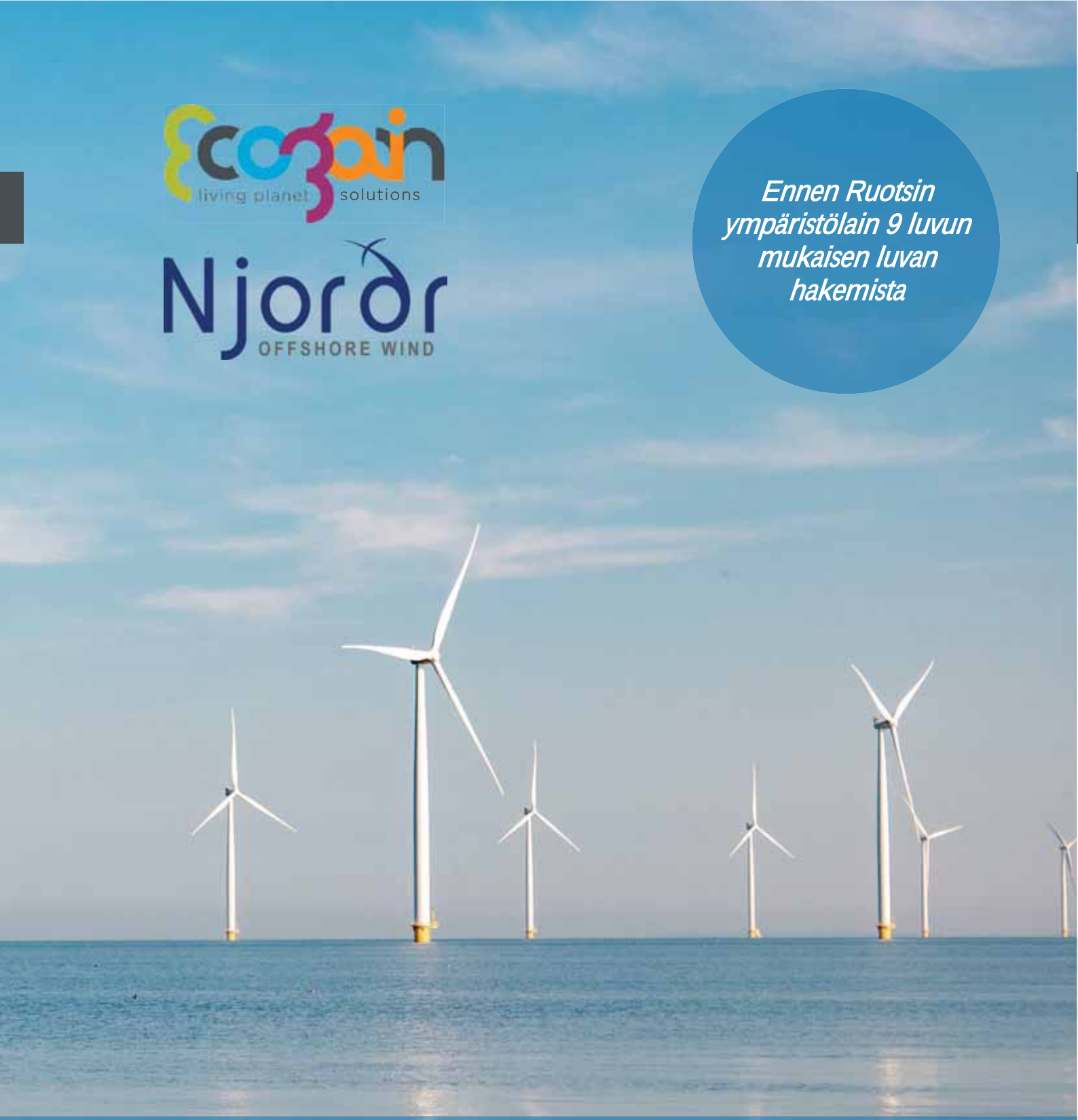


Ennen Ruotsin ympäristölain 9 luvun mukaisen luvan hakemista

Ennen Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukaisen luvan hakua.

Kuulemisasiakirja

BALTIC OFFSHORE DELTA -MERITUULIVOIMAPUISTO

ja sen sisäinen kaapeliverkko Ruotsin Itämeren talousvyöhykkeellä

2021-12-03

TUOTTANUT ECOGAIN 2021

Operaattorit

Njordr Offshore Wind AB

Lantvärnsgatan 8
652 21 Karlstad
www.njordroffshorewind.com

Yrityksen tunnus: 559308 – 6019

Niklas Sondell,
projektipäällikkö
niklas.sondell@modernenergy
070 218 5064

Konsultti

Ecogain AB
Pääkonttori:

Västra Norrlandsgatan 10 D
903 27 Umeå
www.ecogain.se

Yrityksen tunnus: 556761-6668

Isabel Enström,
toimeksiannon päällikkö
isabel.engstrom@ecogain.se
010 405 9135

Hanketiedot

Baltic Offshore Delta

Projektin omistaja: Njordr Offshore Wind AB – Vindkraft Värmlandin ja Njordrin yhteisyritys

Raportti: Ennen Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukaisen luvan hakemista – kuulemisasiakirja – Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuisto ja siihen liittyvä sisäinen kaapeliverkko

Laatijat: Ecogain: Isabel Enström, Charlotte Nauclér, Anna Singh, Johanna Birgander ja Malin Blohm; Njordr Offshore Wind: Niklas Sondell, Rolf-Erik Keck ja Niclas Erkenstål

Tarkastaja: Karolina Adolphson, Ecogain
Hyväksyjä: Niklas Sondell, projektipäällikkö, Njordr Offshore Wind
Käännös: Ruotsista englanniksi The Native Translator -käännöstoimisto

AB taustakarttoja varten © Lantmäteriet, avoin data.

Muut maantieteelliset tiedot: EMODnet, Ruotsin energiavirasto, Ruotsin puolustusvoimat, Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HELCOM, lääninhallitus, Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, Ruotsin geologinen tutkimuslaitos, Ruotsin metsähallitus, Ruotsin liikennehallinto ja Vindlov.

Kansikuva: Merituulivoimapuisto. Shutterstock.
Muut kuvat: Ecogain.
Kuvitus: Susan Enetjärn, Ecogain

TIETOJA KUULEMISASIAKIRJASTA

Ruotsin ympäristöarvioinnista annetun asetuksen (2017:966) 6 § mukaan suunnitelluilla toimilla oletetaan olevan merkittävä vaikutus ympäristöön, mikä tarkoittaa, että toteutetaan niin kutsuttu laajuutta koskeva kuuleminen. Tämä kuulemisasiakirja on laadittu Njordr Offshore Wind AB: n Baltic Offshore Delta -rakennushankkeen laajuuden arvioinnin pohjaksi.

Laajuutta koskevassa kuulemisessa noudatetaan Ruotsin ympäristölain 6 luvun 30 § määräyksiä. Kuuleminen käydään lääninhallituksen, säädäntöviranomaisten ja sellaisten yksityishenkilöiden kanssa, joihin toimenpiteen oletetaan vaikuttavan erityisesti, sekä muiden valtion viranomaisten, kuntien ja kansalaisten kanssa, joihin hankkeen voidaan olettaa vaikuttavan.

Kuulemisasiakirjaa ei pidä sekoittaa ympäristövaikutusten arviointiin, joka laaditaan lupahakemusmenettelyn myöhemmässä vaiheessa. Kuulemisen tarkoituksena on tiedottaa säädäntöviranomaisille, yksityishenkilöille ja suurelle yleisölle suunnitellusta hankkeesta ja laatia kattava raportti ympäristövaikutuksista, joita suunnitelluilla toimilla oletetaan olevan, kun taas tulevissa ympäristövaikutusten arvioinneissa näitä vaikutuksia tutkitaan tarkemmin.

Tässä kuulemisasiakirjassa hahmotellaan, mitä tulevat ympäristövaikutusten arvioinnit sisältävät ja mitä ympäristövaikutuksia tutkitaan tarkemmin. Lopullisen ympäristövaikutusten arvioinnin oletetaan valmistuvan vuonna 2023, ja Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukainen lupahakemus on tarkoitus jättää vuonna 2023.

Koska hanke sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä ja alueella, joka voi vaikuttaa muiden maiden etuihin, neuvotteluja käydään myös valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskevan yleissopimuksen (Espoon sopimus) mukaisesti.

Kuulemisen piiriin kuuluviksi määritellyt toimijat on lueteltu liitteessä 2.

Osallistujat

Isabel Enström, toimeksiannon päällikkö, Ecogain

Ekologi, keskittyy ympäristötekniikkaan. Työskennellyt strategisen suunnittelun, kuntien ilmasto- ja ympäristökysymysten sekä kestävän kehityksen koulutuksen parissa. Monen vuoden kokemus energia-alalta, erityisesti uusiutuvan energian ja tuulivoiman kehittämisestä.

Charlotte Nauclér, toimeksiannon apulaispäällikkö ja tutkija, Ecogain

Sertifioitu metsänhoitaja. Keskittyy luontoon ja ympäristöön, pitkä kokemus ympäristövaikutusten arvioinnista ja ympäristöarvioinneista, erityisesti tuulivoimaloiden lupamenettelystä.

Anna Singh, tutkija, Ecogain

Ympäristötieteilijä, maisterintutkinto luonnonmaantieteestä ja ekosysteemianalyysistä. Erikoistunut ilmastovaikutuksiin eri ekosysteemeissä, ympäristötekniikkaan ja suojeltujen luonnonalueiden julkiseen hoitoon sekä tieteellisestä että sosiaalisesta näkökulmasta.

Johanna Birgander, tutkija, Ecogain

Ekologian tohtori, jolla on perusteelliset tiedot ilmastokysymyksistä. Tehnyt strategista ympäristötyötä lääninhallituksessa. Monen vuoden kokemus lupamenettelystä ja ympäristöarvioinneista pääasiassa tuulivoiman osalta.

Malin Blohm, tutkija, Ecogain

Ympäristöasianajaja, jolla on monen vuoden kokemus ympäristölupa- sekä maa- ja vesirakentamisen asioista, työskennellyt konsulttina ja Ruotsin maa- ja ympäristöasioiden muutoksenhakutuomioistuimessa.

Karolina Adolphson, laaduntarkastus, Ecogain

Biologi ja kokenut projektipäällikkö, jolla on vankka kokemus ympäristöarvioinneista ja ympäristövaikutusten arvioinnista sekä laajat tiedot lupaprosessista ja ympäristöarviointeihin liittyvistä vaatimuksista ja lainsäädännöstä.

Susan Enetjärn, graafikko, Ecogain

Yli 30 vuoden kokemus kuvittajana ja graafikkona.

MIELIPITEESI ON TÄRKEÄ

Kuulemismenettelyn avulla viranomaiset, yksityishenkilöt ja yleisö voivat antaa tietoja ja esittää huomautuksia suunnitelluista toimista. Njordr Offshore Wind AB pyytää palautetta ja lausuntoja ympäristövaikutusten arvioinnin sisällöstä ja suunnittelusta sekä suunnitellun toiminnan sijainnista, laajuudesta, suunnittelusta sekä mahdollisista suorista ja välillisistä ympäristövaikutuksista.

Pyydämme lähettämään huomautukset kirjallisesti, jotta voimme koota ne kuulemiskertomukseen mahdollisimman puolueettomasti ja oikein sekä sisällyttää ne tuleviin ympäristövaikutusten arviointeihin.

