



Tahkoluoto-Ulvila voimajohto - vesistömallinnus

Asiakas: Tahkoluoto Offshore Oy

Projektinumero: 101026030-001

7.4.2025

Yhteyshenkilö
Janne Raunio
Sähköposti
janne.raunio@afry.com

Pvm.
07/04/2025
Projektiviite

Raportin nimi
Tahkoluoto-Ulvila voimajohto - vesistömallinnus
Asiakas
Tahkoluoto Offshore Oy

Kannen kuva: © AFRY Finland Oy

Kuvien pohjakartat: Maanmittauslaitos, ellei toisin mainita.

Sisältö

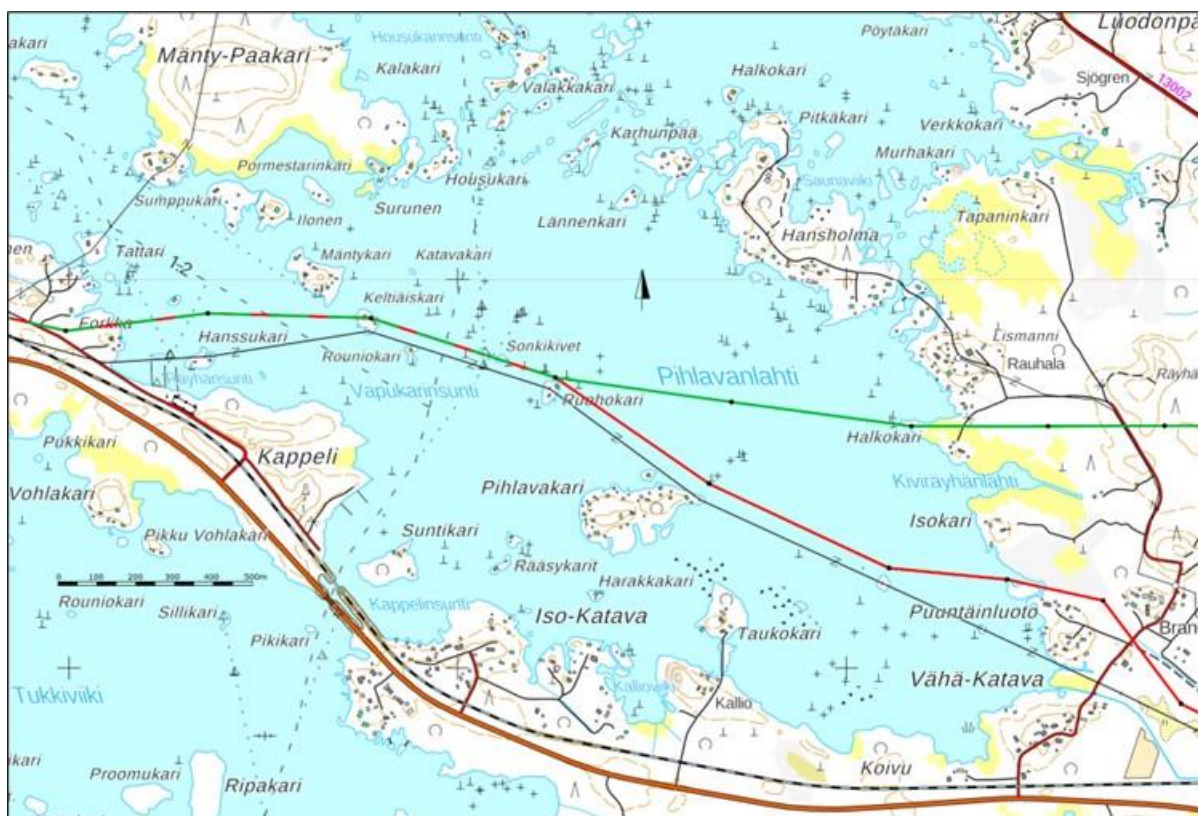
1	Johdanto	2
2	Vesistömallinnus ympäristövaikutusten arvioinnissa	4
3	Vaikutusmekanismit	5
4	Mallinnusalue.....	6
5	Laskentamalli	7
5.1	Olosuhdetiedot	8
5.2	Mallihila	8
5.3	Tarkasteltavat skenaariot.....	9
6	Tulokset.....	10
6.1	VE1/VE2: Pihlavanlahden väylien ja perustuspaikkojen ruoppaukset.....	10
6.2	VE2: Kolpanlahden väylien ja perustuspaikkojen ruoppaukset	16
6.3	VE2: Pohjaselän perustuspaikkojen ruoppaukset.....	21
6.4	VE2: Pengertien vaikutukset Pihlavanlahden virtausoloihin	22
7	Johtopäätökset	24
8	Viitteet.....	25

1 Johdanto

Tahkoluoto Offshore Oy suunnittelee 400+110 kV voimajohtoa Porista Ulvilaan, Porin Tahkoluodon ja Fingrid Oyj:n Ulvilan sähköaseman välille. Hanke liittyy Tahkoluodon merituulipuiston laajennukseen, jonka liittäminen kantaverkkoon vaatii sähkönsiirtoyhteyksien parantamista Tahkoluodon ja Ulvilan välillä.

Hankkeen YVA:ssa on nollavaihtoehton lisäksi kaksi hankevaihtoehtoa. Hankevaihtoehdot liittyvät reittivaihtoehtoihin. VE1 Pohjoinen reitti on uusi noin 42 km pituinen 400+110 kV voimajohto Tahkoluodosta Ulvilaan. Reitti kulkee Lampaluodon, Porin saaristotien, Ämttöön, Puodan ja Kellahten kautta. Välillä Kellahti-Ulvila VE1 kulkee samaa reittiä olemassa olevan 400 kV voimajohdon rinnalla. VE2 Eteläinen reitti on uusi noin 38 km pituinen 400+110 kV voimajohto Tahkoluodosta Ulvilaan olemassa olevan 400 kV voimajohdon rinnalla. Reitti kulkee Lampaluodosta Kolpanlahden pohjoisosan halki Skuutviikiin ja edelleen Kellahteen ja siitä Ulvilaan (**Kuva 1-1, Kuva 1-2 ja Kuva 1-3**).

Tässä raportissa on esitelty vesistömallinnuksen skenaariot, niiden tulokset sekä arvioitu hankkeen vesistövaikutuksia Kokemäenjoen edustan merialueella (Kokemäenjoen suulta Baablinginlahdelle). Kokemäenjoella ja sen tuomalla kiintoaine-, humus- ja ravinnekuormalla on merkittävä vaikutus tarkasteltavan alueen vedenlaatuun ja sen ajalliseen vaihteluun (**Kuva 1-4 ja Kuva 1-5**).



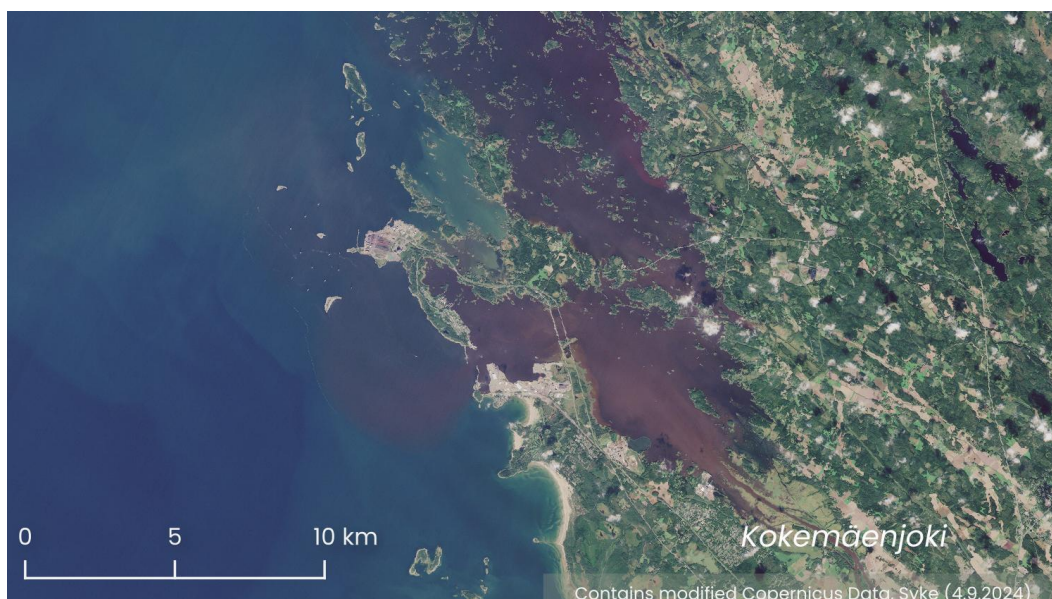
Kuva 1-1 Tahkoluoto-Ulvila voimajohdon pääasialliset linjausvaihtoehdot Pihlavanlahdella. Linjausvaihtoehto VE1 on esitetty vihreällä viivalla ja linjausvaihtoehto VE2 punaisella viivalla. Voimajohtopylväiden alustavat sijainnit on esitetty mustilla pisteillä.



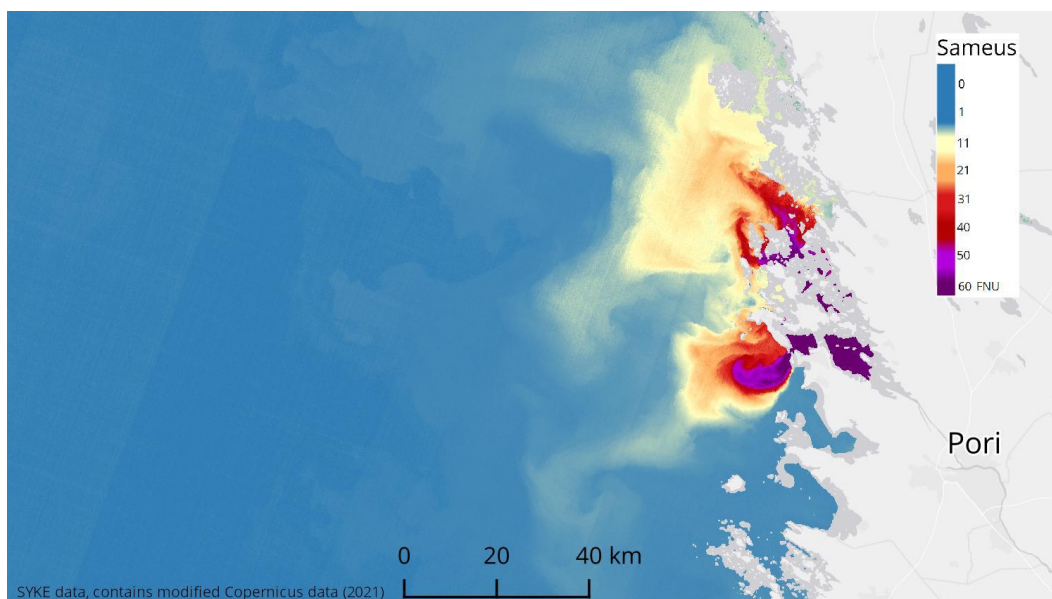
Kuva 1-2 Linjausvaihtoehdon VE1 mukaisten voimajohdon (vihreä viiva) ja voimajohtopylväiden alustavat sijainnit (mustat pisteet) Pohjaselän alueella. Vihreä katkoviiva kuvaa vaihtoehtoisia paikallisia linjauksia. Linjaus tarkentuu jatkosuunnittelun yhteydessä.



Kuva 1-3 Linjausvaihtoehdon VE2 mukaiset voimajohdon (punainen viiva) ja voimajohtopylväiden alustavat sijainnit (mustat pisteet) Kolpanlahden alueella.



Kuva 1-4 Kokemäenjoen tuoma humuspitoinen vesi värjää rannikon veden punertavaksi. Satelliittikuva 4.9.2024, aineisto: SYKE Tarkka- palvelu.



Kuva 1-5 Kokemäenjoki tuo rannikolle etenkin keväisin sameaa ja kiintoainepitoisia sulamisvesiä. Satelliittikuva 18.4.2021, aineisto: SYKE Tarkka-palvelu.

