



## **OX2 Finland Oy**

Laineen merituulivoimapuistohanke, Perämeri  
Osa A: Merituulivoimapuisto ja energiansiirto  
Suomen talousvyöhykkeellä ja aluevesillä

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma





## **OX2 Finland Oy**

Laineen merituulivoimapuistohanke, Perämeri

Osa A: Merituulivoimapuisto ja energiansiirto

Suomen talousvyöhykkeellä ja aluevesillä

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma

Copyright © OX2 Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman OX2 Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101017094.

Kannen kuva: © OX2 Finland Oy

Kuvien pohjakartat: Maanmittauslaitoksen peruskartta-aineisto, avoin data 2022, ellei toisin mainita.

## OSA A:N SISÄLLYS

1	Merituulivoimapuiston tekninen kuvaus.....	9
1.1	Suunnitteluperusteet.....	9
1.2	Tuulivoimalat .....	12
1.2.1	Väri, merkintä ja valaistus.....	13
1.2.2	Tuulivoimalan toimintaan liittyvät kemikaalit .....	14
1.2.3	Onnettomuustilanteet.....	14
1.3	Merituulivoima-alan kehitys.....	14
1.4	Tuulivoimaloiden sijoittelu.....	15
1.5	Meriperustus .....	17
1.5.1	Painovoimaperustus (gravitaatioperustus).....	18
1.5.2	Paaluperustus (monopile) .....	18
1.5.3	Ristikkorakenteinen perustus (jacket).....	18
1.5.4	Hybridiperustus / perustusten vaihtoehtoinen tai täydentävä ankkurointi .....	19
1.5.5	Kelluva perustus .....	19
1.6	Sähkönsiirto.....	20
1.6.1	Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit.....	20
1.6.2	Siirtokaapeli ja merisähköasema .....	22
1.7	Merituulivoimapuiston rakentaminen .....	23
1.7.1	Pohjaolosuhteet ja pohjan tutkiminen .....	23
1.7.2	Meriperustusten ja tuulivoimaloiden asentaminen sekä kaapelointi .....	24
1.8	Meriläjitys.....	26
1.9	Tuulivoimaloiden huolto ja käytöstä poisto .....	27
2	Vedyntuotannon tekninen kuvaus.....	27
2.1	Suunnitteluperusteet.....	27
2.2	Vetytalouden periaatteet .....	28
2.3	Toteutuskonseptit .....	30
2.3.1	Vetyputkisto.....	30
2.3.2	Vedyn tuotanto tuulivoimalan tornin alaosassa .....	31
2.3.3	Vedyn tuotanto keskitetysti tuulipuistoalueella sijaitsevalla asemalla.....	32
2.3.4	Vedyn tuotanto maalla.....	34
2.4	Laineen merituulivoimapuiston vedyntuotantopotentiaali .....	34
2.4.1	Putkilinja Laineen tuulivoimapuistosta rannikolle .....	36

---

2.5	Varastointi .....	36
2.5.1	Paineistettu vety .....	37
2.5.2	Nestemäinen vety .....	39
2.5.3	Vedyn muuntaminen metanoliksi .....	40
2.6	Vedyn jakelu .....	40
2.6.1	Laivojen ja vedynkuljetusalusten tankkausasema .....	40
2.6.2	Verkkoakku .....	41
2.6.3	Varastosäiliö.....	41
2.7	Turvallisuus .....	41
3	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö.....	41
3.1	Nykytila .....	41
3.1.1	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet .....	41
3.1.2	Kaavoitus ja muut maankäytön suunnitelmat .....	42
3.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	54
4	Asutus, virkistyskäyttö ja alueen muut toiminnot .....	54
4.1	Nykytila .....	54
4.1.1	Asutus .....	54
4.1.2	Virkistyskäyttö ja muu toiminta .....	57
4.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	60
5	Maisema ja kulttuuriympäristö .....	62
5.1	Nykytila .....	62
5.1.1	Maiseman yleispiirteet .....	62
5.1.2	Maiseman ja kulttuuriympäristön arvotetut alueet .....	64
5.1.3	Muinaisjäännökset ja vedenalainen kulttuuriperintö .....	68
5.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	70
5.2.1	Maisema ja kulttuuriympäristöt.....	70
5.2.2	Muinaisjäännökset ja vedenalainen kulttuuriperintö .....	71
5.2.3	UNESCO:n Merenkurkun maailmanperintöalue .....	72
6	Vesiympäristö.....	72
6.1	Nykytila .....	72
6.1.1	Vesien- ja merenhoito .....	72
6.1.2	Veden laatu .....	79
6.1.3	Meriveden korkeus, virtaukset ja aaltojen korkeus .....	82
6.1.4	Jääolot.....	83

6.1.5	Vedenalaiset luontotyypit, vesikasvillisuus ja pohjaeliöstö .....	84
6.1.6	Merinisäkkäät .....	96
6.1.7	Kalasto ja kalastus .....	97
6.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	103
6.2.1	Veden ja sedimentin laatu sekä veden virtaukset ja aallonmuodostus.....	103
6.2.2	Jääolosuhteet .....	104
6.2.3	Vesieliöstö- ja kasvillisuus sekä luontotyypit.....	104
6.2.4	Merinisäkkäät .....	106
6.2.5	Kalasto ja kalastus .....	106
7	Maa- ja kallioperä (pohjaolosuhteet) .....	107
7.1	Yleistä .....	107
7.2	Merenpohjan maalajit merituulivoimapuiston hankealueella .....	108
7.3	Merenpohjan maalajit merikaapelireittien alueilla .....	109
7.4	Kallioperä .....	111
7.5	Sedimentin haitta-aineet .....	111
7.5.1	Yleistä .....	111
7.5.2	Perämeren sedimentin haitta-aineet.....	112
7.6	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	114
8	Linnusto, eläimistö ja luontoarvoltaan merkittävät kohteet.....	116
8.1	Nykytila.....	116
8.1.1	Linnusto.....	116
8.1.2	Muu eläimistö .....	118
8.1.3	Maa-alueiden kasvillisuus ja luontotyypit.....	119
8.1.4	Suojelualueet ja muut luontoarvoltaan erityisen merkittävät kohteet.....	132
8.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	137
8.2.1	Linnusto.....	137
8.2.2	Kasvillisuus ja eläimistö .....	140
8.2.3	Suojelukohteet .....	142
9	Ilmasto ja ilmanlaatu.....	145
9.1	Nykytila.....	145
9.1.1	Ilmasto.....	145
9.1.2	Ilmanlaatu .....	145
9.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	146

---

10	Liikenne .....	146
10.1	Nykytila .....	146
10.1.1	Vesiväylät, laivaliikenne ja satamat .....	146
10.1.2	Lentoliikenne .....	155
10.1.3	Maantieliikenne .....	156
10.1.4	Raideliikenne .....	160
10.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	161
11	Melu .....	161
11.1	Nykytila .....	162
11.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	164
11.2.1	Vedenpinnan yläpuoliset ja maanpäälliset vaikutukset ...	164
11.2.2	Vedenalaiset vaikutukset .....	165
12	Välkevaikutusten arviointi .....	165
13	Talous ja elinkeinot .....	166
13.1	Nykytila .....	166
13.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	169
14	Luonnonvarat .....	170
14.1	Nykytila .....	170
14.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät .....	170
15	Liittyminen muihin hankkeisiin .....	171
15.1	Muut hankkeet .....	171
15.2	Yhteisvaikutusten arviointi .....	174
16	Rajat ylittävien vaikutusten arviointi .....	175
16.1	Yleistä .....	175
16.2	Hankkeen mahdolliset vaikutukset .....	177
16.2.1	Vesistö rakentaminen .....	178
16.2.2	Vedenalaiset habitaatit, kalasto ja kalastus .....	179
16.2.3	Tuulivoimaloiden melu .....	180
16.2.4	Välkevaikutukset .....	181
16.2.5	Maisemavaikutukset .....	181
17	Vaikutukset turvallisuuden sekä tutka- ja viestintäyhteyksiin liittyvät vaikutukset .....	182
18	Vaikutukset toiminnan jälkeen .....	182
19	Nollavaihtoehdon vaikutukset .....	183



---

20	Vaikutusarvioinnin epävarmuustekijät.....	183
21	Haittojen ehkäisy, lieventäminen ja vaikutusten seuranta .....	183
22	Termit ja lyhenteet.....	184
23	Lähdeluettelo.....	186

# 1 MERITUULIVOIMAPUISTON TEKNINEN KUVAUS

## 1.1 Suunnitteluperusteet

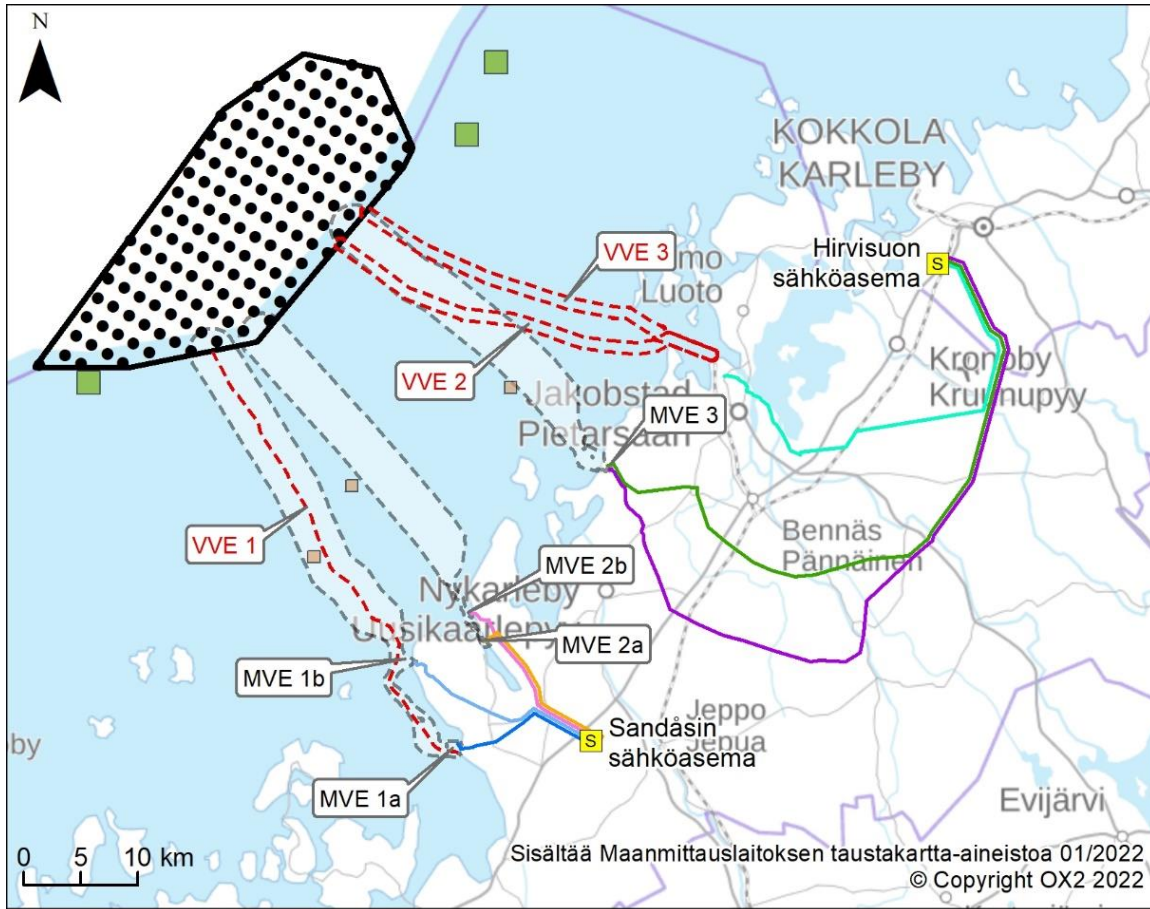
Laineen merituulivoimapuisto sijaitsee Suomen talousvyöhykkeellä lähimmillään noin 35 kilometriä Pietarsaaresta länteen 29 kilometrin päässä rannikosta (Kuva 1-1). Merituulivoimapuiston alue on laajuudeltaan noin 450 km<sup>2</sup>, ja sen syvyys vaihtelee 18–70 metrin välillä (Kuva 1-2).

Merituulivoimapuisto koostuu enintään 150 meriperustuksille asennettavasta tuulivoimalasta. Tuulivoimaloiden kokonaiskorkeus merenpinnasta on 270 metristä (nykyinen teknologia) enintään 370 metriin (lähitulevaisuudessa) ja voimaloiden välinen etäisyys päätuulensuunnassa yli 2 kilometriä, jotta voimalat eivät vie toistensa tuulelta liikaa voimaa. Muissa suunnissa voimaloiden välinen etäisyys voi olla vähemmän, noin 1,5 kilometrin luokkaa. Voimaloiden lisäksi merituulivoimapuistoon kuuluu sisäinen sähkönsiirto eli voimaloiden väliset sähkökaapelit ja merisähköasemia.

Merellä tuotettu sähkö tuodaan merisähköasemilta maihin merikaapeleilla ja mantereella sähkönsiirto toteutetaan ranta-alueella maakaapeleilla, josta jatketaan voimajohtoilla (YVA-ohjelma Osa B) kantaverkkoon. Merituulivoimapuiston alue ja siihen kuuluvan sähkönsiirron reittivaihtoehtojen kokonaisuus on kuvattu kartalla ohessa (Kuva 1-1).

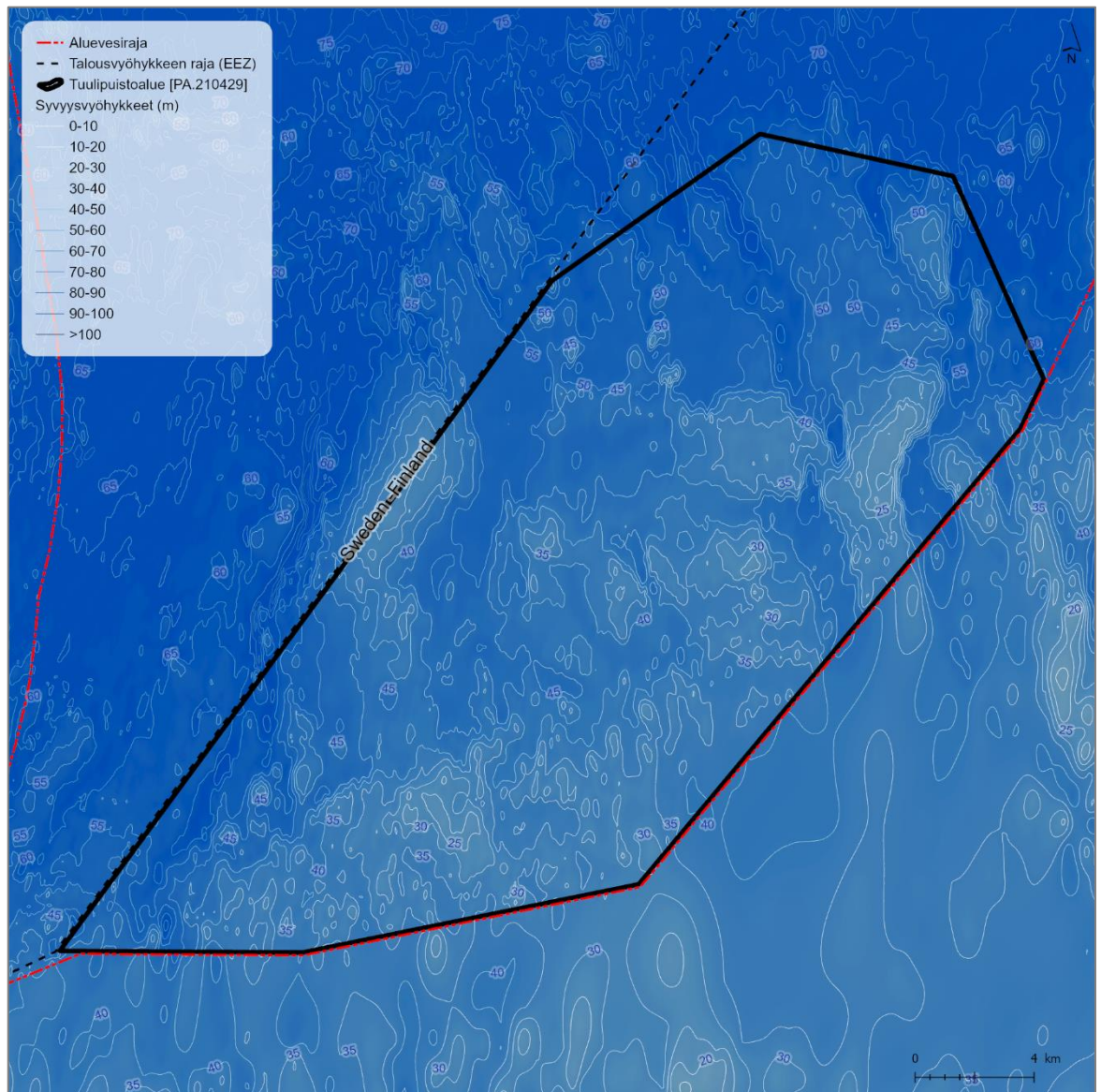
Hankkeessa voidaan tuottaa myös vetyä merellä tai mantereella. Vedyn osalta tarkastellaan vaihtoehtoisia vetyputkireittejä VVE1, VVE2 ja VVE3. Edellä mainittujen vetyputkireittien kohdalla voi lopputilanteessa kulkea vedyn sijaan sähkökaapeleita. Vetytuloita on käsitelty tarkemmin luvussa 2.

Merituulivoimapuiston tuottama energiamäärä riippuu voimaloiden nimellistehosta ja määrästä, paikallisista tuuliolosuhteista, voimaloiden toisilleen aiheuttamista vanahäviöistä ja sähkönsiirron häviöistä. Yksittäisen voimalan teho on arviolta 15–25 MW ja puiston arvioitu vuosituotanto on noin 11 TWh.



- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Hankealue / Projektområde          | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 1a |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk       | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 1b |
| Sähköasema / Elstation             | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 2a |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 2b |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 3a |
|                                    | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 3b |
|                                    | Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt Laine SVE 4  |
|                                    | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto        |
|                                    | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit  |

Kuva 1-1. Hankealueen sijainti. Merituulivoimapuiston hankealuerajaus, merikaapeleiden tutkimuskäytävät, vetyputkireitit, läjitysalueet sekä sähkönsiirtoreitit mantereella. Kartalla esitetyt merikaapelireitit ovat 4 kilometrin levyisiä tutkimuskäytäviä, joiden sisälle lopulliset suunnittelun myötä tarkentuneet merikaapelilinjaukset sijoittuvat. Mantereen sähkönsiirtoreittien vaihtoehtoiset linjaukset on esitetty kartalla havainnollisuuden vuoksi niiltä osin rinnakkain, kun linjaukset menevät samaa reittiä.

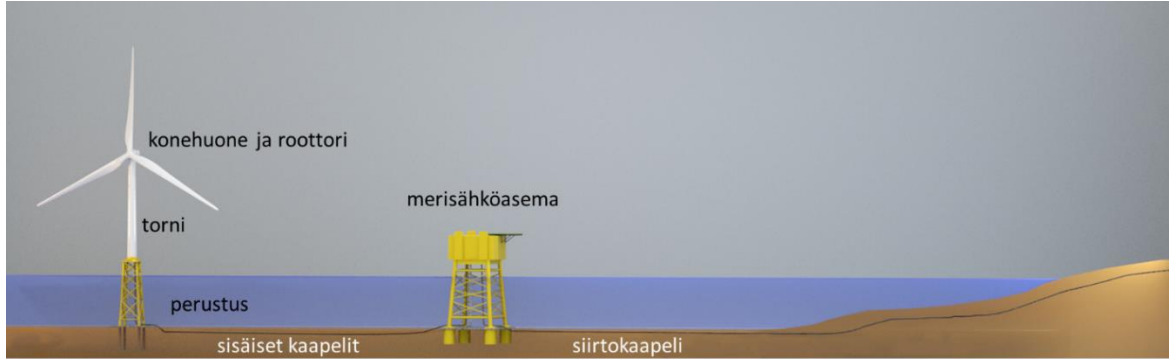


Kuva 1-2. Merituulivoimapaiston syvyydestiedot.

Merituulivoimapaisto koostuu tuulivoimaloista, jotka on asennettu merenpohjaan eri tavoin kiinnitettyihin perustuksiin ja sisäisistä kaapeleista, jotka liittävät tuulivoimalat toisiinsa. Kaapelit on olosuhteista riippuen joko laskettu pohjalle tai haudattu merenpohjan alle, ja niissä on mukana valokuitukaapeli tuulivoimaloiden tiedonsiirtoa varten. Tuulivoimaloilta tulevat sisäiset kaapelit on kytketty merisähköasemaan ja hankkeen sähköasemat yleensä toisiinsa. Merisähköasema sisältää sähkölaitteita, kuten mm. muuntajia, kytkinlaitteita ja kompensointilaitteistoja, jännitteen nostamiseksi korkeammalle tasolle, jotta sähkö voidaan siirtää tehokkaasti rannikolle (Kuva 1-3) (YVA-ohjelma Osa B).

Merisähköasemalta mantereelle sähkön siirto toteutetaan tarvittavalla määrällä siirto-kaapeleita. Mereltä tulevat siirtokaapelit johdetaan mantereella maasähköasemalle,

josta sähkönsiirtoa jatketaan ilmajohtototeutuksena aina kantaverkon liityntäpisteeseen asti.



Kuva 1-3. Esimerkki merituulivoimapuiston eri osista.

## 1.2 Tuulivoimalat

Tuulivoimala koostuu tornista, nasellista (konehuone), navasta ja roottorista, ja se asennetaan merenpohjaan kiinnitettyyn perustukseen. Kunkin tuulivoimalan tuottama sähkö siirretään tuulivoimapuiston sisäisillä kaapeleilla merisähköasemaan. Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit sijaitsevat merenpohjassa tuulivoimaloiden välissä, ja niissä käytetty valokaapeli toimii yhteyslinkkinä tuulivoimaloihin.

Tehokkaimmat ja tähän mennessä eniten rakennetut tuulivoimalat ovat kolmilapaisia vaaka-akselituulivoimaloita. Tuulivoimalan tarkka rakenne riippuu mallista ja valmistajasta.

Tuulivoimalat alkavat tuottaa sähköä tuulen nopeuden ollessa noin 3 m/s ja saavuttavat maksimituotannon tuulen nopeuden ollessa 10–14 m/s. Tuulivoimalat tuottavat sähköä tuulen nopeuden ollessa korkeintaan noin 30 m/s. Ne on suunniteltu menemään automaattisesti pois päältä tuulen nopeuden noustessa tätä suuremmaksi, ja siten suojaamaan itseään rikkoutumisilta.

Tällä hetkellä saatavilla olevien merituulivoimaloiden suunniteltu käyttöikä on 25 vuotta, jota on mahdollista pidentää huollolla ja osien vaihdolla jopa yli 40 vuoteen rakenteiden kunnan sen salliessa.

Tuulivoimaloiden lopullinen lukumäärä, kapasiteetti ja koko määräytyvät teknisen kehityksen nopeuden mukaan. Tällä hetkellä markkinoilla on jo saatavilla 15 MW merituulivoimaloita. Tähän mennessä tapahtuneen kehityksen ja valmistajien ennusteiden perusteella tuulivoimalan tehon odotetaan vuonna 2030 olevan noin 25 MW. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1-1) ja kuvassa (Kuva 1-4) on esitetty esimerkkejä mahdollisesti kyseeseen tulevista tuulivoimaloiden mitoista.

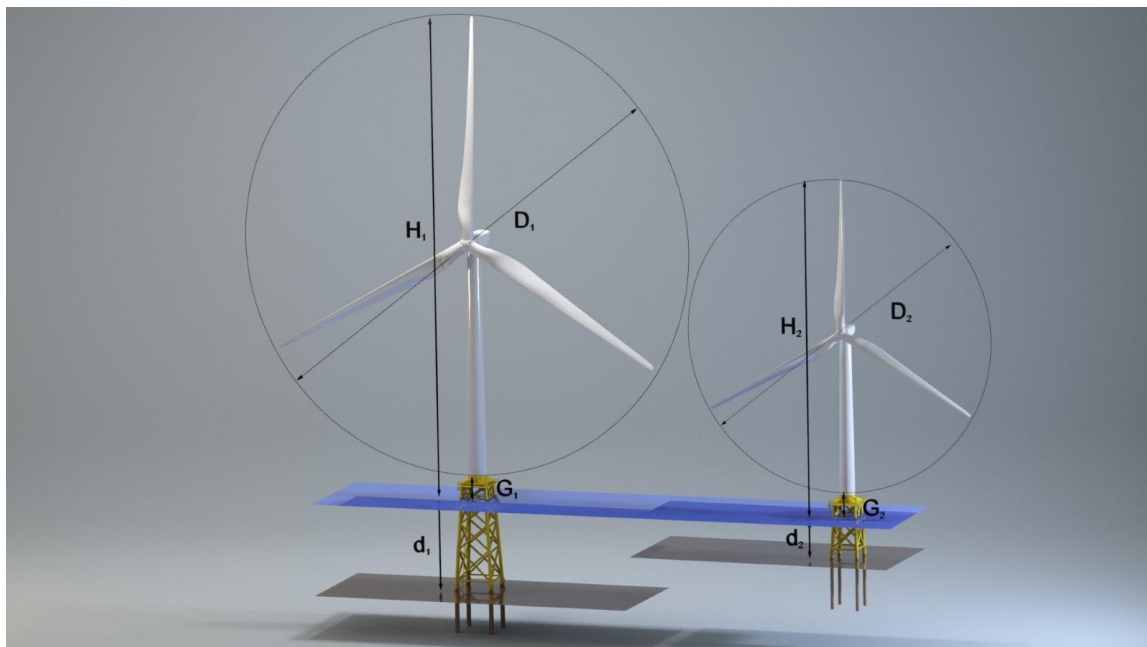
*Taulukko 1-1. Esimerkki tuulivoimaloiden mitoista. 15 MW voimaloita on jo saatavilla markkinoilla ja 25 MW voimala perustuu ennusteisiin voimalateknologian kehitykselle tulevina vuosina.*

Esimerkki tuulivoimalan mitoista		
Teho/tuulivoimala	25 MW	15 MW
Roottorin halkaisija D (m)	340	240
Lakikorkeus H (m)	370	270
Vapaa korkeus G (m)	30	30

### 1.2.1 Väri, merkintä ja valaistus

Tuulivoimaloiden tyypillinen väri tornit ja lavat mukaan lukien on vaaleanharmaa (esim. RAL 7030). Voimaloiden perustukset saattaa olla tarpeen merkitä keltaisella merenpinnan tasolta tiettyyn korkeuteen saakka kansainvälisten standardien mukaisesti. Paalu-perustukset maalataan tavallisesti keltaiseksi lukuun ottamatta ulkoisia tasoja ja mahdollisia jääkartio-/kaulusrakenteita, jotka ovat yleensä vaaleanharmaita.

Tarkat merkintävaatimukset määritellään viranomaisvaatimuksia noudattaen sekä kansallisten ja kansainvälisten vaatimusten mukaan. Tuulivoimalat saattavat edellyttää valaistusta ja merkitsemistä siten, että ne havaitaan lentokoneista ja aluksista. Viranomaiset asettavat tätä koskevat tarkat vaatimukset yleensä sen jälkeen, kun päätös tuulivoimaloiden koosta ja merituulivoimapuiston rakenteesta on tehty.



*Kuva 1-4. Esimerkki kahden eri kokoluokan tuulivoimalasta perustuksineen. D = roottorin halkaisija, H = lakikorkeus, G = vapaa korkeus, d = veden syvyys. Perustukset 70 metrin ( $d_1$ ) ja 30 metrin ( $d_2$ ) syvyydelle.*

### 1.2.2 Tuulivoimalan toimintaan liittyvät kemikaalit

Tuulivoimaloissa käytetään yleensä seuraavia kemikaaleja: öljyä ja voiteluaineita sekä jäähdytysainetta. Määrät vaihtelevat voimalamallin ja koon mukaisesti. Tuulivoimala voi sisältää myös hiilidioksidia tai muuta kaasua palosuojauksena. Öljyä tai voiteluaineita sisältävät komponentit on suunniteltu suljettuina järjestelminä vuotojen estämiseksi. Vuodon sattuessa kaikki vuotavat kemikaalit valuvat vuotoaltaisiin tai vastaaviin. Komponenttien ja voimalaosien rakenteet on suunniteltu siten, että kemikaalit eivät pääse vuotamaan luontoon missään tilanteessa. Kemikaalien ja öljyjen kokonaismäärän yhdessä tuulivoimalassa ei arvioida ylittävän 20 000–25 000 litraa.

Riippuen merisähköasemien tarkasta tyylistä ja rakenteesta ne voivat sisältää jäähdytysaineita, öljyä ja kaasua palosuojana. Muuntajan ympärillä on vuotoallas, joka kerää vuotaneen öljyn vuotoapauksessa.

### 1.2.3 Onnettomuustilanteet

Onnettomuuksia merituulivoimapuiston ja muun meriliikenteen välillä pyritään ehkäisemään jo ennakkoon hyvällä merenkulun huomioivalla suunnittelulla ja yhteistyöllä liikenneviranomaisien kanssa jo hankkeen kehitysvaiheessa. Ennen asennus- ja toimintavaiheita merituulivoimapuistolle laaditaan turvallisuussuunnitelma, jossa määritellään toiminta onnettomuustilanteissa. Turvallisuussuunnitelmassa huomioidaan erilaiset onnettomuusmahdollisuudet mitä tuulivoimaloiden toimintaan ja huoltotoimintaan voi liittyä.

## 1.3 Merituulivoima-alan kehitys

Merituulivoima-ala kehittyy voimakkaasti, minkä vuoksi on tällä hetkellä vaikeaa ennustaa tarkasti, millaista teknologiaa merituulivoimapuiston rakentamishetkellä on saatavilla. Tuulivoimalat ovat viime vuosina kasvaneet yhä suuremmiksi ja tehokkaammiksi, mikä mahdollistaa entistä suuremman sähköntuotannon per voimala. Voimaloiden koon kasvua vuosien aikana on havainnollistettu ohessa (Kuva 1-5).

Teknologinen kehitys tehon osalta on seurausta pääosin kasvavasta roottorin koosta, jonka seurauksena voimalateho kasvaa. Tämä merkitsee suurempaa kokonaiskorkeutta ja tuulivoimaloiden välisen etäisyyden kasvattamista merituulivoimapuistoissa, jotta voimalat eivät varjosta toisiansa liiaksi. Tuulivoimalan perustuksia sekä asennustekniikoita kehitetään ja parannetaan niin ikään koko ajan. Kaapeleiden kapasiteetti on kasvanut, ja on myös tullut mahdolliseksi rakentaa erilaisia erityyppisiin merituulivoimapuistoihin soveltuvia merisähköasemia. Sähkön tuotantokustannukset merituulivoimalla ovat edellä mainitun kehityksen myötä laskeneet jyrkästi ja kustannusten laskun nähdään yhä jatkuvan.



*Kuva 1-5. Havainnollistus merituulivoimateknologian kehityksestä vuodesta 2007 2,3 MW voimaloista tänä päivänä julkaistuihin 15 MW voimaloihin sekä ennusteita tulevien vuosien voimalateknologian kehityksestä yli 20 MW voimaloihin. Näsinneula kuvassa oikealla tuomassa mittasuhdetta kokoluokkaan, Näsinneulan kokonaiskorkeus antennin päähän on 168 metriä.*

Jotta tuleva teknologinen kehitys voidaan ottaa huomioon, merituulivoimapuiston tarkkaa kokoonpanoa ei vielä ole päätetty. Monista osatekijöistä, kuten tuulivoimaloiden tarkasta sijainnista hankealueella, perustusten valinnasta sekä käytettävistä asennustekniikoista, päätetään vasta yksityiskohtaisen suunnittelun aikana. Tätä taustaa vasten tekninen kuvaus perustuu erilaisiin kuvauksiin nykyisin käytössä olevista teknisistä ratkaisuksista ja asennusmenetelmistä. Lisäksi siinä kuvataan tulevaisuuden teknologioita, joilla voi olla merkitystä Laineen merituulivoimapuiston kannalta.

Arviointi- ja suunnittelumenettelyissä pyritään varautumaan tulevaan tekniseen kehitykseen mahdollisimman hyvin ja arvioimaan hankkeen vaikutuksia eri tekijöiden suhteen maksimivaikutusperiaatteella esimerkiksi ottaen huomioon tulevaisuuden nykyistä suuremmat voimalakoot ja -tehot.

## 1.4 Tuulivoimaloiden sijoittelu

Merituulivoimapuiston suunnittelu, voimaloiden, kaapeleiden ja merisähköasemien sijoittelu alueella sopeutetaan aina alueen olosuhteisiin. Suunnittelu on monien tekijöiden huomioimista, näitä tekijöitä ovat muun muassa alueen ilmasto, aallokko, virtaukset,

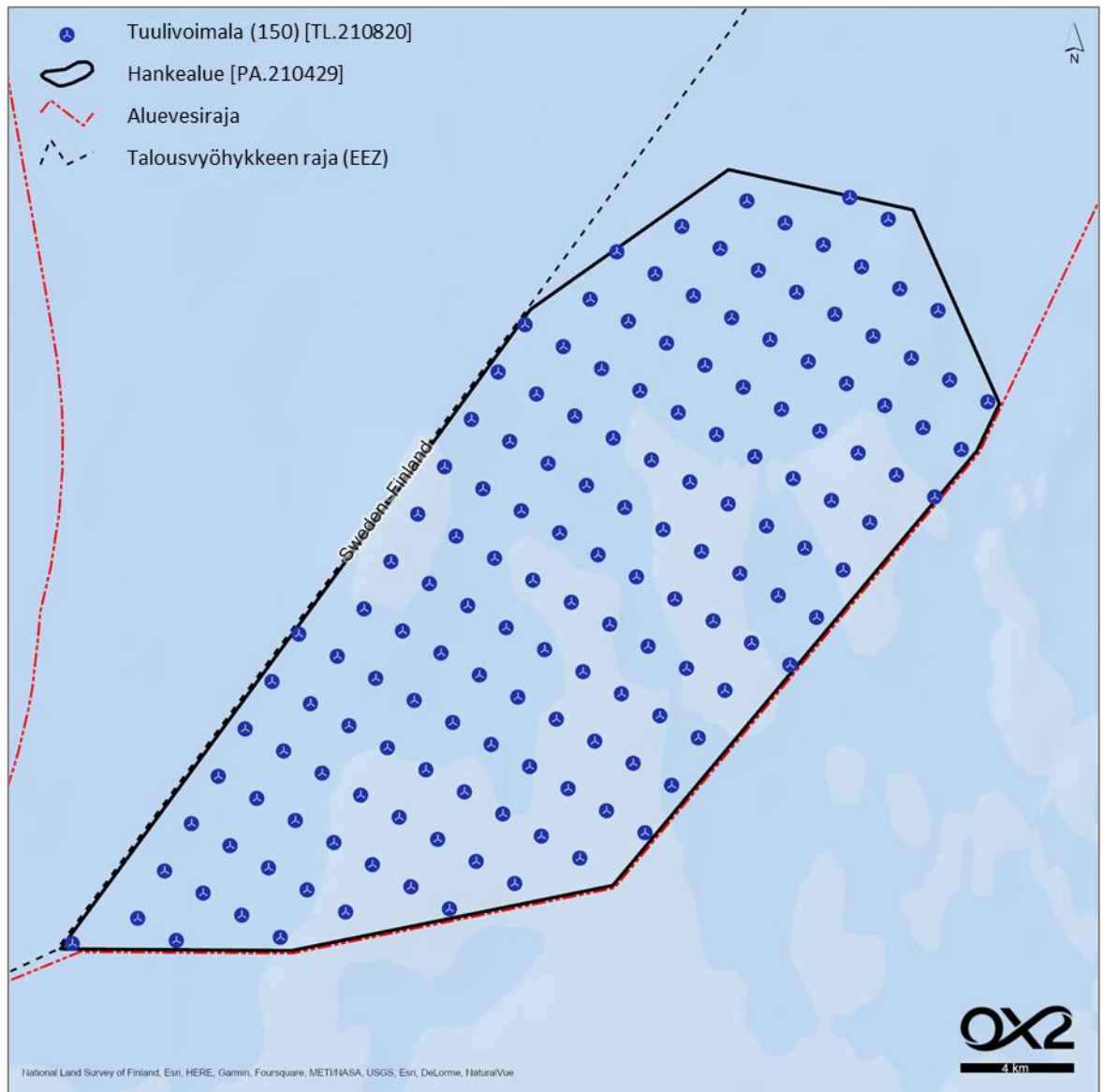


---

jääolosuhteet, ympäristövaikutukset, vedensyvyys ja merenpohjan geologiset ominaisuudet.

Voimaloiden välinen etäisyys tulee olla päätuulensuunnassa yli 2 kilometriä, jotta voimalat eivät vie toistensa tuulelta liikaa voimaa. Muissa suunnissa voimaloiden välinen etäisyys voi olla vähemmän, noin 1,5 kilometrin luokkaa. Oheisessa kuvassa on esimerkki Laineen merituulivoimapuiston sijoittelusta (Kuva 1-6). Tuulivoimaloiden koko- ja lukumäärävaihtoehtoja arvioidaan alueella käytettävissä olevien tuuliresurssien mukaisesti. Merituulivoimapuiston sijoittelu on optimoitu vallitsevan lounaistuulen mukaan kokonaistuotannon maksimoimiseksi koko elinkaaren ajalle.

Tuulivoimalan lopullinen suunnittelu määräytyy hankinta- ja rakentamisvaiheessa käytettävissä olevan tekniikan sekä optimoitujen sähköntuotanto- ja tuotantokustannusten perusteella.



Kuva 1-6. Esimerkki Laineen merituulivoimapaiston 150 tuulivoimalan sijoittelusta.

## 1.5 Meriperustus

Perustuksen valinta on riippuvainen monista tekijöistä, joista keskeisimmät ovat veden syvyys, merenpohjan geologia, tuuli, aallot ja jääolosuhteet – sekä ympäristönäkökohdat ja kustannukset. Koska sekä veden syvyys että geologiset olosuhteet vaihtelevat alueella, merituulivoimapaistossa voidaan käyttää erityyppisiä perustuksia. Nykyisin saatavilla olevan tekniikan perusteella kyseeseen voi tulla lähinnä kolme erityyppistä kiinteää perustustyyppiä: painovoimaperustus, paaluperustus ja ristikkorakenteinen perustus (Kuva 1-7) sekä erilaiset kelluvat perustukset (Kuva 1-8). Kolmea kiinteää perustustyyppiä voidaan lisäksi yhdistää hybridiperustukseksi. Kuva 1-7 Seuraavassa on kuvattu kyseiset perustustyyppit. Tekstissä esitetyt perustusten mitat ovat arvioituja

maksimimittoja, ja niitä tarkennetaan sen jälkeen, kun alueen olosuhteet on selvitetty tarkemmin.

Perustuksen ympärille asennetaan tarvittaessa eroosiosuojaus, jonka tarkoitus on suojata ja tukea rakennetta. Eroosiosuojaus koostuu yleensä alemmasta sorakerroksesta ja ylemmästä, sekakokoisesta kivistä koostuvasta kerroksesta.

### **1.5.1 Painovoimaperustus (gravitaatioperustus)**

Painovoimaperustus on yleensä suuri betoni- tai teräsrakenne, jonka painovoima pitää paikallaan. Painovoimaperustuksia on asennettu Suomen, Ruotsin ja Tanskan vesille, ja ne tulevat kyseeseen erityisesti alueilla, joilla ilmenee suurempia jääkuormia. Painovoimaperustuksille tarvitaan kiinteähkö merenpohja. Painovoimaperustusten asentaminen edellyttää tasaista merenpohjaa, ja merenpohjaa voi olla tarpeen valmistella ennen asennusta. Merenpohjan pinta voidaan poistaa ruoppaamalla, minkä jälkeen pohjasta tehdään tasainen ja kiinteä lisäämällä mursketta tai soraa.

Painovoimaperustuksen suunnittelu on riippuvainen voimalan koosta, sillä sen tehtävänä on vastustaa voimalan synnyttämää liikettä, minkä lisäksi on otettava huomioon aalto-, jää- ja syvyysolosuhteet. Eroosiosuojaus saatetaan vaatia rakennettavaksi, jos se on virtausten, aaltojen ja merenpohjan ylimpien kerrosten vuoksi tarpeen. Jään perustukseen kohdistaman vaikutuksen vaimentamiseksi voidaan asentaa jääkartio-/kaulusrakenne. Painovoimaperustuksen halkaisija on ilman eroosiosuojausta enintään noin 45 metriä, jolloin perustuksen pohjan pinta-ala on noin 1 600 m<sup>2</sup>.

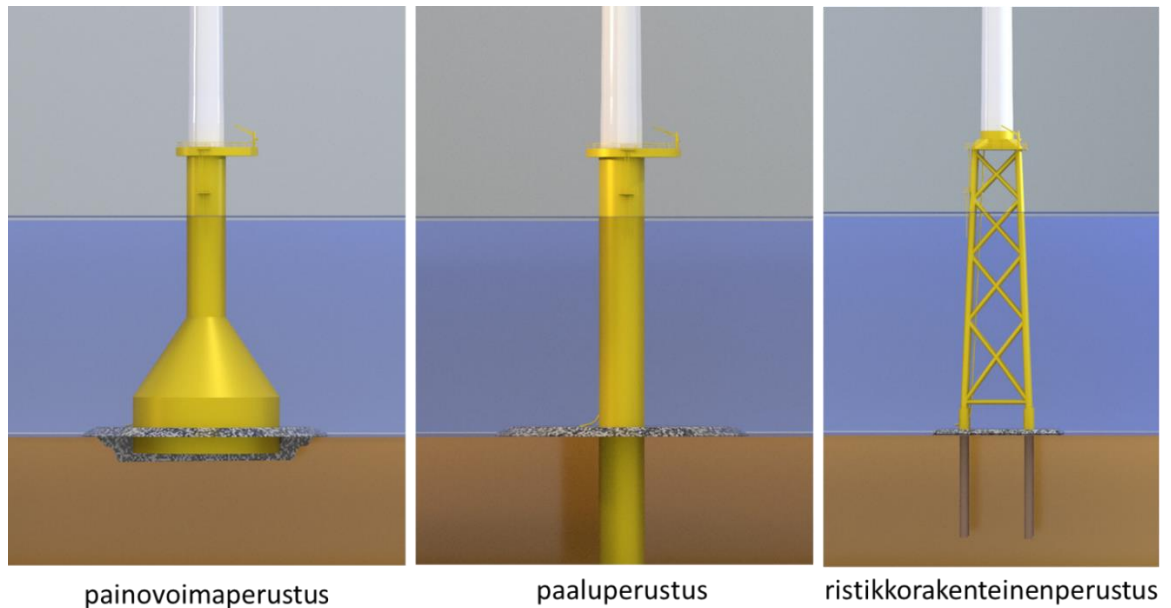
### **1.5.2 Paaluperustus (monopile)**

Paaluperustus on putkimainen teräspaalu, joka juntataan tai porataan merenpohjaan. Paaluperustus on alalla yleisimmin käytetty perustustyyppi. Merenpohjan valmistelua ei useimmissa tapauksissa tarvita ennen perustusten asentamista.

Paaluperustukset ovat teknisesti toteutettavissa monenlaisilla merenpohjatyypeillä, ja ne suunnitellaan mukautumaan hankekohtaisiin muuttujiin, kuten veden syvyyteen, jääolosuhteisiin ja maaperän tyyppiin. Eroosiosuojaus saatetaan vaatia rakennettavaksi, jos se on virtausten, aaltojen ja merenpohjan ylimpien kerrosten vuoksi tarpeen. Jään perustukseen kohdistaman vaikutuksen vaimentamiseksi voidaan asentaa jääkartio-/kaulusrakenne. Paaluperustuksen halkaisija on ilman syöpymissuojausta enintään noin 18 metriä, jolloin perustuksen pohjan pinta-ala on noin 255 m<sup>2</sup>.

### **1.5.3 Ristikkorakenteinen perustus (jacket)**

Ristikkorakenteinen perustus on putkimaisista teräsosista ja hitsatuista liitoksista koostuva teräsristikotukirakenne. Rakenteiden asentaminen voi edellyttää betonijalka- tai paalurakennetta, mutta useimmissa tapauksissa merenpohjaa ei tarvitse valmistella ennen asentamista. Ristikkorakenteinen perustus valitaan yleensä pehmeille maaperätyypeille ja syville vesille. Ristikkorakenteisen perustuksen jalkoihin voidaan asentaa jääkartiot/kaulukset vaimentamaan jään perustukseen kohdistamaa vaikutusta. Ristikkorakenteisen perustuksen jalkojen enimmäisleveys on enintään noin 30–45 metriä mutta itse merenpohjaan koskeva alue on paljon pienempi. Merenpohjaan koskevien jalkojen lukumäärä ristikkoperustuksessa on 3 tai 4 ja jokaisessa jalassa on merenpohjaan upotettavia paaluja yhdestä kahteen kappaletta. Perustuksen pohjaan koskevien osien yhteispinta-ala on enintään 190 m<sup>2</sup>.



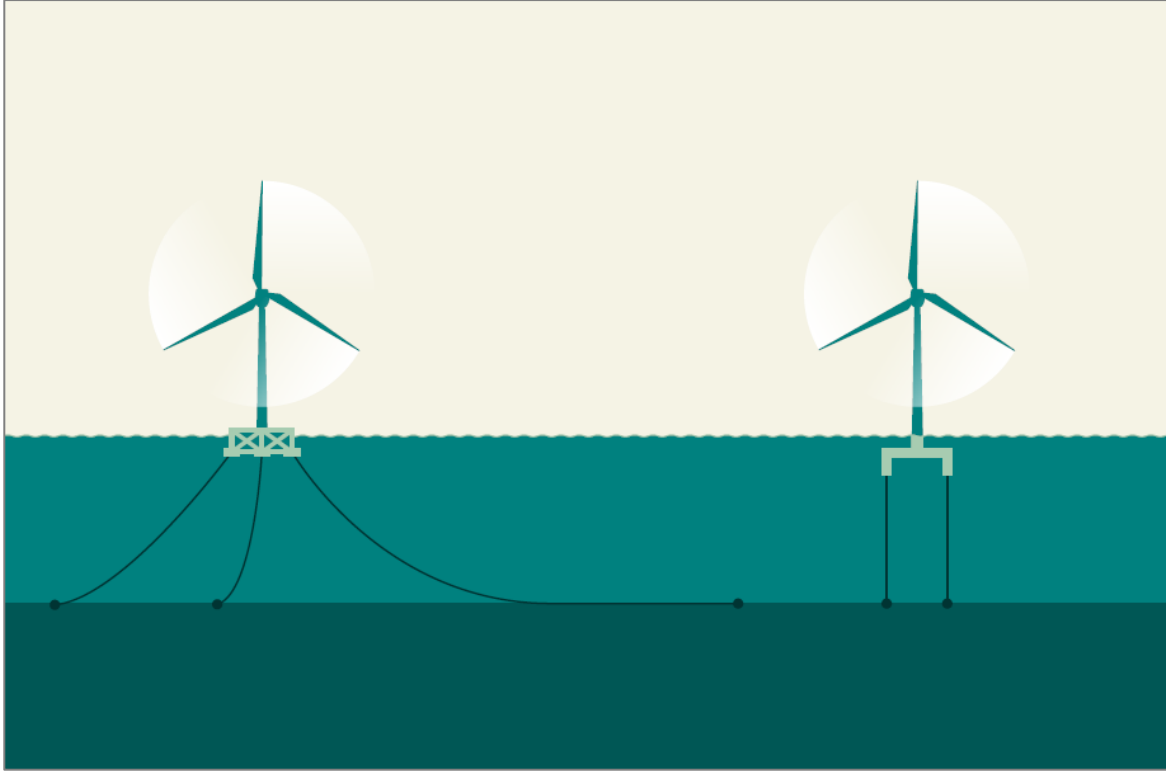
Kuva 1-7. Esimerkkejä erilaisista kiinteistä perustuksista.

#### 1.5.4 Hybridiperustus / perustusten vaihtoehtoinen tai täydentävä ankkurointi

Laineen alueelle ja edellä kuvattujen vakioperustustyyppien yhteydessä voidaan harkita hybridiperustusten käyttöä ja täydentävää ankkurointia Pohjanlahden geologisten ja merisääominaisuuksien vuoksi. Hybridiperustuksissa yhdistellään edellä kuvattuja eri tekniikoita. Paalutettuun rakenteeseen voidaan esimerkiksi lisätä betonijalkoja tai voidaan käyttää mikropaaluja yhdessä muiden paalutyyppien kanssa tai niiden sijasta. Hybridiperustuksen enimmäismitat eivät ylitä yllä mainittujen muiden perustustyyppien kokoluokkaa.

#### 1.5.5 Kelluva perustus

Kelluva perustus tehdään tyypillisesti betonista, teräksestä tai hybridialustasta, johon voimala asennetaan. Tämä ratkaisu on taloudellisesti järkevä veden syvyyden ollessa yleensä yli 60 metriä. Alla olevassa kuvassa on esitetty esimerkkejä siitä, kuinka alusta pidetään paikallaan kiinnitysvaijereilla (Kuva 1-8). Kelluviin ratkaisuihin voi sisältyä painovoimaisia, puolikireitä tai jännitettäviä kiinnitysratkaisuja, jotka ovat riippuvaisia veden syvyydestä ja ankkurisädetä koskevista vaatimuksista.



Kuva 1-8. Esimerkkejä kelluvista perustuksista.

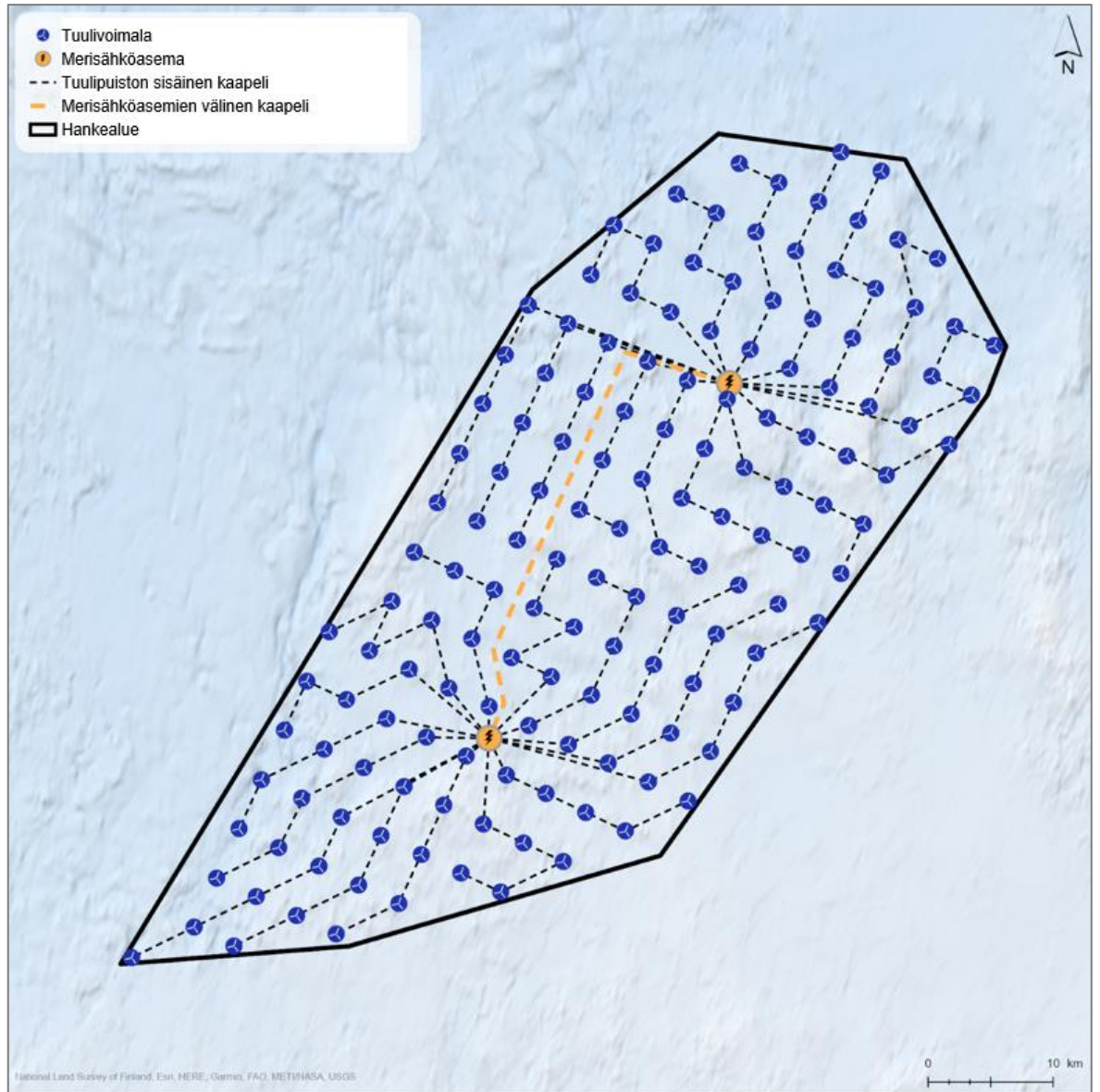
## 1.6 Sähkönsiirto

### 1.6.1 Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit

Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit yhdistävät merituulivoimaloita toisiinsa sekä merisähköasemaan. Sisäiset kaapelit voidaan suunnitella eri tavoin valitun teknologian mukaan. Kaapeleiden lukumäärä, kaapelityyppi, jännitetaso ja saman säteen kautta liitettyjen tuulivoimaloiden lukumäärä riippuu tuulivoimaloiden nimellistehosta.

Tällä hetkellä saatavilla oleva kaapelitekniikka mahdollistaa esimerkiksi 66 kV:n tuulivoimapuiston sisäverkon kaapeloinnin, joka mahdollistaa noin 80–100 MW:n kokonaistehon kaapelia kohti. Tämä tarkoittaa, että yhteen kaapelihaaraan voidaan kytkeä kuusi 15 MW:n tuulivoimalaa. Tuulivoimapuiston sisäverkon nimellisjännitetaso odotetaan nousevan 132 kV:iin tai jopa tätä korkeammaksi seuraavien 5–10 vuoden aikana, mikä lisää kunkin kaapelin kokonaissiirtokapasiteettia ja vähentäisi siten kaapelihaarojen lukumäärää ja kaapeleiden kokonaispituutta. Oheisessa kuvassa on esitetty esimerkki sisäverkon kaapeloinnista Laineen merituulivoimapuistossa (Kuva 1-9).

Tuulivoimapuiston sisäinen kaapeli voidaan merenpohjan olosuhteista riippuen laskea merenpohjan päälle tai asentaa eri tavoilla: vesipainepuhaltamalla, auraamalla tai kaivantoja tekemällä. Alueilla, joilla merenpohjaa ei ole mahdollista kaivaa, voi olla tarpeen suojata kaapelia kivenlohkareilla. Upotussyvyys merenpohjaan on noin 1–2 metriä, jotta kaapelit saadaan suojattua mm. jäältä, laitteilta ja/tai ankkureilta. Lopullinen syvyys ja asennusmenetelmät vaihtelevat suoritettujen maaperätutkimusten mukaan.



Kuva 1-9. Esimerkki tuulivoimapuiston sisäverkon kaapeloinnista. Esimerkissä on 150 tuulivoimalaa sekä käytössä 66 kV:n kaapelit ja kaksi merisähköasemaa.

### Vesipainepuhallus

Kaapeleiden vesipainepuhallus on tehokas menetelmä alueilla, joilla on paksu kerros pehmeitä pintasedimenttejä, kuten silttiä ja hiekkaa. Tässä menetelmässä käytetään vesisuihkulla varustettua laitetta, kuten kauko-ohjattavaa alusta, joka suihkuttaa vettä korkealla paineella nesteyttämällä sedimenttiä siten, että kaapeli uppoaa määriteltyyn syvyyteen. Merenpohjan ollessa hyvin pehmeää voidaan tehdä suhteellisen kapea oja, jonka tarkka leveys riippuu sedimentin olosuhteista ja kaapelin koosta. Kapea oja suojaa kaapelia parhaiten. Olosuhteista ja mitoituksista riippuen oja voidaan täyttää uudelleen, tai veden virtaukset täyttävät merenpohjan automaattisesti ajan kuluessa.

## Auraus

Tässä menetelmässä kaapelit haudataan suoraan merenpohjaan aluksen hinaamaa auraa käyttäen. Kaapeli syötetään auran läpi siten, että se asettuu merenpohjaan kapeaa kanavaa pitkin. Käytettävissä on erilaisia auran muotoja erilaisiin merenpohjan olosuhteisiin. Lisäksi voidaan käyttää vesipainepuhalluksella tuettua auraa tai pystyinjektoria. Tekniikka sopii hyvin suhteellisen matalilla syvyyksillä tehtäviin asennuksiin, joissa on tarve asentaa kaapeli syvälle pohjaan.

## Kaivannot

Valmiiksi kaivetut kaivannot ovat tehokas menetelmä alueilla, joilla maaperä on kovaa, esimerkiksi savea tai tiivistynyttä hiekkaa, johon kaivanto voidaan tehdä ennalta valmiiksi. Kaapeli lasketaan merenpohjaan aiemmin tehtyyn kaivantoon, minkä jälkeen se voidaan suojata lisäämällä erikseen kiviä tai soraa varmistamaan riittävä suojaus.

## Kaapelisuojausjärjestelmä

Kaapelisuojausjärjestelmiä saatetaan tarvita alueilla, joilla merenpohja ei salli kaivamista, tyypillisesti matalissa vesissä. Kivipeitesuojaus vaihtelee kohteessa käytettävän kivikoon mukaan. Useimmissa tapauksissa kivet pudotetaan aluksen sivulta tasaisella nopeudella.

### 1.6.2 Siirtokaapeli ja merisähköasema

Sähkönsiirto tuulivoimapuistosta mantereeseen liityntäpisteeseen tapahtuu joko vaihtovirta- (HVAC) tai tasasähköyhteyttä (HVDC) käyttäen. Siirtokaapeleiden reitti ja pituus määräytyvät lopullisen liityntäpisteen ja alueen olosuhteiden (esim. geologian, muiden toimintojen ja ympäristön) perusteella.

Parhailtaan selvitetään, mikä tai mitkä kantaverkon liityntäpisteet soveltuisivat parhaiten Laineen merituulivoimapuiston liittämiseen. Todennäköinen liityntäpiste on Fingridin 400 kV:n siirtolinjan varrella mantereella (Hirvikosken sähköasema, Sandåsin uusi sähköasema) (Kuva 1-1).

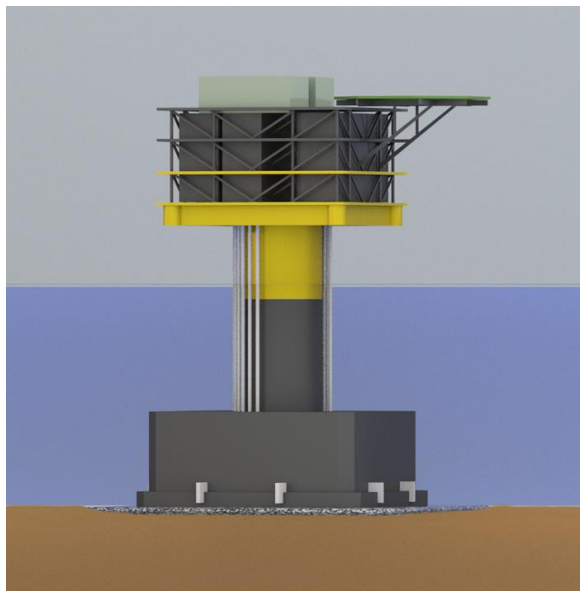
Liityntäpisteille tutkitaan ja analysoidaan lähemmin kolme selvityskäytävää sopivimpien reittien löytämiseksi (Kuva 1-1). Selvityskäytävät ovat merellä noin neljä kilometriä leveitä, mutta merenpohjassa olevalle yksittäiselle kaapelille tarvitaan vain muutaman metrin leveys. Lopulliset liityntäreitit perustuvat teknisiin ja ympäristöllisiin näkökohtiin sekä Fingridin näkemykseen mahdollisista lopullisista liityntäpisteistä.

Riippuen valitusta siirtokaapeliteknologiasta, hanke voi tarvita yhteensä enintään 10 siirtokaapelia tuulivoimapuistosta mantereelle. Kaapelit tarvitsevat pohjaolosuhteista riippuen 50–300 metrin etäisyyden toisistaan, jotta korjausalus pääsee turvallisesti toimimaan yhden kaapelin rikkoutumistilanteessa. Kaapelien välinen etäisyys vähenee tultaessa lähemmäs rantaa, ja rantautumisalueella kaapelit tarvitsevat enää paikasta riippuen noin 80 metriä tilaa. Siirtokaapelit on mahdollista myös tuoda useampia YVA:ssa esiteltäviä käytävävaihtoehtoja pitkin rantaan (Kuva 1-1) riippuen käytettävissä olevasta tilasta, teknisistä- ja ympäristönäkökulmista sekä lopullisista liityntäpisteistä valtakunnan verkkoon.

Tuulivoimapuiston sisäverkon jännitetason muuntaminen suuremmaksi jännitteeksi ja mahdollinen konversio tasavirraksi edellyttää yhtä tai useampaa muuntaja-asemaa (HVAC) tai konvertteriasemaa (HVDC). Muuntaja- ja konvertteriasemista käytetään tässä yhteydessä yhteisesti nimitystä merisähköasema. Merisähköasemien perustustyyppit ovat pitkälti samat kuin tuulivoimaloiden, paitsi että ne mitoitetaan asemien

kuormitusten mukaan. Valitun teknologian mukaan voi myös olla mahdollista sijoittaa suurempaan jännitteeseen muuntamiseen tarvittavat laitteet samalle perustukselle tuulivoimalan kanssa. Kuvassa (Kuva 1-10) on joitakin esimerkkejä siitä, kuinka muuntaja-/konvertteriasemat voidaan yleisesti ottaen suunnitella.

Hankkeen tarvitsema merisähköasemien määrä riippuu valitusta ja hankkeeseen sopivasta teknologiasta ja voi olla esimerkiksi kolme suurempaa merisähköasemaa tai kahdeksan pientä. Edellisessä kuvassa (Kuva 1-9) on esitetty esimerkki kahden merisähköaseman ratkaisusta 150 merituulivoimalan hankkeessa. Merisähköaseman perustuksen koko riippuu valitusta perustustyyppistä samaan tapaan kuin merituulivoimaloissa. Arvioitu perustuksen koko käytettäessä pyöreää painovoimaperustusta on halkaisijaltaan enintään 155 m, jolloin pohjan pinta-ala on noin 19 000 m<sup>2</sup>. Käytettäessä ristikkorakenteista perustusta, jossa on 4–8 jalkaa, on käytetty pinta-ala noin 160 m<sup>2</sup> ilman eroosiosuojausta. Perustuksen päällä oleva rakenne, joka sisältää merisähköaseman ja sitä suojaavat rakenteet, on kokoluokaltaan enintään 185 x 95 metriä.



merisähköaseman  
painovoimainen perustus



merisähköaseman  
ristikkorakenteinen perustus

*Kuva 1-10. Esimerkkejä merisähköasemista.*

## 1.7 Merituulivoimapuiston rakentaminen

Rakentamisvaihe käsittää vaiheet, jotka liittyvät valmisteluihin (esim. merenpohjatutkimukset), sekä merituulivoimapuiston asentamiseen. Asennus tapahtuu useissa vaiheissa, jotka yleensä käsittävät merenpohjan valmistelun, perustukset, tuulivoimalan, kaapeloinnin ja muuntaja-/konvertteriaseman.

### 1.7.1 Pohjaolosuhteet ja pohjan tutkiminen

Ennen merituulivoimapuiston ja siirtokaapeleiden rakentamista kerätään olemassa olevat tiedot merenpohjan laadusta sekä tehdään merenpohjatutkimuksia, joilla



selvitetään tarkemmin alueen geologiaa ja sedimenttejä. Suomessa talousvyöhykkeen merenpohjan laadusta on vain karkean tason tietoa saatavilla. Merenpohjatutkimuksia tehdään luotaamalla, sedimenttinäytteillä (esim. puristinkairaus ja vibracore -menetelmät) sekä myöhemmässä vaiheessa myös geoteknisillä kairauksilla. Kerätty tieto toimii lähtökohtana perustustyyppin (tai -tyyppien) lopulliselle valinnalle sekä merituulivoimapuiston ja kaapeloinnin yksityiskohtaiselle suunnittelulle. Tutkimuksilla varmistetaan myös, että rakennustyöt voidaan toteuttaa ilman vaaraa törmätä esimerkiksi räjähtämättömiin ammuksiin tai aiheuttaa haittaa meriarkeologisesti arvokkaille kohteille.

## 1.7.2 Meriperustusten ja tuulivoimaloiden asentaminen sekä kaapelointi

### Meriperustusten asennus

Painovoimaperustusta asennettaessa merenpohja valmistellaan perustuksen asennuspaikassa korvaamalla merenpohjan päällimmäisen kerroksen materiaali homogeenisella ja tasaisella sorakerroksella. Perustukset kuljetetaan tämän jälkeen alueelle kelluvalla lautalla, hinaajalla tai muulla soveltuvalla aluksella. Perustukset lasketaan tämän jälkeen sorakerroksen päälle vinsseillä ja täyttämällä ne varovasti painolastilla.

Paaluperustukset kuljetetaan tuulivoimapuistoon kelluttamalla tai asennusaluksen kyydissä. Paaluperustus nostetaan ja asetetaan merenpohjaan esimerkiksi jack-up-aluksen tai uivan nosturin avulla. Se juntataan sitten merenpohjaan paaluttamalla, täristemällä tai poraamalla. Asennuksessa voidaan olosuhteiden mukaan käyttää näiden menetelmien yhdistelmää.

Ristikkorakenteiset perustukset edellyttävät, että merenpohja on suhteellisen tasainen. Tämä merkitsee sitä, että merenpohjaa voi olla tarpeen tasoittaa ennen asentamista. Perustus kuljetetaan alueelle proomulla tai asennusaluksella ja asetetaan merenpohjaan jack-up-proomulla tai uivalla nosturilla. Jos käytetään pienpaaluja, teräspuutket paalutetaan, täristetään tai porataan merenpohjaan perustuksen kulmien kohdalla. Paalut liitetään sitten perustukseen valamalla tai mekaanisella ankkuroinnilla.

Perustuksen asentamisen jälkeen käytetään tarvittaessa suojausta estämään perustusta ympäröivän merenpohjan eroosio ja ankkuroinnin heikentyminen. Eroosiosuojaus koostuu yleensä alemmasta sorakerroksesta ja ylemmästä, sekakokoisesta kivistä koostuvasta kerroksesta.

Ruopattavia maamassoja arvioidaan hankealueella olevan enimmillään tilanteessa, jossa hankkeen jokainen tuulivoimala sekä sähköasemat toteutetaan painovoimaperustuksella. Tällöin ruopattavia massoja on enintään noin 2 800 000–3 000 000 m<sup>3</sup>. Ruopattavien massojen määrät tarkentuvat suunnittelun ja pohjatutkimusten edetessä ja käsitellään vesiluvassa. Massat on tarkoitus läjittää hankealueelle erikseen osoitetuille läjitykseen soveltuville alueille. Hankealueella perustusten, sähköasemien ja merikkaapeleiden vaatima pohjanmuokkaus kohdistuu arviolta enintään 0,2 % koko hankealueen alasta.

Siirtokaapelien vaatimien ruoppausmäärien arvioidaan olevan enimmillään 650 000 m<sup>3</sup>

### Voimaloiden esiasennukset, kuljetukset ja nostot merellä

Tornit, nasellit ja roottorit kuljetetaan tuulivoimaloiden asentamista varten tuulivoimapuistoon proomulla tai asennusaluksella (esimerkiksi jack-up-aluksella, Kuva 1-11). Eri osat asennetaan sen jälkeen nosturilla yleensä yhden päivän aikana, jos sääolosuhteet ovat suotuisat.



*Kuva 1-11. Merituulivoimalan asennus jack-up aluksella (kuva: COWI).*

### **Merisähköasemat**

Merisähköasema asennetaan yleensä perustukselleen uivalla nosturilla. Merisähköasema perustuksineen voidaan suunnittelusta riippuen siirtää tai asentaa myös muilla nostomenetelmillä, esimerkiksi omilla tukijaloillaan.

### **Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit ja siirtokaapelit**

Merituulivoimapuiston sisäiset kaapelit ja siirtokaapelit lasketaan kaapelialuksista käsin (Kuva 1-12). Sisäinen kaapeli voidaan merenpohjan olosuhteista riippuen laskea pohjaan tai asentaa vesipainepuhaltamalla, auraamalla tai kaivantoja tekemällä. Alueilla, joilla merenpohjaa ei ole mahdollista kaivaa, voi olla tarpeen laskea pohjaan kivenlohkareita tai suojata kaapelit muulla tavoin. Upotussyvyys merenpohjaan voi olla noin 1–3 metriä, pääosin kuitenkin 1–1,5 metriä, jotta kaapelit saadaan suojattua mm. jäältä, laitteilta ja/tai ankkureilta. Lopullinen syvyys ja asennusmenetelmä vaihtelee suoritettujen maaperätutkimusten mukaan.



Kuva 1-12. Merikaapeleiden asennusalus (kuva: NKT).

## 1.8 Meriläjitys

Tuulivoimapuisto Laineen alustavat meriläjitysaluevaihtoehdot (Kuva 1-1) on mitoitettu siten, että yhden alustavan läjitysalueen kapasiteetti on riittävä hankealueen maksimiruoppausmäärälle (3 000 000 m<sup>3</sup>) ja yhden alustavan kaapelireittien ruoppausmassojen läjitysalueen kapasiteetti on riittävä kaapelireittien maksimiruoppausmäärälle (650 000 m<sup>3</sup>). Erillisiin läjitysaluevaihtoehtoihin hankealueen ja kaapelireittien osalta päädyttiin hankealueen kaukaisen sijainnin kaapelireittien ruoppausalueisiin nähden.

Sekä kaapelireittien että hankealueen ruoppausmäärien tarkentuessa, lopulliset meriläjitysalueet mitoitetaan tarvittavan kapasiteetin mukaan esitettyjen alustavien alueiden sisälle. Esitetyt aluerajat ovat tällä hetkellä viitteellisiä, ja pinta-ala on määritetty siten, että kaikki alueelle läjitettäväksi esitetyt massat saadaan läjitettyä alueelle yhden metrin läjityskerrospaksuudella. Kaikkien alustavien meriläjitysalueiden vesisyvyys vaihtelee 32–44 m välillä. Kaapelireittien massoille esitettyjen alustavien meriläjitysalueiden pinta-alat ovat n. 100 ha ja hankealueen massoille esitettyjen alustavien meriläjitysalueiden pinta-alat ovat n. 400 ha.

Läjitysalueet on valittu ottaen huomioon tiedossa olevat lähtötiedot, joita ovat: alueella olemassa oleva infra (mm. meriväylät, tiedossa olevat putket ja kaapelit), suojelualueet, rajoitusalueet (esim. puolustusvoimat), vesisyvyys alueella.

Meriläjitysalueet on pyritty sijoittamaan käytössä olevien tietojen (merikarttatieto) perusteella syvänteisiin niin, että alueen ylin taso jäisi lopputilanteessa ympäröivän merenpohjan tasolle tai sen alapuolelle, jolloin läjitettyjen massojen kulkeutuminen jäisi mahdollisimman vähäiseksi kaikissa tuuli- ja virtausolosuhteissa.

Hankkeen meriläjityskelpoiset ruoppausmassat kuljetetaan joko hankealueelta tai kaapelireiteiltä meriläjitysalueille proomuilla, joiden vetoisuuden on arvioitu tässä hankkeessa olevan noin 400–1 000 m<sup>3</sup> riippuen ruoppauskalustosta, jonka valintaan vaikuttaa ruoppauskohteen vesisyvyys. Vesisyvyys vaihtelee merkittävästi sen mukaan, toteutetaanko ruoppausta kaapelireiteillä rannikon läheisyydessä vai hankealueella.

Ruopattujen massojen meriläjitys ajoittuu avovesikaudelle (touko-marraskuu) tuulivoimaloiden perustuksien pohjien teon aikaan. Koska hankealue on suuri, perustusten valmistelut tehdään parin vuoden aikana. Ruoppauskaluston ollessa paikalla, työt suoritetaan intensiivisesti (tarvittaessa ympäri vuorokauden ja kaikkina viikonpäivinä), mutta ruoppaus ja meriläjitys aiheuttaa veden samentumista aina melko rajatulle alueelle yksittäisen työkohteen läheisyydessä.

## 1.9 Tuulivoimaloiden huolto ja käytöstä poisto

Merituulivoimalan käytöstäpoistomenetelmissä noudatetaan kulloinkin voimassa olevaa lainsäädäntöä ja parhaita käytäntöjä siten, että tuulivoimapuisto ennallistetaan siinä määrin kuin se on tarpeen. Käytöstäpoistovaiheen aikana pyritään minimoimaan ympäristövaikutukset.

Tuulivoimalat ja merisähköasemat on tarkoitus purkaa ja poistaa kokonaan käyttäen vastaavanlaista alusta ja menetelmiä (käänteisessä järjestyksessä) kuin asennuksessa. Perustukset voidaan poistaa osittain tai kokonaan. Osittain poistettaessa poisto tehdään merenpohjan tasoon tai juuri sen alapuolelle saakka jäljelle jäävän osan jäädessä paikalleen. Kaapelit poistetaan tai jätetään turvallisesti paikalleen. Jos kaapeliin poisto on tarpeen, prosessi on olennaisilta osin sama kuin kaapelia laskettaessa, mutta tapahtuu käänteisessä järjestyksessä. Merenpohjaa häiritään tällöin kaapeleita esiin nostettaessa. Mahdollinen eroosiosuojaus jää todennäköisesti paikalleen, koska valtaosan oletetaan uponneen merenpohjaan, jolloin sen poistamisesta koituisi suurempaa vahinkoa kuin sen jättämisestä alueelle.

Tuulivoimalasta yli 80–95 % voidaan nykyaikana kierrättää. Massiivisimmat komponentit ovat metallia ja siten yksinkertaisia kierrättää. Toistaiseksi vaikeimmin kierrätettävä osa ovat voimalan lavat. Voimalavalmistajat ovat kuitenkin jo julkaisseet suunnitelmiin kokonaan kierrätettävistä lavoista ja lisäksi kehitteillä on teknologioita lapojen kierrättämiseen.

## 2 VEDYNTUOTANNON TEKNINEN KUVAUS

### 2.1 Suunnitteluperusteet

Seuraavassa kuvataan mahdollisuuksia tuottaa vihreää vetyä merellä tai maissa. Lisäksi käsitellään tuotettavan vedyn tuotantomääriä, teknisiä turvallisuuskäsitteitä sekä eri vetykonseptien edellyttämiä putkistoja ja laitteita ja infrastruktuuria.

Tulokset osoittavat, että tuulipuistossa, jonka yhteydessä on 2 GW:n elektrolyysikapasiteettia, vetyä voitaisiin tuottaa yli 200 000 tonnia vuodessa.

Suunnittelussa oletuksena on, että elektrolyysilaitteisto voi olla merellä joko keskitetyillä miehittämättömällä meriasemalla tai kunkin merituulivoimalan tornin alaosaan asennettavalla tasolla. Vaihtoehtona on myös vedyn tuotanto mantereella. Vedyntuotanto mantereella ei kuitenkaan kuulu osaksi tätä YVA-menettelyä, vaan siitä tehdään tarvittaessa myöhemmin erillinen YVA-menettely.

OX2 on mallintanut yleisellä tasolla tarvittavaa teknologiaa, jotta suunniteltu kokonais-tuotanto voidaan toteuttaa.

Lopuksi esitetään yleiskatsaus ylätasoon teknisiin turvallisuusvaatimuksiin ja tärkeisiin turvallisuuskäsitteisiin.

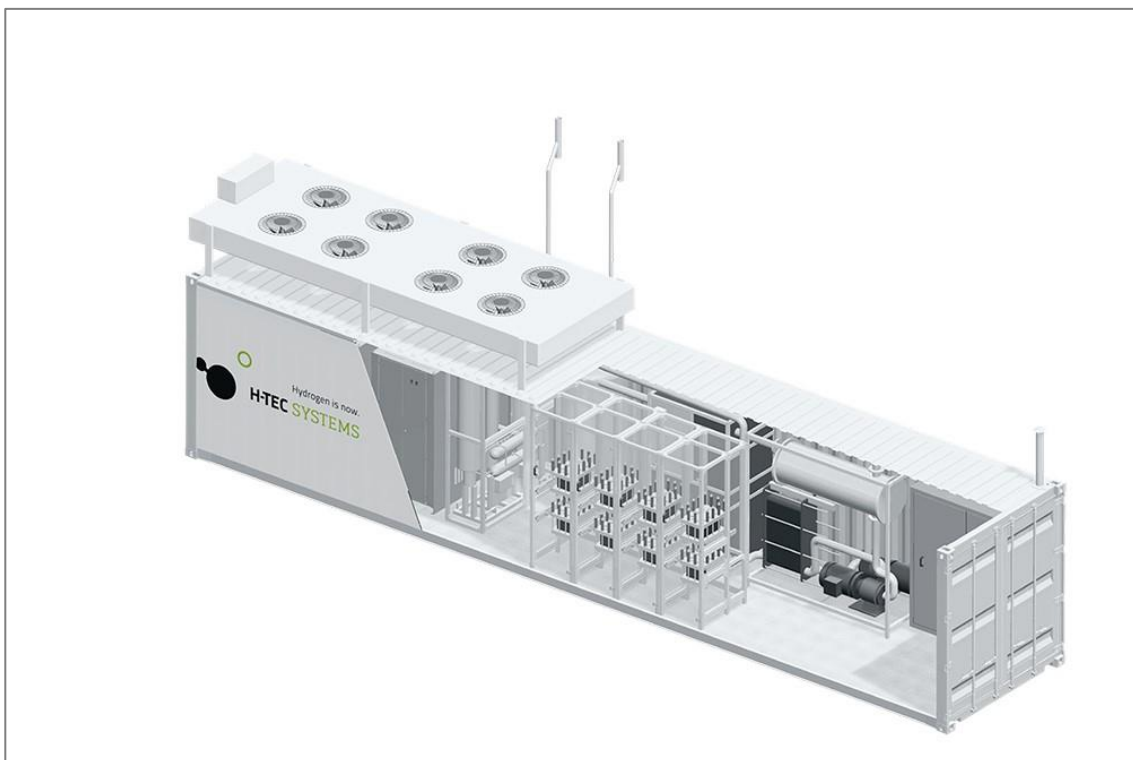
## 2.2 Vetytalouden periaatteet

Vety on alkuaine, jota voidaan käyttää energian siirtämiseen, varastointiin ja kuljettamiseen. Vetyä voidaan valmistaa monenlaisista energianlähteistä: fossiilisista, fossiilittomista (esim. ydinvoima) ja uusiutuvista. Vedyllä on suuri potentiaali energiankantajana uusiutuvassa energiajärjestelmässä, jossa energiaa tuotetaan esimerkiksi auringosta, tuulesta ja vedestä.

Vety molekyyli koostuu vain kahdesta vetyatomista ja siksi sen kemiallinen merkki on  $H_2$ . Vety on maailmankaikkeuden yleisin ja kevyin alkuaine. Vety on syttyvää, mutta se palaa puhtaasti ja sisältää enemmän energiaa kiloa kohti, kuin kaikki fossiiliset polttoaineet.

Huoneenlämmössä ja normaalipaineessa vety on kaasua, mutta matalissa lämpötiloissa ( $-250\text{ °C}$ ) ja korkeassa paineessa se muuttuu nesteeksi.

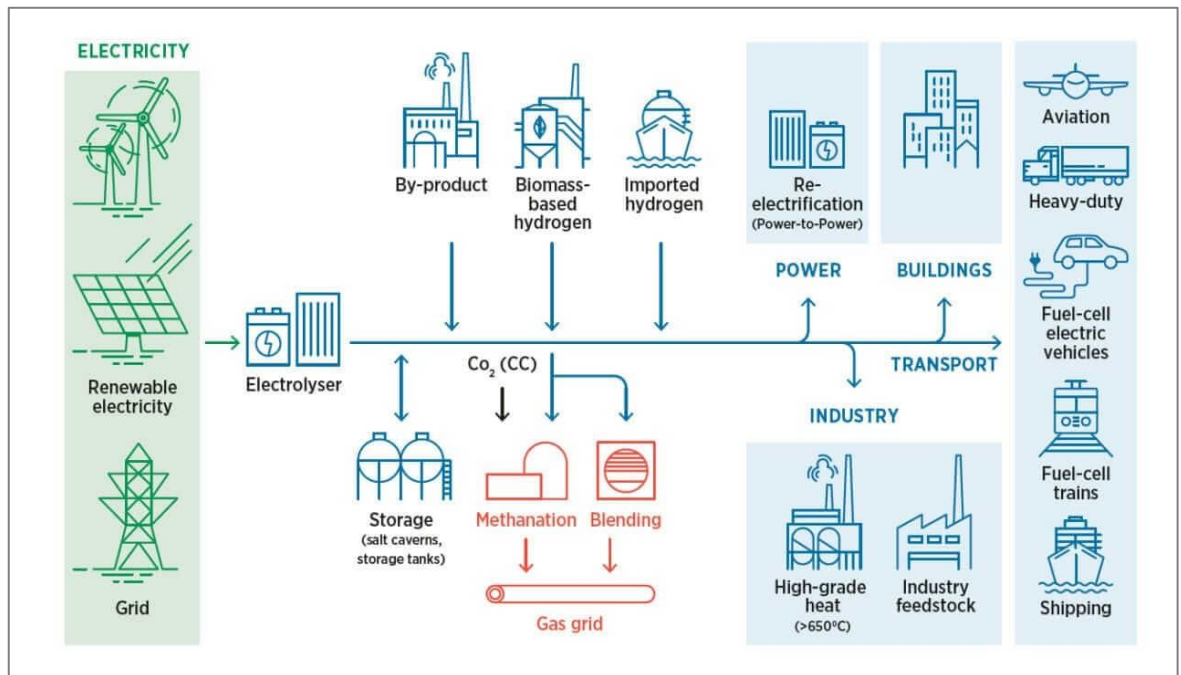
Vetyä voidaan tuottaa eri tavoin. Lähes kaikki teollisuuden nykyisin käyttämä vety tuotetaan fossiilisesta kaasusta niin sanotun höyryreformoinnin avulla. Sellainen vety on fossiilista alkuperää ja sen valmistusprosessi aiheuttaa suuria hiilidioksidipäästöjä. Tulevaisuudessa monet alan toimijat suunnittelevat hiilidioksidin talteenottolaitteiden lisäämistä prosessiin. Ympäristöystävällinen tapa valmistaa vetyä on elektrolyysi. Kuvassa (Kuva 2-1) esitetyssä elektrolyysilaitteistossa vesi hajotetaan vedyksi ja hapeksi sähkön avulla. Jos elektrolyysissä käytetään uusiutuvista lähteistä, kuten auringosta tai tuulesta saatavaa sähköä, vetyä kutsutaan yleensä ”vihreäksi” eli fossiilivapaaksi.



