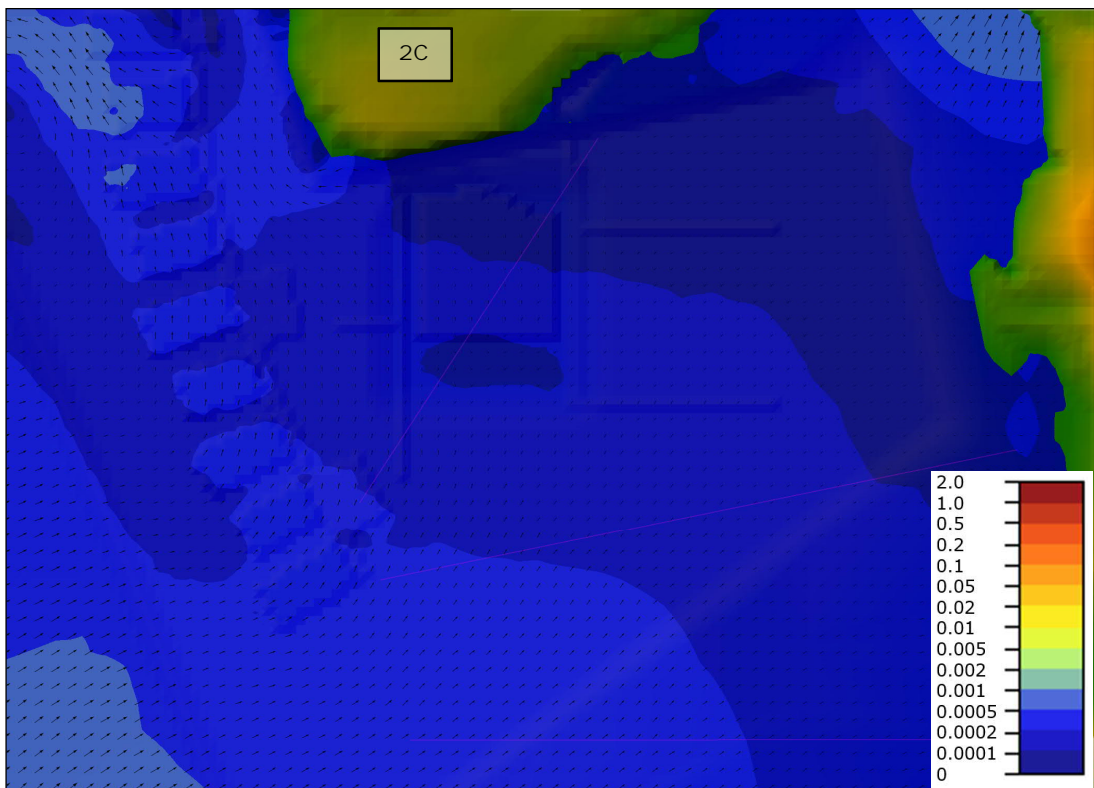


Kuva 26. Laskennallinen virtaama poikkileikkauksen P2 kautta mallinnustilanteissa C.





