



OX2 Finland

Hallan merituulivoimapuisto, Perämeri

Osa A: Merituulivoimapuisto ja merikaapeli Suomen
talousvyöhykkeellä ja aluevesillä

Ympäristövaikutusten arviointiohjelma



Osa A:n SISÄLLYS

1	Tekninen kuvaus.....	5
1.1	Merituulivoimapuisto	5
1.2	Tuulivoimalat	8
1.2.1	Väri, merkintä ja valaistus	9
1.2.2	Tuulivoimalan toimintaan liittyvät kemikaalit	9
1.2.3	Onnettomuustilanteet.....	9
1.3	Merituulivoima-alan kehitys	10
1.4	Tuulivoimaloiden sijoittelu.....	11
1.5	Meriperustus	12
1.5.1	Painovoimaperustus (gravitaatioperustus).....	12
1.5.2	Paaluperustus (monopile)	13
1.5.3	Ristikkorakenteinen perustus (jacket).....	13
1.5.4	Hybridiperustus / perustusten vaihtoehtoinen tai täydentävä ankkurointi	14
1.6	Sähkönsiirto.....	14
1.6.1	Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit.....	14
1.6.2	Siirtokaapeli ja merisähköasemat.....	16
1.7	Merituulivoimapuiston rakentaminen	17
1.7.1	Pohjaolosuhteet ja pohjan tutkiminen.....	17
1.7.2	Meriperustusten ja tuulivoimaloiden asentaminen sekä kaapelointi	18
1.8	Meriläjitys.....	20
1.9	Tuulivoimaloiden huolto ja käytöstä poisto.....	21
2	Vedyntuotannon tekninen kuvaus	21
2.1	Suunnitteluperusteet.....	21
2.2	Vetytalouden periaatteet	21
2.3	Toteutuskonseptit	23
2.3.1	Vetyputkisto.....	24
2.3.2	Vedyn tuotanto tuulivoimalan tornin alaosassa	25
2.3.3	Vedyn tuotanto keskitetysti tuulipuistoalueella sijaitsevalla asemalla.....	26
2.3.4	Vedyn tuotanto maalla.....	27
2.4	Halla merituulivoimapuiston vedyntuotantopotentiaali	27
2.4.1	Putkilinja Hallan tuulivoimapuistosta rannikolle.....	29
2.5	Varastointi	29

2.5.1	Paineistettu vety	29
2.5.2	Nestemäinen vety	31
2.5.3	Vedyn muuntaminen metanoliksi	31
2.6	Vedyn jakelu	32
2.6.1	Laivojen ja vedynkuljetusalusten tankkausasema.....	32
2.6.2	Verkkoakku	32
2.6.3	Varastosäiliö.....	32
2.7	Turvallisuus	33
3	Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö.....	33
3.1	Nykytila	33
3.1.1	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet	33
3.1.2	Kaavoitus ja muut maankäytön suunnitelmat	33
3.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	47
4	Asutus, virkistyskäyttö ja ihmisten elinolot.....	47
4.1	Nykytila.....	47
4.1.1	Asutus.....	47
4.1.2	Virkistyskäyttö.....	49
4.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	51
5	Maisema ja kulttuuriympäristö.....	53
5.1	Nykytila.....	53
5.1.1	Maiseman yleispiirteet	53
5.1.2	Maiseman ja kulttuuriympäristön arvotetut alueet.....	56
5.1.3	Muinisjäännökset ja vedenalainen kulttuuriperintö.....	59
5.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	61
6	Vesiympäristö.....	62
6.1	Nykytila.....	62
6.1.1	Vesien- ja merenhoito	63
6.1.2	Veden laatu.....	69
6.1.3	Meriveden korkeus, virtaukset ja aaltojen korkeus	71
6.1.4	Jääolot	72
6.1.5	Vedenalaiset luontotyypit, vesikasvillisuus ja pohjaeliöstö	73
6.1.6	Merinisäkkäät	83
6.1.7	Kalasto ja kalastus	84
6.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	91
6.2.1	Veden ja sedimentin laatu sekä veden virtaukset ja aallonmuodostus.....	91

6.2.2	Jääolosuhteet	92
6.2.3	Vesieliöstö- ja kasvillisuus sekä luontotyytit.....	92
6.2.4	Merinisäkkäät	93
6.2.5	Kalasto ja kalastus	93
7	Maa- ja kallioperä (pohjaolosuhteet)	94
7.1	Nykytila	94
7.1.1	Sedimentin haitta-aineet.....	99
7.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	101
8	Linnusto, eläimistö ja luontoarvoltaan merkittävät kohteet.....	102
8.1	Nykytila	102
8.1.1	Linnusto	102
8.1.2	Muu eläimistö	103
8.1.3	Maa-alueiden kasvillisuus, luontotyytit ja eläimistö	104
8.1.4	Suojelualueet ja muut luontoarvoltaan erityisen merkittävät kohteet.....	113
8.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	119
8.2.1	Linnusto	119
8.2.2	Maa-alueiden kasvillisuus ja eläimistö.....	122
8.2.3	Suojelukohteet	123
9	Ilmasto ja ilmanlaatu.....	124
9.1	Nykytila	124
9.1.1	Ilmasto	124
9.1.2	Ilmanlaatu	125
9.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	125
10	Liikenne	126
10.1	Nykytila	126
10.1.1	Vesiväylät, laivaliikenne ja satamat	126
10.1.2	Lentoliikenne	133
10.1.3	Maantieliikenne.....	133
10.1.4	Raideliikenne.....	136
10.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	137
11	Melu	137
11.1	Nykytila	138
11.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	140
11.2.1	Vedenpinnan yläpuoliset ja maanpäälliset vaikutukset ...	140
11.2.2	Vedenalaiset vaikutukset	140
12	Välkevaikutusten arviointi	140

13	Talous ja elinkeinot	141
13.1	Nykytila	141
13.2	Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät	144
14	Luonnonvarat	144
14.1	Nykytila	144
14.2	Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen	145
15	Liittyminen muihin hankkeisiin	145
15.1	Muut hankkeet	145
15.2	Yhteisvaikutusten arviointi	148
16	Vaikutukset turvallisuuteen sekä tutka- ja viestintäyhteyksiin liittyvät vaikutukset	148
17	Vaikutukset toiminnan jälkeen	149
18	Nollavaihtoehdon vaikutukset	149
19	Vaikutusarvioinnin epävarmuustekijät.....	149
20	Haittojen ehkäisy, lieventäminen ja vaikutusten seuranta	150
21	Termit ja lyhenteet.....	150
22	Lähdeluettelo.....	151

1 **TEKNINEN KUVAUS**

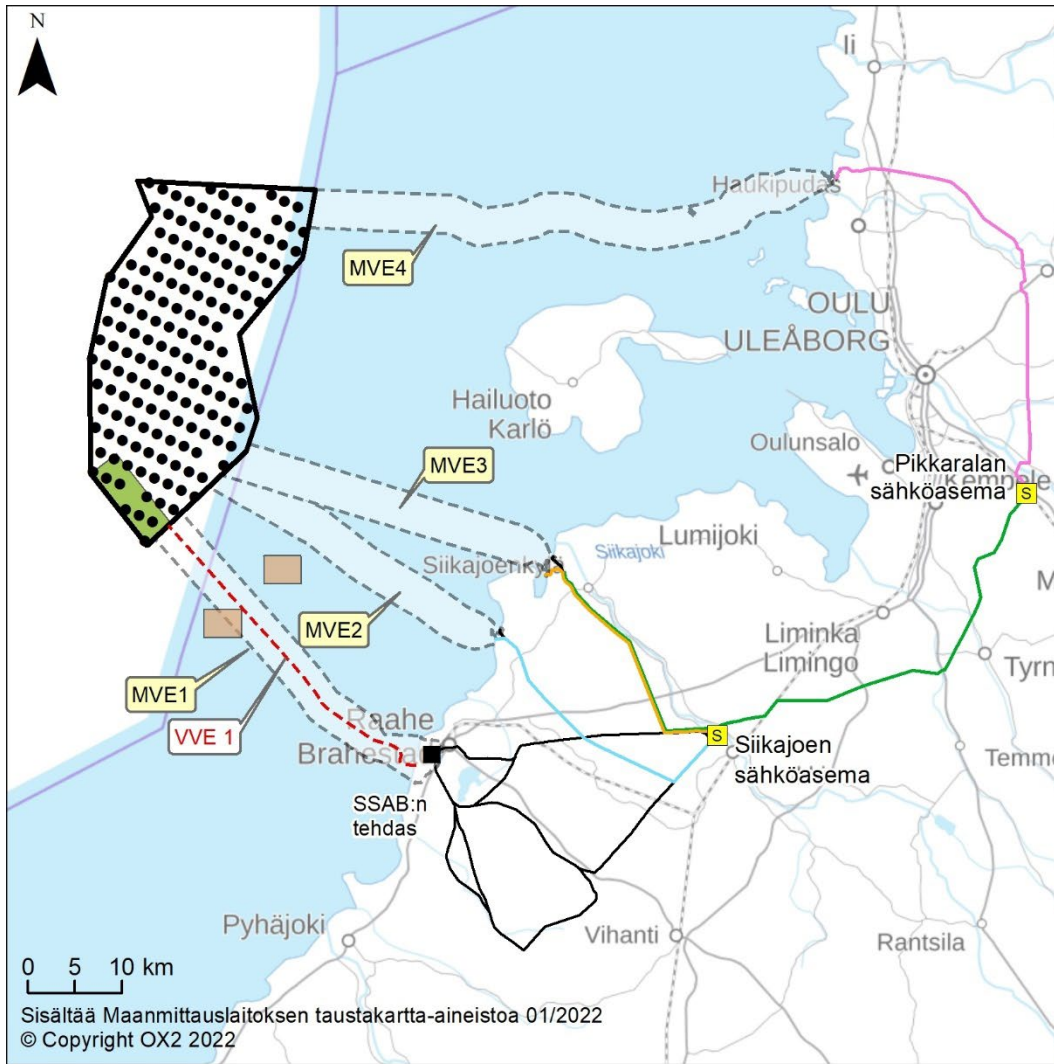
1.1 **Merituulivoimapuisto**

Hallan merituulivoimapuisto sijaitsee ulkomerellä Suomen talousvyöhykkeellä lähimmillään noin 23 kilometriä Hailuodosta länteen. Hankealuetta lähinnä olevat paikkakunnat mantereella ovat Siikajoki (n. 30 km), Raahe (n. 35 km) ja Oulu (n. 65 km) (Kuva 1-1). Tuulivoimapuiston alue on laajuudeltaan noin 575 km² ja sen syvyys vaihtelee 12–61 metrin välillä (Kuva 1-2).

Merituulivoimapuisto koostuu enintään 160 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.

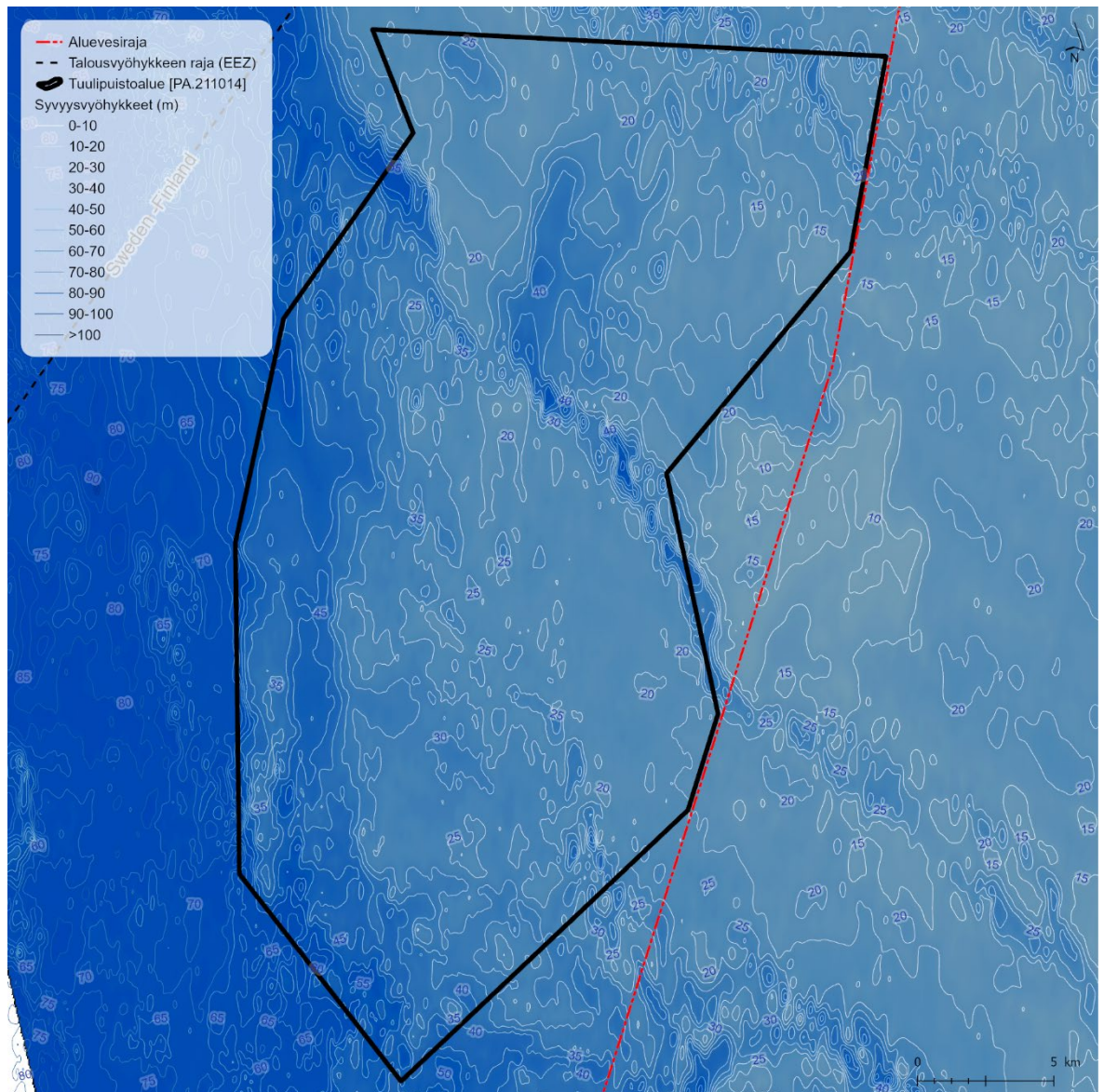
Merellä tuotettu sähkö tuodaan merisähköasemilta maihin merikaapeleilla ja manta-reella sähkönsiirto toteutetaan ranta-alueella maakaapeleilla, josta jatketaan voimajohtoilla (YVA-ohjelma Osa B) kantaverkkoon. Merituulivoimapuiston alue ja siihen kuuluvan sähkönsiirron reittivaihtoehtojen kokonaisuus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

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 12 000 000 MWh.



- | | |
|---|-----------------------|
| Hankealue | Voimajohtoreitti SVE2 |
| Tuulivoimala | Voimajohtoreitti SVE3 |
| Sähköasema | Voimajohtoreitti SVE4 |
| Merikaapelireitti | Voimajohtoreitti SVE5 |
| Vetyputkireitti | Voimajohtoreitit SSAB |
| Läjitysalue / tuulipuisto | |
| Vaihtoehdotiset läjitysalueet / merikaapelireitit | |

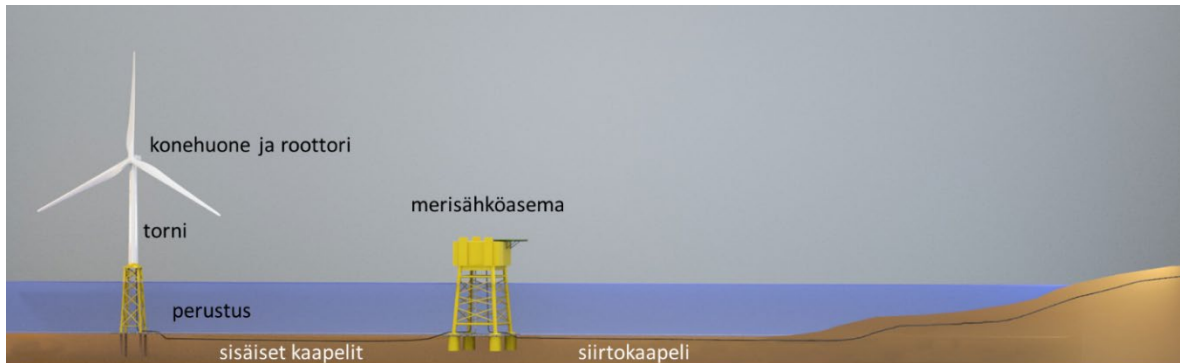
Kuva 1-1. Hankealueen sijainti. Tuulivoimapuiston hankealuerajaus, merikaapeleiden tutkimuskäytävät, vetyputkireitti, läjitysalueet sekä sähkönsiirtoreitit mantereella. Kartalla esitetyt merikaapelireitit ovat 4 kilometriä levyisiä tutkimuskäytäviä, joiden sisälle lopulliset suunnittelun myötä tarkentuneet merikaapelilinjaukset sijoittuvat. Rantautumiskohdissa käytävät ovat kaapeampia. Mantereen sähkönsiirtoreittien vaihtoehdotiset linjaukset on esitetty kartalla havainnollisuuden vuoksi niiltä osin rinnakkain, kuin linjaukset menevät samaa reittiä.



Kuva 1-2. Merituulivoimapuiston syvyytiedot.

Merituulivoimapuisto 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 siirtokaapeleita. Mereltä tulevat siirtokaapelit johdetaan mantereella maasähköasemalle, josta sähkönsiirtoa jatketaan ilmajohtototeutuksena aina kantaverkon liityntäpisteeseen asti.



Kuva 1-3. Esimerkki tuulivoimapuiston 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. Oheisessa taulukossa (Taulukko 1-1) ja kuvassa (Kuva 1-4) on esitetty esimerkkejä mahdollisesti kyseeseen tulevista tuulivoimaloiden mitoista.

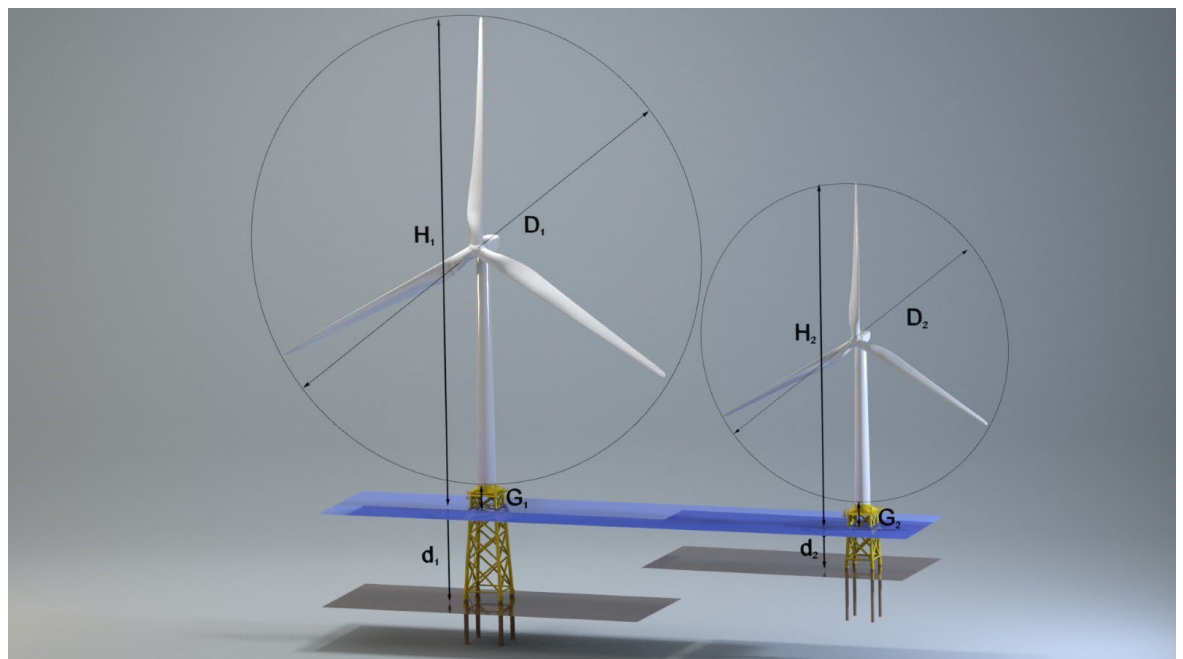
Taulukko 1-1. Esimerkki tuulivoimaloiden mitoista. 15 MW voimaloita on jo saatavilla markkinoilla ja 25 MW voimala perustuu ennusteisiin voimalateknologian kehitykselle tulevana vuosina.

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 merenpinnan yläpuolella kansainvälisten standardien mukaisesti. Paaluperustukset 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 tuulivoimapuiston 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 tyypistä ja rakenteesta ne voivat sisältää jäähdytysaineita, öljyjä ja kaasua palosuojana. Muuntajan ympärillä on vuotoallas, joka kerää vuotaneen öljyn vuototapauksessa.

1.2.3 Onnettomuustilanteet

Onnettomuuksia merituulivoimapuiston ja muun meriliikenteen välillä pyritään ehkäisemään jo ennakkoon hyvällä merenkulun huomioivalla suunnittelulla ja yhteistyöllä

liikenneviranomaisten 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 tuulivoimapuiston 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 liaksi. 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, tuulivoimapuiston 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 Hallan merituulivoimapuiston kannalta.

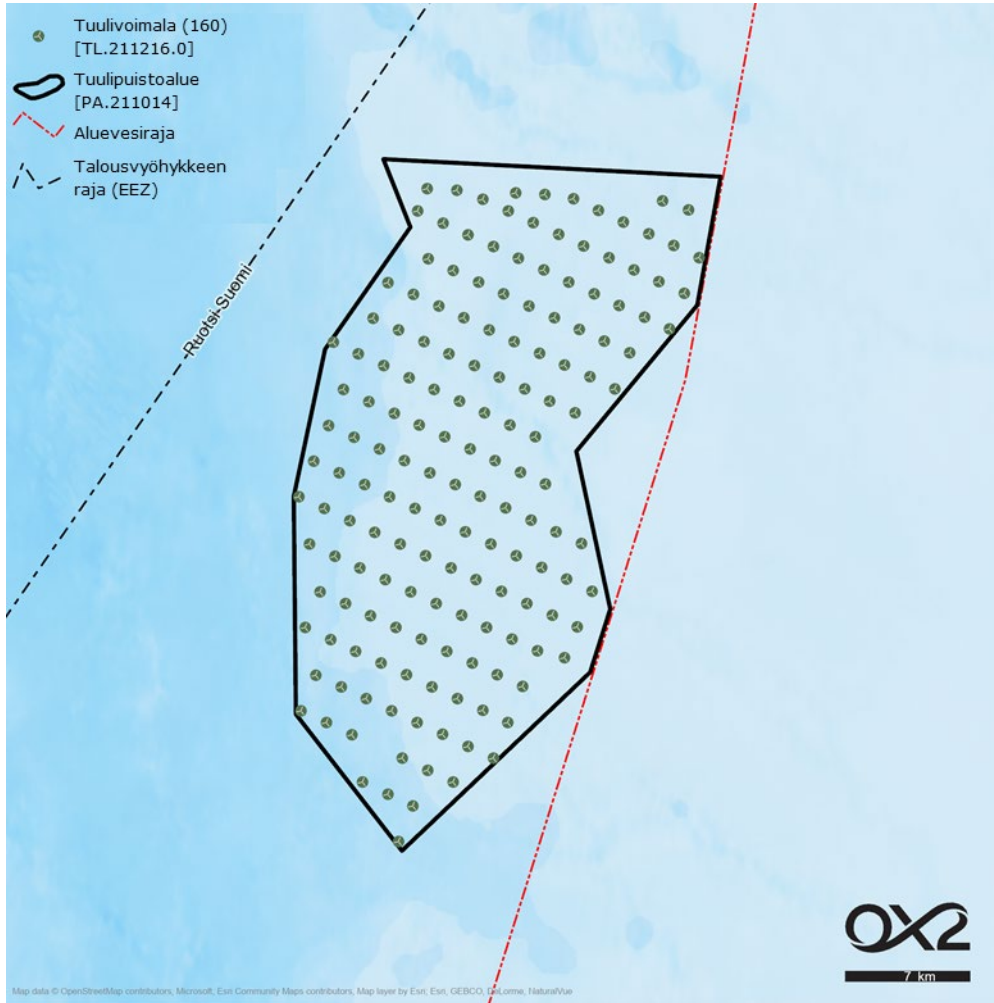
Arviointi- ja suunnittelumenettelyissä pyritään varautumaan tulevaan tekniseen kehitykseen mahdollisimman hyvin ja arvioimaan hankkeen vaikutuksia eri tekijöiden suhteen maksimivaikutusperiaatteella esimerkiksi ottaen huomioon tulevaisuuden nykyistä suuremmat voimalakoot ja -tehot.

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 Hallan 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 Hallan merituulivoimapuiston 160 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, merituulivoimapuistossa 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). Kolmea kiinteää perustustyyppiä voidaan lisäksi yhdistää hybridiperustukseksi. Seuraavassa on kuvattu kyseiset perustustyytit. 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 1600 m².

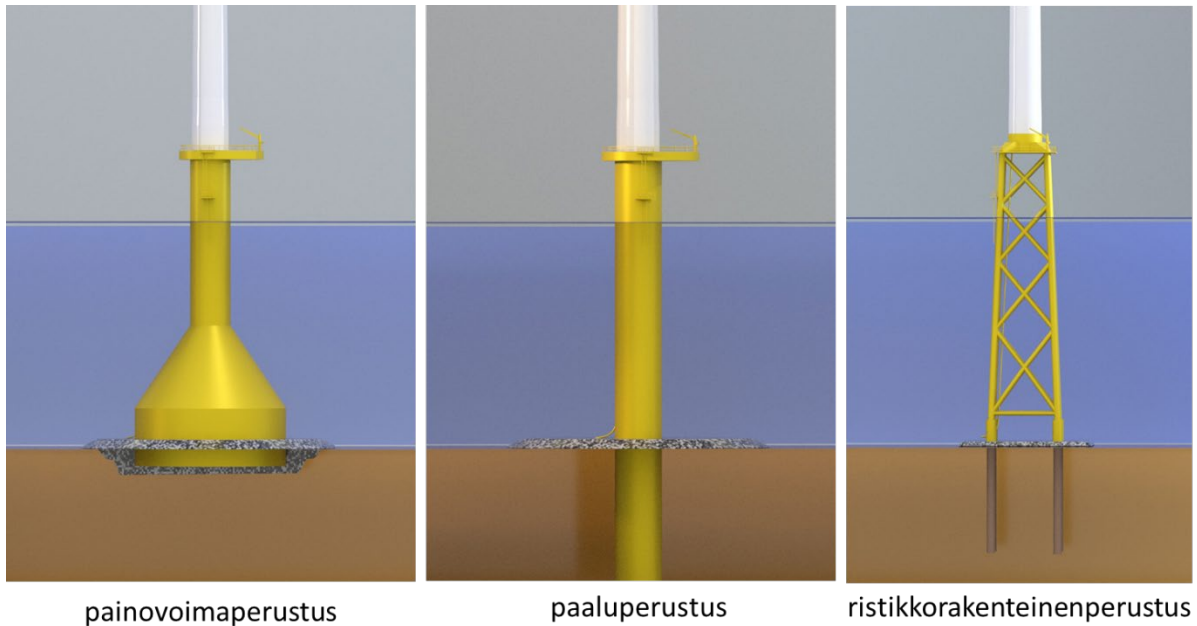
1.5.2 Paaluperustus (monopile)

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 eroosiosuojausta enintään noin 18 metriä, jolloin perustuksen pohjan pinta-ala on noin 255 m².

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 30–55 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 150 m².



Kuva 1-7. Esimerkkejä erilaisista kiinteistä perustuksista.

1.5.4 Hybridiperustus / perustusten vaihtoehtoinen tai täydentävä ankkurointi

Hallan 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 paalutyyppeiden kanssa tai niiden sijasta. Hybridiperustuksen enimmäismitat eivät ylitä yllä mainittujen muiden perustustyyppien kokoluokkaa.

1.6 Sähkönsiirto

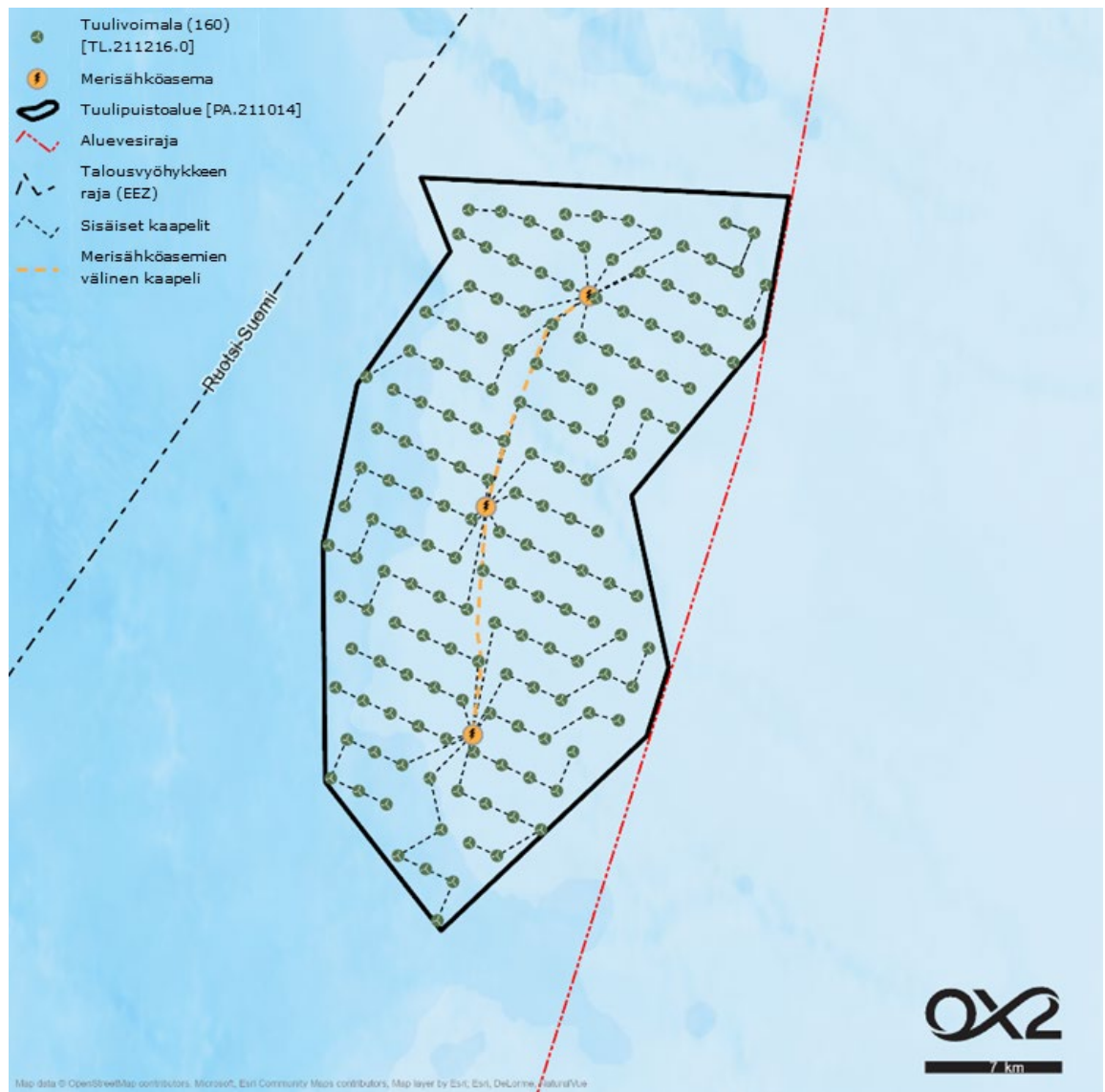
1.6.1 Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit

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 lisäisi kunkin kaapelin kokonaissiirtokapasiteettia ja vähentäisi siten kaapelihaarojen lukumäärää ja kaapeleiden kokonaispituutta. Oheisessa kuvassa on esitetty esimerkki sisäverkon kaapeloinnista Hallan merituulivoimapuistossa (Kuva 1-8).

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 1-8. Esimerkki tuulivoimapuiston sisäverkon kaapeloinnista. Esimerkissä on 160 tuulivoimaa sekä käytössä 66 kV:n kaapelit ja kolme 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.

Kaapelinsuojausjärjestelmä

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 merisähköasemat

Sähkönsiirto tuulivoimapuistosta mantereen 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.

Fingrid on määritellyt mantereelle useita potentiaalisia liityntäpisteitä nykyisillä tai suunnitteilla olevilla sähköasemilla: Pikkarala tai Siikajoki. Lisäksi yksi mahdollinen liityntäpiste on liityntä SSAB:n terästehtaan kautta Raahessa (Kuva 1-1).

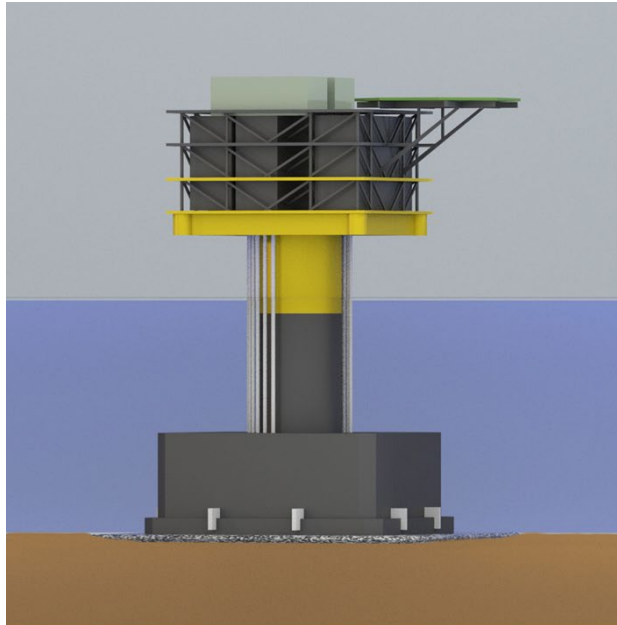
Liityntäpisteille tutkitaan ja analysoidaan lähemmin neljä selvityskäytävää sopivimpien reittien löytämiseksi (Kuva 1-1). Selvityskäytävät ovat merellä noin neljä kilometriä leveitä, mutta merenpohjassa olevalle yksittäiselle kaapelille tarvitaan vain muutaman metrin leveys. Lopulliset liityntäreitit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

Riippuen valitusta siirtokaapelitekniikasta, 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 tullessa lähemmäs rantaa, ja rantautumisalueella kaapelit tarvitsevat paikasta riippuen enää noin 80 metriä tilaa. Siirtokaapelit on mahdollista myös tuoda useampia YVA:ssa esiteltäviä käytävävaihtoehtoja (Kuva 1-1) pitkin rantaan 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. Seuraavassa kuvassa (Kuva 1-9) 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 1-8) on esitetty esimerkki kolmen merisähköaseman ratkaisusta 160 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 m². Käytettäessä

ristikkorakenteista perustusta, jossa on 4–8 jalkaa, on käytetty pinta-ala noin 160 m² 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 1-9. Esimerkkejä merisähköasemista.

1.7 Merituulivoimapuiston rakentaminen

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

1.7.1 Pohjaolosuhteet ja pohjan tutkiminen

Ennen tuulivoimapuiston 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 lähtökohdana perustustyyppiin (tai -tyyppien) lopulliselle valinnalle sekä tuulivoimapuiston 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 2 500 000 – 3 000 000 m³. 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 merikaapeleiden vaatima pohjanmuokkaus kohdistuu arviolta enintään 0,5 % koko hankealueen alasta.

Siirtokaapelin vaatimien ruoppausmäärien arvioidaan olevan enimmillään 1 800 000 m³.

Voimaloiden esiasennukset, kuljetukset ja nostot merellä

Tornit, nasellit ja roottorit kuljetetaan tuulivoimaloiden asentamista varten tuulivoimapuistoon proomulla tai asennusaluksella (esimerkiksi jack-up-aluksella, Kuva 1-10). Eri osat asennetaan sen jälkeen nosturilla yleensä yhden päivän aikana, jos sääolosuhteet ovat suotuisat.



Kuva 1-10. 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

Tuulivoimapuiston sisäiset kaapelit ja siirtokaapelit lasketaan kaapelialuksista käsin (Kuva 1-11). 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 on noin 1–2 metriä, jotta kaapelit saadaan suojattua mm. jäältä, laitteilta ja/tai ankkureilta. Lopullinen syvyys ja asennusmenetelmä vaihtelee suoritettujen maaperätutkimusten mukaan.



Kuva 1-11. Merikaapeleiden asennusalus (kuva: NKT).

1.8 Meriläjitys

Tuulivoimapuisto Hallan alustavat meriläjitysaluevaihtoehdot (Kuva 1-1) on mitoitettu siten, että yhden alustavan läjitysalueen kapasiteetti riittää sekä hankealueen maksimiruoppausmäärälle (3 000 000 m³) että kaapelireittien maksimiruoppausmäärälle (1 800 000 m³). Yhteisiin läjitysaluevaihtoehtoihin päädyttiin, sillä kaapelireittien ruoppausalue ulottuu suhteellisen pitkälle rannikosta, ja alueen vesisyvyyydet eivät mahdollista läjitystä kovin lähelle rantaa.

Sekä kaapelireittien että hankealueen ruoppausmäärien tarkentuessa, lopullinen meriläjitysalue mitoitetaan tarvittavan kapasiteetin mukaan esitettyjen alueiden sisäpuolelle. Esitetyt aluerajat ovat tällä hetkellä viitteellisiä, ja pinta-ala on määritetty siten, että kaikki tarvittavat massat saadaan läjitettyä alueelle yhden metrin läjityskerrospaksuudella. Kaikkien alustavien meriläjitysalueiden vesisyvyys vaihtelee 18–47 m välillä ja pinta-ala on vähintään 1200 ha.

Läjitysalueet on valittu ottaen huomioon tiedossa olevat lähtötiedot, joita ovat: alueella olemassa oleva infra (mm. meriväylät, tiedossa olevat putket ja kaapelit), suojelalueet, 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 400–1000 m³ riippuen ruoppauskalustosta, jonka valintaan vaikuttaa ruoppauskohteen vesisyvyys. Vesisyvyys vaihtelee merkittävästi sen mukaan, toteutetaanko ruoppaus 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

Merituulivoimapuiston 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 kaapelien 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 nykyään kierrättää. Massiivisimmat komponentit ovat metallia ja siten yksinkertaisia kierrättää. Toistaiseksi vaikeimmin kierrätettävä osa ovat voimalan lavat. Voimalavalmistajat ovat kuitenkin jo julkaisseet suunnitelmiaan kokonaan kierrätettävistä lavoista ja lisäksi kehitteillä on teknologioita lapojen kierrättämiseen.

2 VEDYNTUOTANNON TEKNINEN KUVAUS

Vaihtoehtoisesti sähköä muunnetaan vetykaasuksi jo merituulivoimapuiston alueella. Vetykaasu johdetaan mantereelle merenpohjaan asennettavaa siirtoputkea pitkin, joka tuodaan rantaan SSAB:n tehdasalueella (Kuva 1-1). Reittivaihtoehtoja vetyputkelle on vain yksi ja se noudattelee samaa reittikäytävää, kuin sähkönsiirtoreitti MVE1. Vetykaasun paine nostetaan kompressoriasemalla riittävän suureksi välivarastointia varten, ennen kuin vety käytetään terästehtaan prosesseissa.

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 mantereelle 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 Vetytalon periaatteet

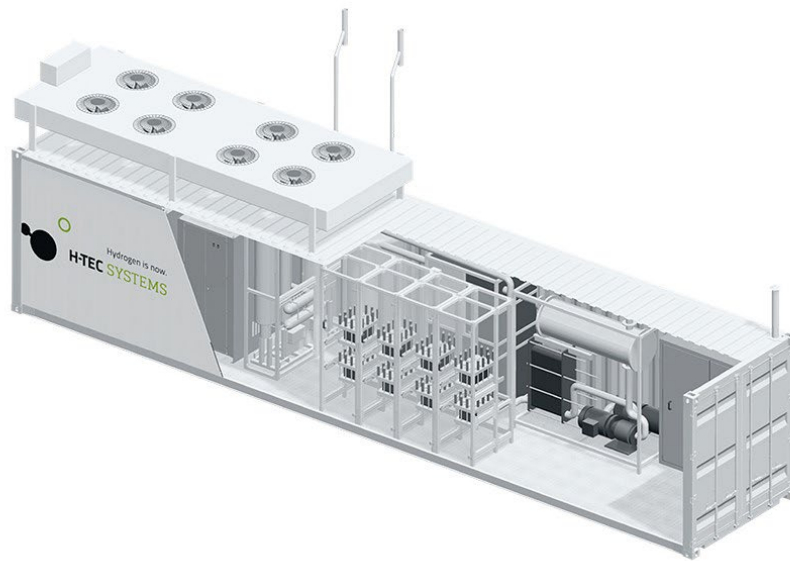
Vety on alkuaine, jota voidaan käyttää energian siirtämiseen, varastointiin ja kuljettamiseen. Vetyä voidaan valmistaa monenlaisista energianlähteistä: fossiilisista, fossiilitomista (esim. ydinvoima) ja uusiutuvista. Vedyllä on suuri potentiaali

energiankantajana uusiutuvassa energiajärjestelmässä, jossa energiaa tuotetaan esimerkiksi auringosta, tuulesta ja vedestä.

Vety molekyyli koostuu vain kahdesta vetyatomista ja siksi sen kemiallinen merkki on H₂. Vety on maailmankaikkeuden yleisin ja kevyin alkuaine. Vety on syttyvää, mutta se palaa puhtaasti ja sisältää enemmän energiaa kiloa kohti, kuin kaikki fossiiliset polttoaineet.

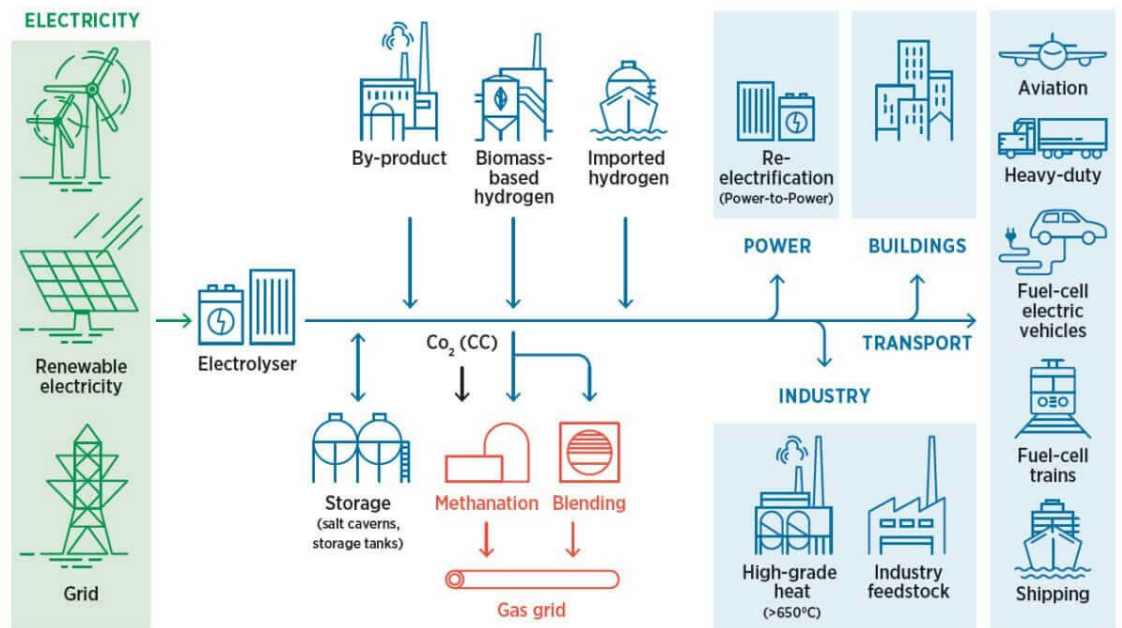
Huoneenlämmössä ja normaalipaineessa vety on kaasua, mutta matalissa lämpötiloissa (-250 °C) ja korkeassa paineessa se muuttuu nesteeksi.

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. Oheisessa 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 oheisessa 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 (H₂O)



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 fossiilista polttoaineista uusiutuviin energialähteisiin ja kestäviin energiajärjestelmiin. Siksi kiinnostus vetyä kohtaan on lisääntymässä kaikkialla maailmassa.

Jos vetyä tuotetaan uusiutuvalla energialla, se on täysin hiilidioksidipäästötöntä.

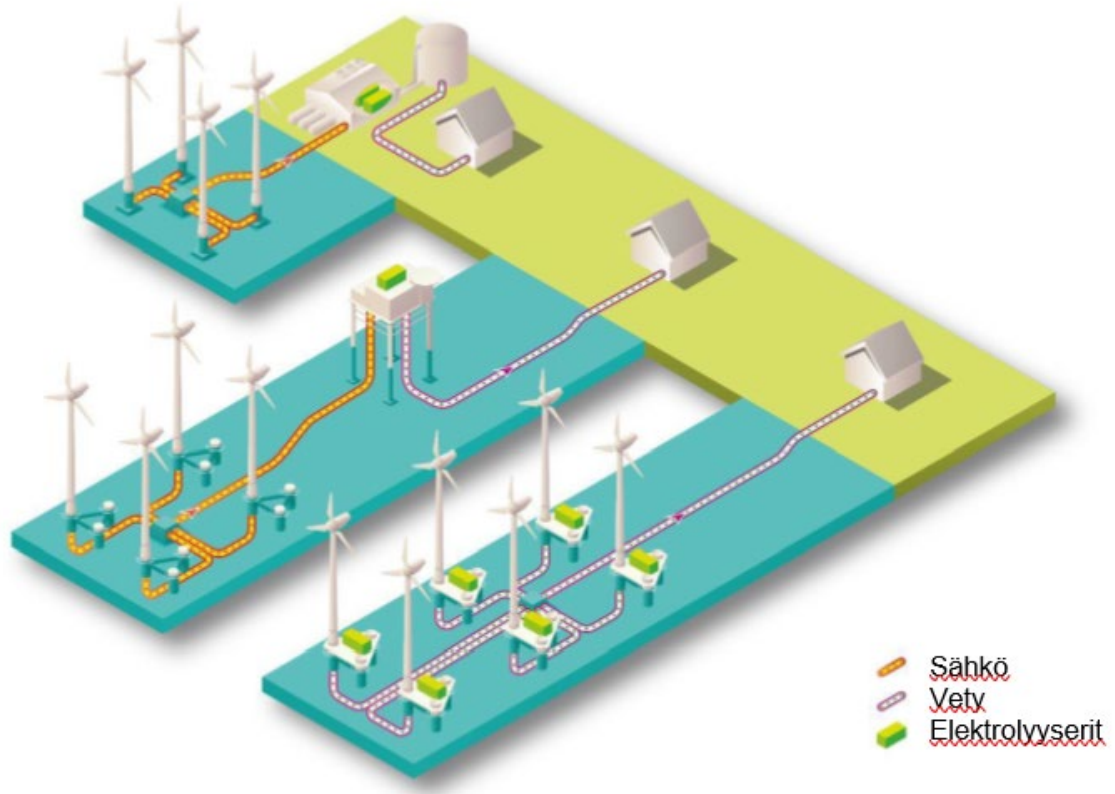
Jos uusiutuvilla energialähteillä on merkittävä rooli sähköjärjestelmässämme, tarvitaan menetelmiä energian varastoimiseksi. Vety voi tässä yhteydessä toimia kysyntähuippujen ja -laskujen tasaajana ja ylimääräisen energian varastona. Tämä voi helpottaa esim. tuulivoiman lisäämistä energiajärjestelmään, 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 energialähteiden tuotantotehon olla jopa yli kolminkertainen, jotta Suomen sähköverkossa pystyttäisiin hoitamaan tuotetun energian ja tarpeen välisen maksimin vaihtelu.

2.3 Toteutuskonseptit

Toteutuskonsepteja on kolme erilaista, kuten seuraavassa kuvassa (Kuva 2-3) esitetään.

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

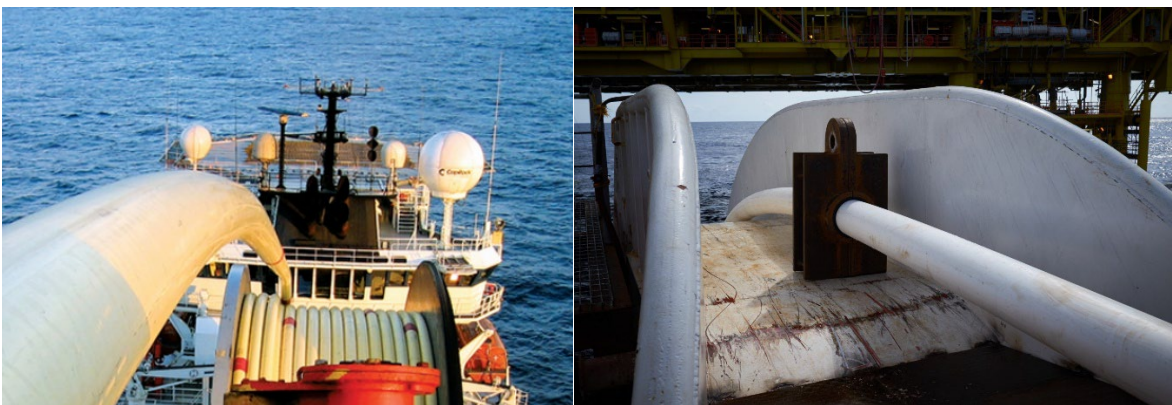
Konseptien yksityiskohtia käsitellään tarkemmin jäljempänä olevissa luvuissa.



Kuva 2-3. Toteutusvaihtoehtoja vedyn tuotannolle.

2.3.1 Vetyputkisto

Vetyputken tyypillinen ulkohalkaisija on noin 60 cm. Oheisessa kuvassa (Kuva 2-4) on esitetty putken asennus merenpohjaan ja seuraavassa 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 seuraavassa 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. Seuraavissa kuvissa (Kuva 2-7 ja 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.



Kuva 2-8. HVDC HelWin Alpha, esimerkki itseasentuvasta asemasta, joka hinataan paikalleen ja nostetaan ylös nostojalkojen avulla. Lähde: 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 Halla merituulivoimapuiston vedyntuotantopotentiaali

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

Taulukko 2-1. Hallan merituulivoimapuiston vedyntuotannon tunnuslukuja.

Hallan merituulivoimapuisto	Tunnusluku
Suunniteltu maksimi tuulivoimakapasiteetti	3 GW
Suunniteltu maksimi vedyntuotanto	3 GW tai 100 % asennetusta kapasiteetista
Vuotuinen vedyntuotannon määrä	Noin 200 000 tonnia
Tuulivoimalan yksikköteho	15–25 MW

Etäisyys rannikkoon

30 km

Seuraavassa kuvassa (Kuva 2-9) on esitetty vetyputken alustava reitti. Vety voidaan tuoda rantaan esitettyä reittiä pitkin myös sähkönä, jolloin käytetään merikaapeleita putken sijaan.



Kuva 2-9. Kartta Hallan merituulipuistoalueesta ja vetyputkiston alustava reitti.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 2-2) on esitetty alustava arvio vedyntuotantomahdollisuuksista.

Taulukko 2-2. Alustava arvio Hallan merituulivoimapuiston vedyntuotantomahdollisuuksista.

Hallan merituulivoimapuisto	Tuotantomahdollisuudet
Elektrolyserit ottama teho	3 GW
Vuotuinen vedyntuotanto	300 000 tonnia
Päivittäinen vedyntuotanto	822 tonnia
Vedyntuotanto tunnissa	34,2 tonnia
Päivittäinen vedenkulutus	8 104 m ³
Keskimääräinen vedenkulutus tunnissa	338 m ³

2.4.1 Putkilinja Hallan tuulivoimapuistosta rannikolle

Hallan merituulivoimapuiston tuulivoimaloiden tuottama sähkö siirretään vetyä tuottaville vetyasemille, joille asennetaan elektrolyysarit ja niihin liittyvät laitteet sekä mahdollinen vedyn varastointi.

Putkisto ohjataan SSAB:n terästehtaalle, joka sijaitsee Raahessa, noin 35 kilometriä Hallan tuulivoimapuistoalueelta kaakkoon. Tässä putkistovaihtoehdossa oletetaan, että jakelualusta sijaitsee tuulipuiston eteläpuolella.

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 ³
Nestemäisen vedyn tiheys	70,99 g/dm ³
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 oheisessa kuvassa esitetään (Kuva 2-10).

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.



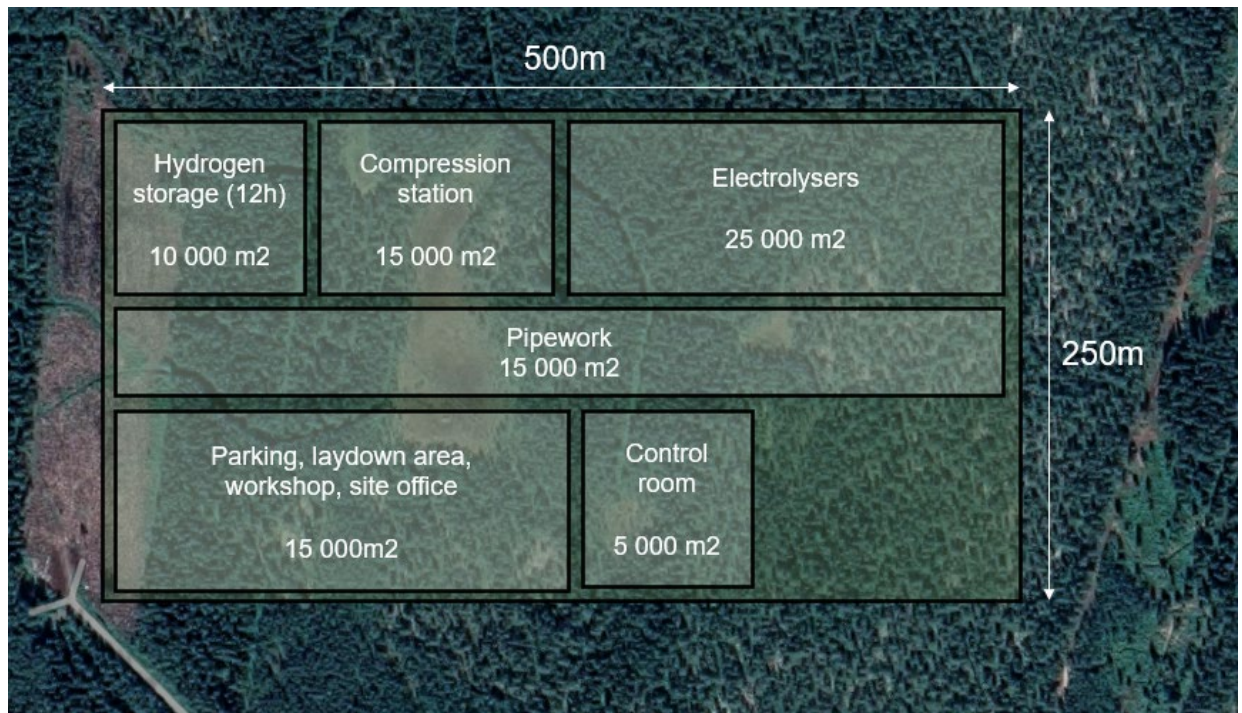
Kuva 2-10. Esimerkki paineistetuista varastosäiliöistä vedyn varastointia varten. Lähde:: Hybrit.

Ohessa (Taulukko 2-4) on esitetty esimerkkietietoja paineistetusta vetysäiliöstä.

Taulukko 2-4. Esimerkkietietoja paineistetusta vetysäiliöstä.

Vetysäiliö	Arvot
Korkeus	14 m
Halkaisija	3 m
Tilavuus	99 m ³
Tarvittava pinta-ala	16 m ²
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-alarive eri vetytoimintojen osalta on esitetty seuraavassa 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 seuraavassa 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 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 ylätasoin 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 tuulivoimapotentiaalain laajamittaiseen hyödyntämiseen. Tavoitteiden mukaan tuulivoimalat sijoitetaan ensisijaisesti keskitetysti usean voimalan yksiköihin. Tavoitteiden mukaan turvataan valtakunnallisen energiahuollon kannalta merkittävien voimajohtojen ja kaukokuljettamiseen tarvittavien kaasuputkien linjaukset ja niiden toteuttamismahdollisuudet. Voimajohtolinjauksissa hyödynnetään ensisijaisesti olemassa olevia johtokäytäviä.

