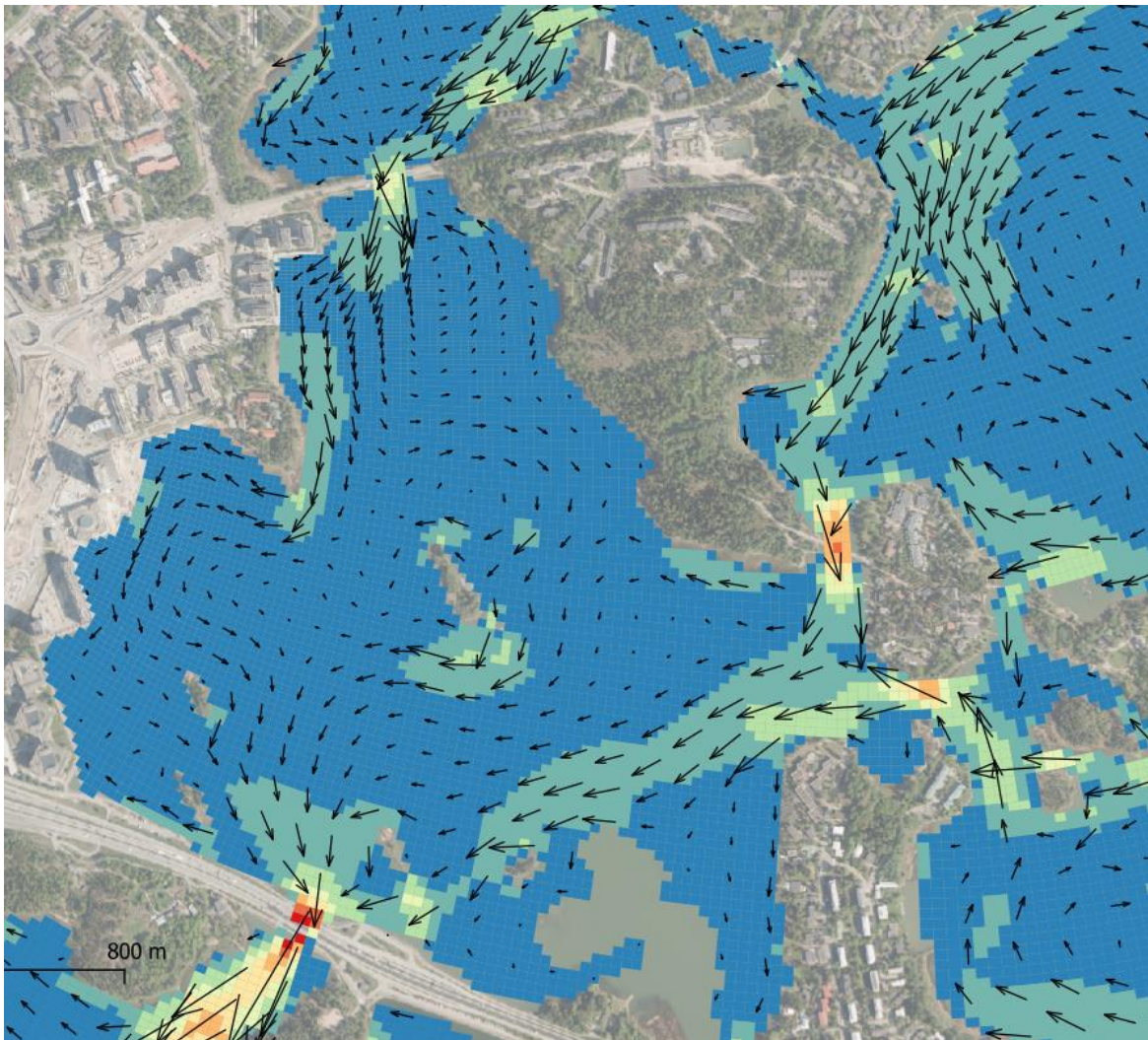


Keilaniemen meritäyttöjen virtaus- ja vedenlaatuselvitys



Päiväys	28.6.2022
Tekijä	Sitowise Oy
Projektinnumero	YKK66909

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Selvitysalue	1
3	Merialueen nykytila Seurasaaren vesimuodostumassa ja sen edustalla	3
3.1	Virtaukset ja viipymät	3
3.2	Merenpohjan laatu ja sedimentit	4
3.3	Vedenlaatu	6
3.3.1	Ravinteet	7
3.3.2	Happi	9
3.3.3	Kiintoaine ja sameus	10
3.4	Vesieliöstö	11
3.4.1	Vesikasvillisuus	11
3.4.2	Kalasto	12
3.4.3	Pohjaeliöstö	12
3.4.4	Uhanalaiset lajit ja meriluontotyypit	13
4	Virtausmallinnusmenetelmät	15
4.1	Virtausmallin kuvaus	15
4.2	Mallin geometria	16
4.2.1	Laskentahila	16
4.2.2	Nykytilanteen syvyysgeometria	17
4.2.3	Tulevan tilanteen syvyysgeometria	19
4.3	Mallin lähtötiedot	19
4.4	Skenaariot	20
4.5	Pohjadynamiikan muutosten tarkastelu	21
5	Virtausmallinnusten tulokset	21
5.1	Nykytilan virtausmallinnus	21
5.2	Tulevan tilanteen virtausmallinnus	23
5.3	Vesitäyttöjen vaikutukset	24
5.3.1	Vaikutukset virtausnopeuksiin	24
5.3.2	Vaikutukset viipymään	28
6	Keilaniemen meritäyttöjen vaikutukset merialueella	28
6.1	Pohjadynamiikka ja sedimentaatio	28
6.2	Vedenlaatu	32
6.3	Vesieliöstö	33
6.4	Uhanalaiset lajit ja meriluontotyypit	34
7	Meritäytöt suhteessa vesienhoitosuunnitelmiin	35



Keilaniemen meritäyttöjen virtaus- ja vedenlaatuselvitys

7.1	Vaikutusten lieventäminen.....	35
7.2	Arvioinnin epävarmuudet.....	36
8	Johtopäätökset.....	37
9	Jatkosuunnittelussa huomioitavaa	38
10	Lähteet	39



Tiivistelmä

Espoon Keilaniemen alueelle on suunnitteilla useampia rannanmyötäisiä meritäyttöjä liittyen maankäytön kehityshankkeisiin. Keilaniemen edustan merialue kuuluu kolmesta lahtialueesta koostuvaan Seurasaaren vesimuodostumaan. Tässä työssä mallinnettiin meritäyttöjen yhteisvaikutuksia koko Seurasaaren vesimuodostuman virtauksiin ja vedenlaatuun sekä arvioitiin niistä mahdollisesti johtuvia vaikutuksia alueen vesieliöistöön.

Virtausmallinnuksessa hyödynnettiin Delft3D-mallin FLOW-moduulia mallinnettaessa virtausolosuhteita sekä nykytilanteelle että tulevaisuuden tilanteelle, jossa on otettu huomioon sekä Koivusaaren toteutettavat meritäytöt että Keilaniemeen suunnitteilla olevat täytöt täysimääräisinä toteutuessaan.

Vesimuodostuman veden vaihdunta on nykytilanteessa melko vähäistä. Virtausmallinnuksen perusteella viipymät eivät muutu oleellisesti meritäyttöjen vaikutuksesta. Viipymän pidentyminen on laskettavissa muutamissa tunneissa. Myöskään alueen virtausnopeuksissa ja -suunnissa tai sedimentaatioissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia.

Meritäyttöjen aiheuttamat muutokset virtauksissa ja veden viipymässä eivät heikennä veden happitilannetta tai aiheuta muutoksia ravinnemäärissä eivätkä siten toteutessaan vaaranna alueen vesieliöstön tilaa.



1 Johdanto

Seurasaarenselän vesimuodostuman länsiosissa (Keilalahdella) on viime vuosina toteutettu ja tullaan tulevaisuudessa toteuttamaan merialueen täyttöä useiden eri hankkeiden puitteissa. Seurasaaren vesimuodostuman vesiala on 1 286 ha. Meritäyttöjen toteutuessa täysimääräisenä, nykyistä Keilalahden merialuetta muutetaan maa-alueeksi noin 9 ha.

Meritäyttöjen tavoitteena on mahdollistaa Keilaniemeen kaupunkikuvallisesti merkittävää rakentamista sekä kehittää rannan toiminnallisuutta rantaraitteineen sekä kaupunkikuvallista ilmettä Keilaniemen ilmastokestävän rantavision mukaisesti.

Tässä selvityksessä kuvataan tarkemmin Keilaniemessä mahdollisesti toteutettavien meritäyttöjen yhteisvaikutusta Seurasaaren vesimuodostuman eri lahtialueiden (Laajalahti, Lehtisaarenselkä, Seurasaarenselkä) sekä lähimerialueen veden viipymään, virtauksiin ja -laatuun. Samalla arvioidaan mahdollisten virtausolosuhteiden ja vedenlaadun muutosten vaikutusta alueen vesieliöstölle.

Vesimuodostuman virtausolosuhteita mallinnetaan hydrodynaamisen Delft3D-mallin FLOW-moduulilla. Mallinnusajanjaksoksi on valittu heinäkuu 2021, joka edustaa sääolosuhteiltaan poikkeuksellisen lämmintä kesäkuukautta. Virtausmallinnusten tulosten perusteella lasketaan vesimuodostuman viipymää ja tarkastellaan Lehtisaarenselän virtausolosuhteita. Virtausmallinnuksia tehdään kahdella eri syvyysgeometrialla: nykytilanteen syvyysgeometria, jossa on mukana Koivusaaren suunnitellut vesitäytöt sekä tulevan tilanteen syvyysgeometria, jossa on mukana Koivusaaren täyttöjen lisäksi kaikki Keilaniemessä toteutuneet ja suunnitteilla olevat vesitäytöt laajimmalla rajauksella. Skenaarioiden mallinnustuloksia vertailemalla saadaan arvioitua Keilaniemen vesitäyttöjen yhteisvaikutuksia virtausolosuhteisiin, viipymään ja vedenlaatuun.

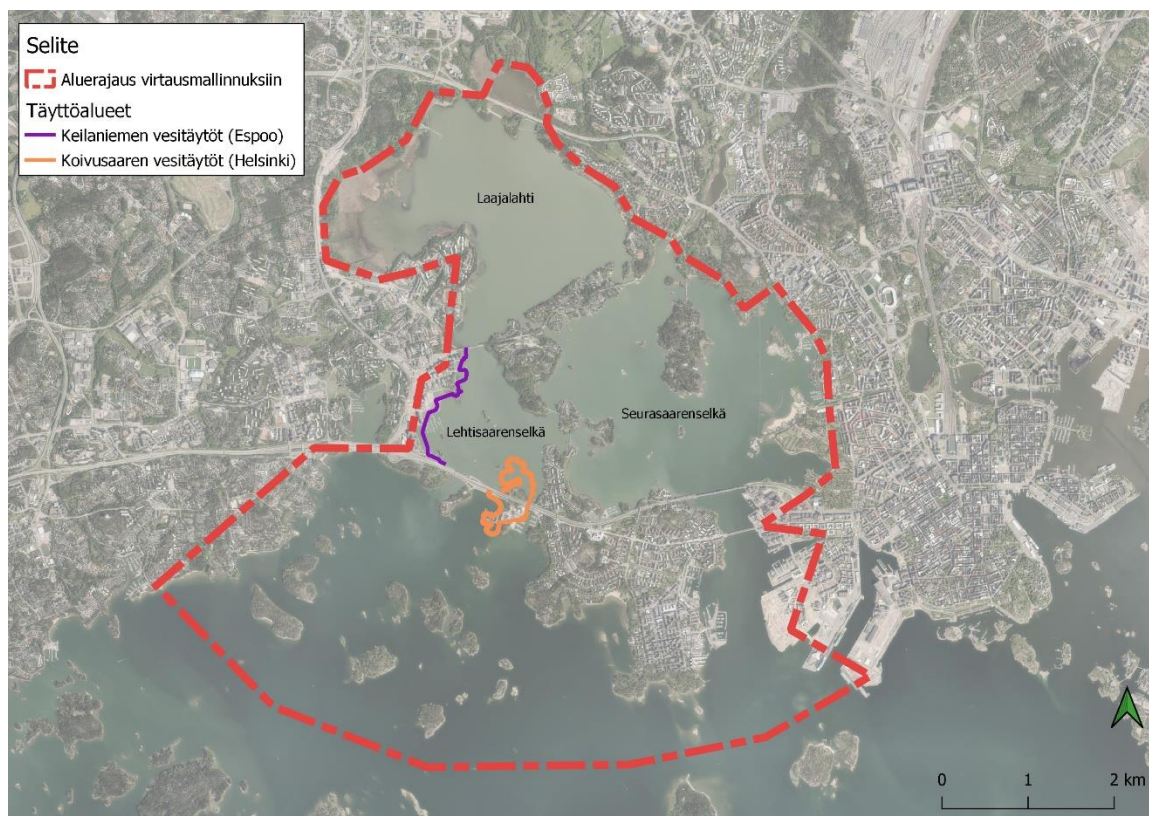
Selvityksen laati Sitowise Oy:n työryhmä, johon kuuluivat Giovanni Chaurand, Markus Katainen, Arto Itkonen, Sanna Korkonen ja Sanna Vaalgamaa. Selvitys laadittiin yhteistyössä Espoon kaupungin ohjausryhmän kanssa, jota johti Matias Kallio.

2 Selvitysalue

Selvitysalueeseen kuuluu Seurasaaren vesimuodostuma, osana Suomenlahden sisäsaaristoa, joka on luokiteltu luontodirektiivin rannikon laguunit (1150) -meriluontotyyppiä. Vesimuodostumaan kuuluu kolme suurempaa lahtialuetta, jotka ovat Laajalahti, Lehtisaarenselkä sekä Seurasaarenselkä. Lahtialueet ovat pääsääntöisesti matalaa, alle 5 m syvää merialuetta. Näiden lisäksi tarkastelun

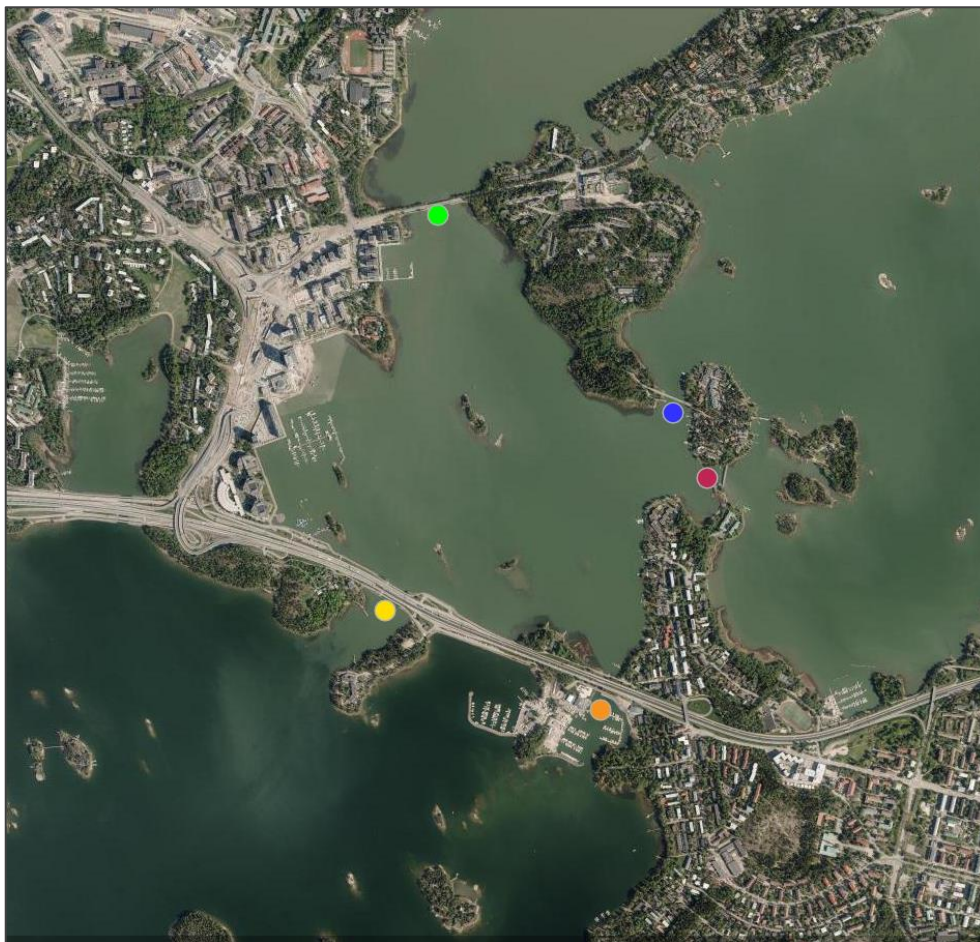


kohteena on Lauttasaaren siltojen edustalla oleva merialue. Kuvassa 1 on esitetty selvitysalueen rajausta ja virtausmallinnuksissa mukana olevat vesitäytöt.



Kuva 1. Selvitysalueen rajausta sekä Keilaniemen ja Koivusaaren suunnitellut vesitäytöt.

Keilaniemen tulevat vesitäytöt sijaitsevat kokonaisuudessaan Lehtisaarenselällä, jossa myös täyttöjen vaikutusten voidaan olettaa olevan suurimmillaan. Lehtisaarenselältä on yhteys avomerelle kahden Länsiväylän alittavan salmen kautta. Lisäksi vesialueelta on yhteys kahden salmen kautta Seurasaarenselälle ja yhden salmen kautta Laajalahteen (*Kuva 2*).



Kuva 2. Keilaniemeä lähimpänä sijaitsevat salmet merkittyinä värillisillä ympyröillä. Vihreä = Keilaniemi-Lehtisaari, sininen = Lehtisaari-Kaskisaari, punainen = Kaskisaari-Lauttasaari, oranssi = Vaskilahden salmi, keltainen = Karhusalmi. Lähde: Paikkatietoikkuna.

3 Merialueen nykytila Seurasaaren vesimuodostumassa ja sen edustalla

3.1 Virtaukset ja viipymät

Selvitysalueen virtausolosuhteita ja viipymiä on arvioitu aiemmin alueelta tehdyissä selvityksissä. Viipymäaikoja simuloitiin Koivusaaren osayleiskaavan virtausmallinnus selvityksessä (2010). Selvityksessä tarkasteltiin, miten Koivusaaren suunnitellut vesitäytöt vaikuttavat alueen viipymiin. Tässä selvityksessä simuloitujen viipymäajat olivat Lauttasaaren eteläpuolella 0–5 vuorokautta, Lehtisaarenselällä 10–30 vuorokautta, Seurasaarenselällä 20–40 vuorokautta ja Laajalahdessa 40–60 vuorokautta (Inkala 2010). Aikaisemmissa virtausmallinnuk-



sisä ei ole huomioitu alueelle laskevien purojen ja veden lämpötiloista aiheutu-
vien tiheyserojen vaikutuksia virtausolosuhteisiin ja viipymiin.