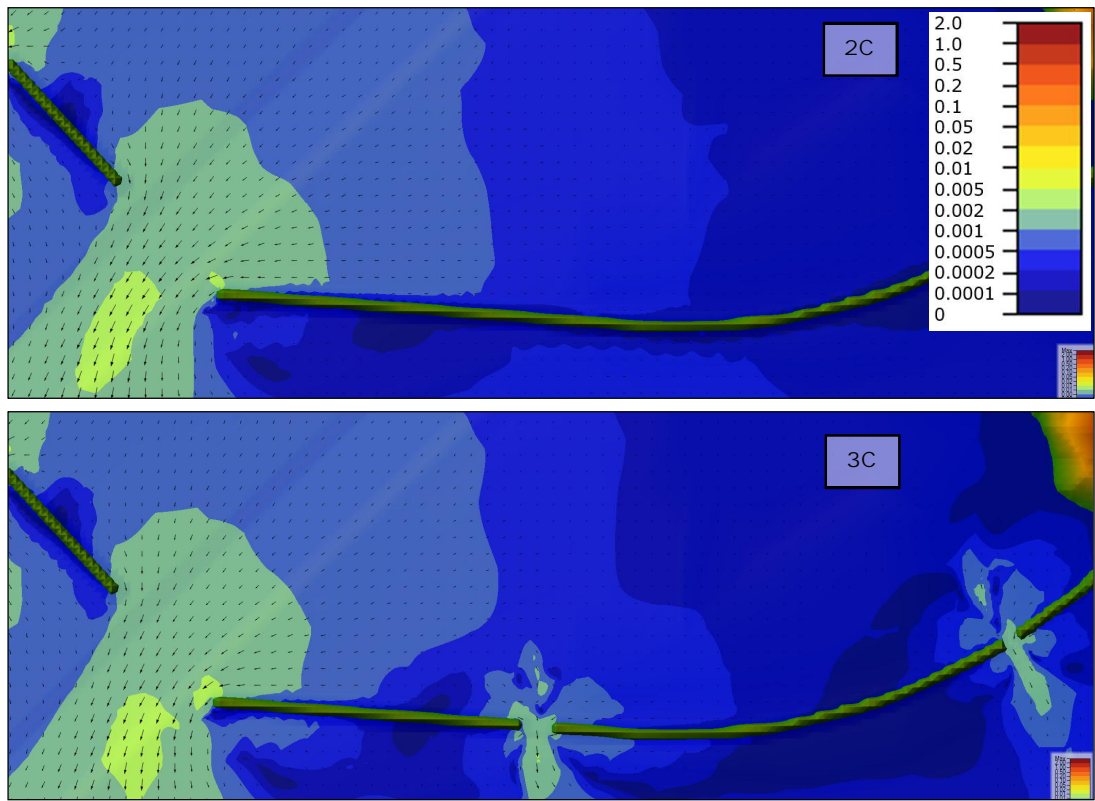
Kuva 27. Havainnekuva virtausnopeuksista ja virtaussuunnista mallinnustilanteessa 2C 30.7.2019 klo 04:00, kun merenpinta laskee.



Kuva 28. Havainnekuva virtausnopeuksista ja virtaussuunnista mallinnustilanteessa 2C 16.7.2019 klo 00:00, kun merenpinta nousee.

Aallonmurtajan virtausaukoilla ei mallinnustapauksessa C havaittu olevan merkitystä veden vaihtuvuuteen kelluvien rakenteiden kohdalla (ks. Kuva 23, Kuva 25), mutta ne vaikuttavat paikallisiin virtausnopeuksiin aallonmurtajan

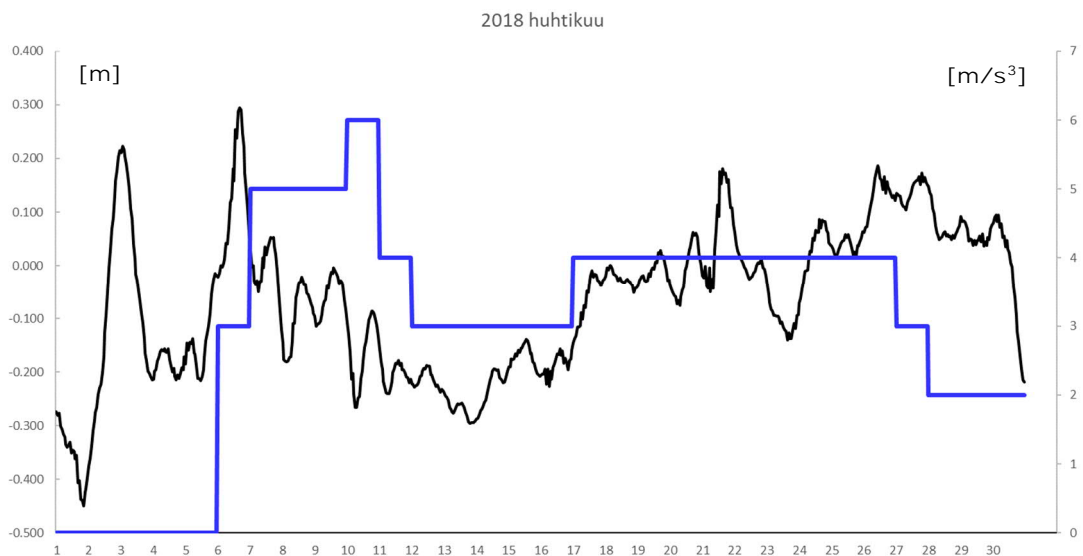
läheisyydessä (Kuva 29). Hankealueen veden vaihtuvuuden kannalta paras vaihtoehto on aallonvaimennin myös virtaamatilanteessa C.