Kuulemista koskevat huomautukset voi lähettää sähköpostitse osoitteeseen ***njordr.samrad@ecogain.se****.*

Vaihtoehtoisesti kirjeitse osoitteeseen:

Ecogain AB
Baltic Offshore Delta
Attention: Administrator
Östra Hamngatan 17
SE-411 10 GÖTEBORG, SWEDEN
Kuulemista koskevia huomautuksia otetaan vastaan 12.2.2022 asti.
Muista merkitä sähköpostiin tai kirjeeseen "Baltic Offshore Delta".

SISÄLLYSLUETTELO

YHTEENVETO 8

1. JOHDANTO 10

1.1 Taustatiedot 10
1.2 Sovellettava lainsäädäntö ja kuuleminen 11
1.2.1 Kuulemisen laajuus 12
1.3 Hallinnolliset tiedot 15

2. PAIKKATUTKIMUS JA HANKKEEN KUVAUS 16

2.1 Paikkatutkimusprosessi 16
2.1.1 Paikan valinta 16
2.2 Ensisijaiset vaihtoehdot 17
2.2.1 Suunnitteluvaihtoehdot 21
2.3 Nollavaihtoehto 21
2.4 Tuulivoimapuiston suunnittelu 22
2.4.1 Tuulivoimalat ja niiden sijoittelu 23
2.4.2 Perustukset ja ankkurointi 26
2.4.3 Pohjaan ankkuroidut perustukset 27
2.4.4 Kelluvat perustukset 27
2.4.5 Sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät 29

3. ALUETTA KOSKEVAT OLETUKSET JA ENNAKOIDUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET 30

3.1 Suunnitteluolosuhteet 30
3.1.1 Merialuesuunnittelu 30
3.1.2 Meriympäristön hallinta 33
3.1.3 HELCOM:n Itämeren toimintasuunnitelma 33
3.2 Ympäristönlaatunormit 34
3.3 Lähellä sijaitsevat tuulivoimalat 35
3.4 Tuulivoimavarat 37
3.5 Kaapelit ja putket 39
3.6 Kansallisesti merkittävät alueet 41
3.7 Maisema 46
3.8 Merentutkimus ja merigeologia 48
3.8.1 Vaikutus merivirtoihin ja niiden sekoittumiseen 49
3.9 Luonnonympäristö 52
3.9.1 Suojelualueet 53
3.9.2 Merenpohjan eliöstö 56
3.9.3 Kalat 57
3.9.4 Merinisäkkäät 58
3.9.5 Linnut 60
3.9.6 Lepakot 62
3.9.7 Lajien suojelu 63
3.9.8 Luonnon monimuotoisuus ja ympäristötekniikka 64
3.10 Kulttuuriperintö 65
3.11 Ulkoilu ja virkistys 67
3.12 Luonnonvarat 67
3.12.1 Ammattikalastus 67
3.13 Meriliikenne 69
3.14 Melu 73
3.14.1 Matalat taajuudet ja infraäänet 75
3.14.2 Vedenalainen melu 75
3.15 Visualisoinnit ja näkyvyysanalyysit 76
3.16 Varjot 76

3.17 Riskit ja turvallisuus ... 77
3.18 Kokoonpano-/rakennusvaihe ... 82
3.19 Käyttövaihe ... 84
3.20 Purkaminen ja käytöstä poistaminen ... 84

4. ILMASTONMUUTOS JA KESTÄVÄ KEHITYS ... 85

4.1 Ilmasto ja uusiutuva energia ... 85
4.2 Maailmanlaajuiset kestävän kehityksen tavoitteet ... 87
4.3 Ruotsin ympäristötavoitejärjestelmä ... 89

5. TULEVAT TYÖT ... 90

5.1 Ympäristövaikutusten arviointi (YVA) ... 90
5.2 Suunnitellut tutkimukset ympäristöluvan myöntämiseen saakka ... 91
5.3 Suunnitellut tutkimukset annetun ympäristöluvan mukaisesti ... 94
5.4 Alustava aikataulu ja toteutus ... 96

LÄHDELUETTELO ... 97

Liite 1. TERMIT JA MÄÄRITELMÄT ... 105

LIITE 2. KUULEMISKIERROS ... 106

LIITE 3. MELULASKELMAT NORD 2000 ... 108

LIITE 4. MELULASKELMAT (TANSKAN MALLI) ... 109

LIITE 5. VALOKUVAESITYS ... 110

YHTEENVETO

Njordr Offshore Wind AB (Njordr) aikoo hakea Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) ja mannerjalustalain (1966:314) mukaista lupaa Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuiston rakentamiseen Ruotsin talousvyöhykkeelle. Suunnitteilla on enintään 300 tuulivoimalaa, joiden enimmäiskorkeus on 330 metriä.

Hankkeella odotetaan olevan useita myönteisiä ympäristövaikutuksia. Tärkein niistä on se, että tuulivoimapuisto tuottaa suuren määrän uusiutuvaa sähköä, mikä hillitsee ilmastonmuutosta. Lisäksi tuulivoimaloiden perustusten rakenteet voivat olla keinoriuttoina hyödyksi pohjaeliöstölle ja pohjaeliöitä syöville kaloille. Myös troolauksen ja merenkulun eliöstölle aiheuttamat häiriöt vähenevät hankealueella.

Suunnitelluilla toimilla oletetaan olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia, minkä vuoksi on järjestettävä laajuutta koskevia kuulemisia. Tämä kuulemisasiakirja muodostaa kuulemisprosessin perustan, ja sen jälkeen tehdään ympäristövaikutusten arviointi (YVA). Kuulemisasiakirja sisältää esimerkin tuulivoimapuiston sijoittelusta eli tuulivoimaloiden mahdollisesta sijainnista hankealueella.

Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuisto sijaitsee lähes 55 kilometrin etäisyydellä maa-alueesta (Sandhamn, Värmdön kunta) ja lähes seitsemän kilometriä Ruotsin aluerajasta kaakkoon.

Hankealue sijaitsee merialueella, jolla on vain vähän tunnistettuja ja suojeltuja vastakkaisia etuja. Kyseessä on merenkulun kannalta kansallisesti merkittävä meriväylä ja alueella on kolme rekisteröityä historiallista kulttuurikohdetta. Merenkulkua ja ammattikalastusta lukuun ottamatta muut kansallisten etujen kuten puolustuksen, virkistyksen ja luonnon- ja kulttuuriympäristön kannalta merkittävät alueet sijaitsevat hankealueen länsipuolella.

Osana ympäristövaikutusten arviointia tehdään perusteellisia tutkimuksia, jotka koskevat pääasiassa merenpohjan olosuhteita, luontoarvoja, linnustoa ja meriarkeologiaa. Tutkimukset ja kuulemismenettelyn lausunnot muodostavat perustan lupahakemusta varten tehtävälle tuulivoimapuiston lopulliselle suunnittelulle ja ympäristövaikutusten arvioinnille.

Saatavilla olevien tietojen perusteella arvioimme, että hankkeen merkittävimpiä haitallisia ympäristövaikutuksia ovat mahdolliset vaikutukset merieläimiin, lentäviin lintuihin ja merenkulkuun. Suunniteltujen tutkimusten tulokset voivat muuttaa arviota.

1. JOHDANTO

Tässä luvussa esitellään hanke ja suunnitellut toimet. Lisäksi esitellään nykyinen lainsäädäntö, lupamenettelyn eri vaiheet ja hankkeen kuulemisprosessi.

1.1 Taustatiedot

Ruotsi on laatinut energiapoliittiset tavoitteet, joissa todetaan muun muassa, että Ruotsin sähköntuotannon olisi oltava täysin uusiutuvaa vuonna 2040 ja että kasvihuonekaasujen nettopäästöt ilmakehään olisi poistuttava vuoteen 2045 mennessä. Tuulivoima on tärkeä osa ekologisesti kestävämpään yhteiskuntaan siirtymistä, joka tapahtuu tehostamalla sähkön käyttöä ja siirtymällä uusiutuviin energiamuotoihin käyttämällä ympäristön kannalta hyväksyttäviä tekniikoita. Vuonna 2020 tuulivoiman osuus maan sähköntuotannosta oli 17 prosenttia, mikä vastaa 27,6 TWh:a (Ruotsin energiavirasto, 2021a). Sähkön kysynnän odotetaan lisääntyvän merkittävästi tulevina vuosina. Esimerkiksi Ruotsin energiaviraston pääskenaariossa vuoteen 2045 mennessä tarvitaan 80–120 TWh uutta uusiutuvaa energiaa, ja liikenteen ja teollisuuden siirtymä on tässä suhteessa erittäin tärkeää (Ruotsin energiavirasto, 2018).

Ruotsin energiavirasto on todennut, että osana hallituksen tavoitetta täysin uusiutuvasta energiasta vuoteen 2040 mennessä tulisi olla noin 50 TWh merituulivoimaa (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019a). Kestävän tuulivoiman kansallisen strategian (Ruotsin energiavirasto, 2021b) mukaan merituulivoimaan odotetaan 20 TWh lisäystä. Vuonna 2018 merituulivoimaa tuotettiin noin 0,67 TWh (Ruotsin energiavirasto, 2019). Tällä hetkellä merituulivoimapuistoja on kolme: Lillgrund, Bockstigen ja Kårehamn.

Njordr Offshore Wind AB tutkii mahdollisuutta perustaa tuulivoimaa Itämerelle Ruotsin talousvyöhykkeen alueelle, joka sijaitsee noin 55 kilometriä Sandhamnista itään, 65 kilometriä Ahvenanmaasta etelään ja 100 kilometriä Gotlannin Fåröstä pohjoiseen. Hankkeen sijainti Tukholman alueen lähellä tarjoaa hyvät mahdollisuudet täyttää uusiutuvan energian jatkuvasti kasvava tarve alueella, jolla on jo nyt vaikeuksia tuottaa omaa sähköään ja jonne maatuulivoimaa on mahdollista perustaa vain rajallisesti.

1.2 Sovellettava lainsäädäntö ja kuuleminen

Suunniteltu toiminta edellyttää hallituksen lupaa Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaisesti. Lupahakemusmenettelyn mukaan sovelletaan Ruotsin ympäristölain lukuja 2–4 sekä 5 luvun pykäliä 3–5 ja 18. Asiasta tehdään erityinen ympäristöarviointi ja toiminnanharjoittaja laatii ympäristövaikutusten arvioinnin, taulukko 1.

Mannerjalustalain (1966:314) mukaan hallituksen lupa tarvitaan myös tuulivoimapuiston sisäiseen kaapeliverkkoon sekä tutkimuksiin ennen vedenalaisten kaapelien ja putkistojen asettamista mannerjalustalle ja sen aikana , taulukko 1.

Ruotsin ympäristöarvioinnista annetun asetuksen (2017:966) 6 § mukaan suunniteltuilla toimilla oletetaan olevan merkittävä vaikutus ympäristöön, mikä tarkoittaa, että toteutetaan niin kutsuttu laajuutta koskeva kuuleminen. Tästä syystä tutkivaa kuulemista ei ole järjestetty.

Tässä asiakirjassa annetaan taustatietoja laajuutta koskevaa kuulemista varten. Ruotsin ympäristölain 6 luvun 30 § mukaan kuuleminen suoritetaan lääninhallituksen, säädäntöviranomaisten ja sellaisten yksityishenkilöiden kanssa, joihin toimenpiteen oletetaan vaikuttavan erityisesti, sekä muiden valtion viranomaisten, kuntien ja kansalaisten kanssa, joihin hankkeen voidaan olettaa vaikuttavan.

Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaan hakemuksen käsittelystä vastaa sen läänin lääninhallitus, jossa Ruotsin merialue on lähimpänä suunniteltua toimintaa. Baltic Offshore Delta -hankkeessa tämä tarkoittaa Tukholman lääninhallitusta.