Vuonna 2000 tehtyjen virtausmittausten perusteella selkeitä salmien kautta
kiertäviä virtauksia ei ole havaittavissa. Avomereltä tulevat vedenpinnan kor-
keusvaihtelut aiheuttavat nopeita edestakaisia heilahteluja virtauksissa, mikä
aiheuttaa veden edestakaista liikettä salmissa. Kapeiden ja matalien salmien
vuoksi vedenvaihto on lahdissa melko pientä. Keilarantaa lähimpänä sijaitsevat
salmet Keilaniemi-Lehtisaari, Lehtisaari-Kaskisaari, Kaskisaari-Lauttasaari, Vas-
kilahti ja Karhusalmi ovat matalia, kokonaissyvyydeltään 3,5–4,5 metriä.

Vuonna 2000 heinä-elokuussa mitattujen virtausten keskiarvojen perusteella
salmivirtaus on pienintä Keilarannasta kaakkoon sijaitsevalla Kaskisaari-Lautta-
saari salmessa (4,1 cm/s), muissa lähisalmissa virtaus on keskimäärin 5,4–8,7
cm/s (*Taulukko 1*). Lahtien keskialueilla veden virtausnopeudet ovat selkeästi
pienempiä kuin salmissa. Virtaus on salmissa pääsääntöisesti sama yli koko sal-
men, eli kerrostunutta virtausta tai virtauksen kiertoa vaakasuunnassa ei
esiinny. (Peltoniemi ym. 2001)

*Taulukko 1. Mitattujen hetkellisten virtausten keskiarvot vuonna 2000. (muo-
kattu Peltoniemi, Koponen ja Tarkkala 2001). *Keskiarvo on mittausjakson puo-
liväliin saakka häiriön vuoksi.*

Mittauspaikka	Virtausten keskiarvot vuonna 2000	
Keilaniemi-Lehtisaari	5,4–8,7 cm/s	heinä-elokuu
Lehtisaari-Kaskisaari	7,9* cm/s	heinä-elokuu
Kaskisaari-Lauttasaari	4,1 cm/s	heinä-elokuu
Vaskilahden salmi	5,6 cm/s	elokuu
Karhusalmi	6,9 cm/s	heinä-elokuu

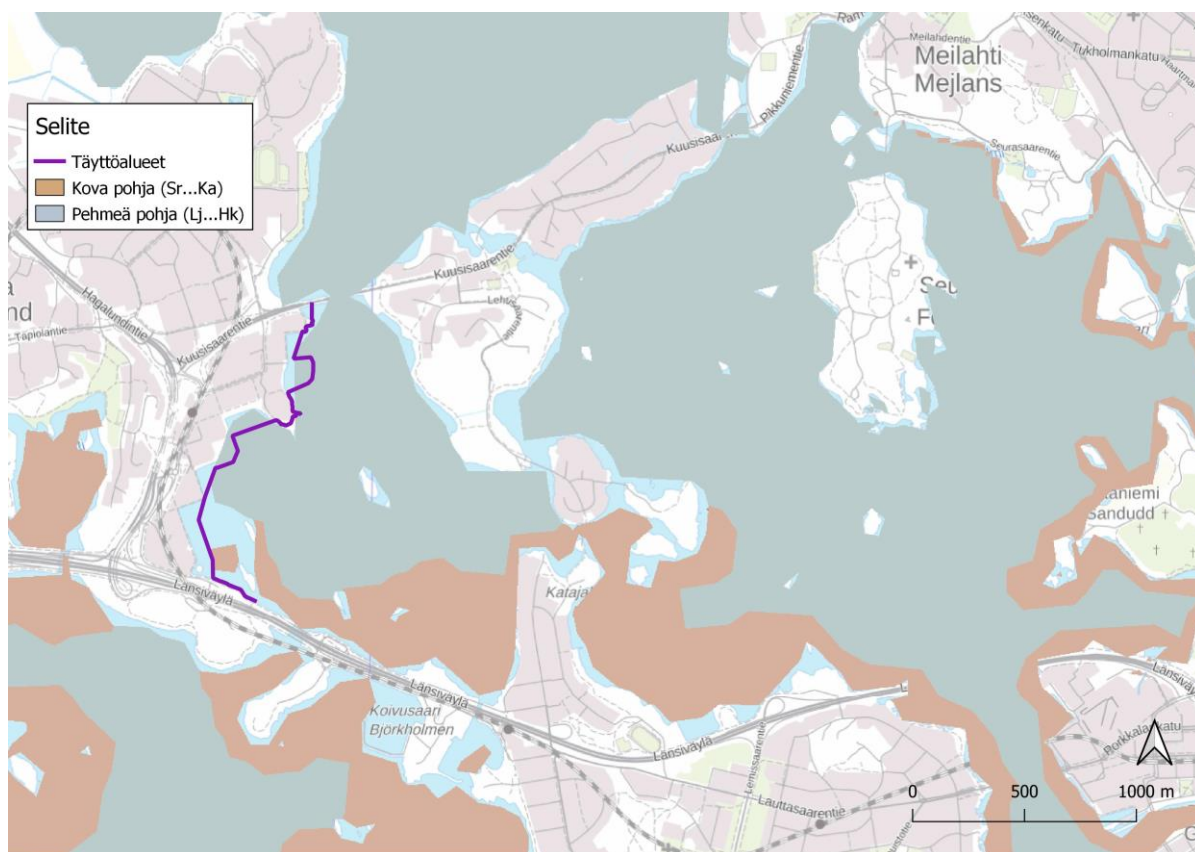
3.2 Merenpohjan laatu ja sedimentit

Mallinnusalueella on sekä kovan (sora ja sitä karkeammat lajikkeet) että peh-
meän (lieju) pohjan alueita (GTK, Velmu-karttapalvelu) (*Kuva 3*). Kovan pohjan
alueet sijoittuvat tutkimusalueen eteläosiin saarien ja manneralueiden yhtey-
teen. Koko Laajalahden alue puolestaan on laakea, pehmeän pohjan sedimen-
taatioallas.



Sedimentin kemiallista laatua on tutkittu aiempien rakennus- ja tutkimushankkeiden yhteydessä. Keilalahden alueella sedimenttinäytteiden normalisoidut haitta-ainepitoisuudet olivat pääasiassa luontaisella tasolla, pieniä tai melko pieniä (tasolla 1, 1A tai 1B) sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen pitoisuustasoihin verrattaessa.

Laajalahti ja Seurasaarenselkä ovat toipumassa hiljalleen jätevesikuormituksesta. Laajalahti on matala ja rehevä merialue, jonne on vuoteen 1986 asti johdettu yhdyskuntajätevesiä. Seurasaarenselän aluetta on puolestaan kuormittanut Rajasaaren puhdistamo vuoteen 1978 saakka. Pohja koostuu molemmilla alueilla lähes mustasta sulfidiliejusta, jonka päälle on kerrostunut ruskea hapetunut liejakerros. Sedimentin rauta-fosfori-suhteen perusteella sedimentin pintakerroksen fosforin sitoutumispaikkojen määrä on olennaisesti vähentynyt. Näin ollen pohjan ajoittainen hapeton tila johtaa fosforin vapautumiseen pohja-sedimentistä.



Kuva 3. Kovan ja pehmeän pohjan alueet (VELMU-karttapalvelu, aineisto GTK).



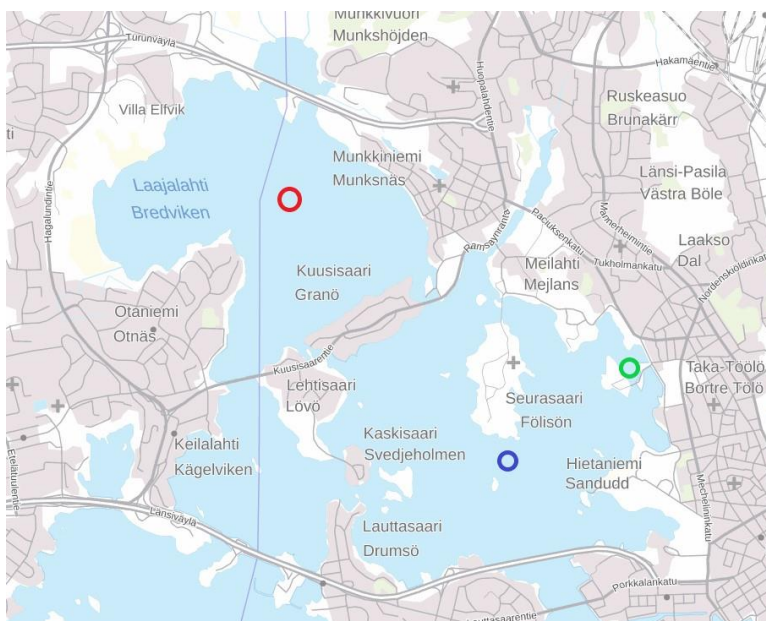
3.3 Vedenlaatu

Seurasaaren vesimuodostuman vesi on murtovettä, jonka pintaveden suolapitoisuus on noin 4,8–5,5 ‰. Seurasaaren vesimuodostuman pintaveden kemiallinen tila on luokiteltu vuoden 2019 tila-arviossa hyvää huonommaksi (Syke Avoin data/Hertta). Alueen pintaveden ekologinen tila on vuoden 2019 pintavesien ekologisen tila-arvion mukaan välttävä kuten edelliselläkin vesienhoitokaudella (Syke Avoin data/Hertta). Selvitysalueeseen kuuluva Hanasaaren ja Koivusaaren merialueen (Suvisaaristo-Lauttasaari-vesimuodostuma) ekologinen tila on tyydyttävä ja kemiallinen tila hyvää huonompi. Ekologinen tila on parantunut edellisen vesienhoitokauden tilaluokittelusta. Hydrologis-morfologinen tila on Seurasaaren vesimuodostumassa huono, Suvisaaristo-Lauttasaaren kohdalla välttävä.

Alueen vesi on lievästi sameaa johtuen alueen mataluudesta ja siihen purkautuvista puro- ja ojavesistä. Vesimuodostumaan on aiemmin johdettu jätevesiä kolmesta jätevedenpuhdistamosta. 90-luvun puolivälistä lähtien alueen jätevedet on johdettu muualle, minkä vuoksi sisäinen kuormitus eli pohjasedimenteistä vapautuvat ravinteet ovat nykyään merkittävin kuormituslähde alueella (Inkala 2010). Vähäsuolainen ravinteikas vesi sekoittuu virtausten mukana ulapalta tulevan niukkaravinteisemmän meriveden kanssa.

Seurasaaren vesimuodostuman vedentilaa on seurattu pidempiaikaisesti kolmella näytepisteellä; Laajalahti 87, Porsas 94 ja Rajasaaren silta 1 (*Kuva 4*). Hanasaaren ja Koivusaaren edustalla, selvitysalueen rajojen sisäpuolella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse vedenlaadun seurantapistettä. Vedenlaatatiedot tältä alueelta perustuvat vain yksittäisiin vesinäytteenottoihin liittyen eri hankkeisiin.





Kuva 4. Seurasaaren vesimuodostuman vedenlaadun seurantapisteen sijainti. Punainen ympyrä = Laajalahti 87, Sininen ympyrä = Porsas 94 ja vihreä ympyrä = Rajasaaren silta 1.

Suurista sinilevämääristä johtuen pääkaupunkiseudun sisäsaariston veden tila on arvioitu kasviplanktonin perusteella heikoksi (Vahtera ym. 2020). Seurasaaren vesimuodostuman kasviplanktonnäytteillä, Laajalahdella, sinilevät ovat esiintyneet ajoittain runsaina lajistossa ainakin vuosina 2018, 2019, 2020 ja 2021 (Syke Avoin data/Hertta, Vahtera ym. 2020). Lajistossa on silloin esiintynyt rihmamaisista sinilevistä sekä myrkytöntä *Aphanizomenon* että mahdollisesti myrkyllisen *Dolichospermum*-suvun edustajia. Loppukesällä on esiintynyt myös silmäleviä runsaasti, jotka ovat usein indikaattori veden rehevyydestä tai likaantumisesta.

3.3.1 Ravinteet

Suvisaari-Lauttasaari-vesimuodostuman pintaveden kokonaistyyppi- ja -fosforipitoisuudet sekä sameus ovat korkeimmillaan helmi-maaliskuussa (Nyman 2022). Vesimuodostuman pintaveden kokonaisfosforimäärät vaihtelevat tyypillisesti välillä 31–47 µg/l ja kokonaistyyppimäärät 520–1 450 µg/l (Nyman 2022). Vuonna 2020 ja 2021 Keilarannan lähialueen (Lehtisaarenselkä, Keilalahti, Karhusaari) heinä-elokuun vesinäytteiden kokonaistyyppi ja -fosforipitoisuuksien perusteella alueen rannikkoveden laatu kuuluu luokkaan Huono (Syke Avoin data/Hertta).

Seurasaaren vesimuodostuman fosforipitoisuudet ovat keskimäärin korkeimmillaan elokuussa johtuen alueen sisäisestä kuormituksesta. Voimakkaiden



leväkukintojen vajotessa pohjaan niiden hajotus kuluttaa happea mikä puolestaan johtaa ajoittaiseen happikatoon ja siten fosforin vapautumiseen pohjasedimentistä. Muissa pääkaupunkiseudun vesimuodostumissa pintaveden fosforipitoisuudet ovat suurimmillaan talvella ja alkukesästä. Yleisesti ottaen avovesikautena fosforia on enemmän pohjan läheisessä vedessä (Taulukko 2).

Taulukko 2. Seurasaaren vesimuodostuman kolmen eri näytepisteen pinnan läheisen ja pohjan läheisen veden kokonaisfosforipitoisuudet 2012–2017 avovesikaudella (1.5.-31.10) ja talvikaudella (1.1.-15.4).

Kokonaisfosfori µg/l 2012–2017 mediaani	Laajalahti 87	Porsas 94	Rajasaaren-silta 1
Pinta avovesikausi (1.5–31.10)	49	32,5	37
Pohja avovesikausi (1.5–31.10)	54	37	37
Pinta talvikausi (1.1.-15.4)	32	36,5	38,5
Pohja talvikausi (1.1.-15.4)	26	36,5	37

Seurasaaren vesimuodostuman pintaveden typpipitoisuudet ovat korkeimmillaan helmi-maaliskuussa ja loppukesästä elo-syyskuussa. Yhtä selkeää pitoisuuksien nousua kuin fosforin kohdalla ei ole havaittavissa loppukesästä. Pohjan ja pinnan läheisen veden typpipitoisuuksien ero on selkeä talvella ilmentäen valuma-alueelta tulevaa typpikuormitusta (Taulukko 3).

Taulukko 3. Seurasaaren vesimuodostuman kolmen eri näytepisteen pinnan läheisen ja pohjan läheisen veden kokonaistyyppipitoisuudet 2012–2017 avovesikaudella (1.5.-31.10) ja talvikaudella (1.1.-15.4).

Kokonaistyyppi µg/l 2012–2017 mediaani	Laajalahti 87	Porsas 94	Rajasaaren-silta 1
Pinta avovesikausi (1.5–31.10)	580	420	420
Pohja avovesikausi (1.5–31.10)	620	385	430
Pinta talvikausi (1.1.-15.4)	1 450	586	530
Pohja talvikausi (1.1.-15.4)	770	475	505



Edustan vesialueen (Bredviken Westend ja Vaskilahti L07 vuonna 2016, Westendinselkä 75 vuosina 2010 ja 2013) kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuudet ovat olleet yksittäisillä näytteenottokerroilla samaa tasoa Seurasaaren vesimuodostuman ravinnepitoisuuksien kanssa.

3.3.2 Happi

Veden happipitoisuuteen vaikuttavat aallokko ja vedenvirtaukset, yhteyttävä vesikasvillisuus ja kasviplankton sekä niiden biomassan hajoamisen kuluttama happi.

Seurasaaren vesimuodostuman happitilanne on ollut keskimäärin hyvä (*Taulukko 4*), vaikka kesällä 2020 ja 2021 Laajalahdella oli happikatoa (Syke Avoin data/Hertta, Nyman 2022). Heinäkuussa 2021 vedessä oli selkeää happikatoa sekä pintavedessä (1,2 mg/l) että pohjan läheisessä vedessä (0,9 mg/l). Vuosien 2010–2021 aikana vesinäytteiden happipitoisuudet eivät muulloin indikoineet hapettomuutta eli alle 5 mg/l näytepisteillä. Kaudella 2012–2017 talvella mitattujen pintavesien happipitoisuuksien mediaanit ovat hyviä, vain Laajalahdella mediaani on alhaisempi. Avovesikauden happipitoisuus on pintavedessä hyvä.

Taulukko 4. Seurasaaren vesimuodostuman kolmen eri näytepisteen pinnan läheisen ja pohjan läheisen veden happitilanne 2012–2017 avovesikaudella (1.5.-31.10) ja talvikaudella (1.1.-15.4).

Happi mg/l 2012–2017 mediaani	Laajalahti 87	Porsas 94	Rajasaaren-silta 1
<i>Pinta Avovesikausi (1.5.-31.10)</i>	10,05	10,25	10,05
<i>Pohja Avovesikausi (1.5.-31.10)</i>	9,1	9,25	10,2
<i>Pinta Talvikausi (1.1.-15.4)</i>	10,4	12,6	13,55
<i>Pohja Talvikausi (1.1.-15.4)</i>	14,4	12,8	13,1

Edustan (Bredviken Westend ja Vaskilahti L07 vuonna 2016, Westendinselkä 75 vuosina 2010 ja 2013) happitilanne on ollut yksittäisillä näytteenottokerroilla hyvä.

Talvella alueen happitilanne on hieman parempi kuin kesällä. Talvella jääkansi estää hapen liukenemisen veteen, mutta virtaukset ja purovedet vähentävät happikadon todennäköisyyttä. Pintaveden ja pohjanläheisen veden happipitoisuuksien samankaltaisuus viittaa myös siihen, ettei vesimassa ole ainakaan



näytteenottopisteillä voimakkaasti kerrostunut talvella. Voimakas kerrostuminen edesauttaa talvisen happikadon muodostumista.