Kuva 29. Virtausnopeudet aallonmurtajan yhteydessä mallinnustilanteissa 2C (ylh.) ja 3C (alh.) 8.7.2019 klo 23:00.

### 3.3 Virtaamatilanne D; kevät

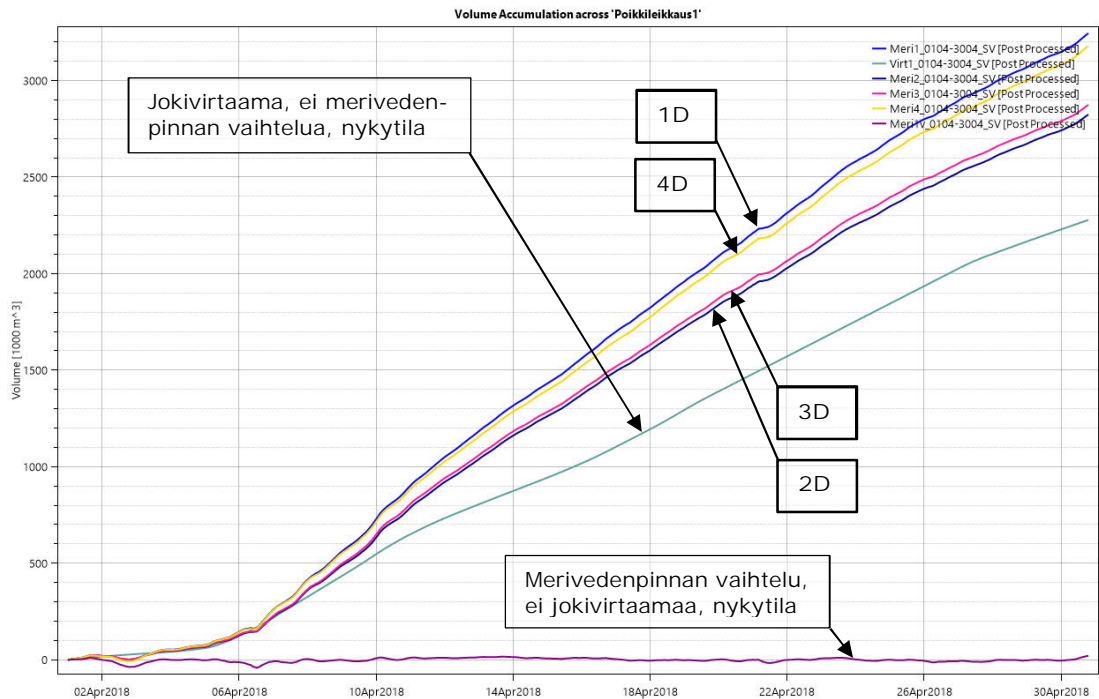
Virtaamatilanne D kuvaa tyypillistä kevätvalunnan aikaista tilannetta, jolloin jokivirtaama on verrattain suuri (Kuva 30). Aikajakso valittiin tarkastelemalla merenkorkeus- ja virtaamahavaintoja vuosina 2015-2019 ja valitsemalla tyypillinen huhtikuun jakso.