Kuva 2-1. Elektrolyysilaitteisto modulaarisessa muodossa, noin 2MW. Lähde: energi.se

Kun aurinko paistaa tai tuulee, voimme tuottaa uusiutuvaa sähköä, jota käytetään vedyn tuottamiseen, joka sitten varastoidaan. Kun energiaa tarvitaan uudelleen, vety

voidaan muuntaa esimerkiksi polttokennon avulla sähköksi esim. autojen käyttövoimaksi tai syöttää verkkoon, kuten kuvassa (Kuva 2-2) on esitetty. Polttokennossa vety ja happi reagoivat hallitusti muodostaen sähköä, vettä ja lämpöä. Jäännöstuotteena syntyy tavallista vettä, sillä hapen (yksi happiatomi) kanssa reagoiva vety (kaksi vetyatomia) muodostaa vettä (H<sub>2</sub>O).



Kuva 2-2. Vedyn arvoketju sähköstä loppukäyttäjälle.

Teollisuudessa kehitetään sovelluksia, kuten hiilen korvaamista pelkistimenä terästehtaissa, mikä tarkoittaa sitä, että vedyn avulla rautaoksidia muutetaan raudaksi. Prosessissa syntyy myös lämpöä.

Vetyä on teollisuudessa käytetty yli sata vuotta, mikä tarkoittaa sitä, että kaasun turvallisesta käsittelystä on paljon kokemusta ja tietoa.

Aikamme suurena haasteena on hallita energianhuoltoa samalla kun fossiilisista polttoaineista luovutaan vähitellen. Monet ovat yhtä mieltä siitä, että "vihreällä" vedyllä voi olla keskeinen rooli siirryttäessä fossiilisista polttoaineista uusiutuviin energialähteisiin ja kestäviin energiajärjestelmiin. Siksi kiinnostus vetyä kohtaan on lisääntymässä kaikkialla maailmassa.

Jos vety tuotetaan uusiutuvalla energialla, se on täysin hiilidioksidipäästötöntä.

Jos uusiutuvilla energialähteillä on merkittävä rooli sähköjärjestelmässämme, tarvitaan menetelmiä energian varastoimiseksi. Vety voi tässä yhteydessä toimia kysyntähuipun ja -laskujen tasaajana ja ylimääräisen energian varastona. Tämä voi helpottaa esim. tuulivoiman lisäämistä energiajärjestelmään, sillä tuulivoima tuottaa vaihtelevan määrän sähköä sen mukaan, kuinka tuulista on. Vetyvarastot voivat huolehtia suuremmista energiamääristä ja varastoida niitä pidemmäksi ajaksi kuin akut. Jos olisimme riippuvaisia vain uusiutuvista energialähteistä ilman vedyn kaltaista energiavarastoa, pitäisi

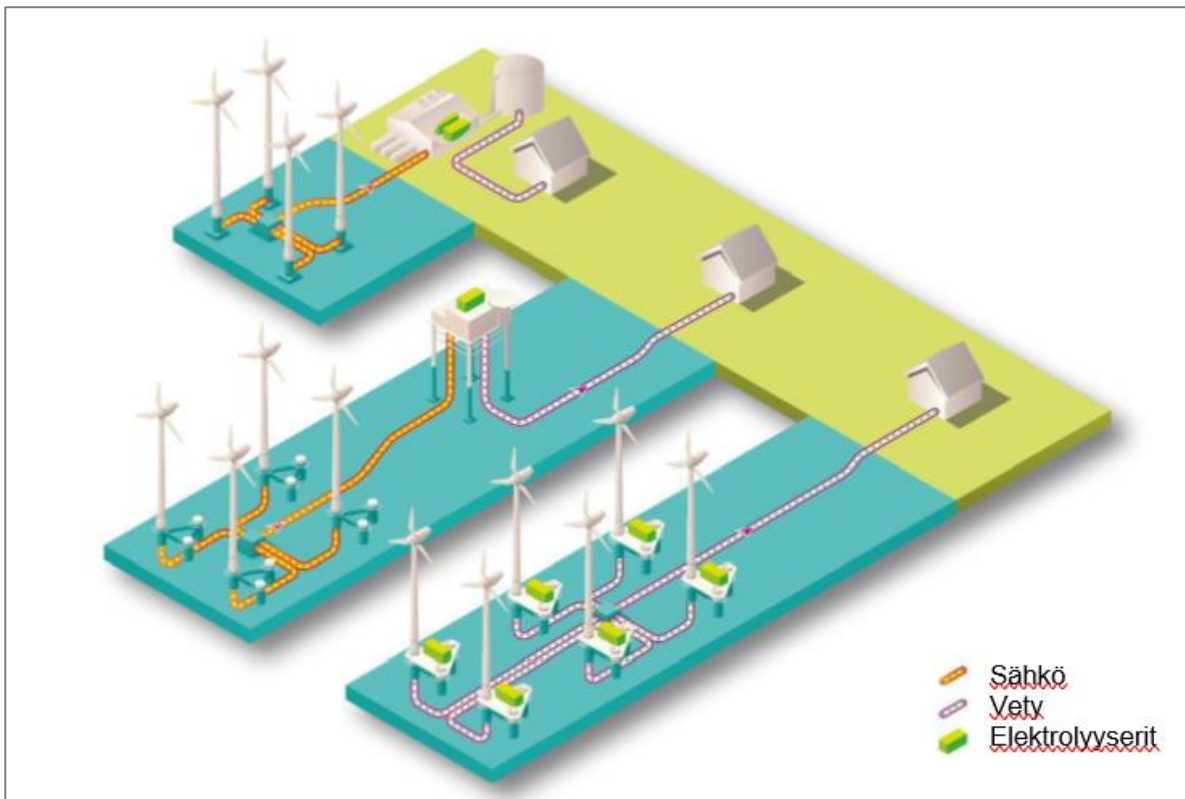
energiälähteiden tuotantotehon olla jopa yli kolminkertainen, jotta Suomen sähköverkossa pystyttäisiin hoitamaan tuotetun energian ja tarpeen välisen maksimin vaihtelu.

## 2.3 Toteutuskonseptit

Toteutuskonseptteja on kolme erilaista, kuten alla olevassa kuvassa (Kuva 2-3) esitetään.

1. Vedyn tuotanto tuulivoimalan tornin alaosassa
2. Vedyn tuotanto keskitetysti tuulipuistoalueella sijaitsevalla asemalla
3. Vedyn tuotanto maalla

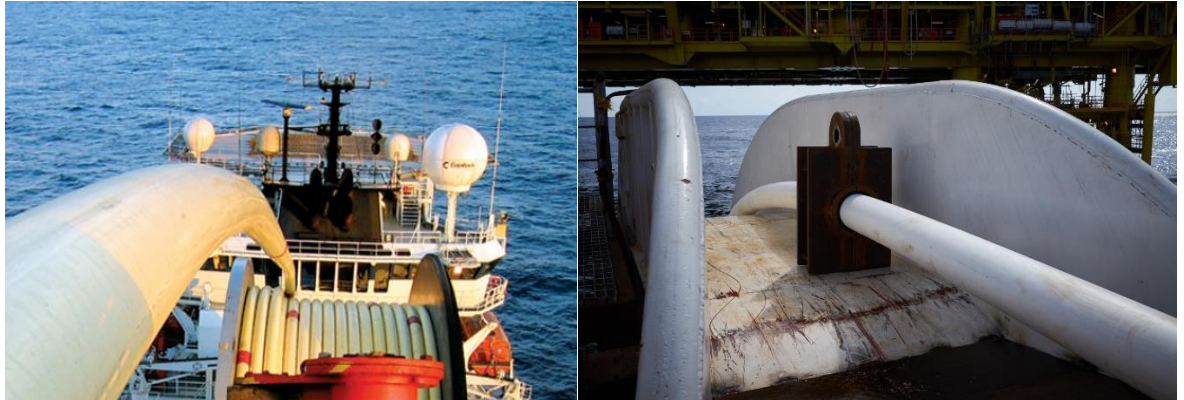
Konseptien yksityiskohtia käsitellään tarkemmin jäljempänä olevissa luvuissa.



Kuva 2-3. Toteutusvaihtoehtoja vedyn tuotannolle.

### 2.3.1 Vetyputkisto

Vetyputken tyypillinen ulkohalkaisija on noin 60 cm. Kuvassa (Kuva 2-4) on esitetty putken asennus merenpohjaan ja kuvassa (Kuva 2-5) on esitetty tyypillisen vetyputken rakenne.



Kuva 2-4. Joustavan vetyputken asennus. Oikeanpuoleisessa kuvassa putken ympärille on lisätty painot. Lähde: SoluForce.



Kuva 2-5. Joustavan ja kaasutiiviin putken rakenne. Lähde: SoluForce.

### 2.3.2 Vedyn tuotanto tuulivoimalan tornin alaosassa

Tulevaisuudessa vetyä voidaan tuottaa suoraan tuulivoimalan tornin alaosassa. Elektrolyysit ja muut komponentit asennetaan merikontteihin, jotka sijoitetaan torniin kiinnitettävälle tasolle, kuten kuvassa (Kuva 2-6) on esitetty. Voimalan perustuksen koko ei ole merkittävästi suurempi, kuin tuulivoimalan perustuksen ilman vedyntuotantoa. Vety johdetaan putkistojen avulla keskitettyyn paikkaan tuulivoimapuistossa, josta päävientiputki johtaa vedyn mantereelle.





Kuva 2-6. Esimerkki vedyntuotannosta merituulivoimalan tornin alapäässä. Lähde: Siemens-Gamesa.

### 2.3.3 Vedyn tuotanto keskitetysti tuulipuistoalueella sijaitsevalla asemalla

Yksittäisen vedyntuotantolaitoksen tuotantokapasiteetti voi olla noin 450 MW. Laineen tuulivoimapuisto vaatisi 4–5 tällaista vedyntuotantoasemaa. Vedyntuotantoaseman perustuksen koko on suunnilleen samankokoinen kuin merellä sijaitsevan sähköaseman perustus. Kuvissa (Kuva 2-7 - Kuva 2-8) on esitetty tyypillisiä merisähköasemia. Samantyyppisille rakenteille voitaisiin asentaa myös keskitettyä vedyntuotantoa.



*Kuva 2-7. HVDC DolWin Alpha, esimerkki asemasta, jossa on ristikkoperustus. Nosturialuksen nostokapasiteetti on noin 22 000 tonnia. Lähde: [www.overdick-offshore.com](http://www.overdick-offshore.com).*



*Kuva 2-8. HVDC HelWin Alpha, esimerkki itseasentuvasta asemasta, joka hinataan paikalleen ja nostetaan ylös nostojalkojen avulla. Lähde: [www.overdick-offshore.com](http://www.overdick-offshore.com).*

### 2.3.4 Vedyn tuotanto maalla

Tässä tuotantotavassa sähköenergia siirretään tuulivoimapuistosta mantereelle. Sähköenergia siirretään yleensä joko HVAC- (korkeajännite vaihtovirta) tai HVDC- (korkeajännite tasavirta) tekniikalla. Nykyisin HVAC-kaapelit ovat 220 kV:n jännitetasolla ja HVDC-kaapelit noin 525 kV:n jännitetasolla. Koska tuulivoimalat tuottavat 66 kV:n jännitteen, on jännite muunnettava siirtoa varten. Tämä jännitteen nosto tapahtuu merisähköasemalla. Lisäksi saatetaan tarvita lisäasema HVDC:n vaatimia tasasuuntaajakomponentteja varten. Mantereella tarvitaan sähköasemalla muuntajia, joilla jännite alennetaan ja/tai muunnetaan tasavirraksi vedyntuotantoa ja elektrolyysereitä varten.

Vedyn tuotannon vaatimat komponentit ovat samanlaisia riippumatta siitä tapahtuuko tuotanto merellä vai maalla.

Tämän tuotantotavan tarvitsema maapinta-ala on suurempi kuin muiden edellä mainittujen tuotantotapojen. Tämä ympäristövaikutusten arviointi ei kata maalla tapahtuvaa vedyn tuotantoa.

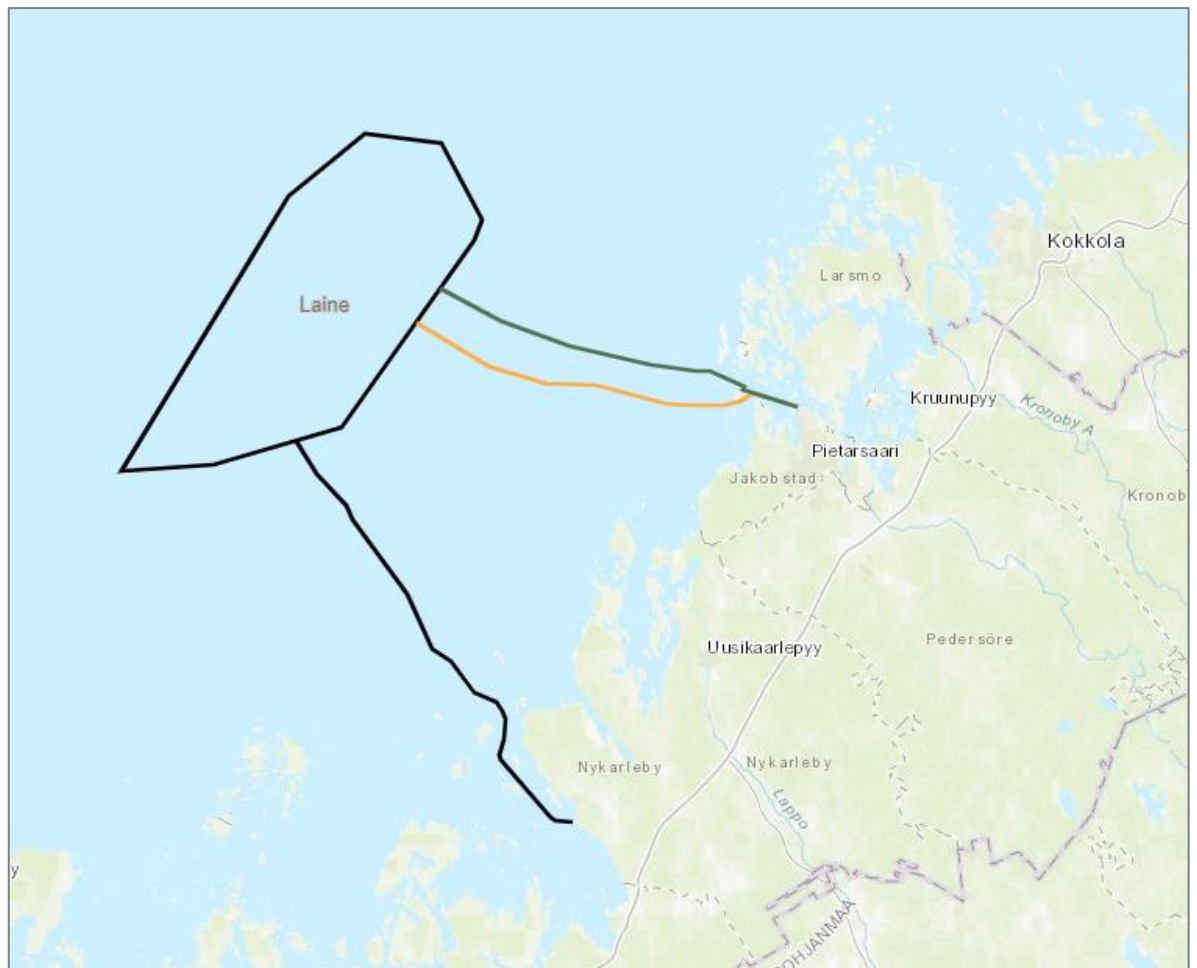
## 2.4 Laineen merituulivoimapuiston vedyntuotantopotentiaali

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2-1) on esitetty Laineen merituulivoimapuiston vedyntuotannon tunnuslukuja.

Taulukko 2-1. Laineen merituulivoimapaiston vedyntuotannon tunnuslukuja.

Laineen merituulivoimapaisto	Tunnusluku
Suunniteltu maksimi tuulivoimakapasiteetti	2 GW
Suunniteltu maksimi vedyntuotanto	2 GW tai 100 % asennetusta kapasiteetista
Vuotuinen vedyntuotannon määrä	Noin 200 000 tonnia
Tuulivoimalan yksikköteho	15–25 MW
Etäisyys rannikkoon	30 km

Alla (Kuva 2-9) on esitetty vetyputkien vaihtoehtoiset reitit. Vaihtoehtojen nimet on puolestaan esitetty aiemmin kuvassa (Kuva 1-1).



Kuva 2-9. Kartta Laineen merituulivoimapaistoalueesta ja vetyputkistojen alustavat reitit. Reittien vaihtoehtojen nimeäminen on esitetty kuvassa (Kuva 1-1).

Oheisessa taulukossa on esitetty alustava arvio vedyntuotantomahdollisuuksista.

*Taulukko 2-2. Alustava arvio Laineen merituulivoimapuiston vedyntuotantomahdollisuuksista.*

Laineen merituulivoimapuisto	Tuotantomahdollisuudet
Elektrolyyserit ottama teho	2 GW
Vuotuinen vedyntuotanto	200 000 tonnia
Päivittäinen vedyntuotanto	537 tonnia
Vedyntuotanto tunnissa	22,4 tonnia
Päivittäinen vedenkulutus	5 403 m <sup>3</sup>
Keskimääräinen vedenkulutus tunnissa	225 m <sup>3</sup>

### 2.4.1 Putkilinja Laineen tuulivoimapuistosta rannikolle

Laineen merituulivoimapuiston tuulivoimaloiden tuottama sähkö siirretään vetyä tuotaville vetyasemille, joille asennetaan elektrolyyserit ja niihin liittyvät laitteet sekä mahdollinen vedyn varastointi.

Vetyputkien rantautumisen osalta tarkastellaan kahta vaihtoehtoista aluetta.

Alholmen, missä on Pietarsaaren satama, sijaitsee noin 30 kilometriä Laineen itäpuolella. Alueella on myös muuta teollista toimintaa, mikä voi mahdollistaa yhteistyön eri toimijoiden välillä ja siten vedyn jatkojalostamisen muiksi polttoaineiksi.

Toinen vaihtoehtoinen vedyn varastointipaikka on Kanäsin satama Uudenkaarlepyyn alueella. Kanäs sijaitsee noin 40 kilometriä Laineesta kaakkoon. Kanäsin alue on ollut teollisessa käytössä.

Putken asennustapoja rantautumisalueella on useita. Jos alue on kallioinen, se voi soveltua vaakasuuntaiseen suuntaporaukseen. Toinen vaihtoehto on avoimen ojan kaivaminen kaapelikaivannon tapaan. Vaihtoehtoisesti rantautuminen voidaan toteuttaa rakentamalla laituri tai silta ranta-alueen ylittämiseksi. Rantautumispaikan tarvittava leveys on joitakin kymmeniä metrejä. Jos asennuksessa käytetään avointa ojaa, alue maisemoidaan. Putkilinjan alueella ajoneuvojen käyttö ja metsänkasvatus on rajoitettua.

## 2.5 Varastointi

Vetyä varastoidaan yleensä paineistettuna tai nestemäisenä. Jälkimmäinen vaihtoehto vaatii vedyn jäähdyttämisen -253 °C asteeseen. Vedyn sitominen hiiliatomeihin metanolin muodostamiseksi on myös soveltuva tapa varastoida energiaa, sillä metanoli on nestemäisessä muodossa eikä sitä tarvitse paineistaa tai jäähdyttää.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 2-3) on esitetty vedyn tunnuslukuja.

*Taulukko 2-3. Vedyn tunnuslukuja.*

Vedyn ominaisuus	Tunnusluku
Vedyn tiheys (10 °C:ssa)	0.0856 g/dm <sup>3</sup>
Nestemäisen vedyn tiheys	70,99 g/dm <sup>3</sup>
Kaasun ja nesteen suhdeluku	789,8 kertaa

Vedyn tyypillisiä varastointitapoja ovat:

- Paineistetut vetysäiliöt (vety)
- Pallomaiset eristetyt säiliöt (nestemäinen vety)
- Maanalaiset luolat (vety)
- Öljy- ja maakaasukentät (metanoli)
- Oljysäiliöt (metanoli)

### **2.5.1 Paineistettu vety**

Yleisin tapa varastoida vetyä paikan päällä on paineistetut vetysäiliöt. Vedyn pakkaaminen ennen varastointia vähentää varastosäiliöiden määrää ja siten varastointipinta-alan tarvetta.

Suurimmat varastosäiliöt ovat halkaisijaltaan 3 metriä ja korkeudeltaan 14 metriä. Nämä tilavuudet perustuvat 15 °C varastointilämpötilaan. Tarvittavan tilantarpeen minimoimiseksi on mahdollista käyttää myös pystysäiliöitä, kuten kuvassa (Kuva 2-10) esitetään.

Saatavilla on pienempiä varastosäiliöitä, joissa käytetään korkeampaa painetta, mutta niitä käytetään pääasiassa vedyn kuljetukseen eikä vedyn varastointiin.

Vedyn varastointi ilmankehän paineessa vaatii erittäin suuria varastointitiloja, joten siksi vety paineistetaan 150–700 barin paineeseen varastointitekniikan valinnasta riippuen.



Kuva 2-10. Esimerkki painestetuista varastosäiliöistä vedyn varastointia varten. Lähde: Hybrit.

Ohessa on esitetty esimerkkitietoja painestetusta vetysäiliöstä.

Taulukko 2-4. Esimerkkitietoja painestetusta vetysäiliöstä.

Vetysäiliö	Arvot
Korkeus	14 m
Halkaisija	3 m
Tilavuus	99 m <sup>3</sup>
Tarvittava pinta-ala	16 m <sup>2</sup>
Varastointikapasiteetti 1bar paineessa	8.9 kg
Varastointikapasiteetti 350 bar paineessa	3 100 kg

Paineistettu vety vaatii esimerkiksi 2 GW varaston osalta 12 tunnin tuotannon varastokapasiteetiksi 100 kpl vetytankkeja. Tarvittava pinta-ala olisi tällöin noin 10 000 neliometriä. Pinta-alarave eri vetytoimintojen osalta on esitetty kuvassa (Kuva 2-11).



Kuva 2-11. Esimerkki maalla sijaitsevan vetylaitoksen pohjapiirroksesta.

### 2.5.2 Nestemäinen vety

Jotta vedyn varastoinnin vaatima pinta-ala olisi pienempi, on mahdollista jäähdyttää vety nestemäiseen muotoon. Tällöin sen tiheys on noin 790 suurempi kuin vastaavan vedyn tiheys ilmanpaineessa. Vetyä säilytetään alle -253 °C:n lämpötilassa pallomaisessa varastointiyksikössä, joten kaksoisseinät on eristetty tyhjiöllä (Kuva 2-12).



Kuva 2-12. Kuva vedyn varastoinnista nestemäisessä muodossa.



### 2.5.3 Vedyn muuntaminen metanoliksi

Metanolia, tai kuten tässä tapauksessa, vihreää metanolia, tuotetaan antamalla vedyn reagoida hiilidioksidin kanssa. Hiiliatomit sitoutuvat vetyatomien kanssa ja muodostavat metanolia. Metanoli on tunnetusti huoneenlämmössä nestemäinen alkoholi, jota on helppo varastoida suuriakin määriä, kuten kuvassa (Kuva 2-13) on esitetty. Metanoli on suurin vedyn kantaja ja siten erittäin tehokas sitomaan vetyä nestemäiseen muotoon. Energiatiheys on metanolilla hieman alhaisempi kuin saman painoisella vedyllä, mutta sillä on suuria etuja varastoinnin kannalta. Hiilidioksidia voidaan ottaa talteen suurempien teollisuuslaitosten päästöistä. Vaihtoehtoisesti hiilidioksidia voidaan ottaa talteen suoraan ilmasta.

Nykyistä infrastruktuuria, kuten öljysäiliöitä, voidaan muokata sopivaksi metanolin varastointiin, mikä tekee vihreän metanolin muuntamisesta energiankantajaksi on suhteellisen helppoa.



Kuva 2-13. Esimerkki suuren kokoluokan metanolivarastosta.

## 2.6 Vedyn jakelu

OX2 on päättänyt keskittyä kolmeen tapaan jaella vetyä ja kaikki vaihtoehdot voidaan toteuttaa samassa laitoksessa. Yksinkertaisuuden ja johdonmukaisuuden vuoksi energiankantajaan viitataan edelleen vetynä riippumatta siitä, varastoidaanko ja jaellaanko vety paineistettuna vetynä, nestemäisenä vetynä tai metanolina.

### 2.6.1 Laivojen ja vedynkuljetusalusten tankkausasema

Tulevaisuudessa monet laivat voivat käyttää vetyä polttoaineena. Vedyn tuotantolaitoksen tai vetyvaraston viereiseen satamaan voidaan suunnitella laivojen tankkausaseman rakentamista. Tankkausasemalta voidaan tankata vetyä alusten omaa käyttövoimaa varten tai alusten varastosäiliöihin, jotka on tarkoitettu jakelemaan vetyä muihin Euroopan satamiin. Tankkausasemalla on todennäköisesti oltava laitteisto, jolla kaasu voidaan paineistaa korkeampaan paineeseen, kuin mihin vetyä varastoidaan.

## 2.6.2 Verkkoakku

Vedyn avulla voidaan varastoida suuria määriä energiaa. Vetyvarastoa voidaan käyttää myös sähköverkon vakauttamiseen, kun sähkönkulutus on suurta. Polttokennojen (käänteinen elektrolyysi) avulla vety voidaan muuntaa sähköksi, jota voidaan syöttää sähköverkkoon silloin, kun (vihreän) sähkön saatavuus on rajallista ja sähkönkulutus on suurta. Polttokennoissa syntyvä päästö on vain vesihöyryä.

## 2.6.3 Varastosäiliö

Varastosta voidaan tankata säiliöautoja, jotka jakavat vetyä edelleen huoltoasemille tai teollisuuslaitoksille eri puolille Suomea. Jos teollisuuslaitos on lähellä, putkiyhteys olisi paras vaihtoehto. Säiliöautoja varten vety on todennäköisesti paineistettava noin 700 bariin, mikä on todennäköisesti korkeampi paine kuin paine, jossa vetyä varastoidaan. Tämä vaatii lisälaitteistoja.

## 2.7 Turvallisuus

Turvallisuusriskien varhainen havainnointi ja huomioon ottaminen on keskeistä. Sen vuoksi OX2 on toteuttanut kaksi erillistä arviointia, joissa hyödynnetään tiedossa olevia hanketietoja ja aiemmista hankkeista saatuja kokemuksia alustavien ohjeiden laatimiseksi. Varsinainen riskienarviointi esitetään myöhemmin YVA-selostusvaiheessa.

1. Aiempiin hankkeisiin perustuva vaarojen tunnistaminen, jotta voidaan tuoda esiin keskeiset vaaratekijät. Ne otetaan huomioon tässä varhaisessa vaiheessa.
2. Seurausten mallinnusanalyysi, jossa määritellään mahdollisten kaasun leviämiskenaarioiden vaikutus, sekä ylätasen tarkastelu räjähdysten aiheuttaman ylipaineen ja etäisyyden välisestä riippuvuudesta ja sen vaikutuksesta alustaviin suunnitelmiin.

## 3 YHDYSKUNTARAKENNE JA MAANKÄYTTÖ

### 3.1 Nykytila

#### 3.1.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtioneuvosto päätti valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017 ja ne tulivat voimaan 1.4.2018. Päätöksellä valtioneuvosto korvasi valtioneuvoston vuonna 2000 tekemän ja 2008 tarkistaman päätöksen valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista.

Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa auttaa saavuttamaan maankäyttö- ja rakennuslain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan tavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.

Uudistetut tavoitteet jakautuvat viiteen kokonaisuuteen, jotka ovat:

- Toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen
- Tehokas liikennejärjestelmä
- Terveellinen ja turvallinen elinympäristö

- Elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö sekä luonnonvarat
- Uusiutumiskykyinen energiahuolto

Uusiutumiskykyisen energianhuollon tavoitteiden taustalla on Suomen ilmasto- ja energiapolitiikka, jonka vuoksi alueidenkäytössä on tarpeen varautua uusiutuvan energiantuotannon merkittävään lisäämiseen sekä tuulivoimapotentiaalin laajamittaiseen hyödyntämiseen. Tavoitteiden mukaan tuulivoimalat sijoitetaan ensisijaisesti keskitetyksi usean voimalan yksiköihin. Tavoitteiden mukaan turvataan valtakunnallisen energiahuollon kannalta merkittävien voimajohtojen ja kaukokuljettamiseen tarvittavien kaasuputkien linjaukset ja niiden toteuttamismahdollisuudet. Tavoitteiden mukaan voimajohtolinjauksissa hyödynnetään ensisijaisesti olemassa olevia johtokäytäviä.

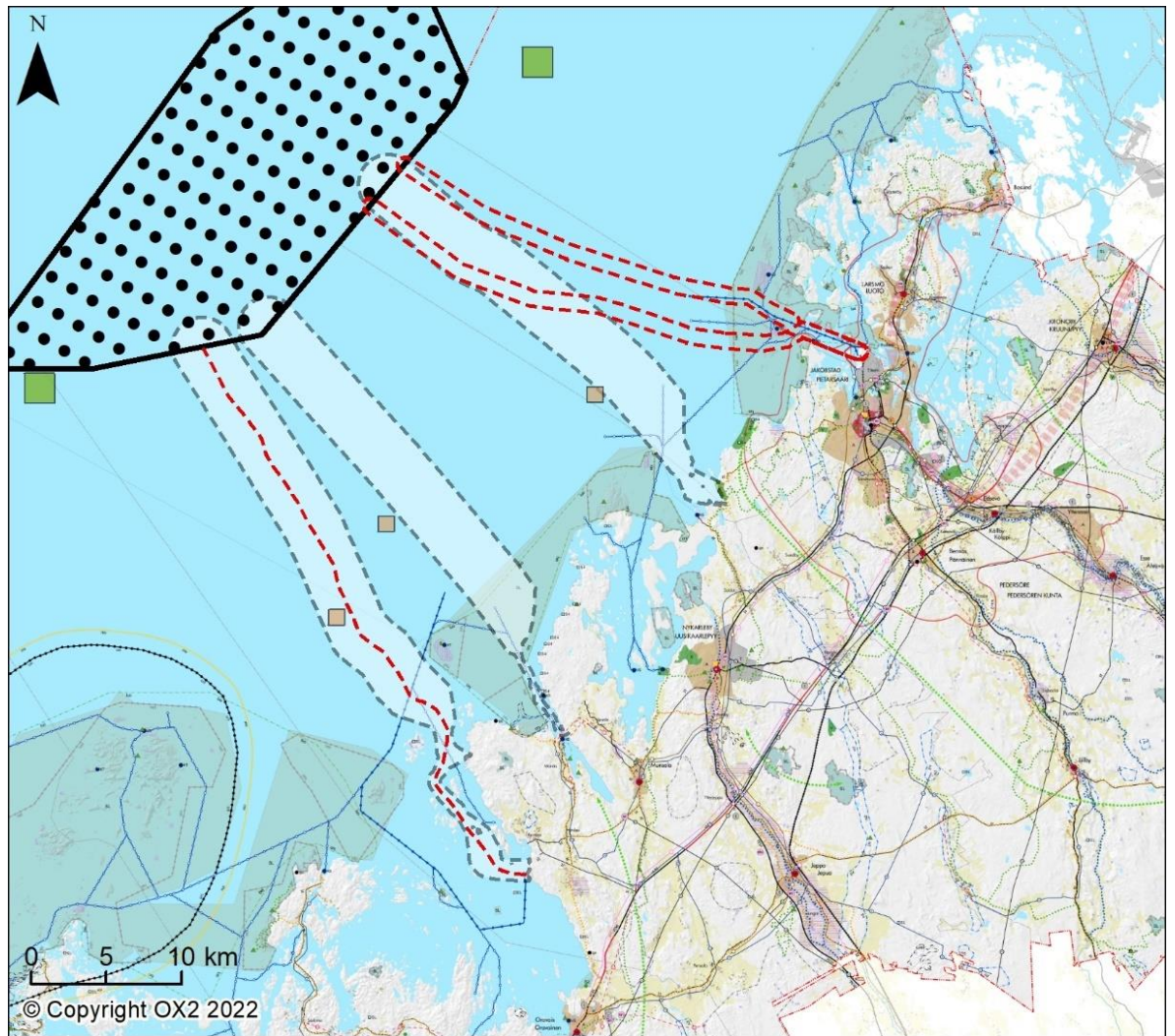
### 3.1.2 Kaavoitus ja muut maankäytön suunnitelmat







#### Maakuntakaavat

##### *Voimassa olevat maakuntakaavat*

Merituulivoimapuiston hankealue sijoittuu talousvyöhykkeelle eikä alue kuulu maakuntakaavoitettuun alueeseen.

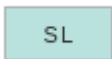













Merikaapeliin tutkimuskäytävien ja vetyputkireittien alueilla on voimassa Pohjanmaan maakuntakaava 2040. Kaava hyväksyttiin maakuntavaltuustossa 15.6.2020 ja tuli voimaan 11.9.2020 maankäyttö- ja rakennuslain 201 §:n mukaisesti. Voimaan tullessaan Pohjanmaan maakuntakaava 2040 korvasi Pohjanmaan maakuntakaavan ja sen vaihekaavat. Pohjanmaan maakuntakaava 2040 on niin sanottu kokonaismaakuntakaava, joka käsittää koko maakunnan ja sen eri yhteiskuntatoiminnot. Maakuntahallituksen päätöksestä jätettiin kaksi valitusta Vaasan hallinto-oikeuteen. Vaasan hallinto-oikeuden 8.12.2021 antamalla päätöksellä kaavasta kumoutui Kristiinankaupungin Siipyyn edustalle osoitettu tuulivoimaloiden alue.



- |   |  |
|---|--|
|  Hankealue         |  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |
|  Tuulivoimama      |  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |
|  Merikaapelireitti |  |
|  Vetyputkireitti   |  |

Kuva 3-1. Ote Pohjanmaan maakuntakaavasta 2040 (Pohjanmaan liitto 2022a). Merikaapelireittivaihtoehdot on lisätty kaavakartalle harmailla pistekatkoviivarajauksilla.

Pohjanmaan maakuntakaavassa 2040 merikaapelireittien tutkimuskäytävälle (MVE1, MVE2 ja MVE3), vetyputkireiteille (VVE1, VVE2 ja VVE3) tai niiden läheisyyteen on osoitettu seuraavat merkinnät:

	LUONNONSUOJELULAIN NOJALLA SUOJELTU TAI SUOJELTAVAKSI TARKOITETTUALUE (MVE2a, MVE2b, VVE2 ja VVE3)
	VIRKISTYSALUE (MVE3)
	SATAMA-ALUE (VVE2, VVE3)
	NATURA-VERKOSTOON KUULUVA ALUE (VVE2, VVE3)
	LUONNONMONIMUOTOISUUDEN KANNALTA ERITYISEN TÄRKEÄ ALUE (MVE2a, MVE2b, VVE2 ja VVE3)
	VIRKISTYS- / MATKAILUKOHDE (VVE3)
	KALASATAMA (MVE2a, VVE2, VVE3)
	LAIVAVÄYLÄ (MVE1a, MVE1b, VVE1, VVE2)
	VENEVÄYLÄ (MVE1a, MVE1b, MVE2a, MVE2b, MVE3)
	PIETARSAAREN KAUPUNGIKEHITTÄMISEN KOHDEVYÖHYKE, kk-2 (VVE2 ja VVE3)
	PÄÄVESIJOHDON YHTEYSTARVE (MVE2b)
	SIIRTOVIEMÄRIN YHTEYSTARVE (MVE2b)
	OHJEELLINEN ULKOILUREITTI (MVE3)
	OHJEELLINEN PYÖRÄILYREITTI (MVE3)

#### *Vireillä olevat maakuntakaavat*

Pohjanmaan liitto on siirtynyt rullaavaan kaavoitukseen ja maakuntahallitus on päättänyt 28.9.2020 aloittaa Pohjanmaan maakuntakaavan 2050 laatimisen. Kaava laaditaan koko maakunnan kattavana kokonaisuuskaavana, jossa käsitellään kaikki

yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön merkittävästi vaikuttavat osa-alueet. Maakuntahallituksen päätöksen mukaan energiahuolto ja maa-aineisten otto pitää ensisijaisesti päivittää. Tavoitteena on saada maakuntakaava hyväksytyä maakuntavaltuustossa vuoden 2024 lopussa. Kun Pohjanmaan maakuntakaava 2050 astuu voimaan, korvaa se Pohjanmaan maakuntakaavan 2040. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma on ollut nähtävillä 2.3 - 31.3.2022 (*Pohjanmaan liitto 2022b*)

### **Yleiskaavat**

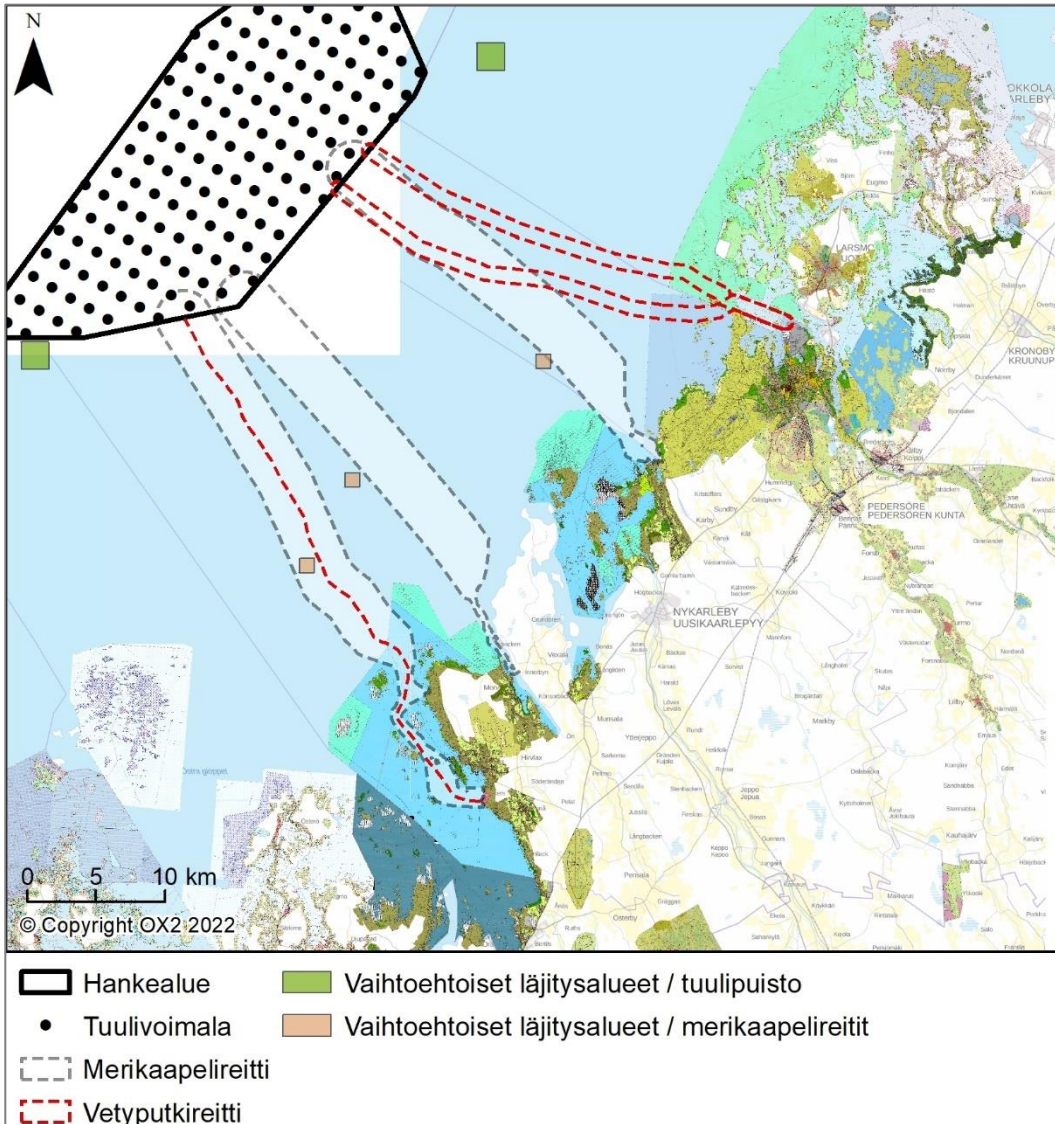
Merituulivoimapuiston hankealue sijoittuu talousvyöhykkeelle, eikä alueella ole voimassa olevia yleiskaavoja.

#### *Voimassa olevat yleiskaavat*

Merikaapelireitti MVE1 ja vetyputkireitti VVE1 sijoittuvat Uudessakaarlepyyssä mantereen läheisyydessä ja rantautumiskohdassa merenläheisten kylien (hyv. 19.6.2008) osayleiskaava-alueelle. Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu tai siihen rajautuu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), yhdyskuntateknisen huollon, öljysataman ja tuulivoimaloiden aluetta (ET/LS), vesialuetta (W), loma-asuntoaluetta (RA) ja veneväylä.

Uudessakaarlepyyssä tutkimuskäytävän MVE2 länsilaidalla on voimassa merenläheisten kylien (hyv. 19.6.2008) osayleiskaava. Mantereen läheisyydessä tutkimuskäytävän länsiosalle on osoitettu vesialuetta (W) ja veneväylä. Mantereen rantautumispaikat eivät ole yleiskaavoitettua aluetta.

Merikaapelireitti MVE3 sijoittuu Uudenkaarlepyyn ja Pietarsaaren kuntien alueille. Molempien kuntien mantereen läheinen merialue ja mantereen rantautumispaikka on yleiskaavoitettua aluetta. MVE3 sijoittuu Uudessakaarlepyyssä mantereen läheisyydessä ja rantautumiskohdassa merenläheisten kylien (hyv. 19.6.2008) osayleiskaava-alueelle. Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu tai siihen rajautuu maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M), vesialuetta (W) ja loma-asuntoaluetta (RA). Pietarsaareissa alueella on voimassa oikeusvaikutuksen Pietarsaaren yleiskaava 2020 (hyv. 28.1.2008). Tutkimuskäytävä rajautuu kaupunkipuiston alueelle sekä vapaa-aikaan ja matkailuun liittyvien palvelujen alueelle (RP). Vetyputkireitti VVE2 sijoittuu edellä mainitun kaavan vesialueelle ja rantautuu kaavassa osoitetulle tuotannon ja varastoinnin alueelle (T). Merialueella vetyputkireitti VVE3 sijoittuu Luodon rantaosayleiskaavan tarkistuksen alueelle (hyv. 18.4.2012). Kaavassa vetyputkireitille on osoitettu luonnonsuojelualuetta (SL), vesialuetta (W), Natura 2000 -verkostoon kuuluvaa aluetta ja aluetta, joka sisältyy rantojen suojeluohjelmaan (sra). Mantereen välittömässä läheisyydessä ja mantereella vetyputkireitit VVE2 ja VVE3 sijoittuvat Pietarsaaren yleiskaavan 2020 alueelle. Mantereella vetyputkireitti VVE3 sijoittuu reitin VVE2 tavoin tuotannon ja varastoinnin alueelle (T).

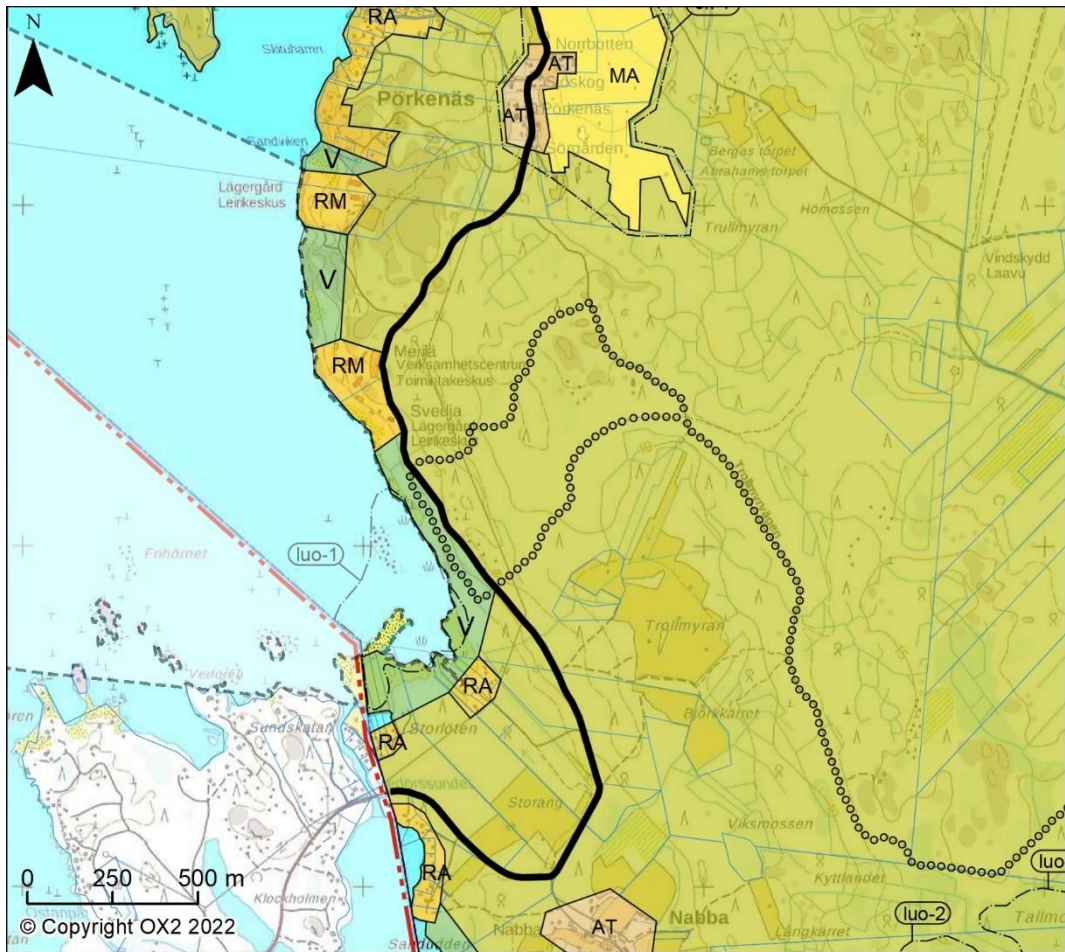


Kuva 3-2. Merikaapelireittien suhde yleiskaavoitettuun alueeseen. (Liiteri 2022)

*Vireillä olevat*

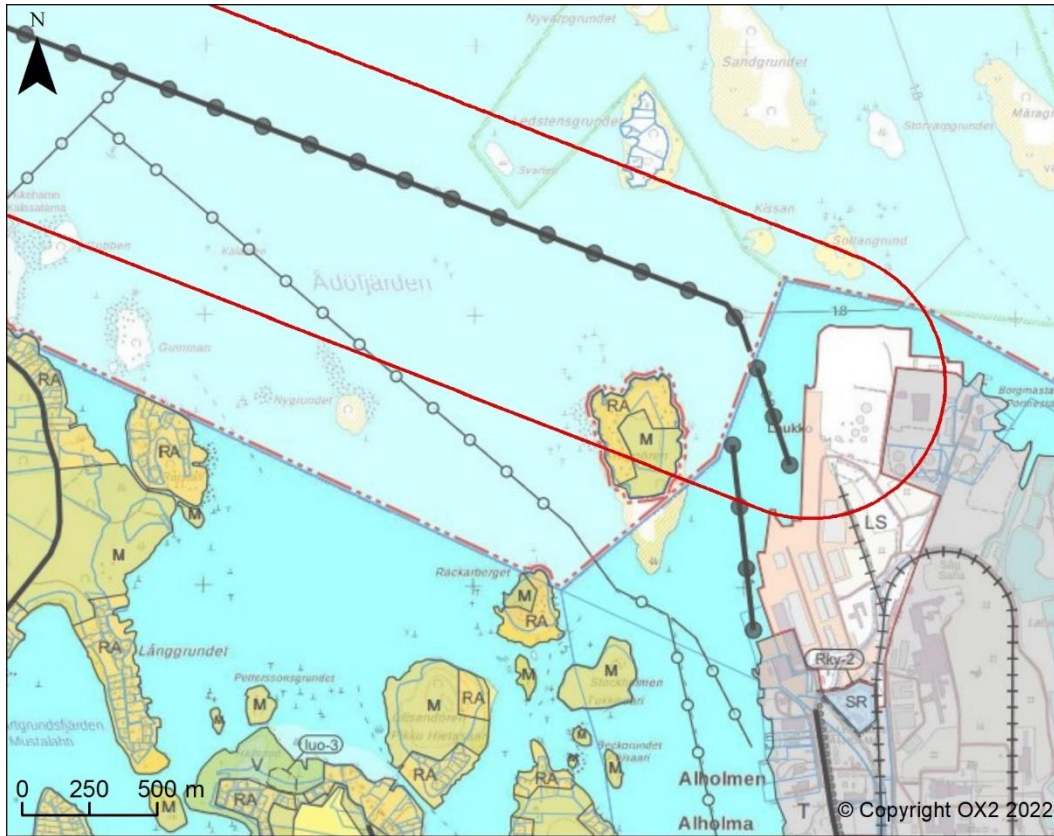
Udessaakaarleppeyissä ei ole vireillä yleiskaavoja merikaapelien tutkimuskäytävien alueille tai vetyputkireitillä VVE1.

Pietarsaareissa on vireillä koko kunnan kattavan yleiskaavan 2040 laadinta. Tutkimuskäytävä MVE3 ja vetyputkireitit VVE2 ja VVE3 sijoittuvat kaava-alueelle. Yleiskaavaluonnos on ollut nähtävillä 26.5.2021-27.8.2021 välisen ajan. Yleiskaavassa merikaapelin MVE3 tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu tai siihen rajautuu vesialuetta (W), virkistysaluetta (V) ja matkailupalvelujen aluetta (RM). Lahden poukama on osoitettu luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeänä alueena (luo-1). Vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 rantautumisalue on osoitettu kaavaluonnoksessa satama-alueena (LS).



Merikaapelireitti





 Veyputkireitti

Kuva 3-3. Otteet Pietarsaaren yleiskaavan 2040 kaavaluonnoksesta merikaapelireitti-vaihtoehdon MVE3 alueelta (yläkuva) ja veyputkireiteiltä VVE2 ja VVE3 (alakuva) (Pietarsaaren kaupunki 2022a).

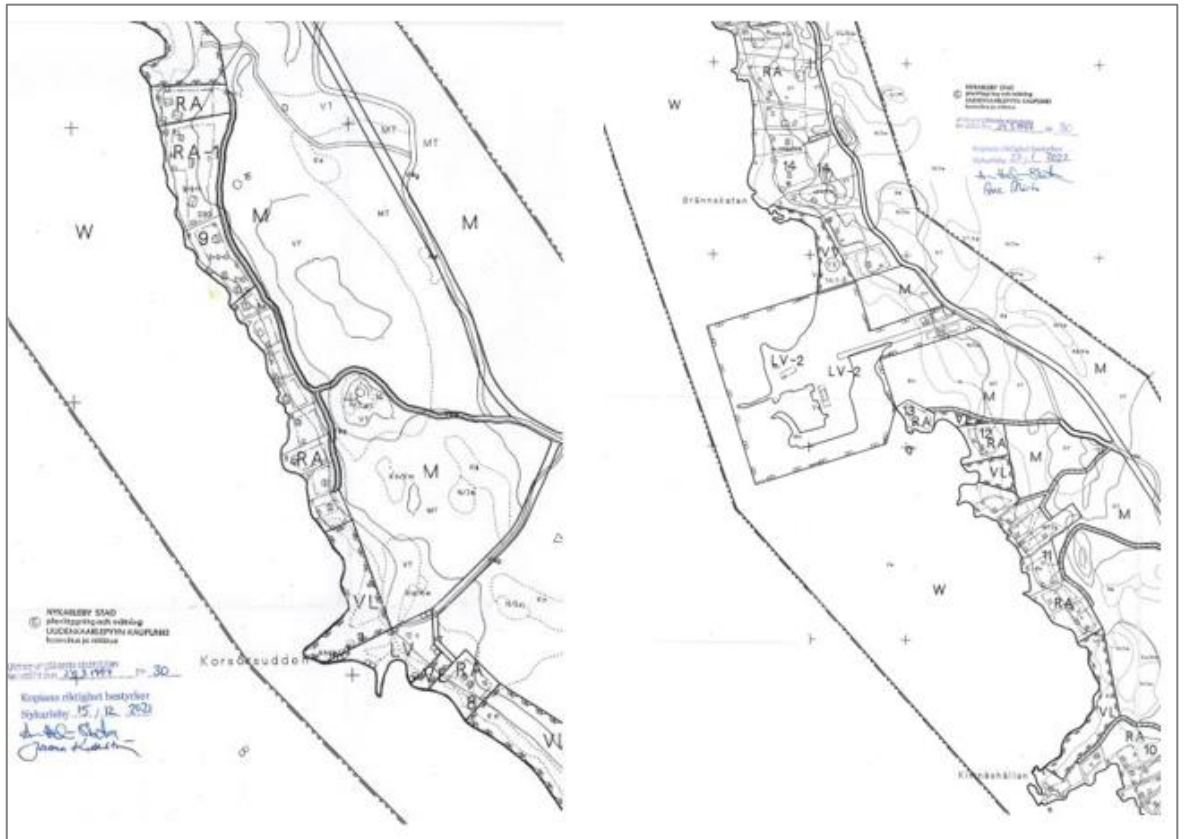
### Asemakaavat ja ranta-asemakaavat

#### Voimassa olevat

Merituulivoimapuisto sijoittuu talousvyöhykkeelle, eikä alueella ole voimassa olevia asemakaavoja tai ranta-asemakaavoja.

Merikaapelivaihtoehdon MVE1 tutkimuskäytävän tai veyputkireitin VVE1alueilla ei ole asemakaavoitettua tai ranta-asemakaavoitettua aluetta.

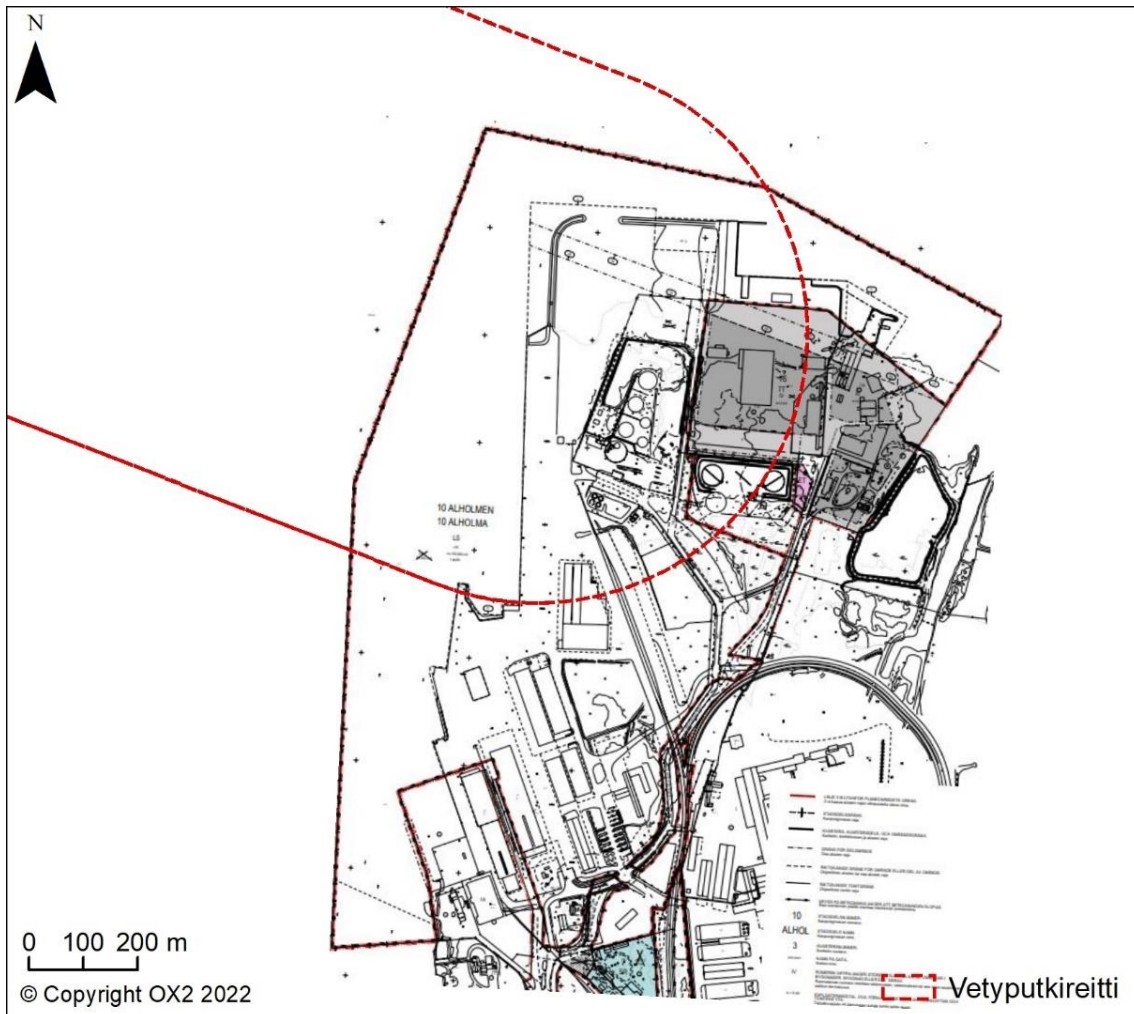
Merikaapelivaihtoehdon MVE2 tutkimuskäytävän alue sijoittuu Uudessakaarlepyyssä Vexalan kylän rantakaavan (hyv.3.24.1997) alueelle. Rantakaavassa tutkimuskäytävän eteläisempi vaihtoehdo rajautuu rantautumisalueelta lähivirkistysalueelle (LV), pienveinevalkamaan (LV) ja loma-asuntoalueelle (RA). Pohjoisempi vaihtoehdo vuorostaan rajautuu kalasatamaan (LV-2) ja uimaranta-alueeseen (VV).



*Kuva 3-4. Otteet Vexalan kylän rantakaavasta. Vasemmalla on osoitettu eteläisemmän rantautumisalueen kaavaote ja oikealla pohjoisemman rantautumisalueen kaavaote (Uudenkaarlepyyn kaupunki 2022).*

Merikaapelivaihtoehdon MVE3 tutkimuskäytävän alueella ei ole asemakaavoitettua tai ranta-asemakaavoitettua aluetta.

Vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 rantautumisalue lähialueineen on asemakaavoitettua satama-alueita Pietarsaareissa. Alholman kaupunginosan asemakaavassa ja asemakaavan muutoksessa (1.10.2010) alue on osoitettu satama-alueeksi LS. (Pietarsaaren kaupunki 2022b)



Kuva 3-5. Asemakaavaote vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 rantautumisalueelta Pietarsaaren sataman alueelta (Pietarsaaren kaupunki 2022b).

#### Vireillä olevat

Merikaapeliin tutkimuskäytävien tai vetyputkireittien alueilla ei ole vireillä asemakaava- tai ranta-asemakaavahankkeita.

#### Merialuesuunnitelma

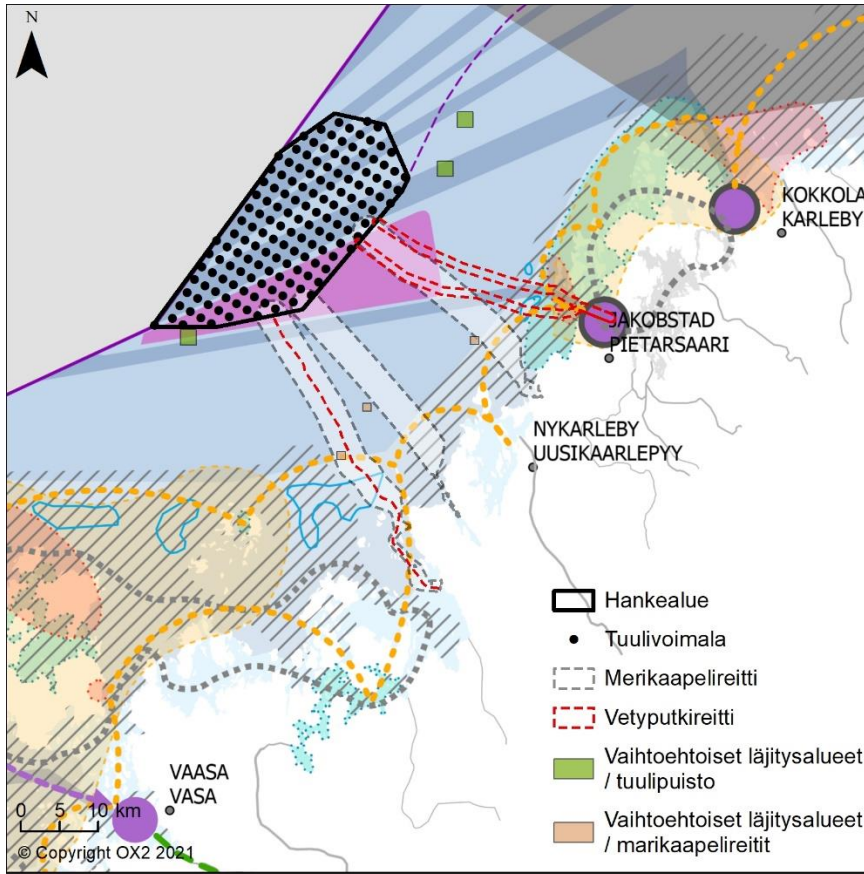
Maankäyttö- ja rakennuslain 1.10.2016 voimaan tulleen muutoksen myötä, niiden maakuntien liittojen, joiden alueeseen kuuluu aluevesiä, tehtäväksi on tullut merialuesuunnittelu maakunnan aluevesillä ja talousvyöhykkeellä. Pohjanmaan liitto laati yhteisen Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren merialuesuunnitelman Lapin, Keski-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan liittojen kanssa. Pohjanmaan liiton maakuntavaltuusto hyväksyi osaltaan Selkämeren pohjoisosan, Merenkurkun ja Perämeren merialuesuunnitelmaehdotuksen 2.11.2020. (*Pohjanmaan liitto 2022c*)

Merialuesuunnitelma on yleispiirteinen ja strateginen suunnitelma, joka tukee maakuntakaavoitusta ja maakuntastrategiaa. Luonteeltaan se on ohjaava ja mahdollistava. Merialuesuunnittelulla edistetään merialueen eri käyttömuotojen kestävä kehitystä ja

---

kasvua, luonnonvarojen kestäväää käyttöä sekä meriympäristön hyvän tilan saavuttamista. Vaikka merialuesuunnittelusta säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa, merialuesuunnitelma ei ole osa alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Merialuesuunnitelma kattaa Suomen aluevedet ja talousvyöhykkeen.

Merialuesuunnitelmassa on osoitettu kohde- tai aluevarausmerkinnöin merkittäviä tai potentiaalisia alueita sekä viivamerkinnöin tunnistettuja yhteyksiä tai yhteystarpeita. Merituulivoimapuiston etelä- ja osin itäosa on osoitettu energiatuotannon alueeksi. Merituulivoimapuiston alueelle on osoitettu lukuisia merenkulun alueita lounais-koillinen suuntaisesti. Mantereen läheisyydessä kaikki merikaapeliin tutkimuskäytävät sijoittuvat rannikkokalastusalueelle. Vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 alueille on merialuesuunnitelmassa osoitettu seuraavat merkittävät ja potentiaaliset alueet: kulttuuriarvojen aluetta, TEN-T-satama, saaristo sekä matkailu- ja virkistys. Rannikon suuntaisesti on osoitettu matkailu- ja virkistysyhteys.



## Selite - Förklaring

### Merialuesuunnittelun vyöhykkeet

#### Zoner inom havspaneringen

- Sisäsaaristo ja sisemät rannikkovedet - Inre skärgård och inre kustvatten
- Ulkosaaristo ja ulommat rannikkovedet - Yttre skärgård och yttre kustvatten
- Avomeri - Öppet hav

### Merialuesuunnittelussa tunnistetut merkittävät ja potentiaaliset alueet

#### Betydande och potentiella områden som identifierats i havspaneringen

- Energiantuotanto - Energiproduktion
- Vesiviljely - Vattenbruk
- Kalastus - Fiske
- Kulttuuriarvot - Kulturvärden
- Merkittävät vedenalaiset luontoarvot - Betydande naturvärden under vatten
- Matkailu ja virkistys - Turism och rekreation
- TEN-T-satama - TEN-T-hamn
- Satama - Hamn
- Saaristo - Skärgård
- Merenkulun alue - Sjöfartsområde
- Erityisalue - Specialområde

### Merialuesuunnittelussa tunnistetut yhteydet ja yhteystarpeet

#### Förbindelser och förbindelsebehov som identifierats i havspaneringen

- Ekologinen yhteys - Ekologisk förbindelse
- Matkailu- ja virkistysyhteys - Turism- och rekreationsförbindelse
- Toiminnallinen yhteys - Funktionell förbindelse
- Johdot, kaapelit ja putket - Ledningar, kablar och rör

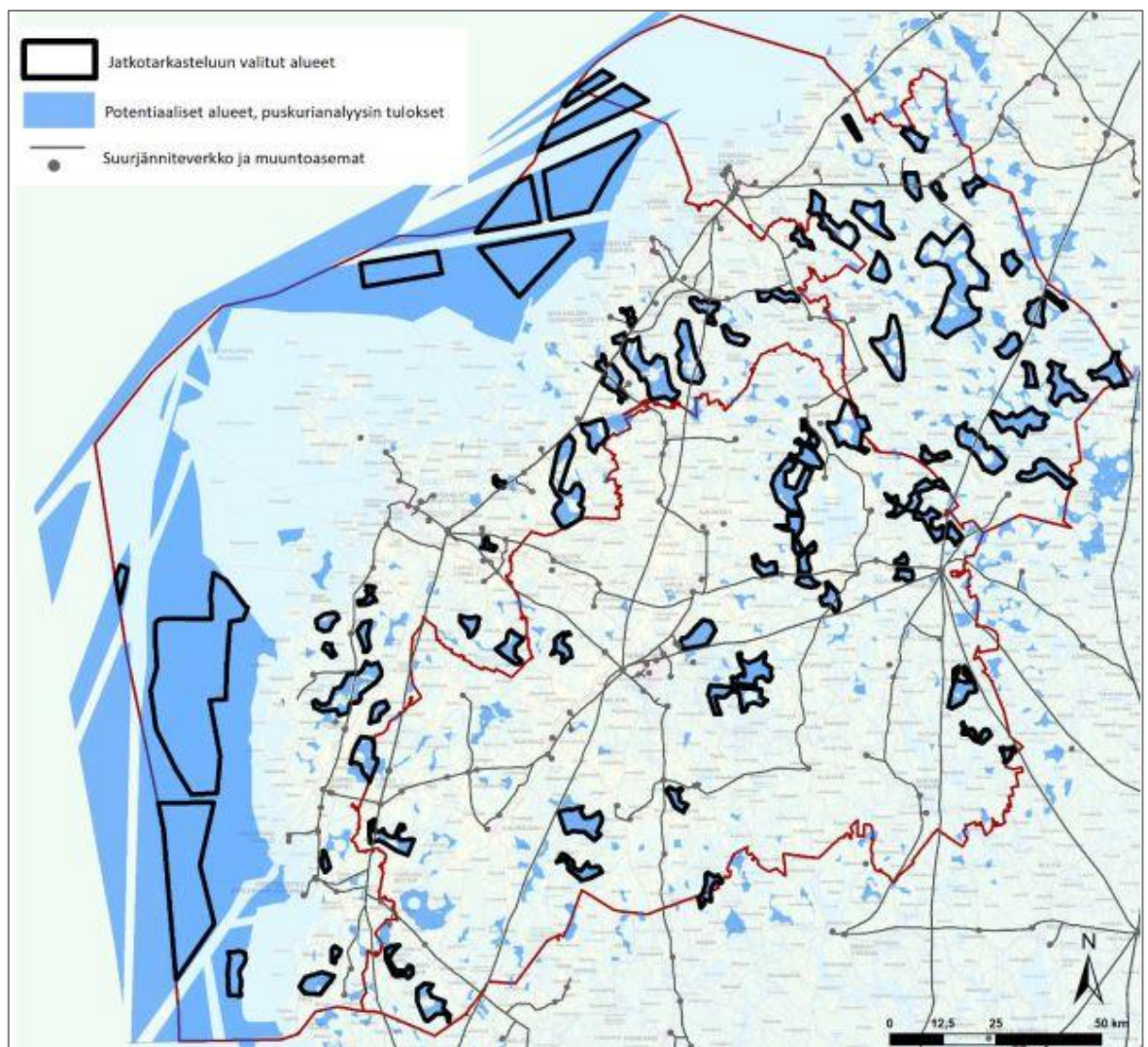
### Tausta-aineistot - Bakgrundsmaterial

- Talusvyöhykeraja - Ekonomiska zonens gräns
- Aluevesiraja - Territorialvattengräns

Kuva 3-6. Ote Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren merialuesuunnitelmasta 2030. (Merialuesuunnittelu 2022)

## Muut maankäytön suunnitelmat

Pohjanmaan, Etelä-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan liitot ovat laadittaneet kolmen maakunnan yhteisen tuulivoimaselvityksen. Selvitystyön keskeisenä tavoitteena oli tarkastella tuulivoimatuotantoon potentiaalisia uusia alueita maakuntakaavoituksen taustaksi mantereella ja merialueilla. Teknistaloudellisen arvioinnin ja ohjausryhmän yhteistyön perusteella selvityksessä valittiin 83 aluetta jatkotarkasteluun. Alueista 36 kappaletta sijaitsee kokonaan tai osittain Pohjanmaalla, 25 kappaletta Keski-Pohjanmaalla ja 30 kappaletta Etelä-Pohjanmaalla. Alueista 10 kappaletta sijoittuu merialueille. Selvityksessä ei ole käsitelty talousyöhykettä.



Kuva 3-7. Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan tuulivoimaselvityksessä tunnistetut jatkoselvitettävät uudet potentiaaliset alueet tuulivoimalle (FCG 2022). Selvityksessä ei ole käsitelty talousyöhykettä.

## 3.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Selvitettäessä vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja alueidenkäyttöön tutkitaan hankkeen suhdetta sekä nykyiseen että suunniteltuun tilanteeseen. Arviointia varten selvitetään hankealuetta ja sen lähiympäristöä koskevat tiedot nykyisestä maankäytöstä, voimassa olevista kaavoista ja suunnitellusta maankäytöstä.

Arvioitaessa vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön tutkitaan hankkeen vaikutuksia eri aluetasoilla: onko hankkeen toteuttamisella vaikutuksia seudun aluerakenteeseen, alueen yhdyskuntarakenteeseen, hankealueen lähiympäristön maankäyttöön tai yksittäisiin kohteisiin välittömällä vaikutusalueella. Vastaavasti tutkitaan hankkeen suhde voimassa ja vireillä oleviin kaavoihin, muihin maankäytön suunnitelmiin, valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin ja merialuesuunnitteluun.

Hankkeen maankäyttövaikutukset voivat olla joko välittömiä tai välillisiä. Hanke saattaa aiheuttaa ympäristössä sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat nykyiseen maankäyttöön tai muuttavat tulevan maankäytön suunnitteluun liittyviä lähtökohtia tai reunaehtoja. Välillisiä vaikutuksia voi periaatteessa syntyä esimerkiksi ympäristön häiriötekijöiden muutoksista, muun muassa melusta. Osana arviointia tarkastellaan hankkeen rakentamista rajoittavat vaikutukset. Mahdolliset maankäytön ristiriidat ja kaavojen muutostarpeet osoitetaan ja kuvataan.

Vaikutusten arvioinnin selostusvaiheessa tarkistetaan kaavatilanteen kuvauksen ajantasaisuus sekä tarvittaessa nykytilan ja kaavatilanteen kuvausta arviointiohjelmasta saadun palautteen perusteella. Arvioinnissa kiinnitetään huomioita vaikutusten merkittävyyteen ja arviointia varten laaditaan havainnollistavaa kartta-aineistoa.

Vaikutukset selvitetään asiantuntija-arviona, jonka tekee kokenut maankäytön suunnittelija.

## 4 ASUTUS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA ALUEEN MUUT TOIMINNOT

### 4.1 Nykytila

#### 4.1.1 Asutus

Merituulivoimapuiston hankealue sijaitsee avomerialueella noin 29 kilometriä etäisyydellä mantereesta. Rannikolla ja saaristossa on laajalti maaseutuasutusta, mutta myös kylä ja taajamia (Kuva 4-1). Rannikon ja saariston asutus on suurimmalta osin loma-asutusta (Kuva 4-2). Lähimmät taajamat sijaitsevat Luodossa siten, että lähimmillään etäisyys tuulivoimapuistoalueeseen on noin 32 kilometriä. Pietarsaaren taajamaan etäisyyttä on noin 35 kilometriä. Uudenkaarlepyyn taajama-alueet sijaitsevat reilun 35 kilometrin etäisyydellä. Kokkolan keskustaan tuulivoimapuistoalueelta on etäisyyttä noin 50 kilometriä ja Vaasan keskustaan noin 60 kilometriä.

Merikaapeliteillä MVE1 on kaksi rantautumisvaihtoehtoa. MVE1a rantautuu etelämpänä siten, että itse rantautumisalue on asumatonta, mutta sekä rantautumisalueen pohjois- että eteläpuolella on loma-asutusta. Lähimmät lomarakennukset sijaitsevat mahdollisen rantautumisalueen reunan pohjoispuolella alle 200 metrin etäisyydellä. Kaapelikäytävän rajauksen sisällä olevilla Svartbådanin ja Långhällanin saarilla on lomarakennuksia, mutta saaret on rajattu itse kaapelikäytävän ulkopuolelle. Reitin läheisillä saarilla on runsaasti loma-asutusta esimerkiksi Storön ja Stora Hamnskäretin saarilla.

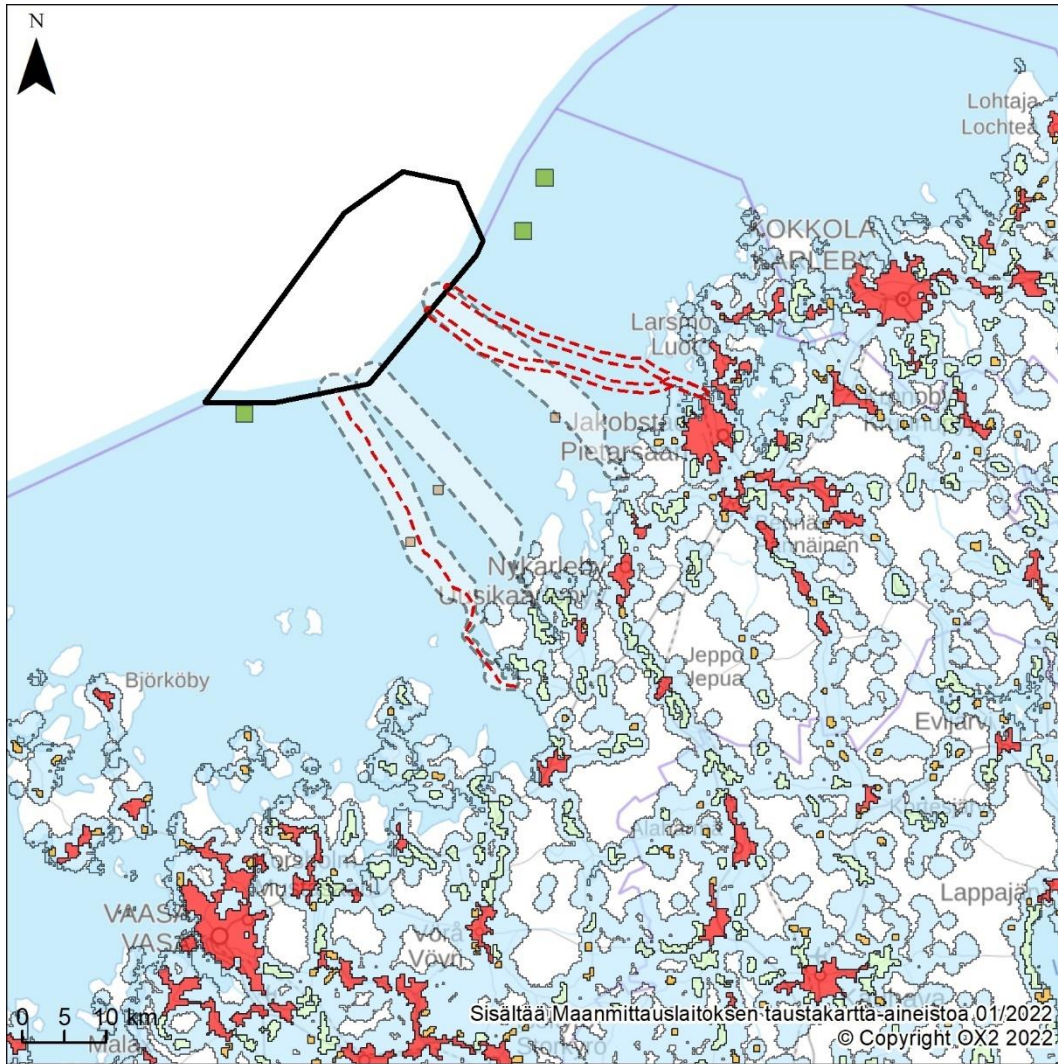
---

Reittivaihtoehto MVE1b rantautuu alueelle, jonka välittömässä läheisyydessä on muutamia lomarakennuksia. Avomereltä tultaessa reitin MVE1 läheisyydessä, mutta kaapelikäytävärajauksen ulkopuolella, on runsaasti loma-asutusta muun muassa Svartörarnassa sekä muilla mantereen läheisillä saarilla.

Myös merikaapelireitillä MVE2 on kaksi rantautumisvaihtoehtoa. MVE2a rantautuu etelämpänä siten, että rantautumisalueen välittömässä läheisyydessä sijaitsee muutama lomarakennus ja hieman etäämmällä niitä on lukuisia. Reittivaihtoehto MVE2b rantautuu Brännskatan kalasataman alueelle siten, että lähimmät lomarakennukset sijaitsevat noin 100 metrin etäisyydellä ja myös täällä niitä on hieman etäämmällä lukuisia. Kaapelireitin MVE2 sisälle ei sijoitu saaria. Lähin asuttu saari on Römsan, jolla sijaitsee yksi lomarakennus reilun 100 metrin etäisyydellä kaapelikäytävän rajasta.

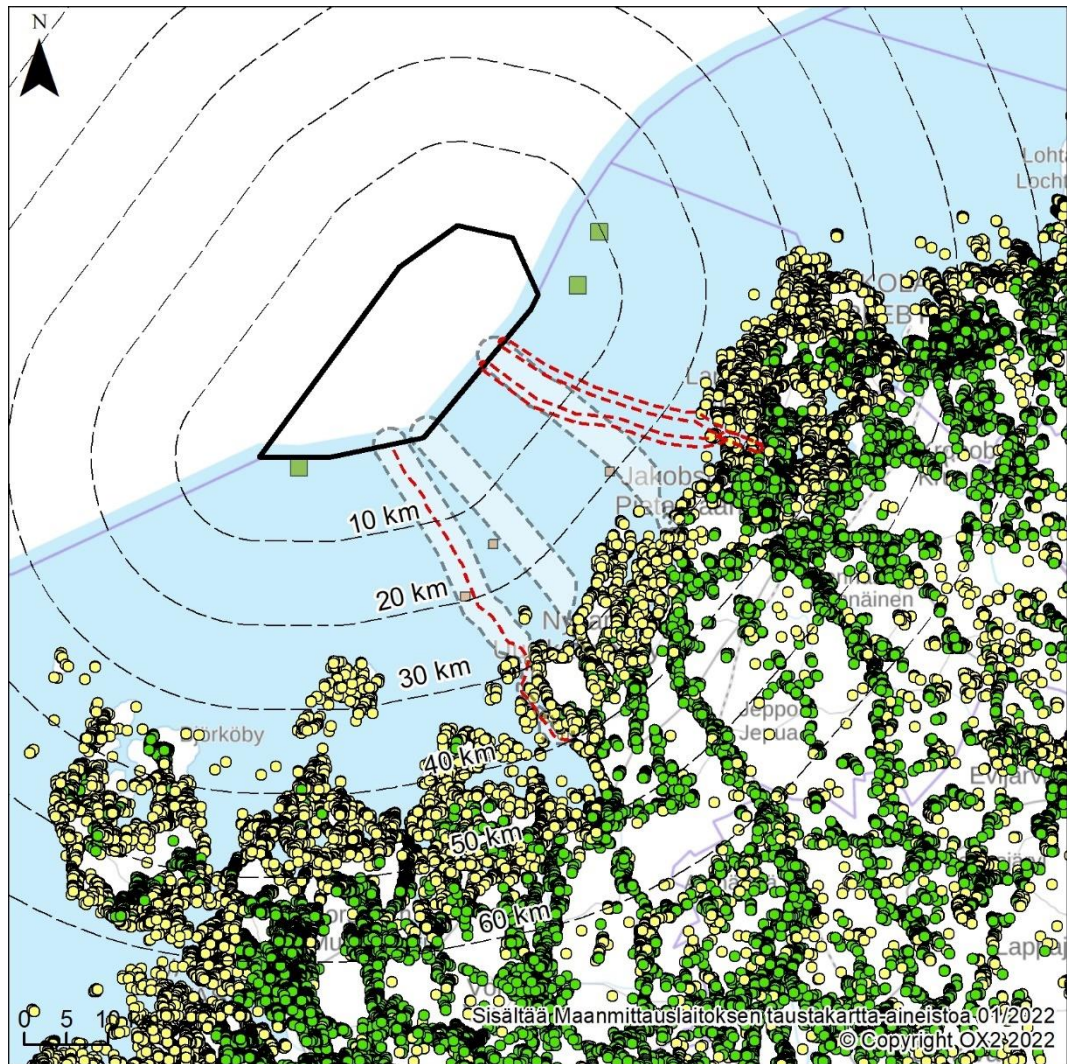
Merikaapelireitillä MVE3 on vain yksi rantautumisvaihtoehto. Rantautumisalueen välittömässä läheisyydessä sen eteläosassa sijaitsee lukuisia lomarakennuksia. Rantautumisalueen pohjoispuolella sijaitsee myös runsaasti loma-asutusta. Rantautumisvyöhykkeellä sijaitsee leiri- ja toimintakeskuksia (ks. tarkemmin luku 4.1.2). Kaapelikäytävärajauksen MVE3 sisälle ei sijoitu asuttuja saaria.