Ruotsin ympäristölain 6 luvun 28 § mukaan erityinen ympäristöarviointi tarkoittaa, että toiminnanharjoittaja järjestää kuulemisen YVA:n laajuudesta ja yksilöi, arvioi ja dokumentoi suunniteltujen toimien ympäristövaikutukset YVA:ssa, ja että luvan myöntävä viranomainen täydentää YVA:n.

Lupaprosessin eri vaiheet esitetään kaaviona kuvassa 1.

Kuulemismenettelyn avulla sääntelevät viranomaiset, yksityishenkilöt ja yleisö voivat antaa tietoja ja esittää huomautuksia suunnitelluista toimista.

Njordr aikoo nyt hankkia tietoa ja lausuntoja YVA:n sisällöstä ja suunnittelusta sekä hankkeen sijainnista, laajuudesta ja suunnittelusta sekä sen suorista ja välillisistä ympäristövaikutuksista. Ympäristövaikutukset voivat olla positiivisia tai negatiivisia, tilapäisiä tai pysyviä, ja ne voivat ilmetä lyhyellä, keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä seuraavien osalta:

- väestö ja ihmisten terveys
- eläin- ja kasvilajit, jotka on suojeltu Ruotsin ympäristölain 8 luvun nojalla, sekä muu biodiversiteetti
- maanpinta, maaperä, vesi, ilma, ilmasto, maisemat ja kulttuuriarvot
- maa- ja vesialueiden sekä yleisen fyysisen ympäristön hoito
- muu materiaalien, raaka-aineiden ja energian hallinta
- muut ympäristön osat.

Pyydämme lähettämään kuulemista koskevat huomautukset kirjallisesti, jotta voimme koota ne kuulemiskertomukseen mahdollisimman puolueettomasti ja oikein sekä sisällyttää ne tuleviin ympäristövaikutusten arviointeihin.

Luvussa 2 esitetään suunnitellut toimet yksityiskohtaisemmin.

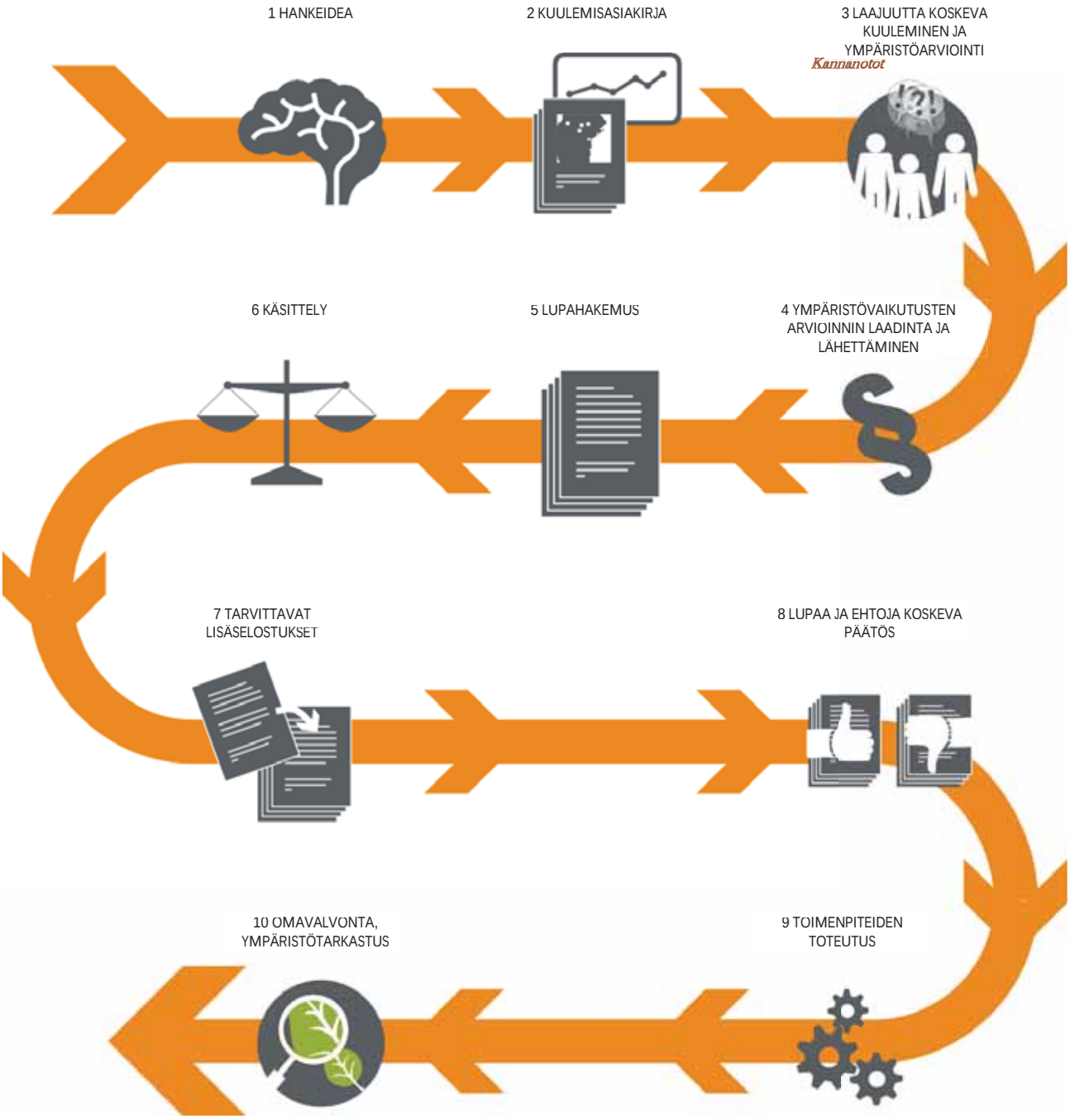
1.2.1 Kuulemisen laajuus

Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston perustaminen edellyttää myös muita kuin alaluvussa *1.2 Sovellettava lainsäädäntö ja kuuleminen* mainittuja lupia. Nämä haetaan ja tarkistetaan erikseen, ne eivät sisälly tämän kuulemisasiakirjan taulukkoon 1.

TAULUKKO 1. Yhteenveto tähän mennessä myönnetyistä luvista, joita on tarkoitus hakea hankkeen ja siihen liittyvän sääntelyn mukaan.

Toiminta	Lain edellyttämät luvat	Ajankohta
Tuulivoimapuisto	Ruotsin talousvyöhykelaki (1992:1140). Lupahakemusprosessissa sovelletaan Ruotsin ympäristölain lukuja 2–4 ja luvun 5 pykäliä 3–5 ja 18. Lisäksi tehdään erityinen ympäristöarviointi ja toiminnanharjoittajan on laadittava YVA.	Tämä kuuleminen ja sitä seuraava lupahakemus
Tuulivoimapuiston sisäiset kaapeliverkot	Mannerjalustalaissa (1966:314) määrätään tutkimuksista ennen vedenalaisten kaapelien ja putkistojen asettamista mannerjalustalle ja sen aikana.	Tämä kuuleminen ja sitä seuraava lupahakemus
Merenpohjan kartoitukset	Lupahakemus mannerjalustalain (1966:314) mukaan tai ilmoitus Ruotsin geologiselle tutkimuslaitokselle (SGU).	Erillinen hakemus/rekisteröinti
Tuulivoimapuiston yhdistäminen Ruotsin alueen ulkopuoliseen maa-alueeseen	Mannerjalustalaissa (1966:314) määrätään mannerjalustalla sijaitsevien, tuulivoimapuistosta (sähköasemalta) maalla sijaitseviin ilmajohtoihin kytkettävien kaapelien sulkemisesta ja käytöstä Ruotsin talousvyöhykkeellä ja aluevesillä.	Erillinen hakemus
Tuulivoimapuiston yhdistäminen Ruotsin maa-alueeseen	Ruotsin sähkölaki (1997:857; toimilupa) yhdyskaapelien ja/tai ilmajohtojen käytöstä poistamisesta ja käytöstä Ruotsin alueella.	Erillinen hakemus
Yhdyskaapelien ja/tai ilmajohtojen käytöstä poistaminen ja käyttö Ruotsin alueella	Ruotsin ympäristölaki (1998:808).	Erillinen hakemus
Kytkentä Ruotsin kantaverkkoon	Valtuutus ja kyky kytkeytyä pääsähköverkkoon.	Erillinen hakemus

LUPAPROSESSI



KUVA 1. Lupahakemusprosessin kaavio.

1.3 Hallinnolliset tiedot

Taulukossa 2 esitetään hallinnolliset tiedot, joihin tämä kuulemisasiakirja perustuu.

TAULUKKO 2. Hallinnolliset tiedot, tekniset tiedot ja tuulivoimapuiston mitat.

Operaattorit	Njordr Offshore Wind AB
Yrityksen tunnus	559308 – 6019
Postiosoite (pääkonttori)	Lantvärnsgatan 8 652 21 Karlstad SWEDEN
Yhteyshenkilö	Niklas Sondell, projektipäällikkö, Njordr Offshore Wind AB
Puhelin	070 218 5064
Tuulivoimapuiston nimi	Baltic Offshore Delta
Sijainti	Tukholman itäinen merialue (Ö204), pohjoisen Itämeren ja Eteläkurkun merialue, Ruotsin talousvyöhyke

2. PAIKKATUTKIMUS JA HANKKEEN KUVAUS

Tässä luvussa kuvataan, miten suunniteltujen toimintojen sijainti on valittu. Luvussa esitetään myös suunnitellun tuulivoimapuiston laajuus, mitat ja tekniset edellytykset.

2.1 Paikkatutkimusprosessi

Koska suunnitelluilla toimilla oletetaan automaattisesti olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia, tulevissa YVA:ssa olisi mahdollisuuksien mukaan lueteltava vaihtoehtoisia sijainteja sekä eri suunnitteluvaihtoehtoja, joita tutkitaan hankkeen yhteydessä. Lisäksi olisi esitettävä nollavaihtoehto. Vaihtoehtoisia sijainteja ei tällä hetkellä ole kehitetty, mutta alaluvussa *2.1.1 Paikan valinta* esitetyn valintaprosessin perusteella tuulivoimapuistolle on valittu paras mahdollinen sijoituspaikka. Sijainnin valintamenetelmä kuvataan tarkemmin YVA:ssa.

Ruotsin ympäristölain johdannossa todetaan, että maata, vettä ja fyysistä ympäristöä olisi käytettävä siten, että varmistetaan hyvä pitkän aikavälin hallinta ekologiselta, sosiaaliselta, kulttuuriselta ja sosioekonomiselta kannalta. Lisäksi Ruotsin energiapoliittisissa tavoitteissa todetaan, että tuulivoimaa laajennetaan voimakkaasti ja että laajentumisen tulee tapahtua useissa paikoissa samanaikaisesti.

Tuulivoimalle sopivalta alueelta edellytetään hyviä tuuliolosuhteita, vähän etuvastakohtia ja hyviä mahdollisuuksia laajamittaiseen toimintaan yhteisten kustannusten jakamiseksi esimerkiksi sähköverkon liitännän osalta.

2.1.1 Paikan valinta

Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston ehdotettu sijainti perustuu Itämeren Ruotsin osan kattavaan esitutkimukseen, jossa tarkastellaan tulevia energiatarpeita, teknistä ja kaupallista toteutettavuutta, ympäristöolosuhteita ja ympäristövaikutuksia sekä mahdollisia etuvastakohtia. Tavoitteena on ollut tunnistaa alueet, jotka maksimoivat ilmasto- ja ympäristöhyödyt ja samalla minimoivat vaikutukset luontoon ja ympäristöön sekä mahdolliset kielteiset vaikutukset ihmisten terveyteen ja ympäristöön.