Kesällä vedenlämpötila ja korkeasta perustuotannosta johtuva hajotustoiminta vaikuttavat veden happipitoisuuteen alentavasti. Avovesikaudella aaltoliike sekä perustuotanto nostavat pintaveden happipitoisuutta.

3.3.3 Kiintoaine ja sameus

Veden kiintoaineella tarkoitetaan vedessä olevan hiukkasmaisen aineen määrää. Kiintoaineen määrään vaikuttavat vedessä olevan kasviplanktonin määrä, sekä veden kuljettama eroosion vaikutuksesta veteen päätyvä aines ja jätevesikuormitus (Oravainen 1999).

Veden sameus ilmoitetaan FTU tai FNU-yksikkönä, jolloin kirkas vesi on alle 1,0 ja lievästi samea vesi välillä 1–5, kevättulvien aikaan voivat rannikon jokivedet olla jopa yli 100. Veden sameus vaihtelee tyypillisesti vuodenajoittain, kesällä vesi on yleensä sameampaa kuin talvella johtuen suuremmasta kasviplanktonin määrästä. Erityisesti kevättulvien aikaan jokivesi on usein sameampaa kuin järvi- tai merivesi johtuen sen kuljettamasta erodoituneesta materiaalista. Seurasaaren vesimuodostuman alueella vesi on yleisesti ottaen sameinta Laajalahdella ja kirkkainta Seurasaarenselällä ilmentäen maalta tulevan kuormituksen vaikutusta (Taulukko 5). Vesi on kirkkaampaa talvikaudella verrattuna avovesikauteen.

Taulukko 5. Seurasaaren vesimuodostuman kolmen eri näytepisteen pinnan läheisen ja pohjan läheisen veden sameus 2012–2017 avovesikaudella (1.5.-31.10) ja talvikaudella (1.1.-15.4).

Sameus FNU 2012–2017 mediaani	Laajalahti 87	Porsas 94	Rajasaarensilta 1
Pinta avovesikausi (1.5.-31.10)	11	5,2	6,4
Pohja avovesikausi (1.5.-31.10)	9,7	6,4	8,3
Pinta talvikausi (1.1.-15.4)	5,25	3,75	1,95
Pohja talvikausi (1.1.-15.4)	7,1	2,55	2,55

Edustan (Bredviken Westend ja Vaskilahti L07 vuonna 2016, Westendinselkä 75 vuosina 2010 ja 2013) veden sameus on ollut yksittäisillä näytteenottokerroilla alhaisempi kuin keskimäärin Seurasaaren vesimuodostumassa.



3.4 Vesieliöstö

3.4.1 Vesikasvillisuus

Abiottiset tekijät kuten veden suolapitoisuus, -syvyys, vedenpinnan vaihtelu, sameus, suojaisuus/avoimuus, kiinteän aineen sedimentaatio, lämpötila, ravinteet, jäiden aiheuttama kulutus ja pohjamateriaali vaikuttavat eniten alueen vesikasvillisuuden koostumukseen. Bioottisista vaikuttavista tekijöistä mm. lajien välisellä kilpailulla, laidunnuksella, epifyyttisten eliöiden määrällä ja taudeilla on myös vaikutusta vesikasvien esiintymiseen ja menestymiseen.

Seurasaaren vesimuodostuman vesi on yleisesti ottaen melko sameaa ja irtonaista sedimenttiä on havaittu vesikasvillisuuden pinnalla Laajalahdella ja Seurasaarenselällä johtuen niiden hyvin suojaisesta sijainnista (Vahtera ym. 2020). Seurasaaren vesimuodostuman vesikasvillisuus on tyypillistä sameiden vähäsuolaisten ja suojaisten merenlahtien lajistoa. Yleisimpänä esiintyvien vesikasvien joukkoon kuuluvat viherahdinparta (*Cladophora glomerata*), suolilevät (*Ulva* spp.), hapsivita (*Stuckenia pectinata*), ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*), ärviät (*Myriophyllum* spp.) ja tankeakarvalehti (*Ceratophyllum demersum*) (Velmu).

Nopeakasvuiset suolilevät ja ahdinparta ovat tyypillisiä rehevien ja lievästi likaantuneiden tai häiriintyneiden alueiden makroleviä. Tankeakarvalehdellä on irtokellujana kilpailuetu sameissa vesissä verrattuna paikallaan kasvaviin vesikasveihin.

Vesimuodostuman pohjoisosassa, suojaisassa ja matalassa Laajalahdessa ranta-alueilla on rantalehtoja ja -niittyjä sekä laajoja ruovikkoalueita. Laajalahti tunnetaan yhtenä Etelä-Suomen parhaista lintuvesistä. Lahden länsiosa ranta- niittyineen ja -ruovikoineen on avovesialueen ohella suojeltu Natura 2000 -kohde (SAC ja SPA). Lahteen laskee ravinteikkaita purovesiä ja siellä kasvaa mm. ärviöitä ja tankeakarvalehteä, jotka molemmat viihtyvät runsasravinteissa ja melko sameissa järvissä ja merenlahdissa.

Vesimuodostuman eteläosissa vesikasvillisuudessa näkyy mereinen vaikutus. Lajistosta löytyy koko alueella yleisesti esiintyvien lajien lisäksi harvakseltaan myös suolaisempaa ja aallokkoisempaa elinympäristöä suosivia lajeja. Näistä esimerkkejä ovat punahelmilevä tai tummapihtilevä (*Ceramium* spp.) sekä näkinpartaisleviin kuuluva merisykeröparta (*Tolypella nidifica*) ja merisätkin (*Ranunculus baudotii*). Mereisiä lajeja kuten ruskoleviin kuuluvia hauruja (*Fucus* spp.) esiintyy vasta Länsiväylän siltojen eteläpuolella.

Vuoden 2019 Seurasaarenselän vesikasvillisuuskartoituksen perusteella alueen valtalajeina olivat viherahdinparta, hapsivita ja ahvenvita (Syväranta ym. 2019). Vuonna 2020 meriuposkuoriaiskartoituksen yhteydessä todettiin Keilarrannan ranta-alueen vesikasvillisuuden valtalajien olevan hapsivita (*Potamogeton pectinatus*), ahvenvita (*Potamogeton perfoliatus*) ja ärviät (*Myriophyllum*), joiden lisäksi alueella on myös karvalehteä (*Ceratophyllum demersum*) sekä järviruokoa (*Phragmites australis*) (Saarman ja Leinikki 2020).



Rakkohaurun yhtenäisen vyöhykkeen alarajan perusteella laskettu ekologinen laatusuhde (EQR) on Seurasaaren vesimuodostumassa vuoden 2019 aineiston perusteella huono (Syväranta, Leinikki ja Saarman 2019). Salmisaaren alueella, Seurasaarenselällä, ei esiinny lainkaan yhtenäistä rakkohauruvyöhykettä joutuksen todennäköisesti niiden suojaisesta sijainnista. Vuonna 2019 FMI-indeksin mukaista luokittelua Seurasaaren vesimuodostuman alueelle ei voitu tehdä, sillä siellä ei havaittu yhtäkään luokittelussa käytettävästä viidestä lajista (rakkohauru ja neljä eri punalevälajia) (Syväranta, Leinikki ja Saarman 2019).

3.4.2 Kalasto

Alueen kalastoa on käsitelty tarkemmin erillisessä kalastoselvityksessä (Sitowise 2022).

3.4.3 Pohjaeliöstö

Vesialueen biologisessa luokittelussa käytetyn pohjaeläinaineiston perusteella vesialue kuuluu luokkaan hyvä (Syke Avoin Data/Hertta). Vesimuodostuman pohjaeläinyhteisö vastaa tyypillisiä Helsingin ja Espoon merenlahtialueiden yhteisöjä, joissa esiintyvät usein runsaimpana harvasukasmadot (Oligochaeta), liejusimpukat (*Macoma baltica*), raakkuäyriäiset (Ostracoda) sekä surviaissääsken toukat (Chironomidae). Seuranta-aineiston perusteella Seurasaaren vesimuodostuman pohjaeläinlajisto ei ole kovin monimuotoinen ja yksilömäärät ovat melko alhaisia (Vahtera ym. 2020).

Laajalahti

Vuosina 2016, 2017 ja 2018 Laajalahdessa, on havaittu Itämeren alueella yleisesti esiintyvää pohjaeläinlajistoa kuten harvasukasmatoja, liejusimpukoita, surviaissääsken toukkia, raakkuäyriäisiä, leväviuhkamatoja sekä hietamassiaisia. Lisäksi alueella on havaittu alun perin Uudesta-Seelannista kotoisin olevaa vieraslajia, vaeltajakotiloa (*Potamopyrgus antipodarum*) (Syke Avoin data/Hertta).

Vuosien 2015–2019 seuranta-aineiston perusteella Laajalahden pohjaeläinten yksilömäärät ovat selvästi vähentyneet. Lajisto on muuttunut harvasukasmatovaltaisesta raakkuäyriäisvaltaiseksi (Vahtera, Räsänen, Muurinen, 2020). Laajalahdella on myös havaittu vuonna 2021 ensimmäisen kerran valesinisimpukkaa (*Mytilopsis leucophaeata*), joka on alun perin Meksikonlahdelta levinnyt vieraslaji. Valesinisimpukka viihtyy lämpimässä murtovedessä rannikon läheisyydessä ja voi runsastuessaan kilpailla alkuperäislajiston kanssa ja tukkia merivettä hyödyntävien laitosten putkistoja (Metsähallitus 2021, Vieraslajit.fi).



Seurasaarenselkä

Seurasaarenselän pohjaeläinnäytteenottopisteen (Porsas 94) lajisto ei ole viime vuosien näytteenoton perusteella kovin monimuotoinen. Vuosien 2015–2018 välisessä lajistossa esiintyy liejusimpukoita, harvasukasmatoja ja raakkuäyriäisiä sekä jonkin verran vieraslajeiksi laskettavia vaeltajakotiloita ja *Marenzelleria*-liejuputkimatoja (Syke Avoin Data/Hertta). Vuonna 2019 lajistossa esiintyi runsaimpana surviaissääsken toukka (Vahtera, Räsänen, Muurinen 2020).

Suvisaari-Lauttasaari muodostuma

Merialueella Länsiväylän siltojen eteläpuolella pohjaeläinlajistossa ovat esiintyneet yleisimpinä (2014, 2020) katkat, merisiirat ja kotilot (Syke Avoin Data/Hertta).

3.4.4 Uhanalaiset lajit ja meriluontotyypit

Meriuposkuoriainen

Kovakuoriaisiin kuuluva meriuposkuoriainen (*Macroplea pubipennis*) on luonnonsuojeluasetuksella erityisesti suojeltava laji sekä EU:n luontodirektiivin liitteen II laji. Erityisen suojeltava laji -statuksensa vuoksi meriuposkuoriaisen esiintymispaikkaa ei saa heikentää tai hävittää (Luonnonsuojelulaki 47 §). Meriuposkuoriaisen uhkatekijöiksi ja uhanalaisuuden syiksi mainitaan kemialliset haittavaikutukset sekä vesirakentaminen.

Meriuposkuoriaisen elinympäristöjä ovat matalat murtovesilahdet. Suomessa meriuposkuoriaisen runsain esiintymä on Espoonlahdella, minkä lisäksi lajia on havaittu muun muassa Espoon Suomenojalla Nuottalahden itäosassa (Velmu, Saari 2012).

Vuonna 2011 Otaniemessä toteutettiin meriuposkuoriaisen elinympäristökartoitus (Leinikki ja Syväranta 2012). Vuonna 2012 laaditun, suotuisiin avoimuusolosuhteisiin perustuvan mallin perusteella, Keilaranta saattaisi sopia erinomaisesti meriuposkuoriaiselle (Syväranta, Leinikki ja Leppänen 2012). Meriuposkuoriaisen esiintymistä Keilalahdessa on selvitetty myös vuosina 2018 (Leinikki 2018) ja 2020 (Saarman ja Leinikki 2020) Keilarannan rakentamiseen liittyen. Myöhemmin on tarkentunut, ettei Keilaniemen rannan läheinen vesialue ole meriuposkuoriaiselle sopivaa elinympäristöä. Kartoituksissa ei ole havaittu meriuposkuoriaisia Keilarannassa täysikasvuisina, toukkina eikä kotiloina.

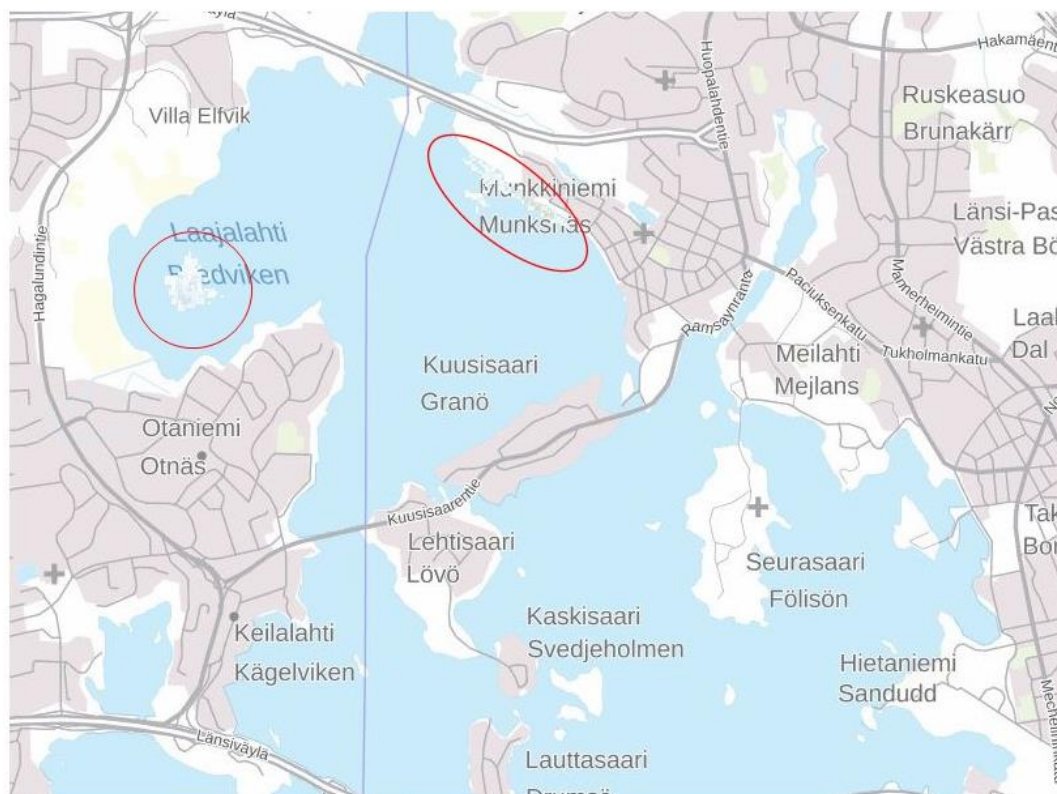
Mahdolliset näkinpartaisesiintymät

Viherleviin kuuluvien näkinpartojen muodostamat tiheet esiintymät eli näkinpartaisniityt kuuluvat erittäin uhanalaisiin luontotyyppisiin Itämeressä. Vuonna 2018 luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa avoimet näkinpartaispohjat



kuuluvat luokkaan NT eli erittäin uhanalaiset luontotyypit ja suojaisat näkinpartaispohjat luokkaan VU eli vaarantuneet luontotyypit (Kontula ja Raunio 2018).

Näkinpartaispohjien esiintymistodennäköisyysmalli tunnistaa Laajalahden koillisosassa Munkkiniemen rannansuuntaisen kapean vyöhykkeen mahdolliseksi avoimeksi näkinpartaispohjaksi (Kuva 5). Laajalahden Natura 2000 -alueella Maarinlahden keskellä esiintymistodennäköisyysmalli osoittaa suojaisaa näkinpartaispohjaa.



Kuva 5. Näkinpartaispohjien esiintymistodennäköisyysmallin mahdolliset näkinpartaispohjat tarkastelualueella (ympyröity punaisella).

Näkinpartaislevistä on satunnaisia havaintoja Seurasaaren vesimuodostuman alueelta. Mukulanäkinparrasta (*Chara aspera*) pari havaintoa Munkkiniemen rannan alueella. Mukulanäkinparta on Suomen yleisin näkinpartaislaji, sitä esiintyy koko Itämeren alueella. Mukulanäkinparta on vuonna 2019 luokiteltu elinvoimaiseksi Suomessa (Suomen Lajitietokeskuksen lajiluettelo). Muutamia havaintoja mukulanäkinparrasta on myös Seurasaarenselän alueella, jossa on myös havainto merisykeröparrasta (*Tolypella nidifica*).

Alueella ei havaintojen perusteella esiinny tiheitä näkinpartaisesiintymiä eli näkinpartaisniittyjä vaikka esiintymistodennäköisyysmalli tunnistaakin vesi-

muodostuman alueella alueita, joilla voisi esiintyä mukulanäkinpartaa ja punanäkinpartaa (*Chara tomentosa*).

Mahdolliset meriajokasniityt

Meriajokas (*Zostera marina*) on rannikkoalueiden avoimilla hiekkapohjilla kasvava uposkasvi. Monivuotinen meriajokas on putkilokasvi, joka lisääntyy suvuttomasti juurakkonsa ja katkeilevien versojen avulla. Laajat kasvustot eli meriajokasniityt tarjoavat elinympäristöä, ruokaa ja suojaa selkärangattomille sekä kalanpoikasille ja niiden juurakot estävät pohjan eroosiota. Lajin esiintyminen vaatii valoa ja vähintään 5‰ suolapitoisuutta. Parhaiten laji pärjää lievässä vedenliikkeessä mikä pitää lehtien pinnat puhtaina ja mahdollistaa tehokkaan yhteyttämisen. Meriajokasvaltaiset pohjat ovat vähentyneet ilmastomuutoksen ja veden sameutumisen seurauksena. Meriajokkaat on luokiteltu Suomessa uhanalaisuudeltaan silmälläpidettäväksi, meriajokasniityt ovat luontotyyppiltään erittäin uhanalaisia.

Lajin esiintymistodennäköisyysmallin mukaan lähimmät meriajokkaan potentiaaliset esiintymisalueet sijaitsevat juuri tarkasteltavan aluerajauksen eteläpuolella, Tvijälp, Vehkasaari, Niittysaaret, Mäntysaaret ympäristössä. Lähimmät meriajokashavainnot (2/2022 mennessä) ovat Suvisaaristossa ja Santahaminassa. Esiintymistodennäköisyysmallin ja nykyhavaintojen perusteella selvitysalueella ei ole erityistä huomiota vaativia meriajokasniittyjä.