2 Vesistömallinnus ympäristövaikutusten arvioinnissa

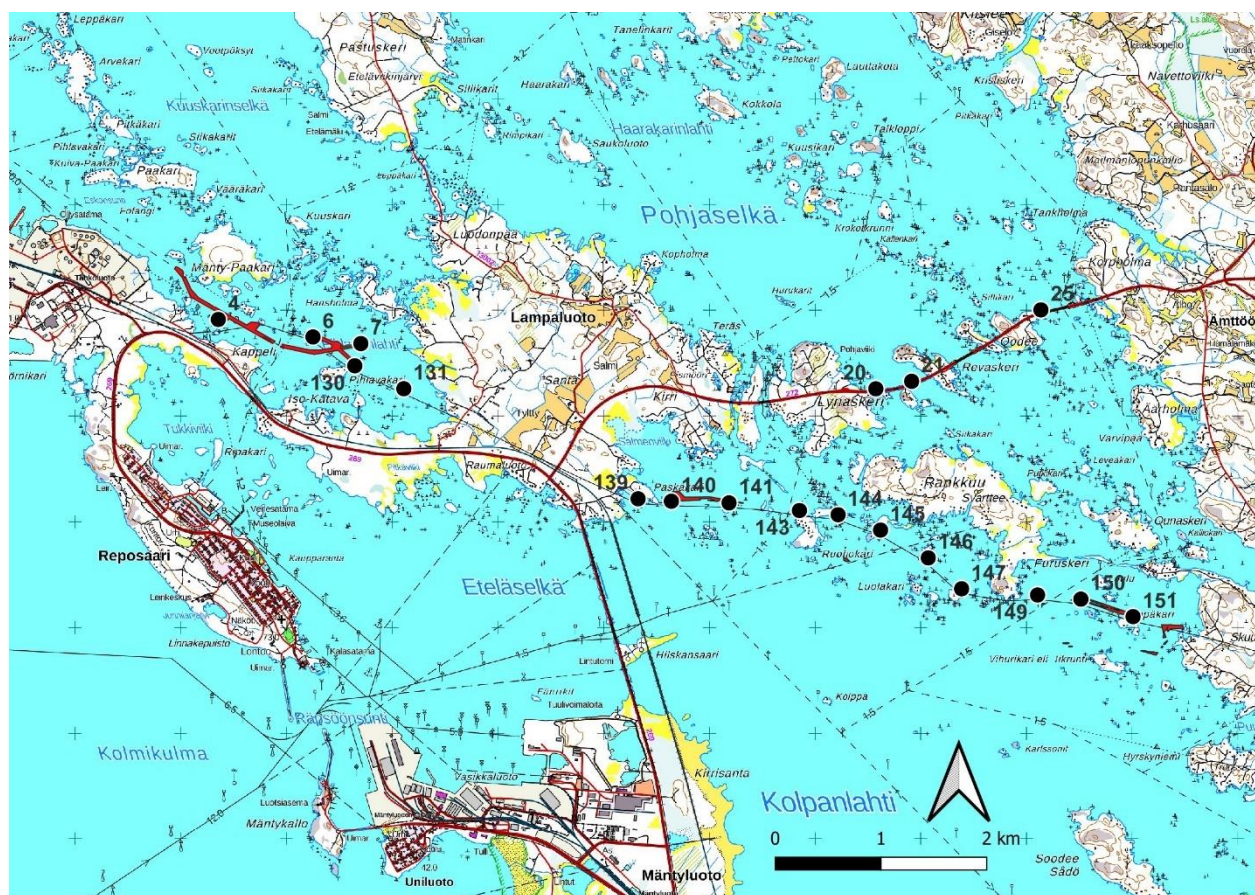
Mallilla tarkoitetaan jonkin systeemin toiminnan matemaattista kuvausta. Luonto on monimutkainen kokonaisuus, jonka yksityiskohtainen mallintaminen kokonaisuutena on usein mahdotonta. Ympäristöä mallintaessa tarvitaan siis yksinkertaistusta todellisesta ilmiöstä. Mallin tavoitteena on kuvata systeemin käyttäytyminen riittävällä tarkkuudella jonkin tavoitteen suhteen, jolloin systeemin käyttäytymistä voidaan arvioida reaalisysteemin sijaan laskennallisesti. Mallinnus mahdollistaa myös skenaariotarkastelut nykyhetken sijaan useilla vaihtoehtoisille tilanteille. Kun kyseessä on toiminnan vesistövaikutusten arviointi, on vesistöä

kuvaavan mallin käyttö usein ainut tapa arvioida ympäristövaikutuksia etukäteen sekä vertailla hankkeiden erilaisia toteutusvaihtoehtoja. (Puntila-Dodd ym. 2022)

Vesistövaikutusten arvioinnissa yhdistettyjä virtaus- ja vedenlaatumalleja on käytetty Suomessa jo 90-luvulta lähtien. Vesistöjen mallinnus onkin tätä nykyä tasolla, jossa vähintään virtaamat ja yksittäisen päästön leviäminen on mahdollista laskea varsin luotettavasti sekä sisävesistöissä että rannikkoalueilla. Suomessa malleja on käytetty ympäristövaikutusten arvioinnin tukena ja niitä tarvitaan myös merialuesuunnittelussa sekä erilaisten suojelualueiden ja toimintojen yhteen sovittamisessa. Ympäristöluvituksessa mallien avulla voidaan arvioida yksittäisen hankkeen ja sen toteutusvaihtoehtojen vaikutuksia ja ympäristön tilaan liittyviä syy-seuraussuhteita. Lisäksi mallinnusta voidaan käyttää osana jälkivalvontaa. (Puntila-Dodd ym. 2022)

3 Vaikutusmekanismit

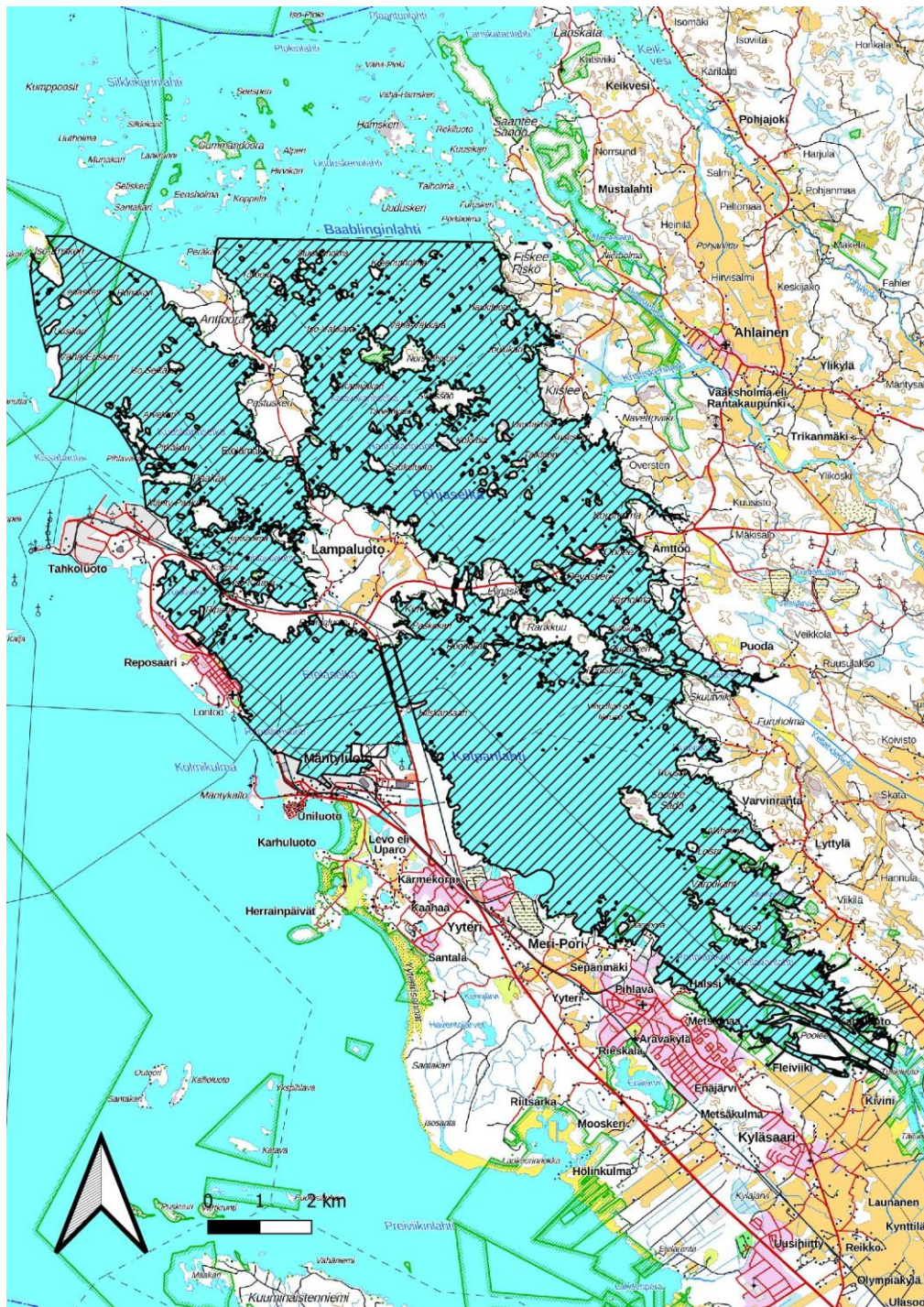
Suunniteltu hanke vaikuttaa lähialueen vesistöön rakentamisen aikana, kun sähkönsiirtopylville tehdään vedenalaisia perustuksia. Kohteesta riippuen perustusten teko edellyttää ruoppausta ja/tai täyttöä. Vesistövaikutuksia aiheuttavat myös väylien ruoppaukset, joita tehdään sähkönsiirtopylväiden perustuspaikkojen läheisyyteen (**Kuva 3-1**).



Kuva 3-1 Tahkoluodon sähkönsiirron suunnitellut pylväspaikat (mustat pisteet) ja ruoppausalueet (punaiset alueet).

4 Mallinnusalue

Tämän työn mallinnusalue käsitti vesialueen Kokemäenjoen suulta Baablinginlahdelle (**Kuva 4-1**). Länsiosastaan alue rajautui Mäntyluotoon ja Tahkoluotoon (**Kuva 4-1**). Sähkönsiirtolinjat kulkevat vaihtoehtoisissa VE1 ja VE2 mallinnusalueen halki. Ruoppausten ja täyttöjen vesistövaikutukset arvioitiin saatavan katettua tällä aluerajauksella.



Kuva 4-1 Mallinnusalue Kokemäenjoen edustalla.

5 Laskentamalli

Tässä raportissa on tarkasteltu kiintoainepitoisten vesien sekoittumista ruoppaus- ja/tai täyttökohteiden lähialueella virtausmallia käyttäen. Mallilaskennat suoritettiin Delft 3D-laskentamallilla, joka perustuu hydrostaattisten 3D-virtausyhtälöiden ratkaisemiseen differenssimenetelmällä. Mallihila koostui neliskulmaisista (koko 50*50 m) laskentaelementeistä. 3D-mallinnuksessa kiintoaineen leviäminen ja pitoisuudet laskettiin eri vesikerroksissa. Syvyys suunnassa käytettiin ns. sigma-koordinaatistoa, jossa laskentakerrosten lukumäärä on sama kaikkialla – toisin sanoen matalilla alueilla kerrosten paksuus on pienempi kuin syvissä osissa aluetta. Laskenta tehtiin viidellä vertikaalikerroksella. Käytetty laskentamalli soveltuu hyvin Suomen vesistöjen kuvaamiseen, ja sitä on käytetty lukuisissa vastaavanlaisissa tilanteissa (mm. Pöyry Finland Oy 2016).