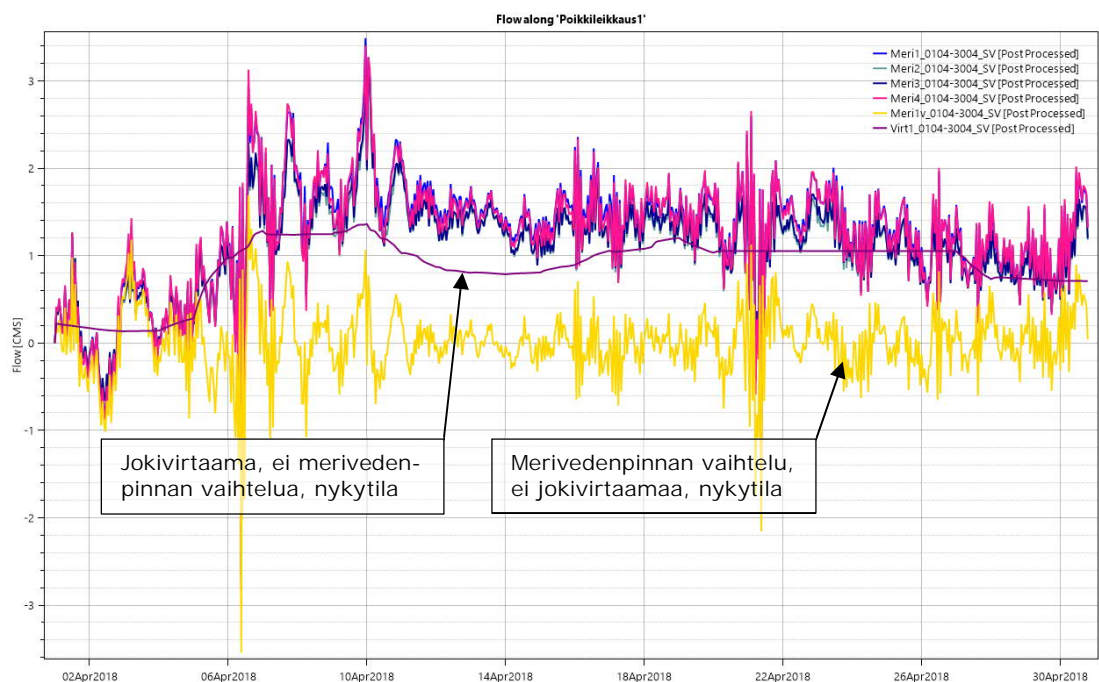
Kuva 30. Merenpinnan vaihtelu N2000 +m (musta käyrä, vasen asteikko) ja virtaama m³/s (sininen käyrä, oikea asteikko) huhtikuussa 2018 (SYKE, Ilmatieteen laitos). Aikajakso päivissä.

Merenpinnan vaihtelu saattaa hetkellisesti ja paikallisesti muuttaa virtaussuuntia hankealueella, mutta koska jokivirtaama on selvästi voimakkaampaa virtausitilanteessa D kuin virtaamatilanteessa C, niin jokiveden määrä ja vaikutus hankealueen vedenlaatuun on myös suurempi.

Tarkastelujaksolla huhtikuussa 2018 hankealueelle tulee noin 20 000 m<sup>3</sup> enemmän merivettä kuin alueelta poistuu merivettä. Jokiveden osuus on arviolta noin 86 % poikkileikkauksen P1 kautta poistuvasta veden kokonaismäärästä, eli jokiveden vaikutus on huhtikuussa erittäin suuri Loviisanlahden pohjukassa (Kuva 31, Kuva 32).

