
HELSINGIN KAUPUNKI

**Salmisaaren ja Lauttasaaren pohjoisrannan
suunniteltujen meritäyttöjen vesistövaikutuksien
mallinnus**

Joose Mykkänen & Kai Rasmus

16.12.2022

Rev.	Pvm	Kuvaus	JM	KR	AL
			Laatinut	Tarkistanut	Hyväksynyt
3	16.12.2022	Kommenttien mukaan korjattu raportti	Luode Consulting Oy		
			Raportin otsikko Salmisaaren ja Lauttasaaren pohjoisrannan suunniteltujen meritäyttöjen vesistövaikutuksien mallinnus		
			Tilaaaja : Helsingin kaupunki		
Tilaaajan edustaja : Valtteri Lankiniemi					
Toteuttaja : Luode Consulting Oy					
Toteuttajan edustaja : Joose Mykkänen					
			Rev.		03

Raportin otsikko		Jätkäsaaren kannaksen silta-aukkojen virtausmallinnus			
Versio	Laatija	Pvm	Kuvaus	Tarkistettu	Hyväksytty
01	Joose Mykkänen	31.10.2022	Luonnos kommentteille		
02	Joose Mykkänen	24.11.2022	Kommenttien mukaan korjattu raportti	KR	AL
03	Joose Mykkänen	16.12.2022	Valmis raportti	KR	AL

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Menetelmät	3
2.1	Mallikuvaus	3
2.1.1	Yleistä	3
2.1.2	Laskentahila ja syvyysmalli	3
2.1.3	Mallinnettavat jaksot	4
2.1.4	Mallin pakotteet, reunaehdot ja lähtöarvot	5
2.1.5	Mallinnetut skenaariot	5
3	Mallin validointi	8
4	Tulokset	13
4.1	VE1 Salmisaari	13
4.1.1	Vaikutukset virtausolosuhteisiin	13
4.1.2	Vaikutukset vedenvaihtoon ja viipymään	15
4.2	VE2 Lauttasaari	20
4.2.1	Vaikutukset virtausolosuhteisiin	20
4.2.2	Vaikutukset vedenvaihtoon	20
5	Johtopäätökset	25

1 Johdanto

Helsingin Kaupunki suunnittelee Salmisaaren pohjoisrannan ja Lauttasaaren pohjoisrannan alueelle kohdistuvia meritäyttöjä sekä ruoppauksia. Suunnittelussa on mukana erilaisia visioita meritäyttöjen linjauksesta, joista vesistövaikutuksien mallinnukseen on valittu laajin vaihtoehto. Salmisaaren pohjoisrannan osalta meritäyttö kaventaa Lapinlahden suuaukon poikkipinta-alaa työntyen myös Seurasaarenselän suuntaan. Lauttasaaren pohjoisrannan meritäytöt siirtävät saaren rantaviivaa pohjoiseen, mutta eivät vaikuta merkittävästi salmien poikkipinta-alaan. Vesistömallinnuksella selvitettiin meritäyttöjen ja ruoppausten vaikutukset virtausolosuhteisiin sekä vedenvaihtoon tarkastelemalla keskeisiä salmivirtaamia. Salmisaaren pohjoisrannan osalta selvitettiin vedenvaihtoa myös tarkastelemalla meritäytön rajaaman Lapinlahden alueen viipymäaikojen mukaan.

2 Menetelmät

2.1 Mallikuvaus

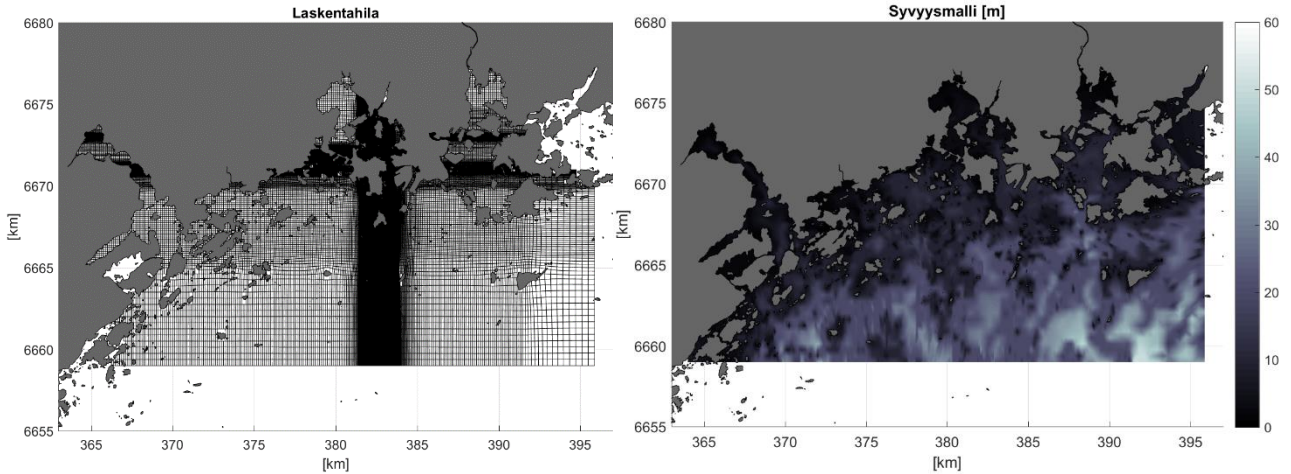
2.1.1 Yleistä

Vesistömallinnus toteutettiin Delft3D–mallinnuspaketilla, joka on rannikko-, estuaari- ja jokiympäristöihin kehitetty ohjelmisto veden fysikaalisten ominaisuuksien laskemiseen. Ohjelmisto laskee mallille annettujen reunaehtojen ja fysikaalisten pakotteiden mukaan vesialueen virtausnopeudet, pinnankorkeuden, kerrostuneisuuden, lämpötilan, suolaisuuden sekä malliin asetettujen aineiden kulkeutumisen. Malliohjelmistoa on hyödynnetty lukuisissa rannikkomerialueiden kohteissa ja mallituloksien on todettu toistavan hyvällä tarkkuudella validointimittauksissa esiintyvät virtausolosuhteet sekä merialueen kerrostuneisuusrakenteen.

Tarkemmat yksityiskohdat käytetystä mallista löytyvät oheisen linkin kautta:
<https://www.deltares.nl/en/software/delft3d-4-suite/>

2.1.2 Laskentahila ja syvyysmalli

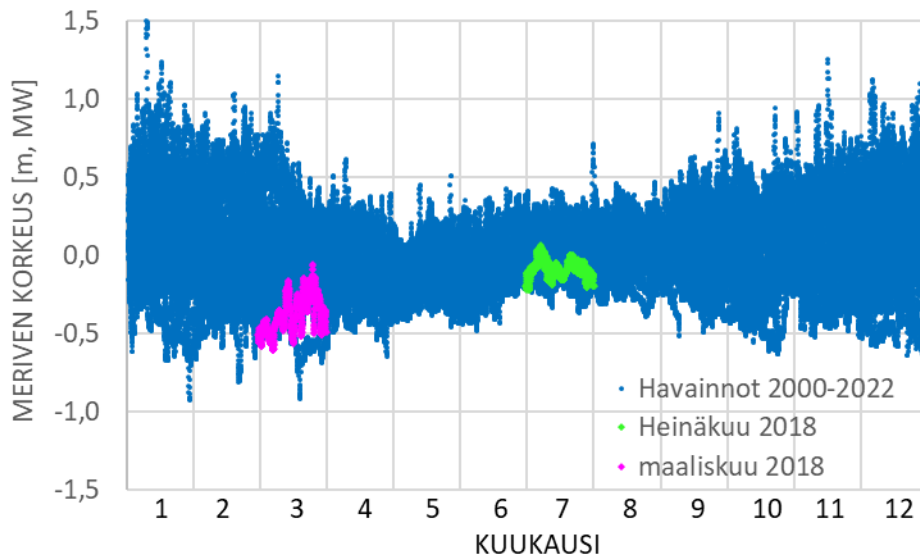
Mallinnuksessa käytettiin suorakulmaista laskentahilaa (kuva 1). Mallinnettava alue kattoi koko Helsingin edustan merialueen sisälahtineen ulottuen noin 20 km rantaviivasta avomeren suuntaan. Näin varmistettiin, että suunniteltujen meritäyttöjen ja ruoppausten alueille kohdistuvat virtausolosuhteet saadaan simuloitua luotettavasti vaihtuvissa tuuli- ja meriveden pinnankorkeuden olosuhteissa. Syvyysmalli (kuva 1) tehtiin Väyläviraston avoimen syvyysaineisto mukaan. Rantaviiva-aineisto ladattiin myös Väyläviraston avoimista aineistoista.



Kuva 1. Mallinnuksessa käytetty laskentahila ja syvyysmalli. Laskentahilan tarkkuutta on tihennetty Salmisaaren ja Lauttasaaren meritäyttöjen sekä ruoppausten kohdalla. Tihennyksen vaikutus näkyy hilassa myös alueen ulkopuolella laskentahilan läpi jatkuvina tihennyksinä.

2.1.3 Mallinnettavat jaksot

Mallinnuksella selvitettiin virtausolosuhteet kesäkauden jaksolla 1.-31.7.2018 sekä talven jääpeitteisellä jaksolla 1.-31.3.2018. Mallinnukseen valitut jaksot edustivat yleisesti heikkojen virtausten ja edelleen vähäisen vedenvaihdon jaksoa, jolloin vedenvaihtoon merkittävimmin vaikuttava meriveden pinnankorkeuden vaihtelu oli vähäistä (kuva 2). Selvityksen kohteena olevien meritäyttöjen ja ruoppausten vaikutukset korostuvat vähäisen vedenvaihdon tilanteissa, joten mallinnuksen tulokset kuvaavat vaikutuksia lähellä ääritilanteen tasoa.



Kuva 2. Meriveden pinnankorkeuden vaihtelu eri vuodenaikoina sekä mallinnukseen valitulla kesäjaksolla (Heinäkuu 2018) ja talvijaksolla (maaliskuu 2018) Helsingin mareografilla mitattuna (Ilmatieteen laitos).

2.1.4 Mallin pakotteet, reunaehdot ja lähtöarvot

Helsingin edustan merialueen kattavassa virtausmallissa oli kaksi laskentahilan Suomenlahteen liittävä reunaa (kuva 1). Vedenvaihtoa laskentahilan sekä Suomenlahden välillä pakotettiin meriveden pinnankorkeuden (kuva 2, Helsingin mareografi) ja tuulen (Harmajan havaintoasema) ajamien virtausten mukaan. Mallin Suomenlahteen liittävien reunojen lisäksi merialueen vedenvaihdossa huomioitiin Helsingin merialueelle laskevan Vantaanjoen virtaama.

Vedenlaadun osalta mallin lämpötilan ja suolapitoisuuden lähtötilanteen arvot sekä mallin Suomenlahteen liittävien reunojen ja Vantaanjoen lämpötilan ja suolapitoisuuden aikasarjat muodostettiin ympäristöhallinnon avoimen Hertta-tietokannan vedenlaatuhavaintoihin perustuen.

2.1.5 Mallinnetut skenaariot

Virtausmallinnus tehtiin ensin nykytilan asetuksilla (VE0) ilman lisättyjä meritäyttöjä ja ruoppauksia. Nykytilan mallitulokset olivat vertailutasona arvioitaessa tarkastelun kohteena olevien Salmisaaren (VE1) ja Lauttasaaren (VE2) meritäyttöjen ja ruoppauksen vesistövaikutuksia.