4 Virtausmallinnusmenetelmät

4.1 Virtausmallin kuvaus

Simulaatiot on ajettu Delft3D-mallilla yhdellä vertikaalikerroksella (2D). Virtausdynamiikan mallinnukseen on käytetty hydrodynaamista Delft3D-FLOW-virtausmoduulia. Delft3D-FLOW simuloi fysikaalisten pakotteiden aiheuttamaa veden virtausta ja kulkeutumisprosesseja. Virtausmallissa on lisäksi aktivoitu lämpövirtausmalli (heat flux model), joka kuvaa absoluuttista lämmönsiirtoa ilman ja veden välillä. Näin virtausmalli simuloi myös meriveden pintalämpötilan vaihtelua alueellisesti.

Viipymä kertoo veden keskimääräisen viipymääjan tarkasteltavalla alueella. Virtausmallissa viipymäaikoja on arvioitu merkkiaineiden avulla. Virtausmallin alkutilaan lisättiin konservatiivista merkkiainetta 0,1 kg / 1 m³ vesitilavuutta. Konservatiivinen merkkiaine ei kulu kemiallisissa prosesseissa, vaan ainoastaan kulkeutuu virtauksen mukana. Merkkiaine on myös passiivista, mikä tarkoittaa, ettei se vaikuta veden virtaukseen. Keskimääräisen viipymääjan voidaan katsoa täyttyvän, kun merkkiaineen pitoisuus on 37 % alkuperäisestä pitoisuudesta. Vastaavaa menetelmää on käytetty useissa tutkimuksissa, joissa on arvioitu viipymää Delft3D virtausmallinnuksella (Mendes ym. 2021, Picado ym. 2020).



Virtausolosuhteisiin vaikuttavat vedenkorkeuden vaihtelut, tuuli, alueelle laskevien purojen virtaamat sekä vaihtelut veden suolapitoisuudessa ja lämpötilassa. Itämerellä virtausolosuhteisiin vaikuttavat merkittävimmin tuulesta ja ilmanpaine-eroista aiheutuvat vedenkorkeuden vaihtelut sekä laajemmat Itämeren altaan heilahtelut. Vuorovesi-ilmiöllä on Itämerellä vain vähäinen vaikutus, joka on kuitenkin nähtävissä kapeissa salmissa. Meriveden pienen suolapitoisuuden (noin 5 ‰) vuoksi, sillä ei ole merkittävää vaikutusta virtausolosuhteisiin.

Keskikesällä veden lämpötilaerot voivat kasvaa suuriksi, kun pintavesi lämpee matalissa lahdissa huomattavasti avomerta nopeammin. Tämän lisäksi viileämpää pohjanläheistä vettä voi päästä sekoittumaan pintaveteen kumpuamisilmiön vaikutuksesta. Veden lämpötilaerot voivat vaikuttaa virtausolosuhteisiin paikallisesti, mutta suuremman mittakaavan virtausolosuhteita määrittävät ennen kaikkea vedenkorkeusvaihtelut ja tuuli.

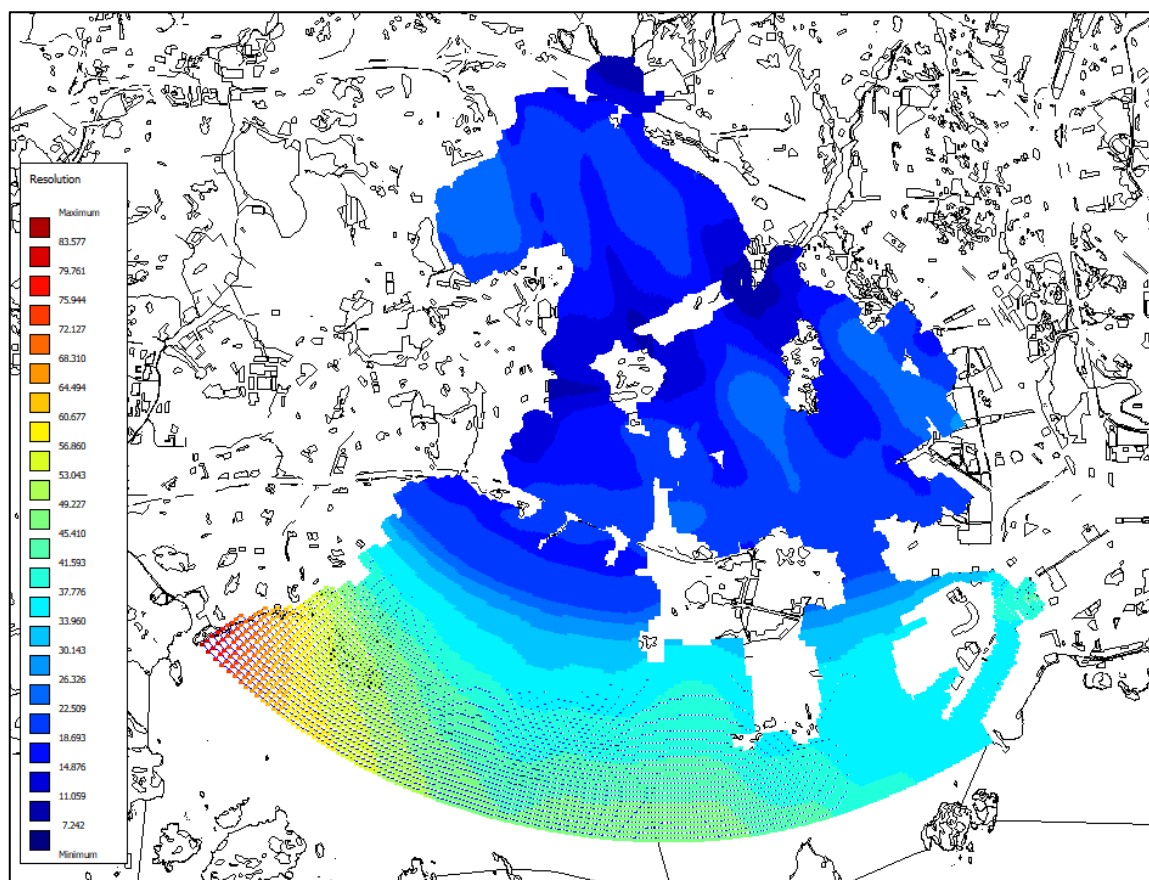
Virtausmallinnukset on tehty yhdellä vertikaalikerroksella. 2D-mallinnukseen päädyttiin, koska herkkyystarkastelun perusteella vertikaalikerrosten määrällä ei ole vaikutusta simuloituihin viipymäaikoihin. Vuonna 2000 tehtyjen virtausmittausten perusteella Lehtisaarenselän salmien virtaus on pääsääntöisesti sama yli koko salmen eli kerrostunutta virtausta tai virtauksen vaakasuuntaista kiertoa ei esiinny (Peltoniemi ym. 2001).

4.2 Mallin geometria

4.2.1 Laskentahila

Mallin laskentahila kattaa Laajalahden, Seurasaaren- ja Lehtisaarenselän sekä Lauttasaaren eteläpuoleisia vesialueita. Laskentahilan resoluutio eli erotustarkkuus vaihtelee 7 ja 84 metrin välillä (*Kuva 6*). Resoluutio on kaikkein tarkin Keilaniemen täyttöalueen läheisyydessä sekä Kuusisaaren ja Lehtisaaren kapeissa salmissa (7–11 m). Resoluutio kasvaa Lauttasaaren eteläpuolella kohti mallin ulkorajaa. Virtausmallinnus on tehty yhdellä vertikaalikerroksella, jolloin se simuloi vesipatsaan keskimääräistä virtausnopeutta ja suuntaa.





Kuva 6. Virtausmalliin laaditun laskentahilan kattavuus ja resoluutio.

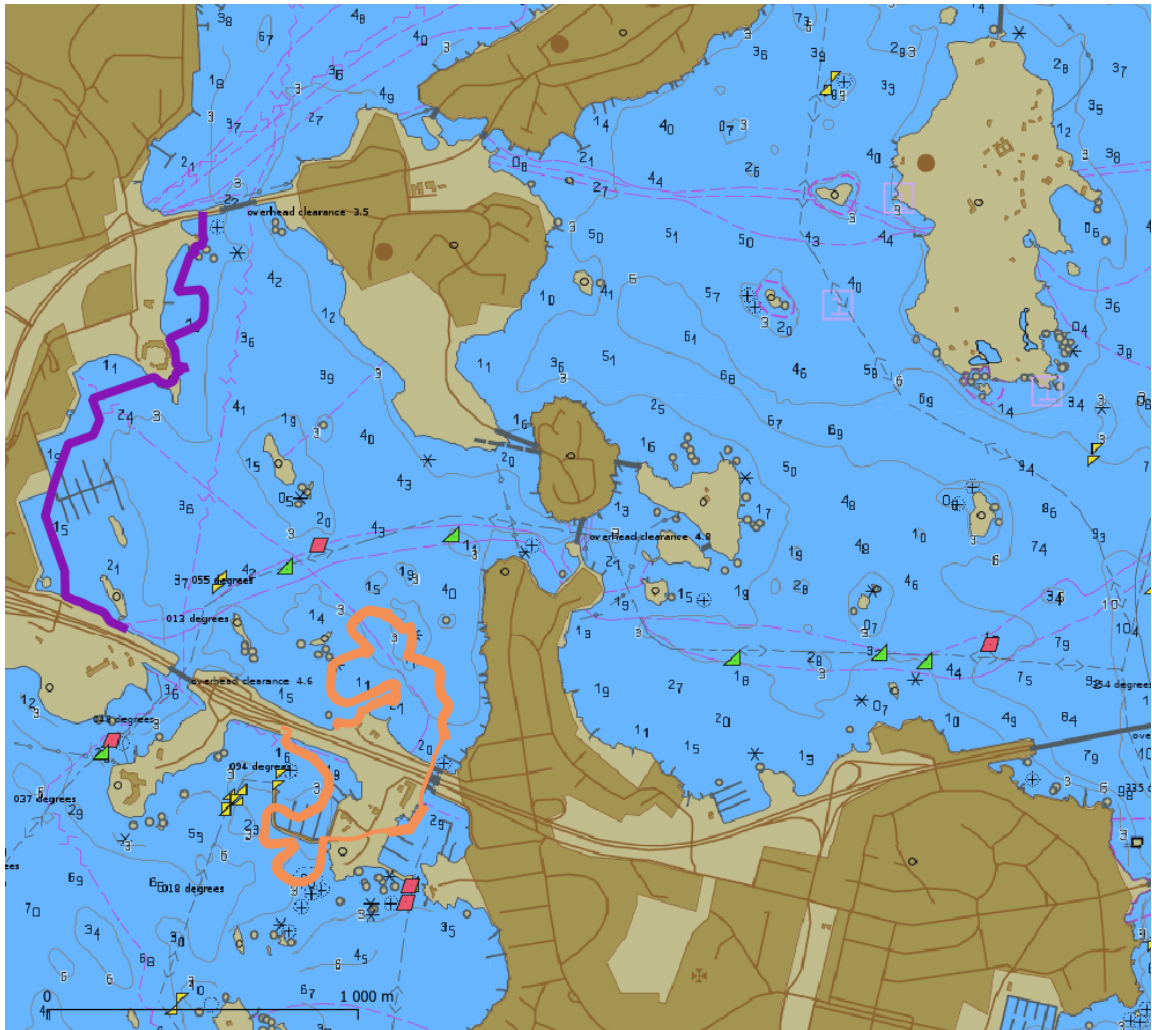
4.2.2 Nykytilanteen syvyysgeometria

Syvyysgeometria on rakennettu useista eri lähteistä saaduista syvyysaineistoista. Syvyysgeometrian laadinnassa on käytetty avoimien aineistojen kartta- ja latauspalveluista saatuja syvyyskäyriä (Traficom) ja syvyyspisteitä (Väylävirasto). Syvyyspisteet on digitalisoitu väyläviraston pdf-kartoista vektorimuotoon. Siltapaikkojen syvyysgeometrian laadinnassa on hyödynnetty taittorekisteristä saatuja poikkileikkauksia siltapaikoista.

Avoimesti ladattavissa olevien syvyystietojen alueellinen kattavuus ei ole kaikilta osin riittävä syvyysgeometrian laadintaan. Alueilla, joilla syvyystietojen kattavuus ei ole riittävä, on syvyyksiä arvioitu ilmakuvien ja lähialueen syvyystietojen perusteella. Tällaisia alueita ovat etenkin ranta-alueet ja saarien välillä sijaitsevat kapeat salmet.

Lisäksi nykytilanteen geometriaan on lisätty Helsingin Koivusaaren vesitäyttöjen raja-alue. Kuvassa 7 on esitetty Väyläviraston avoimen aineiston palvelusta ladattu merikartta ja suunnitellut vesitäytöt.

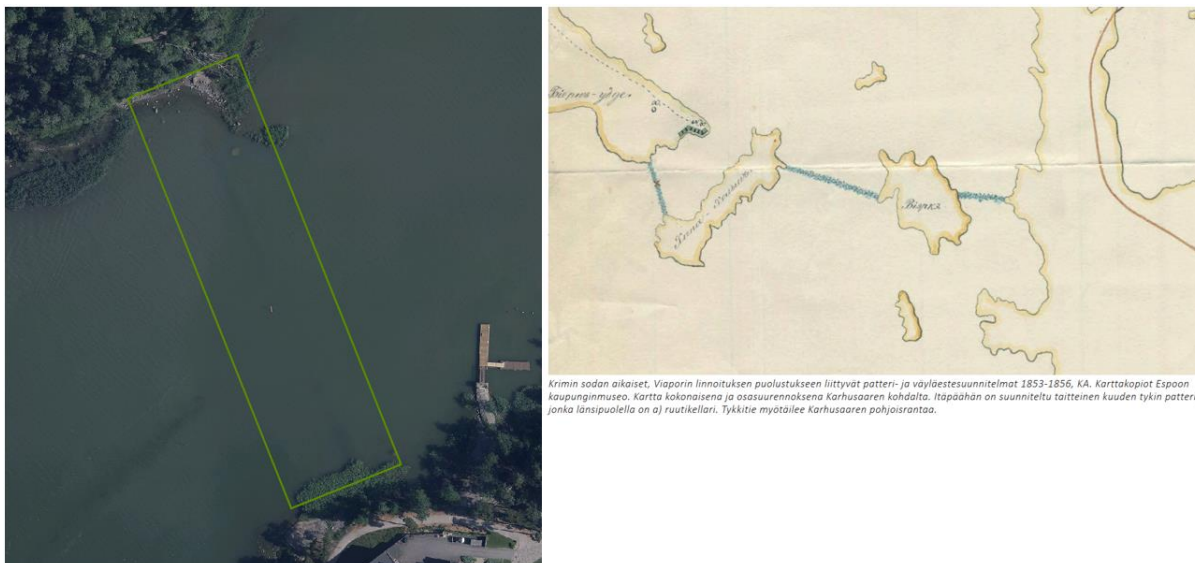




Kuva 7. Väyläviraston merikartta vesitäyttöalueiden läheisyydessä sekä vesitäyttöalueiden raja. Koivusaaren vesitäytöt (oranssi) ja Keilaniemen vesitäytöt (violetti) (lähde: Väylävirasto).

Syvyysmallin geometriassa on mukana Karhusalmen eteläpuolella potentiaalisesti sijaitsevan Krimin sodan aikaisen linnoituksen jäänteet (Kuva 8). Linnoituksen jäänteet ovat näkyvissä myös ilmakuvassa. Virtausmallissa linnoituksen yläpinta on 0,7 m keskivedenpinnan alapuolella ja linnoituksen keskellä olevan aukon leveys on 40 m. Linnoituksen aukon kohdalla on noin 4 m syvä laivaväylä.





Kuva 8. Krimin sodan aikainen linnoitus Karhusalmen eteläpuolella. Vasemmalla ilmakuva (MML) ja oikealla kuva väyläestesuunnitelmista 1853–56 (Espoon kaupungin museo). Kartta kokonaisuudessaan ja osasuurennoksena Karhusaaren kohdalta. Itäpäähan on suunniteltu taitteen kuuden tykin patteri, jonka länsipuolella on a) ruutikellari. Tykkitie myötäilee Karhusaaren pohjoisranta.

4.2.3 Tulevan tilanteen syvyysgeometria

Tulevan tilanteen syvyysgeometriaan on lisätty Keilaniemessä toteutuneet ja suunnitteilla olevat vesitäytöt. Syvyysgeometrian laadinnassa on hyödynnetty Keilarannan alueen täyttöjen ja ruoppausten luonnossuunnitelmia.

Tulevan tilanteen syvyysgeometria on laadittu virtausmalliin siten, että koko täyttöalueen matkalla, täyttöjen edessä, meren pohja on ruopattu noin 5 metriä leveältä alueelta 13 metrin syvyyteen. Ruoppausalueelta lähtee 1:3 luiskat nykyiseen merenpohjaan. Vesitäytöt ja ruoppaukset on tehty virtausmalliin laajimmalla rajauksella, koska tällöin myös vaikutukset virtausolosuhteisiin ja viipymiin ovat suurimmat.

4.3 Mallin lähtötiedot

Virtausmallin lähtötietoina on käytetty useita fysikaalisia pakotteita.

Ilmatieteen laitoksen avoimien aineistojen latauspalvelusta ladatut lähtöaineistot:

- Ilman lämpötilan, suhteellinen kosteuden ja kokonaissäteilyn tuntihavainnot heinäkuulta 2021, Espoon Tapiolan mittausasema. Lämpövirtausmallin lähtöaineisto.
- Vedenpinnan korkeuksien tuntihavainnot heinäkuulta 2021, Helsingin Kaivopuisto. Fysikaalinen pakote virtausmallin ulkorajalle.



- Pintaveden lämpötilan tuntihavainnot heinäkuulta 2021, Suomenlahden aalto-poiju. Veden lämpötila virtausmallin ulkorajalla.
- Keskituulennopeuden tuntihavainnot heinäkuulta 2021, Helsingin Harmajan havaintoasema touko-marraskuu 2021 (mittauskorkeus 17 m merenpinnan yläpuolella). Virtausmallinnuksissa on käytetty alueellisesti yhtenäistä tuulta eli tuulen nopeudet ja suunnat ovat samoja koko alueella. Keskituulennopeutena on käytetty laskennallista nopeutta 10 m korkeudella merenpinnasta.