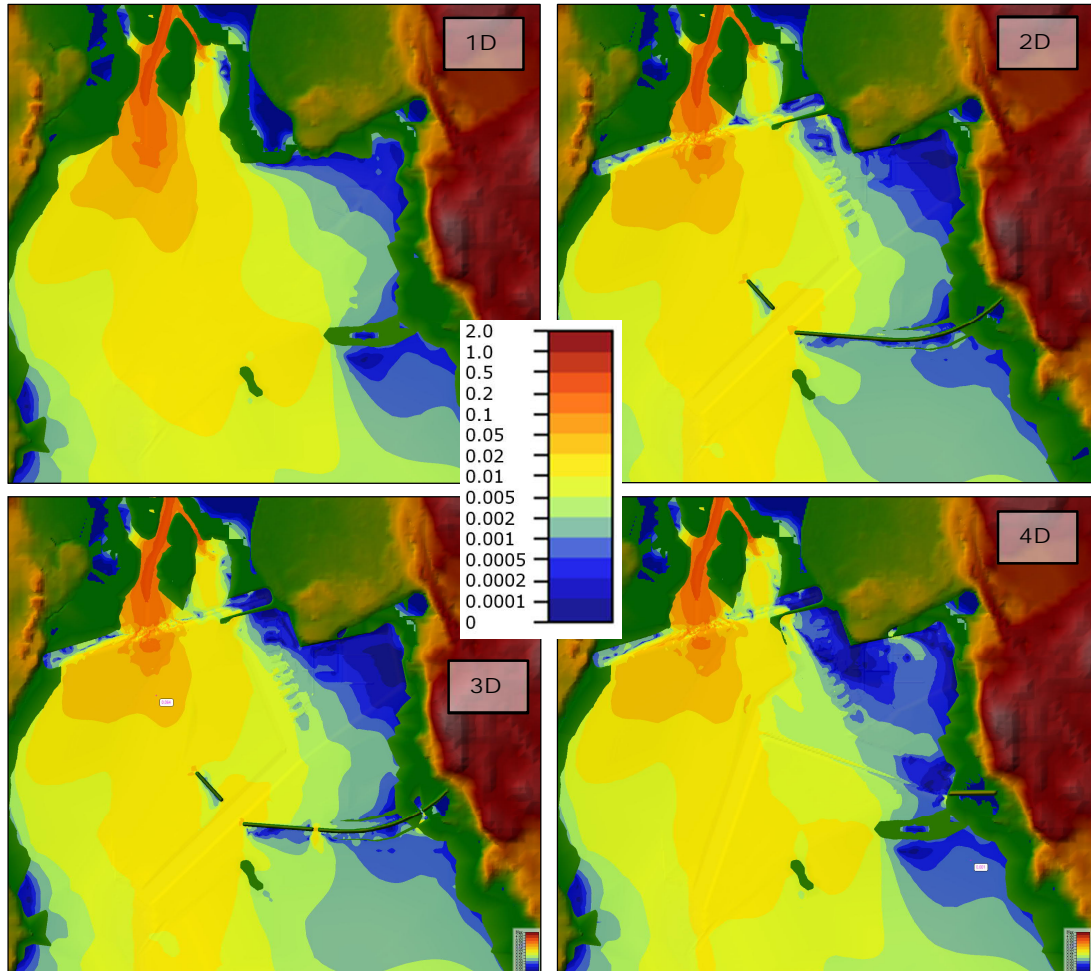


Kuva 31. Laskennallinen virtaaman kertymä poikkileikkauksen P1 kautta mallinnustilanteissa D.



Kuva 32. Laskennallinen virtaama poikkileikkauksen P1 kautta mallinnustilanteissa D.

Poikkileikkausten P2-P4 kohdalla virtaukset käyttäytyvät liian epäsäännöllisesti ja vaihtelevasti, jotta alueen kokonaisvirtaamista voitaisiin tehdä johtopäätöksiä. Kokonaisvirtaama poikkileikkauksen P1 läpi laskee hieman kaikissa topografiaskaenaarioissa nykytilaan verrattuna.



Kuva 33. Virtausnopeudet (m/s) virtaamatilanteessa D 10.4.2018 klo 1:00. Ylh. vas. 1D) nykytilanne, ylh. oik. 2D) aallonmurtaja, vas. alh. 3D) aallonmurtaja virtausaukoilla ja 4D) aallonvaimennin. Laskenta Saint-Venantin liikemääräyhtälöillä.