VE0 Nykytila

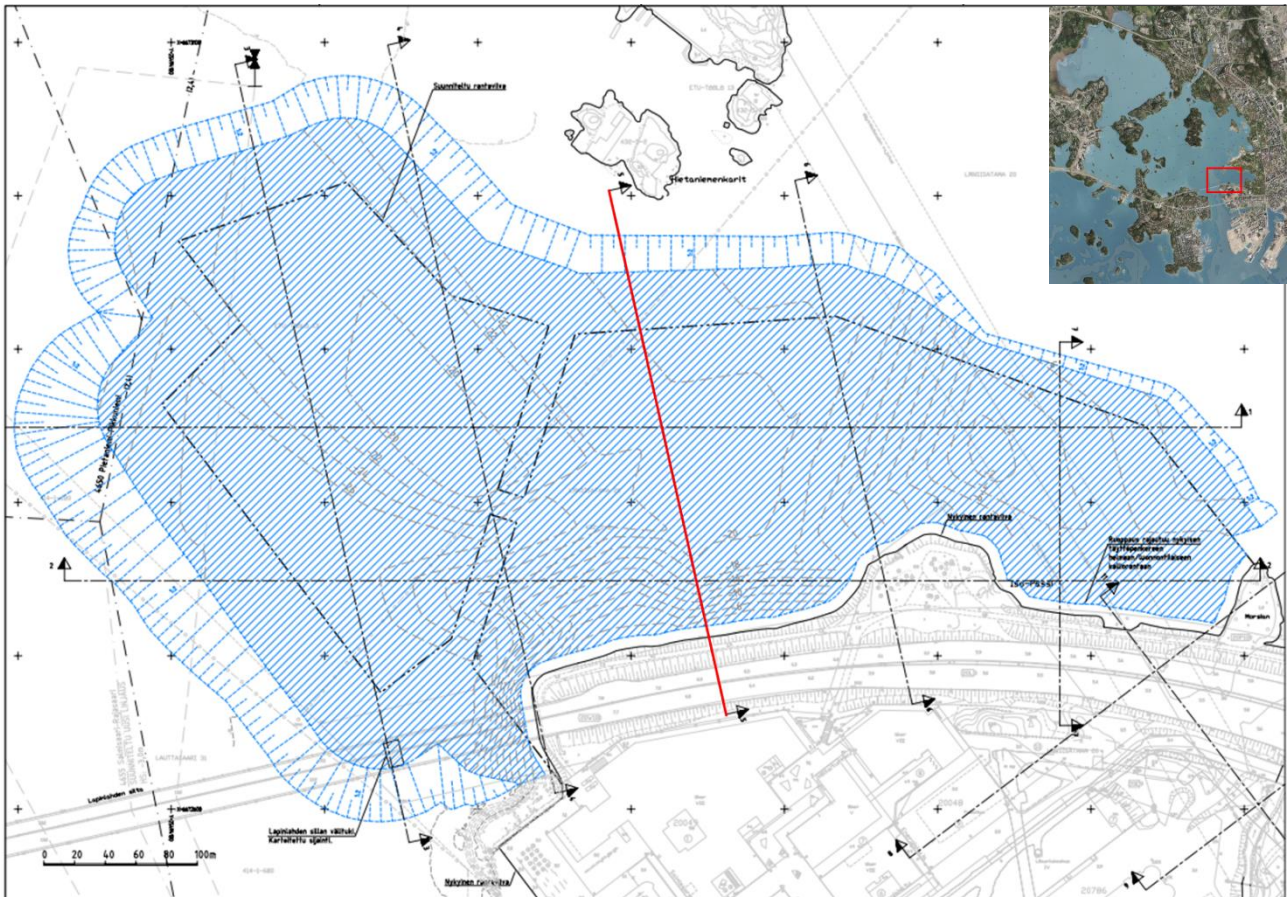
Nykyinen rantaviiva ja syvyysaineisto. Salmisaaren voimalaitokselta Lapinlahteen purettavaa virtaamaa ei huomioitu mallinnuksessa.

VE1 Salmisaari

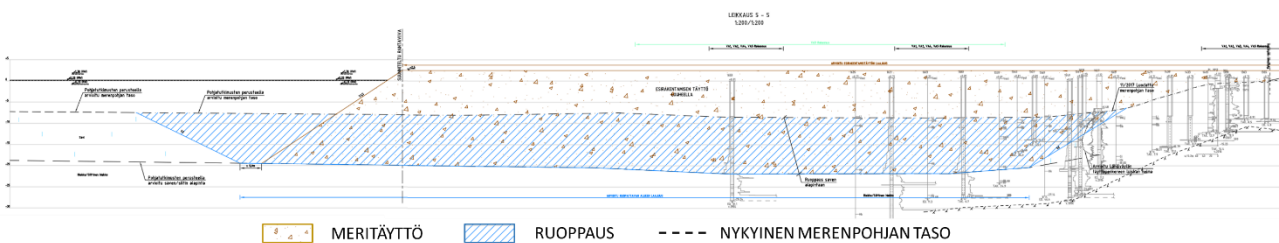
Meritäytön linjaus ja ruoppaus kuvan 3 mukaan. Pehmeiden massojen ruoppauksen johdosta täyttöalueen edustalle muodostuu nykyistä merenpohjaa syvämpi kanjoni meritäytön penkereen ja vastapenkereen väliin (kuva 3). Täyttöalueen lävistää 1,8 m syvä kanava. Lapinlahden Seurasaarenselkään liittävän suuaukon poikkipinta-ala pienenee kapeimmassa kohdassa (Hietaniemenkarit-Salmisaari) meritäytön vaikutuksesta nykytilaan nähden noin 62 %. Muilta osin malliskenaario vastasi nykytilan mallia VE0.

VE2 Lauttasaari

Meritäytön linjaus ja ruoppaus kuvan 4 mukaan. Täyttöjen ruoppausvaikutuksia ei huomioitu. Muilta osin malliskenaario vastasi nykytilan mallia VE0.



 RUOPPAUSALUEEN RAJAUS  MERITÄYTÖN LINJAUS



 MERITÄYTÖ  RUOPPAUS  NYKYINEN MERENPOHJAN TASO

Kuva 3. Salmisaaren pohjoisrannan suunnitellun meritäytön linjaus sekä ruoppausalue pehmeiden massojen poistoon. Meritäytön ja ruoppauksen poikkileikkauskuvaja esitetään kuvassa Lapinlahden suun kapeimmalla kohdalla, joka osoitetaan karttakuvassa punaisella viivalla. Ruoppauksen jäljiltä meritäytön edustalle muodostuu nykyistä merenpohjaa syvämpi vedenalainen kanjoni ympäröiden täyttöaluetta.



Kuva 4. Lauttasaaren pohjoisrannan suunnitellun meritäytön linjaus esitettynä nykyisen rantaviivan ulkopuolella violetin värisellä viivalla. Uusi rantaviiva ei ole lopullinen osayleiskaavan suunnitelma, vaan se on esimerkkikutkielma mallinnusta varten.

3 Mallin validointi

Mallinnuksen luotettavuus riippuu mallin kyvystä toistaa merialueen virtausolosuhteet mahdollisimman samanlaisina kuin ne luonnossa esiintyvät. Tämä varmistettiin vertaamalla mallinnettuja tuloksia mallinnuksen kohteena olevan merialueen mittaushavaintoihin. Salmisaaren pohjoispuolen merialueen virtausolosuhteista suunnitellun meritäytön kohdalta Lapinlahden suulta oli aikaisemmin kerätty tietoa kahdessa pisteessä (kuva 5) kevätkaudella 2018 kuukauden mittausjaksolla (Helsingin kaupunki/Luode Consulting Oy). Virtausolosuhteista kerättiin tietoa pohjaan asennetuilla profiloivilla ADCP-mittauslaitteistoilla (Acoustic Doppler Current Profiler, RDI Workhorse Sentinel, 600 KHz), jotka ohjelmoitiin mittaamaan eri vesikerrosten virtausnopeuden ja -suunnan arvot 30 minuutin mittausväylillä. Tämä erittäin hyvin kohdealueen virtausolosuhteita kuvaava aineisto hyödynnettiin mallin validoinnissa. Mallisovelluksella mallinnettiin mittauksia vastaava jakso nykytilan asetuksilla (VE0) ja mallinnettuja virtausolosuhteiden tuloksia verrattiin mitattuihin tuloksiin mallin luotettavuuden arvioimiseksi.



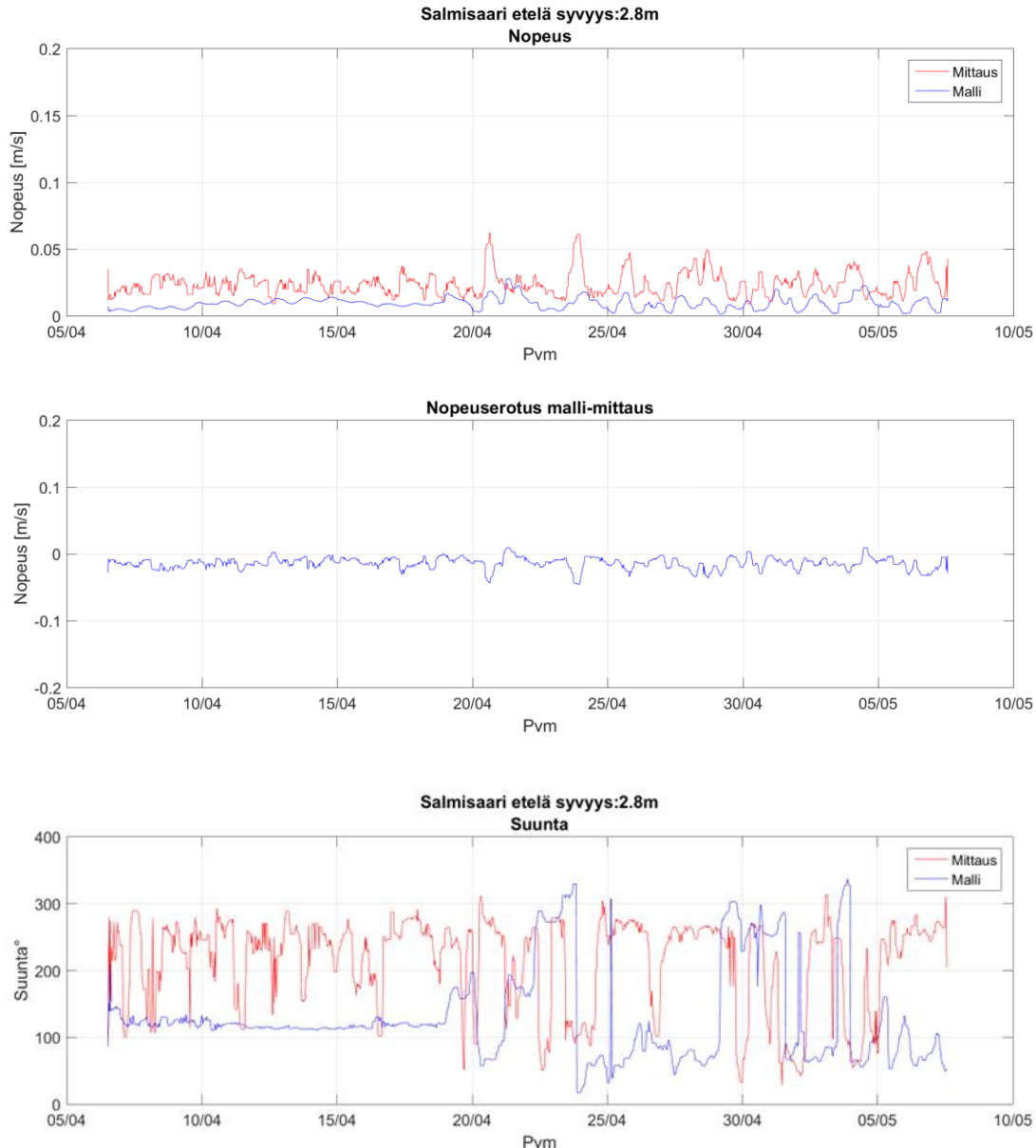
Kuva 5. Mallin validoinnissa hyödynnetyjen virtausmittausten sijainnit Lapinlahden suulla.

Verrattaessa mallinnettuja tuloksia mittaustuloksiin, havaitaan pintakerroksessa yleisen virtausnopeuden tason jäävän mallituloksissa mittaustuloksia matalammaksi (kuvat 6 ja 8). Jäiden lähdön jälkeen pintakerroksen virtausnopeus voimistuu ja mallinnetut nopeudet ja suunnat vastaavat talven jääpeitteistä kautta paremmin mittaustuloksia, vaikkakin heikompina. Pohjan läheisessä kerroksessa malli vastaa pintakerrosta paremmin mittaustuloksia (kuvat 7 ja 9). Pohjan läheisessä kerroksessa mallinnettu virtausnopeus vastaa mittausten tasoa talven jääpeitteisellä jaksolla. Jäiden lähdön jälkeen malli simuloi oikeassa suuruusluokassa mittauksissa näkyvät virtausvoimakkuuden ja suunnan muutokset.