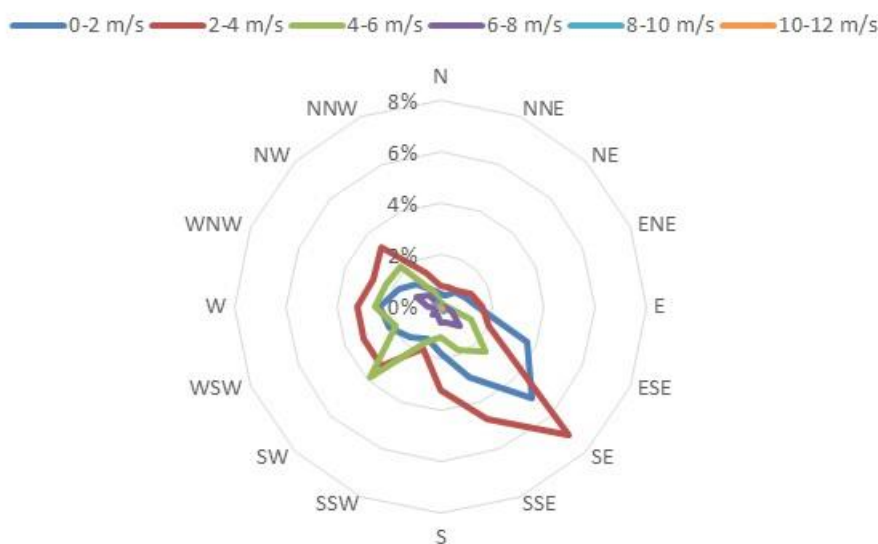
Mallilaskennassa veteen vaikuttavista voimista huomioitiin tuulen aiheuttama sekoittuminen, ilmanpaineen vaikutus sekä Kokemäenjoen virtaamat. Virtaukset laskettiin dynaamisesti, ts. säähistoriasta valittiin nykytilaa edustava ajanjakso (touko-lokakuu 2024), joita simuloitiin mallilaskennan avulla käyttämällä mitattuja säätietoja ja reuna-arvoja (esim. jokivirtaamat ja meriveden korkeudet). Laskennan lopputuloksena saatiin valitun simulointijaksojen ajalta jokaiselle mallihilan hilaruudulle virtausarvo valitulla aikatarkkuudella (12 h välein). Virtausmallia hyödynnettiin vedenlaadun tarkastelussa, jossa ruoppausalueiden arvioitu rakennusaikainen vesistökuormitus syötettiin malliin. Arviot työn kestosta ja siirrettävien maamassojen määrästä saatiin työn tilaajalta (ks. kappale 5.3).

Ruoppausten osalta kiintoainekuormituksena käytettiin arviota 25 kg karannutta sedimenttiä/ruopattava kuutiometri sedimenttiä (Riipi 1997). Em. luku kuvaa pienen kauharuoppaajan keskimääräistä vesistökuormaa ruopattuun sedimenttimäärään nähden. Kulkeutumismatka eli sameuden kesto riippuu aineksen laskeutumisnopeudesta, johon vaikuttaa partikkelin koko. Mitä karkeampaa aines on, sen nopeampaa on laskeutuminen ja päinvastoin. Hiesua suurijakoisempi aines vajoaa nopeasti pohjaan, eikä kulkeudu merkittäviä matkoja. Hiekka ja hieta vajoavat käytännössä välittömästi ruoppausalueelle tai sen läheisyyteen. Ruoppausalueilta ei ole täsmällistä tietoa pohjanlaadusta ja hienojakoisen aineksen osuudesta, mutta Kokemäenjoen suulla kuiva-aineen osuus vaihteli välillä 45-82 % (AFRY Finland Oy 2024). Pohjanlaatu vaihtelee alueellisesti, joten tässä työssä käytettiin hienojakoisen aineksen osuutena 50 %, jota on käytetty vastaavissa töissä aiemminkin (Pöyry Finland Oy 2016). Hieta laskeutuu yleensä nopeudella 0,88 cm/s ja hiekka 14,5 cm/s eli vain hiesu voi aiheuttaa laajempia samennusvaikutuksia ruoppausalueen ulkopuolella (Pöyry Finland Oy 2016). Näin ollen mallinnus on tehty ainoastaan hiesulle ja sitä hienojakoisemmalle ainekselle. Veteen joutuvan hienojakoisen aineen vajoamisnopeutena käytettiin 1 m/d (Pöyry Finland Oy 2016). Nopeus vastaa teoreettisesti sedimenttipartikkelin halkaisijaa 0,006 mm (6 µm) eli hiesun keskijakeita (hieno/karkea hiesu).

Mallinnuksessa ruoppausten aiheuttama vesistökuorma jaettiin tasaisesti peräkkäisille päiville alkaen 1.5.2024. Ruoppausnopeudeksi määriteltiin 500 m³ktr/d. Päiväkohtainen teoreettinen vesistökuormitus oli siten 25 kg/m³ktr * 500 m³ktr/d = 13 500 kg/d. Tästä vähennettiin 50 %, eli työalueella pohjaan takaisin laskeutuva hiekka ja hieta, jolloin päiväkohtainen vesistökuormitus oli 6750 kg kiintoainetta. Pihlavanlahden ruoppausten kesto oli em. ruoppausnopeudella yhteensä 94 d, Pohjaselän 16 d ja Kolpanlahden 92 d.

5.1 Olosuhdetiedot

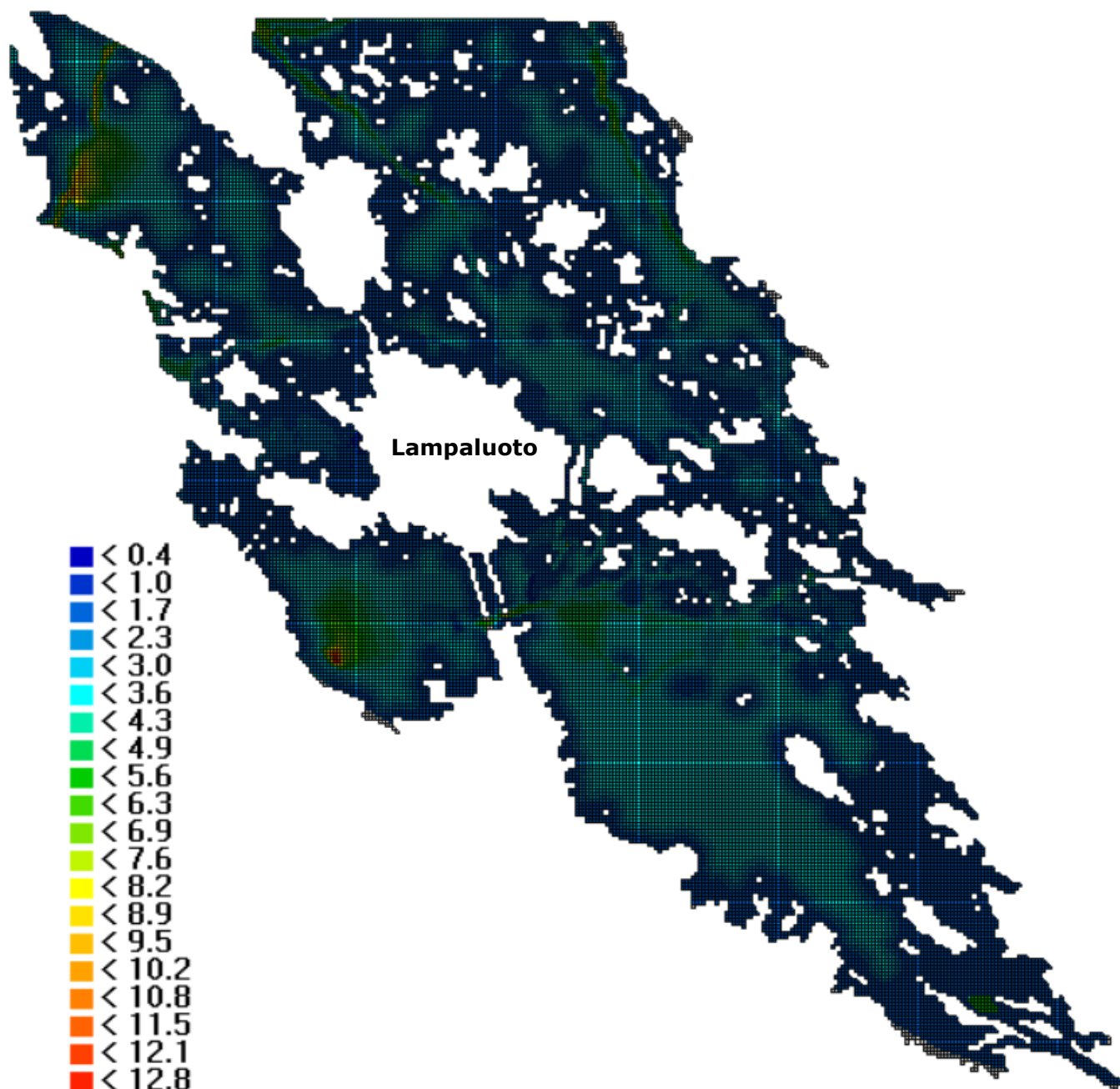
Sääaineisto poimittiin Porin lentoaseman säähavainnoista (Ilmatieteenlaitos 2024). Touko-lokakuun 2024 keskilämpötila Porin havaintoasemalla oli 14,1 °C (minimi: -1,2 °C, maksimi: 29,9 °C). Keskimääräinen tuulen nopeus oli 3,2 m/s, ja vallitseva tuulen suunta oli kaakko (**Kuva 5-1**). Tarkastelujakson tyypillinen tuulen suunta oli alueen vallitsevaan tuulen suuntaan (lounas-länsi) nähden poikkeuksellinen. Virtausmalliin syötettiin myös Kokemäenjoen vuorokausitason keskivirtaamat ja veden keskilämpötilat samalta ajanjaksolta (touko-lokakuu). Tiedot poimittiin vesistömallijärjestelmästä, Vemala (Suomen ympäristökeskus 2024). Lähtötilanteessa (1.5.2024) meriveden lämpötilan oletettiin olevan yhtä lämmintä kuin jokiveden. Mallissa meriveden korkeuksina käytettiin Tahkoluodon mittauspisteen havaintoja (Ilmatieteenlaitos 2024).



Kuva 5-1 Porin lentoaseman säähavaintoasemalla mitattu tuulen nopeus (m/s) ja tuulen suunta touko-lokakuussa 2024.

5.2 Mallihila

Mallilaskentaa varten alueelle laadittiin mallihila saatavilla olleita rantaviiva- ja syvyystietoja käyttäen. Rantaviivana käytettiin MML:n kartta-aineistoa (Maanmittauslaitos 2024). Syvyystiedot ovat Liikenneviraston ylläpitämästä syvyysaineistosta (Väylävirasto 2024) sekä tilaajan toimittamista luotaustiedoista. Julkiset syvyysaineistot olivat puutteellisia Kokemäenjoen edustan osalta ja tilaajan toimittamat luotausaineistokin kattoi vain suhteellisen pienen alan. Niinpä puuttuvilta osin mallinnusalueen syvyydeksi asetettiin 100 metrin etäisyydellä mantereesta ja saarten rannoista 1,5 m. Vastaavasti 300 metrin etäisyydellä rannasta syvyydeksi asetettiin 3 m. Kolpanlahdelta on olemassa jonkin verran yksittäisiä syvyysmittauspisteitä, joiden keskisyyvyys on n. 2,1 m. Tämän perusteella em. 100 m ja 300 m etäisyyksiä vastaavien syvyysvyöhykkeiden arvioitiin kuvaavan riittävällä tarkkuudella mallinnusalueen syvyyksiä. Mallinnusohjelmalla yhdistettiin saatavilla oleva syvyysaineisto ja muodostettiin interpoloimalla mallinnusalueen syvyysprofiili (**Kuva 5-2**). Mallinnusalueen maksimisyvyys oli vajaa 13 m Mäntyluodon kupeessa.



Kuva 5-2 Mallihila ja mallinnusalueen syvyysprofiili (m).

5.3 Tarkasteltavat skenaariot

Tässä työssä ruoppausten aiheuttamaa vesistökuormaa tarkasteltiin eri skenaarioiden avulla, jotka olivat nykytila ja YVA:n mukaiset vaihtoehdot VE1 ja VE2.

Alue- ja skenaariokohtaiset ruoppausmäärät olivat:

- VE1/VE2: **Pihlavanlahti** yhteensä 47 000 m³ktr (= väylät 33 000 + 8 000 + perustuspaikat 6 000 m³ktr)
- VE1: **Pohjaselkä** (pengertien pohjoispuolen perustuspaikat) 8 000 m³ktr

- VE2: **Kolpanlahti** yhteensä 46 000 m³ktr (= väylät 30 000 + perustuspaikat 16 000 m³ktr)
- Skenaarioon VE2 liittyen tarkasteltiin vielä erikseen **Pihlavanlahdelle** suunniteltujen pengerteiden vaikutuksia alueen virtausoloihin

Mallinnuksessa Pihlavanlahdelle sijoittuvat ruoppaustyöt käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena ja vastaavasti Pohjaselän ja Kolpanlahden ruoppaustyöt omina kokonaisuuksinaan. Mallinnuksessa Pihlavanlahden ja Kolpanlahden osa-alueiden ruoppaustyöt alkoivat 1.5.2024 ja eteni päivävuuhdilla 500 m³ktr, kunnes em. ruoppausmäärät tulivat täyteen. Toisin sanoen ruoppaustöissä ei ollut välipäiviä, päivävuhti oli vakioitu ja työt etenivät molemmilla osa-alueilla samanaikaisesti.