#### 4 EPÄVARMUUSTEKIJÄT MALLINNUSTULOKSISSA

Virtausmallinnuksen epävarmuustekijät liittyvät lähinnä topografiamallien paikallisiin vesisyvyyksiin. Loviisanlahden vesisyvyyksiä on paikoitellen arvioitu, sillä koko vesialuetta ei ole kaikuluodattu. Syvyysaineisto alueelta on paikoitellen ollut niukkaa. Esim. jokiuoman poikkileikkausprofiili suistoalueella ei ole tiedossa, vaan se on arvioitu ilmakuviin ja karttojen pohjalta. Jokiuoman poikkiprofiili saattaa vähäisissä määrin vaikuttaa joen virtaaman jakautumiseen suistoalueella.

Kelluvien asuntojen ja uimalan ympäristön nykyiset ja tulevat vesisyvyydet ovat tiedossa ja koska suurin osa alueen veden vaihtuvuudesta on peräisin merivedenpinnan vaihtelusta, niin jokiveden virtaaman jakautumisen mahdollisen epävarmuuden vaikutus lopputuloksiin on arviolta pieni.

Myös rakenteiden lopulliseen toteutukseen liittyy epävarmuutta. Asemakaavavaiheessa ei ole vielä tarkasti tiedossa millaiset rakenteet tulevat juuri mihin kohtaan, vaan tarkempi toteutus selviää jatkosuunnittelun yhteydessä. Laaditut virtausmallinnukset perustuvat asemakaavaehdotukseen. Kelluvalla aallonvaimennimella toteutettava vaihtoehto (topografiamalli 4) poikkeaa hieman asemakaavaehdotuksessa esitetystä ratkaisusta.

Virtausmallinnuksessa ei ole ollut mahdollista tarkastella paikallisen tuulen aiheuttamaa veden kiertoliikettä. Tuulen vaikutuksia on toisaalta osin otettu huomioon merivedenpinnan vaihtelussa.

## 5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Hankkeen jatkotoimenpiteet ja hankkeen yleiset johtopäätökset on esitetty FCG:n laatimassa lausunnossa pvm. 12.6.2020.

Virtausmallinnusten perusteella Kuningattarenrannan edustan ruoppauksella ja kelluvien rakenteiden rakentamisella ei ole merkittävää pitkäaikaista vaikutusta hankealueen virtauksiin ja vedenvaihtuvuuteen.

Hankkeen yhteydessä aluetta ruopataan ja sen kaislikkoa poistetaan, mikä osaltaan parantaa paikallisesti veden vaihtuvuutta alueella.

Kiinteän pengeraallonmurtajan rakentaminen (vaihtoehdot 2 ja 3) alentaa hankealueen paikallisia virtausnopeuksia vähäisissä määrin etenkin aallonmurtajan pohjoispuolella penkereen tyvessä. Kelluvien rakenteiden kohdalla aallonmurtajan rakentamisen vaikutus on hyvin pieni. Virtausaukkojen toteuttaminen aallonmurtajaan ei myöskään paranna veden vaihtuvuutta kelluvien asuinrakennusten ja uimalan kohdalla. Virtausaukkojen vaikutukset virtausnopeuksiin rajoittuvat lähinnä virtausaukkojen läheisyyteen.

Kelluvalla aallonvaimentimella toteutettava vaihtoehto (vaihtoehto 4) jopa edistää nykytilaan verrattuna virtauksia hankealueella useimmissa virtaamatilanteissa.

Kelluvilla rakenteilla ei havaittu olevan esim. vettä padottavaa vaikutusta, joten hanke ei myöskään vaikuta vedenkorkeuksiin. Vedenkorkeus on kelluvan sillan kummallakin puolella sama kaikissa virtaamatilanteissa.

Hanke ei virtausmallinnusten perusteella merkittävästi vähennä veden vaihtuvuutta hankealueella.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy



Markku Vähäkälä  
suunnittelupäällikkö, ins. (YAMK)



Mikael Stening  
projektipäällikkö, dipl.ins.