- |   |  |   |              |
|---|--|---|--------------|
|  | Hankealue / Projektområde                        |  | Taajamat     |
|  | Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt                 |  | Pienkylät    |
|  | Vetyputkireitti / Vätgasrörledning               |  | Kylät        |
|  | Eteläinen vetyputkireitti                        |  | Maaseutualue |
|  | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |   |              |
|  | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |   |              |

Kuva 4-1. Yhdyskuntarakenteen aluejaot (Suomen ympäristökeskus 2021a).



- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Hankealue / Projektområde          | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto        |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireiitit |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning | Asuinrakennus / Bostadshus                        |
| Eteläinen vetyputkireitti          | Lomarakennus / Semesterbyggnad                    |

Kuva 4-2. Hankealueen ja merikaapelireittivaihtoehtojen lähiseudun asuin- ja lomarakennukset.

#### 4.1.2 Virkistyskäyttö ja muu toiminta

Kesämökkeilyn lisäksi hankkeen vaikutusalueella harjoitetaan muun muassa virkistyskalastusta sekä veneilyä merellä. Vaikutusalueeksi on tässä yhteydessä määritetty noin 40 kilometrin säde tuulivoimahankealueesta sekä lisäksi merikaapelireittien lähialueet. Itse merituulivoimapuiston hankealue sijaitsee niin kaukana avomerellä, ettei virkistyskäyttöä kohdistu merkittävässä määrin suoraan kyseiselle alueelle. Veneily, purjehdus ja virkistyskalastus keskittyvät enimmäkseen rannikon edustalle ja saaristoon, mutta näiden harrastaminen on mahdollista myös ulompana merellä. Jäällä tapahtuva

virkestäytyminen, kuten hiihto, pilkkiminen ja leijalautailu keskittyy rannikoiden edustoille. Ammattikalastusta on käsitelty luvussa 6.1.7. Hankkeen vaikutusalueella on mahdollista harrastaa hylkeenmetsästystä (halli ja itämerennorppa), mutta metsästyksen alueelliseen kohdentumiseen vaikuttaa olennaisesti vallitseva jäätilanne.

Merituulivoimapuiston ja merikaapelireittien vaikutusalueelle sijoittuu yksittäisiä linturetkekohteita seuraavasti (*Kannonlahti 2012*):

- Tankar noin 36 kilometrin etäisyydellä tuulivoimapuistosta. Saarella on myös lintuasema.
- Mässkär (noin 26 km)
- Ådön kalasatama (noin 28 km)
- Pormestarinsaari (noin 31 km)
- Fäboda (noin 28 km)
- Grisselören (noin 30 km)
- Stubben (noin 23 km)
- Klubbskatan (noin 29 km)
- Storsand (noin 31 km)
- Kåtaholmen (noin 33 km, noin 500 m merikaapelireitin MVE2a rantautumisalueesta)
- Brännskatan (noin 30 km, sijoittuu merikaapelireitin MVE2b rantautumisalueelle)
- Jöusan (noin 31 km)
- Mikkelinisaaret (noin 24 km)
- Stråkviken (noin 35 km)
- Söderskatan (noin 40 km)
- Valassaaret (noin 33 km)
- Ritgrund (noin 26 km)
- Vikarskat (noin 33 km)
- Finnhamn (noin 34 km)
- Svedjehamn (noin 35 km)

Hankkeen lähiseudun venesatamat on esitetty kuvassa 4-3. Lähin niistä sijaitsee Luodon Örnassa noin 23 kilometrin etäisyydellä tuulivoimahankealueesta itään. Eteläpuolella lähin venesatama sijaitsee Mikkelinisaarten Kummelskåretissä noin 24 kilometrin etäisyydellä.

Hankkeen vaikutusalueella rannikolla ja saaristossa on runsaasti loma-asutusta ja siellä harjoitetaan monipuolista virkistystoimintaa luontoon ja vesiympäristöön tukeutuen: esimerkiksi veneilyä, purjehdusta, melontaa, suppailua, kalastusta, uintia, hiihtoa ja pilkkimistä. Yksittäisistä kohteista Kokkolan ulkosaaristossa sijaitseva Tankarin majakkasaari noin 36 kilometrin etäisyydellä hankealueesta on suosittu vierailukohde (Kuva 4-3). Saarelle tehdään risteilyjä ja siellä on muun muassa vierasvenesatama, lintuasema, luontopolku, kesäkahvila ja saarella voi myös majoittua. Myös majakkaan pääsee tutustumaan oppaan kanssa. (*Visit Kokkola 2022*)

Luodon rannikolla ja saaristossa yksittäisistä virkistyskäyttökohteista mainittakoon seuraavat, joiden sijainnit on esitetty myös kuvassa 4-3 (*Luodon kunta 2022*). Inre Bergskär Luodon kalasataman läheisyydessä noin 28 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Kohteesta avautuvan merinäköymän lisäksi siellä on grillauspaikka. Olosörenillä sijaitsevassa Olofsborgissa (etäisyys noin 29 km) on muun muassa näköalatorni ja ruuanlaittomahdollisuudet. Öuranin vanhassa kalastajakylässä (etäisyys noin 23 km) on saaristolaismiljöön lisäksi muun muassa luontopolku. Köpmanholmenin monipuolinen

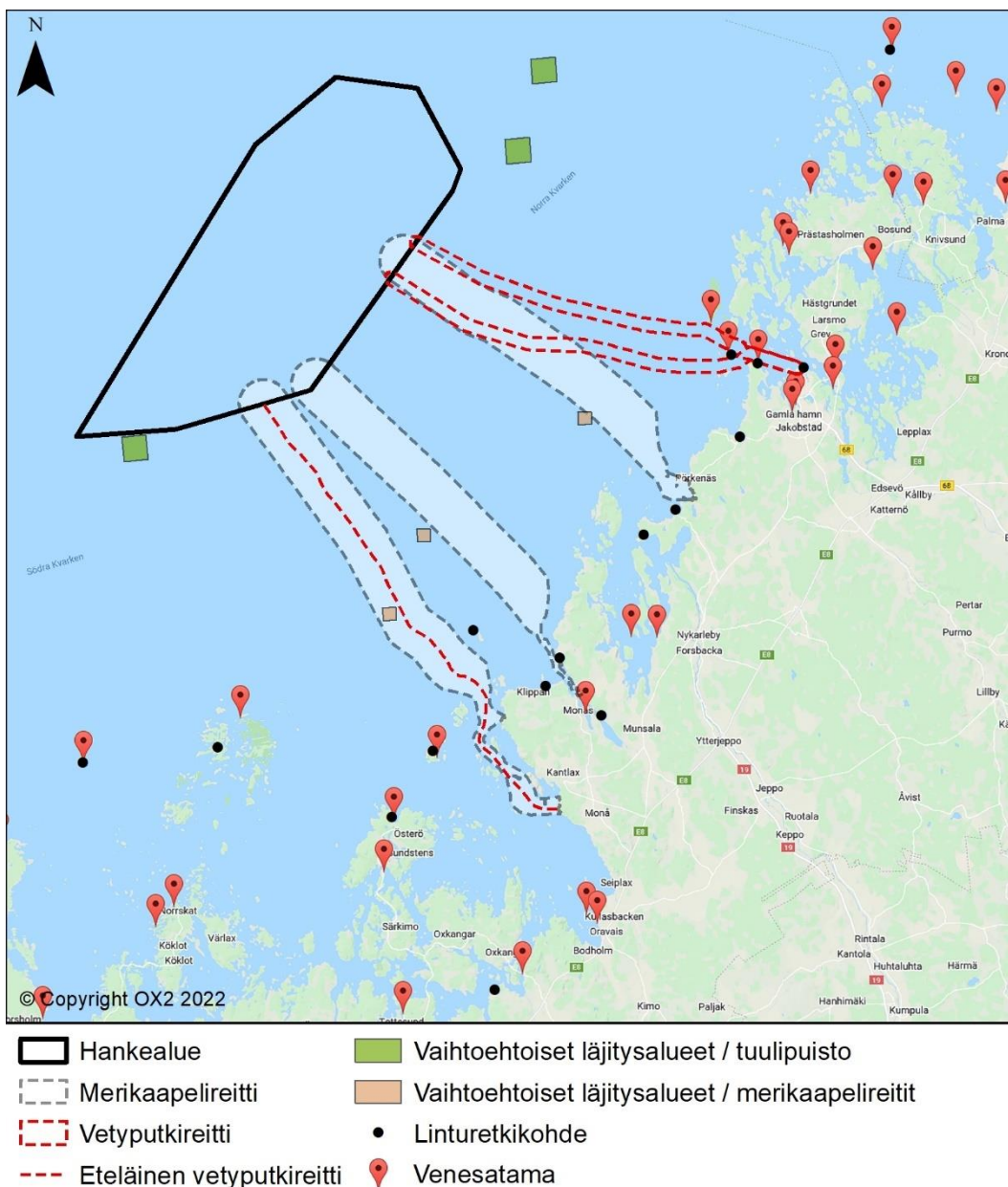
virkestys- ja museoalue sijaitsee sisemmällä saaristossa noin 27 kilometrin etäisyydellä, mutta siellä sijaitsee näköalatorni, josta avautuu näkymiä myös ulommalle merelle.

Myös Pietarsaareissa ja Uudessakaarlepyyssä hankkeen vaikutusalueella sijaitsevat merkittävimpien yksittäisten virkestyskohteiden sijainnit on esitetty kuvassa 4-3 (*Visit Pietarsaari Jakobstad region 2022*). Fäbodan alueella, noin 10 kilometriä Pietarsaaren keskustasta ja noin 29 kilometriä hankealueesta, on kolme suurta hiekkarantaa. Alueella harrastetaan uimisen lisäksi monenlaista luonnossa virkistäytymistä, esimerkiksi retkeilyä, marjastusta ja hiihtoa. Alueella on muun muassa luontopolkuja, asuntovaunupaikkoja sekä kahvila-ravintola. Mässkärin saarella (etäisyys noin 26 km) on luontoasema, jossa on ravintola ja yöpymistilat. Saarella on myös luontopolku. Saarelle pääsee säännöllisesti kulkevalla veneellä ja talvisin kuljetaan jään yli. Uudenkaarlepyyn Monäsin kylässä sijaitsee luonnonsuojelualueella Storsandenin hiekkaranta, jonka etäisyys hankealueesta on noin 31 kilometriä. Alueella voi myös retkeillä esimerkiksi luontopolulla. Sekä merikaapelireitti MVE2a että MVE2b rantautuvat rannan itäpuolella noin 1,5 kilometrin etäisyydellä.

Vöyrin saaristossa Västerössä noin 36 kilometrin etäisyydellä hankealueesta sijaitsee vaellusreitti, jonka varrella on muun muassa autiotupia, nuotiopaikkoja ja uimaranta (Kuva 4-3). Mikkelin saaret on noin 300 saaresta koostuva saariryhmä Raippaluodon koillispuolella ja saaret kuuluvat Merenkurkun maailmanperintöalueeseen (*Metsähallitus 2022*). Entinen merivartioasema Kummelskärissä toimii nykyisin luontoasemana, joka palvelee veneilijöitä ja matkailuyrittäjiä ryhmineen. Sinne järjestetään kesäaikaan runsaasti risteilyjä. Saarella on myös muun muassa näköalatorni, kahvila, luontopolku, tulentekopaikka, varaustupa ja venesatama. Etäisyyttä hankealueeseen on noin 24 kilometriä (Kuva 4-3).

Mustasaaren Valassaarilla Storskärissä (etäisyys hankealueesta noin 33 km) on muun muassa luontopolku, tulentekopaikka ja venesatama. Björköbyn Svedjehamnissa (etäisyys noin 35 km) sijaitsee niin ikään luontopolku sekä kahvila-ravintola ja yli 20 metriä korkea näkötorni. Kohteiden sijainnit on esitetty kuvassa 4-3 ja molemmat kuuluvat myös Merenkurkun maailmanperintöalueeseen.

Edellä mainittujen niin sanottujen virallisten kohteiden lisäksi hankkeen vaikutusalueella rannikolla ja saaristossa harrastetaan omatoimista virkistäytymistä luonto- ja vesistöympäristöön tukeutuen ympäri vuoden sekä tehdään esimerkiksi risteilyjä, veneretkiä ja opastettuja kalastusretkiä.



Kuva 4-3. Hankealueen ja merikaapelireittivaihtoehtojen lähiseudun merkittävimmät yksittäiset virkistyskohteet.

## 4.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Sosiaalisten vaikutusten arviointi (SVA) on vuorovaikutteinen prosessi, jossa tunnistetaan ja ennakoitetaan sellaisia yksilöön, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia, jotka aiheuttavat muutoksia ihmisten elinoloissa, viihtyvyydessä, hyvinvoinnissa tai hyvinvoinnin jakautumisessa (*Sosiaali- ja terveysministeriö 1999*). Sosiaalisten vaikutusten arvioinnin yhtenä tavoitteena on vahvistaa eri osapuolten välistä tiedonvaihtoa ja vuoropuhelua. Arviointi tuottaa tietoa eri sidosryhmien tarpeista arviointiprosessin aikana sekä hankkeen myöhemmissä vaiheissa, ja toimii tiedon jakamisen kanavana.

Hankkeen sosiaalisia vaikutuksia arvioidaan hyödyntämällä muissa vaikutusarviointiosioissa syntyviä laskennallisia ja laadullisia arvioita muun muassa vesistö-, kalasto- ja maisemavaikutuksista, sekä merialueiden käyttöön kohdistuvista vaikutuksista. Näin ollen ihmisiin kohdistuvien vaikutusten tarkastelualue määräytyy muiden vaikutusosioiden vaikutusten laajuuden perusteella. Arvioinnissa huomioidaan hankkeen rakentamisen ja toiminnan aikaiset sekä toiminnan jälkeiset vaikutukset.

Merituulivoimapuiston osalta terveysvaikutusten arvioinnissa otetaan huomioon erityisesti tuulivoimaloiden aiheuttama ääni ja varjon vilkunta. Tuloksia verrataan viranomaisten asettamiin ohje- ja raja-arvoihin, joiden ylittyminen voi aiheuttaa terveyshaittoja. Arvioinnissa hyödynnetään olemassa olevaa tietoa tuulivoimaloiden terveysvaikutuksista hyödyntämällä muun muassa Valtioneuvoston (*Maijala ym. 2020*) ja Työ- ja elinkeinoministeriön (*2017*) teettämää selvityksiä tuulivoimaloiden tuottaman äänen terveysvaikutuksista. Lisäksi hyödynnetään Suomen tuulivoimayhdistys ry:n aineistoja mm.: <https://tuulivoimayhdistys.fi/ajankohtaista/tiedotteet/uutta-tutkimustietoa-suomesta-tuulivoima-ei-aiheuta-terveyshaittaa>.

Arvioinnin tueksi toteutetaan **kyselyitä** seuraavasti:

- Asukaskysely postitse satunnaisotannalla (1 000 kpl) Luodon, Pietarsaaren, Uudenkaarlepyyn ja Vöyrin kuntien länsirannikolle ja saaristoon 30 kilometrin säteelle hankealueesta (vakituiset ja loma-asunnot).
- Asukaskysely postitse kaikkien merikaapelireittivaihtoehtojen rantautumisalueiden kaikille asukkaille muutaman sadan metrin säteelle rantautumisvyöhykkeistä (vakituiset ja loma-asunnot).
- Kaikille avoin internet-kysely, josta tiedotetaan mm. hanketoimijan internet-sivuilla ja sosiaalisessa mediassa sekä mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi rannikon kuntien (Vaasan ja Kokkolan välisellä vyöhykkeellä) ja järjestöjen eri kanavissa. Myös mediassa tiedottaminen on mahdollista (esimerkiksi paikallislehdissä).
- Internet-kysely, joka kohdennetaan mahdollisimman kattavasti vaikutusalueella toimiville yrityksille, järjestöille ja yhdistyksille liittyen esimerkiksi matkailuun, luonto/linturetkelyyn, veneilyyn/purjehdukseen ja kylä/kotiseututoimintaan. Keskeisillä maisemallisilla vaikutusalueilla (esim. Mikkelinisaaret, Fäboda ja Luodon saaristo) toimivat yritykset ja yhdistykset pyritään kartoittamaan mahdollisimman kattavasti. Kyselylinkin jakelupaikat ja -tavat (esim. internet-sivut, sosiaalinen media, sähköpostilistat) selviävät työn alussa, jolloin otetaan yhteyttä eri toimijoihin. Kyselystä tehdään myös laminoidut ilmoitukset (a4), jossa kerrotaan lyhyesti hankkeesta sekä kyselystä. Ilmoitukseen lisätään QR-koodi, jonka kautta pääsee vastaamaan internet-kyselyyn. Ilmoitukset viedään ja kiinnitetään hankevastaavan toimesta keskeisiin vaikutusalueella sijaitseviin yksittäisiin retkeilykohteisiin siltä osin kuin luvat siihen saadaan. Kyseeseen tulevat esimerkiksi venesatamat, tulentekopaikat, tuvat ja näköala-/lintutornit.

Kyselyllä selvitetään vaikutusalueen nykyistä käyttöä sekä ihmisten arvioita hankkeen mahdollisista vaikutuksista. Kyselyillä kartoitetaan myös eri ryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mahdollisesti liittyviä omakohtaisia tai yleisiä huolenaiheita. Kysely palvelee niin ikään tiedottamista, sillä kyselyn ohessa jaetaan tietoa hankkeesta. Kyselyiden tuloksista laaditaan erillisraportti, joka liitetään osaksi YVA-selostusta. Kyselyitä täydennetään myös **haastatteluin**, jotka kohdistetaan maisemallisen vaikutusalueen keskeisten toimijoiden avainhenkilöille esimerkiksi Mikkelinisaarilla, Fäbodassa ja Luodon saaristossa. Ammatti- ja vapaa-ajan kalastusta koskevat kyselyt on esitetty luvussa 6.2.5.

Eri toimijoiden suhtautumista hankkeeseen selvitetään myös hyödyntämällä YVA-ohjelmavaiheen yleisötilaisuudessa ja hankkeen seurantaryhmässä esitettyjä näkemyksiä. Lisäksi tutustutaan YVA-ohjelmasta annettuihin mielipiteisiin. YVA-selostuksessa käsitellään eri hankevaihtoehtojen yleinen hyväksyttävyys.

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa yhdistyy kokemusperäisen, eli subjektiivisen tiedon analyysi sekä asiantuntija-arvio. Arvioinnin avulla etsitään myös keinoja mahdollisten haittavaikutusten ehkäisyyn tai lieventämiseen. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan YVA-lain mukaisesti myös hankkeen todennäköisesti merkittävät vaikutukset siihen, miten kiinteää ja irtainta omaisuutta käytetään.

Arvioinnin toteuttaa useita vastaavia selvityksiä laatinut asiantuntija.

## 5 MAISEMA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ

### 5.1 Nykytila

#### 5.1.1 Maiseman yleispiirteet

Maisemamaakuntajaossa merituulivoimapuisto sijaitsee ympäristöministeriön maisemaluetyöryhmän mietinnön mukaisen maisemamaakuntajaon ulkopuolella. Perämeren rannikko merituulivoimapuiston kohdalla kuuluu Etelä-Pohjanmaan rannikkoseutuun lukuun ottamatta Kokkolan keskustasta alkavaa Keski-Pohjanmaan jokiseudun ja rannikon aluetta. Hankkeeseen liittyvät voimajohdot sijoittuvat Pohjanmaan maisemamaakunnan Etelä-Pohjanmaan rannikkoseutuun. Aluerajat kulkevat rannikolla oheisen kuvan (Kuva 5-1) mukaisesti.

Vaasan saariston tienoilta pohjoiseen rannikko on loivasti kumpuilevaa, lohkarista moreenialuetta, päinvastoin kuin maamme etelärannikolla, missä saaristo koostuu kalliosta. Loiviin pinnanmuotoihin yhdistyneenä nopea maankohoaminen on tuottanut poikkeuksellisen laajan, rikkonaisen, matalan ja karikkoisen saariston. Saariston tyypillisiä maisemaelementtejä ovat laajat kiviset rantaniityt, järkäleiset lohkarikot ja varsinkin Vaasan saaristossa tiheiden päätemoreenivyöhykkeiden, ns. De Geer -moreeniselänteiden aiheuttama pyykkilautamainen veden ja saarten mosaiikki (Kuva 5-2). Rannikkoseutu on muusta maakunnasta poiketen eteläboreaalista kasvillisuusvyöhykettä. Puustossa on paljon kuusta ja lehtipuitakin. Metsät ovat vanhempia kuin muualla maakunnassa ja ne jatkuvat aina ulkosaaristoon saakka. Suot ovat yleensä pieniä.

Mantereen puolella asutus muistuttaa viljelylakeuden alueella Etelä-Pohjanmaan viljelylakeuden seutua; muualla se on hakeutunut kivikkojen ulkopuolisille yläville tasanteille joko pienten jokien rantamille tai meren lahtien tuntumaan. Suurten saarten keskiosissa on melko harvaa asutusta. Saaristossa kalastus on ollut tärkeä elinkeino. Kylien ulkopuolella sijaitsee rantavajoja tiheinä nauhoina. Kun aiemmin hankittiin lisätuloja esimerkiksi hylkeenpyynnillä, niin nykyisin keskitytään turkistarhaukseen ja mantereella vihanneksen viljelyyn (*Ympäristöministeriö 1992a ja b*).

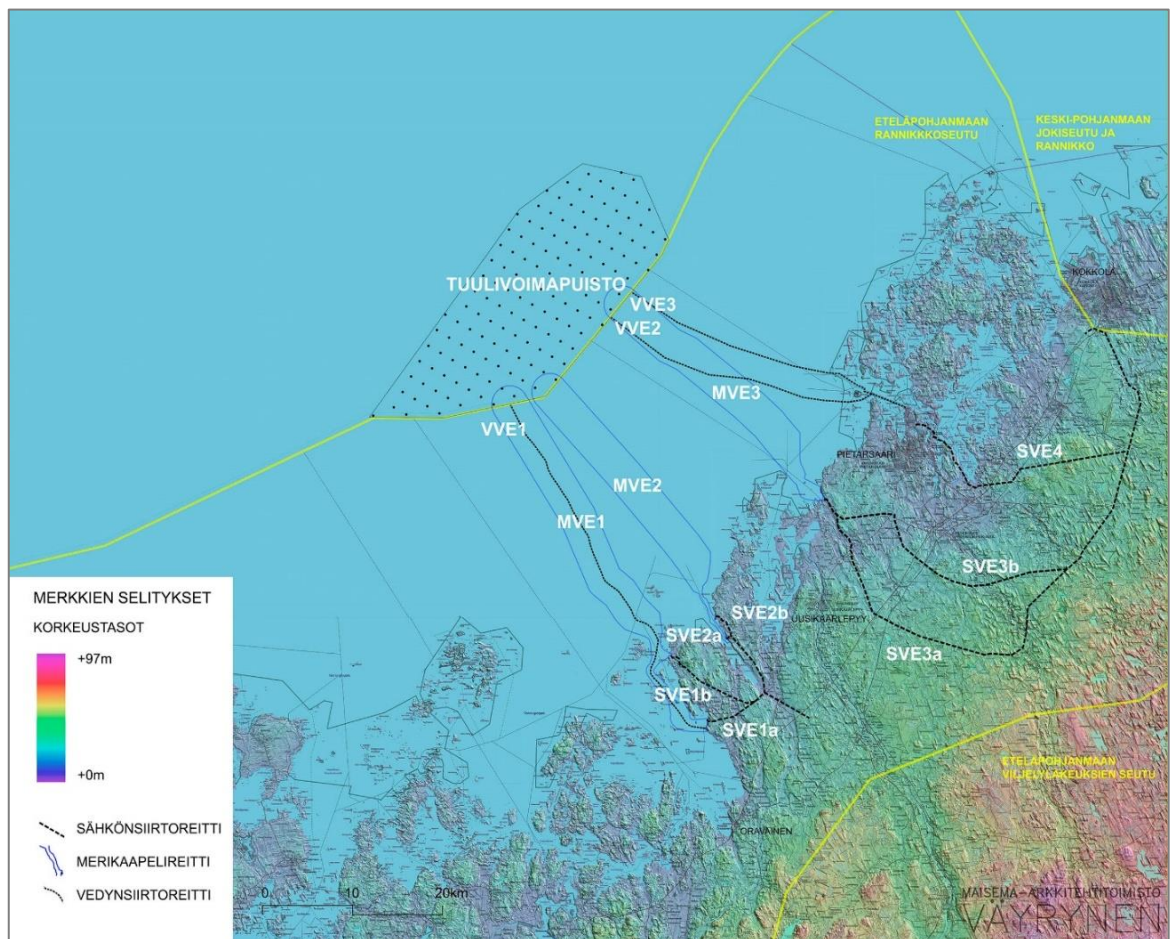
Selvitysalueen rannikko koostuu lähinnä moreenikumpareista Uusikaarlepyyn eteläpuolella. Uusikaarlepyystä pohjoiseen rannikolla on enemmän kalliokkoja ja ranta-alueilla esiintyy myös laajempia hiekkaisia ja loivempia ranta-alueita, joissa on vähemmän kivikkoa.

Merituulivoimapuiston alue on avomerta suurimman osan vuodesta. Perämeri alkaa jäättyä syksyllä pohjoisosastaan marraskuun aikana ja vastaavasti keväällä, touko-

kesäkuun vaihteessa, viimeisetkin jäät sulavat. Saaristo on lähimmillään merituulivoimapaiston aluetta idässä Öranan kohdalla ja etelässä Mikkelinosaarten alueella, kummassakin noin 22 kilometrin etäisyydellä. Boskären alue kuuluu merenkurkun maailmanperintöalueeseen.

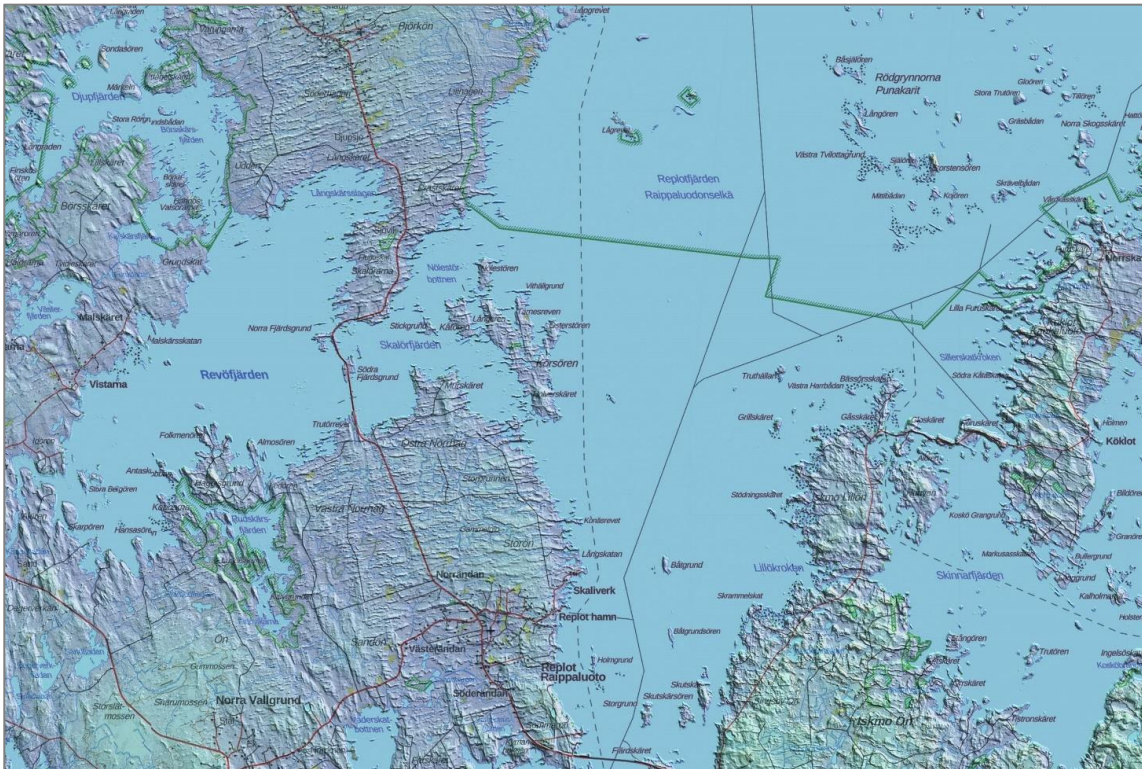
Merenkurkun maailmanperintökohde on geologisesti merkittävä jääkauden jälkeisestä maankohoamisesta kertova kokonaisuus. Maa kohoaa koko Merenkurkun alueella noin 8 millimetriä vuodessa ja siellä kohoaminen on ollut voimakkainta maailmassa.

Yli 30 kilometrin etäisyydellä tuulivoimapaistosta, Raippaluoto-Björköbyn alueilla, on laajasti havaittavissa De Geer -moreenimuodostelmia, jotka ovat osittain poikittaisia mannerjäätikön kulkusuuntaan sijoittuvia tiheitä pieniä kohoumia. Ne ovat muodostuneet jääkauden aikana jäätikön sulamisvaiheen lohkeamisista. Kuva 5-2, joka on yksityiskohta Kuva 5-1, näkyy De Geer -moreenimuodostelmia, jotka ovat pieniä pitkiä meren jatkuvia tiheästi toistuvia maastonmuotoja. Muodot erottuvat kuvasta osittain vaakatasoisina.



Kuva 5-1. Merituulivoimapaiston ja voimajohtojen sijainti mantereen maaston suhteen.





Kuva 5-2. De Geer -moreenimuodostelmia, yksityiskohta Kuva 5-1. Hankkeen toimin-  
toja ei sijoitu tälle alueelle.

### 5.1.2 Maiseman ja kulttuuriympäristön arvotetut alueet

Merituulivoimapuiston lähialueilla on valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita ja rakennusperintöä, suojeltua rakennusperintöä, maakunnallisesti merkittäviä kulttuuri-historiallisia tai maisemallisesti arvokkaita kohteita (Kuva 5-3). Merikaapelit eivät aiheuta käytön aikana muutosta maisemassa.

Merenkurkun maailmanperintökohteen alue sijaitsee lähimmillään 18 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta. UNESCO:n maailmanperintökohteeksi valitun Merenkurkun saariston laakean maiseman perustan muodostavat 1 880–1 270 miljoonaa vuotta vanhan vuorijonon juuret, jotka eroosio ja sedimentaatio ovat kuluttaneet esiin. Alueen kiteinen kallioperä koostuu pääosin gneisseistä, amfiboliiteistä ja granodoriittisista kivistä. Kallioperää peittävät monenlaiset moreenimuodostumat, kuten kumpumoreenit sekä De Geer- ja rogenmoreeni-selänteet. Saarten maaperä on tyypillisesti hiekka- ja soramoreenia, mutta paikoin alueella on myös kalliomaata sekä sora-, hiesu- ja hiekka-alueita.

Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet inventoitiin vuosina 2010–2015 (*Ympäristöhallinto 2021a*). Inventoinnin tulos otettiin valtioneuvoston päätöksellä 18.11.2021 maankäyttö- ja rakennuslain mukaisten valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkoittamaksi inventoinniksi. Tämä korvaa valtioneuvoston 5.1.1995 periaatepäätöksen mukaisen aiemman inventoinnin. Merituulivoimapuistoa lähimpänä sijaitsee Merenkurkun saaristomaisemat. Näistä Jousanin, Svartörarnan ja Stubbenin alueeseen sekä Mikkelsaariin on 22 kilometriä sekä 31 kilometriä Valassaariin ja Märaskäretin saariin Mustasaassa. Alue kuvastaa monipuolisesti Merenkurkun saariston

maankohoamismaisemaa ainutlaatuisine luontokohteineen, kalastuselinkeinon maise-  
 mineen sekä merenkulun historiaan liittyvine rakenteineen (Taulukko 5-1) (*Museovi-  
 rasto 2021a*).

Valtakunnallisesti arvokasta rakennusperintöä on lähimpänä noin 23 kilometrin päässä  
 merituulivoimapuistosta sijaitsevat Öuranin kalasatama ja Stubbenin majakkayhdys-  
 kunta. Seuraavaksi lähimpänä on Socklothällanin majakka- ja luotsiyhdyskunta noin 25  
 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta ja Mässkärin majakka- ja luotsiyhdys-  
 kunta 27 kilometrin etäisyydellä (Taulukko 5-1).

Lähin rakennusperintörekisteriin merkitty suojeltu kohde on Alholmin (Leppäluoto) sa-  
 tamaradan asema noin 32 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta (Taulukko  
 5-1).

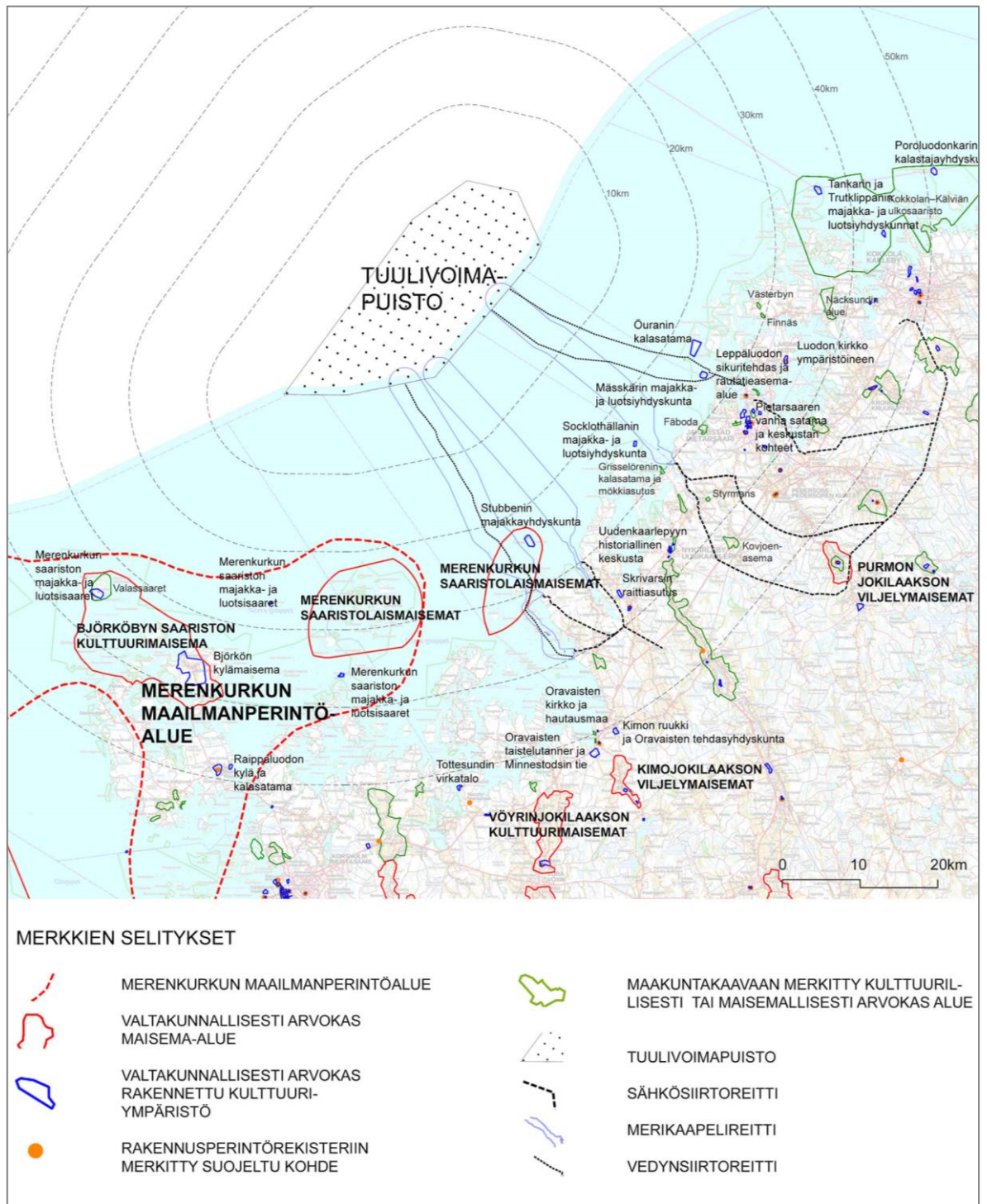
Maakuntakaavoihin merkittyä arvokasta maisemaa tai kulttuuriympäristöä on lähim-  
 pänä Västerbyn 28 kilometrin etäisyydellä sekä Finnas ja Grisselörenin kalasatama ja  
 mökkiasutus 29 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta (Taulukko 5-1) (*Museo-  
 virasto 2021a*).

*Taulukko 5-1. Kulttuuriympäristön arvokohteiden etäisyyksiä merituulivoimapuistosta.*

<b>Valtakunnallisesti arvokas maisema-alue</b>	<b>Etäisyys merituulivoimapuistosta</b>
Merenkurkun saaristolaismaisemat	22 km
Björköbyn saariston kulttuurimaisema	31 km
<b>Valtakunnallisesti arvokasta rakennusperintöä</b>	
Öuranin kalasatama	23 km
Stubbenin majakkayhdyskunta	23 km
Socklothällanin majakka- ja luotsiyhdyskunta	25 km
Mässkärin majakka- ja luotsiyhdyskunta	27 km
Merenkurkun saariston majakka- ja luotsisaaret, Ritgrund	28 km
Leppäluodon sikuritehdas ja rautatieasema-alue	32 km
Pietarsaaren vanha satama ja keskustan kohteet	34 km
Merenkurkun saariston majakka- ja luotsisaaret, Valassaaret	34 km
Björkön kylämaisema	35 km
Tankarin ja Trutklippanin majakka- ja luotsiyhdyskunnat	36 km
<b>Lähimmät rakennusperintörekisteriin merkityt suojellut koh- teita</b>	
Alholmin (Leppäluoto) satamaradan asema	32 km
Luodon kirkko	35 km
<b>Maakuntakaavoihin merkittyä arvokasta maisemaa tai kulttuu- riympäristöä</b>	

---

Västerbyn	28 km
Finnas	29 km
Grisselörenin kalasatama ja mökkiasutus	29 km
Fäboda	30 km
Valassaaret	32 km
Kokkolan-Kälviän ulkosaaristo	32 km



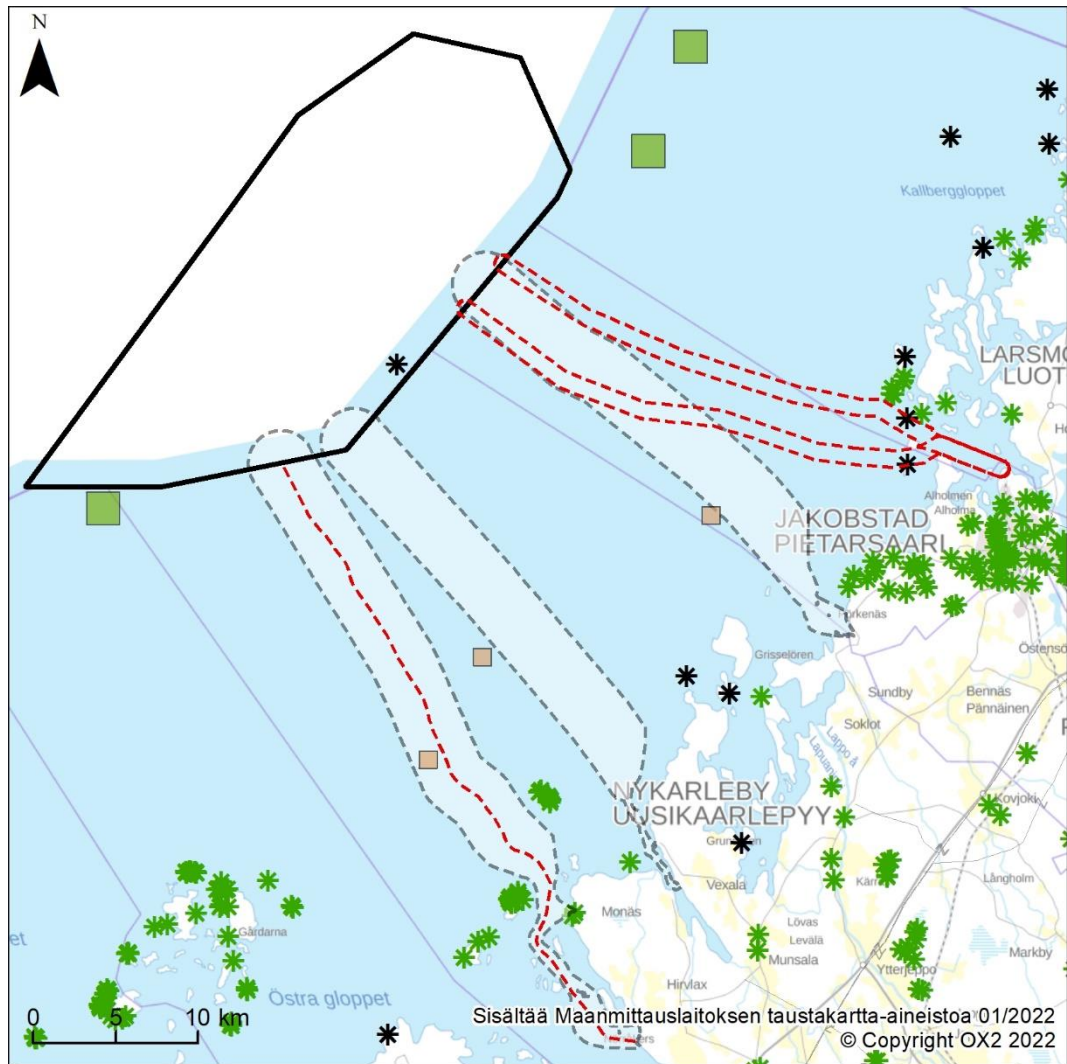
Kuva 5-3. Merituulivoimapaiston ja merikaapelireittien kulttuuriympäristön arvokohteet.

### 5.1.3 Muinaisjäännökset ja vedenalainen kulttuuriperintö

Kiinteät muinaisjäännökset on Suomessa rauhoitettu muinaismuistolalla (295/1963). Muinaismuistolaki rauhoittaa automaattisesti ilman eri toimenpiteitä lain piiriin kuuluvat kiinteät muinaisjäännökset ja kieltää sellaiset toimenpiteet, jotka saattavat olla vaaraksi muinaisjäännöksen säilymiselle. Muinaismuistolaki suojaa vedenalaisia muinaisjäännöksiä samalla tavalla kuin maalla olevia muinaisjäännöksiä. Veden alla olevia ihmisen tekemiä rakennelmia, esimerkiksi väyläesteitä sekä siltojen ja laitureiden jäänteitä suojellaan muistoina maamme aikaisemmasta asutuksesta ja historiasta. Tällaiset kohteet ovat iästä riippumatta automaattisesti rauhoitettuja, eikä niihin saa puuttua ilman Museoviraston lupaa. Vanhat laivahylt ovat rauhoitettuja iän perusteella. Sellainen hylky tai hylyn osa, jonka uppoamisesta voidaan olettaa olevan yli sata vuotta, rinnastetaan kiinteään muinaisjäännökseen.

Vedenalaisesta kulttuuriperinnöstä ei ole kattavaa tietoa, ja Museoviraston ylläpitämässä muinaisjäännösrekisterissä on vedenalaisen kulttuuriperinnön osalta paljon puutteita inventointien vähäisyyden takia.

Merituulivoimapuiston hankealueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse tunnettuja muinaisjäännöksiä ja tunnettuja kulttuuriperintökohteita on alueella yksi, hylky Najaden (ei rekisterinumeroa). Myöskään merikaapelireittien tutkimuskäytävien alueella ei sijaitse tunnettuja muinaisjäännöksiä, mutta niiden läheisyydessä merellä ja rannikon saaristossa sekä merikaapeleiden rantautumisalueilla on muinaisjäännösrekisterin perusteella kohteita, jotka on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 5-4) ja taulukossa (Taulukko 5-2) (Museovirasto 2021b). Muinaisjäännöksiä sijaitsee erityisesti MVE1:n ja MVE2:n tutkimuskäytävien läheisyydessä, mutta lähinnä saarissa (Jöusan, Storstensören, Svar-törarna, Lillskäret, Storskäret, Lotan) (Kuva 5-4). MVE1:n ja MVE2:n tutkimuskäytävien väliin sijoittuu kolme hylkyä: Glasmästaren, Aspskäret eteläranta, Stora Alören. Aivan MVE1b:n rantautumisalueen läheisyydessä mantereella sijaitsee kaksi muinaista asuin-sijaa Munsala-Storkalholmen 1 ja 2. Lisäksi MVE3:n rantautumisalueen pohjoispuolella, mantereella rantaviivan läheisyydessä sijaitsee muutama kohde (Kuva 5-4, Taulukko 5-2). Mantereen sähkönsiirtoreittien alueilla olevat kohteet on esitetty YVA-asiakirjan B Osassa (Mantereen sähkönsiirto).



- |  |  |
|--|--|
|  Hankealue / Projektområde                        |  Hylky  |
|  Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt                 |  Muu muinaisjäännös / kulttuuriperintökohteet |
|  Vetyputkireitti / Vätgasrörledning               |  |
|  Eteläinen vetyputkireitti                        |  |
|  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |  |
|  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |  |

Kuva 5-4. Laineen merituulivoimapuiston hankealueen ja merikaapelireittien alueella tai läheisyydessä sijaitsevat muinaisjäännökset ja muut kulttuuriperintökohteet.

*Taulukko 5-2. Merikaapelireittien tutkimuskäytävien läheisyydessä tai rantautumisalueilla olevat muinaisjäännekohteet ja kulttuuriperintökohteet.*

Kohde	Tyyppi	Tunnus	Sijainti
Glasmästaren	alusten hylät	1819	3,8 km MVE2:sta koilliseen
Aspskäret eteläranta	alusten hylät	1830	5,5 km MVE2:sta koilliseen
Stora Alören	alusten hylät	1828	5,0 km MVE3:sta lounaaseen
Munsala-Storkalholmen 1	asuinpaikat	496010034	100 m MVE1b:stä
Munsala-Storkalholmen 2	asuinpaikat	496010035	250 m MVE1b:stä
Mjölkhamn	taide, muistomerkit	1000026859	1,4 km MVE3:sta pohjoiseen
Tailod norra udden	kulkuväylät	1000026979	2,1 km MVE3:sta pohjoiseen
Sammetskogen 2	asuinpaikat	1000026851	3,7 km MVE3:sta pohjoiseen

## 5.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

### 5.2.1 Maisema ja kulttuuriympäristöt

Hankkeen toteutuessa suoria maisemavaikutuksia aiheuttaa tuulivoimalarakenteista sekä tuulivoimaloihin liittyvistä voimajohto- ym. rakenteista (voimajohdot kuvattu erillisessä asiakirjassa "YVA-ohjelma B-osio"). Merikaapeleista ei toiminnan aikana aiheudu maisemavaikutuksia. Hankkeen suunnittelu on vasta alustavassa vaiheessa eikä tarkkoja tietoja uusista rakenteista vielä ole saatavilla, mutta vaikutusarviointi tehdään suunniteltujen maksimimittojen mukaan ennakoiden teknologian kehittyminen.

Rakentamisvaiheessa maisemavaikutukset kohdistuvat lähinnä itse hankealueisiin. Korkeat nosturit saattavat kuitenkin näkyä myös laajemmalle alueelle, mutta niiden vaikutus on tilapäinen. Rakentamisvaiheen päätyttyä tuulivoimalan rakenteet tulevat näkyväksi laajalle alueelle suuren kokonsa ja sijaintinsa johdosta. Näkymiä kohti hankealuetta avautuu avoimilta ranta-alueilta. Näkymiä ympäristöstä kohti tuulivoimaloita katkaisevat rakennukset, rakenteet ja erityisesti kasvillisuus. Esimerkiksi rakennetuilla ja metsäisillä alueilla tämäntyyppisiä pitkiä näkymäakseleita katkaisevia elementtejä on yleensä runsaasti.

Maiseman ja kulttuuriympäristökohteiden osalta tarkastelualueeksi on yleensä meritulivoimapuiston osalta alustavasti määritelty esimerkiksi 25 kilometriä hankealueista mukaan lukien voimajohdon lähiympäristö. Tässä hankkeessa maisemalliset vaikutukset ulottuvat laajemmalle avoimen meren yli. Tuulivoimapuistoa lähimpinä olevien Pohjanlahden säähavaintoasemien vuoden 2020 näkyvyyden keskiarvo on noin 37 kilometriä. Jos huomioidaan tuulivoimalan koon suhteen ohuet rakenteet rungossa ja lavoissa, jää

tuulivoimalan keskimääräinen havainnointietäisyys todennäköisesti tämän alapuolelle. Havainnointiin vaikuttaa merellä keskeisesti ilmankosteus, joka on yleensä kesällä korkeampi ja talvella alempi. Toinen merkittävä tekijä on valaistus. Tummaa taivasta vasten kirkkaat voimalat näkyvät laajasti ja samoin yöllä voimaloiden lentoestevalot voivat erottua kauaksi. Alustavasti maisemallisten vaikutusten tarkastelualueeksi on määriteltä tässä hankkeessa 35 kilometriä merituulivoimapuiston osalta, mitä voidaan pitää teoreettisena maksiminäkyvyysalueena (*Ympäristöministeriö 2016*). Vaikka voimalat voivat näkyä tätä kauemmaksi, eivät visuaaliset vaikutukset todennäköisesti ole enää tätä etäämmällä merkittäviä maiseman arvojen tai erilaisten miljöötyyppien luonteen kannalta. Tarkastelualueita laajennetaan kuitenkin tarvittaessa, mikäli yleispiirteisessä arvioinnissa havaitaan merkittäviä vaikutuksia tarkastelualueita etäämmälle sijoittuviin kohteisiin.

Vaikutusten arviointi maiseman ja kulttuuriympäristön osalta perustuu olemassa oleviin selvityksiin, hankkeen alustavaan suunnitelma-aineistoon, kartta- ja ilmakuvatarkasteluihin sekä maastokäyntiin. Vaikutusarviointia varten tehdään näkymäalueanalyysi, jossa selvitetään alueet, joilta on näkymäyhteys voimaloihin. Maisemavaikutuksia havainnollistetaan realistisilla havainnekuvilla, joiden ottopaikat valitaan mm. näkymäalueanalyysin avulla. Tietokoneella tehdyssä mallinnuksessa käytetään mittatarkkaa tuulivoimalan 3D-mallia sekä maanmittauslaitokselta saatua karttamateriaalia. Vaikutusten arvioinnissa tutkitaan hankkeen suhdetta ympäristöön sekä vaikutuksia näkymiin ympäröiviltä alueilta.

Arvioinnissa annetaan yleiskuva vaikutusten kohdentumisesta, luonteesta ja merkittävyydestä. Omia tulkintoja maiseman arvoista kuten maiseman "kauneudesta" ei tehdä, jotta arviointi olisi mahdollisimman objektiivista. Myös yhteisvaikutukset muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa kuvataan sanallisesti ja havainnollistetaan vastaavasti tietokonemallinnuksilla.

## 5.2.2 Muinaisjäännökset ja vedenalainen kulttuuriperintö

Merituulivoimapuiston hankealueella ja merikaapelireitillä tullaan suorittamaan meriarkeologinen inventointi, ennen rakentamista sen jälkeen, kun tarkat suunnitelmat voimalapaikoista ja merikaapelireiteistä ovat olemassa eli arviolta ennen vesilupavaihetta. Tällöin tieto alueen muinaisjäännöksistä ja muista kulttuuriperintökohteista tarkentuu. Mahdollisia vaikutuksia tunnettuihin muinaisjäännöksiin arvioidaan tuulivoimapuiston rakentamisen ja toiminnan aiheuttamien vaikutusmekanismien pohjalta.

Vedenalaisen kulttuuriperinnön selvitys tehdään hyvissä ajoin ennen vesilupavaihetta. Inventointiraportti toimitetaan aluehallintovirastolle, kun lupaa haetaan. Jos selvityksessä havaitaan vedenalaisia muinaisjäännöksiä, kuten vanhoja laivanhylkyjä tai niiden osia tai muita ihmisen tekemiä rakennelmia, joita on todennäköisesti vain lähempänä rantaa aluevesillä, niin hankesuunnitelmaa muutetaan mahdollisuuksien mukaan ja välttää tai kiertää mahdolliset muinaisjäännökset. Selvitys tehdään rakentamisalueilla niin aluevesillä kuin talousvyöhykkeellä ja se kattaa tuulivoimaloiden perustukset, kaapelit ja merisähköasemat sekä alueet, joilla tullaan ruoppaamaan, kaivamaan, tekemään täyttöjä ja lohkareiden asettamista sekä muilla tavoilla muokkaamaan merenpohjaa. Hankkeen rakentamisen aikaisia haitallisia vaikutuksia tullaan ehkäisemään pääsääntöisesti vedenalaisen kulttuuriperinnön kohteita kiertämällä/välttämällä, sekä tarvittaessa sopien hyvistä toimintatavoista Museoviraston kanssa.



### 5.2.3 UNESCO:n Merenkurkun maailmanperintöalue

Merituulivoimahankkeella saattaa olla vaikutuksia UNESCO:n Merenkurkun maailmanperintöalueelle, minkä vuoksi hankkeen rakentaminen saattaa edellyttää kansallisen lainsäädännön mukaisen YVA-menettelyn lisäksi arvioinnin hankkeen vaikutuksista maailmanperintöalueen arvoihin. Luonnonperintöalueisiin sovelletaan ns. EIA-prosessia. EIA-prosessi tehdään hankkeen YVA-menettelyn aineiston perusteella. Maailmanperintöön kohdistuvat vaikutukset kootaan yhteen YVA-selostukseen sisällytettävään lukuun IUCN:n suositusten mukaisesti. Maailmanperintökohteiden EIA-prosessissa tarkistetaan hankkeen vaikutukset niille arvoille, millä kyseinen alue on nostettu maailmanperintöalueeksi.

## 6 VESIYMPÄRISTÖ

### 6.1 Nykytila

Merituulivoimapuisto, läjitysalueet ja merikaapelireitit sijaitsevat Perämeren eteläosassa Merenkurkun alueella Pietarsaaren ja Uudenkaarlepyyn edustalla noin 29 kilometrin etäisyydellä rannikosta. Merituulivoimapuiston alue on laajuudeltaan noin 450 km<sup>2</sup> ja sen syvyys vaihtelee 18–70 metrin välillä. Ruopattavat massat on tarkoitus läjittää puiston alueella ja sen läheisyydessä sijaitseville meriläjitysalueille. Merituulivoimapuistoalueella ei ole saaria ja vesialueen yleiset hydrografiset olot vastaavat olosuhteita eteläisellä Perämerellä. Merikaapelireittivaihtoehdoista MVE1 ja MVE2 suuntautuvat tuulivoimapuistoalueelta Uusikaarlepyyhyn ja kaapelireitti MVE3 Pietarsaareen. Tuulipuistoalueelta rakennetaan lisäksi vetyputkireitti joko Uusikaarlepyyhyn (VVE1) tai Pietarsaareen kahta vaihtoehtoista reittiä VVE2 ja VVE3. Vetyputkireitti VVE1 sijoittuu samaan käytävään kuin merikaapelireitti MVE1.

Merenkurkku on suolaisuuden vaihtumisvyöhykettä ja suolaisuus vähenee nopeasti Perämerellä lisääntyvän valunnan myötä. Lapuanjoki laskee Perämereen Uusikaarlepyyn kohdalla. Lisäksi Pietarsaaren edustalle tulee Luodonjärven kautta Ähtävän-, Purmon- ja Kovjoen sekä Kruunupyyngojoen vesiä. Perämeren vesimassat vaihtuvat jokivirtaamien vuoksi nopeasti, noin kerran viidessä vuodessa (*Kronholm ym. 2005*).

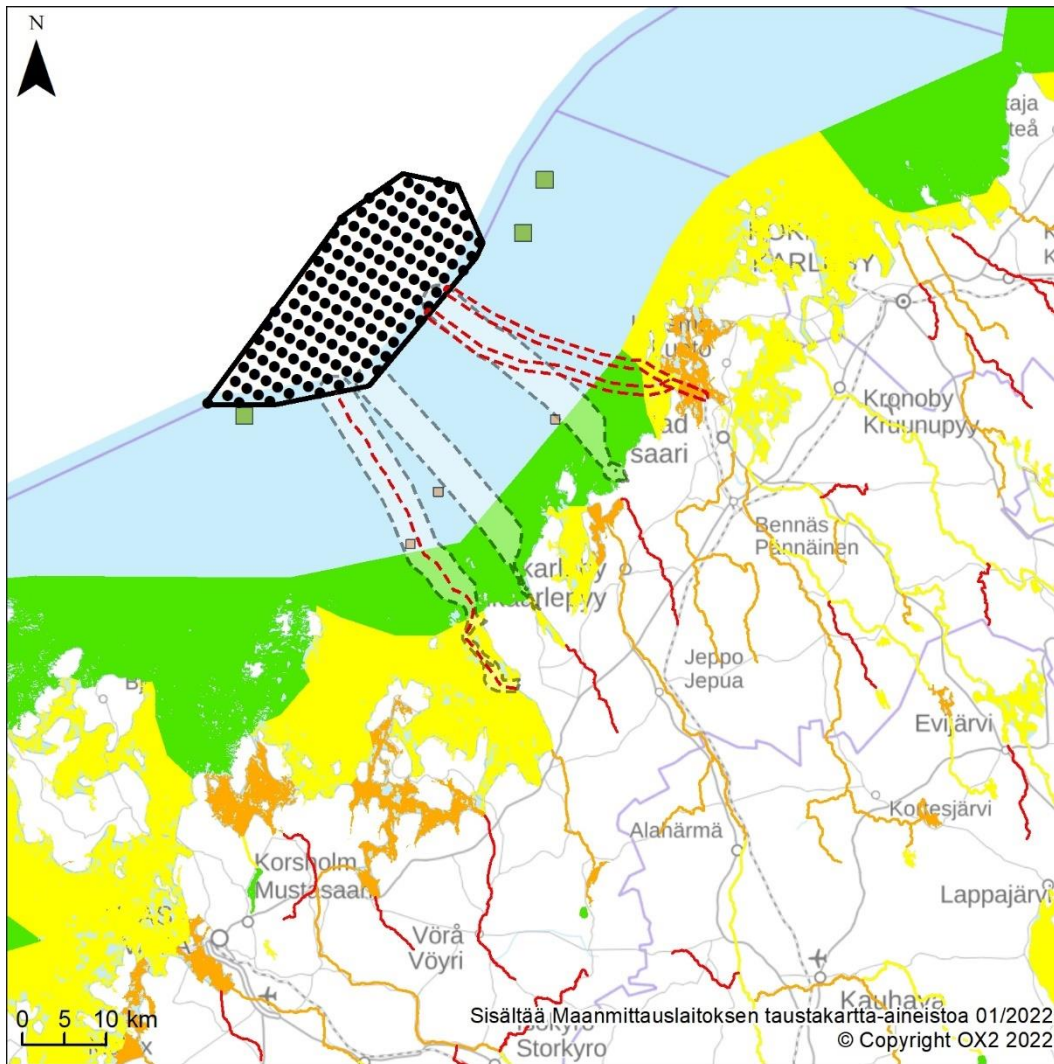
#### 6.1.1 Vesien- ja merenhoito

Hankealue kuuluu vesienhoidon suunnittelussa Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Merituulivoimapuisto- ja läjitysalueet sijoittuvat kuitenkin vesienhoidon suunnittelun ulkopuolelle. Merenhoitosuunnitelmassa Perämerta ja Merenkurkkua käsitellään laajempina merialueina. Kokemäenjoen-Saaristomeren vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 (*Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2021*) sekä merenhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 (*Ympäristöministeriö 2021a*) on hyväksytty 16.12.2021.

Kaapelireittivaihtoehto MVE1 sijoittuu Merenkurkun ulkosaariston (Mu) vesimuodostumaan Ritgrund-Norra gloppet (Taulukko 6-1, Kuva 6-1). Kaapelireittivaihtoehdot MVE3 ja MVE2 sijoittuvat Perämeren ulompien rannikkovesien (Pu) vesimuodostumaan Uusikaarlepyy ulko (Taulukko 6-1, Kuva 6-1). MVE2 rantautuu lisäksi Perämeren sisempiin rannikkovesiin (Ps) kuuluvan Monäsvikenin ja reitti MVE1 Merenkurkun sisäsaaristoon (Ms) kuuluvien vesimuodostumien Östra Gloppet ja Monåfjärden-Kalotfjärden alueilla. Vetyputkireitit sijoittuvat vesimuodostumiin Uusikaarlepyy ulko, Kallan ja Pietarsaaren edusta.

*Taulukko 6-1. Hankealueen läheisten vesimuodostumien pintavesityyppi, ekologinen tila ja luokittelun taso vesienhoidon 3. luokittelukierroksella (Suomen ympäristökeskus 2022).*

Vesimuodostuma	Tunnus	Pintavesityyppi	Ekologinen tila	Luokituksen taso
Pietarsaaren edusta	3_PU_028	Ps	Välttävä	Laaja
Kallan	3_PU_070	Pu	Tyydyttävä	Laaja
Uusikaarlepyy ulko	3_PU_080	Pu	Hyvä	Suppea
Monäsviken	3_PS_030	Ps	tyydyttävä	Suppea
Andra sjön	3_PS_030	Ps	Tyydyttävä	Suppea
Hästabådafjärden	3_PS_029	Ps	Välttävä	Laaja
Ritgrund-Norra gloppet	3_MU_090	Mu	Hyvä	Suppea
Östra gloppet	3_MU_050	Mu	Tyydyttävä	Laaja
Monåfjärden-Kalotfjärden	3_MS_010	Ms	Tyydyttävä	Laaja



- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| Hankealue / Projektområde                        | <b>Ekologinen tila</b>        |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk                     | Erinomainen                   |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt                 | Hyvä                          |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning               | Tyydyttävä                    |
| Eteläinen vetyputkireitti                        | Välttävä                      |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       | Huono                         |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit | Ekologinen luokittelu puuttuu |

Kuva 6-1. Vesimuodostumat, ekologinen tila ja vedenlaadun havaintopaikat.

Hankealueen vesimuodostumista Ritgrund-Norra gloppetin sekä Uusikaarlepyyn ulko-alueiden ekologinen tila on määritelty vesienhoidon uusimmassa, kolmatta vesienhoitokautta 2022–2027 varten tehdyssä luokittelussa hyväksi. Muut alueen

vesimuodostumat on luokiteltu pääosin tyydyttävään ekologiseen tilaan. Suojaiset rannikkovesimuodostumat Hästbådafjärden ja Pietarsaaren edusta ovat tilaluokitukseltaan välttäviä. Pietarsaaren edustan tila heikkeni uusimmassa luokittelussa. Pietarsaaren sataman ja väylän alueella toteutettiin ruoppaushanke vuonna 2013, mikä on toimenpideohjelman mukaan voinut vaikuttaa vesimuodostuman tilaan.

Haitta-aineiden vesipitoisuuksien perusteella määritettävä kemiallinen tila on arvioitu hyväksi sekä 2. että 3. luokittelukaudella kaikissa em. vesimuodostumissa. Asiantuntija-arviona bromattujen difenyylietterien (PBDE) ympäristölaatumormin arvioidaan ylittävän kaikissa vesimuodostumissa. PBDE määritellään ns. ubikvitaarisiksi eli UBI-aineeksi, jotka ovat kaikkialla esiintyviä, laajalle alkuperäisistä päästölähteistään levinneitä, pysyviä, kertyviä ja myrkyllisiä aineita. Näiden aineiden pitoisuuksiin ei voida vaikuttaa kansallisin toimenpitein ja siksi niiden osalta voidaan poiketa vesien hyvän tilan vaatimuksesta.

Merenkurkussa ja Perämerellä on yhteispinta-alaltaan yli 2 500 km<sup>2</sup> olevia laajoja rannikkovesimuodostumia, joiden hyvän tilan on arvioitu olevan riskissä heikentyä rehevöitymiskehityksen vuoksi.

Vesienhoitoalueella Etelä-Pohjanmaan rannikon keskeinen ongelma on rehevöityminen. Rehevyyden näkyy erityisesti sisäsaaristossa kaupunkien ja jokien vaikutusalueella. Vesirakentaminen ja satamien, väyliä ja veneilyreitien ruoppaukset ovat muuttaneet vesialueen luonnetta paikoittain. Alueen pienet joet virtaavat maatalousvaltaisten alueiden halki, minkä vuoksi maatalouden kuormituksen vaikutukset korostuvat. Jokien suurin ongelma on happamuus. Suurin osa alueen pelloista sijaitsee tehokkaasti kuivatuilla happamilla sulfaattimailla. Happamien jokivesien tuomat metallit jäävät jokisuistojen pohjasedimentteihin aiheuttaen haittoja muun muassa alueen pohjaeläimistöille. Rannikolla on myös tasaisesti pistekuormitusta kuten asutusjätevesipuhdistamoita, teollisuutta ja kalankasvatusta. Alueella on myös turkistarhoja. Hyvän ekologisen tilan saavuttaminen edellyttää rannikkovesimuodostumissa ravinnepitoisuuksien alentamista. Tavoitteena on myös lieventää alueelle laskevien jokien happamuuspiikkejä korkeiden metallipitoisuuksien pienentämiseksi. Rannikkovesien rakenteellisia muutoksia tulee vähentää lisäämällä ja säilyttämällä rantavyöhykkeen monimuotoisuutta. Vaelluskalojen (siian, meritaimenen) ja nahkiaisen liikkuminen tulee olla mahdollista jokien alueilla ja kaloilla tulee olla riittävästi lisääntymisalueita.

Vesien- ja merenhoidon suunnitelmien lähtökohdat ja tavoitteet ovat varsin yhteneväisiä. Molemmat tähtäävät meriympäristön hyvän tilan saavuttamiseen. Koska suurin osa kuormituksesta on peräisin maalta, parantavat vesienhoidon toimenpiteet myös meren tilaa. Yhtymäkohtia on erityisesti rehevöitymisen ja haitallisten aineiden vähentämisessä. Kaikki valuma-alueita koskevat toimenpiteet esitetään vesienhoitosuunnitelmissa, mutta merenhoidon tavoitteet on otettu huomioon toimenpiteiden kohdentamisessa ja mitoituksessa. Merenhoitosuunnitelmaan sisältyy useita teemoja, joita ei käsitellä vesienhoitosuunnitelmissa (Taulukko 6-2). Näistä esimerkkejä ovat vedenalaisen melun vähentäminen ja luonnon monimuotoisuuden parantaminen. Vesienhoitosuunnitelman toteuttaminen edistää merenhoidon tavoitteiden saavuttamista Perämerellä yhdessä ympäröivien vesienhoitoalueiden suunnitelmien kanssa. Merenhoidon toimenpiteillä vähennetään etenkin ravinteiden ja haitallisten aineiden kuormitusta sekä roskaantumista. Monet kunnostustoimenpiteet edistävät lisäksi vaelluskalakantojen toipumista. Vesienhoidon toimenpiteillä on arvioitu olevan mahdollista saavuttaa merkittävä Perämeren tilaan vaikuttava kuormitusvähenemä yhdessä ympäröivien vesienhoitoalueiden suunnitelmien kanssa.

Laineen merituulivoimapuiston hanketta ei ole erikseen mainittu vesien- tai merenhoitosuunnitelmissa, vaikka toimialan kasvu on huomioitu.

Vesienhoitosuunnitelman toimenpiteet on jaoteltu sektoreittain. Tuulivoimalle ei ole esitetty varsinaisia sektorikohtaisia toimenpiteitä, mutta siihen suoraan liittyviä toimenpiteitä ovat maaperän happamuuden torjunta, vesistöjen kunnostuksen, säännöstelyn ja rakentamisen täydentävät toimenpiteet ja erityisesti vesirakentamisen haittojen vähentäminen.

Merenhoidon toimenpideohjelmassa tuulivoimarakentamista koskevia toimenpiteitä esitetään liittyen vedenalaisen melun vähentämiseen ja rajoittamiseen, merenpohjan fyysisten vahinkojen ja menettämisen vähentämiseen, merenpohjan biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseen, hydrografisten muutosten aiheuttamien häiriöiden estämiseen ja luontotyyppien ja elinympäristöjen suojeluun.

*Taulukko 6-2. Hankkeen vaikutus merenhoitosuunnitelmassa määriteltyihin meriympäristön hyvän tilan kuvaajiin (Korpinen ym. 2018).*

Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat		
Kuvaaja	Selitys	Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta
<b>Meriluonnon monimuotoisuus</b>	Luontotyyppien laatu ja esiintymisen ja lajien levinneisyys ja runsaus vastaavat vallitsevia fysiografisia, maantieteellisiä ja ilmastollisia oloja.	<p>Hyvää tilaa ei ole kaikilta osin saavutettu. Hyvässä tilassa olevia pohjan elinympäristöjä on pääasiassa Pohjanlahdella, missä ihmisen toiminnan aiheuttamat paineet ovat vähäisiä ja pohjanläheinen vesi on hapekasta</p> <p>Perämeren ja Merenkurkun avomerialueiden eläin- ja kasviplanktonyhteisöt ovat myös hyvässä tilassa.</p> <p>Merinisäkkäistä Itämerennorpan populaatio on Pohjanlahdella kasvanut, mutta lisääntyminen osoittaa heikkoa tilaa. Pyöriäistä esiintyy vain satunnaisesti eikä tila ole Suomen merialueilla hyvä.</p> <p>Meritaimenkantojen tila on erittäin heikko kaikilla merialueilla ja myös Perämeren vaellussiikakannat on arvioitu heikkoon tilaan.</p> <p>Merilinnut on Pohjanlahden osalta arvioitu hyvään tilaan.</p> <p>Kaikista luontodirektiivin liitteen I luontotyypeistä ainoastaan tyyppi "Ulkosaariston luodot ja saaret" on arvioitu suotuisaan tilaan, joka vastaa merenhoidon hyvää ympäristön tilaa. Muiden kohdalla suojelutaso on epäsuotuisa ja niiden kehityssuunta useimmissa tapauksissa heikkenevä.</p>

<b>Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat</b>		
<b>Kuvaaja</b>	<b>Selitys</b>	<b>Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta</b>
<b>Vieraslajit</b>	Ihmisen toiminnan välityksellä leviävien vieraslajien määrät ovat tasoilla, jotka eivät haitallisesti muuta ekosysteemejä.	Tila on vuonna 2018 pääosin hyvä Suomen merialueilla ja hyvä tila on mahdollista ylläpitää toteuttamalla olemassa olevia toimenpiteitä. Sen sijaan muualle Itämerelle on 2011–2016 kulkeutunut 12 uutta vieraslajia, joten koko Itämeren tasolla tila on heikko.
<b>Kaupalliset kalalajit</b>	Populaatiot ovat turvallisten biologisten rajojen sisällä siten, että populaation ikä- ja kokojakauma kuvastaa kannan olevan hyvässä kunnossa.	<p>Vuoden 2012 tila-arviossa hyvää tilaa ei kyetty arvioimaan kaupallisten kalalajien osalta tietopuutteiden vuoksi. Vuonna 2018 päivitettyssä hyvän tilan arviossa tila määritettiin kansainvälisesti kiintiöillä säädellyistä kalakannoista silakalle, kilohailille, turskalle, lohelle ja vaellussiihalle merialueittain niiden esiintymisen perusteella ja mikäli lajista on aineistoa. Muista kaupallisista ja lähinnä rannikkoalueella kalastettavista lajeista tila määritettiin kuhalle, Perämeren vaellussiihalle sekä ahvenelle.</p> <p>Nykytila on hyvä merkittävimpien kaupallisten kantojen kuten silakan ja kilohailin osalta sekä useimpien rannikon kaupallisten kalakantojen kohdalla. Perämeren osalta poikkeuksena vaellussiikakannat, joiden katsotaan olevan heikossa tilassa. Toinen merkittävistä Pohjanlahden lohikannoista (Simojoki) ei myöskään ole saavuttanut hyvää tilaa.</p> <p>Heikossa tilassa olevien kantojen kohdalla on käynnissä toimia, joiden avulla hyvä tila pyritään saavuttamaan lähivuosina.</p>
<b>Ravintoverkot</b>	Kaikki tekijät, siltä osin kuin ne tunnetaan, esiintyvät tavanomaisessa runsaudessaan ja monimuotoisuudessaan ja tasolla, joka varmistaa lajien pitkän aikavälin runsauden ja niiden lisääntymiskapasiteetin täydellisen säilymisen.	Suomen merialueilla ravintoverkon huiput ovat hyvässä tilassa, mutta ravintoverkon alemmilla tasoilla rehevöityminen on muuttanut lajikoostumusta. Vaikka tuottaja- ja kasvinsyöjäyhteisöt ovat häiriintyneet, ei ravintoverkon toiminnallisuus ole kuitenkaan muuttunut ja siksi ravintoverkkojen tilaa voidaan pitää hyvänä.

<b>Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat</b>		
<b>Kuvaaja</b>	<b>Selitys</b>	<b>Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta</b>
<b>Rehevöityminen</b>	Ihmisen aiheuttama rehevöityminen, erityisesti sen haitalliset vaikutukset, kuten biologisen monimuotoisuuden häviäminen, ekosysteemien tilan huononeminen, haitalliset leväkukinnat ja merenpohjan hapenpuute, on minimoitu.	Hyvää tilaa ei ole saavutettu. Suomen rannikkovesi- ja avomerialueet ovat rehevöitymistilan kokonaisarvion mukaan heikossa tilassa. Pohjanlahden avomerialueilla heikentynyt tila on seurausta ravinteiden määrästä ja suorista rehevöitymisvaikutuksista.  Vaikka kaikki merialueet ovat rehevöitymistilan kokonaisarvion mukaan heikossa tilassa, niin osalla avomeri- ja rannikkovesialueista ja niiden osa-alueista (vesimuodostumat) yksittäiset indikaattorit ilmentävät hyvää tilaa. Rannikkovesi-tyyppitasolla kokonaistyyppi ja/tai -fosfori sekä näkösyvyys täyttävät hyvän tilan tavoitearvot Merenkurkun ja Perämeren ulommilla rannikkovesillä. Avomerialueilla ravinneindikaattoreista vain epäorgaaninen fosfori ilmensi hyvää tilaa Perämerellä. Kasviplanktonin a-klorofyllin hyvän tilan tavoitearvo ei toteudu millään rannikkovesi- eikä avomerialueella.
<b>Merenpohjan koskemattomuus</b>	Suoraan tai epäsuorasti merenpohjaan kohdistuvat vaikutukset ovat sellaisella tasolla, että ekosysteemien rakenne ja toiminnot on turvattu ja pohjaekosysteemiin ei kohdistu haitallisia vaikutuksia.	Tila oli vuonna 2018 pääosin hyvä ja hyvä tila on mahdollista ylläpitää toteuttamalla olemassa olevia ja joitain uusia toimenpiteitä.
<b>Hydrografiset muutokset</b>	Olosuhteiden pysyvät muutokset eivät vaikuta haitallisesti meren ekosysteemeihin	Tila oli vuonna 2018 pääosin hyvä ja hyvä tila on mahdollista ylläpitää toteuttamalla olemassa olevia ja joitain uusia toimenpiteitä.
<b>Epäpuhtauksien (haitalliset ja vaaralliset aineet) pitoisuudet</b>	Pitoisuudet tasoilla, jotka eivät johda pilaantumisvaikutuksiin.	Hyvää tilaa ei ole saavutettu. Suomen merialueet ovat heikossa tilassa vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuuksien osalta, sillä bromattujen PBDE-palonestoaineiden pitoisuudet ylittyvät kaikilla merialueilla. Ihmisravintona käytettävien kalojen osalta tila on kuitenkin hyvä. Elohopean ympäristölaatunormi ylittyy muutamilla paikoilla esim. Perämeren pohjukassa.

Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat		
Kuvaaja	Selitys	Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta
<b>Kalojen epäpuhtaustasot</b>	Epäpuhtaustasot eivät ylitä lainsäädännössä tai muissa asioissa koskevilla normeilla asetettuja tasoja.	Ihmisravintona käytettävien kalojen tila on haitallisten aineiden osalta hyvä. Ihmisten altistuminen ravinnon kautta on selvästi vähentynyt. Vuoden 2016 tulosten mukaan dioksiinien pitoisuudet eivät aiheuta riskiä ihmisille. Myös raskasmetallien pitoisuudet merikalossa jäävät alle kynnyksarvojen. Luonnonkalojen syöntisuosituksia on kuitenkin edelleen syytä noudattaa, koska vaihtelut pitoisuuksissa voivat olla suuria johtuen kalojen kasvunopeudesta, kalan iästä sekä syötävän kalan kudoksesta.
<b>Meren roskaantumisen</b>	Ei aiheuta ominaisuuksiltaan eikä määrältään haittaa rannikko- ja meriympäristölle.	Tilaa ei vuonna 2012 kyetty arvioimaan tietopuutteiden takia. Vuonna 2018 roskaantumisen tilaa ei voitu arvioida johtuen puuttuvista hyvän tilan kynnyksarvoista ja aineiston vähyydestä. Vuodesta 2012 lähtien roskaantumista on selvitetty systemaattisesti keräämällä rantaroskaa eli makroroskaa (koko yli 2,5 cm), pohjaroskaa sekä pintaveden mikroroskaa (koko alle 5 mm).  Aineisto osoittaa selvästi roskaisempia alueita sekä roskaantumisen syitä.
<b>Energia ja melu</b>	Ei ole tasoltaan sellaista, että se vaikuttaisi haitallisesti meriympäristöön	Tilaa ei vuonna 2018 kyetty arvioimaan tietopuutteiden takia.

### 6.1.2 Veden laatu

Merenkurkun saaristo ulottuu Uudenkaarlepyyn eteläpuolelle muodostaen matalan saaristoisen rannikkoalueen Selkämeren ja Perämeren välissä. Merivesi virtaa suhteellisen voimakkaasti Merenkurkun muodostaman kynnyksen yli. Osa merivedestä, joka virtaa Selkämereltä, kääntyy länteen päin matalamman kynnyksen kohdalla. Merenkurkun etelä- ja pohjoisosan välillä myös veden suolapitoisuus laskee voimakkaasti.

Perämeren eteläosa alkaa olla järvimäisempää, suolapitoisuus on alhainen ja vesi on ruskeampaa ja humuspitoisempaa. Perämeren suolapitoisuus on enimmilläänkin vain noin 4 ‰, mikä johtuu maa-alueilta valuvan makean veden runsaasta määrästä. Joki-suilla suolapitoisuus voi olla hyvin alhainen. Perämeren happitilanne pysyy yleensä hyvänä johtuen heikosta kerrostuneisuudesta sekä Selkämereltä virtaavasta vedestä. Merenkurkun kynnyksen vuoksi Selkämereltä pääsee ainoastaan hapekasta päällysvettä Perämereen. (*Kronholm ym. 2005*)

Perämeressä kerrostuneisuus suolapitoisuuden mukaan on heikkoa ja epäselvää varsinaiseen Itämereen verrattuna, eikä juuri estä pystysuunnassa tapahtuvaa veden sekoitumista. Säännöllinen jäätyminen ja runsaat jokivedet saavat kuitenkin aikaan talvisin



toisenlaisen kerrostumisilmiön, missä merivettä kevyemmät jokivedet kasautuvat jokisuistoihin ja kerrostuvat laajalle alueelle meriveden päälle noin 1–5 metriä paksuna kerroksena jään alla. Pinta- ja alusveden suolapitoisuuden ero saattaa tällöin olla suuri, ja jokivesien mukanaan tuomat ainekset voivat kulkeutua kauas merelle. Avoveden aikana tuulet, meriveden korkeuden vaihtelut ja virtaukset sekoittavat vesimassat, eikä suola-kerrostuneisuutta pääse syntymään yhtä voimakkaana kuin talvella. Matalilla alueilla vedet sekoittuvat pohjaan asti, mikä aiheuttaa ajoittain jonkin verran samennusta.

Merenhoidon rehevöitymistilan kokonaisarvion mukaan mikään Suomen rannikkovesi- tai avomerialueista ei ole hyvässä tilassa, vaikka joissain vesimuodostumissa yksittäiset indikaattorit voivatkin ilmentävät hyvää tilaa (*Korpinen ym. 2018*). Rannikkovesityyp- pitasolla Merenkurkun ja Perämeren ulommissa rannikkovesissä kokonaistyyppi ja -fosfori tai molemmat täyttävät hyvän tilan tavoitearvot, mutta kasviplanktonin a-klorofyllin hyvän tilan tavoitearvo ei toteudu millään rannikkovesi- eikä avomerialueella. Perämeren avomerialueilla epäorgaaninen fosfori ilmentää kuitenkin hyvää tilaa. (*Korpinen ym. 2018*)

Perämerellä fosfori on kasviplanktontuotantoa rajoittava ravinne ulapalla ja usein myös rannikkovyöhykkeellä. Tilanne on päinvastainen kuin useimmilla muilla merialueilla, missä rajoittava ravinne on yleensä typpi. Veden suuret rauta- ja humuspitoisuudet aiheuttavat osaltaan pieniä fosfaattipitoisuuksia, sillä fosfori sitoutuu niihin ja sedimentoituu pohjaan. Runsashappinen alusvesi edistää fosforin sitoutumista pohjasedimenttiin. Tyypeä on Perämeressä tyypillisesti enemmän kuin Itämeren eteläisemmissä al- taissa, koska fosforirajoitteisuuden seurauksena kasviplankton ei kykene hyödyntämään koko typpivarastoa. Jokien vaikutusalueilla voi Perämerellä kuitenkin esiintyä ajoittain myös typpirajoitteisuutta.