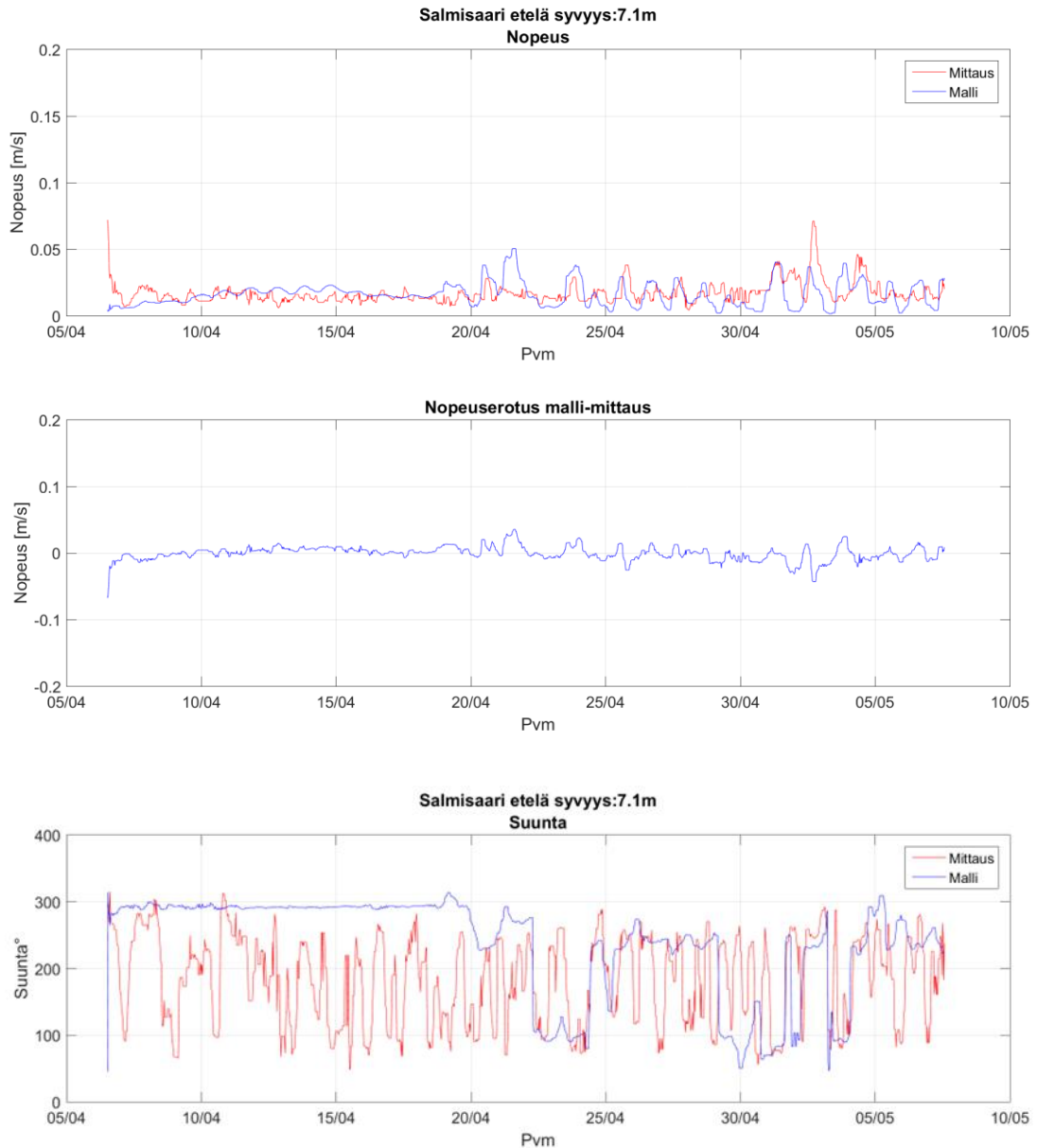
Malli ei kuitenkaan pysty toistamaan täysin mittauksissa Lapinlahden suulla erityisesti talven jääpeitteisellä jaksolla havaittavaa jatkuvaa edestakaista virtausliikettä, joka näkyy jatkuvana noin vuorokauden skaalassa tapahtuvana virtausvoimakkuuden ja -suunnan heilahteluna (kuvat 6-9). Mittaustuloksissa näkyvä edestakainen virtausliike johtuu oletettavasti Lauttasaarenselän ja Seurasaarenselän ominaisheilahtelusta, minkä vaikutusta ei mallinnuksessa huomioida. Kyseinen altain heilahtelusta aiheutuva edestakainen virtausliike liikuttaa suurelta osin samaa vesimassaa edestakaisin salmien läpi, eikä siten vaikuta merkittävästi merialueen vedenvaihtoon toisin kuin meriveden pinnankorkeuden ja voimakkaiden tuulitilanteiden yhteydessä tapahtuva vedenvaihto. Mittaustuloksissa havaitun edestakaisen virtausliikkeen aikana mallituloksissa nähdään pääasiassa vain toisen virtaussuunnan dominoivan ylläpitäen jatkuvaa vedenvaihtoa edestakaisen liikkeen sijaan. Näin ollen malli mahdollisesti kuvaa vedenvaihtoa todellista suurempana, kun

mittauksissa näkyvän edestakaisen heilahtelu siirtää suurelta osin samaa vesimassaa edestakaisin ja mallissa vesi vaihtuu jatkuvasti, joskin hitaammalla nopeudella kuin mittaustuloksissa.

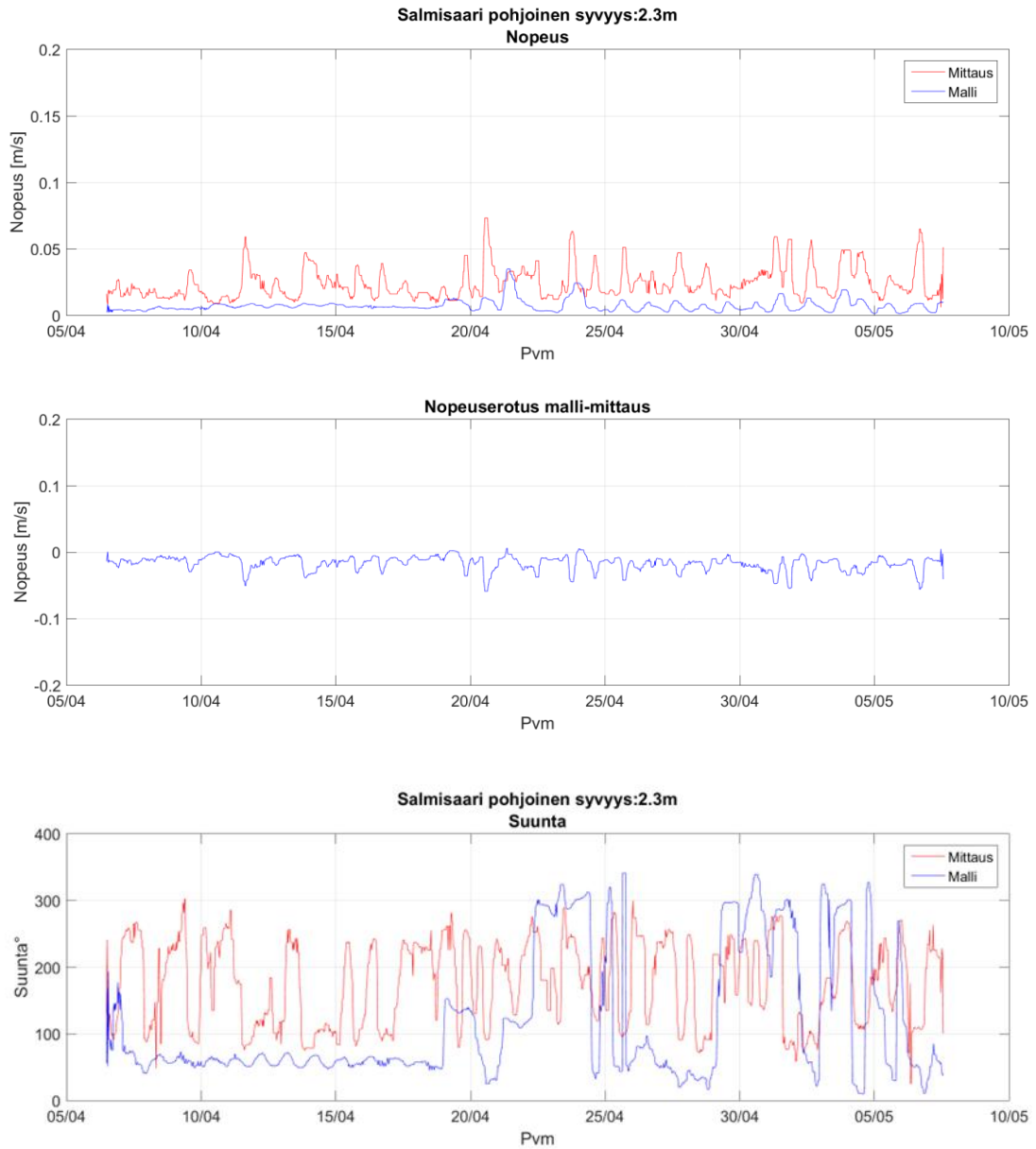
Mallitulosten vastatessa kuitenkin erityisesti pohjanläheisessä kerroksessa mitattujen virtausolosuhteiden vaihteluväliä ja vedenvaihtoon merkittävimmin vaikuttavien voimakkaimpien virtaustilanteiden olosuhteita, voidaan mallisovellusta käyttää meritäyttöjen virtaus- ja vedenvaihtovaikutuksien arviointiin. On kuitenkin huomioitava, että mallinnetut tulokset kuvaavat vaikutuksia mittaustuloksia heikommassa virtausolosuhteissa.



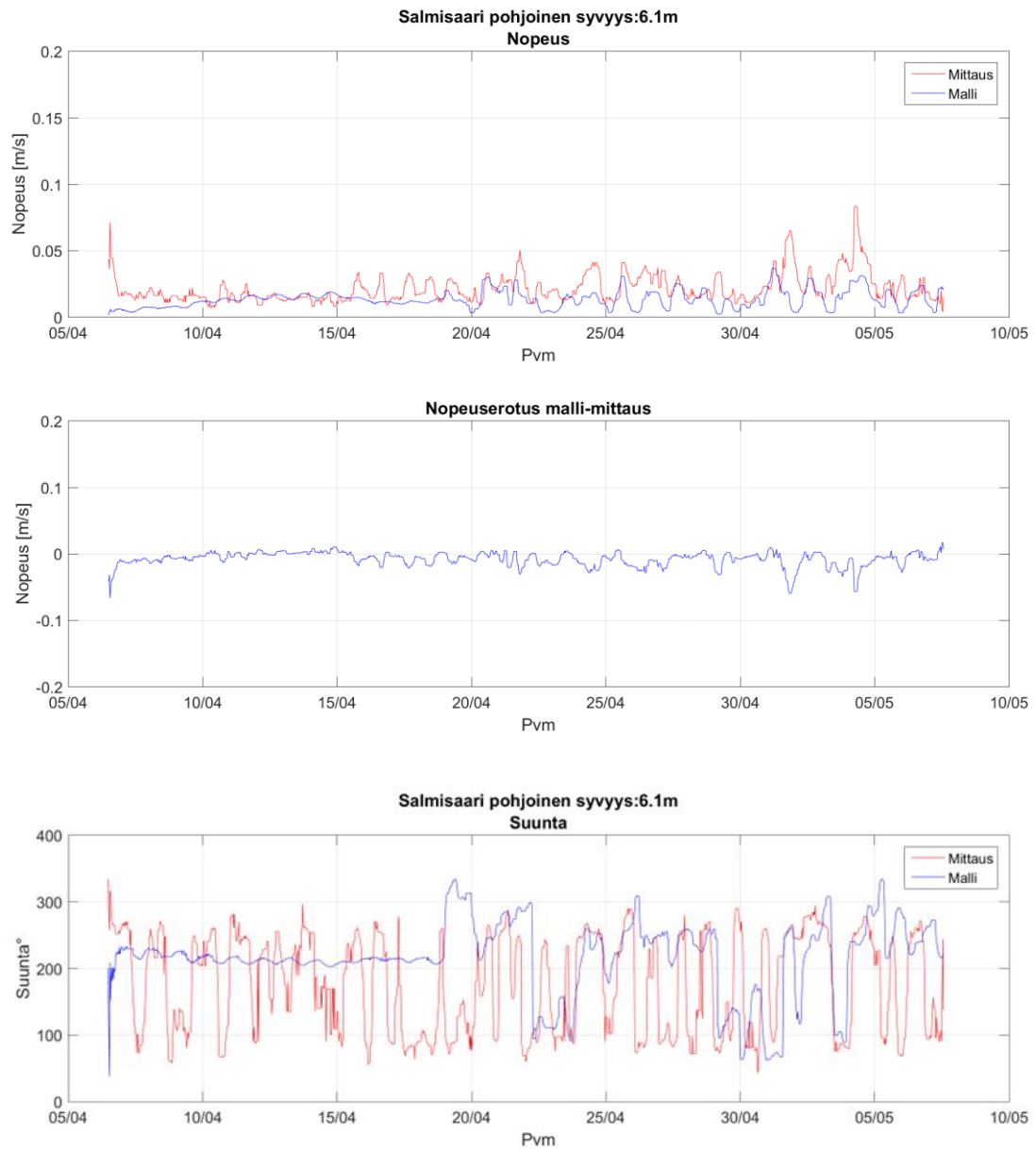
Kuva 6. Lapinlahden suulla Salmisaari etelä pisteessä (kuva 5) pintakerroksessa mitattu ja mallinnettu virtausnopeus ja -suunta sekä mitatun ja mallinnetun virtausnopeuden erotus (kuva keskellä). Jäidenlähtö tapahtui Lapinlahden alueella mittaussjaksen keskellä 19.4.2018.