3.1.2 Kaavoitus ja muut maankäytön suunnitelmat

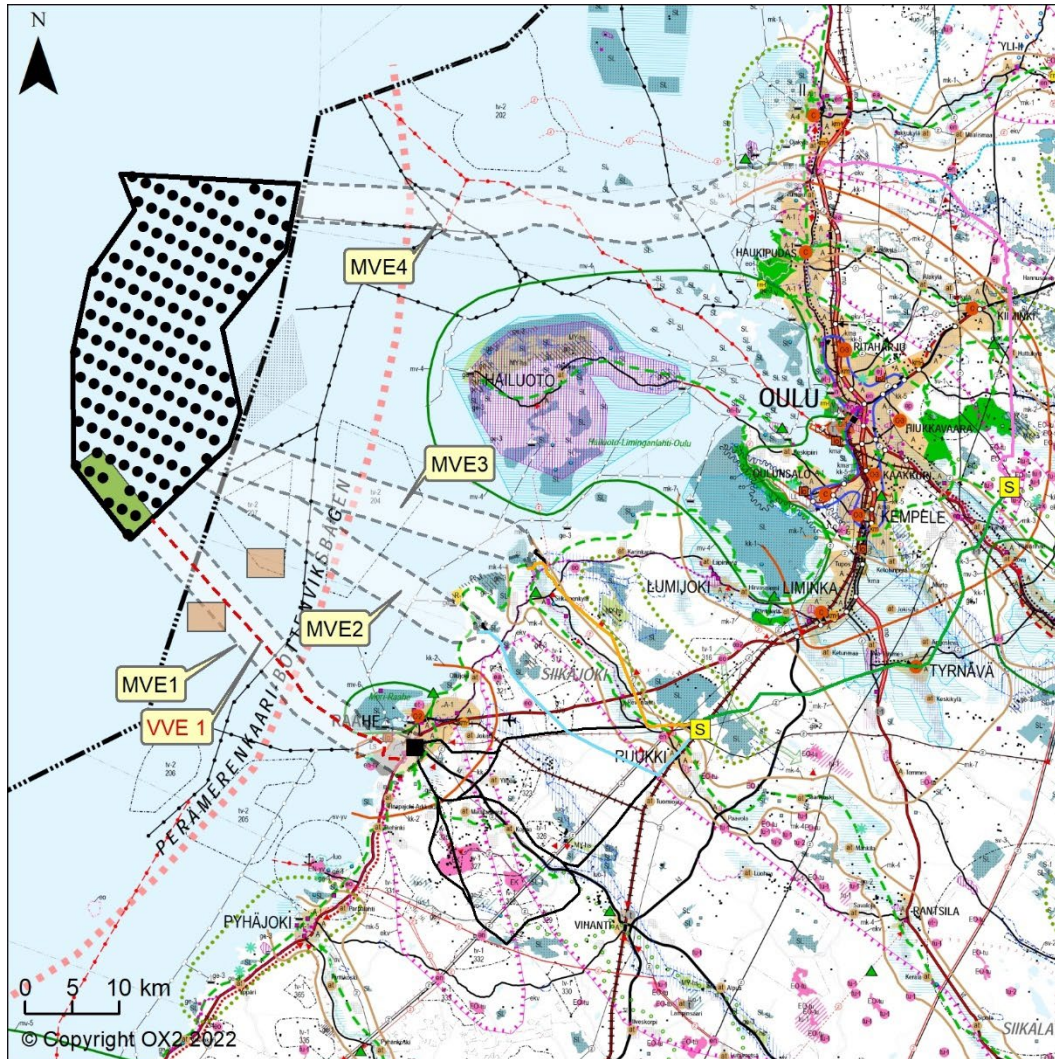
Maakuntakaavat

Voimassa olevat maakuntakaavat

Merituulivoimapuiston alue sijoittuu talousvyöhykkeelle eikä alue kuulu maakuntakaavoitettuun alueeseen.

Merikaapelien tutkimuskäytävien alueella on voimassa seuraavat neljä Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavaa:

- Pohjois-Pohjanmaan kokonaismaakuntakaava (lainvoimainen 25.8.2006)
- 1. vaihemaakuntakaava (lainvoimainen 3.3.2017)
- 2. vaihemaakuntakaava (lainvoimainen 2.2.2017)
- 3. vaihemaakuntakaava (lainvoimainen 21.1.2022)









- | | |
|---|--|
| Hankealue | — Voimajohtoreitti SVE2 |
| • Tuulivoimala | — Voimajohtoreitti SVE3 |
| Sähköasema | — Voimajohtoreitti SVE4 |
| Merikaapelireitti | — Voimajohtoreitti SVE5 |
| - - - Vetyputkireitti | — Voimajohtoreitit SSAB |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / tuulipuisto | |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit | |

Kuva 3-1. Ote Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavojen yhdistelmäkartasta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2021a). Merikaapelireittivaihtoehdot on lisätty kaavakartalle harmailla pistekatkoviiharajauksilla.

Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavoissa merituulivoimapuiston läheisyyteen tai merikaapelireittien tutkimuskäytävälle (MVE1, MVE2 ja MVE3) on osoitettu seuraavat merkinnät:

	LUONNONSUOJELUALUE Merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltuja tai suojeltaviksi tarkoitettuja alueita.
	SATAMA-ALUE
	TEOLLISUUS- JA VARASTOALUE Merkinnällä osoitetaan vähintään seudullista merkitystä omaavia, lähinnä perinteisen teollisuuden tuotanto- ja varastoalueita, jotka eivät sisälly taa-jamatoimintojen aluevaraukseen ja jotka halutaan turvata muulta maan-käytöltä.
	LOGISTIIKKA-ALUE
	TUULIVOIMALOIDEN ALUE (tv-2) Merkinnällä osoitetaan merialueita, jotka soveltuvat merkitykseltään seudullisten tuulivoimala-alueiden rakentamiseen. Alueella ei ole voimassa MRL 33 § mukaista rakentamisrajoitusta. Luku merkinnän yhteydessä viit-taa kaavaselostuksen alueluetteloon.
	KANSAINVÄLINEN KEHITTÄMISSVYÖHYKE: PERÄMERENKAARI
	LAIVAVÄYLÄ
	OHJEELLINEN LAIVAVÄYLÄ
	VENEVÄYLÄ Merkinnällä osoitetaan Perämeren rannikon ja Oulujärven ylikunnallisia veneilyväyliä.
	PÄÄSÄHKÖJOHDON YHTEYSTARVE
	MATKAILUN VETOVOIMA-ALUE / MATKAILUN JA VIRKISTYKSEN KEHITTÄMISEN KOHDEALUE (mv-6) Merkinnällä osoitetaan ympäristöarvojen, matkailun ja virkistyksen kan-nalta valtakunnallisesti ja kansainvälisesti merkittäviä aluekokonaisuuk-sia. Meri-Raahahe Alueen kehittäminen perustuu saariston luonnonympäristön ja vanhan puukaupungin kulttuuriympäristön arvoihin sekä vetovoimaiseen kaupun-kikulttuuriin. (2.vmkk)
	KAUPUNKIKEHITTÄMISEN KOHDEALUE: OULUN KAUPUNKISEUTU (kk-1) Merkinnällä osoitetaan Oulun seudun yhtenäisen yhdyskuntarakenteen aluetta, joka muodostaa Oulun valtakunnanosakeskuksen ydinalueen. Alueella on tarvetta kuntien yhteistoimintaan alueidenkäytön suunnitte-lussa ja hankkeiden yhteensovittamisessa.

	<p>MAASEUDUN KEHITTÄMISEN KOHDEALUE (mk-4)</p> <p>Merkinnällä osoitetaan ylikunnallisia maaseutuasutuksen alueita, joilla kehitetään erityisesti maatalouteen ja muihin maaseutuelinkeinoihin, luonnon- ja kulttuuriympäristöön sekä maisemaan tukeutuvaa asumista, elinkeinotoimintaa ja virkistyskäyttöä. Vyöhykkeillä on tarvetta kehittää kuntien yhteistyöllä yhtenäisiä suunnitteluperiaatteita.</p> <p>Siikajokilaakso</p> <p>Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota Siikajoen vedenlaadun parantamiseen.</p>
	<p>VIHERYHTEYSTARVE</p>
	<p>LUONNON MONIKÄYTTÖALUE</p> <p>Merkinnällä osoitetaan virkistyskäytön kannalta kehitettäviä, arvokkaita luontokohteita sisältäviä aluekokonaisuuksia.</p>
	<p>MINERAALIVARANTOALUE</p> <p>Merkinnällä osoitetaan sellaisia vyöhykkeitä, joissa on todettu merkittäviä malmi- ja mineraalivarantoja.</p>
	<p>NATURA 2000 -VERKOSTOON KUULUVA ALUE</p> <p>Merkinnällä osoitetaan valtioneuvoston päätösten mukaiset Natura 2000 -verkoston alueet.</p>
	<p>MAAKUNNALLISESTI ARVOKAS MAISEMA-ALUE</p>

Tuulivoimaloiden rakentamista koskevia yleisiä suunnittelumääräyksiä Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavoissa ovat:

- Maakuntakaavassa osoitettujen tuulivoimala-alueiden ulkopuolelle voidaan toteuttaa tuulivoimapuistoja, jotka eivät ole merkitykseltään seudullisia.
- Perämeren rannikkoalueella tuulivoimarakentaminen tulee sijoittaa ensisijaisesti maakuntakaavassa osoitetuille tuulivoimaloiden alueille. Tapauskohtaisesti voidaan harkita tuulivoimaloiden sijoittamista myös muille alueille, mikäli se ei merkittävästi lisää tuulivoimarakentamisesta aiheutuvia haitallisia yhteisvaikutuksia asutukseen, maisemaan, linnustoon tai muuhun ympäristöön.
- Tuulivoimalat tulee lähtökohtaisesti sijoittaa linnuston kannalta tärkeiden alueiden ulkopuolelle. Tapauskohtaisesti voidaan harkita tuulivoimarakentamista myös näille alueille, mikäli tuulivoimarakentaminen ei heikennä alueiden linnustoarvoja.
- Tuulivoimarakentamista suunniteltaessa voimalat tulee sijoittaa valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden ja rakennettujen kulttuuriympäristöjen, luonnonsuojelualueiden, Natura 2000 -verkoston alueiden, harjajensuojeluohjelman alueiden, maakuntakaavan luo-alueiden ja seudullisesti merkittävien virkistysalueiden ulkopuolelle.

- Tuulivoimarakentamista suunniteltaessa on otettava huomioon eri hankkeiden yhteisvaikutukset erityisesti asutukseen, maisemaan ja linnustoon sekä pyrittävä ehkäisemään haitallisia vaikutuksia. Tuulivoimarakentamisen yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on varmistettava, ettei asutukselle aiheudu merkittäviä melu- ja väkivaikutuksia ja että valtakunnallisten kulttuuriympäristöjen arvot säilyvät.
- Lähekkäin sijoittuvien tuulivoimala-alueiden liittäminen sähköverkkoon on pyrittävä keskittämään yhteiseen johtokäytävään.
- Tuulivoimarakentamista suunniteltaessa on otettava huomioon lentoliikenteestä, liikenneväylistä ja tutkajärjestelmistä johtuvat rajoitteet voimaloiden koolle ja sijoittelulle sekä selvitettävä tuulivoimaloiden vaikutukset puolustusvoimien toimintaan.
- Tuulivoimarakentamista suunniteltaessa on kuultava puolustusvoimia. Suunnittelussa tulee turvata puolustusvoimien toimintaedellytykset sekä ottaa erityisesti huomioon puolustusvoimien toiminnasta, kuten tutkajärjestelmistä ja radioyhteyksien turvaamisesta johtuvat rajoitteet.

Merituulivoimapuiston alue sijoittuu talousvyöhykkeelle eikä alue kuulu Lapin maakuntakaavoitettuun alueeseen.

Lapin maakunnassa merituulivoimapuiston kaukovaikutusalueella on voimassa seuraavat maakuntakaavat:

- Länsi-Lapin maakuntakaava (lainvoimainen 11.9.2015)
- Lapin meri- ja rannikkoalueen tuulivoimamaakuntakaava (lainvoimainen 16.7.2005)

Länsi-Lapin maakuntakaavassa suunniteltua merituulivoimapuistoa ja merikaapelin tutkimuskäytävää (MVE4) lähimmät maakuntakaavamerkinnot ovat vesialue (W) ja lähimmillään noin 15 kilometrin päässä sijaitseva laivaväylä -merkintä.

Lapin meri- ja rannikkoalueen tuulivoimavaihemaaakuntakaavalla on valtakunnallisten tavoitteiden mukaisesti osoitettu Perämeren meri- ja rannikkoalueelle tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet. Alueet on rajattu siten, että niille voi sijoittaa keskitetysti kymmeniä ja Pitkämatalan alueella jopa satoja voimalayksikköjä. Maakuntakaavassa on osoitettu osa-aluemerkinnällä (tv) neljä erillistä tuulivoiman aluetta. Suunniteltua merituulivoimapuistoa ja merikaapelin tutkimuskäytävää lähin merkintä kaavassa on Kemissä ja Simossa sijaitseva Pitkämatalan alue (tv 2284), jonka rajaus jatkuu Iin kunnan puolelle Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavassa (tv-2, 202). Suunnittelusta merituulivoimapuistosta lähimpään tv-rajaukseen on etäisyyttä noin 20 kilometriä ja merikaapelin tutkimuskäytävästä noin 16 kilometriä.

Vireillä olevat maakuntakaavat

Pohjois-Pohjanmaalla merikaapelien tutkimuskäytävien alueella (MVE1, MVE2, MVE3) on vireillä Pohjois-Pohjanmaan ilmasto- ja energiavaihekaava, jonka osallistumis- ja arviointisuunnitelma oli nähtävillä 22.10.2021 - 3.12.2021 välisen ajan. Ilmastomaakuntakaava käsittelee koko maakunnan alueidenkäyttöä ja sen suunnitellut pääteemat ovat: aluerakenne ja saavutettavuus, liikennejärjestelmä ja logistiikka-alueet, energiantuotanto, varastointi ja siirto sekä viherrakenne ja ekosysteemipalveluiden tarkastelu. Tavoiteaikataulun mukaan vaihemaaakuntakaava tulisi voimaan vuoden 2024 aikana. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2022)

Lapin liitossa vireillä olevat maakuntakaavat eivät sijoitu hankkeen vaikutusalueelle.

Yleiskaavat

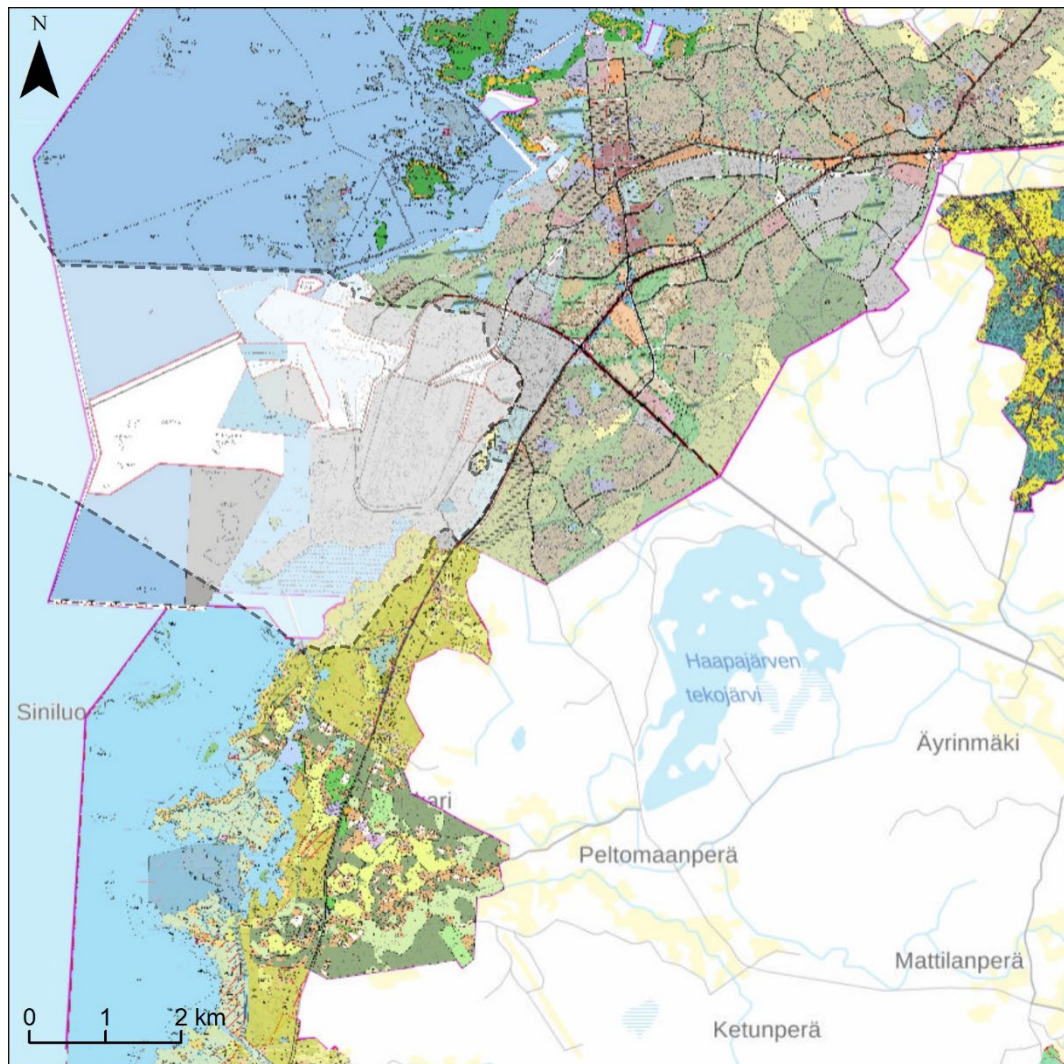
Merituulivoimapuisto sijoittuu talousvyöhykkeelle, eikä alueella ole voimassa olevia yleiskaavoja.

Kaikki merikaapelien tutkimuskäytävävaihtoehdot sijoittuvat mantereen läheisyydessä ja mantereen rantautumisalueella oikeusvaikutteiselle yleiskaavoitetulle alueelle Raahessa (MVE1 ja MVE2), Siikajoella (MVE3) tai Oulussa (MVE4).

MVE1 sijoittuu Raahessa mantereen läheisyydessä ja mantereella seuraaville yleiskaava-alueille:

- Raahen pohjoisen saariston osayleiskaava (hyv. 21.6.2000)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu mm. vesialuetta (W), retkeily- ja ulkoilualue (VR), retkeily- ja ulkoilualue, jolla ympäristö säilytetään (VR-1) ja vesiliikenteen aluetta (LV-4).
- Sulaton osayleiskaava (hyv. 29.5.2017)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W), satama-alue (LS-2) ja ympäristövaikutuksiltaan merkittävien teollisuustoimintojen aluetta (TT-1).
- Raahen keskeisten taajama-alueiden osayleiskaava (hyv. 11.4.2007)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W), satama-alue (LS), venesatama (LV-3), teollisuuden alue (T), virkistysalue (V/s), loma-asuntoalue (RA) ja tavaraliikenteen terminaalialuetta (LTA).

Lisäksi merikaapelin tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu Raahen eteläisen ranta-alueen osayleiskaava (hyv. 29.4.2019). Kaavasta on valitettu, eikä kaava ole lainvoimainen. Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu mm. maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M-3), loma-asuntoalue (RA), erillispientalojen aluetta (AO) ja vesialuetta (W-1).

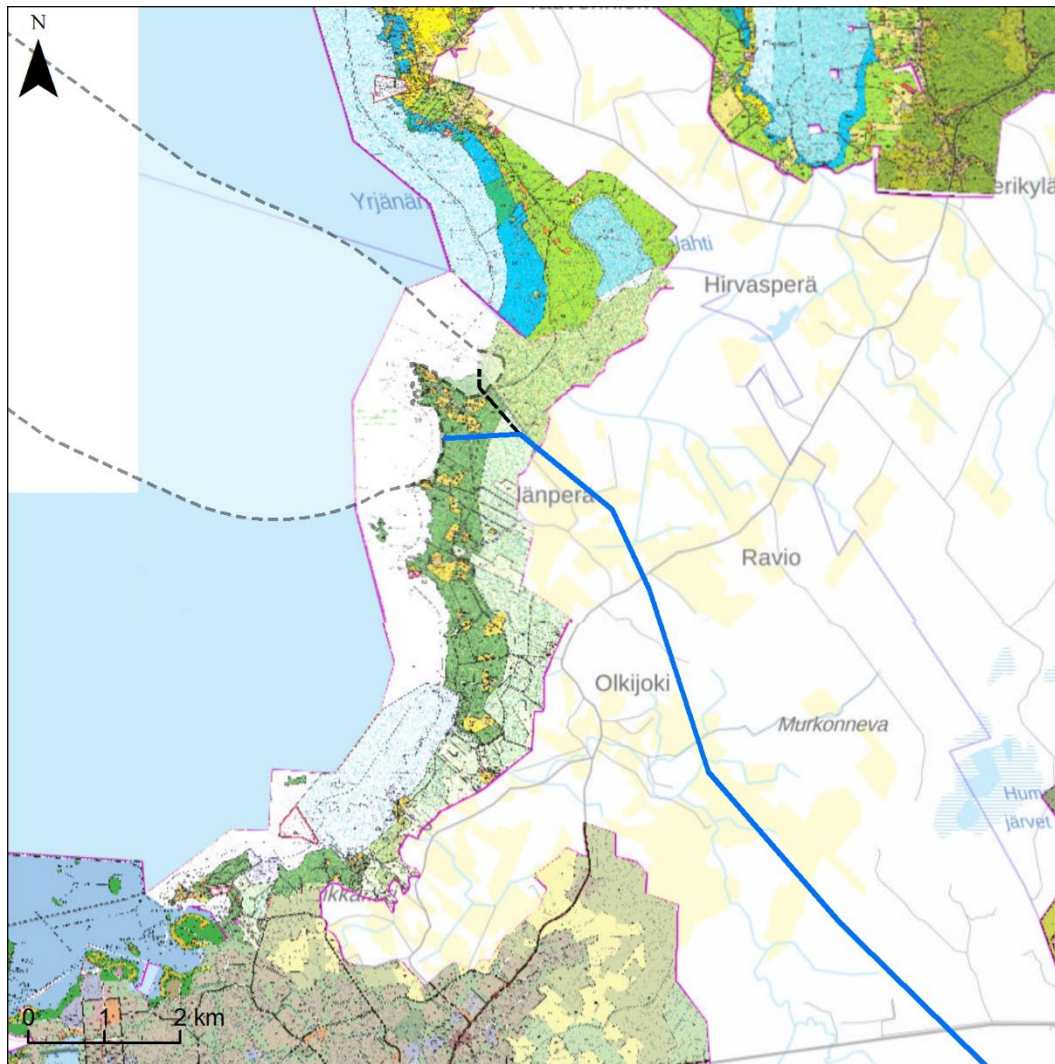


Merikaapelireitti

Kuva 3-2. Ote Raahen yleiskaavayhdistelmästä merikaapelivaihtoehdon MVE1 tutkimuskäytävän alueelta (Liiteri 2022).

MVE2 sijoittuu Raahessa mantereen läheisyydessä ja mantereella seuraavalle yleiskaava-alueelle:

- Merenrannikon osayleiskaava (hyv. 4.6.1999)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W), retkeily- ja ulkoilualueita, jolla ympäristö säilytetään (VR/s), maa- ja metsätalousvaltaista aluetta (M) ja loma-asuntoaluetta (RA). Rannikon suuntaisesti on osoitettu moottorikelkkailureitti.



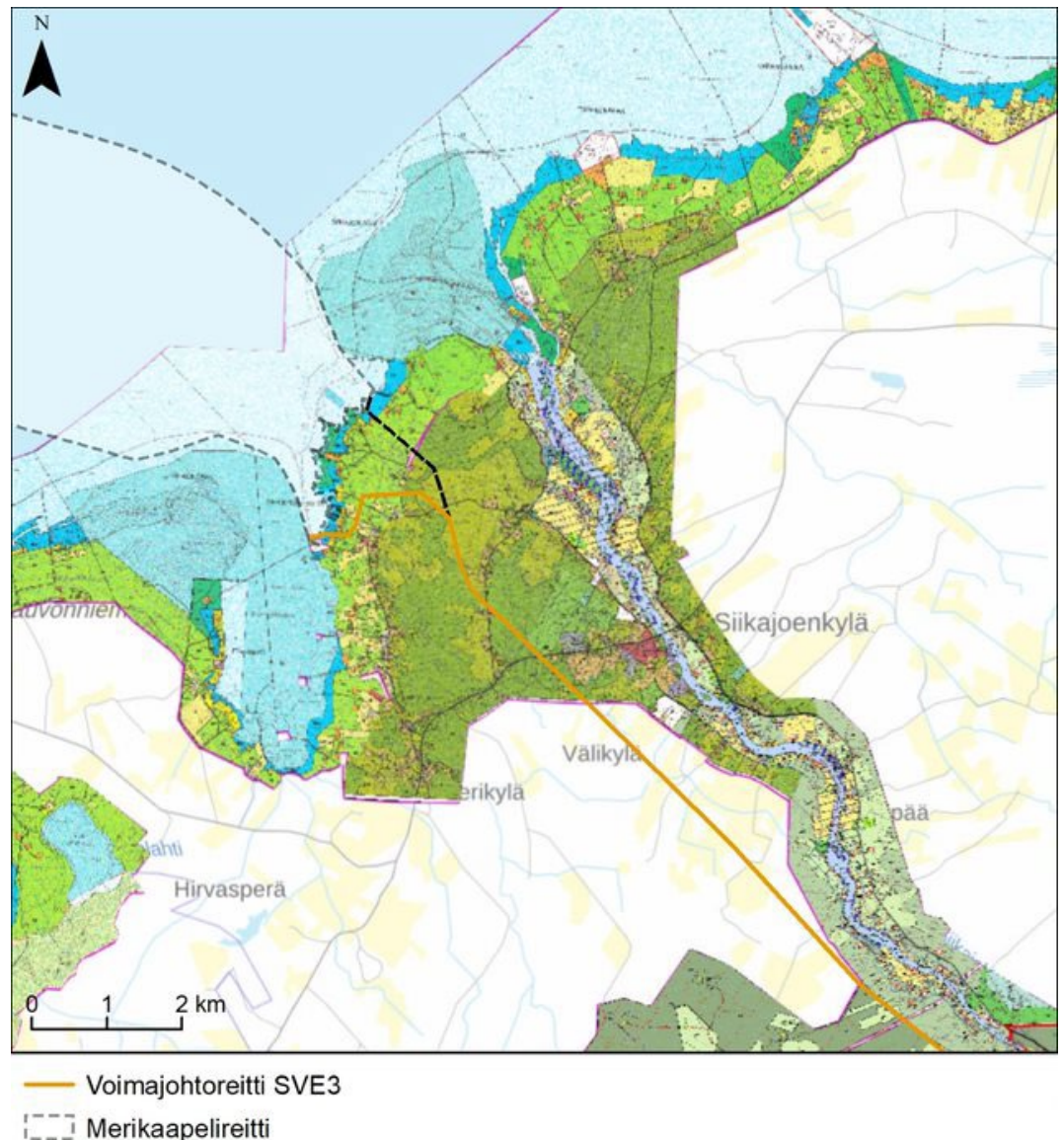
— Voimajohtoreitti SVE2

- - - Merikaapelireitti

Kuva 3-3. Ote Raahen yleiskaavayhdistelmästä merikaapelivaihtoehdon MVE2 tutkimuskäytävän alueelta (Liiteri 2022).

MVE3 sijoittuu Siikajoella mantereen läheisyydessä ja mantereella seuraavalle yleiskaava-alueelle.

- Siikajoen rantaosayleiskaava (hyv. 1.6.2001)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W), maisemanhoitoaluetta (EM-1), pienvenesatama ja kalasatama (LV), retkeily- ja ulkoilualue (VR), yhdyskuntateknisen huollon aluetta, joka on varattu tuulivoimaloille (ET-1) ja tuulivoima-alueen melusuoja (pistekatkoviiva TVS). Alue on osoitettu DET-osa-aluemerkinnällä eli alueena, jonka maankäyttö soveltuu järjestettäväksi detaljikaavalla.

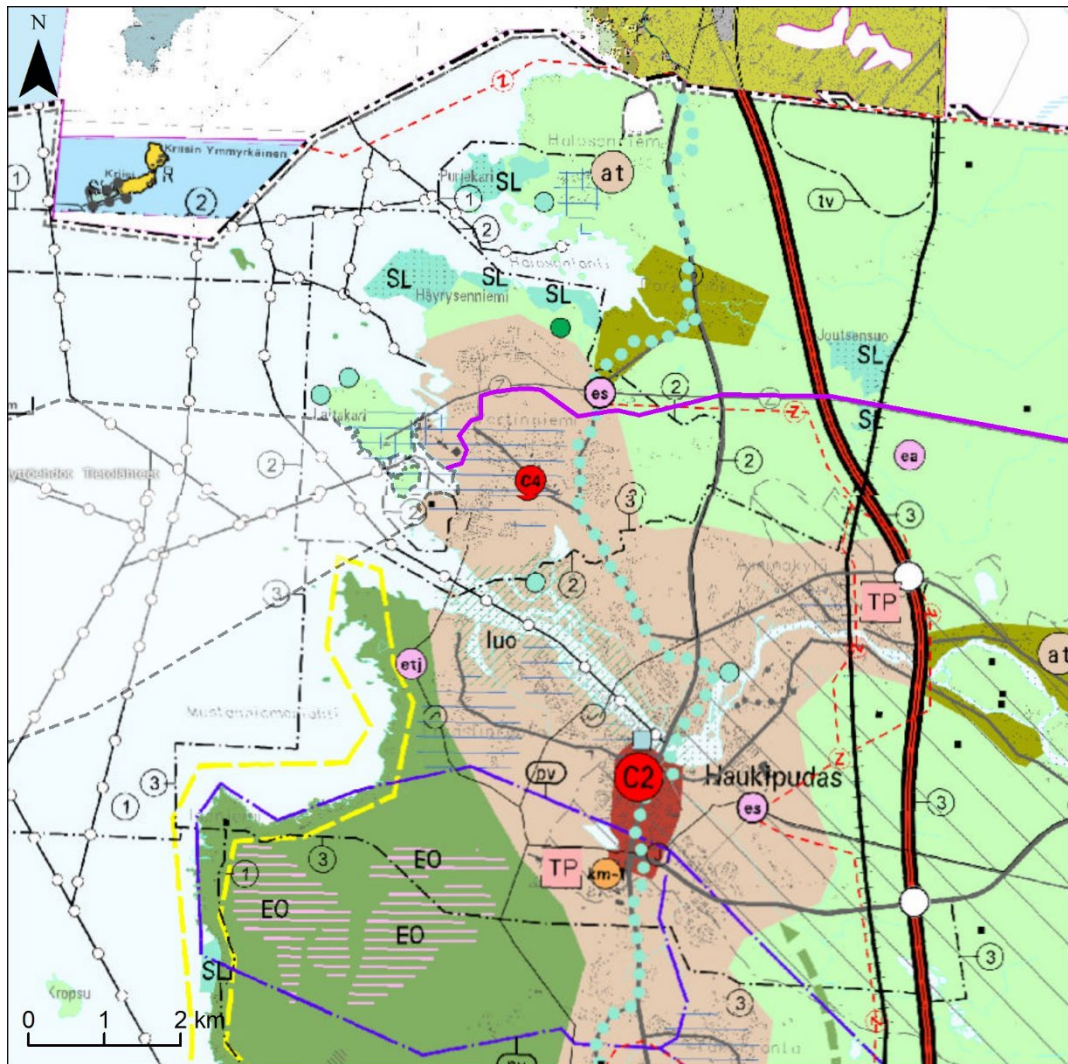


Kuva 3-4. Ote Siikajoen yleiskaavayhdistelmästä merikaapelivaihtoehdon MVE3 tutkimuskäytävän alueelta (Liiteri 2022).

MVE4 sijoittuu Oulussa mantereeseen läheisyydessä ja mantereella seuraaville yleiskaava-alueille:

- Oulun seudun yleiskaava (hyv. 18.2.2008)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W).
- Merenrannikon ja meren saarten rantaosayleiskaava (hyv. 2.3.2000)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W), ohjeellinen vesiliikenteen alue (LV-1), maa- ja metsätalousaluetta (M), retkeily- ja ulkoilualuetta (VR) ja telttailu- ja leirintäaluetta (RT-1).
- Martinniemen osayleiskaava (hyv. 9.6.2008)
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (V), teollisuus- ja varastoaluetta (T), lähivirkistysaluetta (VL), loma-asuntoaluetta (RA), pientalovaltaista aluetta (AP-5) ja suojaviheraluetta.

- Uuden Oulun yleiskaava (hyv. 18.4.2016)
 - Uuden Oulun yleiskaava korvaa samaa aluetta koskevat aiemmin hyväksytyt yleiskaavat lukuun ottamatta erikseen kaavassa määritettyjä oikeusvaikutteisia yleiskaavoja, kuten Martinniemen osayleiskaavaa ja merenrannikon ja meren saarten rantaosayleiskaavaa, joka sijoittuu tutkimuskäytävälle. Voimaan jäävien yleiskaavojen alueella Uuden Oulun yleiskaava ohjaa tulevien kaavojen laatimista niitä muutettaessa tai uudistettaessa.
 - Kaavassa tutkimuskäytävän alueelle sijoittuu vesialuetta (W), laivaväylä, veneväyliä, ohjeellinen laivaväylä, kaupunkikehittämisyöhyke 4/laajentumisvyöhyke, maaseutukehittämisyöhyke 1. maaseutu ja kulttuuriympäristön vaalimisen kannalta maakunnallisesti tärkeää aluetta.



— Voimajohtoreitti SVE4
- - - Merikaapelireitti

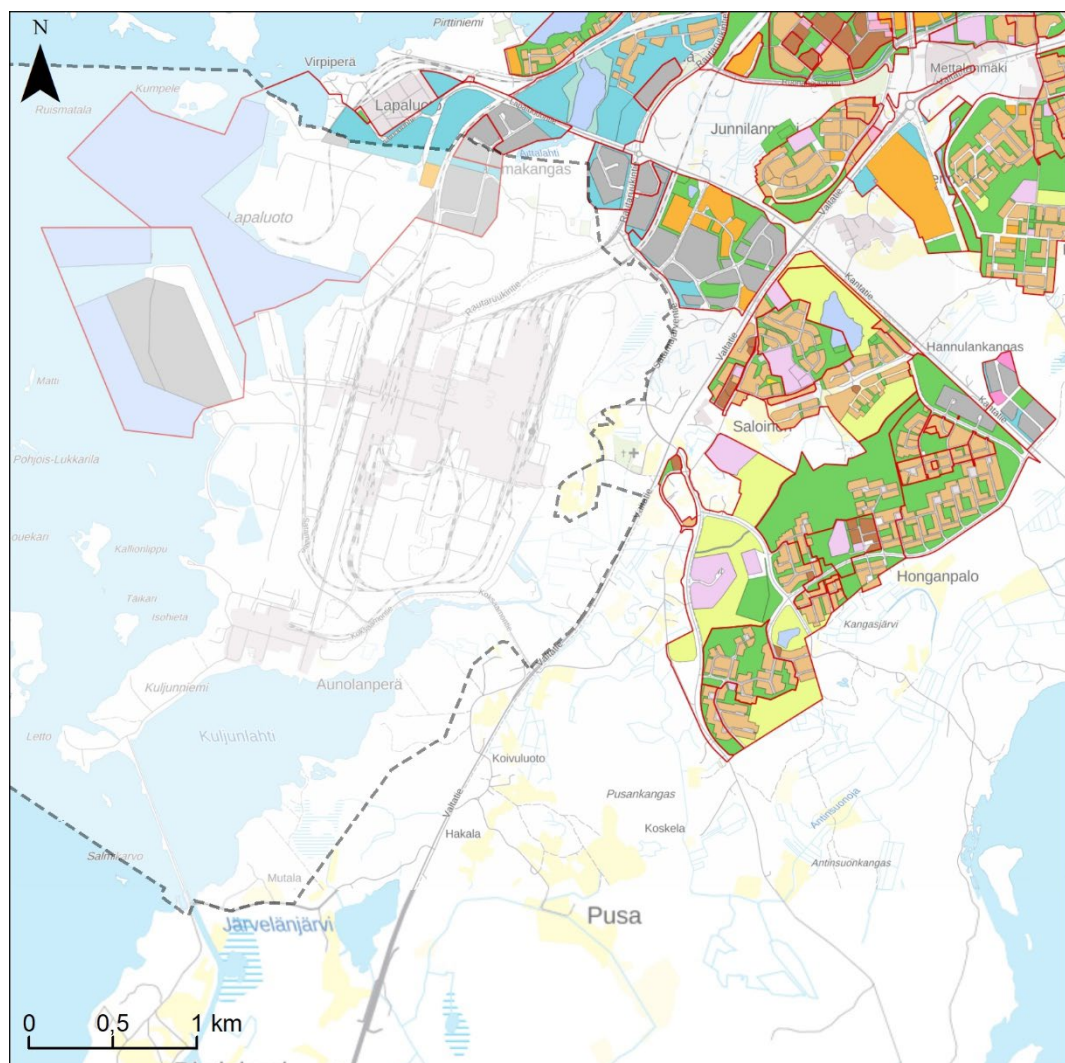
Kuva 3-5. Ote Uuden Oulun yleiskaavasta merikaapelivaihtoehdon MVE4 tutkimuskäytävän alueelta, kaava on voimassa alueella kaavamuuostosten ja uuden kaavoituksen yhteydessä. (Liiteri 2022).

Raahessa (MVE1 ja MVE2), Siikajoella (MVE3) tai Oulussa (MVE4) ei ole vireillä yleiskaavahankkeita merituulivoimapuiston tai merikaapelien alueilla.

Asemakaavat

Merituulivoimapuiston alueella ei ole voimassa oleva asemakaavoja tai ranta-asemakaavoja.

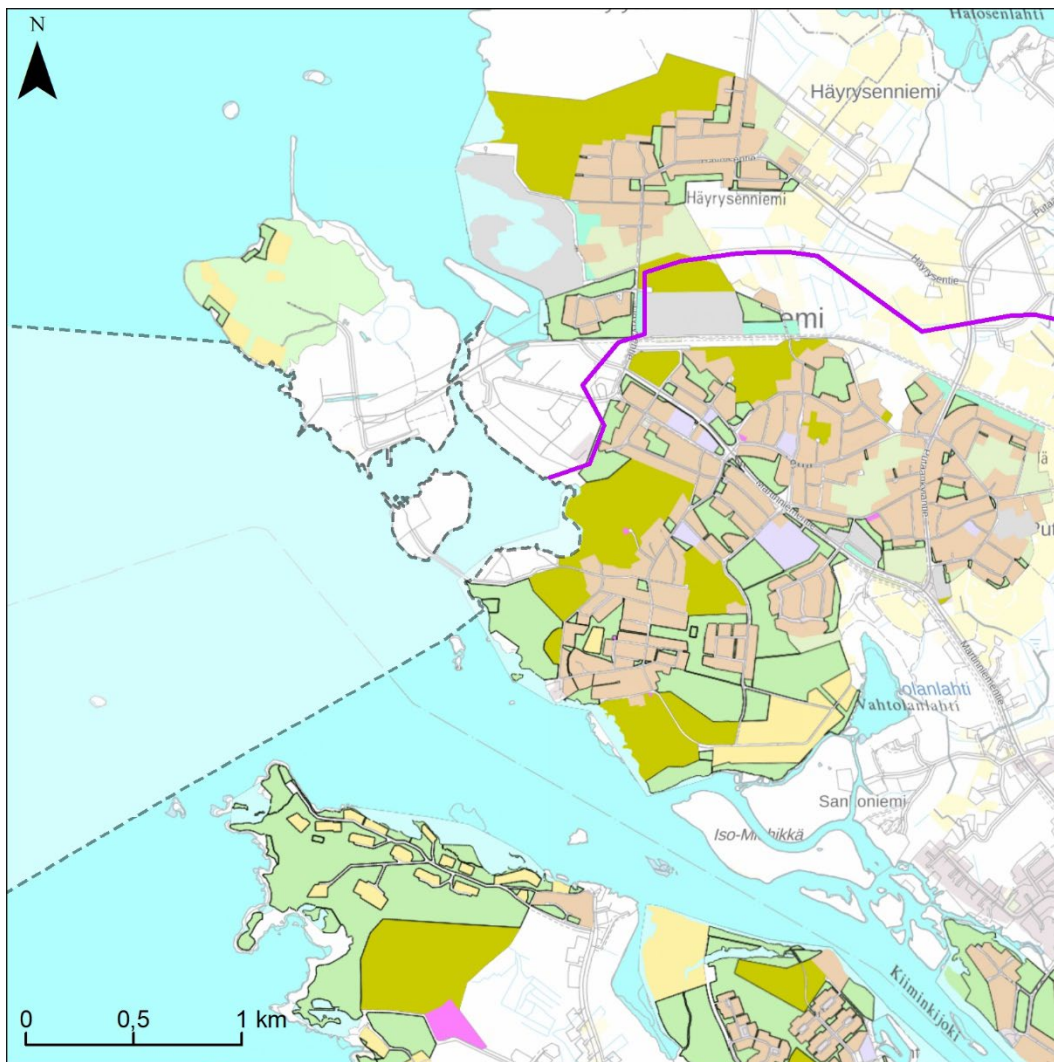
Osa merikaapelivaihtoehdon MVE1 tutkimuskäytävästä sijoittuu kahdelle asemakaavoitetulle alueelle Raahen syväsataman ja Lapaluodon alueella. Alueella on voimassa AKM 235: Raahen syväsataman teollisuusalueen asemakaava ja asemakaavan muutos (hyv. 29.5.2017) ja Raahen sataman Lapaluodon satamanosan asemakaavan muutos ja laajennus (hyv. 28.1.2013). Asemakaavoissa tutkimuskäytävän alueelle on osoitettu vesialuetta (W, W-1), satama-alue (LS-1, LS-2), erilaisia teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueita (T-3, T-4, TT-1, T/kem-1), teollisuus- ja varastorakennusten korttelialuetta, jolla ympäristö asettaa toiminnan laadulle erityisiä vaatimuksia (TY-1), suojaviheraluetta (EV, EV-2), palvelurakennusten korttelialuetta (P-2) ja yleisen tien aluetta (LT-1).



--- Merikaapelireitti MVE1

Kuva 3-6. Ote Raahen kaupungin asemakaavayhdistelmästä (Raahen kaupunki 2022).

Osa merikaapelivaihtoehdon MVE4 tutkimuskäytävästä sijoittuu kolmelle asemakaava-alueelle Oulun Martinniemen alueella. Alueella on voimassa Kurtinhaudan rakennuskaavan muutos ja laajennus (hyv. 27.2.1984), Martinniemen rakennuskaavan muutos ja laajennus (hyv. 27.9.1990) ja Laitakarin rantakaava (hyv. 17.6.1996). Kaavoissa tutkimuskäytävän alueella on tai siihen rajautuu vesialuetta (W), retkeily- ja ulkoilualue (VR), uimaranta-alue (VV), maa- ja metsätalousaluetta (M), satama-alue, jolle saa rakentaa veneiden rakentamis- ja korjaustoimintaa palvelevia rakennuksia ja rakennelmia (LS-1), maa- ja metsätalousvaltaista aluetta, jolla ulkoilun ohjaamistarvetta (MU) ja loma-asuntojen korttelialuetta (RA).



--- Merikaapelireitti MVE4

— Voimajohtoreitti SVE4

Kuva 3-7. Ote Oulun kaupungin asemakaavayhdistelmästä (Oulun kaupunki 2022).

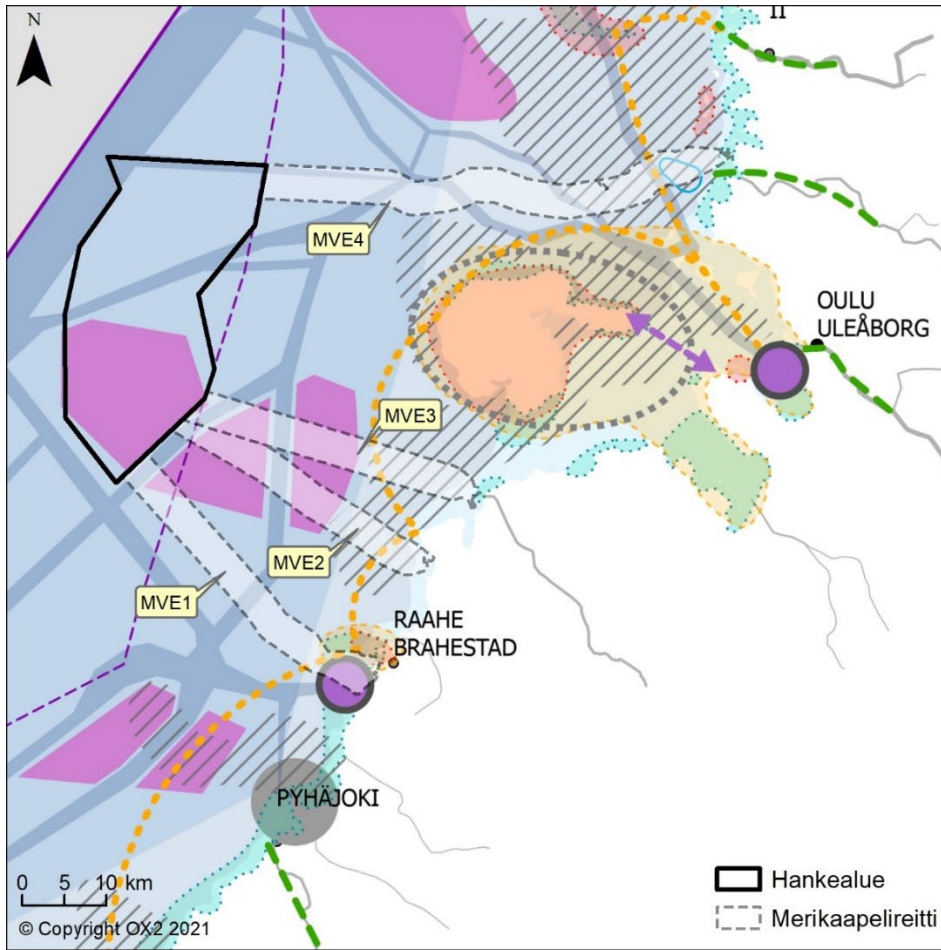
Raahessa (MVE1 ja MVE2), Siikajoella (MVE3) tai Oulussa (MVE4) ei ole vireillä asemakaavahankkeita merituulivoimapuiston tai merikaapelien tutkimuskäytävien alueilla.

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. Pohjois-Pohjanmaan liitto laatii yhteisen Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren merialuesuunnitelman Lapin, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan liittojen kanssa. Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren merialuesuunnitelma 2030 on hyväksytty joulukuussa 2020. Pohjoisimman merialuesuunnitelma-alueen ominaispiirteitä ovat maankohoamisrannikko, suuret joet asutettuine suistoalueineen, merialueen osittainen mataluus ja jääpeitteiset talviolosuhteet. (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2021b)

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 kestävä käyttöä sekä meriympäristön hyvän tilan saavuttamista. Vaikka merialuesuunnittelusta säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa, merialuesuunnitelma ei ole osa alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää.

Merialuesuunnitelmassa on osoitettu kohde- tai aluevarausmerkinnöin merkittäviä tai potentiaalisia alueita sekä viivamerkinnöin tunnistettuja yhteyksiä tai yhteystarpeita. Eteläinen osa merituulivoimapuiston alueesta on osoitettu energiantuotannon alueeksi. Merituulivoimapuiston alueelle on osoitettu lisäksi merenkulun alueita. Merikaapelivaihtoehdot MVE1-3 sijoittuvat osin energiantuotannon alueille ja merenkulun alueille. Manneren läheisyydessä merikaapelivaihtoehdot MVE2, MVE3 ja MVE4 sijoittuvat kalastuksen alueelle. Kaikki merikaapelivaihtoehdot sijoittuvat osittain matkailu- ja virkistysyhteydelle. MVE1 tutkimuskäytävä sijoittuu Raahan sataman alueelle, joka on osoitettu kansainvälisesti merkittäväksi satamaksi (TEN-T). Merikaapelivaihtoehto MVE4 sijoittuu osin vesiviljelyn alueelle. Vaihtoehdot MVE1, MVE2 ja MVE4 sijoittuvat alueille, jonne on osoitettu merkittäviä vedenalaisia luontoarvoja.



Selite - Förklaring

Merialuesuunnittelun vyöhykkeet

Zoner inom havsplaneringen

- 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 havsplaneringen

- 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 havsplaneringen

- 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

- Talousvyöhykeraja - Ekonomiska zonens gräns
- Aluevesiraja - Territorialvattengräns

Kuva 3-8. Ote Pohjoisen Selkämeren, Merenkurkun ja Perämeren merialuesuunnitelmasta 2030. (Merialuesuunnittelu 2022).

3.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Selvitettäessä vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön 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. Mahdolliset maankäytön ristiriidat ja kaavojen muutostarpeet osoitetaan ja kuvataan.

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

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

4 ASUTUS, VIRKISTYSKÄYTTÖ JA IHMISTEN ELINOLOT

4.1 Nykytila

4.1.1 Asutus

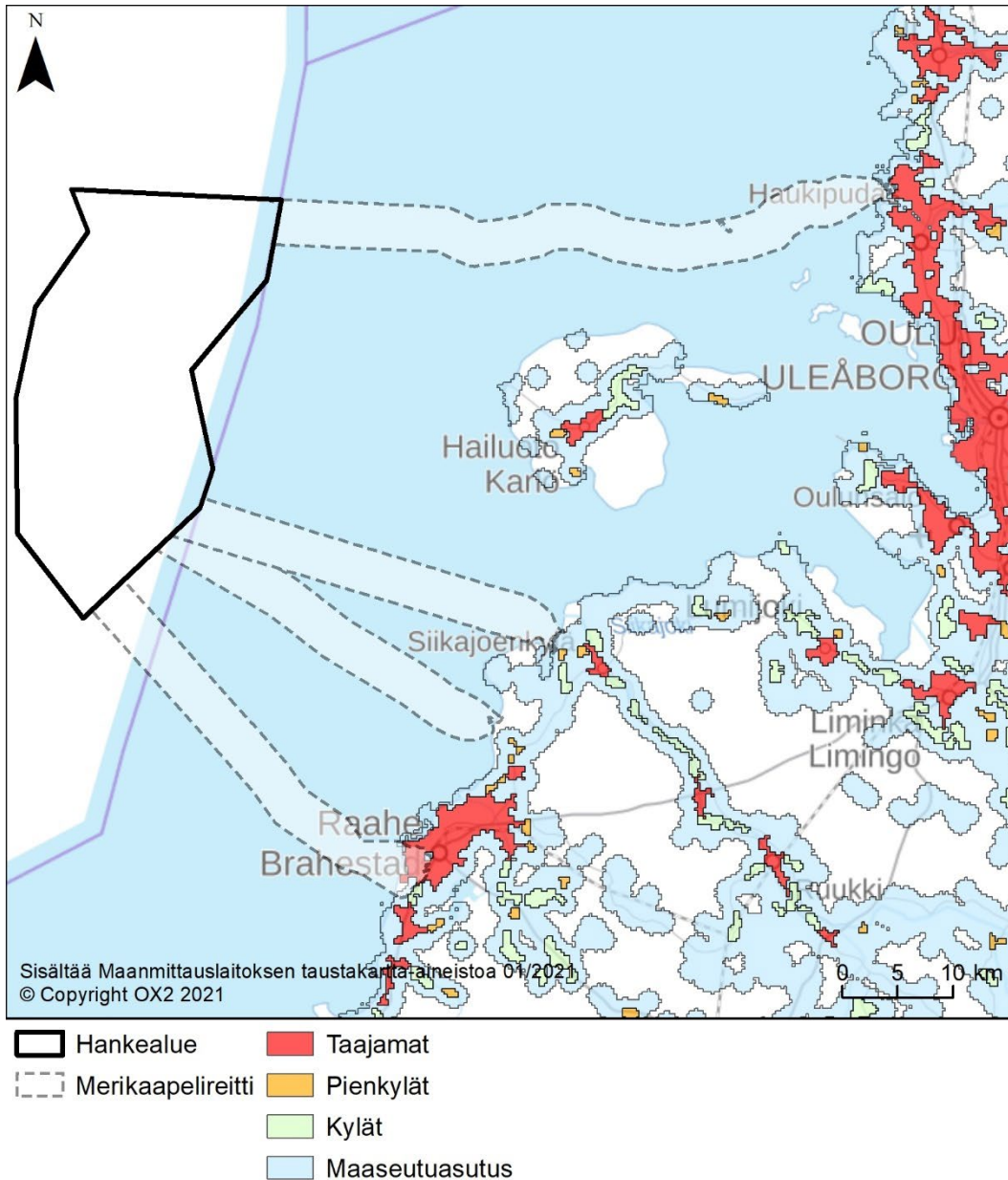
Merituulivoimapuiston alue sijaitsee avomerialueella, lähimmillään noin 23 kilometrin etäisyydellä Hailuodosta, jonka taajamaan etäisyyttä on noin 30 kilometriä (Kuva 4-1). Muut lähimmät yhdyskuntarakenteen taajamat sijaitsevat Raahessa (etäisyys noin 35 km) ja Siikajoenkylässä (noin 37 km) (Suomen ympäristökeskus 2022a). Valtaosaltaan vaikutusalueen rannikkoalue on luokiteltu maaseutu-asutukseksi, mutta myös kyliä ja pienkyliä sijoittuu rannikon tuntumaan. Oulun keskustaan tuulivoimapuistoalueelta on etäisyyttä noin 65 kilometriä.

Merikaapelilla on neljä rantautumisvaihtoehtoa, joista MVE1 suuntautuu kohti Raahan keskustaaajamaa, MVE2 kohti Raahan Pöllänperää, MVE3 kohti Siikajoen Kirkonkylää ja MVE4 kohti Haukiputaan Martinniemeä, joka kuuluu Ouluun. Vetyputken reitin osalta tarkastellaan yhtä reittiä, joka sijoittuu merikaapelireitin MVE1 kanssa samaan tutkimuskäytävään.

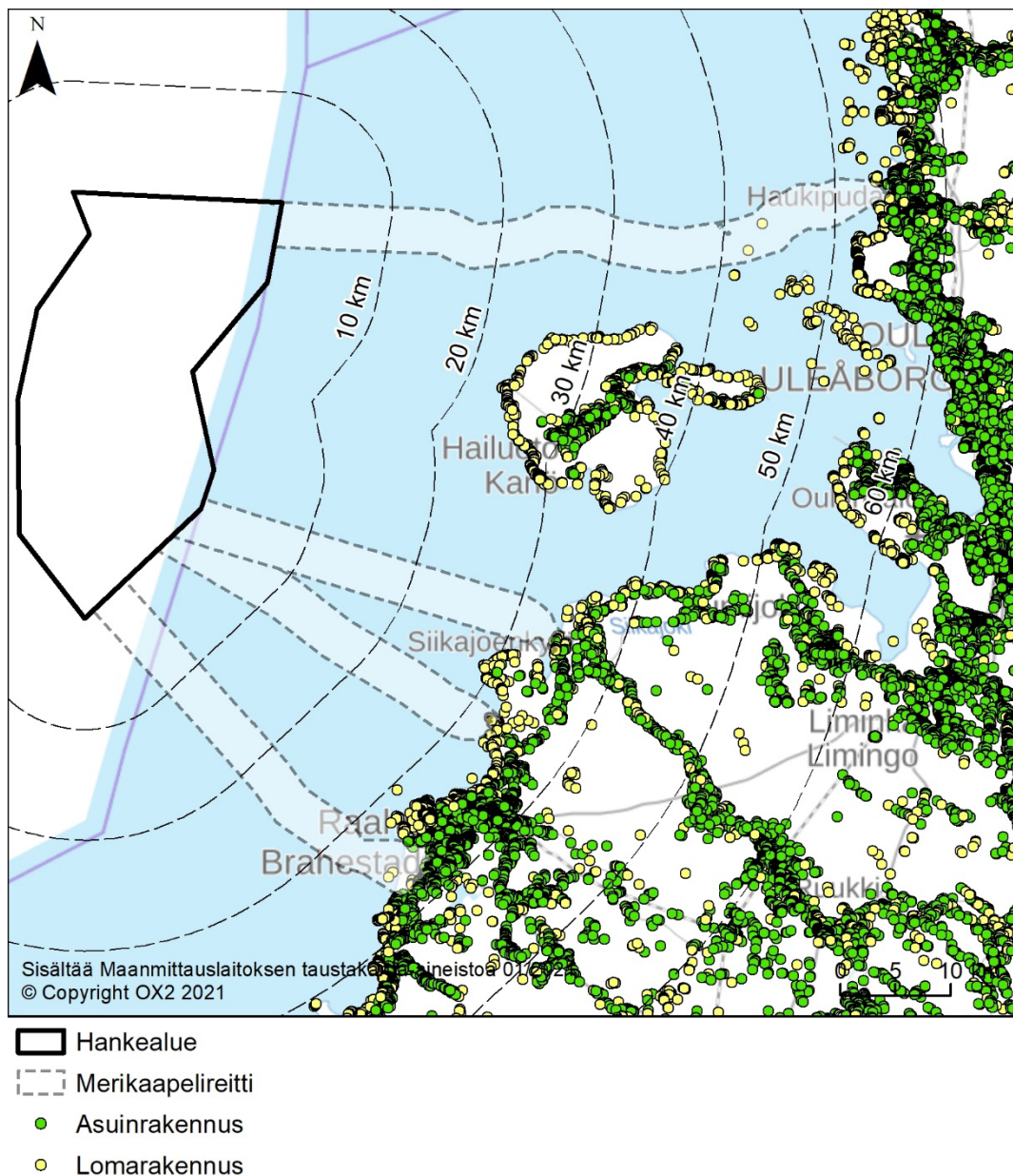
Lähin asutus sijaitsee Hailuodossa noin 23 kilometrin etäisyydellä hankealueesta siten, että saaren rannikolla on lähes yksinomaan loma-asutusta (Kuva 4-2). Marjaniemessä on myös muutama asuinrakennukseksi luokiteltu rakennus, mutta enemmän vakituista asutusta on kunnan taajamassa. Marjaniemen aluetta ollaan kehittämässä muun muassa kaavoituksen kautta. Siikajoella lähimmät loma- ja asuinrakennukset sijaitsevat Tavossa vajaan 30 kilometrin etäisyydellä. Raahan saariston lähimpään loma-asutukseen etäisyyttä on reilu 30 kilometriä.