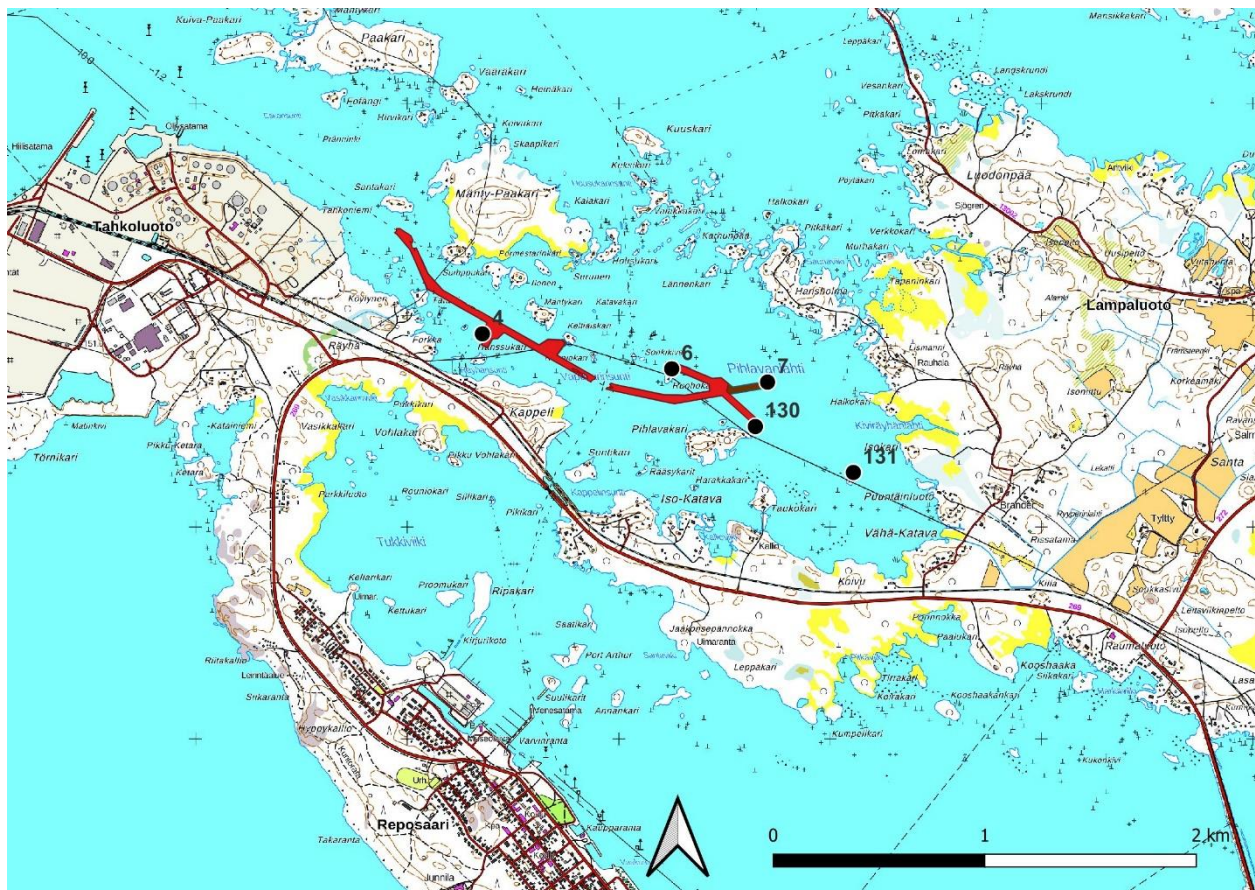
6 Tulokset

6.1 VE1/VE2: Pihlavanlahden väylien ja perustuspaikkojen ruoppaukset

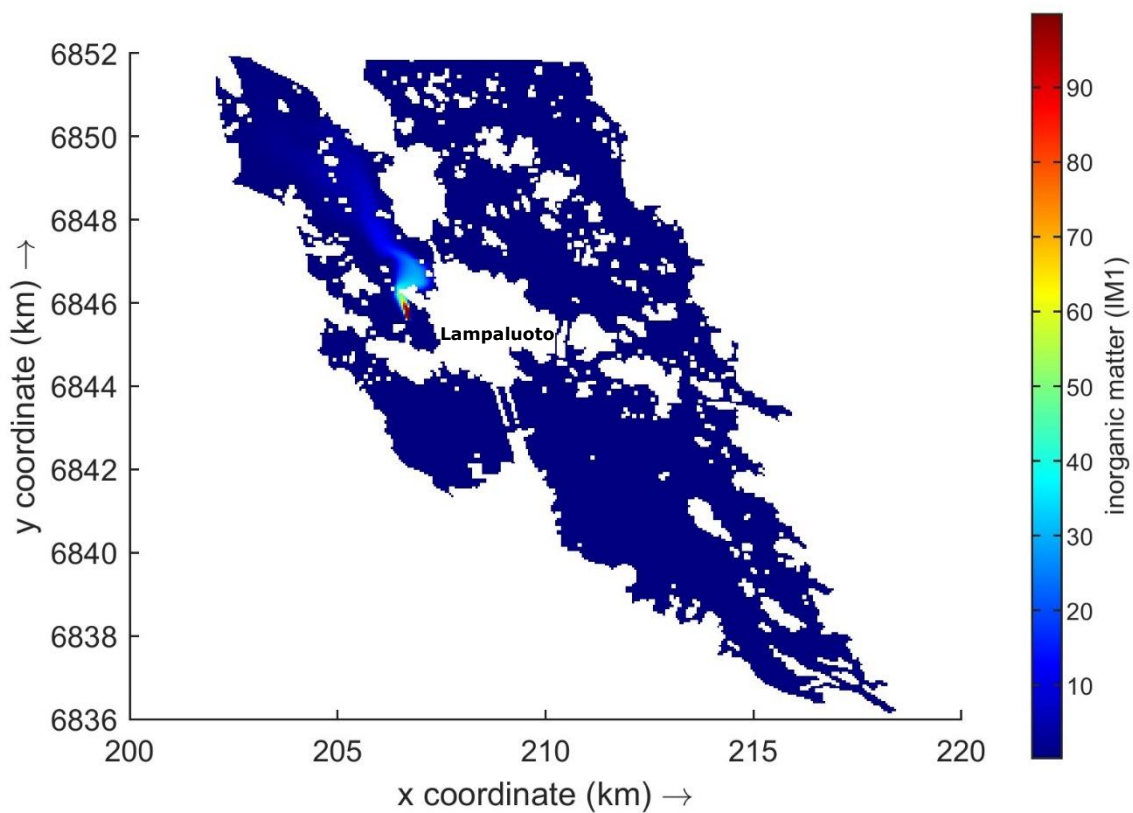
Pihlavanlahdelle suunniteltujen meriperusteisten pylväiden ja niiden läheisyyteen suunniteltujen ruoppausväylien (**Kuva 6-1**) työnaikaista samentumaa ja sen leviämistä simuloitiin vedenlaatumallin avulla. Kiintoaineen määrä kuvaa vedessä olevaa hiukasmaista ainesta. Veden kiintoainepitoisuutta lisäävät maa-alueilta tapahtuva huuhtouma ja mm. leväbiomassa, minkä vuoksi kiintoainetta on yleensä eniten avovesikautena pinnassa ja myös syvänteissä. Kirkkaan veden kiintoainepitoisuus on alle 1 mg/l. Silmin havaittavan lievän samennuksen rajana on yleensä käytetty kiintoainepitoisuutta 10 mg/l. Pitoisuudet >20 mg/l kuvaavat selvästi samentunutta vettä. Voimakkaassa samentumisessa pitoisuudet ovat > 100 mg/l. Mallinnusalueen vedenlaatuun vaikuttaa Kokemäenjoen virtaamat ja ainepitoisuudet. Jokisuisto on melko matala, joten lahden vedenlaatu heijastelee sameamman jokiveden ja ulompaa mereltä työntyvän kirkkaamman meriveden sekoitusta, kulloinkin vallitsevien virtausten mukaan.

Kokemäenjoen vuosien 2020-2024 tarkkailutulosten perusteella keskimääräinen kiintoainepitoisuus on ollut n. 13 mg/l, joten mallinnusalueen vedenlaatua voidaan tämän perusteella arvioida taustapitoisuuksiltaan lievästi tai kohtalaisesti samentuneeksi. Ajallinen vaihtelu on suurta, ja etenkin keväällä sulamisvesien aikaan ja rankkasateiden vaikutuksesta jokivesi nostaa mallinnusalueen sameustason korkeaksi (**Kuva 1-5**). Sameusarvo kuvaa nimensä mukaisesti vedessä esiintyvää sameutta. Sameuden yksikkönä käytetään yleensä FTU tai FNU (Formazin Turbidity Units/Formazin Nephelometric Units), jotka ovat käytännössä samaa tasoa. Sameutta mitataan tähän tarkoitukseen valmistetulla mittarilla. Kiintoaineen määrä kuvaa vedessä olevaa hiukasmaista ainesta. Määritys tehdään suodattamalla tietty vesimäärä tiheään kalvon läpi, joka kuivataan ja punnitaan. Tulos ilmoitetaan mg/l. Veden sameus ja kiintoainepitoisuus ovat yleensä vahvasti yhteydessä toisiinsa, mutta sameusarvot ovat tyypillisesti hieman korkeammat kuin vastaava kiintoainepitoisuus. Kokemäenjoen aineistossa (2020-2024) eroa ei keskimäärin kuitenkaan ollut, eli sameusarvot ja kiintoainepitoisuudet olivat keskimäärin yhtä suuria.

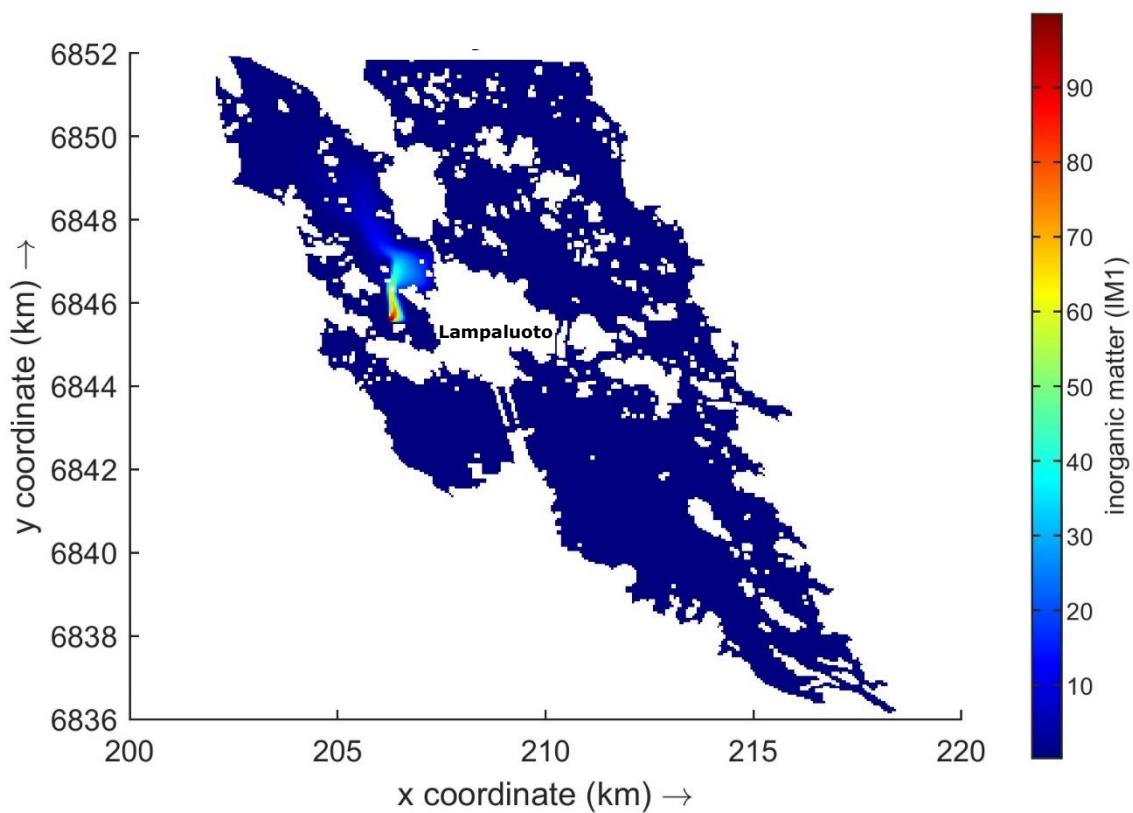
Pihlavanlahdella työnaikaisen samentuman leviäminen tapahtui Pihlavanlahdelta kohti pohjoista ja Kuuskarinselkää (**Kuva 6-2** ja **Kuva 6-3**). Voimakasta samentumaa (>100 mg/l) oli havaittavissa ruoppausalueiden tuntumassa, josta samentuma levisi ensin kapeana pilvenä. Laajempi sekoittuminen tapahtui lähinnä pohjoisempaa Kuuskarinselän puolella. Pihlavanlahden länsiosan ruoppausalueilta samentuman leviäminen tapahtui virtauksista riippuen Mänty-Paakari -saaren itä ja/tai länsipuolitse kohti pohjoista (**Kuva 6-4** ja **Kuva 6-5**).



