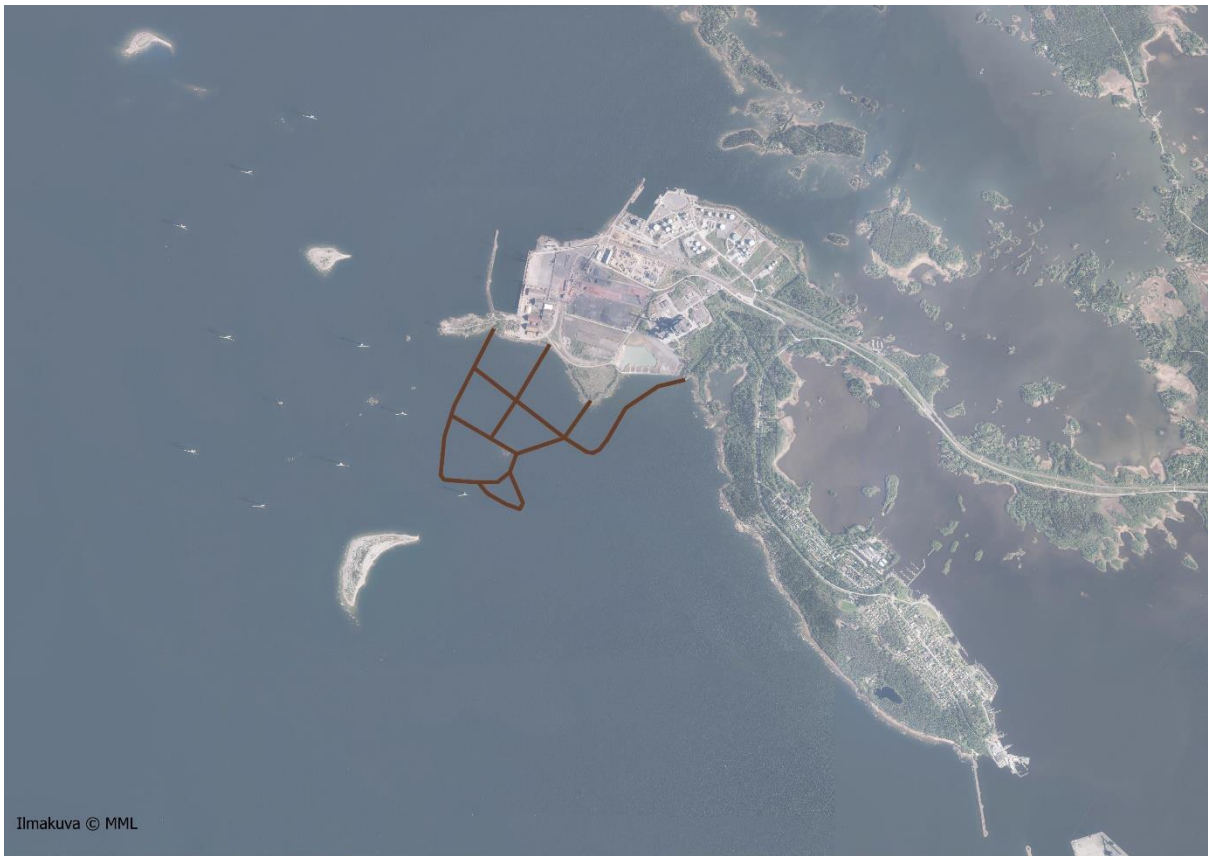


Tahkoluodon meritäyttöjen vaikutusten virtausmallinnus



Päiväys	23.10.2025
Tekijä	Sitowise Oy
Tilaaja	Kaavoitusyksikkö, Porin kaupunki
Projektinumero	12014730

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Selvitysalue	2
3	Vesimuodostuman nykytila	3
3.1	Virtausolosuhteet	3
3.2	Merenpohjan laatu ja sedimentit.....	5
3.3	Ekologinen tila	7
3.4	Punalevähohjat.....	8
3.5	Merikutuisen siika	9
3.6	Silakka	9
3.6.1	Vaikutustekijät kaloihin	10
4	Virtausmallinnusmenetelmät.....	10
4.1	Virtausmallin kuvaus	10
4.2	Mallin geometria	11
4.2.1	Laskentahila	11
4.2.2	Nykytilanteen syvyysgeometria.....	12
4.2.3	Tulevan tilanteen syvyysgeometria ja skenaariot	14
4.3	Pohjadynamiikan muutosten tarkastelu.....	16
5	Vesistötäyttöjen vaikutukset	16
5.1	Nykytilan virtausmallinnus	16
5.2	Vesistötäyttöjen vaikutukset	21
5.2.1	Vaiheen 1 vesistötäyttöjen vaikutukset virtausolosuhteisiin	21
5.2.2	Vaiheen 2 täyttöjen vaikutukset virtausolosuhteisiin.....	25
5.2.3	Täytönaikaiset vaikutukset samentuman leviämiseen	29
5.2.4	Vaikutukset punalevähohjiin.....	30
5.2.5	Vaikutukset merikutuisen siian lisääntymiseen	33
5.2.6	Vaikutukset silakan lisääntymiseen.....	33
5.3	Mahdollisen syväsataman vaikutukset	36
5.4	Vaikutusten lieventäminen.....	37
5.5	Arvioinnin epävarmuudet.....	37
6	Johtopäätökset.....	39
7	Jatkosuunnittelussa huomioitavaa	41
8	Lähteet	42



Tiivistelmä

Tämä selvitys on osa Tahkoluoto-Paakareiden osayleiskaavan lähtötietoaineistoja. Selvitys tarvitaan alueelle suunnittelun täyttömaan vaikutusten arviointiin ja lieventämistoimien suunnitteluun. Tahkoluodon alueelle sataman yhteyteen on suunnitteilla laaja-alaisia noin 100 ha laajuisia meritäyttöjä liittyen maankäytön kehityshankkeisiin. Työssä mallinnettiin kolmiulotteisesti meritäyttöjen vaikutuksia Tahkoluodon alueen virtausolosuhteisiin sekä sedimentin liikkeisiin. Mallin tulosten perusteella arvioitiin myös rakentamisen aikaisia vaikutuksia. Lisäksi raportissa arvioitiin meritäyttöjen vaikutuksia alueen punaleväpohjiin ja siian kutualueisiin. Työ on tehty Tahkoluoto-Paakarit osayleiskaavahankkeen yhteydessä.

Virtausmallinnukset tehtiin Delft3D-mallin FLOW-moduulilla. Mallilla simuloitiin virtausolosuhteita nykytilanteessa, rakentamisvaiheen 1 tilanteessa, jossa meritäytöt on toteutettu osittain, sekä lopullisessa tilanteessa, jossa meritäytöt on tehty täydessä laajuudessa. Meritäyttöjen raja-
us on osayleiskaavavaiheen yhteydessä tehdyn pengerryssuunnitelman mukainen.

Tahkoluodon alueella meri on avointa lännen suuntaan, minkä vuoksi myös veden vaihtuvuus on suurta. Alueen vallitseva tuulen suunta on lounas ja vallitsevat virtaukset kulkevat rannikon suuntaisesti kohti pohjoista liikkuen Selkämeren alueella vastapäivään. Tahkoluodon alueen keskimääräiset virtausnopeudet ovat sekä aikaisempien hankkeiden yhteydessä tehtyjen mittauksen että simuloitun keskituulitilanteen mukaisesti hyvin pieniä, pääosin < 5 cm/s. Voimakkaissa myrskytilanteissa virtausnopeudet voivat kasvaa myös pohjan lähellä paikallisesti > 30 cm/s, mikä voi aiheuttaa paikallisesti eroosiota. Suunniteltujen meritäyttöjen vaikutuksesta Tahkoluodon ja Kaijan saaren välinen virtausala pienenee, mikä lisää virtauksen kanavoitumista saaren ja Tahkoluodon välistä ja lisää paikallisesti virtausnopeuksia etenkin myrskytilanteissa. Muutokset virtausnopeuksissa ovat kuitenkin keskimäärin pieniä eikä näillä ole suurta vaikutusta pohjadynaamisiin vyöhykkeisiin.

Meritäyttöjen rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat lähtökohtaisesti vähäisiä, kun tarpeelliseksi arvioidut suojaustoimenpiteet toteutetaan. Samentuman leviämistä voidaan tehokkaasti ehkäistä vesistöäyttöalueen ympärille toteutettavan suojaverhon avulla. Suojaverho on vakiintunut keino vähentää kiintoaineen ja samentuman leviämistä vesirakennustoissa. Vaikutukset jäävät suojaverhouksen sisäpuolelle.

Meritäyttöjen vaikutukset punaleväpohjiin ovat lähinnä rakentamisen aikaisia ja kohdistuvat itse täyttöalueeseen mikä menetetään potentiaalisena punaleväpohja-luontotyyppinä. Meritäyttöjen vaikutukset merikutuisen siian kutualueisiin jäävät kokonaisuudessaan vähäisiksi.



1 Johdanto

Tämä selvitys on osa Tahkoluoto-Paakareiden osayleiskaavan lähtötietoaineistoja. Selvitys tarvitaan alueelle suunnitellun täyttömaan vaikutusten arviointiin ja lieventämistoimien suunnitteluun. Tahkoluodon sataman eteläpuolelle on suunniteltu laajoja meritäyttöjä noin 100 ha alueelle. Selvitys on tehty osana käynnissä olevaa Tahkoluoto-Paakkari osayleiskaavaa. Meritäyttöjen aluerajaus on määritetty yleiskaavamuutoksen yhteydessä. Yleiskaavan päätavoite on turvata satama- ja teollisuusalueen kehittymisedellytykset. Tämän rinnalla pyritään säilyttämään alueen saariston vapaa-ajan käytössä olevat alueet nykyisessä käytössään.

Tässä selvityksessä on kuvattu tarkemmin Tahkoluodon meritäyttöjen vaikutuksia alueen virtausolosuhteisiin, pohjadynamiikkaan ja rakentamisen aikaisen samentuman leviämiseen. Lisäksi on arvioitu meritäyttöjen vaikutuksia meritäyttöjen lähimerialueen punaleväpohjiin ja siian kutualueisiin. Valmiiden meritäyttöjen vaikutuksia on tutkittu yhdellä skenaariolla, jossa osa meritäytöistä on toteutunut ja toisella, jossa kaikki meritäytöt ovat toteutuneet täydessä laajuudessaan. Myös mahdollisen syväsataman vaikutuksia on arvioitu yleisellä tasolla.

Vesimuodostuman virtausolosuhteita mallinnettiin hydrodynaamisen Delft3D-mallin FLOW-moduulilla. Mallinnusajanjaksoiksi valittiin Porin Tahkoluodon mitaushistorian kaksi voimakkainta myrskytilannetta, jotka edustavat virtausolosuhteiltaan ääritilannetta. Lisäksi on mallinnettu keskimääräistä tuulitilannetta (keskimääräinen tuulen nopeus ja suunta), joka edustaa normaaleja vallitsevia virtausolosuhteita.

Selvityksen laati Sitowise Oy:n työryhmä, johon kuuluivat projektipäällikkö ja virtausmallintaja Markus Katainen, asiantuntija Outi Hyttinen (sedimentit ja pohjadynamiikka), vesistöasiantuntija Sanna Korkonen (punaleväpohjat), Lauri Nevalainen (merikutuisen siian kutualueet) sekä Arto Itkonen (laadunvarmistaja). Selvitys laadittiin yhteistyössä Porin kaupungin kanssa. Tilaajan yhteyshenkilönä hankkeessa toimi yleiskaavasuunnittelija Mariitta Vuorenpää.



2 Selvitysalue

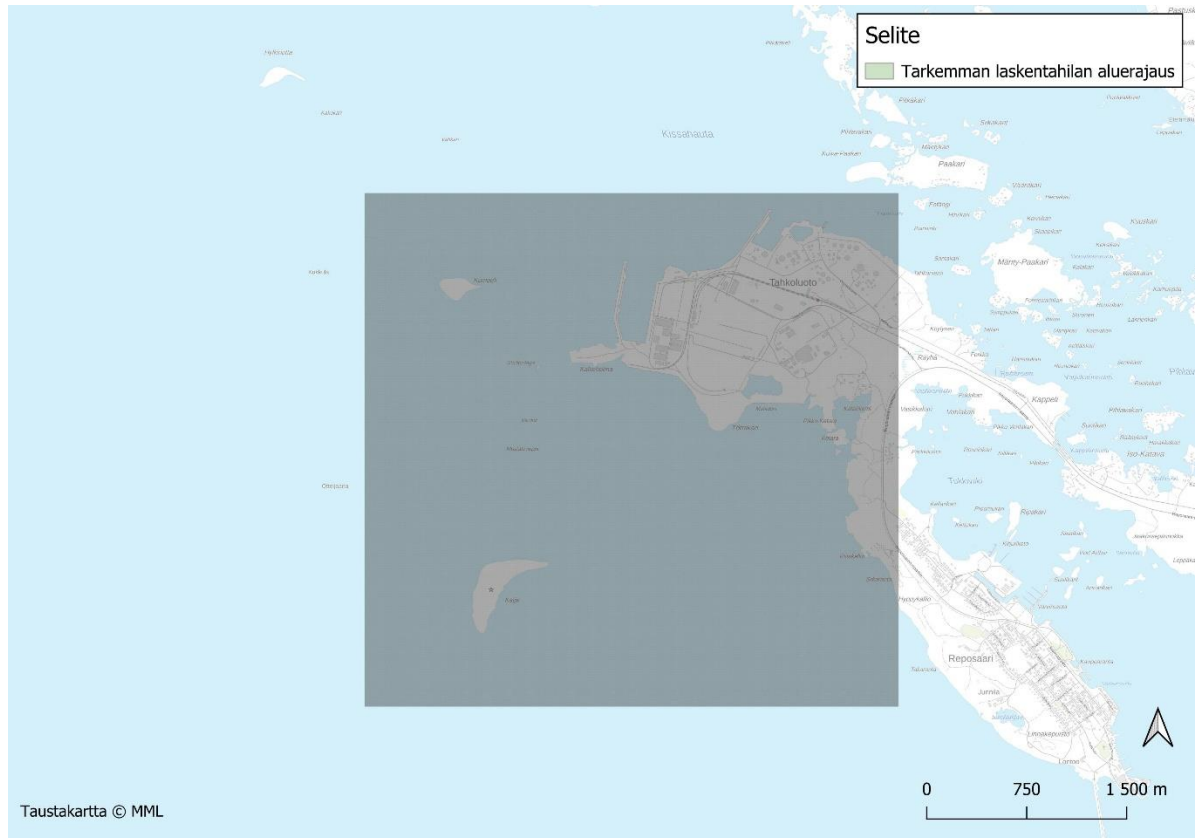
Tahkoluodon eteläpuolelle suunnitellaan yhteensä noin 100 ha meritäyttöä. Meritäyttöjen vaikutuksia virtausolosuhteisiin ja sedimenttien kulkeutumiseen sekä pohjadynamiikkaan selvitetään meritäyttöalueen ympäristössä hyödyntämällä kolmiulotteista virtausmallinnusta. Kuvassa 1 on esitetty suunniteltujen meritäyttöjen laajuus ja vaiheistus (Ramboll 2025). Meritäytöt tullaan toteuttamaan vaiheittain siten, että täytöt tehdään yhdelle pengerrysalueelle kerrallaan. Virtausmallinnuksissa tuleva tilanne on jaettu kahteen skenaarioon, joista ensimmäisessä rannan läheiset täyttöalueet 1, 2 ja 3 on täytetty (VE1) ja toisessa meritäytöt on tehty kokonaisuudessaan täydessä laajuudessa (VE2). Lopullisesta meritäyttöalueiden toteuttamisjärjestyksestä ei ole vielä varmuutta, mutta meritäyttöjä lähdetään toteuttamaan yksi kerrallaan rannan läheisyydestä. Meritäyttöjen vaiheistuksen avulla pystytään kuvaamaan virtausolosuhteissa ja sedimentaatiossa tapahtuvia muutoksia keskeneräisessä tilanteessa, jossa vesitäytöt on toteutettu vain osittain. Kaavassa huomioidaan myös mahdollisuus toteuttaa myöhemmin syväsatama täyttöalueiden 5,6 ja 7 itäpuolelle.



Kuva 1. Suunniteltujen meritäyttöjen rajaukset (numerointi pengersuunnitelman mukainen). Taustalla MML ilmakuva.



Mallinnusalue on huomattavasti vesitäyttöjä laajempi, jotta malli pystyy kuvaamaan todenmukaisemmin merialueen laajempaa virtausdynamiikkaa. Tarkempi selvitysalue kattaa Tahkoluodon läheiset alueet (kuva 2). Virtausolosuhteiden muutosten aiheuttamia vaikutuksia tarkastellaan etenkin meritäyttöjen lähimerialueilla, Kaijankarin ja Kumpelin ympäristössä sekä Kataniemen laguunin ja Siikarannan leirintäalueen edustalla.



Kuva 2. Tarkempi selvitysalue kattaa Tahkoluodon ympäristön lähimerialueen ja se vastaa tarkempaa 10 m resoluution laskentahilan aluerajasta.

3 Vesimuodostuman nykytila

3.1 Virtausolosuhteet

Selkämeren alueella hydrografisia olosuhteita leimaavat vuoroveden vähäinen vaikutus sekä selkeät vuodenaikaisvaihtelut. Porin edustalla virtausolosuhteet määräytyvät pääasiassa tuulen, ilmanpaineen vaihteluiden ja jokivesien vaikutuksesta. Alueella ei esiinny vuorovesiä, joten vedenkorkeuden ja virtausten vaihtelut johtuvat lähinnä säätilasta. Kokemäenjoki tuo makeaa vettä alueen



itäosaan, ja sen virtaamat vaikuttavat paikallisesti erityisesti veden suolaisuuteen ja virtauskuvioihin sisäsaaristossa. Virtaussuunta on pääosin etelä-pohjoisen, mutta virtaukset voivat sääolosuhteiden vaikutuksesta kääntyä myös vastakkaiseen suuntaan (AFRY Finland Oy, 2020).

Kokemäenjoesta merialueelle tuleva päävirtaus suuntautuu jokisuiston suuntaisesti kohti luodetta. Virtaus kanavoituu Ahlaisten saariston läpi kohti pohjoista ja toisaalta Reposaaressa sillan kohdalta Mäntyluodon edustalta Kallan aukosta kohti länttä. Keskimääräisissä olosuhteissa virtaus kääntyy Reposaaressa edustalla kohti pohjoista Kaijan ja Tahkoluodon välistä. Tietyissä säätilanteissa virtaus kääntyy myös rannikon suuntaisesti kohti etelää.