Kuva 7. Lapinlahden suulla Salmisaari etelä pisteessä (kuva 5) pohjakerroksessa mitattu ja mallinnettu virtausnopeus ja -suunta sekä mitatun ja mallinnetun virtausnopeuden erotus (kuva keskellä). Jäidenlähtö tapahtui Lapinlahden alueella mittausjakson keskellä 19.4.2018.



Kuva 8. Lapinlahden suulla Salmisaari pohjoinen pisteessä (kuva 5) pintakerroksessa mitattu ja mallinnettu virtausnopeus ja -suunta sekä mitatun ja mallinnetun virtausnopeuden erotus (kuva keskellä). Jäidenlähtö tapahtui Lapinlahden alueella mittausjakson keskellä 19.4.2018.



Kuva 9. Lapinlahden suulla Salmisaari pohjoinen pisteessä (kuva 5) pohjakerroksessa mitattu ja mallinnettu virtausnopeus ja -suunta sekä mitatun ja mallinnetun virtausnopeuden erotus (kuva keskellä). Jäidenlähtö tapahtui Lapinlahden alueella mittausjakson keskellä 19.4.2018.

4 Tulokset

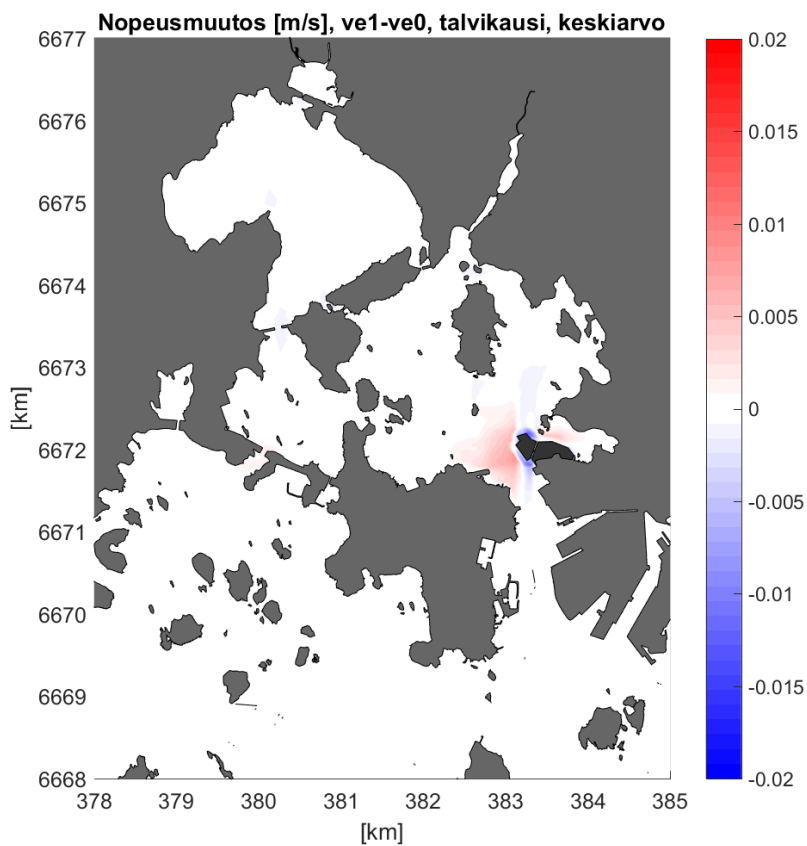
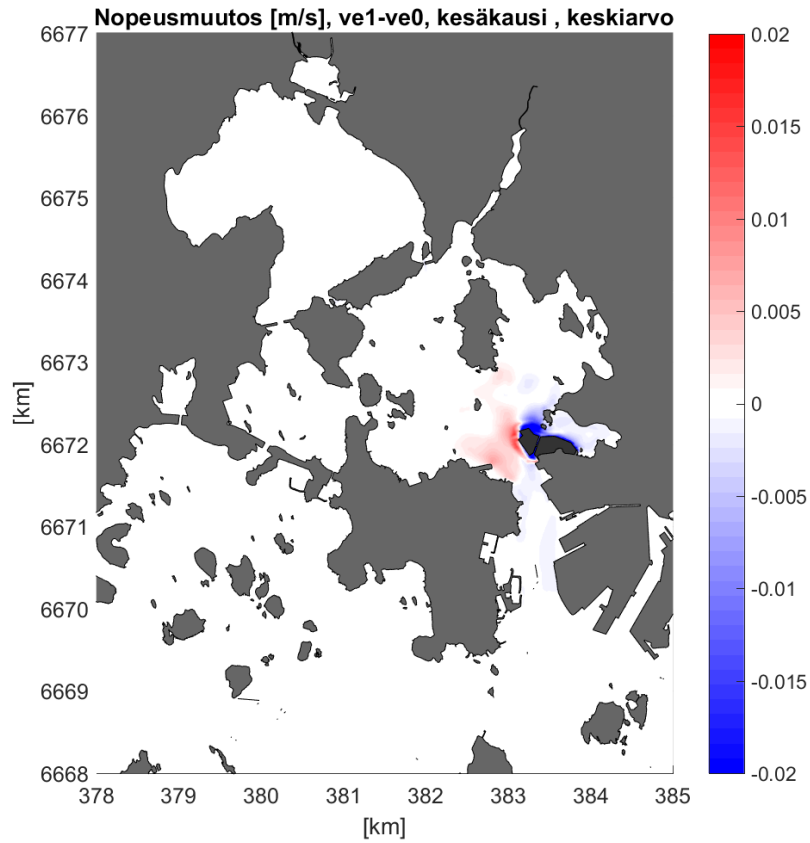
Mallinnuksen tavoitteena oli selvittää suunnittelussa olevien meritäyttöjen ja ruoppausten vaikutuksia merialueen virtausolosuhteisiin sekä kohdealueiden vedenvaihtoon. Virtausolosuhteiden osalta mallinnuksen tuloksissa tarkasteltiin virtausnopeuksien muutoksia suunniteltujen rakenteiden vaikutusalueella. Tuloksissa kuvataan miten virtausnopeudet ja edelleen virtausreitit muuttuvat rakennetussa tilanteessa verrattuna nykyiseen tilanteeseen. Vedenvaihdon osalta tarkasteltiin salmivirtaamien muutoksia rakennetussa tilanteessa verrattuna nykyiseen tilanteeseen. Salmivirtaaman heikentyminen osoittaa meritäyttöjen ja ruoppausten vähentävän vedenvaihtoa alueella ja virtaaman voimistuminen puolestaan lisäävän vedenvaihtoa. Molemmat mallinnetut skenaariot, Salmisaaren meritäytöt ja ruoppaukset (VE1) sekä Lauttasaaren pohjoisrannan meritäytöt (VE2), sijaitsevat Seurasaarenselän alueella. Salmivirtaamien tarkastelulla selvitettiin hakkeiden mahdollisia vaikutuksia Seurasaarenselän vedenvaihtoon vaikuttaen edelleen myös sisempien lahtien tilaan. Salmisaaren tapauksessa tarkasteltiin lisäksi Lapinlahden suun poikkipinta-alan merkittävän pienenemisen vaikutuksia lahden suun virtaamaan ja edelleen lahden vedenvaihtoon. Lapinlahdella rakentamisen vaikutuksia lahden vedenvaihtoon tarkasteltiin virtaamien lisäksi myös viipymän muutoksilla. Lapinlahden veden viipymäaika selvitettiin mallinnuksessa lahden alueelle asetetun merkkiaineen laimenemisen avulla. Muutokset lahden viipymässä selvitettiin vertaamalla mallinnettua viipymää rakennetun tilanteen ja nykytilanteen välillä.

4.1 VE1 Salmisaari

4.1.1 Vaikutukset virtausolosuhteisiin

Salmisaaren pohjoisrannan meritäytöt ja ruoppaukset vaikuttavat paitsi Lapinlahden suun kaventumiseen, myös Seurasaarenselän eteläosan virtausreitteihin. Meritäyttö työntyy nykyiselle Seurasaarenselän vedenvaihtoa Lauttasaarenselän läpi ylläpitävälle virtausreitille ohjaten virtauksen kulkemaan suoran reitin sijaan nykyistä voimakkaammin selän keskiosissa ja länsireunaa myöten. Tämä näkyy virtausnopeuden voimistumisena kyseisellä alueella ja puolestaan heikentymisenä meritäytön peittoon jäävällä Seurasaarenselän itärannan alueella (kuva 10). Virtausta voimistava vaikutus jää kuitenkin pääosin keskimääräisen tason 1 cm/s alapuolelle. Seurasaarenselän vedenvaihto rajoittavissa muissa salmissa Länsiväylän silta-aukoissa ei kuitenkaan havaita virtausnopeuksien muutoksia, mikä viittaisi vedenvaihdon toteutuvan Seurasaaren selällä myös rakennetussa tilanteessa nykytilan tavoin.

Sen sijaan Lapinlahden suulla, jossa meritäyttö ruoppauksineen pienentää lahden suun poikkipinta-alaa noin 60 %, nähdään virtausnopeuksien heikentyvän (kuva 10). Nykytilan kaltaisen vedenvaihdon toteutuminen kaventuneen lahden suun läpi tulisi näkyä virtausnopeuden selvänä voimistumisena vapaaksi jäävässä virtausaukossa. Virtausnopeuden heikentyminen viittaisi siten lahden vedenvaihdon vähentymiseen.