Tutkimus perustuu tuulivoimavarojen (ks. alaluku 3.4), teknisen ja kaupallisen toteutettavuuden ja etuvastakohtien peruskartoitukseen. Etäisyys maihin, syvyys merenpohjaan ja taloudelliset olosuhteet olivat myös tärkeitä näkökohtia sijainnin valinnassa.
Lisäksi paikkaa valittaessa on otettu huomioon erilaisia parametreja. Näistä mainittakoon seuraavat:

- Meriliikenne – painopiste todelliseen meriliikenteeseen sopeutumisessa
- Puolustus – tunnettuja pysähdysalueita, harjoitusalueita ja kansallisia etuja on vältetty
- Kalastus – vältetään ristiriidat kansallisten etujen kanssa
- Verkkokalastus – alueita, joilla on suuri intensiteetti, on vältetty
- Pyöriäiset – alueet, jotka ovat vähemmän tärkeitä pyöriäisille
- Alli ja riskilä – arvioitu esiintyminen merilinnuille tärkeiden alueiden indikaattorina
- Luonnonsuojelurajoitukset (Natura 2000, suojelualueet jne.) – alueiden ulkopuolella ja puskurivyöhykkein
- Ilmailu – ilmailuun tarvittavien alueiden ulkopuolella
- Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto – merialuesuunnitelmia käytetään alueristiriitojen välttämiseksi
- Meren syvyys – syvempään veteen kelluvat tai pohjaan ankkuroidut perustukset
- Happivaje – suositaan alueita, joilla on ajoittaista tai jatkuvaa happikatoa
- Tuulivoimavarat – tarkat tuulitutkimukset
- Miinoituksen riskialueet – tunnettuja alueita on vältetty
- Pääsähköverkko – strateginen sijainti suhteessa tarpeisiin ja liitännät muihin maihin
- Energiatarpeet – keskitytään alueisiin, joilla on suuri tuotantovaje
- Näkyvyys – mahdollisimman moni tuulivoimala piilotetaan horisontin alapuolelle
- Yleisölle aiheutuvat häiriöt – etäinen sijainti merellä vähentää paitsi näkyviä, myös muita häiriöitä
- Kaupallinen toteutettavuus – etäinen sijainti merellä edellyttää suuria tuulivoimapuistoja
- Yleisesti ottaen kaikkia tunnettuja kansallisia etuja on vältetty. Meriliikenne on poikkeus, keskitytty enemmän todelliseen merenkulkuun.

2.2 Ensisijaiset vaihtoehdot

Baltic Offshore Delta -hankealue sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, tarkemmin Tukholman itäisellä merialueella (Ö204) pohjoisen Itämeren ja Eteläkurkun alueella, ks. kuva 2. Alue sijaitsee kaukana maasta – lähinnä on Sandhamn, 53 kilometriä länteen hankealueelta. Hankealue on avomerta, jossa ei ole saaria, ks. kuva 3.

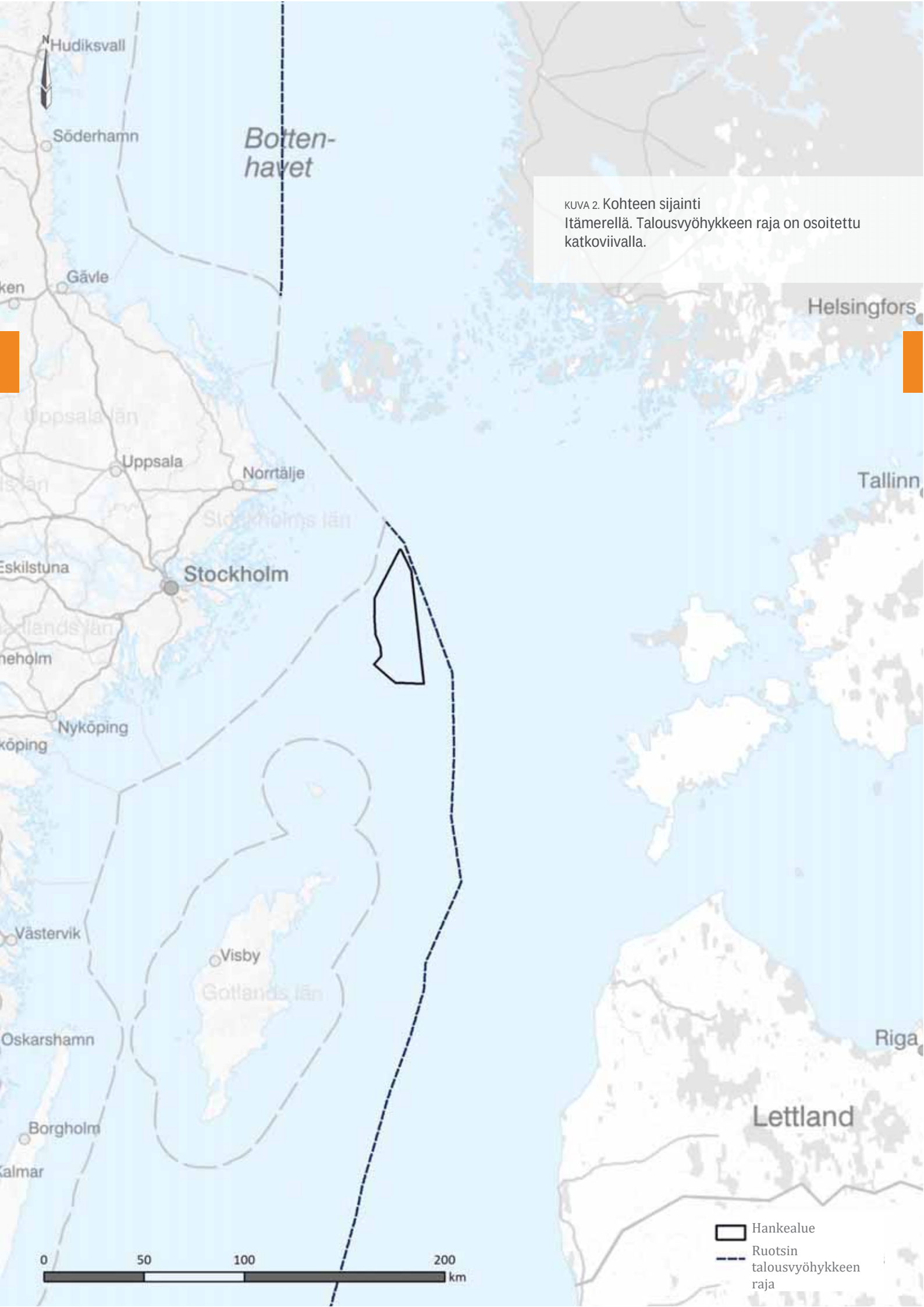
Hankealueen pinta-ala on 1 064 neliökilometriä. Meren syvyys vaihtelee noin 30 ja 180 metrin välillä, matalinta on pohjoisosassa. Koko hankealueen keskisyvyys on noin 100 metriä (SGU, 2021). Alueen pohja on vähähappista, ja pohjasedimentistä enin osa on postglasiaalista hietaa ja glasiaalista savea (SGU, 2021), ks. tarkempi kuvaus alaluvussa 3.8.

Hankkeessa arvioidaan olevan potentiaalia noin 5 000 MW:n tehon asentamiseen, jonka vuosituotanto olisi noin 20 TWh.

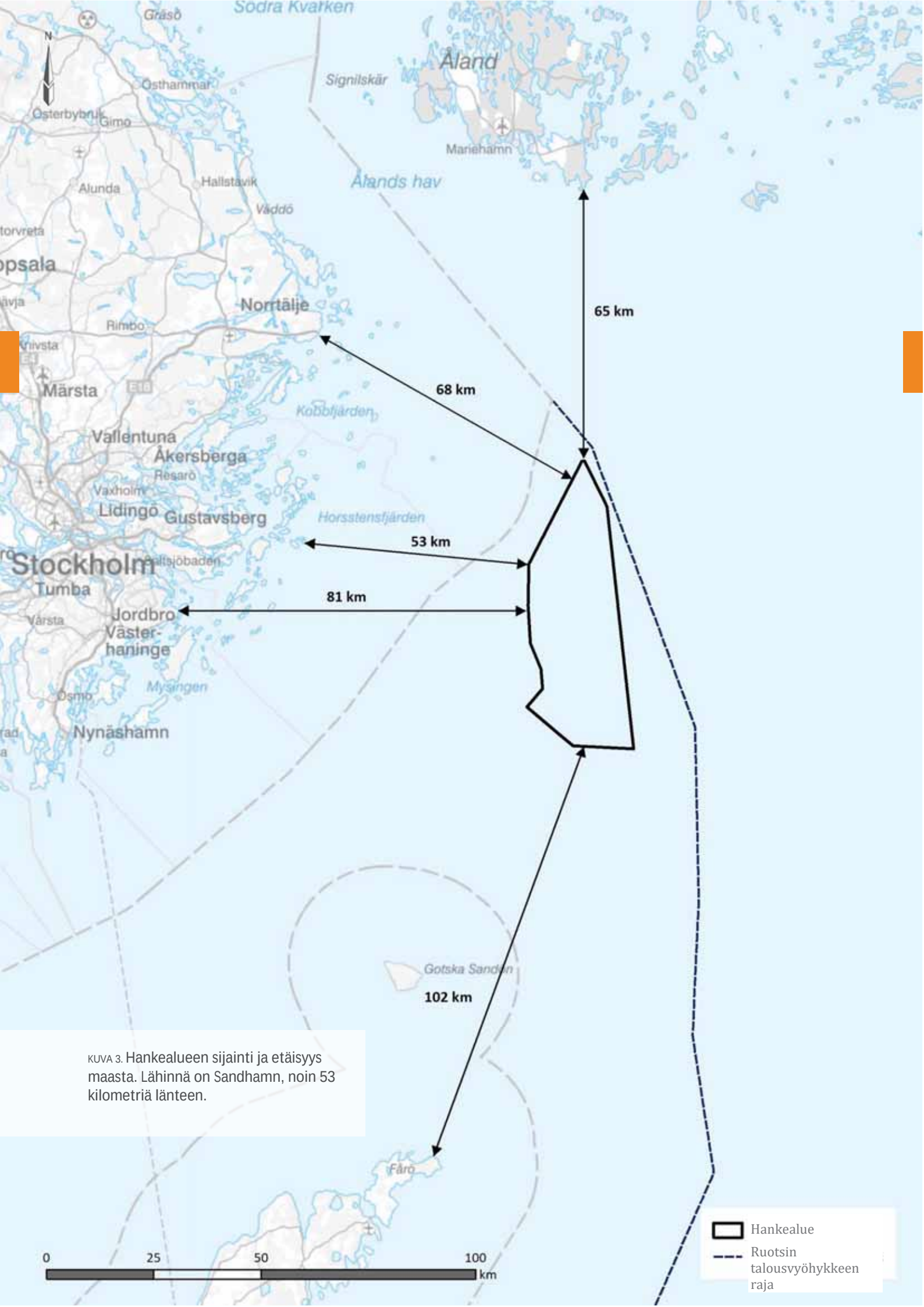
Hankealueen laajuuden perustekijät on kuvattu tarkemmin alaluvussa 2.1.1.

Ruotsin kantaverkkoyhtiölle on toimitettu erillinen hakemus kytkennästä kansalliseen verkkoon, ks. sähkökytkentää koskeva alaluku 5.2.