Tahkoluodon edustalla virtausolosuhteet vaihtelevat alueittain. Aikaisemmin Tahkoluodon merituulipuistohankkeen yhteydessä mallinnetut keskimääräiset pohjanläheiset virtausnopeudet vaihtelivat Tahkoluodon lähimerialueella pääosin 3–10 cm/s välillä ollen voimakkaimmillaan Tahkoluodon ja Kumpelin välisellä alueella (Pöyry Finland Oy, 2014). Myöhemmin merituulipuiston laajennukseen liittyvissä virtausmallinnuksissa simuloitu keskimääräinen pohjanläheinen virtausnopeus oli tuulivoimaloiden sijainneissa 4,6 cm/s.

Lisäksi Uudenkaupungin edustalla on tehty mittauksia virtausnopeuksista väylän syventämishankkeen yhteydessä. Uudenkaupungin edustan mitatut keskimääräiset pohjanläheiset virtausnopeudet olivat kolmella mittausajanjaksolla 4–8 cm/s (Vaittinen & Vartia, 2016). Vaikka Uusikaupunki sijaitsee melko kaukana Porista, on sen edustan virtausolosuhteissa yhtäläisyyksiä Porin edustan virtausolosuhteisiin. Virtausnopeudet ovat kesällä selvästi pienempiä kuin talvella, mikä johtuu tuulen heikentymisestä. Virtausnopeus myös keskimäärin heikkenee pinnalta pohjaa kohti mentäessä. Syvemmillä alueilla virtausnopeudet ovat usein pienempiä, mutta paikallinen topografia, kuten syvänteet ja harjanteet, vaikuttaa virtausten jakautumiseen.

Vallitseva tuulen suunta on Tahkoluodon alueella etelästä-lounaasta (keskimääräinen tuulen suunta 190°). Keskimääräinen mitattu tuulen nopeus on Porin Tahkoluodon mittausasemalla 6,5 m/s (Ilmatieteenlaitos 2025). Havaintoasemalla on tehty mittauksia vuodesta 1986 alkaen. Tahkoluodolla voimakkain mitattu tuulennopeus on ollut 1.11.2024, jolloin tuulen voimakkuus oli 26,1 m/s. Tuulet ovat keskimäärin voimakkaimpia syys- ja talviaikaan.

Pohjanläheisten virtausnopeuksien lisäksi aallokolla on merkittävää vaikutusta pohjanläheiseen eroosioon. Merialue on Tahkoluodon edustalla avointa ja pyyhkäisymatkat lounaan ja lännen suuntaan pitkiä. Tämän vuoksi myös aallokko pääsee nousemaan voimakkaalla tuulella korkeaksi. Selkämeren keskiosan aaltopöjillä korkein mitattu merkitsevä aallonkorkeus on ollut 8,1 m.



Aaltomittaukset on aloitettu vuonna 2011 (ilmatieteenlaitos, 2025). Selkämeren keskiosan aaltomittaukset eivät kuitenkaan kuvaa olosuhteita Tahkoluodon edustalla. Saariston ja rannan läheisyyden vuoksi aallokko ei nouse yhtä korkeaksi kuin Selkämeren keskiosissa.

Vedenpinnan korkeuden vaihtelut johtuvat pääasiassa tuuli- ja ilmanpaine-eroista. Tahkoluotoa lähin meriveden korkeuden havaintoasema on Mäntyluodon Kallo. Mäntyluodon vedenkorkeusmittaukset ulottuvat takautuvasti vuoteen 1925 asti. Tyypillisesti pinnankorkeus vaihtelee noin +80 cm ja -50 cm välillä. Korkein mitattu vedenkorkeus on +132 cm (14.1.1984) ja pienin mitattu vedenkorkeus -80 cm (2.1.2019).

Veden kerrostuneisuudelle on ominaista kesäisin muodostuva voimakas lämpötilan harppauskerros (termokliini), joka muodostuu tyypillisesti noin 10–20 metrin syvyyteen. Suolaisuuden harppauskerros (halokliini) on sen sijaan vähäinen, sillä alueen vesi on murtovettä, jonka suolapitoisuus on alhainen. Rannikolla voi esiintyä ajoittain myös kumpuamista, jolloin syvemmältä nouseva viileä vesi laskee nopeasti pintaveden lämpötilaa.

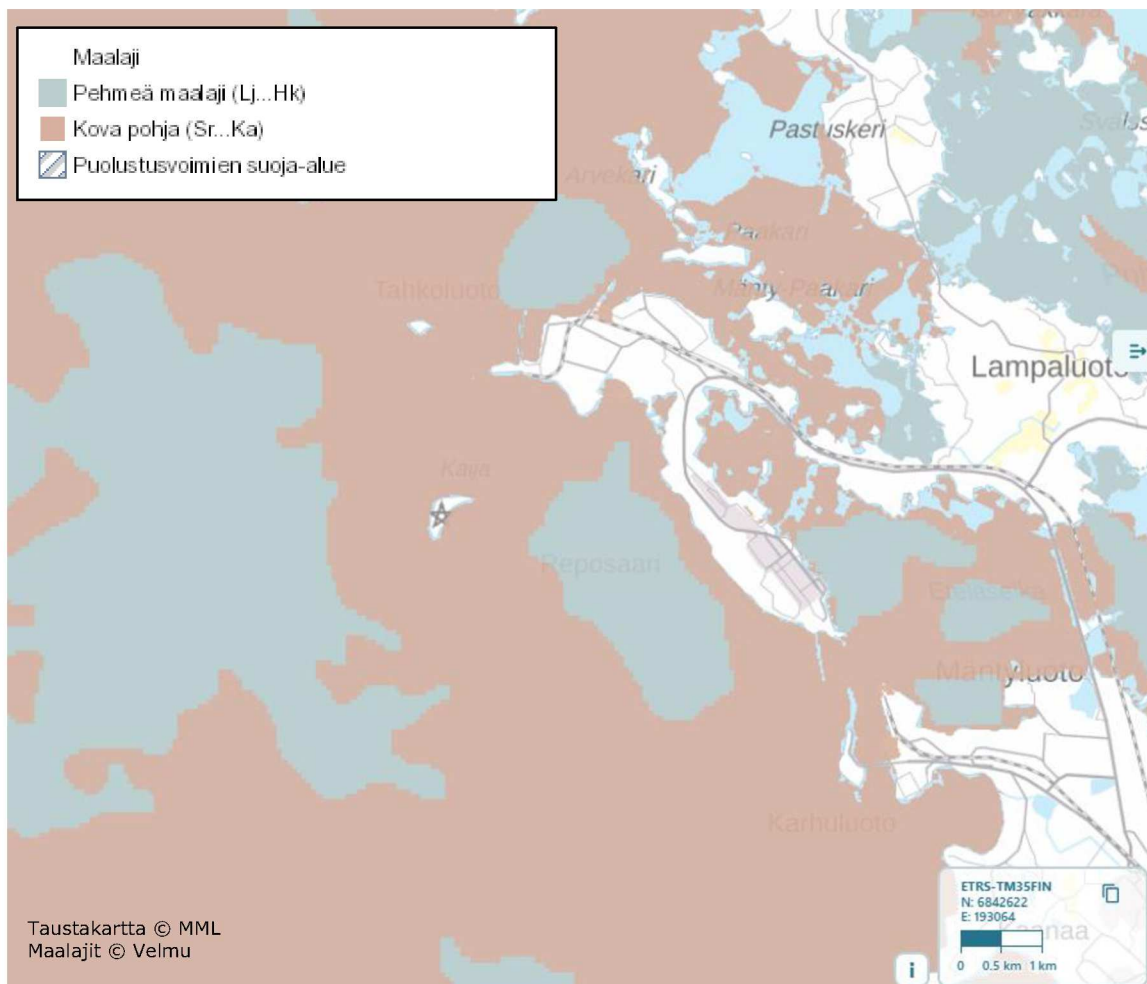
3.2 Merenpohjan laatu ja sedimentit

Mallinnusalueella on sekä kovan (sora ja sitä karkeammat lajitteet) että pehmeän (lieju, savi, siltti, hiekka) pohjan alueita (GTK, Velmu-karttapalvelu) (*kuvat 3 ja 4*). Tahkoluodon edustalla merenpohja on pääosin kovaa pohjaa, mutta alueella esiintyy myös hienoaainesvaltaisia pohjia. Vuosina 2024 ja 2025 suoritettujen pohjatutkimusten ja sedimenttinäytteiden perusteella vesitäyttöjen alueella pohja on moreenia, joka todennäköisesti on pintaosastaan jonkin verran huuhtoutunut. Lähimmät pehmeän pohjan alueet sijoittuvat vesitäyttöjen kaakkoispuolelle. Kauempana täyttöalueesta sijaitsee hiekkaisia merenalaisia harjujaksoja, joista suurempi sijaitsee Kaijan eteläpuolella ja pienempi Tahkoluodon kärjen edustalla. Lisäksi Kaijankari ja Kumpelin ovat hiekkaisia harjusaaria. Harjujaksoilla on herkemmin erodoituvia hiekka- ja sorapohjia.

Aikaisemmin merituulipuiston laajennuksen yhteydessä tehtyjen mallinnusten mukaan Tahkoluodon tuulivoimapuiston rakentamisen aikaiset toimenpiteet, kuten ruoppaus, vesipainepuhallus ja läjitys, voivat resuspendoida sedimenttiä vesipatsaaseen, mutta vaikutukset jäävät pääosin paikallisiksi. Ruoppaus- ja läjitystoimien yhteydessä arvioitiin, että sedimentti leviää pääasiassa läjitysalueen välittömään läheisyyteen. Pintakerroksessa veden kiintoainepitoisuudet jäivät pääosin alle 2 mg/l ruoppausalueen ulkopuolella, ja pohjakerroksessa yli 10

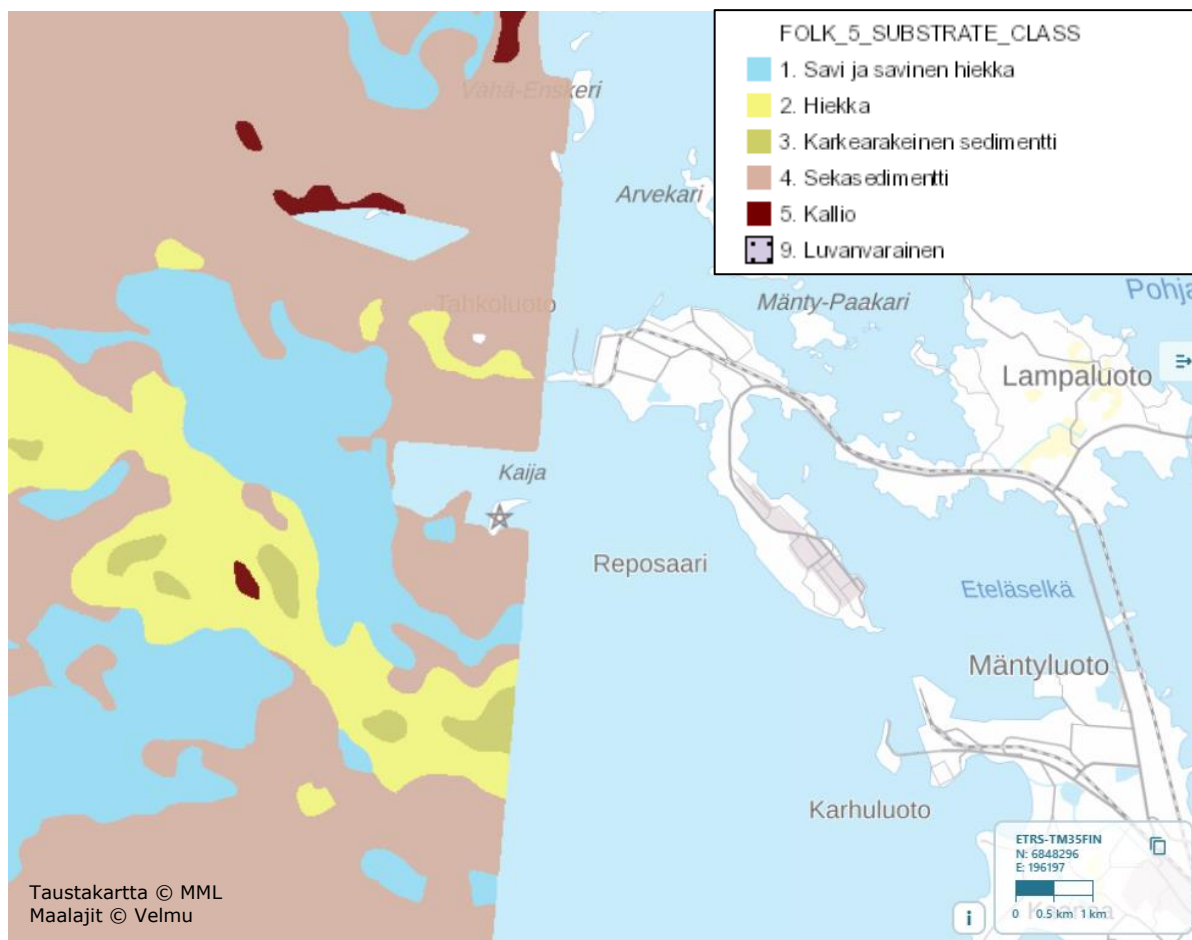


mg/l pitoisuudet ulottuivat enimmillään noin 1 km² alueelle (AFRY Finland Oy, 2021, s. 14–26).



Kuva 3. Kovan ja pehmeän pohjan alueet 1:250 000. Selvitysalueen läheisyydessä ei esiinny Puolustusvoimien suoja-alueita (VELMU-karttapalvelu, aineisto GTK).





Kuva 4. Merenpohjan maalaji 1:100 000 (VELMU-karttapalvelu, aineisto GTK).

3.3 Ekologinen tila

Porin edustan merialue kuuluu Selkämeren rannikkovesiin, ja sen ekologista tilaa arvioidaan SYKEN valtakunnallisen luokituksen mukaisesti. Ekologisen tilan arvioinnissa hyödynnetään biologisia indikaattoreita (kasviplankton, makrolevät ja vesikasvit, pohjaeläimistö, kalasto) sekä fysikaaliskemiallisia muuttujia, kuten näkösyvyyttä ja ravinnepitoisuuksia (SYKE 2025). Porin edustan vedenlaatuun vaikuttavat merkittävästi Kokemäenjoen kautta purkavat vedet. Kokemäenjoen suiston läheisyydessä ekologinen tila on pääosin välttävä johtuen jokiveden tuomasta ravinne- ja kiintoainekuormasta. Ulompana Tahkoluodon ja Porin edustalla ekologinen tila vaihtelee tyydyttävästä hyvään. Pitkällä aikavälillä tilanne on parantunut 1970–1980-lukuihin verrattuna mm. Kokemäenjoen pistekuormituksen vähentymisen seurauksena (AFRY Finland Oy, 2020).

Sameus on alueen keskeinen ekologiseen tilaan vaikuttava tekijä. Kokemäenjoki tuo luontaisesti runsaasti humusta ja kiintoainesta, mikä heikentää



näkösyvyyttä vedessä. Lisäksi satama- ja teollisuustoiminta sekä ruoppaus- ja täyttötöyt voivat lisätä paikallista samentumista. Tahkoluodon merituulipuiston YVA-aineistossa on raportoitu vedenlaadun pitkän aikavälin mittauksia Tahkoluodon edustan mittauspisteeltä (AFRY Finland Oy, 2020). Tahkoluodon mittauspaikalla ei vuosien 2015–19 aikana havaittu näkyvää sameutta ja happipitoisuudet olivat hyvällä tasolla. Klorofylli-a-pitoisuudet viittasivat vähäravinteisuuteen. Tämän perusteella Kokemäenjoesta tulevien vesien vaikutukset ovat Tahkoluodon alueella vähäisiä.

3.4 Punalevöpohjat

Punalevöpohjien (11.02) uhanalaisuusluokaksi on määritetty EN eli erittäin uhanalainen ja luontotyyppin häviämiskatku on arvioitu hyvin korkeaksi. Punalevöpohja-luontotyyppi luokitellaan pohjat, joissa kasvillisuus peittää vähintään 10 % ja josta punalevien osuus on vähintään 50 % (Kotilainen ym. 2018).

Punaleviä esiintyy kovilla pohjilla eli riutoilla, kallio- sekä kivikkopohjilla. Punalevvyöhyke esiintyy Itämeren levvyöhykkeistä syvimmällä, sen yläpuolella ovat rakkolevvyöhyke ja rihmalevvyöhyke ja aivan vesirajassa sinilevvyöhyke. Punalevät pystyvät hyödyntämään muita leväryhmiä paremmin syvemmälle ulottuvat valon taajuudet. Punalevvyöhyke alkaa tyypillisesti viiden metrin syvyydessä, mutta sen syvyyteen vaikuttavat muun muassa veden kirkkaus ja aallokon voimakkuus.

Punalevöpohjien uhanalaistumisen syynä on ollut vesien rehevöityminen ja likaantuminen (Kontula ja Raunio 2018). Suurimpia punalevöpohjia uhkaavia tekijöitä ovat vesien rehevöityminen ja likaantuminen sekä ilmaston muutos. Itämeren rehevöitymisen myötä vesi on samentunut ja punalevvyöhykkeen alaraja on siirtynyt matalampaan veteen. Valon määrän vähentyminen ja kovien pintojen päälle sedimentoitava kiintoaine vähentävät punaleville soveltuvien kasvupaikkojen määrää.

Punalevät (*Rhodophyta*) ovat lähinnä suolaisen veden lajiryhmä. Punalevvyöhykettä esiintyy yleisesti Merenkurkusta Suomenlahden itäosiin, mutta alle 4 % suolapitoisuudessa vain punahelmilevää (Leppänen ym. 2012).

Tahkoluodon yhteyteen suunniteltujen meritäyttöjen alueella on luontotyyppien esiintymistodennäköisyysmallien perusteella todennäköisesti punalevöpohjia (Velmu 2025).

Muutaman kilometrin säteellä suunnitellusta meritäyttöalueesta on aiempien drop-videoiden ja sukelluskartoitusten perusteella havaintoja takkupunahuis-kasta (*Rhodomela confervoides*) (silmälläpidettävä NT), purppuraluulevästä tai mustaluulevästä (*Polysiphonia* spp.), punahelmilevästä (*Ceramium tenuicorne*),



haarukkalevästä (*Furcellaria lumbricalis*) sekä meripunakalvosta (*Hildenbrandia rubra*) (Velmu 2025). Näiden punalevälajien tyypillinen esiintymissyvyys on 0,5–1 ja 5 m välillä (Afry 2021).

Lisäksi Tahkoluodon merialuetta on kartoitettu laitesukeltamalla ja drop-videoinnilla vuonna 2023 (Tolonen ym 2023). Kartoitus keskittyi suunnitellun täytöalueen alueella oleville riuttaympäristöille, 0–11 m syvyydelle. Kartoitusajan kohta oli myöhäinen, lokakuu, jolloin osa yksivuotisista levistä oli jo kuollut ja irronnut alustastaan. Kartoituksessa havaittiin punalevien vallitsevan syvyyksillä 4,5–8,9 m. Havaitut punalevälajit olivat mustaluulevä, punahelmilevä sekä haarukkalevä, jotka ovat kaikki uhanalaisuusstatukseltaan elinvoimaisia (LC). Tahkoluodon alueella esiintyy punaleväpohja luontotyyppiä, joka on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi.