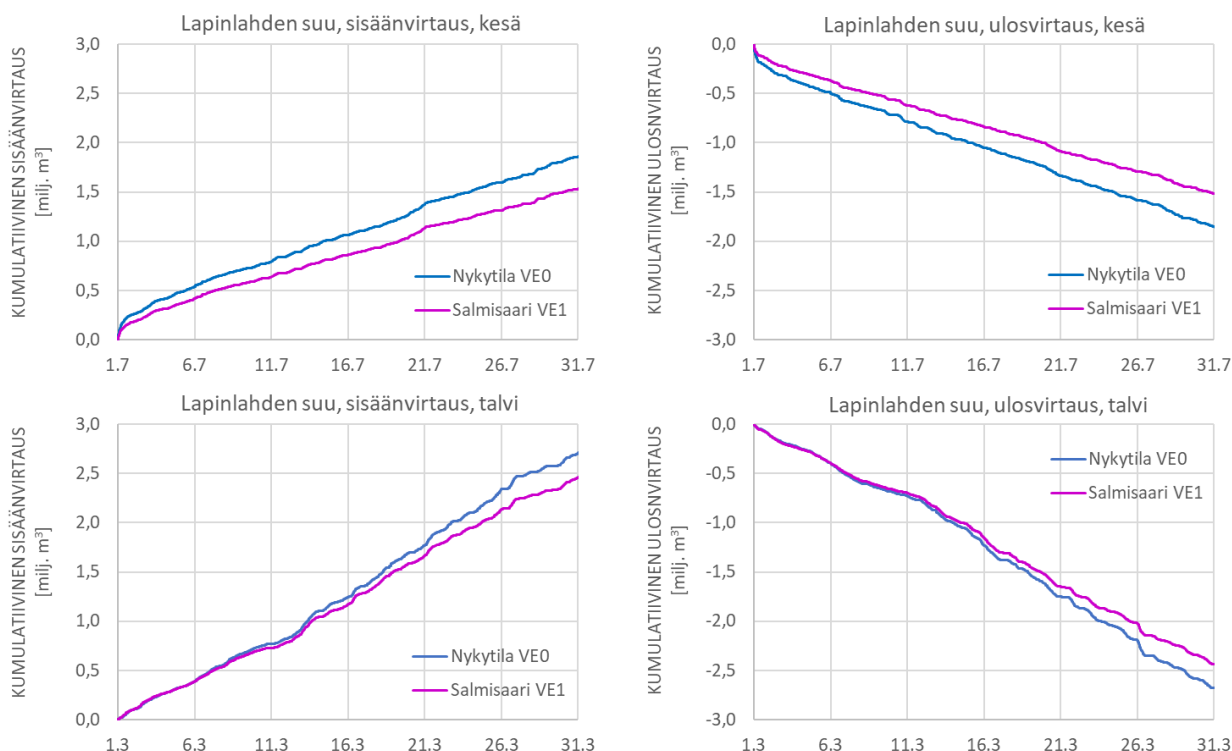
Kuva 10. Salmisaaren meritäytöistä ja ruoppauksista (VE1) aiheutuva virtausnopeuden muutos mallinnetulla kesäkaudella ja talvikaudella. Punainen värisävy kuvaa virtausnopeuden voimistuvan ja sininen värisävy puolestaan nopeuden heikentyvän nykytilaan verrattuna. Meritäytön ala näkyy kuvissa tumman harmaalla värillä Salmisaaren pohjoisrannassa.

4.1.2 Vaikutukset vedenvaihtoon ja viipymään

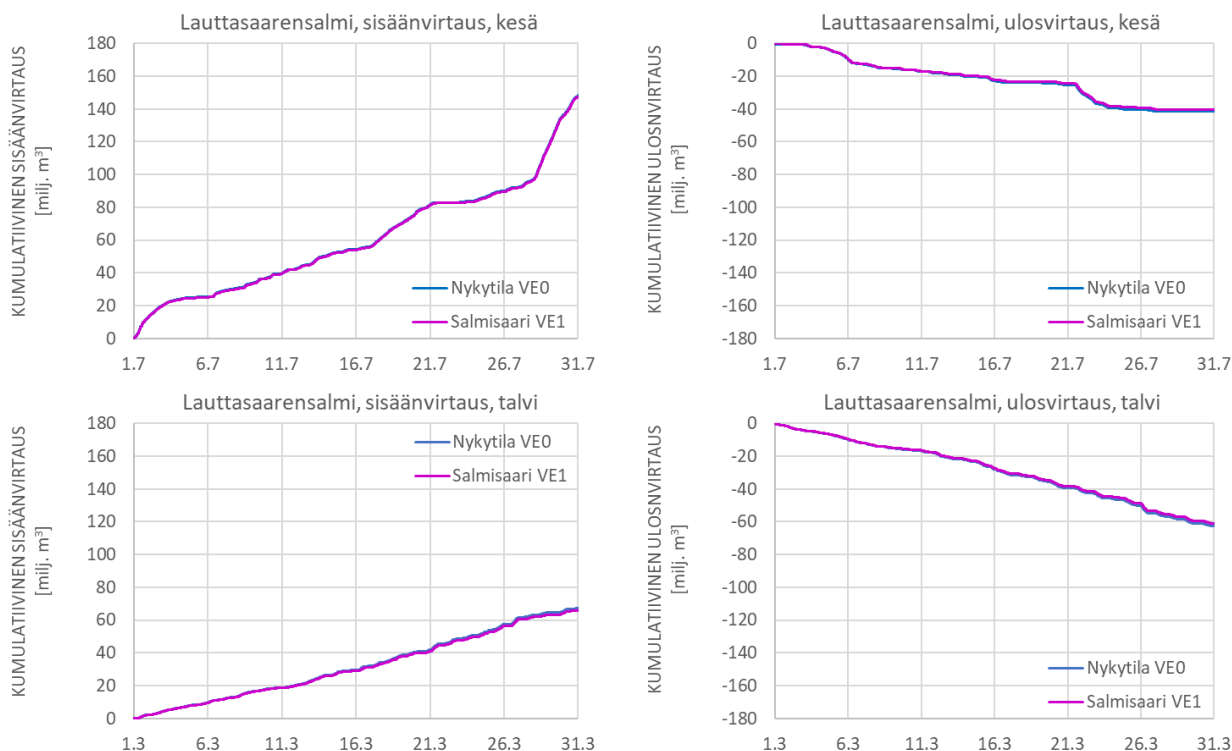
Kuten Lapinlahden suun virtausnopeuksien vähentyminen jo ennakoi (kuva 10), nähdään mallituloksissa lahden suuaukon virtaamien ja edelleen lahden vedenvaihdon vähentyvän Salmisaaren meritäyttöjen ja ruoppausten vaikutuksesta (kuvat 12 ja 13). Lapinlahden suun poikkileikkauksella sisäänvirtaus vähenee 18 % nykytilaan verrattuna mallinnetulla heinäkuun jaksolla (kuva 12). Vastaavasti ulosvirtaus heikkenee 18 %. Mallinnetulla talvijaksolla maaliskuussa Lapinlahden kumulatiivinen sisäänvirtaus heikkenee 9 % ja ulosvirtaus heikkenee myös 9 %. Virtauksen väheneminen tarkoittaa Lapinlahtea Seurasaarenselän suunnasta huuhtovan veden määrän vähenevän ja veden viipymän kasvavan lahden alueella. Vaikutus näkyy talvikautta selvemmin kesäkaudella, kun tuulen ajamat virtaukset eivät pääse vaihtamaan lahden vesiä nykytilan tavoin laajan Lahden suulle sijoittuvan meritäytön vaikutuksesta. Talvikaudella vaikutus on vähäisempi vedenvaihdon tapahtuessa pääosin meriveden pinnankorkeuden vaihtelun yhteydessä tapahtuvana huuhteluna, mikä tapahtuu lähes nykytilan tavoin myös rakennetussa tilanteessa.

Lapinlahden suun virtausolosuhteiden ja salmivirtaaman heikentyminen osoitti lahden vedenvaihdon heikentyvän, ja saman osoittaa myös mallinnettu muutokset lahden viipymässä, vaikkakin mallinnettu viipymätulos kuvaa vain yksittäisen hetken viipymän mallin käynnistyshetkeltä. Lapinlahden pohjukan nykytilanteen viipymä oli mallinnetun kesätilanteen aloitushetkellä tasolla 16 h (0,69 vrk) ja talvitilanteen aloitushetkellä 20 h (0,84 vrk) (kuva 16). Viipymä on verrattain lyhyt johtuen lahden suun avoimuudesta. Salmisaaren rakennetussa tilanteessa lahden viipymä kasvaa kesätilanteessa 10 h (+60 %) ja talvitilanteessa 14 h (+70 %). Vaikka viipymä kasvaa merkittävästi, on myös rakennetun tilanteen viipymä lyhyt jäädessä sekä talvi- että kesätilanteessa alle kahden vuorokauden tasolle.

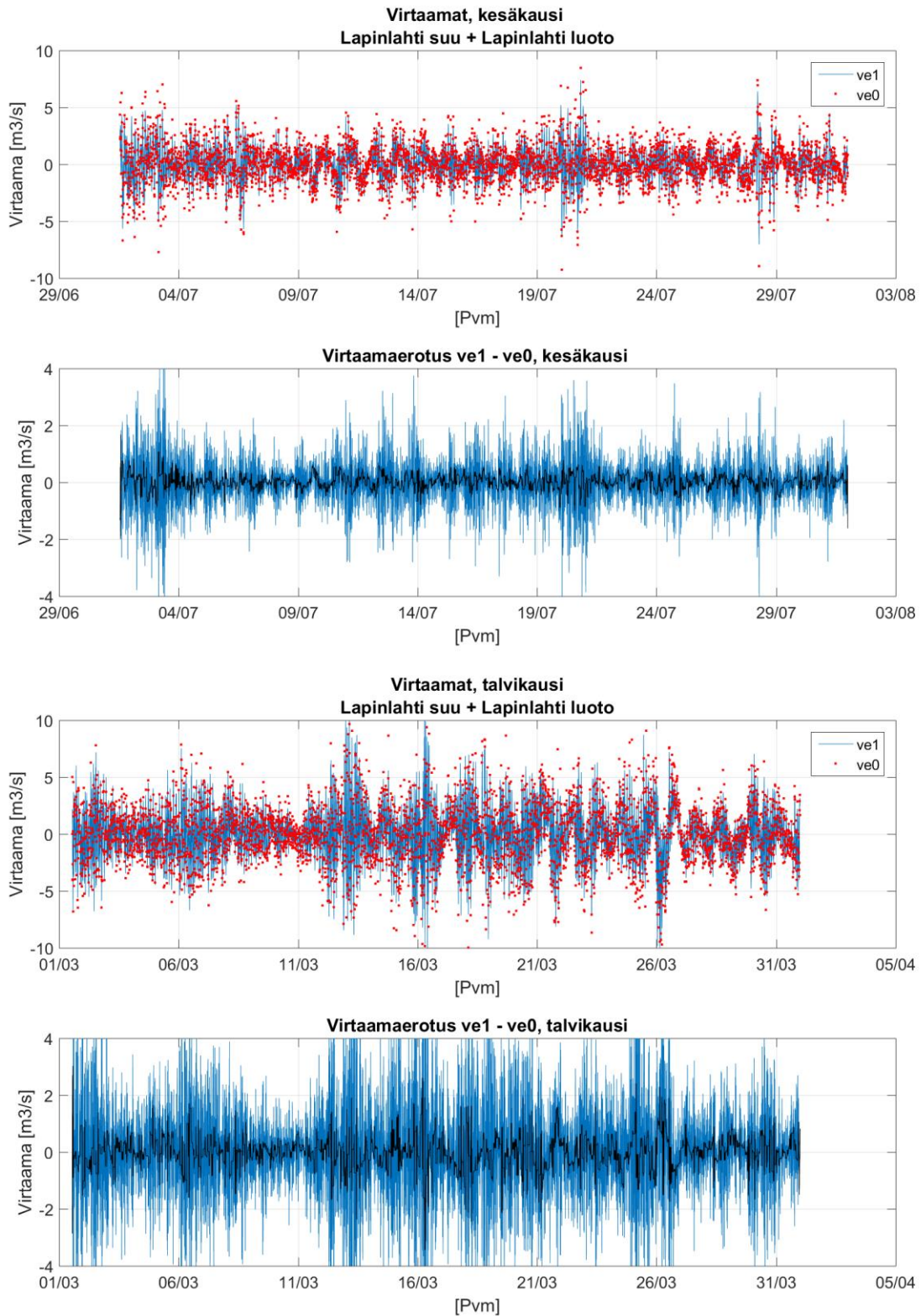
Vaikka Salmisaaren meritäytöillä ja ruoppauksilla on selvä vaikutus Lapinlahden vedenvaihtoon ja myös virtausolosuhteisiin Seurasaarenselän eteläosissa (kuva 10), ei merkittäviä vaikutuksia kuitenkaan havaita Seurasaarenselän vesialueen vedenvaihdossa. Lauttasaarensalmen läpi avoimilta merialueilta tuleva vedenvaihto pääsee huuhtelemaan vesialuetta nykytilan tavoin. Salmivirtaamat Seurasaarenselän molemmin puolin Lauttasaarensalmessa sekä Länsiväylän silta-aukoissa toteutuvat nykytilaa vastaavalla voimakkuudella myös Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (kuvat 12, 14 ja 15). Vain vähäisiä vaikutuksia havaitaan virtaamien ajoituksessa Salmisaaren meritäytön muuttaessa virtausreitit Seurasaarenselän eteläosissa, kuitenkin saman vesimäärän virratessa salmien läpi.