Uusikaarlepyyn edustalla merialueen vedenlaatuun ja kerrostumiseen vaikuttavat Vöy- rinjoen, Lapuanjoen ja Kyrönjoen vedet ja alueelle tulee myös jonkin verran yhdyskun- tajätevesien kuormitusta. Pietarsaaren merialueelle tulee teollisuuden ja asutuksen jä- tevesikuormituksen lisäksi myös teollisuuden jäähdytysvesiä. Pietarsaaren edustalla vaikuttavat voimakkaasti myös Luodon-Öjanjärven makeavesialtaasta juoksutettavat humuspitoiset ja ajoittain happamat vedet.

Pietarsaaren edustalla mereen johdettavat käsitellyt jätevedet sekä jäähdytysvedet kul- keutuvat purkualueelta pääsääntöisesti pohjoisen suuntaan. Makeasta vedestä koostu- vat jätevedet pysyvät pintavesissä meriveden pysyessä pohjassa. Jäte- ja järvidesien vaikutukset näkyvät talvisin pintavedessä etenkin kohonneina väri- ja ravinnearvoina. Veden laadussa esiintyy kuitenkin talvisin voimakasta alueellista sekä myös vuosien vä- listä vaihtelua. (*Mykrä & Jutila 2021*).

Merituulivoimapuiston ja läjityspaikkojen alueelta ulkomerialueelta ei ole säännöllistä vedenlaadun seurantaa. Alueen hydrologisten olosuhteiden ja vedenlaadun voidaan kui- tenkin arvioida vastaavan yleisiä olosuhteita Merenkurkussa ja eteläisellä Perämerellä.

Lähimmät havaintoasemat, joilla on ollut säännöllistä näytteenottoa, ovat Uusikaarle- pyyn edustalla F15 ja Pietarsaaren edustalla P75 (Kuva 6-1). Merialueen vedenlaatua on tarkasteltu tarkemmin ympäristöhallinnon vedenlaaturekisterin (Vesla) vuosien 2011–2021 vedenlaatutietojen perusteella (Taulukko 6-3). Vedenlaatua on lisäksi tar- kasteltu Uusikaarlepyyn edustalla havaintopaikoilla U-5 ja Vav-61-5A (Kuva 6-1, Tau- lukko 6-3).

Veden suolaisuus on Uusikaarlepyyn ja Pietarsaaren edustan ulommilla alueilla noin 3– 4 ‰. Happitilanne on ollut ulkoalueella erinomainen, alimmillaan on pohjan lähellä

mitattu ajoittain loppukesäisin tasoa 70 % olevia hapen kyllästysasteita. Jokivedet nostavat ravinteiden, orgaanisen aineksen ja raudan pitoisuuksia pintakerroksessa, mutta ulommilla alueilla vaikutus on vähäinen. Ravinnepitoisuudet ovat ulommalla merialueella keskimäärin pieniä kuvastaen erinomaista tai hyvää tilaa. Levätuotannon määrää epäsuorasti kuvaavat a-klorofyllipitoisuudet, 2–4 µg/l, ovat ekologisen tilaluokituksen mukaisesti osin tyydyttävää tasoa. Tarkastelualueella veden laatu on keskimäärin paras lounaissuunnassa Ritgrundissa. Lähempänä rannikkoa ravinnetaso sekä kasviplankton-tulokset ilmentävät lievää rehevyyttä ja tyydyttävää/välttävää ekologista tilaa.

*Taulukko 6-3. Uusikaarlepyyn edustan (F15, U-5, Ritgrund N) ja Pietarsaaren edustan (P75) vedenlaadun keski- ja ääriarvot vuosina 2011–2021 (Suomen ympäristökeskus 2022). n = näytemäärä.*

	Syvyys m	Happi, liuk. mg/l	Happikyllästys %	pH	Saliniteetti ‰	Sähkönjohtavuus mS/m	Sameus FNU	Väri mg/l Pt	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Kok.N µg/l	NH-4- µg/l	NO2+3-N µg/l	Näkö-syvyys m	Chl-a µg/l
<b>P75 Pietarsaaren edusta (n = 11–30)</b>															
<b>ka</b>	<b>1</b>	<b>10,0</b>	<b>94</b>	<b>7,7</b>	<b>3,2</b>	<b>574</b>	<b>0,5</b>	<b>13</b>	<b>8,6</b>	<b>1,6</b>	<b>292</b>	<b>12</b>	<b>60</b>	<b>4,7</b>	<b>2,5</b>
<b>min</b>	1	8,6	88	6,3	2,7	486	0,12	7	4	1,0	150	2,0	2,0	2,6	1,2
<b>max</b>	1	13	96	8,0	3,5	630	1,1	35	15	5	750	62	200	7,5	5,2
<b>ka</b>	<b>15</b>	<b>11,0</b>	<b>90</b>	<b>7,6</b>		<b>545</b>	<b>0,8</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>303</b>	<b>59</b>	<b>14</b>		
<b>min</b>	14	8,3	67	7,2		460	0,3	6	1	1	190	2	2		
<b>max</b>	17	14,0	100	7,8		600	4,0	36	14	5	390	140	80		
<b>U-5 Uudenkaarlepyyn edusta (n = 13–15)</b>															
<b>ka</b>	<b>1</b>	<b>9,8</b>	<b>100</b>	<b>7,8</b>	<b>3,2</b>	<b>583</b>	<b>0,8</b>	<b>12</b>	<b>7,5</b>	<b>1,9</b>	<b>232</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>4,1</b>	<b>2,3</b>
<b>min</b>	1	8,6	93	7,8	2,9	540	0,43	8	1,5	1,0	110	1,0	2,0	2,4	1,0
<b>max</b>	1	10,6	110	7,9	3,5	640	1,5	20	13	3,5	270	22	34	6,0	3,6
<b>ka</b>	<b>21</b>	<b>9,9</b>	<b>89</b>	<b>7,6</b>	<b>3,4</b>	<b>617</b>	<b>0,7</b>	<b>11</b>	<b>7,3</b>	<b>2,0</b>	<b>254</b>	<b>19</b>	<b>39</b>		
<b>min</b>	20	8,5	81	7,5	3,1	560	0,3	8	4	1	220	5	9		
<b>max</b>	22	11	100	7,8	4,0	720	1,3	15	13	3,5	320	30	76		
<b>F15 (n = 8–12)</b>															
<b>ka</b>	<b>1</b>	<b>12,4</b>	<b>105</b>	<b>8,1</b>	<b>3,3</b>				<b>20</b>	<b>2,5</b>	<b>231</b>	<b>1,6</b>	<b>27</b>	<b>5,3</b>	<b>3,6</b>
<b>min</b>	1	9,3	94	7,8	3,0				7	0,8	164	1,0	2	4	1,8
<b>max</b>	1	13,9	120	8,4	4,0				13	7	288	3,0	103	7	5,0

	Syvyys m	Happi, liuk. mg/l	Happikyllästyys %	pH	Saliniteetti ‰	Sähkönjohtavuus mS/m	Sameus FNU	Väri mg/l Pt	Kok.P µg/l	PO4-P µg/l	Kok.N µg/l	NH-4- µg/l	NO2+3-N µg/l	Näkö-syvyys m	Chl-a µg/l
<b>ka</b>	<b>47</b>	<b>11,3</b>	<b>89</b>	<b>7,8</b>	<b>4,4</b>				<b>15</b>	<b>6,4</b>	<b>248</b>	<b>7</b>	<b>46</b>		
<b>min</b>	46	8,8	77	7,6	3,8				10	0,8	187	1	17		
<b>max</b>	48	12,9	97	7,9	4,9				24	14,1	293	19	97		
<b>Vav-6 I-5A (n = 18-27)</b>															
<b>ka</b>	1	10,5	98	3,3	606	0,9	11	6,9	1,8	257	5,6	35	4,7	1,8	1
<b>min</b>	1	8,6	86	2,8	520	0,23	5	4,5	1,0	210	2	2	3,3	0,5	1
<b>max</b>	1	14	120	3,7	670	6,4	15	10	3,6	350	18	130	6,5	3	1
<b>ka</b>	17,9	10,3	89	3,5	643	0,6	10	7,6	2,0	278	12	50	3,5		17,9
<b>min</b>	17	8,6	78	3,1	580	0,1	8	3,7	1,0	220	1	16	0,0		17
<b>max</b>	18,5	14	98	3,9	700	1,4	15	12	4,0	490	26	120	3,9		18,5

### 6.1.3 Meriveden korkeus, virtaukset ja aaltojen korkeus

Veden pääkiertoliike Perämeren pohjukassa on Suomen rannikkoa pohjoiseen ja Ruotsin rannikkoa etelään. Paikallisesti virtaukset määräytyvät pohjan ja rantavyöhykkeen morfometrian, jokivirtaamien, tuuliolosuhteiden sekä meriveden pinnankorkeusvaihteluiden mukaan.

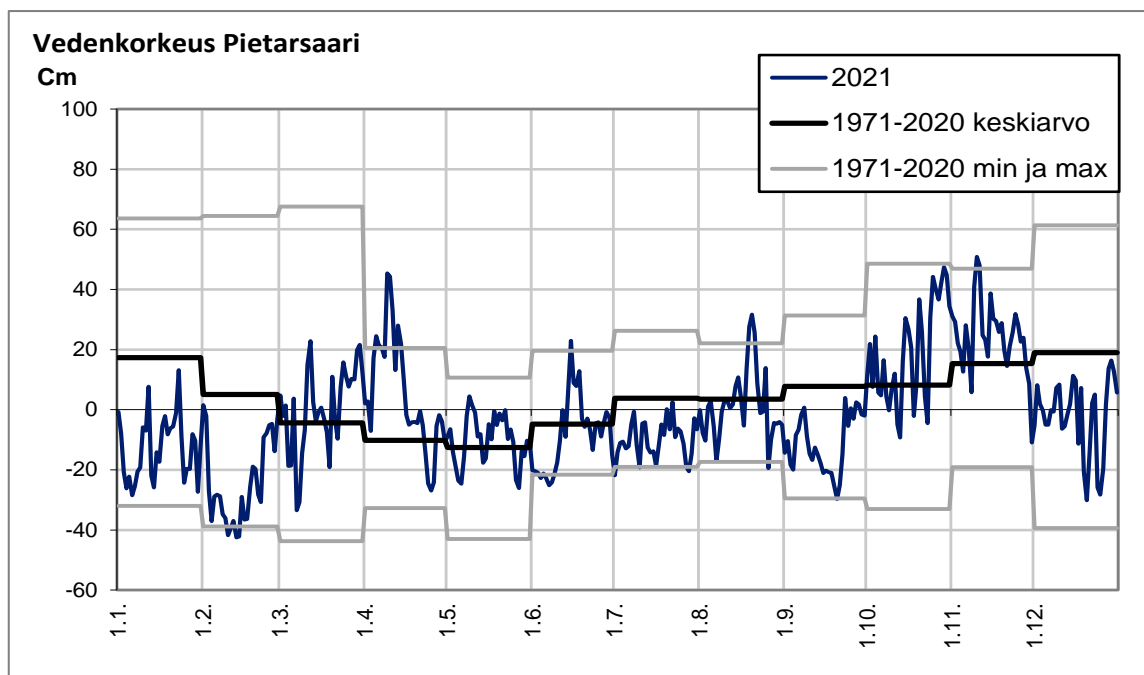
Perämeressä tuuli on merkittävin virtauksia aiheuttava tekijä avovesiaikana ja virtausten suunta ja voimakkuus vaihtelee suuresti. Yleensä virtaus on matalilla alueilla tuulen suuntaista, kun taas vesialueen syvemmissä osissa virtaus on vastakkaissuuntainen. Talvella virtauksia aiheuttavat lähinnä jokivirtaamat sekä ilmanpainevaihtelusta ja Perämeren vesimassan ominaisheilahtelusta johtuvat vedenkorkeuden muutokset. Itämerellä pintakerroksen hetkelliset virtausnopeudet ovat tyypillisesti 5–10 senttimetriä sekunnissa, mutta kovilla myrskyillä virtaukset voivat olla 50 senttimetriä sekunnissa. Syvemmällä virtaukset ovat yleensä hitaampia kuin pintakerroksessa, tyypillisesti muutamia senttimetrejä sekunnissa.

Vedenkorkeuden vaihtelut Perämerellä aiheutuvat pääasiassa tuulista, ilmanpaineesta ja jokien tuomasta vesimäärästä. Yleensä veden pinta on Perämerellä korkealla myöhäissyksyllä ja laskee kevättalvea kohti. Sen jälkeen pinta alkaa nousta, kunnes saavuttaa syksyisen tasonsa. Pohjoistuulilla vesi on alhaalla ja etelätuulilla korkealla. Etelä- ja lounaistuulilla merivesi kerääntyy Perämeren pohjukkaan. Lyhytaikaiset vaihtelut ovat kuitenkin suuria ja esimerkiksi kovat tuulet saattavat nostaa veden pintaa nopeasti.

Merenkurkussa virtaa suuria määriä vettä Selkämeren ja Perämeren välillä. Ulos virtaa pääasiassa vähäsuolaista pintavettä ja sisään Selkämeren suolaisempaa vettä.

Perämerellä ja Merenkurkussa maanpinta kohoaa jatkuvasti, mistä johtuen rannikkoalue mataloituu koko ajan.

Lähin merivedenkorkeuden mittausasema sijaitsee Pietarsaareissa. Mittausten perusteella pinnankorkeus on vuosina 1971–2020 ollut korkeimmillaan 1,4 m ja alimmillaan -1,1 teoreettisen keskiveden suhteen. Keskimääräiset vedenkorkeusvaihtelut ovat huomattavasti pienempiä (Kuva 6-2).



Kuva 6-2. Merivedenkorkeus Pietarsaareissa 2021 sekä pitkän ajan (1971–2020) kuukausiarvot (Ilmatieteen laitos 2022a).

Ilmatieteenlaitos mittaa aallonkorkeuksia poijuilla avovesikautena, mutta Perämeren osalta mittausaineistossa on katkoja. Havaintojen mukaan Perämerellä korkein, vuonna 2018 mitattu merkitsevä aallonkorkeus oli 4,6 metriä (Ilmatieteen laitos 2022b). Korkein yksittäinen aalto oli tällöin arvion mukaan noin 8 metriä.

#### 6.1.4 Jääolot

Pohjoisesta sijainnista ja pienestä suolapitoisuudesta johtuen Perämeri jäätyy yleensä talvisin kokonaan. Merenkurkussa ja Perämeren eteläosassa jäätalvea kestää keskimäärin 3–4 kuukautta. Yleensä jään muodostuminen alkaa joulukuun alkupuolella ja jäät ovat lähteneet huhtikuun aikana. Jääpäivien lukumäärä oli alueella vuosina 1991–2020 keskimäärin noin 110–140 päivää (Ilmatieteen laitos 2021a).

Merellinen jääpeite on rannikolla ja saaristossa kiintojäätä ja muualla ajojäätä. Kiintojää on ehyttä ja tasaista, ja se pysyy vakaana alku- ja loppupalvea lukuun ottamatta. Kiintojää kasvaa alapinnastaan meriveteen teräsjääksi ja yläpinnastaan lumisohjioon kohvääksi.

Tuulet ja merivirtaukset muokkaavat jäätä erityisesti ulkosaaristossa ja ulkomerellä. Erityisesti lounaasta puhaltava kova tuuli voi rikkoa jäätä ja kasata sitä Suomen puolelle. Jäävallit muodostuvat erikokoisista jäälautoista. Vallit voivat olla hyvinkin korkeita, jolloin ne ulottuvat myös vedenpinnan alle. Ahtojääkasoja muodostuu erityisesti karioiden päälle. Toisinaan tuulet ajavat kiintojään rannalle korkeiksi valleiksi. Myös leveän rakenteen edustalle voi syntyä jääkasaumia.

Ahtojääkasaumat muokkaavat voimakkaasti saarten rantoja ja matalia pohjia. Yleensä vaikutus kuitenkin ulottuu vain muutaman metrin syvyyteen. Muita jäämuodostumia ovat nk. lautasjää, joka muodostuu lumesta ja jääsohjosta aaltojen vaikutuksesta, sekä tumma ja hohkainen haurasjää. (*Kronholm ym. 2005*)

## 6.1.5 Vedenalaiset luontotyypit, vesikasvillisuus ja pohjaeliöstö

### Luontotyyppien ja lajien esiintyminen merialueella

Merenkurkku on hyvin matalaa aluetta ja merenpohjalle ovat tyypillisiä lohkareiset moreenimuodostumat kuten de Geer-moreenikentät. Maankohoaminen muokkaa Merenkurkun merenpohjaa paljastaen syvemmillä olevia merenpohjan kerrostumia virtauksien, aallokon ja jään kulutettavaksi. Matalilta rannoilta kuluva aines kulkeutuu kauemmaksi syvempiin vesiin ja kerrostuu merenpohjalle. Rantaviiva siirtyy ulapalle päin, ja elinympäristöt muuttuvat niin veden alla kuin rannikollakin. Maankohoamisen myötä merenlahdet kuroutuvat ensin umpinaisiksi merenlahdiksi, fladoiksi ja lopulta kluuvijärviksi (*Kallio ym. 2019*).

Merenpohjan pinnanmuodot seuraavat pääasiassa kallioperän pintaa, ja alue on suhteellisen tasainen. Paikallista pienimuotoista morfologiaa ja syvyyttä hallitsevat moreenimuodostumat. Kovilla pohjilla olevat kohoumat ovat Merenkurkun alueen tyypillisin geomorfologinen piirre. Hiekka- ja sora-alueita esiintyy Merenkurkun alueella vain vähän. Pohjan laatu on kokonaisuudessaan hyvin monimuotoinen. Alueella on voimakkaita virtauksia, joiden vuoksi pehmeitä pohjatyyppejä, kuten liejupohjia, on vain vähän. Kallion tai kivien muodostamia riuttoja peittää rakkohaurukasvusto (*Kallio ym. 2019*).

Merenkurkun kohdalla meriveden suolapitoisuus muuttuu nopeasti, mikä vaikuttaa luontotyyppeihin ja lajiston esiintymiseen. Monia suolaisen veden lajeja esiintyy vielä Merenkurkussa, mutta sen pohjoispuolella lajisto korvautuu makeanveden lajeilla. Näin ollen Merenkurkussa esiintyy sekä Selkämerelle että Perämerelle tyypillisiä lajeja. Vedenalaiset biotoopit ja lajit vaihtelevat riippuen siitä ollaanko pohjoisessa vai eteläisessä Merenkurkussa. Suolapitoisuuden vaihtelun johdosta Merenkurkussa voi löytää erikoisia yhdistelmiä vedenalaislajeja, jotka kasvavat vierekkäin: esim. makeanveden laji näkinsammalta (*Fontinalis* sp.) ja suolaisen veden lajia rakkohaurua (*Fucus vesiculosus*). Merenkurkussa esiintyy Itämerelle endeemistä levälajia itämerenaurua (*Fucus radicans*). Merenkurkun pohjaeläinyhteisö on vähälajinen. Pohjaeliöstön biomassa määräytyy suurelta osin suolapitoisuuden, lämpötilan ja kasviplanktonin tuotannon mukaan.

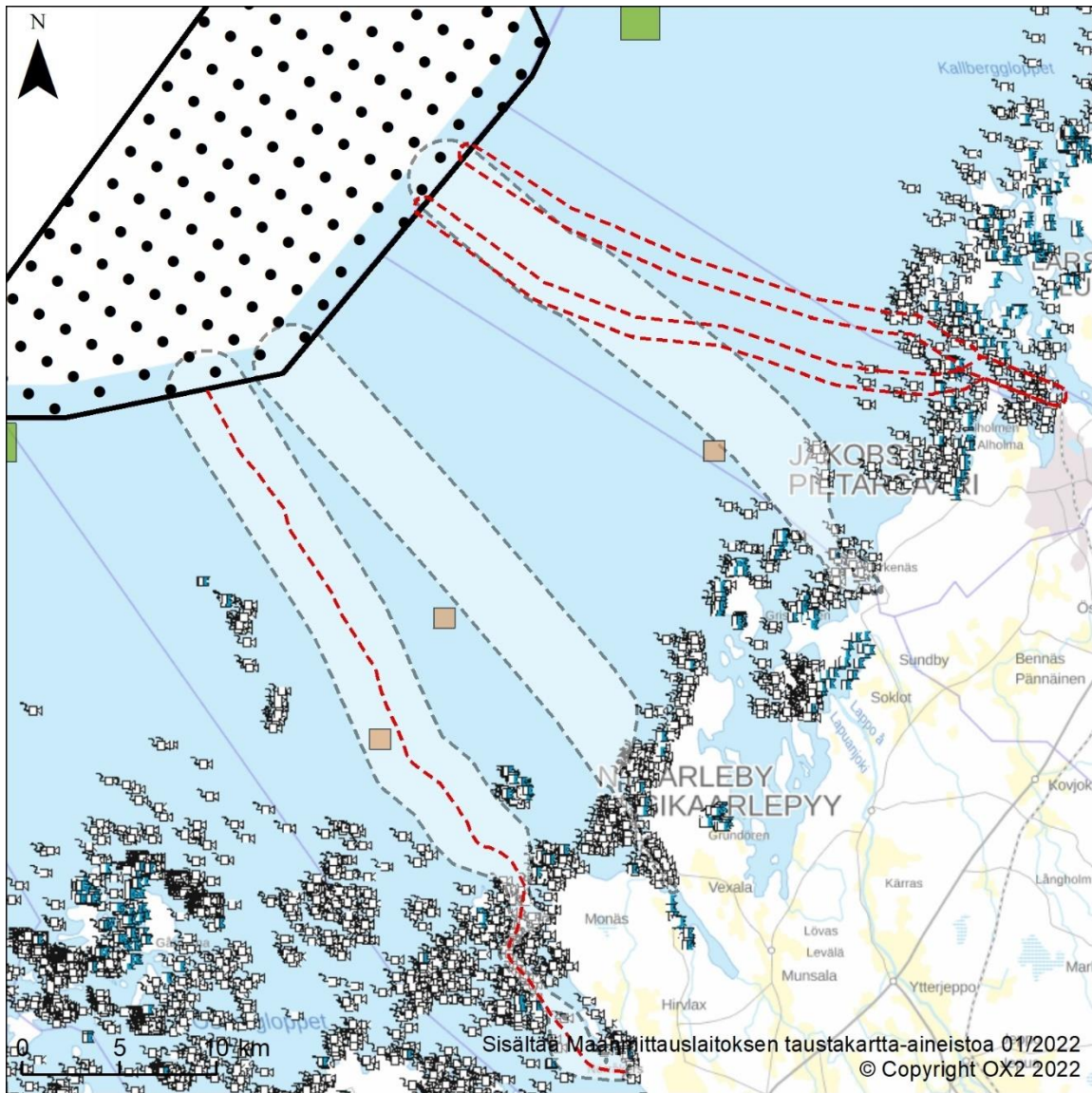
Suomen merenhoitosuunnitelman uusimmassa tila-arviossa (*Korpinen ym. 2018*) merenpohjan pohjaeläinyhteisöjen, vesikasvien sekä pohjanläheisen happitilanteen tilaa on arvioitu erilaisten indikaattorien avulla. Merenpohjan pohjaeläinyhteisöjen, vesikasvien sekä pohjanläheisen happitilanteen perusteella arvioituna Merenkurkun avomerialueiden pohjan tila on hyvä, kuten myös rannikkovesialueillakin keskimäärin (*Korpinen ym. 2018*).

Makroleväyhteisöt rakkohaurun alakasvurajan perusteella arvioituna ovat hyvässä tilassa vain Merenkurkun ulkosaaristossa kaikki Suomen merialueet huomioon ottaen

---

(Korpinen ym. 2018). Merenkurkku muodostaa luontaisen rajan makrolevien esiintymiselle, joten Perämereltä raukkohaurut puuttuvat.

VELMU-hankkeessa Perämeren rannikkoalueiden vedenalaista luontoa on kartoitettu varsin kattavasti (Kuva 6-3), joten merikaapeleiden ja vetyputkien tutkimuskäytävien alueilta on olemassa varsin paljon tietoa alueella esiintyvistä vesikasvi-, levä- sekä pohjaeläinlajistosta. Merituulivoimapuiston alueelta kartoitustietoa ei ole.



- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Hankealue / Projektområde          | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk       | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   |  |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning |  |
| Eteläinen vetyputkireitti          |  |

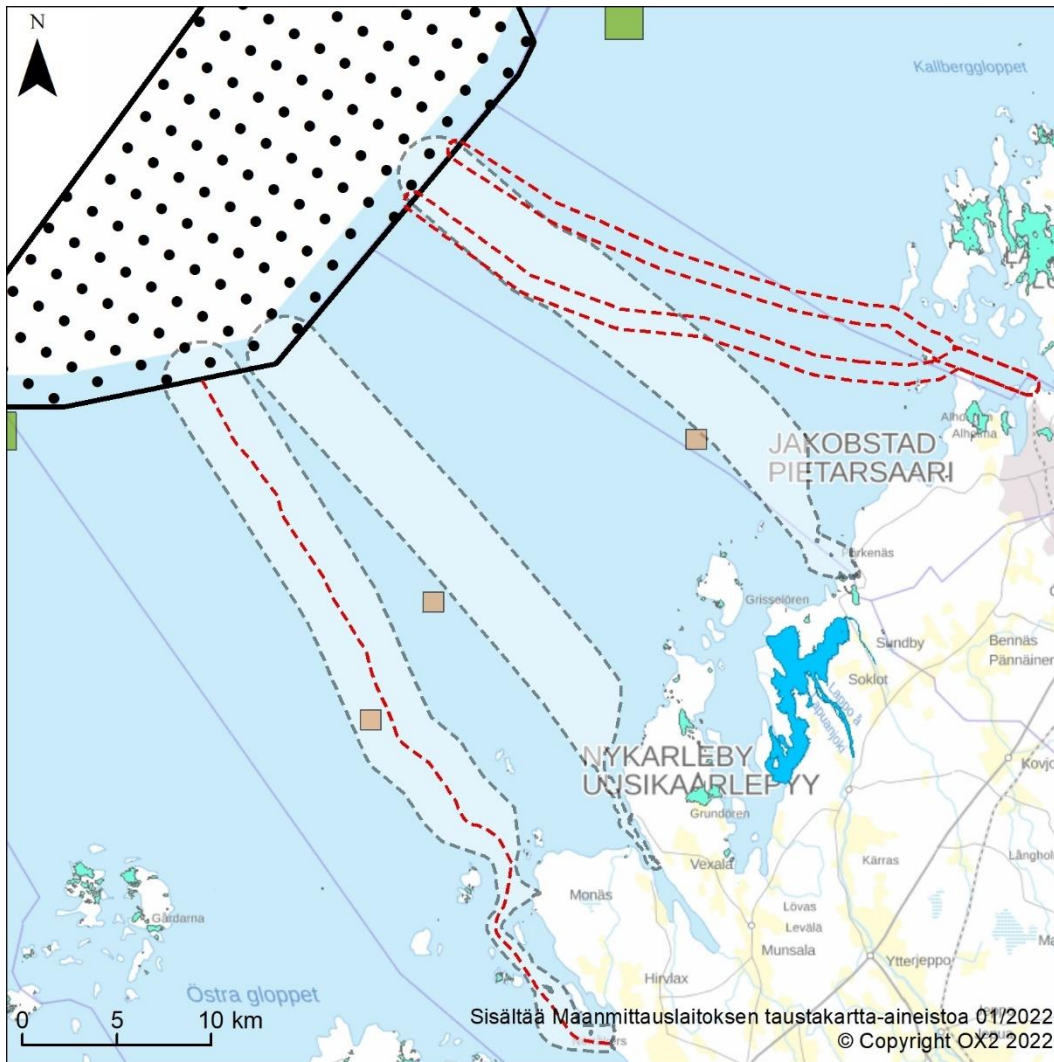
Kuva 6-3. Velmu-hankkeessa kartoitetut sukellus- ja videopisteet (drop-video ja ROV) (VELMU-karttapalvelu 2022).

Luontotyyppejä suojellaan lainsäädännöllä sekä erilaisten kansainvälisten sopimusten kautta. Luontodirektiivin liitteen I mukaisista ensisijaisesti suojeltavista Natura-luontotyypeistä kuusi on vedenalaisia meriluontotyyppejä: rannikon laguunit (1150), laajat matalat lahdet (1160), kapeat murtovesilahdet (1650), riutat (1170), vedenalaiset hiekkasärkät (1110) ja jokisuistot (1130).

Merenkurkun sekä Perämeren riuttojen ja hiekkasärkkien esiintymistä on mallinnettu vuonna 2015 perustuen mm. SYKEN laatimaan merialueiden syvyysmalliin sekä GTK:n pohjanlaatuaineistoon (*Kaskela & Rinne 2018*). Hankealue kuuluu pääosin Perämeren mallinnusosa-aluejakoon. Perämereltä on yleisesti ottaen saatavilla hyvin vähän tarkkaa merigeologista peruskartoitusaineistoa. Hiekka- ja sorapohjat ovat yleisempiä Perämerellä kuin muilla Suomen merialueilla. Alueella on niin laajoja hiekkakenttiä kuin harjumuodostumiakin ja täten potentiaalisiksi hiekkasärkiksi arvioituja muodostumia. Alueella on myös jonkin verran moreenipeitteisiä pohjia, mutta ei juuri lainkaan vedenalaisia kalliopaljastumia. Suurin osa riuttamaisista kohoumista ovat moreenia (*Kaskela & Rinne 2018*). Alle 20 metrin syvyydessä Perämerellä ei juurikaan esiinny kasvillisuutta tai pohjaeläimistöä (esim. sinisimpukkaa), joita pidetään edellytyksenä etenkin riuttojen määrittämiselle Natura-luontotyyppiä (*Airaksinen & Karttunen 2001*). Potentiaalisia riutaympäristöjä esiintyy erityisesti hiekka-alueiden ulkopuolella kovilla pohjilla, mutta myös hiekka-alueiden sisällä (*Kaskela & Rinne 2018*). Merenkurkussa potentiaalisia hiekkasärkkiä esiintyy mallinnuksen mukaan vain ulkomerellä Vaasan saariston pohjoispuolella. Alueella on paljon potentiaalisia riuttoja, mikä johtuu moreenimuodostumien yleisyydestä. Hiekkapohjia alueella ei juurikaan ole. VELMU-hankkeessa mallinnettuja riuttoja ja hiekkasärkkäympäristöjä ei enää voida esittää karttakuvissa, sillä aineisto on otettu pois julkisesta jaosta ja käytöstä.

Muista edellä mainituista luontodirektiivin luontotyypeistä merikaapeleiden ja vetypukkien tutkimuskäytävien lähialueilla esiintyy laajoja matalia lahtia, jokisuistoja ja rannikon laguuneja (Kuva 6-4).



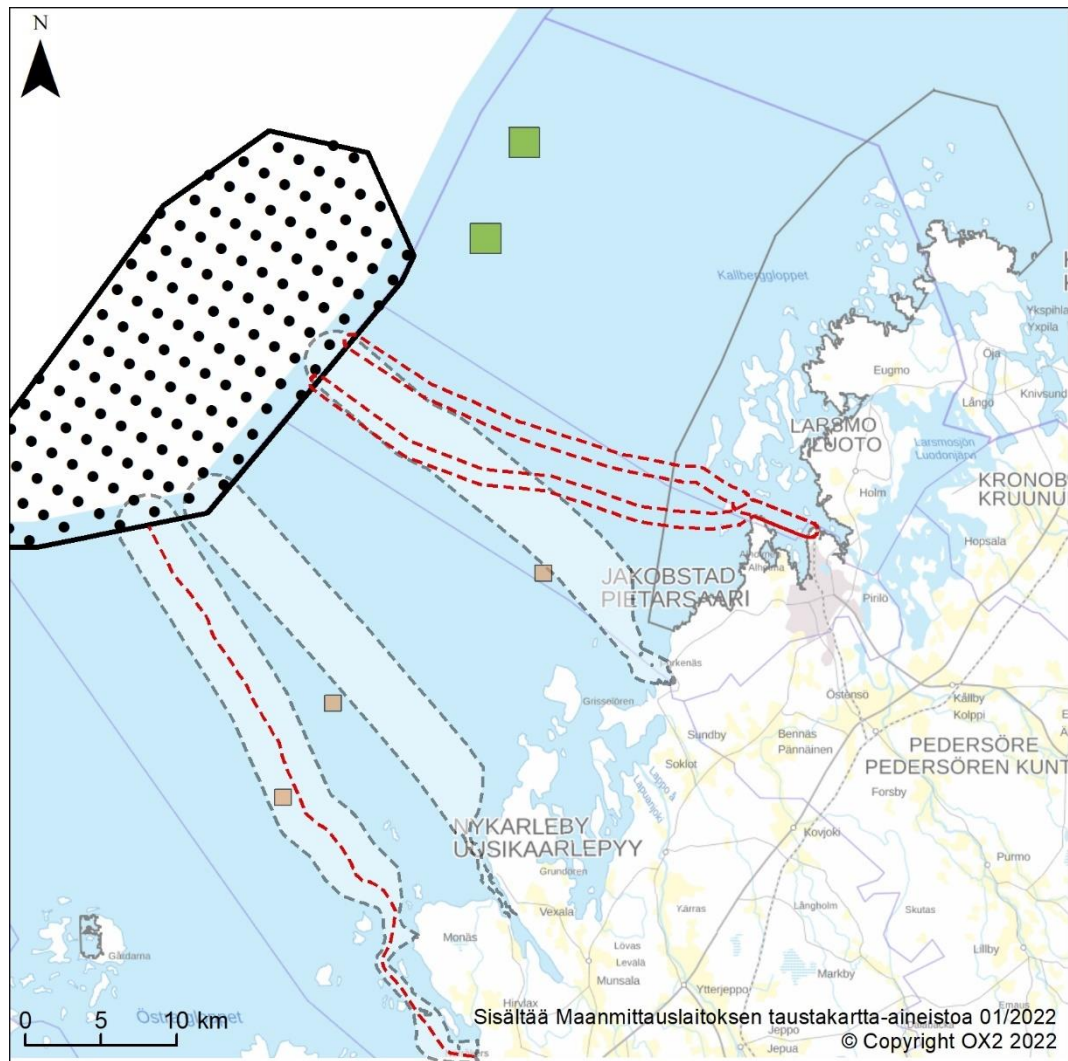


- |  |                              |
|--|------------------------------|
| Hankealue / Projektområde                        | Jokisuistot (1130)           |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk                     | Rannikon laguunit (1150)     |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt                 | Laajat matalat lahdet (1160) |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning               |                              |
| Eteläinen vetyputkireitti                        |                              |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |                              |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |                              |

Kuva 6-4. Laguunien, jokisuistojen ja matalat lahdet-luontotyyppiin sijainti (VELMU-karttapalvelu 2022).

Suomen ekologisesti merkittävistä vedenalaisista meriluontoalueista (EMMA-alueet) Luodon saariston EMMA-alue (EMMA\_KPO\_120) sijoittuu merikaapelivaihtoehdon MVE3 sekä vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 lähialueelle (Kuva 6-5) (Lappalainen ym. 2020). Luodon saariston EMMA-alueen luontoarvoina ovat erityisesti kalakannat. Alue on luontoarvoiltaan erittäin monipuolinen ja arvokas näyte Merenkurkun ja Perämeren

vaihtumisvyöhykkeen saaristoluonnosta. Alue on kokonaisuudessaan merkittävää kutaletta muikulle, ahvenelle sekä merikutuiselle siialle. Alueen eteläosan Fäboda-Mäskärin alue on hyvin tärkeä alue voimakkaasti taantuneelle suolayrtille (*Salicornia europaea*), joka on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi lajiksi (EN) (Hyvärinen ym. 2019). Suolayrttiä esiintyy paikoitellen myös Pietarsaaren ja Uusikaarlepyyn alueilla hiekkaisilla merenrantaniityillä (mm. Pohjanmaan vesi ja ympäristö 2021).



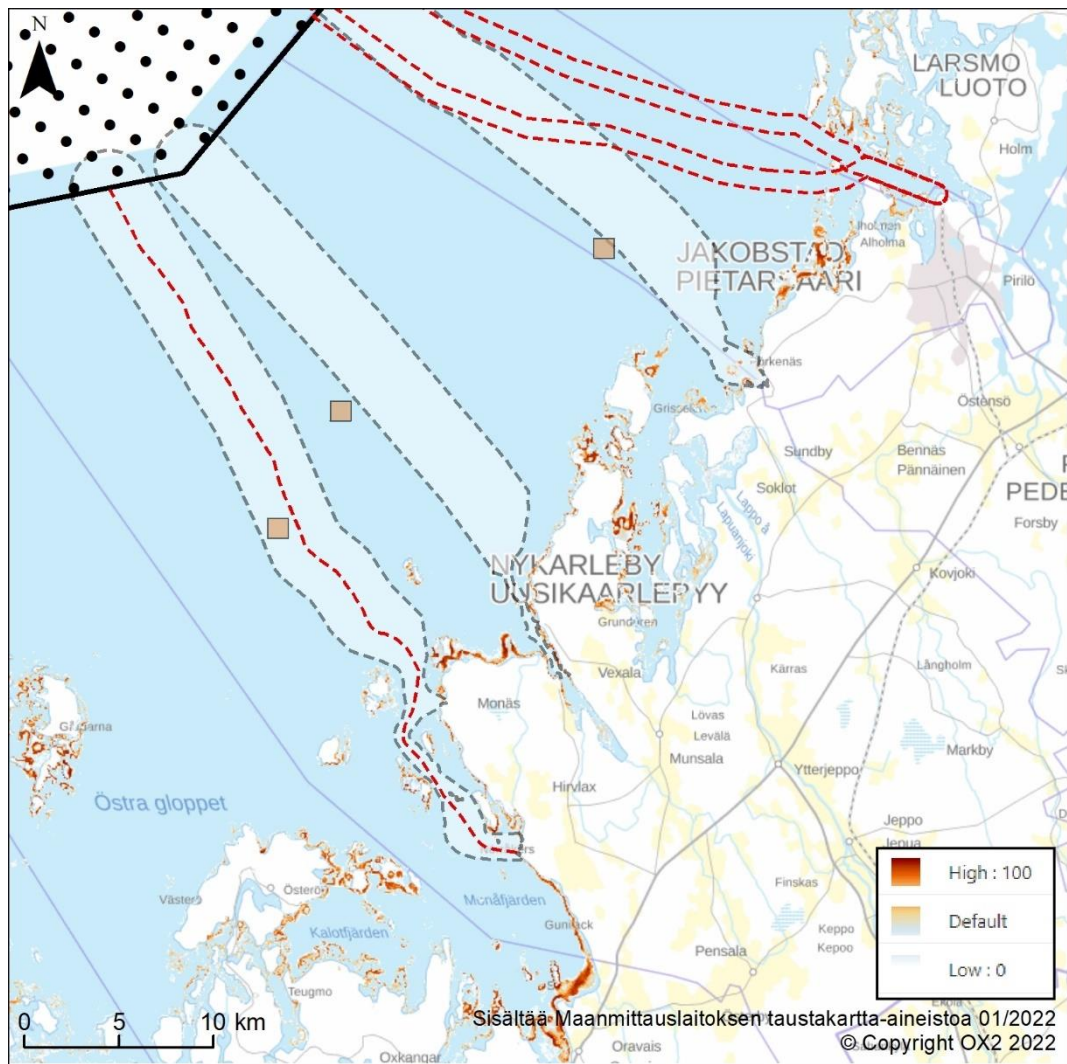
- Hankealue / Projektområde
- Tuulivoimala / Vindkraftverk
- Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt
- Vetyputkireitti / Vätgasrörledning
- Eteläinen vetyputkireitti
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit
- Suomen ekologisesti merkittävät vedenalaiset meriluontoalueet (EMMA)

Kuva 6-5. EMMA-alueet (harmaan viivan rajaama alue) (VELMU-karttapalvelu 2022).

Vuonna 2018 julkaistussa Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa (*Kontula & Raunio 2018*) arvioiduista Itämeren luontotyypeistä vaarantuneiksi (VU) arvioitiin suo-  
jaisat näkinpartaispohjat, meriajokaspohjat, fladat sekä kluuvit. Erittäin uhanalaisiksi  
(EN) luontotyypeiksi arvioitiin haurupohjat, punaleväpohjat, suursimpukkapohjat, val-  
kokatka-merivalkokatkapohjat sekä jokisuistot (myös luontodirektiivin luontotyyppi).

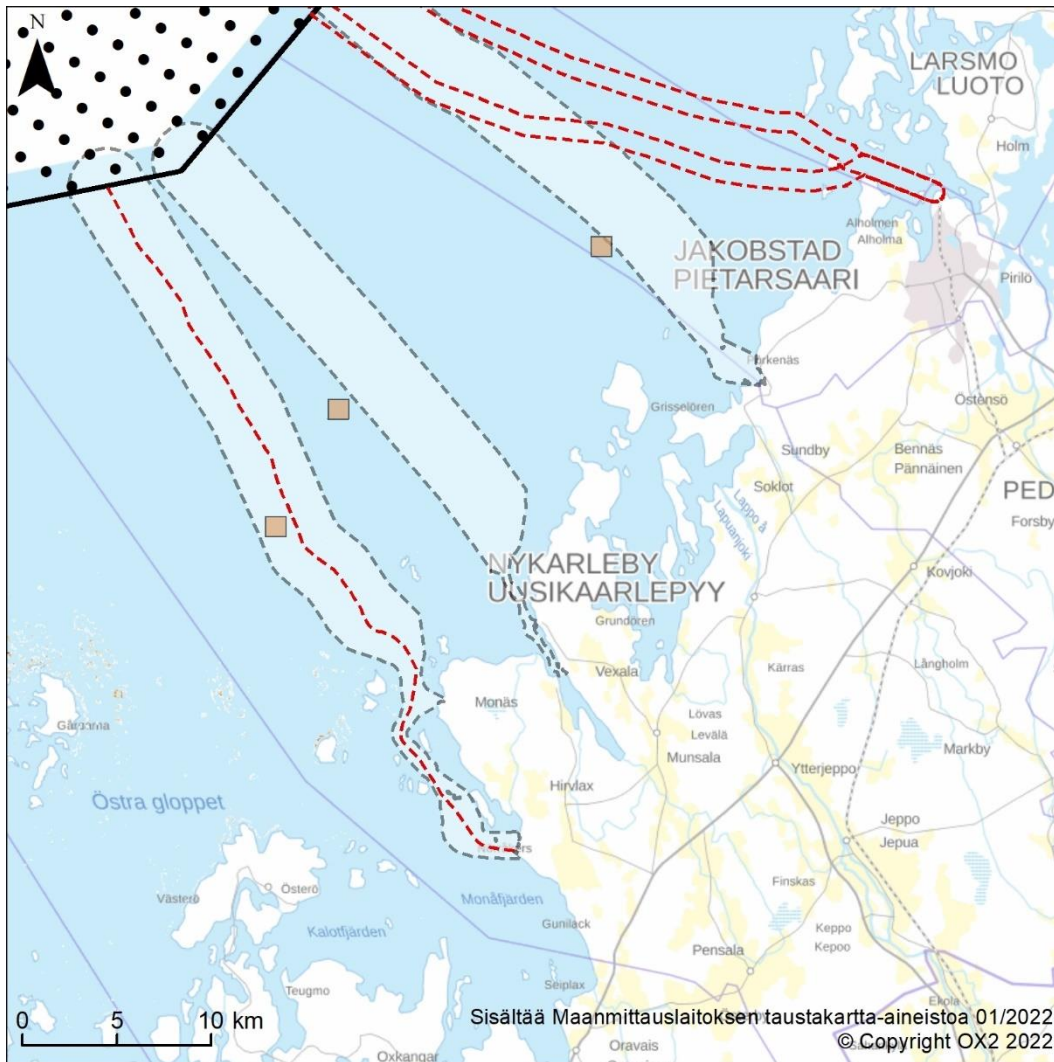
Suojaisia näkinpartaispohjia esiintyy VELMU-hankkeessa tehtyjen todennäköisyysmal-  
lien perusteella kaikkien reittivaihtoehtojen alueella, erityisesti rannikon lähellä ja ma-  
talikoilla (Kuva 6-6). Luontotyyppi sijoittuu tyypillisesti hyvin suojaisille paikoille. Luon-  
totyyppi esiintyy usein osana fladoja ja voi esiintyä esim. ruovikoiden aukkopaikoissa.  
Suojaisat näkinpartaispohjat vaihtuvat useimmiten putkilokasvien vallitsemiksi poh-  
jiksi (*Kontula & Raunio 2018*). Suojaisilla rannikkoalueilla Merenkurkussa esiintyy myös  
rauhoitettua meriuposkuoriaista (*Macrolea pubipennis*), joka on EU:n luontodirektiivin  
liitteen II laji ja ns. vastuulaji Suomelle. Viimeisimmän uhanalaisarvioinnin perusteella  
laji on luokiteltu silmälläpidettäväksi (*Hyvärinen ym. 2019*). Laji suosii puhtaita hiekka-  
pohjia ja esiintyy 30–120 cm syvyisissä rantavesissä järviruoko- ja kaislavyöhykkeen  
ulkopuolella, pääasiassa hapsividalla. Merikaapelin ja vetyputken vaihtoehtoisten ran-  
tautumispaikkojen matalimmat osat voivat olla lajille potentiaalisia elinympäristöjä. Ha-  
vaintoja on olemassa Pietarsaaren edustalta 1940-luvulta (*Suomen lajitietokeskus  
2022*).

Uhanalaisista luontotyypeistä tutkimuskäytävien alueella voi rannikolla esiintyä fladoja  
ja kluuveja. Varsinaisia haurupohjia ei esiinny Merenkurkussa Vaasan pohjoispuolella.  
Myöskään meriajokaspohjia ei esiinny Merenkurkun merialueella. Myös varsinaisia pu-  
naleväpohjia esiintyy tehtyjen mallinnusten perusteella vain vähäisissä määrin lähinnä  
Uusikaarlepyyn edustalla (Kuva 6-7). Suursimpukkapohjien luontotyyppiä esiintyy lai-  
kuittaisesti koko rannikon vähäsuolaisissa jokisuistoissa ja sisälahdissa. Luontotyyppin  
esiintymistä ei ole kuitenkaan tarkempia julkisesti saatavilla olevia tietoja. Valkokatka-  
merivalkokatkapohjia esiintyy Velmu-hankkeissa tehtyjen todennäköisyysmallien pe-  
rusteella koko Merenkurkun merialueella, joten pohjia todennäköisesti esiintyy sekä me-  
rituulivoimapuiston sekä reittivaihtoehtojen alueella.



- Hankealue / Projektområde
- Tuulivoimala / Vindkraftverk
- Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt
- Vetyputkireitti / Vätgasrörledning
- Eteläinen\_vetyputkireitti
- Vaihtoehdotiset läjitysalueet / tuulipuisto
- Vaihtoehdotiset läjitysalueet / merikaapelireittit

Kuva 6-6. Suojaisten näkinpartaispohjien esiintyminen (kuvan asteikko esiintymistodennäköisyys-%) (VELMU-karttapalvelu 2022).



- |  |     |
|--|-----|
| Hankealue / Projektområde                        | 100 |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk                     | 85  |
| Merikaapeliteitti / Sjøkabelrutt                 | 65  |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning               | 40  |
| Eteläinen vetyputkireitti                        | 20  |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       | 0   |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapeliteitit |     |

Kuva 6-7. Potentiaalisten punaleväpohjien esiintyminen (kuvan asteikko esiintymistodennäköisyys-%) (VELMU-karttapalvelu 2022).

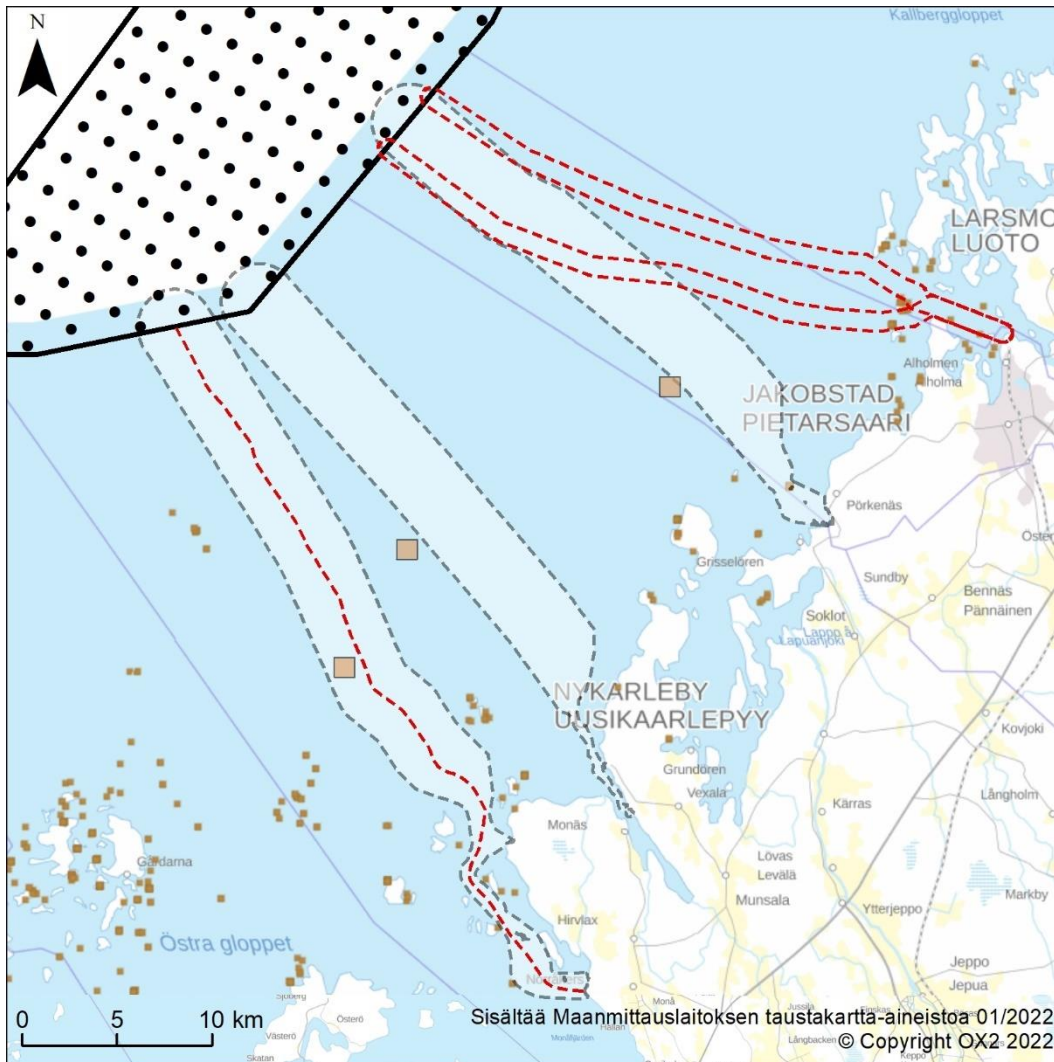
### Vesikasvillisuus/Makrofyytit

Merenkurkun suolapitoisuusgradientti vaikuttaa makrokasvillisuuteen. Rakkohaurun pohjoinen levinneisyysraja on Valassaarten ja Kronörenin korkeudella Merenkurkussa,

---

joten hankealueella rakkohaurua ei enää esiinny. Merenkurkun alueella pohjalla kasvaa rihmaleviä, jotka ovat usein piilevien peitossa. Rihmalevistä Merenkurkussa esiintyy mm. ahdinpallero (*Aegagrophila linnaei*), ruskolevistä pilviruskolevää (*Pilayella littoralis*) ja lettiruskolevää (*Ectocarpus siliculosus*). Merellisten lajien osuus vähenee pohjoiseen mentäessä ja sen myötä myös puna- ja ruskolevien osuus. Voimakkaan jääeroosion vuoksi yksivuotiset levät selviävät monivuotisia lajeja paremmin (*Ympäristöhallinto 2022*). Merenkurkun vesikasvillisuutta kuvataan myös edeltävissä kappaleissa.

Velmu-kartoituksissa esiintyneitä vesikasvi- ja levälajeja on esitetty Kuva 6-8. Kartoitusten perusteella Uusikaarlepyyn edustan saaristossa on myös uhanalaisen paunikon (*Crassula aquatica*) esiintymispaikkoja. Vaarantuneeksi (VU) (*Hyvärinen ym. 2019*) luokiteltu laji kasvaa veden rajassa pääasiassa liejuisilla pohjilla.



- |  |   |
|--|---|
| Hankealue / Projektområde                        | Letkulevät ( <i>Vaucheria</i> sp.)  |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk                     | Punahelmilevä tai tummapihtilevä ( <i>Ceramium</i> spp.)                                  |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt                 | Pilvyruskolevä ja lettiruskolevä (Pyläiella littoralis ja <i>Ectocarpus siliculosus</i> ) |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning               |   |
| Eteläinen vetyputkireitti                        |   |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |   |

Kuva 6-8. Velmu-kartoituksissa havaittuja vesikasvi-, vesisammal- ja levälajeja (punalevät, ruskolevät, letkulevät) (VELMU-karttapalvelu 2022).

Pietarsaaren merialueen vesikasvillisuutta on seurattu myös osana velvoitetarkkailua (Pöyry 2017). Kartoitettu alue sijoittuu merikaapelivaihtoehdon MVE3 pohjoispuolelle ja osittain vetyputkivaihtoehtojen VVE2 ja VVE3 alueelle, mutta tulokset kuvaavat varsin hyvin myös muuta merialuetta. Kartoitettu alue on varsin monimuotoinen, josta löytyy makean ja suolaisen veden alueita. Niukkaravinteisuutta kuvaavia lajeja ei esiinny lievästi rehevöityneillä alueilla, ja ravinteisuutta suosivia lajeja esiintyy pääasiassa

rehevillä lahdilla. Lajistossa esiintyi mm. useita eri putkilokasveja (ratamosarpio, pikkulimaska), näkinpartaisia, suolileviä sekä ahdinpartaa.

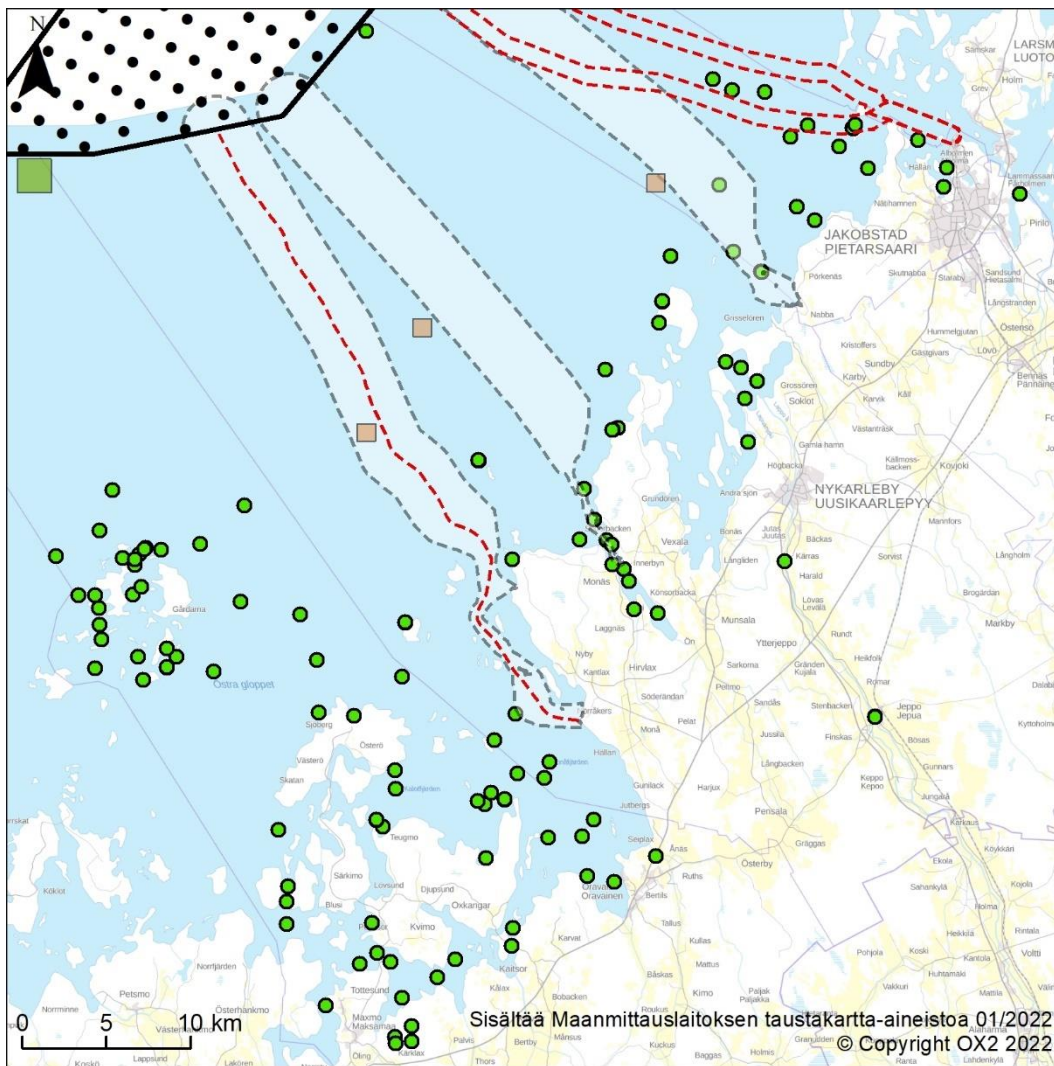
### **Pohjaeliöstö**









Merelliset pohjaeläinlajit elävät useimmiten syvemmillä pohjilla Merenkurkun alueella. Rannikon läheisillä alueilla esiintyy enemmän makeanveden lajeja ja merellisten lajien osuus vähenee. Kovilla pohjilla on suoritettu yleisesti ottaen vähemmän pohjaeläintutkimuksia kuin pehmeillä pohjilla, joten tiedot kovien pohjien lajien levinneisyydestä ovat siksi puutteellisia. Jotkin harvat makeanveden lajit ovat sopeutuneet murtovesiympäristöön. Vesisiira (*Asellus aquaticus*) ja jäännehalkoisjalkainen (*Mysis relicta*) ovat makeanvedenlajeja, joita tavataan myös Merenkurkun eteläosassa. Sinisimpukan (*Mytilus trossulus*) pohjoinen levinneisyysalue on Merenkurkussa, kuten myös mm. merirokon (*Amphibalanus improvinus*) (Ympäristöhallinto 2022).

Matalien alueiden kovilla pohjilla esiintyy yleisesti mm. limakotiloita, okakatkoja ja surviaissäskentoukkia. Syviä pohjia dominoivat valkokatka ja kilkki sekä Marenzelleria-liejuputkimato, joka on laajalle Itämeressä levinnyt vieraslaji.

Pohjaeläinnäytteenotto on keskittynyt lähinnä rannikkoalueille. Lajisto koostuu matalammilla alueilla pääasiassa surviaissäskistä (Chironomidae), liejuputkimadosta (Marenzelleria sp.), valkokatkasta (*Monoporeia affinis*) sekä harvasukasmadoista (Oligochaeta). Ainoan avomerialueella sijaitsevan pisteen (JP5:10, syvyys 39 m) lajisto on koostunut ainoastaan valkokatkasta (*Monoporeia affinis*) (Kuva 6-9) (Suomen ympäristökeskus 2022, Pohje-rekisteri)





- |   |  |
|---|--|
|  Hankealue / Projektområde           |  Vaihtoehdotiset läjitysalueet / tuulipuisto        |
|  Tuulivoimala / Vindkraftverk        |  Vaihtoehdotiset läjitysalueet / merikaapelireiitit |
|  Merikaapelireiitti / Sjøkabelrutt   |  Pohjaeläimet                                       |
|  Vetyputkireiitti / Vätgasrörledning |  |
|  Eteläinen vetyputkireiitti          |  |

Kuva 6-9. Pohjaeläinnäytepisteet Pietarsaaren, Uusikaarlepyyn ja Vöyrin alueelta (Suomen ympäristökeskus 2022, Pohje-rekisteri).

### 6.1.6 Merinisäkkäät

Merituulivoimapuiston ja merikaapeleiden hankealueella tavataan Itämeren harmaahyljettä eli hallia ja mahdollisesti myös itämerennorppia.

Vuonna 2020 ja 2021 hallilaskennoissa koko Itämerellä havaittiin noin 40 000–42 000 halliyksilöä (Luonnonvarakeskus 2021), mutta kokonaiskannan arvioitiin olevan noin 50 000–67 000 yksilöä (Ahola 2021). Perämerellä halleja arvioidaan olevan noin 2 500–

3 400 yksilöä (*Ahola 2021*). Itämeren hallikanta on kasvanut keskimäärin noin viisi prosenttia vuodessa 2000-luvun alkupuolelta lähtien (*Luonnonvarakeskus 2021*). Kasvu on viime vuosina ollut voimakkainta eteläisellä Itämerellä, mikä johtuu pääosin muilta alueilta siirtyvistä halleista.

Itämeren hallin tyypillisin poikimisympäristö on jää. Halli ei tee pesää vaan synnyttää paljaalle jäälle, yleensä ahtautuneen jään ja avoveden välillä olevaan irrallisten jäälauttojen vyöhykkeeseen. Itämeren halli ei ole kuitenkaan riippuvainen jäädästä, sillä jään puuttuessa se voi synnyttää myös maalle. Halleille on tyypillistä laaja alueiden välinen liikkuvuus ja pitkät vuodenaikaiset vaellukset, mutta ne ovat myös varsin paikkauskollisia samoille vesialueille, joissa niiden karvanvaihto- ja lepoalueet sijaitsevat (*Itämeri.fi 2021*).

Suomen itämerennorpista suurin osa elää Perämerellä, jossa norppakannassa arvioidaan olevan noin 20 000 yksilöä (*Ahola 2021*). Vuonna 2021 laskentojen perusteella Perämeren norppien määrän arvioitiin olevan noin 11 500 yksilöä (*Luonnonvarakeskus 2021*). Norppayksilöt elävät helmi-huhtikuussa pääasiassa jääpeitteisillä merialueilla, joista ne ovat riippuvaisia lisääntymis- ja karvanvaihtoaikaan (*Itämeri.fi 2021*). Itämerennorpat eivät suosi lähellä rantaa olevia alueita, joilla vesi on matalaa ja maapetojen uhka suurempi. Muina vuodenaikoina norpat liikkuvat laajemmin koko Perämeren alueella ja Selkämeren pohjoisen osan kattavalla alueella.

Hylkeiden liikkuminen painottuu todennäköisesti enemmän Merenkurkun saariston alueelle sekä rannikon puoleisille saarille ja luodoille kuin avomerellä sijaitsevalle merituulivoimapuiston alueelle. Merikaapeleiden alueella voi ajoittain liikkua hylkeitä. Hyljekannan pääpaino sijoittuu todennäköisesti Merenkurkun saariston alueella sijaitsevalle valtionmaan luonnonsuojelualueisiin kuuluvalle Snipansgrundin-Medelkallan hylkeidensuojelualueelle.

Halli on riistalaji, jota voidaan metsästää lajikohtaisina metsästysaikoina. Hylkeiden suojelemiseksi on perustettu hylkeiden suojelualueita, joista hankealuetta lähin on Snipansgrundin-Medelkallan hylkeidensuojelualue (noin 40 km etäisyydellä tuulivoimala-alueesta), johon kuuluu noin 3 260 hehtaaria valtion omistamia alueita Mustasaaren kunnassa.

## 6.1.7 Kalasto ja kalastus

### Kalalajisto ja kutualueet

Merenkurkun saariston matalat ulapat ja lahdet ovat monille kaloille elintärkeitä. Alueella esiintyy noin 40–50 kalalajia, joista esimerkiksi isotuulen kalan (*Hyperoplus lanceolatus*) ja särmäneulan (*Syngnathus typhle*) pohjoisin levinneisyysalue on juuri Merenkurkussa. Harvinaisin alueen kaloista on äärimmäisen uhanalainen (CR) meriharjus (*Thymallus thymallus*). Tämä murtoveteen kuteva harjuksen muoto on Pohjanlahden kotoperäinen laji, jonka kantaa hoidetaan istutuksin (*Ympäristöhallinto 2022*). Harjuksen pääasialliset esiintymisalueet Merenkurkussa sijaitsevat verrattain kaukana hankealueesta Vaasan saaristossa (*Keränen 2015*).

Merellisten kalalajien, kampelan (*Platichthys flesus*), kilohailin (*Sprattus sprattus*) ja turskan (*Gadus morhua*) pohjoisraja on Merenkurkussa. Myös särmäneulan ja isotuulen kalan pohjoisraja on Merenkurkussa. Muikkua (*Coregonus albula*), joka on makeaveden laji, esiintyy Itämeressä vain Merenkurkussa ja pohjoisempana Perämerellä.

Kaupallisten kalakantojen tila on arvioitu kokonaisuudessaan hyväksi (*Korpinen ym. 2018*). Merenkurkku muodostaa merkittävän ahvenen ja siian pyyntialueen koko

Selkämeren rannikon osalta tarkasteltuna. Merikutuinen siikakanta Merenkurkusta pohjoiseen on arvoitu vakaaksi (*Österbottens Fiskarförbund 2015*). Rannikkolajeista ahven (*Perca fluviatilis*) on nykyään kaupallisen kalastuksen tärkein kalalaji. Ahven on vakiinnuttanut asemansa useimmissa Merenkurkun ympäristöissä. Lajia tavataan ulkosaaristossa, joissa ja niiden suissa, fladoissa, lahdissa ja saariston pienissä järvissä. Parvet liikkuvat rannikkovesissä tavallisesti muutaman kilometrin pituisia matkoja, mutta myös yli sadan kilometrin vaelluksia tunnetaan. Lajina ahven on elinvoimainen Merenkurkun alueella (*Österbottens Fiskarförbund 2015*), ja ahvenen kutukannan tila on arvioitu hyväksi (*Korpinen ym. 2018*). Siika muodostaa paikallisia kantoja mm. Luodon saaristossa (*Wistbacka 2016*).

Merenkurkun alue muodostaa rajan Perämereltä tuleville silakkakannoille. Perämeren sekä Selkämeren silakat kohtaavat Merenkurkussa. Merkintöjen perusteella on selvitetty, että Perämeressä kuteva kanta liikkuu laajemmalla alueella kuin Selkämeressä kuteva kanta. Pohjanlahden lohikantojen tärkeimmät syönnösalueet sijaitsevat Itämeren eteläosissa, joten lohi vaeltaa alueen läpi. Paikallista lohikantaa Merenkurkussa ei juuri ole Kyrönjoen rakentamisen vuoksi. Lohta on yritetty palauttaa Merenkurkkuun laskeviin jokiin (Kyrönjoki, Perhonjoki). Myös meritaimenkanta on kärsinyt jokien muutuneisuuden vuoksi, mutta mereen vaeltavaa taimenkantaa on jäljellä mm. Lapväärtinjoessa, Kyrönjoessa ja Perhonjoessa, joita tuetaan myös istutuksin (*Österbottens Fiskarförbund 2015*). Meritaimenen tila on arvioitu heikoksi Merenkurkussa (*Korpinen ym. 2018*).

Muikkua eli maivaa tavataan Itämeren vähäsuolaisissa osissa. Muikku voi liikkua laajoilakin alueilla. Osa kannoista kutee Ruotsin puolella. Merenkurkussa suurimmat ammattikalastuksen saaliit saadaan Luodonjärvestä sekä Uudenkaarlepyyn jokialueen edustalta. Merenkurkussa elää myös kuhaa (*Sander lucioperca*) (*Österbottens Fiskarförbund 2015*). Hauki (*Esox lucius*) on paikallisista Merenkurkun kalalajeista, joiden vaellusta on tutkittu. Kannan suuresta koosta huolimatta hauet pysyttelevät muutaman nelikilometrin alueella kutualueistaan. Merenkurkun haukikanta on tällä hetkellä vahva. Kuoretta esiintyy pääasiassa Merenkurkun jokisuistoalueilla (*Österbottens Fiskarförbund 2015*).

Tarkempia tietoja kalaston tilasta on saatavilla merikaapelivaihtoehdon MVE3 pohjoispuolelta ja vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 alueelta perustuen Pietarsaaren edustan merialueen velvoitetarkkailuun (*Eurofins Ahma 2021*), jossa on toteutettu Coastal-verkkokalastuksia sekä poikasnuottauksia. Merikaapelien MVE1a ja b sekä MVE2a ja b alueilla ei ole toteutettu kalastoseurantoja (*Koekalastusrekisteri 2022*). Tehdyt tarkkailut ovat kohdentuneet pääasiassa rannikon läheisyyteen. Meritulivoimapuiston alueelta ei ole olemassa tarkkoja kalastotietoja. VELMU-hankkeessa on toteutettu kutualuekartoituksia, GULF-poikasseurantoja sekä poikasnuottauksia, joiden tiedot on esitetty jäljempänä.

Pietarsaaren edustan merialueen kalasto koostuu tehtyjen verkkokalastusten perusteella oheisen taulukon (Taulukko 6-4) mukaisista saalislajeista eri osissa tarkkailualueelta. Yksikkösaaliit ovat olleet suurimmat lähinnä rannikkoa sijaitsevalla vyöhykkeellä ja pienimmät merivyöhykkeellä. Matalilla ja rehevillä rannikkoalueilla on esiintynyt enemmän särkikaloja lukumääräisesti sekä biomassan perusteella kuin saariston ulkopuolisilla alueilla (*Eurofins Ahma 2021*).

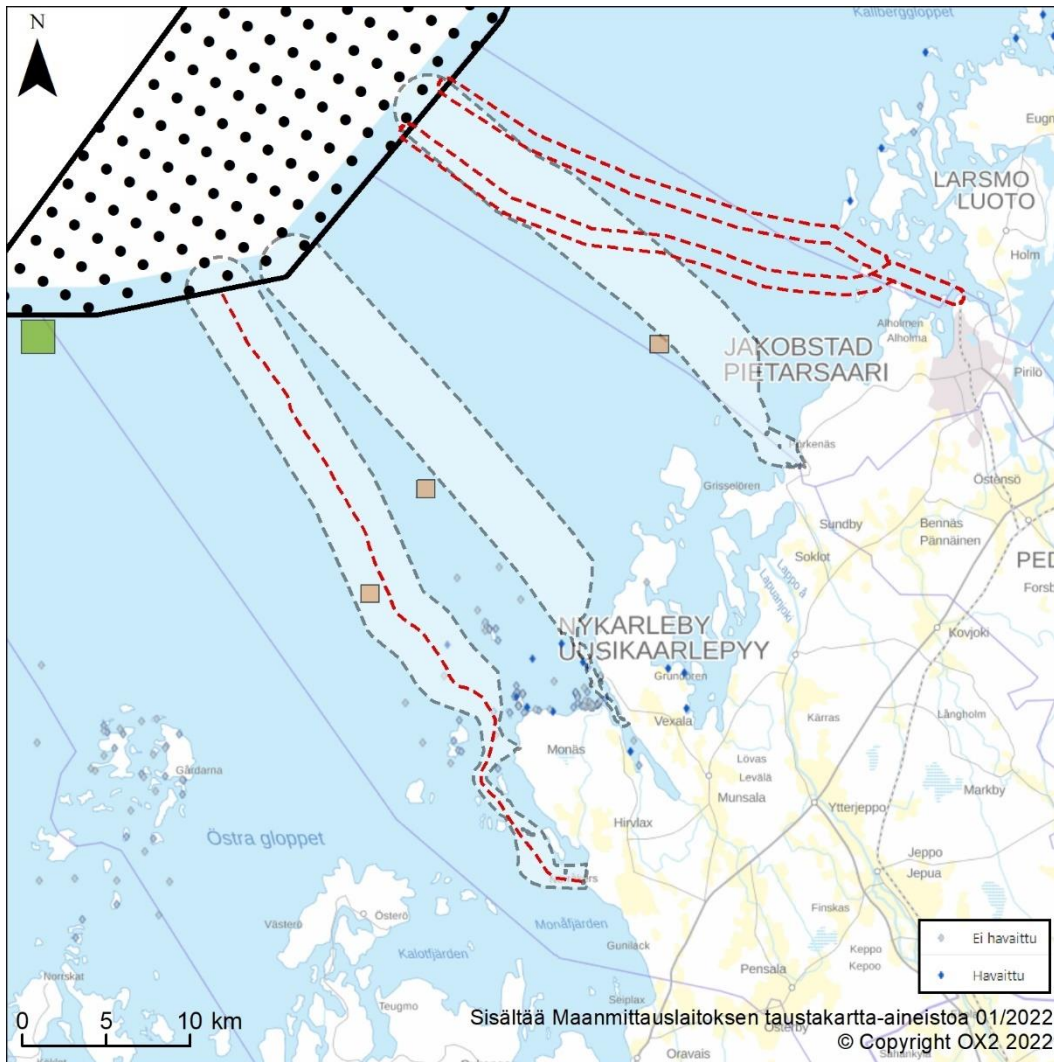
Taulukko 6-4. Pietarsaaren edustan merialueen yhteistarkkailun Coastal-verkkokalastusten saalislajien biomassa- ja lukumääräosuudet (% kokonaissaaliista) eri pyyntivyöhykkeillä vuosina 2010, 2015 ja 2020 (Eurofins Ahma 2021).

	Lähirannikko						Saaristovyöhyke						Merivyöhyke					
	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
	(g)	(g)	(g)	(yks.)	(yks.)	(yks.)	(g)	(g)	(g)	(yks.)	(yks.)	(yks.)	(g)	(g)	(g)	(yks.)	(yks.)	(yks.)
Särki	25,6	38,9	24,2	25,3	50,0	43,3	32,1	28,9	20,4	41,9	21,3	23,3	47,5	30,2	38,5	41,0	18,9	29,3
Ahven	40,2	26,1	34,3	47,3	31,3	40,6	35,3	37,8	29,5	37,6	41,3	33,6	18,7	24,6	29,6	23,1	20,3	28,7
Kiiski	3,5	3,6	2,3	13,2	9,4	9,6	5,9	15,0	12,3	12,0	31,3	32,1	7,3	33,6	17,6	20,5	55,4	32,1
Lahna	15,9	18,9	12,9	5,5	5,1	4,2	15,9	11,7	17,8	2,6	2,5	3,8	3,2	1,0	1,7	0,5	0,1	0,2
Kuha	7,0	4,6	5,8	0,4	0,8	0,4	0,3	0,02	1,9	0,1	0,04	0,2	0	4,7	0,3	0	0,5	0,02
Hauki	4,8	4,0	1,6	0,1	0,1	0,04	5,2	1,0	3,4	0,2	0,04	0,1	0	0	1,1	0	0	0,1
Salakka	0,3	0,2	0,1	0,7	0,3	0,1	0,7	0,2	0,3	0,9	0,3	0,8	0,2	0	0,1	0	0	0,2
Säyne	0,3	2,6	18,1	0,0	0,1	0,7	0,4	2,7	10,7	0,03	0,3	0,4	0,6	0,7	2,4	0,1	0,1	0,4
Silakka	2,3	1,1	0,5	8,0	1,7	1,0	2,4	0,5	0,7	2,3	0,8	1,3	2,5	0,1	1,3	4,9	0,1	2,8
Siika	0	0,1	0,02	0	0,1	0,04	1,3	1,9	1,5	1,4	1,6	1,7	3,6	1,2	2,7	3,3	0,8	2,4
Muikku	0,1	0,0	0,02	0,1	0,1	0,04	0,2	0,3	1,3	0,2	0,6	2,2	0,0	2,3	0,6	0,1	2,0	0,9
Made	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,6	0	0	0,5	0	0
Muut	0	0,01	0,1	0	0,4	0,1	0,2	0,04	0,2	0,1	0,04	0,4	6,7	1,4	4,1	4,9	1,5	3,0
Särkikalat	42,1	60,6	55,4	30,8	56,3	48,3	49,3	43,5	49,3	46,2	25,0	28,4	58,2	32,8	46,1	48,7	18,9	31,8
Ahvenkalat	50,7	34,3	42,4	60,9	41,5	50,7	41,6	52,8	43,7	49,7	72,5	65,9	26,0	63,0	47,5	43,6	76,2	60,8

Pietarsaaren edustan velvoitetarkkailussa tehdyissä poikasnuottauksissa saaliiksi on saatu siian, silakan, muikun, ahvenen, tokkojen, särkikalajien sekä piikkikalajien poikasia (Eurofins Ahma 2021). Runsaimpana saaliissa ovat esiintyneet siian- ja muikunpoikaset, joskin saaliissa on esiintynyt runsasta vaihtelua mm. kevään olosuhteista johtuen.

Merenkurkun saaristo on hyvä syönnös- ja lisääntymisalue ahvenelle, koska matalan, nopeasti lämpenevän vesialueen osuus on suuri (Veneranta ym. 2016). Poikasaluekartoitusten perusteella erityisen suotuisaa ahvenen lisääntymisaluetta, josta tulee 80 % vastakuoriutuneista poikasista, on noin 7 % koko Merenkurkun vesialueen pinta-alasta (Kallasvuo ym. 2017). Ahvenen kutu- ja pienpoikasalueet sijaitsevat suojaisilla saaristoalueilla, jokisuistoissa, sisäsaaristossa tai fladoissa ja kluuveissa (Kallasvuo ym. 2017). Merenkurkussa fladoja ja kluuveja on runsaasti ja niissä ahven voi lisääntyä ulkosaaristoalueillakin. Meriharjuksen poikasia tavataan hyvin matalalla ja avoimilla kivikkorannoilla (Keränen 2015).

Uudenkaarlepyyn sekä Luodon saariston edustalla on VELMU-hankkeessa toteutettu kalanpoikaspyyntiä poikasnuotalla sekä GULF-haavipyynnillä (Uuskaarlepyy). Uudenkaarlepyyn edustalla saaliiksi saatiin muikun ja merikutuisen siian poikasia ja Luodon saaristossa merikutuisen siian poikasia ja saariston pohjoisosissa myös muikun poikasia (VELMU-hanke 2022) (Kuva 6-10).



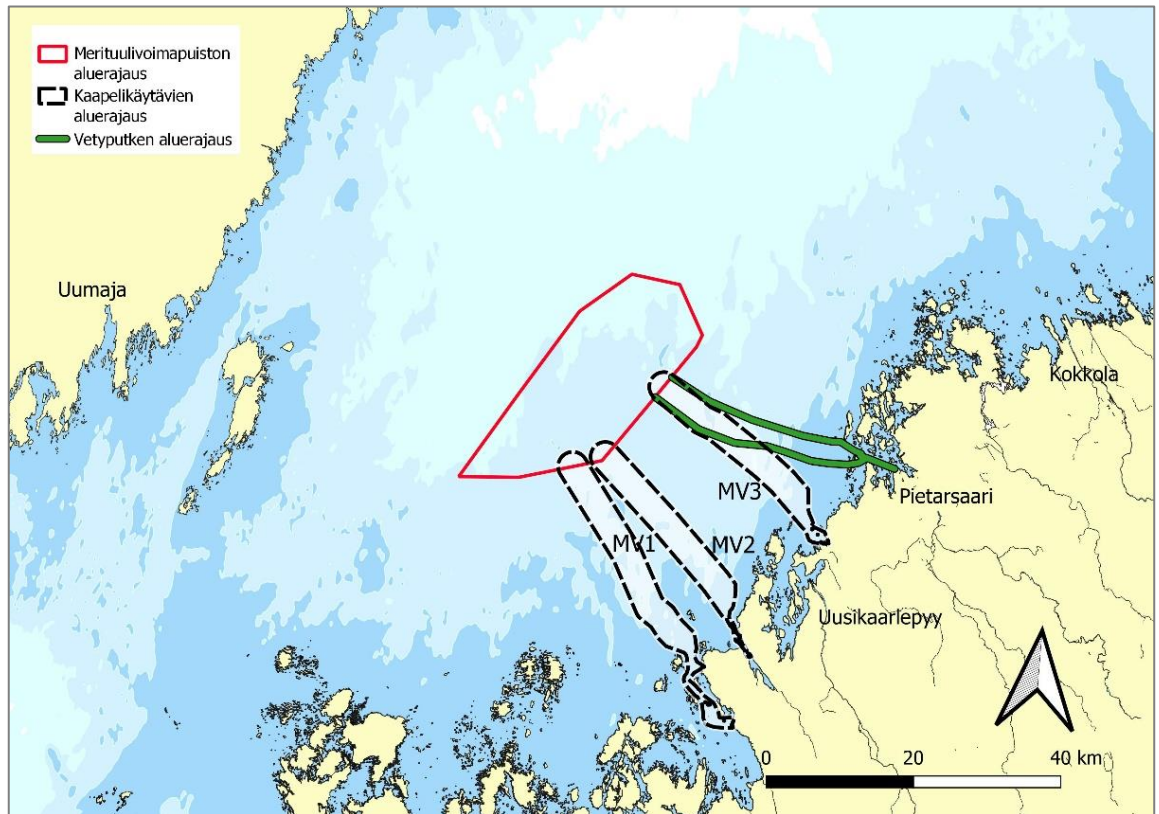
- Hankealue / Projektområde
- Tuulivoimala / Vindkraftverk
- Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt
- Vetyputkireitti / Vätgasrörledning
- Eteläinen vetyputkireitti
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit

Kuva 6-10. Velmu-hankkeessa toteutetut kalanpoikaskartoitusten (Gulf-haavi, poikasnuotto) tuloksena havaitut kalalajit (siika, muikku).

### Kaupallinen kalastus (pyyntimuodot ja kokonaissaalis)

Kaupallisessa kalastuksessa käytetyimpiä pyydyksiä Merenkurkun alueella ovat verkot, rysät ja loukut sekä trooli. Tärkeimmät saalislajit kaupallisessa kalastuksessa ovat Merenkurkun alueella siika, ahven, kilohaili ja silakka (Österbottens Fiskarförbund 2015).

Kuva 6-11 on esitetty kaupallisen kalastuksen tilastoruutujen (Suomen luokittelujärjestelmä) sijoittuminen hankealueella.