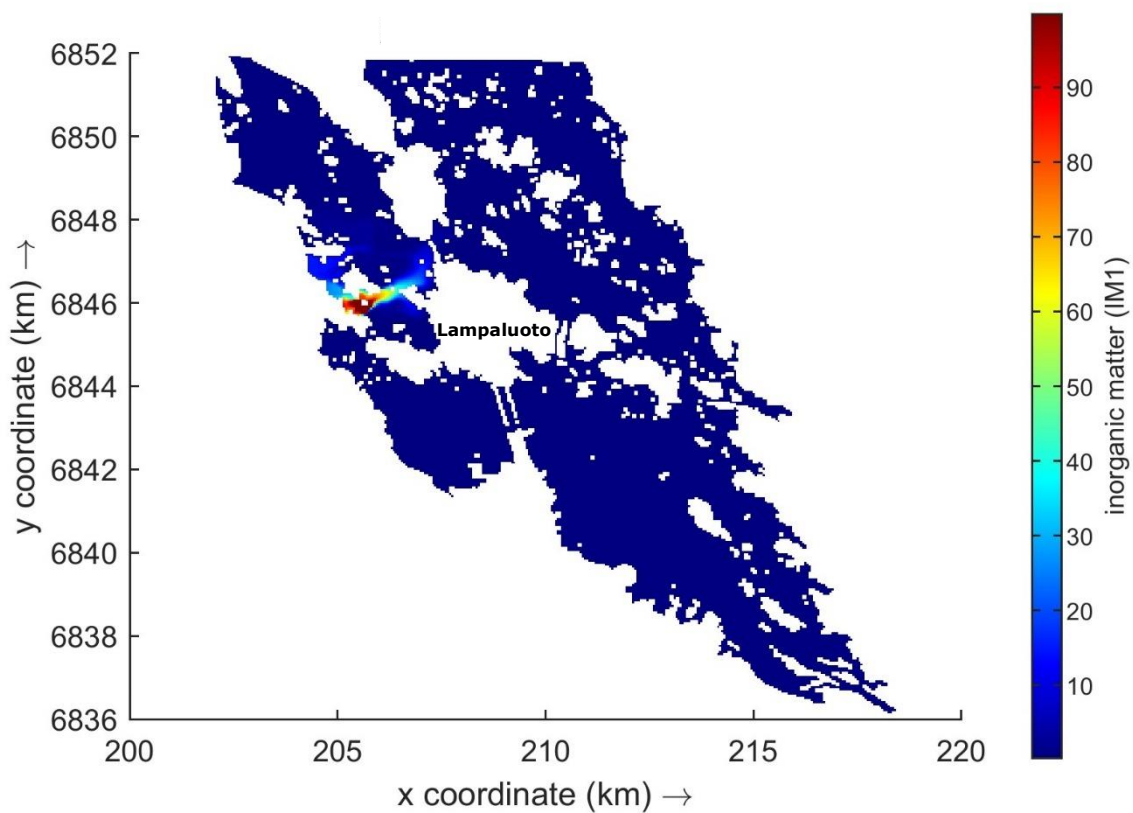
Kuva 6-1 Pihlavanlahdelle suunniteltujen ruoppausväylien sijainti (VE1+VE2) sekä meriperusteisten pylväiden (mustat pisteet) sijainti.



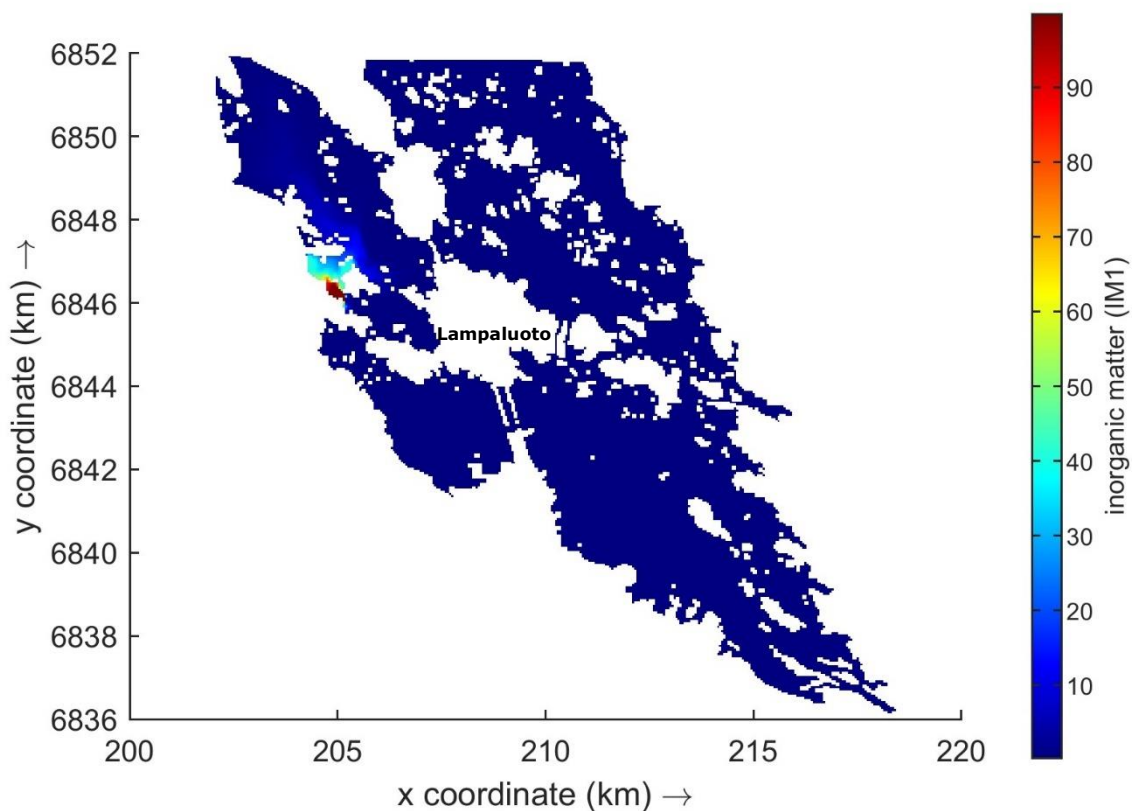
Kuva 6-2 Pihlavanlahdelle ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden länsiosasta päällysvedessä.



Kuva 6-3 Pihlavanlahdelle ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden keskiosasta päällysvedessä.



Kuva 6-4 Pihlavanlahdelle ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden länsiosasta päällysvedessä.



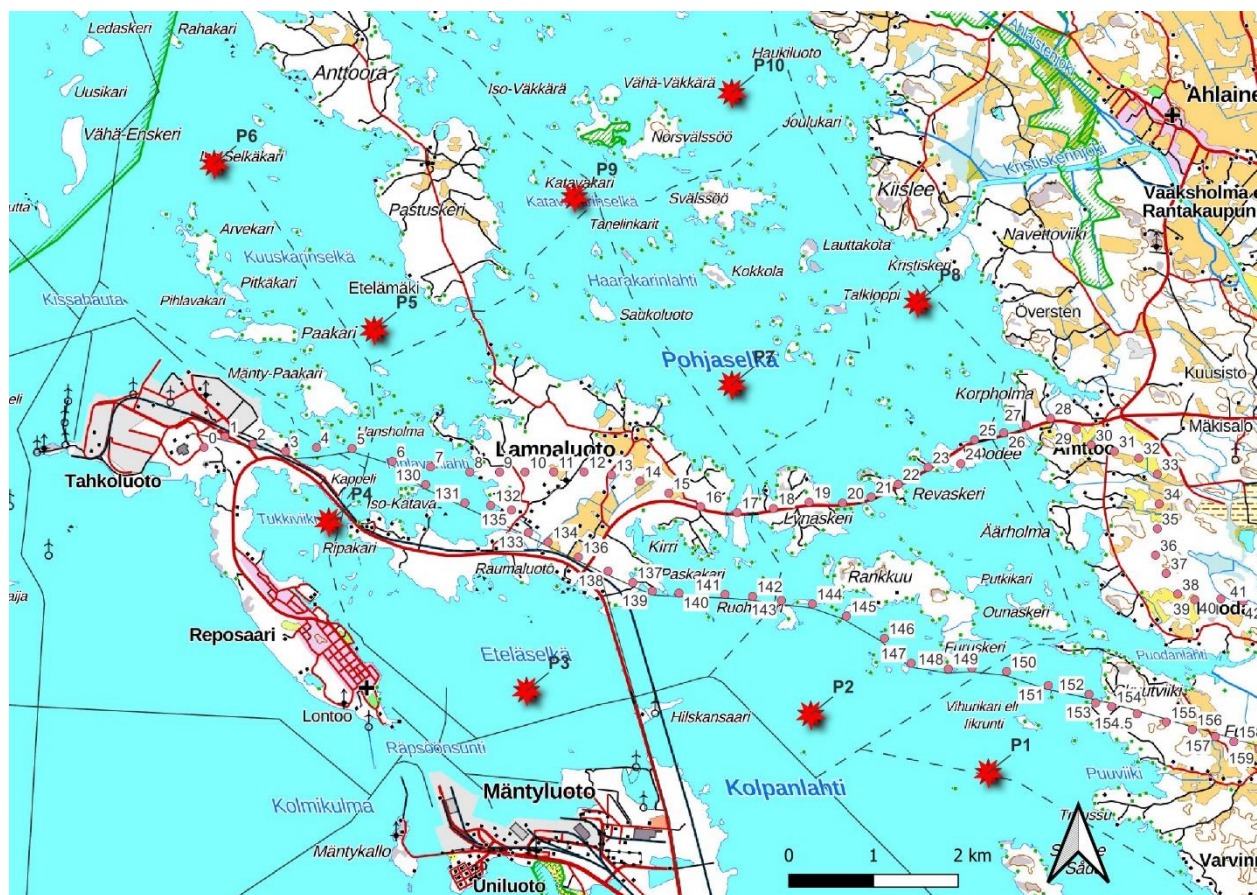
Kuva 6-5 Pihlavanlahdelle ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden länsiosasta päällysvedessä.

Pihlavanlahden ruoppaustöiden vaikutuksia tarkasteltiin mallinnusalueen eri osiin sijoitettujen kymmenen aikasarjapisteen avulla (**Kuva 6-6**). Pisteet sijoitettiin niin, että osa sijaitisi lähellä suunniteltuja ruoppausalueita ja osa kauempana, alueen vallitseva virtaussuunta huomioiden.

Pihlavanlahden ruoppausten sameusvaikutukset olivat aikasarjapisteillä havaittavissa lähinnä vain lahden pohjoispuolisilla pisteillä 5 ja 6 (**Taulukko 6-1**). Suurimmat kiintoainepitoisuuksien lisäykset havaittiin pisteeltä 5, noin 26 mg/l, mikä ilmensi selvästi silmin havaittavaa samentumaa. Alueen kiintoainepitoisuuden taustataso on n. 13 mg/l (keskipitoisuus). Virtaussuunnan ollessa lahdella pääosin kohti pohjoista ei eteläpuolisille pisteille 3 ja 4 päätynyt juuri lainkaan samennusta. Samentuman leviäminen Pohjaselän puolelle oli myös vähäistä, ja ajoittuu tilanteisiin, kun virtaukset kääntyivät Kuuskarinselältä itään (**Kuva 6-4**). Voimakkaan samentuman (n. 100 mg/l) alue ulottui Pihlavanlahdella tyypillisesti n. 500 m etäisyydelle virtaussuunnassa ruoppausalueesta.