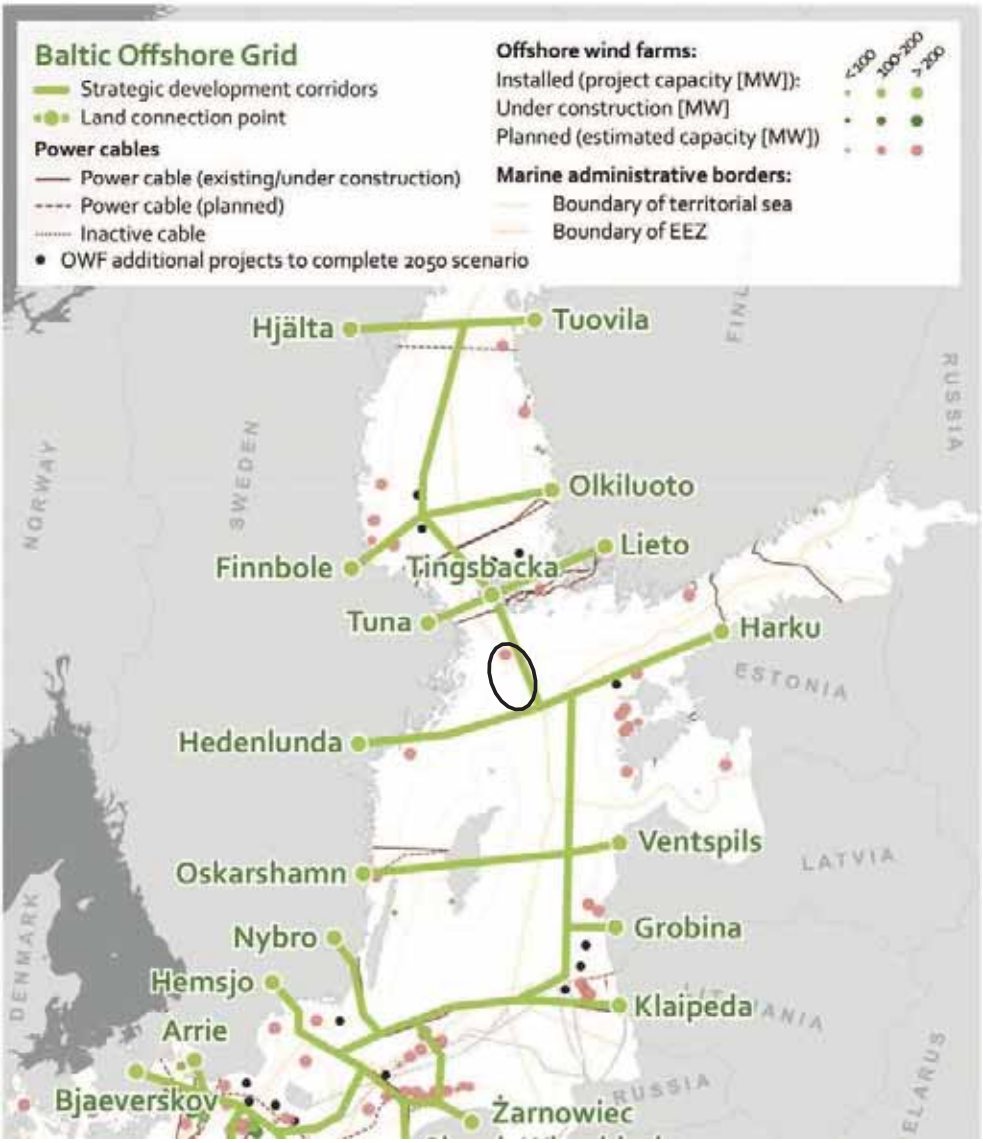
Itämeren merituulivoimapotentiaalin parantamiseksi sitä ympäröivät maat ovat käynnistäneet Baltic Offshore Grid Initiative -yhteishankkeen, jossa pyritään suunnittelemaan yhdessä Itämeren alueen ja alueen maiden välisiä sähköverkkoja. Baltic Offshore Delta -hankealueen sijainti on strategisesti hyvä ja sillä on potentiaalisia tulevia yhteyksiä useimpiin maihin (Baltic InteGrid 2019), ks. kuva 4.



KUVA 2. Kohteen sijainti Itämerellä. Talousvyöhykkeen raja on osoitettu katkoviivalla.



KUVA 3. Hankealueen sijainti ja etäisyys maasta. Lähinnä on Sandhamn, noin 53 kilometriä länteen.



KUVA 4. Baltic Offshore Grid -konsepti (BOG 2050). Lähde: Baltic InteGrid (n.d.), sivu 25. Musta rengas on lisätty karttaan jälkikäteen osoittamaan hankealueen likimääräinen sijainti suhteessa suunnitteluehdotuksen tutkittuihin väyliin.

2.2.1 Suunnitteluvaihtoehdot

Tuulivoimapuiston rakennetta eli tuulivoimaloiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin sijainteja optimoidaan jatkuvasti koko hankkeen ajan, jotta niillä olisi mahdollisimman vähän ympäristövaikutuksia. Suunnitteluvaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi tuulivoimaloiden erilainen sijoittelu, voimaloiden eri mitat ja erilaiset perustukset. Neuvotteluvaiheessa esitetty malli, ks. alaluku 2.4, on vain esimerkki siitä, miltä suunniteltu tuulivoimapuisto voisi näyttää. Tuulivoimaloiden lopulliseksi enimmäismääräksi on rajattu 300.

Suunnitteluvaihtoehdoista esitetään yhteenveto seuraavassa YVA:ssa.

2.3 Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehto on vertailukohta, joka kuvaa tilannetta, jossa suunniteltuja toimia ei toteuteta. Nollavaihtoehtoa koskeva raportti laaditaan tulevassa YVA:ssa, ja suunniteltujen toimien arvioituja ympäristövaikutuksia verrataan nollavaihtoehtoon.

2.4 Tuulivoimapuiston suunnittelu

Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston on suunniteltu koostuvan enintään 300 voimalasta, joiden asennettu kokonaisteho on noin 5 000 MW ja arvioitu vuosituotanto noin 20 TWh.

Tuulivoimapuiston voimalat yhdistetään sisäiseen kaapeliverkkoon, joka kytketään merellä yhteen tai useampaan merisähköasemaan, joista sähkö siirretään maihin yhtä tai useampaa yhdyskaapelia pitkin. Sähkö- ja viestintäjärjestelmistä on tarkempi kuvaus alaluvussa 2.4.5.

Merituulivoimaloiden perustukset voidaan ankkuroida pääasiassa kahdella tapaa: suoraan pohjaan (pohjaan ankkuroitu perustus) tai kaapelilla (kelluva perustus). Eri perustukset kuvataan tarkemmin alaluvussa 2.4.2. Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuistossa oletetaan voitavan käyttää molempia tapoja. Meren syvyyden vuoksi pohjaan ankkuroituja perustuksia voidaan harkita vain hankealueen pohjoisosassa, jossa syvyys on eteläosaa matalampi, ks. kuva 6 jäljempänä.

Laajuus ja rakenne

Hankealueen koko on 1 130 neliökilometriä ja suunnitteilla on 300 tuulivoimalaa, joiden enimmäiskorkeus on 330 metriä. Tuulivoimapuiston laajuus ja mitat on esitetty taulukossa 3. Tuulivoimaloiden lukumäärä ja keskinäiset sijainnit suunnitellaan käytettävissä olevan teknologian perusteella, jotta voidaan tehdä päätöksiä rakentamisesta. Eri vaihtoehdot on esitetty taulukossa 4. Alaluvussa 2.4.1 on malli sijoittelusta.

TAULUKKO 3. Suunnitellun Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston mitat.

Voimaloiden lukumäärä	Enintään 300
Voimalan teho	Noin 20 MW, tuotanto noin 80 GWh/vuosi (esimerkkivoimala)
Kokonaiskorkeus	Enintään 330 metriä

TAULUKKO 4. Tehon ja voimaloiden koon ja keskinäisen etäisyyden parametrit toteutettavien voimaloiden lukumäärän mukaan. Sijoittelumalleissa ja tuotanto- ja tehoprofiilien laskennassa voimaloiden lukumäärä on 253 ja niiden yksikköteho on 20 MW (ks. alaluku 2.4.1).

Voimaloiden lukumäärä	Teho (MW)	Roottorin halkaisija (m)	Kokonaisteho (MW)	Keskimääräinen etäisyys (m)
300	15	230	4 500	1 800
250	20	263	5 000	2 000
220	25	295	5 500	2 150

2.4.1 Tuulivoimalat ja niiden sijoittelu

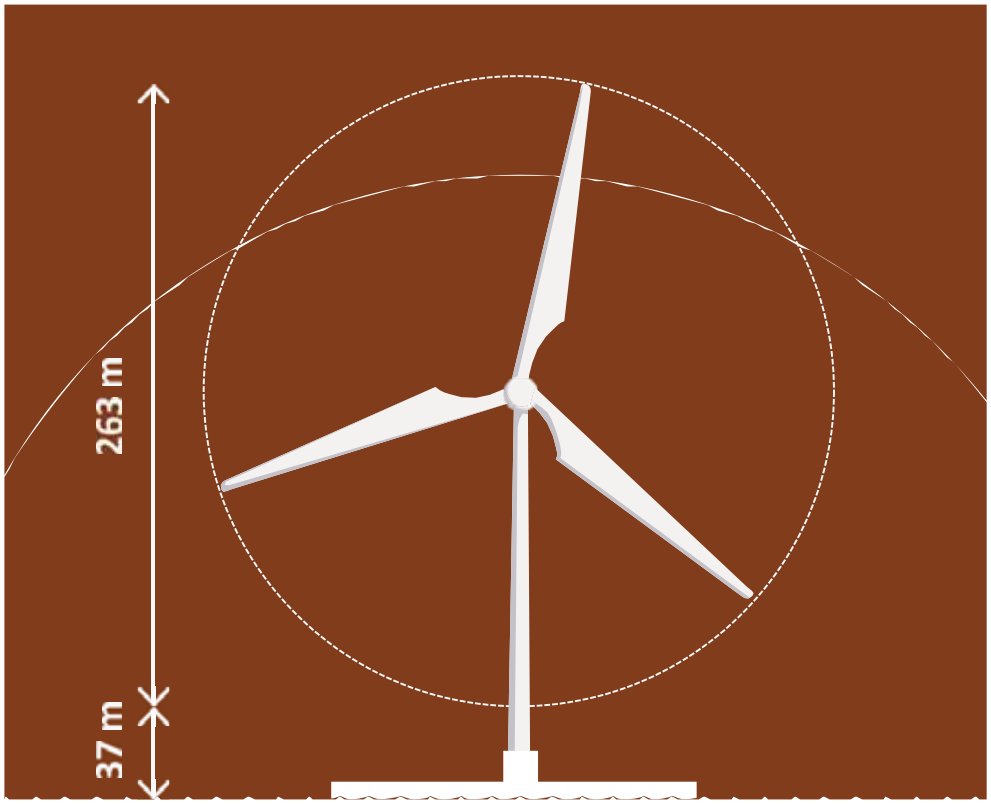
Koska merituulivoiman käyttöönottoprosessit ovat suhteellisen pitkiä ja tuulivoimateollisuus kehittyy nopeasti, tällä hetkellä ei ole mahdollista kuvata yksityiskohtaisesti niitä tuulivoimaloita, jotka voidaan lopulta rakentaa. Nykyisen aikataulun mukaan Baltic Offshore Delta valmistuu todennäköisesti aikaisintaan vuosina 2030-2032, ks. alaluku 5.4.

Tällä hetkellä on olemassa merituulivoimaloita, joiden asennettu teho on 15 MW, ja toimialan ennusteiden mukaan 20 MW:n voimaloita on todennäköisesti olemassa vuoden 2025 tietämillä. Projektin tuotantoanalyysi perustuu esimerkkivoimalaan, jonka asennettu teho on 20 MW. Käytetty arvio teknologian tulevasta kehityksestä vuoteen 2030–2032 mennessä on varovainen. Esimerkkivoimalan roottorin halkaisija on 263 metriä ja kokonaiskorkeus 300 metriä, ks. kuva 5. Huomattakoon, että hakemuksessa tuulivoimalan enimmäiskorkeus on 330 metriä.