Merikaapelin MVE1 sekä vetyputken VVE1 rantautumisvaihtoehto sijoittuu teollisuus- ja satama-alueelle, jonka lähiympäristössä on vain vähän asuin- tai lomarakennuksia.

Kaapelikäytävälle sijoittuu lomarakennuksia muun muassa tehdasalueen edustalla (Mitti ja Louekari). MVE2:n rantautumisalueen lähiympäristössä on lomarakennuksia Yrjänän alueella. Myös MVE3:n rantautumisalueella on lomarakennuksia lähiympäristössä ja lisäksi muutama asuinrakennus. MVE4:n rantautumisalue sijoittuu Kurtinseudan alueelle, jonka lähiympäristössä on runsaasti asuinrakennuksia sekä muutamia lomarakennuksia lähinnä Laitakarissa. Haukiputaan edustalla Länsiletossa ja Isonkivenletossa sijoittuu kaapelikäytävälle kaksi lomarakennuksiksi luokiteltua rakennusta (Kuva 4-2).



Kuva 4-1. Yhdyskuntarakenteen aluejaot (Suomen ympäristökeskus 2022a).



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

4.1.2 Virkistyskäyttö

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 enemmän rannikon edustalle, esimerkiksi Raahen saaristoon, mutta näiden harrastaminen on mahdollista myös ulompana merellä. Jäällä tapahtuva virkistäytyminen, kuten hiihto, pilkkiminen ja leijalautailu keskittyy rannikoiden edustoille. Ammattikalastusta on käsitelty luvussa 6.1.7. Perämerellä harrastetaan hylkeenmetsästystä (halli ja itämerennorppa), perinteisesti esimerkiksi Hailuodon länsipuolella Merikallan alueella sekä pohjoispuolella Suurhiekan alueella, mutta harrastuksen alueelliseen kohdentumiseen vaikuttaa olennaisesti vallitseva jäätilanne.

Hankkeen vaikutusalueelle sijoittuu merkittäviä linturetkikohteita kaakkoispuolella Tauvonniemelle (etäisyys tuulivoimahankealueelta noin 30 km) ja Pattijokisuulle Mikonkariin (noin 35 km) (Kuva 4-3). Tauvossa sijaitsee myös lintuasema. Myös Krunnien saaristo hankealueen koillispuolella noin 40 kilometrin etäisyydellä on merkittävä lintukohde, joskin retkeily siellä on rajoitettua. Krunnien saaristo muodostuu Maakrunnin ja Ulkokrunnin saarista sekä niitä ympäröivistä pienemmistä saarista ja alue on kokonaisuudessaan luonnonsuojelualuetta, ja mairinnousu on rajoitettua.

Hankkeen lähiseudun venesatamat on esitetty kuvassa 4-3. Lähin niistä sijaitsee Hailuodon Marjaniemessä noin 23 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Marjaniemi on monipuolinen virkistys- ja ulkoilualue, jossa sijaitsee muun muassa suosittu uimaranta, retkeilyreitit, majakka, hotelli, loma-asutusta ja mökkimajoitusta. Alue on tärkeä virkistymiskohde sekä paikallisesti että laajemmalti: etenkin kesällä alueella käydään myös esimerkiksi Oulusta käsin. Alueella järjestetään myös tapahtumia, suurimpina niistä kesällä Bättre Folk -kulttuurifestivaali ja syksyllä Siikamarkkinat.

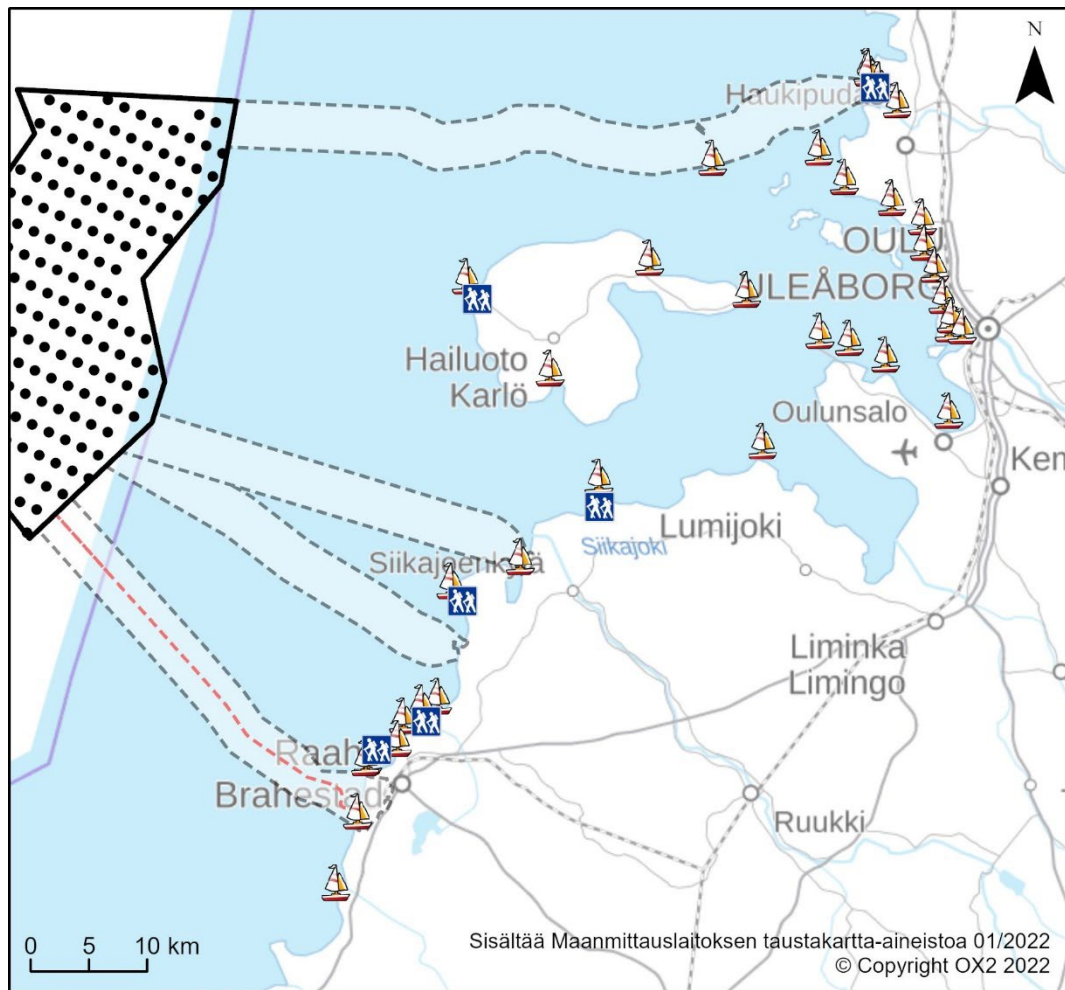
Raahessa rannikolla ja saaristossa harjoitetaan monipuolista virkistystoimintaa. Raahan saaristo sijaitsee kaupungin edustalla koostuen noin 50 saaresta ja luodosta (Kuva 4-3) siten, että uloimmista saarista hankealueelle on etäisyyttä noin 30 kilometriä. Saaristoon tehdään kesäisin risteilyjä ja retkiä, ja siellä muun muassa veneillään, melotaan, suppaillaan, uidaan ja kalastetaan. Alueella on useita venesatamia ja -laitureita, kuten myös uimapaikkoja. Talvisin saaristossa liikutaan jäitä pitkin kävellen, hiihtäen, lumikenkäillen, fatbikella ja rekikuljetuksilla. Yksittäisistä kohteista Iso-Kraaselissa on muun muassa luontopolku, laitureita, taukopaikkoja ja saarella voi myös majoittua. Taskun saari sijaitsee ulompana merellä ja siellä on muun muassa uimaranta ja taukotupa. Talvisin saareen ajetaan jäätilanteen salliessa hiihtoladut. Niin ikään ulompana sijaitsevalla Kallan saarella on tupa ja nuotiopaikka. Raahan saaristo valittiin valtakunnalliseksi Vuoden Retkikohteeksi 2016. Merikaapelireittivaihtoehto MVE1 ja vetyputkireitti VVE1 sijoittuvat hankealueelta kohti teollisuus- ja satama-aluetta Raahan saariston eteläpuolella.

Mantereella Raahessa on monipuolisia virkistyskäyttömahdollisuuksia esimerkiksi Mikonkarin alueella, jossa sijaitsee muun muassa uimaranta, lintutorni, luontopolku, kalasatama, leirikeskus, Pattijoen veteraanimaja ja karavaanarialue Lohenpyrstö.

Siikajoen Tauvossa on venesataman lisäksi uimaranta, asuntovaunu/-autopaikkoja sekä kesäkioski noin 30 kilometrin etäisyydellä hankealueesta (Kuva 4-3). Merikaapelireittivaihtoehto MVE2 suuntautuu hankealueelta mantereelle siten, että rantautuminen sijoittuu Tauvonniemen eteläpuolelle ja MVE3 puolestaan siten, että rantautuminen sijoittuu niemen pohjoispuolelle, jossa sijaitsee muun muassa Merikylän venesatama. Niin ikään Siikajoella sijaitsee Varessäikällä venesataman lisäksi uimaranta, muutama asuntovaunu/-autopaikka sekä kesäkioski noin 38 kilometrin etäisyydellä.

Hailuodon pohjoispuolella Kattilankallassa on suojasatama, meripelastusseuran tukikohta sekä muutama mökki. Etäisyyttä tuulivoimahankealueeseen on reilu 40 kilometriä. Merikaapelireittivaihtoehto MVE4 suuntautuu hankealueelta mantereelle Kattilankallan pohjoispuolella rantautuen Haukiputaan Martinniemeen, jossa välittömästi rantautumisalueen eteläpuolelle sijoittuu Kurtinseudan ranta-alue. Kyseinen kohde on rantametsineen paikallisesti merkittävä virkistys- ja retkeilyalue, jossa on muun muassa venesatama, uimaranta, polkuverkosto, luonto- ja kulttuuripolku sekä laavu. Alueella järjestetään myös tapahtumia.

Edellä mainittujen niin sanottujen virallisten kohteiden lisäksi hankkeen vaikutusalueella rannikolla ja saaristossa harrastetaan omatoimista virkistäytymistä luonto- ja vesistöympäristöön tukeutuen ympäri vuoden.



- | | |
|-------------------|-----------------|
| Hankealue | Vetyputkireitti |
| Tuulivoimala | Virkistyskohde |
| Merikaapelireitti | Venesatama |

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

4.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Sosiaalisten vaikutusten arviointi (SVA) on vuorovaikutteinen prosessi, jossa tunnustetaan ja ennakoitaan 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.

Tuulivoimapuiston 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) teettämiä selvityksiä tuulivoimaloiden tuottaman äänen terveysvaikutuksista.

Arvioinnin tueksi toteutetaan **kyselyitä** seuraavasti:

- Asukaskysely postitse Hailuodon länsi-, pohjois- ja etelärannikon asujille kohdentaen kysely alueellisesti sen mukaisesti minne tuulivoimalat näkyvät saaren rannikolla (kaikki vakituiset ja loma-asunnot). Muille hailuotolaisille tehdään kysely postitse satunnaisotannalla (vakituiset ja loma-asunnot).
- Asukaskysely postitse satunnaisotannalla Siikajoen ja Raahen kuntien länsirannikolle sekä Raahen saaristoon (vakituiset ja loma-asunnot).
- Asukaskysely postitse kaikkien merikaapelireittivyöhykevaihtoehtojen sisällä sijaitsevalle asutukselle (vakituiset ja loma-asunnot) sekä kaapeleiden rantautumisalueiden kaikille asukkaille muutaman sadan metrin säteelle rantautumisvyöhykkeistä.
- Kaikille avoin internet-kysely, josta tiedotetaan mm. hanketoimijan internet-sivuilla ja sosiaalisessa mediassa sekä mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi lähiseudun kuntien (mukaan lukien Oulu) ja järjestöjen eri kanavissa.
- 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 Hailuodossa (esim. Marjaniemi), Raahessa (esim. Raahen saaristo ja Mikonkari) ja Siikajoella (esim. Tauvo) 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 hankevas- taavan toimesta keskeisiin vaikutusalueella sijaitseviin yksittäisiin retkeilykoh- teisiin siltä osin kuin luvat siihen saadaan. Kyseeseen tulevat esimerkiksi vene- satamat, tulentekopaikat, tuvat ja näkö/lintutornit.

Kyselyillä kartoitetaan eri ryhmien yleistä suhtautumista hankkeeseen sekä siihen mah- dollisesti liittyviä omakohtaisia ja yleisiä huolenaiheita. Kyselyllä selvitetään vaikutus- alueen nykyistä käyttöä ja ihmisten arvioita hankkeen mahdollisista vaikutuksista. Ky- sely palvelee myös tiedottamista, sillä kyselyn ohessa jaetaan tietoa hankkeesta. Kyse- lyiden tuloksista laaditaan erillisraportti, joka liitetään osaksi YVA-selostusta. Kyselyitä täydennetään myös **haastatteluin**, jotka kohdistetaan maisemallisen vaikutusalueen keskeisten toimijoiden (järjestöt ja yritykset) avainhenkilöille esimerkiksi Raahen saa- ristossa ja Hailuodon Marjaniemessä. Ammatti- ja vapaa-ajan kalastusta koskevat ky- selyt on esitetty luvussa 6.2.5

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

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa yhdistyy kokemusperäisen, eli subjektiivisen tie- don analyysi sekä asiantuntija-arvio. Arvioinnin avulla etsitään myös keinoja mahdolis- ten haittavaikutusten ehkäisyyn tai lieventämiseen. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan YVA-lain mukaisesti myös hankkeen todennäköisesti merkittävät vaikutukset siihen mi- ten 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 tuulivoimapuisto sijaitsee ympäristöministeriön maisema-alueityöryhmän mietinnön mukaisen maisemamaakuntajaon ulkopuolella. Perämeren rannikko kuuluu Pohjanmaan alueeseen lukuun ottamatta aivan pohjoisinta Keminmaan seutua. Hankkeeseen liittyvät merikaapelit sijoittuvat Pohjanmaan maisemamaakunnan jokiseudun ja rannikon alueeseen. Aluerajat kulkevat rannikolla seuraavan kuvan mukaisesti (Kuva 5-1).

Pohjanmaan maisemamaakunta on laaja aluekokonaisuus, jonka luonne vaihtuu eri tekijöiden suhteen sekä etelästä pohjoiseen että rannikolta sisämaahan siirryttäessä. Yhteistä koko alueelle ovat suurehkot joet, selvärajaiset jokilaaksot ja näiden väliset lähes asumattomat selännealueet sekä suhteellisen tasainen maasto, jonka korkeusvaihtelut ovat yleensä vähäiset.

Pohjois-Pohjanmaan jokiseudun ja rannikon maisemaa rytmittävät kohtisuoraan kohti merta laskevat virrat ja jokilaaksoissa sijaitsevat, yleensä kapeat viljellyn maan vyöhykkeet. Maasto on Pohjois-Pohjanmaan laajalla alangolla ehkä tasaisempaa kuin missään muualla maassamme. Limingan kuuluisat niityt ovat syntyneet tälle maamme ehkä laajimmalle yhtenäiselle savikko-silttialueelle, jota ympäröivät niin ikään maamme laajimmat hiekkaiset ja soraiset, Pattijoelta Haukiputaalle ulottuvat rantakerrostuma-alueet. Koska rannat ovat olleet kovalle tuulille alttiina, on syntynyt laajoja dyynikenttiä. Esimerkiksi Hailuodossa on hienoja dyynikenttiä. Maaston loivan topografian takia maankohoamisen seurauksena paljastuvat rantavyöhykkeet ovat hyvin laajoja. (*Ympäristöministeriö 1992a ja b*).

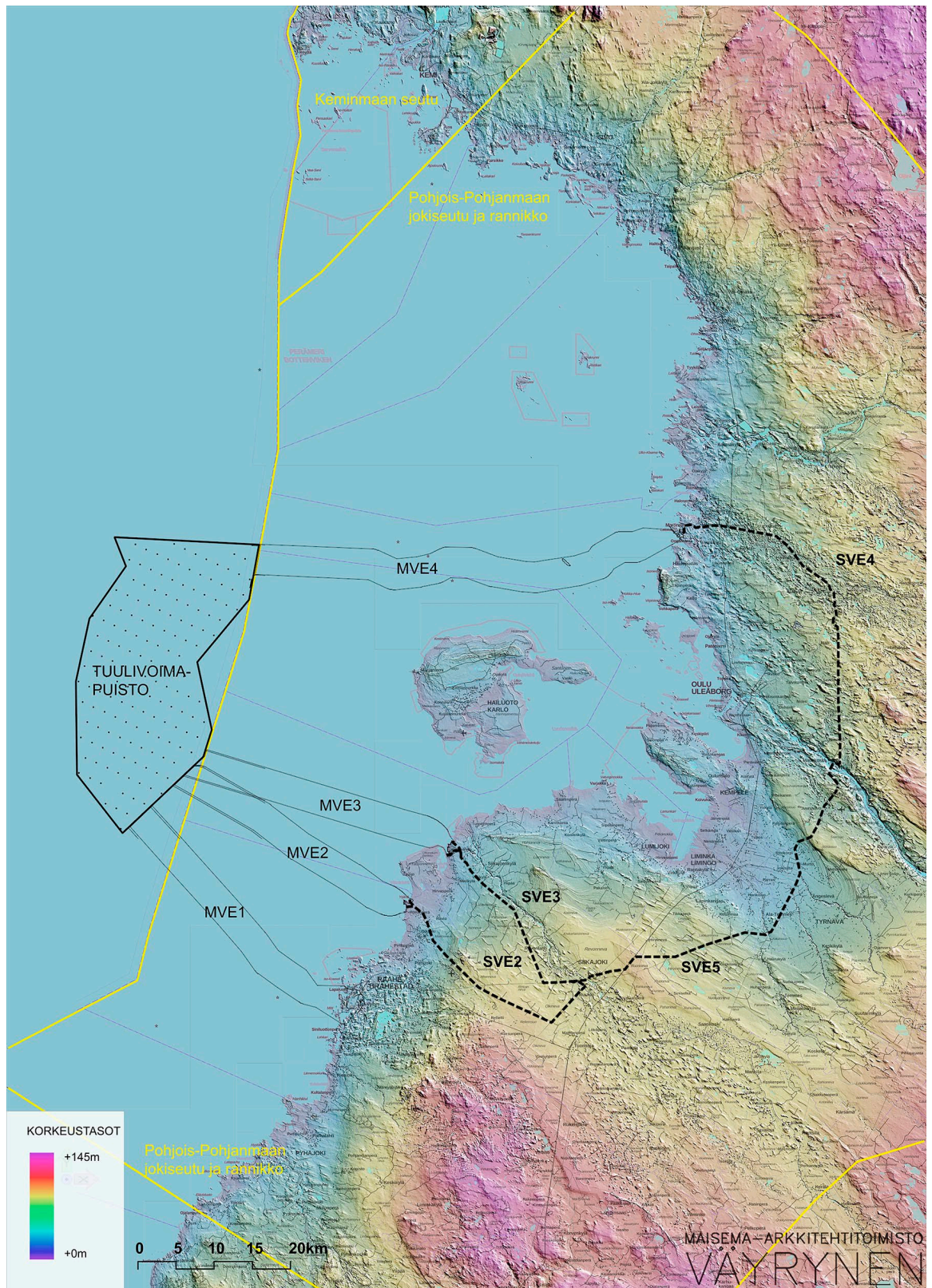
Hankealue on avomerta suurimman osan vuodesta. Perämeri alkaa jäätymään syksyllä pohjoisosastaan marraskuun aikana ja vastaavasti keväällä, touko-kesäkuun vaihteessa, viimeisetkin jäät sulavat. Lähin saari on 23 kilometrin etäisyydellä sijaitseva Hailuoto. Seuraavaksi lähin saari on 40 kilometrin etäisyydellä sijaitseva Ulkokrunni.

Hailuoto on pinta-alaltaan Suomen kolmanneksi suurin saari. Saaren ensimmäisten osien arvioidaan nousseen merestä noin 1700 vuotta sitten, ja nykyisen muotonsa se on saanut useiden eri saarien yhteenliittymänä. Nykyinen Hailuoto on muodostunut useista erillisistä saarista. Maannousun jatkuessa se kasvaa aikanaan kiinni mantereeseen. Länsireunan louhikkoinen Marjaniemen kärki on harjun sydänosan kulumisjäännös. Kivikot osoittavat aaltojen huuhdelleen saaren hiekkarantoja, mutta lohkarevallit osoittavat myös ahtojäiden puskeneen rajusti rantoja vasten. Lentohiekkavallit ja rantavallit ovat Hailuodon pinnanmuotoja luonnehtiva erikoispiirre, varsinkin pohjois- ja länsirannikolla. Hailuodon päämaalaji on hiekka, josta on rakentunut saaren harjumuodostelmat ja hiekkaiset rannat.

Rannikko on lähimmillään 30 kilometrin etäisyydellä Tavonniemessä Siikajoella. Voimakkaan maankohoamisen ja jokien tuoman lietteen vuoksi Siikajoen rantaviiva muuttuu jatkuvasti. Saaria on vain Siikajoen suun seutuvilla. Ranta-alueilla, varsinkin Tavonniemen seudulla on kasvittomia dyynialueita. Kauempana rannikolta on mäntymetsää kasvavia kankaita. Siikajokisuun ja Siikajoen varren maisema-alue on luonteeltaan joenvarren viljelymaisemaa perinteisine rakennuksineen, jotka sijoittuvat joen molemmin puolin kulkevan tien varteen ja joen varteen. Joen kuljettaman hiekan ja maannousoaman yhteisvaikutuksesta syntyneet särkät ovat muodostaneet vesilinnuston suosiman suistoalueen.

Perämeren rannikko on rantaviivan osalta pienipiirteistä ja paikoin rikkonaista. Raahesta Haukiputaalle sijaitsevalla rantavyöhykkeellä esiintyy runsaasti hiekkaisia maalajeja, joihin on muodostunut rantadyynejä ja erilaisia harjumuodostelmia. Alueella maaston

korkeuserot ovat yleensä vähäiset lukuun ottamatta Virpiniemen harjumuodostelman jyrkkää rantaa. Rannat ovat yleensä hiekkarantoja tai laajojen rantaniittyjen peitossa. Raahesta etelään sijaitsevalla rantavyöhykkeellä vuorottelevat moreeni ja hiekkamuodostelmat, jotka aivan Raahen eteläpuolella ovat kumpareisia rantaan asti. Rannat ovat kivikkoisempia ja hiekkarantoja on selvästi vähemmän. Raahen kaltainen kumpareinen muodostelma sijaitsee myös Haukiputaan pohjoispuolella sekä Iin kohdalla, josta alkaa pääosin moreenikumpareista koostuvat rantavyöhykkeet aina Tornioon asti.



Kuva 5-1. Merituulivoimapuiston, merikaapelien ja voimajohtojen sijainti mantereen maaston korkeustasojen ja maastonmuotojen suhteen.

5.1.2 Maiseman ja kulttuuriympäristön arvotetut alueet

Hankkeen lähialueilla on valtakunnallisesti arvokasta maisema-aluetta ja rakennusperintöä, suojeltua rakennusperintöä, maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita ja muita merkittäviä kulttuurihistoriallisia tai maisemallisesti arvokkaita kohteita (Kuva 5-2, Taulukko 5-1).

Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet inventoitiin vuosina 2010–2015 (*Ympäristöhallinto 2021*). 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 Hailuodon valtakunnallisesti arvokas maisema-alue noin 20 kilometrin etäisyydellä. Hailuodon saariyhdyskunta kalastukseen, laiduntamiseen ja maanviljelyyn liittyvine omaleimaisine kulttuuripiirteineen on erikoislaatuinen Pohjois-Pohjanmaan jokiseutua ja rannikkoa edustava maisema-alue. Seuraavaksi lähimpänä ovat Limingan lakeuden kulttuurimaisema (51 kilometriä) ja Simon rannikon kulttuurimaisemat (60 kilometriä) (*Museovirasto 2021a*).

Valtakunnallisesti arvokasta rakennusperintöä on lähimpänä noin 23 kilometrin päässä tuulivoimapuistosta sijaitsevassa Hailuodossa Aluerajaus on hivenen eri kuin valtakunnallisesti arvokkaassa maisema-alueessa. Seuraavaksi lähimpänä on Iso-Kraaselin ja Taskun tunnusmajakat Raahen edustalla noin 34 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta.

Lähin rakennusperintörekisteriin merkitty suojeltu kohde on Marjaniemen luotsi- ja majakkayhdyskunta Hailuodon länsirannalla noin 23 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta.

Maakuntakaavoihin merkittyä arvokasta maisemaa tai kulttuuriympäristöä on lähimpänä Hailuoto 20 kilometrin etäisyydellä, Tauvo 28 kilometrin ja Raahen saaristo ja merimaisemat 30 kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta (*Museovirasto 2021a*).

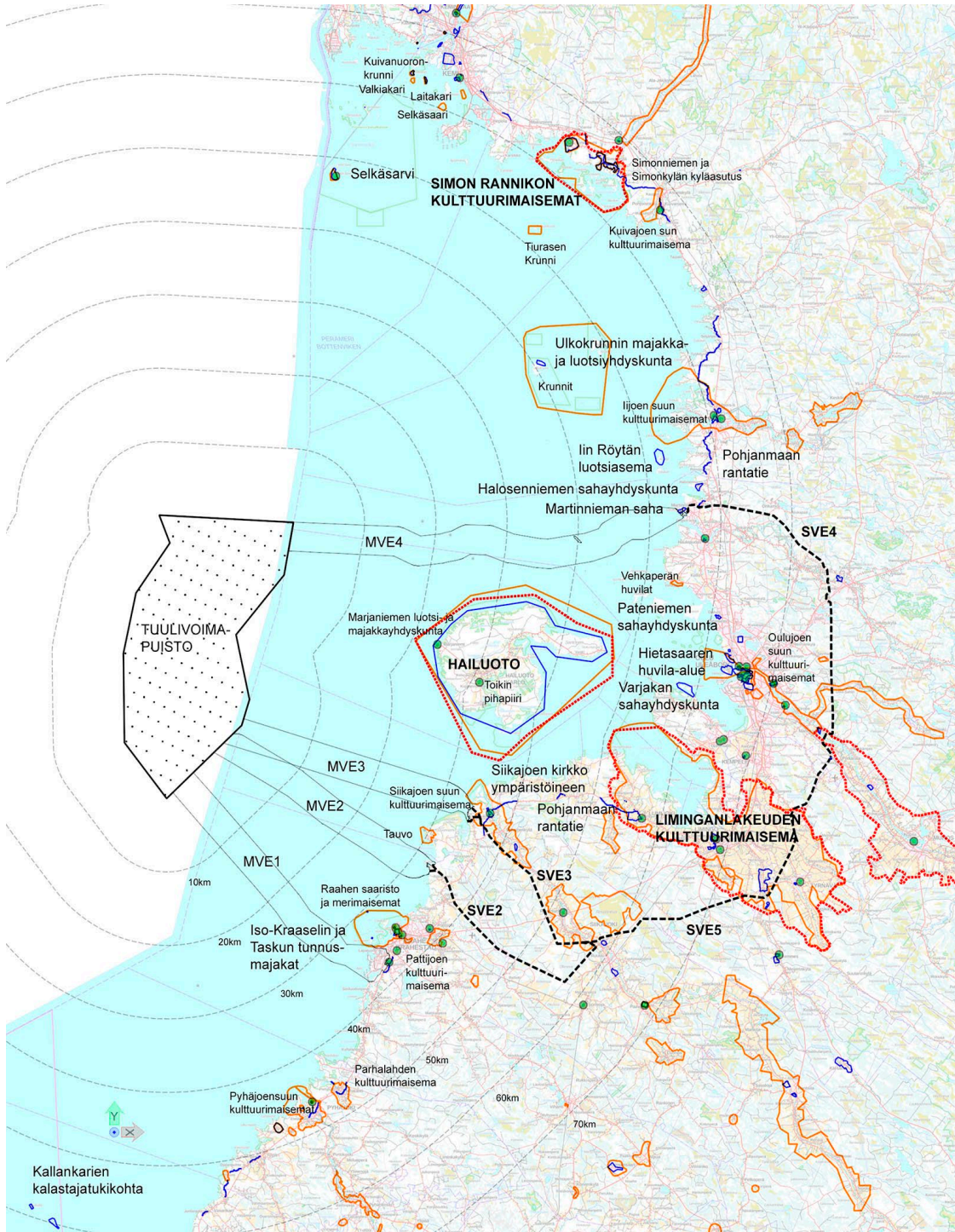
Taulukko 5-1. Kulttuuriympäristön arvohteiden etäisyyksiä hankealueesta.

Valtakunnallisesti arvokas maisema-alue	Etäisyys merituulivoimapuistosta
• Hailuoto	20 km
• Limingan lakeuden kulttuurimaisema	51 km
• Simon rannikon kulttuurimaisemat	60 km

Valtakunnallisesti arvokasta rakennusperintöä:	
• Hailuoto	23 km
• Iso-Kraaselin ja Taskun tunnusmajakat	34 km
• Siikajoen kirkko ympäristöineen	36 km
• Pohjanmaan rantatie	37 km
• Ulkokrunnin majakka- ja luotsiyhdyskunta	40 km
• Selkäsarvi	47 km
• Martinniemen saha	54 km
• Halosenniemen sahayhdyskunta	56 km
• Ruukin maatalousoppilaitos	60 km
• Hietasaaren huvila-alue	62 km

Lähimmät rakennusperintörekisteriin merkityt suojelut kohteet:	
• Marjaniemen luotsi- ja majakkayhdyskunta	23 km
• Toikin pihapiiri	31 km

Maakuntakaavoihin merkittyä arvokasta maisemaa tai kulttuuriympäristöä:	
• Hailuoto	20 km
• Tauvo	28 km
• Raahen saaristo ja merimaisemat	30 km
• Siikajoen suun kulttuurimaisema	33 km
• Krunnit	37 km
• Oulujoen kulttuurimaisemat	60 km



MERKKIEN SELITYKSET

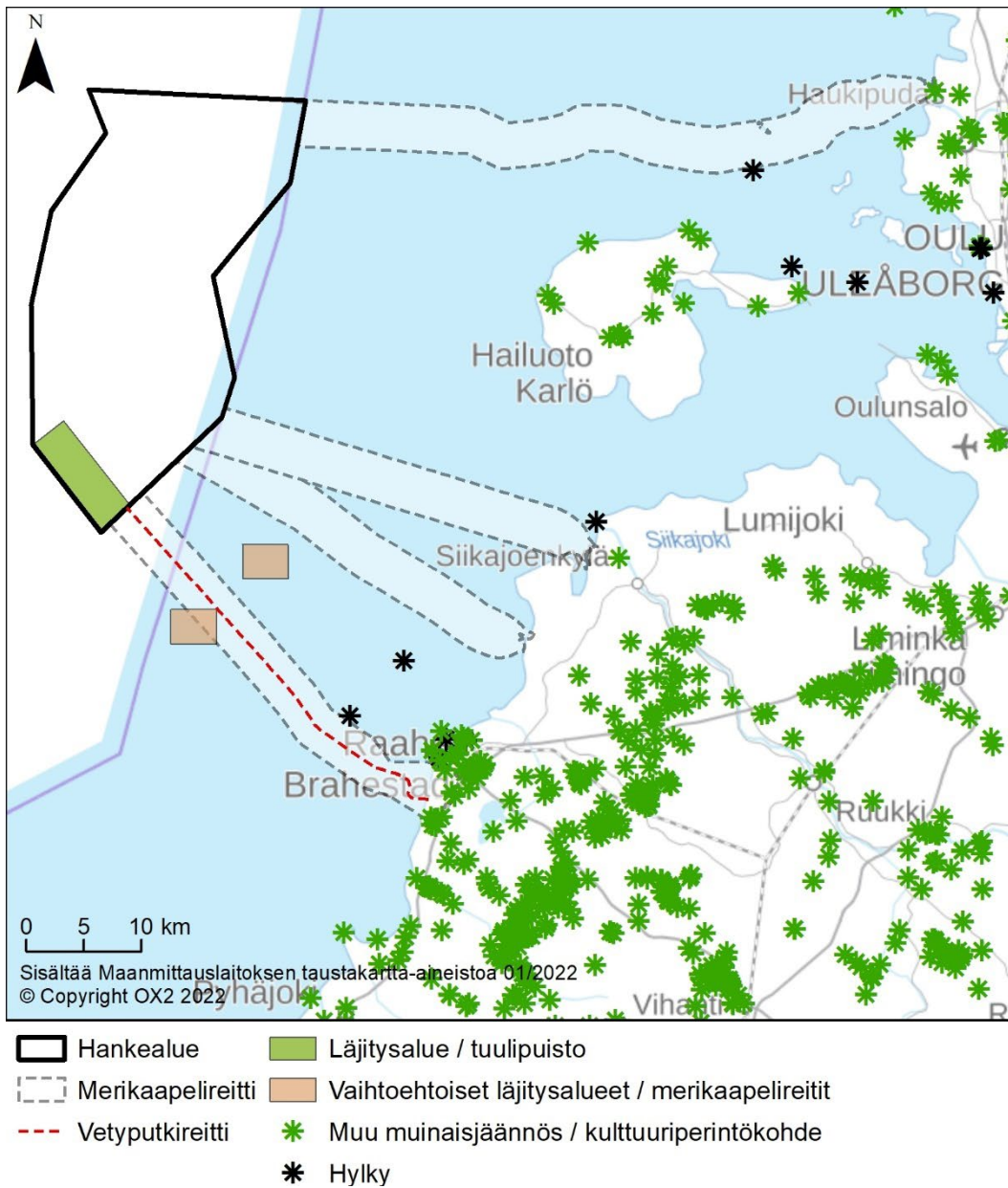
- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | VALTAKUNNALLISESTI ARVOKAS MAISEMA-ALUE |  | MAAKUNTAKAAVAAN MERKITTY KULTTURILISESTI TAI MAISEMALLISESTI ARVOKAS ALUE |
|  | VALTAKUNNALLISESTI ARVOKAS RAKENNETTU KULTTUURI-YMPÄRISTÖ |  | TUULIVOIMAPUISTO |
|  | RAKENNUSPERINTÖREKISTERIIN MERKITTY SUOJELTU KOHDE |  | VOIMALINJA |

Kuva 5-2. Lähimmät 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 hyllyn osa, jonka uppoamisesta voidaan olettaa olevan yli sata vuotta, rinnastetaan kiinteään muinaisjäännökseen.

Hankealueella tai sen läheisyydessä ei sijaitse tunnettuja muinaisjäännöksiä tai muita kulttuuriperintökohteita. Myöskään merikaapelireittien tutkimuskäytävien alueella ei sijaitse tunnettuja muinaisjäännöksiä, mutta niiden läheisyydessä merellä sekä rantautumisalueilla on Muinaisjäännösrekisterin perusteella muutamia kohteita, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 5-2) ja kuvassa (Kuva 5-3) (*Museovirasto 2021b*). Lisäksi merikaapelireittien rantautumisalueiden läheisyydessä (etenkin MVE1) sijaitsee useampia kohteita (Kuva 5-3). Mantereen sähkösiirtoreittien alueilla olevat kohteet on esitetty YVA-asiakirjan B Osassa (Mantereen sähkönsiirto).



Kuva 5-3. Hallan merituulivoimapuiston hankealueen ja merikaapelireittien alueella tai läheisyydessä sijaitsevat muinaisjäänökset ja muut kulttuuriperintökohteet.

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

Kohde	Tyyppi	Tunnus	Sijainti
Tamara XI 2	alusten hylyt	1000023419	Raahen edustalta n. 9 km ja n. 500 m MVE1:stä
Ristikari	kirkkorakenteet	1000020962	MVE1 rantautumisalue
Mutala	asuinpaikat	1000031871	MVE1 rantautumisalue
Kirkkoluoto	kivirakenteet	1000029356	MVE1 rantautumisalue

Kohde	Tyyppi	Tunnus	Sijainti
Tamara XI 1	alusten hylyt	2664	Raahen edustalta n. 8 km ja n. 4 km MVE2:sta
Simppusäikkä	alusten hylyt	1860	Siikajoen suulla, n. 1 km MVE3:sta
Sofia Maria	alusten hylyt	1865	Hailuodosta n. 7 km pohjoiseen, n. 250 m MVE4:n eteläpuolella
Deux Celina	alusten hylyt	1862	n. 13 km MVE4:stä
Selkäletto 1 ja 2	kivirakenteet	1000011130	n. 13 km MVE4:stä
Satakari	asuinpaikat	1000042211	n. 5 km MVE4:stä
Kriisi 1	asuinpaikat	1000042032	n. 2,5 km MVE4:stä
Kriisi 2	asuinpaikat	1000042155	n. 2,5 km MVE4:stä
Röyttä 1	kivirakenteet, kulkuväylät	1000011126	n. 6 km MVE4:stä
Röyttä 2	kivirakenteet, kulkuväylät	1000011122	n. 7 km MVE4:stä
Röyttä itäranta	teollisuuskohteet	2559	n. 7 km MVE4:stä
Laitakari	alusten hylyt	1863	n. 12 km MVE4:stä

5.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Maisema ja kulttuuriympäristöt

Hankkeen toteutuessa suoria maisemavaikutuksia aiheutuu tuulivoimalarakenteista sekä tuulivoimaloihin liittyvistä voimajohto- ym. rakenteista (voimajohto 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 tuulivoimapuiston osalta alustavasti määritelty esimerkiksi 25 kilometriä hankealueista mukaan lukien voimajohton lähiympäristö. Tässä hankkeessa maisemalliset vaikutukset

ulottuvat laajemmalle avoimen meren yli. Tuulivoimapuistoa lähimpinä olevien säähavaintoasemien Kemin, Marjaniemen ja Raahen 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 voimat näkyvät laajasti ja samoin yöllä voimaloiden lentoestevalot voivat erottua kauaksi. Alustavasti maisemallisten vaikutusten tarkastelualueeksi on määritelty 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.

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. 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.

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.

Muinaisjäännökset ja vedenalainen kulttuuriperintö

Hankealueella, merikaapelireitillä, vetyputkireitillä ja läjitysalueilla ja tullaan suorittamaan meriarkeologinen inventointi, ennen rakentamista sen jälkeen, kun tarkat suunnitelmat voimalapaikoista ja merikaapelireiteistä ovat olemassa. Tällöin tieto alueen muinajäännöksistä ja muista kulttuuriperintökohteista tarkentuu. Mahdollisia vaikutuksia tunnettuihin muinajäännöksiin arvioidaan tuulivoimapuiston rakentamisen ja toiminnan aiheuttamien vaikutusmekanismien pohjalta.

6 VESIYMPÄRISTÖ

6.1 Nykytila

Hankealue sijaitsee Perämerellä lähimmillään noin 23 kilometriä Hailuodosta länteen. Merituulivoimapuiston alue on laajuudeltaan noin 575 km² ja sen syvyys vaihtelee 12–61 metrin välillä (Kuva 1-2). Vesisyvyys on suurin alueen länsiosassa. Hankealueen hydrografiset olot vastaavat yleisiä olosuhteita pohjoisella Perämerellä. Merikaapelireitinvaihtoehdot sijoittuvat pohjoispuolella Oulun ja Haukiputaan edustalle ja etelässä Siikajoen ja Raahen edustalle.

Perämerelle on tyypillistä vähäsuolainen vesi, mataluus ja pitkä jääpeitteinen kausi. Perämereen kulkeutuu vesiä 260 000 km² suuruiselta valuma-alueelta. Valuma-alue kattaa Suomen ja Ruotsin pohjoisimmat osat. Hankealueen edustalle laskevia suurimpia jokia ovat Siikajoki, Oulujoki ja Kiiminkijoki. Perämeren vesimassat vaihtuvat jokivirtaamien vuoksi nopeasti, noin kerran viidessä vuodessa. (*Kronholm ym. 2005*).

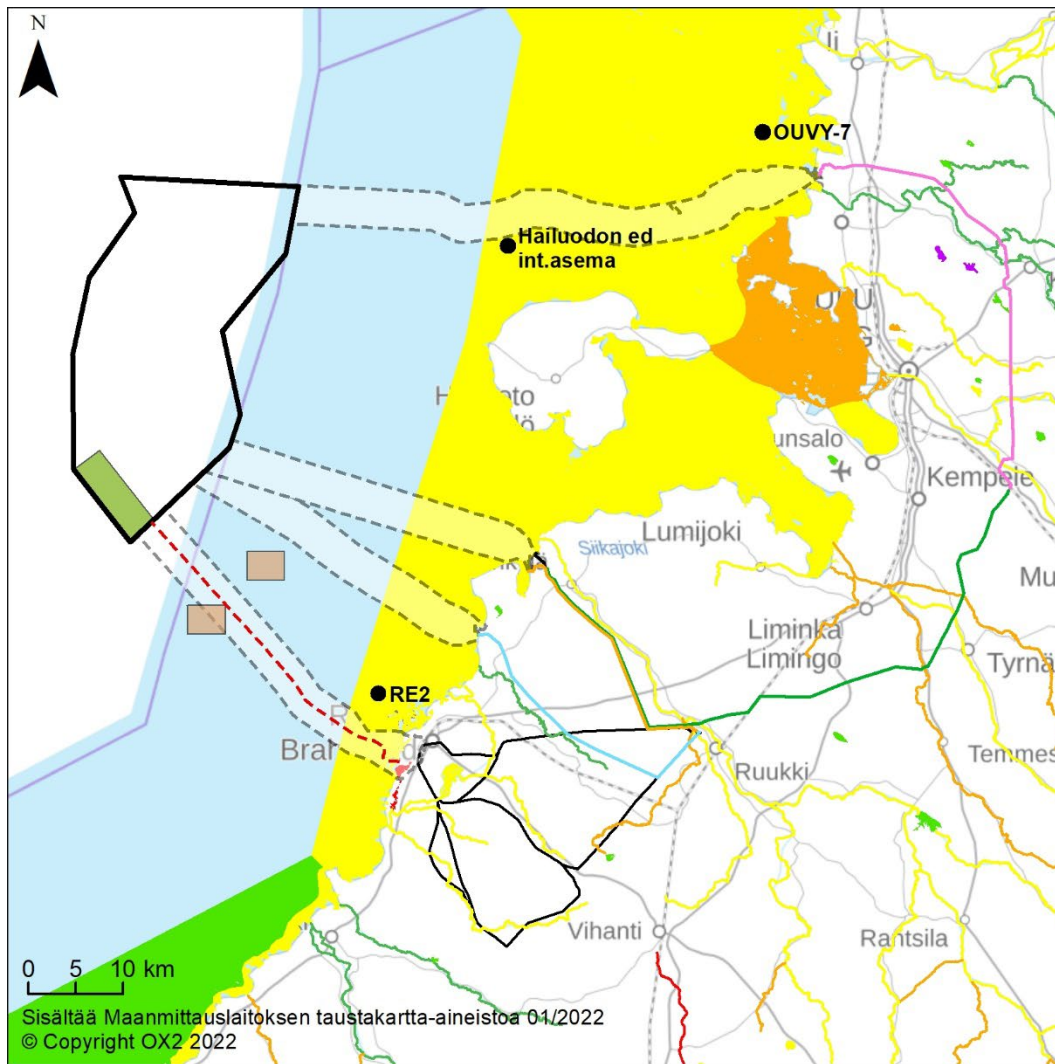
6.1.1 Vesien- ja merenhoito

Hankealue kuuluu vesienhoidon suunnittelussa Oulujoen–Iijoen–Perämeren vesienhoitoalueeseen. Merituulivoimapuiston alue sijoittuu kuitenkin vesienhoidon suunnittelualueen ulkopuolelle. Merenhoitosuunnitelmassa Perämerta käsitellään yhtenä merialueena. Oulujoen-Iijoen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 (*Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2021*) sekä merenhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 (*Ympäristöministeriö 2021*) on hyväksytty 16.12.2021.

Merikaapelireittivaihtoehdot sijoittuvat etelässä Perämeren ulompien rannikkovesien (Peu) vesimuodostumaan Raahe-Hailuoto ja Perämeren sisempien rannikkovesien (Pes) vesimuodostumiin Olkijoki-Siikajoki-Säärenperä sekä Raahen edusta (Taulukko 6-1, Kuva 6-1). Raahen edustalla lisäksi merestä padotut ja voimakkaasti muutetut Siniluodonlahti ja Kuljunlahti on erotettu omaksi vesimuodostumakseen. Pohjoisempi kaapeli-reitti sijoittuu ulompina Hailuoto-Kuivaniemi vesimuodostumaan ja sisempänä Haukipudas - Martinniemi - Räänänlahti -vesimuodostumaan.

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

Vesimuodostuma	Tunnus	Pinta-vesityyppi	Ekologinen tila	Luokituksen taso
Raahe-Hailuoto	4_PU_020	Pu	Tyydyttävä	laaja
Hailuoto-Kuivaniemi	4_PU_040	Pu	Tyydyttävä	laaja
Santosenkari-Kattilankalla	4_PU_030	Pu	Tyydyttävä	vedenlaatu
Olkijoki-Siikajoki-Säärenperä	4_PS_007	Ps	Tyydyttävä	asiantuntija-arvio
Haukipudas - Martinniemi - Räänänlahti	4_PS_015	Ps	Tyydyttävä	laaja
Oulun edusta	4_PS_014	Ps	Välttävä	laaja
Raahen edusta	4_PS_005	Ps	Tyydyttävä	laaja



- | | |
|--|-------------------------------|
| Hankealue | Ekologinen tila |
| Merikaapeli | Erinomainen |
| Vetyputkireitti | Hyvä |
| Veden laadun tarkkailupiste | Tyydyttävä |
| Voimajohtoreitti SVE2 | Välttävä |
| Voimajohtoreitti SVE3 | Huono |
| Voimajohtoreitti SVE4 | Ekologinen luokittelu puuttuu |
| Voimajohtoreitti SVE5 | |
| Voimajohtoreitit SSAB | |
| Läjitysalue / tuulipuisto | |
| Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit | |

Kuva 6-1. Vesimuodostumat, ekologinen tila ja vedenlaadun havaintopaikat (Suomen ympäristökeskus 2022b).

Vesimuodostumien ekologinen tila on määritelty vesienhoidon uusimmassa, kolmatta vesienhoitokautta 2022–2027 varten tehdyssä luokittelussa tyydyttäväksi. Edellisellä luokittelukierroksella ulompien rannikkovesien tila luokiteltiin hyväksi, mutta luokitus laski uusimmassa luokittelussa laajoilla alueilla tyydyttäväksi, vaikka suuria muutoksia

merialueiden tilassa ei ole tapahtunut. Jo edellisessä luokittelussa biologiset laatutekijät osoittivat hyvää huonompaa tilaa, mutta tilaluokittelussa painotettiin tuolloin fysikaalis-kemiallisia laatutekijöitä. Sisempiin rannikkovesiin kuuluvan Oulun edustan ekologinen tila oli edellisessä luokittelussa lähellä välttävän rajaa, mutta laski viimeisimmässä luokituksessa välttävän puolelle. Perämerellä rannikkovesien luokitteluun liittyy menetelmästä johtuvia epävarmuuksia kuten jokivesistöihin nähden hyvin tiukat luokkarajat klorofyllipitoisuudelle sekä rannikon pehmeiden pohjien pohjaeläimistön tilaa kuvaavan BBI-indeksin soveltumattomuus Perämeren luontaisesti vähälajiseen pohjaeläinyhteisöön. (*Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2021*)

Veden haitta-ainepitoisuuksien perusteella määritettävä kemiallinen tila on arvioitu hyväksi sekä 2. että 3. luokittelukaudella kaikissa em. vesimuodostumissa. Asiantuntija-arviona bromattujen difenyylietterien (PBDE) ympäristölaatunormin 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.

Perämereen kohdistuva ihmisperäinen kuormitus on pääosin peräisin jokivesistöistä. Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueella joet tuovat mereen 730 tonnia fosforia ja 15 000 tonnia typpeä vuodessa, mistä ihmisen toiminnoista aiheutuvaa kuormitusta on 466 tonnia fosforia ja vajaa 7 000 tn typpeä. Rannikon toiminnoista lähinnä yhdyskuntien jätevedenpuhdistus ja teollisuus aiheuttavat ravinnekuormitusta suoraan mereen. Kuormituksen määrä on vähäinen verrattuna jokien tuomaan kuormitukseen. Ravinteiden kuormitusta tulee vähäisessä määrin myös rannikon maa-alueilta. Perämereen laskevien jokien orgaanisen hiilen (TOC) ainevirtaama on ollut lievässä kasvussa, mikä näkyy vesien aiempaa tummempana värinä. Typpi- ja humuspitoisuudet ovat kasvaneet erityisesti turvemaavaltaisilla alueilla, minkä arvellaan johtuvan turpeen hajoamisen kiihtymisestä ilmastomuutoksen seurauksena. (*Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2021*)

Vesienhoitosuunnitelman toimenpiteillä pyritään vaikuttamaan ennen kaikkea hajakuormituksen aiheuttamaan rehevöitymiseen vähentämällä ravinteiden, orgaanisten aineiden ja kiintoaineiden pitoisuuksia. Lisäksi toimenpiteillä vähennetään vesistöjen happamoitumisriskiä sekä parannetaan pintavesien hydrologista ja morfologista tilaa. Rannikkovesiin valuma-alueelta ja jokien mukana tulevan kuormituksen väheneminen vaikuttaa viiveellä. Oulujoen eteläpuolella maatalous on merkittävin ravinnekuormituksen aiheuttaja ja vesienhoidon kannalta kuormituksen vähentämistarve on suurin, pohjoista kohti metsätalouden osuus kuormittajana kasvaa.

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.

Hallan merituulivoimapuistohanketta ei ole erikseen mainittu vesien- tai merenhoito-suunnitelmissa, vaikka toimialan kasvu on huomioitu.

Vesienhoitosuunnitelman toimenpiteet on jaoteltu sektoreittain. Tuulivoimalle ei ole esitetty varsinaisia sektorikohtaisia toimenpiteitä, mutta siihen suoraan liittyviä toimenpiteitä ovat 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
Meriluonnon monimuotoisuus	Luontotyyppien laatu ja esiintyminen ja lajien levinneisyys ja runsaus vastaavat vallitsevia fyysio- grafisia, maantieteellisiä ja ilmas- tollisia oloja.	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 Perämeren ja Merenkurkun avomerialueiden eläin- ja kasviplanktonyhteisöt ovat myös hyvässä tilassa. Merinisäkkäistä Itämerennorpan populaatio on Pohjanlahdella kasvanut, mutta lisääntyminen osoittaa heikkoa tilaa. Pyöriäistä esiintyy vain satunnaisesti eikä tila ole Suomen merialueilla hyvä. Meritaimenkantojen tila on erittäin heikko kaikilla merialueilla ja myös Perämeren vaellussiikakannat on myös arvioitu heikkoon tilaan. Merilinnut on Pohjanlahden osalta arvioitu hyvään tilaan. 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.
Vieraslajit	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.

Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat		
Kuvaaja	Selitys	Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta
Kaupalliset kalalajit	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 päivitetystä hyvän tilan arviossa tila määritettiin kansainvälisesti kiintiöillä säädellyistä kalakannoista silakalle, kilohailille, turskalle, lohelle ja vaellussiialle merialueittain niiden esiintymisen perusteella ja mikäli lajista on aineistoa. Muista kaupallisista ja lähinnä rannikko-alueella kalastettavista lajeista tila määritettiin kuhalle, Perämeren vaellussiialle sekä ahvenelle.</p> <p>Nykytila on hyvä merkittävimpien kaupallisten kantojen kuten silakan ja kilohailin osalta sekä useimpien rannikon kaupallisten kalakantojen kohdalla. Perämeren osalta poikkeuksena vaellussiikannat, joiden katsotaan olevan heikossa tilassa. Toinen merkittävä 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>
Ravintoverkot	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 huipupedet 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.

Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat		
Kuvaaja	Selitys	Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta
Rehevöityminen	Ihmisen aiheuttama rehevöityminen, erityisesti sen haitalliset vaikutukset, kuten biologisen monimuotoisuuden häviäminen, ekosysteemien tilan huononeminen, haitalliset leväkukinnat ja merenpohjan hapenpuute, on määritetty.	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.
Merenpohjan koskemattomuus	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.
Hydrografiset muutokset	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.
Epäpuhtauksien (haitalliset ja vaaralliset aineet) pitoisuudet	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 ympäristölaatu normi ylittyy muutamilla paikoilla esim. Perämeren pohjukassa.

Meriympäristön hyvän tilan kuvaajat		
Kuvaaja	Selitys	Nykytila 2018 ja arvio hyvän tilan saavuttamisesta
Kalojen epäpuh- taustasot	Epäpuhdistusolosuhteet eivät ylitä lainsäädännössä tai muissa asioissa koskevissa normeissa 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.
Merensuon- tuminen	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 roskaantumisen syytä.
Energia ja melu	Ei ole tasoltaan sellaista, että se vaikuttaisi haitallisesti meriympäristöön	Tilaa ei vuonna 2018 kyetty arvioimaan tietopuutteiden takia.

6.1.2 Veden laatu

Perämeren suolapitoisuus on enimmilläänkin vain noin 4 ‰, mikä johtuu maa-alueilta valuvan makean veden runsaasta määrästä. Jokisuilla suolapitoisuus voi olla hyvin alhainen.

Perämeressä kerrostuneisuus suolapitoisuuden mukaan on heikkoa ja epäselvää eteläisempään Itämereen verrattuna, eikä juuri estä pystysuunnassa tapahtuvaa veden sekoittumista. 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 suolakerrostuneisuutta pääse syntymään yhtä voimakkaana kuin talvella. Matalilla alueilla vedet sekoittuvat pohjaan asti, mikä aiheuttaa ajoittain jonkin verran samennusta.

Perämeren happitilanne pysyy yleensä hyvänä johtuen heikosta kerrostuneisuudesta sekä Selkämereltä virtaavasta vedestä. Merenkurkun kynnyksen vuoksi Selkämereltä pääsee ainoastaan hapekasta päällysvettä Perämereen. (*Kronholm ym. 2005*)

Perämeri on varsin niukkaravinteinen merialue. Rehevöitymisongelmia ilmenee lähinnä rannikon läheisyydessä. Ulapalla ja usein myös rannikkovyöhykkeellä fosfori on

kasviplanktontuotantoa rajoittava ravinne. 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 tyyppillisesti enemmän kuin Itämeren eteläisemmissä altaissa, koska fosforirajoitteisuuden seurauksena kasviplankton ei kykene hyödyntämään koko typpivarastoa. Jokien vaikutusalueilla voi Perämerellä kuitenkin esiintyä ajoittain myös typpirajoitteisuutta.