Taulukko 6-1. Mallinnuksen aikasarjapisteiltä havaitut, ruoppausten aikaiset keskimääräiset ja maksimi kiintoainelisykset (mg/l) ja niiden osuus suhteessa alueen keskimääräiseen taustapitoisuuteen.

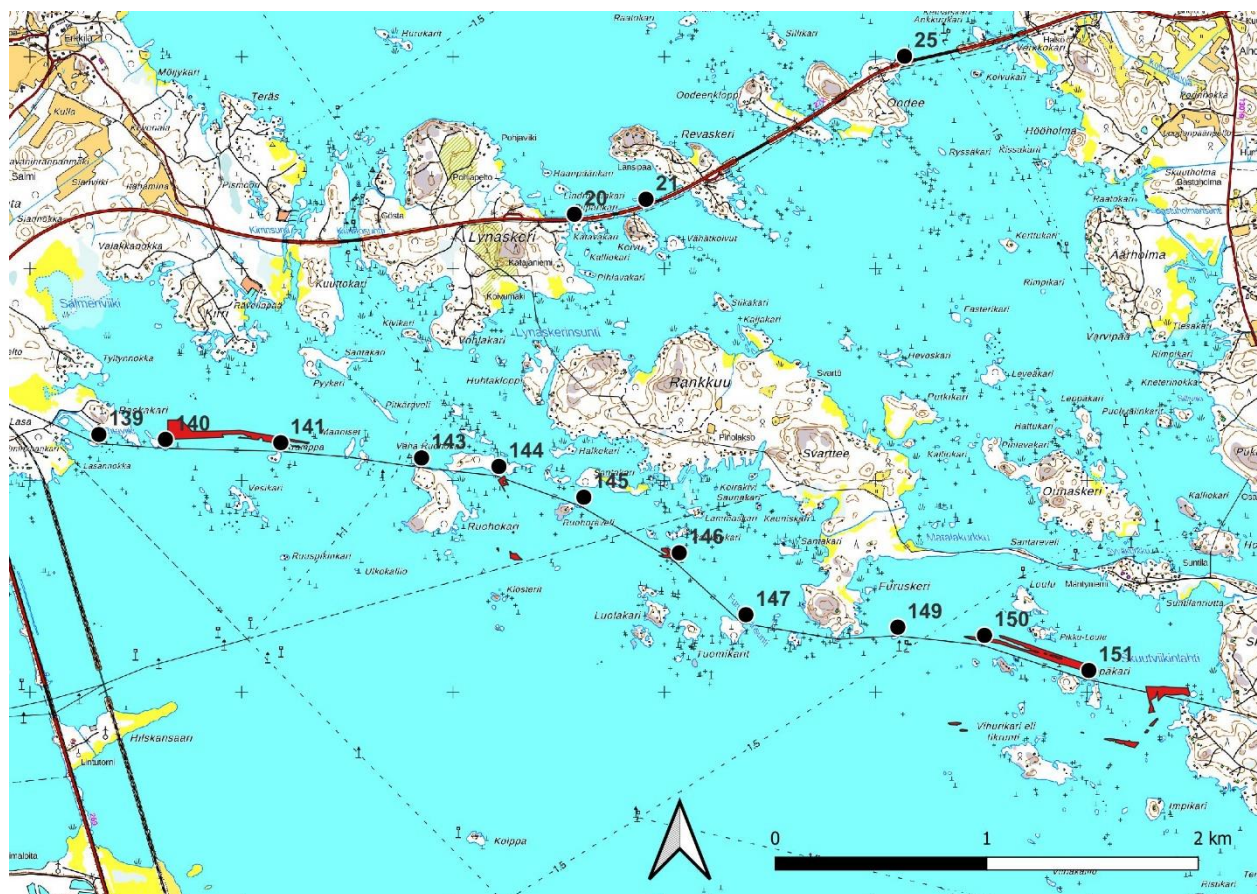
Kiintoaine, mg/l	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Keskiarvo	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Lisäys taustapitoisuuteen (%)	0	0	0	0	54	15	0	0	0	0
Max	0.0	0.0	0.0	0.1	26.1	4.8	0.0	0.0	0.1	0.0
Lisäys taustapitoisuuteen (%)	0	0	0	1	201	37	0	0	1	0



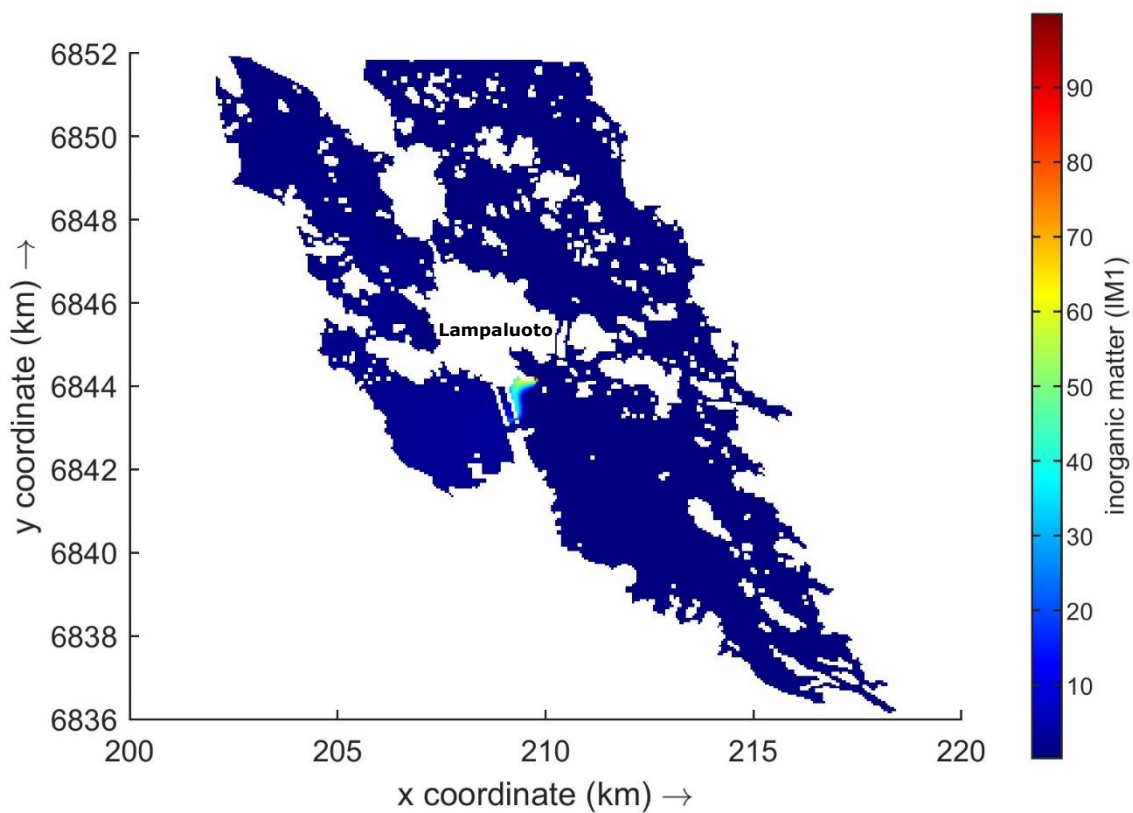
Kuva 6-6 Mallinnusalueelle sijoitetut vedenlaadun aikasarjapisteet 1-10.

6.2 VE2: Kolpanlahden väylien ja perustuspaikkojen ruoppaukset

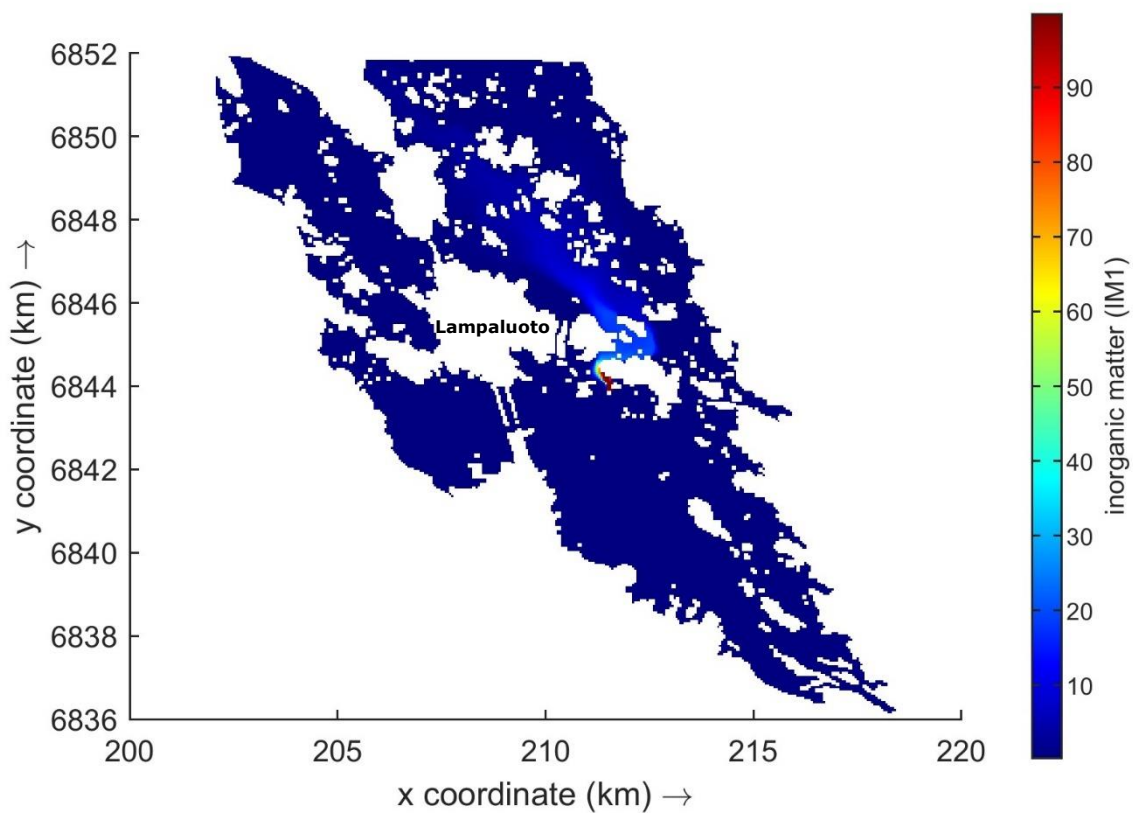
Kolpanlahdella suurimmat väyläruoppaukset sijoittuvat lahden luoteis- ja koillisosiin (**Kuva 6-7**). Työnaikaisen samentuman leviämisessä oli havaittavissa alueellisia eroja. Lahden luoteisrannan ruoppausalueilta leviäminen tapahtui kohti Eteläselkää (**Kuva 6-8**). Kolpanlahden pohjoisosan ruoppausalueilta samentuman leviäminen tapahtui Pihlavanlahden tavoin kohti pohjoista ja Haarakarinlahtea (**Kuva 6-9**). Myös Kolpanlahden koillisosan ruoppausalueilta samentuma levisi kohti pohjoista ja lähinnä rannikon tuntumassa (**Kuva 6-10**). Voimakasta samentumaa (>100 mg/l) oli havaittavissa ruoppausalueiden tuntumassa, joidenkin satojen metrien etäisyydellä virtaussuunnassa ruoppauskohdasta. Laajempi sekoittuminen tapahtui lähinnä pohjoisempaan, lähempänä Pohjaselkää.