3.5 Merikutuisen siika

Merikutuinen siika eli karisiika (*Coregonus l. widegreni*) kutee syksyllä matalilla (1–5 m) sorapohjilla. Mäti kehittyy sorapohjalla talven yli, ja poikaset kuoriutuvat keväällä. Poikaset viihtyvät puhtailla hiekka-, sora- tai kivipohjilla, joissa on hiekkalaikkuja (Leskelä ym. 1991). Jääpeitteisyyden on todettu olevan matalassa kutevalla siialle tärkeää mädinkehityksen kannalta: jääpeite lieventää tuulen ja aallokon vaikutusta (Veneranta ym. 2013). Merenkurkun alapuolella, jossa pysyvä jääpeitteisyys on vuositasolla vaihtelevaa, siikakannan tila on vuonna 2023 arvioitu heikoksi (Luke 2024). Vuoden 2019 tilannetta kuvaavassa Porin edustan kaupallisen kalastuksen kyselyssä siian rysä- ja verkkosaalis (siikamuotoja ei eroteltu) oli noin 2 700 kg kokonaissaaliin ollessa noin 500 000 kg (KVVY 2020).

Tahkoluodon edustalla esiintyy mahdollisia merikutuisen siian kutualueita. Velmu-aineiston perusteella alue on mallinnettu epäsuotuisaksi siian poikastuotantoalueeksi. Porin edustan kalastoselvityksessä (KVVY 2020) alueen kaupallisten kalastajien piirtämissä siian kutualuekuvissa potentiaalisia alueita sijoittuu Tahkoluodon eteläpuolelta Merikarvialle ulottuvalla vyöhykkeelle sekä Yyterin edustalle. Avoimiin aineistoihin perustuvien tutkimusten perusteella, poikaspyyntöissä siianpoikasia on tavattu alueella ainoastaan Merikarvian edustalla, jossa tiheydet olivat pieniä (Velmu).

3.6 Silakka

Silakka (*Clupea harengus membras*) kutee, kannasta riippuen, keväällä tai syksyllä. Tutkimusten perusteella Tahkoluodon merialueella on sekä kevät- että syyskutuisia silakkakantoja, syyskudun ollessa Tahkoluodon alueella merkittävämpi (Alleco 2020a,b). Silakka kutee tavallisesti joko makrolevä- (esim.



punalevä), sinisimpukka- tai sorapohjille. Silakat kutevat rannikkoalueilla, mutta syyskutuiset kannat voivat suosia enemmän pelagiaalialueiden matalikkoja. Kutusyvyydet voivat vaihdella muutamasta metristä 20 metriin.

Vuoden 2020 sukellustutkimuksissa mätiä havaittiin kevätkudun seurannassa kesäkuun alkupuolella 5–11,5 metrin syvyydessä. Eniten mätiä havaittiin tutkimuspisteillä, jotka sijoittuvat Hyötytuulen tuulivoima-alueen kaakkois- ja koilliskulmaan sekä koillisen erillisosan pohjoisosaan. Makrolevätyypeistä kutua havaittiin haarukkalevillä ja ruskoleviin kuuluvilla ruskokivitupsuilla (*Sphacelaria arctica*).

Syksyllä mätiä havaittiin erityisesti syyskuun lopulla 9–11,5 metrin syvyydessä. Lokakuussa mätiä ei enää havaittu. Eniten mätiä havaittiin tutkimuspisteillä, jotka sijoittuvat Hyötytuulen tuulivoima-alueen koillisosaan sekä koillisen erillisosan pohjoisosaan. Kutu havaittiin haarukkalevillä sekä sinisimpukkapohjilla.

3.6.1 Vaikutustekijät kaloihin

Vesirakentamisen vaikutukset liittyvät sedimentin ja kiintoaineen lisääntymisestä aiheutuvaan elinalueiden heikentymiseen. Kalojen kutua ajatellen sameus ja liettyminen voivat vaikeuttaa mädin selviytymistä, koska ne heikentävät kehittyvän mädin hapensaantia. Tämän lisäksi sekä kulkeutuva sedimentti ja kiintoaine että rakentamisesta syntyvä melu voivat aiheuttaa yksilöiden karkoittumista, hakeutumista häiriintymättömille alueille, sekä kuolleisuuden kasvua. Kuolleisuuden lisääntyminen kohdistuu yleensä nuoriin kehitysvaiheisiin, jotka eivät välttämättä kykene liikkumaan pois häiriöalueelta. Läjitystoiminnasta itessään ei yleisesti katsota aiheutuvan merkittävää melutason kasvua.

4 Virtausmallinnusmenetelmät

4.1 Virtausmallin kuvaus

Virtausdynamiiikan mallinnukseen on käytetty hydrodynaamista Delft3D-FLOW-virtausmoduulia. Delft3D-FLOW simuloi kolmiulotteisesti fysikaalisten pakotteiden aiheuttamaa veden virtausta ja kulkeutumisprosesseja. Merkittävimmät fysikaaliset malliin lisätyt pakotteet ovat vedenkorkeus, tuuli ja Kokemäenjoen virtaama.

Mallin laskentahilan rajaolosuhteina on käytetty mallinnusajanjaksoina mitattuja vedenkorkeuksia. Vedenkorkeushavainnot on haettu ilmatieteenlaitoksen avoimesta rajapinnasta (ilmatieteenlaitos 2025). Vedenkorkeuksia on haettu N2000 korkeusjärjestelmässä Pori Mäntyluoto Kallon, Rauma Petäjäksen ja Kaskinen Ådskärin havaintoasemilta. Vedenkorkeudet on interpoloitu virtausmallin rajaolosuhteiksi näiden havaintoasemien vedenkorkeushavainnoista. Lisäksi



virtausmallin pakotteena on toiminut mallinnusajanjaksolla mitattu Kokemäenjoen Harjavallan havaintoaseman virtaama (SYKE, Hertta-palvelu 2025). Mallin tuulipakotteena on käytetty Porin Tahkoluodon havaintoasemalla mallinnusajanjaksoina mitattua tuulen nopeutta ja suuntaa. Sen on katsottu edustavan hyvin Tahkoluodon alueen rannikon läheisiä keskimääräisiä tuuliolosuhteita.

Mallinnettavissa säätilanteissa lämpö- ja suolakerrostuneisuudella ei ole merkittävää vaikutusta virtausolosuhteisiin, minkä vuoksi mallia on yksinkertaistettu veden lämpötilan ja suolapitoisuuden osalta. Meriveden keskimääräisenä suolapitoisuutena on käytetty mallissa 5 ‰. Mallissa meriveden lämpötilana on käytetty Porin Kaijakerin havaintoasemalta mitattua lämpötilaa.

Kolmiulotteiset virtausmallinnukset on tehty viidellä vertikaalikerroksella, joiden paksuudet ovat pohjasta pintaan 1 %, 3 %, 9 %, 27 %, 60 % koko vesipatsaan syvyydestä. Mallissa vertikaalikerrokset on määritetty siten, että ne tarkentuvat merkittävästi kohti pohjaa. Ratkaisulla varmistetaan, että pohjanläheisen virtausnopeuden ja leikkausjännityksen profiili kuvautuu riittävän tarkasti, mikä on olennaista sedimentaation, eroosion ja kulkeutumisen mallintamisessa. Koska lämpötila- ja suolapitoisuuserostuneisuutta ei tässä mallissa huomioida, voidaan ylemmät kerrokset pitää paksumpina ja kohdistaa resoluutio erityisesti pohjaväyöhykkeen prosessien kuvaamiseen.

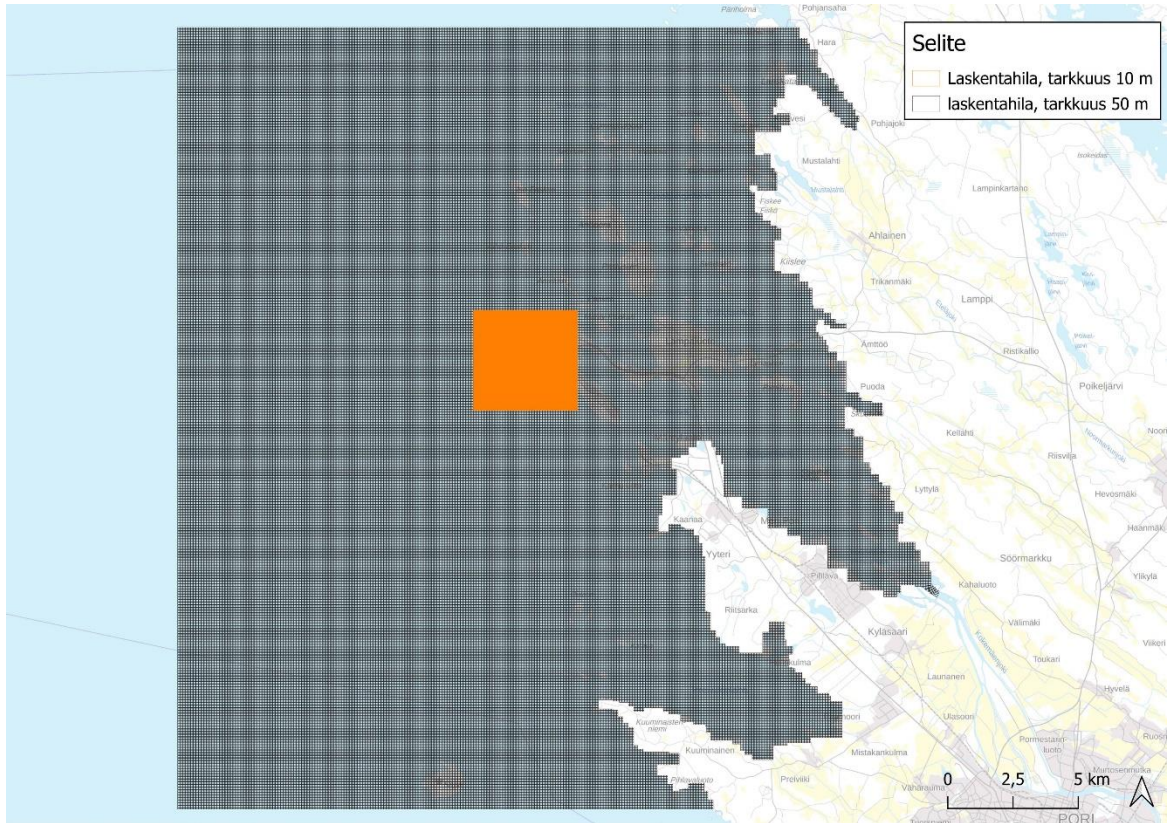
Merenpohjan kitkavaikusta kuvaavavana mainingin karkeuskertoimena on käytetty 0,022. Tämä kuvaa asiantuntija-arvion ja aikaisempien mallinnustulosten perusteella hyvin kovan ja tasaisen pohjan kitkavaikutusta.

4.2 Mallin geometria

4.2.1 Laskentahila

Malli on rakennettu kahdesta päällekkäisestä tarkentuvasta laskentahilasta. Laajemman alueen karkeamman laskentahilan hilakoppikoko on 50 m ja sisemmän tarkemman laskentahilan 10 m (*kuva 5*). Laajemman alueen laskentahila kattaa merialueita etelästä Kuuminaistenniemen alueelta pohjoiseen Haminalmaan asti. Tarkempi 10 m hilakoppikoon laskentahila sijoittuu Tahkoluodon ympäristöön. Malli on ajettu niin, että laajemman mallin tulokset toimivat rajaolosuhteina tarkentuvalle laskentahilalle.



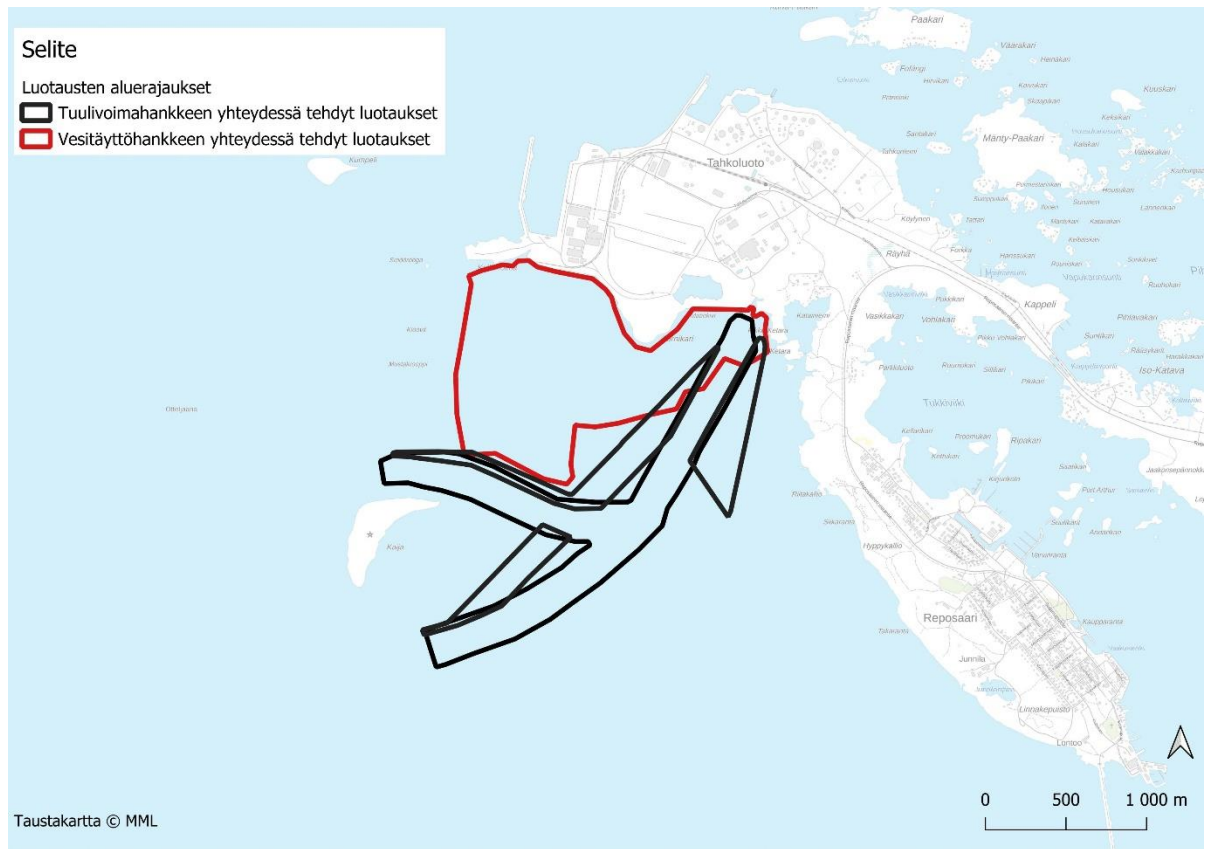


Kuva 5. Virtausmalli koostuu kahdesta tarkentuvasta laskentahilasta.

4.2.2 Nykytilanteen syvyysgeometria

Mallin syvyysgeometria on rakennettu useista eri lähteistä saaduista syvyysaineistoista. Tahkoluodon täyttöalueen ympäristöön on tehty kaavahankkeen yhteydessä syvyysluotauksia (Ramboll Oy, 2025), joita on käytetty mallin syvyysgeometrian laadinnassa. Lisäksi syvyysgeometrian laadintaan on käytetty Tahkoluodon merituulivoimalahankkeen yhteydessä tehtyjä syvyysluotauksia (Meritaito Oy, 2021 ja GTK, 2013). Merituulivoimalahankkeen yhteydessä tehdyt syvyysluotaukset on harvennettu 10 m resoluutioon. Lisäksi syvyysgeometrian laadinnassa on käytetty avoimien aineistojen kartta- ja latauspalveluista saatuja syvyyskäyriä (Traficom, 2025) ja syvyyspisteitä (Väylävirasto, 2025). Kuvassa 6 näkyy hanketta varten tehtyjen syvyysluotausten sekä tuulivoimalahankkeen yhteydessä tehtyjen syvyysluotausten aluerajaukset sekä kuvassa 7 ote Traficomien syvyysaineistoista Tahkoluodon alueella.

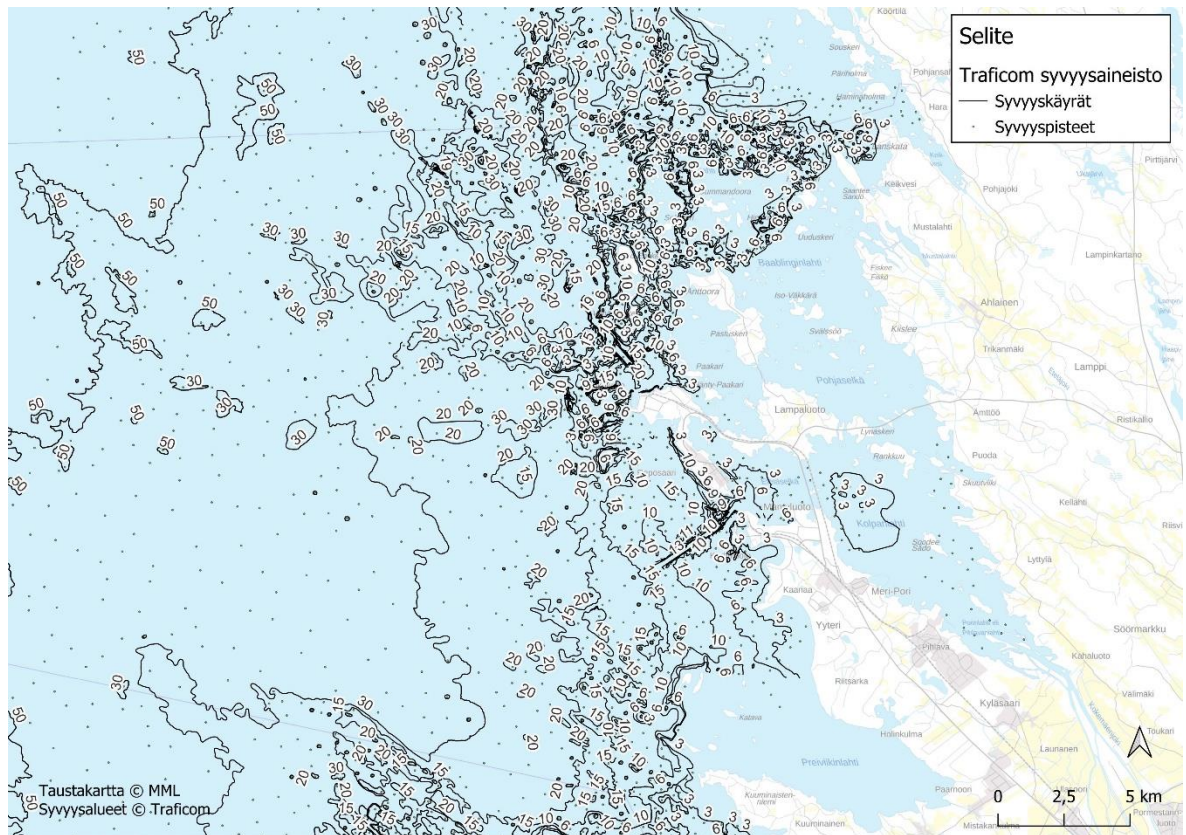




Kuva 6. Syvyysluotausten aluerajaukset.