Suomen ympäristökeskuksen avoimesta ympäristötietojärjestelmästä ladatut aineistot:

- Pintaveden lämpötilan päivähavainnot heinäkuulta 2021, Tuusulanjärven mittausasema. Veden lämpötila selvitysalueelle laskevissa puroissa.
- Veden suolapitoisuus vesinäytteenottoasemalta Melkinselkä 68 heinäkuulta 2021. Meriveden suolapitoisuus virtausmallin ulkorajalla.

Lisäksi selvitysalueelle laskevien merkittävimpien purojen virtaamina on käytetty heinäkuun laskennallisia keskivirtaamia: Mätäjoki ($Q = 200 \text{ l/s}$), Monikon-puro ($Q = 150 \text{ l/s}$) ja Haaganpuro ($Q = 110 \text{ l/s}$).

4.4 Skenaariot

Virtausmallinnuksia on ajettu kahdella eri syvyysgeometrialla. Nykytilanteen syvyysgeometriassa on mukana Koivusaaren suunnitellut vesitäytöt. Tulevan tilanteen skenaariossa on mukana Koivusaaren täyttöjen lisäksi Keilarannan suunnitellut ja toteutuneet vesitäytöt laajimmalla rajauksella.

Simulointiajanjaksoiksi valittiin heinäkuu 2021. Heinäkuun simulaatio edustaa hyvin keskikesän kuumaa ja kuivaa ajanjakson virtausolosuhteita ja viipymää. Heinäkuun 2021 keskilämpötila oli Espoon Tapiolan havaintoasemalla $20.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (ilmatieteen laitos). Poikkeama ilmastollisesta vertailukaudesta (1991-2020) oli noin $+ 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Heinäkuun sadesumma oli 32.8 mm , mikä on selvästi keskimääräistä vähemmän.

Skenaarioita varten on ajettu lähtötilanteen simulaatiot kesäkuun viimeiseltä viikolta (24.6-1.7.2021) sekä nykytilanteen että tulevan tilanteen syvyysgeometrialla. Näin simulointiajanjakson lähtötilanne on saatu vastaamaan paremmin todellista tilannetta.

Lisäksi sedimenttitarkastelua varten on ajettu kolmiulotteinen mallinnus syksyn 2021 voimakkaimmasta tuulitilanteesta. Simulaatiot on ajettu neljällä vertikaalikerroksella, joiden paksuudet ovat pinnasta pohjaan 40% , 30% , 20% ja 10% . Mallinnusajanjakso oli 20.10-23.10.2021. Tuulen keskinopeus oli tällä ajanjaksolla voimakkaimmillaan noin 20 m/s (suunta 247°). Samanaikaisesti vedenpinnankorkeus nousi reilun vuorokauden aikana (21.10-22.10.2022) $+ 0.27 \text{ metristä}$ $+ 1.15 \text{ metriin}$ ja laski takaisin tasolle $+ 0.48 \text{ m}$.



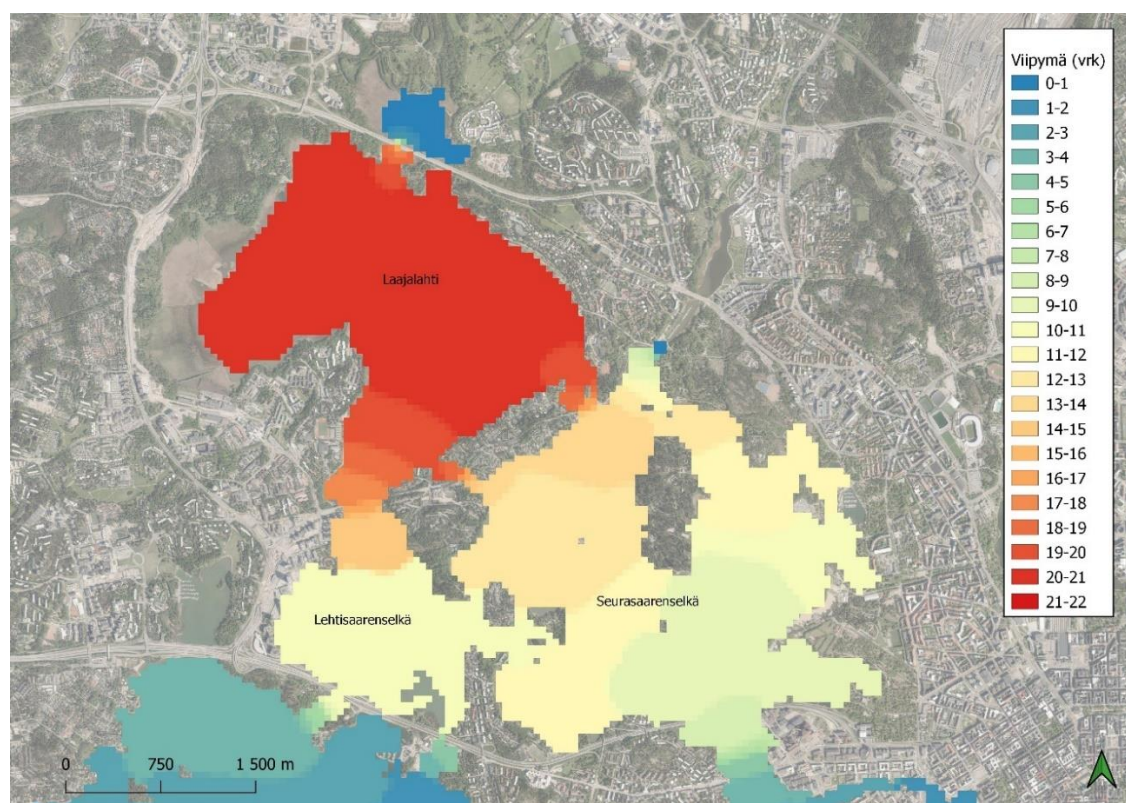
4.5 Pohjadynamiikan muutosten tarkastelu

Pohjadynamiikan muutosten tarkastelua varten tehtiin 3D-virtausmalliajo, josta poimittiin pohjanläheisen 10 %:n vedensyvyyden voimakkaimmat virtausnopeudet. Tulevan tilanteen virtausnopeuksista vähennettiin nykytilanteen virtausnopeudet, jolloin saatiin visualisoitua muutos rakentamisesta johtuen. Muutoksen merkitystä alueen pohjadynamiikan kannalta arvioidaan asiantuntijatyönä.

5 Virtausmallinnusten tulokset

5.1 Nykytilan virtausmallinnus

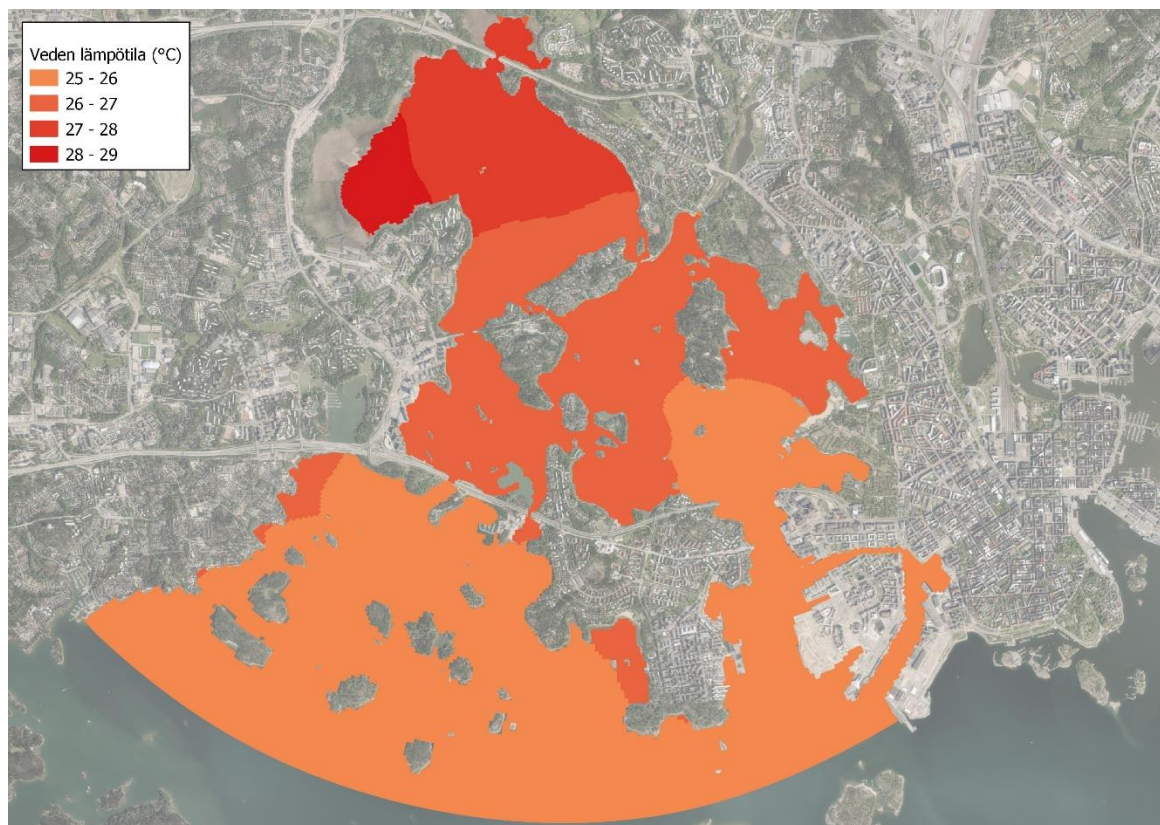
Heinäkuussa 2021 simuloitu viipymä on Lauttasaaren ja Länsiväylän eteläpuoleisilla merialueilla enimmäkseen alle kolme vuorokautta. Lehtisaarenselän eteläosissa viipymä on 10–11 vuorokautta ja pohjoisosissa 14–15 vuorokautta. Seurasaarenselällä viipymä kasvaa kohti pohjoista, ja vaihtelee 9 ja 14 vuorokauden välillä. Laajalahdella viipymä on pääosin 20–21 vuorokautta. Turunväylän pohjoispuoleisessa lahdessa viipymät ovat huomattavasti lyhempiä (alle 3 vuorokautta) Monikonpuron ja Mätäjoen virtauksen vaikutuksesta. Heinäkuun 2021 simuloituihin viipymisiin on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Heinäkuun 2021 simuloitu viipymä vuorokausina nykytilanteessa.



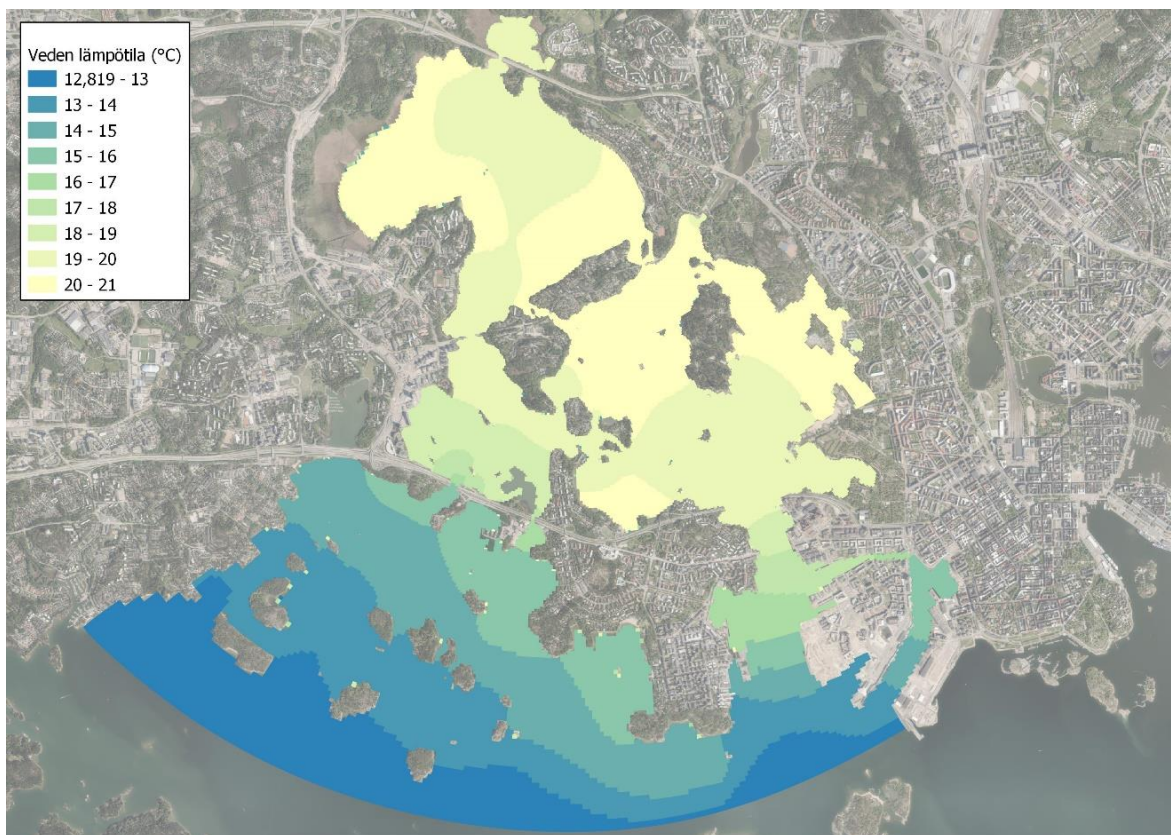
Mallinnusajanjakson simuloidut meriveden pintalämpötilat olivat korkeimmillaan 15.7.2022 klo 15. Lämpötila vaihtelee Lauttasaaren eteläpuoleisten merialueiden 25–26 °C:sta Laajalahden sisäosien yli 28 °C:een. Mallinnusajanjakson korkeimmat simuloidut pintaveden lämpötilat on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Simuloitu meriveden pintakerroksen lämpötila 15.07.2021 klo 15.

15.07-22.7.2022 tapahtui voimakasta kumpuamista, jossa lämmin pintavesi korvaantui pohjasta nousevalla kylmemmällä vedellä. Kumpuamisilmiö näkyy simulaatiossa voimakkaimmillaan 22.7 klo 15, jolloin meriveden pintalämpötilat ovat alimmillaan Lauttasaaren eteläpuoleisella merialueella 12–13 °C. Kumpuamisilmiö ei näy yhtä voimakkaasti Lauttasaaren pohjoispuolella, jossa meriveden lämpötilat vaihtelevat 19–21 °C välillä. Kumpuamisilmiön aikaiset simuloidut vedenpinnan lämpötilat on esitetty kuvassa 11.



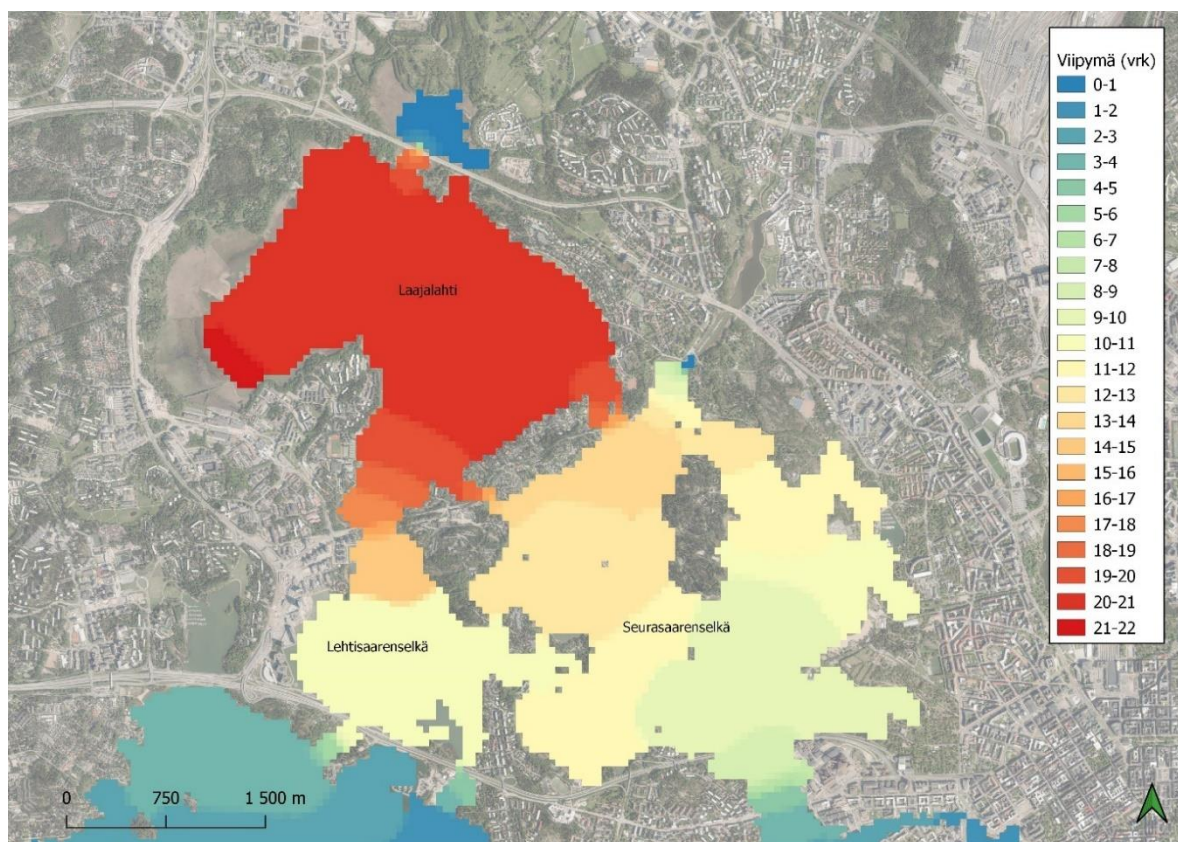


Kuva 11. Simuloitu meriveden pintakerroksen lämpötila kumpuamisilmiön aikaan 22.07.2021 klo 15.

5.2 Tulevan tilanteen virtausmallinnus

Tulevassa tilanteessa heinäkuun 2021 simuloidut viipymät ovat Lehtisaarenselällä 11–15 vuorokautta. Viipymäajat ovat suurimmillaan Lehtisaarenselän pohjoisosissa. Seurasaarenselällä viipymäajat ovat 9–14 vuorokautta ja Laajalahdella pääosin 20–21 vuorokautta. Viipymäajat ovat huomattavasti lyhempiä selvitysalueelle purkavien purojen läheisyydessä. Tulevan tilanteen simuloidut viipymäajat on esitetty kuvassa 12.