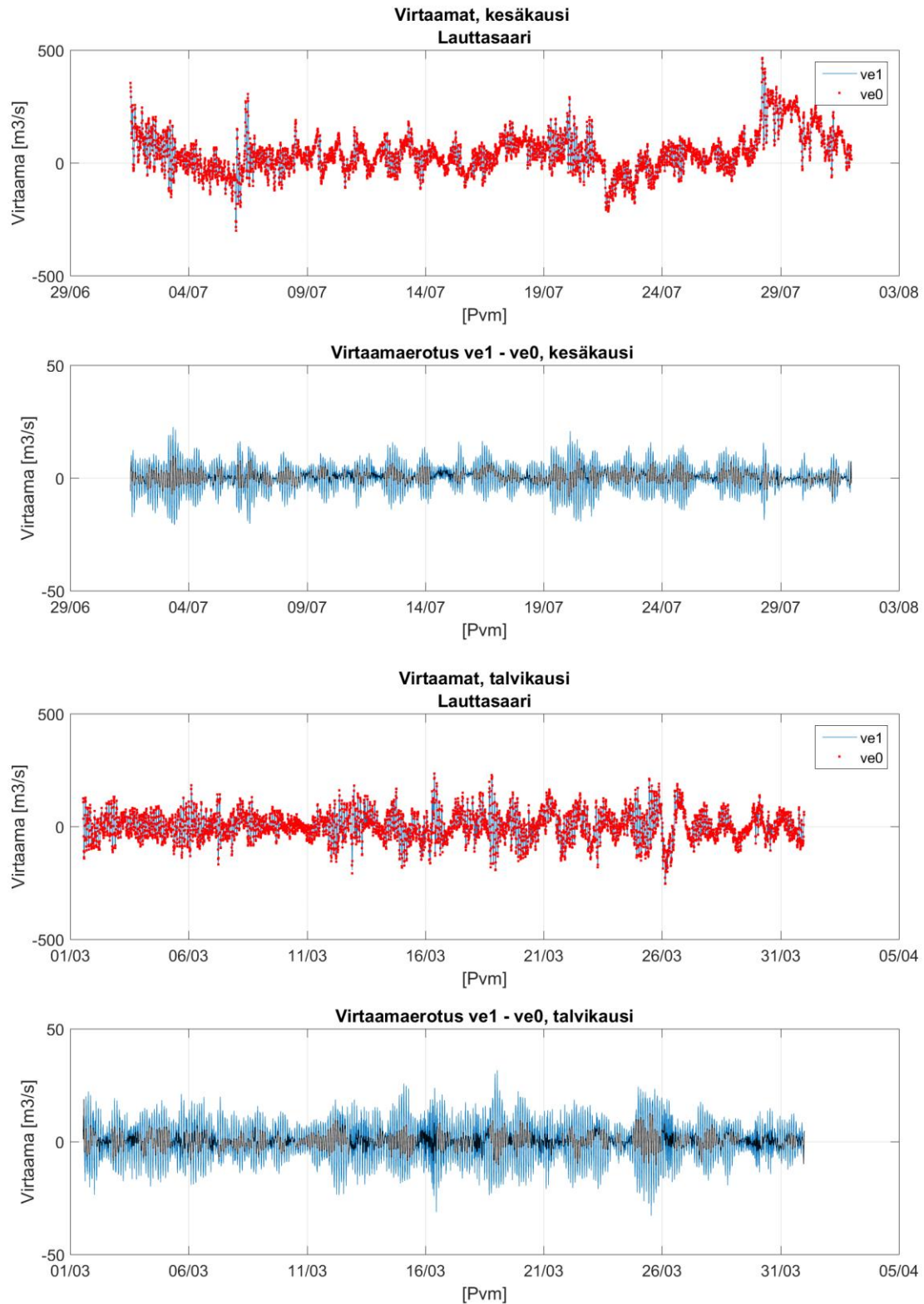
Kuva 11. Lapinlahden vedenvaihtoa mallinnetulla kuukauden kesä- (kuvat ylärivissä) ja talvijaksolla (kuvat alarivissä) kuvaava kumulatiivinen salmivirtaama nykytilassa (VE0) ja Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (VE1) suuntautuen sisäänvirtauksena Seurasaarenselältä sisään Lapinlahteen (kuvat vasemmalla) ja ulosvirtauksena Lapinlahdelta Seurasaarenselälle (kuvat oikealla).



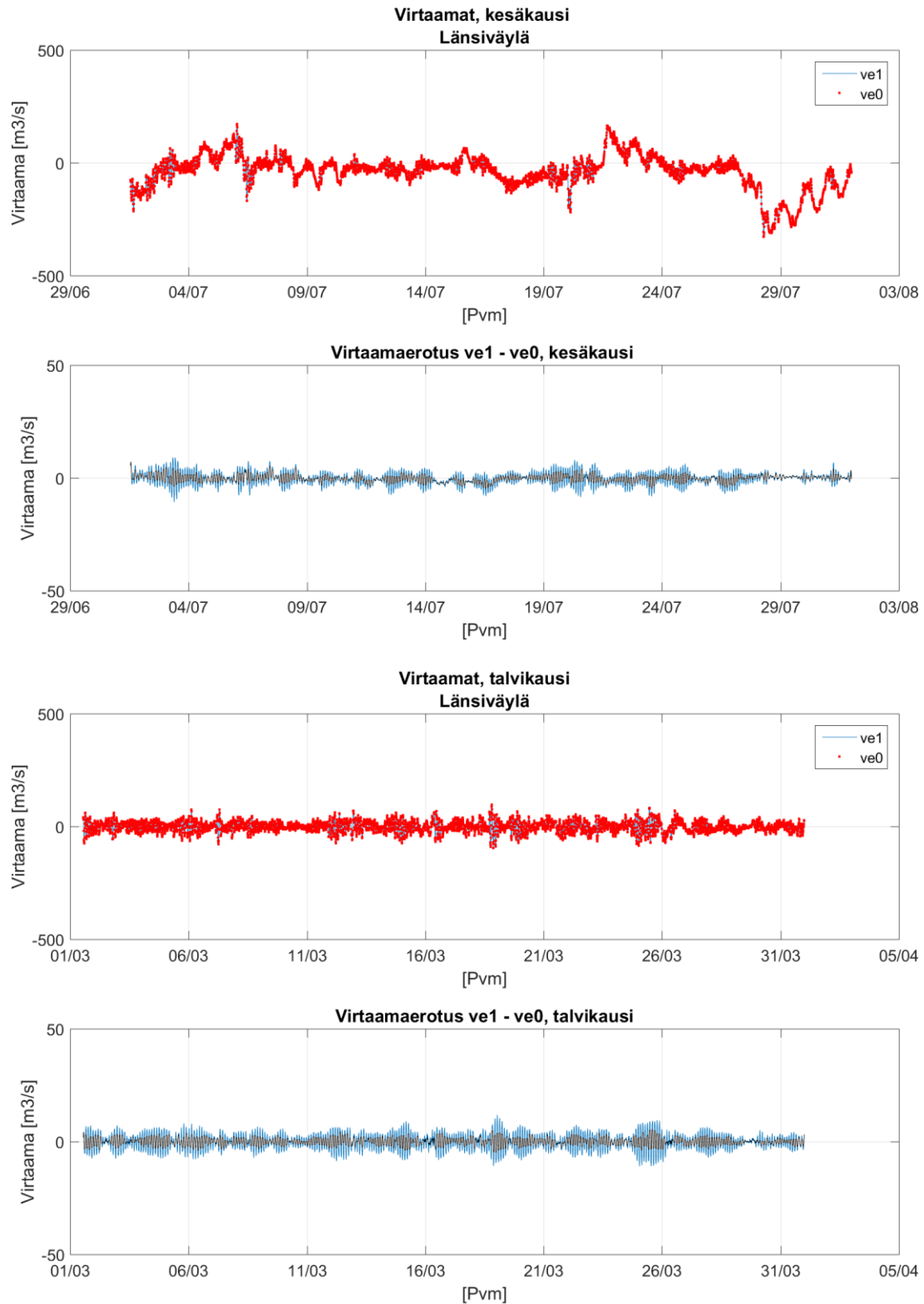
Kuva 12. Seurasaarenselän vedenvaihtoa mallinnetulla kuukauden kesä- (kuvat ylärivissä) ja talvijaksolla (kuvat alarivissä) kuvaava kumulatiivinen virtaama Lauttasaarensalmessa nykytilassa (VE0) ja Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (VE1) suuntautuen sisäänvirtauksena avoimelta merialueelta sisään Seurasaarenselälle (kuvat vasemmalla) ja ulosvirtauksena Seurasaarenselältä etelään avoimelle merialueelle (kuvat oikealla).



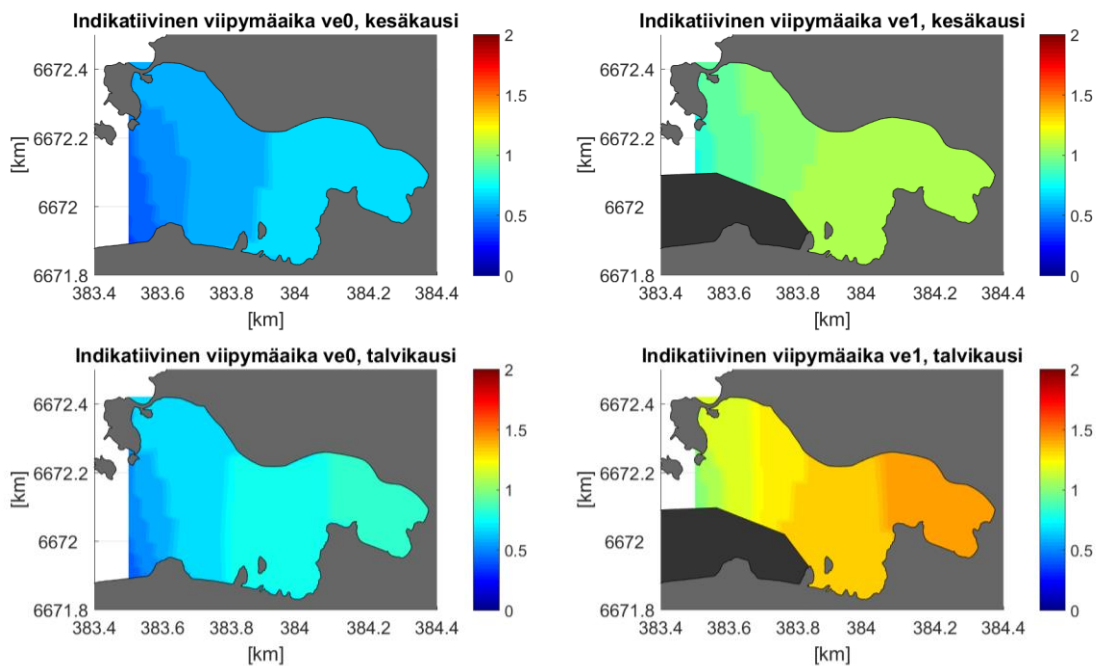
Kuva 13. Nykytilanteessa (VE0) ja Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (VE1) mallinnettu virtaama Lapinlahden suun poikkileikkauksella kesäkaudella ja talvikaudella. Kuvassa esitetään lisäksi Salmisaaren rakentamisesta aiheutuva muutos lahden suun poikkileikkauksen virtaamassa nykytilaan verrattuna (virtaamaerotus).



Kuva 14. Nykytilanteessa (VE0) ja Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (VE1) mallinnettu virtaama Seurasaarenselän vedenvaihtoa rajoittavan Lauttasaarensalmen poikkileikkauksella kesäkaudella ja talvikaudella. Kuvassa esitetään lisäksi Salmisaaren rakentamisesta aiheutuva muutos Lauttasaarensalmen poikkileikkauksen virtaamassa nykytilaan verrattuna (virtaamaerotus).



Kuva 15. Nykytilanteessa (VE0) ja Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (VE1) mallinnettu virtaama Seurasaarenselän vedenvaihtoa lännen suunnasta rajoittavien Länsiväylän silta-aukkojen (Karhusaari-Lauttasaari) poikkileikkauksilla kesäkaudella ja talvikaudella. Kuvassa esitetään lisäksi Salmisaaren rakentamisesta aiheutuva muutos Länsiväylän silta-aukkojen poikkileikkauksien virtaamissa nykytilaan verrattuna (virtaamaerotus).