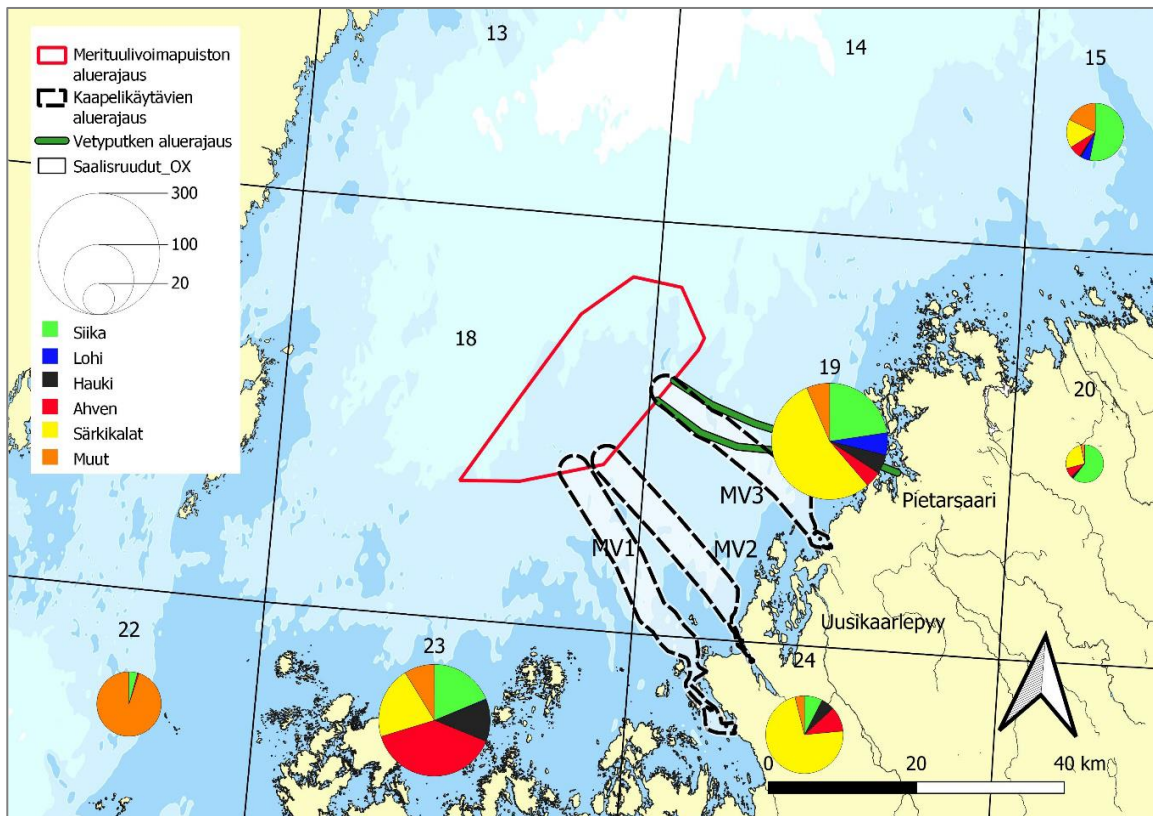
Kuva 6-11. Kaupallisen kalastuksen tilastoruutujen sijoittuminen. Vetyputkireitti VVE1 kulkee samaa reittiä MVE1 (”MV1” tässä kuvassa) kanssa. Lähde: Varsinais-Suomen ELY-keskus, kaupallisen kalastuksen rekisteri 2022.

Ruudulla 13 ja 18 ei kaupallista kalastusta harjoiteta lainkaan vuosien 2018–2020 kaupallisen kalastuksen rekisteriaineiston (Varsinais-Suomen ELY-keskus, kaupallisen kalastuksen rekisteri 2022) perusteella. Myös ruudun 14 kalastus on ollut vähäistä, lähinnä saaliiksi on saatu silakkaa. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 6-5) ja kuvissa (Kuva 6-12 ja Kuva 6-13) on esitetty saaliin jakautuminen lajeittain eri ruuduilla. Kalastus painottuu rannikkokalastukseen ja suurimmat saaliit saadaan silakasta ja lahnasta.

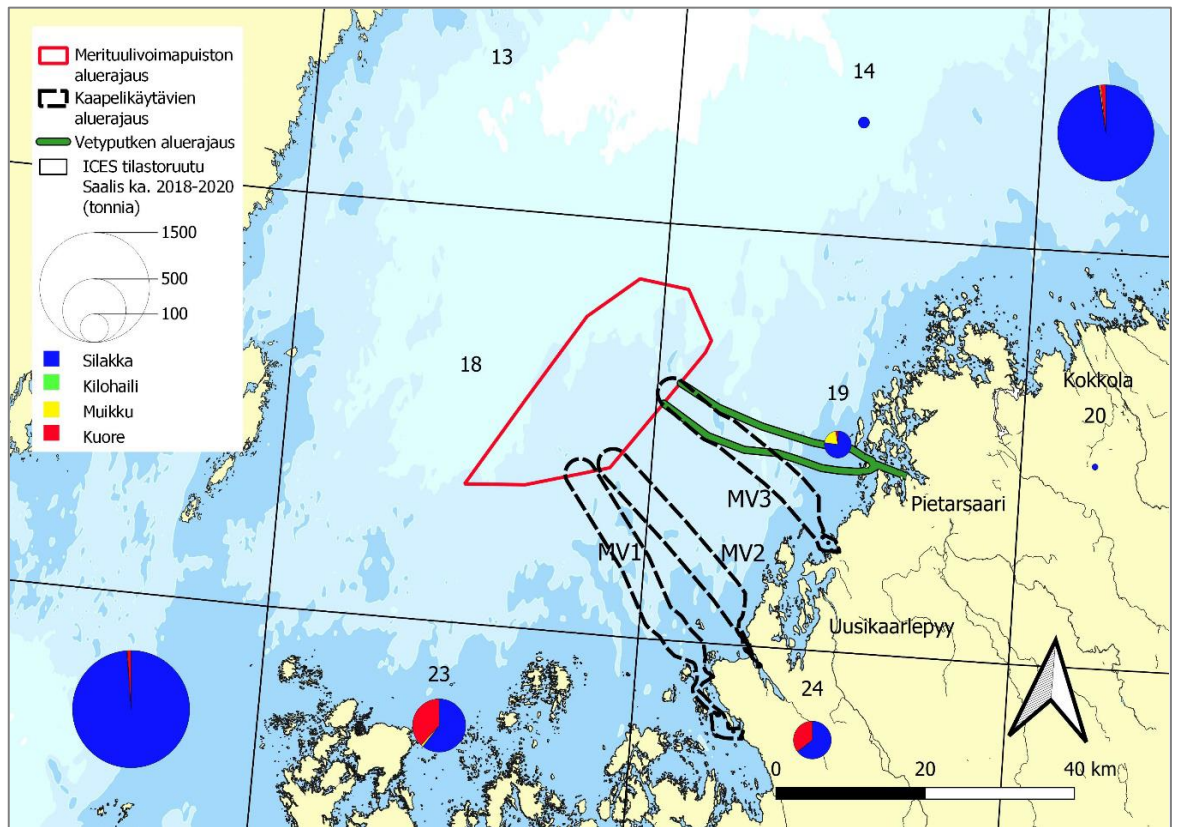
Taulukko 6-5. Kaupallisen kalastuksen saalis vuosina 2018–2020 pyyntiruuduilta 13, 14, 18 ja 19 (Varsinais-Suomen ELY-keskus kaupallisen kalastuksen rekisteri 2022).

Pyyntiruutu	Vuosi	Saalis (tonnia)								
		Si-lakka	Siika	Lohi	Hauki	Ahven	Kuha	Muikku	Lahna	Särki
13	2018-2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2019-2020	47	-	-	-	-	-	-	-	-
18	2018-2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pyynti-ruutu	Vuosi	Saalis (tonnia)								
		Si-lakka	Siika	Lohi	Hauki	Ah-ven	Kuha	Muikku	Lahna	Särki
19	2018	112	59	19	14	11	7	11	100	6
	2019	35	70	20	16	13	7	14	124	8
	2020	64	53	11	13	12	7	30	168	28



Kuva 6-12. Siian, lohen, hauen, ahvenen ja särkikalajien saalis (tonnia) pyyntiruudut-tain. Vetyputkireitti VVE1 kulkee samaa reittiä MVE1 (/"MV1" tässä kuvassa) kanssa. Lähde: Varsinais-Suomen ELY-keskus, kaupallisen kalastuksen rekisteri 2022.



Kuva 6-13. Silakan, kilohailin, muikun ja kuoreen saalis (tonnia) pyyntiruuduittain Vetyputkireitti VVE1 kulkee samaa reittiä MVE1 (/'MV1" tässä kuvassa) kanssa. Lähde: Varsinais-Suomen ELY-keskus, kaupallisen kalastuksen rekisteri 2022.

Merialuesuunnittelun mukaiset kalastusalueet on esitetty luvussa 3.1.2 (Kuva 3-6).

### Vapaa-ajan kalastus

Vuonna 2015 toteutetun kalastustiedustelun perusteella (*Wistbacka 2016*) vapaa-ajan kalastusta harjoitetaan vuoden ympäri Pietarsaaren edustan merialueella. Samassa tiedustelussa selvitettiin myös alueen kaupallisen kalastuksen tietoja. Talvisin kalastusta harjoitetaan lähempänä rannikkoa ja kesäisin ulompana merellä. Merkittävimmät saalislajit käytettäessä verkkoja ja maderysiä ovat hauki, ahven, made, siika, kuha, lahna, säyne, särki ja silakka. Lohi/siikaloukkukalastuksessa saadaan pääasiassa siikaa, lohta ja taimenta. Silakkaa pyydystetään rysien avulla. Tiedustelun perusteella alueella kalastaa noin 140 vapaa-ajankalastajaa. Vapaa-ajankalastajien keskisaalis oli noin 112 kg vuodessa.

## 6.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

### 6.2.1 Veden ja sedimentin laatu sekä veden virtaukset ja aallonmuodostus

Merituulivoimapaiston rakentamisen aikana vedenlaatuun ja sedimenttiin kohdistuvia vaikutuksia aiheutuu voimaloiden perustamisen ja kaapelien asentamisen aikaisista rakentamistöistä, esim. ruoppauksista, läjityksistä sekä mahdollisista räjäytyksistä. Rakentamistyöt aiheuttavat veden samentumista, kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien



kasvua vedessä sekä pohjasta irronneen aineksen uudelleensedimentoitumista. Pohjaa muutetaan tai siihen kohdistuu häiriintymistä. Sedimenttiin mahdollisesti sitoutuneita haitallisia aineita saattaa myös vapautua veteen rakennustöiden yhteydessä. Myös roskaantumista voi tapahtua, mutta haitat pyritään minimoimaan.

Tuulivoimapuiston rakentamisen aiheuttamat muutokset veden syvyysuhteissa ja pohjan topografiassa voivat aiheuttaa muutoksia aallonmuodostukseen ja paikallisiin virtausolosuhteisiin.

Vedenlaatuun, sedimenttiin sekä virtauksiin ja aallonmuodostukseen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan asiantuntijatyönä perustuen virtaus- ja sameuden leviämisen mallinnukseen sekä hankkeen suunnittelutietoon ja alueelta saatavilla olevaa tarkkailu- ja tutkimustietoon. Lisäksi käytetään muista vastaavista hankkeista saatavilla olevaa tietoa.

Virtaukset lasketaan alueelle laadittavalla 3d-virtausmallilla alueen syvyystietoja, sää-tietoja sekä mallinnettavan alueen reunan vedenkorkeus-, lämpötila- ja suolaisuustietoja käyttäen. Koska ruopattavat alueet ovat avomerellä, tarvitaan virtausten laskentaan koko Perämeren/Merenkurkun kattava malli, jota tarkennetaan kohdealueelle. Tarkennetun alueen vaakaresoluutio on noin 80x80 metriä, lopullinen tarkkuus päätetään laskentamallia laadittaessa.

Käytettävä laskentavuosi valitaan jaksolta 2010–2020 olosuhdetietojen perusteella. Virtausmallin toiminta varmistetaan alueelta mahdollisesti saatavissa olevia mittaustietoja käyttäen (virtaus-, lämpötila-, vedenkorkeus- ja suolaisuusmittaukset). Lisäksi mallitulos verrataan SMHI:n Itämeren NEMO-mallin tuloksiin. Yhden kesäjakson olosuhdetiedoilla saadaan tyypillisesti katettua suurin osa alueelle ominaisista virtausolosuhteista. Samentuman leviäminen arvioidaan sijoittamalla malliin ruoppauksen aiheuttama kiintoainekuormitus ja laskemalla sitten kiintoaineen kulkeutuminen virtausmallin tuottamia virtauskenttiä käyttäen. Laskennan lopputuloksena saadaan ruoppauksen irrottaman kiintoaineen pitoisuuskentät valitussa virtaustilanteessa sekä sameuden leviäminen merialueella. Kuormitukset voidaan jaotella laskentajaksolle halutuun väliajain tai yhtäaikaisesti, kuormituspaikat voidaan valita vapaasti mallin tarkennetun alueen sisäpuolelta.

YVA-vaiheessa tehtyjä vaikutusarviointeja tarkennetaan suunnittelutietojen sekä alueella tehtävien selvitysten perusteella tarkentuvien tietojen pohjalta hankkeen myöhemmissä vaiheissa.

## 6.2.2 Jääolosuhteet

Tuulivoimalat voivat vaikuttaa alueen jäätymisolosuhteisiin ja esim. kiintojään muodostumiseen, sillä voimalat sitovat jäämassaa. Vaikutuksia arvioidaan olemassa olevan suunnittelu- ja nykytilatiedon perusteella.

## 6.2.3 Vesieliöstö- ja kasvillisuus sekä luontotyypit

Vesikasvillisuuteen, kasviplanktoniin ja pohjaeläimistöön kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan asiantuntijatyönä vesistövaikutusarvioon perustuen. Merenpohjan kasvi- ja pohjaeläinyhteisöihin kohdistuvia suoria vaikutuksia aiheuttavat mm. pohjan ruoppaus, rakennustyöt sekä mahdollisten ruoppausmassojen läjitys, jotka muuttavat pohjan elinympäristöjä. Lisäksi veden samentuminen voi väliaikaisesti heikentää elinympäristöjen laatua paikallisesti. Lähtöaineistona vaikutusarvioinnissa käytetään luvussa 6.1.5 esitettyjä aineistoja merialueen ympäristön ominaisuuksista sekä tilasta. Hankealueen vesikasvillisuutta, pohjaeläimiä ja luontotyyppejä selvitetään YVA-vaiheessa

koostamalla mm. VELMU-hankkeen rekisteriaineistoja ja analysoimalla niitä. Tarkemmat vedenalaisen luonnon selvitykset kohdennetaan arvokkaimmille ja monimuotoisimmille alueille. Selvitykset sisältävät kaapelireittien ja vetyputkien rantautumispaikoilla lähinnä kahlaamalla tehtävän uhanalaisten kasvilajien kartoitukset sekä kaapelireittien vaikutusalueella matalien alueiden vedenalaisten luontotyyppien kartoittamisen dropvideomenetelmällä ja sukeltamalla. Selvityksistä vastaa vedenalaisen luonnon kartoitukseen erikoistunut yritys.

Kaapelireittien ja vetyputkireittien vaihtoehtoisia rantautumisalueita on Laineen hankkeessa kuusi. Kartoitettavat alueet ulottuvat vähintään 100 metrin päähän rannan suunnasta molempiin suuntiin aiotuista rantautumispaikoista. Mikäli lähistöllä näyttäisi olevan herkkiä luontotyyppisiä hieman kauempana, otetaan nekin mukaan kartoituksiin. Kaapelireittien ja vetyputkien rantautumispaikkojen kartoituksissa sovelletaan VELMU-menetelmäohjeen kohtaa *"Kohdennettu lajikartoitus ja uhanalaisten lajien kartoitus sukeltamalla"*. Mikäli kartoittaja yltää pinnalla kelluen ottamaan näytteitä pohjasta, voidaan kartoituspaikka tehdä snorkkeloimalla. Kaapelireittien ja vetyputkien vaikutusalueella sijaitsevat riuttamaiset ja särkkämäiset kohteet tunnistetaan luotausaineiston avulla ja kartoituksiin sovelletaan linjasukellus- ja drop-videointimenetelmiä. Menetelmistä ensisijainen on videointi, mutta sukeltamista käytetään osassa paikoista lajinmäärityksen tueksi.

Kaapelireittien ja vetyputkien habitaattiselvityksessä tuotettavaa aineistoa verrataan VELMU-hankkeessa luotujen mallien antamiin ennusteisiin lajien levinneisyyksistä, minkä perusteella arvioidaan mallien käyttökelpoisuutta tuulivoimahankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Suomen talousvyöhykkeellä sijaitsevan tuulivoimapuiston alueella kovien pohjien pohjaeliöstöä ja luontotyyppisiä kartoitetaan dropvideo- tai ROV-kuvauksen avulla hankealueelta 20 pisteeltä. Pisteet sijoitetaan syvyyden mukaan ositettuna otantana satunnaisesti koville pohjille, jotka määritellään etukäteen alueelta kerätyn kaikuluotausaineiston avulla. Luotausaineiston lisäksi luontotyyppien luokittelussa käytetään hyväksi erillisessä selvityksessä kerättyä pohjaeläin- ja sedimenttiaineistoa. Videokuvauksessa noudatetaan voimassa olevaa VELMU-menetelmäohjeistusta. Tulokset tallennetaan LajiGIS tallennuslomakkeelle. Luontotyyppi-luokittelussa noudatetaan alueellisesti kattavaa HELCOM:n HUB-luokittelua.

Näytteet pohjaeläinanalyysejä varten otetaan Van Veen -kahmarinäytteenottimella. Näytteitä otetaan yhteensä 57 pisteeltä (hankealue 9 pistettä + vaihtoehtoiset läjitysalueet 9 pistettä, MVE1 9 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 2 pistettä, MVE2 7 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 2 pistettä, MVE3 7 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 2 pistettä, VVE2 ja VVE3 10 pistettä). Näytteenotto, näytteiden käsittely ja määritykset toteutetaan pääpiirteittäin HELCOM COMBINE -ohjeistuksen mukaisesti. Tässä vaiheessa hanketta otetaan yksi näyte per näytepaikka, jolloin saadaan hyvä yleiskäsitys kaapelireittien ja hankealueen pohjaeläimistöä.

Seulottujen ja etanoliiniin säilöttyjen näytteiden laji- ja biomassamäärityksen toteuttaa alan asiantuntija. Pohjaeläimet määritetään lajilleen ja niiden yksilöitiheys sekä biomassa lasketaan. Lisäksi liejusimpukoiden kuoren pituus mitataan ja ne jaetaan pituusluokkiin.

Pohjaeläintutkimusaineistosta lasketaan BBI (Brackish Water Benthic Index) ja BBI-ELS (ekologinen laatusuhde), jotka on kehitetty kuvaamaan Itämeren rannikon pehmeiden pohjien pohjaeläinyhteisöjen ekologista tilaa. Aineiston pohjalta tehdään johtopäätökset pohjaeläimistön nykytilasta.

Vaikutusarvioinnissa arvioidaan kuinka hanke vaikuttaa kasvi- ja pohjaeläinyhteisöjen ja edelleen luontotyyppien monimuotoisuuteen.

Vesistöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tekee vesistöasiantuntija.

#### 6.2.4 Merinisäkkäät

Vaikutusten arvioinnin aikana selvitetään olemassa olevat tiedot suunnittelualueen ja sen lähiseudun merkityksestä harmaahylkeen ja itämerennorpan esiintymis- sekä lisääntymisalueena. Hyljemääriä havainnoidaan linnustoselvitysten yhteydessä. Hylkeistä olemassa olevia tietoja täydennetään lisäksi tarvittaessa asiantuntijahaastattelulla, mikäli julkaistua aineistoa ei ole riittävästi saatavilla.

#### 6.2.5 Kalasto ja kalastus

Alueen kalastoon ja kalastukseen vaikuttavia seikkoja voivat olla muun muassa voimarakenteet, veden samentuminen, kalojen käyttäytymisen muuttuminen tai karkottuminen veden laadun, virtausmuutosten, sähkömagneettisten kenttien muutosten tai melun takia ja vaikutukset kalojen kutuun. Alueelle tulevat rakentamisaikaiset liikumisrajoitukset voivat myös vaikuttaa kalastukseen. Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan asiantuntijatyönä olemassa olevaan tietoon (mm. velvoitetarkkailut sekä VELMU-aineisto) ja vesistövaikutusarvioon perustuen, minkä lisäksi tehdään erillisselvityksiä.

Alueella harjoitettavan kaupallisen kalastuksen osalta selvitetään pyyntialueet, kalastajien määrä, saalistiedot sekä pyyntiponnistus soveltuvilta ICES-tilastoruuduilta (Kuva 6-11). Alueella kalastusta harjoittaville kaupallisille kalastajille suunnatun **haastattelun** avulla selvitetään tarkemmat tiedot alueen kalalajistosta ja kutualueista, vaelluskaloista ja niiden kulkureiteistä, uhanalaisista lajeista ja kaupallisesti merkittävistä kalalajeista. Täten huomionarvoiset lajit ovat ainakin ahven, muikku, harjus, hauki, kuha, lohi, made, meritaimen, siika ja silakka. Tietoja täydennetään soveltuvin osin lähialueella toteutettavan vapaa-ajankalastustiedustelun (Pietarsaaren edustan merialueen kalastustiedustelu vuodelta 2021, raportti ei vielä käytettävissä) tulosten pohjalta. Vapaa-ajankalastukseen kohdistuva kalastustiedustelu toteutetaan tarvittaessa ennen vesiluvapavaihetta.

Potentiaalisilla pohjakalojen esiintymisalueilla (20–30 m syvyiset alueet) toteutetaan **COASTAL-verkkokoekalastukset** maastokaudella 2022. Koekalastettavat alueet sijaitsevat suunnittelualueen koillis- ja eteläosaan. Koekalastus toteutetaan yhteensä 60 verkkoyöllä, jotka jaetaan kahteen pyyntikertaan.

Alueelle tehtävät **kalaistutukset** selvitetään ja Luonnonvarakeskuksesta hankitaan olemassa olevien **merkintätutkimusten aineistot** vaelluskalojen osalta.

Lupahakemusvaiheessa kaapelin rantautumisalueille sekä tunnistetuille kalojen lisääntymisalueille toteutetaan tarvittaessa habitaattikartoituksia valitun kaapelireittikäytävän alueelta.

Kaloille soveltuvista riuttamaisista ja särkkämäisistä kohteista saadaan tietoa myös hankkeessa tehtävissä vedenalaisen luonnon kartoituksissa maastokaudella 2022. Riuttamaisia ja särkkämäisiä kohteita kartoitetaan linjasukellus ja drop-videokuvausmenetelmää soveltaen kaapelireittien ja vetyputken vaikutusalueella.

Edellä mainittujen arviointien ja selvitysten tulosten pohjalta tehdään yhteenveto, jossa arvioidaan eliöstön sopeutumista uusiin olosuhteisiin sekä mahdollisia pysyviä

vaikutuksia merialueen kalakantoihin ja kalastuksen kannattavuuteen. Vaikutusalueena tarkastellaan hankealuetta sekä arvioitua rakentamisvaiheen samentumien leviämisaluetta, joka tarkentuu mallinnuksen valmistuttua. Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvien vaikutusten laajempaa alueellista merkitystä arvioidaan myös.

## 7 MAA- JA KALLIOPERÄ (POHJAOLOSUHTEET)

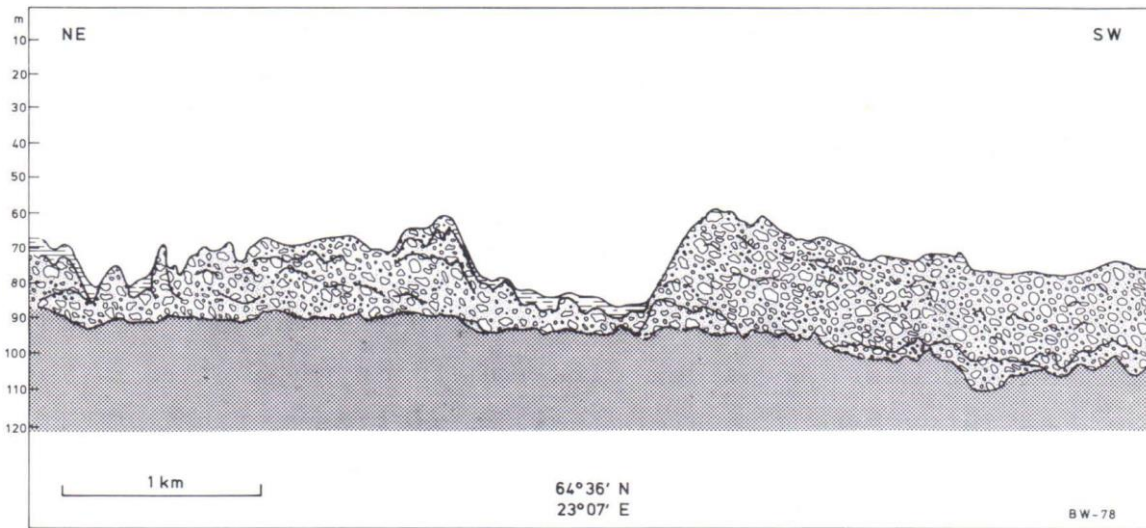
### 7.1 Yleistä

Kohdealue sijoittuu Perämeren eteläosaan osin Merenkurkun alueelle. Perämeren rannikko on alavaa ja tasaista; loiva profiili jatkuu ulos merelle, joka on pitkälle varsin matalaa. Perämerellä rannikkoa ei voida selkeästi jakaa ulko-, keski- ja sisäsaaristoon. Rannikko on avoin: matalia saaria on vain vähän ja ne ovat etäällä toisistaan. Etelämpänä lähempänä Merenkurkun aluetta rannikko on enemmän saariston rikkomaa. Pohjoista Perämerta luonnehtivat laajat jääjokien kasaamat hiekkakerrostumat. Aallot ovat aikojen kuluessa kuljettaneet hiekkaa uusille alueille, ja useiden hiekkaisen saarten muoto ja koko muuttuu jatkuvasti. Jokisuistoissa on runsaasti jokien mukanaan kuljettamaa hienorakeista ainesta. Merenpohjalla esiintyvät vanhat jokiuomat tuovat oman lisänsä vedenalaiseen maisemaan. Ulappa-alueiden pohjan muodot ovat suhteellisen taseisia, mikä on seurausta merenpohjan sedimenttikivikerrostumista (*Leppänen ym. 2012*).

Merituulivoimapuiston hankealueella vesisyvyys vaihtelee pääosin 20–50 metrin välillä. Merikaapelireittivaihtoehtojen alueilla keskimääräisissä syvyyksissä ei ole merkittäviä eroja. Maksimisyvyys on pääosin yli 20 metriä. MVE1 reitti on pisin ja matalan vesisyvyyden osuus on myös suurempi. Geologian tutkimuskeskus suoritti luotauksia kaapelireittien alueilla elokuussa 2021 (*Sanila 2021*). Reitillä MVE1 vesisyvyys vaihteli 5–40 m, reitillä MVE2 4–39 m ja reitillä MVE3 5–58 m välillä. Vetyputkireittejä ei tuolloin luodattu vielä.

Perämeren alueella on merkittävää maankohoamisilmiö. Maankohoamisen syynä on mannerjäätikön alla painuneen maankuoren palautuminen isostaattiseen tasapainotilaan (glasiaali-isostasias). Viimeisen 3 000 vuoden aikana maankohoaminen on ollut noin metrin vuosisadassa. Esimerkiksi Hailuodon kohoaminen merestä on tapahtunut noin parin tuhannen vuoden kuluessa (*Taipale ja Saarnisto 1991*). Maankohoaminen jatkuu.

Perämerellä kerrostumalla muodostunut kallioperä (sedimenttikivi) peittää yleisesti kiinteistä peruskalliota. Ilmeisestikin Muhos-muodostumaan rinnastettavat kerrostumat ovat paikoitellen jopa usean kymmenen metrin paksuisten kvartaari- ja mahdollisesti myös vanhempien kerrostumien peittämät. Seismisillä reflektioluotauksilla on todettu Perämeren keski- ja pohjoisosissa noin 20–30 metriä paksu kallioperää peittävä, moreeniksi tulkittu vaippa (Kuva 7-1). Etenkin Perämeren pohjoisosassa tavataan runsaasti luode-kaakkosuuntaisia seläniteitä ja harjanteita. Tyypillisiä ovat myös usein kymmeniä metrejä syvät, luode-kaakkosuuntaiset uomat. Luoteis-kaakkoista suuntautuneisuutta on korostanut kallioperän voimakkaimpien murresten ja mannerjäätikön pääetenemissuunnan samansuuntaisuus. Jääkauden jälkeinen kerrostuminen pyrkii Perämerellä, aivan sen syvintä osaa lukuun ottamatta tasoittamaan pohjan epätasaisuuksia. Uomien ja muiden pitkänomaisten muodostumien yhteydessä esiintyy myös differentiaalista kerrostumista (*Ignatius ym. 1980*).



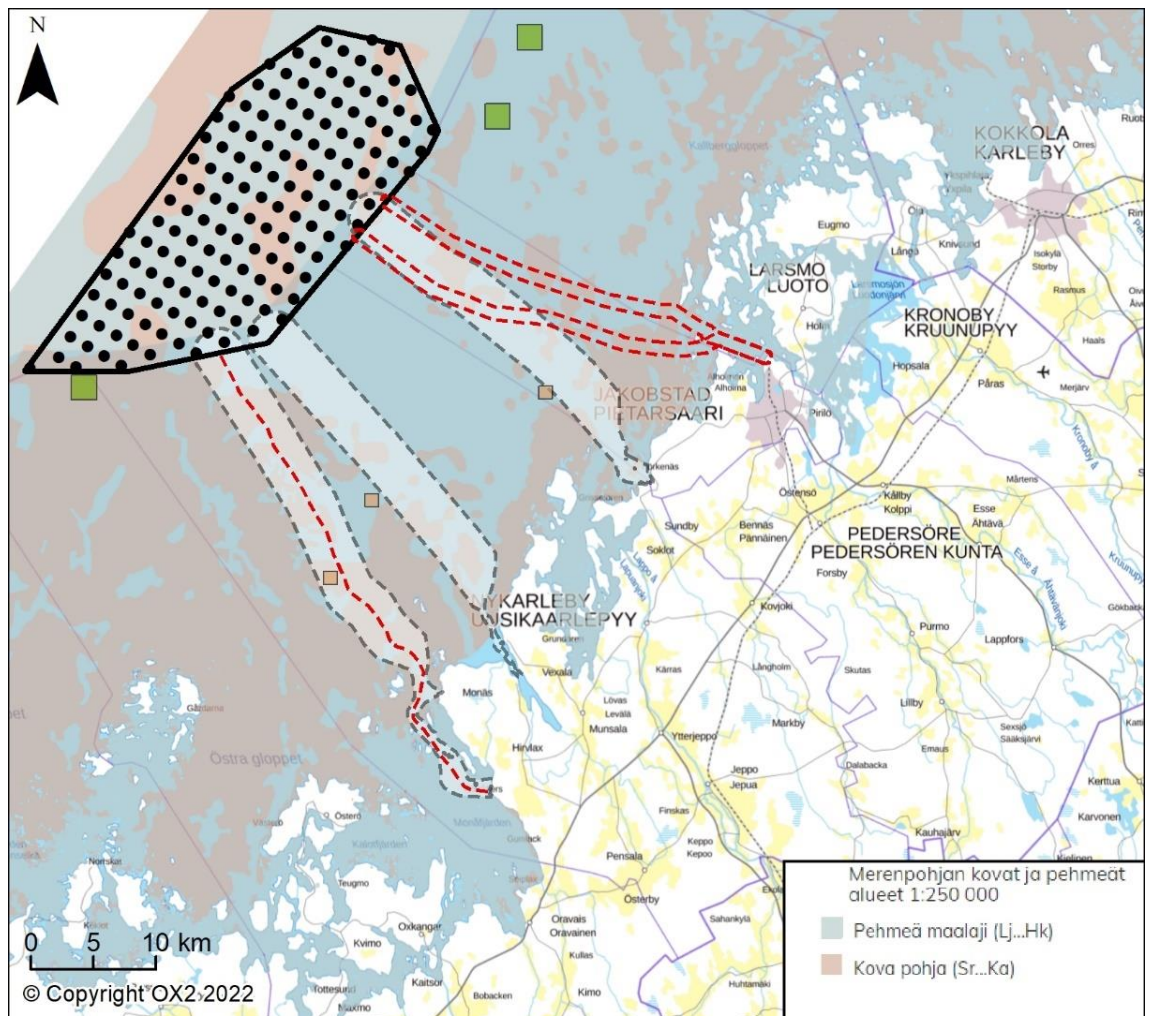
Kuva 7-1. Akustisen reflektioluotauksen perusteella laadittu piirros Perämeren pohjaa yleisesti peittävästä paksusta "kvartääri"-kerrostumasta (Ignatius ym. 1980).








Merituulivoimapuiston hankealueelta on saatavissa varsin vähän yksityiskohtaista tietoa merenpohjan laadusta ja merikaapelireittien alueilta tietoa on hieman enemmän. Tämä nykytilan kuvaus on tehty saatavissa olleen aineiston perustella. Näitä ovat mm. Geologian tutkimuskeskuksen sähköisestä palvelusta (*GTK 2021b*) saatava 1:250 000 kartta (merenpohjan kovat ja pehmeät alueet) ja yleispiirteinen (1:1 000 000) merenpohjan maalajit -kartta. Lisäksi on hyödynnetty muita sähköisiä aineistoja (mm. <https://www.ostersjon.fi/fi-FI/>, <https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmuviewers/>) ja Perämeren alueilla tehtyjä YVA-hankkeiden tietoja (*Sito Oy 2016, 2017, Rajakiiri Oy 2010, WSP Environmental 2010, Pohjan Voima Oy 2010, Morenia Oy 2009*) sekä velvoitetarkkailun tuloksia Pietarsaaren ja Kokkolan edustoilta (mm. *Mykrä 2017, Mykrä ja Aaltonen 2017, Mykrä ja Jutila 2021*). Lisäksi viimeisempänä on saatu käyttöön Geologian tutkimuskeskuksen elokuussa 2021 kaapelireiteillä tekemien luotausten tulokset (*Sanila 2021*). Selostusvaiheessa nykytilakuvausta täydennetään tehtyjen luotausten perusteella.

## 7.2 Merenpohjan maalajit merituulivoimapuiston hankealueella

Vaihtelevien prosessien seurauksena meren pohjalla voi olla paljastuneena eri-ikäisiä kerrostumia jääkauden aikaisista tai varhaisemmista sedimenteistä nuoriin, juuri kerrostuneisiin liejuihin tai eroosiohiekkakerrokseen. Tästä syystä eri pohjanlaatujen alueellinen esiintyminen on hyvin epätasaista. Aineksen eroosio, kuljetus ja kerrostuminen merenpohjalla vaihtelevat niin ajassa kuin paikassakin. Kerrostuminen on harvoin jatkuvaa edes merten syvänteissä eikä se ole missään täysin samanlaista (*Leppänen ym. 2012*).

Merituulivoimapuiston ja merikaapelireittien merenpohjan maalaji on yleispiirteisen kartan (1:1 000 000) mukaan pääosin savea ja savista hiekkaa. Vähäisemmässä määrin tavataan myös sekasedimenttiä ja hiekkaa. Merenpohjan kovat ja pehmeät alueet -kartan (1:250 000) mukaan hankealueella merenpohjan pintakerroksena on pääosin pehmeä maalaji (Lj...Hk). Kovan pohjan (Sr...Ka) alueita on tavataan hankealueella ja sen ympäristössä (Kuva 7-2).



- |  |  |
|--|--|
|  Hankealue / Projektområde          |  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tulipuisto        |
|  Tuulivoimala / Vindkraftverk       |  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |
|  Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   |  |
|  Vetyputkireitti / Vätgasrörledning |  |
|  Eteläinen vetyputkireitti          |  |

Kuva 7-2. Merenpohjan kovat ja pehmeät alueet (Pohjakartta <http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>).

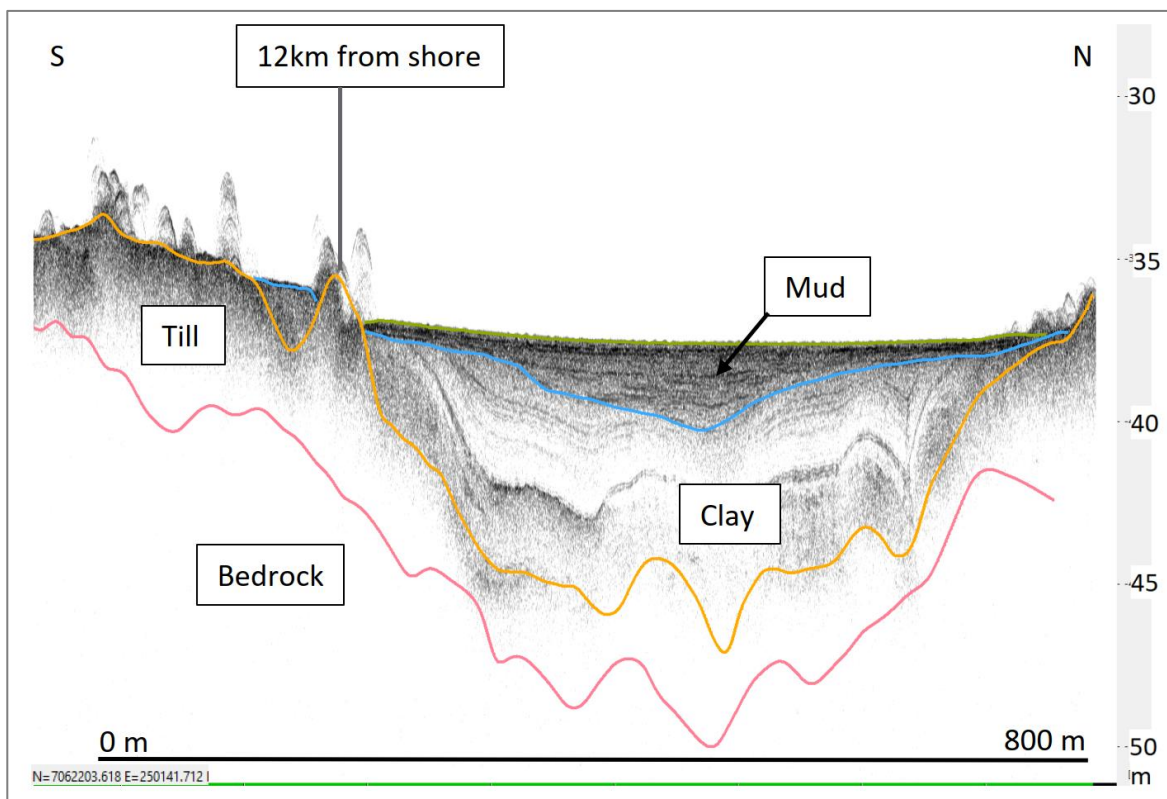
### 7.3 Merenpohjan maalajit merikaapelireittien alueilla

Merikaapelireittien (MVE1–MVE3) ja vetyputkireittien (VVE1–3) sijaintivaihtoehdot ilmenevät Kuva 7-2. Merikaapelireiteistä vaihtoehdot MVE1 sijoittuvat pääosin kovan pohjan alueelle (Sr...Ka), muut reitit (MVE2 ja MVE3) pääosin pehmeän maalajin alueille (Lj...Hk). Vetyputkireitti VVE1 sijoittuu samaan käytävään kuin merikaapelireitti MVE1. Vetyputkireitit VVE2 ja VVE3 sijoittuvat alkumatkasta merikaapelireitin MVE3 käytävään tai sen läheisyyteen ja loppumatkasta kulkevat sen pohjoispuolella omia reittejään ja

yhtyen sitten rannan tuntumassa samaan käytävään. Vetyputkireittien VVE2 ja VVE3 loppuosalla on vaihtoehdossa VVE2 hieman enemmän kovan pohjan aluetta.

Yleispiirteisen kartan (1:1 000 000) mukaan MVE1 ja MVE2 reiteillä pohjan maalaji on pääosin sekasedimenttiä (moreeni), reitillä MVE3 sekasedimentin lisäksi savea ja savista hiekkaa. Vetyputkireitillä VVE3 saven ja savisen hiekan osuus on suurin.

Geologian tutkimuskeskus suoritti luotauksia kaapelireittien alueilla elokuussa 2021 (*Sanila 2021*). Reitillä MVE1 peruskallion päällä oli muutamasta metristä kymmeneen metriin paksu moreenikerros. Monin paikoin moreenia peitti pääosin ohut (muutamia metrejä) savi tai liejakerros. Reitillä MVE2 maaperä oli pääosin vastaavanlaista. Reitille MVE3 oli luonteenomaista saven ja liejun peittämät moreenialueet.



Kuva 7-3. Pinger-profiili MVE1 linjalta (*Sanila 2021*).

Kaapelireittien MVE1 ja MVE2 alueelle tai niiden lähialueelle sijoittuu muutamia kairauspisteitä. Esimerkiksi MVE1 reitin kohdalle sijoittuvassa pisteessä MGTK-2002-7 (253432,7054677) kerrosjärjestys oli seuraava: pinnassa oli hiekansekaista liejusavea, simpukka 0–12 cm, 12–35 cm liejunsekainen hiekka, 13–15 cm oranssiruskea kerros, 35–50 cm sulfidien tummaksi värjäämää hiekansekainen liejusavi, kerroksellinen vaihtuu. Pisteessä MGTK-2002-13 (251369, 7056384) vastaavasti: 0–26 cm liejunsekainen hiekka yläosa löyhä, vaihtuu, 26–226 cm kerroksellinen subresetti liejusavi, yläosassa joitain hiekkaisia kerroksia, 35 cm halkaisijalta 1 cm kivi, vaihtuu.

Kaapelireittien rantautumiskohdilla ei ole pohjavesialueita. Lähimmät pohjavesialueet ajoittuvat noin 0,5–2 kilometrin etäisyydelle (MVE2 Storsanden, MVE1 Kyrktallberget).

## 7.4 Kallioperä

Merialueilla, mm. Selkämerellä ja Perämerellä, prekambrista kallioperää peittävät sedimenttikivet. Ne kuuluvat Suomen nuorimpiin kivilajeihin ja ne ovat lähtään meso- ja neoproterotsooisia. Sedimenttikivillä on merenpohjan topografiaa/muotoja tasoittava vaikutus. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että kiteisen kallioperän alueella merenpohja on rikkonaisempi ja monimuotoisempi kuin sedimenttikivien alueella (*Leppänen ym. 2012*).

Hankealuealueelta ei ole olemassa kallioperäkarttaa. Yleispiirteisen kallioperäkartan (1:200 000) (*GTK 2021b*) mukaan välittömästi hankealueen itä- ja kaakkoispuolella kallioperä on granodioriittia. Fennoskandian kilven kallioperäkartan mukaan (*GTK 2021a*) hankealueen kallioperä on pääosin samaa kivilajia kuin hankealueen itäpuolikin eli granodioriittia, hankealueen pohjoisosassa kallioperä on hiekkakiveä. Perämeren keskiosalla kerrostumalla muodostunut kallioperä (sedimenttikivi) peittää yleisesti kiteistä peruskalliota. Kallionpinnan syvyydestä hankealueella ei ole tietoa.

Merikaapeli- ja vetyputkireittien alueilla kallioperä koostuu granodioriitista ja osin porfyirisestä granodioriitista (MVE1) ja graniitista (VVE2 ja VVE3). MVE1 reitin alueella on 1:100 000 olevan maalajikartan mukaan osin kallio paljastuneena (*GTK 2021b*), mutta todennäköisesti maakerrokset ovat ohuempia kiteisen kallioperän alueella kuin sedimenttikivien alueilla. Elokuussa 2021 tehtyjen luotausten (*Sanila 2021*) mukaan kaapelireitillä MVE1 kallio oli paljastuneena noin 19 km etäisyydellä rannasta ja ranta-alueella, reitillä MVE2 noin 17 km etäisyydellä rannasta, reitillä MVE3 kallio ei ollut paljastuneena. Kallion päällä oli pääosin paksu maakerros.

## 7.5 Sedimentin haitta-aineet

### 7.5.1 Yleistä

Merenpohjan sedimentoitumisalueilla päällimmäisenä ovat nykyisen Itämeren aikana eli viimeisten satojen vuosien kuluessa kerrostuneet liejusavet ja liejut. Orgaanisilla kerrostumilla on suuri merkitys sedimenttien geokemiaan, kuten merenpohjalle kulkeutuneiden haitallisten aineiden kertymiin sekä meren sisäiseen kuormitukseen. Pohjaeliöstön toiminta, esimerkiksi kaivaminen, voi sekoittaa merenpohjalle kerrostunutta sedimenttiä (*Leppänen ym. 2012*).

Keskimääräinen sedimentaationopeus Perämerellä on 500 g/m<sup>2</sup>/a. Vastaavasti sedimentin pintaosasta (0–2 cm) mitattu kertyminen vuosittain on Perämerellä 3,5 mm/a (*Mattila ym. 2006*). Pohjanlahden alueella sedimentaatioympäristöt voidaan karkeasti ottaen jakaa kahdenlaisiin alueisiin. Alueet, jotka ovat syvempiä kuin 60 metriä, ovat pääosin kerrostumisympäristöjä ja alueet, jotka ovat matalampia kuin 60 metriä, ovat luonteeltaan pääosin eroosio- tai kulkeutumis/ei-kerrostumisympäristöjä (*Leivuori ja Niemistö 1993*).

Merituulivoimapuiston ja merikaapelireittien hankealueilla pohjan (vesi) olosuhteet ovat hapelliset. Itämeren rehevöitymisen kannalta tärkeää Perämeren ja Selkämeren hapellisilla pohjilla on, että rautaoksidit sitovat sekä fosforia että haitta- ja hivenaineita sedimenttiin (*Kujansuu 2014*).



## 7.5.2 Perämeren sedimentin haitta-aineet

Teollinen kehitys alkoi Pohjanlahden valuma-alueella pääosin toisen maailmansodan jälkeen. Teollisuuden päästöt ilmenevät pääosin sedimentin pintakerroksessa, mutta paikallisesti pitoisuuksia voi olla myös syvemmillä riippuen alueen sedimentaatio-olosuhteista (kulutus/uudelleenkerrostuminen) tai ihmisen toiminnasta (ruoppaus).

Merialuetta kuormittavat yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot, teollisuuslaitokset, voimalaitokset ja satama-alueet. Pistekuormittajien lisäksi rannikkovesiä kuormittavat jokivedet ja ranta-alueilta mereen suoraan tulevat huuhtoumat sekä ilmasta tuleva laskeuma. Perämeren ympäristössä on ja on ollut myös muualla pistemäistä kuormitusta, jolla on ollut vaikutusta esim. sedimentin metallipitoisuuksiin.

Merituulivoimapuiston alueelta ei ole tutkimustietoa sedimentin haitta-aineiden pitoisuuksista, ei myöskään merikaapelireittien alueita. Kokkolan ja Pietarsaaren edustoilta, kuitenkin hankealueen ulkopuolelta, on merialueen yhteistarkkailun yhteydessä selvitty myös sedimentin haitta-aineiden pitoisuuksia. Pohjoisemmalta osalta Perämerta on enemmän tutkimustietoa haitta-aineista.

Tutkimusten mukaan (*Leivuori ja Niemistö 1993*) Perämeren sedimenttien arseeni-, elohopea- ja kadmiumpitoisuudet ovat kahdesta neljään kertaa korkeampia kuin Selkämerellä. Kaikkien metallien pitoisuudet ovat jonkin verran korkeampia Perämeren ja Selkämeren syvemmissä altaissa (>60 metriä). Sen oletetaan johtuvan Pohjanlahden sedimentaation erityspiirteistä, joiden mukaan rannikolla on laajoja eroosio- ja nondeposiatioalueita, joista luonnollinen ja teollisuuden metallikuormitus kulkeutuu syvänteisiin. Perämeren sedimentin pintakerroksen (<1 cm) arseenipitoisuus oli tutkimuksissa 59 mg/kg.

Kokkolan edustan merialuetta kuormittavat teollisuuden päästöt sekä Kokkolan kaupunki. Jätevedet sisältävät mm. raskasmetalleja sekä orgaanisia yhdisteitä. Myös Perhonjoen kautta huuhtoutuu merialueelle erityisesti ylivirtaamakausina metalleja, jotka ovat seurausta valuma-alueen happamien sulfaattimaiden (HS-maat) kuivatuksista. Merialuetta on tarkkailtu monien vuosikymmenten ajan.

Kokkolan edustan sedimentissä havaittiin v. 2005 seuraavia pitoisuuksia (8 näytepistettä): arseeni 5,2–85 mg/kg; elohopea 0,05–0,7 mg/kg; kadmium 0,2–2,0 mg/kg; kromi 15–45 mg/kg; nikkeli 6,8–28 mg/kg; lyijy 4,3–37 mg/kg ja sinkki 60–570 mg/kg. Sedimenttien metallipitoisuuksissa on havaittu yleisesti, että sinkki-, arseeni-, kupari-, koboltti-, kromi- ja nikkelpitoisuudet ovat laskeneet 1990-luvulla kaikilla tutkimuspisteillä 1970 ja -80-lukuihin verrattuna (*Vuori ym. 2009, Kalliolinna 2006*).

Vuoden 2020 toukokuussa otetuissa sedimentinäytteissä (8 pistettä, etäisyydet 32–49 kilometriä tuulivoimapuistosta ja 26–41 kilometriä MVE3:sta) havaittiin mm. seuraavia kokonaispitoisuuksia: arseeni 6,7–37 mg/kg, elohopea 0,039–0,55 mg/kg, kadmium 0,33–2,6 mg/kg, kromi 16–29 mg/kg, nikkeli 6,7–29 mg/kg, lyijy 5–31 mg/kg ja sinkki 80–980 mg/kg. Havaintopiste H erottui vuonna 2020 muista havaintopisteistä selvästi korkeammalla sedimentin sinkkipitoisuudella (980 mg/kg ka). Muilla pisteillä pitoisuudet olivat 88–560 mg/kg (*Mykrä ja Jutila 2021*).

Metalleista tehtiin myös normalisointi. Sinkin normalisoidut pitoisuudet ylittivät viidessä pisteessä ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaisen tason 2, eli sinkkipäästöt ovat kertyneet enemmän näille alueille. Teollisuuden edustan pisteillä E ja H myös kadmiumin pitoisuus ylitti tason 2 eli sedimentti oli kadmiumin osalta läjityskelvetonta. Elohopeapitoisuus oli Kaustarinlahden pisteellä J muihin pisteisiin nähden suurentunut (Taulukko 7-1).

Taulukko 7-1. Kokkolan edustan sedimenttien vuoden 2020 normalisoidut metallipitoisuudet sekä vertailu ruoppaus- ja läjitysohjeen (Ympäristöministeriö 2015\*) raja-arvoihin (Mykrä ja Jutila 2021).

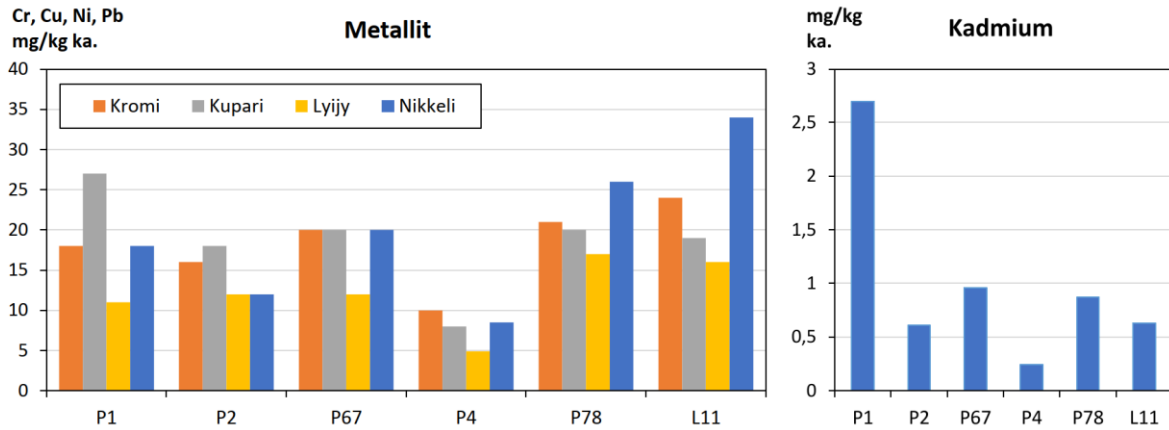
Paikka	Metalli (mg/kg kuiva-ainetta, normalisoidut pitoisuudet)							
	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
L	18	0,14	0,82	20	19	16	17	194
C	41	0,32	1,8	27	31	29	22	523
D	43	0,35	2,1	26	33	29	23	588
U	23	0,19	1,1	25	23	19	19	259
E	39	0,47	3,1	22	43	40	21	878
H	35	0,41	3,3	37	48	38	42	1362
J	37	0,63	2,1	35	45	26	21	705
X	9,0	0,05	0,5	26	11	6,4	12	131
<b>Taso</b>	Normalisoitujen metallipitoisuuksien raja-arvot (mg/kg)							
<b>Taso 1</b>	<15	<0,1	<0,5	<65	<35	<40	<45	<170
1A	15-50	0,1-0,6	0,5-2,5	65-270	35-50	40-80	45-50	170-360
1B	50-70	0,6-0,8	-	-	50-70	80-100	50-60	360-500
1C	-	0,8-1	-	-	70-90	100-200	-	-
<b>Taso 2</b>	>70	>1	>2,5	>270	>90	>200	>60	>500

\*Ympäristöministeriön ohjeessa (Ympäristöministeriö 2015) sedimentti katsotaan haitattomaksi, jos pitoisuudet jäävät ruoppaus- ja läjitysohjeen tasolle 1. Tällaiset sedimentit kelpaavat sellaisenaan esimerkiksi vesistöön läjitettäväksi ja ovat meriympäristölle haitattomia. Tasoa 2 vastaava sedimentti on voimakkaasti likaantunutta tai pilaantunutta ja vaatii läjitystoiminnassa erilliskäsittelyä. Tasojen 1 ja 2 välialue ns. harmaa alue on jaettu uusimmassa ohjeessa vielä ala-alueisiin, joiden perusteella voidaan arvioida tarkemmin lietteen haitallisuutta ja mahdollista erilliskäsittelyn tarvetta sekä määrittää mahdollisen meriläjitysalueen vaatimukset.

Pietarsaaren edustan vedenlaatuun vaikuttavat teollisuuden sekä asutuksen jäte- ja jäähdytysvesien lisäksi Luodon-Öjan makeavesialtaan kautta tulevat jokien humuspi-toiset ja ajoittain happamat vedet.

Vuonna 2017 toteutettiin erillisselvityksenä Pietarsaaren edustan sedimenttiselvitys. Selvitys tehtiin Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry:n laatiman ohjelman (Mykrä & Aaltonen 2017) mukaisesti kuudelta havaintopisteeltä: P1, P2 ja P4 sekä vedenlaadun seuranta-pisteet P67, P78 ja L11 (Luodonjärvi) (Kuva 7-4). Sedimenttinäytteistä tutkittiin metalli- (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb) kokonaispitoisuudet sekä fluoripitoisuudet. Lisäksi määritettiin haihdutus- ja hehkutusjäännös, kuiva-ainepitoisuus, typpi, fosfori ja rauta. Selvityksen tuloksista on laadittu erillinen kooste (Palomäki 2017), joka sisältää myös sedimenttinäytteiden tutkimustodistukset. Kadmiumia lukuun ottamatta kaikkien raskasmetallien pitoisuudet alittivat vuonna 2017 luonnontilaiseksi katsottavan sedimentin pitoisuusrajan. Kadmiumipitoisuus (2,7 mg/kg) oli jäte- ja jäähdytysvesien purkualueella (P1) selvästi suurempi kuin muilla havaintoasemilla. Fluoripitoisuudessa ei ollut merkittäviä eroja merihavaintoasemien välillä, mutta Luodonjärven aseman (L11) sekä järveden vertailuaseman (P78) pitoisuudet olivat selvästi meriasemia suuremmat. Piste P4 (Örenin kaakkoispuoli; 280820,7076884) sijoittuu noin 24 kilometrin etäisyydelle hankealueesta ja noin 8,5 kilometrin etäisyydelle sähkönsiirtoreitistä MVE3 ja alle kilometrin etäisyydelle vetyputkireitistä VVE3. Myös kuvan (Kuva 7-4) muut tutkimuspisteet

sijoittuvat pääosin alle neljän kilometrin etäisyydelle vetyputkireiteistä VVE2 ja VVE3 sen loppuosalla. (Mykrä 2017).



Kuva 7-4. Pietarsaaren merialueen sedimentin raskasmetallipitoisuudet vuonna 2017 (Mykrä 2017).

Yhteenvedon voidaan todeta, että merituulivoimapuiston hankealueella, etenkin kovan pohjan alueilla, sedimentti ei todennäköisesti sisällä haitallisia aineita tavanomaista enempää johtuen suuresta etäisyydestä rannikolta. Mahdolliset kohonneet haitta-ainepitoisuudet liittyvät hienorakeisiin orgaanista ainesta sisältäviin (liejupitoiset) sedimentteihin, syvänealueisiin ja mahdollisten potentiaalisten päästölähteiden vaikutusalueille. Osa merikaapelireittien alueista sijoittuu osin pehmeän pohjan alueille ja potentiaalisten entisten/nykyisten päästölähteiden vaikutusalueille, jolloin haitta-aineiden pitoisuudet voivat olla tavanomaista suurempia.

## 7.6 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Perustusten rakentaminen merenpohjaan vaatii jonkin verran pohjan ruoppaamista ja/tai tasoittamista. Voidaan olettaa, että muutokset hankealueella maaperään ovat lähinnä paikallisia, koska perustusten vaatima pinta-ala on pieni verrattuna hankealueen kokonaispinta-alaan. Sähkönsiirtokaapelit sijoitetaan vesisyvyydestä ja olosuhteista riippuen joko merenpohjan pintakerrokseen tai kaivetaan syvemmälle esimerkiksi ahtojäiden ja merenkäynnin ulottumattomiin. Kallioperään kohdistuvat vaikutukset ovat hyvin vähäisiä tai niitä ei ole sillä kallio ei ole paljastuneena tai se on paksujen maakerrosten peittämä. Vaikutusten arvioidaan keskittyvän rakentamisaikaan ja kiintoaineksen vapautumiseen (veden väliaikainen samentuminen).

Merituulivoimapuistoalueen ja kaapeli- ja vetyputkireittien sekä läjitysalueiden sedimenttien fysikaaliset ominaisuudet ja haitta-aineiden pitoisuudet selvitetään YVA-menettelyn aikana eri syvyysvyöhykkeisiin sijoitetuilta näytepisteiltä ja tutkimuksia tarkennetaan tarvittaessa vesilupavaiheessa. Hankealueelta valitaan sedimenttinäytepisteitä, jotka sijoitetaan karttatarkastelun ja saatavilla olevien luotausaineistojen perusteella.

Sedimenttinäytteet pyritään ottamaan jokaiselta näytteenottopaikalta kaksiputkisella Gemax -näytteenottimella tai vastaavalla menetelmällä mikä mahdollistaa näytteiden jaon pystysuunnassa. Näytteitä otetaan yhteensä 57 pisteeltä (hankealue 9 pistettä + vaihtoehtoiset läjitysalueet 9 pistettä, MVE1 9 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 2 pistettä, MVE2 7 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 2 pistettä, MVE3 7 pistettä +

vaihtoehtoinen läjitysalue 2 pistettä, VVE2 ja VVE3 10 pistettä. Mikäli näytteet saadaan otettua tavoitesyvyydeltä, jokainen näyte jaetaan 0–10 cm, 10–30 cm ja 30–60 cm näytekerroksiin, jotka analysoidaan kaikki erikseen. Alimman analysoitavan näytekerroksen paksuus määräytyy sedimentin pehmeuden mukaan, alle 5 cm kerroksia ei analysoida niiden huonon edustavuuden johdosta. Näytemäärän on oltava riittävä laboratorioanalyysia varten. Näytepisteitä voidaan siirtää tutkimusalueen reunojen sisäpuolelle, mikäli pohjanlaatu tai vedensyvyys niin vaatii. Mikäli alueen pohjanlaatu osoittautuu liian kovaksi, näytteenottomeksi vaihdetaan Van Veen -tyyppinen kahmarinäytteenotin. Tällöin näytteitä saadaan vain pintakerroksesta, jolloin analysoitavaksi toimitetaan vain yksi näyte/näytepiste. Näytteet analysoidaan akkreditoitussa laboratoriossa (FINAS-akkreditointi tai vastaava). Tulokset normalisoidaan Ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti.

Analysoitavat parametrit ovat:

- Metallit (arseeni, kadmium, kupari, elohopea, kromi, lyijy, nikkeli ja sinkki)
- Orgaaniset tinayhdisteet (tributyyli- ja trifenyylitina)
- Dioksiini ja furanit
- PCB-yhdisteet
- PAH-yhdisteet
- Savipitoisuus ja raekokojakauma aerometrisesti/seulomalla määritettynä
- Kuiva-ainepitoisuus ja hehkutushäviö
- Öljyhiilivedyt C10-C40
- Kokonaistyyppi
- Nitraatti- ja nitraattityppi
- Nitriitti ja nitriittityppi
- Ammoniumtyppi
- Liukoinen fosfori
- Kokonaisfosfori
- TOC

Tutkimussuunnitelma laaditaan myöhemmin, jossa esitetään tarkemmin tutkimuspisteiden sijainti ja tutkimusten sisältö.

Hankkeen vaikutuksia maa- ja kallioperään arvioidaan olemassa olevan aineiston perusteella asiantuntija-arviona. Nykytilanteen tiedot päivitetään arviointiselostukseen. Vaikutuksia maa- ja kallioperään arvioidaan suhteessa pohjan olosuhteisiin hankealueella ja merikaapelireittien alueilla. Vaikutusten arvioinnissa huomioidaan myös sedimentin koostumus (eroosioherkkyys) ja mahdolliset haitta-aineet. Vaikutusten arvioinnissa huomioidaan rakentamisen aikaiset sekä läjityksen ja käytön aikaiset vaikutukset.

Arvioinnin suorittaa maaperään ja sedimentteihin erikoistunut asiantuntija (geologi).

## **8 LINNUSTO, ELÄIMISTÖ JA LUONTOARVOLTAAN MERKITTÄVÄT KOHTEET**

### **8.1 Nykytila**

#### **8.1.1 Linnusto**

##### **Merituulivoimapuiston alue**

Yleisesti arvioidaan, että lintujen muutto ja muu liikkuminen näin etäällä ulkomerellä ja syvillä vesialueilla on selvästi vähäisempää kuin lähempänä mantereen ja ulkosaariston rantoja sekä matalikkoalueita. Hankealue sijoittuu kauas ulkomerelle, missä ei ole lainkaan pesivää linnustoa eikä lintujen pesintää mahdollistavia olosuhteita, kuten saaria tai luotoja. Lähimmät lintujen pesimäalueet sijaitsevat yli 20 kilometrin etäisyydellä hankealueelta Luodon, Uudenkaarlepyyn ja Merenkurkun saariston alueilla. Näin etäällä pesivien vesi- ja rantalintujen ruokailu hankealueen kaltaisilla syvillä vesialueilla on todennäköisesti hyvin vähäistä. Alueella ei ole lainkaan veden pinnan alaisia matalikkoja (keskisyvyys noin 45 metriä, vaihteluväli noin 18–70 metriä), jotka voisivat houkutella lepäileviä ja ruokailevia lintuja alueelle.

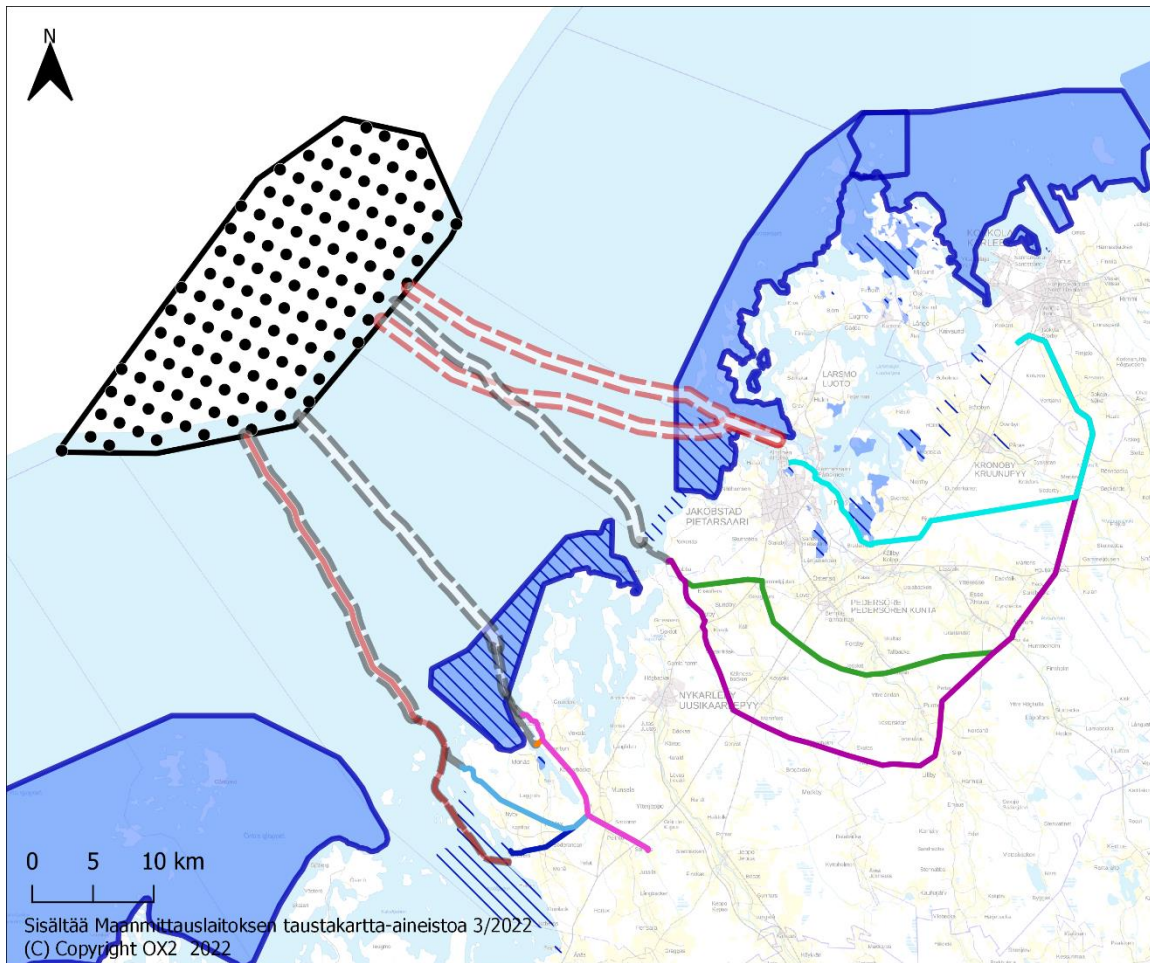
Pesimälinnuston liikkumista merkittävämmäksi ilmiöksi arvioidaan keväinen arktisten vesilintujen mahdollinen muutto alueen kautta ja lepäily hankealueella tai sen lähiympäristössä. Etenkin kuikkalintujen (varsinkin kuikka, mutta myös kaakkuri) kevätmuuttoreitin tiedetään kulkevan osittain ulkomerellä. BirdLife Suomen määrittelemien lintujen valtakunnallisten päämuuttoreittien osalta arktisten vesilintujen (mm. alli, pilkka-siipi, mustalintu) ja kuikkalintujen muuttoreitit on piirretty hankealueen itäpuolelle lähemmäs rannikkoa, mutta ulkomerellä muuttavan linnuston tietopuutteiden sekä Merenkurkun muuttoa kokoavan vaikutuksen vuoksi arvioidaan, että näiden lajien muuttoa voi suuntautua jossain määrin myös hankealueen kautta. Arktiset vesilinnut muuttavat toukokuussa hyvin runsaslukuisena Perämeren merialueen kautta suunnaten muuttonsa Perämeren pohjois- ja koillisrannikolta mantereen yli kohti koillisen pesimäalueita. Hankealueella tai sen lähiympäristössä, Merenkurkun kapeikon jälkeen, ei ole lintujen muuttoa ohjaavia tai tiivistäviä tekijöitä, jolloin muutto todennäköisesti kulkee varsin tasaisena rintamana avomeren eri osissa ja vaihtelee kulloistenkin tuuliolosuhteiden mukaan. Muuttoparvet myös lepäilevät Perämeren ulkomerialueella suurinakin parvina. Lepäilyalueet ja yksilömäärät voivat kuitenkin vaihdella suuresti esimerkiksi epäsuotuisten muuttosäiden tai jäätilanteen vuoksi.

Myös muut ulapalla tyypillisesti veden pintakerroksista ruokailevat lintulajit, kuten ruokkilinnut, lokit ja tiirat voivat muuttaa hankealueen kautta ja ruokailla alueella. Matalikkojen puuttuessa kyseisiä lajeja esiintyy alueella todennäköisesti lukumääräisesti melko vähän ja alueellisesti tasaisesti jakautuen.

Kevätmuutosta poiketen syysmuuton ei arvioida olevan Perämeren ulkomerellä merkittävä ilmiö. Syksyn 2021 käyntikertojen aikana hankealueella havaittiin odotetun vähän lintuja, ja linnut olivat hajaantuneet alueelle melko tasaisesti ilman suurempia kerääntymiä. Lajistossa suurin osa linnuista oli harmaa- ja kalalokkeja, minkä lisäksi alueella havaittiin myös muutamia meri- ja selkälokkeja. Vesilinnuista havaittiin lähinnä yksittäisiä kuikkalintuja sekä telkkiä ja koskeloita, ja myös muutamia ruokkeja.

## **Merikaapeli- ja vetyputkireittien alueet**

Suunnitellut merikaapeli- ja vetyputkireitit sijoittuvat suurimmaksi osaksi merituulivoimapuiston hankealueen kaltaiselle avomerialueelle, jossa ei ole olosuhteita pesivälle linnustolle ja lintujen liikkuminen alueella arvioidaan melko vähäiseksi. Lähestyttäessä ulkosaaristoa ja mantereen rantoja ruokailevien ja muuten liikkuvien lintujen määrä kasvaa ja alueella on useita linnustollisesti arvokkaita kohteita. Merikaapelireitit sijoittuvat Luodon, Uudenkaarlepyyn ja Merenkurkun saariston Natura-alueiden läheisyyteen (Kuva 8-7) sekä samannimisten IBA- ja FINIBA-alueiden läheisyyteen. Merikaapelireitti MVE1 ja vetyputkireitti VVE1 sijoittuvat MAALI-alueelle Monåfjärden. Merikaapelireitti MVE2 sijoittuu Uudenkaarlepyyn saariston IBA- ja FINIBA-alueelle ja merikaapelireitti MVE3 sijoittuu Pietarsaaren saariston MAALI-alueelle (Kuva 8-1) (*BirdLife International 2021, BirdLife Suomi ry. 2021*). Suunnitellut vetyputkireitit VVE2 ja VVE3 sijoittuvat sekä Luodon saariston Natura-alueelle, että samannimiselle IBA-alueelle. Samalla alueella on lisäksi myös Luodon-Kokkolan-Kälviän saariston FINIBA-alue ja Pietarsaaren saariston MAALI-alue. Kyseisillä alueilla pesii runsaasti suojelullisesti arvokasta vesi- ja rantalinnustoa, joka mahdollisesti lepäilee ja ruokailee ainakin jossain määrin suunniteltujen merikaapeli- ja vetyputkireittien alueella. Natura-alueiden sekä IBA-, FINIBA- ja MAALI-alueiden ulkopuolisilla alueilla on mahdollisesti myös sellaisia saariston ja mantereen rantojen kohteita, joilla voi potentiaalisesti olla linnustollisia arvoja.



- |                                      |                                      |                               |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| • Tuulivoimama / Vindkraftverk       | Voimajohtoreitit / Kraftledningsrutt | IBA-alue / IBA-område         |
| ▭ Hankealue / Projektområde          | — SVE 1a                             | ▭ FINIBA-alue / FINIBA-område |
| ▭ Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   | — SVE1b                              | ▨ MAALI-alue / MAALI-område   |
| ▭ Vetyputkireitti / Vätgasrörledning | — SVE2a                              |                               |
| ▭ Vetyputkireitti / Vätgasrörledning | — SVE2b                              |                               |
|                                      | — SVE3a                              |                               |
|                                      | — SVE3b                              |                               |
|                                      | — SVE4                               |                               |

Kuva 8-1. Laineen hankealueen ja suunniteltujen merikaapelireittien sijoittuminen suhteessa saariston ja rannikon linnustollisesti arvokkaisiin alueisiin.

### 8.1.2 Muu eläimistö

Merituulipuisto sijaitsee kokonaan ulkomerellä, eikä hankealueella tai sen läheisyydessä ole saaria. Merikaapelireitit MVE1a, MVE1b, MVE2a, MVE2b, MVE3a ja MVE3b ja vetyputkireitit VVE1, VVE2 ja VVE3 sijoittuvat merituulivoimapuiston ja Uusikaarlepyyn sekä Pietarsaaren rannikon väliselle merialueelle. Merikaapelien ja vetyputkien reiteille sijoituu muutamia kooltaan pieniä saaria. Eniten saaria sijoittuu vaihtoehtojen MVE1b ja

MVE3a/b reiteille sekä vetyputken VVE2 ja VVE3 reiteille. MVE1b reitille sijoittuu yksi nimetön saari aivan rannan tuntumaan. MVE1a ja VVE1 reitillä sijaitsee Höghällan, Långhällan, Storö grund ja Svartbådan -saaret. MVE3a ja MVE3b reitti kulkee Salstensdjupet merenlahden alueella, jossa merikaapelin hankealueella sijaitsee puuttomia luotoja (mm. Springarna ja Frihörnet) ja pieni Vedören-saari. MVE2a ja MVE2b -vaihtoehtojen alueella ei sijaitse saaria tai luotoja. VVE2 ja VVE3 vetyputkien reittien läheisyydessä sijaitsee rannan läheisyydessä useita erikoikoisia saaria ja muutamia puuttomia luotoja.

Rannikon saaristossa elää todennäköisesti pieniä määriä tyypillisiä saariston nisäkkäitä, matelijoita ja sammakkoeläimiä. Tällaisia eläimiä ovat esimerkiksi minkki, *Mictorus*-suvun myyrät, piisami, kyy, rantakäärme ja ruskosammakko. Rannikon saaristo koostuu pääasiassa pienestä saarista ja luodoista, joilla eläinten määrät ovat todennäköisesti pieniä. Merikaapelireitin MVE1a- ja MVE1b-merikaapeliin sekä vetyputken VVE1 läheisyydessä Uusikaarlepyyn rannikon tuntumassa sijaitsee muutamia metsäisiä saaria: noin 1,1 km etäisyydellä sijaitsee Stubben, noin 350 m päässä Stora Rönnskäret saariryhmä, noin 600 m etäisyydellä Svartörarnan saariryhmä. Lisäksi MVE1a-merikaapelista noin 100 m päässä sijaitsee Byrskäret, noin 150 m päässä Dömansskäret, noin 120 m etäisyydellä Stora Hamnskäret ja Storörön sekä noin 60 m päässä Vitfågelskäret. MVE2a- ja MVE2b-merikaapeliin läheisyydessä sijaitsee noin 30 m etäisyydellä Römsan puuton luoto ja 850 m etäisyydellä Lotan-saari. Lisäksi MVE2a-merikaapelista noin 30 m etäisyydelle sijoittuu Vattungsgundet-saari. MVE3a ja MVE3b-vaihtoehtojen lähimmät luodot ja metsäinen Soklothällan-Hällgrundet saariryhmä sijaitsee noin 200–600 metrin etäisyydellä. Lisäksi noin 110 m etäisyydellä on Paratiisi-saari ja 150 m päässä Salstenen luodot. Vetyputkesta VVE2 reilu 300 m etäisyydellä sijaitsee Aligrundet saariryhmä, ja VVE3 läheisyydessä sijaitsee noin 550 m etäisyydellä Öarna sekä noin 330 m päässä Lilla Rummelgrundet. Vetyputkien VVE2 ja VVE3 väliin sijoittuu lisäksi Mässkärr-saariryhmä reilu 300 m etäisyydelle sekä alle 500 metrin etäisyydelle Gaddstacken, Sandgrundet-saariryhmä ja Gräggören. Saarilla elävät eläimet eivät normaaliolosuhteissa vieraile hankealueella.

Merikaapelin ja vetyputkien rantautumisalueella mantereella voi esiintyä rannikkoalueille tyypillisten nisäkkäiden, matelijoiden ja sammakkoeläinten reviierejä tai elinalueita. Tällaisia eläimiä ovat esimerkiksi hirvi- ja jäniseläimet sekä erilaiset piennisäkkäät ja pedot.

Rantautumisalueilta ei ole havaintoja EU:n luontodirektiivin (92/43/ETY) liitteen IV (a) lajeista, kuten viitasammakosta, saukosta, liito-oravasta tai lepakoista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

### 8.1.3 Maa-alueiden kasvillisuus ja luontotyytit

#### Merituulivoimapuiston alue

Merituulivoimapuiston alue sijaitsee kokonaan ulkomerellä, eikä siellä ole maa-alueita, kuten saaria tai luotoja (*Maanmittauslaitos 2021*).

#### Merikaapelireittien alueet

##### MVE1

##### MVE1a

Merikaapelin MVE1a rantautumiskohdassa Kanäsin niemialueella sijaitsee kivennäismaalle sijoittuvaa havupuuvaltaista rantametsää (*Kuva 8-2*). Alue on luonnontilaisen kaltainen, jonne sijoittuu aidatun alueen sisäpuolelle muutamia varastointirakennuksia.