Joet tuovat Perämereen suuria määriä humusta. Humuksen sisältämä energia muodostaa tärkeän lisän koko Perämeren ravintoverkkoon. Ravintoverkon energiasta noin 40 % on arvioitu olevan peräisin orgaanisista aineista, pääasiassa jokien kuljettamasta humuksesta. (*Kronholm ym. 2005*)

Merituulivoimapuiston alueelta ei ole säännöllistä vedenlaadun seurantaan. Alueen hydrologisten olosuhteiden ja vedenlaadun voidaan kuitenkin arvioida vastaavan yleisiä olosuhteita pohjoisella Perämerellä.

Lähin havaintoasema, jolla on säännöllistä näytteenottoa, on Hailuodon kaakkoispuolella sijaitseva Hailuodon ed. intensiiviasema (Kuva 6-1). Merialueen vedenlaatua merikaapelireittien läheisyydessä on tarkasteltu tarkemmin ympäristöhallinnon vedenlaaturekisterin (Vesla) vuosien 2011–2021 vedenlaatutietojen perusteella (Taulukko 6-3). Vedenlaatua on lisäksi tarkasteltu Haukiputaan edustalla havaintopaikan OUVY7 ja Raahen edustalla havaintopaikan RE2 vedenlaatutulosten avulla (Kuva 6-1, Taulukko 6-3).

Oulun ja Haukiputaan edustan merialueella veden kerrostumiseen ja vedenlaatuun vaikuttaa ajoittain erityisesti Oulujoen sekä myös Kiiminkijoen vedet. Vaikutus näkyy etenkin talvella myös ulompana Hailuodossa asti. Jokivedet nostavat ravinteiden, orgaanisen aineksen ja raudan pitoisuuksia pintakerroksessa. Happitilanne on merialueella hyvä, alimmillaan on pohjan lähellä mitattu ajoittain loppukesäisin tasoa 40–60 % olevia hapen kyllästysasteita. Ravinnepitoisuudet ovat ulommalla merialueella keskimäärin pieniä kuvastaen erinomaista tai hyvää tilaa. Kasviplanktonin kokonaisbiomassatulokset ilmentävät ulkoalueella erinomaista tilaa, mutta, levien määrää epäsuorasti kuvaava klorofyllipitoisuudet, 3–4 µg/l, ovat ekologisen tilaluokituksen mukaisesti tyydyttävää tasoa. Lähempänä rannikkoa ravinnetaso sekä kasviplanktonitulokset ilmentävät lievää rehevyyttä ja tyydyttävää/välttävää ekologista tilaa.

Raahen edustan merialue sijoittuu Pyhäjoen ja Siikajoen väliin ja siellä jokivesien vaikutus vähäisempi. Happitilanne on ollut alueella hyvä, alin mitattu hapen kyllästystaso on ollut lähes 70 %. Raahen edustan ulommissa rannikkovesissä ravinnepitoisuudet ovat hyvällä tasolla. Rannikon ja Raahen kaupungin edustalla ravinnepitoisuudet kuvastavat osin lievää rehevyyttä. Kasviplanktonbiomassa ovat olleet hyvällä tasolla. Levien määrää epäsuorasti kuvaava klorofylli ilmentää alueella tyydyttävää tilaa.

Taulukko 6-3. Hailuodon edustan intensiiviaseman, Haukiputaan edustan (Ouvy-7) ja Raahen edustan (Kallan edusta RE2) vedenlaadun keski- ja ääriarvot vuosina 2011–2021 (Suomen ympäristökeskus 2022b). n = näytemäärä

	Syvyys	Happi, liuk. mg/l	Happi-kyllästys %	pH	Saliniteetti ‰	Sähkönjohtavuus mS/m	Sameus FNU	Väri mg/l Pt	Kok. P µg/l	PO4-P µg/l	Kok.N µg/l	NO2+3-N µg/l	NH4-N µg/l	Näkösyvyys m	Chl-a µg/l
Hailuodon ed int.asema (n= 100-137)															
ka	1	10,5	100	7,6	2,4	455	1,0	23	7	2	298	37	6	3,2	4,0
min	1	8,1	87	6,9	1,0	240	0,3	5	4	1	210	2	1	1,1	0,3
max	1	14,4	130	8,1	3,1	560	3,1	60	19	5	690	140	35	6	12
ka	22	10,3	88	7,5	2,7	512	1,6	19,7	10	2	334	68	30		
min	16	4,5	41	7,0	1,0	460	0,4	5	3,3	1	160	2	1		
max	24	14,0	106	7,9	3,3	580	11,0	65	32	19	630	140	220		
Haukiputaan ed OUVY-7 (n= 20-34)															
ka	1	10,3	92	7,3	1,3	250	1,5	56	13	5	407	59	48	2,3	3,2
min	1	7,9	79	6,4	0,2	90	0,3	18	5	1	260	2	1	0,7	1,1
max	1	13,4	104	7,7	2,4	350	5,9	160	28	20	640	170	220	4,6	6,4
ka	23	10,2	85	7,4	2,5	440	1,5	24	10	4	316	79	20		
min	20	7,2	68	7,1	1,0	370	0,3	5	4	1	180	28	1		
max	25	13,0	110	7,7	3,0	510	11,0	40	34	24	370	130	73		
Kallan edusta RE2 (n= 29-44)															
ka	1	11,0	96	7,7		520	0,8	20	8	2	303	46	11	3,6	3,8
min	1	8,2	77	6,8		340	0,3	5	1	1	180	2	2	1	0,5
max	1	14,0	120	8,0		610	3,2	59	18	24	660	150	34	8	11
ka	15	11,0	90	7,6		545	0,8	18	8	1	303	59	14		
min	14	8,3	67	7,2		460	0,3	6	1	1	190	2	2		
max	17	14,0	100	7,8		600	4,0	36	14	5	390	140	80		

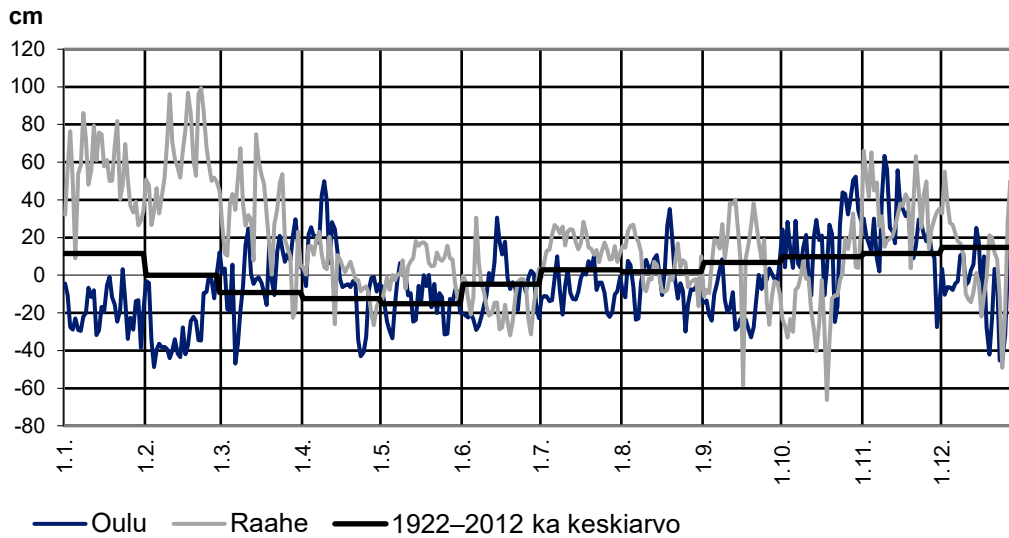
6.1.3 Meriveden korkeus, virtaukset ja aaltojen korkeus

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 vastakkaisuuntainen. 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. Syvemmillä 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.

Lähimmät vedenkorkeuden tarkastelupaikat sijaitsevat Oulussa ja Raahessa. Molemmilta asemilta on Merentutkimuslaitoksen havaintoja vuodesta 1922 lähtien. Mittausten perusteella vedenkorkeus on ollut alueella korkeimmillaan 1,8 metriä ja alimmillaan -1,3 metriä teoreettisen keskiveden suhteen. Keskimääräiset vedenkorkeusvaihtelut ovat huomattavasti pienempiä (Kuva 6-2).



Kuva 6-2. Meriveden korkeuden vaihtelu Oulussa ja Raahessa 2021.

Ilmatieteenlaitos mittaa aallonkorkeuksia poijuilla avovesikautena, mutta Perämeren osalta mittausaineistossa on katkoja. Havaintojen mukaan Perämerellä korkein, vuonna 2018 mitattu merkitsevä aallonkorkeus oli 4,6 metriä (*Ilmatieteenlaitos 2021a*). Korkein yksittäinen aalto oli tällöin arvion mukaan noin 8 metriä.

6.1.4 Jääolot

Pohjoisesta sijainnista ja pienestä suolapitoisuudesta johtuen Perämeri jäätyy yleensä talvisin ja jäätalvea kestää keskimäärin noin kuusi kuukautta (*Ilmatieteenlaitos 2022*). Yleensä jään muodostuminen alkaa Perämeren sisälahdissa marraskuun puolivälissä ja keskiosissa tammikuussa. Tyypillisesti jään vahvuus on pohjoisessa rannikoiden tuntumassa 70 cm ja meren keskiosissa 30–50 cm. Hailuodossa jään suurin vuotuinen paksuus oli vuosina 1961–1990 keskimäärin 75 cm, ääri vuosina 45 cm ja 115 cm (*Seinä ja Peltola 1991*).

Jäiden lähtö alkaa pohjoisella Perämerellä toukokuun lopussa. Jäätymisen ajankohta vaihtelee noin kuukauden keskiarvon molemmin puolin, kun taas jäänlähdon ajankohta vaihtelee hieman vähemmän. Suurin osa Perämerestä on jään peitossa vähintään 120 päivää vuodessa. Oulussa ja Raahessa jääpäivien lukumäärä oli vuosina 1961–1990 keskimäärin noin 170–175 päivää (*Seinä ja Peltola 1991*).

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 kohvajääksi.

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 hauras jää. (*Kronholm ym. 2005*)

6.1.5 Vedenalaiset luontotyypit, vesikasvillisuus ja pohjaeliöstö

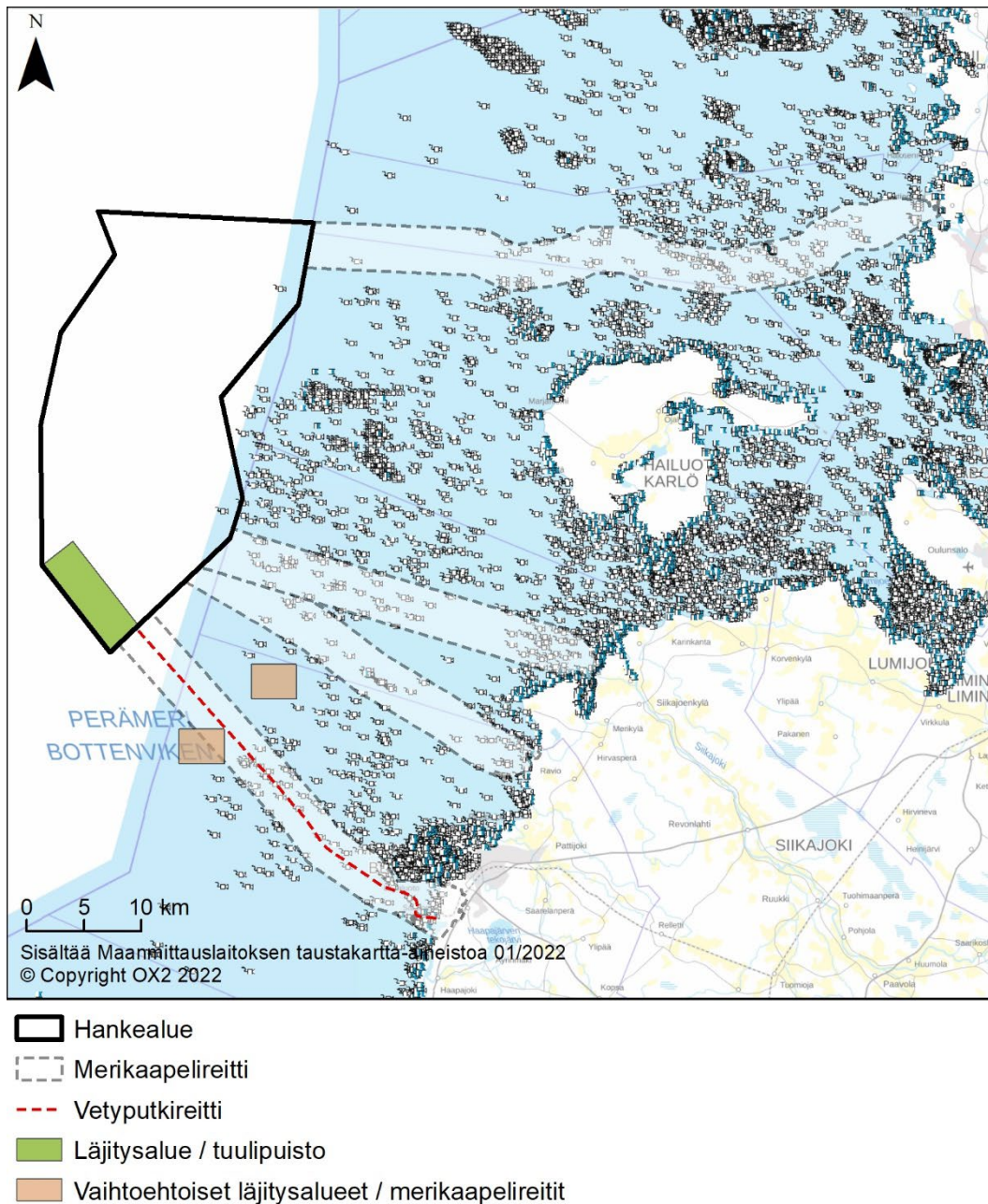
Luontotyyppien ja lajien esiintyminen merialueella

Perämeri on nuori ja matala meri, jota luonnehtii jatkuva maankohoaminen ja siten muuttuva rantavyöhyke matalilla alueilla. Perämeren lajisto on niukkaa ja sekoitus maanveden, meriveden sekä murtoveden lajeja (*Kronholm ym. 2005*). Paikallisesti lajien esiintymiseen vaikuttavat monet eri ympäristötekijät, kuten pohjan laatu, veden laatu, rannan avoimuus ja valon määrä. Merenpohjan elinympäristöjä luokitellaankin usein näiden tekijöiden perusteella erilaisiin putkilokasvien ja/tai levien ja pohjaeläinten muodostamiin yhteisöihin sekä luontotyyppeihin (*Korpinen ym. 2018*). Perämerellä hiekkapohjat ovat vallitseva pohjatyyppeihin, mikä määrittää myös eliöyhteisöjen koostumusta. Saarten rannat ovat usein kivikkoa (*Leinikki ym. 2004*).

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 Perämeren avomerialueiden pohjan tila on hyvä, mutta rannikkovesialueilla keskimääräinen tilanne on heikko (*Korpinen ym. 2018*).

Perämeren matalikoilla pohjan kasvistossa ja eläimistössä voi olla suuria alueellisia eroja. Pohjamateriaalin laatu on ratkaiseva eliöyhteisöjen jakautumisessa, ja kovilla ja pehmeillä pohjilla on omat kasvi- ja eläinyhdyskuntansa. Monilla alueilla on sekaisin pehmeitä ja kovia pohjia, jolloin kasvi- ja eläinlajisto on sekoitus näiden pohjatyypin yhteisöistä. Vuodesta 2014 lähtien toteutetun Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelman, eli VELMUn kautta on saatu runsaasti uutta tietoa Itämeren vedenalaisesta lajistosta ja eliöyhteisöistä. VELMU-aineisto koostuu pääosin videoinneista ja sukelluksista koostuvasta pisteaineistosta.

VELMU-hankkeessa Perämeren rannikkoalueiden vedenalaista luontoa on kartoitettu varsin kattavasti (Kuva 6-3), joten merikaapeleiden tutkimuskäytävien alueilta (MVE1–MVE4) on olemassa varsin paljon tietoa alueella esiintyvistä vesikasvi-, levä- sekä pohjaeläinlajistosta. Merituulivoimapuiston alueelta kartoitustietoa ei ole.



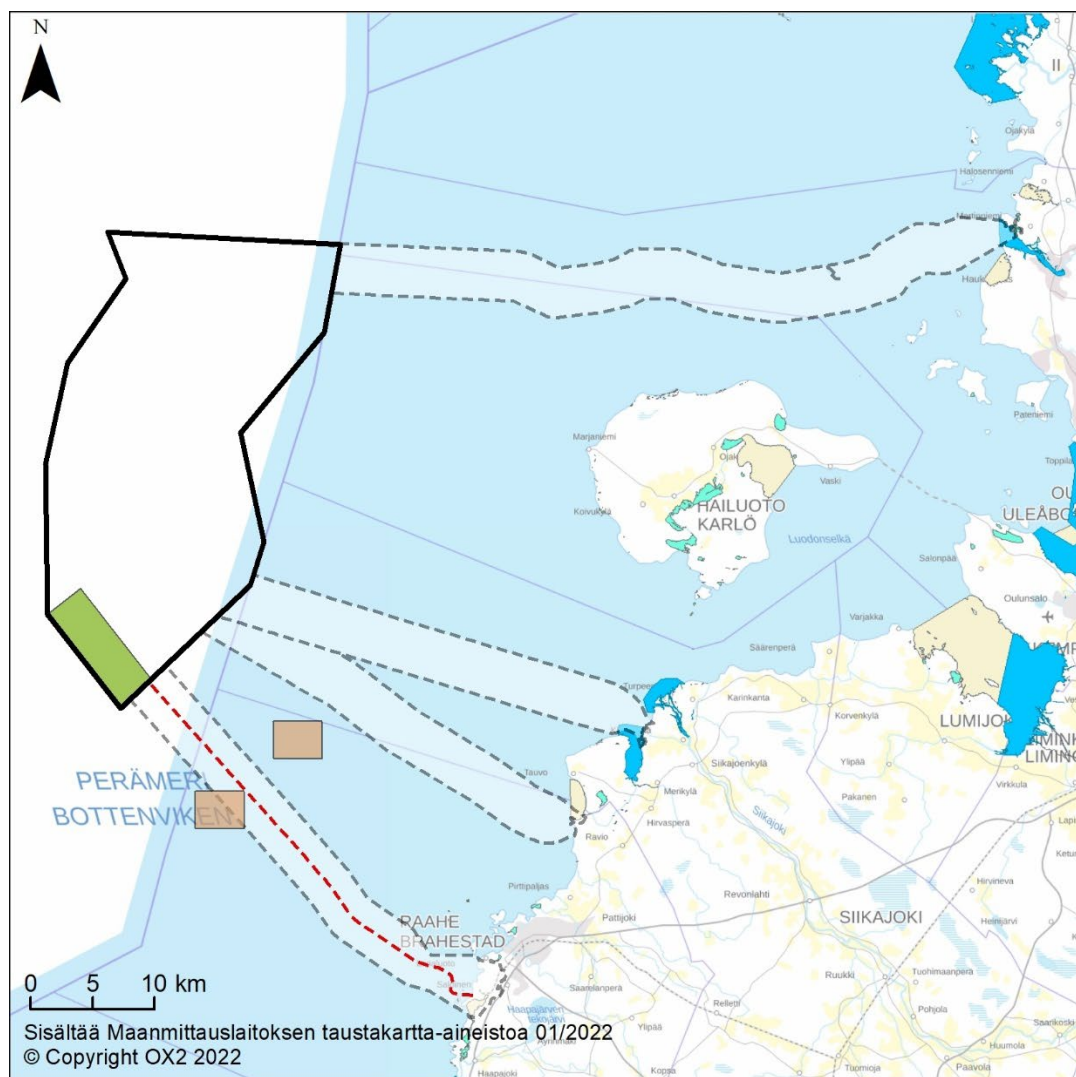
Kuva 6-3. Velmu-hankkeessa tehdyt sukellus- ja videopisteet (VELMU-hanke 2022).

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

Perämeren riutta- ja hiekkasärkkien esiintymistä on mallinnettu vuonna 2015 perustuen mm. SYKEN laatimaan merialueiden syvyysmalliin sekä GTK:n pohjanlaatuaineistoon (Kaskela & Rinne 2018). 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 harju- ja muodostumiakin ja täten potentiaalisiksi hiekkasärkkiksi 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 m:n syvyydessä Perämerellä ei juurikaan esiinny kasvillisuutta tai pohjaeläimistöä (esim. sinisimpukkaa), joita pidetään edellytyksenä etenkin riuttojen määrittelylle Natura-luontotyyppiä (Airaksinen & Karttunen 2001). Potentiaalisia riut-taympäristöjä esiintyy erityisesti hiekka-alueiden ulkopuolella kovilla pohjilla, mutta myös hiekka-alueiden sisällä (Kaskela & Rinne 2018). VELMU-hankkeessa mallinnettuja riuttoja ja hiekkasärkkäympäristöjä ei kuitenkaan enää voida esittää karttakuvissa, sillä aineisto on otettu pois julkisesta jaosta ja käytöstä.

Muista edellä mainituista luontodirektiivin luontotyypeistä merikaapeleiden tutkimus-käytävillä esiintyy laajoja matalia lahtia (MVE1, MVE2, MVE4), jokisuistoja (MVE3, MVE4), ja rannikon laguuneja (MVE1, MVE4) (Kuva 6-4).



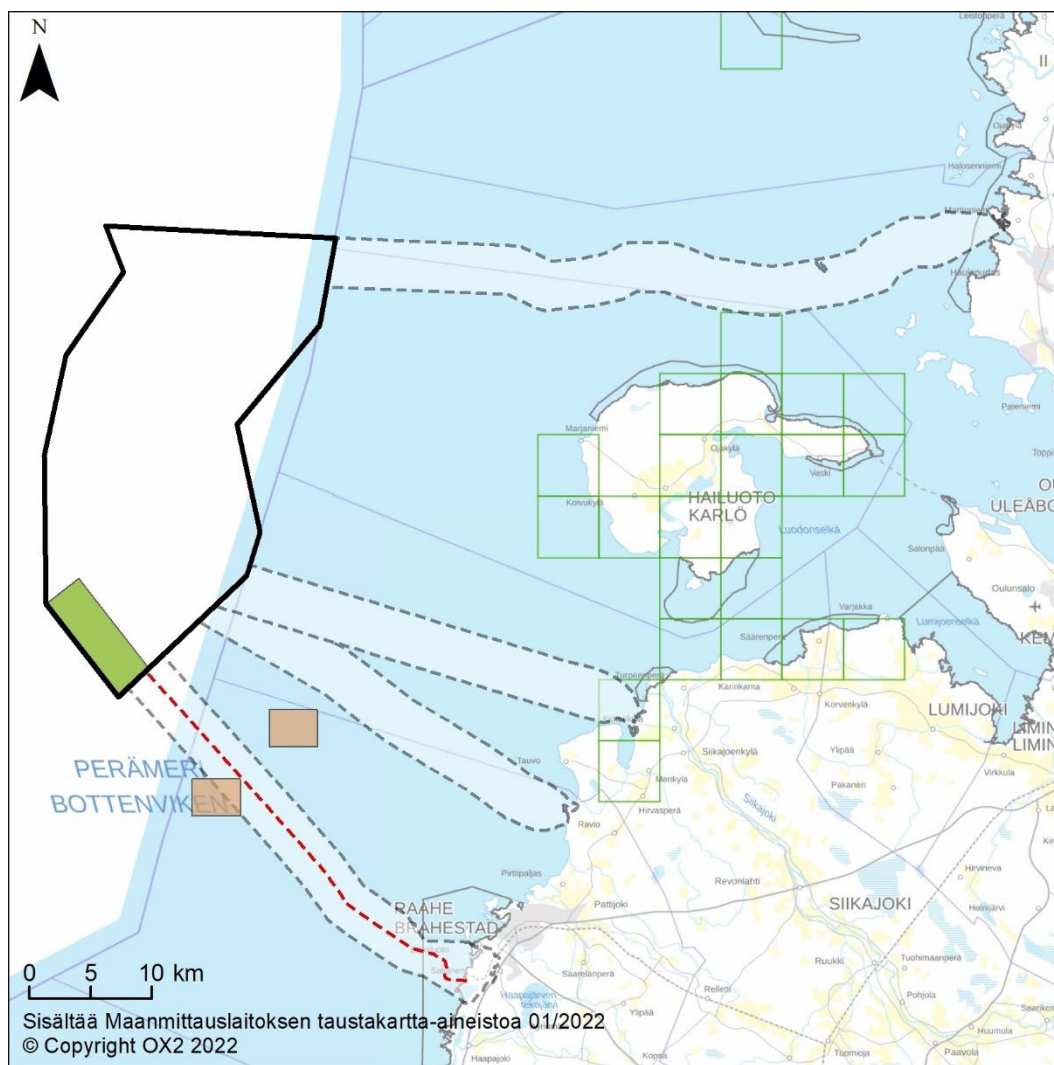
-  Hankealue
-  Merikaapelireitti
-  Vetyputkireitti
-  Läjitysalue / tuulipuisto
-  Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit

Kuva 6-4. Laguunien, jokisuistojen ja matalat lahdet-luontotyyppien sijainti (sininen=jokisuistot (1130), turkoosi=rannikon laguunit (1150), beige=laajat matalat lahdet (1160)) (VELMU-hanke 2022).

Suomen ekologisesti merkittävistä vedenalaisista meriluontoalueista (EMMA-alueet) Kalajoen-Pyhäjoen EMMA-alue (EMMA_POP_121) sijoittuu merikaapelivaihtoehdon MVE1 alueelle (*Lappalainen ym. 2020*). Kalajoen-Pyhäjoen EMMA-alueen luontoarvoina ovat erityisesti kalakannat sekä monipuolinen vesikasvillisuus. Alue on kokonaisuudessaan merkittävää kutualueutta muikulle sekä merikutuiselle siialle. Alueen vesikasvillisuutta luonnehtivat näkinpartaisniityt sekä pehmeiden pohjien putkilokasvi-näkinpartaisniityt. Rauhoitettua upossarpiota (VU) (*Alisma wahlenbergii*) löytyy laajoilta alueilta EMMA-alueelta, mutta saatavilla olevien tietojen perusteella sitä ei esiinny merikaapelivaihtoehdon MVE1 tutkimuskäytävän alueella (*VELMU-hanke 2022*). Upossarpio on myös EU:n luontodirektiivin liitteen II laji. Nelilehtivesikuusta (*Hippuris tetraphylla*), joka on myös EU:n luontodirektiivin laji, ei saatavilla olevien tietojen mukaan esiinny Kalajoen-Pyhäjoen EMMA-alueella (*VELMU-hanke 2022*) (Kuva 6-5).

EMMA-alueita esiintyy myös merikaapelivaihtoehdon MVE3 läheisyydessä (Siikajoki, EMMA_POP_127) sekä MVE4 alueella (Haukipudas-Ii, EMMA_POP_122) sekä Hailuodon pohjoisrannalla (Kuva 6-5). Siikajokisuisto on matalaa rannikon jokisuistoalueutta. Alueella on merkitystä kaupallisten kalakantojen (mm. siika) elinvoimaisuudelle (*Lappalainen ym. 2020*). Aluetta luonnehtivat monipuoliset putkilokasvilajit, mm. upossarpio. Upossarpion kartoitushavaintoja on olemassa merikaapelivaihtoehdon MVE3 alueelta (Kuva 6-5).

Haukiputaan-Iin EMMA-alue on tärkeää lisääntymisaluetta merikutuiselle siialle ja muikulle. Vesikasvillisuus on monipuolista ja lajistoon kuuluvat huomionarvoisista lajeista mm. upossarpio (Kuva 6-5).



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Vetyputkireitti
- Läjitäsalue / tuulipuisto
- Vaihtoehtoiset läjitäsalueet / merikaapelireitit

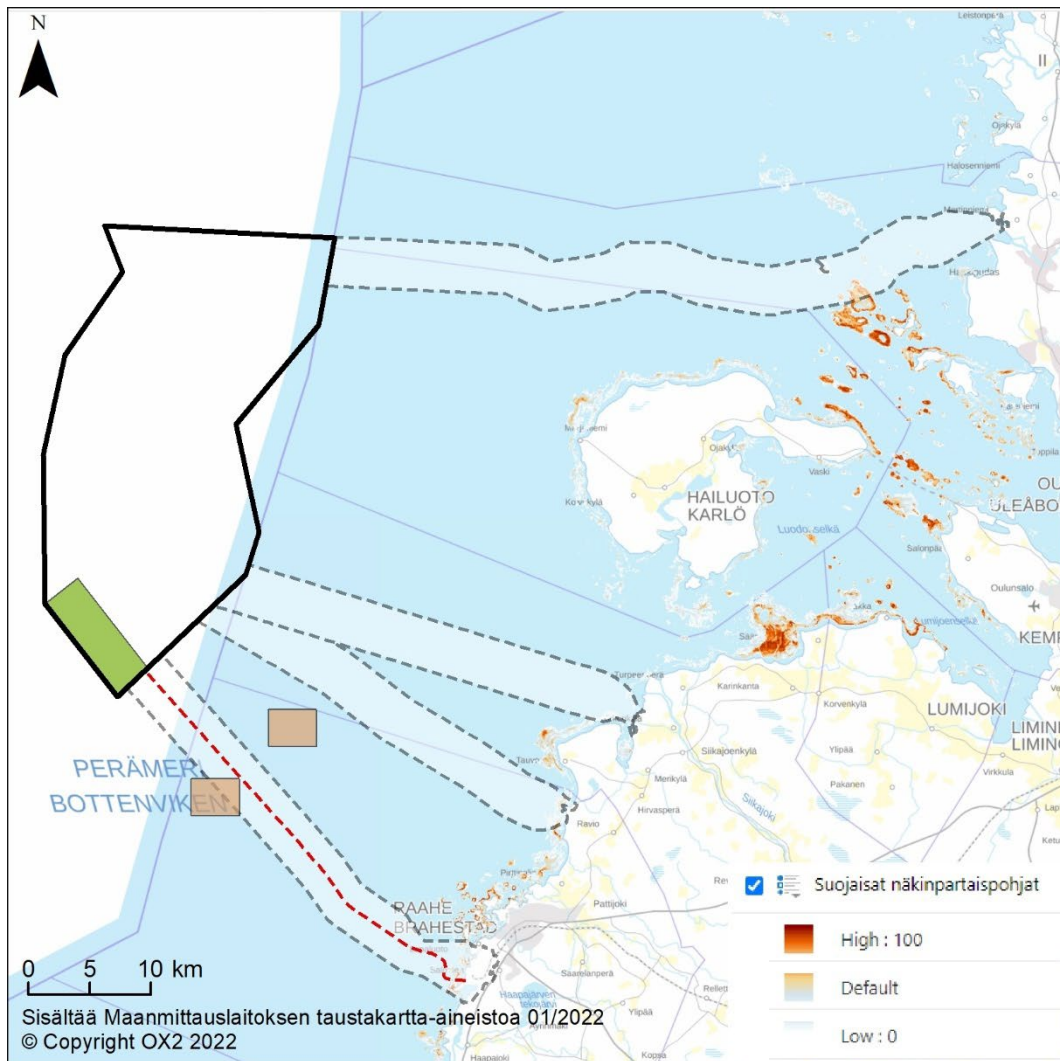
Kuva 6-5. EMMA-alueet (harmaan viivan rajaama alue) sekä upossarpion esiintymisalueet (vihreät ruudut) (VELMU-hanke 2022).

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

Suojaisia näkinpartaispohjia esiintyy VELMU-hankkeessa tehtyjen todennäköisyysmallien perusteella kaikkien kaapelivaihtoehtojen alueella, erityisesti rannikon lähellä ja matalikoilla (Kuva 6-6). Luontotyyppi sijoittuu tyypillisesti hyvin suojaisille paikoille. Luontotyyppi esiintyy usein osana fladoja ja voi esiintyä esim. ruovikoiden aukkopaikoissa. Suojaisat näkinpartaispohjat vaihtuvat useimmiten putkilokasvien vallitsemiksi pohjiksi (Kontula & Raunio 2018). Suojaisilla rannikkoalueilla Perämerellä esiintyy myös meriuposkuoriaista (*Macroplesia 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 Perämerellä puhtaita hiekkapohjia ja esiintyy 30–120 cm syvyisissä rantavesissä järviruoko- ja kaislavyöhykkeen ulkopuolella, pääasiassa hapsividalla. Merikaapelin rantautumispaikkojen matalimmat osat voivat olla lajille potentiaalisia elinympäristöjä.

Uhanalaisista luontotyypeistä merikaapeleiden tutkimuskäytävien alueella voi rannikolla esiintyä fladoja ja kluuveja. Meriajokas- tai haurupohjia ei esiinny Perämerellä. Myös varsinaisia punalevöpohjia ei esiinny Perämerellä, vaikka yksittäisiä punaleviä lajistossa esiintyykin. Suursimpukkapohjien luontotyyppiä esiintyy laikuittaisesti koko rannikon vähäsuolaisissa jokisuistoissa ja sisälähdissä ja Perämerellä erityisesti avoimemmilta saaristoalueilta. Luontotyyppin esiintymistä ei ole kuitenkaan tarkempia julkisesti saatavilla olevia tietoja. Valkokatka-merivalkokatkapohjia esiintyy Velmu-hankkeissa tehtyjen todennäköisyysmallien perusteella koko Perämeren merialueella, joten pohjia esiintyy sekä merituulivoimapuiston sekä kaapelivaihtoetojen alueella.



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Vetyputkireitti
- Läjitysalue / tuulipuisto
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit

Kuva 6-6. Suojaisien näkinpartaispohjien esiintyminen (VELMU-hanke 2022).

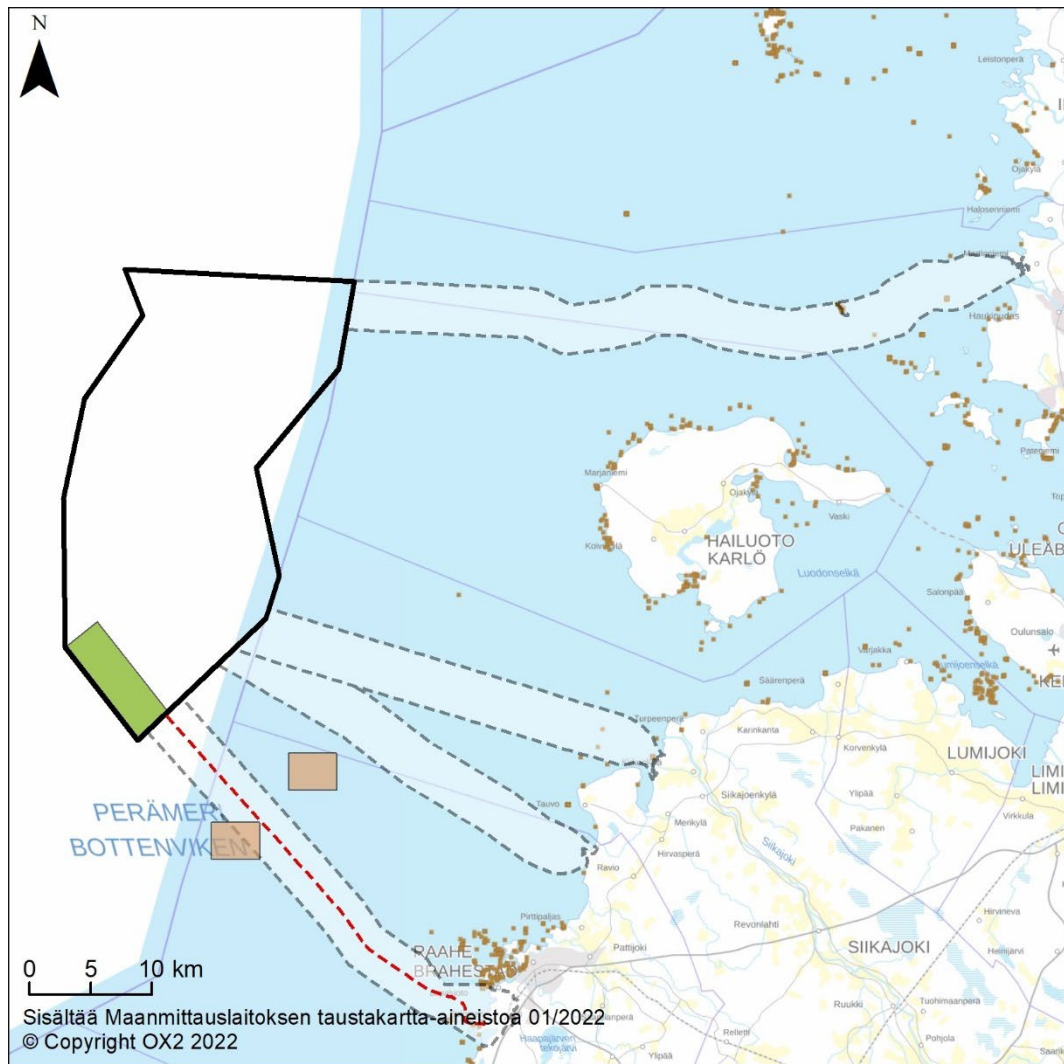
Vesikasvillisuus/Makrofytyt

Perämerelle tyypillisiä levälajeja ovat kivillä vesirajan tuntumassa kasvava ahdinparta (*Cladophora glomerata*) ja hiukan syvemmällä kivipintoja peittävä ahdinpallero (*Aegagrophila linnaei*). Mereistä punahelmilevää esiintyy Perämeren pohjoisosassa (*Ceramium tenuicorne*). Perämeren eteläosissa kasvaa myös haarukkalevää (*Furcellaria lumbricalis*). Omaleimaisimpia Perämeren kasvillisuudessa ovat suurikokoiset näkin-sammalet (*Fontinalis* sp.), jotka tuovat vaihtelua Perämeren muuten yksitoikkoisille kivikkopohjille. Suojaisemmissa poukamissa kasvillisuus on jonkin verran monimuotoisempaa. Hiekkapohjilla kasvavat näkinpartaiset: sykeröparta (*Tolypella nidifica*), mukulänäkinparta (*Chara aspera*), hapranäkinparta (*Chara globularis*) ja hauensiloparta (*Nitella opaca*). Näkinpartaisten rinnalla hiekkapohjilla kasvaa putkilokasveja, esimerkiksi erilaisia vitoja, luikkia, hauroja ja vesitähtiä (*Leinikki ym. 2004*). Perämerellä ei esiinny Itämeren avainlaji rakkohaurua (*Korpinen ym. 2018*). Myöskään merialueiden

tilaluokittelun indikaattorina käytettyä punaleväyhteisöjä ei voida käyttää Perämerellä, koska lajisto on erilaista kuin muilla Suomen merialueilla. Huomionarvoisia vesikasveja Perämeren alueella ovat myös direktiivilajit upossarpio ja nelilehtivesikuusi (katso kohta luontotyytit). Näkinpartaispohjien esiintymistä kuvataan edeltävässä kappaleessa.

Matalien pohjien leimaa antava piirre on pohjaan kiinnittyneiden levien ja putkilokasvien esiintyminen. Syvistä pohjista nämä kasvit puuttuvat. Kasvien esiintymisen suurin syvyys vaihtelee alueellisten olojen mukaan. Ulkosaaristossa vesi on kirkasta ja pohjakasvillisuutta voi esiintyä 8–14 metrin syvyydessä, vaikkakin suurimmissa syvyyksissä vain harvakseltaan. Sisäsaaristossa pohjakasvien esiintymisen suurin syvyys on huomattavasti pienempi, koska vesi ei ole yhtä kirkasta (*Kronholm ym. 2005*).

Merituulivoimapuiston alue on syvää merialuetta, jossa ei kasva putkilokasveja ja myös levien esiintyminen on todennäköisesti hyvin niukkaa. Rannikkoalueilla merikaapelireitien alueella esiintyy mm. erilaisia yksivuotisia rihmaleviä, viherleviä, näkinpartaisia ja vesisammalia (Kuva 6-7).



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Vetyputkireitti
- Läjitysalue / tuulipuisto
- Vaihtoehdotiset läjitysalueet / merikaapelireitit

Kuva 6-7. Erialaisten levien (vihherlevät, letkulevät jne, yksilöidään myöhemmin) esiintyminen.

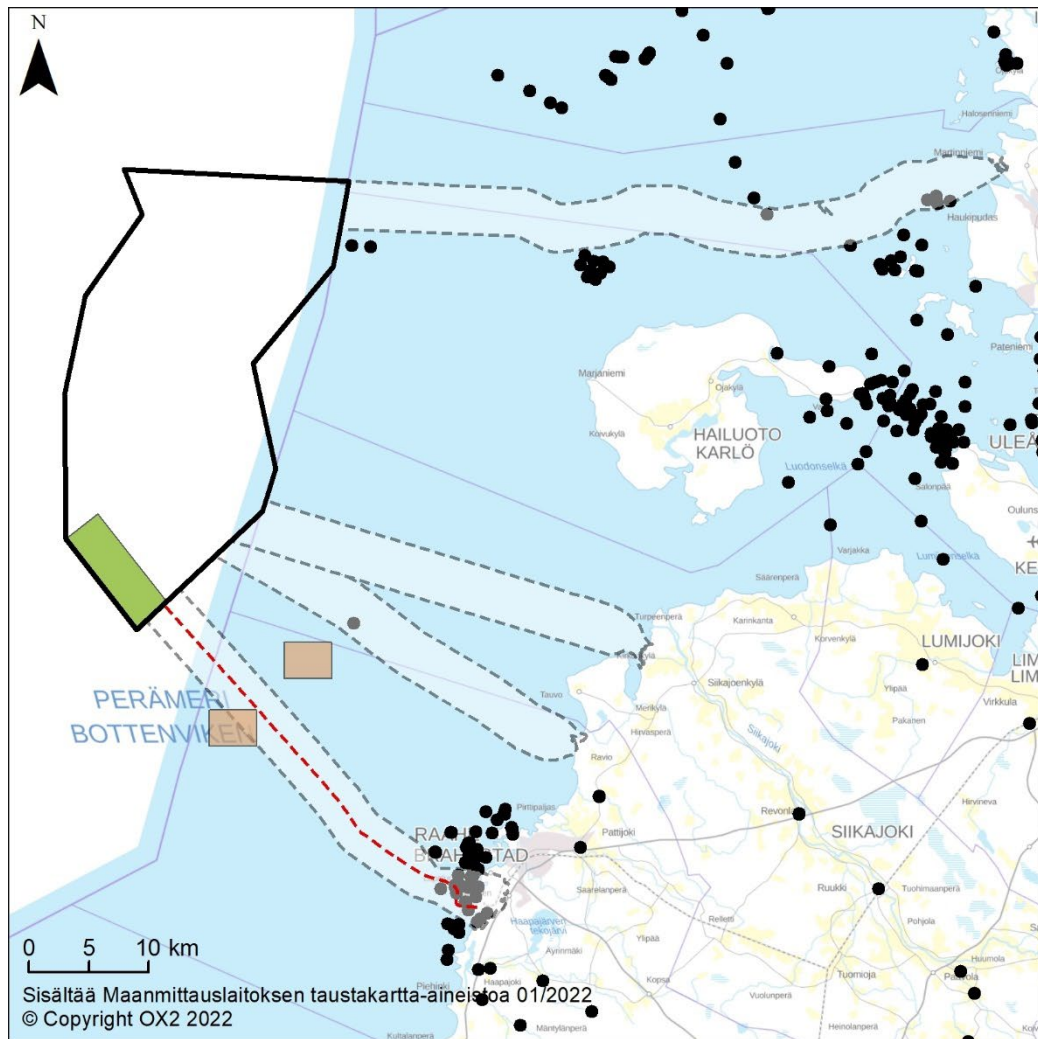
Pohjaeliöstö

Perämeren pohjaeliöstö on vähälajinen ja koostuu miltei yksinomaan makean veden eläimistä. Harvoista mereistä alkuperää olevista lajeista liejusimpukkaa tavataan kuitenkin vielä Perämeren eteläosissa. Pohjaeläimistö koostuu pääasiassa surviaissääsken toukista, harvasukamadoista, kotiloista ja äyriäisistä. Murtovesien lajeja valkokatkoja ja kilkkejä on varsinkin syvemmällä paljon. Murtovesisien kasvaa kivillä suurina yhdyskuntina (Leinikki ym. 2004). Perämeren syvien pohjien makrofauna on erittäin vähälajinen. Tähän ovat syinä pääasiassa pieni suolapitoisuus sekä koko Itämeren historian ajan vallinnut epävakaus (Kronholm ym. 2005). Pohjamateriaali on useimmiten pehmeää sedimenttiä, jonka sisään kaivautuneina pohjaeläimet elävät.

Merialueiden tila-arvioinnissa (Korpinen ym. 2018) Perämeren avomerialueiden sekä rannikkoalueiden pohjaeläinyhteisöjen tila käytössä olleiden mittareiden (ns. HELCOM-mittari sekä BQI) mukaan ylitti tavoitetason (hyvän ja tyydyttävän raja vesienhoidon

luokkarajoja soveltaen). Perämerellä alueellinen lajirunsaus ei ole muuttunut merkittävästi viimeisen 50 vuoden aikana, mutta lajistossa on tapahtunut merkittävä muutos, kun Marenzelleria-suvun liejuputkimadot ovat levittäytyneet alueelle (Korpinen ym. 2018).

Avomerialueelta on olemassa vain muutamia pohjaeläinnäytteenottoja (pisteet EP1, II2, FK6Z), joissa näytteenotto on tehty 21–57 metrin syvyydellä. Lajisto on koostunut ainoastaan valkokatkasta (*Monoporeia affinis*) sekä kilkistä (*Saduria entomon*) (Suomen ympäristökeskus 2022b, Pohje-rekisteri). Lähempänä rannikkoa pohjaeläinseurantaa on toteutettu lähinnä velvoitetarkkailujen sekä VELMU-hankkeen puitteissa (Kuva 6-8). Kaapelivaihtoehtojen MVE 2 ja MVE3 alueelta ei ole olemassa Pohje-rekisteristä löytyviä pohjaeläinseurantatietoja, mutta oletettavasti lajisto on samankaltaista kuin kaapelireitien MVE1 ja MVE4 alueella koostuen lähinnä surviaissääskistä (Chironomidae), harvasukasmadoista (Oligochaeta), liejuputkimadoista (Marenzelleria) sekä valkokatkoista (*Monoporeia affinis*) (Suomen ympäristökeskus 2022b, Pohje-rekisteri).



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Vetyputkireitti
- Läjitysalue / tuulipuisto
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit
- pohjaeläinnäyteasemat

Kuva 6-8. Pohjaeläinnäyteasemat hankealueella (Suomen ympäristökeskus 2022b, Pohje-rekisteri).

6.1.6 Merinisäkkäät

Merituulivoimapuiston ja -kaapeleiden selvitysalueella tavataan Itämeren harmaaahyljettä 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 jäädä, sillä jään puuttuessa se voi synnyttää myös maalle. Halleille on tyypillistä laaja alueiden välinen liikkuvuus ja pitkät vuodenaikaiset vaellukset, mutta ne ovat myös varsin paikkauskoollisia 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 Raahen ja Oulun välisen saariston alueelle sekä rannikon puoleisille saarille ja luodoille kuin avomerellä sijaitsevalle merituulivoimapuiston hankealueelle. Merituulivoimapuiston ja merikaapeleiden alueella voi kuitenkin ajoittain liikkua hylkeitä. Etenkin Hailuodon ympäristössä on tehty useita havaintoja halleista ja itämerennorpista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*), ja alueen ympäristössä metsästetään myös hylkeitä.

Halli on riistalaji, jota voidaan metsästää lajikohtaisina metsästysaikoina. Perämeren hylkeiden metsästys keskittyy pääasiassa Merikallan ja Suurhiekan suunnille. Merituulivoimapuiston hankealueen läheisyydessä ei sijaitse hylkeiden suojelualueita, mutta lähin Natura-alue, Merikalla, sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä hankealueesta.

6.1.7 Kalasto ja kalastus

Kalalajisto ja kutualueet

Pienen suolapitoisuuden takia Perämeren kalastosta valtaosa on alkuperältään makean veden lajeja. Perämeren kalat voidaan jaotella lämpimän ja kylmän veden lajeihin sen mukaan, millaista lämpötilaa ne suosivat. Lämpimän veden kalat (ahven, särki, kiiski, lahna, säyne, hauki ja salakka) esiintyvät ympäri vuoden matalissa rantavesissä ja pysyttelevät suhteellisen rajatuilla alueilla. Kylmän veden kalat, kuten silakka, muikku, siika ja härkäsimppu, elävät useimmiten syvässä vesissä kaukana rannasta, mutta tulevat talvisin matalaan veteen. Vaikka monia kylmän veden kaloja esiintyy ajoittain kaukana rannikosta, elävät niistä useimmat pääosin saaristoalueella ja rannikkovesissä. Ulapalla yleisiä ovat silakka, muikku, kuore ja ajoittain lohi, talvisin kolmipiikki. Perämeren avovesissä ei ole juuri petokaloja, kuten turskaa ja makrillia, jotka ovat yleisiä eteläisellä Itämerellä. Petojen vähäisyys on melko ainutlaatuista merialueille. Lohta liikkuu ulappa-alueillakin runsaasti, mutta Perämerellä niitä on ainoastaan tiettyinä vuodenaikoina. Meritaimenta on vähän (Kronholm ym. 2005). Meritaimenta istutetaan Perämereen, mutta merkintätutkimusten mukaan taimenista 80 % pyydetään muutaman ensimmäisen merivuoden aikana, ennen kuin ne ehtivät kasvaa sukukypsiksi. Suurin osa taimenista pyydetään pohjaverkolla (*Korpinen ym. 2018*).

Perämeressä eläville makeanveden kaloille on tyypillistä voimakas riippuvuus matalista, suojaisista lahdista ja fladoista. Tietyillä alueilla makeanveden kalat kutevat ainoastaan suljetuilla makean veden alueilla kuten kluuvijärvissä (*Kronholm ym. 2005*). Myös merialueen matalikot ovat tärkeitä lisääntymis- ja syönnösalueita useille lajeille.

Muikku on Perämeressä tärkeä saalislaji. Muikku kutee matalassa vedessä syksyllä. Muikun pääasialliset kutu- ja kasvualueet sijainnevat Perämeren Ruotsin puoleisella rannikolla, jossa ympäristö on kudun kannalta suotuisampi (*Kronholm ym. 2005*).

Silakkaa esiintyy koko Perämeren alueella ja se kutee parvissa matalissa vesissä, ja mäti takertuu pohjalle tai rihmamaisille leville. Pehmeitä pohjia silakka välttelee. Perämeressä kutuaika on myöhäinen ja suhteellisen pitkäkestoinen, ja alkaa yleensä kesäkuussa (*Kronholm ym. 2005*).

Perämeressä on kaksi siikamuotoa, joista karisiika kutee meressä ja vaellussiika joessa (*Kronholm ym. 2005*). Karisiika hakeutuu mataliin vesiin lähinnä talvikuukausien aikana. Kesäaikaan kalat oleskelevat syvemmissä vesissä. Kutu tapahtuu lähellä rantaa, ja poikaset vaeltavat kuoriutumisen jälkeen mataliin, hiekkapohjaisiin vesiin, missä ne oleskelevat alkukesän. Sopivien hiekkapohjaisten lisääntymisalueiden saatavuus on oleellista karisiikan esiintymiselle (*Kronholm ym. 2005*). Perämerellä kaupallisten kalastajien siikasaaliista vaellussiikan osuus on 60–70 %. Osin istutuksin tuettavan vaellussiikakannan arvioidaan olevan heikossa tilassa. Perämeren vaellussiikakantojen tilan arviointi on käytännössä perustunut Perämereen laskevien kutujokien emokalojen kasvun ja koon seurantoihin (*Korpinen ym. 2018*).

Harjus on etupäässä makeanveden kala, mutta sitä esiintyy myös Perämeren matalissa vesissä. Perämeren harjus jakaantuu erillisiin kantoihin, joista osa vaeltaa jokiin kutemaan. Kutuvaellus ajoittuu yleensä toukokuulle, ja harjukset palaavat heti kudun jälkeen takaisin rannikkoalueille. Joessa syntyvät harjukset laskeutuvat mereen muutama kuukauden ikäisinä. Ne kasvavat siellä muutaman vuoden ennen kuin palaavat jokeen kutemaan ensimmäistä kertaa. Muiden kantojen harjuksista osa kutee pian jäänlähdön jälkeen rannikoiden tuntumassa kivi- tai sorapohjilla, joissa on virtausta (*Kronholm ym. 2005*).

Perämeren mateet ovat tiettävästi jakaantuneet eri kantoihin, joista osa kutee mereen yhteydessä olevissa joissa tai järvissä. Osa mateista kutee rannikon lähellä. Järvi- ja jokikutuiset mateet aloittavat kutuvaelluksen syyskuussa. Merkintöjen avulla on voitu osoittaa, että niin järvi- ja jokikutuiset kuin merikutuiset mateet palaavat omille kutualueilleen vuodesta toiseen (*Kronholm ym. 2005*).

Perämeren nahkiaiset vaeltavat virtaaviin jokivesiin kutemaan. Käytyään läpi muodonmuutoksen se vaeltaa rannikon läheisille vesialueille ja aloittaa loisivan elämäntyylin tarttumalla imusuunsa avulla kiinni kaloihin. Muutaman meressä vietetyn vuoden kuluttua nahkiainen palaa jokeen kutemaan (*Kronholm ym. 2005*).

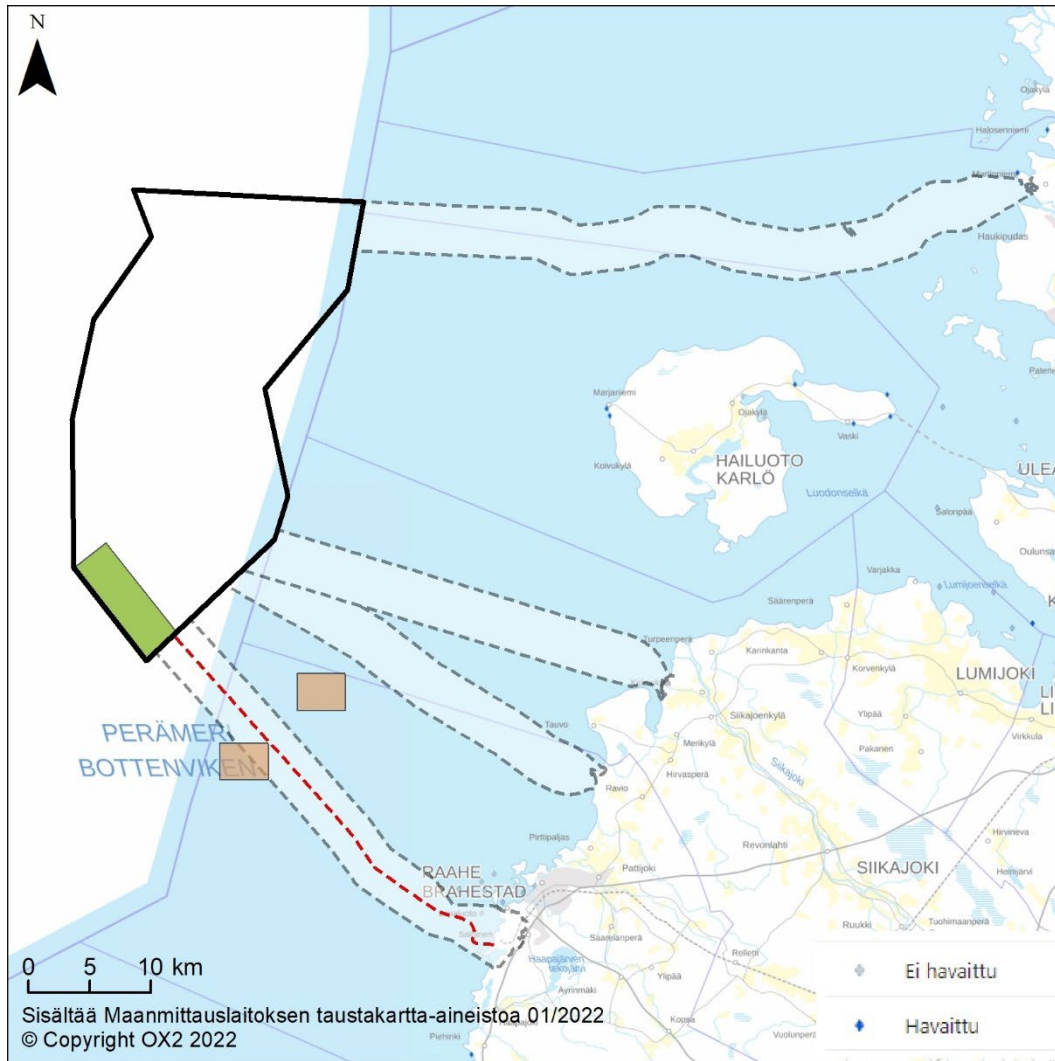
Tarkempia tietoja kalaston tilasta on saatavilla merikaapelin MVE1 alueelta perustuen Raahan edustan velvoitetarkkailuun (raportti ei vielä saatavilla), jossa on toteutettu verkkokalastuksia. MVE2, MVE3 ja MVE4 alueilla ei ole toteutettu kalastoseurantoja (*Koekalastusrekisteri 2022*), mutta tietoja kalaston tilasta on saatavilla mm. velvoitetarkkailua (*Pöyry 2017*) sekä erilaisia hankeselvityksiä (*Pohjolan Voima 2010, wpd Finland 2009*) varten tehdyissä kalastustiedusteluissa, joiden tiedot esitetään jäljempänä. Siikajoella (MVE3 lähialue) toteutetaan kalataloudellista tarkkailua Siikajoen yhteistarkkailun puitteissa, mutta tarkkailu ei ulotu merialueelle. Tehdyt tarkkailut ja selvitykset ovat kohdentuneet pääasiassa rannikon läheisyyteen. Merituulivoimapuiston alueelta ei ole olemassa tarkkoja kalastotietoja. VELMU-hankkeessa on toteutettu kutualuekartoituksia, GULF-poikasseurantoja sekä poikasnuottauksia, joiden tiedot esitetään jäljempänä.