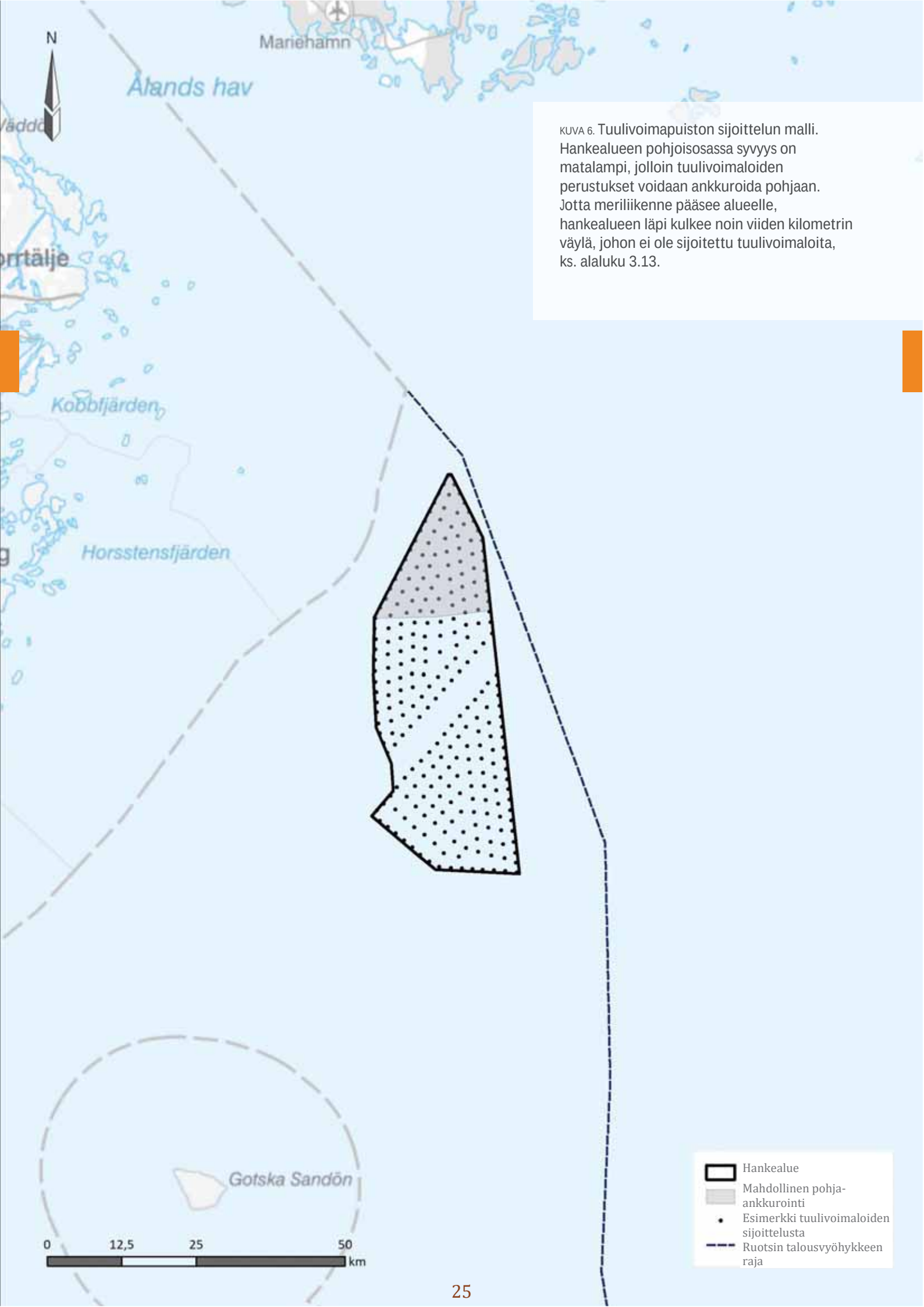
Hankealueen tuulivoimaloiden sijoitteluun vaikuttavat paikalliset olosuhteet, kuten geotekniikka, syvyysolosuhteet, merenkulku, luontoarvot ja kulttuuriarvot sekä tuuliolosuhteet. Esimerkiksi hankealueella on viiden kilometrin levyinen meriliikenneväylä, josta pääsee alueelle, ks. kuva 6. Tuulivoimalat on myös sijoitettava noin kahden kilometrin päähän toisistaan, jotta ne eivät vaikuta toistensa tuotantoon ja jotta niiden turvallisuus on asianmukainen.

Oheistoiminta

Tuulivoimapuiston rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa voi esiintyä tilapäisiä häiriöitä, kuten lisääntynyttä alusliikennettä ja ankkuriperustusten paalutusta. Vaikutukset merieläimiin, virkistyskäyttöön ja merenkulkuun on esitetty luvun 3 alaluvuissa.



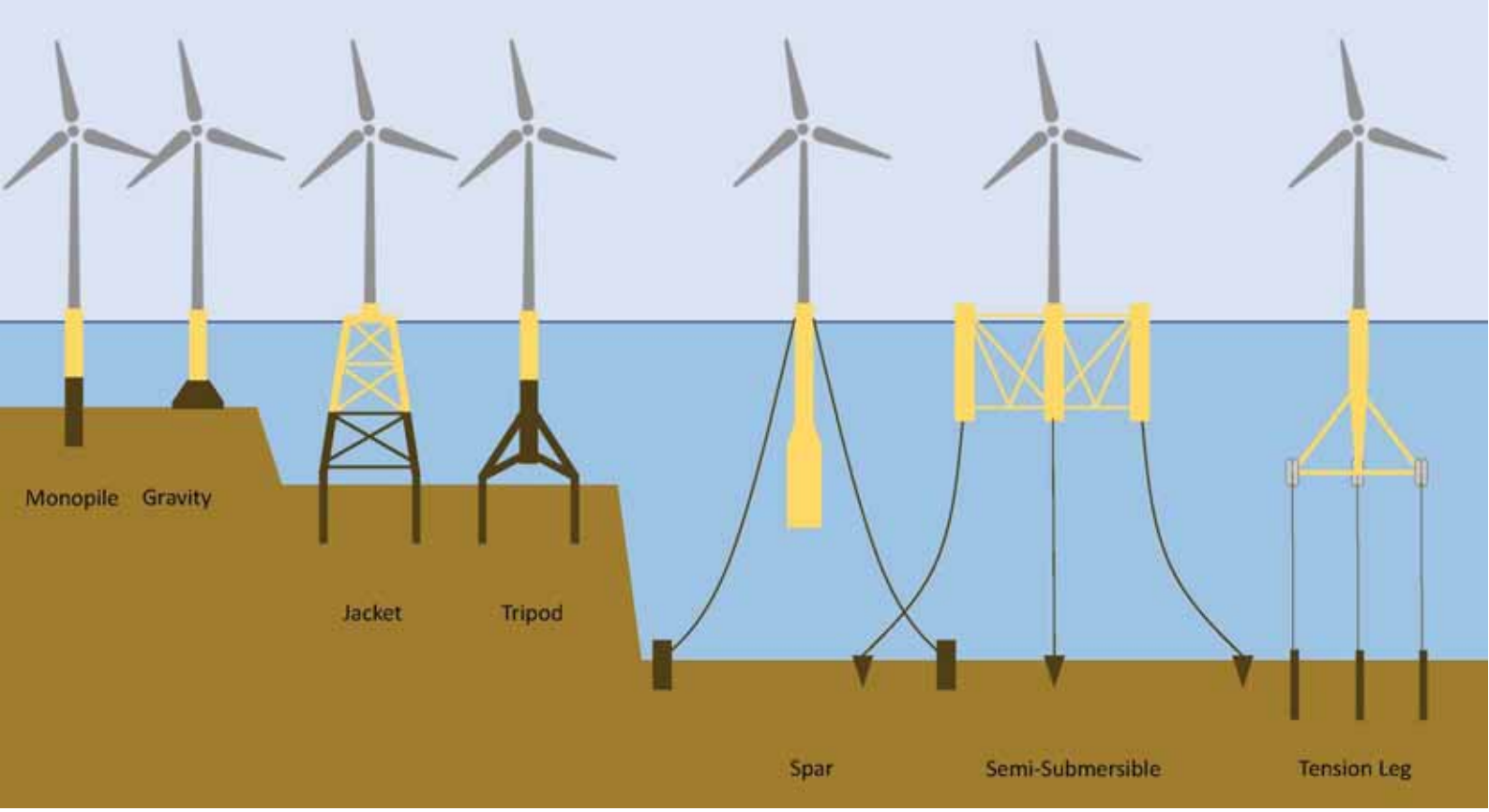
KUVA 5. Esimerkkivoimalanvedenpinnan yläpuolisen osan koko Baltic Offshore Delta - merituulivoimapuiston tuotannon esianalyysissä.



KUVA 6. Tuulivoimapuiston sijoittelun malli. Hankealueen pohjoisosassa syvyys on matalampi, jolloin tuulivoimaloiden perustukset voidaan ankkuroida pohjaan. Jotta meriliikenne pääsee alueelle, hankealueen läpi kulkee noin viiden kilometrin väylä, johon ei ole sijoitettu tuulivoimaloita, ks. alaluku 3.13.

2.4.2 Perustukset ja ankkurointi

Merituulivoimalat voidaan sijoittaa perustuksille, jotka joko kelluvat tai ankkuroidaan merenpohjaan (ks. kuva 7). Nykyisellä teknologialla pohjaan ankkuroidut perustukset toimivat noin 60 metrin syvyyteen asti. Suuremmilla syvyyksillä kelluvat perustukset ovat toimivampi ratkaisu. Kelluvat perustukset ovat uudempi teknologia, joka on tällä hetkellä suhteellisen kallis, ja lyhyellä aikavälillä se on kilpailukykyinen vain suurilla vedensyvyyksillä. Tulevan kehityksen ja huomattavasti suurempien tuotantomäärien odotetaan kuitenkin laskevan kelluvien perustusten kustannuksia. Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuistolle parhaiten sopiva ankkurointimenetelmä selvitetään ja määritetään, kun voimalan malli on valittu.



KUVA 7. Yleiskatsaus merituulivoimaloiden perustustyyppeihin. Lähde: Dornhelm et al. (2019).

2.4.3 Pohjaan ankkuroidut perustukset

Pohjaan ankkuroitavissa perustuksissa käytetään pääasiassa neljää tekniikkaa:

Monopile

Monopile-perustuksessa merenpohjaan upotetaan yksittäinen terässylinteri paaluttamalla. Tätä tekniikkaa käytetään tällä hetkellä merituulivoimaloissa eniten. Se on nopea ja suhteellisen edullinen asentaa. Nykytekniikalla paalu soveltuu hyvin suhteellisen mataliin, noin 30–40 metriä syviin vesiin, sekä merenpohjaan, joka koostuu pääasiassa hiekasta tai sorasta. Käynnissä on tutkimus, jonka tavoitteena on kehittää monopile-ratkaisuja, joka toimisivat 70 metriin asti. Perinteisen monopile-paalutusmenetelmän haittapuoli ovat sen aiheuttama tärinä ja melu, jotka voivat häiritä vedenalaisia eliöitä ja eläimiä. Herkillä alueilla vaihtoehto monopile-perustukselle on imuputki/ankkuri, jossa itse tukiputki upotetaan pohjaan luomalla putkeen tyhjiö. Tämä vaihtoehto sopii pehmeille pohjille.