Luotausten ja Traficomien avoimien syvyysaineistojen kattavuus on riittävä selvitysalueen virtausolosuhteiden luotettavaan mallintamiseen. Syvyysaineistojen kattavuus on kuitenkin heikompi sisäsaaristossa ja rantojen läheisellä alueella. Tämän vuoksi syvyyksiä on näillä alueilla pitänyt arvioida malliin, jotta vesi liikkuu oikein myös rannikonläheisellä alueella. Malissa on tehty oletus, että sisäsaariston matalilla alueilla keskisyvyys on 1 m. Kokemäenjoen edustalla joen päävirtausreitillä keskisyvyytenä on käytetty 2 m. Tahkoluodon selvitysalue sijaitsee niin kaukana, ettei näiden alueiden syvyysaineiston heikolla kattavuudella ole vaikutusta Tahkoluodon alueen simuloituihin virtausolosuhteisiin.

Lisäksi mallissa on käytetty Syken rantaviiva-aineistoa (SYKE, 2025) rantaviivan määrittämiseen. Tahkoluodon alueella rantaviivaa on tarkennettu ilmakuvan perusteella, jotta se vastaa nykytilannetta. Rantaviiva on määritetty mallissa vedenpinnan nollassa (N2000).



Kuva 7. Traficomın syvyysaineisto Tahkoluodon alueella.

4.2.3 Tulevan tilanteen syvyysgeometria ja skenaariot

Tulevaa tilannetta simuloidaan mallissa kahdella eri skenaariolla. Skenaariossa 1 vesitäytöt on tehty ainoastaan rannan läheisille alueille (pengerryssuunnitelmassa alueet 1–3). Skenaariossa 2 vesitäytöt on toteutettu täydessä suunnitelmassa laajuudessa. Vesitäyttöjen laajuus skenaarioissa perustuu pengerryssuunnitelmaan (Ramboll, 2025). Suunniteltu vesitäyttöjen vaiheistus on esitetty kuvassa 8. Ensin rakennetaan reunapenger ja sitten syntynyt allas täytetään, jolloin täyttövaiheesta ei aiheudu suspendoitumista.

Vesitäytöt on rakennettu malliin siten, että penkereen korkeus on + 4 m, josta ne tulevat luiskalla nykyiseen merenpohjan tasoon.





Kuva 8. Vesitäyttöjen suunniteltu vaiheistus (vaiheen 1 täytöt oranssilla rajauksella ja lopullisten vesitäyttöjen aluerajaus ruskealla).

Virtausmallia on ajettu kolmella pääskenaariolla:

1. Nykytilanne
2. Tuleva vaihe 1
3. Tuleva lopullinen vesitäyttöjen laajuus

Jokainen pääskenaario on ajettu kolmella eri mallinnusajanjaksolla, joista ensimmäinen kuvaa keskimääräistä tuulitilannetta (keskimääräinen tuulen suunta ja nopeus). Porin Tahkoluodon havaintoasemalla keskimääräinen tuulennopeus on 6,5 m/s ja tuulen suunta 190°. Ääritilanteiden simulointiajanjaksoiksi valittiin Tahkoluodon mittaushistorian voimakkain luoteismyrskytilanne (26.09.2018) ja lounaismyrskytilanne (30.11.1999). 26.09.2018 voimakkain mitattu tuulen nopeus oli 22,9 m/s ja 30.11.1999 22,6 m/s. Mallinnusajanjaksot kuvaavat virtausolosuhteita äärimmäisissä harvoin toistuvissa tuulitilanteissa, joissa virtauksen aiheuttamat eroosiovoimat ovat suurimmillaan.

4.3 Pohjadynamiikan muutosten tarkastelu

Pohjadynamiikan muutosten tarkastelu on tehty perustuen virtausmallin antamiin pohjanläheisiin virtausnopeuksiin ja toisaalta aallokon aiheuttamaan eroosiovoimaan. Pohjadynamiikkatarkastelut perustuvat ääritilanteiden mallinnettuihin virtausolosuhteisiin, jolloin eroosio on voimakkainta. Pohjanläheisiin virtausnopeuksiin perustuvat pohjadynaamiset vyöhykkeet on tulososiossa yhdistetty kahden mallinnetun myrskytilanteen virtausnopeuksista.

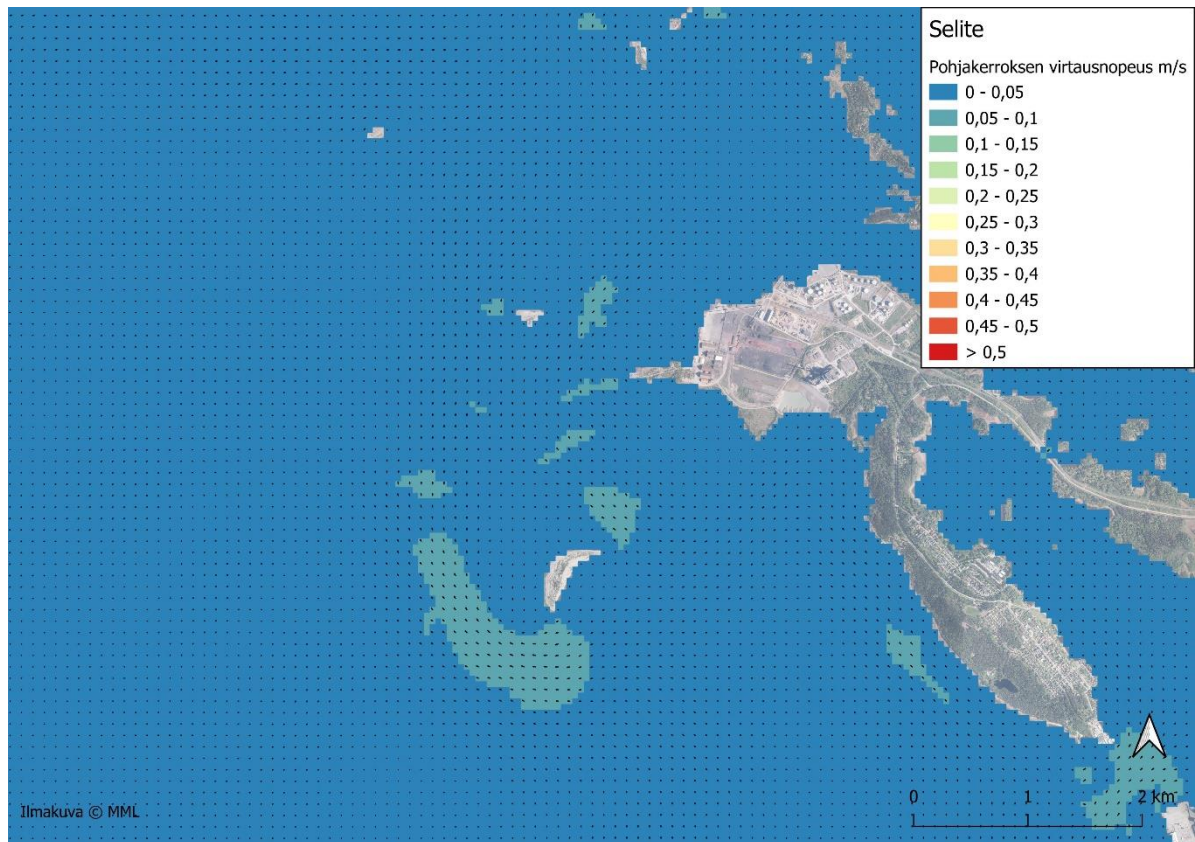
Pohjanläheisten virtausnopeuksien lisäksi aallokon pohjaan aiheuttamalla leikkausjännityksellä on merkittävä vaikutus eroosioon Tahkoluodon edustan olosuhteissa, jossa tuulen pyyhkäisymatka on pitkä. Pohjadynamiikan tarkastelussa on huomioitu laskennallisesti aallokon vaikutus pohjadynaamisiin vyöhykkeisiin. Aallokon eroosiovaikutus on laskettu perustuen tuulen pisimpään keskustapainotettuun pyyhkäisymatkaan 84° sektorissa. Pyyhkäisymatkan perusteella on pystytty määrittämään Pohjoismaiseen vertailuaineistoon perustuvien kaavojen avulla vesisyvyys, johon aallokon eroosiovaikutus ylettyy (Håkanson & Jansson, 1983).

5 Vesistöäytöjen vaikutukset

5.1 Nykytilan virtausmallinnus

Keskituulitilanteessa (6,5 m/s, 190°) simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet ovat enimmäkseen alle 0,05 m/s, mutta paikallisesti virtausnopeudet ovat 0,05–0,1 m/s (kuva 9). Alueellisesti virtaus suuntautuu Porin edustalla keskimäärin rannikon suuntaisesti kohti pohjoista.





Kuva 9. Pohjanläheinen virtaus nykytilanteessa keskituuliskenaariossa.

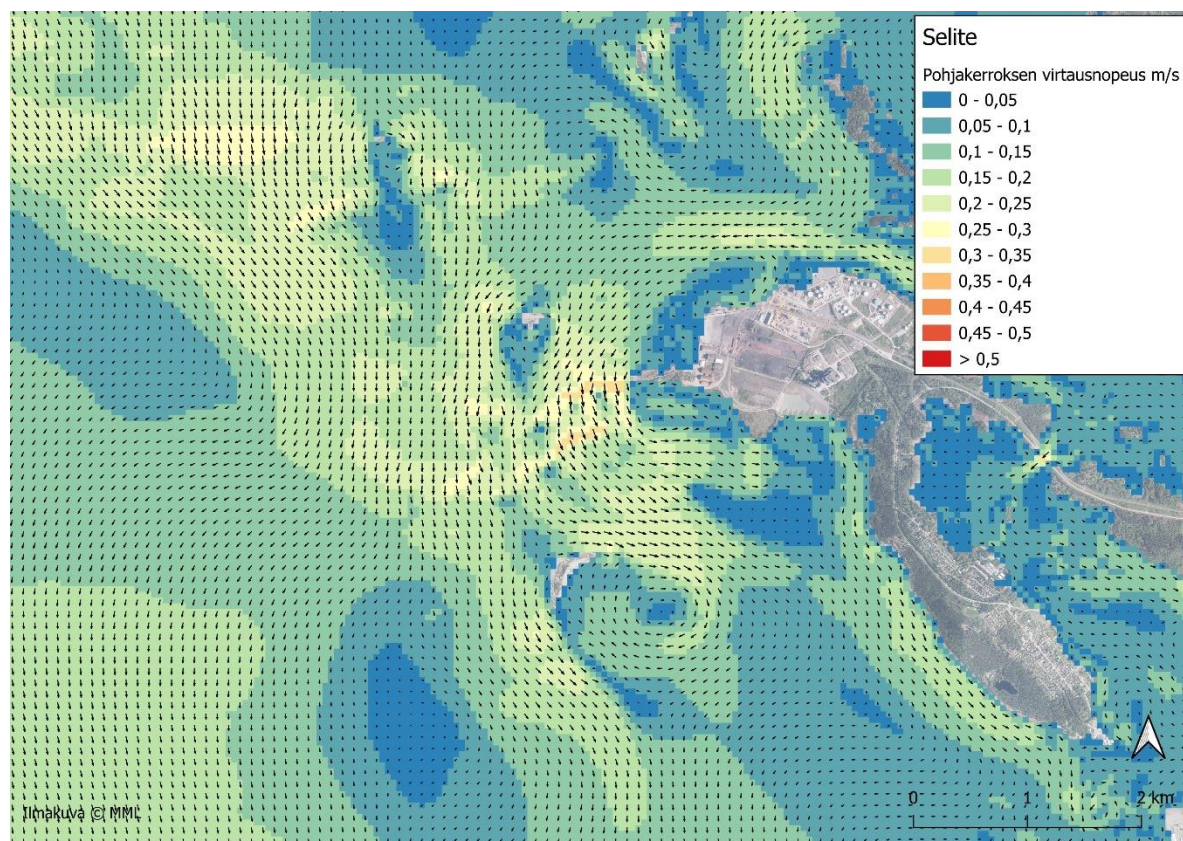
Voimakkaan luoteismyrskyn tilanteessa pohjavirtaukset suuntautuvat pääosin kohti etelää ja kaakkoa (kuva 10). Virtausnopeudet vaihtelevat voimakkaasti sijainnin, pohjan muotojen ja vesisyvyyden mukaan. Voimakkaimmat simuloidut virtausnopeudet ovat Tahkoluodon niemen kärjen edustalla matalilla vesialueilla. Näillä virtausnopeudet ovat voimakkaimmillaan pääosin 0,3–0,4 m/s ja laajalti 0,2–0,3 m/s. Pohjanläheiset virtausnopeudet heikkenevät keskimäärin vesisyvyyden kasvaessa.

Päävirtaus suuntautuu Tahkoluodon niemen kärjen edustalla kohti etelää. Tahkoluodon eteläpuolella päävirtaus kääntyy kohti kaakkoa Kaijan ja Tahkoluodon välistä. Kaijan ja Tahkoluodon välissä pohjanläheiset virtausnopeudet ovat voimakkaimmillaan laajalti noin 0,1–0,25 m/s. Tahkoluodon eteläpuolelle, suunnitellulle täyttöalueelle, muodostuu pieni vastapäivään suuntautuva virtauspyörre. Katainiemen laguunin ja Reposaaren edustalla pohjavirtaus suuntautuu rannan suuntaisesti kohti etelää ja virtausnopeudet ovat voimakkaimmillaan 0,1–0,2 m/s.

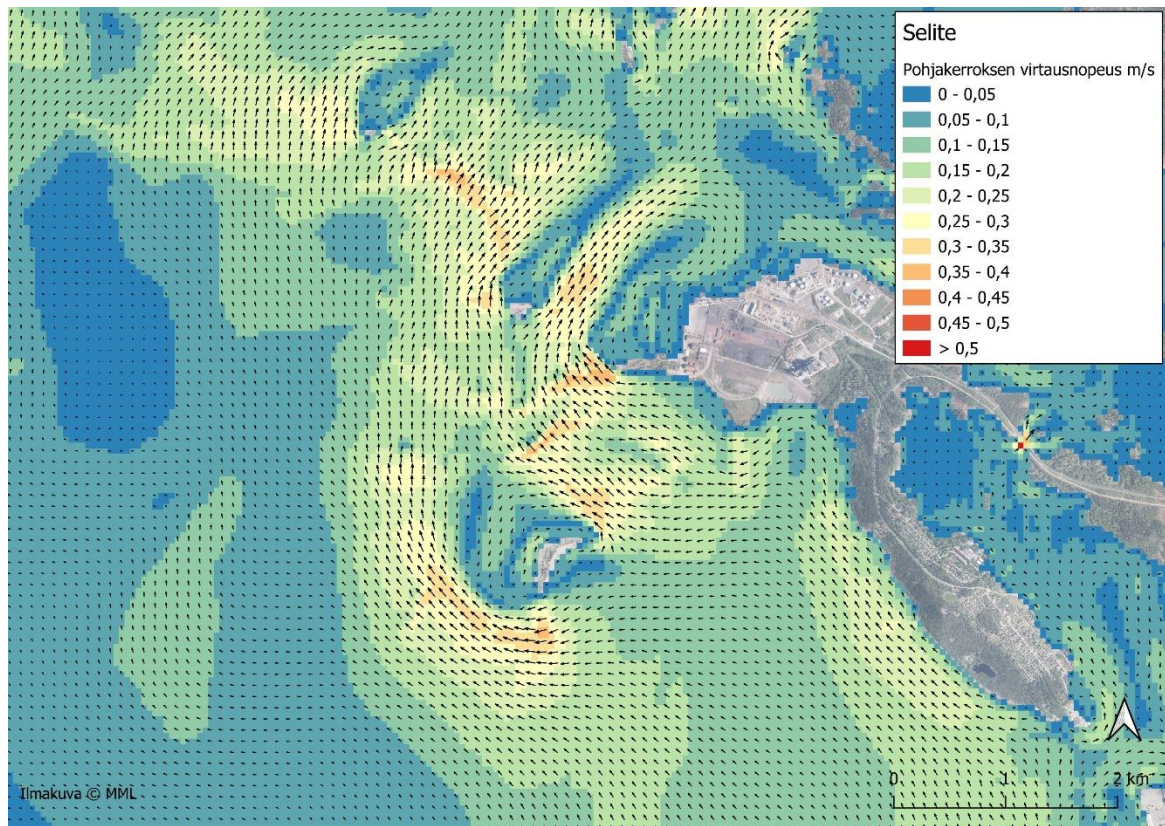
Lounaismyrkyllä pohjavirtaukset suuntautuvat pääosin rannikon suuntaisesti kohti pohjoista (kuva 11). Päävirtaus kääntyy Tahkoluodon ja Kaijan välissä



kohti luodetta ja Tahkoluodon kärjen edustalla kohti pohjoista. Virtausnopeudet ovat Tahkoluodon ja Kaijan välissä pääosin 0,1–0,35 m/s ja Tahkoluodon kärjen edustalla kovimmillaan jopa 0,3–0,4 m/s. Kaitainiemen laguunin edustalla virtausnopeudet ovat 0,1–0,2 m/s.



Kuva 10. Pohjanläheinen virtausnopeus nykytilanteessa luoteismyrskyskenariossa.