Alueen lähin Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaama metsälain (10 §) erityisen tärkeä elinympäristö sijaitsee reilun kilometrin etäisyydellä rantautumispaikasta itään. Alueelta ei ole havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista lajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

#### MVE1b

MVE1b-merikaapelin rantautumiskohdassa Stora Kalholmenin alueella sijaitsee kivennäismaalle sijoittuvaa havupuuvaltaista metsää, rantakalliota, hiekkarantaa ja kosteampaa sekapuustoista metsäalaa (Kuva 8-3). Alue on luonnontilaisen kaltainen, eikä sinne sijoitu kuin muutama asuinrakennus. Suomen metsäkeskus (2021) on rajannut rantautumispaikan läheisyydestä vain yhden metsälain (10 §) erityisen tärkeän elinympäristön, joka sijoittuu noin 170 metrin etäisyydelle itäpuolelle. Alueelta ei ole havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista lajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

#### MVE2

##### MVE2a

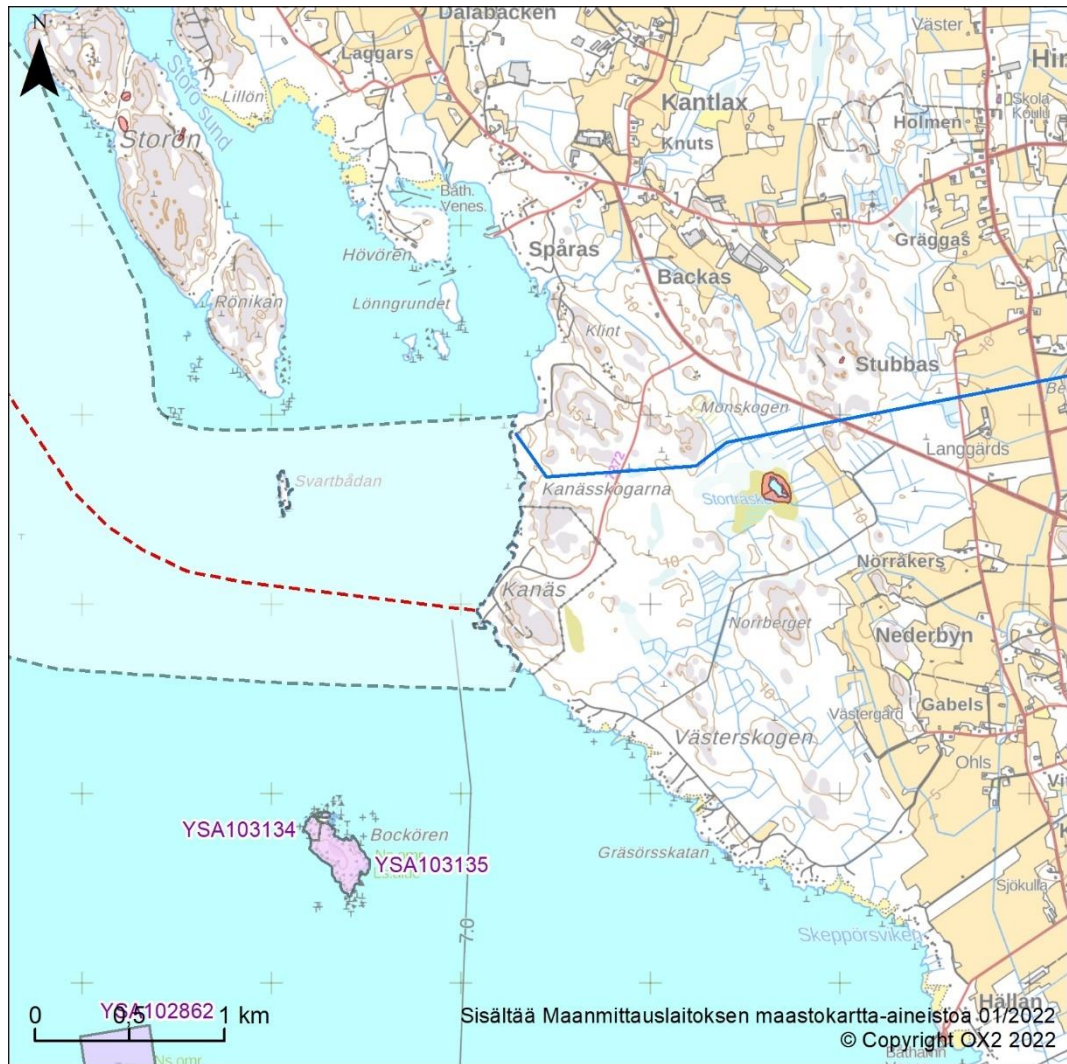
Merikaapelin MVE2a rantautumispaikalla Helsingkylän länsipuolella sijaitsee Korsörsudnen merenrantaniitty, kivennäismaan lehtipuuvaltaista merenrantametsää, uimaranta ja muutamia rakennuksia (Kuva 8-4). Rantautumispaikan läheisyydessä ei sijaitse Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaamia metsälain (10 §) erityisen tärkeitä elinympäristöjä. Alueelta ei ole tehty myöskään havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista lajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

##### MVE2b

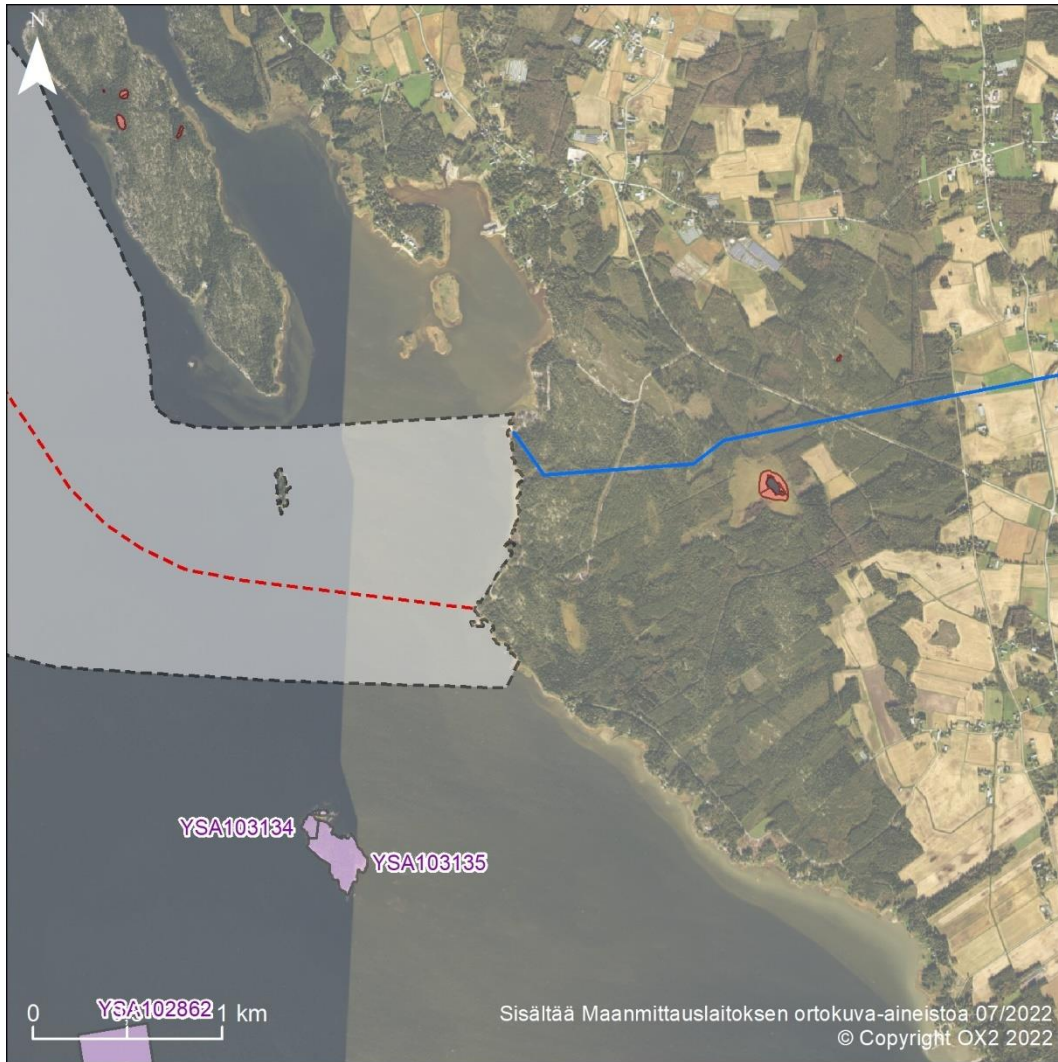
Merikaapelin MVE2b rantautumiskohdassa Brännskatagrundetissa sijaitsee kalasatama ja hiekkaranta (Kuva 8-4). Metsäisemmät alueet ovat havupuuvaltaisia ja seassa esiintyy myös avoimia, kosteampia alueita. Merikaapelin rantautumispaikasta Brännskatagrundetistä noin 400 metrin päässä koillisessa sijaitsee Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaama metsälain (10 §) erityisen tärkeä elinympäristö. Tyypiltään kohde on suoelinympäristö. Alueelta ei ole havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista lajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

#### MVE3

Merikaapelin MVE3 rantautumiskohdassa Pörkenäsin ja Storlötenin välissä sijaitsee hiekkarantoja, merenrantaniittyjä, rantaruovikkoa, kivennäismaan havupuuvaltaista ja sekapuustoista merenrantametsää, rantakallioita, kaksi leirikeskusta ja Merilän toimintakeskus sekä muutamia asuinrakennuksia (Kuva 8-5). Alueen läheisyydessä sijaitsee 90–350 metrin etäisyydellä kolme Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaamaa metsälain (10 §) erityisen tärkeää elinympäristöä. Rantautumisalueelta on vain yksi havainto silmälläpidettävästä (NT) vihnesarasta (*Carex paleacea*)(*Suomen Lajitietokeskus 2021*). Muita havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista lajeista ei ole (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

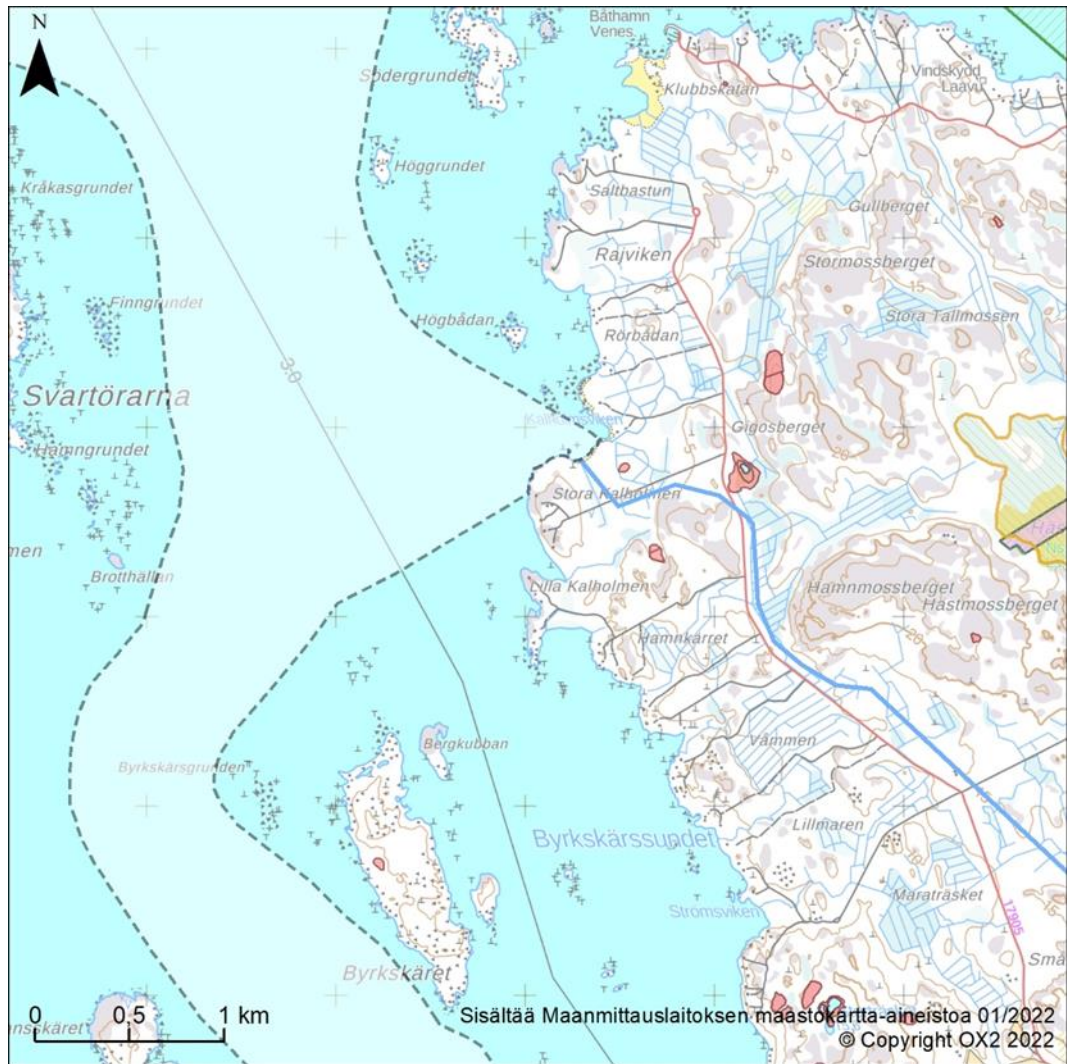


- Eteläinen\_vetyputkireitti
- Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt  
Laine SVE 1a
- Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt
- Metsälain erityisen tärkeit elinympäristöt (Metsäkeskus)
- Yksityiset luonnonsuojelualueet



- Eteläinen\_vetyputkireitti
- Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt  
Laine SVE 1a
- Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
- Yksityiset luonnonsuojelualueet

*Kuva 8-2. Merikaapelin MVE1a rantautumispaikka ja läheiset arvokkaat luontokohteet Hirvlaxin alueella.*

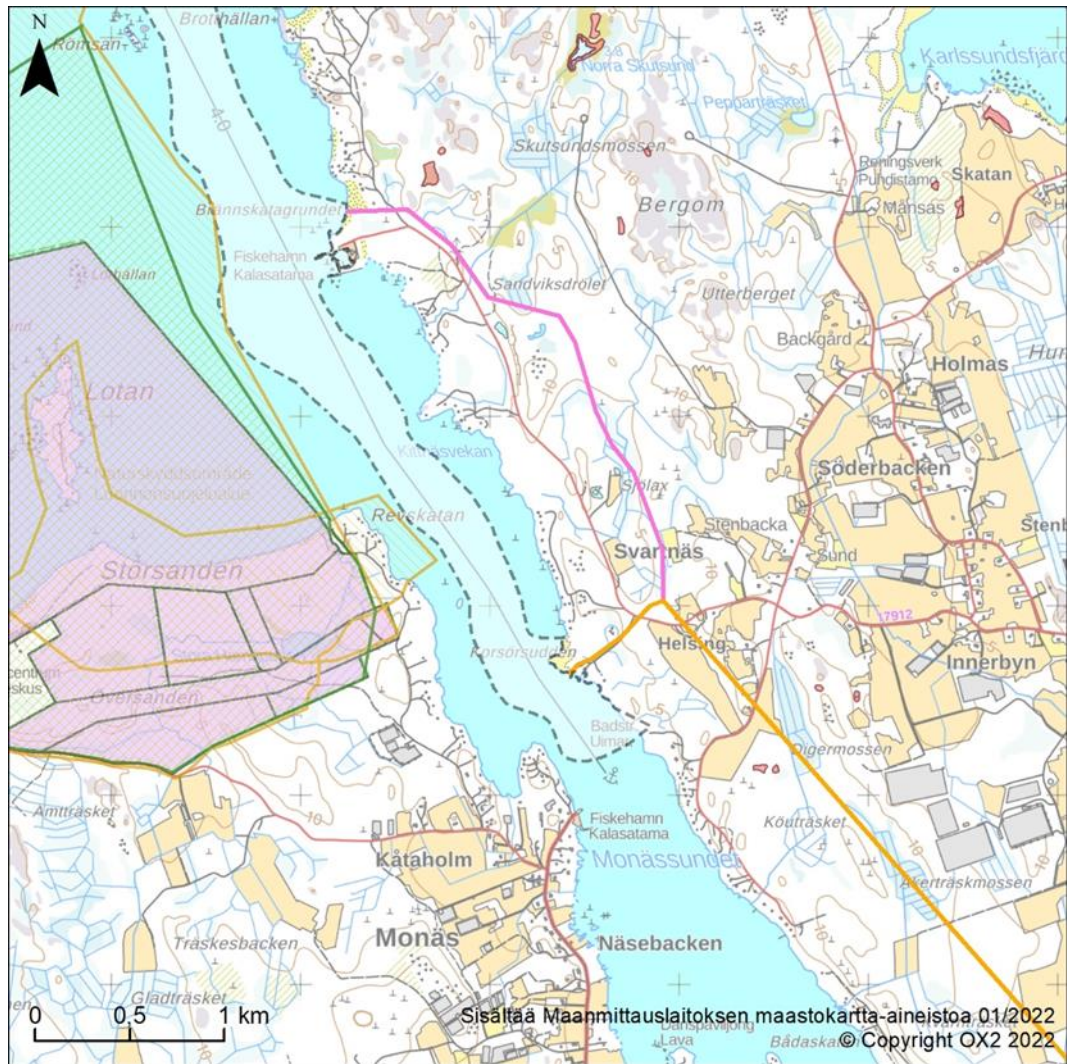


- |  |   |
|--|---|
|  Merikaapelireitti  |  Luonnonsuojeluohjelmien alueet  |
|  Voimajohtoreitti Laine SVE 1b                            |  Yksityiset luonnonsuojelualueet |
|  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) |   |
|  Natura 2000 -alueet                                      |   |

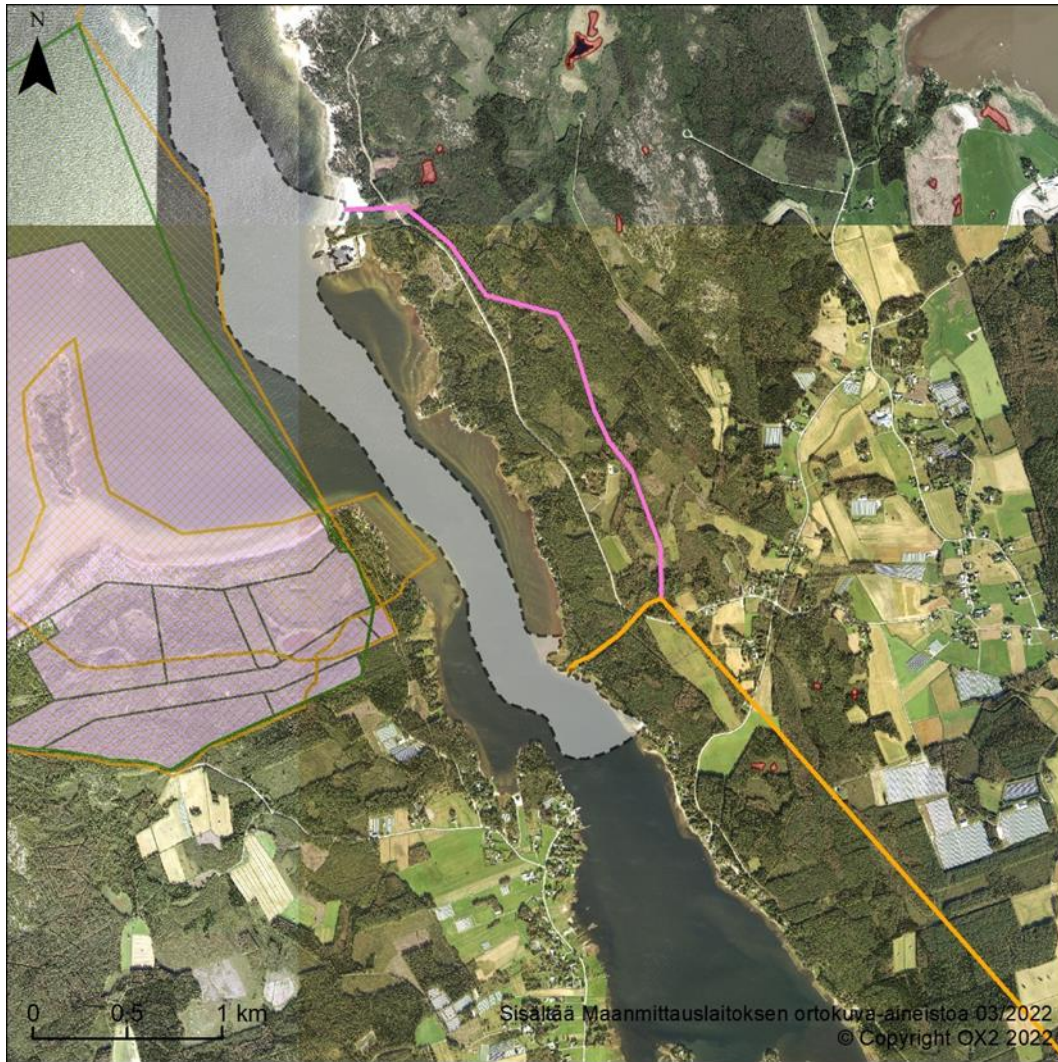









- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Merikaapelireitti  | Luonnonsuojeluohjelmien alueet  |
| Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) | Yksityiset luonnonsuojelualueet |
| Natura 2000 -alueet                                      | Voimajohtoreitti Laine SVE 1b   |

*Kuva 8-3. Merikaapelin MVE1b rantautumispaikka ja läheiset arvokkaat luontokohteet Hirvlaxin alueella.*

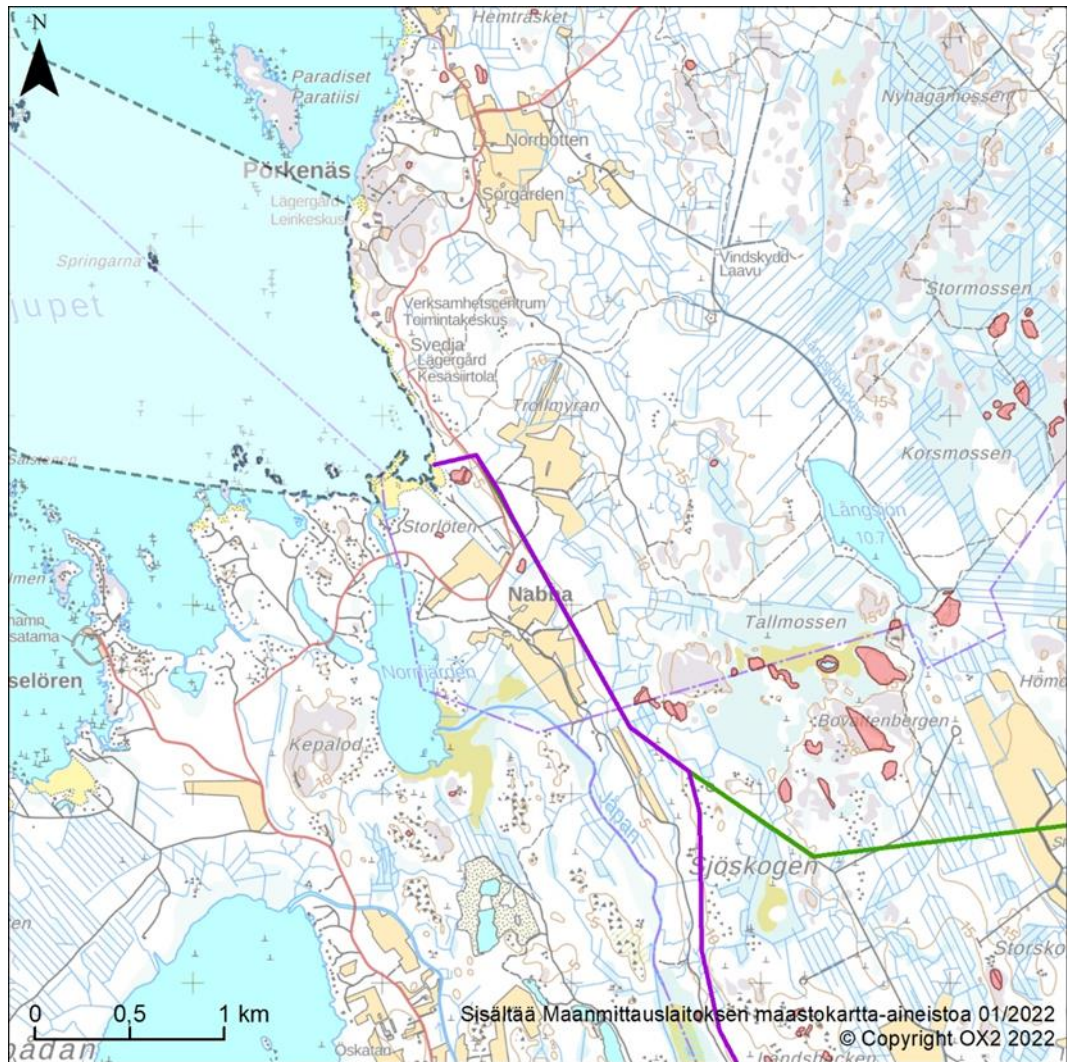


- |  |   |
|--|---|
|  Merikaapelireitti  |  Luonnonsuojeluohjelmien alueet  |
|  Voimajohtoreitti Laine SVE 2a                            |  Yksityiset luonnonsuojelualueet |
|  Voimajohtoreitti Laine SVE 2b                            |   |
|  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) |   |
|  Natura 2000 -alueet                                      |   |



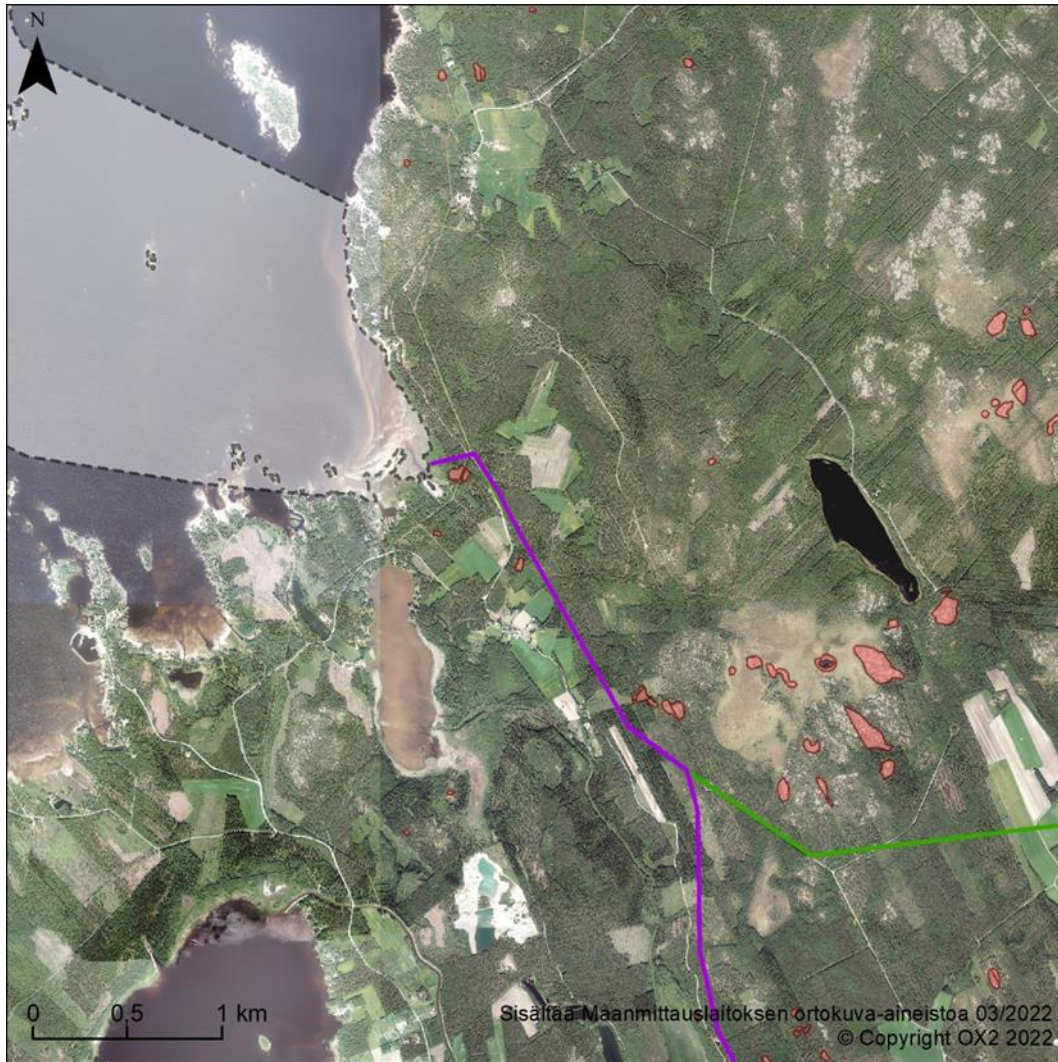
- |  |   |
|--|---|
|  Merikaapelireitti  |  Luonnonsuojeluohjelmien alueet  |
|  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) |  Yksityiset luonnonsuojelualueet |
|  Natura 2000 -alueet                                      |  Voimajohtoreitti Laine SVE 2a   |
|  |  Voimajohtoreitti Laine SVE 2b   |

*Kuva 8-4. Merikaapelien MVE2a ja MVE2b rantautumispaikat ja niiden läheiset arvokkaat luontokohteet Vexalan lähistöllä.*



-  Merikaapelireitti
-  Voimajohtoreitti Laine SVE 3a
-  Voimajohtoreitti Laine SVE 3b
-  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)





-  Merikaapelireitti
-  Metsälain erityisen tärkeitä elinympäristöt (Metsäkeskus)
-  Voimajohtoreitti Laine SVE 3a
-  Voimajohtoreitti Laine SVE 3b

Kuva 8-5. Merikaapelin MVE3 rantautumispaikka ja läheiset arvokkaat luontokohteet.

Merikaapeliin MVE1a/b, MVE2a/b ja MVE3 rantautumispaikoilla tai hankealueiden lähiympäristössä ei esiinny vesilain (2:11 § ja 3:2 §) mukaisia vesiluontokohteita. Rantautumisalueilta ei ole havaintoja EU:n luontodirektiivin (92/43/ETY) liitteen IV (a) lajeista, kuten viitasammakosta, saukosta, liito-oravasta tai lepakoista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*). Merikaapelivaihtoehtojen rantautumispaikoilta ei ole tehty myöskään havaintoja haitallisista vieraslajeista, kuten komealupiinista, kurturuususta tai jättipalsamista (*Vieraslajit.fi 2021*).

## Vetyputket

### VVE1

Vetyputken VVE1 rantautumiskohta sijoittuu samalla alueelle merikaapelivaihtoehdon MVE1a kanssa. Rantautumiskohdassa Kanäsin niemialueella sijaitsee kivennäismaalle sijoittuvaa havupuuvaltaista rantametsää (Kuva 8-2). Alue on osittain ihmisvaikutuksen alaista, ja aidatun alueen sisäpuolelle sijoittuu muutamia varastointirakennuksia. Paikoin kallioisemmille alueille sijoittuu melko vanhaa, lähemmäs satavuotiasta puustoa. Alueen lähin Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaama metsälain (10 §) erityisen tärkeä elinympäristö sijaitsee reilu kilometrin etäisyydellä rantautumispaikasta itään. Alueelta ei ole havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista kasvilajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*) tai haitallisista vieraslajeista (*Vieraslajit.fi 2022*). Vetyputken rantautumispaikalla tai hankealueen lähiympäristössä ei sijaitse vesilain (2:11 § ja 3:2 §) mukaisia vesiluontokohteita.

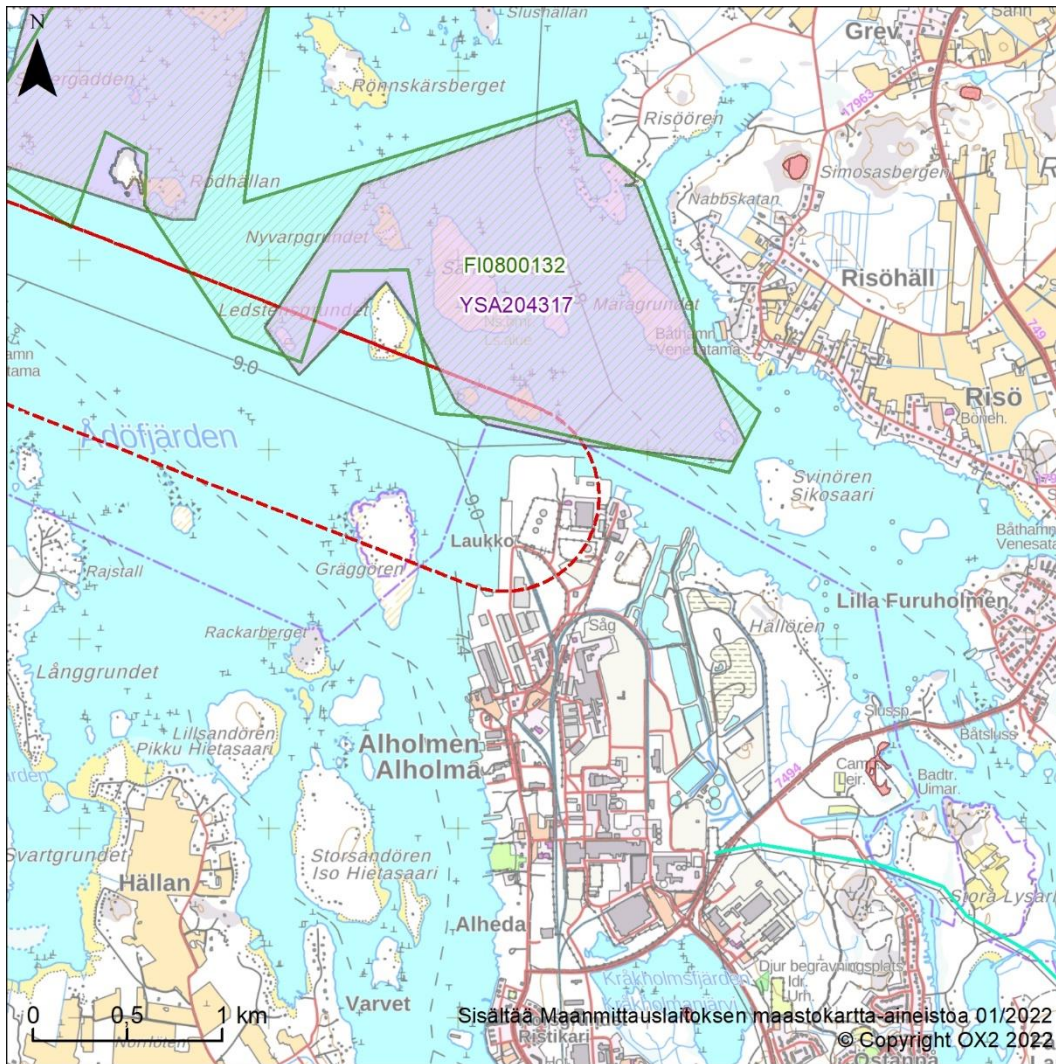
### VVE2

Vetyputken VVE2 rantautumispaikka sijoittuu Pietarsaaren sataman alueelle, joka on voimakkaasti ihmisvaikutteinen ja muuttunut alue (Kuva 8-6). Alueella sijaitsee pääasiassa asfaltoituja kenttiä ja satamarakennuksia. Alkuperäistä kasvillisuutta ei ole juurikaan jäljellä, ja alueella sijaitsevien pienten metsäisten alueiden puuston ikä on nuorta. Satama-alueen rantapenkki on myös pengerreretty ja muokattu. Rantautumisalueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse metsälain (10 §) tai vesilain (2:11 § ja 3:2 §) mukaisia luontokohteita.

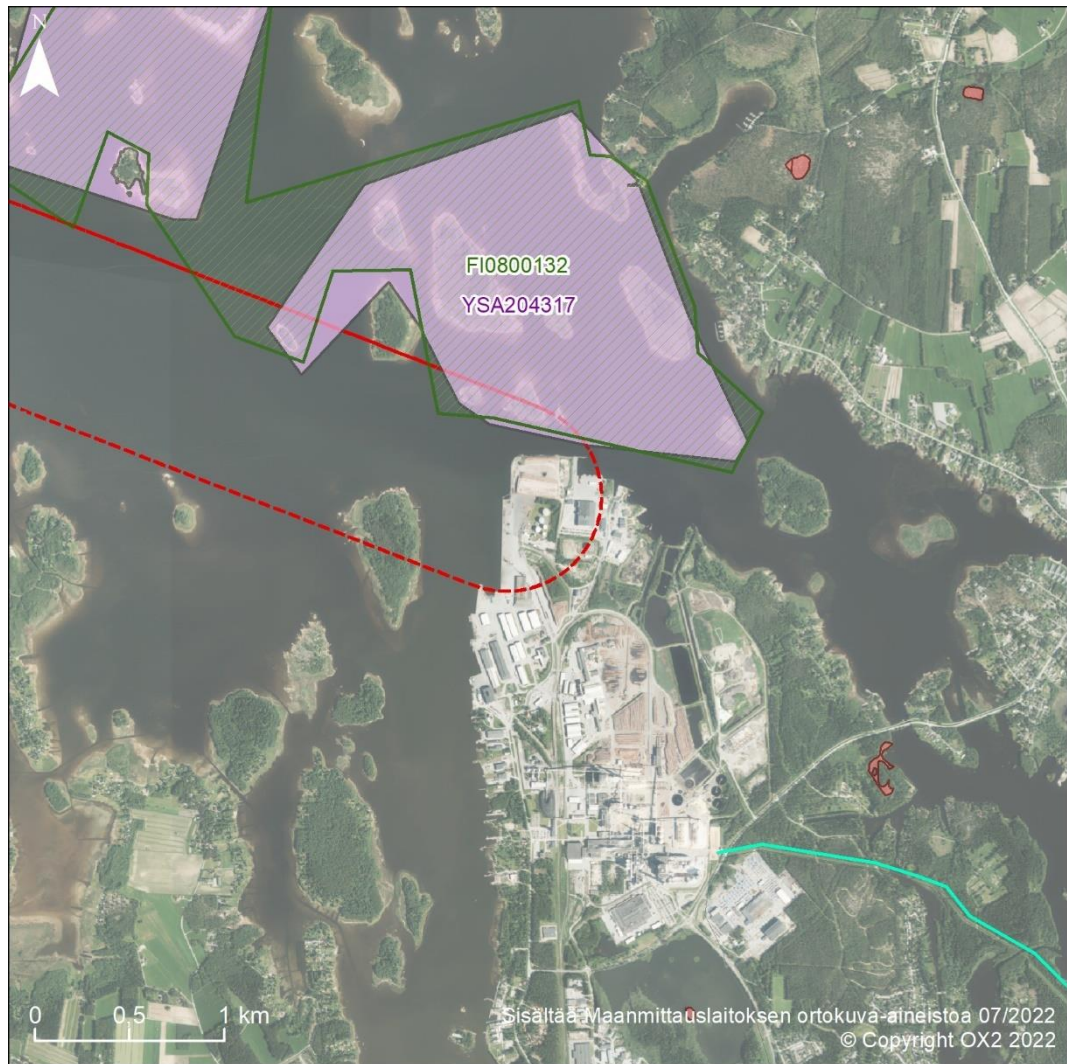
Satama-alueen keskiosan paahteisemmilla kentillä on tehty havaintoja vuosien 2018–2021 aikana havaintoja erittäin uhanalaisesti (EN) sinikuusamasta, vaarantuneesta (VU) ja kenttöörakosta (*Suomen Lajitietokeskus 2022*), jotka ovat myös koko maassa rauhoitettuja kasvilajeja. Alueella on havaittu myös erittäin uhanalaista (EN) vuorimunkkia. Lisäksi alueella on havaittu silmälläpidettävää (NT) kelta-apilaa ja kesämaitiaista (*Suomen Lajitietokeskus 2022*). Rantautumispaikan läheisyydessä on tehty myös useita havaintoja haitallisista vieraslajeista, kuten komealupiinista ja jättipalsamista (*Vieraslajit.fi 2022*).



### VVE3

Vetyputki VVE3 rantautumispaikka on sama kuin VVE2-vaihtoehdon.



- |  |  |
|--|--|
|  Vetyputkireitti        |  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) |
|  Voimajohtoreitti SVE 4 |  Natura 2000 -alueet                                      |
|  |  Yksityiset luonnonsuojelualueet                          |



- |   |  |
|---|--|
|  Vetyputkireitti / Vätgasrörledning                  |  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) |
|  Voimajohtoreitti / Kraftledningsrutt<br>Laine SVE 4 |  Natura 2000 -alueet                                      |
|   |  Yksityiset luonnonsuojelualueet                          |

*Kuva 8-6. Vetyputken VVE2 ja VVE3 rantautumispaikka, ja sen läheiset arvokkaat luon-  
tokohteet.*

### 8.1.4 Suojelualueet ja muut luontoarvoltaan erityisen merkittävät kohteet

*Laineen merituulivoimapuiston ja -kaapelireittien sekä vetyputkien ympäristössä sijaitsevat Natura 2000 -alueet sekä luonnonsuojelualueet ja -suojeluohjelmiin kuuluvat aluerajaukset on seuraavassa koottu taulukkoon (*

Taulukko 8-1) ja esitelty kuvassa (Kuva 8-7).

Merituulivoimapuiston läheisyydessä ei sijaitse luonnonsuojelu- tai Natura 2000 -alueita.

MVE1a- ja MVE1b-merikaapelin sekä vetyputken VVE1 lähellä sijaitsee noin 2 kilometrin päässä kaksi Natura-aluetta: *Merenkurkun saaristo* (FI0800130, SAC/SPA) ja *Uudenkaarlepyyn saaristo* (FI0800133, SAC/SPA). MVE2a- ja MVE2b-merikaapelin läheisyydessä noin 1,5 kilometrin päässä sijaitsee *Uudenkaarlepyyn saaristo* (FI0800133, SAC/SPA) Natura-alue. MVE3 merikaapelin alueelle sijoittuu osittain *Uudenkaarlepyyn saaristo* (FI0800133, SAC/SPA) Natura-alue. Vetyputkien VVE2 ja VVE3 reitti sijoittuu osittain *Luodon saaristo* (FI0800132, SAC/SPA) aluerajauksen sisäpuolelle.

Pietarsaaren ja Uudenkaarlepyyn edustalla on lukuisia erikokoisia aluerajauksia, jotka kuuluvat osaksi Natura 2000 -alueverkostoon. Natura-alueita on yhteensä viisi kappaletta. Natura-alueet ovat suojeltuja sekä erityisten suojelutoimien alueina (SAC) että lintudirektiivin perusteella (SPA). Kaikkien Natura-alueiden suojelun perusteina on useita eri luontodirektiivin luontotyyppisiä ja eläinlajeja, joista suurin osa on lintulajeja. Hankealueen kasvillisuus muodostuu hyvin luonnontilaisina säilyneistä Merenkurkun ja Perämeren ulkosaariston sekä rannikon luontotyypeistä. Alueella on puuttomia ja vähäpuustoisia ulkoluotoja. Suuremmilla saarilla kasvaa lisäksi metsää. Alueen merilinnusto on arvokasta. Kaikilla Natura-alueilla on myös useita yksityismaan suojelualuerajauksia.

Noin kymmenen kilometrin etäisyydellä MVE1a/b-, MVE2a/b- ja MVE3-merikaapeleiden sekä vetyputkien VVE1, VVE2 ja VVE3 reiteistä sijaitsee useita Natura-alueita (*Suomen Ympäristökeskus 2021b*). Seuraavaan on koottu merituulivoimapuiston ja -kaapelin hankealueelle tai välittömään läheisyyteen sijoittuvat Natura-verkoston kohteet:

- Minimissään 1,7 kilometriä MVE1a-merikaapelin länsipuolella ja 2,5 kilometriä MVE1b-merikaapelin länsipuolella sijaitsee useasta erillisestä alueesta koostuva Natura-alue Merenkurkun saaristo (FI0800130, SAC/SPA, 128 162 ha). Natura-alueen suojelun perusteina on 25 luontodirektiivin luontotyyppiä sekä yhteensä 79 lintulajia, kaksi nisäkäslajia ja yksi kasvilaji. Merenkurkun saariston Natura-alueen rajaus kuuluu lähes kokonaisuudessaan rantojensuojeluohjelman alueeseen (RSO100059, RSO100060). Lisäksi alueella sijaitsee valtionmaan luonnonsuojelualueisiin kuuluva Snipansgrundin-Medelkallan hylkeidensuojelualue (HYL100006).
- Kolmesta erillisalueesta koostuva Natura-alue Uudenkaarlepyyn saaristo (FI0800133, SAC/SPA, 3 210 ha) sijoittuu noin 2 kilometrin etäisyydelle pohjoiskoilliseen MVE1a/b-vaihtoehdosta ja 1,5 kilometrin etäisyydelle etelä-lounaaseen MVE2a/b-vaihtoehdosta. Suojelualue sijoittuu osittain MVE3-vaihtoehdon hankealueelle etelä-lounaisosassa. Natura-alueen suojelun perusteina on 23 luontodirektiivin luontotyyppiä sekä yhteensä 40 lintulajia ja kaksi nisäkäslajia. Alueella on lisäksi harjijensuojeluohjelman kohde (HSO100094).

- Vetyputkien VVE2 ja VVE3 reitit kulkevat osittain Luodon saariston (FI0800132, SAC/SPA, 14 460 ha) Natura-alueen aluerajauksen läpi. Natura-alueen suojelun perusteina on 21 luontodirektiivin luontotyyppiä ja yhteensä 54 lintulajia sekä yksi nisäkäslaji. Alueella on lisäksi lukuisia yksityismaan suojelualueita, ja sen rajaus kuuluu lähes kokonaisuudessaan osaksi rantojensuojeluohjelmaa (RSO100062).

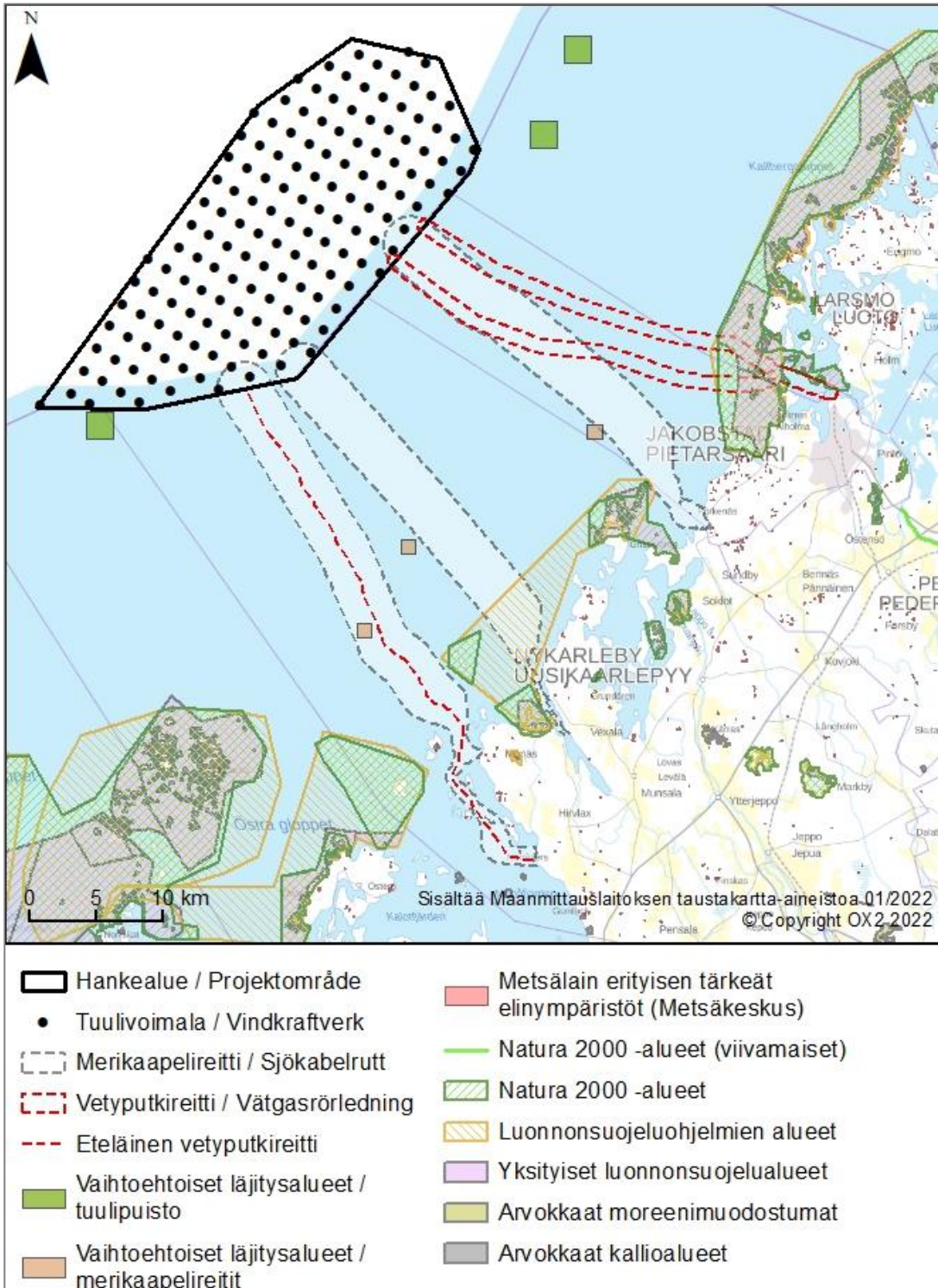
*Taulukko 8-1. Merituulivoimapaiston, merikaapelien ja vetyputkien ympäristössä (10 kilometrin säde) sijaitsevat Natura 2000 -alueverkoston kohteet sekä läheiset (5 kilometrin säde) luonnonsuojelualueet ja luonnonsuojeluohjelmien kohteet sekä niiden suunta ja etäisyys. Useilla kohteilla on päällekkäisiä aluerajauksia.*

Kohde	Tyyppi	Suunta hanke-alueelta	Minimietäisyys
<b>Luodon saaristo</b> (FI0800132, SAC/SPA, 14 460 ha)  Yksityismaan luonnonsuojelu-alue noin 110 kpl  Rantojensuojeluohjelma (RSO100062)	Natura-alue, yksityismaan suojelualueet, luonnonsuojeluohjelma	Merituulipuisto itä-kaakko,  MVE3 koillinen  vetyputki VVE2/VVE3 alueella	Noin 21 km merituulipuisto  Noin 3,6 km MVE3  0 m VVE2/VVE3
Östergårdin luonnonsuojelu-alue (YSA247044)	Yksityismaan suojelualueet	Merituulipuisto, luode-pohjoinen  MVE1a/b koillinen  MVE2a/b koillinen  VVE1 länsi	Noin 27 km merituulipuisto  Noin 1 km MVE1a/b  Noin 8 km MVE2a/b  noin 1,6 km VVE1
<b>Lapuanjokisuisto-Bådavi-ken</b> (FI0800064, SAC/SPA, 610 ha)  Yksityismaan luonnonsuojelu-alue 10 kpl  Lintuvesiensuojeluohjelma (LVO100228)	Natura-alue, yksityismaan suojelualueet, luonnonsuojeluohjelma	Merituulipuisto kaakko,  MVE2a/b koillinen,  MVE3 etelä	Noin 31,5 km merituulipuisto  Noin 8 km MVE2a/b  Noin 4,7 km MVE3
<b>Uudenkaarlepyyn saaristo</b> (FI0800133, SAC/SPA, 3 210 ha)  Yksityismaan luonnonsuojelu-alue noin 25 kpl	Natura-alue, yksityismaan suojelualueet, luonnonsuojeluohjelma	Merituulipuisto, koillinen  MVE1a/b pohjoinen-koillinen,	Noin 23 km merituulipuisto  400 m MVE1a/b  Noin 100 m MVE2a/b

Kohde	Tyyppi	Suunta hanke-alueelta	Minimietäisyys
Rantojensuojeluohjelma (RSO100061) Harjunsuojeluohjelma (HSO100094)		MVE2a/b etelä ja koillinen, MVE3 kaakko, osittain alueella VVE1 koillinen VVE2 etelä	0 m MVE3 noin 2,3 km VVE1 noin 8,1 km VVE2
<b>Brymsören</b> (FI0800141, SAC, 21 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue (YSA230635)	Natura-alue, yksityismaan suojelualueet	Merituulipuisto, kaakko MVE1a/b, itä MVE2a/b, itä	Noin 31 km merituulipuisto Noin 9,5 km MVE1a/b Noin 3,6 km MVE2a/b
<b>Merensuon saaristo</b> (FI0800130, SAC/SPA, 128 162 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue noin 70 kpl Rantojen suojeluohjelma (RSO100057, RSO100058, RSO100059, RSO100060) Lintuvesiensuojeluohjelma (LVO100220) Maisemakokonaisuus (MAO100111) Vanhojen metsien suojeluohjelma (AMO100514, AMO100114) Valtionmaan suojelualue, Hylkeidensuojelualue Snipansgrundin-Medelkalla (HYL100006) Mikkelinsaarten erityinen suojelualue (PMO100001)	Natura-alue, yksityismaan ja valtionmaan suojelualueet, luonnonsuojeluohjelma	Merituulipuisto etelä-lounas, MVE1a/b länsi VVE1 länsi	Noin 23,6 km merituulipuisto Noin 1,7 km MVE1a noin 2,1 km VVE1 Noin 1,7 km MVE1b
<b>Norrskata</b> (YSA230744)	Yksityismaan suojelualueet	Merituulipuisto, etelä MVE1a lounas	Noin 30 km merituulipuisto Noin 7,8 km MVE1a
<b>Vesi-, kalastus- ja satama-alueen luonnonsuojelualue</b> (YSA234935)	Yksityismaan suojelualueet	Merituulipuisto, etelä	Noin 30 km merituulipuisto

Kohde	Tyyppi	Suunta hanke- alueelta	Minimietäisyys
		MVE1a lounas	Noin 5 km MVE1a
<b>Stora Kalkskärin luonnon- suojelualue</b> (YSA240725)	Yksityismaan suoje- lualueet	Merituulipuisto, kaakko MVE1a lounas MVE1b etelä VVE1 lounas	Noin 35,5 km merituulipuisto Noin 2,3 km MVE1a Noin 8,3 km MVE1b noin 3,6 km VVE1
<b>Bockörenin luonnonsuojelu- alue</b> (YSA103135)	yksityismaan suoje- lualueet	merituulipuisto, kaakko MVE1a/b etelä VVE1 etelä	noin 38,5 km merituulipuisto noin 680 m MVE1a noin 9,3 km MVE1b noin 1,1 km VVE1
<b>Fjärdsgrundetin luonnon- suojelualue</b> (YSA102862)	Yksityismaan suoje- lualueet	Merituulipuisto, kaakko MVE1a etelä VVE1 etelä	Noin 29 km me- rituulipuisto Noin 1,9 km MVE1a noin 2,4 km VVE1





Kuva 8-7. Hankealueen ympäristössä sijaitsevat Natura 2000 -alueverkoston kohteet, luonnonsuojelualueet, luonnonsuojeluohjelmien kohteet ja geologisesti huomioitavat arvokohteet.

## 8.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

### 8.2.1 Linnusto

#### Yleistä

Merituulivoimapuiston ja merikaapelireittien vaikutusten arviointi alueilla liikkuvaan linnustoon perustuu hankkeen eri vaikutustyyppisiin (merituulivoimapuiston rakentaminen ja toiminta, merikaapelireittien asennus). Arviointi laaditaan parhaan käytettävissä olevan tiedon perusteella, jossa ensisijaisena tietolähteenä ovat muualla maailmassa toteutettujen merituulivoimapuistojen seurantatiedot - erityisesti Itämeren ja Pohjanmeren alueelta. Myös Suomeen rakennettujen merituulivoimapuistojen seurantatietojen käyttökelpoisuutta selvitetään. Vaikutusten arviointi toteutetaan sekä maastoselvitysten tulosten että olemassa olevan havaintoaineiston avulla asiantuntija-arviointina. Arvioinnissa keskitytään Suomen puolelle kohdistuviin vaikutuksiin.

Merituulivoimapuiston rakentaminen ja toiminta aiheuttaa mahdollisia häiriö-, este- ja törmäysvaikutuksia alueella liikkuvaan lintulajistoon, jossa vaikutukset kohdistuvat eri tavalla eri lajiryhmiin. Merituulivoimapuiston rakentaminen voi aiheuttaa vaikutuksia linnustoon myös monimutkaisten ravintoverkkokytöntöjen kautta. Merikaapelien ja vetypytkien asennus voi aiheuttaa linnustolle lähinnä lyhytaikaisia häiriövaikutuksia ja ruokailualueiden vesien samentumista, joita voidaan tarvittaessa merkittävästi lieventää rakentamisen ajoittamisella lintujen pesimäkauden ulkopuolelle.

Vaikutusten arvioinnissa pohditaan myös vaikutusten lievennys- ja kompensointikeinoja sekä esitetään ehdotus linnustovaikutusten seurantaohjelmaksi.

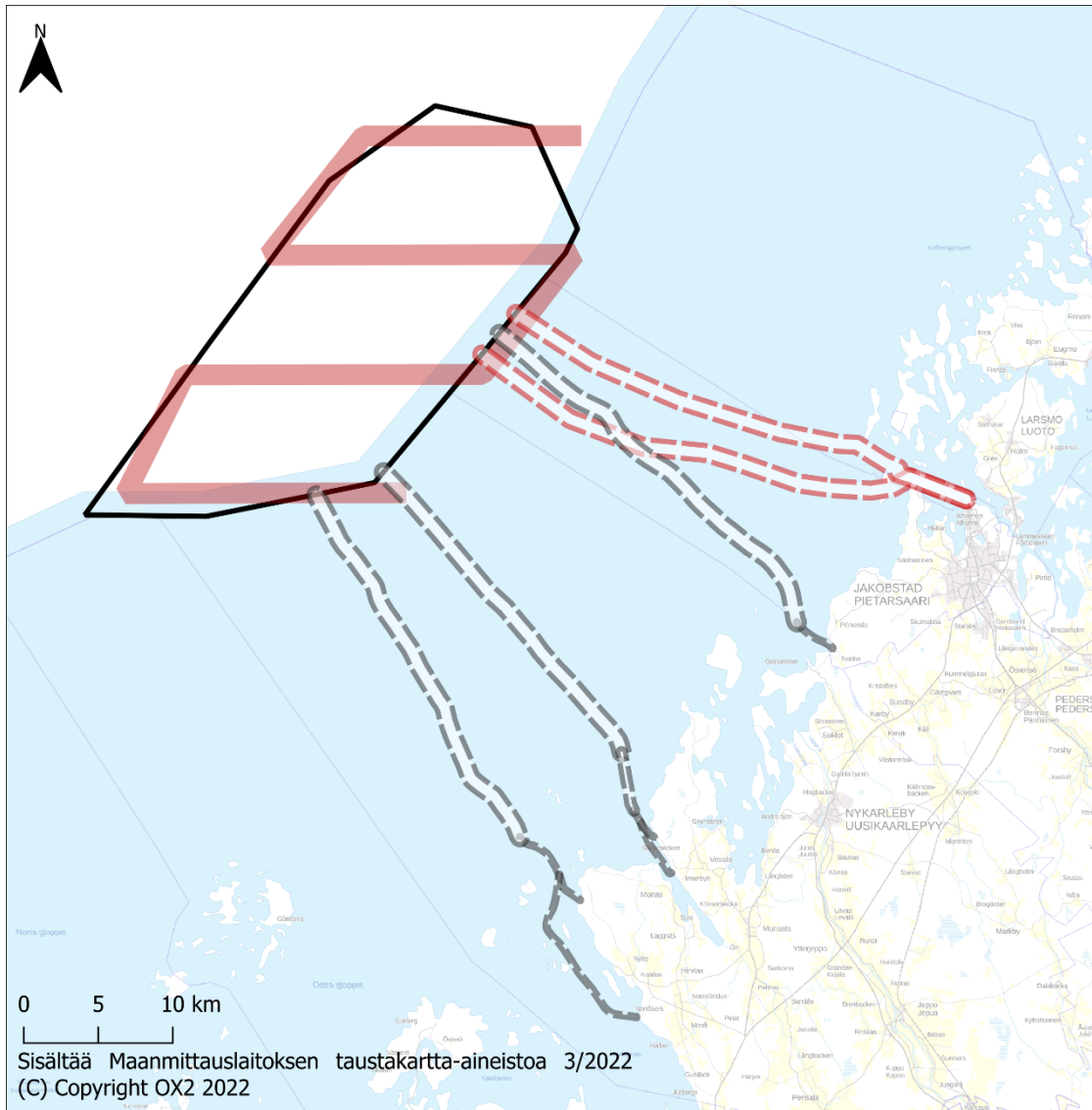
#### Merituulivoimapuiston alue

Hankealue sijoittuu niin etäälle ulkomerelle, että alueella liikkuvasta ja sen kautta muuttavasta linnustosta ei ole käytännössä lainkaan olemassa olevaa tietoa. Alue sijoittuu myös niin etäälle lähimmistä ulkosaarista ja mantereen rannoista, että hankealueella liikkuvaa linnustoa ei ole lainkaan mahdollista havainnoida maalta käsin.

Lähimmät lintujen pesimäalueet sijaitsevat yli 20 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Lähimpien pesimäalueiden linnustoa kuvataan olemassa olevien aineistojen, kuten Metsähallituksen saaristolintulaskentojen aineistojen perusteella (*Antti Below ja Ralf Wistbacka, kirjall. ilm.*). Muuttavan linnuston osalta olemassa olevista aineistoista selvitetään myös Valassaarten ja Tankarin lintuasemien havaintoaineistojen käyttökelpoisuus hankealueen kautta muuttavan linnuston arviointiin.

Hankealueella mahdollisesti lepäileviä, ruokailevia ja muutoin liikkuvia sekä hankealueen kautta muuttavia lintuja selvitetään venelaskentojen avulla, jossa veneellä pyritään ajamaan ennalta määriteltyä laskentareittiä pitkin koko hankealueen laajuudelta. Laskentareitti on sovitettu alueen laajuuteen, etäisyyteen lähimmistä satamista sekä käytettävään venekalustoon siten, että laskentareitti pystyttäisiin suorittamaan kokonaisuudessaan yhden päivän valoisana aikana. Laineen tuulivoimahankkeessa laskentareitin kokonaispituus hankealueella on noin 110 kilometriä ja laskentapäivän ajomatkan kokonaispituus merellä on noin 185 kilometriä. Veneen ajonopeus laskennan aikana on sääolosuhteista riippuen noin 15–30 km/h. Hankealueelle sijoittuvalla laskentareitillä ajolinjojen välinen etäisyys on 8 kilometriä (Kuva 8-8). Laskentareitti on optimoitu edellä mainittujen reunaehtojen mukaisesti siten, että hankealueella lepäilevästä ja ruokailevasta linnustosta saataisiin otoksena riittävän kattava yleiskuva yhden laskentapäivän valoisana aikana. Toukokuussa arktisten kuikka- ja vesilintujen muuton aikaan

hankealueella pyritään myös seuraamaan mahdollista muuttoa paikallaan olevasta veneestä.



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Suunniteltu laskentareitti
- Vetyputkireitti

*Kuva 8-8. Laineen hankealueelle suunniteltu laskentareitti. Reitin pituus hankealueella on noin 110 kilometriä ja laskentalinjat sijoittuvat alueelle 8 kilometrin välein (VVE1 kulkee samaa reittiä MVE1:n kanssa).*

Laskennat pyritään ajoittamaan riittävän heikkotuulisiin sääolosuhteisiin, jolloin laskenta olisi toteutettavissa hankealueella kokonaisuudessaan, eivätkä sääolosuhteet muuttuisi merkittävästi laskentapäivän aikana. Aallokon korkeus ja suunta ovat merkittävimmät laskentaan vaikuttavat tekijät, koska ne vaikuttavat lintujen havaittavuuteen aaltojen välistä sekä veneen ajonopeuteen ja vakauteen laskennan aikana.

Laskenta tehdään kiikaroimalla lintuja veneestä ja kirjaamalla tiedot lintujen olinpaikasta ja liikkumisesta ylös. Tarvittaessa veneellä voidaan myös pysähtyä tarkkailemaan lintuja. Havaituista linnuista kirjataan ylös kellonaika, havaintopaikka (veneeseen sijainti koordinaatteina), laji/lajiryhmä, lukumäärä, lintujen sijainti ja suunta suhteessa havaintopaikkaan, onko lintu lennossa vai paikallisena vedessä, saalistelemassa tms. Lisäksi kirjataan ylös, onko lintu havaintohetkellä alle 100 metrin etäisyydellä laskentareitistä, jotta aineistoista voidaan myöhemmin tarvittaessa johtaa lintujen tiheyskarttoja. Kirjattavien muuttujien perusteella kaikki havainnot voidaan paikantaa laskentakartoille.

Laskentoja on suunniteltu tehtäväksi alueella koko avovesikauden ajan, jolloin laskennat kattavat lintujen kevätmuuttokauden, pesimäkauden mahdolliset ruokailulennot, loppukesän sulkasatoparvet ja syysmuuttokauden. Laskennat on tarkoitus aloittaa jäidenlähden jälkeen huhti-toukokuun vaihteessa ja niitä jatketaan loppusyksyllä noin lokakuun loppuun saakka. Menetelmän mukaisia laskentoja on tarkoitus toteuttaa sääolosuhteista riippuen noin kahden viikon välein, mutta toukokuussa, jolloin lintujen määrän alueella oletetaan olevan suurimmillaan, noin viikon välein. Laineen hankealueelle tulee näin ollen yhteensä 13 laskentakäyntiä avovesikauden aikana.

Laskennat on aloitettu syksyn 2021 aikana, jolloin alueella käytiin 10.9. sekä 14.10.2021. Ensimmäisellä laskentakerralla liikkuvat sumurintamat vaikeuttivat laskentaa ja toinen käyntikerta jäi laskennan osalta vajaaksi liikaa yltyneen tuulen ja aallokon vuoksi. Syksyllä 2021 suunnitelluista neljästä laskentakerrasta kaksi saatiin toteutettua vaikeiden sääolosuhteiden vuoksi. Syksyn osalta alueen linnustosta arvioidaan kuitenkin saadun riittävän kattava yleiskuva. Vuoden 2022 aikana laskentoja on tarkoitus toteuttaa huhti-toukokuun ja elokuun välisenä aikana (Kuva 8-9).

Laskennat toteutetaan työturvallisuusnäkökohtien vuoksi työparina, jonka muodostaa lintuja laskeva asiantuntija sekä veneen kuljettaja. Käytössä oleva venekalusto soveltuu ulkomerellä tapahtuviin töihin ja vene on asianmukaisesti varusteltu. Veneen kuljettajalla on pitkäaikainen kokemus seudun vesillä liikkumisesta.

Venelaskentojen lisäksi selvitetään mahdollisuutta toteuttaa osa laskennoista myös lentolaskentoina pienlentokoneella.

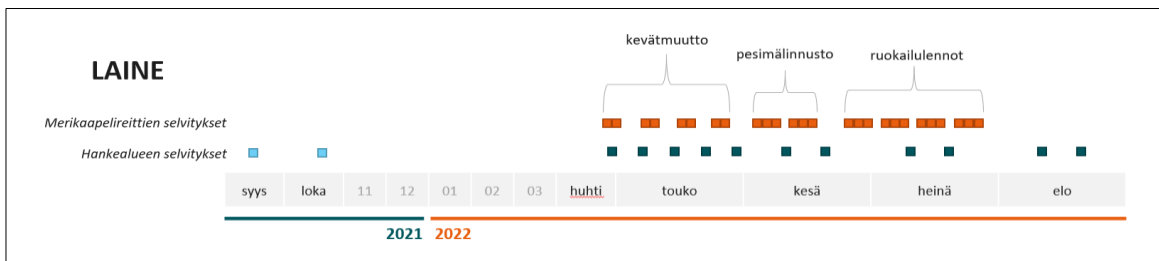
### **Merikaapelireittien alueet**

Merikaapelien ja vetyputkien asennuksen vaikutukset alueen linnustoon ovat melko vähäisiä ja lyhytaikaisia. Kaapelien ja putkien laskeminen voi aiheuttaa lyhytaikaisia häiriöitä sekä veden samentumista asennuskohdan lähiympäristössä. Tällä voi olla todennäköisesti vähäisiä vaikutuksia kaapelireitin läheisyydessä pesivään, lepäilevään ja ruokailevaan linnustoon. Kaapelien asennuksen ajoittamisella pesimäajan ulkopuolelle voidaan merkittävästi vähentää pesimälinnustoon ja linnustollisesti herkimmille alueille kohdistuvia vaikutuksia.

Merikaapeli- ja vetyputkireittien lähimpien pesimäluotojen ja -saarten linnustosta on olemassa jonkin verran tietoa mm. Metsähallituksen saaristolintulaskentojen aineistoissa (*Antti Below ja Ralf Wistbacka, kirjall. ilm.*), mutta tiedot eivät kata riittävästi koko kaapelireittien aluetta. Merikaapeli- ja vetyputkireittien alueella lepäilevistä ja ruokailevista linnuista ei ole käytettävissä olemassa olevaa tietoa, jonka vuoksi alueella tullaan tekemään maastonselvityksiä vuoden 2022 aikana. Maastonselvitykset keskittyvät merikaapeli- ja vetyputkireittien alueella lepäilevien ja ruokailevien lintujen yleispiirteeseen selvittämiseen loppukevään ja kesän aikana. Selvityksiä tehdään tapauskohtaisesti sekä maasta että veneestä käsin, kiikarin ja kaukoputken avulla lintuja tarkkaillen. Selvityksissä sovelletaan virallisten saaristolintulaskentojen sekä vesilintulaskentojen

ohjeistusta. Havaitut linnut kirjataan lähtökohtaisesti noin 500 m laajuiselta alueelta reittien keskilinjan molemmin puolin, ja laskennat ulotetaan noin 5 km etäisyydelle uloimpien saarten ja luotojen tasalta avomerelle päin. Kevätmuuton aikaan lepäilevien ja ruokailevien lintujen selvittämiseen käytetään aikaa yhteensä 8 päivää. Lisäksi merikaapeli- ja vetyputkireittien rantautumisalueiden pesimälinnustoa selvitetään yleispiirteisesti mantereen rannoilla, ja niillä saariston lähimmillä kohteilla, joista ei ole käytettävissä olemassa olevaa tietoa (lähinnä Uudenkaarlepyyn saaristo). Pesimälinnustoselvityksiin käytettävä aika on yhteensä 6 päivää. Pesivien lintujen ruokailulentojen suuntautumista selvitetään pesimäkaudella sekä veneestä että mantereen rannoilta, ja siihen käytettävä työ määrä on yhteensä 12 pv.

Selvitysten tarkoituksena on paikantaa seudun linnustollisesti arvokkaimmat kohteet ja ne alueet, jossa lepäilee ja ruokailee merkittävä määrä linnustoa ja/tai arvokasta lajistoa, jotta kyseiset kohteet voidaan huomioida riittävällä tasolla hankkeen vaikutusten arvioinnissa sekä merikaapelien ja vetyputkien suunnittelussa ja asennuksessa. Merikaapelireittien ja erityisesti vetyputkireittien (VVE2 ja VVE3) alueella tehtävät selvitykset toimivat aineistona myös läheisille Natura-alueille kohdistuvissa vaikutusten arvioinneissa.



Kuva 8-9. Venelaskentojen sekä kaapeli- ja vetyputkireittien selvitysten suunniteltu aikataulu. Syksyn 2021 toteutetut laskennat on merkitty vaaleansinisellä neliöllä.

## 8.2.2 Kasvillisuus ja eläimistö

Merituulivoimapuiston ja -kaapelien sekä vetyputkien välittömät ja välilliset luontovai-  
 kutukset sekä niiden merkittävyys arvioidaan pohjautuen olemassa olevaan tietoon sekä  
 vuonna 2022 tehtäviin merialueen luontoselvityksiin. Arvioinnissa hyödynnetään mm.  
 alueella laadittujen luontoselvityksien tietoja, kirjallisuutta, sekä tarkistetaan valtion  
 uhanalaisrekisterin tiedot ja Suomen Lajitietokeskuksen Laji.fi tietokantaan tallennetut  
 havainnot. YVA-selostuksessa tarkennetaan tässä YVA-ohjelmassa esitettyä luonnon-  
 ympäristön nykytilan kuvausta. Vaikutusarvioinnissa erityistä huomiota kiinnitetään sii-  
 hen, millaisia vaikutuksia hankkeen eri vaihtoehtojen toteuttamisella on suojeltuihin  
 luontotyyppisiin ja vesiluontotyyppisiin, puroihin sekä metsälain monimuotoisuuskoh-  
 teisiin. Lisäksi huomioidaan vaikutukset eläimistöön, uhanalaisiin ja huomionarvoisiin  
 lajeihin. Tarvittaessa haastatellaan aluetta tuntevia luontoasiantuntijoita.

Merituulivoimapuiston alue sijaitsee kokonaan ulkomerellä, eikä siellä ole maa-alueita  
 kuten saaria tai luotoja. Myöskään merikaapelit tai vetyputket eivät sijoitu saariin tai  
 luontoihin. Vaikutusten arviointi vedenalaisiin luontotyyppisiin ja merinisäkkäisiin on  
 käsitelty luvuissa 6.2.3 ja 6.2.4. Kasvillisuuden ja muun eläimistön vaikutusarviointi  
 käsittää merikaapelien ja vetyputkien rantautumiskohdan arvioinnin.

Mereltä tulevat siirtokaapelit johdetaan mantereella maasähköasemalle, josta sähkönsiirtoa jatketaan ilmajohtototeutuksena aina kantaverkon liityntäpisteeseen asti. Merikaapelien ja vetyputkien rantautumiskohdilla tehdään luontotyyppi- ja kasvillisuusselvityksiä vuoden 2022 maastokaudella kevään ja kesän aikana. Hankkeen vaikutusarvioinnit ja maastoselvitykset toteutetaan kokeneiden biologien ja asiantuntijoiden laatimana asiantuntija-arvioina, ympäristöhallinnon laatimien ohjeiden mukaisesti. Ohjeistuksena käytetään muun muassa teosta "Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi" (Mäkelä & Salo 2021). Arvioinnissa tukeudutaan tarvittavilta osin muiden alojen asiantuntijoiden laatimiin mallinnuksiin ja vaikutusarviointeihin (mm. vesistö- ja meluvaikutukset). Luontoselvityksien tulokset ja vaikutusarvioinnit raportoidaan YVA-selostuksessa.

### **Kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitykset**

Luonnon yleispiirteiden lisäksi maastossa kartoitetaan ja rajataan mahdolliset luonnonsuojelulailla (29 §) suojellut luontotyypit ja metsälain (10 §) mukaiset metsäluonnon erityisen tärkeät elinympäristöt. Lisäksi kartoitetaan vesilain (2:11) §:n mukaiset vesiluonnon suojelukohteet (lähteet, norot, alle hehtaarin lammet ja järvet) sekä (3:2) §:n mukaiset purot. Maastossa kartoitetaan myös uhanalaiset luontotyypit (Kontula & Rautio 2018). Lisäksi selvityksissä huomioidaan uhanalaiset, suojeltavat, harvalukuiset tai muutoin huomionarvoiset eliölajit (luonnonsuojeluasetuksen liite 4, Hyvärinen ym. 2019) sekä EU:n luontodirektiivin IV (a) liitteen lajien kasvupaikat ja elinympäristöt. Vaikutusten arvioinnissa huomioidaan myös hankkeen laajempialaiset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, luonnonalueiden pirstoutumiseen sekä ekologisiin yhteyksiin ja haitallisten vieraslajien esiintymät (Vieraslajit.fi 2021). Selvitystulokset raportoidaan YVA-selostuksessa.

### **Viitasammakkoselvitys**

Merikaapeli- ja vetyputkivaihtoehtojen rantautumispaikoilta ei ole havaintoja viitasammakoista (Suomen Lajitietokeskus 2021), mutta vaihtoehtojen MVE2b ja MVE3 rantautumispaikkojen lähistöllä arvioidaan olevan viitasammakolle potentiaalisia elinympäristöjä. MVE2b-merikaapelin läheisyydessä noin 250–400 metrin etäisyydellä sijaitsee rimpipintainen soistuma. MVE3 rantautumispaikalla potentiaalisia paikkoja ovat Norrfjärden-järvi ja sen länsipuolen Klockholmen kaksi nimetöntä lampea sekä Vedörssundet uoma.

Suomessa viitasammakko on määritelty elinvoimaiseksi (LC) (Hyvärinen ym. 2019, Suomen Lajitietokeskus 2021). Laji on kuitenkin rauhoitettu ja EU:n luontodirektiivin liitteen IV (92/43/ETY) laji. Tämä velvoittaa suojelemaan lajia sekä lajin lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen tai heikentäminen on luonnonsuojelulailla kielletty. Viitasammakon potentiaalisia lisääntymispaikkoja selvitetään maastossa ilta-yöaikaan keväällä 2022, kun kutuaika ja lajityypillinen ääntely on vilkkaimmillaan. Selvitykset toteutetaan kokeneiden biologien toimesta ja tulokset raportoidaan YVA-selostuksessa.

### **Liito-oravaselvitys**

Merikaapeleiden MVE1a/b, MVE2 a/b tai MVE3 a/b sekä vetyputkien VVE1, VVE2 tai VVE3 rantautumispaikoissa ei arvioida olevan liito-oravalle potentiaalisia elinympäristöjä, kuten vanhoja kuusikoita tai kolohaapoja, joten niiden esiintyvyyden selvittämistä ei arvioida tarpeelliseksi.

## Muu eläimistö

Olemassa olevan tiedon perusteella merikaapeliin ja vetyputkien rantautumisalueiden ja niiden välittömässä läheisyydessä ei sijaitse esim. lepakoiden tai saukkojen kannalta arvokkaita kohteita. Hankkeesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia näille lajeille, eikä selvityksiä arvioida tarpeellisiksi. On kuitenkin mahdollista, että saukkoja voi ajoittain liikkua rantautumispaikkojen hankealueilla tai niiden kautta siirtyessään vesistöistä toiseen hankealueen ympäristössä. Suurpetojen ja riistaeläinten esiintymisestä kerätään tietoja olemassa olevasta aineistosta sekä paikallisilta metsästysseuroilta.

## 8.2.3 Suojelukohteet

### Merituulivoimapuiston alue

Laineen merituulivoimapuiston alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse Natura 2000 -alueverkostoon kuuluvia suojelualueita tai muita luonnonsuojelualueita (*Maanmittauslaitos 2021*). Merituulivoimapuiston alueella ei sijaitse kaavoituksen keinoin suojeltuja saaria tai luotoja.

### Merikaapelireittien alueet

Merikaapelin MVE1a/b pohjoisreunan läheisyyteen (noin 400 metrin etäisyydellä) sijoittuu ainoastaan *Uudenkaarlepyyn saaristo* (FI0800133) Natura-alueen yksi osa-alue. MVE2a/b-merikaapelin läheisyyteen (noin 100 metrin etäisyydellä) länsipuolelle sijoittuu yksi *Uudenkaarlepyyn saariston* osa-alue. Merikaapelin MVE3 hankealue sijoittuu osittain *Uudenkaarlepyyn saaristo* (FI0800133) Natura-alueen kulmaukseen noin 0,45 ha alalle, ja hankealue rajautuu eteläpuolelta *Uudenkaarlepyyn saariston* ja *Lapuanjo-kisuisto-Bådaviken* (YSA207820) yksityismaan luonnonsuojelun alueen välittömään läheisyyteen.

### Vetyputkireittien alueet

Vetyputkien VVE2 ja VVE3 reitit sijoittuvat Pietarsaaren rannikolta noin viiden kilometrin matkalta *Luodon saaristo* (FI0800132) Natura-alueen rajaukselle kulki sen poikki. VVE1-vetyputken läheisyydessä ei sijaitse suojelun alueiden rajoja.

Muut Natura-alueet (SAC/SPA) ja luonnonsuojelun alueet sijoittuvat etäämmälle merituulivoimapuistosta. Merikaapeliin MVE1a/b, MVE2a/b ja MVE3a/b sekä vetyputkien VVE1, VVE2 ja VVE3 rantautumispaikkojen läheisyydessä rannikon tuntumassa ei sijaitse Natura-alueita tai yksityismaan luonnonsuojelun alueita.

Kun huomioidaan merituulivoimapuiston alueen ja merikaapeliin sekä vetyputkien etäisyydet Natura-alueverkoston kohteisiin, Natura-alueiden suojeluperusteina olevat luontotarvot sekä mahdolliset yhteisvaikutukset ympäristön muiden hankkeiden kanssa, arvioidaan varovaisuusperiaatteen mukaisesti, että luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi on laadittava oheisessa taulukossa (Taulukko 8-2) esitettyjen Natura-alueiden osalta. **Natura-arvioinnissa** arvioidaan hankkeen vaikutuksia alueen suojeluperusteina esitettyihin luontotyyppisiin, lintu-, nisäkä-, ja kasvilajeihin sekä direktiivilajeihin. **Natura-tarvearviointi** tehdään osana YVA-menettelyä, jossa annetaan myös suosituksia mahdollisten haitallisten vaikutusten lieventämisestä, ja niiden seurannasta. Vaikutukset näihin ja muihin, kauempana sijaitseviin aluemaisiin suojelukohteisiin arvioidaan kokeneiden biologisten toimista.

*Taulukko 8-2. Natura-alueet, joiden osalta tehdään Natura-arviointi. Suojeluperusteet: Ympäristöhallinto 2021b.*

Natura-alue	Etäisyys ja suunta hankealueesta	Natura-alueen suojeluperusteet (pinta-ala, ha)
FI0800133 Uudenkaarlepyyn saaristo SAC/SPA 3 210 ha	400 m MVE1a/b pohjoiseen, 100 m länsi-pohjoinen, osittain MVE3 alueella (0,45 ha)	1110 Vedenalaiset hiekkasärkät (15) 1150 Rannikon laguunit* (17,3) 1170 Riutat (118) 1220 Kivikkorannat (7,9) 1230 Kasvipeitteiset merenrantakalliot (25,4) 1610 Harjusaaret (12) 1620 Ulkosaariston luodot ja saaret (9,99) 1630 Merenrantaniityt* (22,7) 1640 Itämeren hiekkarannat (0,329) 2110 Liikkuvat alkiovaiheen dyynit (3,16) 2120 Liikkuvat rantakaurydynit (2,9) 2130 Kiinteät ruohokasvillisuuden peittämät dyynit* (9,07) 2140 Variksenmarjadyynit* (0,49) 2180 Metsäiset dyynit (54,1) 3150 Luontaisesti runsasravinteiset järvet (0,188) 3160 Humuspitoiset järvet ja lammet (1,75) 4030 Kuivat nummet (3,78) 7140 Vaihtumissuot ja rantasuot (24,3) 7230 Letot (0,945) 8220 Silikaattikalliot (5,02) 9030 Maankohoamisrannikon primäärisukessiovaiheiden luonnontilaiset metsät* (191)



Natura-alue	Etäisyys ja suunta hankealueesta	Natura-alueen suojelupe- rusteet (pinta-ala, ha)
		9060 Harjumetsät (105) 91D0 Puustoiset suot* (16,38)
FI0800132 Luodon saaristo SAC/SPA 14460 ha	noin 3,6 km MVE3a/b koillinen, VVE2/VVE3 alueella, noin 5 km matkalta	1110 Vedenalaiset hiekkasärkät (114) 1150 Rannikon laguunit* (58) 1170 Riutat (727) 1220 Kivikkorannat (34,8) 1230 Kasvipeitteiset merenrantakalliot (70,3) 1620 Ulkosaariston luodot ja saaret (55,1) 1630 Merenrantaniityt* (73,9) 1640 Itämeren hiekkarannat (1,11) 2120 Liikkuvat rantakaurydynt (0,227) 2130 Kiinteät ruohokasvillisuuden peittämät dyynit* (0,481) 2180 Metsäiset dyynit (2,43) 3160 Humuspitoiset järvet ja lammet (8,22) 4030 Kuivat nummet (19,5) 6270 Runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt* (0,282) 7140 Vaihtumissuot ja rantasuot (21,4) 8220 Silikaattikalliot (14,3) 9030 Maankohoamisrannikon primäärisuknessiovaiheiden luonnontilaiset metsät* (700) 9050 Lehdot (150) 9070 Hakamaat ja kaskilaitumet (1,2) 9080 Metsäluhdet* (0,461) 91D0 Puustoiset suot* (6,1)

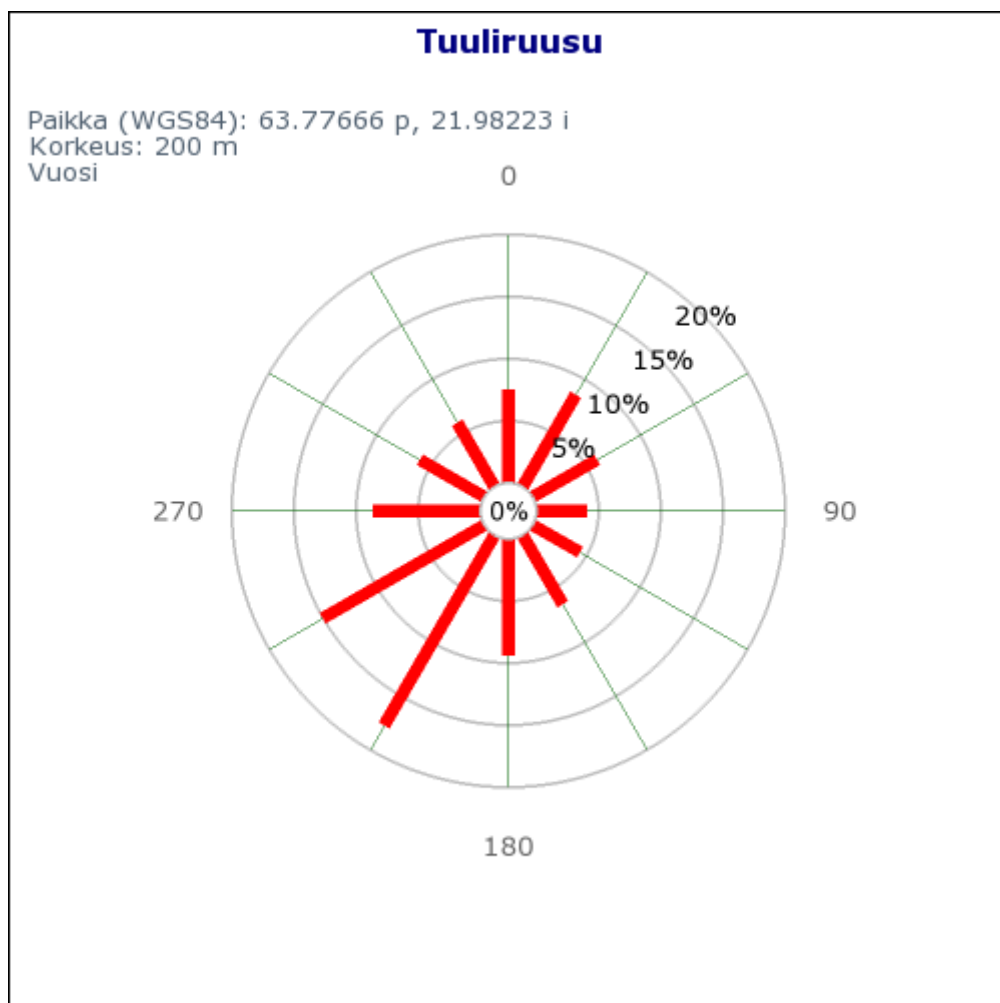
## 9 ILMASTO JA ILMANLAATU

### 9.1 Nykytila

#### 9.1.1 Ilmasto

Vuoden 2020 keskilämpötila oli Pietarsaassa noin 6,1 °C ja vuotuinen sademäärä 650...700 mm (*Ilmatieteen laitos 2021b*).