Raahan edustan merialueen (MVE1) kalastotieto perustuu vuonna 2020 (*Eurofins Ahma 2021*) tehtyyn Raahan meriedustan yhteistarkkailun yhteydessä tehtyyn kalataloustarkkailuun.

Haukiputaan edustan kalastotieto (MVE4) painottuu Suurhiekan matalikkoalueelle, jossa liittyen Suurhiekan merituulivoimapuistoon on toteutettu kalastustiedusteluiden lisäksi myös Coastal-verkkokoekalastuksia (*wpd Finland 2009*).

Raahan edustalla on VELMU-hankkeessa toteutettu kalanpoikaspyyntiä GULF-haavipyynnillä. Haukiputaan Martinniemessä merikaapelin MVE4 reuna-alueella on

toteutettu poikasnuottauksia. Raahen edustalla saaliiksi saatiin ahvenen ja kuhan poikasia ja Martinniemessä merikutuisen siian poikasia (*VELMU-hanke 2022*) (Kuva 6-9).



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Vetyputkireitti
- Läjitysalue / tuulipuisto
- Vaihtoehtoiset läjitysalueet / merikaapelireitit

Kuva 6-9. Velmu-hankkeessa toteutetut kalanpoikaskartoitusten (*Gulf-haavi, poikasnuottaus*) tuloksena havaitut kalalajit (*ahven, kuha, siika*).

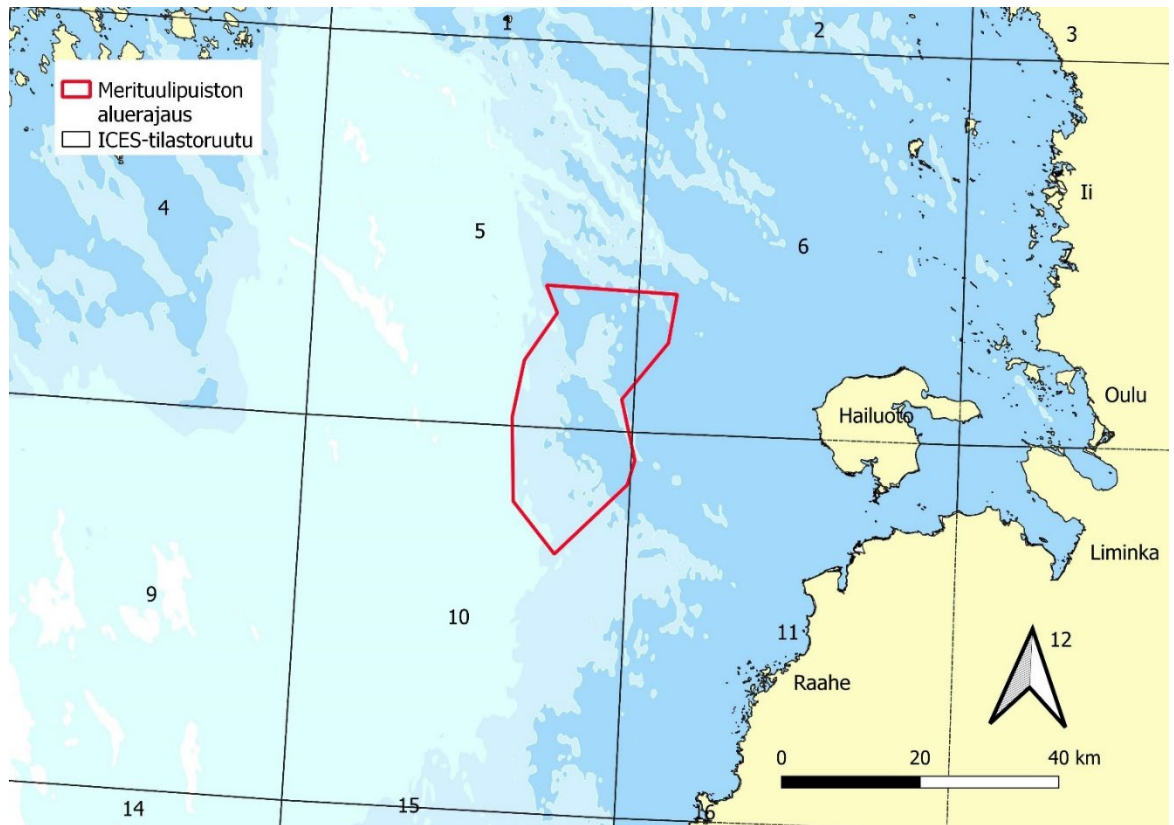
Kaupallinen kalastus (pyyntimuodot ja kokonaissaalis)

Perämerellä kaupallisessa kalastuksessa käytettyjä pyydyksiä ovat verkot, rysät ja trooli, vähäisissä määrin myös katiskat ja iskukoukut. Perämeren tärkeimmät saalislajit kaupallisessa kalastuksessa ovat siika, ahven, muikku, lohi ja silakka. Alueella toimii satoja kaupallisia kalastajia, joista suurin osa harjoittaa kalastusta sivutoimisesti (*Oulunseudun Leader 2021*).

Raahen edustan velvoitetarkkailun perusteella kaupalliset kalastajat käyttävät siika- ja maivarysiä sekä verkkoja. Tiedustelualue kattaa Pattijoen ja Piehingin välisen alueen. Kaupallisten kalastajien kokonaissaalisarvio on tehdyn tiedustelun perusteella noin 34,4

tonnia (Eurofins Ahma 2021). Raahen edustan merialueella rekisteröityneitä kaupallisia kalastajia on vuoden 2020 tiedustelun perusteella 54 kappaleita. Kaupallisten kalastajien saalis koostuu pääasiassa pikkusiiasta sekä ahvenesta. Isosiian osuus saaliista on noin 10 %. Kaupallisten kalastajien kalastus on ympärivuotista.

Oheisessa kuvassa (Kuva 6-10) esitetään kaupallisen kalastuksen tilastoruutujen (Suomen luokittelujärjestelmä) sijoittuminen hankealueella.

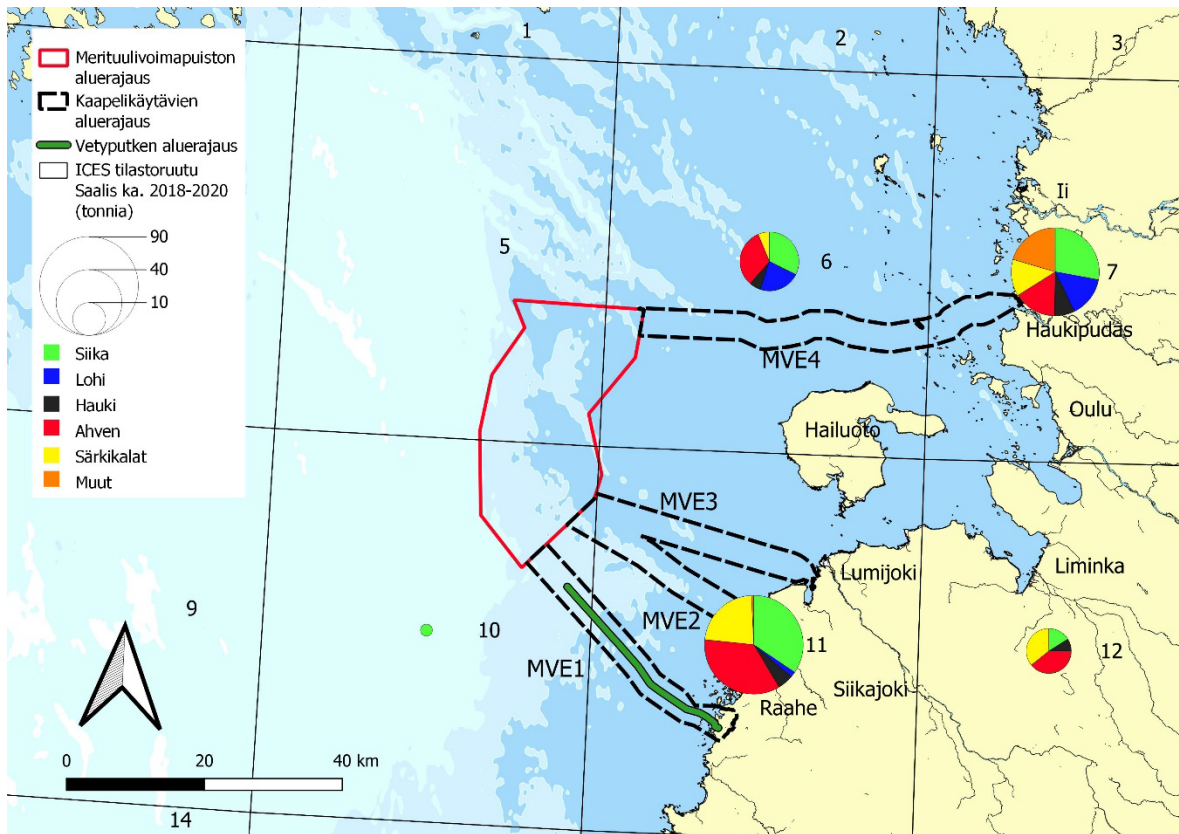


Kuva 6-10. Kaupallisen kalastuksen tilastoruutujen sijoittuminen.

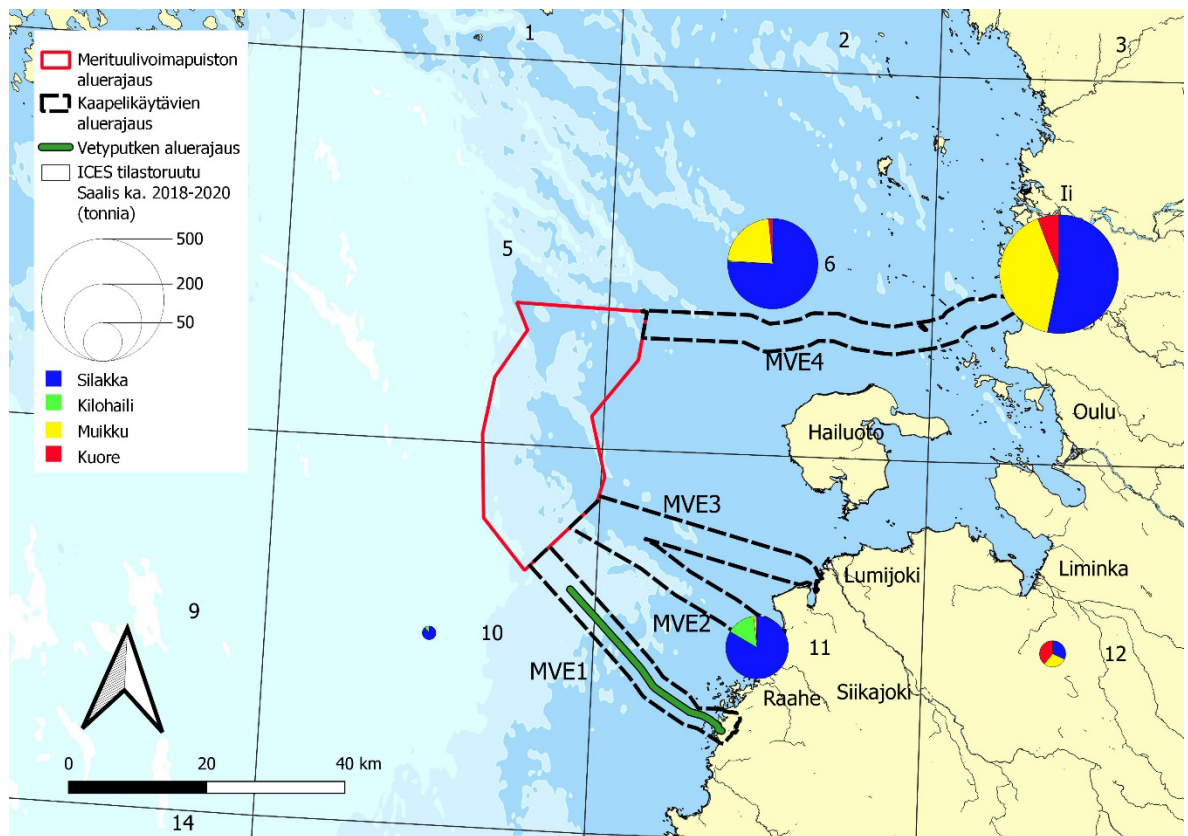
Ruudulla 5 ei kaupallista kalastusta harjoiteta lainkaan. Myös ruudun 10 kalastus on ollut vähäistä, lähinnä saaliiksi on saatu silakkaa. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 6-4) ja kuvissa (Kuva 6-11 ja Kuva 6-12) esitetään saaliin jakautuminen lajeittain eri ruuduilla. Kalastus painottuu rannikkokalastukseen ja suurimmat saaliit saadaan silakasta ja muikusta.

Taulukko 6-4. Kaupallisen kalastuksen saalis vuosina 2018–2020 pyyntiruuduilta 5, 6, 10 ja 11 (Varsinais-Suomen ELY-keskus kaupallisen kalastuksen rekisteri 2022).

Pyyntiruutu	Vuosi	Saalis (tonnia)								Särki- kalat
		Silakka	Kilo- haili	Siika	Lohi	Hauki	Ahven	Muikku	Kuore	
5	2018-2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2018	305	3	12	8	2	9	16	-	2
6	2019	201	-	9	7	2	12	114	-	3
	2020	111	-	10	7	2	10	53	12	1
10	2018	17	2	2	-	-	-	-	-	-
	2019	-	-	1	-	-	-	-	-	-
11	2020	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	2018	55	4	33	3	5	35	1	1	27
11	2019	118	37	27	1	6	29	3	1	14
	2020	115	17	33	1	3	31	1	0	20



Kuva 6-11. Siian, lohen, hauen, ahvenen ja särkikalojen keskiarvosaalis (tonnia) pyyntiruuduttain 2018–2020.



Kuva 6-12. Silakan, kilohailin, muikun ja kuoreen saalis keskivertosaalis (tonnia) pyyntiruudut-
 tain 2018–2020.

Haukiputaan edustalla matalien alueiden reunoilla kalastetaan verkoilla ja rysillä. Alueella kalasti 2000-luvun puolivälissä noin 20 säännöllisesti tai satunnaisesti kalastavaa ammattimaista kalastajaa (Pohjolan Voima 2010). Verkoilla kalastetaan siikaa, muikkua ja ahventa, rysillä lohta ja siikaa. Matalikoilla on merkitystä siian, muikun ja silakan kutualueena. Myös silakan troolipyyntiä harjoitetaan verrattain paljon (silakan kokonais-
 saalis noin 940 000 kg vuonna 2009) (Pohjolan Voima 2010).

Oulun edustan velvoitetarkkailuun kuulunutta Haukiputaan edustan kirjanpitokalastusta ei ole enää harjoitettu vuoden 2015 jälkeen (Pöyry 2017).

Rysäpaikat saadaan erillisselvitykseen liittyvästä kyselystä ja ne esitetään YVA-selostusvaiheessa.

Merialuesuunnittelun mukaiset kalastusalueet on esitetty luvussa 3 (Kuva 3-8). Tärkeitä verkkokalastusalueita sijaitsee kaapeleiden MEV2 ja MEV3, MEV4 alueella, Hailuodon pohjoispuolella ja Haukiputaan edustalla.

Vapaa-ajan kalastus

Tiedot vapaa-ajakalastuksen osalta perustuvat seuraaviin lähteisiin:

- Raahen edustan merialueen yhteistarkkailu: *kalataloustarkkailu vuonna 2020*
- Oulun edustan merialueen yhteistarkkailu: *kalataloustarkkailu 2016*
- Oulun-Haukiputaan edustan merituulipuiston YVA-selostus, *Pohjolan Voima 2010*

Vapaa-ajankalastus on pääasiassa rannikkokalastusta ja olemassa olevat tiedot kohden-
 tuvat pääasiassa merikaapeleiden MEV1, MEV2 väliselle alueelle sekä osittain

kaapelireitin MEV4 alueelle. Merituulivoimapuiston alueelta ei ole olemassa tietoja. Oulun edustan merialueen tarkkailutuloksia käytetään lähinnä taustatietoina, sillä nyky-muotoinen kalastustiedustelu ei enää ulotu Haukiputaan edustalle.

Raahen edustan vapaa-ajankalastus on pääasiassa verkkokalastusta, erityisesti pikku- ja isosiikaverkoilla tapahtuvaa kalastusta. Tiheiden siika- ja maiva(muikku)verkkojen sekä harvojen lohiverkkojen käyttö on vähäisempää. Verkkopyynnin lisäksi harjoitetaan heittokalastusta, ongintaa sekä pilkkimistä. Tiedustelualue kattaa Pattijoen, Piehingin, Raahen ja Saloisten edustat. Vapaa-ajankalastuksen saalis on pääasiassa ahventa sekä siikaa, mutta myös särkikalaja saatiin runsaasti. Kalastusta harjoitetaan ympärivuotisesti. Tiedustelun perusteella 227 kotitaloutta harjoitti kalastusta vuonna 2020. Kokonaissaalis vuonna 2020 oli noin 21,7 tonnia (Eurofins Ahma 2021) (Taulukko 6-5 ja Taulukko 6-6).

Taulukko 6-5. Käytettyjen pyydysten lukumäärä Raahen edustalla vuonna 2020 (Eurofins Ahma 2021).

Pyydys	Vapaa-ajan- kalastajat kpl	Kaupalliset kalastajat kpl	Yhteensä kpl
maiva-/silakkaverkot	107	44	151
ver27-33	525	2088	2613
ver34-40	486	642	1129
ver41-55	638	1173	1811
ver>55	28	26	54
maiva-/silakkarysät ja -loukut	2	5	7
siika-/lohiryysät ja -loukut	2	11	13
maderysät	15	2	17
muut	5	5	10

Taulukko 6-6. Vapaa-ajan ja kaupallisen kalastuksen saaliit (kg ja %) lajeittain Raahen edustalla vuonna 2020.

	Vapaa-ajankalastajat		Kaupallinen kalastus		Kaikki yhteensä	
	kg	%	kg	%	kg	%
Lohi	32	0	113	0	145	0
Taimen	158	1	73	0	231	0
Kirjolohi	0	0	0	0	0	0
Isosiika	2361	11	3572	10	5933	11
Pikkusiika	2225	10	10100	29	12325	22
Maiva	429	2	1513	4	1942	3
Silakka	497	2	4600	13	5097	9
Hauki	1450	7	1083	3	2533	5
Ahven	7784	36	8419	24	16203	29
Kuha	4	0	34	0	38	0
Made	192	1	127	0	318	1
Lahna	1860	9	1072	3	2932	5
Säyne	1531	7	1199	3	2730	5
Särki	2726	13	2105	6	4830	9
Kuore	329	2	320	1	649	1
Muu	50	0	103	0	153	0
Yhteensä	21629	100	34432	100	56060	100
kg/talous	95		749		205	

Haukiputaan edustalla kalastettiin pääasiassa verkoilla vuonna 2008 tehdyn kalastustiedustelun perusteella (*Pohjolan Voima 2010*). Jonkin verran käytetään myös heittovapaa ja uistinta. Aineiston perusteella pääsaalislaji oli siika, jota kokonaissaaliista oli 28 % (1200 kg). Lohta saaliista oli 18 % (840 kg) ja lähes saman verran 17 % ahventa (760 kg). Seuraavaksi eniten saatiin silakkaa 10 % (460 kg) ja muikkua 9,9 % (450 kg). Kalastusta harjoitettiin Haukiputaan edustan merialueella läpi vuoden. Aktiivisimmin kalastettiin kesäaikaan kesä-heinäkuussa.

6.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

6.2.1 Veden ja sedimentin laatu sekä veden virtaukset ja aallonmuodostus

Tuulivoimapuiston rakentamisen aikana vedenlaatuun ja sedimenttiin kohdistuvia vaikutuksia aiheutuu voimaloiden perustamisen ja kaapeliin asentamisen aikaisista rakentamistöistä, esim. ruoppauksista, läjityksistä sekä mahdollisista räjäytyksistä. Rakentamistyöt aiheuttavat veden samentumista, kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien kasvua vedessä sekä pohjasta irronneen aineksen uudelleensedimentoitumista. Pohjaa tuhoutuu 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 hankkeen suunnittelutietoon sekä alueelta saatavilla olevaan tarkkailu- ja tutkimustietoon. Lisäksi käytetään muista vastaavista hankkeista saatavilla olevaa tietoa.

YVA-vaiheessa tehtyjä vaikutusarviointeja tarkennetaan suunnittelutietojen sekä alueella tehtävien selvitysten perusteella tarkentuvien tietojen perusteella 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, rakkennustyöt 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. Hankealueen vesikasvillisuutta, pohjaeläimiä ja luontotyyppijä 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 drop-videomenetelmällä ja sukeltamalla.

Kaapelireittien ja vetyputkireittien vaihtoehtoisia rantautumisalueita on Hallan hankkeessa kuusi. Kartoitettavat alueet ulottuvat vähintään 100 metrin päähän rannan suunnasta molempiin suuntiin aiotuista rantautumispaikoista. Mikäli lähistöllä näyttäisi olevan herkkiä luontotyyppijä hieman kauempana, otetaan nekin mukaan kartoituksiin. Kaapelireittien ja vetyputkien rantautumispaikkojen kartoituksissa sovelletaan VELMU-menetelmäohjeen kohtaa *"Kohdennettu lajikartoitus ja uhanalaisten lajien kartoitus sukeltamalla"*. Mikäli kartoittaja ylittää pinnalla kelluen ottamaan näytteitä pohjasta, voidaan kartoituspiste tehdä snorklaamalla. 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 luontotyyppijä 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 Laji-GIS tallennuslomakkeelle. Luontotyyppiluokittelussa noudatetaan alueellisesti kattavaa HELCOM:n HUB-luokittelua.

Näytteet pohjaeläinanalyysyjä varten otetaan Van Veen -kahmarinäytteenottimella. Näytteitä otetaan yhteensä 42 pisteeltä (hankealue 9 pistettä + vaihtoehtoiset läjitysalueet 3 pistettä, MVE1/VVE1 8 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 4 pistettä, MVE2 7 pistettä + vaihtoehtoinen läjitysalue 4 pistettä, MVE3 7 pistettä). Näytteenotto, näytteiden käsittely ja määritykset toteutetaan pääpiirteittäin HELCOM COMBINE -ohjeistuksen mukaisesti. Tässä vaiheessa hanketta otetaan yksi näyte per näytepiste, jolloin saadaan hyvä yleiskäsitys kaapelireittien ja hankealueen pohjaeläimistöä.

Seulottujen ja etanoliini säilöttyjen näytteiden laji- ja biomassamäärityksen toteuttaa alan asiantuntija. Pohjaeläimet määritetään lajilleen ja niiden yksilötiheys 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. Hylkeiden esiintymisestä saadaan tietoa hanketta varten tehtävistä sekä jo alueella toteutettavista kalastustiedusteluista. 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 liikkuamisrajoitukset voivat myös vaikuttaa kalastukseen. Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia arvioidaan asiantuntijatyönä olemassa olevaan tietoon ja vesistövaikutusarvioon perustuen, minkä lisäksi tehdään erilliselimityksiä.

Alueella harjoitettavan kaupallisen kalastuksen osalta selvitetään pyyntialueet, kalastajien määrä, saalistiedot sekä pyyntiponnistus soveltuvilta ICES-tilastoruuduilta (Kuva 6-10). 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, harjus, hauki, kuha, lohi, made, meritaimen, siika ja silakka. Tietoja täydennetään soveltuvin osin alueella toteutettavan vapaa-ajankalastustiedustelun (Raahan edusta) tulosten pohjalta.

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

Kevätkutuisten kalalajien lisääntymistä selvitetään kudunaikaisella verkkopyynnillä: COASTAL-koeverkkoilla sekä silakan kutuparviin kohdennetulla verkkokalastuksella.

Kutupyyntiä tehdään soveltuviksi tunnistetuilla alle 20 m syvyisellä lisääntymisalueilla (4 kpl, joissa jokaisessa 15 COASTAL-verkkoyötä). Kohdennettu kutusilakan verkko-pyynti toteutetaan myös alle 20 m syvyisillä alueilla, joilla pyynnin yhteydessä tehtävän kaikuluotauksen perusteella on havaittavissa kutuparvia.

Verkkopyynnillä todennetut lisääntymisalueet habitaattikartoitetaan. Habitaattikartoitus toteutetaan viistokaikuluotaimella, josta saatavan aineiston perusteella alue luokitellaan, jonka jälkeen kuvataan drop-kameralla pohjatyyppi/kutualusta.

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, eli alustavasti vyöhykettä noin 1 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvien vaikutusten laajempaa alueellista merkitystä arvioidaan myös.

7 MAA- JA KALLIOPERÄ (POHJAOLOSUHTEET)

7.1 Nykytila

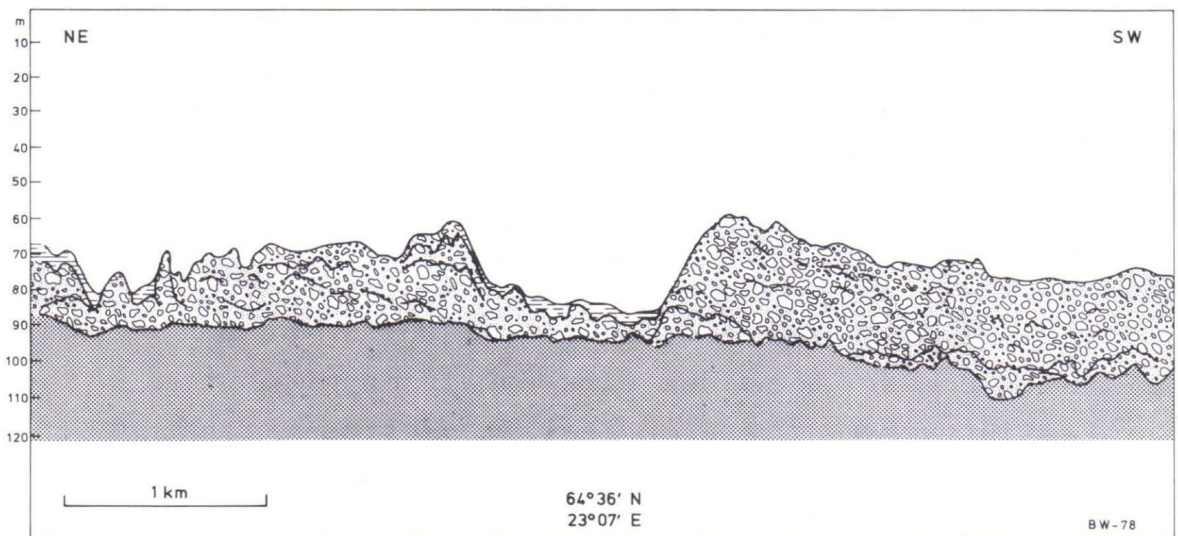
Yleistä

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. Ulkosaaristo on muodostunut lähinnä moreenista, jossa on sekaisin lohkaraita, kiviä ja soraa. Pohjassa on laajoja, hiekan peittämiä alueita. Perämereltä puuttuvat lähes kokonaan kallioluodot, jotka ovat tyypillisiä eteläiselle Pohjanlahdelle ja Saaristomerelle. Pohjoista Perämerta luonnehtivat laajat jääjokien kasaamat hiekkakerrostumat. Aallot ovat aikojen kuluessa kuljettaneet hiekkaa uusille alueille, ja useiden hiekaisten 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 tasaisia, mikä on seurausta merenpohjan sedimenttikivikerrostumista (*Leppänen ym. 2012*).

Hankealueella vesisyvyys vaihtelee pääosin 14–40 metrin välillä, länsiosassa syvyys on yli 50 metriä. Merikaapelireittivaihtoehtojen alueella keskimääräisissä syvyyksissä on eroja, pohjoisimmat reitit ovat kokonaisuutena ottaen matalimpia (maksimisyvyys pääosin alle 10 m tai 10–20 m välillä) ja eteläisin on selvästi syvin (maksimisyvyys pääosin yli 20 m). Geologian tutkimuskeskus suoritti luotauksia kaapelireittien alueilla elokuussa 2021 (*Sanila 2021*). Reitillä MVE1 vesisyvyys vaihteli 3–45 m, reitillä MVE2 6–40 m ja reitillä MVE3 4–33 m välillä. Perämeren syvin kohta on 146 metriä ja se sijaitsee Ruotsin puolella.

Perämeren alueella on merkittävää maankohoamisilmiötä. Maankohoamisen syynä on mannerjäätikön alla painuneen maankuoren palautuminen isostaattiseen tasapainotilaan (glasiaali-isostasias). Viimeisen 3000 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. Maankohoaminen vaikuttaa osaltaan myös sedimenttien eroosioon, kulkeutumiseen ja kerrostumiseen (*Leppänen ym. 2012*).

Perämerellä kerrostumalla muodostunut kallioperä (sedimenttikivi) peittää yleisesti ki-teistä 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, mo-reeniksi 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 pääetenemis-suunnan samansuuntaisuus. Jääkauden jälkeinen kerrostuminen pyrkii Perämerellä, ai- van sen syvintä osaa lukuun ottamatta tasoittamaan pohjan epätasaisuuksia. Uomien ja muiden pitkänomaisten muodostumien yhteydessä esiintyy myös differentiaalista kerrostumista (Ignatius ym. 1980).



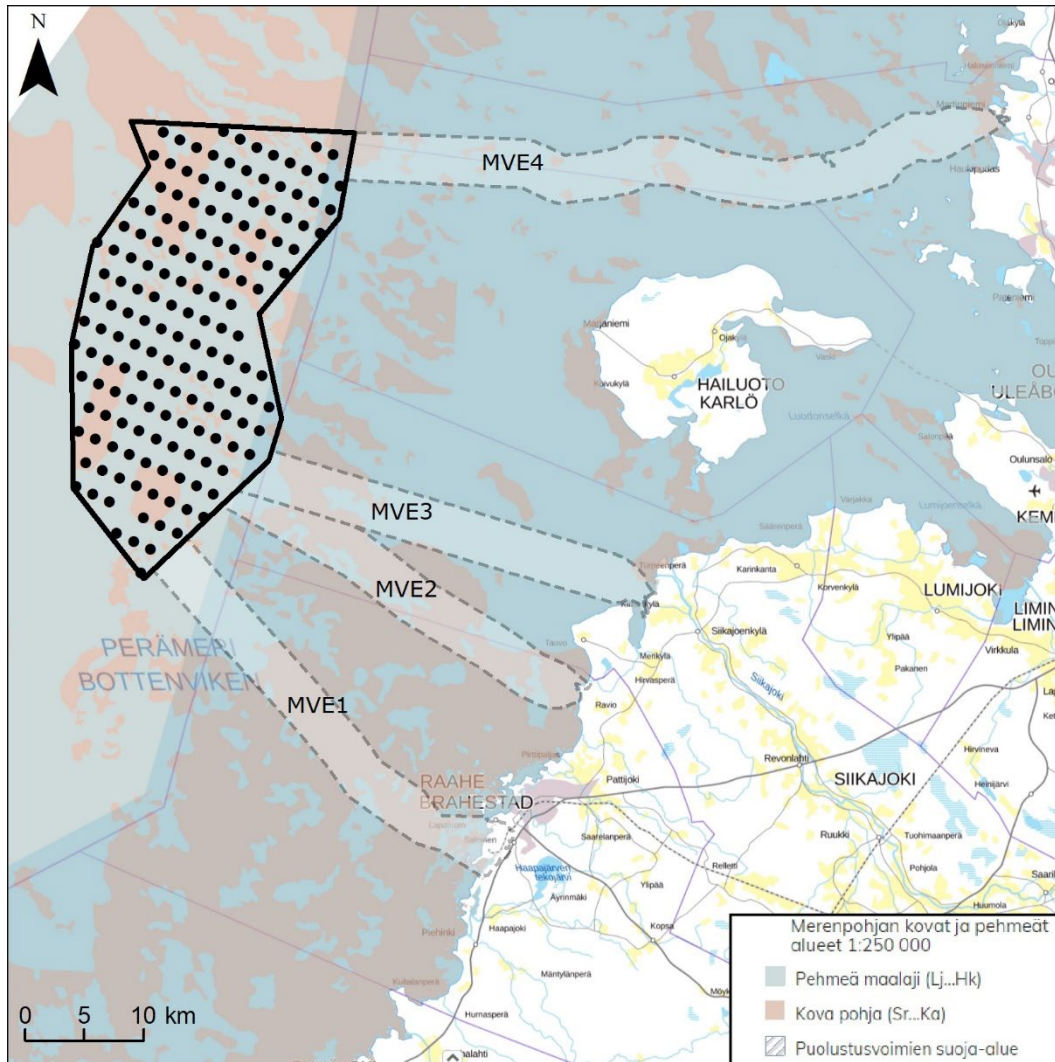
Kuva 7-1. Akustisen reflektioluotauksen perusteella laadittu piirros Perämeren pohjaa yleisesti peittävästä paksusta "kvartaari"-kerrostumasta (Ignatius ym. 1980).

Hankealueelta on saatavissa varsin vähän yksityiskohtaista tietoa merenpohjan laadusta ja haitta-aineista, merikaapelireittien alueilta tietoa on enemmän. Tämä nykytilan kuvaus on tehty saatavissa olleen aineiston perustella. Näitä ovat mm. Geologian tutkimuskeskuksen sähköisestä palvelusta (<http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>) 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/velmuvierwers/>) ja lähialueilla tehtyjä YVA-hankkeiden tietoja (Sito Oy 2016, 2017, Rajakiiri Oy 2010, WSP Environmental 2010, Pohjan Voima Oy 2010, Morenia Oy 2009). Lisäksi viimeisempänä on saatu käyttöön Geologian tutkimuskeskuksen elokuussa 2021 kaapelireiteillä tekemien luotausten tulokset (Sanila 2021). Selostusvaiheessa nykytilakuvausta täydennetään. Hankkeen myöhemmässä vaiheessa tehdään tarkemmat selvitykset kohdealueilla (mm. pohjaolosuhteet ja sedimentin laatu).

Merensuon pohjan maalajit merituulivoimapuiston alueella

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 pohjanlaatualueiden esiintyminen on hyvin epätasaista. Aineksen eroosio, kuljetus ja kerrostuminen merensuon pohjalla vaihtelevat niin ajassa kuin paikassakin. Kerrostuminen on harvoin jatkuva edes merten syvänteissä eikä se ole missään täysin samanlaista (Leppänen ym. 2012).

Hankealueella merenpohjan maalaji on yleispiirteisen kartan (1:1 000 000) mukaan pääosin hiekkaa. Kaakkois- ja pohjoisosalla tavataan vähäisessä määrin myös sekasedimenttiä. Merenpohjan kovat ja pehmeät alueet kartan (1:250 000) mukaan kovan pohjan (Sr...Ka) alueita on etenkin luoteis- ja pohjoisosassa (Kuva 7-2). Pääosin merenpohjan pintakerroksena on pehmeä maalaji (Lj...Hk).



- Hankealue
- Tuulivoimala
- Merikaapelireitti

Kuva 7-2. Merenpohjan kovat ja pehmeät alueet (Pohjakartta <http://qtldata.gtk.fi/maankamara/>). Vetyputki sijoittuu reitille MVE1.

Hankealueen ja Hailuodon väliin sijoittui Morenia Oy:n (2009) merihiekan kaavailtu ottoalue (Merikallat). Suurhiekan-Pitkämatalan muodostuman tavoin myös Merikallojen laaja matalikkoalue ja sen kaakkoispuolinen todennäköinen harjuselänne ovat kauttaaltaan tasoittunutta aluetta. Merikalloilla tasoittunut pohja on 8–10 metrin syvyydellä ja matalikon kaakkoispuolisella alueella pohja sijaitsee 15–18 metrin korkeustasolla (Morenia Oy 2009).

Merensuon pohjan maalajit merikaapelireittien alueilla

Merikaapelireittien (MVE1–MVE4) sijaintivaihtoehdot ilmenevät edellä olevasta kuvasta (Kuva 7-2). Vetyputki sijoittuu samaan käytävään kuin merikaapeli MVE1 vaihtoehdo.

Merikaapelireiteistä vaihtoehdot MVE1 ja MVE2 sijoittuvat pääosin kovan pohjan alueille (Sr...Ka), muut reitit pääosin pehmeän maalajin alueille (Lj...Hk).

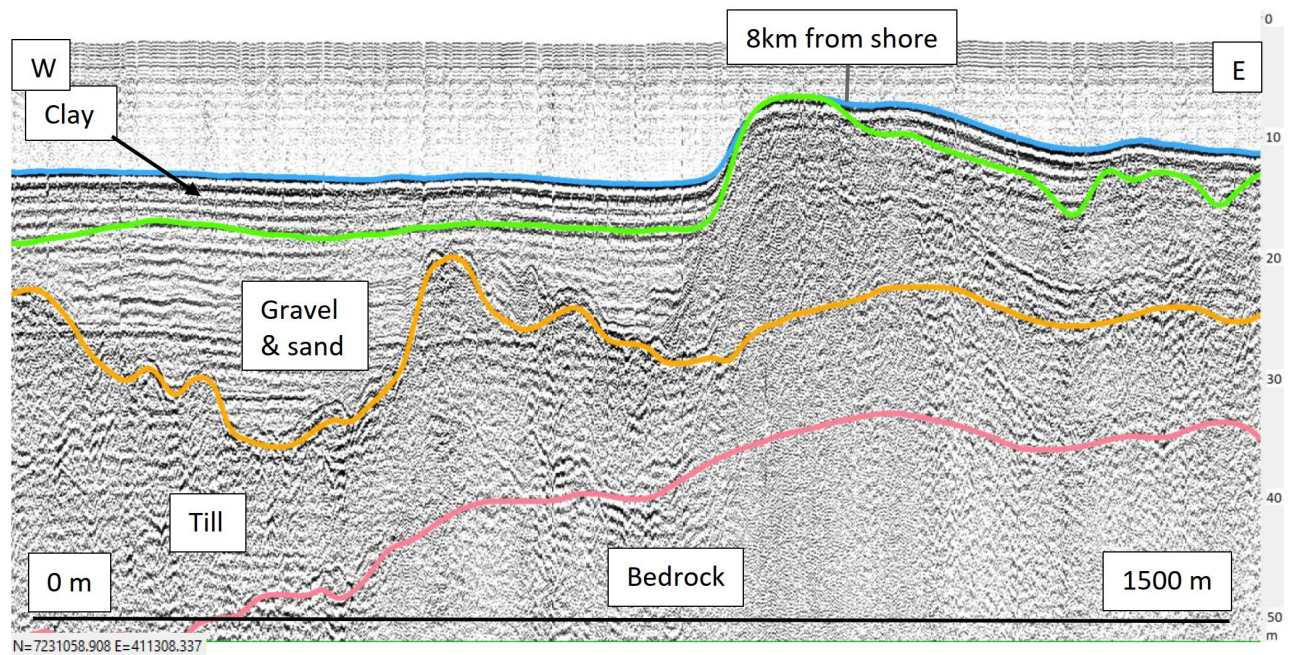
Yleispiirteisen kartan (1:1 000 000) mukaan pohjoisimmalla reitillä MVE4 pohjan maalaji on pääosin hiekkaa, sekasedimenttiä tavataan vähäisiltä osin reitin keskivaiheilla ja rannan läheisyydessä. Reitillä MVE3 pohjan maalaji on pääosin hiekkaa, sekasedimenttiä tavataan reitin lähtöalueella ja rannan läheisyydessä. Reitillä MVE2 maalaji on pääosin hiekkaa ja sekasedimenttiä ja eteläisimmällä MVE4 reitillä pääosin sekasedimenttiä. Myös savea ja savista hiekkaa tavataan reitin keskivaiheilla.

Morenia Oy (2009) on teettänyt merenpohjan maa-ainesten nostomahdollisuuksien selvittämiseksi useita tutkimuksia. Niistä Tauvon edustan kohde sijoittuu merikaapelireitin MVE2 kohdalle/läheisyyteen. Tauvon edustan alueelta löydettiin kesän 2002 luotauksissa (GTK) katkonainen, luode-kaakkosuuntainen harjumuodostuma. Harju on suurimaksi osaksi savien peittämä ja se on paljastuneena vain yhteensä 4 kilometrin matkalla muutamissa paikoissa. Harju lienee jatketta lähinnä Pattijoen Selänmäen harjumuodostumalle. Kesällä 2003 alueelta otettiin kaksi tärykairanäytettä GTK:n toimesta (2003). Lähempänä rannikkoa olevasta pisteestä tavoitettiin harjukerrostuma. Näytteenotossa pintakerros osoittautui soraiseksi hiekaksi ja syvemmällä aines oli sora noin 2,5 metrin syvyyteen. Syvemmälle ei päästy. Ulompana rannasta olevasta harjumuodostumaksi tulkitulta alueelta näytteet sen sijaan olivat silttimoreenia 3,3 metrin syvyyteen saakka.

Raahan edustan lounaispuolella Maanahkaisen merituulivoimapuiston YVA-hankkeessa (Rajakiiri Oy 2010) tehtyjen selvityksen mukaan sedimenttien maalajit olivat hiekkaa tai soraista hiekkaa. Tutkimusten perusteella alueella ei esiinny hienojakoisia sedimenttejä, joissa voisi olla sitoutuneina merkittäviä määriä haitta-aineita. Näytteiden hehkutushäviö poltettaessa oli kuitenkin kaiken kaikkiaan pieni (0,3–8,5 % kuiva-aineesta)

Pohjan Voima Oy:n (2010) Oulun-Haukiputaan edustan merituulivoimahankkeen yhteydessä tehtyjen videokuvausten ja sedimenttinäytteenottojen perusteella hankealueen merenpohja oli valtaosaltaan hiekkaa. Tuulivoimaloiden kohdalla olevilla sedimenttipisteillä pohjien laatu oli joko hiekkaa tai sora. Syvemmillä alueilla sekä merikaapelien rantautumispaikoissa näytteissä oli jossakin määrin myös hienojakoisempia sedimenttejä. Tämän hankealueen läpi kulkee merikaapelireitti MVE4.

Geologian tutkimuskeskus suoritti tähän OX2 hankkeeseen liittyen luotauksia kaapelireittien alueilla elokuussa 2021 (Sanila 2021). Reitillä MVE1 merenpohjan maalaji on pääosin moreenia, jota peittää ohut savikerros. Savikerrokset sisältävät vaihtelevan määrän hiekkaa ja ohuet hiekkakerrokset (muutamasta cm:stä 2 metriin) peittävät yleisimmin sedimentin. Reitillä MVE2 pohjan maaperä koostuu pääosin jopa kymmeniä metrejä paksusta moreenipeitteestä ja on pintaosiltaan vastaavanlaista kuin reitillä MVE1. Reitillä MVE3 pintasedimentti oli luokiteltavissa yksinomaan saveksi. Savikerroksen paksuus oli muutamasta metristä kymmeneen metriin. Saven alla on moreeni (kerrospaksuus noin 10 m). Pintakerroksena oli vastaavasti ohut hiekkakerros kuin em. reiteillä (sekoittunut hiekka-savikerros). Pohjoisimmalla ja pisimmällä reitillä MVE4 pintasedimentti luokiteltiin pääosin saveksi. Nämä savet ovat sekoittuneet vaihtelevalla määrällä hiekkaa ja peittyneet uudelleenkerrostuneilla hiekoilla kuten muillakin reiteillä (paksuus muutamasta cm:stä muutama metriin). Useita sora ja hiekkamuodostumia havaittiin moreenikerrostuman päällä. Moreeni, sora ja hiekka ovat peittyneet useissa paikoissa savensekaisella hiekalla.



Kuva 7-3. Luotausprofiili MVE4 reitiltä tulkintoineen (Sanila 2021).

Kaapelireittien rantautumiskohtilla ei ole pohjavesialueita. Lähimmät pohjavesialueet sijoittuvat noin 4–5 kilometrin etäisyydelle (MVE4, Kellonkangas).

Kallioperä

Merialueilla, mm. Selkämerellä ja Perämerellä, prekambrista kallioperää peittävät sedimenttikivet. Ne kuuluvat Suomen nuorimpiin kivilajeihin ja ne ovat iältään 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).

Perämeren keskiosalla kerrostumalla muodostunut kallioperä (sedimenttikivi) peittää yleisesti kiteistä peruskalliota. Hankealuealueelta ei ole olemassa kallioperäkarttaa. Yleispiirteisen kallioperäkartan (1:200 000, <http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>) mukaan välittömästi hankealueen itäpuolella kallioperä on hiekkakiveä ja sen ympärillä ns. Muhos-muodostuman silttikiveä. Fennoskandian kilven kallioperäkartan mukaan (<https://hakku.gtk.fi/fi/>) hankealueen kallioperä on samaa kivilajia kuin hankealueen itäpuolikin eli hiekkakiveä. Kiinteä kallioperä (sedimenttikivi) on hankealueella todennäköisesti useiden kymmenien metrien syvyydellä, ei paljastuneena.

Merikaapelireittien alueilla kallioperä koostuu em. kivilajien lisäksi rannikon läheisyydessä kiteisestä kallioperästä. Pohjoisen merikaapelireitin MVE4 alueella on rannan läheisyydessä grauvalkua ja eteläisimmillä reittivaihtoehdoissa (MVE3-MVE1) biotiitti paragneissia, reittivaihto MVE1 osalla myös intermediääristä tuffiittia ja MVE3 reitillä hyvin vähäiseltä osin felsistä tuffista.

Geologian tutkimuskeskuksen elokuussa 2021 tekemien luotausten perusteella (Sanila 2021) kallioperä ei ollut millään reitillä paljastuneena. Reitillä MVE1 kallio oli useissa kohdin vain muutamien metrien syvyydessä merenpohjasta, reitillä MVE2 kalliolla päällä oli paksu maakerros (moreeni), reitillä MVE3 kallio oli vallitsevasti yli 10 m syvyydessä ja reitillä MVE4 kallio oli yli kymmeninen metrien syvyydellä moreeni-, sora- ja hiekkakerrosten alla.

7.1.1 Sedimentin haitta-aineet

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/m²/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 m, ovat pääosin kerrostumisympäristöjä ja alueet, jotka ovat matalampia kuin 60 m, ovat luonteeltaan pääosin eroosio- tai kulkeutumis/ei-kerrostumisympäristöjä (*Leivuori ja Niemistö 1993*).

Kohteen alueella 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*).

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

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

Hankealueelta ei ole tutkimustietoa sedimentin haitta-aineiden pitoisuuksista, mutta lähialueita ja merikaapelireittien alueita on jonkin verran tutkimustietoa, josta seuraa vassa. Tarkemmat tiedot on saatavissa viitteenä mainituista selvityksistä.

Perämeren sedimentin haitta-aineet

Tutkimusten mukaan (*Leivuori ja Niemistö 1993*) Perämeren sedimenttien arseeni-, elohopea- ja kadmiumpitoisuudet ovat kahdesta neljään kertaan korkeampia kuin Selkämerellä. Kaikkien metallien pitoisuudet ovat jonkin verran korkeampia Perämeren ja Selkämeren syvemmissä altaissa (>60 m). 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.

Morenia Oy on selvittänyt (*Vikstedt 2003*) on selvittänyt merenpohjan harjukerrostumien pintaosien maa-aineksen laatua ja haitta-ainepitoisuuksia Perämeren rannikkoalueen muodostumisissa. Analyysitulosten perusteella merihiekan ja kuivanmaan harjujen hiekan välillä ei ollut eroavaisuuksia. Rakeiden pyörityneisyys, eloperäisen aineksen osuus, kvartsipitoisen hiekan osuus, suolapitoisuus, alkalipitoisuus, rikkipitoisuus sekä raskasmetallipitoisuudet olivat samaa luokkaa sekä meri- että kuivanmaan harjukerrostumisissa. Analyysitulosten perusteella Perämeren rannikkoalueen tutkituissa kohteissa (Hailuodon, Oulunsalon ja Haukiputaan Virpiniemen edusta) merihiekan raskasmetallipitoisuudet olivat luontaisten pitoisuuksien vaihteluvälin rajoissa. Muiden tutkittujen ympäristölle haitallisten yhdisteiden osalta ylittyi kynnysarvo lievästi rannikon läheisyydessä kloorifenolihdisteissä (*Morenia Oy 2009*).

MERLIN-inventoinnissa on otettu kesien 2006 ja 2007 tutkimuskaudella Hailuodon, Taunun ja Kalajoen edustan pohjasedimenttien pintaosista näytteitä raskasmetallianalyysijä varten (*Morenia Oy 2009*). Analyysitulosten perusteella raskasmetallipitoisuudet olivat luontaisten pitoisuuksien vaihteluvälin rajoissa, joskin Hailuodon edustan yhdessä näytepisteessä kromipitoisuus (203 mg/kg) ylitti lievästi ns. pima-asetuksen (VNa 214/2007) alemman ohjearvon (200 mg/kg).

Vuonna 2016 tehtiin Oulun syväväylän ruoppaamiseen liittyen sedimenttitutkimuksia (*Pöyry Finland Oy 2016*). Lähimmät tutkimuspisteet sijoituivat Hailuodon pohjoispuolelle, osin merikaapelireitin MVE4 lähialueelle. Tutkimusten perusteella sedimentin normalisoidut haitta-aineiden pitoisuudet (metallit, PAH, PCB, TBT, öljyt) olivat näissä pisteissä alhaisia, alle ruoppaus- ja läjitysohjeen (*Ympäristöministeriö 2015* tason 1*). Kohonneita pitoisuuksia havaittiin paikoin satama-alueella ja sen tuloväylällä.

*Ympäristöministeriön ohjeessa (*Ympäristöministeriö 2015*) sedimentti katsotaan haitattomaksi, jos pitoisuudet jäävät ruoppaus- ja läjitysohjeen tasolle 1. Tällaiset lietteet kelpaavat sellaisenaan esimerkiksi vesistöön läjitettäväksi ja ovat meriympäristölle haitattomia. Taso 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 erilliskäsittelyä tarvetta.

Pohjan Voima Oy:n (2010) Oulun-Haukiputaan edustan merituulivoimahankkeen yhteydessä tehtyjen selvitysten mukaan tuulivoimaloiden suunnitelluilla rakennuspaikoilla sedimentin haitta-ainepitoisuudet olivat erittäin alhaisia ja alittivat selvästi ruoppaus- ja läjitysohjeen tason 1 raja-arvot. Syvänneäytteissä (H1-H5) sedimentin haitta-ainepitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin matalilla alueilla. Ruoppaus- ja läjitysohjeen tason 2 raja-arvot ylittyivät arseenin (As) ja nikkelin (Ni) osalta. Sedimentinäytteitä otettiin myös suunnitelluista merikaapeleiden rantautumisalueilta (M1-M3: Martinniemi, T4-T5: Taskisenperä). Martinniemen pisteellä M2 kriteeritason 1 raja-arvot ylittyivät kadmium- (Cd), kromi- (Cr), nikkeli- (Ni) sekä PCDD -yhdisteiden osalta. Nikkelipitoisuus ylitti myös tason 2. Sähkönsiirtoreitillä pisteiden M1 ja M3 pitoisuudet alittivat tason 1 raja-arvot.

Sedimentistä tutkittiin myös polyklooratut bifenyylit (PCB) ja orgaaniset tinayhdisteet (TBT-TPT). Kaikissa näytteissä PCB -pitoisuudet jäivät alle laboratorion määritysrajojen. Orgaanisia tinayhdisteitä todettiin pieniä pitoisuuksia syvännealueissa (H1-H5) sekä Martinniemen rantautumisalueen pisteellä M2. Taso 1 ylittyi pisteillä H1, H3, H4 ja H5.

Tämän hankkeen merikaapelireitin vaihtoehto MVE4 sijoittuu ko. Pohjan Voima Oy:n hankealueelle ja rantautumispaikan lähelle sijoittuu Martinniemen piste M1. Reittivaihtoehdon MVE4 alueelle sijoituttavassa pisteessä H4 vesisyvyys oli 20,2 metriä. Arseenin normalisoitu pitoisuus oli 54,7 mg/kg, kadmiumin 0,8 mg/kg, kromin 122 mg/kg, nikkelin 77 mg/kg, sinkin 249 mg/kg ja tributyylitinan (TBT) 2,9 mg/kg (*Pohjan Voima Oy 2010*).

Raahan edustan lounaispuolella Maanahkiaisen merituulivoimapuiston YVA-hankkeessa tehtyjen selvityksen mukaan (*Rajakiiri Oy 2010*) tutkittujen sedimenttien normalisoidut metallipitoisuudet ylittivät sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaiset tason 1 arvot kromin osalta kolmella näytepisteellä ja nikkelin yhdellä pisteellä. Tason 2 pitoisuudet ylittyivät kolmella pisteellä. Muilla näytepisteillä sedimentit ovat läjityskelpoisia.

Yhteenvedon voidaan todeta, että hankealueella, etenkin kovan pohjan alueilla, sedimentti ei todennäköisesti sisällä haitallisia aineita tavanomaista enempää. Mahdolliset kohonneet haitta-ainepitoisuudet liittyvät hienorakeisiin orgaanista ainesta sisältäviin (liejupitoiset) sedimentteihin, syvännealueisiin ja mahdollisiin 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.

Merituulivoimapuistoalueen ja merikaapelireittien sedimenttien fysikaaliset ominaisuudet ja haitta-aineiden pitoisuudet selvitetään myöhemmin eri syvyysvyöhykkeisiin sijoitetuilla näytepisteillä. Hankealueelta otetaan sedimenttinäytepisteitä, jotka sijoitetaan karttatarkastelun (tai luotausaineistojen) perusteella.

7.2 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 maakerosten peittämä. Vaikutusten arvioidaan keskittyvän rakentamisaikaan ja kiintoaineksen vapautumiseen (veden väliaikainen samentuminen).

Merituulivoimapuistoalueen, kaapelireittien ja vetyputkireitin 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 hankealueelta, vaihtoehtoisilta läjitysalueilta sekä kaapelireittien (sis. vetyputkireitti) alueilta. Mikäli näytteet saadaan otettua tavoitetyvyydeltä, jokainen näyte jaetaan 0-10 cm, 10-30 cm ja 30-60 cm näytekeroiksi, jotka analysoidaan kaikki erikseen. Alimman analysoitavan näytekeroksen paksuus määräytyy sedimentin pehmeiden 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, näytteenottimeksi vaihdetaan Van Veen -tyyppinen kahmarinäytteenotin. Tällöin näytteitä saadaan vain pintakerroksesta, jolloin analysoitavaksi toimitetaan vain yksi näyte/näytepiste. Näytteet analysoidaan akkreditoidussa laboratoriossa (FINAS-akkreditointi tai vastaava). Tulokset normalisoidaan Ympäristöministeriön ohjeen mukaisesti.