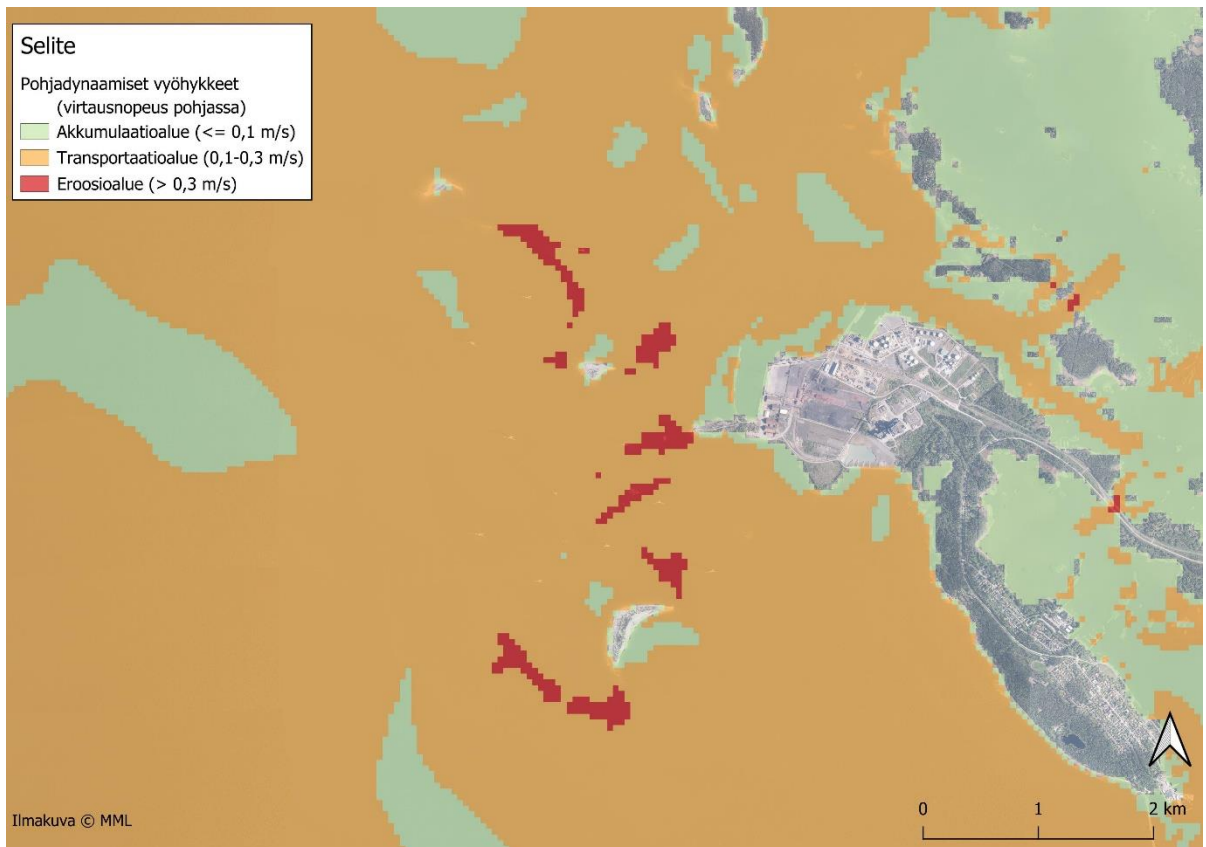


Kuva 11. Pohjanläheinen virtausnopeus nykytilanteessa lounaismyrskyskenariossa.

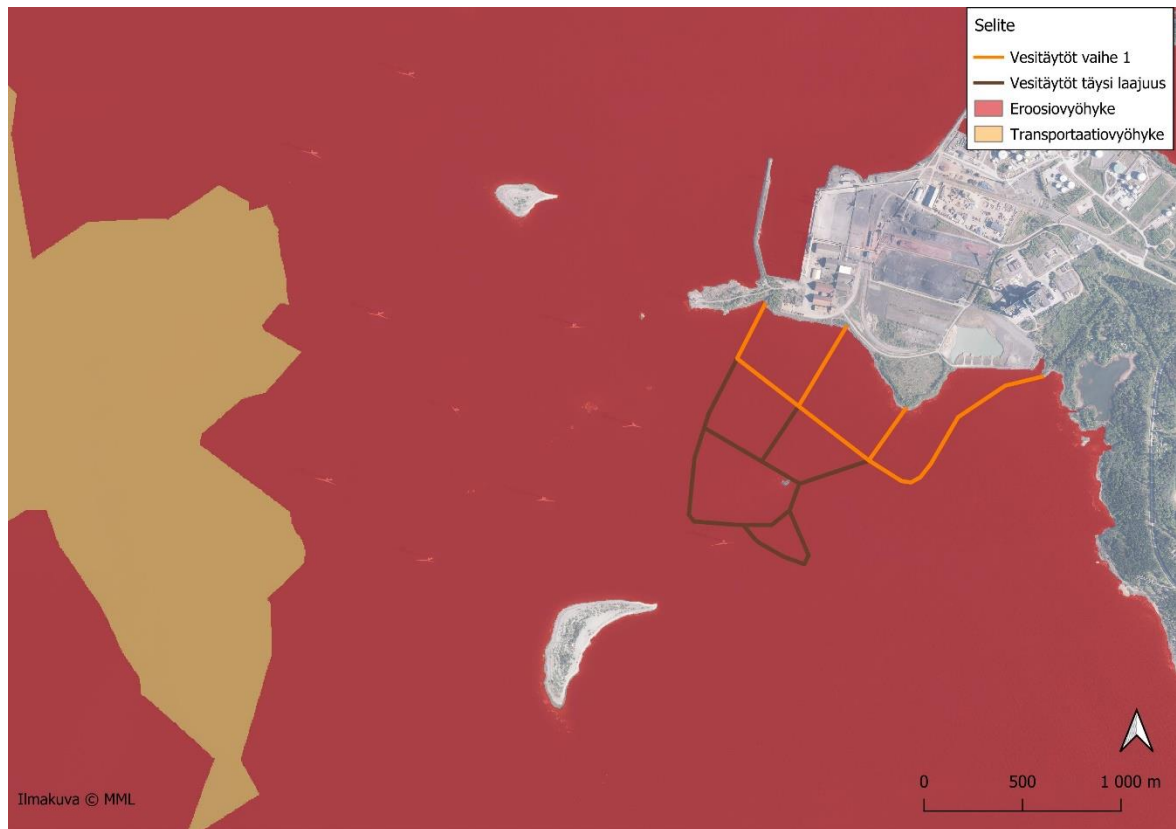
Kuvassa 12 on esitetty täyttöalueen ja sen ympäristön nykyiset pohjanläheisiin virtausnopeuksiin perustuvat pohjadynaamiset vyöhykkeet. Pohjadynaamiset vyöhykkeet perustuvat ääritilanteiden (luoteis- ja lounaismyrsky) simuloituihin pohjanläheisen 1 % kerroksen virtausnopeuksiin. Vyöhykkeet on rajattu mallinnettujen virtausnopeuksien perusteella. Alueet, joilla virtausnopeus on enimmillään 0,1 m/s on rajattu kerrostumis- eli akkumulaatioalueiksi. Alueet, joilla virtausnopeus on 0,1–0,3 m/s, on rajattu transportaatioalueeksi, eli vyöhykkeeksi, jossa sedimenttiä välillä kerrostuu ja välillä joutuu resuspensioon. Transportaatioalueella ei tapahdu mittavaa uuden sedimentin kerrostumista. Alueet, joilla virtausnopeus on yli 0,3 m/s, on rajattu eroosioalueiksi. Näillä alueilla sedimenttiä ei kerrostu, ja vanhan sedimentin pintaosa voi kulua.

Pelkästään simuloituihin virtausnopeuksiin perustuen eroosioalueet ovat melko pieniä ja ne sijaitsevat Kaijankarin, Kumpelin ja Tahkoluodon kärjen edustan alueilla. Tahkoluodon alueella aallokon pohjaan kohdistamilla voimilla on kuitenkin kohteen olosuhteissa erittäin suuri merkitys pohjadynamiikkaan (kuva 13). Tämän vuoksi todellisuudessa, kun huomioidaan myös aallokon laskennallinen vaikutus, on Tahkoluodon täyttöalueen ympäristö kokonaisuudessaan

eroosiovyöhykettä. Aallokon eroosiovaikutus ulottuu Tahkoluodon edustan avoimilla merialueilla, jossa tuulen pisin pyyhkäisymatka on noin 200 km, paikoin noin 26 m syvyyteen asti. Varsinaista akkumulaatiopohjaa ei Tahkoluodon lähi-merialueella sijaitse. Laskennan perusteella varsinaiset akkumulaatiopohjat sijaitsevat kauempana rannasta alueilla, jossa vesisyvyys on yli 50 m.



Kuva 12. Simuloituihin pohjanläheisiin virtausnopeuksiin perustuvat pohjadynaamiset vyöhykkeet nykytilanteessa.

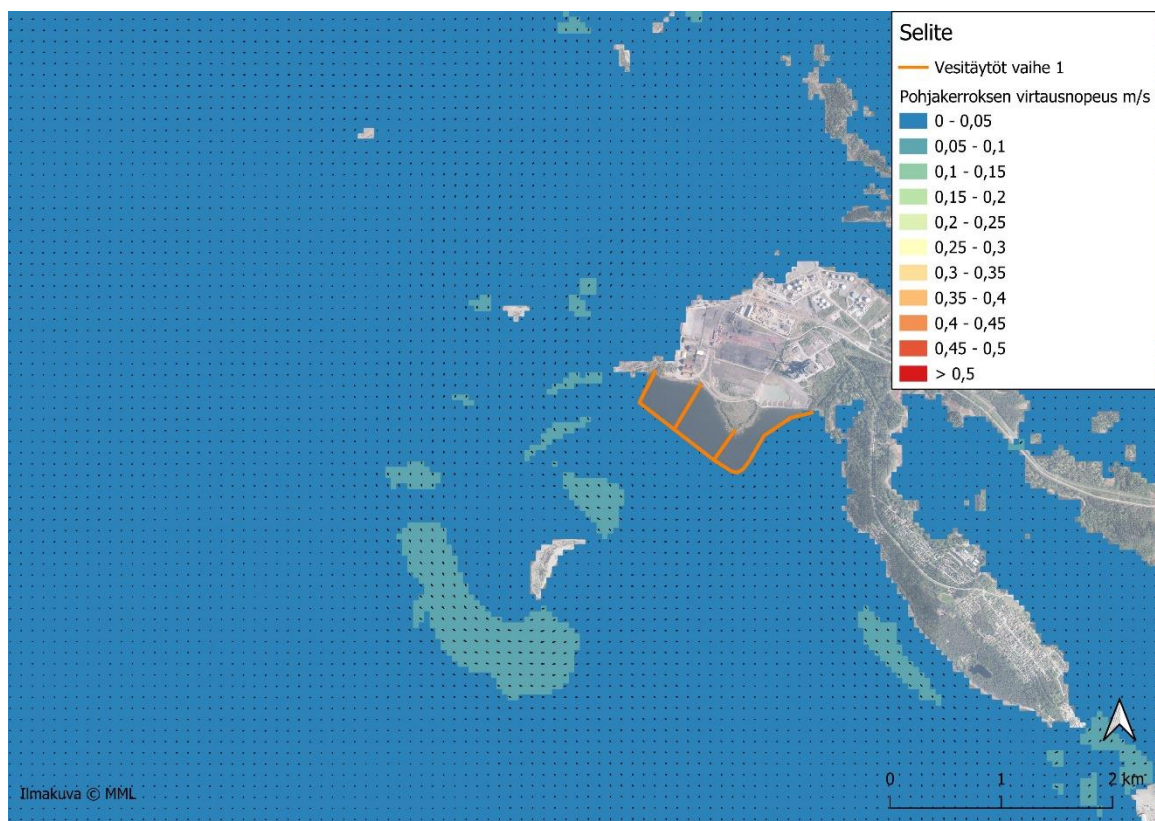


Kuva 13. Aaltoeroosion perusteella lasketut pohjadynaamiset vyöhykkeet.

5.2 Vesistöäytöjen vaikutukset

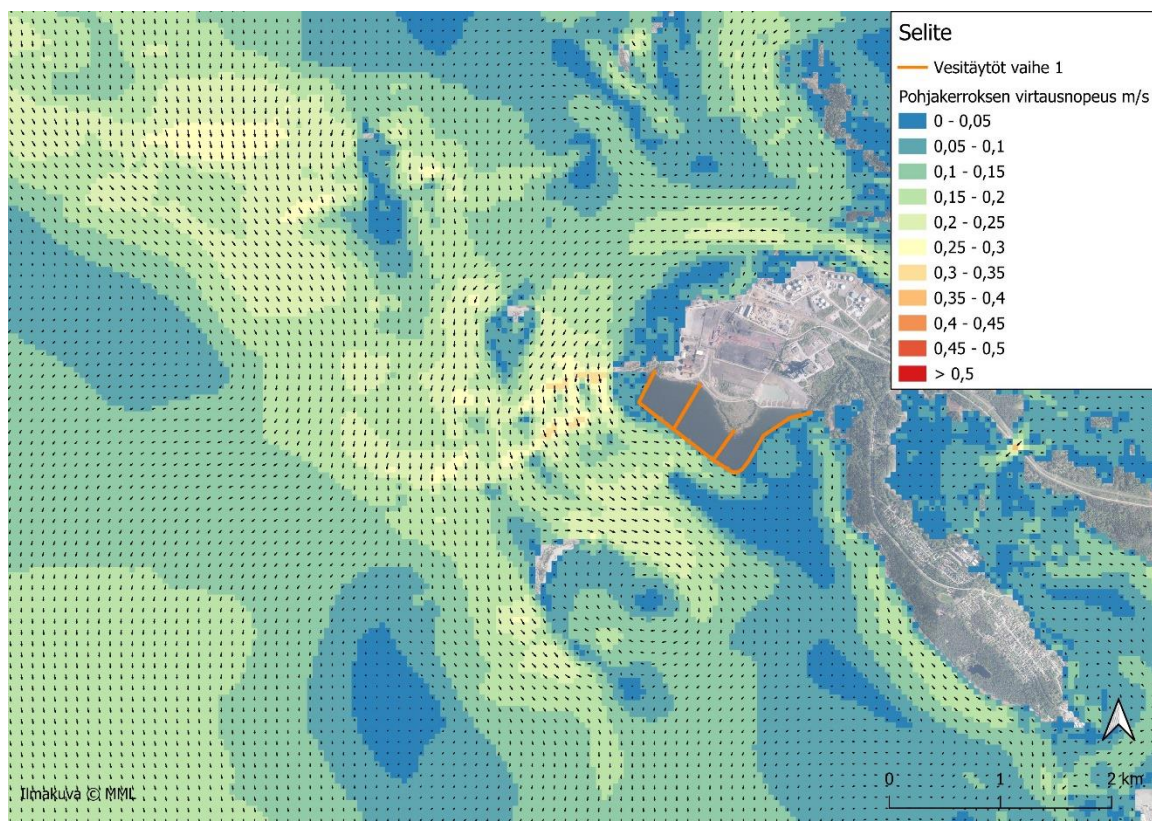
5.2.1 Vaiheen 1 vesistöäytöjen vaikutukset virtausolosuhteisiin

Vaiheen 1 vesistöäytöillä ei ole merkittävää vaikutusta pohjanläheisiin virtausnopeuksiin tai -suuntiin verrattuna nykytilanteeseen (kuvat 14, 15 ja 16). Nykytilanteeseen verrattuna vesistöäytöt pienentävät hieman virtausalaa Kaijan ja Tahkoluodon välissä. Tällä ei ole kuitenkaan ole merkittävää vaikutusta virtausnopeuksiin. Keskituulitilanteessa ja luoteismyrskytilanteessa vaikutukset ovat vähäisiä, mutta lounaismyrskyllä pohjanläheiset virtausnopeudet kasvavat hieman Kaijan pohjoispuolella (voimakkaimmillaan noin 0,4 m/s). Vesistöäytöillä ei ole myöskään merkittävää vaikutusta Katainiemen laguunin edustan virtausnopeuksiin, joten veden vaihtuvuus laguuniin säilyy nykytilanteen kaltaisena.



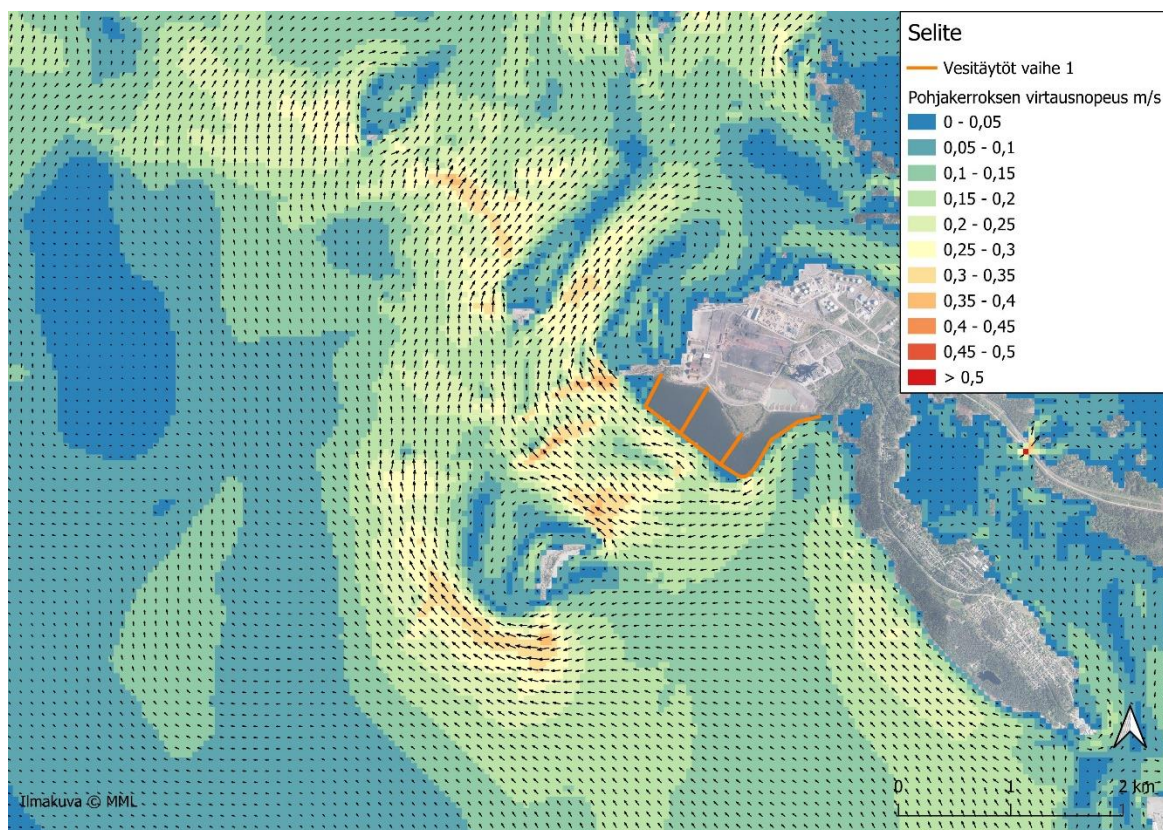
Kuva 14. Simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet tulevassa tilanteessa VE1 keskimääräisellä tuulella.





Kuva 15. Simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet tulevassa tilanteessa VE1 voimakkaalla luoteismyrskyllä.





Kuva 16. Simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet tulevassa tilanteessa VE1 voimakkaalla lounaismyrskyllä.

Suunniteluilla ensimmäisillä täytöillä ei mallinnustulosten perusteella ole merkittävää vaikutusta simuloitujen pohjadynaamisten vyöhykkeiden sijaitiin tai kokoon alueella (kuva 17).