Kuva 12. Heinäkuun 2021 simuloitu viipymä vuorokausina tulevassa tilanteessa.

5.3 Vesitäyttöjen vaikutukset

5.3.1 Vaikutukset virtausnopeuksiin

Lehtisaarenselältä purkavien salmien heinäkuun 2021 keskimääräiset simuloitut virtausnopeudet ovat 3,7–9,6 cm/s (*Taulukko 6*). Maksimivirtausnopeudet ovat salmissa 18,8–59,6 (*Taulukko 7*). Virtausnopeudet kuvaavat vesipatsaan keskimääräistä virtausnopeutta salmen keskiosissa. Simuloitut virtausnopeudet ovat lähes samansuuruisia nyky- ja tulevan tilanteen mallinnuksissa. Simulaatioiden perusteella salmien kautta tapahtuvassa veden vaihtuvuudessa ei tapahdu muutoksia. Tuloksia tukee myös se, ettei vesitäytöillä ole vaikutusta salmien poikkipinta-aloihin.



Taulukko 6. Lehtisaarenselältä virtaavien salmien simuloitunut keskivirtausnopeudet (cm/s) nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa.

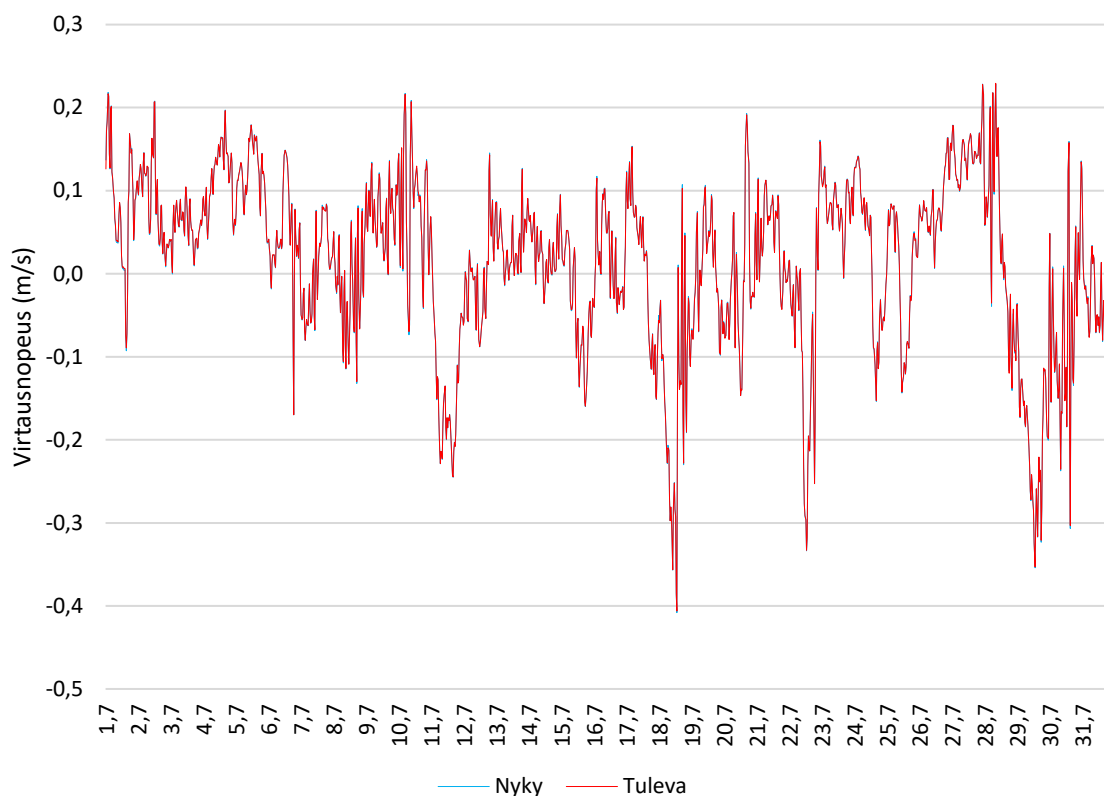
Nimi	Nykytilanne	Tuleva
Karhusalmi	8,4	8,3
Vaskisalmi	3,7	3,7
Keilaniemi-Lehtisaari	6,2	6,3
Lehtisaari-Kaskisaari	9,6	9,6
Kaskisaari-Lauttasaari	7,3	7,3
Keskiarvo	7	7

Taulukko 7. Lehtisaarenselältä virtaavien salmien simuloitunut maksimivirtausnopeudet (cm/s) nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa.

Nimi	Nykytilanne	Tuleva
Karhusalmi	41	40,8
Vaskisalmi	18,9	18,8
Keilaniemi-Lehtisaari	59,6	59,3
Lehtisaari-Kaskisaari	43,7	43,6
Kaskisaari-Lauttasaari	36,1	36
Keskiarvo	39,8	39,7

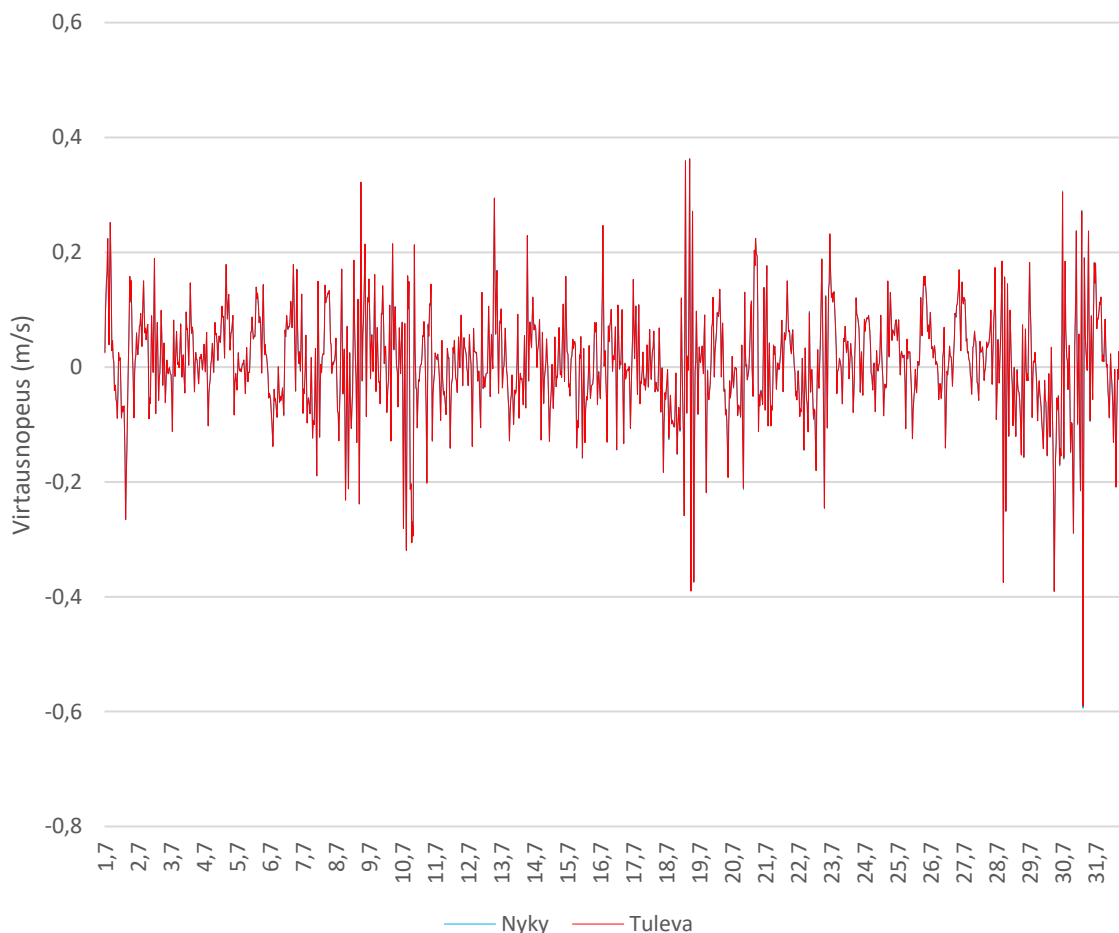
Salmien virtauksissa ei tapahdu myöskään ajallisia muutoksia, vaan virtaus-suunnat ja nopeudet pysyvät käytännössä samana nykytilanteen ja tulevan tilanteen mallinnuksissa. Heinäkuun simuloitunut virtausnopeudet ovat samoja skenaarioiden välillä sekä Karhusalmessa että Keilaniemen ja Lehtisaaren välisessä salmessa (Kuvat 13 ja 14).





Kuva 13. Simuloidut virtausnopeudet sisään- ja ulospäin Karhusalmessa heinäkuussa 2021. Positiiviset virtausnopeudet ovat ulospäin virtausta ja negatiiviset sisäänpäin virtausta.





Kuva 14. Simuloidut virtausnopeudet sisään- ja ulospäin Keilaniemi-Lehtisaari salmessa heinäkuussa 2021. Positiiviset virtausnopeudet ovat ulospäin virtausta ja negatiiviset sisäänpäin virtausta.

Vesitäytöt ja ruoppaukset aiheuttavat kuitenkin paikallisia muutoksia Lehtisaaren salmen virtausolosuhteissa. Muutokset rajoittuvat vesitäyttöjen läheisyyteen. Ruoppaukset syventävät rannan läheisiä vesialueita, minkä vaikutuksesta vesipatsaan keskimääräiset virtausnopeudet hieman pienenevät. Tämä johtuu siitä, että matalilla ranta-alueilla virtausnopeudet ovat mm. tuulen vaikutuksesta keskimäärin hieman kovempia kuin syvillä ruopatuilla rannoilla. Virtaussuunnissa tapahtuu myös paikallisia muutoksia. Virtausolosuhteiden paikallisilla muutoksilla ei ole kuitenkaan vaikutusta laajemman mittakaavan virtausolosuhteisiin, eivätkä muutokset vaikuta merkittävästi veden vaihtuvuuteen vesitäyttöjen läheisyydessä. Mallinnus ei ota huomioon vesitäyttöihin mahdollisesti tulevia syvennyksiä tai ranta-alueelle purkavia viemäreitä, jotka saattavat vaikuttaa paikallisesti virtausolosuhteisiin ja tätä kautta vedenlaatuun. Näiden vaikutusten voidaan kuitenkin katsoa olevan sekä alueellisesti että ajallisesti hyvin paikallisia.



5.3.2 Vaikutukset viipymään

Keilarannan vesitäyttöjen vaikutukset viipymään ovat hyvin vähäisiä. Lehtisaarenselän ja Laajalahden simuloitut viipymäajat pitenevät keskimäärin muutamilla tunneilla Keilaniemen vesitäyttöjen ja ruoppausten vaikutuksesta, eikä eroja ole juuri nähtävissä vuorokauden aikaresoluutiolla esitetyissä viipymäkartoissa. Lehtisaarenselän viipymäaikoihin vaikuttaa ennen kaikkea Lehtisaarenselän salmien kautta tapahtuva veden vaihtuvuus. Simulaatioiden perusteella salmien virtausolosuhteissa ei tapahdu merkittäviä muutoksia, minkä vuoksi myös viipymäajoissa tapahtuvat muutokset ovat vähäisiä.

6 Keilaniemen meritäyttöjen vaikutukset merialueella

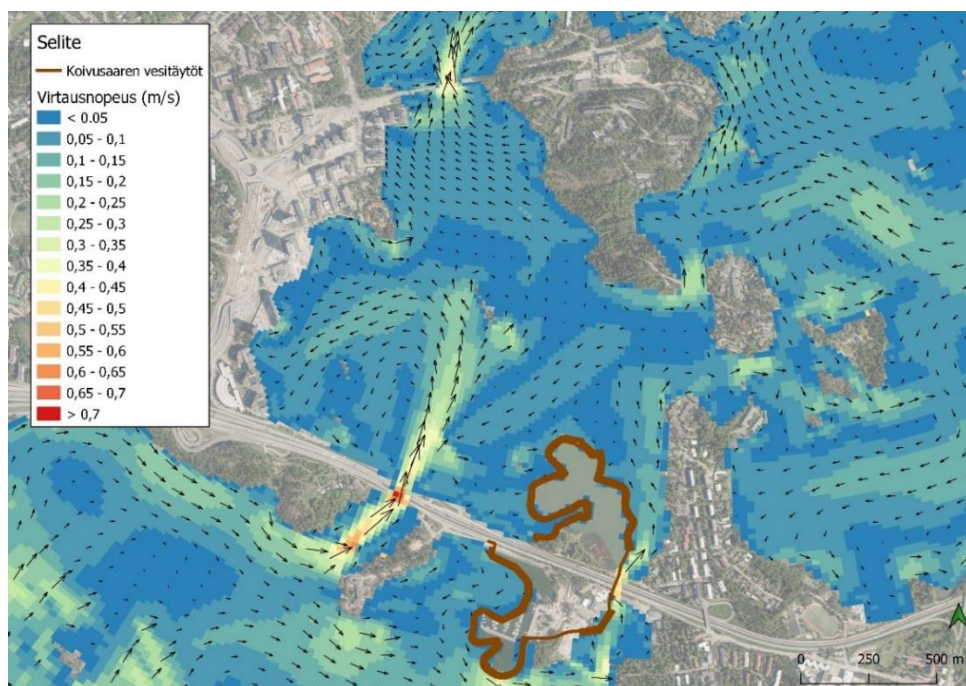
6.1 Pohjadynamiikka ja sedimentaatio

Koska muutokset virtausolosuhteissa ovat vähäisiä, arvioidaan vaikutusten olevan vähäisiä mallinnusaluetta kokonaisuutena tarkasteltaessa. Paikallisesti ruoppaus- ja täyttöalueiden välittömässä läheisyydessä vaikutukset voivat kuitenkin olla merkittävämpiä ja aiheuttaa sedimentin eroosiota ja akkumulaatiota virtauskenttien muuttuessa paikallisesti. Mallinnuksen perusteella virtausnopeudet eivät kuitenkaan täyttöalueiden tuntumassa kasva, joten meritäyttöjen vaikutusten pohjadynamiikkaan ja sedimentaatioon arvioidaan jäävän vähäisiksi.

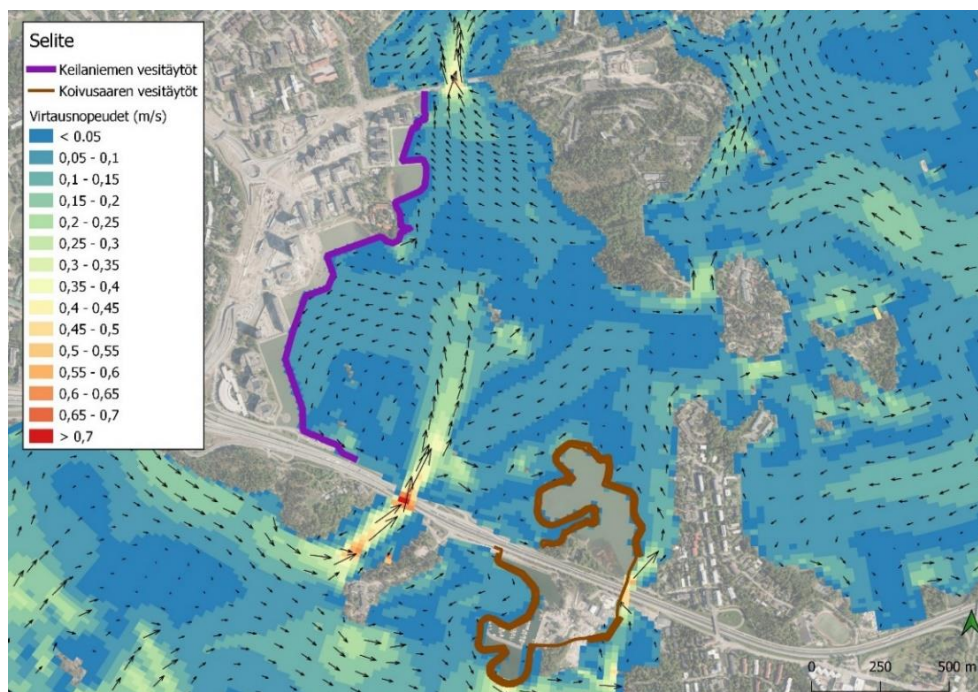
Virtausnopeuden voimakas kasvu pohjan lähellä voisi aiheuttaa eroosiota ja sedimentin suspendoitumista, jolla taas voisi olla vedenlaatua heikentävää vaikutusta. Maksimivirtausnopeuksien voimakas väheneminen voisi taas aiheuttaa sedimentin kertymistä uusille alueille. Molemmat muutokset voisivat lisäksi aiheuttaa muita negatiivisia vaikutuksia, mm. pohjaeliöiden elinympäristöjen tuhoutumista.

Mallinnettu pohjanläheinen maksimivirtausnopeus nykytilanteessa on esitetty kuvassa 15 ja tulevassa tilanteessa kuvassa 16. Kuvassa 17 on esitetty em. virtausnopeuksista laskettu pohjanläheisen virtausnopeuden lisääntyminen nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen, ja kuvassa 18 lisäksi alueet, joilla virtausnopeus vähenee. Kuvat on rajattu täyttöalueen läheisyyteen sillä kauempana siitä muutokset eivät olleet merkittäviä.