Analysoitavat parametrit ovat mm. metallit (arseeni, kadmium, kupari, elohopea, kromi, lyijy, nikkeli ja sinkki), orgaaniset tinayhdisteet (tributyyli- ja trifenyylitina), dioksiini ja furaanit, PCB-yhdisteet, PAH-yhdisteet, savipitoisuus ja raekokojakauma aerometri-
sesti/seulomalla määritettynä, kuiva-ainepitoisuus ja hehkutushäviö, kokonaistyyppi, liukoinen fosfori, kokonaisfosfori ja 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, läjityksen ja käytön aikaiset vaikutukset. Arvioinnin suorittaa maaperään 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 saariston 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 n. 23 kilometrin etäisyydellä Hailuodon länsikärjessä. Raahen ja Haukiputaan saaristoon sekä mannerrannoille etäisyyttä on yli 30 kilometriä (Kuva 1-1). Näin etäällä pesivien vesi- ja rantalintujen ruokailu hankealueen kaltaisilla syvillä vesialueilla on todennäköisesti hyvin vähäistä. Alueella ei ole lainkaan vedenpinnan alaisia matalikkoja (hankealueen keskisyyvyys on n. 31 m, vaihteluväli 12–61 m), jotka voisivat houkutelaa ruokailevia lintuja alueelle. Hankealueen itäpuolella on kuitenkin Merikallan Natura-alue, jonka alueella on myös matalampia, n. 7 metrin syvyisiä kohteita.

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 Hailuodon ja Iin Ulkokorunin länsipuolitse kohti koillista. On mahdollista, että ainakin osa muutosta kulkee Hailuodon kohdalla ulompana aina hankealueella saakka. Myös arktiset vesilinnut (mustalintu, pilkkasiipi, alli) muuttavat toukokuussa hyvin runsaslukuisena Perämeren merialueen kautta suunnaten muuttonsa Perämeren pohjois- ja koillisrannikolta mantereen yli kohti koillisen pesimäalueita. Hankealueella tai sen lähiympäristössä ei kuitenkaan ole lintujen muutto-ohjaavia tai tiivistäviä tekijöitä, jolloin muutto todennäköisesti kulkee varsin tasaisena rintamana avomerien 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 jäättilanteen vuoksi.

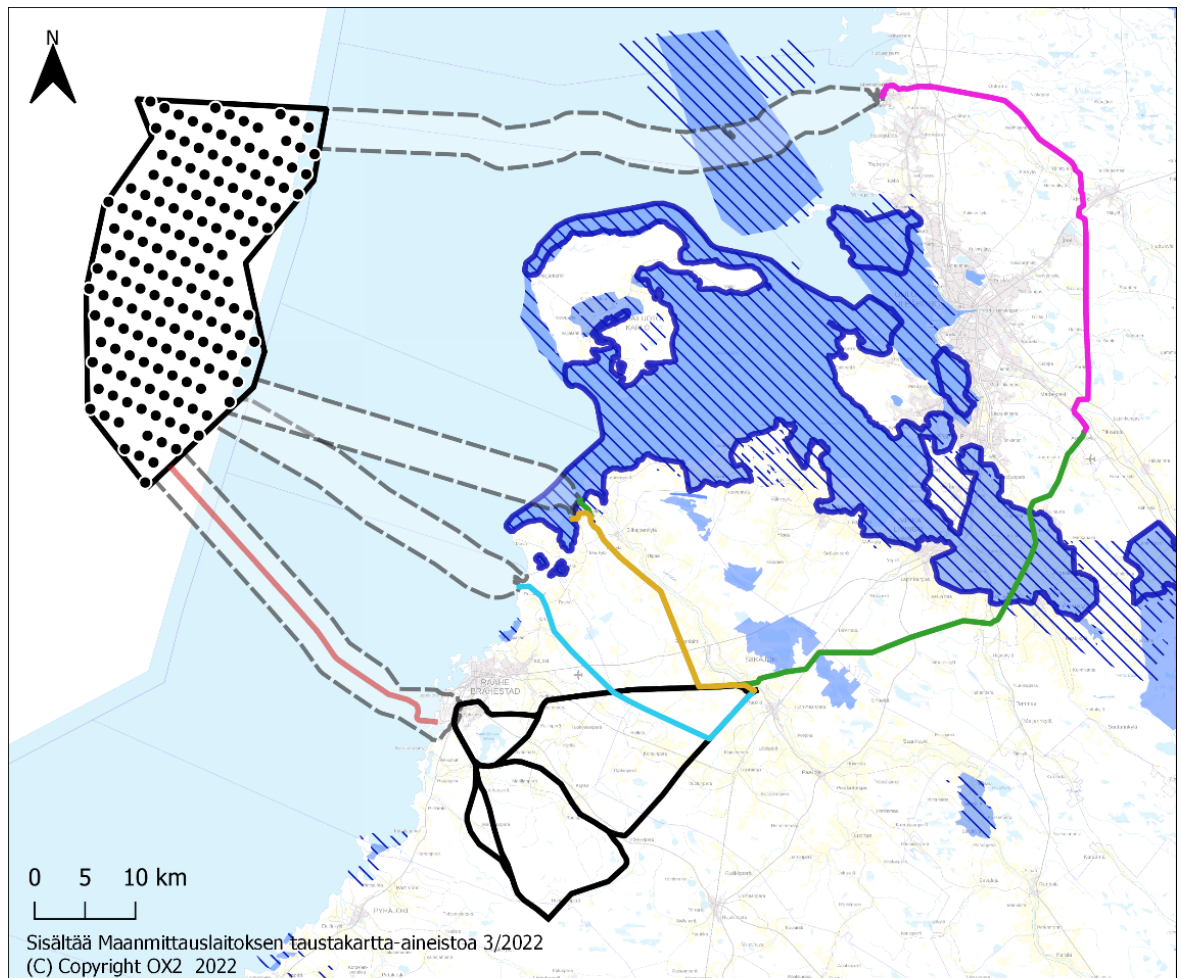
Myös muut ulapalla tyypillisesti veden pintakerroksista ruokailevat lintulajit, kuten ruokkilinnut, lokit ja tiirat voivat muuttaa hankealueen kautta ja ruokailla alueella. Matalikkojen puuttuessa kyseisiä lajeja esiintyy alueella todennäköisesti lukumääräisesti melko vähän ja alueellisesti tasaisesti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

Kevätmuutosta poiketen lintujen syysmuuton ei arvioida olevan Perämeren ulkomerellä merkittävä ilmiö. Tätä käsitystä tukee syksyn 2021 aikana laaditut venelaskentojen havainnot. Käyntikertojen aikana hankealueella havaittiin odotetun vähän lintuja, ja linnut olivat hajaantuneet alueelle melko tasaisesti ilman suurempia kerääntymiä. Lajistosta suurin osa oli harmaa- ja kalalokkeja. Vesilinnuista havaittiin lähinnä yksittäisiä kuikkalintuja sekä koskeloita, ja myös muutamia ruokkeja ja riskilöitä. Yksilömäärät olivat alhaiset ja veneellä sai usein kulkea useita tunteja ilman ensimmäistäkään lintuyskilöä.

Merikaapelireitit

Suunnitellut merikaapelireitit sijoittuvat suurimmaksi osaksi tuulivoimapuiston hankealueen kaltaiselle avomerialueelle, missä 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 reiteillä ja niiden läheisyydessä on useita linnustollisesti arvokkaita kohteita. Merikaapelireittivaihtoehtoista MVE1 sijoittuu Raahen saariston Natura-alueen (SAC/SPA, FI1105202),

MVE3 Siikajoen lintuvedet ja suot-Natura-alueen (SAC/SPA, FI1104600) ja MVE4 Hai-
luoto, pohjoisranta- (SAC/SPA FI1100201) sekä Perämeren saaret (SAC/SPA,
FI1300302) Natura-alueiden läheisyyteen (Kuva 8-6). Lisäksi MVE3 kulkee Oulunseudun
kerääntymisalue IBA-, FINIBA- ja MAALI-alueen kautta ja MVE4 Haukiputaan Letot-San-
tapankki FINIBA-alueen (Haukiputaan lettojen MAALI-alue) kautta (Kuva 8-1) (*BirdLife
International 2021, BirdLife Suomi ry. 2021*). Kyseisillä alueilla pesii runsaasti suojelul-
lisesti arvokasta vesi- ja rantalinnustoa, joka todennäköisesti lepäilee ja ruokailee aina-
kin jossain määrin suunniteltujen merikaapelireittien alueella. Lisäksi Natura-alueiden
ja IBA-/FINIBA-alueiden ulkopuolisilla alueilla on mahdollisesti myös sellaisia saariston
ja mantereen rantojen kohteita, joilla voi potentiaalisesti olla linnustollisia arvoja.



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

8.1.2 Muu eläimistö

Merituulivoimapuisto sijaitsee Perämerellä kokonaan ulkomerellä, eikä hankealueella tai sen läheisyydessä ole saaria. Lähin saari on hankealueesta lähimmillään 23 kilometrin

etäisyydellä sijaitseva Hailuoto. Merikaapelireitit MVE1, MVE2, MVE3, ja MVE4 sijoittuvat merituulivoimapuiston ja Raahen, Siikajoenkylän ja Haukiputaan rannikon väliselle merialueelle. Merikaapelien reitille sijoittuu muutamia kooltaan pieniä saaria, saaria sijoittuu merikaapelien MVE1 ja MVE4 reiteille. Merikaapelin MVE1 reitillä sijaitsevista metsäisistä saarista suurimpia ovat Raahen rannikon saaret Mitti, Louekari ja Kumpele. Lisäksi reitillä sijaitsee useita pieniä saaria ja luotoja. MVE1 läheisyydessä sijaitsee myös noin 40 metrin etäisyydellä Iso-Kraaseli, 160 metrin päässä Selkämatala ja 550 metrin päässä Jyry. MVE2 välittömässä läheisyydessä on vain Välikarin saari, ja noin 300 metrin etäisyydellä on Ulkokalla. MVE3 reitillä aivan rannan tuntumassa Lintukarin ja Aholanrannan kohdalla on muutamia pienikoisia nimeämättömiä saaria, mutta suurempia puustoisia saaria ei ole. MVE4 reitille sijoittuu mm. Luodeletto, Isokivenletto, Länsiletto ja Kaasamatala. Lisäksi noin 10 metrin etäisyydellä on Hellänletto-saari, noin 30 metrin etäisyydellä Ykskivi, ja 700–900 metrin päässä merellä Kattilankalla, Väliletto ja Kintasletto.

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

Rannikon saaristossa elää todennäköisesti pieniä määriä tyypillisiä saariston nisäkkäitä, matelijoita ja sammakkoeläimiä. Tällaisia eläimiä ovat esimerkiksi minkki, *Microtus*-suvun myyrät, piisami, kyy, rantakäärme ja ruskosammakko. Rannikon saaristo koostuu pääasiassa pienistä saarista ja luodoista, joilla eläinten määrät ovat todennäköisesti pieniä. Merikaapelireittien MVE3 ja MVE4 välissä noin 5 ja 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsee lisäksi suurikokoinen Hailuodon saari (1 083 km²), jossa eläimistöä esiintyy runsaammin. Saarilla elävät eläimet eivät normaaliolosuhteissa vieraile hankealueella.

8.1.3 Maa-alueiden kasvillisuus, luontotyytit ja eläimistö

Merituulivoimapuiston alue sijaitsee kokonaan ulkomerellä, eikä siellä ole maa-alueita kuten saaria tai luotoja.

Merikaapelin MVE1 rantautumiskohdassa mantereella sijaitsee SSAB Europen Raahen terästehtaan alue, joka on pääasiassa rakennettua aluetta (Kuva 8-2). Merikaapelin hankealueen eteläpuolella 400 metrin ja kilometrin etäisyydellä sijaitsee neljä pientä Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaamaa metsälain (10 §) erityisen tärkeää elinympäristöä. Alueen läheisyydessä ainoa vesilain (2:11 § ja 3:2 §) mukainen kohde on Sattamakankaan alueella sijaitseva lähde. MVE1-merikaapelin rantautumispaikan alueelta ei ole havaintoja uhanalaisista nisäkkäistä (*Suomen Lajitietokeskus 2021*). Ainoa alueella havaittu nisäkäslaji on silmälläpidettävä (NT) itämerennorppa. Rantautumispaikalla on useita havaintoja silmälläpidettävistä ja muutamia havaintoja uhanalaisista kasvilajeista vuosilta 2010–2021 (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

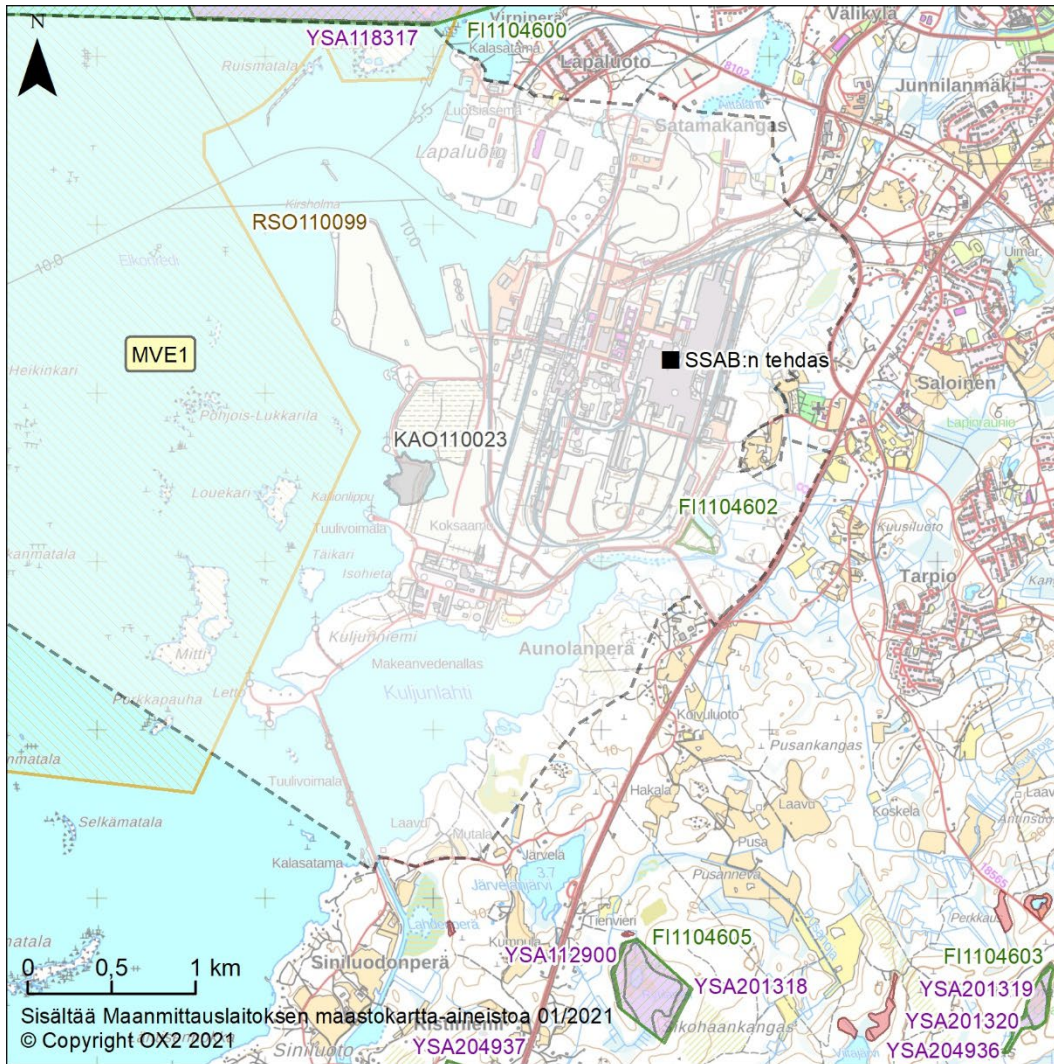
Merikaapelin MVE2 rantautumiskodassa Välikarinlipun ja Yrjänän alueella on hiekkarantoja, kivennäismaalle sijoittuvia rantametsiä, Kurkunojan-puron mereen laskupaikka ja merenrantakosteikkoja (Kuva 8-3). Alue on luonnontilaisen kaltainen, mutta sille sijoittuu myös muutamia asuinrakennuksia. Rantautumispaikasta noin 0,6–1 kilometrin etäisyydellä sijaitsee viisi Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaamaa metsälain (10 §) erityisen tärkeää elinympäristöä. Alueen välittömässä läheisyydessä etelässä sijaitsee yksi mahdollinen metsälain (10 §) ja vesilain (2:11 §) mukainen pieni noin 0,15 ha kokoinen lampi. Myös Kurkunoja on karttatarkastelun perusteella luonnontilainen puro, joka luokitune vesilain (3:2 §) ja metsälain (10 §) mukaiseksi kohteeksi. Alueella ei sijaitse muita vesilain (2:11 § ja 3:2 §) kohteita. Merikaapelin rantautumispaikan läheisyydestä on vain muutama havainto silmälläpidettävistä (NT) kasvilajeista, mutta alueelta ei ole havaintoja muista silmälläpidettävistä tai uhanalaisista lajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

MVE3-merikaapelin rantautumiskohdalla Kuusiniemessä sijaitsee luonnontilaisenkaltaisella alueella, jossa on hiekkarantaa, hiekkaluotoja, rantametsää ja

merenrantakosteikkoja sekä muutamia asuinrakennuksia (Kuva 8-4). Rantautumisalueesta 100–200 metrin etäisyydellä sijaitsee viisi Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaamaa metsälain (10 §) erityisen tärkeää elinympäristöä. Rantautumispaikalle laskeva Korvenoja ja Aholanrannassa sijaitseva pieni 0,05 ha kokoinen lampi lukeutunevat molemmat metsälain (10 §) ja vesilain (2:11 § ja 3:2 §) mukaisiksi kohteiksi. Alueella ei sijaitse muita vesilain kohteita. Merikaapelin rantautumispaikalla on havaintoja uposarpiosta (NT), joka on luontodirektiivin liitteiden II ja IV laji. Alueelta ei ole tiedossa havaintoja muista silmälläpidettävistä tai uhanalaisista kasvi- tai eläinlajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).







MVE4-merikaapelin rantautumispaikka sijoittuu Laitakarin ja Mustakarin pengertiellä mantereeseen yhdistettyjen saarien alueella, jossa on rakennettua satama-alueita, nuorta puustoa sekä Martinniemen uuden ja vanhan sahan rakennettu ympäristö (Kuva 8-5). Rantautumispaikasta 50–300 metrin etäisyydelle sijoittuu kymmenen Suomen metsäkeskuksen (2021) rajaamaa metsälain (10 §) erityisen tärkeää elinympäristöä. Alueella ei karttatarkastelun perusteella sijaitse vesilain (2:11 § ja 3:2 §) mukaisia kohteita, kuten lähteitä, noroja, pieniä lampia tai puroja. Alueelta ei ole havaintoja silmälläpidettävistä tai uhanalaisista kasvi- tai eläinlajeista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*).

Merikaapelien MVE1, MVE2, MVE3 tai MVE4 rantautumispaikoilla tai hankealueiden lähiympäristössä ei esiinny EU:n luontodirektiivin (92/43/ETY) liitteen IV (a) lajeja, kuten viitasammakkoa, saukkoa, liito-oravaa tai lepakoita (*Suomen Lajitietokeskus 2021*). Merikaapelivaihtoehtoista ainoastaan MVE1 rantautumispaikan alueelta on tehty havaintoja haitallisista vieraslajeista, kuten komealupiinista, kurturuususta ja jättipalsamista (*Vieraslajit.fi 2021*).

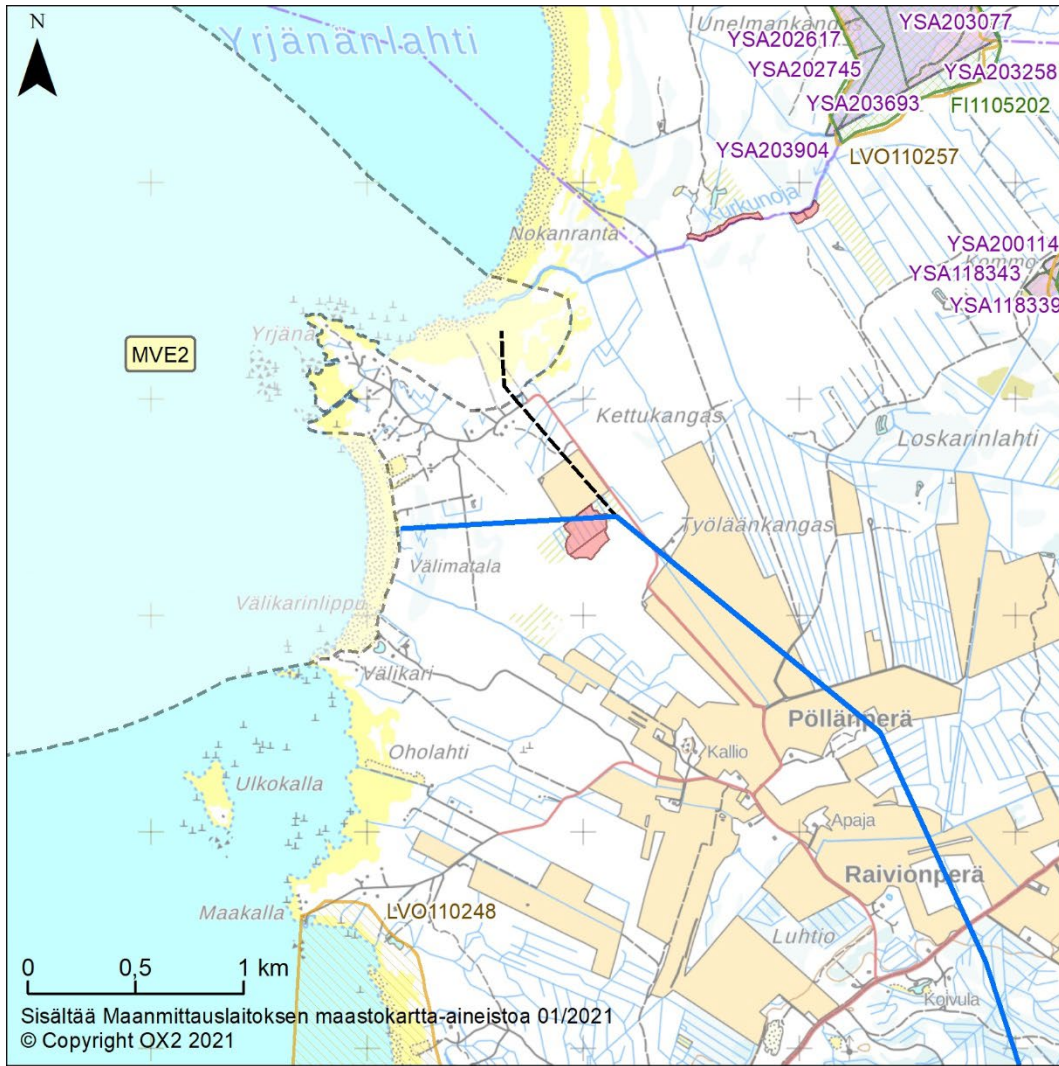








- Merikaapeli
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
- Natura 2000 -alueet
- Luonnonsuojeluohjelmien alueet
- Yksityiset luonnonsuojelualueet
- Arvokkaat kallioalueet

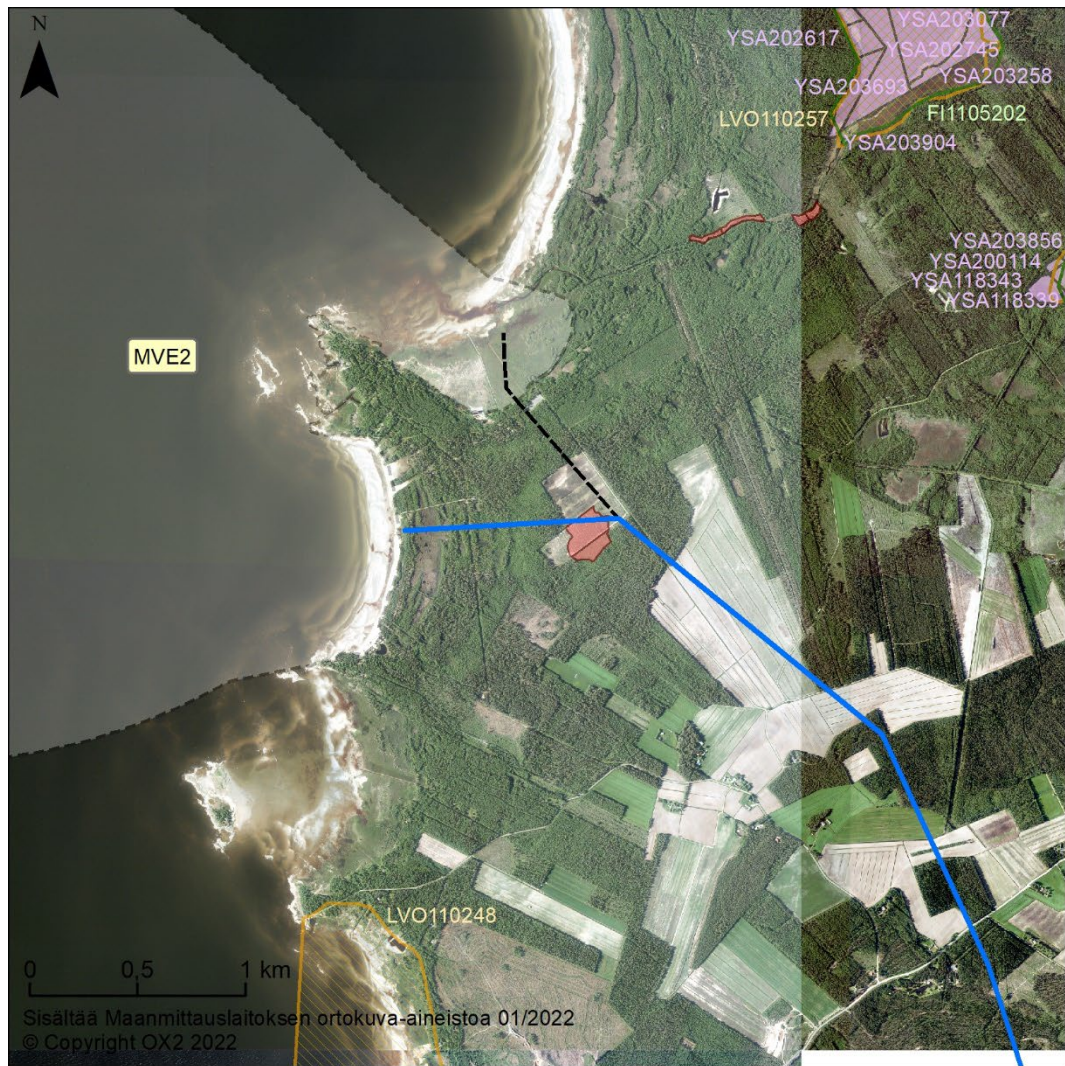


-  Merikaapelireitti
-  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
-  Natura 2000 -alueet
-  Luonnonsuojeluhjelmien alueet
-  Yksityiset luonnonsuojelualueet
-  Arvokkaat kallioalueet

Kuva 8-2. Merikaapelin MVE1 rantautumispaikka ja sen läheiset arvokkaat luontokohteet Raahen lähistölliä.

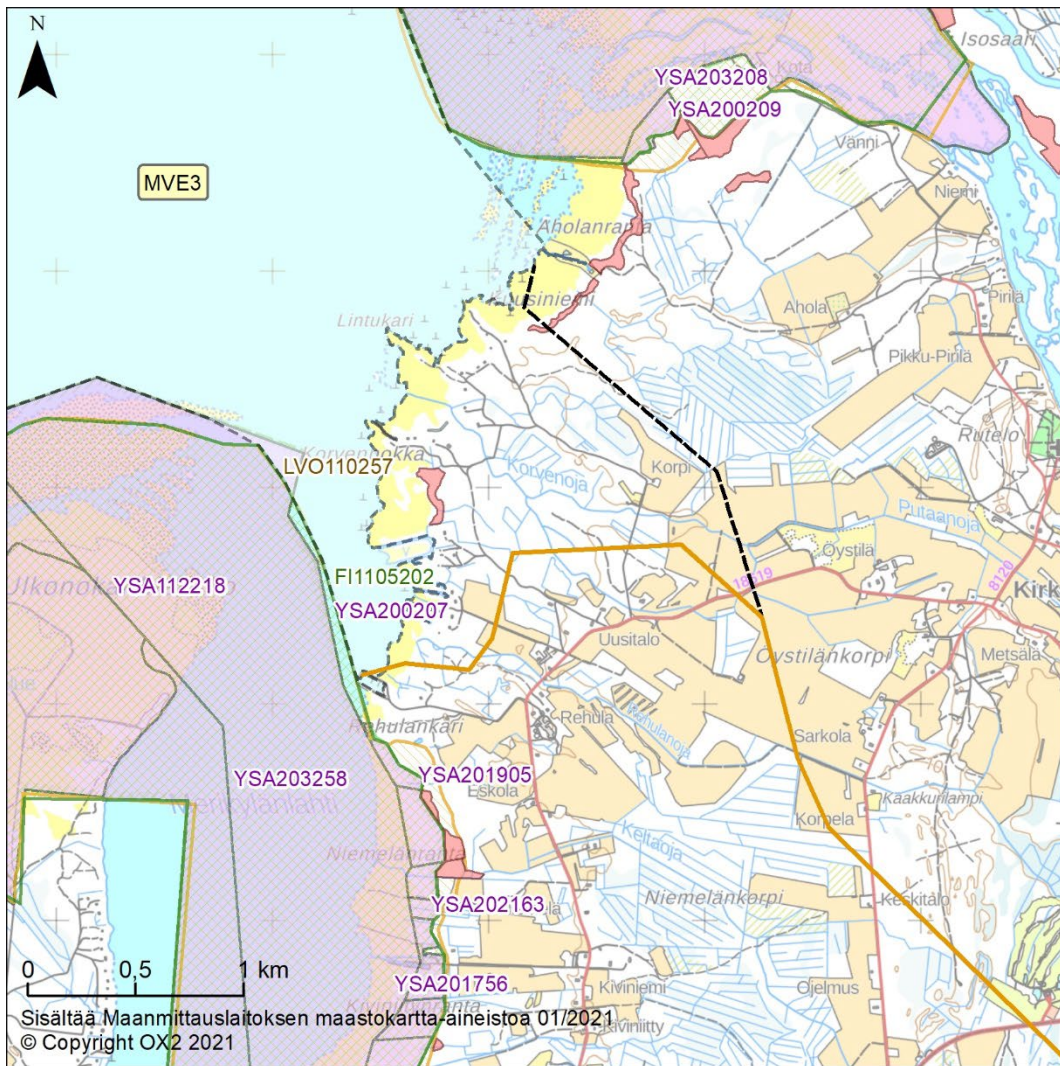








-  Merikaapeli
-  Voimajohtoreitti SVE2
-  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
-  Natura 2000 -alueet
-  Luonnonsuojeluohjelmien alueet
-  Yksityiset luonnonsuojelualueet

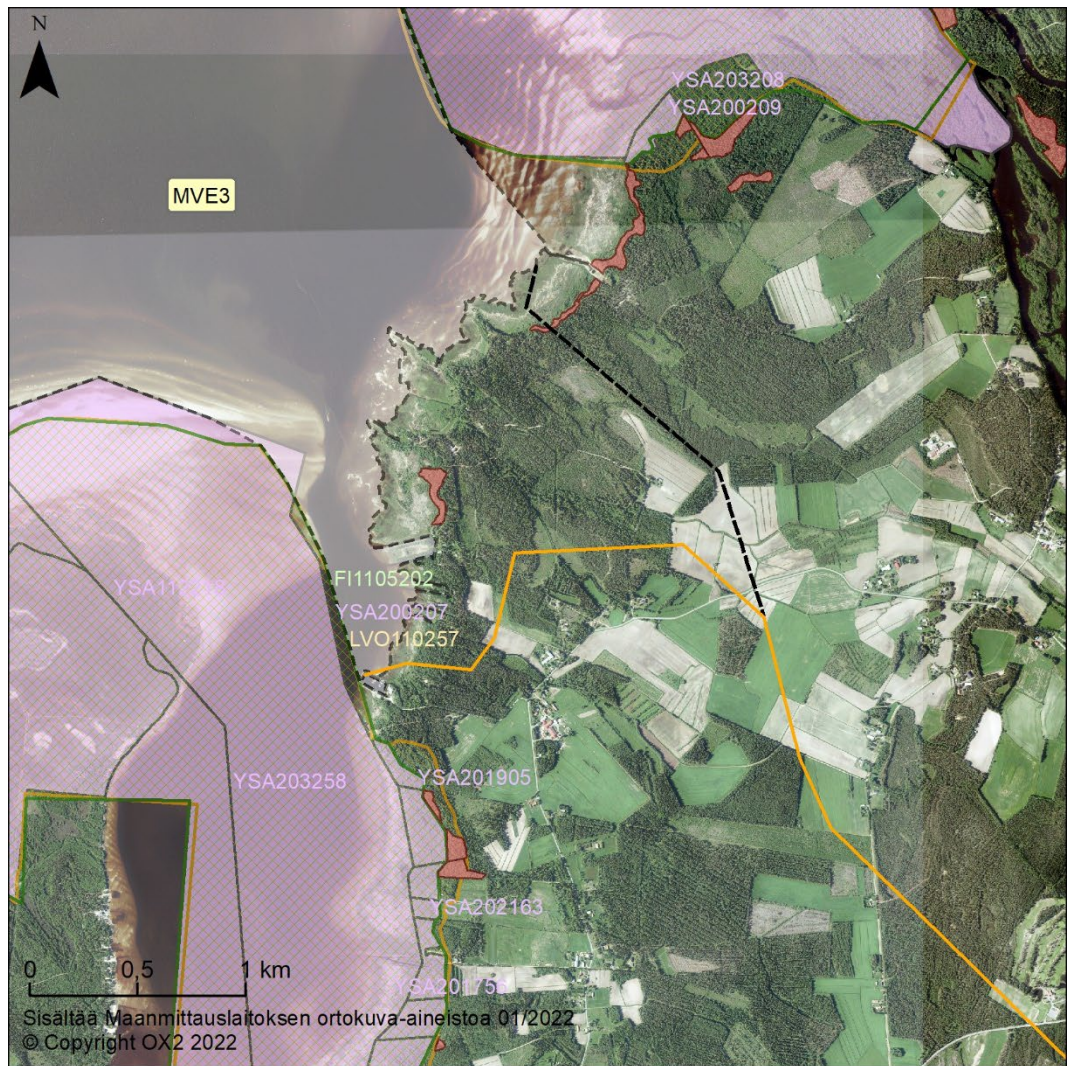


- Voimajohtoreitti SVE2
- Merikaapelireitti
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
- Natura 2000 -alueet
- Luonnonsuojeluohjelmien alueet
- Yksityiset luonnonsuojelualueet

Kuva 8-3. Merikaapelin MVE2 rantautumispaikka ja sen läheiset arvokkaat luontokohteet Raahen pohjoispuolella.

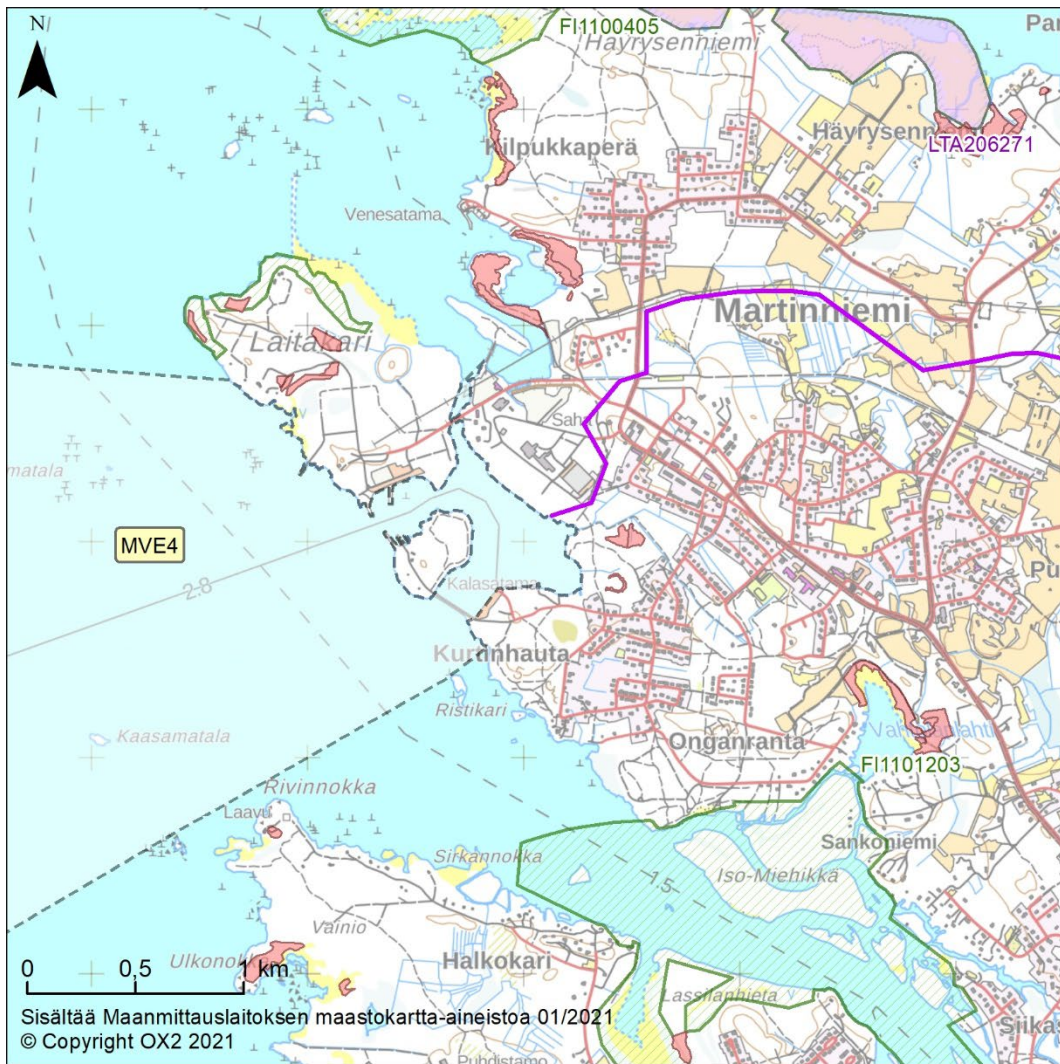







-  Merikaapelireitti
-  Voimajohtoreitti SVE3
-  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
-  Natura 2000 -alueet
-  Luonnonsuojeluhjelmien alueet
-  Yksityiset luonnonsuojelualueet

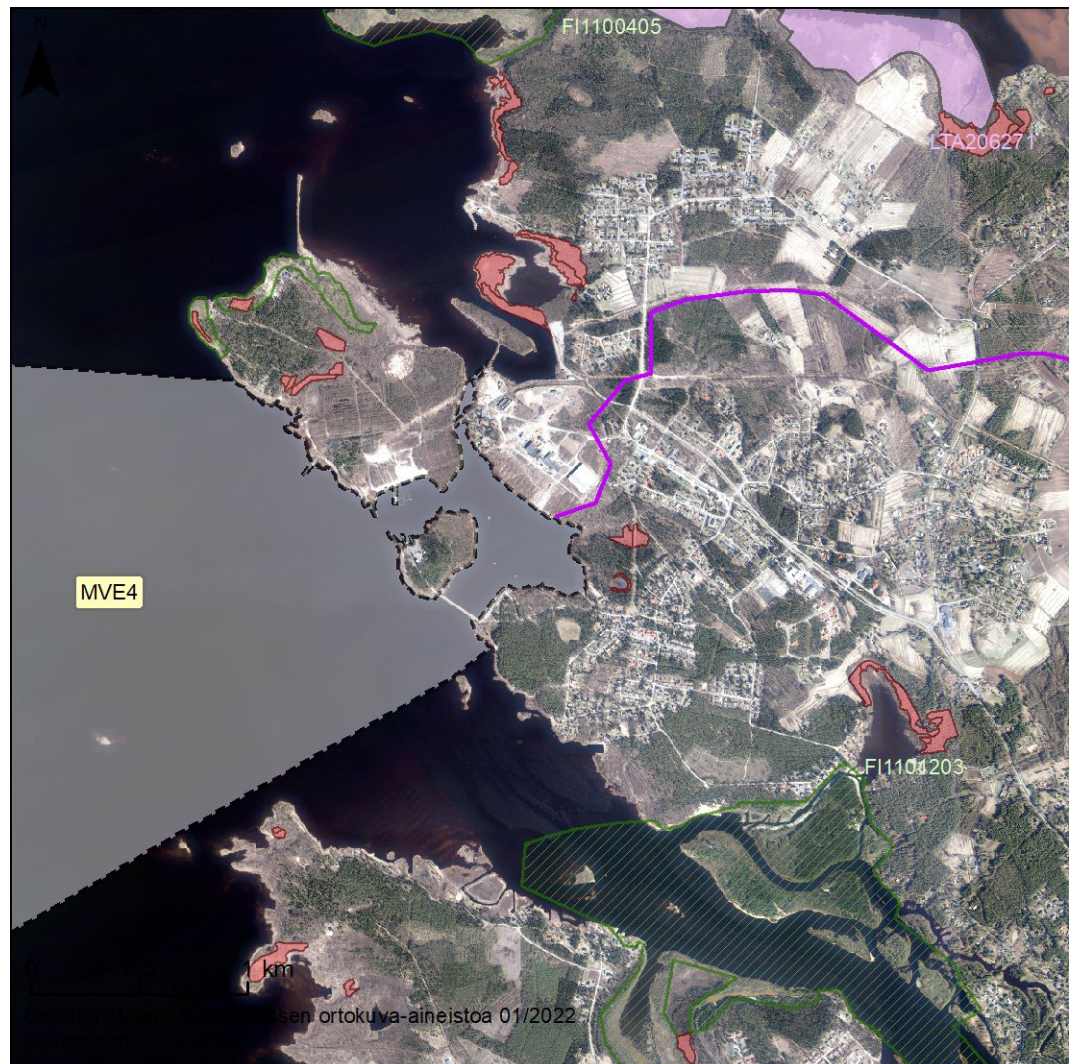


- Voimajohtoreitti SVE3
- - - Merikaapelireitti
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
- Natura 2000 -alueet
- Luonnonsuojeluohjelmien alueet
- Yksityiset luonnonsuojelualueet

Kuva 8-4. Merikaapelin MVE3 rantautumispaikka ja sen läheiset arvokkaat luontokohteet.



-  Merikaapelireitti
-  Voimajohtoreitti SVE4
-  Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
-  Natura 2000 -alueet
-  Yksityiset luonnonsuojelualueet



- Voimajohtoreitti SVE4
- Merikaapelireitti
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus)
- Natura 2000 -alueet
- Yksityiset luonnonsuojelualueet

Kuva 8-5. Merikaapelin MVE4 rantautumispaikka Haukiputaan pohjoispuolella ja sen läheiset arvokkaat luontokohteet.

8.1.4 Suojelalueet ja muut luontoarvoltaan erityisen merkittävät kohteet

Hallan merituulivoimapuiston ja -kaapelireittien ympäristössä sijaitsevat Natura 2000 -alueet sekä luonnonsuojelualueet ja -suojeluohjelmiin kuuluvat aluerajaukset ovat koottuna taulukkoon (Taulukko 8-1) ja esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 8-6).

Merituulivoimapuiston itäpuolella sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä yksi Natura 2000 -alue, *Merikalla*. Muuten merituulivoimapuiston läheisyydessä ei ole muita luonnonsuojelu- tai Natura-alueita.

MVE1-merikaapeli rajautuu *Raahan saariston* (FI1104600) Natura-alueen välittömään läheisyyteen, ja noin kilometrin etäisyydellä sijaitsee *Rytilammen alue ja Ankkurikari* (FI1104605) Natura-alue. Vaihtoehdon MVE2 läheisyydessä sijaitsee noin 1,5 kilometrin etäisyydellä *Siikajoen lintuvedet ja suot* (FI1105202) Natura-alue. MVE3-

merikaapelireitti rajautuu kahden *Siikajoen lintuvedet ja suot* -Natura osa-alueen väliin tilaan. Osittain merikaapeli MVE4 alueella sijaitsee osa *Perämeren saaret* (FI1300302) Natura-alueerajaukseen kuuluvista saarista.

Raahen ja Oulun välisen rannikon edustalla on useita erikokoisia yksityismaan luonnonsuojelualueita ja luonnonsuojeluohjelmien aluerajauksia, jotka kuuluvat osaksi Natura 2000 -alueverkostoa (Taulukko 8-1). Lisäksi välille sijoittuu muutamia yksityismaan luonnonsuojelualueita, jotka eivät kuulu osaksi Natura-alueverkostoa. Natura-alueita on yhteensä alueella 12 kappaletta, mutta osa sijoittuu etäälle merituulivoimapuistosta ja merikaapelireiteistä. Natura-alueet ovat suojeltuja sekä erityisen suojelutoimien alueina (SAC) että lintudirektiivin perusteella (SPA). Kaikkien Natura-alueiden, lukuun ottamatta Merikallaa, suojelun perusteina on useita eri luontodirektiivin luontotyyppisiä ja eläinlajeja, joista suurin osa on lintulajeja. Alueen kasvillisuus muodostuu hyvin luontaisina säilyneistä Perämeren ulkosaariston ja rannikon luontotyypeistä. Meren rannikolla ja merellä sijaitsevilla alueella on puuttomia ja vähäpuustoisia ulkoluotoja. Suuremmilla saarilla kasvaa myös metsää. Lisäksi alueen merilinnusto on erityisen arvokasta. Kaikilla Natura-alueilla on myös useita yksityismaan suojelualueita ja luonnonsuojeluohjelmien aluerajauksia.

Noin kymmenen kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta sekä MVE1-, MVE2-, MVE3- ja MVE4-merikaapeleiden hankealueista sijaitsee useita Natura-alueita. Seuraavaan on koottu merituulivoimapuiston ja -kaapelien hankealueella tai välittömään läheisyyteen sijoittuvat Natura-verkoston kohteet:

- Noin kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuiston itäpuolella sijaitsee Natura-alue *Merikalla* (FI1100207, SAC, 5 210 ha). Alue sijaitsee lisäksi noin 3,5 kilometrin etäisyydellä MVE2:stä sekä noin 6 kilometrin etäisyydellä merikaapeleista MVE1 ja MVE3. Natura-alueen suojelun perusteena on yksi luontodirektiivin luontotyyppi, vedenalaiset hiekkasärkät (1110, 2 800 ha).
- Natura-alue *Raahen saaristo* (FI1104600, SAC/SPA, 2 240 ha) sijaitsee MVE1-merikaapelin aluerajauksen välittömässä läheisyydessä rantautumispaikan pohjoispuolella, ja MVE2:een etäisyyttä on noin 5 kilometriä. Merituulivoimapuistoon etäisyyttä on noin 30 kilometriä. Natura-alueen suojelun perusteina on 15 luontodirektiivin luontotyyppiä sekä yhteensä 64 lintulajia ja yksi kasvilaji. Raahen saariston Natura-alueen rajausta kuuluu lähes kokonaan rantojensuojeluohjelman alueeseen (RSO110099). Lisäksi alueella sijaitsee yksi valtionmaan luonnonsuojelualueisiin kuuluva *Jyryn saaren luonnonsuojelualue* (ESA110018).
- Natura-alue *Rytilammen alue ja Arkkukari* (FI1104605, SAC, 19 ha) sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä MVE1-merikaapelista eteläpuolella, ja noin 39 kilometrin päässä merituulivoimapuistosta. Natura-alueen suojelun perusteina on viisi luontodirektiivin luontotyyppiä ja yksi kasvilaji.
- Reilu 2,5 kilometrin etäisyydellä MVE2-merikaapelin eteläpuolella sijaitsee pienhäkö *Olkijokisuu - Pattijoen pohjoishaara* (FI1103400, SAC/SPA, 202 ha) Natura-alue. Merituulivoimapuistoon etäisyyttä on noin 35 kilometriä. Alueen suojelun perusteina on 10 luontodirektiivin luontotyyppiä sekä 44 lintulajia ja yksi kasvilaji. Natura-alueen rajausta kuuluu myös osittain *Olkijoen suun* lintuvesiensuojeluohjelmaan (LVO110248).
- Useasta erillisestä osa-alueesta koostuva Natura-alue *Siikajoen lintuvedet ja suot* (FI1105202, SAC/SPA, 2 069 ha) sijaitsee noin 1 kilometrin etäisyydellä koilliseen MVE2-merikaapelista, ja merikaapelin MVE3 reitti rajautuu sen kahden osa-alueen väliin. Merituulivoimapuistoon etäisyyttä on noin 31 kilometriä. Alueen suojelun perusteina on 14 luontodirektiivin luontotyyppiä sekä 34 lintulajia, 6 salassa pidettävää lajia, yksi kalalaji ja kolme kasvilajia. *Merikylänlahti-Ulkonokka* lintuvesiensuojeluohjelman (LVO110257) alue kattaa lisäksi lähes kokonaan Natura-alueen rajauksen.
- Osittain MVE4-merikaapelin alueella ja sen ulkopuolella sijaitsee laajalle alueelle sekä useasta pienestä saaresta, ja niiden välisistä vesialueista, koostuvan

Perämeren saaret (FI1300302, SAC/SPA, 7 136 ha) -Natura-alueen osia. Merituulivoimapuistoon etäisyyttä on noin 30,5 kilometriä. Natura-alueen suojeluperusteina on 18 luontodirektiivin luontotyyppiä sekä 75 lintulajia, kaksi nisäkäslajia ja viisi kasvilajia. Alueen pohjoisosaa kuuluu osittain *Simojoen suun kulttuurimaisemat* (MAO120133) maisemakokonaisuuteen.

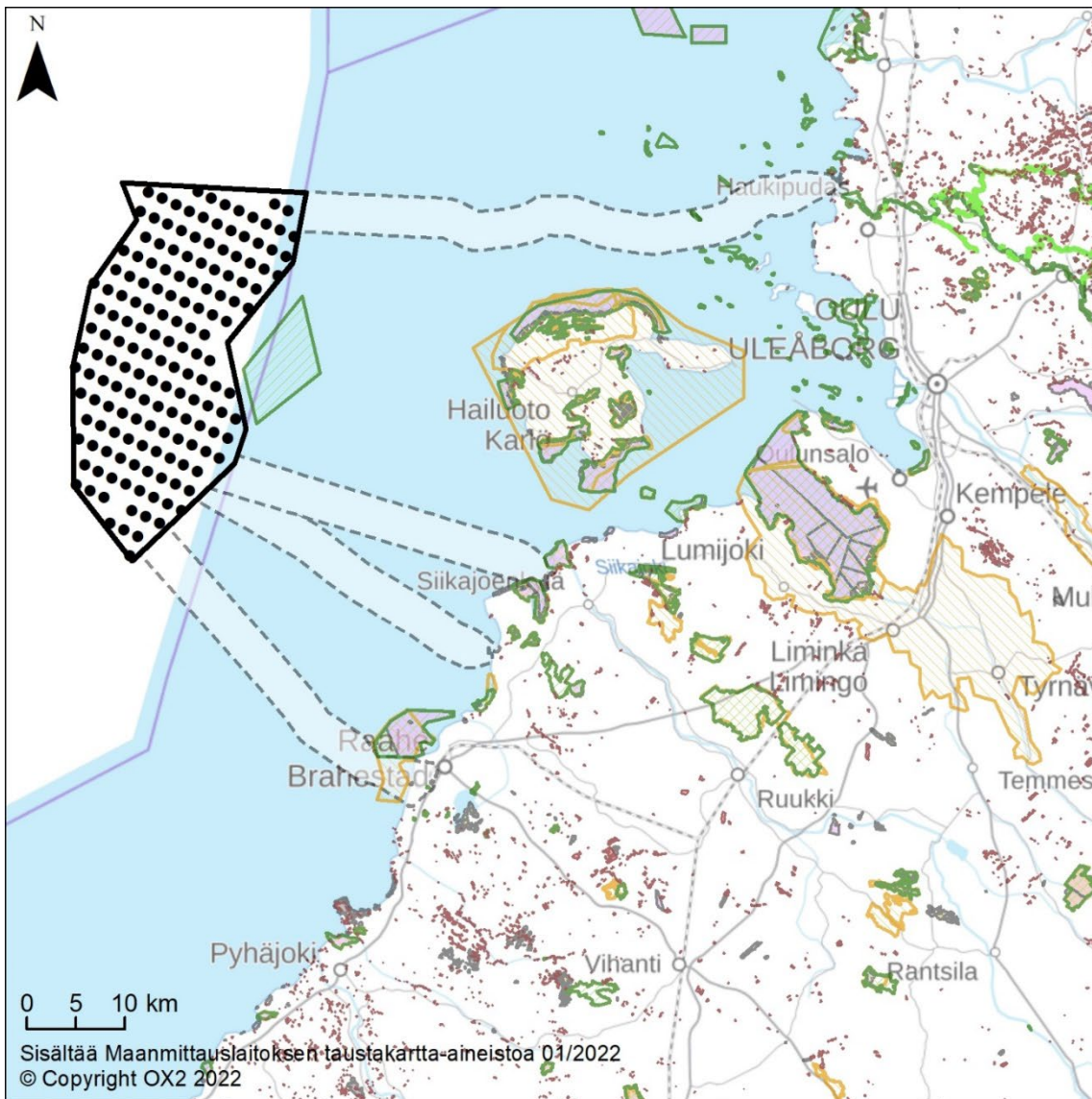
- Kolmesta erillisosasta koostuva Natura-alue *Laitakari – Häyryseniemi – Purjekari* (FI1100405, SAC, 91 ha) sijaitsee 100 metriä merikaapelin MVE4 pohjoispuolella. Merituulivoimapuistoon etäisyyttä on noin 54 kilometriä. Natura-alueen suojeluperusteina on kahdeksan luontodirektiivin luontotyyppiä ja kolme kasvilajia.
- Alle kilometrin etäisyydellä luoteessa MVE4-merikaapelista sijaitsee Natura-alue *Kiiminkijoen suisto* (FI1101203, SAC, 208,8 ha). Merituulivoimapuistoon etäisyyttä on noin 55,5 kilometriä. Natura-alueen suojeluperusteina on seitsemän luontodirektiivin luontotyyppiä ja yksi kasvilaji.