Vallitseva tuulensuunta Laineen merituulivoimapuiston hankealueella on lounas (Kuva 9-1). Keskimääräinen tuulen nopeus hankealueella on 100 metrin korkeudella noin 9,1 m/s ja 200 metrin korkeudella noin 9,8 m/s (*Tuuliatlas 2021*).



Kuva 9-1. Tuulensuunta hankealueella 200 metrin korkeudella (*Tuuliatlas 2021*).

#### 9.1.2 Ilmanlaatu

Alueen lähimmät ilmanlaadun mittausasemat sijaitsevat Pietarsaaren keskustassa ja Luodossa. Ilmanlaatuindeksi on Luodon mittausasemalla kesäkuukausina hyvä/tyydyttävä ja muina vuodenaikoina hyvä. Pietarsaaren mittausasemalla ilmanlaatuindeksi on

suurimmaksi osin hyvä/tyyydyttävä, mutta erityisesti keväisin indeksi on ajoittain huono tai jopa erittäin huono. Luodossa sijaitsevan mittauspisteen ilmanlaatuindeksi kuvaa kuitenkin paremmin hankealueen ilmanlaatua kuin Pietarsaaren keskustassa sijaitsevan. (*Ilmatieteen laitos 2021c*)

## 9.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Hanke vaikuttaa positiivisesti ilmastonmuutokseen ja ilmanlaatuun vähentämällä sähköntuotannossa kasvihuonekaasu- ja muiden savukaasupäästöjen syntymistä. Vaikutusarvioinnissa lasketaan tuulivoimalla vältetyt päästöt verrattuna fossiilisiin sähköntuotantomuotoihin. Selostuksessa huomioidaan myös sähköntuotantorakenteen vähähiilistymisen merkitys todellisen saavutetun päästövähennyksen kannalta.

Hankkeen kielteisiä ilmastovaikutuksia arvioidaan laskemalla hankkeen hiilijalanjälki eli sen elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt. Laskenta toteutetaan sekä merituulivoimapuiston että sähkönsiirtoreittien kaikille YVA-selostuksessa tarkasteltaville hankevaihtoehdoille. Hankkeen elinkaaren aikaisia keskeisiä kasvihuonekaasupäästöjen lähteitä ovat materiaalien valmistus, kuljetukset, rakentaminen ja käytöstä poisto. Hankkeen toteuttamisesta aiheutuvia haitallisia ilmastovaikutuksia tarkastellaan perustuen hankkeen suunnittelusta saatavaan tietoon. Eri hankevaihtoehdoista muodostuvat kasvihuonekaasupäästöt arvioidaan laskennallisesti perustuen käytettäviin päämateriaaleihin ja -massoihin.

Laskelmien perusteella arvioidaan hankkeen merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä. Lisäksi tarkastellaan toimenpiteitä, joilla hankkeen suorita tai epäsuorita päästöjä voidaan lieventää.

Arvioinnin tulokset suhteutetaan alueellisiin päästöihin. Lisäksi arvioinnissa tarkastellaan hankkeen elinkaaren aikana muodostuvien kasvihuonekaasupäästöjen vaikutuksia päästöjen vähentämistavoitteisiin alueellisella ja kansallisella tasolla. Arvioinnissa huomioidaan myös ilmastonmuutokseen sopeutuminen erityisesti sään ääri-ilmiöiden vaikutuksen kannalta rakentamisen ja käytön aikana.

Vaikutuksia ilmanlaatuun tarkastellaan rakentamisen ja käytöstä poiston ajalta, koska liikenne ja rakentaminen aiheuttavat hiukkaspäästöjä hankealueella ja sen lähistöllä. Käytön aikana hankkeella on positiivisia vaikutuksia ilmanlaatuun, koska tuulisähkön tuotannolla vältetään muusta sähköntuotannosta syntyviä päästöjä.

YVA-selostuksessa kuvataan vaikutusten arvioinnin lähtöoletukset, laskentamenetelmät ja epävarmuudet.

Arvioinnin suorittaa ilmastovaikutuksiin perehtynyt asiantuntija.

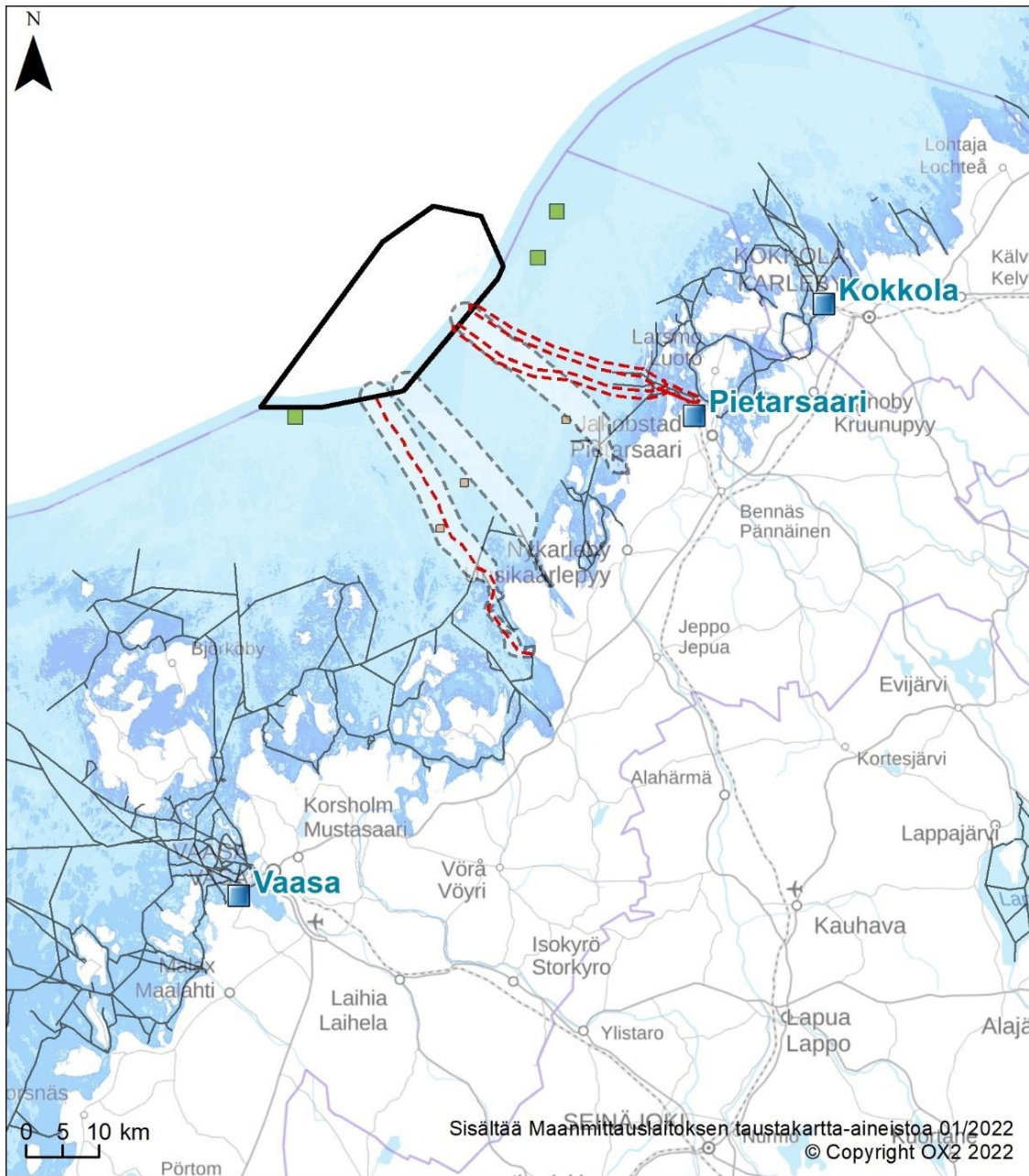
## 10 LIIKENNE

### 10.1 Nykytila

#### 10.1.1 Vesiväylät, laivaliikenne ja satamat

Suomen merialuesuunnitelman 2030 mukaan Merenkurkun alueella on keskeinen merkitys merenkulun kannalta. Meriliikenteellä on keskeinen merkitys alueen teollisuuden kuljetusten, saavutettavuuden ja kilpailukyvyn kannalta. Alueelle sijoittuu merkittävää metalli-, metsä- ja kemianteollisuutta, joiden kuljetuksia meriyhteydet palvelevat. Rannikkovesien mataluuden vuoksi satamiin johtavat meriväylät ovat ratkaisevan tärkeitä.

(*Pohjanmaan liitto ym. 2020*) Hankkeen keskeisellä vaikutusalueella sijaitsee kaksi TEN-T- kattavan verkon kansainvälisesti merkittävää satamaa: Kokkola ja Pietarsaari. Etäämmällä Vaasassa ja Kalajoella on myös merkittävät satamat. Satamien sijainnit on esitetty kuvassa 10-1.



- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Hankealue / Projektområde          | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning |  |
| Eteläinen vetyputkireitti          |  |

*Kuva 10-1. Hankkeen vaikutusalueen merkittävimpien satamien sijainnit ja niihin johdettavat laivaväylät.*

**Pietarsaaren satama** on erikoistunut puunjalostusteollisuuteen ja biomassapohjaiseen energiatuotantoon liittyvien tavaroiden käsittelyyn. Sataman kautta kulkevat

tärkeimmät tuotteet ovat selluloosa, sahatavara, paperi, sementti ja lipeä. Pääasialliset tuontitavarat ovat sementti, kemikaalit, öljyt, hake ja massapuu. Satamassa on käynyt viime vuosina noin 300 alusta vuosittain (*Pietarsaaren Satama Oy 2022*). Satamaan johtaa kulkusyvyydeltään 11 metrin väylä ja se on luokiteltu kauppamerenkulun pääväyläksi. Vetyputkireitit VVE2 ja VVE3 rantautuvat Pietarsaaren satamaan. Lisäksi väyläalue sijoittuu lähimmillään noin neljän kilometrin etäisyydelle merikaapelireitistä MVE3.

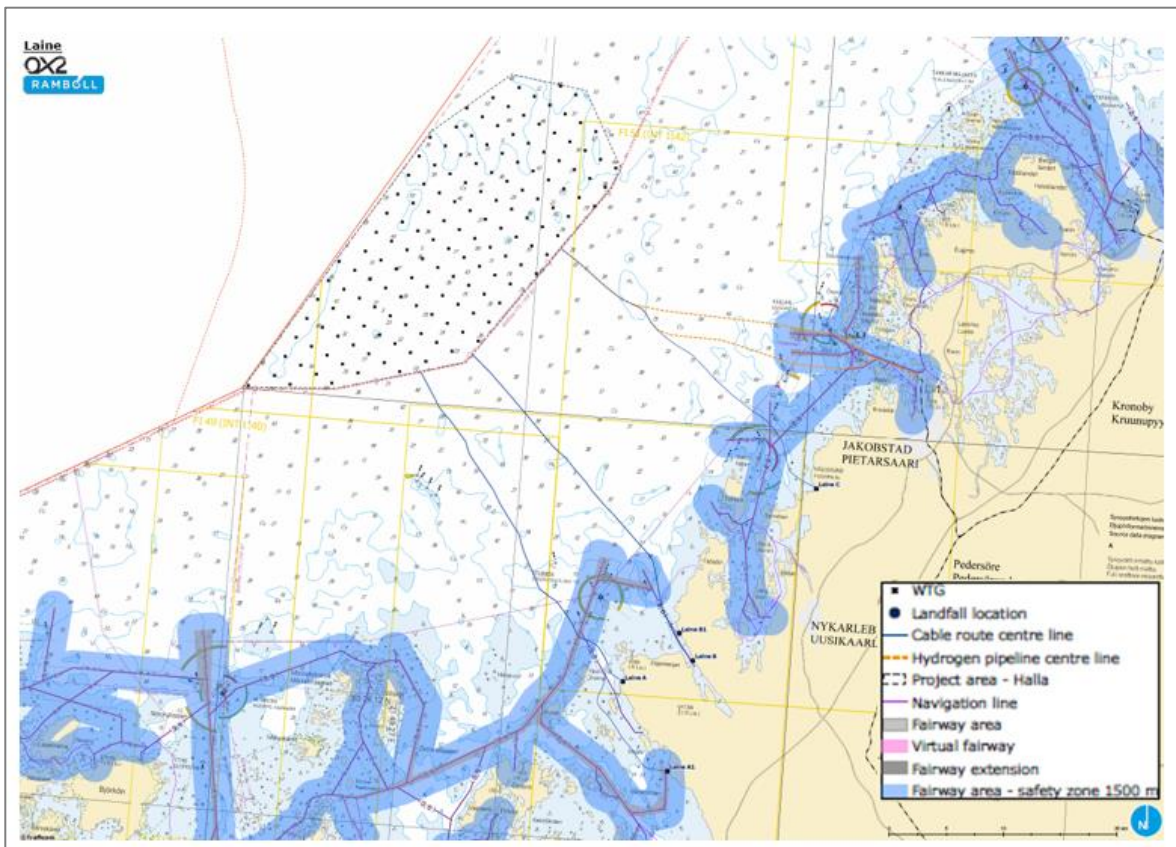
**Kokkolan satama** koostuu kolmesta osasta: Kantasatamasta, Syväsatamasta ja Hopeakiven satamasta. Vuosittain Kokkolan satamassa käy reilusti yli 600 alusta. Syväsatama on erikoistunut irtotavaraliikenteeseen: siellä käsitellään esimerkiksi rautapellettejä, rikasteita, hiiltä, turvetta, pyriittiä ja rautaoksidia. Kantasatamassa käsitellään kontteja, kappaletavaraa sekä vaaleaa bulkia (esimerkiksi kalkkikiveä, alumiinisavea ja lannoiteraaka-aineita), jota käsitellään myös Hopeakiven satamassa konttien ohella. Siellä suoritetaan myös isojen kappaleiden projektinostoja (*Kokkolan Satama Oy 2022*). Satamaan johtaa kulkusyvyydeltään 14 metrin väylä ja se on luokiteltu kauppamerenkulun pääväyläksi. Väyläalue sijoittuu lähimmillään noin 37 kilometrin etäisyydelle merituulivoimapuiston alueesta.

**Vaasan satamassa** käy vuosittain noin 650 alusta. Satamassa käsitellään polttoaineita, maataloustuotteita, projektilasteja sekä seudun energia-, konepaja- ja metalliteollisuuden kuljetuksia (*Kvarken Ports Ltd 2022*). Vaasan ja Uumajan välillä liikennöi päivittäin autolautta kuljettaen sekä matkustajia että rahtia.

**Kalajoen satamassa** käy vuosittain noin 150 alusta. Satama on erikoistunut puutavarasatamaksi ja päävientitartikkeli on sahattu puutavara. Sataman kautta tuodaan muun muassa massa- ja paperiteollisuuden käyttämiä mineraaleja. (*Kalajoen Satama Oy 2021*)

Merikaapelireitille MVE1a ja MVE1b sijoittuu Stubben-Munsalan öljysataman väylä (kulkusyvyys 7 metriä), joka on kauppamerenkulun 2-luokan väylä (Kuva 10-2). Reitille sijoittuu myös Stubben - Bonäs -paikallisveneväylä (kulkusyvyys 3 metriä). Kaapelireitille MVE2 sijoittuu puolestaan Stubben-Monässundetin väylä, joka on veneilyn runkoviivä (kulkusyvyys 4 metriä). Reitille MVE3 sijoittuu Uusikaarlepyyn redin väylä (kulkusyvyys 4 metriä), joka on luokiteltu hyötyliikenteen matalaväyläksi sekä Hällgrund-Mäskärin väylä (kulkusyvyys 3 metriä), joka on paikallisveneväylä. Väylien käyttöön liittyvät majakat, loistot ja turvalaitteet on esitetty kuvassa 10-2.

MVE1a merikaapelireitti ja VVE1 vetyputkireitti rantautuvat Kanäsin öljyterminaaliin.



Kuva 10-2. Hankealueen lähialueen laiva- ja veneväylät kulkusyvyyksineen sekä niiden käyttöön liittyvät toiminnot. Kartalla on esitetty myös väyläalueet, jotka ovat vesiliikenteen käyttöön tarkoitettuja väylän reunalinjojen rajaamia alueita. Suomen merialue-suunnitelman 2030 mukaiset merenkulun alueet on esitetty luvussa 3, Kuva 3-6 (Pohjanmaan liitto ym. 2020). Termit: WTG = tuulivoimala, Landfall location = meriläjitys-alue, Cable route centre line = kaapelireitin keskilinja, Hydrogen pipeline centre line = vetyputken keskilinja, Project area = Hankealue, Navigation line = navigointilinja, Fairway area = väyläalue, Virtual fairway = virtuaaliväylä eli mahdollinen väylän jatke, Fairway extension = suunnitteilla oleva väylän jatke, Fairway area - safety zone 1 500 m = väyläalue - turvavyöhyke 1 500 m.

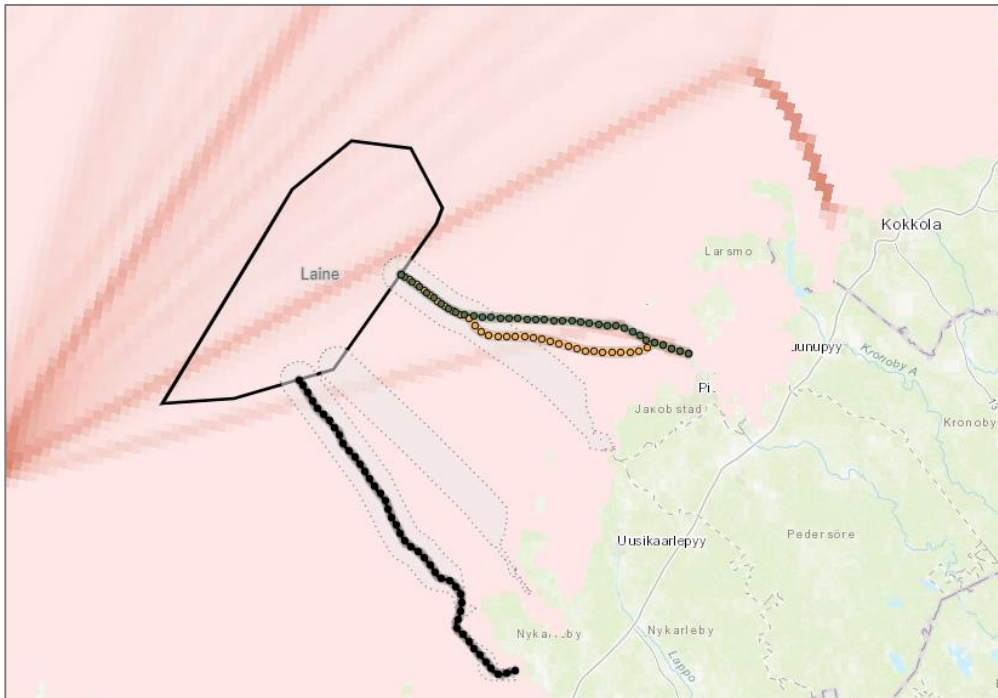
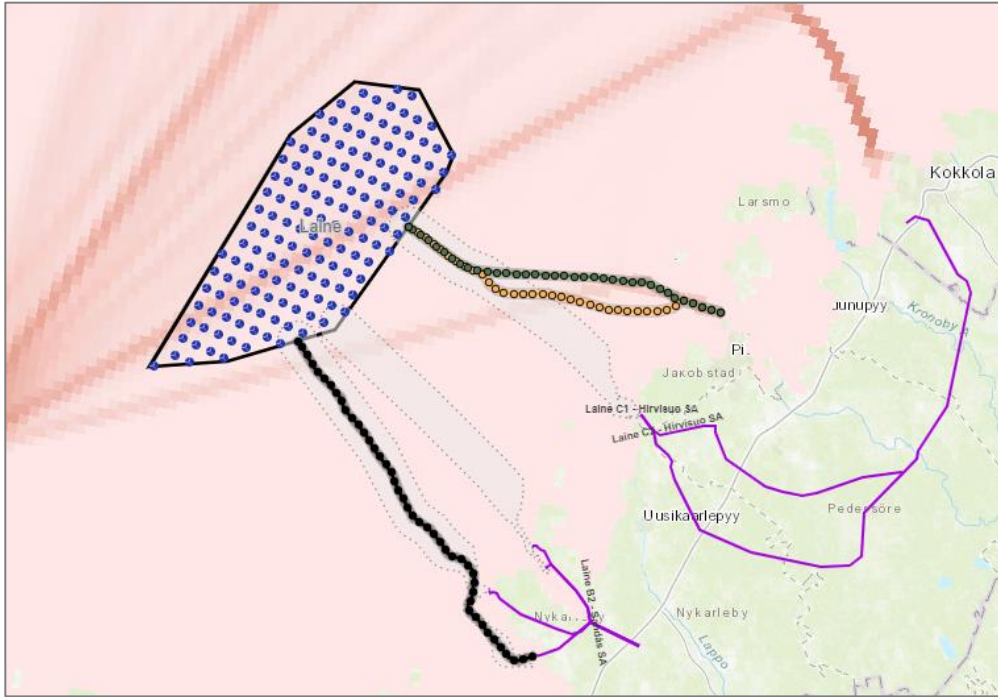
Suomen merialue-suunnitelmassa 2030 (Pohjanmaan liitto ym. 2020) on esitetty **merenkulun alueita** myös väyläalueiden ulkopuoliselta alueelta. Tuulivoimahankealue sijoittuu osin näille alueille (Kuva 10-1 ja Kuva 3-6). Merenkulun alue -merkinnällä osoitetaan suunnitelmassa yleispiirteisesti merenkulun käyttämät alueet. Alueet perustuvat meriliikenteen käyttämiin alueisiin, olemassa olevien väylien jatkeiden sijainteihin sekä uusien väylien osoittamistarpeisiin, joista on yleistetty merenkulun alueet -merkintä. Alueet ovat merkittäviä liikennöityjä alueita ja ne ovat suunnitelman mukaan keskeinen osa merialueiden nykyistä ja tulevaa käyttöä. Suunnitteluperiaatteena mainitaan muun muassa: merenkulun alueita kehitettäessä on tärkeää ottaa huomioon turvallisen merenkulun edellytykset.

Laineen hankealueen halki ei kulje virallisia väyliä.

---

Oheisissa kuvissa on esitetty Laineen hankealueen merkitystä meriliikenteelle ns. heat mapien muodossa (Kuva 10-3). Ne kertovat IMO rekisteröityjen alusten liikennöinnin tiheydestä Itämerellä ja data koostuu 1 km x 1 km kokoisen solun alueella liikkuneiden alusten määrästä. Tiheyskartat ovat vuosittaisia ja ne perustuvat aineistoon vuosilta 2006–2020 (*Helcom 2021*).



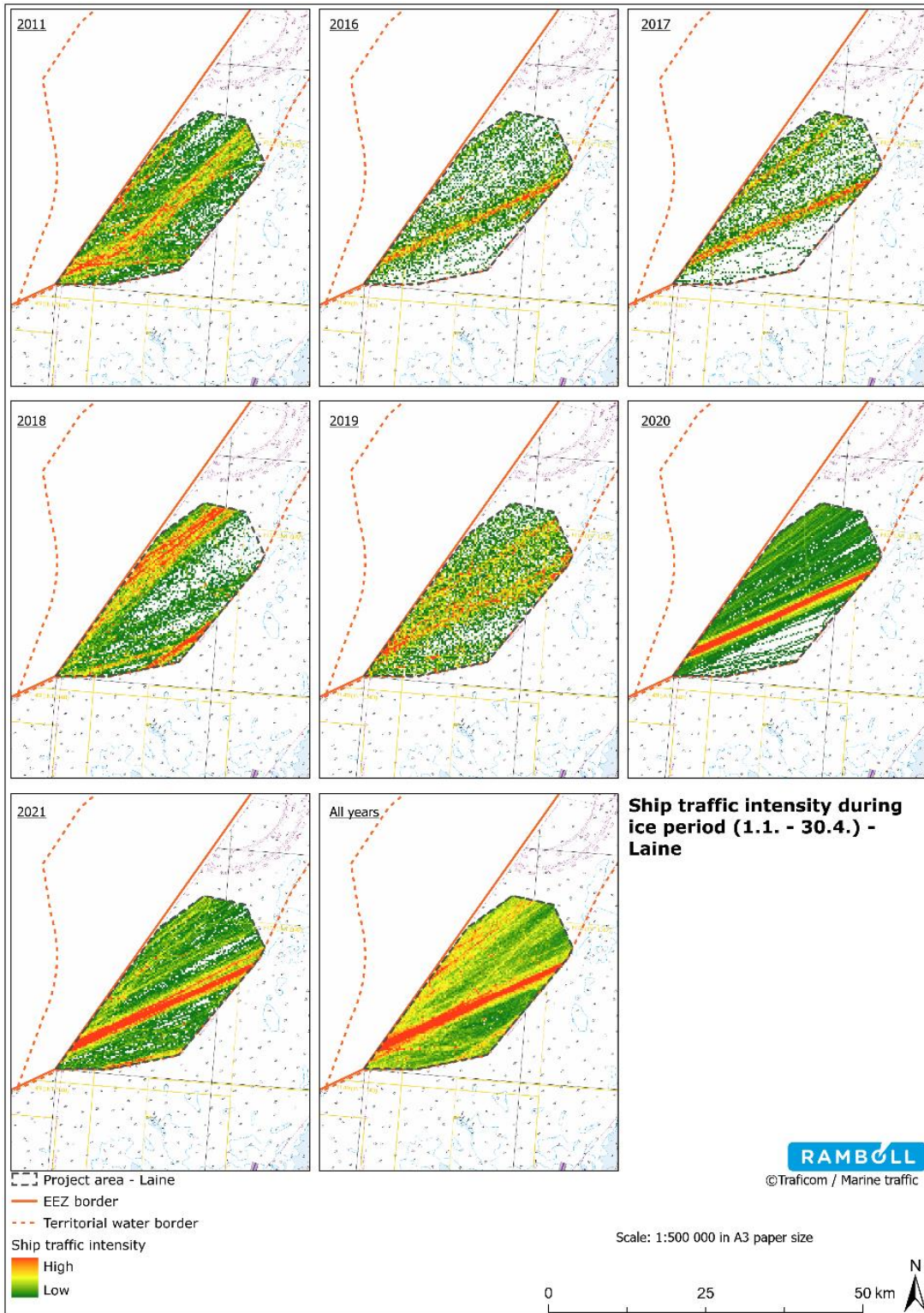


Kuva 10-3. Karttaesitys alusliikenteen tiheyskartasta vuodelta 2020 voimaloiden alustavalla sijoittelusuunnitelmalla (ylempi kuva) sekä ilman voimaloita pelkällä hankealueen rajauksella (alempi kuva). Lisäksi kartoilla esitetty sähkönsiirron (haalea sininen) ja vetyputken (musta, keltainen ja vihreä palloviiva) tutkimuskäytävät. Ylemmässä kartassa on esitetty lisäksi mantereiden sähkönsiirtoreitit lilalla värillä. Mitä punaisempi väri

---

*käytetyillä reiteillä kartalla on, sitä suurempi on alusliikenteen tiheys tietyllä reitillä.  
(Helcom 2021)*

Oheisessa kuvassa on esitetty Laineen hankealueen merkitys talvimerenkulussa (Kuva 10-4). Karttoja tarkasteltaessa on huomioitava, että kyseinen aineisto on alustavaa materiaalia, joka tarkentuu hankkeen YVA-selostusvaiheessa tehtävien meriliikennetarkasteluiden jälkeen. Karttoilla on esitetty vain pienen ja rajatun aikavälin otteet alueen talviaikaisesta alusliikenteestä. Hankealuetta käytetään alusliikenteen reittinä ja etenkin talvimerenkulkuun on kiinnitettävä hankkeen suunnittelussa huomioita. Talvimerenkulku ei noudata suorinta mahdollista reittiä, vaan liikennöinnissä etsitään parasta linjaa liikkuvassa jäämassassa.



Kuva 10-4. Meriliikenteen määrät aikavälillä 1.1.-30.4. vuosina 2011-2021. Termit: Project area - Laine = Hankealue - Laine, EEZ border = Suomen talousvyöhykkeen raja,

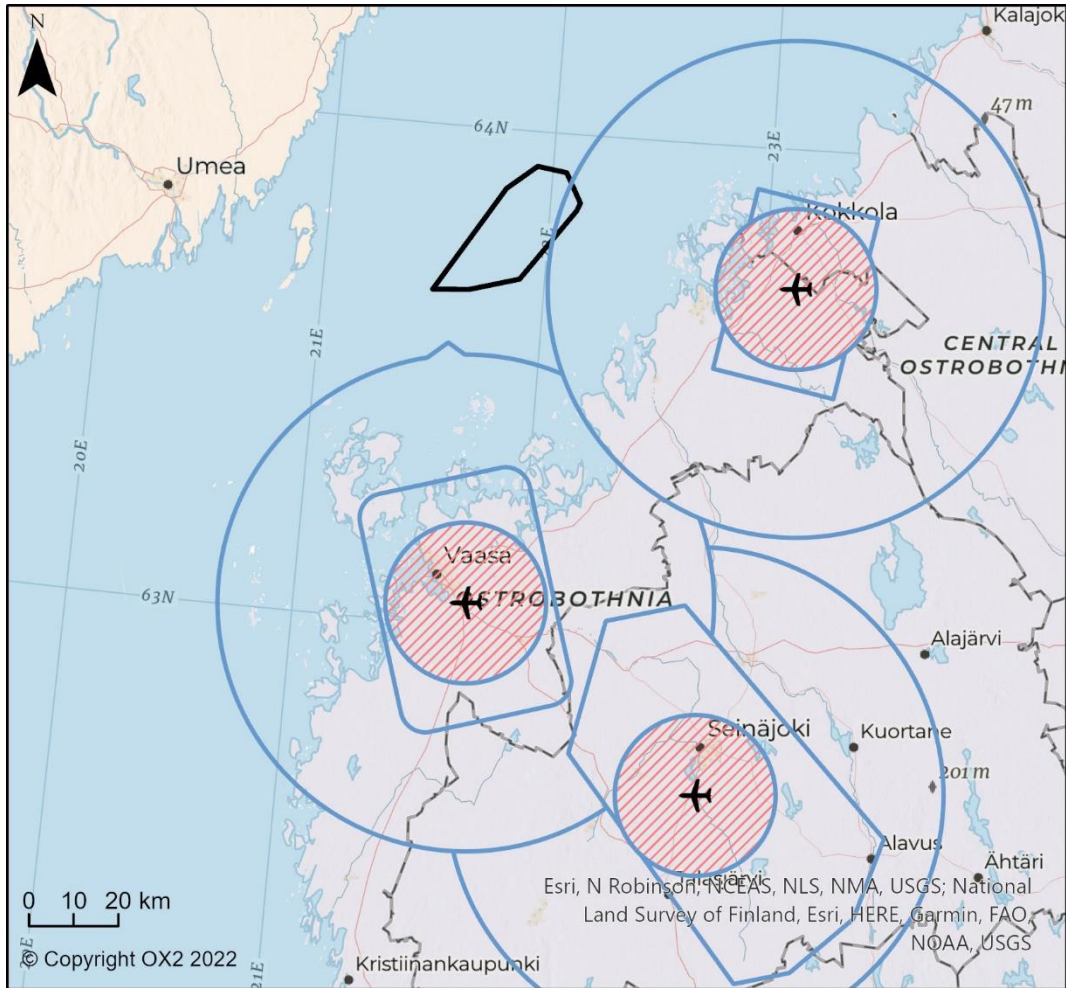
---

*Territorial water border = Aluevesiraja, Ship traffic intensity = alusliikenteen intensiteetti/tiheys, High = korkea, Low = matala. (Helcom 2021)*

### **10.1.2 Lentoliikenne**

Merituulivoimapuiston alue sijaitsee lähimmillään noin 51 kilometrin etäisyydellä Kokkola-Pietarsaaren lentoasemasta siten, että hankealueen koillisosa ulottuu aseman johdetulle korkeusrajoitusalueelle, jossa suurin sallittu huipun korkeus merenpinnasta on 340 metriä (*Fintraffic Lennonvarmistus Oy 2021*) (Kuva 10-5). Vaasan lentoasemalle etäisyyttä on lähimmillään noin 67 kilometriä, eikä hankealue sijoitu sen korkeusrajoitusalueille.

Lähin valvoton lentopaikka sijaitsee Kauhavalla noin 85 kilometrin etäisyydellä hankealueesta ja seuraavaksi lähin lentopaikka Kalajoki puolestaan noin 91 kilometrin etäisyydellä.



- Hankealue
- Lentoasema
- Korkeusrajoitusalue
- Esterajoituspintojen alue

Kuva 10-5. Hankealueen sijoittuminen suhteessa lähimpien lentoasemien korkeusrajoitusalueisiin.

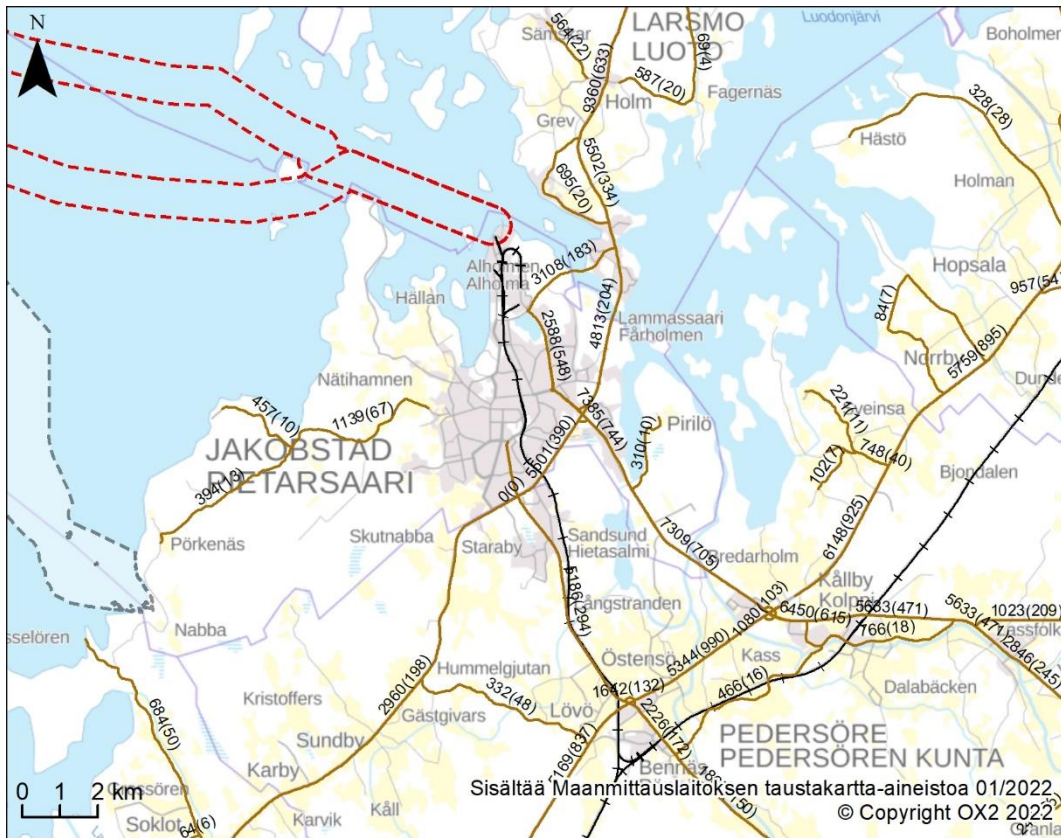
### 10.1.3 Maantiiliikenne

Merituulivoimapuiston ja merikaapelin rakentamisvaiheessa tehdään erinäisiä rakennustoimenpiteisiin liittyviä maantiekuljetuksia ja tällöin muodostuu myös henkilöliikennettä. Liikennöinti suuntautuu kohti rakentamistoimenpiteissä käytettävää satamaa tai satamia, joita voivat olla Pietarsaaren, Kokkolan ja / tai Vaasan satamat.

**Pietarsaaren satamaan** liikennöidään pääsääntöisesti kahdesta suunnasta. Etelästä tultaessa käytetään reittiä kantatie 68 (Kolpintie/Pohjantie) – katu 47 900 (Luodontie/Alholmintie) (Kuva 10-6). Reittiä on parannettu merkittävästi vuosina 2015–2016 jolloin muun muassa levennettiin tietä, rakennettiin uusia kiertoliittymiä ja kevyen liikenteen alikulkuja sekä rakennettiin uutta meluaitaa. Pietarsaaren Ohikulkutieltä

(seututie 749) kohti satamaa mentäessä Kolpintien keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli 7 594 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 649 ajoneuvoa (9 %) (*Väylävirasto 2021*). Tien nopeusrajoitus tällä osuudella on 50–60 km/h. Tiellä on tapahtunut kahdeksan tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, siten että viisi niistä on sijoittunut Kolpintien/Pohjantien kiertoliittymään (*Tilastokeskus 2021a*). Yhdessäkään onnettomuudessa ei tapahtunut henkilövahinkoja. Tiedot perustuvat poliisi-asiaintietojärjestelmään tallennettuihin tieliikenneonnettomuustietoihin. Tilaston peittävyys kuolemaan johtaneitten onnettomuuksien osalta on sataprosenttinen, mutta muiden onnettomuustyyppien tietoon tulossa on eroja. Pohjantiellä nopeusrajoitus on niin ikään 50–60 km/h. Tien keskimääräinen liikennemäärä vuonna 2020 oli 2 518 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä oli 517 ajoneuvoa (21 %). Tiellä on tapahtunut kaksi tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, eikä kummassakaan tapahtunut henkilövahinkoja. Pohjantieltä satamaan johtava osuus (Luodontie/Alholmintie) on kaupungin katuverkkoa.

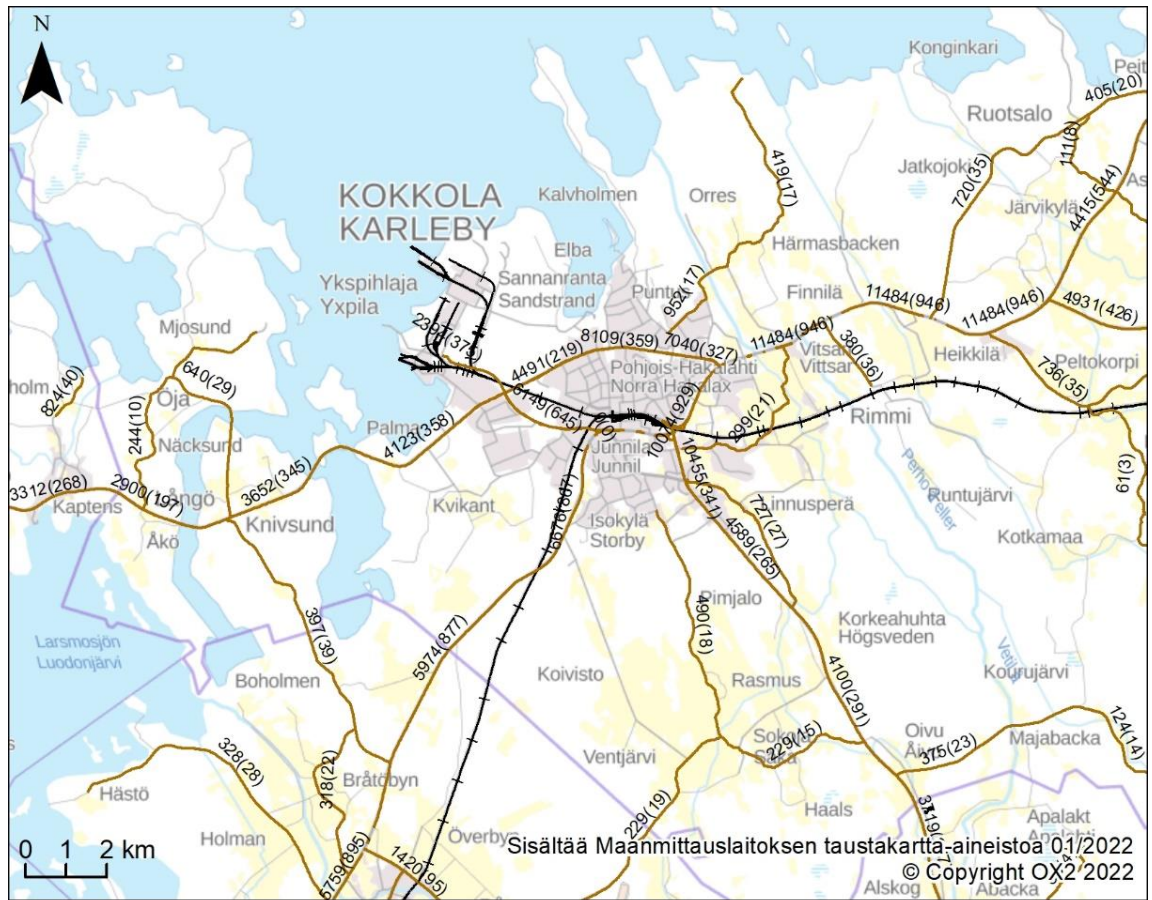
Pohjoisen suunnasta satamaan tultaessa käytetään reittiä yhdystie 7 494 (Furuholmintie/Luodontie) – yhdystie 47 900 (Luodontie/Alholmintie). Furuholmintien/Luodontien keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä seututien 749 ja Pohjantien välisellä osuudella vuonna 2020 oli 3 108 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 183 ajoneuvoa (6 %) (*Väylävirasto 2021*). Tien nopeusrajoitus tällä osuudella on 50–60 km/h. Luodontiellä on tapahtunut 10 tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, joista yksi johti loukkaantumiseen (*Tilastokeskus 2021a*). Alholmintiellä on tapahtunut kyseisinä vuosina yksi onnettomuus ja se johti loukkaantumiseen.



- Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt
- Vetyputkireitti / Vätgasrörledning
- Rautatie

Kuva 10-6. Pietarsaaren satamaan johtavat tiet ja niiden keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät vuonna 2020 (KVL). Suluissa on esitetty raskaan liikenteen vuorokausiliikennemäärät. (Väylävirasto 2021)

**Kokkolan satamaan** liikennöidään valtatie 8 suunnasta seututietä 756 (Satamatie) käyttäen (Kuva 10-7). Kantasatamaan jatketaan Satamatullintietä pitkin, kun taas Syväsatamaan ja Hopeakiven satamaan jatketaan Kemirantien, Outokummuntien ja Syväsatamantien kautta. Satamatiellä keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli osuudesta riippuen 2 394–12 271 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 375–844 ajoneuvoa (7–16 %) (Väylävirasto 2021). Tien nopeusrajoitus on 60 km/h ja kiertoliittymien alueilla 50 km/h. Valtatieltä 8 lähtien tarkasteltuna Satamatiellä on tapahtunut 17 tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, siten että kolme niistä johti loukkaantumiseen, muttei kuolemaan (Tilastokeskus 2021a, ks. tilaston epävarmuudet edellinen kappale). Satamatullintiellä on tapahtunut yksi onnettomuus, kuten myös Kemirantien / Outokummuntien risteyksessä, eikä kumpikaan johtanut henkilövahinkoihin.



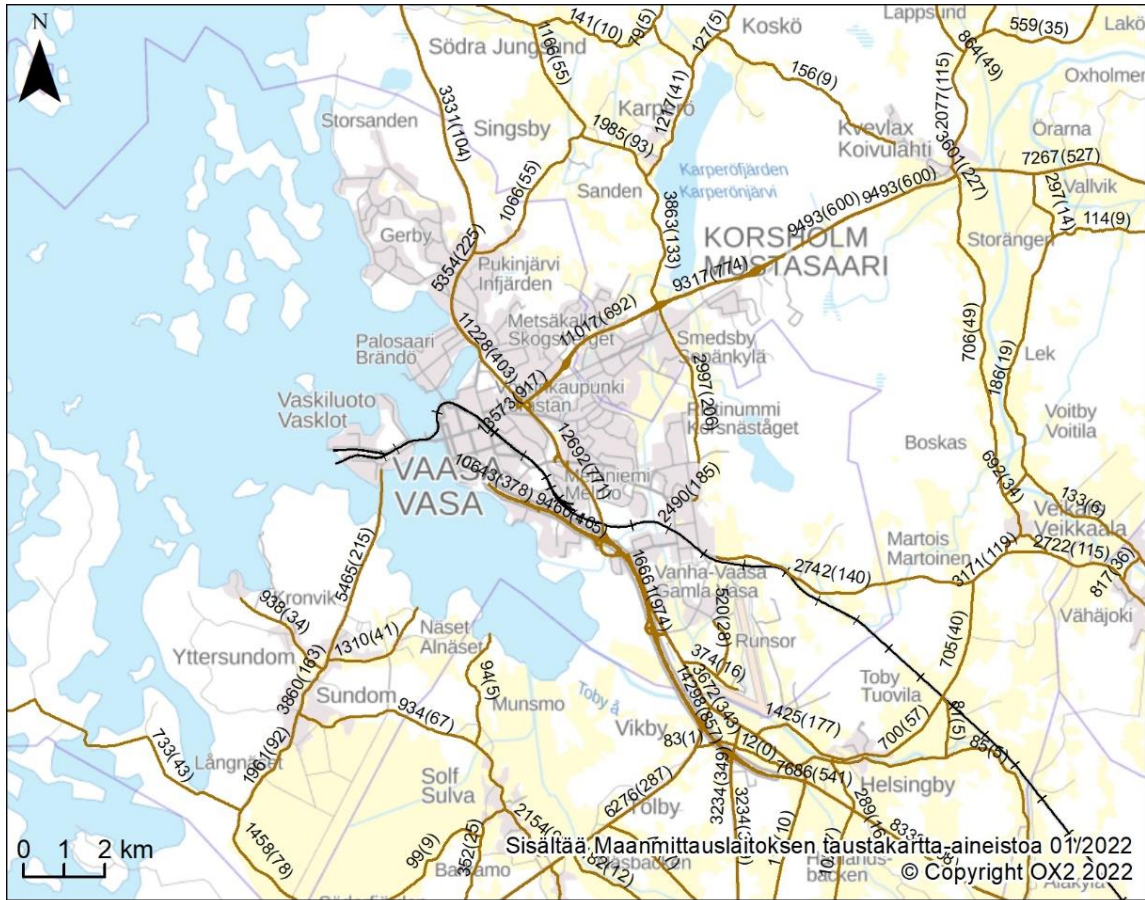
—+ Rautatie

Kuva 10-7. Kokkolan satamaan johtavat tiet ja niiden keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät vuonna 2020 (KVL). Suluissa on esitetty raskaan liikenteen vuorokausiliikennemäärät. (Väylävirasto 2021)

**Vaasan satamaan** liikennöidään valtateiden 3 ja 8 suunnista ja edelleen Sinisen tien (yhdistys 6 741) sekä kadun 47 704 (Sininen tie / Reininkatu) kautta (Kuva 10-8). Lähimmät saatavilla olevat Väyläviraston liikennemäärätiedot ovat kaupungin keskustan ulkopuolelta, jossa valtatiellä 3 keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli 10 284 ajoneuvoa, ja siitä raskasta liikennettä oli 368 ajoneuvoa (4 %) (Väylävirasto 2021). Valtatiellä 8 keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli puolestaan 12 663 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 884 ajoneuvoa (7 %).

Valtateiden 3 (Kauppapuistikko) ja 8 (Vaasanpuistikko) risteyksestä satamaan johtavalla reitillä (Sininen tie / Reininkatu) on tapahtunut 47 tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, siten että kolme niistä johti loukkaantumiseen, muttei kuolemaan (Tilastokeskus 2021a, ks. tilaston epävarmuudet edellinen kappale). Valtaosa onnettomuuksista on tapahtunut keskustan alueella.





—+ Rautatie

Kuva 10-8. Vaasan satamaan johtavat tiet ja niiden keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät vuonna 2020 (KVL). Suluissa on esitetty raskaan liikenteen vuorokausiliikennemäärät. (Väylävirasto 2021)

#### 10.1.4 Raideliikenne

Merituulivoimapuiston rakentamisessa ei käytetä suuressa mittakaavassa rautatiekuljetuksia, mutta niiden hyödyntäminen on kuitenkin mahdollista materiaalitoimitusten toimitusketjuissa (esim. teräs- ja komponenttitoimitukset). Mahdolliset kuljetukset suuntautuvat rakentamisessa käytettävän sataman mukaisesti, joka voi olla Pietarsaari, Kokkola ja / tai Vaasa.

Pietarsaaren satamaan johtaa Pännäisistä sähköistetty rata (ks. Kuva 10-6), jonka kuljetukset koostuvat vain tavaraliikenteestä, ja ne liittyvät sellutehtaan raakapuun ja sellun kuljetuksiin, paperitehtaan vientikuljetuksiin sekä sataman kuljetuksiin (esimerkiksi sahatavaran vientikuljetus).

Kokkolan satamaan ja teollisuusalueelle johtaa Kokkolan ratapihalta Ykspihlajan sähköistetty rata (ks. Kuva 10-7), jonka keskeisiä tavaravirtoja ovat transiitukuljetukset Kostamuksesta sekä Suomen kaivoksia ja muuta teollisuutta palvelevat tavaravirrat. Radan jatkeena satamaan johtavalla rataverkolla ei ole sähköistettyjä raiteita.

Vaasan satamaan ja teollisuusalueelle johtaa Vaasan rata, jonka osuudella Vaasan rautatieasemalta Vaskiluotoon on vain tavaraliikennettä ja se on sähköistämätön (ks. Kuva 10-8).

## 10.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Merituulivoimapuiston rakentamisen aikana liikennevaikutuksia aiheutuu lähinnä voimaloiden perustusten, voimalakomponenttien ja merikaapeleiden maantie- ja merikuljetuksista. Hankkeessa tehdään myös ruoppauksia ja tasoituksia sekä läjityksiä, joista aiheutuu vesiliikennettä. Näin ollen rakentamisen aikana alueella liikkuvien alusten ja työkoneiden määrä lisääntyy huomattavasti tavanomaisesta.

Merituulivoimapuiston ja merikaapeleiden rakentamisen aikaisen liikenteen aiheuttamia vaikutuksia arvioidaan meriväylien ja -alueiden laivaliikenteelle sekä merialueen muulle käytölle. Vastaavasti arvioidaan toimintavaiheessa tuulivoimaloiden ja merikaapeleiden vaikutukset merialueen liikennöinnille. Arviointityötä tukemaan tehdään selvitys merenkulun käyttämistä reiteistä hankealueella ja sen lähiympäristössä. Sen pohjalta arvioidaan vaikutukset myös talvimerenkululle ja siinä huomioidaan muun muassa jäänmurtajien liikennöintitiedot erilaisina jäätalvina. Merikaapeleiden osalta vaikutusarvioinnissa huomioidaan liikennöinti, väylästä, ankkurointialueet ja merenkulun kelluvat turvalaitteet. Meriliikenteeseen kohdistuvaa riskiarviointia tehdään suunnittelun yhteydessä. Tarkastelualueena merialueen osalta on merituulivoimapuiston hankealue, sen lähialueet sekä merikaapeli- ja vetyputkireittien alueet. Turvallisuuteen liittyviä arviointimenetelmiä on käsitelty myös luvussa 16.

OX2 Finland Oy on perustanut hanketta varten ns. merenkulkutyöryhmän, missä on jäsenenä merenkulun viranomaisia sekä meriliikenteen toimijoita (mm. Liikenne- ja viestintäministeriö, Traficom, Väylävirasto, VTT, Fintraffic Oy, Finnipilot Oy, Arctia Meritaito Oy). Kokouksia on pidetty kevään 2022 aikana kaksi ja keskustelunaiheina on ollut mm. alueen merkitys merenkulun kannalta tällä hetkellä ja tulevaisuudessa sekä erityisesti talvimerenkulku. Kokouksissa viranomaisten esittämät näkemykset tullaan huomioidaan hankkeen tarkemmassa layout-suunnittelussa siten, että löydetään parhaat yhteensovittamisen keinot, joilla turvataan niin uusiutuvan energian saanti Suomeen kuin tulevaisuudessakin sujuva meriliikenne. Vuoropuhelua merialueen viranomaisten kanssa jatketaan hankkeen suunnittelun edetessä.

Maantiiliikenteen osalta vaikutukset arvioidaan suhteuttamalla tuulivoimapuiston rakentamiseen liittyvät kuljetusmäärät keskeisten kuljetusreittien teiden nykyisiin liikennemääriin ja ottamalla huomioon liikenneturvallisuusnäkökohdat. Tarkastelualueena ovat Pietarsaaren, Kokkolan ja Vaasan satamiin johtavat tiet lähimmiltä valtateiltä lähtien.

Lentoliikenteen osalta tarkastellaan tuulivoimaloiden sijoittumista suhteessa lähimpien lentoasemien korkeusrajoitusalueisiin. Vaikutuksia raideliikenteeseen arvioidaan siltä osin kuin hankkeen rakentamisessa arvioidaan käytettävän junakuljetuksia.

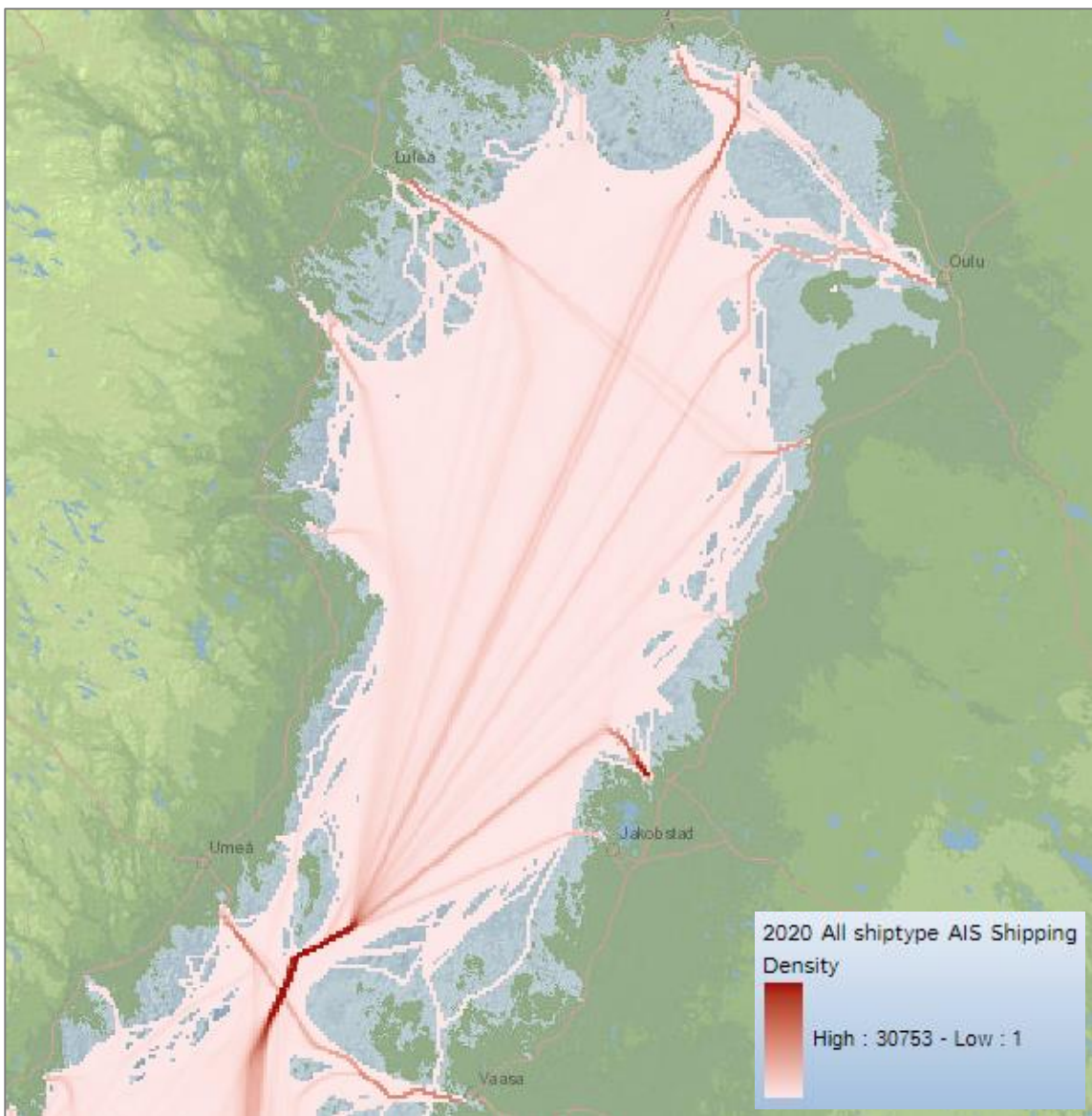
## 11 MELU

Merituulivoimahanke synnyttää maanpäällistä sekä vedenalaista melua ja melutaso vaihtelee hankkeen eri vaiheissa (rakentaminen, käyttöaika, purkaminen). Maanpäällinen meluvaikutus koostuu rakentamisen ja purkamisen ajan komponenttikuljetuksista, merenpohjan ruoppausten vedenpäällisestä melusta sekä käytönajan tuulivoimamallusta. Vedenalainen melu koostuu käytönajan melun lisäksi voimaloiden,

voimajohtokaapelin ja merisähkösaman rakentamisen ruoppausmelusta sekä voimaloiden ja merisähkösaman perustusten asennustoiminnan melusta.

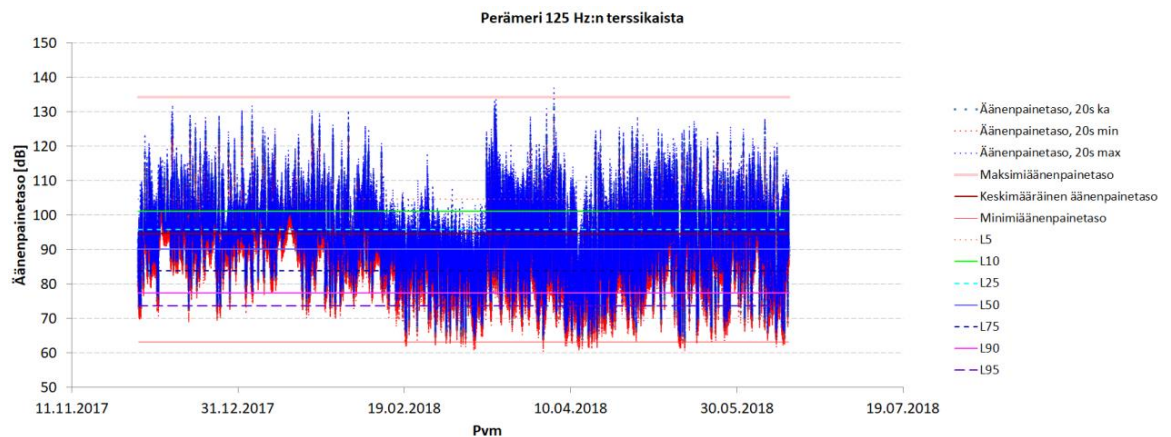
## 11.1 Nykytila

Hankealueen meriympäristön vedenpäällisen ympäristömelun nykytila koostuu pääsääntöisesti rahtilaivojen, kalastusalusten sekä muiden satunnaisten alusten käyntiajan melusta (äänilähteinä mm. pakokaasukanavat, moottorit, ilmastoinnin puhaltimet). Tarkkaa arviota alueen vedenpäällisen melun nykytilasta ei ole kuitenkaan saatavilla. Hankealueen lähellä kulkee laivareittejä, joista esitetään kuva Helcom web-kartastosta alla olevassa kuvassa.



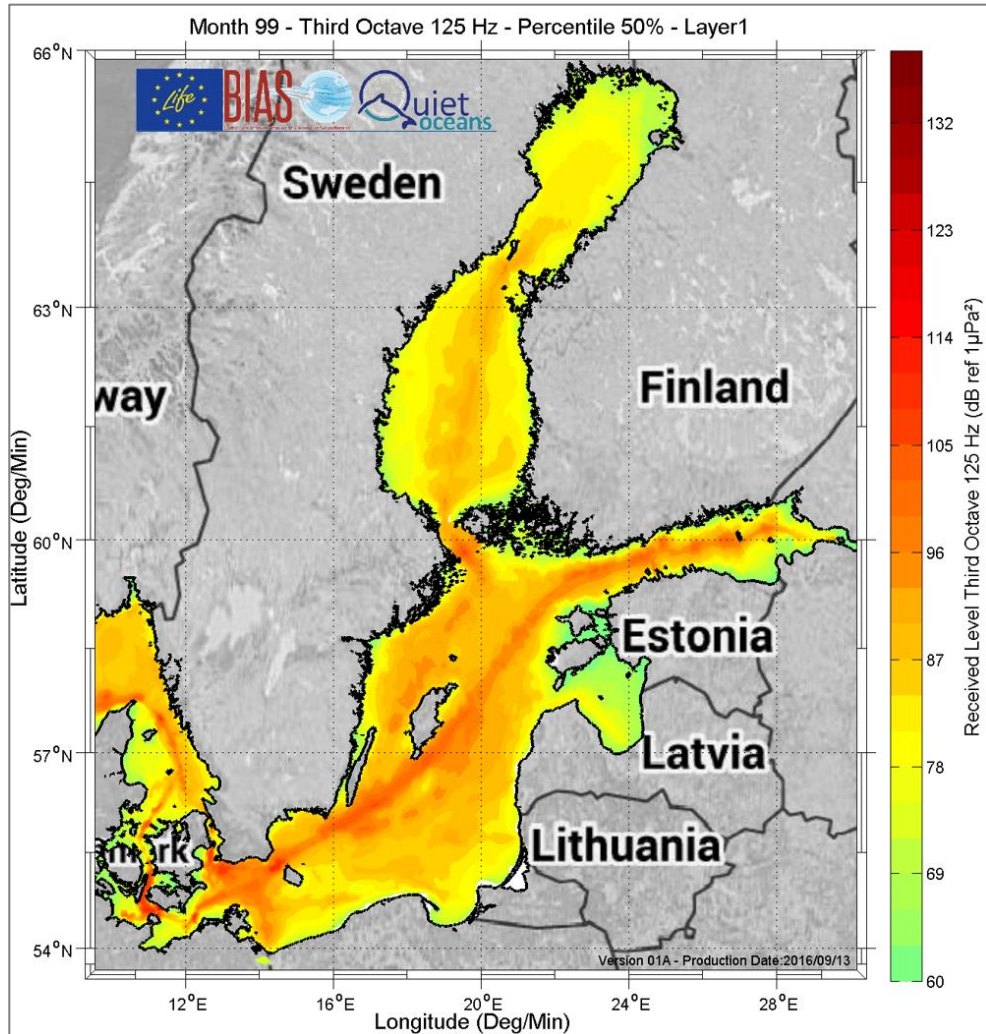
Kuva 11-1. Kaikkien alustyyppien reitit Perämerellä ja Merenkurkussa vuonna 2020 (Helcom 2021).

Itämeren alueen melun vedenalaista nykytilaa on tutkittu BIAS-hankkeessa (*Suomen ympäristökeskus 2016*), jossa Perämerellä sijaitseva yksi hydrofonilla varustettu vedenalainen mittauspiste. Mittaustulosten perusteella alueella vallitsee äänitasollisesti voimakkaasti vaihteleva tilanne, jonka äänitaso oli kaikista pisteistä arviolta keskitasoa (ks. mittauksen näytteenottokuva alla valikoidulla terssikaistan taajuudella).



Kuva 11-2. Perämeren mittauspisteen koko mittausaineiston äänitason vaihtelu 125Hz:n terssikaistan taajuudella (*Suomen ympäristökeskus 2019*).

Vedenalaisen äänitason voimakkuus (jonka asteikko poikkeaa ilmakehiasteikosta alemman referenssipaineen vuoksi) oli 10 %:n persentiilin mukaan noin 102 dB (re 1  $\mu$ Pa) kun vastaava taso esim. Helsingin edustan mittauspisteessä oli >115 dB. Alueella siis esiintyy kohtalaistakin vedenalaista melua, mutta esim. vuoden 2017 mittausaineiston perusteella alueella oli talviaikaan tammi-helmikuussa myös varsin vähän vedenalaista laivaliikenteen tuottamaa melua. Vedenalaisen melun mallinnuskarttojen perusteella alue on vähemmän kuormittunut kuin Merenkurkku tai Suomenlahti.



Kuva 11-3. 125Hz:n terssikaista vedenalaisen melun L50%:n mallinnus koko Itämerelle (BIAS 2014).

## 11.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Hankkeen melun vaikutusarviointi tehdään sekä asiantuntijatyönä että käyttäen matemaattisia mallinnusmenettelyjä melun leviämisen simuloimiseksi. Melun leviämislaskennoista tehdään vaikutusarvioinnin lisäksi omat erillisraportit. Alla on vielä eritelty kunkin osa-alueen vaikutusarvioinnin työvaiheet.

### 11.2.1 Vedenpinnan yläpuoliset ja maanpäälliset vaikutukset

Hankkeen meluvaikutukset vedenpinnan yläpuolella ja maalla syntyvät erityisesti voimaloiden ja niiden perustusten rakentamisen ja myöhemmin voimaloiden purkamisen aikana, joissa komponenttikuljetukset muodostavat suurimman melukuormitusta aiheuttavan työvaiheen. Meluvaikutuksen arviointi tehdään melumallinnuksen kautta/asiantuntija-arviona kuljetukseen soveltuvan satamatien nykytilan ja ennustetun kuljetustilanteen lähtötietojen avulla. Vedenpäällinen meluvaikutus komponenttikuljetusten

rahtilaivojen liikenteestä arvioidaan sataman lähellä melumallinnuksen kautta/asiantuntija-arviona. Voimaloiden käytönajan vedenpäällinen melu arvioidaan melumallinnuksen kautta YM:n melumallinnusohjeen 2/2014 mukaisesti (*Ympäristöministeriö 2014*) ottaen huomioon vedenpinta akustisesti kovana pintana ( $G=0$ ).

### 11.2.2 Vedenalaiset vaikutukset

Hankkeesta johtuvaa vedenalaista melua voi esiintyä sekä rakennus-, käyttö- että purkuvaiheessa. Merkittävä melunlähde on rakennusvaiheessa tapahtuva perustusten asentaminen. Lisäksi rakennusvaiheessa esiintyy laivoista lähtevää vedenalaista melua. Käyttövaiheessa melua aiheutuu tuulivoimaloista ja lisäksi melua voi esiintyä kunnossapittoa ja huoltoon liittyvästä laivaliikenteestä. Tuulivoimalan ääni muodostuu aerodynaamisesta äänestä (pyörivät tuulivoimalan lavat) ja mekaanisesta äänestä. Äänen siirtyminen ilmasta on rajoittunutta, koska suurin osa äänestä heijastuu meren pinnasta. Tuulivoimalan värähtelyt voivat johtua tornin kautta alas perustukseen ja levitä sieltä matalataajuisena äänenä ympäristöön.

Vedenalainen melu voi vaikuttaa merinisäkkäisiin ja kaloihin esimerkiksi muuttamalla niiden käyttäytymistä tai aiheuttamalla tilapäisen tai pysyvän kuulon heikkenemisen. Vaikutuksen suuruus riippuu siitä kuinka kova ja pitkäkestoinen ääni on. Käyttäytymisen muutoksella tarkoitetaan ensisijaisesti välttelevää käyttäytymistä, joka voi vaihdella pienestä muutoksesta, kuten lyhyestä ruoanhakuhäiriöstä siihen, että alueelta paetaan.

Melun vaikutusten arviointi tehdään melumallinnuksen ja asiantuntija-arvioiden avulla. Vedenalaisen melun mallinnus tehdään käyttämällä dBSea -ohjelmistoa perustuen äänikirjastoihin vedenalaisesta paalutuksesta, louhinnasta, ruoppauksesta ja proomuista. Mallinnuksessa otetaan huomioon paikkakohtaiset ympäristöolosuhteet (esim. pohjan syvyys ja sedimentin koostumus). Vedenalaisen melun leviämisen mallinnus tehdään kolmelle eri paikalle tuulipuiston sisällä, jotka edustavat pahimpia tapauksia, joissa äänen etenemisen arvioidaan olevan suurin, ja mallinnus ajoitetaan siihen aikaan vuodesta, jolloin äänen eteneminen on suurinta. Valmiissa äänimallinnuksessa meluntorjuntatavoista yksinkertainen kuplaverho ja pehmeä vaiheittainen käynnistys sisällytetään laskelmiin paaluperustusten asentamisen aikana.

Melumallinnuksen tulokset voidaan esittää syvyysvyöhykkeittäin tai integroituina pintakarttoina, mistä selviää äänen kulkeutuminen ympäristöön. Melumallinnuksen lisäksi ehdotetaan tehtäväksi melumittauksia ennen rakennustöiden aloittamista ja niiden aikana.

## 12 VÄLKEVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Tuulivoimahankkeen aiheuttaman välkkeen vaikutuksia arvioidaan laskennallisin menetelmin käyttäen tähän tarkoitukseen kehitettyä ohjelmistoa. Laskentamalli huomioi hankealueen sijainnin (auringonpaistekulma, päivittäinen valoisa aika), tuulivoimaloiden sijoitus suunnitelman, voimaloiden aiheuttaman välkkeen yhteisvaikutuksen, tuulivoimaloiden mittasuhteet (napakorkeus, roottorin halkaisija, lapaprofiili), maaston korkeuskäyrät sekä valitut laskentaparametrit.

Määritellyillä laskentaparametreilla sekä oletuksella, että voimalan roottorin oletetaan pyörivän jatkuvasti ja olevan kohtisuorassa auringonsäteitä vastaan, saadaan arvio aiheutuvasta välkkeen teoreettisesta maksimimäärästä. Laskentamenetelmä ei automaattisesti huomioi välkkeeseen vaikuttavia ylimääräisiä tekijöitä, kuten pilvisyyttä. Jotta saataisiin parempi kuva odotettavissa olevasta välkkeen todellisesta määrästä,

lasketaan myös realistinen arvio välkkeen määrästä. Realistinen arvio ottaa huomioon paikallisen tuulijakauman sekä paikalliset auringonpaistehavainnot.

Tulosten havainnollistamista varten määritetään niin kutsuttuja reseptoripisteitä (lähimpänä tuulivoimaloita sijaitsevia asuin kohteita), joille lasketaan yksityiskohtaisemmat tulokset. Reseptoripisteiden oletetaan olevan "kasvihuonetyyppisiä", jolloin joka suunnasta tuleva välke otetaan huomioon.

**Välkemallinnuksen** tuloksena saadaan välkkeen esiintymisen määrä ja ajankohta tarkastellulle merituulivoimapuiston sijoitussuunnitelmalle. Mallinnuksen tulokset esitetään karttakuvina sekä reseptoripistekohtaisina numeerisina arvoina.

Hankkeen välkemallinnus tehdään voimaloiden kokonaiskorkeudelle 370 metriä. Koska tarkkoja voimalapaikkoja ei vielä hankkeen YVA-vaiheessa määritellä, käytetään mallinnuksessa esimerkkisijainteja ja -korkeuksia (ns. worst case -tilanteita), joita käyttämällä välkevaikutukset olisivat maksimaalisia suhteessa lähimpiin häiriintyviin kohteisiin.

Arvioinnin suorittaa välkevaikutuksiin perehtynyt asiantuntija.

## 13 TALOUS JA ELINKEINOT

### 13.1 Nykytila

Hankkeen vaikutusalue sijoittuu laajalti Pohjanmaan rannikolle ja osin myös Keski-Pohjanmaan alueelle Kokkolaan. Taulukkoon 13-1 on koottu uusimpia saatavilla olevia Tilastokeskuksen kunnittaisia avainlukuja (*Tilastokeskus 2021b*). Vaikutusalueen kaikissa kunnissa jalostuksen työpaikkojen osuus on suurempi kuin koko maassa keskimäärin. Jalostus käsittää esimerkiksi toimialaluokat "teollisuus" ja "rakentaminen". Alkutuotannon osuus on selvästi keskimääräistä suurempi Kruunupyssä, Pedersören kunnassa, Uudessakaarlepyssä ja Vöyrissä. Se käsittää toimialaluokan "maatalous, metsätalous ja kalatalous". Palvelujen osuus on lähellä koko maan keskiarvoa vain Kokkolassa ja Vaasassa. Kaikissa kunnissa työttömien osuus työvoimasta on pienempi kuin koko maassa keskimäärin. Erytisen pieni se on Luodossa ja Pedersören kunnassa. Kokkolassa, Pietarsaareissa, Uudessakaarlepyssä ja Vaasassa sijaitsevien työpaikkojen lukumäärä on suurempi kuin kunnassa asuvan työllisen työvoiman lukumäärä.

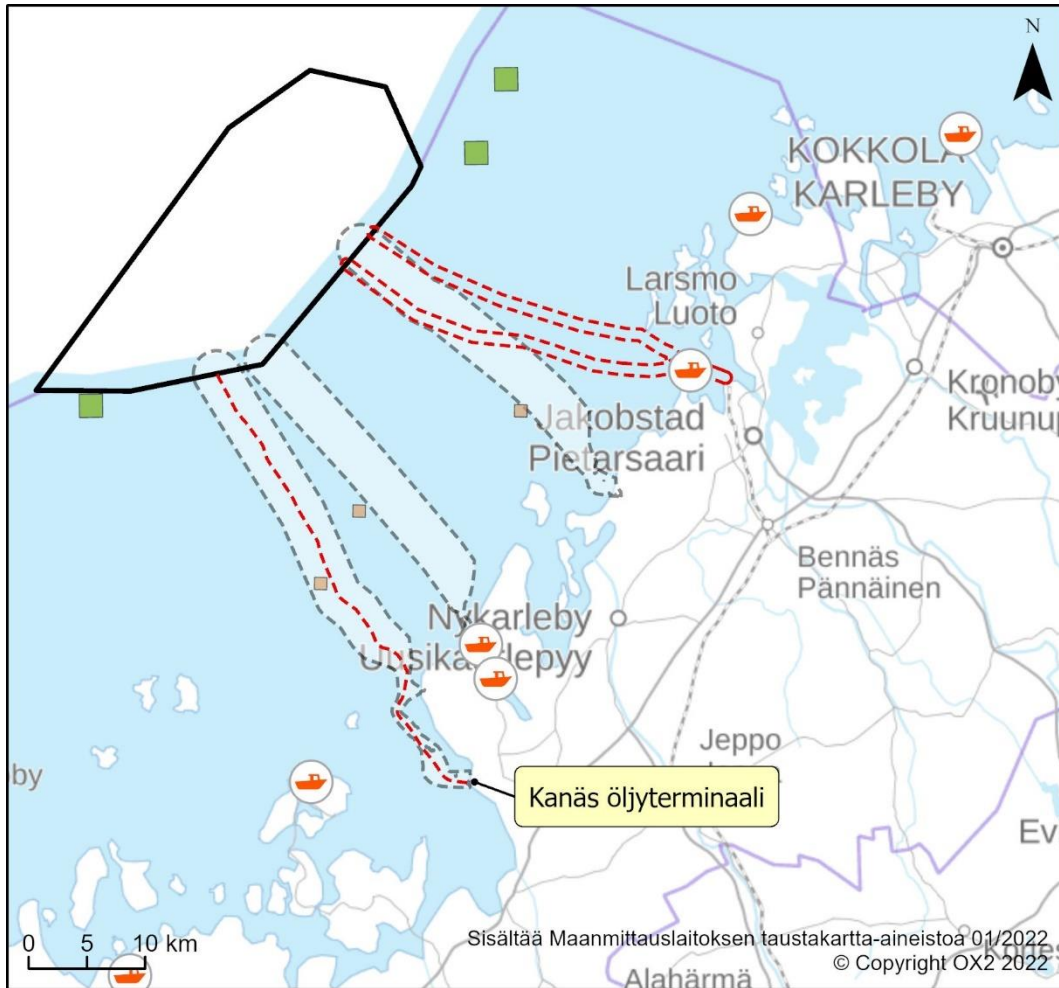
*Taulukko 13-1. Hankkeen vaikutusalueen kuntien avainlukuja sekä vertailun vuoksi koko maan tiedot (Tilastokeskus 2021b). Lihavoidut prosenttiarvot ovat yli koko maan keskiarvon.*

	Väkiluku (vuosi 2020)	Työpaik- kojen lu- kumäärä (2019)	Palvelu- jen työ- paikko- jen osuus % (2019)	Jalostuk- sen työ- paikko- jen osuus % (2019)	Alkutuot- annon työpaik- kojen osuus % (2019)	Työttö- miä työ- voimasta % (2019)	Työpaik- kaoma- varai- suus % (työpai- kat/työl- liset) (2019)
Kokkola	47 772	20 898	74	22	3,0	8,2	105
Luoto	5 534	1 148	55	41	2,7	2,1	42

	Väkiluku (vuosi 2020)	Työpaik- kojen lu- kumäärä (2019)	Palvelu- jen työ- paikko- jen osuus % (2019)	Jalostuk- sen työ- paikko- jen osuus % (2019)	Alkutuo- tannon työpaik- kojen osuus % (2019)	Työttö- miä työ- voimasta % (2019)	Työpaik- kaoma- varai- suus % (työpai- kat/työl- liset) (2019)
Kruunu- pyy	6 416	2 443	45	41	12	3,9	85
Pedersö- ren kunta	11 174	4 093	43	45	10	2,9	80
Pietarsaari	19 066	11 186	59	39	1,0	7,6	139
Uusikaar- lepyy	7 479	3 306	45	39	15	3,9	101
Vöyri	6 388	2 431	53	31	14	3,8	86
Musta- saari	19 453	5 303	64	28	5,6	4,6	59
Vaasa	67 551	37 070	71	27	0,4	8,5	124
Koko maa	5 533 793	2 373 526	75	21	2,7	10	100

Lähiseudun satamien toimintaa on tarkasteltu luvussa 10.1.1. Merituulivoimapuiston ja merikaapelireittien lähiseudun ja vaikutusalueiden kalastusta on käsitelty luvussa 6.1.7. Kuvassa 13-1 on esitetty hankkeen lähiseudun kalasatamat Meri- ja kalatalousverkoston tietojen (2021) mukaisesti.





- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Hankealue / Projektområde          | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto       |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt   | Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit |
| Vetyputkireitti / Vätgasrörledning | Kalasatama                                       |
| Eteläinen vetyputkireitti          |  |

Kuva 13-1. Hankealueen lähiseudulla sijaitsevat kalasatamat sekä Kanäsin öljyterminaalin sijainti.

Hankkeen vaikutusalueen merkittävimpien yksittäisten matkailukohteiden sijainnit on esitetty luvun 4.1.2 kuvassa 4-3. Rannikolla ja saaristossa on tarjolla muun muassa seuraavia matkailupalveluja:

- saaristoristeilyt, veneretket ja -kuljetukset
- suppailu- ja melontakurssit ja -retket
- kalastus- ja pilkkiretket
- majoitusta

Yksittäisistä kohteista Kokkolan ulkosaaristossa sijaitseva Tankarin majakkasaari on suosittu vierailukohde, johon liittyen on tarjolla muun muassa seuraavia matkailupalveluja (*Visit Kokkola 2022*):

- kuljetukset saaristoristeilijällä tai taksiveneellä
- opastettu saarikierros ja majakkaesittely
- majoitusta (hostelli ja vierasmaja)
- kesäkahvila
- puusauna
- vierasvenesatama
- kokous- ja juhlapalvelut

Pietarsaaren Fäbodan alueella on kolme hiekkarantaa ja ravintola-kahvila sekä asunto-vaunualue. Mässkärin saarella on luontoasema, jossa on ravintola sekä kokous- ja yöpymistilat. Saarelle pääsee säännöllisesti kulkevalla veneellä (*Visit Pietarsaari Jakobstad region 2022*). Merikaapelireitin MVE3 rantautumispaikan lähellä sijaitsee Pietarsaaren suomalaisen seurakunnan Merilän toimintakeskus, jossa on mahdollista järjestää juhlia, kokouksia, virkistyspäiviä tai leirikouluja. Kohteessa on mahdollista yöpyä ja myös rantasauna on vuokrattavissa. Seurakunnat järjestävät siellä esimerkiksi leirejä (*Pietarsaaren suomalainen seurakunta 2022*). Välittömästi Merilän eteläpuolella sijaitsee Svedjan leirikeskus, jota vuokrataan lumettomana aikana (*Elimförsamlingen i Jakobstad 2022*). Merilän pohjoispuolella muutaman sadan metrin etäisyydellä sijaitsee Pörkenäsin leirikeskus, jossa on mahdollista järjestää rippikouluja, leirikouluja, lasten- ja nuorisoleirejä ja yrityspäiviä sekä kokouksia (*Pörkenäs Lägergård 2022*).

Merikaapelireittien MVE1 ja MVE2 rantautumispaikkojen välissä Storsandin hiekkarannan kupeessa sijaitsee Klippanin leirikeskus, jossa voidaan järjestää erilaisten leirien lisäksi esimerkiksi kokouksia, juhlia ja muita yksityistilaisuuksia (*SLEF 2022*). Etäisyyttä lähimmille kaapelin rantautumisalueille on noin kolme kilometriä.

Kaapelireittivaihtoehto MVE1a:n rantautumisalueen välittömässä läheisyydessä sijaitsee Kanäsin öljyterminaali (ks. Kuva 13-1). Tuotteet tuodaan laivalla ja ne varastoidaan maanalaisissa kalliovarastoissa (*Uusikarleby Tank Storage Oy 2022*).

Mikkelinsaarten Kummelskärin luontoasema palvelee veneilijöitä ja matkailuyrittäjiä ryhmineen. Sinne järjestetään kesäaikaan runsaasti risteilyjä ja saarella on myös muun muassa näkötorni, kahvila, varaustupa ja venesatama. Björköbyn Svedjehamnissa sijaitsee kalasataman lisäksi muun muassa kahvila-ravintola ja näkötorni.