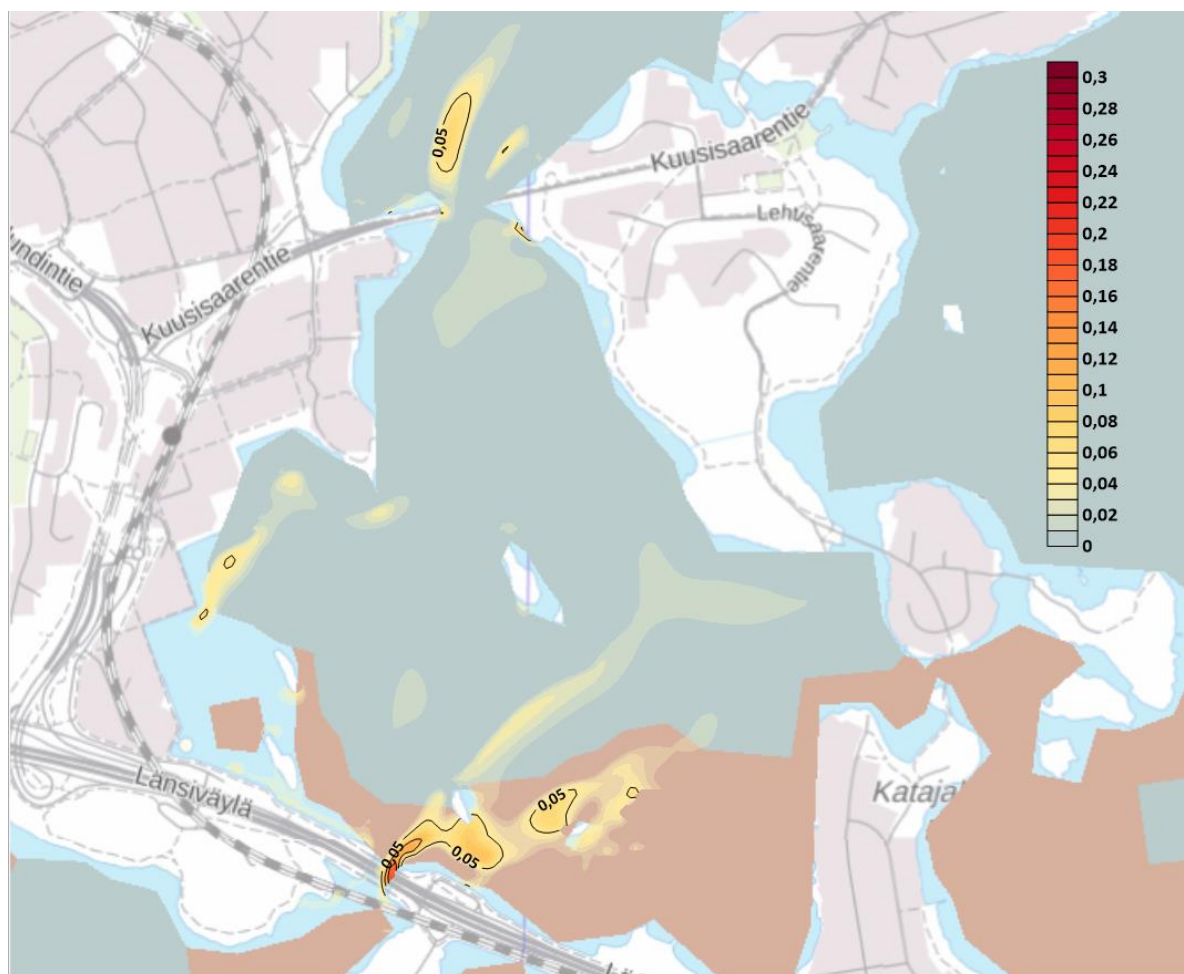


Kuva 15. Pohjanläheisen vesikerroksen virtausnopeudet nykytilanteen skenaariossa voimakkaan tuulen tilanteessa 22.10.2021 klo. 07:00. Tuulen nopeus noin 20 m/s, suunta 247° ja vedenkorkeus +1.08 m.



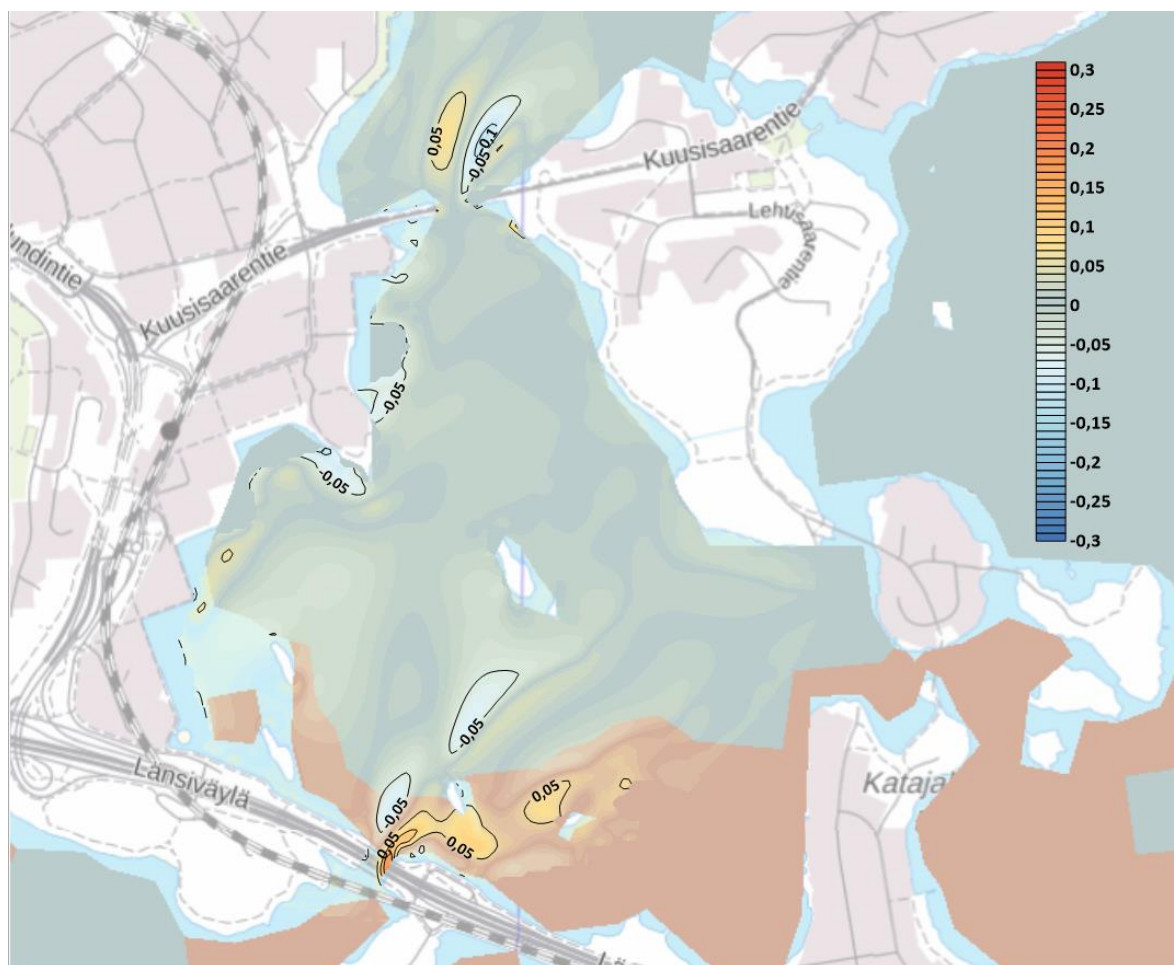
Kuva 16. Pohjanläheisen vesikerroksen virtausnopeudet tulevan tilanteen skenaariossa voimakkaan tuulen tilanteessa 22.10.2021 klo. 07:00. Tuulen nopeus noin 20 m/s, suunta 247° ja vedenkorkeus +1.08 m.





Kuva 17. Kuvissa 15 ja 16 esitetyistä pohjanläheisistä virtausnopeuksista laskettu virtausnopeuden lisääntyminen nykytilanteesta tulevaan tilanteeseen, m/s. Siniharmaalla on esitetty karkeasti pehmeän pohjan ja ruskealla kovan pohjan alueet (GTK).





Kuva 18. Kuvissa 15 ja 16 esitetyistä pohjanläheisistä virtausnopeuksista las-
kettu virtausnopeuden lisääntyminen ja vähentyminen nykytilanteesta tulevaan
tilanteeseen, m/s. Siniharmaalla on esitetty karkeasti pehmeän pohjan ja rus-
kealla kovan pohjan alueet (GTK).

Tarkasteltaessa pohjanläheisiä virtausnopeusmuutoksia Kuusisaarentien poh-
joispuolella päävirtausreitti näyttää maksimivirtaus tilanteessa siirtyvän hieman
länteen, ja virtausnopeus nousee ja laskee korkeintaan 10 cm/s. Vastaavasti
Karhusalmen edustalla esiintyy 5 cm/s muutoksia pienen virtauksen itään päin
tapahtuvan siirtymän seurauksena. Karhusalmessa virtausnopeus kohoaa
enemmän, mutta salmi ja sen edusta on GTK:n tietojen perusteella kovaa poh-
jaa, jolloin eroosiota ei pääse tapahtumaan. Myös Keilaniemen täyttöjen edus-
talla tapahtuu pieniä, enintään 5 cm/s virtausnopeusmuutoksia alueen muuttu-
neen pohjageometrian seurauksena.

Mallinnettujen pohjanläheisen virtausnopeuden muutosten perusteella alueen
pohjadynamiikka ja sedimentaatio ei muutu merkittävästi. Saman tyyppisillä
merisavilla tehtyjen eroosionopeusmittausten perusteella 5 cm/s



virtausnopeusmuutos ei riitä aiheuttamaan merkittävää lisäeroosiota. Näin pienten muutosten vaikutus sedimentin akkumulaatioalueiden sijaintiin arvioidaan niin ikään vähäiseksi. Alue millä muutoksia esiintyy, on koko mallinnusalueen pinta-alaan nähden vähäinen. Todetuilla pohjadynamiikan muutoksilla ei siten arvioida olevan niin suuria vaikutuksia alueen vedenlaatuun, että ne tulisi huomioida vedenlaatutarkastelussa.

Mahdollisia vähäisiä paikallisia muutoksia pohjanläheisissä virtausnopeuksissa ja siten pohjadynamiikassa todettiin Keilarannan täyttöalueen edustalla. Näiden muutosten pitkäaikaisia vaikutuksia voidaan arvioida hankkeiden vesilupahakemuksissa, kun täyttösuunnitelmat etenevät lupaprosessiin.

6.2 Vedenlaatu

Matalilla vesialueilla, kuten Seurasaaren vesimuodostumassa, paikallaan pysyvässä vedessä happipitoisuudet laskevat erityisesti kesällä veden lämpötilan ollessa korkea ja pohjaan vajoavan kasviplanktonin määrän ollessa runsas. Yleisesti jäätalvina happipitoisuudet laskevat erityisesti pohjan lähellä vain vähäisen veden sekoittumisen ja eloperäisen aineksen hajoamisen vuoksi.

Seuranta-aineiston perusteella vuosimuodostuman vesi ei ole voimakkaasti kerrostunut talvella. Selkeän veden kerrostumisen puuttuminen edesauttaa hyvän happitilanteen säilymistä läpi talven estäen suurten ravinmäärien vapautumisen pohjasedimentistä. Ilmastonmuutoksesta johtuvien kesän helleaaltojen lisääntyminen voi lisätä niiden yhteydessä mahdollisesti esiintyvää veden niukkahappisuutta kuten oli huomattavissa kesien 2020 ja 2021 aikana. Meritäyttöjen ei kuitenkaan arvioida huonontavan vesialueen veden happitilannetta kesäisin tai talvisin, eikä siten nykytilanteesta poikkeavaa happikadosta johtuvaa ravinteiden liukenemista pohjasedimenteistä ole odotettavissa.

Veden ravinnepitoisuuksiin, erityisesti typpi- ja fosforipitoisuuksiin ei arvioida aiheutuvan meritäytöistä johtuvaa muutosta. Ravinnepitoisuuksien kohoaminen voisi olla mahdollista merkittäväillä virtaaman ja viipymän muutoksilla, jotka vaikuttaisivat vesipatsaan ravinmääriin. Niitä ei kuitenkaan mallinnusten perusteella ole odotettavissa. Ravinnepitoisuuksien kohoamiset voisivat aiheutua happikatojen yhteydessä sedimentistä liikkeelle lähtevistä ravinteista, virtausnopeuksien kohoamisesta johtuvasta sedimentin suspendoitumisesta, tai valuma-alueelta saapuvien ravinteiden hitaammasta kulkeutumisesta ulapalle.

Vesimuodostuman vesi on runsasravinteista ja ravinteita saapuu erityisesti valuma-alueelta purovesien mukana, mutta myös sisäisestä kuormituksesta. Talven aikana mitattujen ravinne- ja happipitoisuuksien perusteella talven hapettomuusjaksoja ei todennäköisesti ole ollut. Ravinnepitoisuudet ovat suurempia pinnassa viitaten valuma-alueelta saapuvaan kuormaan. Kesäisin ilmastonmuutoksen johdosta mahdollisesti lisääntyvät helleaallot voivat johtaa perustuotannon kasvuun, erityisesti sinilevien massaesiintymiin, joiden hajotus voi johtaa



happikatoon vedessä ja sen kautta ravinteiden vapautumiseen sedimentistä pohjanläheiseen veteen.

Seurasaaren vesimuodostuma on matalaa, melko suljettua lahtialuetta, jonka vesi ei ole voimakkaasti kerrostunut eikä selkeää eroa veden viipymässä tai virtauksissa eri syvyyksissä ole havaittavissa. Vesimuodostumaan purkautuvien purovesien virtaama ja määrä ovat kokoluokiltaan vähäisiä eivätkä täten aiheuta merkittäviä virtauksia tai veden selkeää kerrostumista. Keilaniemen suunniteltujen meritäyttöjen toteutuessa täydessäkin laajuudessaan meritäyttöillä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta veden happipitoisuuteen. Yleinen happitilanne on nykyään alueella hyvä kesän lämpimimpiä jaksoja lukuun ottamatta. Veden virtaaman muutokset arvioidaan kokoluokaltaan niin vähäisiksi, ettei niillä ole nykytilanteesta poikkeavaa vaikutusta veden ravinnepitoisuuksiin lämpötilan, happipitoisuuden, tai pohjasedimentin resuspension kautta.

6.3 Vesieliöstö

Suunnitelluilla meritäyttöillä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta koko vesimuodostuman vesieliöstöön. Vaikutukset ovat lähinnä rakentamisen aikaisia ja kohdistuvat Keilalahden alueeseen. Pieniä muutoksia voi esiintyä vesielinympäristöjen suojaisuudessa ja avoimuudessa mikä voi heijastua eliöiden paikalliseen esiintymiseen.

Keilalahden alueella on havaittu kiintoaineksen sedimentoitumista uposkasvillisuuden pinnalle johtuen heikosta vedenvirtauksesta. Tämä heikentää kasvien kykyä yhteyttää ja siten niiden elinvoimaisuutta. Veden virtauksissa ei käytännössä tapahdu muutosta täyttöjen vuoksi, jolloin muutoksia ei myöskään kohdistu vesieliöstöön.

Litoraalin eli rantavyöhykkeen eliöstön esiintymiseen vaikuttavat mm. pohjan laatu ja syvyys, kasvien kohdalla ravinteiden ja valon määrä, eläinten kohdalla usein paikalla esiintyvä kasvillisuus. Meritäyttöjen yhteydessä Keilalahden länsirannan morfologia muuttuu lähes täysin, jolloin myös lajistossa tulee todennäköisesti muutoksia. Meritäyttöjen aiheuttamilla pienillä virtaaman muutoksilla ei kuitenkaan ole koko vesialueen kannalta oleellista vaikutusta eliöiden esiintymiseen täyttöalueiden lähiympäristön ulkopuolella.

Pohjaeläinten esiintymiseen vaikuttavat pohjan läheisen veden happi- ja suolapitoisuus, pohjan koostumus sekä veden laatu ja veden virtauksen voimakkuus. Meritäyttöjen ei arvioida vaikuttavan pohjan happiolosuhteisiin, mikä vaikuttaisi erityisesti pohjaeläinten esiintymiseen. Vähähappisissa olosuhteissa pohjan sedimentti ei ole pohjaeläimille sopivaa elinympäristöä.

Meritäyttöjen aiheuttama häiriö vaikuttaa oleellisesti täyttökohdan paikallaan pysyviin eli sessiileihin eliöihin, kuten vesikasveihin ja pohjaeläimistöön, jotka poistuvat alkuperäisen sedimenttimassan mukana. Liikkumaan kykenevä eliöstö



hakeutuu rakennustöiden alkaessa lähialueille. Vesirakentamiseen liittyviä rakentamisaikaisia ympäristövaikutuksia tarkastellaan hankkeiden vesilain mukaisissa hakemuksissa ja vaikutuksia tyypillisesti rajoitetaan lupaehdoissa määräiteillä toimilla. Lupaehdoissa voidaan esimerkiksi määrätä rajoittamaan ruopaustryöyhteydessä vesimassaan leviävän kiintoaineksen määrää.

Vaikutuksia kalastoon tarkastellaan erillisessä selvityksessä.

Meritäytöillä ei ole koko vesimuodostumaa tarkasteltaessa merkittävää vaikutusta alueen rantavyöhykkeen ja pohjaeläinten esiintymiseen tai lajistoon. Meritäyttöjen toteutumisen ei myöskään arvioida merkittävästi huonontavan vesimuodostuman veden happi- tai ravinnepitoisuuksia eikä siten heikentävän alueen eliöstön elinolosuhteita.

6.4 Uhanalaiset lajit ja meriluontotyytit

Tarkastelualueella ei ole tällä hetkellä havaittu suojeltuja meriluontotyyttejä tai uhanalaisia lajeja, joiden elinympäristö vaarantuisi meritäytön vuoksi tai meritäyttö heikentäisi eliöiden mahdollisuuksia levitä alueelle.

Meriuposkuoriainen

Keilaniemeen suunnitteilla olevat meritäytöt eivät tällä hetkellä toteutuessaan vaaranna meriuposkuoriaisen suotuisan suojelun tasoa. Tiedossa oleva lähin meriuposkuoriaisesiintymä sijaitsee noin 6 km päässä Suomenojalla. Laji on hidas leviämään uusille alueille, sillä se viihtyy suojaisilla merenlahdilla ja liikkuu lähinnä kasvien pintoja sekä pohjaa pitkin. Pohjalla kasvavan vesikasvillisuuden kuten vesisammaleen arvellaan helpottavan meriuposkuoriaisen liikkumista (Leinikki, Oulasvirta ja Syväranta 2016). Tärkeimmät meriuposkuoriaisen esiintymiseen vaikuttavat tekijät ovat ravintokasvien esiintyminen ja avoimuus. Lajia ei ole löytynyt aivan avoimilta alueilta, muttei myöskään liian suojaisilta rannoilta (Leinikki, Oulasvirta ja Syväranta 2016).

Vaikka Keilalahden ranta-alueita onkin mallinnettu avoimuuden puolesta meriuposkuoriaiselle sopivaksi (Leinikki, Oulasvirta ja Syväranta 2016), on myöhemmin havaittu, etteivät ainakaan Keilaniemen puoleiset rannat todennäköisesti sovellu lajille vesiliikenteen aiheuttaman aallokkovaikutuksen vuoksi (Saarman ja Leinikki 2020).