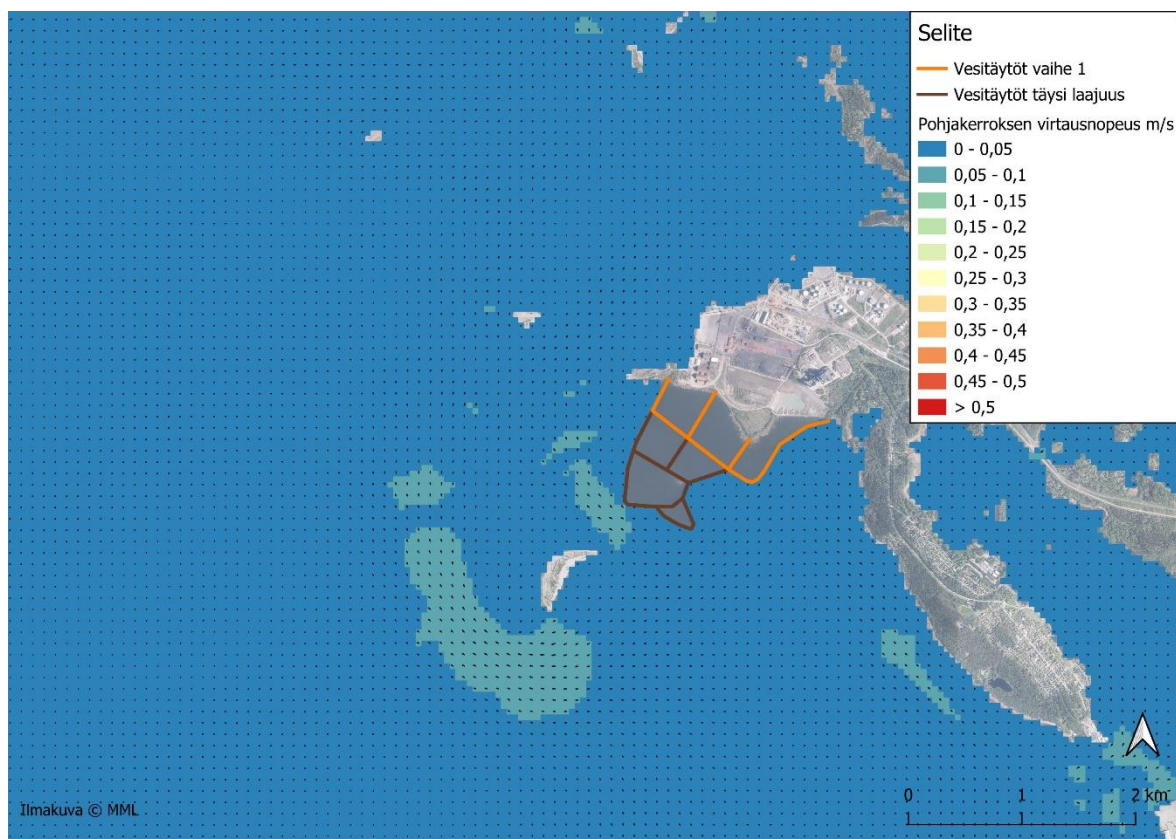




Kuva 17. Simuloituihin pohjanläheisiin virtausnopeuksiin perustuvat pohjadynaamiset vyöhykkeet vaiheen 1 vesitäytöissä.

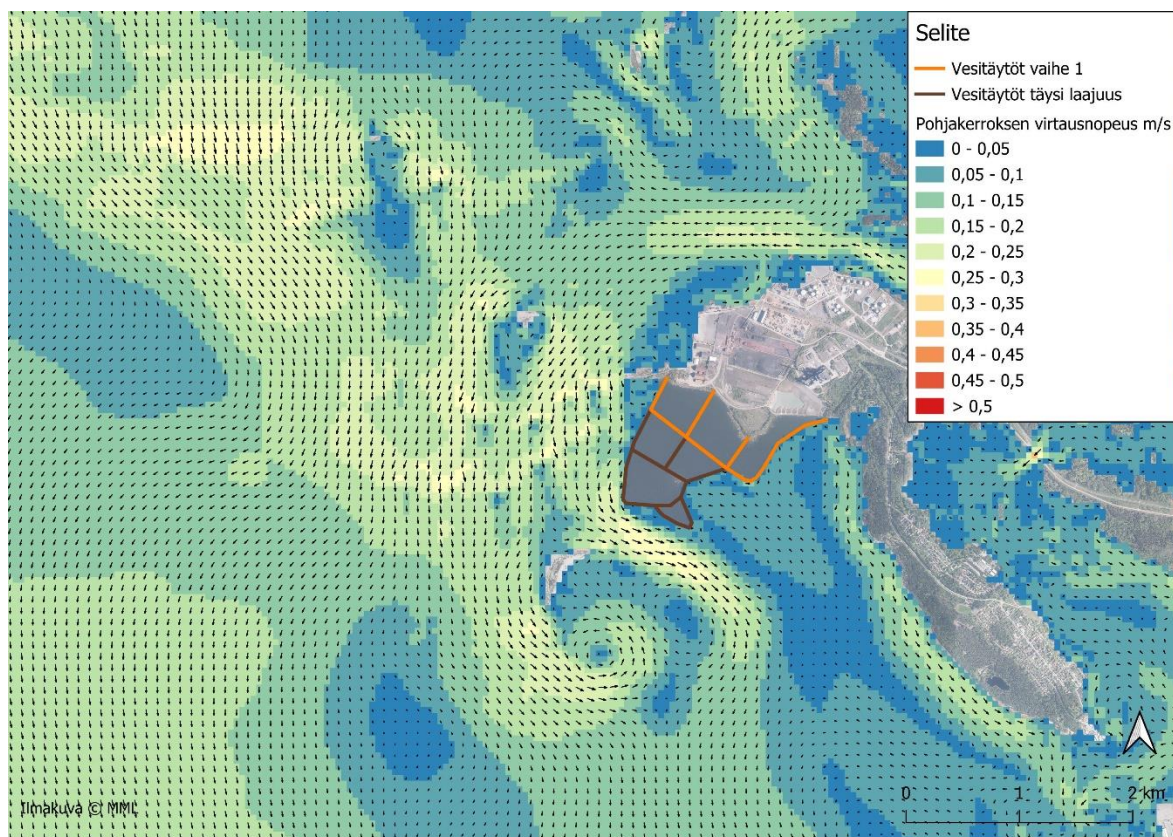
5.2.2 Vaiheen 2 täyttöjen vaikutukset virtausolosuhteisiin

Tahkoluodon eteläpuolen meritäyttöjen toteuttaminen täydessä laajuudessa kasvattaa Tahkoluodon ja Kaijan välistä virtausalaa merkittävästi, mikä kasvattaa keskimääräisiä virtausnopeuksia (kuvat 18, 19 ja 20). Keskituulitilanteessa pohjanläheiset virtausnopeudet ovat niin heikkoja, että virtausalan pieneneminen ei näy virtausnopeuksissa. Sen sijaan myrskytilanteessa simuloitujen virtausnopeudet kasvavat Kaijan ja Tahkoluodon välissä noin 0,1 m/s. Simuloitujen pohjanläheiset virtausnopeudet ovat luoteismyrskytilanteessa noin 0,2–0,3 m/s ja lounaismyrskytilanteessa voimakkaimmillaan 0,4–0,5 m/s. Vesitäyttöjen itäpuolella, laguunin ja Reposaaaren edustalla virtausnopeudet heikkenevät hieman luoteismyrskytilanteessa, mutta vallitsevan lounaistuulen tilanteessa virtausnopeuksissa ei tapahdu muutosta verrattuna nykytilanteeseen. Vesitäyttöjen itäpuolelle syntyy lounaismyrskyllä vastapäivään suuntautuva ja luoteismyrskyllä myötäpäivään suuntautuva virtauspyörre. Pohjanläheiset virtausnopeudet ovat kuitenkin täyttöjen itäpuolella melko heikkoja ($< 0,2$ m/s).

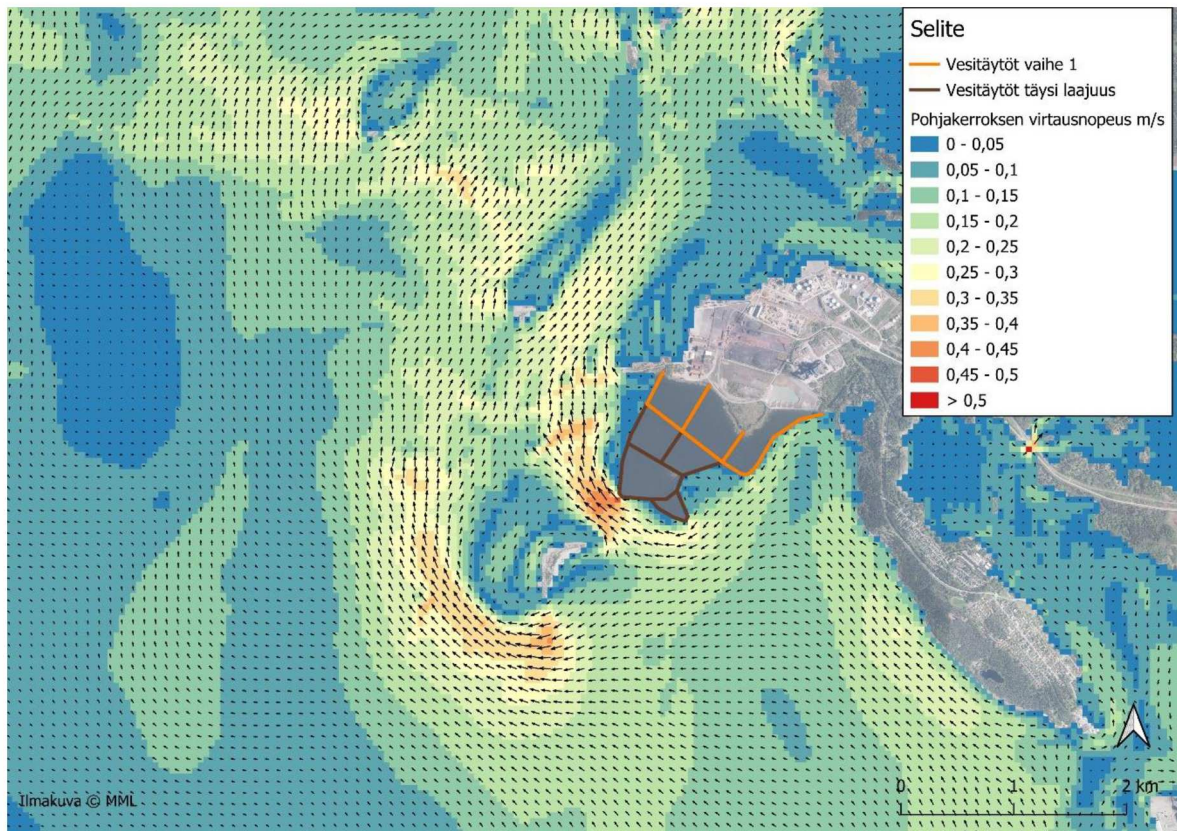


Kuva 18. Simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet tulevassa tilanteessa VE2 keskimääräisellä tuulella.





Kuva 19. Simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet tulevassa tilanteessa VE2 luoteismyrskytilanteessa.



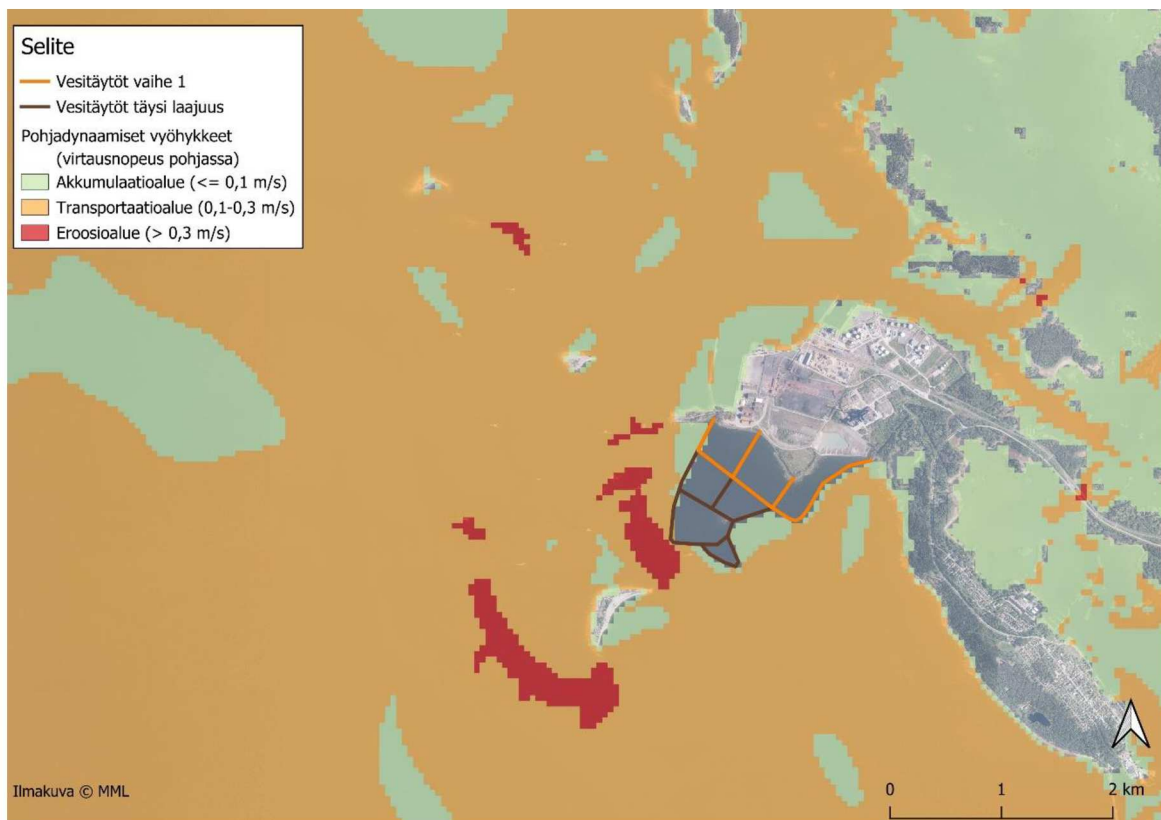
Kuva 20. Simuloidut pohjanläheiset virtausnopeudet tulevassa tilanteessa VE2 lounaismyrskytilanteessa.

Vaiheessa 2 Tahkoluodon ja Kaijan välisen virtausalan kaventuminen ja virtausnopeuden kasvaminen näkyy myös virtausnopeuksiin perustuvien eroosioalueiden sijainneissa (kuva 21). Eroosioalueiden määrä vähentyy, ja jäljellejäävät alueet muuttuvat hieman suuremmiksi. Kokonaispinta-alassa ei kuitenkaan arvioida tapahtuvan kasvua, eikä alueiden sijainti merkittävästi muutu tai siirry akkumulaatioalueelle. Virtausnopeuksiin perustuvien akkumulaatioalueiden sijainti tai koko ei myöskään merkittävästi kasva.

Vesistötäyttöjen itäpuolella, laguunin ja Reposaaaren edustalla luoteismyrskytilanteen hieman heikkenevät virtausnopeudet eivät aiheuta muutosta verrattuna nykytilanteen pohjadynamiikkaan, sillä vallitsevan lounaistuulen tilanteessa virtausnopeudet eivät muutu.

Kokonaisuudessa muutokset virtausnopeuksissa ovat vähäisiä, ja rajoittuvat täyttöalueen läheisyyteen. Laajemmassa mittakaavassa virtausolosuhteet säilyvät nykyisen kaltaisina. Meritäytöillä ei ole myöskään merkittävää vaikutusta pohjadynamiikkaan, kun huomioidaan myös aallokon aiheuttama vaikutus. Meritäyttöjen ympäristö on myös tulevassa tilanteessa lähes kokonaisuudessaan

eroosiovyöhykettä. Meritäyttöjen itäpuolella aallokon eroosiovaikutus pienenee merkittävästi länsituulitilanteissa, mutta meri säilyy edelleen avoimena lounaan suuntaan. Täyttöjen ei arvioida aiheuttavan haitallisia muutoksia sedimentin kerrostumiseen tai kulkeutumiseen alueella, sillä alueen päävirtauskuva säilyy muuttumattomana.



Kuva 21. Pohjanläheisten virtausnopeuksien perusteella simuloidut pohjadynaamiset vyöhykkeet lopullisten vesitäyttöjen tilanteessa.

5.2.3 Täytönaikaiset vaikutukset samentuman leviämiseen

Yleisesti ottaen samentuman synty ja leviäminen riippuvat ennen kaikkea hienoaineksen määrästä, hiukkasten laskeutumisnopeudesta sekä virtausten ja aaltojen sedimenttiin aiheuttamasta leikkausjännityksestä. Suspendoituminen aiheutuu kohteessa lähinnä luontaisen sedimentin syrjäytymisestä ja häiriintymisestä täytön yhteydessä. Koska pohjasedimentti on tutkimustulosten perusteella moreenia, jonka hienoainespitoisuus on pintakerroksessa vähäinen, eikä täyttötöiden yhteydessä pohjasedimenttiä ruopata, on täyttöjen yhteydessä vesimassaan suspendoituvan hienoaineksen osuus pieni. Tämä rajoittaa samentumapilven muodostumista ja kulkeutumista; savea karkeammat fraktiot laskeutuvat nopeasti eivätkä leviä laajalle alueelle. Täyttöaine on karkearakeista

(louhe), ja sen aiheuttama samentumavaikutus on varsin vähäinen. Näin ollen täyttöaikainen samentuman leviäminen ja sen vaikutusalue ulottuu vain täyttöalueen läheisyyteen.

Sedimenttinäytteistä tehdyn haitta-aineselvityksen (Ramboll, 2025) perusteella täyttöalueen pohjasedimentin haitta-ainepitoisuudet ovat vähäisiä, ja enimmäkseen luontaista vastaavalla tasolla. Samentuman leviämisen ei arvioida olevan merkityksellistä haitta-aineiden leviämisen kannalta.

Meritäytöt toteutetaan lähtökohtaisesti suojaustoimenpiteiden kanssa, johon kuuluu täyttöalueen ympärille asennettava silttiverho. Suojaustoimenpiteiden myötä vaikutukset rajautuvat lähtökohtaisesti silttiverhon sisälle, jolloin samentuma ei pääse leviämään laajemmin merialueelle. Jos samentuma pääsisi leviämään suojaustoimenpiteiden pettäessä, sekoittuisi se nopeasti ympäröivään suureen vesimassaan. Alueen sekoittumisolosuhteet ovat erittäin hyvät. Samentuma ei myöskään aiheuttaisi haitallista sedimentin kerrostumista punalevöpohja-alueille tai kalojen kutualueille, koska lähimerialueen pohja on kokonaisuudessaan eroosiopohjaa, jossa hienoaaines huuhtoutuu nopeasti pois virtaus-ten ja aallokon vaikutuksesta.