Painovoimainen perustus

Painovoimaisesti toimiva perustus koostuu merenpohjaan laskettavasta pyöreästä betonirakenteesta, joka täytetään painolastilla. Torni kiinnitetään perustukseen ja voimala pysyy pystyssä painovoiman avulla. Menetelmä on yksinkertainen ja kustannustehokas, ja se sopii useimpiin merenpohjiin. Haittapuolena on se, että tekniikan käyttöalue rajoittuu suhteellisen mataliin syvyyksiin, yleinen pohjan enimmäissyvyys on 30 metriä.

Putkiristikko

Merenpohjaan ankkuroitava ristikkorakenne. Putkiristikko on vakaa rakenne, joka kestää suuria kuormia, ja se voidaan asentaa paljon syvemmälle kuin edeltävät ratkaisut. Perustuksen voi asentaa melkein mihin tahansa merenpohjaan, koska sen kiinnitys voidaan toteuttaa olosuhteiden mukaan.

Kolmijalka

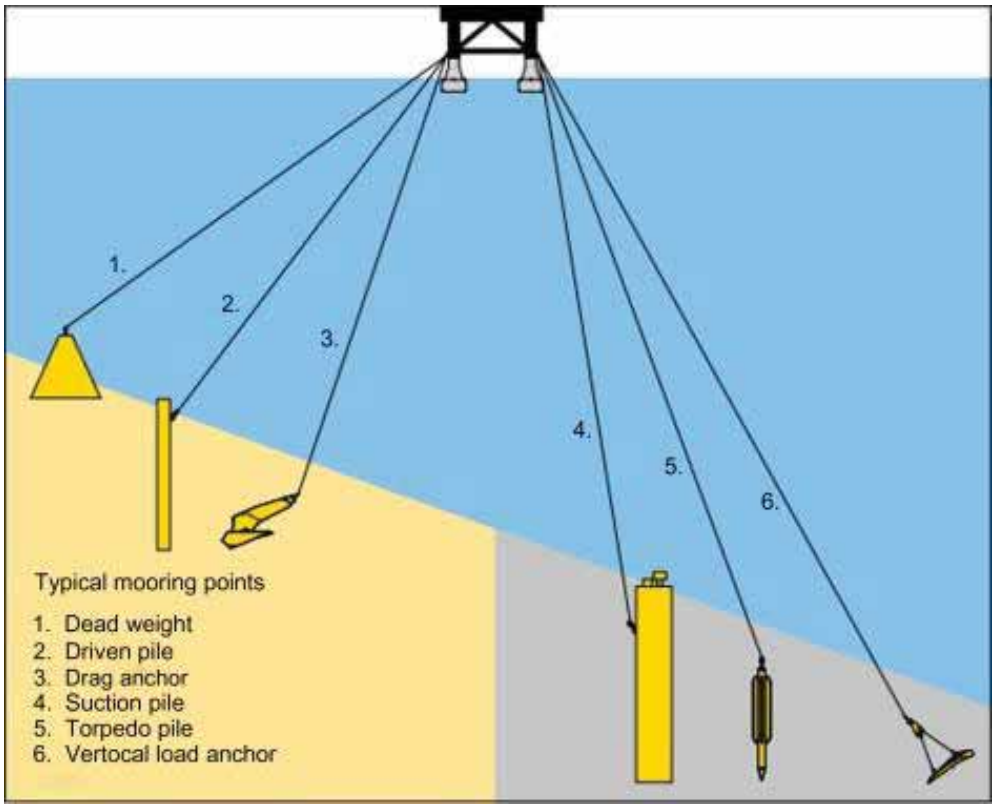
Kolmijalkaperustus koostuu ylemmästä lieriöstä, johon kiinnitetään torni, ja alemmasta kolmijalkarakenteesta, joka jakaa voiman pohjaan. Kolmijalka on vakaa ja sietää suhteellisen suuria syvyyksiä. Se sopii myös useimpiin kiinteisiin pohjatyyppeihin. Haittapuolena ovat kustannukset ja työläämpi kuljetus.

2.4.4 Kelluvat perustukset

Kelluville perustuksille on tällä hetkellä olemassa kolme pääasiallista tekniikkaa. Teknologia kehittyy kuitenkin nopeasti, ja lisää potentiaalisia ratkaisuja kehitetään todennäköisesti ennen kuin Baltic Offshore Delta toteutuu.

Kaikki alla kuvatut kelluvat perustukset perustuvat perustuksen kiinnittämiseen merenpohjaan kaapeleilla. Ankkurointitapa valitaan merenpohjan tyypin mukaan ja voi siksi vaihdella hankealueen sisällä, ks. kuva 8.

Normaaleissa tuotanto-olosuhteissa veden liike voi siirtää kelluvaa perustusta, puoliuppolauttaa ja vastapainoperustusta noin 10–25 metriä keskipisteestä. Merenpohjan kiinnitys ei liiku ja kiinnitysköydet eivät koskaan ole niin löysällä, että ne laskeutuisivat pohjaan.



KUVA 8. Esitys yleisimmistä pohjakiinnitysmenetelmistä. Lähde: Vryhof Anchors, 2010.

Vastapaino

Vastapaino sijoitetaan suoraan kelluvan voimalan alle, mikä vakauttaa sen sivuttaisliikettä sekä aerodynaamista että aaltojen ja virtausten kuormaa vastaan. Vakauttava vastapaino on tyypillisesti painolastilla täytetty sylinteri. Käytännön rajoituksena on, että sylinteri on yleensä yhtä pitkä kuin voimalan torni, mikä tarkoittaa, että kokoonpanoon tarvitaan erityisen syvä satama tai muu ratkaisu, jos se tehdään asennuspaikan ulkopuolella.

Puoliuppolautta

Voimala asetetaan kelluvalle alustalle, joka on ankkuroitu pohjaan löysillä ankkuriköysillä. Kelluva alusta voi olla joko yksiosainen tai koostua useammasta osasta (ponttoneista), joissa on tukijalat nostovoiman jakamiseksi suuremmalle alueelle vakauden parantamiseksi.

Jännitetty lautta

Jännitystekniikka perustuu kelluvaan alustaan, joka vakautetaan pohjaan kiristetyillä ankkuriköysillä. Verrattuna yllä mainittuihin tekniikoihin, joissa voimalaa pitävät paikallaan löysät köydet, jännitystekniikassa alustan kantokyvyn on oltava suurempi ja köysien kiinnitysten on kestettävä suurempia kuormia.

2.4.5 Sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät

Tuulivoimalat liitetään sisäiseen kaapeliverkkoon sähkön- ja tiedonsiirtoa varten. Nykyisten sisäisten kaapelijärjestelmien jännite on yleensä 66 kV, mutta Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuistossa voidaan tarvita suurempia jännitteitä. Tuulivoimaloiden välinen viestintä on tärkeää sekä yksiköiden että järjestelmän toiminnan seurannan ja kuormanhallinnan kannalta.

Sisäinen kaapeliverkko kytketään yhteen tai useampaan merisähköasemaan. Sähköasemat muuntavat voimaloiden tuottaman sähkön suurjännitesähköksi, todennäköisesti suurjännitteiseksi tasasähköksi (HVDC), jotta siirtohäviö on mahdollisimman pieni sähkön maihin siirtoa varten yhden tai useamman yhdyskaapelin kautta.

Jätteiden upottamista ei ole suunniteltu, mutta kaapeleille kaivetaan pohjaan kanava oikeaan syvyyteen laskemista varten. Sedimentin siirtoa ei ole myöskään suunniteltu.

Sisäisten kaapeliverkkojen ja sähköasemien mahdolliset vaikutukset kasveihin ja eläimiin sekä sähkövuodon riski asennus- ja käyttövaiheessa selvitetään YVA:ssa, ja ne ovat osa onnettomuuden tai sabotaasin riski- ja haavoittuvuusanalyysiä.

Ruotsin kantaverkkoyhtiölle on toimitettu erillinen hakemus kytkennästä kansalliseen verkkoon, ks. sähkökytkentää koskeva alaluku 5.2.

3. ALUETTA KOSKEVAT OLETUKSET JA ENNAKOIDUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti alueen olosuhteet ja todennäköiset ympäristövaikutukset, joita tuulivoimalaitoksen odotetaan aiheuttavan. Tulevassa YVA:ssa näitä ympäristövaikutuksia tutkitaan ja niistä raportoidaan yksityiskohtaisemmin.

3.1 Suunnitteluolosuhteet

Valtameriä ei ole juurikaan tutkittu, vaikka ne ovat monin tavoin tärkeitä, esimerkiksi laivaväylien, ilmastonmuutoksen hillitsemisen, luonnon monimuotoisuuden, ruoantuotannon ja virkistyskäytön kannalta. Jotta voimme käyttää meriä pitkäjänteisellä ja kestävällä tavalla niitä vahingoittamatta, on tärkeää tutkia huolellisesti suunniteltujen toimien vaikutukset ennen niiden mahdollista toteuttamista.

Nykyinen hankealue sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, joten Ruotsin valtio vastaa alueen suunnittelusta merialuesuunnittelun ja meriympäristön hoidon osalta. Etäisyys hankealueelta Suomen talousvyöhykkeelle on noin 1,5 kilometriä eli hieman vajaa meripeninkulma.