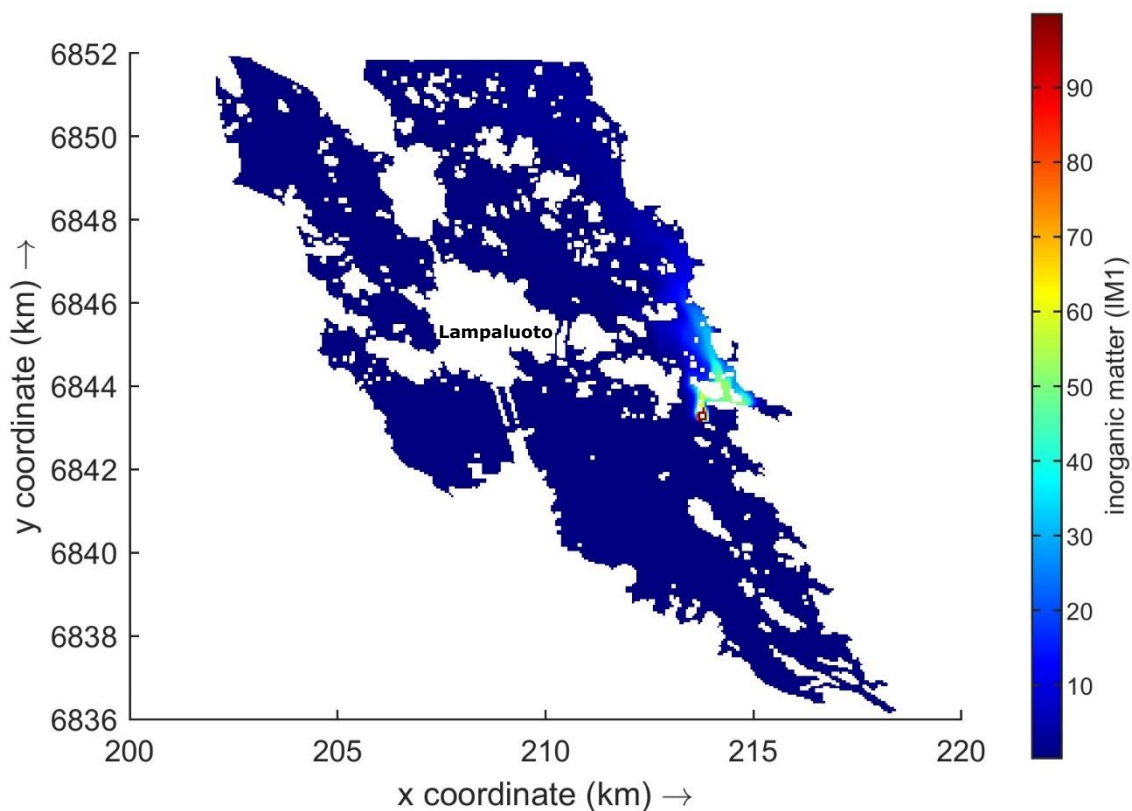
Kuva 6-7 Kolpanlahdelle ja Pohjaselälle suunniteltujen ruoppausväylien sijainti (VE2) sekä meriperusteisten pylväiden (mustat pisteet) sijainti.



Kuva 6-8 Kolpanlahden ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden luoteisosasta päällyksvedessä.



Kuva 6-9 Kolpanlahden ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden pohjoisosasta päällysvedessä.



Kuva 6-10 Kolpanlahden ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen lahden koillisosasta päällysvedessä.

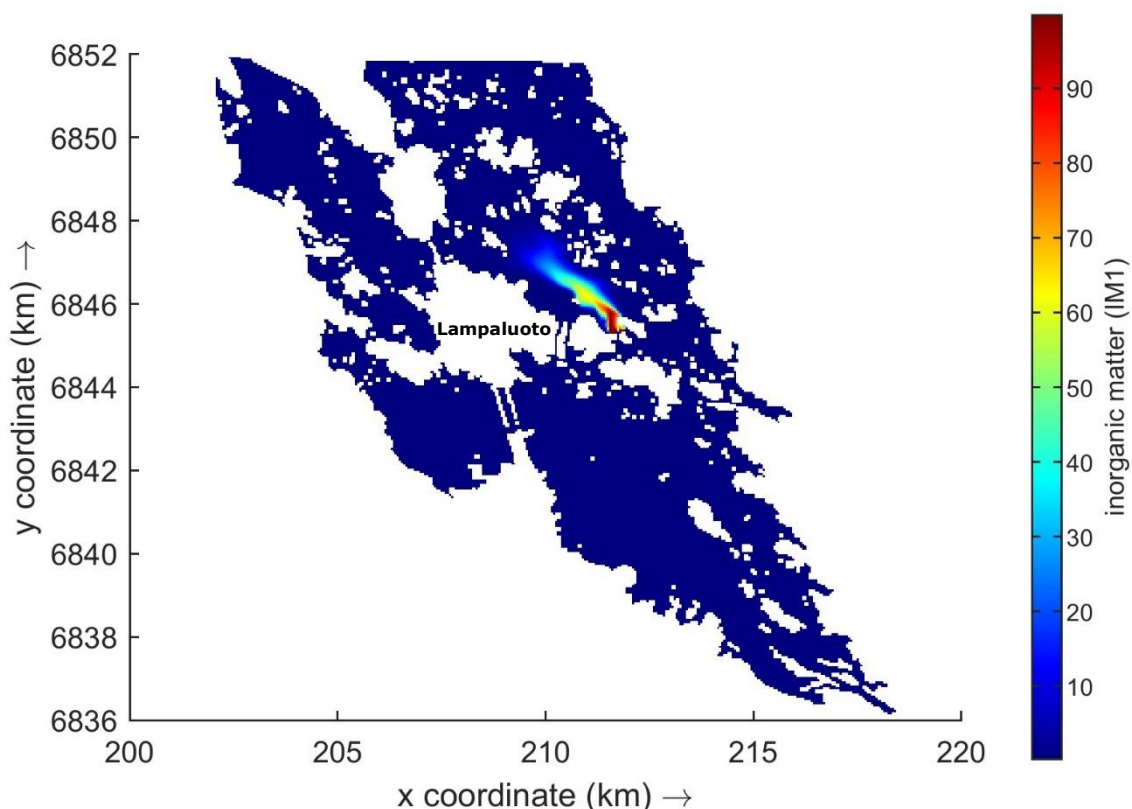
Kolpanlahden ruoppausten aikaiset sameusvaikutukset olivat havaittavissa aikasarjapisteillä (**Kuva 6-6**) lähinnä vain Pohjaselän pisteillä 7-10 (**Taulukko 6-2**). Tosin jonkin verran samentumaa oli havaittavissa myös lahden länsipuolella, pisteillä 3 ja 4. Keskimääräiset samentumat ilmensivät lievää samentumaa. Suurimmat kiintoainepitoisuuksien lisäykset havaittiin pisteeltä 7, noin 18 mg/l, mikä ilmensi selvästi silmin havaittavaa samentumaa. Virtaussuunnan ollessa lahdella pääosin kohti pohjoista ei lahden pisteille 1 ja 2 päätnyt juuri lainkaan samennusta, vaikka osa ruoppauskohteista sijaitsi melko lähellä näitä aikasarjapisteitä.

Taulukko 6-2. Mallinnuksen aikasarjapisteiltä havaitut, ruoppausten aikaiset keskimääräiset ja maksimi kiintoainelisykset (mg/l).

Kiintoaine, mg/l	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Keskiavo	0.0	0.0	1.1	0.6	0.4	0.2	1.4	4.1	0.7	1.8
Lisäys taustapitoisuuteen (%)	0	0	8	5	3	2	11	32	6	14
Maksimi	0.2	0.0	6.0	3.0	1.5	1.0	17.8	11.8	8.2	4.8
Lisäys taustapitoisuuteen (%)	1	0	46	23	11	7	137	91	63	37

6.3 VE1: Pohjaselän perustuspaikkojen ruoppaukset

Pohjaselän osalta hankkeessa on suunniteltu vain meriperusteisten sähkönsiirtopylväiden ruoppauksia (**Kuva 6-7**). Kolpanlahden ruoppausalueiden tavoin samentuma levisi pääosin kohti pohjoista (**Kuva 6-11** ja **Kuva 6-12**).

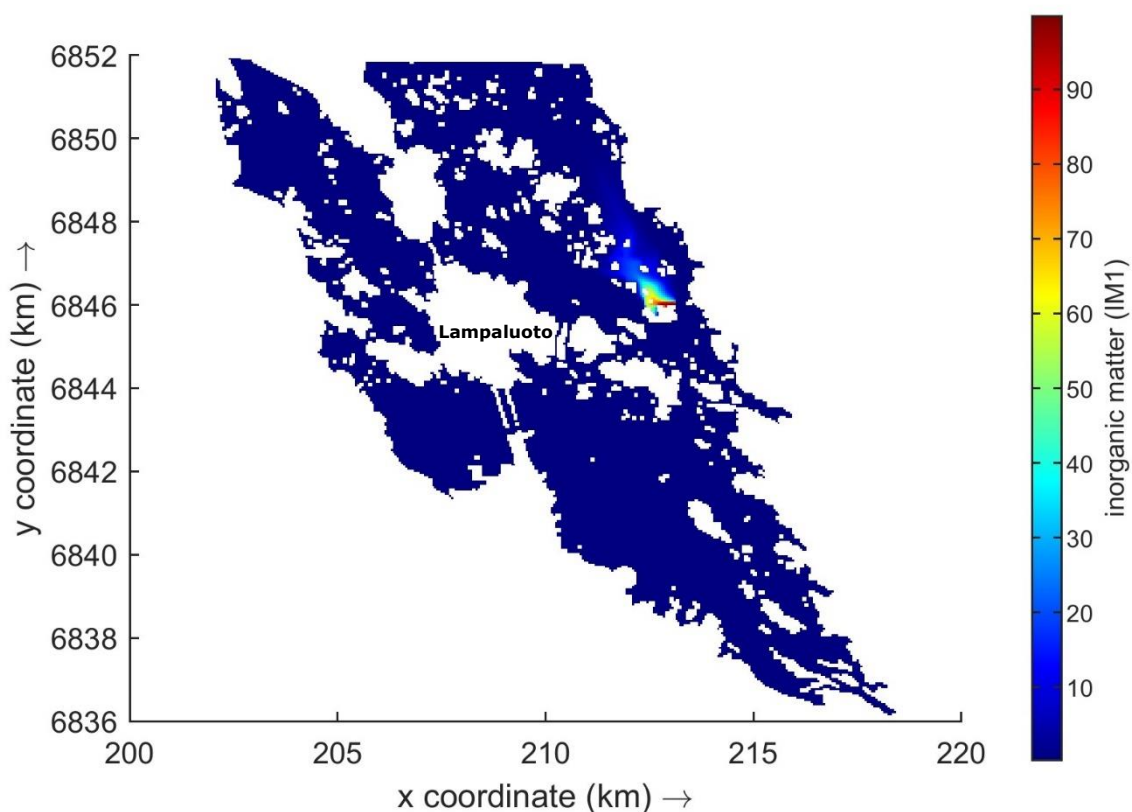


Kuva 6-11 Pohjaselän perustuspaikkojen ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen päällysvedessä.

Pohjaselän ruoppausten aikaiset sameusvaikutukset olivat havaittavissa mallinnuksen aikasarjapisteillä (**Kuva 6-6**) lähinnä vain Pohjaselän pisteillä 7, 9 ja 10 (**Taulukko 6-3**). Lievää samentumaa oli havaittavissa myös Pohjaselän itäosassa, pisteellä 8. Suurimmat aikasarjapisteiltä havaitut keskimääräiset samentumat ilmensivät vain lievää samentumaa. Suurimmat kiintoainepitoisuuksien lisäykset havaittiin jälleen pisteeltä 7, noin 37 mg/l, mikä ilmensi melko voimakasta samentumaa. Voimakasta samentumaa (50-100 mg/l) oli havaittavissa virtaussuunnassa n. 1 km:n etäisyydellä ruoppauskohteelta. Virtaussuunnan ollessa lahdella pääosin kohti pohjoista ei eteläosan pisteille 1 ja 2 taikka Kuuskarinselälle päätynyt juuri lainkaan samennusta.

Taulukko 6-3. Mallinnuksen aikasarjapisteiltä havaitut, ruoppausten aikaiset keskimääräiset ja maksimi kiintoainelisykset (mg/l).