Kuva 16. Lapinlahden vedenvaihdon nopeutta kuvaava viipymäaika [vrk] nykytilanteessa (VE0, kuvat vasemmalla) ja Salmisaaren rakennetussa tilanteessa (VE1, kuvat oikealla) mallinnetun kesäkauden alkutilanteessa (kuvat ylhäällä) ja talvikauden alkutilanteessa (kuvat alhaalla).

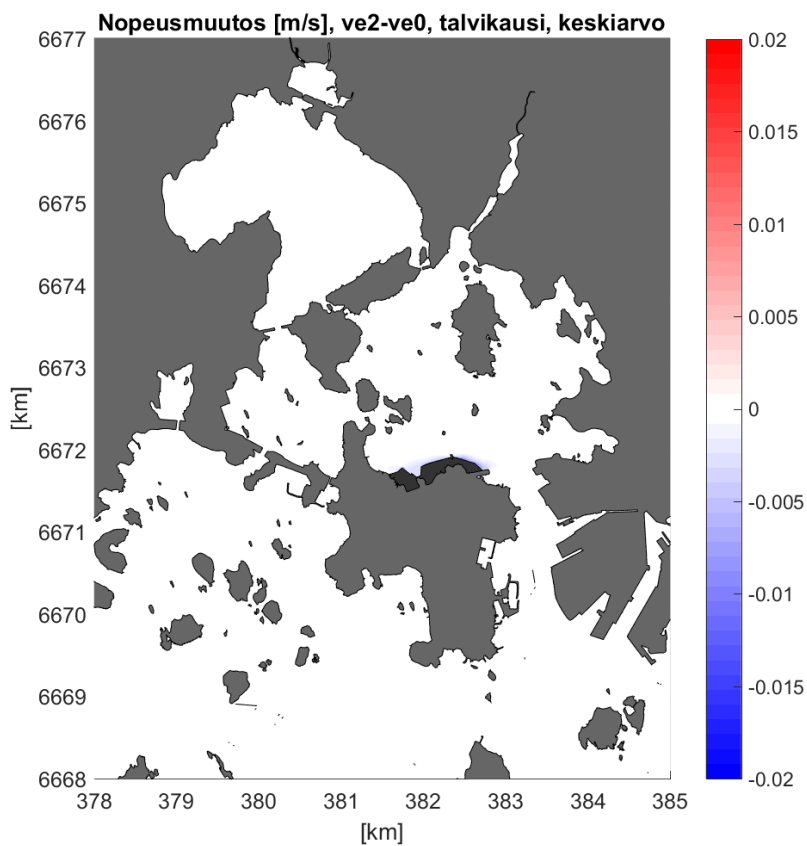
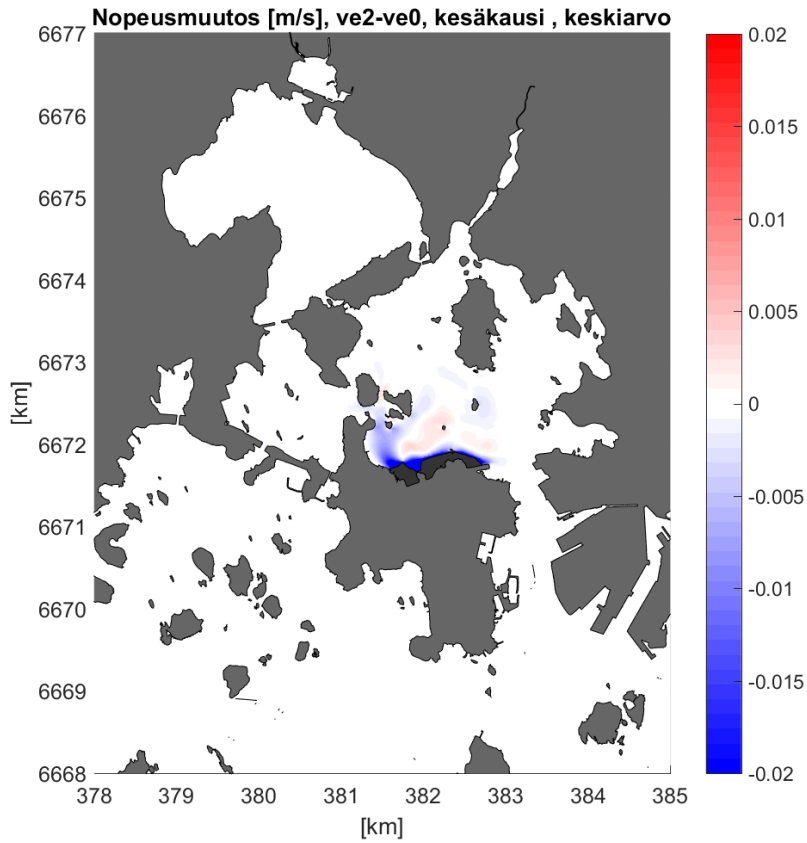
4.2 VE2 Lauttasaari

4.2.1 Vaikutukset virtausolosuhteisiin

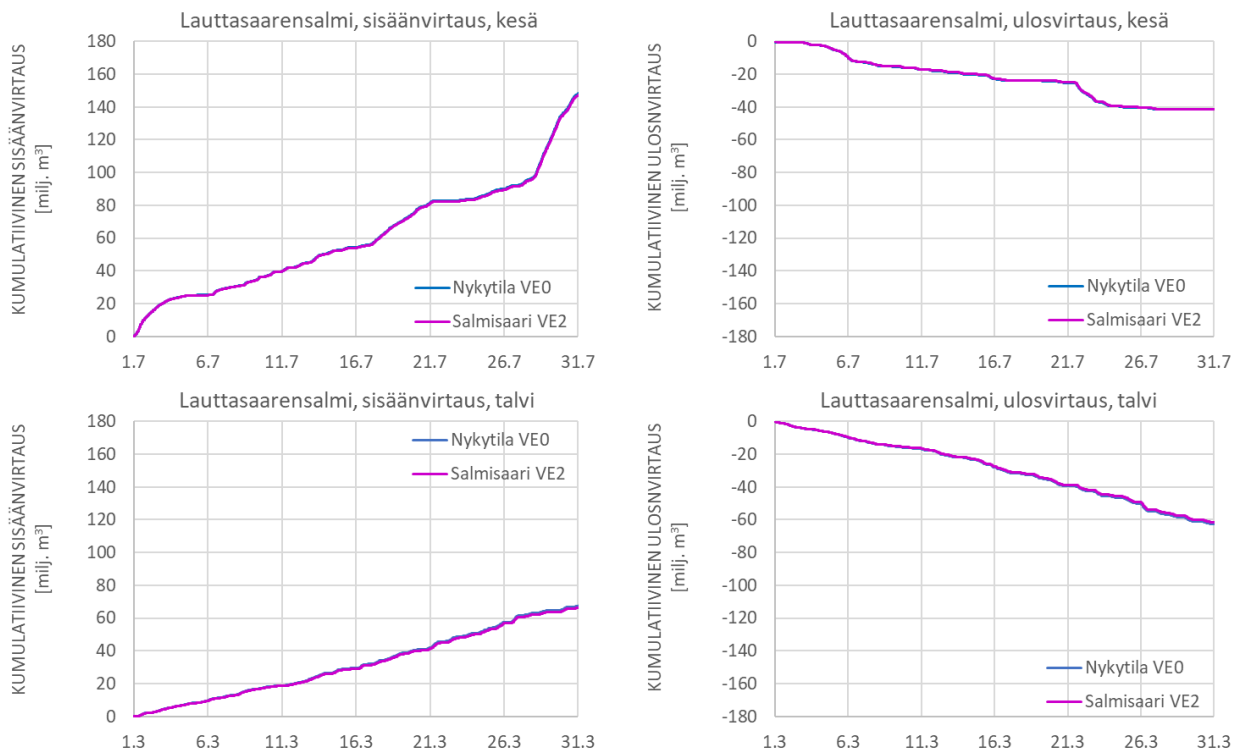
Lauttasaaren pohjoisrannan meritäytöt siirtävät saaren rantaviivaa pohjoiseen Seurasaarenselän eteläosassa ja täyttävät saaren nykyisiä lahtia (Lemislahti ja Maamonlahti). Meritäytön suunniteltu linjaus ei kuitenkaan työnny esteeksi Seurasaarenselän merialueen vedenvaihtoon oleellisesti vaikuttaville virtausreiteille. Meritäytön vaikutukset merialueen virtausolosuhteisiin jäävätkin vähäisiksi paikallisiksi vaikutuksiksi meritäytön lähialueelle (kuva 17). Laajemmin Seurasaarenselän vedenvaihtoa rajoittavissa salmissa ei havaita virtausnopeuksien muutoksia viitaten merialueen vedenvaihdon tapahtuvan myös rakennetussa tilanteessa nykytilan tavoin.

4.2.2 Vaikutukset vedenvaihtoon

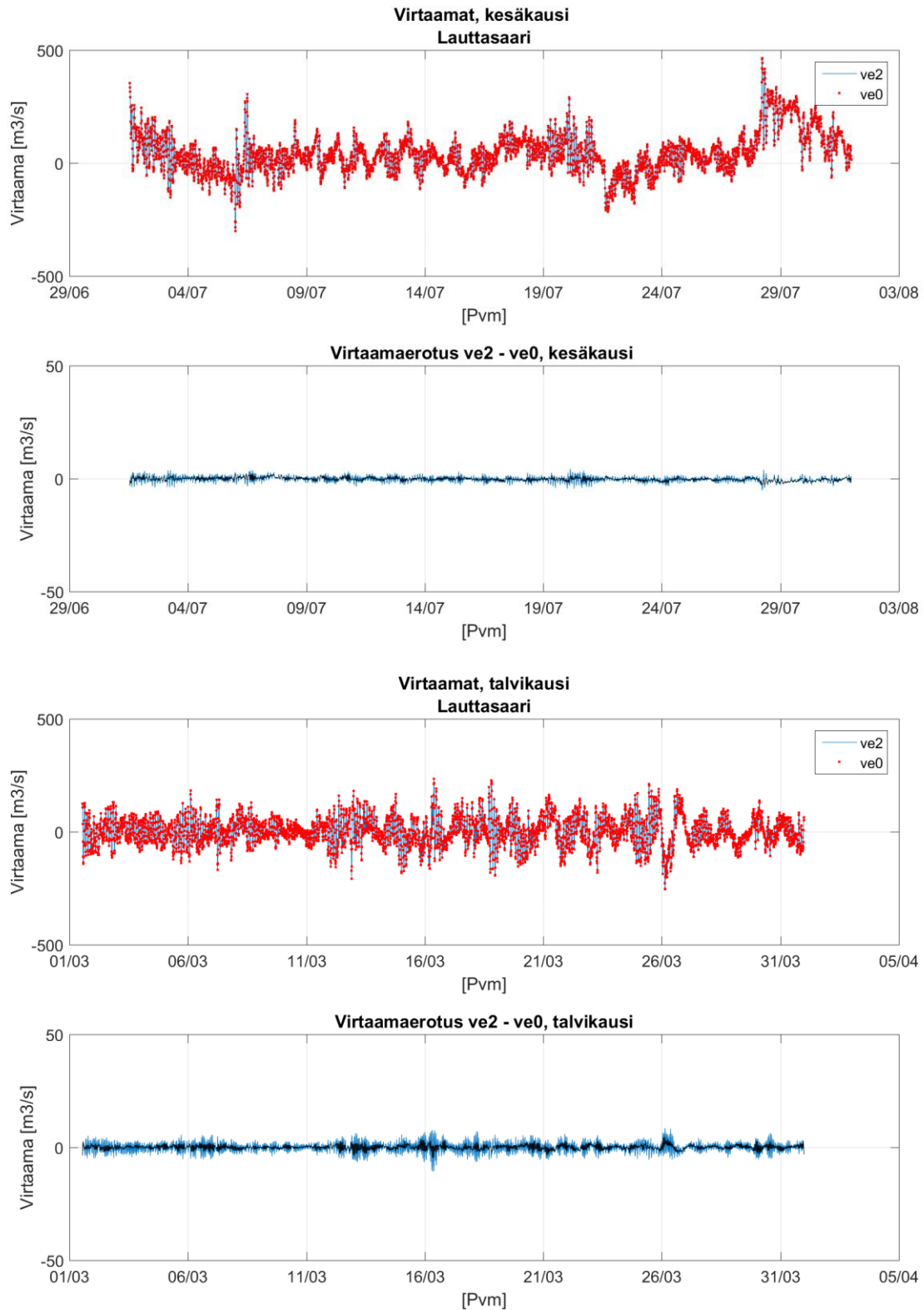
Lauttasaaren pohjoisrannan meritäyttöjen vaikutuksia ei havaita Seurasaarenselän vedenvaihtoa rajoittavien salmien mallinnetuissa virtaamissa. Avoimien merialueiden suunnasta Seurasaarenselän vesimassaa huuhtovilla virtausreiteillä Lauttasaarensalmen sekä Länsiväylän silta-aukkojen virtaamissa ei havaita Lauttasaaren meritäyttöjen vaikutuksia (kuvat 18-20). Salmien mallinnetut virtaama-aikasarjat sekä kumulatiiviset virtaamat vastaavat myös rakennetussa tilanteessa nykytilan tasoa, mikä osoittaa Seurasaarenselän vedenvaihdon toteutuvan nykytilan tavoin.