Taulukko 8-1. Merituulivoimapuiston ja merikaapelien ympäristössä (10 km säde) sijaitsevat Natura 2000 -alueverkoston kohteet, luonnonsuojelualueet ja luonnonsuojeluohjelmien kohteet sekä niiden suunta ja etäisyys. Useilla kohteilla on päällekkäisiä aluerajauksia.

kohde	tyyppi	suunta hankealueelta	minimietäisyys
Merikalla (FI1100207, SAC, 5 210 ha)	Natura-alue	merituulipuisto itä, MVE1 koillinen, MVE2 pohjoinen, MVE3 etelä	1 km merituulipuisto 6 km MVE1 ja MVE3 3,5 km MVE2
Raahen saaristo (FI1104600, SAC/SPA, 2 240 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 2 kpl Rantojensuojeluohjelma, Raahen saaristo (RSO110099) Valtionmaan suojelualue, Jyrin saaren luonnonsuojelualue (ESA110018)	Natura-alue, yksityismaan suojelualue, valtionmaan suojelualue, luonnonsuojeluohjelma	merituulipuisto kaakko, MVE1 pohjoinen, MVE2 etelä	30 km merituulipuisto 0 m MVE1 5 km MVE2
Rytilammen alue ja Arkkukari (FI1104605, SAC, 19 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 7 kpl	Natura-alue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto kaakko, MVE1 etelä	39 km merituulipuisto 1 km MVE1
Puntarinmäki (FI1104603, SAC, 4 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 3 kpl	Natura-alue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto kaakko, MVE1 kaakko	40 merituulipuisto 3 km MVE1
Viitajärven alue (FI1104601, SAC, 25 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 7 kpl Soidensuojeluohjelma, Viitajärven alue (SSO110338)	Natura-alue, yksityismaan suojelualue, luonnonsuojeluohjelma	merituulipuisto kaakko, MVE1 itä	41 km merituulipuisto 4 km MVE1

<p>Olkijokisuu - Pattijoen pohjois- haara (FI1103400, SAC/SPA, 202 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 2 kpl Olkijoen suun lintuvesiensuojeluohjelma (LVO110248)</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, luonnonsuo- jeluohjelma</p>	<p>merituuli- puisto kaakko, MVE1 kaakko, MVE2 etelä</p>	<p>35 km merituuli- puisto 8 km MVE1 2,5 km MV2</p>
<p>Siikajoen lintuvedet ja suot (FI1105202, SAC/SPA, 2 069 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue noin 20 kpl Merikylänlahti-Ulkonokka lintuvesiensuo- jeluohjelma (LVO110257)</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, luonnonsuo- jeluohjelma</p>	<p>merituuli- puisto kaakko, MVE2 koilli- nen MVE3 koilli- nen-etelä</p>	<p>31 km merituuli- puisto noin 1,5 km MVE2 0 m MVE3</p>
<p>Isomatala - Maasyvän lahti (FI1100203, SAC/SPA, 1 531 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue noin 44 kpl Hailuodon maisemakokonaisuus (MAO110117) Hailuodon ranta-alueet lintuvesiensuoje- luohjelma (LVO110231)</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, suojeluoh- jelma</p>	<p>merituuli- puisto itä, MVE3 koilli- nen</p>	<p>34,5 km meri- tuulipuisto noin 7,5 km MVE3</p>
<p>Kirkkosalmi (FI1100202, SAC/SPA, 1 019 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue noin 75 kpl Hailuodon maisemakokonaisuus (MAO110117) Hailuodon ranta-alueet lintuvesiensuoje- luohjelma (LVO110231)</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, suojeluoh- jelma</p>	<p>merituuli- puisto itä, MVE3 pohjoi- nen</p>	<p>30 km merituuli- puisto noin 8 km MVE3</p>
<p>Hailuoto, pohjoisranta (FI1100201, SAC/SPA, 3 671 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue noin 115 kpl Marjaniemi-Hiidenniemi harjajensuoje- luohjelma (HSO110101) Hailuodon maisemakokonaisuus (MAO110117) Hailuodon rantojensuojeluohjelma (RSO110100)</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, suojeluoh- jelma</p>	<p>merituuli- puisto itä, MVE4 etelä</p>	<p>23,5 km meri- tuulipuisto noin 4 km MVE4</p>
<p>Ojakylänlahti ja Kengänkari (FI1100204, SAC/SPA, 291 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 8 kpl Hailuodon maisemakokonaisuus (MAO110117)</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, suojeluoh- jelma</p>	<p>merituuli- puisto itä MVE4 etelä</p>	<p>33,5 km meri- tuulipuisto alle 10 km MVE4</p>
<p>Perämeren saaret (FI1300302, SAC/SPA, 7 136 ha) Yksityismaan luonnonsuojelualue 3 kpl</p>	<p>Natura-alue, yksityismaan suojelu- alue, suojeluoh- jelma</p>	<p>merituuli- puisto itä- koillinen,</p>	<p>30,5 km meri- tuulipuisto 0 m MVE4</p>

Simojoen suu perinnemaisemat maisemakokonaisuus (MAO120133)		MVE4 alue, etelä-pohjoinen	
Laitakari – Häyryseniemi – Purjekari (FI1100405, SAC, 91 ha)	Natura-alue	merituulipuisto itä, MVE4 pohjoinen	54 km merituulipuisto 100 m MVE4
Kiiminkijoen suisto (FI1101203, SAC, 208,8 ha)	Natura-alue	merituulipuisto itä, MVE4 luode	55,5 km merituulipuisto alle 1 km MVE4
Munahiedanranta (LTA201776, 214,9 ha)	Luontotyyppin suojelualue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto kaakko MVE3 etelä	29,5 km merituulipuisto 700 m MVE3
Lintusäikän merenrantaniitty (LTA203198)	Luontotyyppin suojelualue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto kaakko, MVE3 koillinen	36 km merituulipuisto, noin 4 km MVE3
Pappilan luonnonsuojelualue (YSA230465)	Yksityismaan suojelualue	merituulipuisto kaakko, MVE3 itä	35 km merituulipuisto 2,5 km MVE3
Varessäikän merenrantaniitty (LTA203199)	Luontotyyppin suojelualue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto kaakko, MVE3 koillinen	38 km merituulipuisto noin 6,5 km MVE3
Keksiniemen hiekkaranta (LTA110070)	Luontotyyppin suojelualue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto itä, MVE4 kaakko-etelä	53 km merituulipuisto noin 3,5 km MVE4
Isoniemi A, B ja C, hiekkaranta (LTA234544, LTA234575, LTA234541)	Luontotyyppin suojelualue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto itä MVE4 etelä	52 km merituulipuisto noin 2 km MVE4
Upin merenrantaniitty (LTA206271)	Luontotyyppin suojelualue, yksityismaan suojelualue	merituulipuisto koillinen, MVE4 koillinen	55 km merituulipuisto noin 2,5 km MVE4



- | | |
|-------------------|--|
| Hankealue | Natura 2000 -alueet (viivamaiset) |
| Tuulivoimala | Natura 2000 -alueet |
| Merikaapelireitti | Luonnonsuojeluohjelmien alueet |
| | Yksityiset luonnonsuojelualueet |
| | Valtion luonnonsuojelualueet |
| | Arvokkaat moreenimuodostumat |
| | Arvokkaat kallioalueet |
| | Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (Metsäkeskus) |

Kuva 8-6. 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 vaikutustyypppeihin (tuulivoimapuiston 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. Tuulivoimapuiston rakentaminen voi aiheuttaa vaikutuksia linnustoon myös monimutkaisten ravintoverkkokytkentöjen kautta. Merikaapelien asennus voi aiheuttaa linnustolle lähinnä lyhytaikaisia häiriövaikutuksia, joita voidaan merkittävästi lieventää rakentamisen ajoittamisella lintujen pesimäkauden ulkopuolelle.

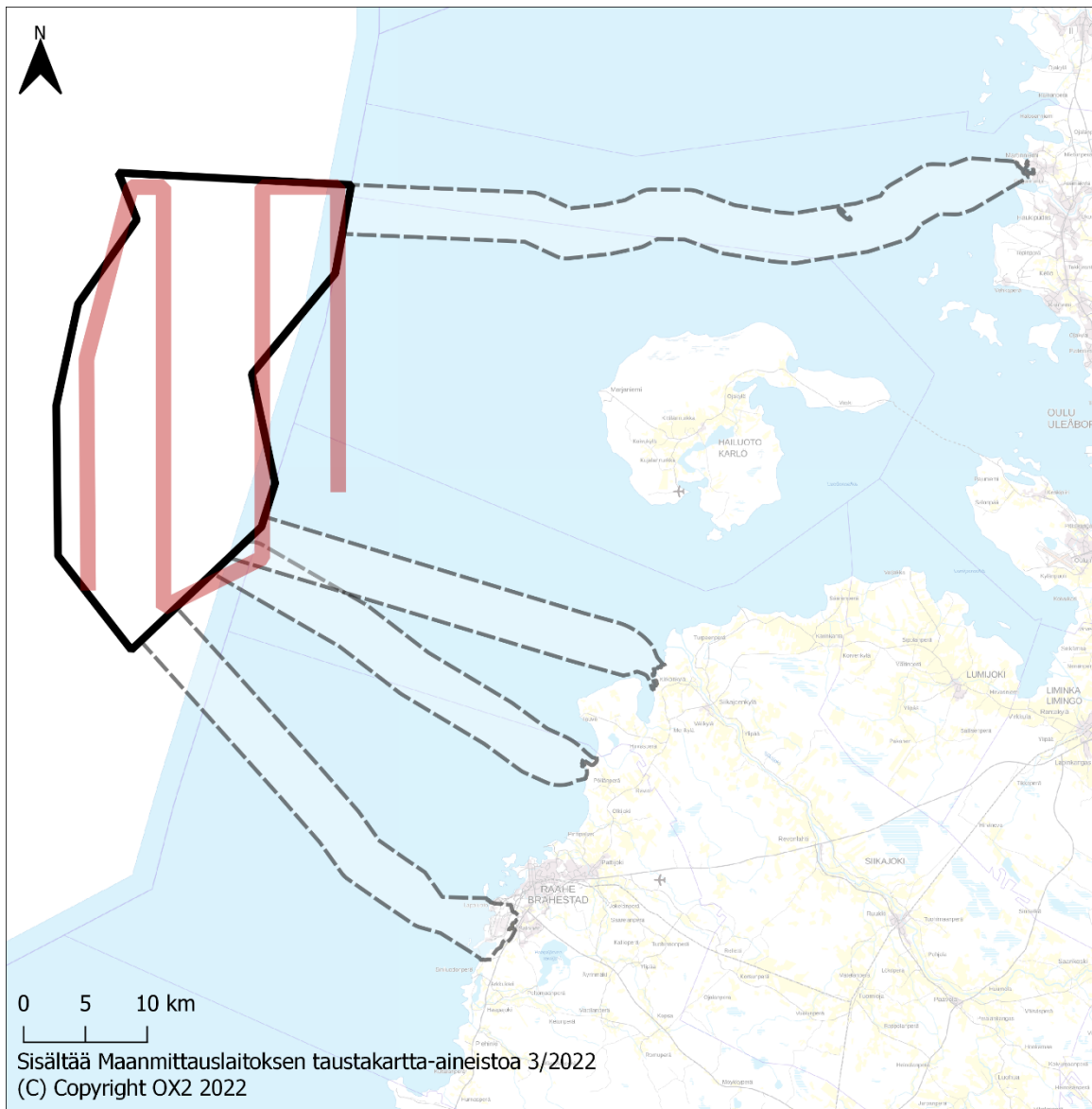
Vaikutusten arvioinnissa pohditaan myös vaikutusten lievennys- ja kompensointikeinoja sekä esitetään ehdotus linnustovaikutusten seurantaohjelmaksi.

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 hankealueelta. Lähimpien pesimäalueiden linnustoa kuvataan olemassa olevien aineistojen, kuten Metsähallituksen saaristolintulaskentojen aineistojen perusteella. Muuttavan linnuston osalta olemassa olevista aineistoista selvitetään mm. Suurhiekan merituulivoimapuiston linnustoselvitysten (*Hölttä 2013*) 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 määriteltä 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. Hallan tuulivoimahankkeessa laskentareitin kokonaispituus hankealueella on noin 135 kilometriä ja laskentapäivän ajomatkan kokonaispituus merellä on noin 200 kilometriä. Laskentareittiin on otettu mukaan myös hankealueen itäpuolella sijaitseva Merikallan Natura-alue, jotta voidaan verrata, houkutteleeko alueen matalimmat kohdat ruokailevia lintuja. Veneen ajonopeus laskennan aikana on sääolosuhteista riippuen noin 15–30 km/h. Hankealueelle sijoittuvalla laskentareitillä ajolinjojen välinen etäisyys on 8 kilometriä (Kuva 8-7). Laskentareitti on optimoitu edellä mainittujen reunaehtojuen 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.



Kuva 8-7. Hallan hankealueelle sijoittuva laskentareitti. Ajoreitin pituus hankealueella on noin 135 kilometriä ja laskentalinjat sijoittuvat alueelle 8 kilometrin välein.

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 (veneen sijainti koordinaatteina), laji/lajiryhmä, lukumäärä, lintujen sijainti ja suunta suhteessa havaintopaikkaan, onko lintu lennossa vai paikallisena vedessä, saalistelemassa tms. Lisäksi kirjataan ylös, että 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. Hallan hankealueelle tulee näin ollen yhteensä 12 laskentakäyntiä avovesikauden aikana.

Laskennat on aloitettu syksyn 2021 aikana, jolloin alueella käytiin 10.9. sekä 13.10.2021. Molemmilla laskentakerroilla aallokko oli kohtalaista tai heikkoa. 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 8-8).



Kuva 8-8. Venelaskentojen suunniteltu aikataulu. Syksyn 2021 toteutetut laskennat on merkitty vihreällä neliöllä ja vuoden 2022 suunnitellut laskennat sinisellä neliöllä.

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.

Merikaapelireitit

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

Merikaapelireittien lähimpien pesimäluotojen ja -saarten linnustosta on olemassa jonkin verran tietoa, mm. Metsähallituksen ja ELY-keskuksen laskentatiedot saaristossa ja rannikon lintuvesillä (Antti Below, kirjall. ilm.), mutta tiedot eivät kata koko kaapelireittien aluetta. Merikaapelireittien alueella lepäilevistä ja ruokailevista linnuista ei ole käytävissä olemassa olevaa tietoa, jonka vuoksi alueella tullaan tekemään maastoselvityksiä vuoden 2022 aikana. Maastoselvitykset keskittyvät merikaapelireittien alueella lepäilevien ja ruokailevien lintujen yleispiirteiseen selvittämiseen loppukevään ja kesän aikana. Selvityksiä tehdään tapauskohtaisesti sekä maista että veneestä käsin, kiikarin ja kaukoputken avulla lintuja tarkkaillen. Lepäilevien ja ruokailevien lintujen selvittämiseen käytetään aikaa yhteensä 10 pv. Lisäksi merikaapelireittien rantautumisalueiden pesimälinnustoa selvitetään yleispiirteisesti mantereen rannoilla, ja niillä saariston

kohteilla, joista ei ole käytettävissä olemassa olevaa tietoa. Pesimälinnustoselvityksiin käytettävä aika on yhteensä 4 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 suunnittelussa ja asennuksessa. Merikaapelireittien alueella tehtävät selvitykset toimivat aineistona myös läheisille Natura-alueille kohdistuvissa vaikutusten arvioinneissa.

8.2.2 Maa-alueiden kasvillisuus ja eläimistö

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

Merituulivoimapuiston alue sijaitsee kokonaan ulkomerellä, eikä siellä ole maa-alueita kuten saaria tai luotoja. Merikaapelit eivät sijoitu saariin tai luotoihin. Vaikutusten arviointi vedenalaisiin luontotyyppisiin ja merinisäkkäisiin on käsitelty luvussa 5.2.4. Kasvillisuuden ja muun eläimistön vaikutusarviointi käsittää merikaapelien rantautumiskohdan arvioinnin.

Mereltä tulevat siirtokaapelit johdetaan mantereella maasähköasemalle, josta sähkönsiirtoa jatketaan ilmajohtototeutuksena aina kantaverkon liityntäpisteeseen asti. Merikaapelien rantautumiskohdilla tarvitaan luontotyyppi- ja kasvillisuusselvityksiä sekä eläimistöselvityksiä, jotka tullaan tekemään 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 kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa" (Söderman 2003). Arvioinnissa tukeudutaan tarvittavilta osin muiden alojen asiantuntijoiden laatimiin mallinuksisiin ja vaikutusarviointeihin (mm. vesistö- ja meluvaikutukset). Luontoselvityksien tulokset ja vaikutusarvioinnit raportoidaan YVA-selostuksessa.

Kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitykset

Luonnon yleispiirteiden lisäksi maastossa kartoitetaan ja rajataan mahdolliset luonnonsojeluilla (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).

Viitasammakkoselvitys

Merikaapelivaihtoehtojen rantautumispaikoilta ei ole havaintoja viitasammakoista (*Suomen Lajitietokeskus 2021*), mutta vaihtoehtojen MVE1 ja MVE2 rantautumiskohdilla arvioidaan olevan viitasammakolle potentiaalisia elinympäristöjä.

MVE1 rantautumispaikalla potentiaalisia paikkoja ovat Kuljunlahden makeanveden altaan rannat, ja rannan läheinen rimpipintainen suo, rantautumiskohdan eteläpuolen Lahdenperän rehevä lampi sekä pohjoispuolen rehevä lampi/kosteikko Aittalahti. MVE2-vaihtoehdon mahdolliset viitasammakolle soveltuvat elinympäristöt ovat Välimatalan kosteikko sekä Kunkunojan ja Kurkunsuu välinen jokialue.

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.

Liito-oravaselvitys

Merikaapeleiden MVE1, MVE2, MVE3 tai MVE4 rantautumispaikoissa ei arvioida olevan liito-oravalle potentiaalisia elinympäristöjä, kuten vanhoja kuusikkoja tai kolohaapoja, joten niiden esiintyvyyden selvittämistä ei arvioida tarpeelliseksi.

Muu eläimistö

Olemassa olevan tiedon perusteella merikaapelien 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 vesistöstä toiseen hankealueen ympäristössä. Suurpetojen ja riistaeläinten esiintymisestä kerätään tietoja olemassa olevasta aineistosta sekä paikallisilta metsästysseuroilta.

8.2.3 Suojelukohteet

Merituulivoimapuiston alue

Natura 2000 -alueverkostoon kuuluvista kohteista vain yksi, Merikalla (FI1100207, SAC), sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä merituulivoimapuiston itäpuolella. Merituulivoimapuiston alueen tuntumassa ei sijaitse muita suojeltuja saaria tai luotoja.

Merikaapelit

Merikaapelin MVE1 pohjoisreuna rajautuu Raahen saariston (FI1104600, SAC/SPA) välittömään läheisyyteen. MVE2-merikaapelin alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse suojelu- tai Natura-alueita. MVE3-merikaapeli rajautuu Siikajoen lintuvedet ja suot (FI1105202, SAC/SPA) kahden osa-alueen väliin, missä hankealue sijoittuu osittain myös yksityismaan Merikylänlahden luonnonsuojelualueen (YSA200207) kulmukseen (noin 3,5 ha). MVE4-merikaapelin hankealueen sisäpuolelle rajautuu lisäksi Perämeren saariston (FI1300302, SAC/SPA) yksi suojeltu saari Luodeletto, ja välittömässä läheisyydessä sijaitsee Natura-alueeseen kuuluvista saarista ja luodoista mm. Pikkumatala, Väliletto, Kintasletto ja Hoikanriisit.

Muut Natura-alueet (SAC/SPA) ja luonnonsuojelualueet sijoittuvat etäämmälle merituulivoimapuistosta. Merikaapelien MVE1, MVE2, MVE3 ja MVE4 rantautumispaikkojen läheisyydessä rannikon tuntumassa on useita Natura-alueita ja muutamia yksityismaan luonnonsuojelualueita.

Kun huomioidaan merituulivoimapuiston hankealueen ja merikaapelien etäisyydet Natura-alueverkoston kohteille, Natura-alueiden suojeluperusteina olevat luontoarvot sekä

mahdolliset yhteisvaikutukset ympäristön muiden hankkeiden kanssa, arvioidaan varovaisuusperiaatteen mukaisesti, että luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi on laadittava Merikallan Natura-alueen osalta. **Natura-arvioinnissa** arvioidaan hankkeen vaikutuksia alueen suojeluperusteina esitettyihin luontoarvoihin. Merikaapeliin osalta **Natura-tarvearviointi** tehdään Raahen saariston, Siikajoen lintuvedet ja Perämeren saaret -Natura-alueille. Tarvearvioinnissa tarkastellaan, onko hankkeella sellaisia vaikutuksia Natura-alueen suojeluperusteena esitetyille luontoarvoille, että varsinainen Natura-arviointi olisi tarpeen.

Natura-arviointi ja Natura-tarvearviointit tehdään osana YVA-menettelyä. Vaikutukset näihin ja muihin, kauempana sijaitseviin aluemaisiin suojelukohteisiin arvioidaan kokeiden biologien toimesta.

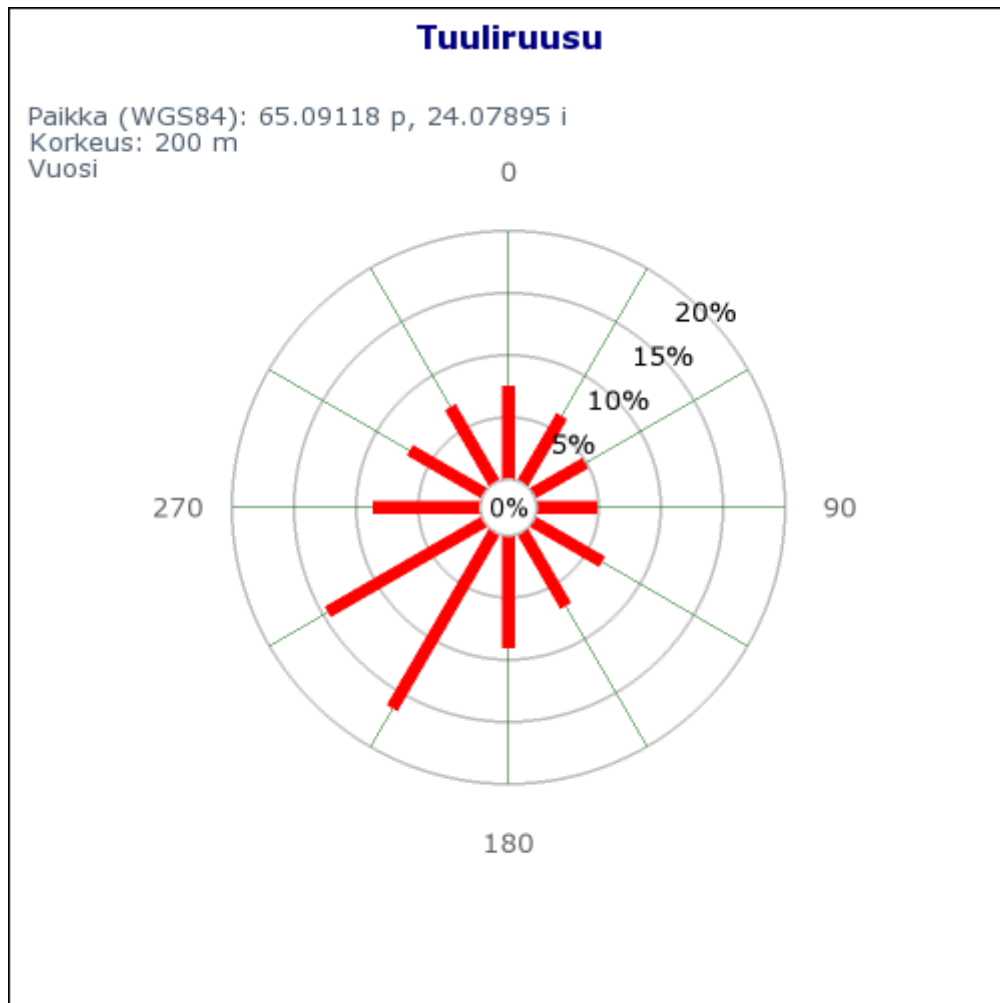
9 ILMASTO JA ILMANLAATU

9.1 Nykytila

9.1.1 Ilmasto

Vuoden 2020 keskilämpötila oli Hailuodossa noin 5,0 °C ja vuotuinen sademäärä 650...700 mm (*Ilmatieteenlaitos 2021b*).

Vallitseva tuulensuunta Hallan 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

Ilmanlaatu alueen lähimmillä mittausasemilla Oulun asuinalueilla ja Raahessa on hyvä/tyydyttävä. Keskustan ulkopuolella sijaitsevien mittauspisteiden ilmanlaatuindeksit kuvaavat paremmin hankealueen ilmanlaatua kuin keskustassa sijaitsevien. (*Ilmatieteenlaitos 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 suoraa tai epäsuoraa 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.

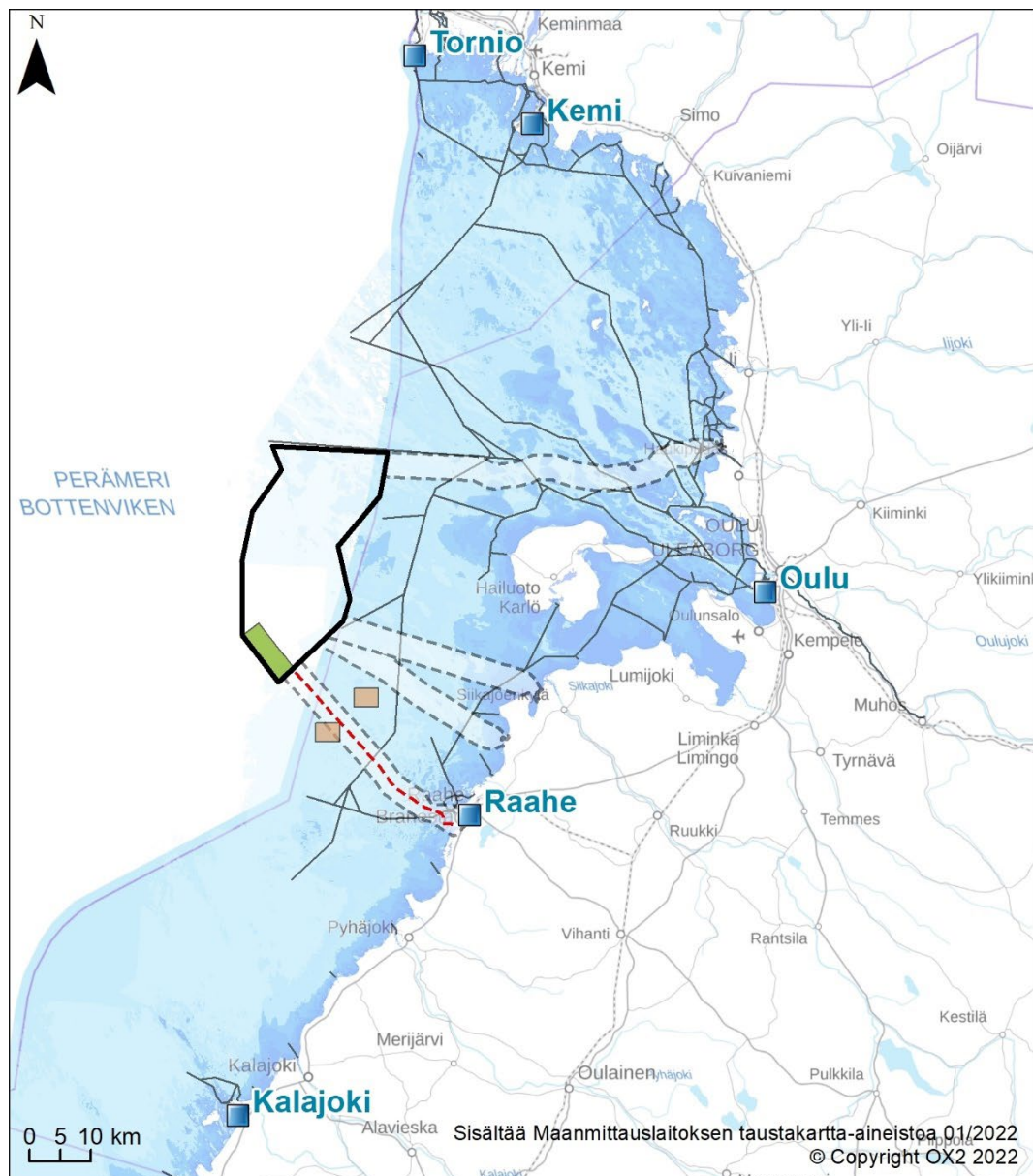
Arvioinnin suorittaa ilmastovaikutuksiin perehtynyt asiantuntija.

10 LIIKENNE

10.1 Nykytila

10.1.1 Vesiväylät, laivaliikenne ja satamat

Suomen merialuesuunnitelman 2030 mukaan Perämeren alueella meriliikenteellä on keskeinen merkitys alueen teollisuuden kuljetusten, saavutettavuuden ja kilpailukykyyn 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 kolme TEN-T- kattavan verkon kansainvälisesti merkittävää satamaa: Oulu, Raahe ja Kemi (Kuva 10-1). Myös Torniossa ja Kalajoella on merkittävät satamat.



- Hankealue
- Merikaapelireitti
- Vetyputkireitti
- Läjitysalue / tuulipuisto
- Vaihtoehdotiset läjitysalueet / merikaapelireitit

Kuva 10-1. Hankkeen vaikutusalueen merkittävimpien satamien sijainnit ja niihin johtavat laiva-väylät. Suomen merialuesuunnitelman 2030 mukaiset merenkulun alueet on esitetty luvussa 3, Kuva 3-8 (Pohjanmaan liitto ym. 2020).

Oulun satama on Perämeren suurin yleissatama, jossa on kolme osaa: Oritkari, Nuot-tasaari ja Vihreäsaari. Satamassa käy vuosittain noin 550 alusta ja merkittävimmät ta-vararyhmät ovat metsäteollisuustuotteet, nestemäiset polttoaineet ja metsäteollisuuden raaka-aineet (Oulun Satama Oy 2021). Tuulivoimapuiston alueen pohjoispuolelle sijoit-tuu Oulun satamaan johtava Oulun väylä (osuus Oulun edusta – Oulu 1), jonka väylä-alueeseen hankealue rajautuu (Kuva 10-2). Väylän kulkusyvyyden on 10 metriä ja se on

luokiteltu kauppamerenkulun pääväyläksi. Merikaapelireittivaihtoehto MVE4 risteää väylän kanssa Hailuodon pohjoispuolella (osuus Oulu 1 – Hanhikari). Jääolojen takia talvi-liikenteessä käytetään myös Hailuodon länsipuolella etelänpuolista Raahe-Oulu-Kemi 10 metrin väylän sisääntuloa. Oulun satamaan johtaa myös Oulun 12,5 metrin väylä (kulkusyvyyks 12,5 m), joka sijoittuu tuulivoimahankealueen pohjois- ja koillispuolelle lähimmillään noin 16 kilometrin etäisyydelle ja myös se kuuluu kauppamerenkulun pääväyliin. Merikaapelireittivaihtoehto MVE4 risteää väylän kanssa niin ikään Hailuodon pohjoispuolella.

Raahen satamassa käy vuosittain noin 600 alusta kuljettaen erilaisia raaka-aineita ja irtolasteja, terästä, sahatavaraa, kontteja sekä projektiluontoisia laivauksia. Teräsyhtiö SSAB:lla on suuri tuotantolaitos Raahessa, jonka vienti- ja tuontitarpeita satama muun muassa palvelee. (*Raahen Satama Oy 2021*) Satamaan johtaa kulkusyvyydeltään 10 metrin Raahen väylä, joka on luokiteltu kauppamerenkulun pääväyläksi. Merikaapelireittivaihtoehto MVE1 sekä vetyputkireitti VVE1 risteää väylän kanssa sataman edustalla (Kuva 10-2). Tuulivoimahankealueelta on matkaa väylälle noin 19 kilometriä.

Kemin satama koostuu kolmesta osasta: Ajoksen satamasta, Veitsiluodon satamasta ja Öljysatamasta, joka on osa Ajoksen satamaa. Sataman alusmäärä on ollut viime vuosina noin 400–500 alusta vuosittain. Ajoksen kautta kulkee muun muassa kontteja, metsäteollisuuden tuotteita ja erilaisia bulk-tuotteita (*Kemin Satama Oy 2021*). Satamaa ollaan laajentamassa liittyen Kemiin rakennettavan Metsä Fibren biotuotetehtaan tarpeisiin siten, että laajennus valmistuu vuonna 2023. Myös satamaan johtavaa meriväylää ollaan syventämässä 12 metriin nykyisestä 10 metristä. Öljysataman kautta tuodaan öljy- ja kemikaalituotteita. Veitsiluodon satama on palvellut lähinnä Stora Enson Veitsiluodon tehtaan tuontikuljetuksia, mutta tehdas suljettiin syksyllä 2021. Kemin satama palvelee myös kaivosteollisuuden tarpeita. Ajoksen satamaan johtavan Kemin edustan väylän alku sijoittuu noin 19 kilometrin etäisyydelle tuulivoimahankealueen pohjoispuolelle ja se on kauppamerenkulun pääväylä (Kuva 10-1).

Tornion Röyttän satamassa liikennöi vuosittain noin 500 alusta. Sataman viennissä teräksen ja ferrokromin osuudet ovat merkittävimmät. Kierrätysteräs, koksi, kalkkikivituotteet ja maakaasu muodostavat pääosan tuonnista (*Oy M. Rauanheimo Ab 2021*). Sataman suurin käyttäjä on viereinen Outokumpu Oyj:n Tornion terästehdas.

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

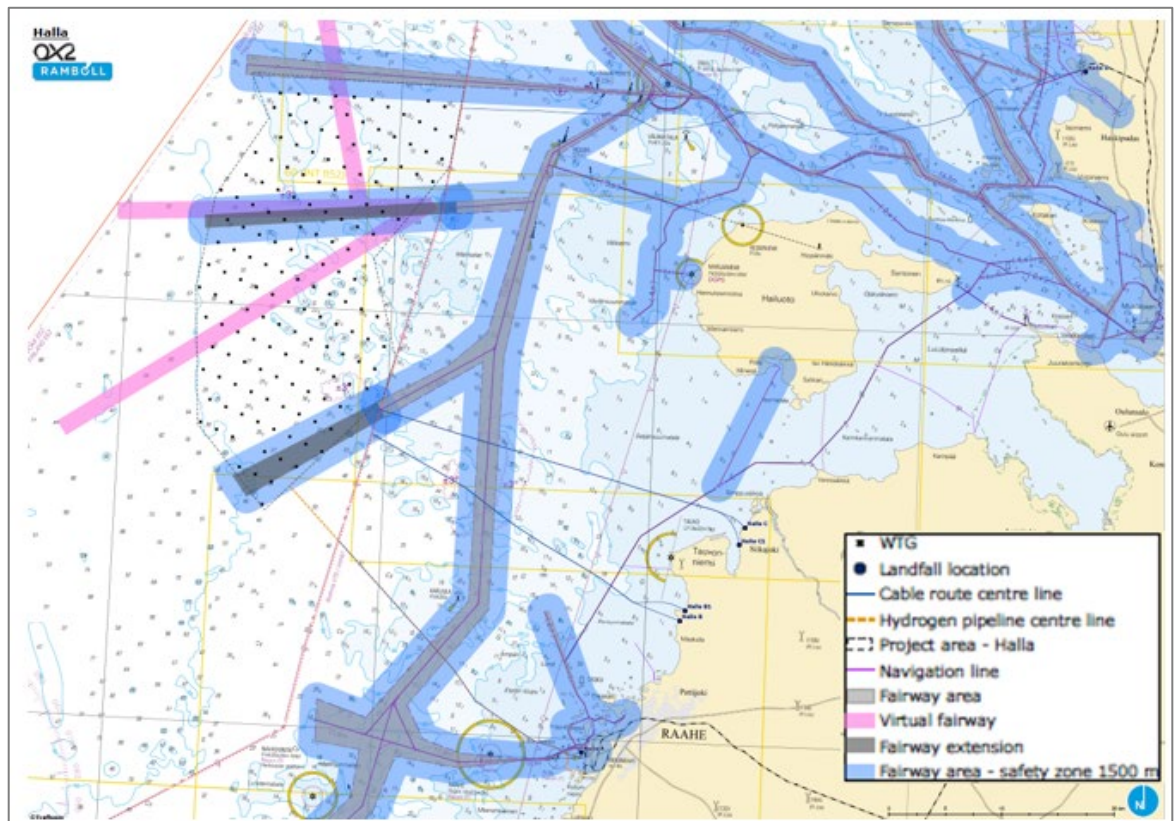
Merituulivoimapuiston alueen itäpuolelle, lähimmillään noin 8 kilometrin etäisyydelle, sijoittuu Raahe-Oulu-Kemi -rannikkoväylä (kulkusyvyyks 10 metriä osuudella Nahkiainen – Oulu 1 ja 8 metriä osuudella Oulu 1 – Kemi 1) (Kuva 10-2). Myös tämä väylä kuuluu kauppamerenkulun pääväyliin. Väylään liittyy Merikallojen eteläpuolelta 10 metrin väylä ja Merikallojen pohjoispuolelta 9,5 metrin väylä, jotka suuntautuvat kohti hankealuetta. Merikaapelireittivaihtoehto MVE1 sekä vetyputkireitti VVE1 risteää rannikkoväylän kanssa Raahen edustalla. Vaihtoehto MVE2 puolestaan risteää väylän kanssa Siikajoen edustalla, kuten myös MVE3 sekä pääväylän kanssa että Merikallojen eteläpuolella siihen liittyvän väylän kanssa. Hailuodon luoteispuolella rannikkoväylän kanssa risteää kaapelireittivaihtoehto MVE4.

Hailuodon ja mantereen edustalla sijaitsee lisäksi matalaväyliä (luokat: hyötyliikenteen matalaväylät, veneilyn runkoväylät, paikallisveneväylät ja venereitit). Väyliin käyttöön liittyvät majakat, loistot ja turvalaitteet on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 10-2).

Suomen merialuesuunnitelmassa 2030 (*Pohjanmaan liitto ym. 2020*) on esitetty **merenkulun alueita** myös väyläalueiden ulkopuoliselta alueelta. Merituulivoimapuisto sijoittuu osin näille alueille (*Kuva 10-2*). 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.

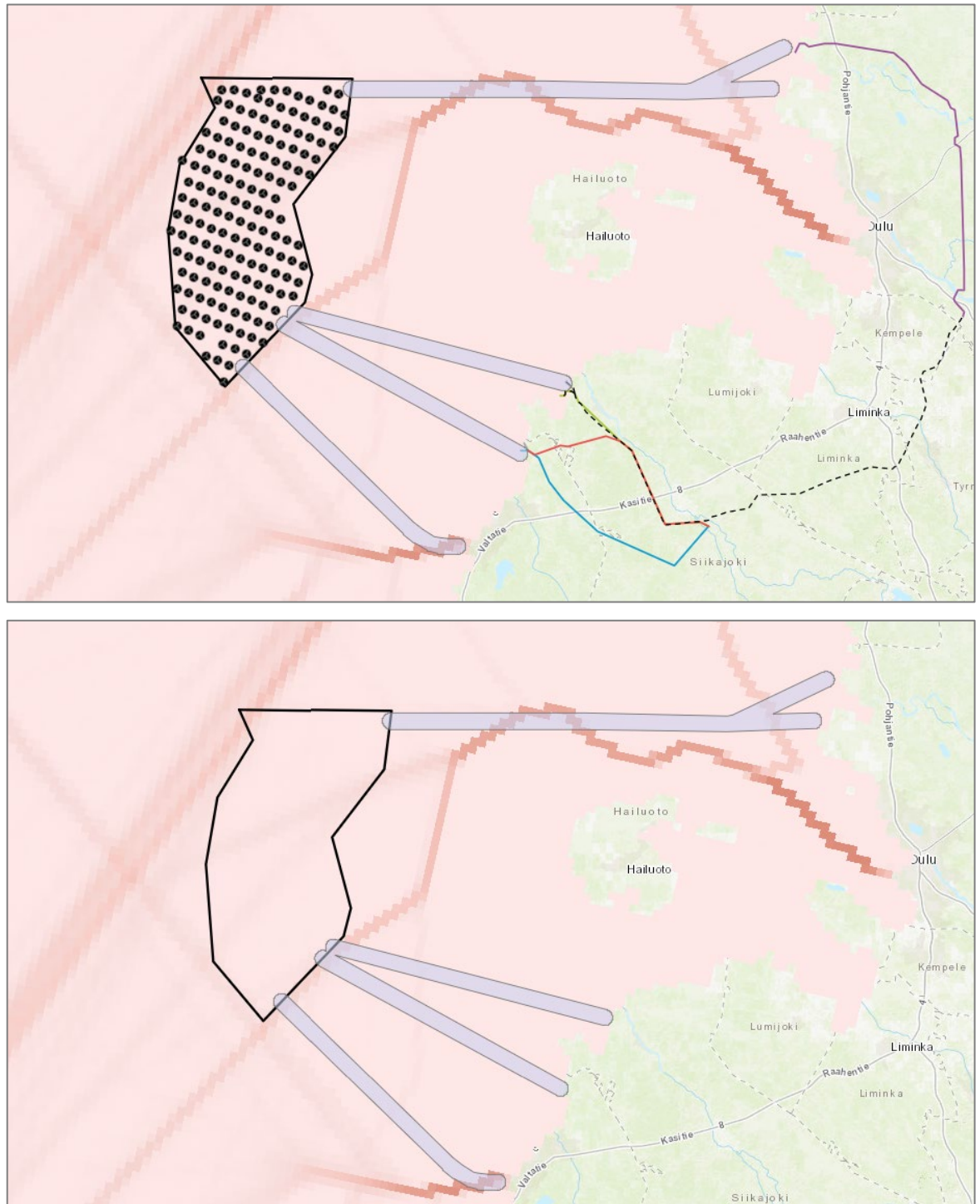
Hallan hankealueen halki kulkee etelässä virallinen laivaväylä sekä lisäksi aluetta käytetään jo nykyisellään viranomaisilta saatujen tietojen perusteella kauttakulkuun sekä tulevaisuudessa on suunnitteilla muuttaa nämä yleisesti käytetyt reitit virallisiksi väyliksi (Kuva 10-2). Oheisessa kuvassa vaaleanpunaisella suuntaa-antavasti osoitettu väylä tulee olemaan mm. Kemin biojalostamon tärkeä kulkureitti, jolla alukset kulkisivat ympäri vuoden ja tarvitsisivat siten luotsiapua ja jäänmurtamisapua. Jatkossakin tulee turvata sujuva alusliikenne teollisuuden tarpeisiin. Väylä koostuu itse väylästä ja väyläalueesta, joka on vähintään noin 1,5 km leveä väylän molemmin puolin. Liikennekuva Perämerellä on jo jossain mittakaavassa muuttunut viime vuosina, ja se tulee vielä merkittävästi muuttumaan Ajoksen väylän syventämisen jälkeen. Aluksen koot ja syväykset kasvavat väylän syventämisen myötä. Perämerellä on paljon matalia alueita ja sen vuoksi on erityisesti määritetty turvallisia reittejä syvemmille aluksille. Oheisessa kartassa esitetyt vaaleanpunaiset reitit ovat viranomaisen tietojen mukaan varmistettuja alueita, eli syvyys on lähtökohtaisesti riittävä isoille aluksille ja siksi ne on väyläkortissa ilmoitettu turvallisiksi. Kartassa esitetyt vaaleanpunaiset väylälinjat ovat vasta hahmotelmia, ja niitä tullaan leventämään ja käännöskohdat kasvavat.



Kuva 10-2. Hallan hankealueella ja sen lähellä kulkevat viralliset väylät sekä vaaleanpunaisella suuntaa-antavasti esitetty väylien mahdolliset jatkeet (ns. virtuaaliväylät). Tiedot perustuvat merityöryhmän kokouksiin keväältä 2022. Termit: WTG = tuulivoimala, Landfall location = merilähtytysalue, 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.

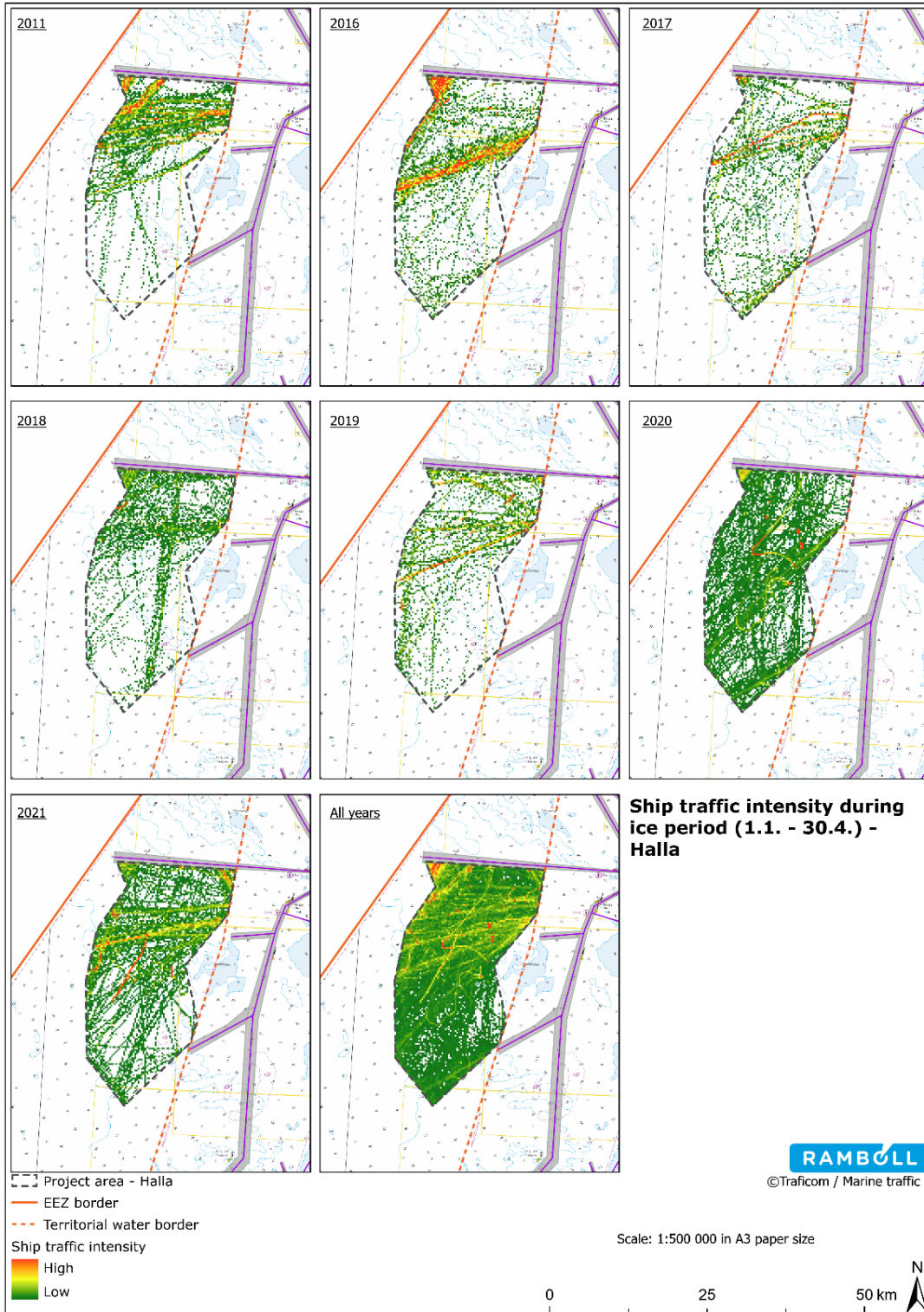
Oheisissa kuvissa on esitetty Hallan hankealueen merkitystä meriliikenteelle ns. heat mapien muodossa (Kuva 10-3). Ne kertovat IMO rekisteröityjen alusten liikennöinnin tiheydestä Itämerellä ja data koostuu 1 km x 1 km kokoisen solun alueella liikkuneiden alusten määrästä. Tiheyskartat ovat vuosittaisia ja ne perustuvat aineistoon vuosilta 2006–2020 (*Helcom 2021*). On otettava myös huomioon, että ns. heat mapit eivät erityisesti huomioi talvimerenkulkua, joka nimenomaan on olennaista Hallan hankealueen kohdalla.



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 ja vetyputken tutkimuskäytävät vaalealla sinisellä. Ylemmässä kartassa on esitetty lisäksi mantereen sähkönsiirto eri värisillä viivoilla ja katkoviivoilla. Mitä punaisempi väri käytetyillä reiteillä kartalla on, sitä suurempi on alusliikenteen tiheys tietyllä reitillä. (Helcom 2021)

Oheisessa kuvassa on esitetty Hallan hankealueen merkitys talvimerenkulussa (Kuva 10-4). Kartoja tarkasteltaessa on huomioitava, että kyseinen aineisto on alustavaa materiaalia, joka tarkentuu hankkeen YVA-selostusvaiheessa tehtävien meriliikennetarkasteluiden jälkeen. Kartoilla 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.

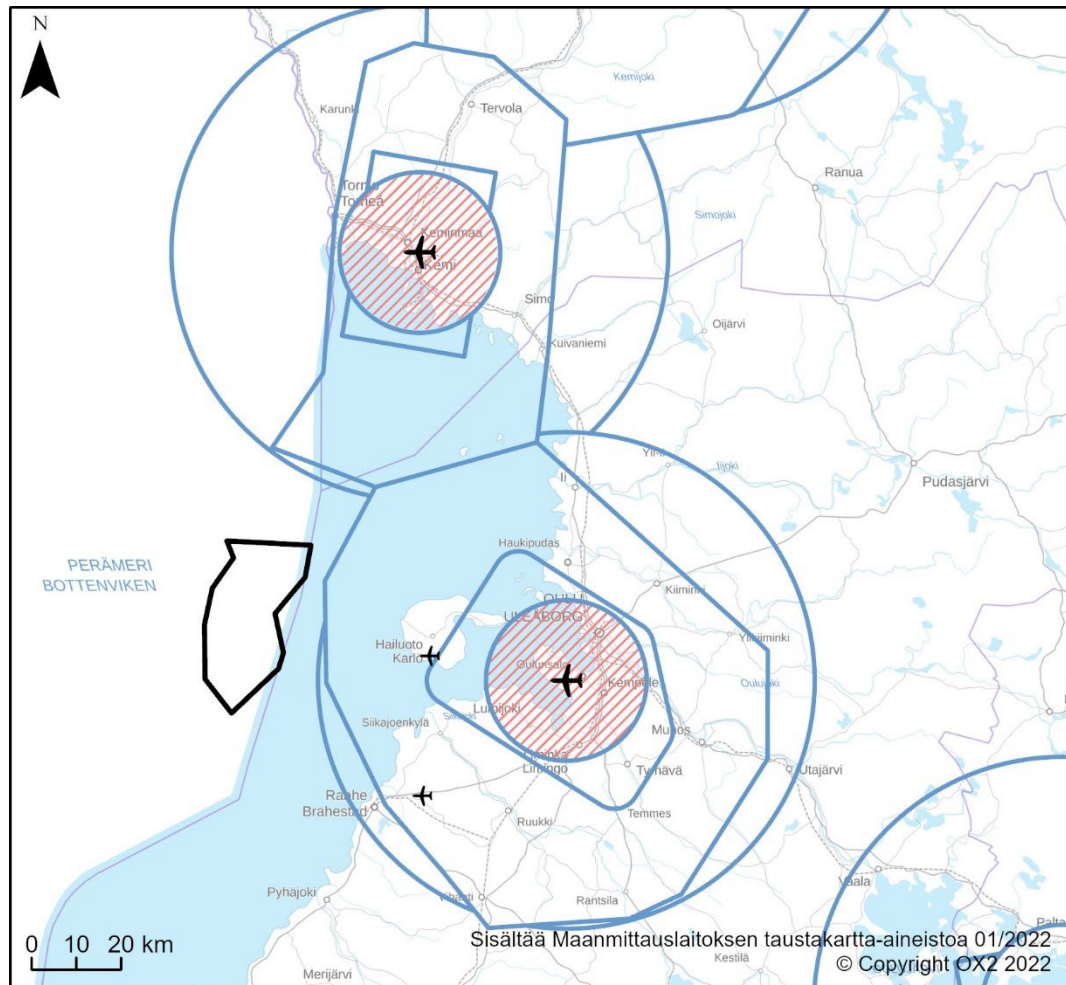



Kuva 10-4. Meriliikenteen määrät aikavälillä 1.1.-30.4. vuosina 2011–2021. Termit: Project area - Halla = Hankealue - Halla, EEZ border = Suomen talousvyöhykkeen raja, Territorial water border = Aluevesiraja, Ship traffic intensity = alusliikenteen intensiteetti/tiheys, High = korkea, Low = matala. (Helcom 2021).

10.1.2 Lentoliikenne

Merituulivoimapuiston alue sijaitsee lähimmillään noin 60 kilometrin etäisyydellä Oulun lentoasemasta siten, ettei hankealue ulotu aseman korkeusrajoitusalueisiin (*Fintraffic Lennonvarmistus Oy 2021*) (Kuva 10-5). Kemi-Tornion lentoasemalle etäisyyttä on lähimmillään lähes 70 kilometriä, eikä hankealue sijoitu myöskään sen korkeusrajoitusalueille.

Lähin valvoton lentopaikka sijaitsee Hailuodon Pöllässä noin 32 kilometrin etäisyydellä hankealueesta ja seuraavaksi lähin lentopaikka Raahe-Pattijoki puolestaan noin 42 kilometrin etäisyydellä (Kuva 10-5).



-  Hankealue
-  Lentoasema
-  Lentopaikka
-  Korkeusrajoitusalue
-  Esterajoituspintojen alue

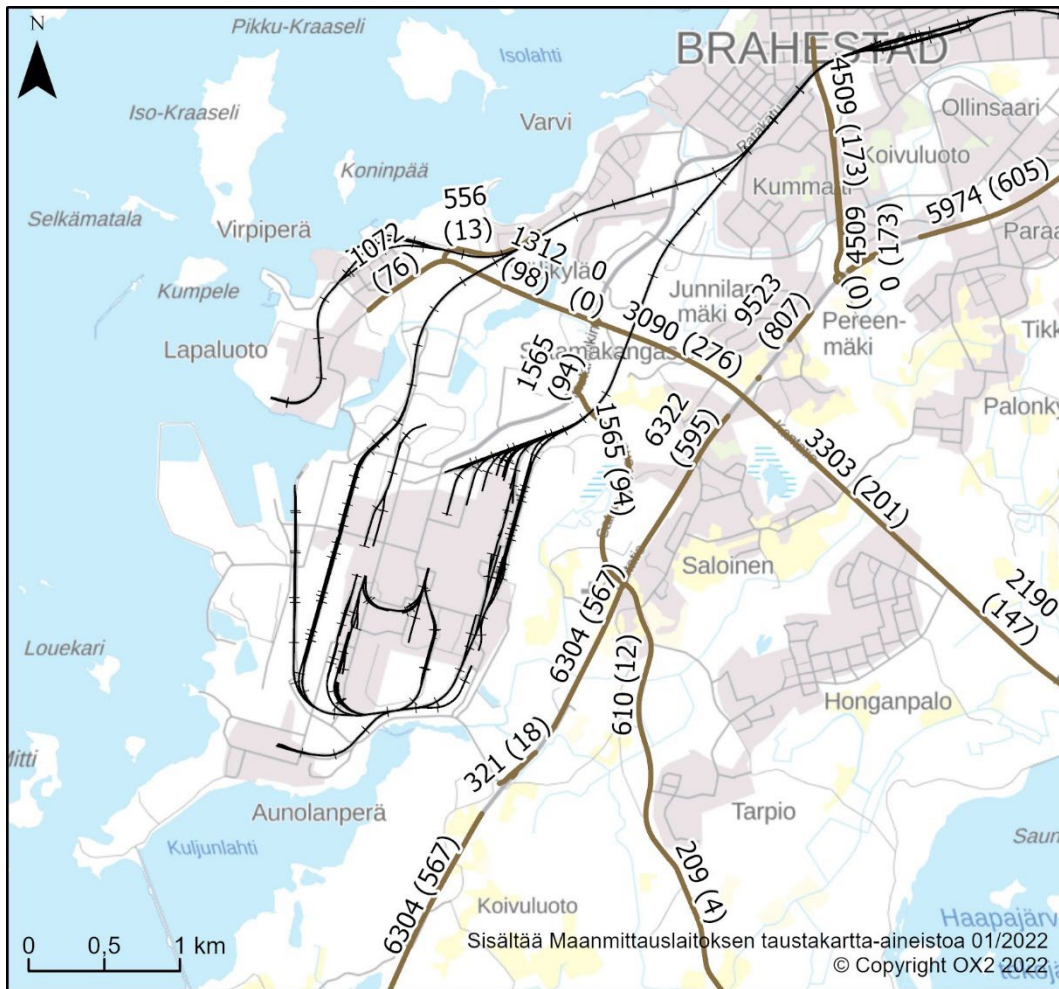
Kuva 10-5. Hankealueen sijoittuminen suhteessa lähimpien lentoasemien korkeusrajoitusalueisiin. Kartalle on merkitty myös lähimmät lentopaikat.

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 sata-
mia, joita voivat olla Raahen, Oulun ja / tai Kemin satamat.

Raahen satamaan liikennöidään valtatie 8 ja kantatien 88 suunnista, jotka risteävät Raahen keskustan eteläpuolella ja siitä edelleen Lapaluodontien kautta (yhdystie 8102) (Kuva 10-6). Lapaluodontiella keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli 1072–1312 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 76–98 ajoneuvoa (7 %) (Väylävirasto 2021a). Tien nopeusrajoitus on 60 km/h. Tiellä on tapahtunut kaksi tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, siten että molemmat ovat sijoittuneet valtatie 8 / kantatien 88 risteysalueelle (Tilastokeskus 2021a). Kummassakaan onnettomuudessa ei tapahtunut henkilövahinkoja. Risteysalueella on tapahtunut lisäksi kolme muuta onnettomuutta, jotka eivät myöskään johtaneet henkilövahinkoihin. Tiedot perustuvat poliisiasiain tietojärjestelmään tallennettuihin tieliikenneonnettomuustietoihin. Tilaston peittävyys kuolemaan johtaneitten onnettomuuksien osalta on sataprosenttinen, mutta muiden onnettomuustyyppien tietoon tulossa on eroja.