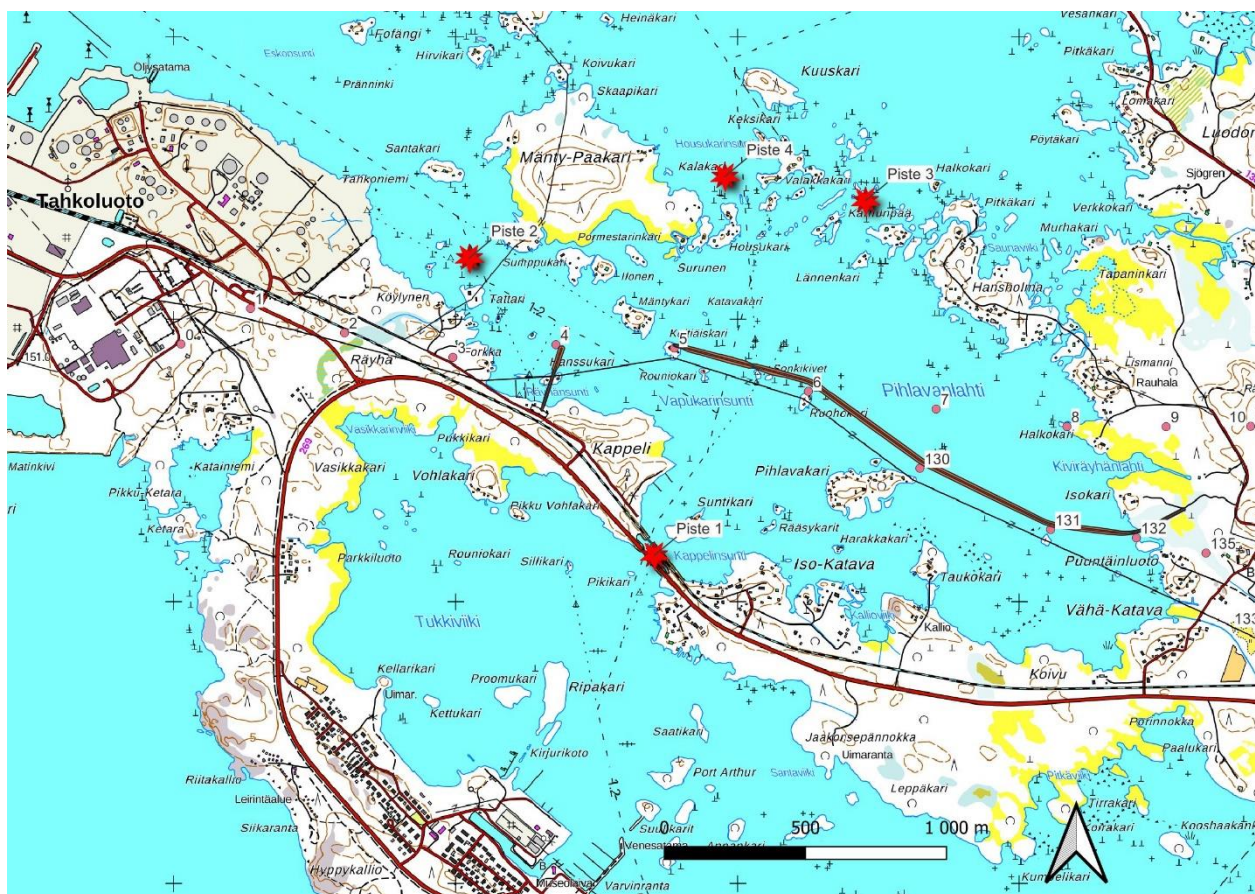
Kiintoaine, mg/l	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Keskiarvo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	6.5	0.6	3.3	0.9
Lisäys taustapitoisuuteen (%)	0	0	0	0	1	0	50	5	25	7
Max	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	37.3	4.0	13.6	2.7
Lisäys taustapitoisuuteen (%)	0	0	0	0	3	0	287	31	104	21



Kuva 6-12 Pohjaselän ruoppausten työnaikaisen samentuman (kiintoaine, mg/l) leviäminen päällysvedessä.

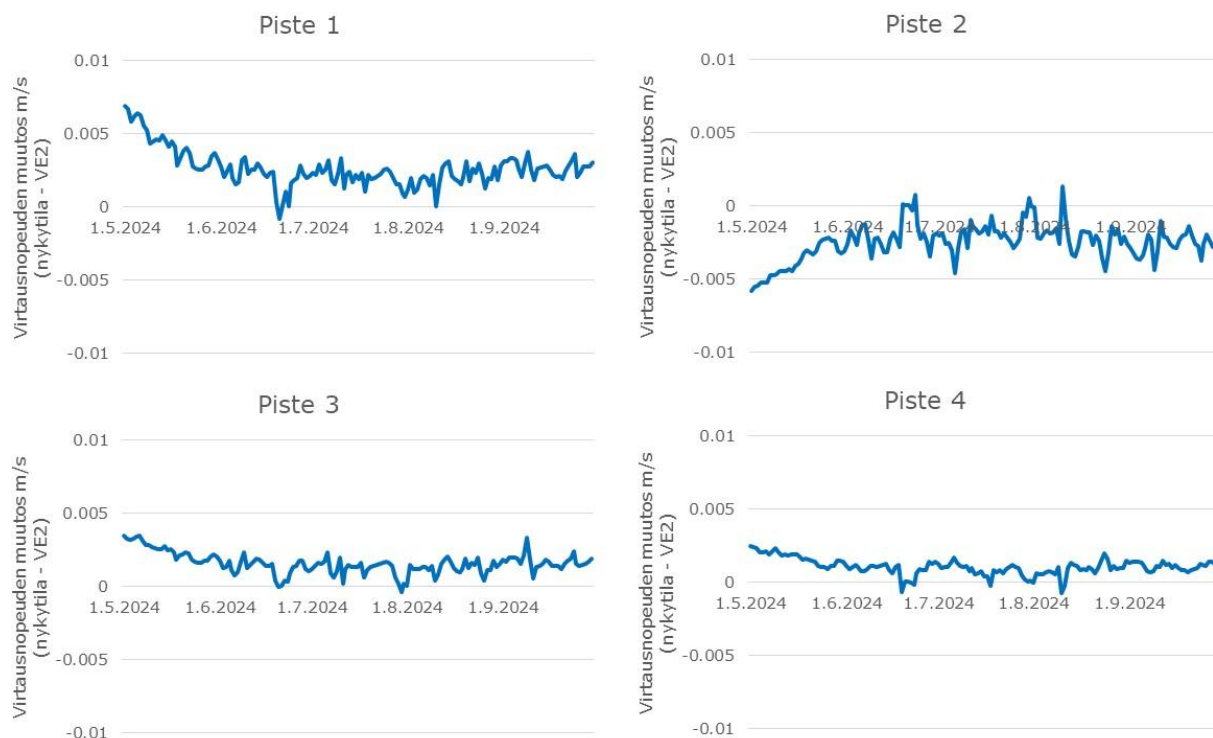
6.4 VE2: Pengertien vaikutukset Pihlavanlahden virtausoloihin

Vaihtoehdossa VE2 Pihlavanlahdelle rakennetaan kaksi pengertietä (**Kuva 6-13**). Pengerteiden vaikutusta Pihlavanlahden lähialueen virtausoloihin tarkasteltiin neljällä aikasarjapisteellä (**Kuva 6-13**), joilta koostettiin vuorokausikohtaiset keskimääräiset virtausnopeudet nykytilassa ja VE2:n mukaisessa tilanteessa kun pengertiet ovat valmiit.



Kuva 6-13 Pihlavanlahden meriperusteisten sähkönsiirtopylväiden (vaaleanpunaiset pisteet) ja niitä yhdistävien pengerteiden suunnitellut sijainnit sekä virtausmallinnuksen aikasarjapisteet 1-4.

Virtausmallinnusten perusteella Pihlavanlahden eteläosan kapeassa salmessa (aikasarjapiste 1) virtausnopeus tulisi pengerteiden vaikutuksesta laskemaan. Tyypillisissä olosuhteissa vesi virtaa Pihlavanlahden Kappelinsuntin läpi, ja suunnitellut pengertiet patoavat jonkin verran lahden läpi tapahtuvaa virtausta. Piste 1 touko-lokakuun välisen ajanjakson keskimääräinen virtausnopeuden erotus nykytilaan nähden oli 0,25 cm/s ja muutoksen suhteellinen osuus oli n. 1 % nykyisestä (**Kuva 6-14**). Ero nykytilaan nähden on niin pieni, että se mahtuu mallin virhemarginaaliin eikä eroa käytännössä havaitse. Pihlavanlahden länsiosassa (piste 2) virtausnopeus kasvaisi keskimäärin 0,3 cm/s pengerteiden vaikutuksesta, sillä virtaus suuntautuu Mänty-Paakari -saaren länsipuolitse kohti avomerta. Piste 2 virtausnopeuden lisäyksen suhteellinen osuus oli n. 9 % nykytilaan nähden. Vastaavasti Pihlavanlahden pohjoisosissa (pisteet 4 ja 5) virtausnopeus tulisi pengerteiden seurauksena hieman laskemaan (0,12-0,18 cm/s) (**Kuva 6-14**). Virtausnopeuden laskun suhteellinen osuus oli näillä kahdella pisteellä n. 4 % nykytilaan nähden.



Kuva 6-14 Pengerteiden vaikutus Pihlavanlahden aikasarjapisteiden virtausnopeuksiin (nykytila – VE2).

7 Johtopäätökset

Tahkoluodon edustalle suunniteltuja ruoppauksia ja vesistötäyttöjä tutkittiin virtaus- ja vedenlaatumallinnuksen avulla.

Suunniteltuihin ruoppauksiin liittyvät vedenlaadun mallinnukset osoittivat, että ruoppauskohteiden lähialueille aiheutuva samennus oli useimmiten voimakasta (kiintoainepitoisuus n. 50-100 mg/l), ja tämän alue oli ruoppauskohteelta virtaussuunnassa tyypillisesti n. 200-500 m. Melko voimakasta samennusta (kiintoainepitoisuus n. 20-50 mg/l) esiintyi n. 1-2 kilometrin etäisyydellä virtaussuunnassa ruoppauskohteelta. Vastaavaa voimakasta tai melko voimakasta samentumaa on havaittu mallinnusalueella laajemmalti mm. keväisin sulamisvesien aikaan. Samentuma levisi lähialueelle usein melko kapeana pilvenä ja sekoittui vasta kauempana laajemmin vesistöön. Havaittuihin kiintoainepitoisuuksiin vaikuttivat mallinnusalueen yleinen mataluus ja kohtalaisen voimakkaat virtaukset, etenkin kevätaikaan. Kuormitus levisi virtausten mukana melko tehokkaasti, ja toisaalta mataluuden vuoksi laimentuminen ei ollut kovin tehokasta. Työnaikaiset samentumat jäivät kestoaltaan melko lyhytaikaisiksi, sillä ruoppausten päätyttyä samennus hävisi aikasarjapisteiltä tyypillisesti muutaman vuorokauden sisällä.

Pihlavanlahdelle suunnitelluilla pengerteillä oli virtausmallin mukaan lieviä vaikutuksia lahden virtausoloihin. Pengertiet patoavat jonkin verran lahden läpi nykytilassa suuntautuvaa virtausta. Läpivirtaus heikkenee ja veden viipymä lahdella kasvaa. Lahden ympärille sijoitettujen aikasarjapisteiden perusteella vaikutukset virtausnopeuksiin olivat kuitenkin suhteellisen lieviä.

8 Viitteet

AFRY Finland Oy 2024. Pihlavanlahden sedimenttitutkimus. 90 s.

Ilmatieteenlaitos 2024. Aineistojen latauspalvelu. ><https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus><

Maanmittauslaitos 2024. Maanmittauslaitoksen avoimet tietoaaineistot, maastotietokanta. ><https://www.maanmittauslaitos.fi/rajapinnat/kartat><

Puntila-Dodd, R., Kotamäki, N., Juntunen, J., Tolkkinen, M., Kuosa, H., Varjopuro, R., Lauri, H., Vähänen, K., Suominen, F., Airaksinen, J., Saario, M., Soininen, N., Puharinen, S.-T. & Belinskij, A. 2022. Kriteereistä selkeyttä uusien hankkeiden ympäristövaikutusten mallintamiseen VESIMALLIT-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:13, 69 s.

Pöyry Finland Oy 2016. Oulun meriväylän syventäminen. Vesistömallinnus. 38 s.

Riipi, T. 1997. Ruoppaus- ja läjitystekniikoiden valinta maalajien ominaisuuksien ja ympäristövaikutusten perusteella. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita 1853. 66 s + liitteet.

Suomen ympäristökeskus 2024. OIVA – Ympäristö ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. ><https://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp><

Väylävirasto 2024. Lataus- ja katselupalvelu. ><https://julkinen.traficom.fi/rasteripalvelu/wmts?request=getcapabilities><