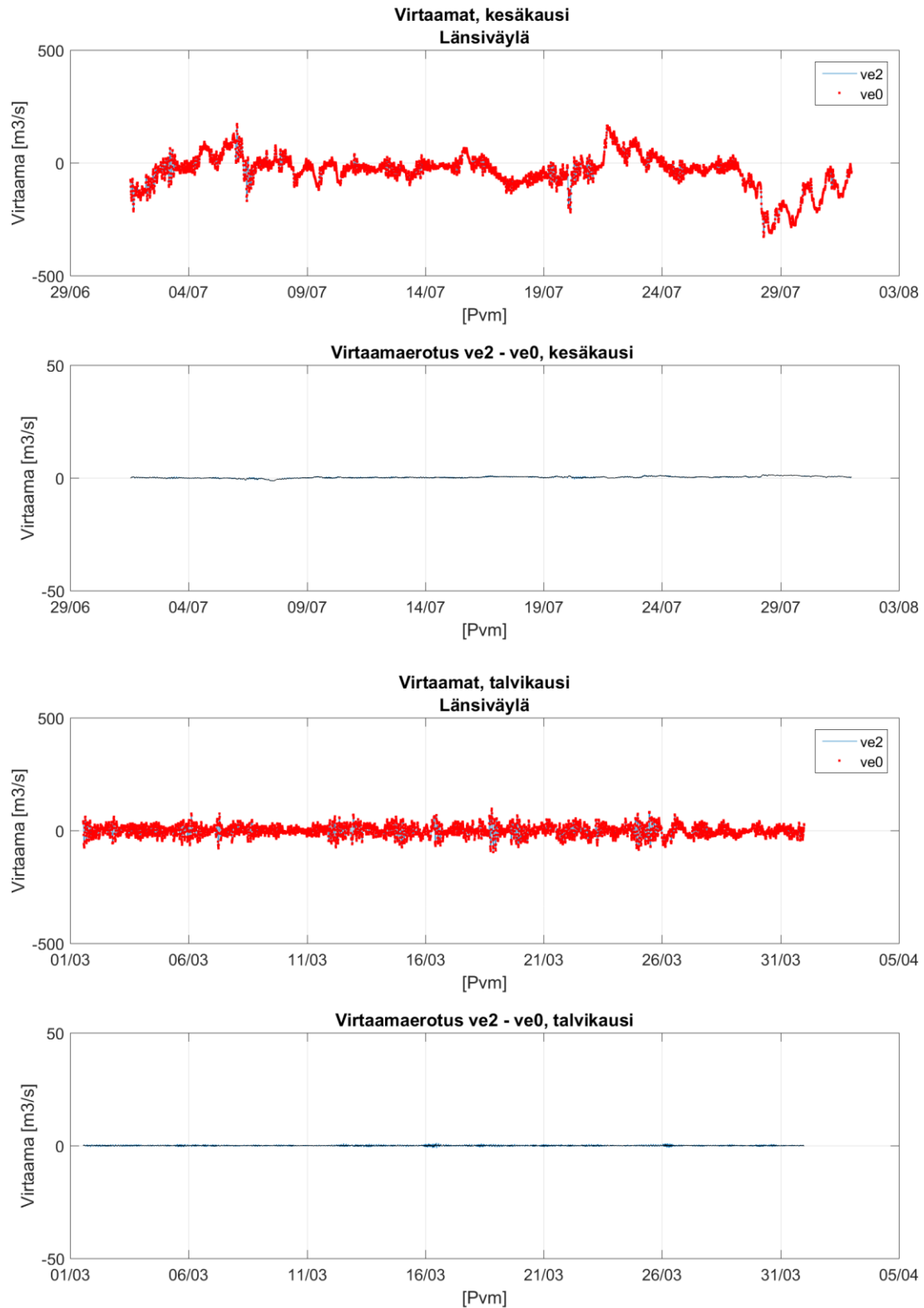
Kuva 17. Lauttasaaren pohjoisrannan meritäytöistä (VE2) aiheutuva virtausnopeuden muutos mallinnetulla kesäkaudella ja talvikaudella. Punainen värisävy kuvaa virtausnopeuden voimistuvan ja sininen värisävy puolestaan nopeuden heikentyvän nykytilaan verrattuna. Meritäytön ala näkyy kuvissa tumman harmaalla värillä Lauttasaaren pohjoisrannassa.



Kuva 18. Seurasaarenselän vedenvaihtoa mallinnetulla kuukauden kesä- (kuvat ylärivissä) ja talvijaksolla (kuvat alarivissä) kuvaava kumulatiivinen virtaama Lauttasaarensalmessa nykytilassa (VE0) ja Lauttasaaren rakennetussa tilanteessa (VE2) suuntautuen sisäänvirtauksena avoimelta merialueelta sisään Seurasaarenselälle (kuvat vasemmalla) ja ulosvirtauksena Seurasaarenselältä etelään avoimelle merialueelle (kuvat oikealla).



Kuva 19. Nykytilanteessa (VE0) ja Lauttasaaren pohjoisrannan rakennetussa tilanteessa (VE2) mallinnettu virtaama Seurasaarenselän vedenvaihtoa rajoittavan Lauttasaarensalmen poikkileikkauksella kesäkaudella ja talvikaudella. Kuvassa esitetään lisäksi Lauttasaaren pohjoisrannan rakentamisesta aiheutuva muutos Lauttasaarensalmen poikkileikkauksen virtaamassa nykytilaan verrattuna (virtaamaerotus).



Kuva 20. Nykytilanteessa (VE0) ja Lauttasaaren pohjoisrannan rakennetussa tilanteessa (VE2) mallinnettu virtaama Seurasaarenselän vedenvaihtoa lännen suunnasta rajoittavien Länsiväylän silta-aukkojen (Karhusaari-Lauttasaari) poikkileikkauksilla kesäkaudella ja talvikaudella. Kuvassa esitetään lisäksi Lauttasaaren pohjoisrannan rakentamisesta aiheutuva muutos Länsiväylän silta-aukkojen poikkileikkauksien virtaamissa nykytilaan verrattuna (virtaamaerotus).

5 Johtopäätökset

Salmisaaren pohjoisrannan alueelle suunnittelussa olevat meritäytöt ja ruoppaukset muuttavat Seurasaaren selän eteläosan virtausolosuhteita. Meritäyttö työntyy nykyiselle Seurasaarenselän vedenvaihtoa Lauttasaarensalmen läpi ylläpitävälle virtausreitille ohjaten virtauksen kulkemaan suoran reitin sijaan nykyistä voimakkaammin selän keskiosissa ja länsireunaa myöten. Tämä näkyy virtausnopeuden voimistumisena kyseisellä alueella ja puolestaan heikentymisenä meritäytön peittoon jäävällä Seurasaarenselän itärannan alueella. Vaikka Salmisaaren meritäytöillä ja ruoppauksilla on selvä vaikutus virtausolosuhteisiin Seurasaarenselän eteläosissa, ei merkittäviä vaikutuksia kuitenkaan havaita Seurasaarenselän vesialueen vedenvaihdossa. Lauttasaarensalmen läpi avoimilta merialueilta tuleva vedenvaihto pääsee huuhtelemaan vesialuetta nykytilan tavoin. Vain vähäisiä vaikutuksia havaitaan virtaamien ajoituksessa Salmisaaren meritäytön muuttaessa virtausreittiä Seurasaarenselän eteläosissa, kuitenkin saman vesimäärän virratessa salmien läpi.

Sen sijaan Lapinlahden suulla, jossa Salmisaaren meritäyttö ruoppauksineen pienentää lahden suun poikkipinta-alaa noin 60 %, nähdään virtausnopeuksien ja edelleen lahden vedenvaihdon heikentyvän. Vaikutus näkyy talvikautta selvemmin kesäkaudella, kun tuulen ajamat virtaukset eivät pääse vaihtamaan lahden vesiä nykytilan tavoin laajan Lahden suulle sijoittuvan meritäytön vaikutuksesta. Mallinnetun kesäkuukauden aikana Lapinlahtea huuhtova sisäänvirtaus heikentyi 18 % nykytilan tasoon verrattuna. Talvikaudella vaikutus oli vähäisempi lahden vedenvaihdon tapahtuessa pääosin meriveden pinnankorkeuden vaihtelun yhteydessä tapahtuvana huuhteluna. Mallinnetun talvikuukauden aikana lahden sisäänvirtaus heikkeni 9 % nykytilan tasoon verrattuna. Lapinlahden vedenvaihdon heikkeneminen pidensi mallinnetun yksittäisen tilanteen kattavassa tarkastelussa veden viipymäaika nykytilanteen tasosta kesätilanteessa +60 % ja talvitilanteessa +70 %. Vaikka nykyinen ja myös rakennetun tilanteen pidentynyt viipymäaika onkin verrattaen lyhyt, voi Lapinlahtea huuhtovan sisäänvirtauksen heikkeneminen ja viipymäajan pidentyminen kuitenkin heikentää lahden vedenlaatua.

Lapinlahden vedenlaadussa lahden vedenvaihdon väheneminen näkyisi todennäköisesti levänkasvun lisääntymisenä ja rantaruovikoiden leviämisenä nykyistä laajemmalle alueelle. Vedenvaihdon väheneminen lisää sedimentaatiota lahden alueella ja ravinteiden kertymistä pohjasedimenttiin. Samalla sedimentistä veteen vapautuvan sisäisen ravinnekuormituksen huuhtoutuminen lahdesta pois heikkenee, mikä voimistaa levänkasvua lahden alueella. Lahden suun suurelta osin peittävän meritäytön vaikutus näkyisi vedenvaihdon heikentymisen lisäksi lahden rantoja kuluttavan ja puhdistavan aallokon sekä jään liikkeiden vaikutuksien heikkenemisenä. Avoimen selän pituus lyhentyisi nykyisestä suurimmillaan 3 km pituudesta pääosin vain lahden sisäosan noin 0,5 km pituuteen, eikä aallokko ja liikkuva jää saa nykyisen kaltaista voimaa rantojen puhdistamiseen. Tämä johtaisi rantojen ruovikkoalueiden ja muun vesikasvuston leviämiseen nykyistä laajemmalle alueelle.

Toisin kuin Salmisaaren pohjoisrantaan suunnitellut meritäytöt, Lauttasaaren pohjoisrantaan suunnitellut meritäytöt eivät työntyne esteeksi Seurasaarenselän merialueen vedenvaihtoon oleellisesti vaikuttaville virtausreiteille. Lauttasaaren pohjoisrannan meritäytöt siirtävät saaren rantaviivaa pohjoiseen Seurasaarenselän eteläosassa ja mallinnetut vaikutukset merialueen virtausolosuhteisiin jäävät vähäisiksi paikallisiksi vaikutuksiksi meritäytön lähialueelle. Lauttasaaren pohjoisrannan meritäytöjen vaikutuksia ei havaita lainkaan Seurasaarenselän vedenvaihtoa rajoittavien salmien mallinnetuissa virtaamisissa, mikä osoittaa Seurasaaren selän vedenvaihdon toteutuvan nykytilan tavoin.