## 13.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Hankkeen aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnin yhteydessä selvitetään alueen elinkeinorakenteen nykytila, hankkeen lähialueella sijaitsevat elinkeinot sekä arvioidaan elinkeinoihin ja aluetalouteen kohdistuvia vaikutuksia. Aluetalouteen kohdistuvia vaikutuksia ovat esimerkiksi hankkeen välittömät ja välilliset työllisyysvaikutukset, paikallisten palveluiden ostot sekä lisääntyvät verotulot. Vaikutuksia arvioidaan toteutuneista hankkeista saatujen tulosten sekä kirjallisuuden avulla. Kaupalliseen kalastukseen liittyvät arviointimenetelmät on kuvattu luvussa 6.2.5. Vaikutusarviointi tehdään koko hankekokonaisuudelle.

Arvioinnin suorittaa sosiaaliin ja aluetaloudellisiin vaikutuksiin perehtynyt asiantuntija.

## 14 LUONNONVARAT

### 14.1 Nykytila

Tuulivoimahankealueen ja merikaapelireittien alueilla hyödynnetään luonnonvaroja siten, että siellä harjoitetaan ammatti- ja virkistyskalastusta luvussa 6.1.7 kuvatulla tavalla.

Suomen merialueilla on kartoitettu lähes kaikki potentiaaliset hiekka- ja sora-ainesten esiintymisalueet mantereelta merialueille jatkuviin harjumuodostumiin ja Salpausselkiin liittyen. Kartoitukset ovat rajoittuneet pääosin Suomen aluevesille ja talousvesivyöhykkeeltä niitä on tehty vain vähän (*Ympäristöministeriö 2021b*). Laineen merituulivoimapuistohanketta lähimmät tiedossa olevat hiekka- ja soravarantoalueet sijoittuvat merikaapelireittien MVE1 ja MVE2 lähialueelle noin 15 kilometrin etäisyydelle mantereesta. Yleisesti merellä vain pieni osa hiekasta ja sorasta on tosiasiaa hyödynnettävissä, eikä tällä hetkellä ole tiedossa hanketta, jossa kaapelireittien lähialueen varantoja hyödynnettäisiin.

Laineen hankealueella on haettu toisen tuulivoimatoimijan toimesta tutkimuslupaa merituulivoimahankeelle (VN/17444/2021) ja päätös on saatu 18.1.2022 (*Valtioneuvosto 2022*). Yhtiön tavoitteena on perustaa Suomen talousvyöhykkeelle Kokkola–Pietarsaaren edustalle suuren mittaluokan sähköntuotantotehon mahdollistava merituulivoimapuisto. Hankkeesta on kerrottu lisää luvussa 15.

Pohjanmaan tai Keski-Pohjanmaan maakuntakaavoissa ei ole esitetty muita tuulivoimapuistoalueita merelle hankkeen lähiseudulle (*Pohjanmaan liitto 2022a, Keski-Pohjanmaan liitto 2022*). Suomen merialuesuunnitelmassa 2030 (*Pohjanmaan liitto 2022c*) on esitetty energiantuotantoalue osin Laineen tuulivoimahankealueelle ja sen itäpuolelle jatkuen (ks. Kuva 3-6).

### 14.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Merituulivoimapuiston ja merikaapelin rakentamisesta aiheutuu luonnonvarojen hyödyntämiseen kohdistuvia vaikutuksia, joita voi aiheutua sekä luonnonvarojen käytöstä että käytön estymisestä. Hankkeessa hyödynnetään runsaasti erilaisia luonnonvaroja sekä käytetään energiaa tuulivoimapuiston infrastruktuurin valmistus- ja rakentamistoimenpiteissä. Luonnonvarojen hyödyntämistä tarkastellaan mm. materiaalien hyödyntämisen sekä hankkeen tarvitsemien materiaalien kulutuksen näkökulmista.

Hanke voi vaikuttaa luonnonvarojen hyödyntämiseen myös ihmisiin ja elinkeinoihin kohdistuvien vaikutusten kautta. Rakentamisella voi olla vaikutuksia vesistöön ja meriluontoon, sillä tavoin, että siitä aiheutuu vaikutuksia kalastolle ja sitä kautta kalastukselle. Myös tämä huomioidaan vaikutusten arvioinnissa.

Hanke vaikuttaa luonnonvarojen hyödyntämiseen myös sitä kautta, että siinä tuotetaan sähköä aineettomalla luonnonvaralla, eli tuulella, ja sähkö siirretään merikaapeleilla ja mantereen voimajohdoilla kantaverkkoon. Arvioinnissa huomioidaan myös hankkeen mahdolliset vaikutukset muiden lähiseudulle suunniteltujen merituulivoimahankeiden kannalta, mikäli niitä tulee tietoon YVA-menettelyn aikana.

## 15 LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN

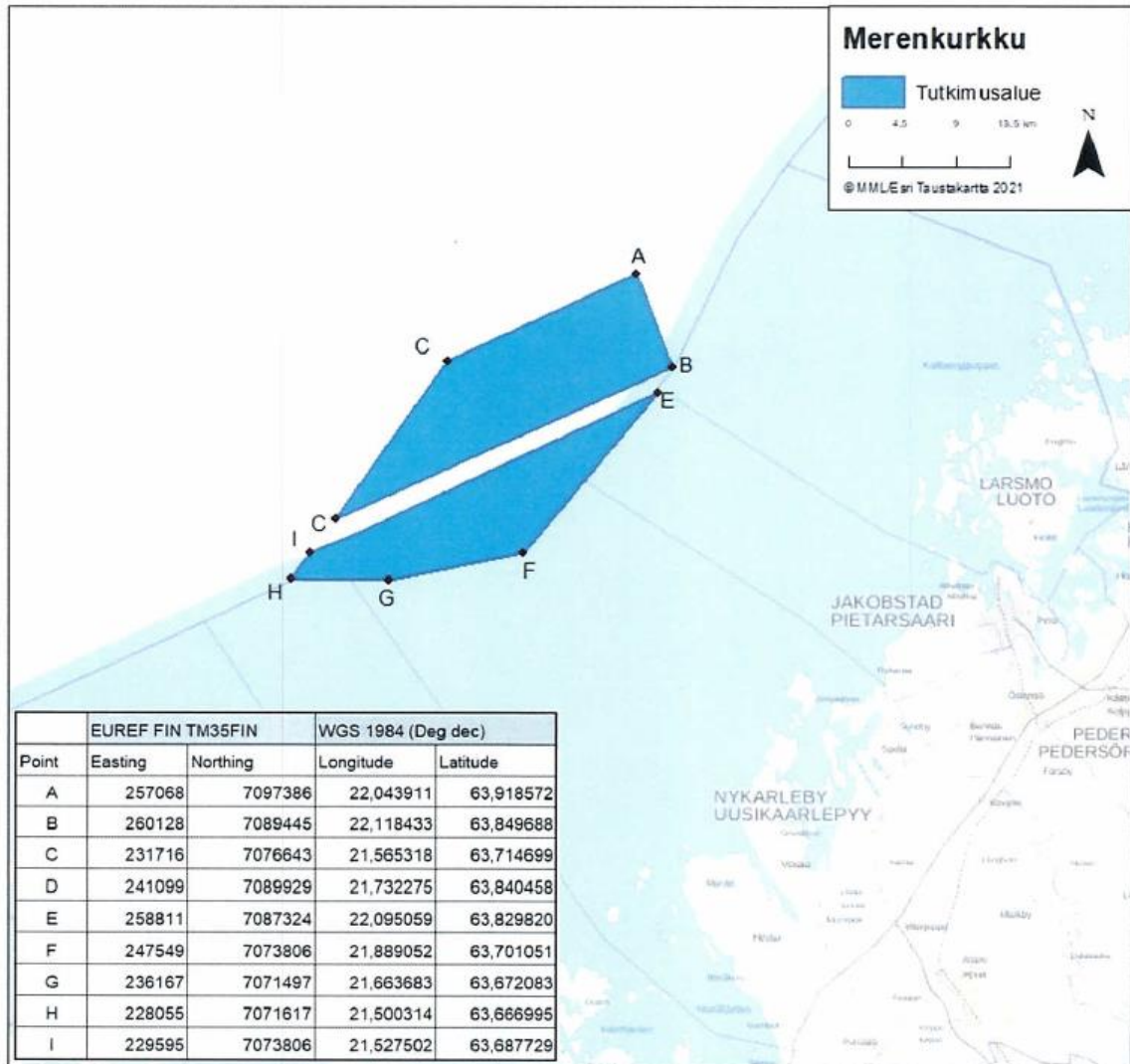
### 15.1 Muut hankkeet

Laineen hankealueella on haettu toisen tuulivoimatoimijan toimesta tutkimuslupaa merituulivoimahankkeelle (VN/17444/2021) ja päätös on saatu 18.1.2022 (*Valtioneuvosto 2022*). Wpd Finland Oy on hakenut hakemuksella Suomen talousvyöhykkeestä annetun lain (1058/2004) 6 §:n mukaista valtioneuvoston suostumusta tutkimusten suorittamiseksi hakemuksessa kuvatulla suunnitteilla olevan uuden merituulivoimapuiston suunnitellulla alueella Suomen talousvyöhykkeellä sekä päätöksen välitöntä täytäntöönpanoa mahdollisesta muutoksenhausta huolimatta. Yhtiön tavoitteena on perustaa Suomen talousvyöhykkeelle Kokkola–Pietarsaaren edustalle suuren mittaluokan sähköntuotantotehon mahdollistava merituulivoimapuisto. Tutkimusalue on valikoitunut muun muassa alueiden olosuhteiden, sijainnin ja tuulisuuden perusteella. Hakemuksessa esitetty tutkimusalue sijaitsee Merenkurkun pohjoisosassa noin 30 kilometrin etäisyydellä Pietarsaaresta länteen koostuen kahdesta osa-alueesta, joiden yhteispinta-ala on noin 27 000 hehtaaria. Tutkimusalue sijaitsee kokonaisuudessaan Suomen talousvyöhykkeellä sivuten Suomen aluevesirajaa. Tutkimusalueen syvyydet vaihtelevat noin 23–40 metrin välillä, mutta aivan pohjoisosassa on myös 50 metrin syvyyden alueita. Tutkimusalueella tai sen läheisyydessä ei ole Natura 2000 -verkoston suojelualueita. Hankkeen sähkönsiirto on suunniteltu toteutettavaksi merikaapeleilla tuulivoima-alueelta rantaan.

Wpd Finland Oy:n tutkimuslupahakemuksessa nostetaan esille, että Työ- ja elinkeinoministeriössä on ollut vireillä myös OX2 Finland Oy:n hakemus (VN/12504/2021, 3.5.2021), jolla on pyydetty valtioneuvoston suostumusta tutkimusten suorittamiseksi suunnitteilla olevan uuden merituulivoimapuiston suunnitellulla alueella Suomen talousvyöhykkeellä. Haettu tutkimusalue on merialuesuunnittelun johdosta sama kuin wpd Finland Oy:n hakema tutkimusalue. Valtioneuvosto on antanut tutkimusluvan OX2 Finland Oy:lle 13.1.2022. Jo saatujen lausuntojen tai muuten ei ole olemassa tekijöitä, jotka estäisivät valtioneuvostoa myöntämästä kahta erillistä, ajallisesti rajattua tutkimuslupaa samalle talousvyöhykkeen alueelle. Tutkimuskustannukset ovat yhtiöille vielä marginaalisia verrattuna mahdolliseen varsinaiseen investointiin. Koska samalla merialueella voi olla vain yhden yhtiön tuulivoimapuisto, päätös lopullisesta merituulivoimapuiston toteuttajatahosta tutkimusalueen osalta tehdään myöhemmin talousvyöhykeluvituksen prosessissa.

Valtioneuvosto korostaa, että Itämeren (Merenkurkku ja Selkämeri) herkkyys ja haavoittuvuus, talousvyöhykkeen kansainvälisoikeudellinen asema, meri- ja ympäristöturvallisuuden asettamat vaatimukset, maanpuolustuksen, rajaturvallisuuden, merenkulun, meriteollisuuden, muun energiantuotannon, kaivannaistoiminnan, matkailun, kalastuksen ja virkistystoiminnan tarpeet ja toimintaedellytykset, sekä jo olemassa olevat muut hankkeet oikeuksineen ja muu merialueen käyttö on otettava kaikessa taloudellisen hyödyntämisen hankkeen toteutukseen tähtäävässä suunnittelussa ja tutkimustoiminnassa huomioon. Luvan saajan on myös noudatettava yleistä varovaisuusperiaatetta toimissaan vahinkojen ehkäisemiseksi ja minimoimiseksi.

Ohessa on esitetty wpd Finland Oy:n suunnitteleman merituulivoimapuiston hankealueen alustava sijainti (Kuva 15-1) (*Valtioneuvosto 2022*).



Kuva 15-1. Wpd Finland Oy:n suunnitteleman merituulivoimapaiston hankealueen alustava sijainti, joka on lähes identtinen OX2 Laineen hankkeen kanssa. (Valtioneuvosto 2022)

Mantereella merikaapelireittien rantautumisalueita lähinnä olevat tuulivoimahankkeet on esitetty Kuva 15-2 ja esitelty lyhyesti alla.

Tuotannossa olevat:

- Uusikaarlepyy, Jeppo: voimalamäärä 2, etäisyys n. 15 km MVE1a:n ja 22 km MVE1b:n rantautumiskohdasta
- Uusikaarlepyy, Pensala: voimalamäärä 1, etäisyys n. 12 km MVE1a:n ja 20 km MVE1b:n rantautumiskohdasta
- Luoto, Fränsviken: voimalamäärä 1, etäisyys n. 26 km MVE3:n rantautumiskohdasta
- Kokkola, Ykspihlaja: voimalamäärä 4, etäisyys n. 39 km MVE3:n rantautumiskohdasta
- Uusikaarlepyy, Kröpuln: voimalamäärä 7, etäisyys 4,5 km MVE1a:n ja 5 km MVE1b:n rantautumiskohdasta

- 
- Vöyri, Storbacken: voimalamäärä 7, etäisyys n. 13 km MVE1a:n ja 22 km MVE1b:n rantautumiskohdasta

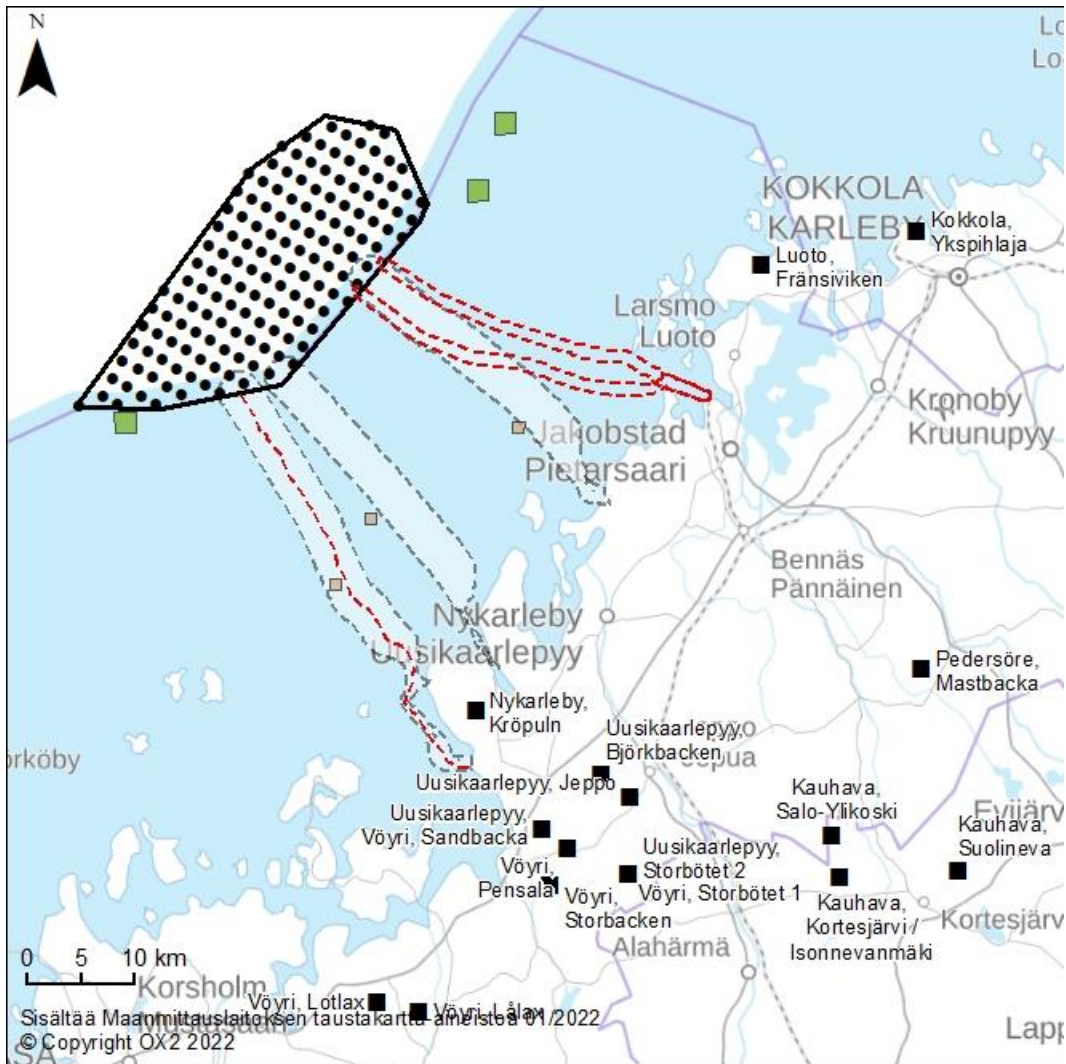
Luvitetut tuulivoimapuistot:

- Vöyri, Sandbacka: voimalamäärä 12–14, etäisyys n. 9 km MVE1a:n ja 17 km MVE1b:n rantautumiskohdasta

Kaavoitetut/kaavaluonnos vaiheessa olevat tuulivoimapuistot:

- Uusikaarlepyy, Storbötet 2: voimalamäärä 11–18, etäisyys n. 18 km MVE1a:n ja 26 km MVE1b:n rantautumiskohdasta
- Vöyri, Mörknässkogen: voimalamäärä 4, etäisyys n. 16 km MVE1a:n ja 25 km MVE1b:n rantautumiskohdasta
- Uusikaarlepyy, Björkbacken (kaavaluonnos): etäisyys n. 13 km MVE1a:n ja 19 km MVE1b:n rantautumiskohdasta

Mantereella voimajohtoreittien läheisyydessä sijaitsevat tuulivoimapuistot on esitelty tarkemmin YVA-asiakirjan B Osassa (Mantereen sähkönsiirto).



- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Hankealue / Projektområde         | Vaihtoehdotiset läjitysalueet / tuulipuisto       |
| Tuulivoimala / Vindkraftverk      | Vaihtoehdotiset läjitysalueet / merikaapelireitit |
| Merikaapelireitti / Sjøkabelrutt  |   |
| Vetyputkireitti / Vätgasörledning |   |
| Eteläinen vetyputkireitti         |   |

Kuva 15-2. Hankealueen lähiseudun tuulivoimapuistohankkeet (/muut olennaiset hankkeet) Lähde: Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2021.

Alueen muiden tuulivoimahankkeiden tilanteet päivitetään arviointiselostukseen, jossa tuodaan esiin myös muut lähialueen suunnitellut hankkeet, joilla voi olla yhteisvaikutuksia Laineen merituulivoimalahankkeen kanssa.

## 15.2 Yhteisvaikutusten arviointi

Merituulivoimahankkeen vaikutuksia arvioidaan huomioiden lähiympäristön muut toiminnassa olevat sekä suunnitellut hankkeet, joilla arvioidaan olevan yhteisvaikutuksia

Laineen merituulihankkeen kanssa. Arvioitavat hankkeet tunnistetaan ja kuvataan YVA-selostukseen. Hankkeen toiminnasta ja muista alueen toiminnoista aiheutuvat yhteisvaikutukset ympäristöön tarkastellaan osana vaikutusten arviointia.

Yhteisvaikutusten osalta arvioitavia vaikutuksia ovat mm. vaikutukset maisemaan, luontoarvoihin ja ihmisiin. Eryteisesti arvioidaan laajemmalle ulottuvia vaikutuksia, kuten vaikutukset maisemaan ja linnustoon. Tarpeen mukaan laaditaan yhteismallinnuksia melun ja välkkeen sekä maiseman osalta. Vaikutusten arvioinnissa arvioidaan miten lähiympäristön hankkeet lisäävät tai vähentävät toistensa aiheuttamia vaikutuksia. Lisäksi arvioidaan, miten mahdollisia vaikutuksia voidaan lieventää.

Arvioinnissa hyödynnetään tietoja lähiympäristön hankkeista ja niihin tehdyistä selvityksistä sekä vaikutusten arvioinneista. Aineistona käytetään myös maakuntakaavoi-  
tusta varten tehtyjä selvityksiä.

Vaikutusten arviointi suoritetaan eri alan asiantuntijoiden kesken asiantuntijatyönä.

## 16 RAJAT YLITTÄVIEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

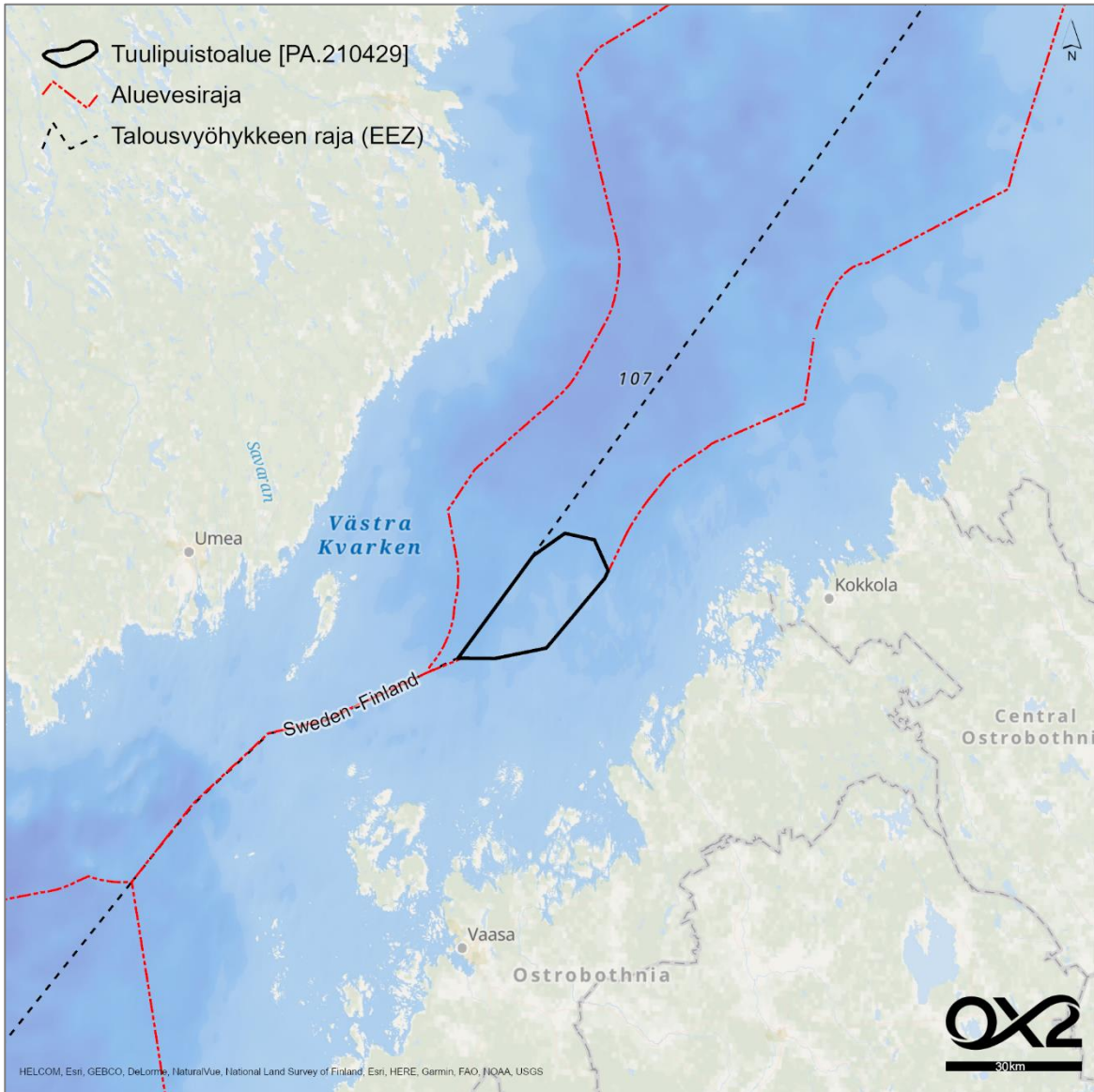
### 16.1 Yleistä

Laineen hankkeen kaikki toiminnot sijoittuvat tämänhetkisten suunnitelmien mukaan Suomen aluevesille sekä Suomen talousvyöhykkeelle. Suomi on osapuolena valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskevassa yleissopimuksessa (Espoon sopimus), jonka tavoitteena on edistää valtioiden välistä yhteistyötä ja kansalaisten osallistumismahdollisuuksia silloin, kun tiettyyn valtioon (aiheuttajaosapuoli) suunnitellulla hankkeella arvioidaan olevan todennäköisesti rajat ylittäviä ympäristövaikutuksia toisen valtion alueella (kohdeosapuoli). Tässä luvussa on kerrottu OX2 Finland Oy:n suunnitteleman Laineen merituulivoimapuistohankkeen Suomen YVA-ohjelmasta kansainvälisen kuulemisen näkökulmasta. Tämän luvun tarkoitus on palvella Espoon sopimuksen edellyttämää ilmoittamista ja kohdeosapuolien viranomaisten sekä kansalaisten kuulemista.

Muulla tässä YVA-ohjelmassa esitetään tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehtoista, suunnittelun aikataulusta, suunnitelma siitä, mitä ympäristövaikutuksia YVA-menettelyn yhteydessä selvitetään ja miten selvitykset tehdään sekä suunnitelma osallistumisen ja tiedottamisen järjestämisestä. YVA-ohjelmassa kuvataan aiemmissä luvuissa hankealueen ympäristön nykytila Suomen osalta talousvyöhykkeen rajaan asti. Ruotsin puolen ympäristön nykytilaa ei ole kuvattu tässä asiakirjassa.

Ruotsin rajojen sijoittuminen suhteessa Laineen hankkeeseen on esitetty ohessa (Kuva 16-1). Ruotsin talousvyöhykkeen raja sijaitsee lähimmillään hankealueen eteläreunassa noin 5 kilometrin etäisyydellä lännessä. Lähin saari Ruotsin puolella on Holmöarna saariryhmä noin 30 kilometriä Laineen hankealueen eteläreunasta länteen, missä sijaitsee myös lähin asutus. Ruotsin rannikolle on matkaa hankealueelta noin 40 kilometriä.





Kuva 16-1. Hankkeen sijainti merialueella suhteessa Ruotsin talousvyöhykkeeseen ja aluevesiin.

Suomen YVA-menettelyssä arvioidaan Suomen alueelle kohdistuvien vaikutusten lisäksi hankkeesta välillisesti aiheutuvat mahdolliset valtioiden rajat ylittävät haitalliset vaikutukset Ruotsiin. Ruotsille ilmoitetaan Espoon sopimuksen mukaisessa menettelyssä hankkeesta sekä tarjotaan mahdollisuus osallistua kuulemiseen.

Rajat ylittävien vaikutusten arvioinnista laadittu yhteenveto sisällytetään YVA-selostuksen aineistoon.

Hankkeen Suomen talousvyöhykkeellä rakentamisaikana tehtävien toimien sekä käytön ajan rajat ylittävät kokonaisvaikutukset ovat ennalta arvioiden suhteellisen vähäisiä ja vaikutusten arvioidaan rajoittuvan pääosin rakentamisaikaan vesistö- ja rakentamiskohteiden (merituulivoimapuiston ympäristö) lähialueelle Suomen talousvyöhykkeen rajojen sisäpuolelle tai vähäisissä määrin Ruotsin talousvyöhykkeen puolelle. Tiedot tarkentuvat

tehtävien pohjanlaatuselvitysten (ruoppaustarpeen määrittäminen sekä tiedot sedimentin partikkelijakaumasta ja laadusta) sekä merialueen mallinnusten pohjalta.

Hankkeen toiminnan aikaiset epäsuorat liikenteelliset vaikutukset voivat ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle Ruotsiin ja ne arvioidaan arviointiselostusvaiheessa.

Vaikutusarvioinnissa hyödynnetään EU:n opasta: *"Guidance on the Application of the Environmental Impact Assessment Procedure for Large-scale Transboundary Projects"* (<http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/Transboundry%20EIA%20Guide.pdf>).

Hankkeen rajat ylittävät sekä suorat että välilliset kokonaisvaikutukset arvioidaan ohjetta hyödyntäen. Kokonaisvaikutusten arvioinnissa hyödynnetään eri arvioitavien osaluokkien tuloksena saatuja määrällisiä ja laadullisia arvioita, joiden pohjalta luodaan kokonaiskäsitys hankkeen rajat ylittävistä vaikutuksista.

## 16.2 Hankkeen mahdolliset vaikutukset

Hankkeeseen liittyvä rakentaminen tapahtuu merialueen osalta sekä Suomen talousvyöhykkeellä että Suomen aluevesillä. Hankkeesta ei aiheudu suoria vaikutuksia Ruotsin puolelle, sillä toiminnot eivät sijaitse Ruotsin talousvyöhykkeellä tai aluevesillä. Vaikutuksia voi aiheutua kuitenkin epäsuorasti mm. ruoppauksen aiheuttaman kiintoaineen leviämisen kautta sekä liikenteeseen kohdistuvista vaikutuksista. Suoria vaikutuksia voi aiheutua kuitenkin, jos alueella kalastaa ruotsalaisia kaupallisia kalastajia ja jos hanke vaikuttaa kalastusmahdollisuuksiin.

Vesistö- ja rakentaminen liittyy merituulivoimaloiden perustuksiin (mm. ruoppaukset, täytöt, paalutukset), sisäiseen sähkönsiirtoon, merisähköasemiin sekä merikaapelireitteihin ja vetyputkistoon. Lisäksi voi tulla tarve läjittää ruoppausmassoja merialueelle.

Lisäksi hankkeeseen liittyy laivaliikennettä merialueella merituulivoimapuiston ja sen tarvitsemien toimintojen rakenteiden ja rakennusmateriaalien kuljettamiseksi käyttökohteisiinsa sekä ruoppausmassojen kuljetuksiin. Hanke voi vaikuttaa väylien käyttöön sekä rakentamiseen että käytön aikana.

Hankkeesta mahdollisesti aiheutuvia rajat ylittäviä vaikutuksia voivat olla mm. seuraavat vaikutukset:

- Merituulivoimapuiston ja sen toimintojen rakentamisesta aiheutuvat epäsuorat vaikutukset liittyen ruoppauksen ja perustuksia ja merikaapeleita suojaavan kivineksen läjittämiseen (veden sameuden lisääntyminen, kiintoaineen sen mahdollisesti sisältämien aineiden leviäminen merivirtojen mukana ja ravinnepitoisuuden kasvu edellä mainitun tapahtumaketjun myötä)
- Merituulivoimapuiston käytön aikaiset mahdolliset vaikutukset mm. laivaliikenteeseen (rajoitukset ja muutokset väylien tai käytettyjen laivareittien käytössä), väyliin (kiintoaineen leviäminen väylille) ja merivirtoihin (virtausmuutokset voimaloiden perustusten vuoksi) sekä jääloihin (voimaloiden rakenteet voivat muuttaa jääoloja ja vaikuttaa edelleen väyliin)
- Merituulivoimaloiden perustusten merkitys potentiaalisena keinotekoisena riutana ja sen myötä mahdollinen avomerialueen monimuotoisuuden lisääntyminen
- Hankkeen rakenteiden mahdolliset vaikutukset mm. ruotsalaiseen kaupalliseen kalastukseen sekä epäsuorat vaikutukset kiintoaineen leviämisen kautta
- Infrastruktuurin risteämisestä aiheutuvat vaikutukset (väylät, merikaapelit, runkovesijohdot, viemäriinjat)

- Liikenteellisessä arvioinnissa tarkastellaan asiantuntija-arviona vaikutukset valtion rajat ylittäviin henkilö- ja tavaraliikennevirtoihin meri- ja lentoliikenteessä perustuen saatavilla olevaan tietoon merialueen liikenteestä.
- Rakentamisen tai käytön aikainen vedenalainen melu voi ulottua Ruotsin talousvyöhykkeen puolelle
- Mahdolliset historiallisesti räjähtämättömien ammusten raivaukset, mikäli niitä kartoituksissa löydetään. Räjäytysten vedenalainen melu voi ulottua Ruotsin talousvyöhykkeen puolelle

Seuraavassa on kuvattu rajat ylittävien vaikutusten arvioinnissa käytettäviä menetelmiä.

### 16.2.1 Vesistö rakentaminen

Rajat ylittävien mahdollisten ympäristövaikutusten laajuus ja merkitys vaihtelevat riippuen vaikutusten luonteesta ja ympäristöolosuhteista. Esim. ruoppauksen ja läjityksen aiheuttama veden sameuden ja kiintoaineen sekä ravinteiden leviämisen laajuus selvitetään vedenlaatumallinnuksen avulla arviointiselostusvaiheessa. Myös mahdolliset toiminnan aikaiset rajat ylittävät vaikutukset arvioidaan (mm. laivaliikenne ja väylät sekä jäättilanne ja kaupallinen kalastus). Merituulivoimapuiston perustusten aiheuttamat virtausmuutokset arvioidaan mallintamalla hankealueen lähialueen virtaukset nykytilanteessa ja rakenteiden kanssa. Infrastruktuurin risteämiskohdat tullaan määrittämään tarkemmin teknisen suunnittelun edetessä ja tarkentuneet tiedot esitetään arviointiselostuksessa. Merikaapeleiden aiheuttamat virtausmuutokset arvioidaan asiantuntija-arviona. Vaikka mallinnuksien tarkastelualue ei suoraan ulotu Ruotsin talousvyöhykkeen tai aluevesien puolelle tämänhetkisen suunnitelman mukaan, saadaan mallinnuksesta suuntaa-antavia tietoja siitä, kuinka etäälle virtausten perusteella vaikutuksia voi ulottua eri ilmansuunnissa.

Suoria vaikutuksia aiheutuu merituulivoimapuiston ja merikaapeleiden lähialueella mm. pohjaeliöstön muuttuessa merenpohjan ruoppauksen ja kiviaineksen sijoittamisen vuoksi. Suorat merenpohjan muokkaustyöt kohdistuvat vaihtelevan kokoiselle alueelle riippuen valittavasta perustustavasta. Epäsuorat vaikutukset, kuten väliaikainen veden samentuminen, leviävät laajemmalle alueelle riippuen mm. ruoppauskohteiden sijainnista, pohjan laadusta ja veden virtauksista. Ruoppauksen myötä veteen nousevan kiintoaineen leviäminen ympäristöön riippuu etenkin sedimentin partikkelikoosta, hienojakoisempi aines ajelehtii helpommin veden mukana ja leviää laajemmalle, kun taas karkeampi aines laskeutuu nopeammin työalueen lähialueelle.

Rakennusvaiheen kuormitus aiheutuu rakennustöistä johtuvasta merenpohjan sedimentin resuspensiosta ja mahdollisesti rakentamiseen käytettävän kivimateriaalin seassa olevan hienoaineksen suspendoitumisesta. Rakennusmateriaalissa voi olla myös liukenevia aineita, kuten esim. räjähdysaineesta jäänyttä tyyppiä. Perustukset rakennetaan muualta tuodusta louheesta, kiviaineksesta, teräksestä tai betonista. Rakentamiseen käytettävä materiaali on todennäköisesti neutraalisti käyttäytyvää, eli rapautuminen on hidasta, eikä kivistä liukene veteen merkittäviä määriä haitallisia aineita tai ravinteita.

Ruoppauksista aiheutuu pohjasedimentin resuspendoitumista ja tästä johtuvaa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Sedimentti voi sisältää fosforia ja muita ravinteita, happea kuluttavaa materiaalia sekä orgaanisia ja epäorgaanisia haitta-aineita.

Sedimentin resuspensio, ja hienoaineen sekä ravinteiden (typen ja fosforin) leviäminen rakennusaikana arvioidaan vedenlaatumallinnusta käyttäen. Ruoppauksen, läjityksen ja täytön kuormitusmäärät arvioidaan ruopattavan ainesmäärän, pohjan laadun ja

käytettävien työmenetelmien perusteella, minkä jälkeen aineiden kulkeutuminen arvioidaan laskennallisesti kulkeutumismallinnuksen avulla. Mallinnus tehdään virtausmallinnusta vastaavasti joko staattisille tilanteille tai yhtenäiselle laskentajaksolle.

Mallilaskennan lähtötiedoiksi tarvittavat ruoppausmäärät, ruoppausmenetelmät, sedimentin ravinne- ja haitta-ainepitoisuudet ja läjityspaikat selvitetään portaittain, ensin yleisellä tasolla YVA-selostusvaiheessa ja tarkemmin vesilupavaiheessa. Todennäköisesti ulkomerialueella sedimentin haitta-ainepitoisuudet ovat alhaisia.

Tyypillisesti merenpohjan ruoppauksien yhteydessä on havaittu sameuden ja kiintoaineen leviämisen vaikutukset maksimissaan 1–5 kilometrin säteellä hankealueesta. Silminnähtävän sameuden rajana pidetään yleisesti 10 NTU, jonka suuruista sameutta havaitaan yleensä noin 100 metriä työkohteesta. Lievää samentumista havaitaan noin 1–2 kilometriä leveällä vyöhykkeellä ja vaikeasti havaittavissa olevaa samentumista maksimissaan 3–5 kilometriä leveällä vyöhykkeellä työkohteen ympäristössä. (*Lindfors & Kiirikki 2007, Kiirikki & Lindfors 2007, Inkala 2008*). Leviämiseen vaikuttavat kuitenkin useat tekijät, kuten mm. pohjan topografia, virtaukset ja tuulet.

### 16.2.2 Vedenalaiset habitaatit, kalasto ja kalastus

Hankkeen vaikutuksia merialueen eläin- ja kasvilajistoon arvioidaan mahdollisten rajat ylittävien vaikutusten osalta hankkeen rakentamisen aikaisten tietojen ja vesistövaikutusarvion sekä muista vastaavista hankkeista saatujen kokemusten perusteella. Hankkeen vaikutusten tarkastelu ja arviointi painotetaan monivuotisiin yhteisöihin, joita pidetään luonnonarvojen ja monimuotoisuuden kannalta tärkeitä. Hankealueen vedenlaista luontoa selvitetään olemassa olevaan tietoon sekä yleistasoihin kenttäselvityksiin perustuen. Tuulivoimaloiden perustukset luovat uusia kasvualustoja kovien pohjien lajeille. Näiden pohjien asuttaminen kestää kuitenkin useita vuosia ja monimuotoisuuden mahdollinen lisääntyminen muutoin melko monotonisella syvällä merialueella riippuu monesta tekijästä, kuten mm. perustustavasta ja verhoilussa käytettävästä materiaalista.

Hankkeen vaikutukset kalastoon ja kaupalliseen kalastukseen arvioidaan asiantuntija-arviona, haastatteluin sekä yleistasoiseen kalastus selvitykseen pohjautuen. Alueen kalastoon ja kalastukseen vaikuttavia seikkoja voivat olla muun muassa voimalarakenteet, veden samentuminen, kalojen käyttäytymisen muuttuminen tai karkottuminen veden laadun, virtausmuutosten tai melun takia ja vaikutukset kalojen kutuun. Alueelle tulevat rakentamisen aikaiset sekä käytön aikaiset (mm. pohjatroulin käyttö ja ankkurointikielto) liikkumisrajoitukset voivat myös vaikuttaa kalastukseen. Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan asiantuntijatyönä olemassa olevaan tietoon ja vesistövaikutusarvion perustuen, minkä lisäksi tehdään erillisselvityksiä.

Alueella harjoitettavan kaupallisen kalastuksen osalta selvitetään pyyntialueet, kalastajien määrä, saalistiedot sekä pyyntiponnistus soveltuvilta ICES-tilastoruuduilta (Kuva 6-11). Alueella kalastusta harjoittaville kaupallisille kalastajille suunnatun **haastattelun** avulla selvitetään tarkemmat tiedot alueen kalalajistosta ja kutualueista, vaelluskaloista ja niiden kulkureiteistä, uhanalaisista lajeista ja kaupallisesti merkittävistä kalalajeista. Täten huomionarvoiset lajit ovat ainakin ahven, muikku, harjus, hauki, kuha, lohi, made, meritaimen, siika ja silakka. Tietoja täydennetään soveltuvin osin lähialueella toteutettavan vapaa-ajankalastustiedustelun (Pietarsaaren edustan merialueen kalastustiedustelu vuodelta 2021, raportti ei vielä käytettävissä) tulosten pohjalta. Pietarsaaren edustan merialueen kalastustiedustelua täydennetään vapaa-ajankalastuksen osalta tarvittaessa ennen vesilupavaihetta. Lisäksi Ruotsin kalatalousviranomaiselta

tiedustellaan alueella mahdollisesti kalastavat ruotsalaiset kalastusalukset. Jos alueella ilmoitetaan kalastavan myös ruotsalaisia kalastusaluksia, sovitaan jatkotoimenpiteistä YVA-selostusvaiheen osalta erikseen Suomen Espoon sopimuksesta vastaavan YVA-viranomaisen kanssa.

Alueelle tehtävät kalaistutukset selvitetään ja Luonnonvarakeskuksesta hankitaan olemassa olevien merkintätutkimusten aineistot vaelluskalojen osalta.

Edellä mainittujen arviointien ja selvitysten tulosten pohjalta tehdään yhteenveto, jossa arvioidaan eliöstön sopeutumista uusiin olosuhteisiin sekä mahdollisia pysyviä vaikutuksia merialueen kalakantoihin ja kalastuksen kannattavuuteen. Vaikutusalueena tarkastellaan hankealuetta sekä arvioitua rakentamisvaiheen samentumien leviämisaluetta, eli alustavasti vyöhykettä noin 5 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvien vaikutusten laajempaa alueellista merkitystä arvioidaan myös.

### 16.2.3 Tuulivoimaloiden melu

Meluvaikutuksen arviointi tehdään melumallinnuksen avulla ja asiantuntija-arviona kuljetukseen soveltuvan satamatien nykytilan ja ennustetun kuljetustilanteen lähtötietojen avulla. Vedenpäällinen meluvaikutus komponenttikuljetusten rahtilaivojen liikenteestä arvioidaan sataman lähellä melumallinnuksen kautta/asiantuntija-arviona. Voimaloiden käytönajan vedenpäällinen melu arvioidaan melumallinnuksen kautta YM:n melumallinnusohjeen 2/2014 mukaisesti (*Ympäristöministeriö 2014*) ottaen huomioon vedenpinta akustisesti kovana pintana ( $G=0$ ). Mallinnuksen perusteella saadaan tietoja siitä, voiko melu ulottua Ruotsin puolelle.

#### Vedenalainen melu

Hankkeen vedenalaiset meluvaikutukset syntyvät voimaloiden ja merisähkösäntien perustusten rakentamisen aikana, käyttövaiheen aikana sekä myöhemmin voimaloiden purkamisen yhteydessä. Vedenalaisen melun vaikutusarviointi tehdään melumallinnuksen kautta/asiantuntija-arviona, jossa keskitytään vedenalaisen luonnon (kalat, nisäkkäät) vaikutusarviointiin sekä meluntorjuntamenetelmien läpikäyntiin.

Vedenalaiset melumallinnukset tehdään perustuen olemassa oleviin äänikirjastoihin vedenalaisen paalutuksen, louhinnan, ruoppauksen ja proomujen aiheuttamasta melusta. Melumallinnusalue kattaa rakennusalueen ja sitä ympäröivät merialueet niin kauas, ettei meluvaikutuksia enää havaita.

Mallinnettavat voimalat (5–10 kpl) sijoitetaan hankealueen ulkoreunoille, jolloin saadaan arvioitua leviämisalueen laajuus. Mallinnuksella saadaan selvitettyä myös melun valtakunnan rajat ylittävä vaikutus Ruotsin talousvyöhykkeellä ja aluevesillä. Mallinnuksessa hyödynnetään alueen syvyysaineistoja sekä tietoa tehtävistä rakennustoimenpiteistä eri kohteissa (montako voimalaa, mikä perustustapa sekä montako saman aikaista rakennuskohdetta voi olla käynnissä).

Mallinnuksissa kuvataan melun leviämistä, äänialtistustasoja sekä lasketaan arviot merinisäkkäiden pysyvän ja tilapäisen kuulonvaurion vaikutusetäisyyksille. On otettava huomioon, että ennen melua aiheuttavien rakentamistoimenpiteiden aloittamista käytetään mahdollisuuksien mukaan "karkotusääntä", jolla ajetaan merinisäkkäät ja kalat kauemmas vaikutusalueen ulkopuolelle. Lisäksi mallinnuksella saadaan arvioitua kalaston kuolettavan vamman altistusalue. Mallinnus tehdään siten, että melun kulkeutumistulokset voidaan esittää eri syvyysvyöhykkeittäin tai integroituina pintakarttoina. Mallilla

lasketaan lisäksi lisääntyneen huoltoalusliikenteen vaikutukset. Melumallinnuksen tueksi ehdotetaan tehtäväksi työnaikaisia melumittauksia.

#### 16.2.4 Välkevaikutukset

Tuulivoimahankkeen aiheuttaman välkkeen vaikutuksia arvioidaan laskennallisin menetelmin käyttäen tähän tarkoitukseen kehitettyä ohjelmistoa. Laskentamalli huomioi hankealueen sijainnin (auringonpaistekulma, päivittäinen valoisa aika), tuulivoimaloiden sijoitus suunnitelman, voimaloiden aiheuttaman välkkeen yhteisvaikutuksen, tuulivoimaloiden mittasuhteet (napakorkeus, roottorin halkaisija, lapaprofiili), maaston korkeuskäyrät sekä valitut laskentaparametrit.

Tulosten havainnollistamista varten määritetään niin kutsuttuja reseptoripisteitä (lähimpänä tuulivoimaloita sijaitsevia asuin kohteita Suomen puolelta), joille lasketaan yksityiskohtaisemmat tulokset. Reseptoripisteiden oletetaan olevan ”kasvihuonetyyppisiä”, jolloin joka suunnasta tuleva välke otetaan huomioon.

**Välkemallinnuksen** tuloksena saadaan välkkeen esiintymisen määrä ja ajankohta tarkastellulle merituulivoimapuiston sijoitus suunnitelmalle. Mallinnuksen tulokset esitetään karttakuvina sekä reseptoripistekohtaisina numeerisina arvoina.

Hankkeen välkemallinnus tehdään voimaloiden kokonaiskorkeudelle 370 metriä. Koska tarkkoja voimalapaikkoja ei vielä hankkeen YVA-vaiheessa määritellä, käytetään mallinnuksessa esimerkkisijainteja ja -korkeuksia (ns. worst case -tilanteita), joita käyttämällä välkevaikutukset olisivat maksimaalisia suhteessa lähimpiin häiriintyviin kohteisiin. Välkemallinnuksen tuloksia voidaan käyttää suuntaa-antavasti myös mahdollisesti Ruotsin talousvyöhykkeen puolelle kohdistuvien vaikutusten arviointiin.

#### 16.2.5 Maisemavaikutukset

Hankkeen toteutuessa suoria maisemavaikutuksia aiheutuu tuulivoimalarakenteista. Merikaapeleista tai kaasuputkista ei toiminnan aikana aiheudu maisemavaikutuksia. Rakentamisvaiheessa maisemavaikutukset kohdistuvat lähinnä itse hankealueisiin. Korkeat nosturit saattavat kuitenkin näkyä myös laajemmalle alueelle, mutta niiden vaikutus on tilapäinen. Rakentamisvaiheen päätyttyä tuulivoimalan rakenteet tulevat näkyvään laajalle alueelle suuren kokonsa ja sijaintinsa johdosta. Näkymiä kohti hankealuetta avautuu avoimilta ranta-alueilta. Näkymiä ympäristöstä kohti tuulivoimaloita katkaisevat rakennukset, rakenteet ja erityisesti kasvillisuus. Esimerkiksi rakennetuilla ja metsäisillä alueilla tämäntyyppisiä pitkiä näkymäakseleita katkaisevia elementtejä on yleensä runsaasti. Alustavasti maisemallisten vaikutusten tarkastelualueeksi on määriteltä tässä hankkeessa 35 kilometriä merituulivoimapuiston osalta, mitä voidaan pitää teoreettisena maksiminäkyvyysalueena (*Ympäristöministeriö 2016*). Vaikka voimat voivat näkyä tätä kauemmaksi, eivät visuaaliset vaikutukset todennäköisesti ole enää tätä etäämmällä merkittäviä maiseman arvojen tai erilaisten miljöötyyppien luonteen kannalta. Tarkastelualuetta laajennetaan kuitenkin tarvittaessa, mikäli yleispiirteisessä arvioinnissa havaitaan merkittäviä vaikutuksia tarkastelualueita etäämmälle sijoittuviin kohteisiin. Vaikutusarviointia varten tehdään näkymäalueanalyysi, jossa selvitetään Suomen puolelta alueet, joilta on näkymäyhteys voimaloihin. Maisemavaikutuksia havainnollistetaan realistisilla havainnekuvilla, joiden Suomen puolella sijaitsevat ottopaikat valitaan mm. näkemäalueanalyysin avulla. Tietokoneella tehdyssä mallinnuksessa käytetään mittatarkkaa tuulivoimalan 3D-mallia sekä maanmittauslaitokselta saatua karttamateriaalia. Vaikutusten arvioinnissa tutkitaan hankkeen suhdetta ympäristöön sekä vaikutuksia näkymiin ympäröiviltä alueilta. Edellä mainituilla mallinuksilla ja

havainnollistuksilla saadaan myös suuntaa antavasti tietoa mahdollisista Ruotsin puolelle suuntautuvista vaikutuksista. Mikäli arvioinnin perusteella vaikuttaa siltä, että Ruotsin puolelle voi maisemavaikutuksia ulottua, laajennetaan tarkastelua tarvittaessa yhteistyössä Suomen YVA-viranomaisen ohjeiden mukaisesti.

## **17 VAIKUTUKSET TURVALLISUUTEEN SEKÄ TUTKA- JA VIESTINTÄYHTEYKSIIN LIITTYVÄT VAIKUTUKSET**

Turvallisuuteen liittyviä vaikutuksia arvioidessa tarkastellaan tuulivoimaloiden sijaintia, talviaikaisen jään irtoamista, voimaloiden rikkoutumista, paloturvallisuutta ja muita mahdollisia riskitilanteita. Tarkastelussa huomioidaan riskien vaara-alueen laajuus. Tuulivoimalat sijoitetaan hankealueelle siten, etteivät ne vaaranna meriliikennettä, mutta voimalat muodostavat kuitenkin periaatteellisen turvallisuusriskin alueella liikkuville laivoille ja veneille törmäysriskin muodossa, mikä huomioidaan vaikutusarvioinnissa.

Hankkeen rakentamisvaiheessa aiheutuu sekä vesi- että maantieliikennöintiä, mikä huomioidaan liikenneturvallisuusvaikutusarvioinnissa. Turvallisuuteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa huomioidaan lisäksi ilmailuturvallisuus sekä Puolustusvoimien toiminta. Vaikutukset turvallisuuteen arvioidaan hankkeen rakentamisen, toiminnan ja toiminnan jälkeisen ajan osalta, ja siinä huomioidaan myös merikaapelit. Lisäksi arvioidaan hankkeen vaikutukset säätutkien toimintaan ja viestintäyhteyksiin.

OX2 Finland Oy on perustanut hanketta varten ns. merenkulkutyöryhmän, missä on jäsenenä merenkulun viranomaisia sekä meriliikenteen toimijoita (mm. Liikenne- ja viestintäministeriö, Traficom, Väylävirasto, VTT, Fintraffic Oy, Finnipilot Oy, Arctia Meritaito Oy). Kokouksia on pidetty kevään 2022 aikana kaksi ja keskustelunaiheina on ollut mm. alueen merkitys merenkulun kannalta tällä hetkellä ja tulevaisuudessa sekä erityisesti talvimerenkulku. Kokouksissa viranomaisten esittämät näkemykset tullaan huomioidaan hankkeen tarkemmassa layout-suunnittelussa siten, että löydetään parhaat yhteensovittamisen keinot, joilla turvataan niin uusiutuvan energian saanti Suomeen kuin tulevaisuudessakin sujuva meriliikenne. Vuoropuhelua merialueen viranomaisten kanssa jatketaan hankkeen suunnittelun edetessä.

YVA-selostuksessa esitetään selvitys merenkulun käyttämistä reiteistä hankealueella sekä jäänmurtajien liikennöintitiedot erilaisina jäätalvina. Tätä hyväksikäyttäen arvioidaan hankkeen vaikutukset merenkululle ja siinä huomioidaan myös talvimerenkulku. Merikaapeleiden osalta vaikutusarvioinnissa huomioidaan mm. väylästä ja merenkulun turvalaitteet.

Hankkeen suunnittelun tarkentuessa YVA-menettelyn jälkeen tehdään vielä kattavampi selvitys hankkeen vaikutuksista meriliikenteen turvallisuudelle ja alusten tutkajärjestelmille sekä riskienarviointi ja siihen liittyen riskienhallintakeinojen tunnistaminen. Selvitykset tehdään osana hankkeen lupamenettelyjä.

Arvioinneista vastaa turvallisuusvaikutuksiin perehtynyt asiantuntija.

## **18 VAIKUTUKSET TOIMINNAN JÄLKEEN**

Tällä hetkellä tuotannossa olevien tuulivoimaloiden tekninen käyttöikä on 20–25 vuotta, mutta koneistoja ja komponentteja uusimalla käyttöikä on mahdollista jatkaa pidempäänkin, mikäli muiden rakenteiden kuten tornien ja perustuksien kunto sen sallivat. Tällä hetkellä markkinoilla olevien uusien tuulivoimaloiden elinikä on 25–30 vuotta, tulevaisuudessa jopa 35–40 vuotta.

Merituulivoimapuiston elinkaaren viimeinen vaihe on sen käytöstä poisto sekä merituulivoimapuistosta syntyvien laitteiden kierrättäminen ja jätteiden käsittely. Purkamisen työvaiheet ja kalusto ovat periaatteessa vastaavan tyyppisiä kuin rakennusvaiheessa. Tuulivoimaloiden perustukset poistetaan tarvittaessa kokonaan tai osittain. Myös merikaapelit voidaan käyttövaiheen päätyttyä poistaa. Käytöstä poiston toimenpiteistä vastaa tuulivoimatoimija. Rakenteiden purkamisen vaikutukset ovat samankaltaisia kuin rakentamisen aikana. Vaikutuksia arvioidaan kunkin arvioitavan osa-alueen osalta asiantuntijatyönä

## 19 NOLLAVAIHTOEHDON VAIKUTUKSET

Nollavaihtoehtona tarkastellaan hankkeen toteuttamatta jättämistä eli tilannetta, jossa tuulivoimapuistoa ei rakenneta. Nollavaihtoehdossa rakentamisen ja toiminnan ympäristövaikutukset eivät toteudu, mutta myöskään hankkeen positiiviset vaikutukset esimerkiksi aluetalouteen sekä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen eivät toteudu.

YVA-asetuksen (277/2017) 3 §:n 4-kohdan mukaan arviointiohjelmassa tulee esittää kuvaus todennäköisen vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja kehityksestä. Hankealue ja sen lähivaikutusalue tulevat todennäköisesti säilymään jatkossakin rakentamattomana meriympäristönä. Alueen luonnonoloihin ja ihmisten viihtyvyyteen voivat kuitenkin aiheuttaa vaikutuksia alueelle suunnitellut muut hankkeet, vaikka Laineen merituulivoimapuistohanke ei toteutuisikaan. Arviointiselostuksessa tullaan esittämään edellistä tarkemmin, vaikutusaluekohtaisesti hankkeen vaikutusalueen ympäristön nykytila ja sen todennäköinen kehitys tilanteessa, jossa hanketta ei toteuteta.

## 20 VAIKUTUSARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Käytössä oleviin ympäristötietoihin ja vaikutusten arviointiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Samoin käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä alustavia esimerkiksi tulevaisuudessa käytettävien voimalatyyppien osalta. Tietopuutteet voivat aiheuttaa epävarmuutta ja epätarkkuutta selvitystyössä. Tästä syystä arviointitietoa pyritään varovaisuusperiaatteen mukaisesti tekemään maksimaalisella tasolla (esim. melu- ja välkemalinnukset sekä maisema-arviointit).

Arviointityön aikana tunnistetaan mahdolliset epävarmuustekijät mahdollisimman kattavasti, sekä arvioidaan niiden merkitys vaikutusarvioiden luotettavuudelle. Nämä kuvataan arviointiselostuksessa.

## 21 HAITTOJEN EHKÄISY, LIEVENTÄMINEN JA VAIKUTUSTEN SEURANTA

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhtenä tarkoituksena on selvittää mahdollisuuksia ehkäistä ja lieventää hankkeesta syntyviä haittoja. Arviointityön aikana selvitetään ja esitetään mahdollisuudet ehkäistä tai rajoittaa hankkeen haittavaikutuksia esimerkiksi vesiympäristöön, linnustoon ja maisemaan.

Vaikutusten selvittämisen yhteydessä laaditaan ehdotus hankkeen ympäristövaikutusten seurantaohjelman sisällöksi. Seurannan tavoitteena on:

- Tuottaa tietoa hankkeen vaikutuksista
- Selvittää, mitkä muutokset ovat seurauksia hankkeen toteuttamisesta
- Selvittää, miten vaikutusten arvioinnin tulokset vastaavat todellisuutta
- Selvittää, miten haittojen lieventämistoimet ovat onnistuneet



- Käynnistää tarvittavat toimet, mikäli ennakoimattomia, merkittäviä haittoja esiintyy.

## 22 TERMIT JA LYHENTEET

YVA-ohjelmassa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

TERMI	SELITE
<b>Aluevesiraja</b>	Aluevedet jakautuvat sisäisiin aluevesiin ja ulkoiisiin aluevesiin eli aluemereen. Aluumeri kuuluu valtion hallintaan, ulkoisen alueveden raja = valtioiden raja
<b>CO<sub>2</sub></b>	Hiilidioksidi.
<b>dB(A), desibel</b>	Äänenvoimakkuuden yksikkö. Kymmenen desibelin (= 1 beli) nousu melutasossa tarkoittaa äänen energian kymmenkertaistumista. Melumittauksissa käytetään eri taajuuksia eri tavoin painottavia suodatuksia. Yleisin on niin sanottu A-suodatin, jonka avulla pyritään kuvaamaan tarkemmin äänen vaikutusta ihmiseen.
<b>ELY-keskus</b>	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
<b>FINIBA-alue</b>	Kansallisesti tärkeä lintualue (Finnish Important Bird Area).
<b>IBA-alue</b>	Kansainvälisesti tärkeä lintualue (Important Bird and Biodiversity Area).
<b>Hankealue</b>	Hankealueella tarkoitetaan tässä YVA-ohjelmassa merialuetta, jolle tuulivoimalat sijoitetaan sekä merikaapelireittien ja mantereen sähkönsiirron alueita.
<b>kV</b>	Kilovoltti, jännitteen yksikkö.
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	Ympäristömelun häiritsevyyden arviointiin käytetään äänen A-äänitasoa. A-painotus on tarkoitettu ihmisen kokeman meluhäiriön arviointiin. Kun pitkän ajanjakson aikana esiintyvää vaihtelevaa melua ja ihmisen kokemaa terveyshaittaa kuvataan yhdellä luvulla, käytetään keskiäänitasoa. Keskiäänitason muita nimityksiä ovat ekvivalentti A-äänitaso ja ekvivalenttitaso, ja sen tunnus on L <sub>Aeq</sub> .  Keskiäänitaso ei ole pelkkä melun äänitason tavallinen keskiarvo. Määritelmään sisältyvä neliöön korotus merkitsee, että keskimääräistä suuremmat äänenpaineet saavat korostetun painoarvon lopputuloksessa.
<b>MAALI-alue</b>	Maakunnallisesti tärkeä lintualue.
<b>m mpy</b>	Metriä meren pinnan yläpuolella.
<b>MW</b>	Megawatti, energian tehoyksikkö (1 MW = 1 000 kW).
<b>MWh (GWh, TWh)</b>	Megawattitunti (gigawattitunti), energian yksikkö (1 GWh = 1000 MWh, 1 TWh = 1000 GWh).
<b>Resuspensio</b>	Sedimentin ja kiintoaineen siirtyminen sedimentistä takaisin vesifaasiin.
<b>SAC-alue</b>	Luontodirektiivin perusteella Natura 2000-verkoston valittu alue (Special Areas of Conservation).
<b>SPA-alue</b>	Lintudirektiivin perusteella Natura 2000-verkoston valittu alue (Special Protection Area).

TERMI	SELITE
<b>Suspendoituminen</b>	Suspensio = vesi (tai muu neste), johon on sekoittunut sedimentoitumattomia ja kellumattomia hiukkasia. Suspendoituminen = aineen erottuminen nesteestä.
<b>SVA</b>	Sosiaalisten vaikutusten arviointi.
<b>Talousvyöhyke</b>	Suomen talousvyöhyke on merialue, joka sijaitsee Suomen aluevesien ulkopuolella, mutta jossa Suomen valtiolla on oikeus elollisten ja elottomien luonnonvarojen tutkimiseen ja hyödyntämiseen. Talousvyöhykkeellä myös sovelletaan Suomen lakia meriympäristön suojelussa. Kaikilla valtioilla on vyöhykkeellä merenkulun ja ylilennon vapaus
<b>Vanahäviö</b>	Turbiini hidastaa tuulta ja tämän hidastuneen tuulen siipiinsä saa seuraava turbiini, jos se sijaitsee kyseisen turbiinin takana. Tällaista tapahtumaa kutsutaan vanahäviöksi. Ilmiötä voidaan vähentää sijoittamalla voimalat riittävän etäälle toisistaan.
<b>YVA-ohjelma</b>	YVA-ohjelmassa esitetään hankealueen nykytila sekä suunnitelma siitä mitä vaikutuksia YVA-selostusvaiheessa selvitetään ja miten selvitykset tehdään.
<b>YVA-selostus</b>	YVA-selostuksessa esitetään vaikutusarvioiden tulokset ja vertaillaan niitä hankevaihtoehdoittain. Selostuksessa esitetään myös ympäristövaikutusten lieventämiskeinot sekä kuvaus vaikutusten seurannasta.

## 23 LÄHDELUETTELO

- Ahola, M. 2021. Suullinen tiedonanto.** Naturhistoriska riksmuseet. (20.12.2021)
- Airaksinen & Karttunen 2001** (toim). Natura 2000-luontotyyppiopas. Ympäristö-opas 46.
- BIAS 2014:** Baltic Sea information on the Acoustic Soundscape. BIAS LIFE ENV/SE/841. [<https://biasproject.wordpress.com/downloads/deliverables/>]
- BirdLife International 2021.** Important Bird Areas. [<http://www.birdlife.org>]
- BirdLife Suomi ry 2021.** Tärkeät lintualueet. [<https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/>]
- Elimförsamlingen i Jakobstad 2022.** Svedja lägergård. [<https://www.elim.fi/svedja/>] (12.1.2022)
- Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2021.** Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 ja taustaselvitykset. [[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon suunnittelu ja yhteistyö/Vesienhoitoalueet/KokemäenjokiSaaristomeriSelkämeri](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyö/Vesienhoitoalueet/KokemäenjokiSaaristomeriSelkämeri)]
- Eurofins Ahma 2021.** Pietarsaaren edustan merialueen kalataloudellisen yhteistarkkailun koekalastukset vuonna 2020.
- FCG 2022.** Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan tuulivoimaselvitys. Merialuesuunnittelu 2022. Suomen merialuesuunnitelma 2030. [<https://www.merialuesuunnitelma.fi/>]
- Fintraffic Lennonvarmistus Oy 2021.** Lentoesteet. [<https://www.ansfinland.fi/fi/palvelumme/lentoesteet>]
- GTK 2021a.** Hakku-palvelu. Meriluontotyypit. [<http://tupa.gtk.fi/paikkatieto/meta/meriluontotyypit.html>]
- GTK 2021b.** Maankamara-karttapalvelu. [<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara>]
- Helcom 2021:** Baltic Sea shipping traffic intensity. [<https://maps.helcom.fi/website/AISexplorer/>]
- Hyvärinen, E, Juslén, A, Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U-M (toim.) 2019.** Suomen lajien uhanalaisuus, punainen kirja. The 2019 Red List of Finnish Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.
- Ignatius H., Kukkonen E. & Winterhalter B. 1980.** Pohjanlahden kvartaarikerrostumat. Liitteenä: Selkämeren ja Perämeren merigeologiset kartat 1: 1 000 000. Geologinen tutkimuslaitos.
- Ilmatieteen laitos 2022a.** [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeustilastot>]
- Ilmatieteen laitos 2022b.** Vedenkorkeusennätykset Suomen rannikolla. [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeusennatukset-suomen-rannikolla>]
- Ilmatieteen laitos 2021a.** Jäätalvet. [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvet>]

**Ilmatieteen laitos 2021b.** Lämpötila- ja sadekarttoja vuodesta 1961. [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/karttoja-vuodesta-1961>]

**Ilmatieteen laitos 2021c.** Ilmanlaatu Suomessa. [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>]

**Inkala, A. 2008.** Vuosaaren sataman läjitystoiminnan ja hiekanoton mallisimuloinnit 2003–2007. Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus YVA Oy 21.5.2008.

**Itämeri.fi 2021.** Hylkeet. [[https://www.ostersjon.fi/fi-FI/Luonto\\_ja\\_sen\\_muutos/Lajit/Merinisakkaat/Merihylkeet](https://www.ostersjon.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Lajit/Merinisakkaat/Merihylkeet)]

**Kalajoen Satama Oy 2021.** Sataman toiminta. [<https://portofkalajoki.fi/sataman-toiminta/>] (18.12.2021)

**Kallasvuo, M., Vanhatalo, J., & Veneranta, L. (2017).** Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 74(5), 636–649.

**Kallio T., Malinen R., Rönkä O., Bonn C., Salminen P., Jutila H. ja Lindberg W. 2019.** Merialuesuunnittelu. Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren ominaispiirteet.

**Kalliolinna, M. 2006.** Kokkolan edustan yhteistarkkailun tulokset 2005. Pohjanmaanvesiensuojeluyhdistys. Pietarsaari. 29 s.

**Kannonlahti, J. 2012.** Merenkurkun linturetkikohdeopas. Vaasan yliopisto, Levón-instituutti. [[http://www.merenkurkunty.net/aineistoa/Merenkurkun\\_linturetkikohdet\\_JKa.pdf](http://www.merenkurkunty.net/aineistoa/Merenkurkun_linturetkikohdet_JKa.pdf)] (10.1.2022)

**Kaskela, A. ja Rinne, H. 2018.** Vedenalaisten Natura-luontotyyppien mallinnus Suomen merialueella. GTK:n tutkimustyöraportti 6/2018.

**Keränen, P.A. 2015.** Meriharjuksen hoitosuunnitelma. Osa 1. Meriharjuskannan hoidon ja suojelun tausta. Metsähallitus.

**Keski-Pohjanmaan liitto 2022.** Maakuntakaava ja alueiden käyttö. Keski-Pohjanmaan viides vaihemaakuntakaava. [<https://www.keski-pohjanmaa.fi/maakuntakaava-ja-alueiden-kaytto.html>] (26.1.2022)  
**Kiirikki, M. & Lindfors, A. 2007.** Vuosaaren sataman meriläjitysalueen virtaus- ja sameusmittaus kesällä 2007. Luode Consulting Oy 17.9.2007.

**Koekalastusrekisteri 2022.** [[https://www.wp2.ymparisto.fi/koekalastus\\_sahko/yhteinen/Login.aspx?ReturnUrl=%2fkoekalastus\\_sahko](https://www.wp2.ymparisto.fi/koekalastus_sahko/yhteinen/Login.aspx?ReturnUrl=%2fkoekalastus_sahko)] (Viitattu 12.1.2022)

**Kokkolan Satama Oy 2022.** Satamat. [<https://portofkokkola.fi/satamat/>] (3.1.2022)

**Kontula T. & Raunio, A. (toim.) 2018.** Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Luontotyyppien punainen kirja. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 5/2018. Osat 1 ja 2.

**Korpinen, S., Laamanen, M., Suomela, J., Paavilainen, P., Lahtinen, T. & Ekobom, J. (toim.) 2018.** Suomen meriympäristön tila 2018. SYKEN julkaisuja 4. Suomen ympäristökeskus.

**Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. (toim.) 2005.** Perämeri Life. Perämeren toimintasuunnitelma. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1/2005.

**Kujansuu, S. 2014.** Raudan esiintymismuodoista pohjoisen Itämeren sedimenteissä. Pro gradu -tutkielma, Maantiede, Luonnonmaantiede. Helsingin yliopisto. Geotekniikan ja maantieteiden laitos. Maantieteiden osasto.

**Kvarken Ports Ltd 2022.** Tietoa Vaasan satamasta. [<https://kvarken-ports.com/fi/vaasa/tietoavaasansatamasta.4.4117ebf317b9aa1fe01bb.html>] (3.1.2022)

**Lappalainen, J., Kurvinen, L. & Kuismanen, L. (toim.) 2020.** Suomen ekologisesti merkittävät vedenalaiset meriluontoalueet (EMMA) - Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer (EMMA). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2020.

**Leppänen, J.-M., Rantajärvi, E., Bruun, J.-E. ja Salojärvi, J. 2012.** Meriympäristön nykytilan arvio. Suomen merenhoitosuunnitelman valmisteluun kuuluva. 28.9.2012. Ympäristöministeriö.

**Leivuori, M. & Niemistö, L. 1993.** Trace Metals in the sediments of the Gulf of Botnia. Aqua Fennica 23, 1:89-100.

**Lindfors, A. & Kiirikki, M. 2007.** Virtaukset ja kiintoaineen leviäminen Vuosaaren-sataman meriläjäytysalueella. Luode Consulting Oy 24.2.2007.

**Liiteri 2022.** Liiteri-Tietopalvelu, kuntakaavoitus. [<https://liiteri.ymparisto.fi/>]

**Luodon kunta 2022.** Nähtävyydet. [<https://www.larsmo.fi/upplev-larsmo-fi-fi/nahtavyydet>] (11.1.2022)

**Luonnonvarakeskus (Luke) 2021.** Hylkeet.

[<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/hylkeet/>]

**Maanmittauslaitos 2021.** Paikkatietoikkuna. [<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>]

**Maijala, P., Turunen, A., Kurki, I., Vainio, L., Pakarinen, S., Kaukinen C., Lukan-der, K., Tiittanen, P., Yli-Tuomi, T., Taimisto, P., Lanki, T., Tiippana, K., Virkkala, J., Stickler, E. & Sainio, M. 2020.** Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines. Publications of the Government's analysis, assessment and research activities. 2020:34. [[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162329/VNTEAS\\_2020\\_34.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162329/VNTEAS_2020_34.pdf)]

**Mattila, J., Kankaanpää, H. & Ilus, E. 2006.** Estimation of recent sediment accumulation rates in the Baltic Sea using artificial radionuclides <sup>137</sup>Cs and <sup>239</sup>240Pu as time markers. Boreal Environment Research 11: 2, 95–107.

**Metsähallitus 2022.** Merenkurkun saaristo - Mikkeliinsaaret. [<https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/1769>] (11.1.2022)

**Morenia Oy 2009.** Perämeren merihiekkan nosto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 2936-C8787. 16.11.2009.

**Museovirasto 2021a.** Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. [[http://www.rky.fi/read/asp/r\\_default.aspx](http://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx)]

**Museovirasto 2021b.** Muinaisjäänösrekisteri.

[[https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/mjreki/read/asp/r\\_default.aspx](https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/mjreki/read/asp/r_default.aspx)]

**Mykrä, M. 2017.** Pietarsaaren edustan yhteistarkkailun tulokset 2017. PRS\_yhteenvetoraportti 2017\_finalÖversättning (Curt Nyman): Resultaten från

samkontrollen av havsområdet utanför Jakobstad år 2017. PRS\_yhteenvetoraportti 2017\_final\_sv

**Mykrä M. ja Aaltonen E-K 2017.** PIETARSAAREN EDUSTAN MERIALUEEN TARKKAILUT/Sedimentti- ja limakotiloselvitykset 2017. Pohjanmaan vesi- ja ympäristö ry, 26.6.2017.

**Mykrä, M. ja Jutila, H. 2021.** Kokkolan edustan merialueen yhteistarkkailun tulokset 2020. - Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry:n julkaisuja 30. 66 s + 13 liitettä. Pietarsaari.

**Mäkelä, K. & Salo, P. 2021.** Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. Suomen ympäristökeskus SYKE. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 47/2021.

**Palomäki A. 2017.** Pietarsaaren merialueen tarkkailut. Sedimenttiselvitys vuonna 2017. Nab Labs Oy, 29.8.2017.

**Pietarsaaren Satama Oy 2022.** Satama. [<https://portofpietarsaari.fi/satama/>] (3.1.2022)

**Pietarsaaren suomalainen seurakunta 2022.** Merilä. [<https://www.pietarsaaren-suomalainenseurakunta.fi/kirkot-ja-tilat/merilan-toimintakeskus>] (12.1.2022)

**Pohjan Voima Oy 2010.** Oulun-Haukiputaan edustan merituulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 8.2.2010. 82120991.

**Pietarsaaren kaupunki 2022a.** Vireillä oleva yleiskaava. [<https://www.jakobstad.fi/asuminen-ja-ymparisto/tekniset-palvelut/kaavoitusosasto/vireilla-oleva-yleiskaava>]

**Pietarsaaren kaupunki 2022b.** Voimassa olevat asemakaavat.

[<https://www.jakobstad.fi/asuminen-ja-ymparisto/tekniset-palvelut/kaavoitusosasto/voimassaolevat-asekaavat/>]

**Pohjanmaan liitto 2022a.** Pohjanmaan maakuntakaava 2040. [<https://www.obotnia.fi/fi/aluesuunnittelu/pohjanmaan-maakuntakaava-2040>]

**Pohjanmaan liitto 2022b.** Pohjanmaan maakuntakaava 2050. [<https://www.obotnia.fi/fi/aluesuunnittelu/pohjanmaan-maakuntakaava-2050>]

**Pohjanmaan liitto 2022c.** Merialuesuunnittelu. [<https://www.obotnia.fi/fi/aluesuunnittelu/merialuesuunnittelu>]

**Pohjanmaan liitto, Keski-Pohjanmaan liitto, Pohjois-Pohjanmaan liitto & Lapin liitto 2020.** Suomen Merialuesuunnitelma 2030. Pohjoinen Selkämeri, Merenkurkku ja Perämeri. [<https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/suunnitelma-johdanto/>] (18.12.2021)

**Pohjanmaan vesi ja ympäristö 2021.** Suolayrtti (*Salicornia perennans*) Pietarsaaren seudulla kesällä 2020. Julkaisu 18/2021.

**Pörkenäs Länergård 2022.** Tervetuloa Pörkenäsin leirikeskukseen. [<https://www.por-kenas.net/suomeksi>] (12.1.2022)

**Pöyry 2017.** Pietarsaaren merialueen vesikasvillisuuskartoitus 2016.

**Sanila N. 2021.** Cable route surveys in the Gulf of Bothnia. November 30, 2021 GTK/444/03.02/2021. Sanila N. 2021. Cable route surveys in the Gulf of Bothnia. November 30, 2021 GTK/444/03.02/2021.

**SLEF 2022.** Klippan, Nykarleby. [<http://www.slef.fi/hemlandet/klippan-nykarleby>] (13.1.2022)

**Sosiaali- ja terveysministeriö 1999.** Ympäristövaikutusten arviointi. Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset. Oppaita 1999:1.

**Rajakiiri Oy 2010.** Maanahkaisen merituulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 82122953, 1.12.2010

**Sito Oy 2016.** Ulkonahkaisen merituulivoima-alueen selvitys. 15.9.2016.

**Sito Oy 2017.** Seljänsuunmatalan merituulivoima-alueen selvitys. 9.5.2017. Metsähallitus Kiinteistökehitys.

**Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2021.** Tuulivoima Suomessa 2021. [[https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima\\_vuositilastot\\_2021-2.pdf](https://tuulivoimayhdistys.fi/media/tuulivoima_vuositilastot_2021-2.pdf)]

**Suomen Lajitietokeskus 2022.** Havainnot. [<https://laji.fi>] (21.1.2022)

**Suomen Lajitietokeskus 2021.** Havainnot. [<https://laji.fi>] (17.1.2022)

**Suomen metsäkeskus 2021.** Avoin metsä- ja luontotieto. Erytysen tärkeät elinympäristöt. [<https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=a29ae4c4eb7240f0895d4ff93f04df1c>]

**Suomen ympäristökeskus 2022.** Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötieto-järjestelmät. [<http://www.syke.fi/avointieto>]

- 1.) Pohjaeläinrekisteri
- 2.) Vesienhoidon 3. suunnittelukauden tietojärjestelmä
- 3.) Ympäristökarttapalvelu Karpalo
- 4.) Vedenlaaturekisteri Vesla

**Suomen ympäristökeskus 2021a.** Ympäristökarttapalvelu Karpalo: YKR-aineisto 2018. [[https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin\\_tieto/Ymparistotietojarjestelmat](https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat)]

**Suomen ympäristökeskus 2021b.** Latauspalvelu LAPIO. SYKE. [<http://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/latauspalvelu.html>]

**Suomen ympäristökeskus 2019:** Vedenalaisen melun vaikutusalueiden selvittäminen merialuesuunnittelun tarpeisiin ja haitallisten vaikutusten vähentäminen. Loppuraportti ajalta 1.1.2017–31.12.2019.

**Suomen ympäristökeskus 2016:** Baltic Sea information on the Acoustic Soundscape. BIAS LIFE ENV/SE/841. [<https://biasproject.wordpress.com/downloads/deliverables/>]

**Taipale, K. ja Saarnisto, M. 1991.** Tulivuorista jääkausiin. Suomen maankamaran kehitys. WSOY

**Tilastokeskus 2021a.** Tieliikenneonnettomuudet. [[https://tieliikenneonnettomuudet.stat.fi/tieliikenneonnettomuudet\\_fi.html](https://tieliikenneonnettomuudet.stat.fi/tieliikenneonnettomuudet_fi.html)]

**Tilastokeskus 2021b.** Kuntien avainluvut. [<https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html>]

**Tuuliatlas 2021.** Suomen tuuliatlas. [<http://www.tuuliatlas.fi/>]

**Työ- ja elinkeinoministeriö 2017.** Tuulivoimaloiden tuottaman äänen vaikutukset terveyteen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 28/2017. [<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80067>]

**Uudenkaarlepyyn kaupunki 2022.** Vexalan kylän rantakaava.

**Uusikarleby Tank Storage Oy 2022.** UTS. [<https://www.uusikarlebytankstorage.fi/>] (13.1.2022)

**Valtioneuvosto 2022.** Päätösehdotus 18.1.2022. Suostumus tutkimustoiminnan suorittamiselle Suomen talousvyöhykkeellä.

**VELMU-karttapalvelu 2022.** Velmu-karttapalvelun aineistot. [<https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>] Viitattu 21.1.2022

**Veneranta, L., Vanhatalo, J., & Urho, L. (2016).** Detailed temperature mapping–Warming characterizes archipelago zones. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 182, 123–135

**Vieraslajit.fi 2022.** [<https://vieraslajit.fi/>]

**Vuori, K.-M., Swanljung, T., Aaltonen, E.-K., Kalliolinna, M. ja S. Jokela 2009.** Kokkolan edustan merialueen sedimenttien toksisuus ja ekologinen riskinarviointi. Suomen ympäristö 1 / 2009. Suomen ympäristökeskus.

**Visit Kokkola 2022.** Majakkasaari Tankar. [<https://www.visitkokkola.fi/majakkasaari-tankar/>] (11.1.2022)

**Visit Pietarsaari Jakobstad region 2022.** Tekemistä. [<https://visitpietarsaaren-seutu.fi/fi/kategoriat/koe>] (11.1.2022)

**Väylävirasto 2021.** Liikennemääräkartat. [<https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>]

**Wistbacka B. 2016.** Fiskeriförfrågningen i havsområdet utanför Jakobstad 2015.

**WSP Environmental 2010.** Oulunsalo-Hailuoto –tuulipuiston ympäristövaikutusten arviointiselostus.

**Ympäristöhallinto 2022.** Sivusto Merenkurkun eliöyhteisöistä. [<http://www.ymparisto.fi/miljo/html/fbfauna1.htm>]. (Viitattu 25.1.2022)

**Ympäristöhallinto 2021a.** Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet (VAMA 2021). [[https://www.ymparisto.fi/fi-fi/luonto/maisemat/arvokkaat maisemaalueet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/luonto/maisemat/arvokkaat_maisemaalueet)]

**Ympäristöhallinto 2021b.** Suomen Natura 2000 -alueet. [<https://www.ymparisto.fi/natura>]

**Ympäristöministeriö 2021a.** Merenhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 ja taustaselvitykset. [[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta\\_vesiin/Merenhoito](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta_vesiin/Merenhoito)]

**Ympäristöministeriö 2021b.** Merihiekan ja merenalaisen mineraalivarantojen kestävä käyttö. Ympäristöministeriön julkaisuja: 2021:3. [<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162650>] (26.1.2022)

**Ympäristöministeriö 2016.** Maisemavaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Suomen ympäristö 1/2016. s. 60. ISBN 978-952-11-4487-5 (PDF).

**Ympäristöministeriö 2015.** Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015.

**Ympäristöministeriö 2014.** Tuulivoimaloiden melun mallintaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014.



**Ympäristöministeriö 1992a.** Maisemanhoito. Maisema-alueetyöryhmän mietintö, osa I. Mietintö 66 /1992. [<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/29082>]

**Ympäristöministeriö 1992b.** Arvokkaat maisema-alueet. Maisema-alueetyöryhmän mietintö, osa II. Mietintö 66 /1992. [<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/29087>]

**Österbottens Fiskarförbund 2015.** Pohjanmaan kalatalouden tilannearvio ja kehittämistavoitteet 2015–2020.

Internet-lähteet on tarkastettu 3.1.-30.6.2022. välisenä aikana, ellei toisin ole mainittu.