Meriuposkuoriaista ei ole havaittu Seurasaaren vesimuodostuman tai selvitysalueeseen kuuluvan Karhusalmen sillan edustan alueella tai lähialueilla tehdyissä kartoituksissa. Keilarantaan suunnitellut meritäytöt eivät siten heikennä meriuposkuoriaisen suotuisaa suojelutasoa eikä vedenlaadussa arvioida tapahtuvan muutoksia, jotka vaikuttaisivat lajin mahdolliseen leviämiseen alueelle sille sopiviin elinympäristöihin.



Meriajokas- ja näkinpartaisniitty

Keilaniemeen suunnitellut meritäytöt eivät vaaranna meriajokasniittyjen tilaa, yksittäistenkin meriajokashavaintojen sijoittuessa selvitysalueen ulkopuolelle. Meriajokkaan esiintymisen suolapitoisuuden alaraja on 5 ‰, mikä jo yksinään rajoittaa meriajokasniittyjen muodostumista alueella, Seurasaaren vesimuodostuman suolapitoisuuden ollessa 5 ‰ molemmin puolin. Vähäinen vedenliike, veden sameus ja sedimentoituva kiintoainne rajoittavat myös meriajokkaiden mahdollista esiintymistä alueella. Meriajokkaat tarvitsevat valoa yhteyttääkseen, jota edesauttavat kirkas vesi ja pieni vedenliike mikä estää sedimentin kertymisen kasvin pinnalle.

Alueella ei ole havaittu suojelun alaisia laajoja näkinpartaisleväkasvustoja, joiden elinympäristöä Keilaniemen meritäyttöjen toteutuminen heikentäisi. Seurasaaren vesimuodostumassa esiintyy yksittäisiä näkinpartaisleviä ja mallinnuksen perusteella myös sopivia näkinpartaisniittyjen esiintymisalueita (*Kuva 5*), mutta täytöillä ei virtausmallinnuksen perusteella ole vaikutusta kyseisiin alueisiin. Suurimmat uhkatekijät näkinpartaisten esiintymiselle ovat rehevöityminen ja siihen liittyvä veden samentuminen. Vedenlaadussa tapahtuvat muutokset ovat mallinnuksen perusteella niin vähäisiä, että ne eivät myöskään heikennä luontotyypin esiintymistä alueella tulevaisuudessa.

7 Meritäytöt suhteessa vesienhoitosuunnitelmiin

Meritäyttöihin liittyen keskeisimmiksi vesienhoitoa ja -suojelua käsittäviksi suunnitelmiksi tunnistettiin Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma 2022–2027, Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma (2022–2027) sekä Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma (2022–2027). Vesienhoidon tavoitteena koko EU:n alueella on pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä tila ja estää vesien tilan heikkeneminen.

Yleisesti voidaan sanoa, että suunniteltujen meritäyttöjen toteutuminen nyky-muodossaan ja -laajuudessaan ei heikennä tarkastelualueen ekologista tai kemiallista tilaa tai estä tavoitetilan saavuttamista. Seurasaaren vesimuodostuman tila ei ole muuttunut edellisestä arviointikaudesta ja tavoitetila arvioidaan saavutettavan vuoteen 2027 mennessä. Suvisaaristo-Lauttasaari-vesimuodostuman ekologinen tila on parantunut edellisestä luokittelukaudesta ja ekologisen tavoitetila saavutetaan vuoteen 2027 mennessä.

7.1 Vaikutusten lieventäminen

Rakentamisaikaisten vaikutusten lieventämistä käsitellään kunkin toteutuvan meritäytön kohdalla vesirakennustöille haettavan vesilain mukaisen luvan



hakemuksessa ja lupaehdoissa. Haittoja voidaan vähentää tehokkaasti vesilupa-päätöksen ehtoja noudattamalla.

Merkittävin rakennusaikainen kielteinen vaikutus on yleensä vesialueen samentuminen, mihin voidaan vaikuttaa tehokkaasti suojaverhon avulla. Vaikutuksia voidaan lieventää myös töiden ajoittamisella mahdollisimman lyhyelle ja haitattomalle ajanjaksolle, ja sedimentin suspendoitumista estävillä työtapamenetelyillä. Yksi keskeinen riskienhallintamenetelmä on tarkkailu.

Meritäyttöjen suurimmat vaikutukset eliöstölle ilmenevät meritäyttöalueella ja sen välittömässä läheisyydessä rannan ja pohjan paikallisen morfologian ja virtausten muututtua meritäyttöjen myötä. Merilajistoon kohdistuvia vaikutuksia voidaan lieventää jo suunnitteluvaiheessa mahdollistamalla vesieliöstölle sopivaa elinaluetta hyödyntämällä eri lajistolle sopivia pohjamateriaaleja sekä syvyyksiä mahdollisuuksien mukaan. Parhaimmillaan voidaan luoda uusia, entistä soveliaampia habitaatteja.

7.2 Arvioinnin epävarmuudet

Mallinnukseen liittyy aina epävarmuustekijöitä, koska simulaatio on aina yksinkertaistus todellisuudesta, ja mallinnusten tuloksia tulee aina tulkita näiden epävarmuustekijöiden kautta. Tämän mallinnuksen osalta epävarmuustekijöitä ovat ennen kaikkea kalibrointimittausten puute ja syvyysaineistojen heikko alueellinen kattavuus ja tarkkuus. Syvyysaineistojen osalta epävarmuutta kuitenkin pienentää merialueen mataluus ja vähäiset vaihtelut syvyydessä. Tulevien vesitäyttöjen ja ruoppausten lopullinen laajuus ei myöskään ole vielä tiedossa. Virtausmallinnuksissa on käytetty suurinta rajausta vesitäyttöille ja ruoppauksille, jolla pyritään simuloimaan laajimpia mahdollisia vaikutuksia.

Lisäksi laskentahilan pienimmän erotustarkkuuden vuoksi malli yksinkertaistaa hilakokoa pienempiä kohteita, joita ovat esimerkiksi pienet saaret ja niemet sekä kapeat matalikot ja syvänteet. Virtausmalli on ajettu kaksiulotteisena, jolloin se simuloi vesipatsaan keskimääräistä virtausta. Tämä yksinkertaistus ei kuitenkaan vaikuta herkkyytstarkastelun perusteella lainkaan simuloituihin viipymiin tai salmien virtausolosuhteisiin. Tämä johtuu siitä, että veden syvyydet ovat selvitysalueella hyvin matalia, eikä salmissa esiinny kerrostunutta virtausta. Virtausmallinnuksissa on käytetty yhtenäistä tuulta, mutta todellisuudessa tuulen suunnat ja nopeudet vaihtelevat rannan muotojen ja saarien vaikutuksesta.

Tässä selvityksessä tehdyn virtausmallinnuksen antamat viipymäajat (10–22 vrk) ovat pienempiä kuin aikaisemmassa Koivusaaren osayleiskaavan selvityksessä tehdyissä mallinnuksissa (10–60 vrk). Tähän on useita mahdollisia tekijöitä. Käytetyt mallinnusmenetelmät ovat erilaiset: Koivusaaren mallinnuksissa viipymäajat laskettiin vesimuodostuman ikäindeksin perusteella ja tässä selvityksessä viipymää simuloitiin Delft3D-mallilla merkkiaineiden avulla. Lisäksi



Koivusaaren mallinnus ei huomioinut lainkaan selvitysalueelle laskevia puroja, jotka lyhentävät merkittävästi viipymäaikoja etenkin purojen purkupisteiden läheisyydessä, mutta vaikutus ulottuu myös laajemmalle. Malli simuloi myös lämmön virtausta, mitä ei ollut mukana aikaisemmassa Koivusaaren mallinnuksessa. Viipymäaikoihin liittyvä epävarmuus ei kuitenkaan vaikuta raportissa esitettyihin johtopäätöksiin, sillä raportissa tarkastellaan ennen kaikkea vesitäytöistä aiheutuvaa muutosta absoluuttisten arvojen sijaan. Virtausmallin lähtötiedoiksi käytettyjen havaintojen ja aineistojen alueellinen ja ajallinen kattavuus on myös valtaosin hyvä. Epävarmuustekijöistä huolimatta virtausmallin antamien tulosten voidaan katsoa kuvaavan riittävän hyvin todellisia olosuhteita. Virtausmallinnus antaa hyvän lähtökohdan arvioida tulevien vesitäyttöjen aiheuttamia muutoksia virtausolosuhteissa ja viipymäajoissa.

Keilalahden alueelta tai Länsiväylän siltojen edustalta mereltä ei ole vedenlaadun seurantatietoa. Seurantanäytteenotto ilmentää näytteenottohetken vedenlaatua näytteenottopaikalla. Vesialueilla tämän voidaan vedenliikkeen vuoksi katsoa edustavan laajempaakin aluetta, mutta näytteenottoväleistä johtuen (noin kerran tai kahdesti kuussa) lyhytaikaiset ja paikalliset muutokset, kuten paikallinen happikato, voivat jäädä havaitsematta.

Arvioinnissa on huomioitu vain Keilaniemeen suunniteltujen meritäyttöjen vaikutus ottaen huomioon Helsingin puolella Koivusaaren suunniteltu rantarakentaminen maksimilaajuudessaan. Muita mahdollisia vesialueeseen kohdistuvia toimenpiteitä, erityisesti Helsingin puolella, ei ole tiedossa eikä siten huomioitu arvioinnissa.

Vesialueen eliöstön esiintymistietoa oli hyödynnettävissä VELMU-portaalin paikatietomuodossa. VELMUn lisäksi tarkempia lajistوسelvityksiä on vain Keilaniemen alueelta rakennusprojekteihin liittyen.

Lopullinen toteutuva meritäyttöjen laajuus ja uuden rannan sekä merenpohjan morfologia, ja niiden soveltuvuus eri eliöiden elinympäristöksi, ei ole vielä tiedossa.

8 Johtopäätökset

Tässä selvityksessä arvioitiin Keilaniemeen suunniteltujen meritäyttöjen yhteisvaikutusta lähimerialueiden virtauksiin ja vedenlaatuun sekä muutoksista mahdollisesti johtuvia vaikutuksia vesieliöstöön. Lopullisesta meritäyttöjen laajuudesta ei ole vielä varmuutta, mutta kaikkien suunniteltujen meritäyttöjen toteutuessa täysimääräisenä, nykyistä Keilalahden merialuetta muutetaan maa-alueeksi noin 9 ha. Seurasaaren vesimuodostuman vesiala on kokonaisuudessaan 1 286 ha.

Virtausmallinnusten perusteella tulevan tilanteen virtausolosuhteissa ei tapahdu merkittävää muutosta verrattuna nykytilanteeseen. Simuloidut virtausnopeudet ovat Lehtisaarenselältä purkavissa salmissa samat sekä nykytilanteen että



tulevan tilanteen mallinnoissa. Vesitäytöt pienentävät Lehtisaarenselän meri-alueen pinta-alaa, mutta niillä ei ole vaikutusta alueelta purkavien salmien poikkipinta-aloihin, eikä tämän vuoksi myöskään salmien virtausolosuhteisiin. Koska laajemman mittakaavan virtausolosuhteissa ei tapahdu muutoksia, ei myöskään simuloituissa viipymäajoissa tapahdu merkittäviä muutoksia nykytilanteen ja tulevan tilanteen välillä. Lehtisaarenselän simuloitujen viipymäajat kasvavat keskimäärin vain muutamalla tunnilla.

Keilaniemen vesitäytöt vaikuttavat virtausolosuhteisiin lähinnä paikallisesti vesitäyttöalueiden läheisyydessä. Rannan läheisyydessä virtausolosuhteet muuttuvat niin vesitäyttöjen kuin ruoppaustenkin vaikutuksesta. Virtausolosuhteiden paikallisilla muutoksilla ei ole kuitenkaan merkittävää vaikutusta alueen laajempaan veden vaihtuvuuteen tai viipymään. Mallinnoissa ei ole huomioitu vesitäyttöjen tarkempaa rantaviivan muotoilua ja alueelle laskevia viemäreitä. Näillä saattaa olla sekä ajallisesti että alueellisesti sellaisia paikallisia vaikutuksia virtausolosuhteisiin ja tätä kautta vedenlaatuun, joita tämä mallinnus ei pysty huomioimaan.

Meritäyttöjen aiheuttamilla hyvin pienillä muutoksilla vedenvirtauksissa ja viipymäajoissa ei arvioida olevan heikentävää vaikutusta vesimuodostuman kesän eikä talven aikaiseen veden happitilanteeseen. Veden viipymän ja virtausten muuttuessa tarkastelualueella vain marginaalisesti, meritäytöistä ei arvioida aiheutuvan merkittävää ravinteiden tai haitta-aineiden kuormitusta tai resuspensiota pohjasedimenteistä. Veden virtauksen ollessa alueella maltillista, ei meritäyttöihin liittyvää, rakennusajan jälkeistä veden lisäsamentumista ole odotettavissa. Meritäytöistä johtuvat virtaaman ja viipymän muutokset Seurasaaren vesimuodostuman ja sen edustan vedenlaatuun ja eliöiden elinolosuhteisiin arvioidaan neutraaleiksi tai enintään erittäin vähäisesti negatiivisiksi.

Vesialueella ei ole suojeltuja vesiluontotyyppisiä eikä huomionarvoista suojeltua vedenalaislaajistoa. Eliöyhteisömallinnusten perusteella tietyillä kohteilla Seurasaaren vesimuodostumassa on potentiaalia harvinaisen eliöstön elinalueeksi, mutta mallinnus on vain suuntaa antavaa ja eliöstön esiintymiseen vaikuttavat monet bioottiset ja abioottiset tekijät.

Suunnitteluasteella olevien meritäyttöjen toteutuminen nykymuodossaan ja -laajuudessaan ei heikennä tarkastelualueen ekologista tai kemiallista tilaa tai tavoitetilan saavuttamista vuoteen 2027 mennessä.

9 Jatkosuunnittelussa huomioitavaa

Jos vesitäyttöjen raja-alue laajenee merkittävästi tässä selvityksessä käytetystä rajauksesta, on vesistövaikutuksia tarvetta selvittää lisämallinnoilla. Tässä selvityksessä käytetyn laajimman rajauksen sisällä tapahtuvat muutokset rantaviivassa eivät aiheuta merkittäviä muutoksia esitettyihin vaikutuksiin, ja tällöin myöskään lisämallinnukset eivät ole tarpeellisia. Ranta-alueen poukam



tulee suunnitella siten, että veden vaihtuvuus läheiselle Lehtisaarenselän merialueelle säilyy hyvänä, jolloin myös vaikutukset vedenlaatuun ovat vähäisiä.

Keilarannan täyttöalueen lähistöllä on mahdollisia vähäisiä muutoksia pohjanläheisissä virtausnopeuksissa ja pohjadynamiikassa. Näiden muutosten pitkäaikaisia vaikutuksia voidaan arvioida hankkeiden vesilupahakemuksissa, kun täyttösuunnitelmat etenevät lupaprosessiin.

10 Lähteet

Ilmatieteen laitos, havaintojen latauspalvelu. 03/2022. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>

Inkala, A. 2010. Koivusaaren osayleiskaava-alueen virtausmalliselvitys. Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus Oy.

Kontula, T. ja Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018: Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Kotilainen, A., Kiviluoto, S., Kurvinen ja muut. Itämeri 2.

Leinikki, J. 2018. Meriuposkuoriaisen esiintyminen Espoon Keilalahden alueella. Alleco Oy raportti n:o 9/2018. Alleco Oy 9.8.2018.

Leinikki, J. ja Syväranta, J. 2012. Otaniemen meriuposkuoriaisselvitys 2011. Alleco Oy. 5.1.2012.

Leinikki, J., Oulasvirta, P. ja Syväranta, J. 2016. Meriuposkuoriaisen esiintymisestä Espoon saaristossa 2016. Alleco Raportti n:o 9/2016. Alleco Oy 7.9.2016

Metsähallitus 2021. Pääkaupunkiseudun edustalta tehtiin merkittäviä uusia vedenalaisia lajilöytöjä. ePressi [Paakaupunkiseudun-uusia-vedenalaisia-lajiloytoja](#) (Vierailtu 28.2.2022)

Mendes, J., Ruela, R., Picado, A., Pinheiro, J., Ribeiro, A., Perreira, H., ja Dias, J. 2021. Modelling dynamic processes of Mondego estuary and Obidos lagoon using Delft3D. Journal of Marine Science and Engineering.

Nyman, E. 2022. Pääkaupunkiseudun merialueen yhteistarkkailu. Neljännesvuosiraportti 4/2021 – Veden fysikaalisen, kemiallisen ja hygieenisen laadun tarkkailu. Kaupunkiympäristön aineistoja 2022:3. Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala.

Oravainen, R. 1999. Vesistötulosten tulkinta -opasvihkonen. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Peltoniemi, H., Koponen, J. ja Tarkkala, J. 2001. Selvitys meritäyttöjen vaikutuksesta virtausolosuhteisiin Koivusaaren, Hanasaaren ja Lemislahden alue. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston kaavoitusosaston selvityksiä 2001:8, 13.12.2001.



Picodo, A., Mendes, J., Ruela, R., Pinheiro, J. ja Dias, J. 2020. Physico-Chemical characterization of two Portuguese coastal systems: Ria de Alvor and Mira estuary. Journal of Marine Science and Engineering.

Saari, S. 2012. Meriuposkuoraisen esiintymisen selvitys Espoon Suomenojalla. Ramboll tutkimusraportti 19.9.2012.

Saarman, P. ja Leinikki, J. 2020. Meriuposkuoraisen esiintyminen Espoon keilarannassa 2020. Alleco Oy raportti n:o 12/2020. Alleco Oy 19.8.2020.

Sitowise, 2022. Keilalahden meritäyttöhankkeiden kalatalousselvitys.

Suomen lajitietokeskus. Mukulanäkinparta – Chara aspera. Laji.fi

SYKE/ELY-keskukset. Hertta, Avoin ympäristötietojärjestelmä. Vedenlaatu. Pohjaeläimet.

Syväranta, J., Leinikki, J. ja Leppänen, J. 2012. Meriuposkuoraisen esiintyminen Otaniemessä 2012. Alleco Oy raportti n:o 12/2012. Alleco Oy 5.12.2012.

Syväranta, J., Leinikki, J. ja Saarman, P. 2019. Litoraalin kasvillisuuden tila pääkaupunkiseudun merialueella 2019. Alleco Oy raportti n:o 25/2019. Alleco Oy 9.12.2019.

Vahtera, E., Räsänen, M. ja Muurinen, J. 2020. Pääkaupunkiseudun merialueen tila 2018–2019. Kaupunkiympäristön julkaisuja 2020:25. Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala.

VELMU (Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma).

Ympäristöministeriö 2021. Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:30.