5.2.4 Vaikutukset punalevöpohjiin

Meritäyttöalueet ovat veden syvyyden ja pohjan laadun perusteella suurimaksi osaksi punalevöpohja-luontotyyppin esiintymiselle sopivaa aluetta (kuva 22). Punalevöpohjia esiintyy alueella vuoden 2023 kartoituksen perusteella noin 3,3–8,9 metrin syvyydellä (Tolonen ym 2023). Meritäyttöalueen noin 1,72 km pituisesta rantaviiva-alueesta vain nykyisin keskelle jäävän niemen ranta (Törnrikari) on historiallisten ilmakuviin perusteella vielä 1960-luvulla ollut luonnontilainen saari. Muu ranta-alue (noin 1 km) on myöhempää meritäyttöä ja siten vahvasti ihmistoiminnan muokkaamaa. Uusien meritäyttöjen myötä hankealueen rannan morfologia muuttuu jälleen.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Meritäyttöjen aiheuttama häiriö vaikuttaa oleellisesti täyttökohdan paikallaan pysyviin eliöihin, kuten punaleviin. Täyttöalue menetetään potentiaalisena habitattina punaleville ja punalevöpohja-luontotyyppin esiintymiselle. Rannan myö-
täinen osa tulevan täyttöalueen mahdollisista punalevöpohjista on muodostunut edellisten meritäyttöjen jälkeen.

Täyttöalueen pohjamateriaali sekä täyttöaines ovat karkeaa kiviainesta, louhetta, jolloin ei ole odotettavissa veden ravinnepitoisuuksien merkittävää nousua, jolla voisi olla vaikutusta kasviplanktonin runsastumisen myötä vesimassan valo-olosuhteisiin ja sitä kautta punaleviin. Rakennusaikana käytetään



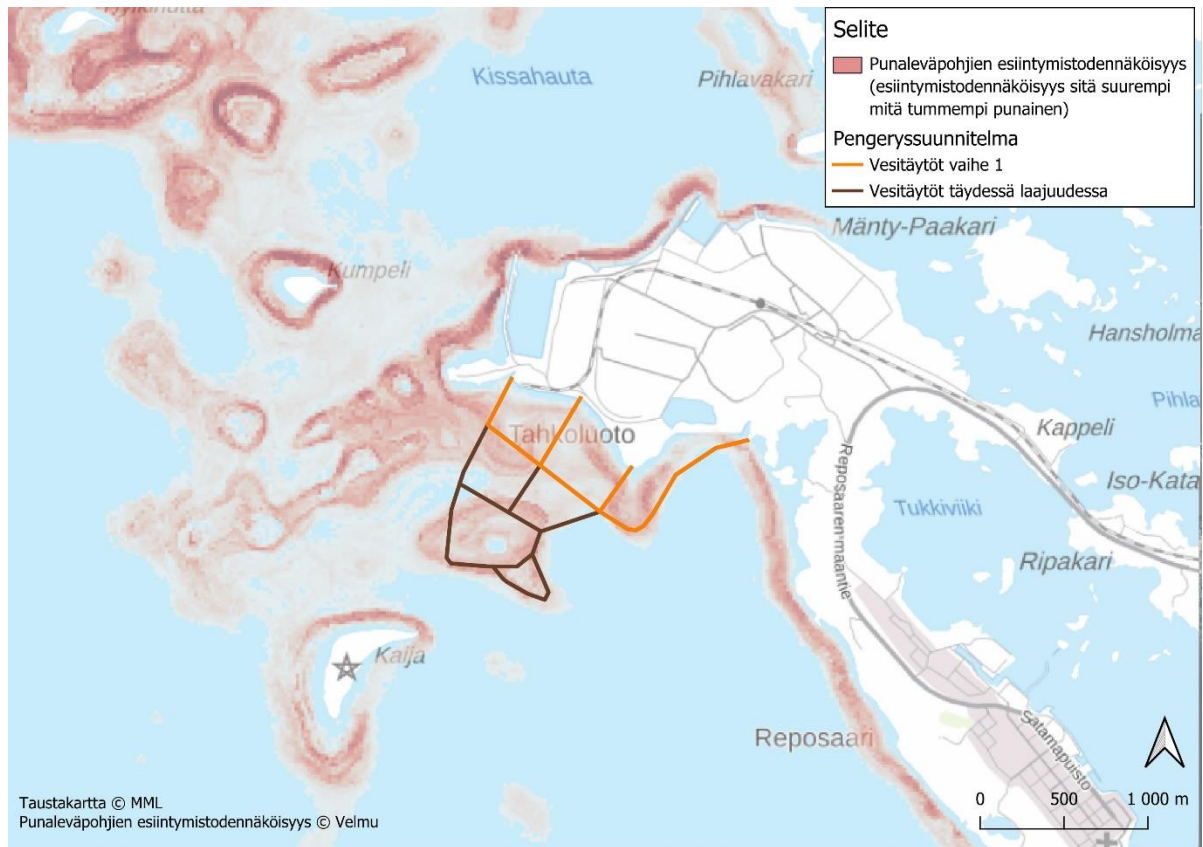
silttiverhoa, joka estää tehokkaasti kiintoaineen ja samentuman leviämistä täyttöalueen ulkopuolelle. Täyttöalueen ulkopuolelle ei ole siten odotettavissa, mikäli silttiverho pysyy eheänä, merkittävää meritäytöstä johtuvaa liettymistä tai veden samentumista, joilla voisi olla vaikutusta punalevöpohjien eliöstöön.

Rakentamisen jälkeiset vaikutukset

Meritäyttöalue rajautuu itä- ja eteläreunaltaan mallinnetun mahdollisen punalevävyöhykkeen, mikä noudattaa alueen syvyysvyöhykkeitä, rajalle. Uusi ranta-viiva tarjoaa nykyisen, suurimmaksi osaksi edellisten meritäyttöjen muodostaman, ranta-alueen kaltaisen potentiaalin punalevöpohjien esiintymiselle punalevävyöhykkeen syvyydellä.

Virtausmuutosten myötä mahdollisesti liikkeelle lähtevän hienoaineuksen määrä on vähäinen johtuen kovasta pohjalaadusta. Meritäyttöjen aiheuttamilla pienillä virtaaman muutoksilla ei kuitenkaan ole koko vesialueen kannalta oleellista vaikutusta punalevien esiintymiseen täyttöalueiden ulkopuolella. Punalevien päälle mahdollisesti sedimentoituvan kiintoaineen vaikutukset ovat aallokolle ja vedenvirtaukselle alttiilla paikoilla vähäisemmät kuin suojaisemmilla alueilla, veden liikkeen poistaessa punalevien päälle sedimentoituvaa yhteyttämistehoa heikentävää materiaalia.





Kuva 22. Mallinnettu punalevähän esiintymistodennäköisyys Tahkoluodon edustan meritäyttöhankkeen lähialueilla. (Velmu 2025).

Meritäyttöjen vaikutukset Vaihe 1 ja Vaihe 2

Potentiaalisia punalevähän on vaiheen 1 ja vaiheen 2 meritäyttöalueilla laajuudeltaan lähes saman verran. Pelkän Vaiheen 1 toteutuessa menetetään mallinnettuja mahdollisia punalevähän noin puolet (50 ha) verrattuna siihen, että täytöt toteutuisivat koko laajuudessaan, jolloin mahdollisia punalevähän menetetään maksimissaan noin 100 ha. Uusi punalevähän soveltuva vyöhyke muodostuu rannan myötäisesti, punaleville soveltuvalla syvyydellä.

Punalevien ja punalevähän esiintymiseen vaikuttaa alueella pohjan materiaali sekä valon ja ravinteiden määrä. Lähialueella on mallinnusten perusteella kohtalaisen paljon mahdollista punalevähän. Meritäyttöalueen lounais-länsiluodesuunnassa on potentiaalista punalevähän, jolloin punalevien kolonisatio on mahdollista syntyvälle uudelle rantaviivalle, punaleville soveltuvalla syvyydellä. Punaleviä esiintyy kovilla pohjilla, jolloin meritäytössä käytettävä karka kivitavara, louhe tai lohkat soveltuvat hyvin punaleville. Nykytilanteessa meritäyttöjen alue on mallinnettu olevan suurimmaksi osaksi eroosioaluetta johtuen aallokon aiheuttamasta eroosiovaikutuksesta.



Vaiheen 1 toteutuessa, täyttöalueen edustalle muodostuva uusikin punalevä-pohjille otollinen alue on mallinnettu eroosioalueeksi, jolloin veden virtaus poistaa ajoittain punalevien pinnalle sedimentoituvan, yhteyttämistä hankaloittavan, kiintoaineen. Virtausolosuhteiden muutoksista ei siten kohdistu merkittäviä vaikutuksia punaleväpohjiin.

Pohjadynaamisissa vyöhykkeissä ei tapahdu merkittävää muutosta myöskään meritäyttöjen toteutuessa kokonaisuudessaan (Vaihe 2). Näin ollen virtausolosuhteiden/pohjadynaamisten vyöhykkeiden muutoksilla ei ole kokonaisuudessaan merkittävää vaikutusta uusien potentiaalisten punaleväpohjien muodostumiselle alueella.

5.2.5 Vaikutukset merikutuisen siian lisääntymiseen

Suunnitellut meritäyttöalueet sijoittuvat KVVY:n raportissa (2020) kuvatussa lisääntymisalueen sekä veden syvyyden kannalta potentiaalisille siian kutualueille (kuva 23). Myös pohjan laadun perusteella (kova pohja, vrt Kuva 3. Kovan ja pehmeän pohjan alueet 1:250 000) täyttöalueet sekä täyttöalueiden läheisyydessä olevat alle viiden metrin syvyiset alueet ovat siialle potentiaalista kutuympäristöä. Yterin edustan potentiaalisille kutualueille ei katsota muodostuvan vaikutuksia etäisyydestä johtuen.

5.2.6 Vaikutukset silakan lisääntymiseen

Suunnitellut meritäyttöalueet sijoittuvat silakan kutuhabitaateiksi potentiaalisille punaleväpohjille (kts. kuva 22) sekä sinisimpukka- ja riutta-alueille (kuva 24). Syvyydeltään vaiheen 1 täyttöalueet ovat matalampia kuin alueet, joilta mätiä on vuoden 2020 tutkimuksissa (Alleco a,b) havaittu. Vaiheen 2 alueet ovat osittain suotuisemmilla syvyyksillä. Yleisesti täyttöalueiden läheisyydessä on runsaasti silakan kudulle suotuisaa habitaattia, johon voi kohdistua vaikutuksia.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Vaiheessa 1 täyttöalueiden alle jää jonkin verran potentiaalista habitaattia. Keskituulitilanteessa muodostuu vähäisiä kiintoaine- ja samentumisvaikutuksia Mustakrooppin ja Kumpelin välisellä alueella. Lounaismyrskyllä vaikutukset ulottuvat Hylkiriutan alueelle ja mahdollisesti Silakkariutalle.

Vaiheessa 2 potentiaalisen habitaatin menetys kohdistuu varsinkin täyttöalueeseen 6. Luoteismyrskyllä esiintyy vähäisiä kiintoaine- ja samentumisvaikutuksia Kaijan edustalla. Keskituulitilanteessa ja lounaismyrskyllä vaikutukset samankaltaisia kuin vaiheessa 1.

Kutualueet, joilta on Allecon (2020 a,b) tutkimuksissa havaittu silakan mätiä ovat pääasiallisesti niin etäällä, että niihin ei katsota aiheutuvan vaikutuksia.



Muita mahdollisia vaikutuksia ovat täyttöistä aiheutuva melu. Melun ei katsota olevan merkittävää ottaen huomioon muu alusliikenne alueella. Meritäytöistä syntyvä melu voi kuitenkin aiheuttaa häiriötä kutukäyttäytymiselle, jolloin yksilöt hakeutuvat kutemaan häiriintymättömille alueille. Silttiverhon käytöllä voidaan estää tai lieventää samentumisvaikutukset kummassakin vaiheessa.

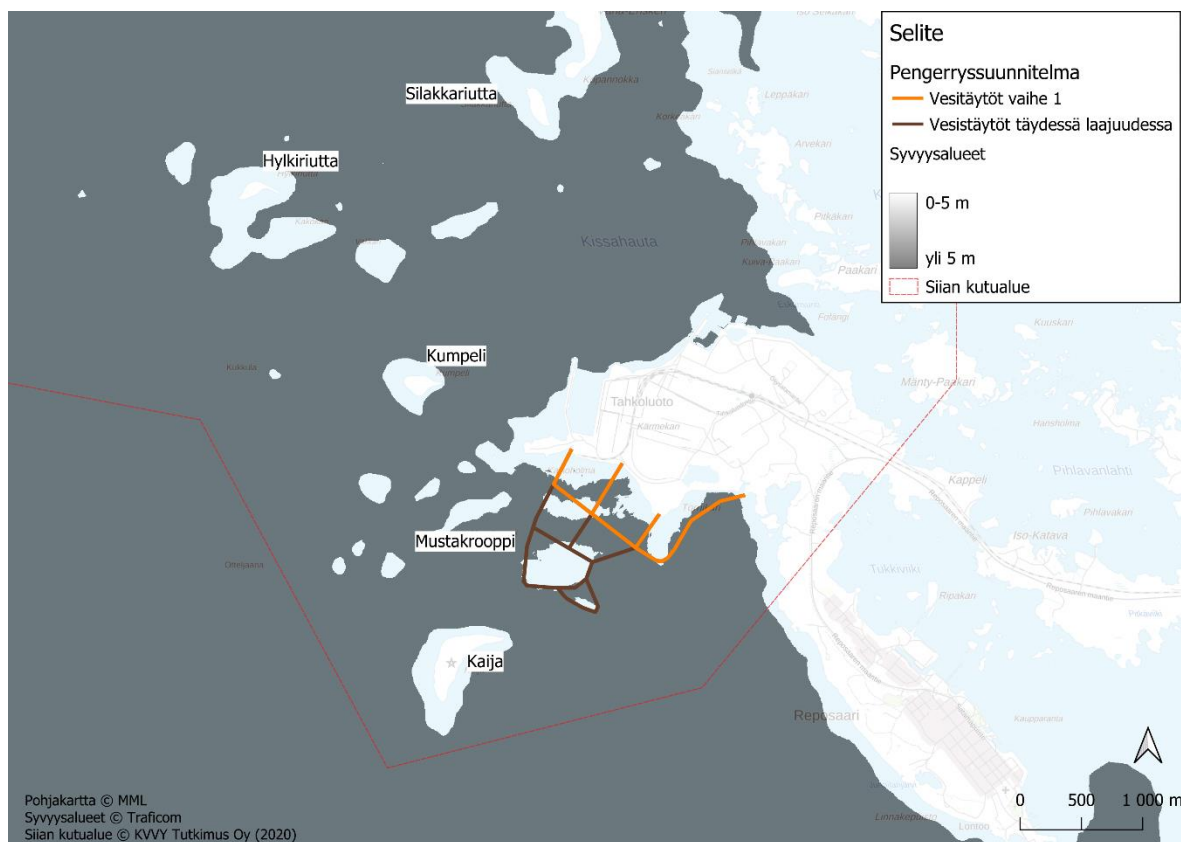
Rakentamisen jälkeiset vaikutukset

Täyttöalueiden alle jäävät potentiaaliset kutuhabitaatit häviävät täyttöjen myötä. Esimerkiksi punalevöpohjien uudelleen muodostuminen voi kuitenkin tarjota potentiaalista habitaattia täyttöjen toteutumisen jälkeen.

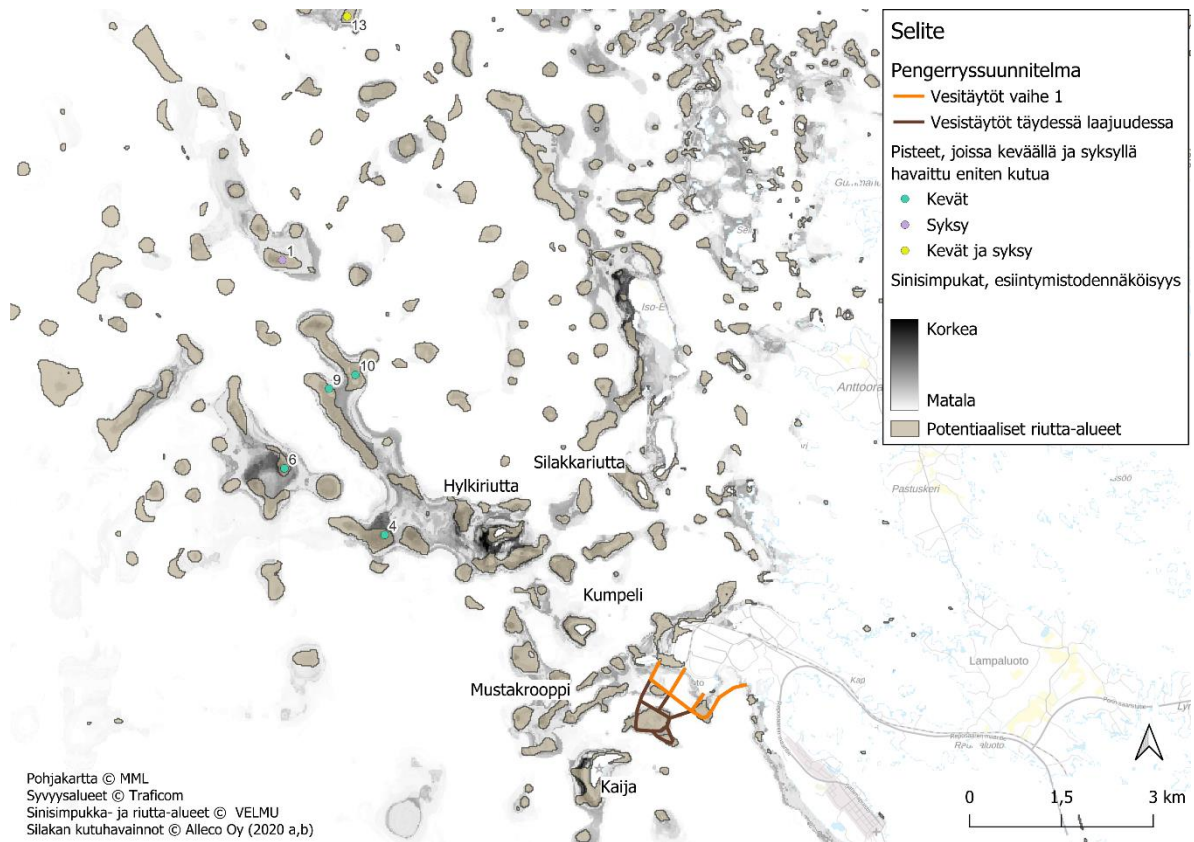
Vaiheessa 1 virtausnopeuksien muutoksella nykytilanteeseen nähden ei katsota aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia lähialueen potentiaalsiin kutualueisiin. Myöskään eroosioalueiden muutoksilla eri tuulitilanteissa ei katsota olevan vaikutusta.