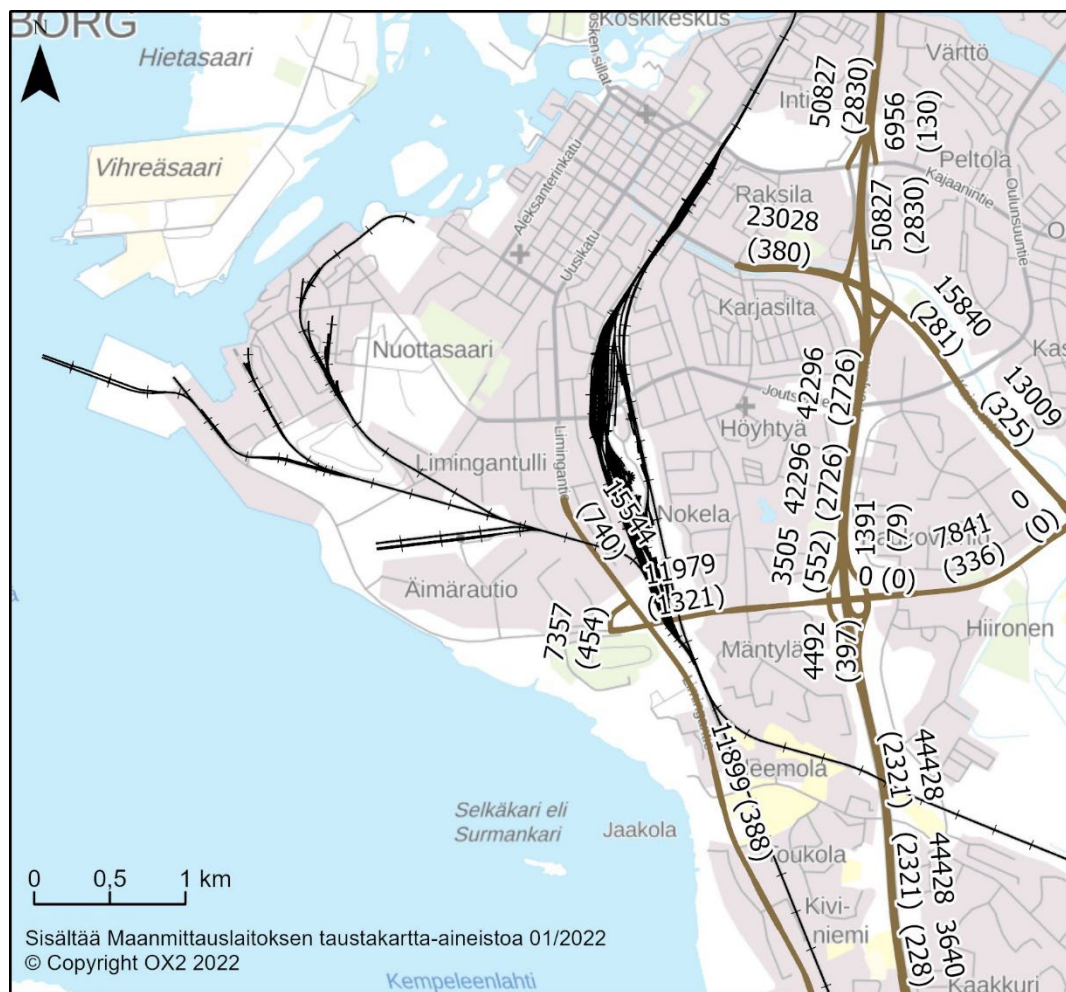


—+ Rautatie

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

Oulun sataman Oritkarin / Nuottasaaren -osiin liikennöidään valtateiden 22 ja 4 suunnista ja niiltä edelleen Poikkimaantien kautta (yhdystie 8155) (Kuva 10-7).

Poikkimaantiellä keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli 7841–16101 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 336–1520 ajoneuvoa (4–9 %) (*Väylävirasto 2021a*). Tien länsipäästä ei ole saatavilla ajantasaisista liikennemäärätietoa. Tie on ajoittain erittäin ruuhkainen johtuen muun muassa Stora Enson sellu- ja kartonkitehtaan puukuljetuksista sekä työmatkaliikenteestä. Tien nopeusrajoitus on 60 km/h. Valtatieltä 22 lähtien tarkasteltuna tiellä on tapahtunut 33 tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, siten että kolme niistä johti loukkaantumiseen, muttei kuolemaan (*Tilastokeskus 2021a*, ks. tilaston epävarmuudet edellinen kappale). Valtaosa onnettomuuksista on tapahtunut Kiillakiventien / Lyijytien liittymän ja Äimätien / Äimärautiotien liittymän välisellä noin 2,5 kilometrin pituisella osuudella.

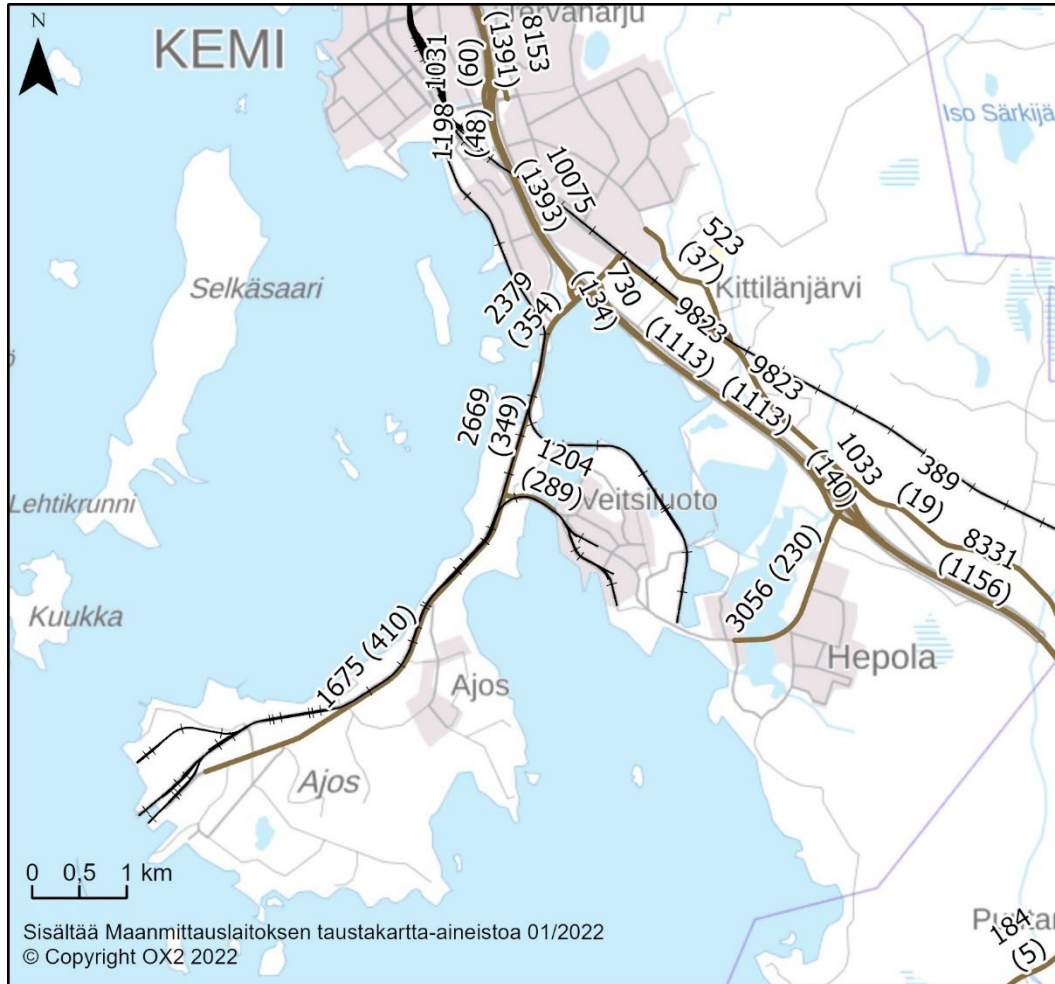


—+— Rautatie

Kuva 10-7. Oulun sataman Oritkarin / Nuottasaaren -osiin johtavat tiet ja niiden keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät vuonna 2020 (KVL). Suluissa on esitetty raskaan liikenteen vuorokausiliikennemäärät. (*Väylävirasto 2021a*)

Kemin satamaan liikennöidään valtatie 4 suunnasta ja edelleen Ajoksentien kautta (seututie 920) (Kuva 10-8). Ajoksentiellä keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä vuonna 2020 oli 1675–2669 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 349–410 ajoneuvoa (13–24 %) (*Väylävirasto 2021a*). Tien nopeusrajoitus on 60–80 km/h. Tiellä on tapahtunut 11 tieliikenneonnettomuutta vuosina 2016–2020, ja kolme niistä johti

loukkaantumiseen, muttei kuolemaan (*Tilastokeskus 2021a*, ks. tilaston epävarmuudet edellinen kappale).



— Rautatie

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

10.1.4 Raideliikenne

Tuulivoimapuiston rakentamisessa ei käytetä suuressa mittakaavassa rautatiekuljetuksia, mutta niiden hyödyntäminen on kuitenkin mahdollista materiaalityöimittajien toimituksetuissa (esim. teräs- ja komponenttitoimitukset). Mahdolliset kuljetukset suuntautuvat rakentamisessa käytettävän sataman mukaisesti, joka voi olla Raahen, Oulun ja / tai Kemin.

Raahen johtaa sähköistetty Raahen rata (ks. Kuva 10-6), jonka kuljetukset koostuvat vain tavaraliikenteestä, ja ne liittyvät pitkälti SSAB:n tehtaan kuljetuksiin. Raahen radan jatkeena satamaan johtavalla rataverkolla ei ole sähköistettyjä raitteita.

Oulun Nokelasta satamaan Oritkariin ja Nuottasaaren tehdasalueelle johtaa teollisuusrata (ks. Kuva 10-7), jolla kuljetetaan muun muassa raakapuuta, Stora Enson Oulun tehtaiden tuotteita sekä kemikaaleja. Radan liikennöintiä ollaan sujuvoittamassa Oritkarin kolmioraiteella, jonka valmistuu tämänhetkisen tiedon mukaan vuonna 2023 (*Väylävirasto 2021b*).

Kemin satamaan johtaa Ajoksen satamarata (ks. Kuva 10-8), joka palvelee sataman kuljetuksia. Raiteelta on lisäksi erilliset yhteydet Veitsiluodon satamaan sekä Stora Enson paperitehtaalle, jonka toiminta on lopetettu vuonna 2021.

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 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.

Maantieliikenteen osalta vaikutukset arvioidaan suhteuttamalla tuulivoimapuiston rakentamiseen liittyvät kuljetusmäärät keskeisten kuljetusreittien teiden nykyisiin liikennemääriin ja ottamalla huomioon liikenneturvallisuusnäkökohdat. Tarkastelualueena ovat Raahan, Oulun ja Kemin satamiin johtavat tiet lähimmiltä valtateiltä lähtien.

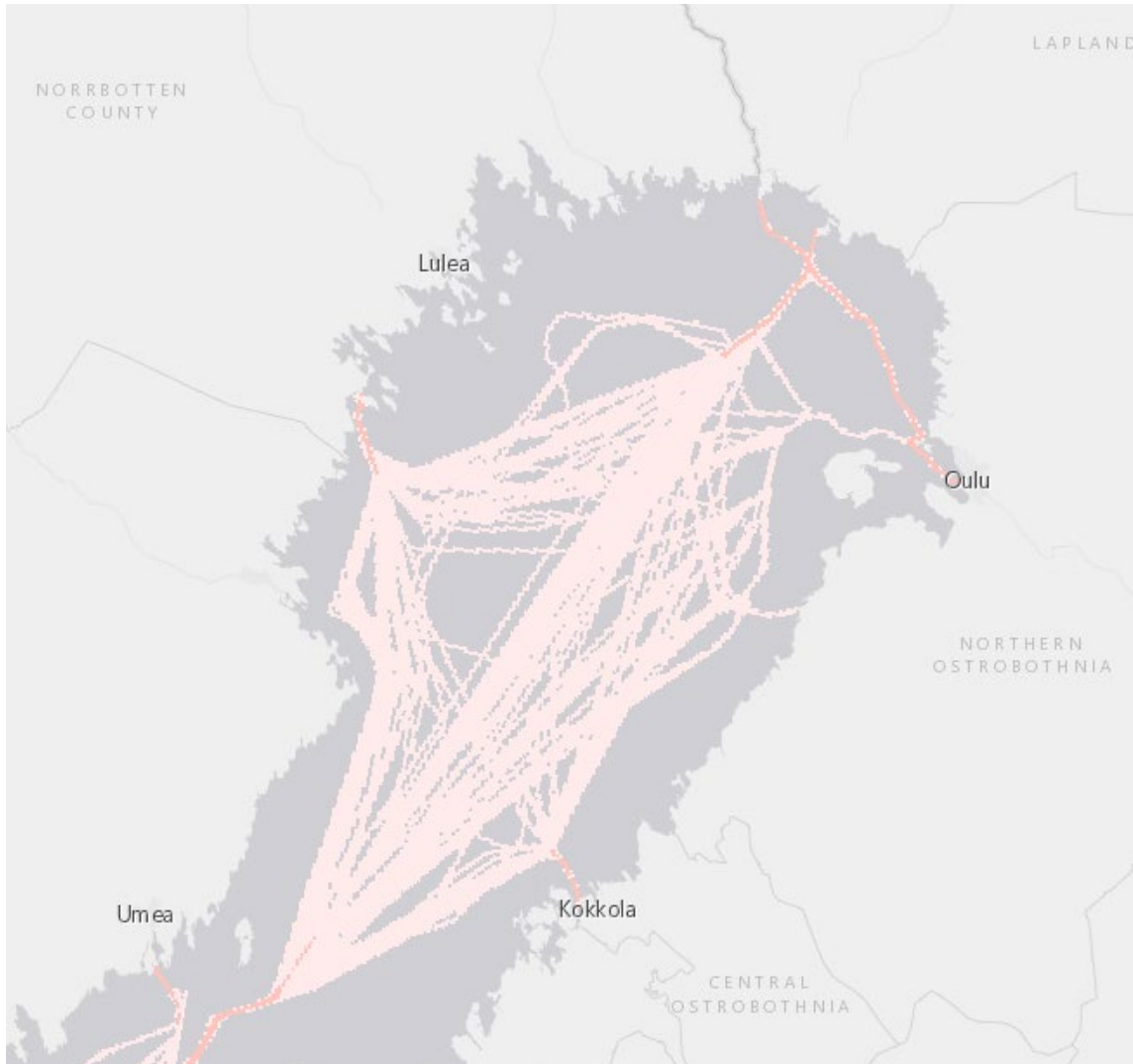
Lentoliikenteen osalta tarkastellaan tuulivoimaloiden sijoittumista suhteessa lähimpien lentoasemien korkeusrajoitusalueisiin. Vaikutuksia raideliikenteeseen arvioidaan siltä osin kuin hankkeen rakentamisessa arvioidaan käytettävän junakuljetuksia.

11 MELU

Merituulivoimahanke synnyttää maanpäällistä sekä vedenalaista melua ja melun taso vaihtelee hankkeen eri vaiheissa (rakentaminen, käyttöaika, purkaminen). Maanpäällinen meluvaikutus koostuu rakentamisen ja purkamisen ajan komponenttikuljetuksista, merenpohjan ruoppausten vedenpäällisestä melusta sekä käytönajan tuulivoimamelusta. Vedenalainen melu koostuu käytönajan melun lisäksi voimaloiden, voimajohtokaapelin ja merisähköaseman rakentamisen ruoppausmelusta sekä voimaloiden ja merisähköaseman perustusten asennustoiminnan melusta.

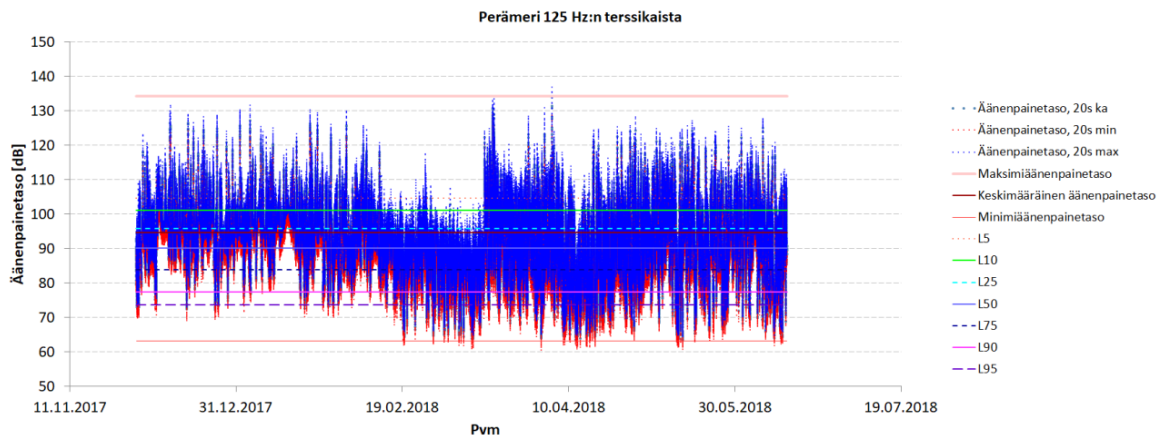
11.1 Nykytila

Hankealueen meriympäristön vedenpäällisen ympäristömelun nykytila koostuu pääsääntöisesti rahtilaivojen, kalastusalusten sekä muiden satunnaisten alusten käyntiajan melusta (mm. pakokaasukanava, moottorit, ilmastoinnin puhaltimet). Koska laivareitit Tornion, Kemian ja Oulun satamista ovat hankealueen kohdalla jo Perämeren keskialueella (ks. oheinen kuva rahtilaivojen v. 2018 reiteistä, Kuva 11-1), tapahtuu melun merkittävä leviäminen luetelluista alusten päälähteistä vain merialueella. Tarkkaa arviota alueen vedenpäällisen melun nykytilasta ei ole kuitenkaan saatavilla.



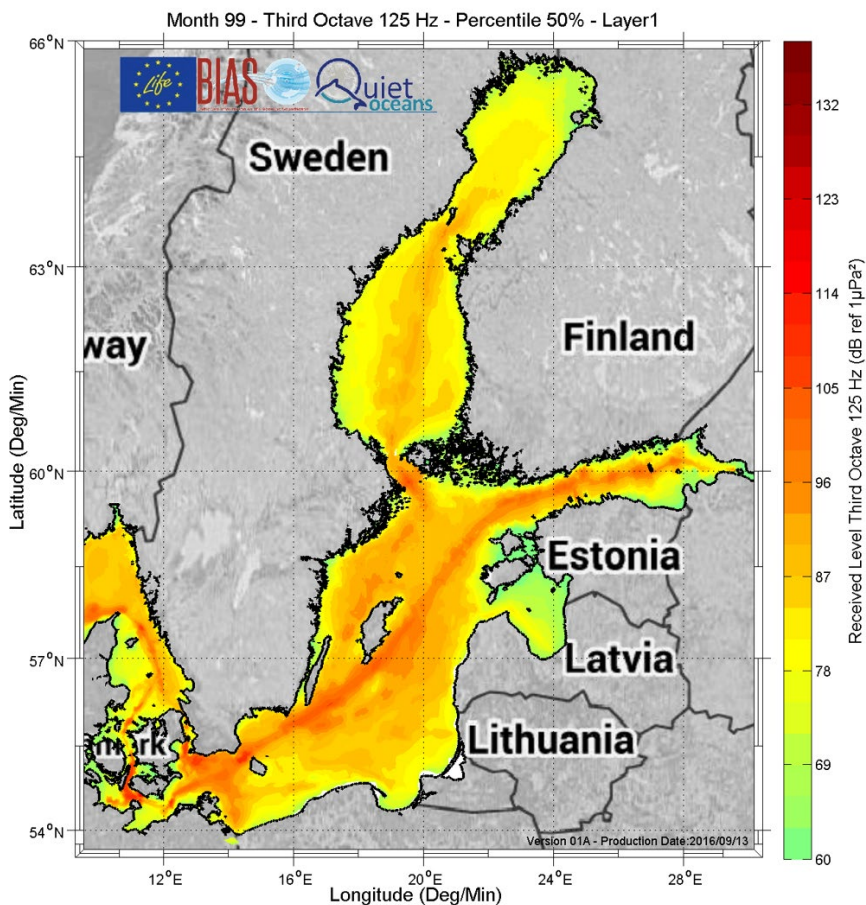
Kuva 11-1. Rahtialusten reitit vuonna 2018 (Helcom 2021)

Itämeren alueen melun vedenalaista nykytilaa on tutkittu BIAS-hankkeessa (*Suomen ympäristökeskus 2016*), jossa Perämerellä sijaitsi 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).



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 persenttiin mukaan noin 102 dB (re 1 μ 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 suoritetaan ympäristövaikutusarvioinnissa sekä asiantuntijatyönä että käyttäen matemaattisia mallinnusmenettelyjä melun leviämisen simuloimiseksi. Melun leviämislaskennoista tehdään vaikutusarvioinnin lisäksi omat erilliset raportit). 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 komponenttien 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 kunnossapitoon 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 eri syvyysvyöhykkeittäin tai integroituna 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 laskennallisilla menetelmin käyttäen tähän tarkoitukseen kehitettyä ohjelmistoa. Laskentamalli huomioi

hankealueen sijainnin (auringonpaistekulma, päivittäinen valoisa aika), tuulivoimaloiden sijoitussuunnitelman, 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 tuulivoimapuiston 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

Merituulivoimapuiston, merikaapeleiden ja vetyputken reittien keskeiset vaikutusalueet sijoittuvat Raahan, Siikajoen, Hailuodon ja Oulun kuntien alueille. Taulukkoon 13-1 on koottu uusimpia saatavilla olevia Tilastokeskuksen kunnittaisia avainlukuja (*Tilastokeskus 2021b*).

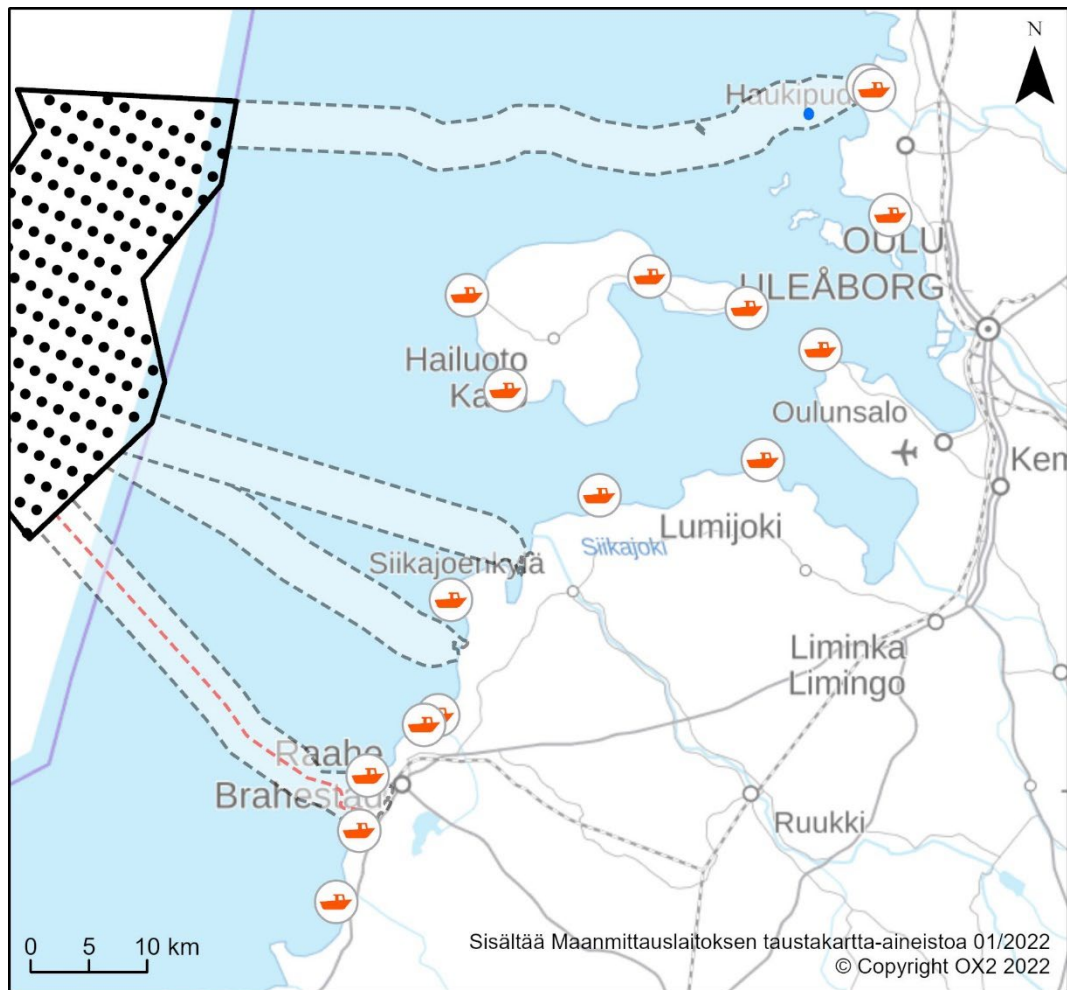
Taulukko 13-1. Raahan, Siikajoen, Hailuodon ja Oulun kuntien avainlukuja sekä vertailun vuoksi koko maan tiedot (Tilastokeskus 2021b).

	Raaha	Siikajoki	Hailuoto	Oulu	Koko maa
Väkiluku (vuosi 2020)	24 353	5 034	949	207 327	5 533 793
Työpaikkojen lukumäärä (vuosi 2019):	10 056	1 637	237	92 267	2 373 526
Palvelut %	56	58	62	79	75
Jalostus %	43	19	11	19	21
Alkutuotanto %	2,4	21	25	0,6	2,7
Työttömiä työvoimasta % (vuosi 2019)	13	11	7,0	12	10

Työpaikkaomavaraisuus (vuosi 2019) (työpaikat/työlliset)	%	115	90	71	105	100
--	---	-----	----	----	-----	-----

SSAB:n Raahen tehdas on alueella merkittävä työllistäjä. Tehtaalla työskentelee noin 2 500 omaa työntekijää sekä satoja urakoitsijoiden ja yhteistyökumppaneiden edustajia. Raahessa jalostuksen osuus työpaikoista onkin selvästi suurempi kuin maassa keskimäärin. Siikajoella ja Hailuodossa on puolestaan suhteessa keskimääräistä enemmän alkutuotannon (maa-, metsä- ja kalatalous) työpaikkoja. Oulussa työpaikat jakaantuvat toimialoittain koko lailla maan keskiarvon mukaisesti.

Lähiseudun satamien toimintaa on tarkasteltu luvussa 10.1.1. Merituulivoimapuiston ja merikaapelireittien lähiseudun ja vaikutusalueiden kalastusta on käsitelty luvussa 6.1.7. Laitakarin Kala Oy:n suunnitteleman kalankasvattamon sijainti on esitetty kuvassa 13-1. Suunnitellut verkkoaltaat sijoittuvat merikaapelireitille MVE4 ja mantereelle suunnitellut toiminnot kaapelin rantautumisvyöhykkeelle. Hankkeella on lainvoimainen ympäristö- ja vesitalouslupa, mutta toimintaa ei ole vielä aloitettu (tilanne tammikuussa 2022). Kuvassa 13-1 on esitetty myös Hallan hankkeen lähiseudun kalasatamat Meri- ja kalatalousverkoston tietojen (2021) mukaisesti.



- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| Hankealue | Vetyputkireitti |
| Tuulivoimala | Kalasatama |
| Merikaapelireitti | Laitakarin Kala Oy, kasvatusalue |

Kuva 13-1. Hankealueen lähiseudulla sijaitsevat kalasatamat. Kartalla on esitetty myös Laitakarin Kala Oy:n suunnitteleman kalankasvattamon sijainti merellä.

Hankkeen vaikutusalueen merkittävimpien yksittäisten matkailukohteiden sijainnit on esitetty luvun 4.1.2 kuvassa 4-3. Raahan saaristossa on tarjolla muun muassa seuraavia matkailupalveluja (MeriRaahe 2021):

- saaristoristeilyt, veneretket ja -kuljetukset
- suppailu- ja melontakurssit sekä -retket
- kalastus- ja pilkkiretket
- rekiretket ja -kuljetukset
- hylkeenpyynti- ja kuvausretket
- fine dining -ruokailut Taskun tai Iso-Kraaselin saarella
- miniretreet
- majakkaviikonloput
- majoitusta

Raahan Mikonkarissa toimii caravan- ja leirintäalue Lohenpyrstö, joka on valittu vuoden 2019 Caravan-alueeksi. Alueella on 182 sähköistettyä auto- ja vaunupaikkaa, ja osa paikoista sijaitsee rannan tuntumassa merinäköalalla. Alueen vieressä sijaitsee

Lohenpyrstön nyttemmin remontoitu leirikeskus, jota on tarkoitus vuokrata erilaisiin tilaisuuksiin ja sen yhteyteen on suunniteltu rakennettavan myös mökkikylä. Mikonkarissa merenrannalla sijaitsee myös Pattijoen veteraanimaja, jota vuokrataan kokous-, juhla-, saunomis- ja majoituskäyttöön. Mikonkarin matkailullista kokonaisuutta tukevat myös uimaranta, lintutorni, luontopolku ja kalasatama.

Siikajoen Tauvoon ja Varessäikälle sijoittuu pienimuotoisia matkailupalveluja uimarantojen ja venesatamien yhteyteen asuntovaunu/-autopaikkoineen ja kesäkioskeineen.

Hailuodon Marjaniemi on monipuolinen virkistys- ja ulkoilualue, jossa sijaitsee muun muassa suosittu uimaranta, retkeilyreitit, majakka, hotelli, loma-asutusta ja mökkimajoitusta. Luotsihotelli sijaitsee kalasataman lähetyvillä tarjoten majoituksen ohella ravintola-, kokous- ja juhlapalveluja sekä hyvinvointiaktiviteetteja ja -tapahtumia. Hotellin viereinen Marjaniemen majakka on avoinna yleisölle. Majakkapihalla on tarjolla majoitusta, saunapalveluja ja siellä sijaitsee myös ravintola. Vierassatamassa on palveluja sekä veneilijöille että karavaanareille, ja kesäsesongin ajan siellä on avoinna myös kahvila/grilli. Marjaniemessä on vuokrattavia mökkejä, kuten myös hieman etelämpänä muutaman sadan metrin etäisyydellä Rantasumpun alueella. Marjaniemessä järjestetään myös tapahtumia, suurimpina niistä kesällä Bättre Folk -kulttuurifestivaali ja syksyllä Siikamarkkinat. Tarjolla on myös esimerkiksi miniristeilyjä ja ohjattuja kalastusretkiä. Hailuotoon ollaan rakentamassa kiinteää maantieyhteyttä mantereelle (tämänhetkisen tiedon mukaan rakentaminen alkaisi aikaisintaan vuonna 2023), minkä edesauttamana myös Hailuodon matkailua ollaan kehittämässä muun muassa kaavoituksen kautta sekä Marjaniemen että Rantasumpun alueilla.

13.2 Vaikutusarviointi ja siinä käytettävät menetelmät

Merituulivoimapuiston rakentamisella on monipuolisia vaikutuksia talouteen ja elinkeinotoimintaan. Rakentamisesta ja suunnittelusta muodostuu välittömiä eli suoria ja välillisiä eli epäsuoria työllisyysvaikutuksia. Toimintavaiheessa tuulivoimahankkeet työllistävät esim. käyttö- ja kunnossapidon työntekijöitä. Lisäksi tuulivoimahankkeista kohdistuu aluetalouteen positiivisia talousvaikutuksia. Toisaalta tuulivoimahankkeet saattavat aiheuttaa haittoja joillekin elinkeinoille, kuten luonnon virkistysarvoihin perustuvalle liiketoiminnalle.

Hankkeen elinkeinovaikutusten arvioinnin yhteydessä selvitetään vaikutusalueen elinkeinorakenteen nykytilaa sekä arvioidaan elinkeinoihin (ml. matkailupalvelut) ja aluetalouteen kohdistuvia vaikutuksia. Aluetalouteen kohdistuvia vaikutuksia ovat esimerkiksi hankkeen välittömät ja välilliset työllisyysvaikutukset, paikallisten palveluiden ostot sekä lisääntyvät verotulot. Arvioinnissa kuvataan hankkeen myötä alueelle syntyviä työtehtäviä. Vaikutukset merenkulkuun ja lähimpien satamien toimintaan selvitetään. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan YVA-lain mukaisesti myös hankkeen todennäköisesti merkittävät vaikutukset siihen, miten kiinteää ja irtainta omaisuutta käytetään.

Arvioinnin aineistona hyödynnetään alan talous- ja työllisyysvaikutuksia koskevaa kirjallisuutta, tilastoja sekä aiemmin toteutetuista hankkeista saatuja tietoja. Arvioinnissa tarkastellaan myös hankkeen vaikutuksia kaupallisen kalastuksen kannalta.

Arvioinnin suorittaa sosiaalisiin 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.

Morenia Oy on selvittänyt Perämerellä merihiekan nostoa neljällä eri alueella, joista Tauvon edustan alue olisi sijoittunut merikaapelireitille MVE2, mutta yhtiö on sittemmin luopunut kyseisen alueen hyödyntämisuunnitelmasta, ja samoin se on tehnyt myös Merikallojen alueen osalta, joka olisi sijoittunut tuulivoimahankealueen läheisyyteen sen itäpuolelle (*FCG Planeko 2009, YLE 2013*).

Perämerelle on suunniteltu merituulivoimapuistoja, joiden sijainnit on esitetty luvun 15 kuvassa (Kuva 15-1), mutta joista yksikään ei ole vielä edennyt toteutukseen.

14.2 Vaikutukset luonnonvarojen hyödyntämiseen

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.

15 LIITTYMINEN MUIHIN HANKKEISIIN

15.1 Muut hankkeet

Hankealueen lähialueen tuulivoimahankeet on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 15-1).

Tuotannossa olevista tuulivoimapuistoista Raahe Elko (voimalamäärä 2) ja Raahe Kuljuniemi I (voimalamäärä 5) sijaitsevat MVE1:n tutkimuskäytävän rantautumisalueella. Muita tuotannossa olevia tuulivoimapuistoja ovat:

- Oulunsalo Riutunkari: voimalamäärä 2, etäisyys 18 km MVE4:stä ja 53 km Hallan hankealueesta
- Oulu Vihreäsaari Retrofit: voimalamäärä 1, etäisyys 23 km MVE4:stä ja 63 km Hallan hankealueesta
- Hailuoto Huikku: voimalamäärä 1, etäisyys 13 km MVE4:stä ja 46 km Hallan hankealueesta
- Lumijoki Sähköle: voimalamäärä 1 kpl, etäisyys 22 km MVE3:stä ja 51 km Hallan hankealueesta

Kaavoitettuja tuulivoimapuistoja ovat:

- Ii, Suurhiekkan merituulipuisto: maksimi voimalamäärä 80, etäisyys 7 km MVE4:stä ja 21 km Hallan hankealueesta
- Raahe, Maanahkiainen: maksimi voimalamäärä 72, etäisyys 10 km MVE1:stä ja 30 km hankealueesta

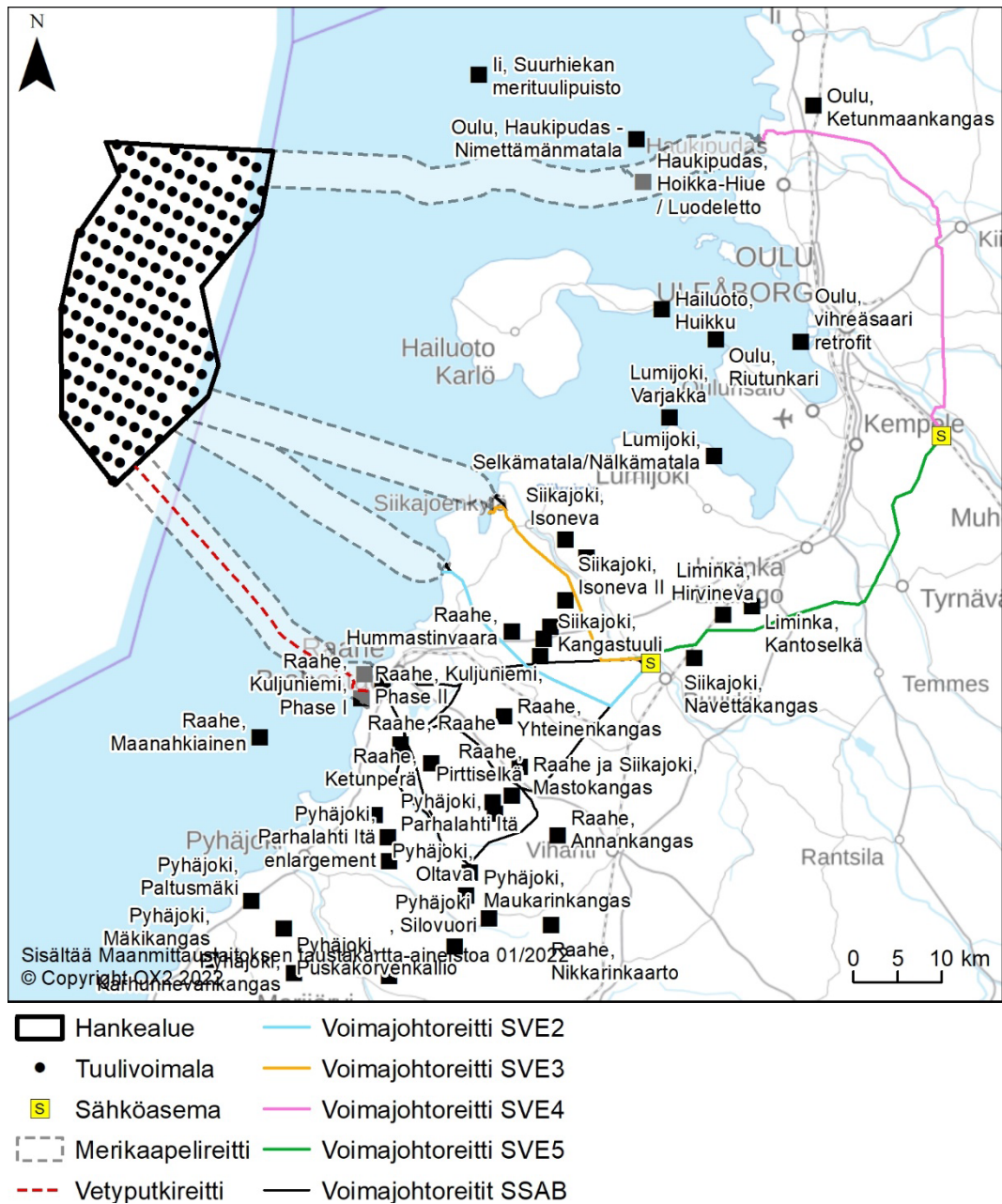
Esisuunnitteluvaiheessa/tarkastelussa olevia tuulivoimapuistoja/alueita ovat:

- Raahe ja Pyhäjoki, Ulkonahkiainen: voimalamäärä 25–50 kpl, etäisyys 9 km MVE1:stä ja 20 km Hallan hankealueesta

- Lumijoki, Selkämatala/Nälkämatala: etäisyys 25 km MVE3:stä ja 57 km Hallan hankealueesta
- Siikajoen ja Hailuodon edusta, Seljänsuunmatala: Tarkastelualue sijoittuu välittömästi Hallan hankealueen itäpuolelle sekä merikaapelireiteille MVE2 ja MVE3
- Hailuoto, Hailuodon tuulivoimahanke, voimalamäärä 5, YVA-tarvetarkinnasta ELYn päätös – hankkeen tulee soveltaa YVA-lain mukaista arviointimenettelyä. Etäisyys reittiin SVE3 noin 22 km.

Kaikki edellä mainitut merituulivoimapuistohankkeet on huomioitu myös Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavassa (ks. Kuva 3-1) sekä Suomen Merialuesuunnitelmassa 2030, joista jälkimmäisessä on esitetty lisäksi Seljänsuunmatalan alueen länsipuolelle Hallan hankealueen eteläosaan merituulivoimalle potentiaalinen alue (ks. Kuva 3-8).

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



Kuva 15-1. Hankealueen lähiseudun tuulivoimapuistohankkeet (/muut olennaiset hankkeet)
Lähde: Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2021.

Ruotsin puolella wpd Sverige suunnittelee merituulivoimapuistoa nimeltä Polargrund Kallixin edustan merialueelle (<https://www.wpd.se/aktuella-projekt/vindkraft-till-havs/polargrund/>). Osa puistosta sijoittuu Ruotsin aluevesille ja osa Ruotsin talousvyöhykkeelle. Meripuistoon suunnitellaan 70–120 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on 350 metriä ja roottorin halkaisija noin 330 metriä. Lähimmillään etäisyyttä Hallan hankkeeseen on noin 5 kilometriä.

SSAB Europe Oy:n Raahan tehtaalla, jonka alueelle Hallan merikaapeli MVE1 ja vetyputki VVE1 rantautuvat, on käynnissä tehtaan teräksen tuotantotavan muutoshanke. Hankkeen tavoitteena on siirtyminen fossiilivapaaseen teräksen noin vuodesta 2030 alkaen. Kyseisen muutoshankkeen takia sähkönkulutus terästehtaalla kasvaa huomattavasti ja SSAB on käynnistänyt 400 kV voimajohdon YVA-menettelyn. Molempien hankkeiden, Hallan merituulivoimapuiston ja SSAB:n terästehtaan hiilivapaan teräksen tuotannon toteutuessa, tarjoutuu erinomainen mahdollisuus siihen, että

merituulivoimapuistossa tuotettua vähäpäästöistä ja uusiutuvaa sähköä voidaan myös mahdollisuuksien mukaan käyttää terästehtaalla. Tämän lisäksi molempien osapuolten sähkön tuotanto ja kulutus olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan, mikä mahdollistaisi sähkön siirtokustannusten ja -häviöiden minimoinnin. SSAB:n YVA:ssa tarkasteltavat voimajohdon reittivaihtoehdot ovat myös vaihtoehtoja Hallan hankkeen mantereen sähkönsiirrolle. SSAB:n voimajohdon YVA-ohjelma on ollut nähtävillä alkuvuodesta 2022 ja se löytyy ympäristöhallinnon nettisivuilta <https://www.ymparisto.fi/SSAB-Raahe400kvvoimajohtoyva>.

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

15.2 Yhteisvaikutusten arviointi

Merituulivoimahankkeen vaikutuksia arvioidaan huomioiden lähiympäristön muut toiminnassa olevat sekä suunnitellut hankkeet, joilla arvioidaan olevan yhteisvaikutuksia Hallan 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 maakuntakaavotusta varten tehtyjä selvityksiä.

Vaikutusten arviointi suoritetaan eri alan asiantuntijoiden kesken asiantuntijatyönä.

16 VAIKUTUKSET TURVALLISUUTEEN SEKÄ TUTKA- JA VIESTINTÄYHTEYKSIIN LIITTYVÄT VAIKUTUKSET

Turvallisuuteen liittyviä vaikutuksia arvioidaessa 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.

Hankealue sijoittuu keskeiselle merenkulun alueelle, minkä vuoksi hankevastaava on perustanut työryhmän alan keskeisten toimijoiden kanssa (ml. Liikenne- ja viestintäministeriö, Ramboll, Väylävirasto, Traficom, Fintraffic VTS, Rajavartiolaitos ja VTT). Työryhmässä käsitellään hankkeen vaikutuksia merenkulun kannalta eri näkökulmista ja määritetään yhteistyössä, kuinka merenkulku ja merituulivoima voidaan yhteensovittaa. YVA-selostuksessa esitetään selvitys merenkulun käyttämistä reiteistä hankealueella sekä jäänmurtaajien 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.

Merikaapelireitin MVE1 rantautumisalue sijoittuu SSAB Europe Oy:n Raahan tehtaan lähiympäristöön. Tehdas on Seveso III -direktiivin alainen laitos ja sille on määritetty 1,5 kilometrin laajuinen konsultointivyöhyke, jolla tapahtuvista kaavoitusmuutoksista tai merkittävämmästä rakentamisesta on pyydetty lausunto Tukesilta ja pelastusviranomaiselta (*Tukes 2021*).

Arvioinnit suorittaa turvallisuusvaikutuksiin perehtynyt asiantuntija.

17 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.

18 NOLLAVAIHTOEHDON VAIKUTUKSET

Nollavaihtoehtona tarkastellaan hankkeen toteuttamatta jättämistä eli tilannetta, jossa merituulivoimapuistoa 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 Hallan merituulivoimapuistohanke ei toteutuisikaan. Arviointiselostuksessa tullaan esittämään edellistä tarkemmin, vaikutusaluekohtaisesti hankkeen vaikutusalueen ympäristön nykytila ja sen todennäköinen kehitys tilanteessa, jossa hanketta ei toteuteta.

19 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 arvioinnit pyritään

varovaisuusperiaatteen mukaisesti tekemään maksimaalisella tasolla (esim. melumal-
linnukset).

Arviointityön aikana tunnistetaan mahdolliset epävarmuustekijät mahdollisimman kat-
tavasti, sekä arvioidaan niiden merkitys vaikutusarvioiden luotettavuudelle. Nämä asiat
kuvataan arviointiselostuksessa.

20 HAITTOJEN EHKÄISY, LIEVENTÄMINEN JA VAIKUTUSTEN SEURANTA

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhtenä tarkoituksena on selvittää mahdolli-
suuksia ehkäistä ja lieventää hankkeesta syntyviä haittoja. Arviointityön aikana selvite-
tään ja esitetään mahdollisuudet ehkäistä tai rajoittaa hankkeen haittavaikutuksia esi-
merkiksi vesiympäristöön, linnustoon ja maisemaan.

Vaikutusten selvittämisen yhteydessä laaditaan ehdotus hankkeen ympäristövaikutus-
ten 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.

21 TERMIT JA LYHENTEET

YVA-ohjelmassa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä:

TERMI	SELITE
Aluevesiraja	Aluevedet jakautuvat sisäisiin aluevesiin ja ulkoisiin aluevesiin eli aluemereen. Alueneri kuuluu valtion hallintaan, ulkoisen alueveden raja = valtioiden väli- nen raja
CO₂	Hiilidioksidi.
dB(A), de- sibeli	Äänenvoimakkuuden yksikkö. Kymmenen desibelin (= 1 beli) nousu melutasossa tarkoittaa äänen energian kymmenkertaistumista. Melu- mittauksissa käytetään eri taajuuksia eri tavoin painottavia suodatuk- sia. Yleisin on niin sanottu A-suodatin, jonka avulla pyritään kuvaa- maan tarkemmin äänen vaikutusta ihmiseen.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
FINIBA- alue	Kansallisesti tärkeä lintualue (Finnish Important Bird Area).
IBA-alue	Kansainvälisesti tärkeä lintualue (Important Bird and Biodiversity Area).
Hankealue	Hankealueella tarkoitetaan tässä YVA-ohjelmassa merialuetta, jolle tuulivoimalat sijoitetaan sekä merikaapelireittien ja mantereen säh- könsiirron alueita.
kV	Kilovoltti, jännitteen yksikkö.
L_{Aeq}	Ympäristömelun häiritsevyyden arviointiin käytetään äänen A-äänita- soa. A-painotus on tarkoitettu ihmisen kokeman meluhäiriön

	<p>arviointiin. Kun pitkän ajanjakson aikana esiintyvää vaihtelevaa melua ja ihmisen kokemaa terveys- tai viihtyvyyshaittaa kuvataan yhdellä luvulla, käytetään keskiäänitasoa. Keskiäänitason muita nimityksiä ovat ekvivalentti A-äänitaso ja ekvivalenttitaso, ja sen tunnus on L_{Aeq}. Keskiäänitaso ei ole pelkkä melun äänitason tavallinen keskiarvo. Määritelmään sisältyvä neliöön korotus merkitsee, että keskimääräistä suuremmat äänenpaineet saavat korostetun painoarvon lopputuloksessa.</p>
MAALI-alue	Maakunnallisesti tärkeä lintualue.
m mpy	Metriä meren pinnan yläpuolella.
MW	Megawatti, energian tehoyksikkö (1 MW = 1 000 kW).
MWh (GWh, TWh)	Megawattitunti (gigawattitunti), energian yksikkö (1 GWh = 1000 MWh, 1 TWh = 1000 GWh).
SAC-alue	Luontodirektiivin perusteella Natura 2000-verkoston valittu alue (Special Areas of Conservation).
SPA-alue	Lintudirektiivin perusteella Natura 2000-verkoston valittu alue (Special Protection Area).
SVA	Sosiaalisten vaikutusten arviointi.
Talousvyöhyke	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
Vanahäviö	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.
YVA-ohjelma	YVA-ohjelmassa esitetään hankealueen nykytila sekä suunnitelma siitä mitä vaikutuksia YVA-selostusvaiheessa selvitetään ja miten selvitykset tehdään.
YVA-selostus	YVA-selostuksessa esitetään vaikutusarvioiden tulokset ja vertaillaan niitä hankevaihtoehdoittain. Selostuksessa esitetään myös ympäristövaikutusten lieventämiskeinot sekä kuvaus vaikutusten seurannasta.

22 LÄHDELUETTELO

- Ahola, M. 2021.** Suullinen tiedonanto. Naturhistoriska riksmuseet. (20.12.2021)
- 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/>]

FCG Planeko 2009. Perämeren merihiekan nosto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Morenia Oy. 16.11.2009

Fintraffic Lennonvarmistus Oy 2021. Lentoesteet.
[<https://www.ansfinland.fi/fi/palvelumme/lentoesteet>]

GTK 2003. GTK:n tärykairanäytteet Perämereltä v. 2003. Näytekuvaukset ja raekokoanalyysit. Geologian tutkimuskeskus.

Helcom 2021: Baltic Sea shipping traffic intensity.
[<https://maps.helcom.fi/website/AISexplorer/>] sekä [https://maps.helcom.fi/arcgis/rest/services/Mapviewers/BASEMAPS_MSP/MapServer/52] 28.6.2022.

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.

Hölttä, H. 2013. Lintujen muuttoreitit ja pullonkaula-alueet Pohjois-Pohjanmaalla tuulivoimarakentamisen kannalta. [<https://tiedostot.birdlife.fi/alueet/maali/pply-maali-muuttoreitit.pdf>]

Ignatius H., Kukkonen E. & Winterhalter B. 1980. Pohjanlahden kvartäärikerrostumat. Liitteenä: Selkämeren ja Perämeren merigeologiset kartat 1: 1 000 000. Geologian tutkimuslaitos.

Ilmatieteen laitos 2022. Jäätalvet. [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvet>]

Ilmatieteenlaitos 2021a. Meritilastot. [<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/meritilastot>]

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

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

Itämeri.fi 2021. Hylkeet. [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)

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

Kemin Satama Oy 2021. Satama. [<https://www.portofkemi.fi/satama/>] (18.12.2021)

Koekalastusrekisteri 2022. Viitattu 5.1.2022

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. SYKE:n 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. Geotieteiden ja maantieteen laitos. Maantieteen osasto.

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.

Leinikki J., Backer H., Oulasvirta P., Leinikki S. & Ruuskanen A. 2004. Aaltojen alla. Itämeren vedenalaisen luonnon opas.

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

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

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

Luonnonvarakeskus (Luke) 2021. Hylkeet. [<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/hylkeet/>]

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]

Mattila, J., Kankaanpää, H. & Ilus, E. 2006. Estimation of recent sediment accumulation rates in the Baltic Sea using artificial radionuclides ¹³⁷Cs and ²³⁹240Pu as time markers. Boreal Environment Research 11: 2, 95–107.

Merialuesuunnittelu 2022. Suomen merialuesuunnitelma 2030. [<https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/suunnitelma-johdanto/>]

Meri- ja kalatalousverkosto 2021. Kalasatamat kartalla. [<https://merijakalatalous.fi/kalatalous-suomessa/kalasatama-karttapalvelu/>]

MeriRaaha 2021. MeriRaahan merelliset elämykset. [<https://www.meriraaha.fi/meri-raahan-palvelut/>]

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

Museovirasto 2021a. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. [http://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx]

Museovirasto 2021b. Muinaisjäännösrekisteri. [https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/mjreki/read/asp/r_default.aspx]

Oulun kaupunki 2022. Karttapalvelu. [<https://kartta.ouka.fi/ims>] (Luettu 5.1.2022)

Oulun Satama Oy 2021. Port Oulu. [<https://ouluport.com/>] (18.12.2021)

Oulunseudun leader 2021. [<https://oulunseudunleader.fi/kalatalous/>]. (Viitattu 23.12.2021)

Oy M. Rauanheimo Ab 2021. Røyttän satama Torniossa. [<https://www.rauanheimo.com/royttan-satama-torniossa/>] (18.12.2021)

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

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2021. Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 ja taustaselvitykset. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesiensuojelu/Vesienhoidon_suunnittelu_ja_yhteistyö/Vesienhoitoalueet/Oulu_jokiIijoki]

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)

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2021a. Yhdistelmäkartta, merkinnät ja määräykset. [<https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/maakuntakaava/yhdistelmakartta-seka-merkinnat-ja-maaraykset/>]

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2021b. Merialuesuunnittelu. [<https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/merialuesuunnittelu/>]

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2022. Energia- ja ilmastovaihemaakuntakaava vireille, OAS-kuuleminen 22.10.-3.12.2021. [<https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/maakuntakaava/ilmastomaakuntakaava/>]

Pohjolan Voima 2010. Oulun-Haukiputaan edustan merituulipuisto. YVA-selostus. 8.2.2010

Pöyry 2017. Oulun edustan vesistö- ja kalataloustarkkailu vuonna 2016.

Pöyry Finland Oy 2016. Oulun meriväylän syventäminen. Sedimenttitutkimus. 101000039, 16.9.2016. Liikennevirasto, Oulun Satama Oy.

Raahen kaupunki 2022. Asemakaavayhdistelmä. [<https://paikka-tieto.sweco.fi/maps/raahe/kartta?startEx-tent=24515344%2C7170518%2C24531628%2C7178857&visibleLayers=Asemakaavojen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset%2CAsemakaavayhdistelm%C3%A4t%2030.8.2021>]

Raahen Satama Oy 2021. Raahen Satama. [<https://www.raahensatama.fi/info>]
(18.12.2021)

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

Seinä, A. ja Peltola, J. 1991. Jäätalven kesto aika ja kiintojään paksuustilastoja merialueilla 1961-1990 / Duration of the ice season and statistics of fast ice thickness along the Finnish coast 1961-1990. Finnish Marine Research, N:o 258.

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

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

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

Suomen Lajitietokeskus 2021. [laji.fi]

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2021. [<https://tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoima-suomessa/kartta>]

Suomen Ympäristökeskus 2022a, Ympäristöhallinnon avoimet ympäristötieto-järjestelmät. (Ympäristötietojärjestelmät: Vahti, Liiteri). [<http://www.syke.fi/avointieto>]

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

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

Suomen ympäristökeskus 2019: Suomen ympäristökeskus 2020b. Vedenalaisen meren 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/>]
- Söderman, T. 2003.** Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi – kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 109.
- Taipale, K. ja Saarnisto, M. 1991.** Tulivuorista jääkausiin. Suomen maankamaran kehitys. WSOY
- Tilastokeskus 2021a.** Tieliikenneonnettomuudet. [https://tieliikenneonnettomuudet.stat.fi/tieliikenneonnettomuudet_fi.html]
- Tilastokeskus 2021b.** Kuntien avainluvut. [<https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html>]
- Tukes 2021.** Maankäytön suunnittelu. Kemikaalilaitosten konsultointivyöhykkeet 10.5.2021. [<https://tukes.fi/teollisuus/maankayton-suunnittelu>]
- 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>]
- VELMU-hanke 2022.** Velmu-karttapalvelun aineistot. [<https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>]
- Vieraslajit.fi 2021.** Vieraslajiportaali. [<http://vieraslajit.fi/>]
- Vikstedt, H. 2003.** Merihiekan esiintyminen ja laatu sekä sen nostosta aiheutuvat ympäristövaikutukset Perämeren alueella. Julkaisematon Pro gradu –tutkielma. Oulun yliopisto. Geotieteiden laitos.
- Väylävirasto 2021a.** Liikennemääräkartat.
[<https://vayla.fi/vaylista/aineistot/kartat/liikennemaarakartat>]
- Väylävirasto 2021b.** Oulun Oritkarin kolmioraide.
[<https://vayla.fi/oulu-ratapihat/oritkarin-kolmioraide>]
- WPD Finland Oy 2009.** Suurhiekan merituulipuisto ja sähkönsiirron reittivaihtoehdot. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Maaliskuu 2009.
- WSP Environmental 2010.** Oulunsalo-Hailuoto –tuulipuiston ympäristövaikutusten arviointiselostus.
- YLE 2013.** Morenia luopuu useista merihiekkahankkeista Perämerellä.
[<https://yle.fi/uutiset/3-6440605>]. (Luettu 28.12.2021)
- Ympäristöhallinto 2021.** Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet (VAMA 2021).
[https://www.ymparisto.fi/fi-fi/luonto/maisemat/arvokkaat_maisemaalueet]
- Ympäristöministeriö 2021.** Merenhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027 ja taustaselvitykset. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vaikuta_vesiin/Merenhoito]
- 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-aluetyöryhmän mietintö, osa I. Mietintö 66 /1992. [<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/29082>]

Ympäristöministeriö 1992b. Arvokkaat maisema-alueet. Maisema-aluetyöryhmän mietintö, osa II. Mietintö 66 /1992. [<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/29087>]

Internet-lähteet on tarkastettu 1.1.-30.6.2022. välisenä aikana, ellei toisin ole mainittu.