Koska meritäyttöjen lähimerialue on nykytilanteessa kokonaisuudessaan eroosiopohjaa, eikä tähän ole tulossa meritäyttöjen myötä muutosta, ovat vaikutukset potentiaalisille kutuhabitaateille hyvin vähäisiä. Tämän vuoksi meritäytöillä ei katsota olevan merkittävää vaikutusta kummankaan lajin kudulle.





Kuva 23. Syvyydeltään suotuisten merikutuisen siian kutualueiden (vaalea, 0-5 m) sijoittuminen kaupallisten kalastajien ilmoittamalle siian kutualueelle (punainen katkoviiva, KVVY 2020) Tahkoluodon edustan meritäyttöhankkeen lähialueella.



Kuva 24. Suotuisten silakan kutualueiden, sinisimpukkapohjien ja potentiaalisten riutta-alueiden (VELMU), sekä mäti havaintopisteiden (Alleco 2020 a,b) sijoittuminen Tahkoluodon meritäyttöhankkeen lähialueella.

5.3 Mahdollisen syväsataman vaikutukset

Mahdollisen syväsataman vaikutukset virtausolosuhteisiin ja pohjadynamiikkaan aiheutuvat ennen kaikkea satamaan tulevien alusten potkurivirtauksista. Meri-alue on Tahkoluodon eteläpuolella sen verran syvää, ettei ruoppauksille ole lähtökohtaisesti tarvetta. Alusten potkurivirtaukset ovatkin merkittävin eroosiota aiheuttava tekijä. Yleisesti syväsatamien luotausaineistoista on havaittu mahdollisia alusten aiheuttamia eroosiojälkiä. Tahkoluodon merialue on kuitenkin jo nykytilanteessa eroosiopohjaa, mikä vähentää mahdollisten potkurivirtausten vaikutuksia, koska helposti erodoituva aines on jo huuhtoutunut.

Alusten potkurivirtaukset kohdistuvat voimakkaammin ja pidemmälle rantaan, jos alukset tulevat laituriin perä edellä. Lähtökohtaisesti potkurivirtausten vaikutusalueita voidaan pienentää ohjaamalla alus laituriin keula edellä. Suurimmat eroosiovaikutukset tulevat yleensä, jos aluksilla on hinaustarvetta. Tällöin eroosiovaikutusta syntyy sekä aluksen että hinaajien potkurivirtauksista. Hinaajien potkurivirtauksilla on usein laivojen potkurivirtauksia laajempi vaikutusalue,



kun ne operoivat laivan rantautumisen aikana laajemmalla alueella ja voivat toimia pitkiä aikoja suuremmalla propulsioteholla. Potkurivirtausten voimakkuuteen ja tätä kautta eroosioon vaikuttaa ennen kaikkea satamaan tulevien alusten koko, hinaustarve sekä alusten käyttämä propulsioteho ja se kuinka pitkään alukset käyvät suurilla propulsiotehoilla.

5.4 Vaikutusten lieventäminen

Rakentamisaikaisten vaikutusten lieventämistä käsitellään kunkin toteutuvan meritäytön kohdalla vesirakennustöille haettavan vesilain mukaisen luvan hakeuksessa ja lupaehdoissa. Haittoja voidaan vähentää tehokkaasti vesilupapäätöksen ehtoja noudattamalla.

Merkittävin rakennusaikainen kielteinen vaikutus on yleensä vesialueen samentuminen, mihin voidaan vaikuttaa tehokkaasti suojaverhon avulla. Suojaverho on vakiintunut keino vähentää kiintoaineen ja samentuman leviämistä vesirakennustöissä. Suunnittelussa on kuitenkin huomioitava, että voimakas avomereltä tuleva aallokko voi haitata suojaverhojen toimintaa.

Vaikutuksia voidaan lieventää myös töiden ajoittamisella mahdollisimman lyhyelle ja haitattomalle ajanjaksolle, ja sedimentin suspendoitumista estävillä työtapamenettelyillä. 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 mahdollisuuksien mukaan. Punaleviä esiintyy kovilla pohjilla, jolloin täytöissä käytettävä karkea kivimateriaali kuten louhe on niille sopiva alusta. Parhaimmillaan voidaan luoda uusia, entistä soveliaampia habitaatteja.

5.5 Arvioinnin epävarmuudet

Mallinnukseen liittyy aina epävarmuustekijöitä, koska simulaatio on aina yksinkertaistus todellisuudesta, ja mallinnusten tuloksia tulee aina tulkita näiden epävarmuustekijöiden kautta. Epävarmuuksista huolimatta virtausmallin katsotaan kuvaavan riittävän hyvällä tarkkuudella alueen virtausolosuhteita ja niissä tapahtuvia muutoksia, jotta mallinnusten tulosten perusteella voidaan antaa asiantuntija-arvioita ympäristöön kohdistuvista muutoksista.

Mallinnuksia varten ei ole tehty erillisiä mittauksia alueen virtaus- tai sedimentaatio-olosuhteista. Tämän vuoksi mallia ei ole varsinaisesti kalibroitu suhteessa mitattuun tietoon. Mallinnuksen tuloksia on kuitenkin vertailtu lähialueilta



tehtyihin virtausmittauksiin ja aikaisempiin virtausmallinnuksiin. Selvityksessä simuloitujen keskimääräiset pohjanläheiset virtausnopeudet ovat samaa suuruusluokkaa aikaisemmista mallinnoista ja mittauksista saatujen virtausnopeuksien kanssa.

Lisäksi laskentahilan pienimmän erotustarkkuuden vuoksi malli yksinkertaistaa hilakokoa pienempiä kohteita, joita ovat esimerkiksi pienet saaret ja niemet sekä kapeat matalikot ja syvänteet. Sisäsaaristosta ei ollut saatavilla syvyystietoja, joten syvyyksiä on pitänyt osittain arvioida. Nämä alueet sijaitsevat kuitenkin kaukana selvitysalueesta eikä arvioituilla syvyyksillä näin ollen ole merkittävää vaikutusta Tahkoluodon alueen mallinnettuihin virtausolosuhteisiin.

Virtausmallinnoissa on käytetty yhtenäistä tuulta, mutta todellisuudessa tuulen suunnat ja nopeudet vaihtelevat rannan muotojen ja saarien vaikutuksesta. Tällä ei ole kuitenkaan merkittävää vaikutusta virtauksiin Tahkoluodon edustan avomeriolosuhteissa.

Arvio pohjan sedimentin laadusta suunnitellun täyttöalueen ulkopuolella perustuu suhteellisen suurimittakaavaiseen aineistoon. Pienipiirteiset, paikalliset vaihtelut ovat mahdollisia. Työssä ei ole arvioitu mahdollisen muun täyttömateriaalin kuin louheen vaikutuksia työn aikaiseen samentumiseen. Oletuksena on, että täyttöaineksessa hienoaineksen määrä on hyvin vähäinen.

GTK:n maalajikartassa näkyvien vedenalaisten harjujaksojen tarkempi sijainti ja laajuus on epävarmaa. GTK:n kartan mukaan ne eivät kuitenkaan ulotu täyttöalueen välittömään läheisyyteen. Hiekka ja sora erodoituvat jonkun verran moreenia herkemmin.

Mallilla on simuloitu pohjanläheisiä virtausnopeuksia ja se ei huomioi aallokon aiheuttamaa eroosiovaikutusta. Aallokon aiheuttama eroosiovaikutus on kuitenkin huomioitu erikseen laskennallisesti perustuen tuulen pyyhkäisymatkaan.

Myöskään uuden rannan sekä merenpohjan morfologia, ja niiden soveltuvuus eri eliöiden elinympäristöksi, ei ole vielä tiedossa.

Punalevähajien esiintyminen alueella pohjautuu osittain mallinnettuun aineistoon esiintymistodennäköisyyksistä, koko täyttöalueelta ei ole kattavaa vedenalaiskartoitustietoa. Alueella vuonna 2023 tehdyn kartoituksen perusteella alueella esiintyy punalevähajia.

Merikutuisen siian kutualueiden esiintymisestä alueella ei ole tutkittua tietoa saatavilla. Pohjan laatu ei esitetyillä alle viiden metrin alueilla välttämättä ole soveltuvaa kudulle. Myös siian esiintyminen ja siikakannan tila alueella ovat epävarmoja. Silakan mätihavainnot perustuvat Hyötytuulen



tuulivoimahankkeen vaikutuksien tarkastelun kannalta tietyille alueille, mädin esiintyminen täyttöjen alueilla tai niiden välittömässä läheisyydessä on mahdollista.

6 Johtopäätökset

Tässä selvityksessä arvioitiin Tahkoluotoon suunniteltujen meritäyttöjen vaikutuksia virtausolosuhteisiin, pohjadynamiikkaan ja sedimenttien leviämiseen sekä punaleväpohjiin ja siian kutualueisiin. Vaikutuksia arvioitiin osittaisten täyttöjen osalta (vaihe 1) sekä valmiin tilanteen osalta, jossa meritäytöt on toteutettu täydessä laajuudessa. Meritäyttöjä on suunniteltu yhteensä noin 100 ha. Lisäksi arvioitiin yleisellä tasolla mahdollisen syväsataman vaikutuksia. Selvitystyö on tehty osana Tahkoluoto-Paakkurin osayleiskaavaa.

Meritäyttöjen vaikutukset virtausnopeuksiin ja sitä kautta pohjadynamiikkaan jäävät vähäisiksi. Täytöillä ei ole laaja-alaisia muutoksia virtauskuvaan tai virtausnopeuksiin, jolloin pohjan sedimentaatio tai eroosio ei nykytilasta merkittävästi muutu. Tahkoluodon meritäyttöjen alue ja sitä ympäröivät lähimerialueet ovat sekä nykytilanteessa että tulevassa meritäyttöjen tilanteessa eroosiopohjaa, jolloin muutoksia pohjadynaamisissa vyöhykkeissä ei tapahdu.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset jäävät lähtökohtaisesti myös vähäisiksi, kun noudatetaan meritäytön aikaisia suojatoimenpiteitä, kuten alueen suojaverhousta. Samentuman vaikutukset rajoittuvat pääosin suojaverhouksen sisäpuolelle. Tilanteessa, jossa suojaustoimenpiteet pettäisivät sekoittuisi hienoaines nopeasti ympäröivään vesimassaan. Punaleväpohjille tai kalojen kutualueille ei aiheutuisi myöskään haitallista sedimentin kerrostumista, koska lähimerialue on kokonaisuudessaan eroosiopohjaa, jolloin sedimentti huuhtoutuu tehokkaasti pois. Myös täyttöjen toteuttaminen siten, että ensin tehdään reunapenger, jonka jälkeen täytetään pengerryksen sisäpuolinen alue, edistää sitä, ettei sedimenttiä pääse suspendoitumaan täytön aikana veteen.

Tahkoluodon alueella vallitseva perusvirtaussuunta on rannikon suuntaisesti kohti pohjoista, joten Katainiemen laguunin edustalla virtausolosuhteisiin ei aiheudu meritäytöistä merkittävää muutosta. Suurin muutos on, että länsituulitalanteissa meritäytöt suojaavat voimakkaammalta aallokolta. Myöskään laguunin edustan pohjadynaamisissa vyöhykkeissä ei tapahdu muutosta. Näin ollen laguuniin ei katsota aiheutuvan haitallisia muutoksia. Myöskään Kaijankarin ja Kumpelin saarten ympäristön pohjadynamiikkaan ei mallinnusten perusteella aiheudu merkittävää muutosta. Kaijankarin pohjoispuolella, Tahkoluodon ja Kaijankarin välillä, virtausala pienenee meritäyttöjen vaikutuksesta, mikä



kasvattaa hieman virtausnopeuksia etenkin voimakkaan lounaistuulen tilanteissa. Muutokset virtausnopeuksissa ovat kuitenkin pieniä ja merialue on jo nykytilanteessa eroosiopohjaa. Siikarannan leirintäalue sijaitsee kauempana noin 1,5 km päässä meritäytöistä. Siikarannan edustan virtausolosuhteissa tai pohjadynamiikassa ei tapahdu täyttöjen vaikutuksesta merkittäviä muutoksia.

Meritäyttöjen vaikutukset punalevöpohjiin ovat lähinnä rakentamisen aikaisia ja kohdistuvat itse täyttöalueeseen mikä menetetään punalevöpohja-luontotyyppinä. Pieniä virtausolosuhteiden muutoksista johtuvia muutoksia elinympäristöjen suojaisuudessa ja avoimuudessa voi esiintyä täyttöalueen ulkopuolella, mikä voi heijastua punalevien paikalliseen esiintymiseen. Punalevöpohjana menetetävät alueet korvautuvat osittain uuden rantaviivan tarjoamalla potentiaalisena elinympäristönä punalevöpohjille sopivalla syvyydellä. Mallinnusten perusteella täyttöalueen lähiympäristössä on kohtalaisen paljon samaa luontotyyppiä punalevöpohja.

Meritäyttöjen vaikutukset merikutuisen siian kutualueisiin jäävät kokonaisuudessaan vähäisiksi. Vaikka siialle sopivaa kutuhabitaattia jää täyttöalueiden alle, kudun onnistumisen ympäristöedellytykset ovat alueella heikot. Sopivaa kutuhabitaattia on tarjolla lähialueella, ja niihin ei katsota aiheutuvat merkittäviä vaikutuksia. Täytön alle jäävän potentiaalisen kutupohjan pinta-ala on kokonaisuutena tarkastellen vähäinen. Hankkeen ei katsota vaikeuttavan mahdollisesti alueella toteutettavia, siikakannan tilaa parantavia toimenpiteitä. Myös siilakkaan kohdistuvat vaikutukset jäävät vähäisiksi. Punalevöpohjien uusiutuminen täyttöalueella voi tarjota uutta habitaattia menetettyjen tilalle. Rakentamisen aikainen melu voi aiheuttaa vähäisiä vaikutuksia täyttöalueen läheisillä potentiaalisilla kutualueilla, mikäli työt tehdään kudun kannalta herkkään ajankohdan keväällä tai syksyllä. Melulla ei kuitenkaan katsota olevan vaikutusta kudun onnistumiseen kokonaisuudessaan.

Mahdollisen syväsataman vaikutukset muodostuvat ennen kaikkea alusten potkuvirtausten aiheuttamasta eroosiovaikutuksesta, joita voidaan lieventää esimerkiksi ohjaamalla aluksia satamaan keula edellä. Lisäksi vaikutuksia pienentää, jos alukset tai hinaajat toimivat niin, ettei niiden tarvitse käyttää suuria propulsiotehoja sataman läheisyydessä pitkiä aikoja. Potkurivirtausten vaikutukset jäisivät kuitenkin todennäköisesti vähäisiksi, koska merenpohja on syväsataman alueella nykytilanteessa kovaa eroosiopohjaa.



7 Jatkosuunnittelussa huomioitavaa

Rakentamisaikaisia samentuman leviämisen aiheuttamia vaikutuksia ja haittoja voidaan vähentää tehokkaasti vesilupapäätöksen ehtoja ja BAT-suosituksia noudattamalla. Samentuman leviämistä voidaan tehokkaasti ehkäistä vesitäyttöalueen ympärille asennettavan suojaverhon avulla. Suojaverho on vakiintunut tehokkaaksi todettu keino vähentää kiintoaineen ja samentuman leviämistä vesirakennustoissa. Suojaverhon teho voi kuitenkin heikentyä kovalla tuulella aallokon ja virtausten vaikutuksesta. Lisäksi meritäyttöjen aikana tulee noudattaa viranomaisten vaatimia tarkkailluita, työtapamenettelyitä sekä kestävyysohjeistuksia.

Syväsataman vaikutukset aiheutuvat lähinnä alusten potkurivirtauksista, koska väylien laajoille ruoppauksille ei lähtökohtaisesti pitäisi olla tarvetta. Jos syväsatama päätetään tulevaisuudessa toteuttaa, täytyy tässä yhteydessä tehdä erillinen vaikutusarviointi, jossa huomioidaan syväsataman vaikutukset laajemmin.



8 Lähteet

Afry, 2020. Suomen Hyötytuuli Oy. Tahkoluodon merituulipuiston laajennus. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Alleco. (2020a). Silakan kutualueiden kartoitus ja seuranta Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2020. Alleco Oy raportti n:o 14/2020. 13 s. + liitteet.

Alleco. (2020b). Syyskutuisen silakan kutualueiden kartoitus ja seuranta Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2020. Alleco Oy raportti n:o 24/2020. 13 s. + liitteet.

Geologian tutkimuskeskus (GTK. 2013). Syvyysluotaukset. Alkuperäinen aineisto harvennettu 10 m resoluutioon.

Håkanson, L. & M. Jansson, 1983. Principles of Lake Sedimentology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo.

Ilmatieteen laitos (FMI), havaintojen latauspalvelu. 2025. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>.

Kontula, T. ja Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja, Osa 1 -tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018.

Kotilainen ym. Kirjassa Kontula, T. ja Raunio, A. (toim.) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2. Itämeri. Suomen ympäristö 5/2018.

KVVY Tutkimus Oy. 2020. Hyötytuulen suunnitteilla olevan merituulivoimapuiston hankealueella tapahtuva kalastus. 28 s. + liitteet.

Luonnonvarakeskus (LUKE). Katsottu 21.09.2025. <https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/kalakantojen-tila/siika>.

Meritaito Oy. 2021. Tahkoluodon edustan syvyysluotaukset. Alkuperäinen aineisto harvennettu 10 m resoluutioon.

Pöyry Finland Oy. 2014. Suomen Hyötytuuli Oy, Tahkoluodon merituulipuisto. Vesitalousasetuksen mukainen suunnitelmaselostus.

Ramboll Finland Oy. 29.08.2025. Kaavavaiheen pengerryssuunnitelma (PDF ja DWG).

Ramboll Finland Oy. 2025. Keväällä 2025 suoritettut linjaluotaukset.



Suomen ympäristökeskus. Hertta-palvelu. 2025. <https://wwwp2.ymparisto.fi/scripts/linkit.asp>.

Suomen ympäristökeskus. Katsottu 21.9.2025. Pintavesien ekologinen tila. <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/>.

Tolonen, V., Vasama, J. ja Leinikki, J. 2023. Vedenalaiset luontoarvot Kaanaan-korven, Mäntyluodon ja Tahkoluodon alueilla 2023. Alleco Oy raportti n:o 36/2023. Alleco Oy 8.12.2023.

Traficom. 2025. Syvyyskäyrät.

Vaittinen T., Vartia M., 2016. Uudenkaupungin väylän syventämishankkeen meriläjitusten sedimentaatiotutkimus. Tutkimusraportti. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 22/2016.

VELMU (Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma). <https://velmu.syke.fi/>

Veneranta, L., Hudd, R., & Vanhatalo, J. (2013). Reproduction areas of sea-spawning coregonids reflect the environment in shallow coastal waters. *Marine Ecology Progress Series*, 477, 231-250.

Väylävirasto. 2025. Syvyyspisteet.

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