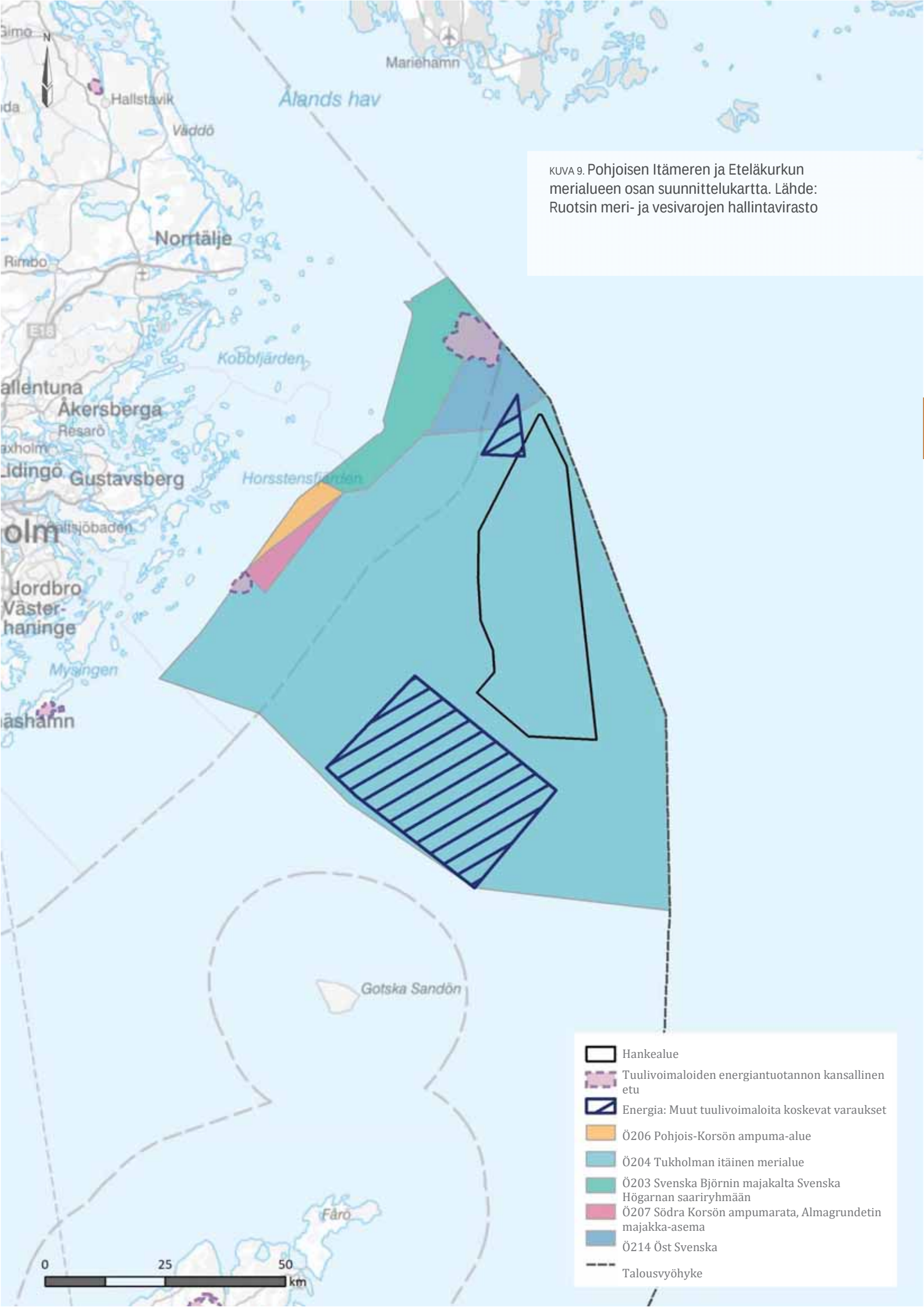
3.1.1 Merialuesuunnittelu

Ruotsin hallitus on valtuuttanut maan meri- ja vesivarojen hallintaviraston valmistelemaan ehdotuksia Pohjanlahden, Itämeren ja Pohjanmeren virallisiksi merialuesuunnitelmiksi, joiden tavoitteena on edistää merialueiden pitkän aikavälin kestävää kehitystä ja yhdistää talouspoliittiset, sosiaaliset ja ympäristötavoitteet. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto esitti ehdotuksen viralliseksi valtion merialuesuunnitelmaksi vuoden 2019 lopussa.
Hallitus käsittelee parhaillaan tehtyä ehdotusta. Merialuesuunnitelma on lupahakemusprosessia ohjaava asiakirja.

Ruotsin energiavirasto on yksilöinyt energiantuotannon kansalliset edut, mutta merialuesuunnitelmassa todetaan, että tunnistetut kansalliset edut eivät ole riittäviä energiantuotannon tavoitteiden saavuttamiseksi, ja siksi merialuesuunnitelmaan on lisätty uusia energiantuotannon alueita yhteistyössä Ruotsin energiaviraston kanssa (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b). Arviointi on perustunut syvyyteen, keskimääräiseen tuuleen, pohjan olosuhteisiin ja sähköyhteyksien läheisyyteen maalla ja alueilla, joilla sähkönkulutus on suuri. Merialuesuunnitelmassa energiantuotantoon osoitettujen alueiden osalta tämä etu olisi asetettava etusijalle lupamenettelyssä. Tämä ei tarkoita sitä, että osoittamattomat alueet eivät olisi sopivia tai että niitä ei pitäisi hyväksyä. Merialuesuunnitelmassa mainitaan myös tarve löytää lisää alueita merituulivoimalle. Tärkein eturistiriita koskee maanpuolustusta.

Hankealue sijaitsee Itämerellä. Itämeri on jaettu viiteen alueeseen, ja hankealue sijaitsee pohjoisimmalla alueella, jota kutsutaan pohjoisen Itämeren ja Eteläkurkun alueeksi. Kukin Itämeren alue on puolestaan jaettu 12 osa-alueeseen, joilla on eri painotukset. Koko hankealue sijaitsee osa-alueella *Ö204 Yleinen*, jossa painotetaan erityisesti kulttuuriarvoja, ks. taulukko 5. Hanketta reunustavat osa-alueet *Ö214, Ö203, Ö206* ja *Ö207*, ks. kuva 9. Osa-alue *Ö214* sijaitsee hankealueen pohjoispuolella, ja erityistä huomiota tulee kiinnittää riuttaympäristöjen, lintujen ja nisäkkäiden elinympäristöjen sekä sinisimpukoiden suoja-alueen kaltaisiin erityisiin luontoarvoihin. Osa-alueesta *Ö214* länteen sijaitsee *Ö203*, jota käytetään luonnonsuojeluun, merenkulkuun ja meriliikenteen tutkimukseen. Alueella on myös erityisiä kulttuuriarvoja. Sekä *Ö206* että *Ö207* sijaitsevat osa-alueesta *Ö204*länteen, ja niitä käytetään pääasiassa maanpuolustukseen, mutta myös merenkulkuun ja meriliikenteen tutkimukseen, minkä lisäksi *Ö206* on myös luonnonsuojelullisesti tärkeä.

Pohjoinen Itämeren alue soveltuu hyvin energiantuotantoon hyvien tuuliolosuhteiden vuoksi. Useissa paikoissa syvyys on sopiva ja sähkön kysyntä on suurta Mälardalin alueella Tukholman ympäristössä. *Energiantuotannon kansallisesti merkittävät alue* sijoittuu osa-alueille Ö203 ja Ö214 hankealueesta pohjoiseen, ks. kuva 9. Hankealueen pohjois- ja eteläosa on osoitettu merialuesuunnitelmassa energia-alueeksi: *Muut tuulivoimaloita koskevat varaukset*, ks. kuva 9. Hankealueen pohjoispuolella sijaitsee pieni alue, joka on osoitettu *energialle*: *Muut tuulivoimaloita koskevat varaukset* ulottuvat hankealueelle 1,77 neliökilometrin verran. Muutoin hankealueen osiin vaikuttavat pääasiassa merenkulun edut, ks. alaluvut 3.6 ja 3.13.



KUVA 9. Pohjoisen Itämeren ja Eteläkurkun merialueen osan suunnittelukartta. Lähde: Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto

TAULUKKO 5. Ote merialueesta Ö204 Pohjoinen Itämeri ja Eteläkurkku. Näihin seikkoihin tulee kiinnittää erityistä huomiota niiden esiintyessä. Maanpuolustuksen etu tulee asettaa etusijalle, jos yhteiskäyttö ei onnistu. Lähde: Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b.

Alue	Käyttö	Erityis-huomio	Prioriteetti tai erityinen mukautus rinnakkaisto imintaan	Perustelut ensisijaisuudelle
Ö204	Yleinen laivaliiken ne	Korkeat kulttuuri arvot	Puolustus menee energiantuo tannon edelle.	Maanpuolustuksen kansalliset edut asetetaan etusijalle tuulivoimapuistojen kansallisiin etuihin ja niille yleisesti tärkeisiin etuihin nähden Ruotsin ympäristölain 3 luvun 10 § mukaisesti. Käyttötapojen ei katsota voivan toimia rinnakkain.

3.1.2 Meriympäristön hallinta

Meristrategiapuitedirektiivi, joka määrää rantaviivasta talousvyöhykkeen uloimpaan rajaan, on EU-direktiivi, jonka tavoitteena on saavuttaa tai säilyttää ympäristön hyvä tila Euroopan merillä vuoteen 2020 mennessä. Meristrategiapuitedirektiivi on pantu Ruotsissa täytäntöön meriympäristöasetuksella (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2021). Meristrategiapuitedirektiivin mukainen meriympäristöasioiden hallinta perustuu ympäristön tilan arviointiin, ympäristön tilan seurantaan ja tarvittaessa toimenpiteiden laatimiseen ympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi tai ylläpitämiseksi, ks. ympäristönlaatunormien alaluku 3.2.

3.1.3 HELCOM:n Itämeren toimintasuunnitelma

Itämeren suojelukomissio HELCOM on kaikkien Itämeren ympäristön maiden välinen järjestö, jonka tavoitteena on suojella Itämeren meriympäristöä kaikenlaiselta pilaantumiselta. Vuonna 2007 HELCOM kehitti Itämeren toimintasuunnitelman (HELCOM, 2007). Toimintasuunnitelmassa luetellaan useita Itämereen kohdistuvia uhkia ja toimenpiteitä, joiden toteuttamiseen Itämeren maat ovat sitoutuneet. Siinä kuvataan, miten haitallisista aineista aiheutuvaa pilaantumista voidaan vähentää, Itämeren ainutlaatuisia murtovesiekosysteemejä säilyttää, varmistaa pitkäaikainen kalastus sekä edistää turvallista ja ympäristövastuullista merenkulkua. Toimintasuunnitelmalla ei ole suoria vaikutuksia tuulivoimaan eikä suunniteltu tuulivoimahanke ole ristiriidassa toimintasuunnitelman kanssa, mikäli hanke toteutetaan niin, että esimerkiksi haitallisia aineita ei pääse leviämään rakentamisen aikana ympäristöön.

3.2 Ympäristönlaatunormit

Ympäristönlaatunormit ovat sääntöjä, jotka koskevat maaperän, veden, ilman tai ylipäänsä ympäristön laatua. Ympäristönlaatunormeissa voidaan määrittää ihmisille, ympäristölle ja luonnolle turvalliset saaste- tai häiriöaltistustasot. Niissä voidaan myös määrätä raja-arvoista tai ohjearvoista, osoittaa organismien enimmäis- tai vähimmäismäärä pinta- tai pohjavedessä tai muista ympäristön laatua koskevista vaatimuksista, jotka johtuvat Ruotsin EU-jäsenyydestä.

Meristrategiapuitedirektiivin 2008/56/EY tavoitteena on säilyttää Euroopan merien ympäristön hyvä tila tai saavuttaa se vuoteen 2020 mennessä. Ruotsissa direktiivi on pantu täytäntöön meriympäristöasetuksella (2010:1341), jonka mukaan meriympäristön hoito tarkoittaa, että Pohjanmerellä ja Itämerellä saavutetaan tai säilytetään ympäristön hyvä tila.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto on merten hoitosuunnitelmien täytäntöönpanosta vastaava säädäntöviranomainen. Tähän kuuluu ympäristönlaatunormien ja niiden mittarien kehittäminen ympäristön hyvän tilan saavuttamisen tai säilyttämisen arvioimiseksi. Lisäksi kehitetään ja toteutetaan ohjelmia ympäristönlaatunormien noudattamisen valvomiseksi sekä toimenpiteitä ympäristön hyvän tilan säilyttämiseksi tai saavuttamiseksi.

Meriympäristön hyvän tilan säilyttämiseen tai saavuttamiseen kuuluvat fyysiset ja kemialliset olosuhteet, elinympäristöt ja biologiset olosuhteet. Ympäristökuormitus voi muodostua fyysisistä häiriöistä, kuten merenpohjan vahingoittumisesta, ravinteiden saannista, saasteista ja biologisista häiriöistä, kuten lajien sukupuuttoon kalastamisesta.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston laatimassa toimintaohjelmassa esitetään toimenpiteet meriympäristön ympäristönlaatunormien noudattamiseksi ja meriympäristön hyvää tilaa koskevien tavoitteiden saavuttamiseksi (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2015). Toimenpiteet on jaettu teemoihin. Suunnitellun tuulivoimalaitoksen katsotaan vaikuttavan kahteen teemaan, jotka ovat *merenpohjan eheys* ja *energiahuolto, mukaan lukien vedenalainen melu*.

Sekä rehevöitymisen vaikutukset että välittömät vaikutukset merenpohjaan, kuten kalojen troolaus, vaikuttavat haitallisesti merenpohjan ympäristöön. Happipitoisuus ja merivirrat ovat myös tärkeitä tekijöitä, ks. alaluku 3.8.1. Vaikka suunniteltu tuulivoimapuisto vaikuttaisi merenpohjan eheyteen suoran tunkeutumisen johdosta, pohjamateriaalin kokonaismäärä kasvaa toiminnan myötä ja pohjaeliöstö voi hyötyä. Tuulivoimaloiden toiminta myös suojaa pohjaa troolaukselta pitkän aikaa.

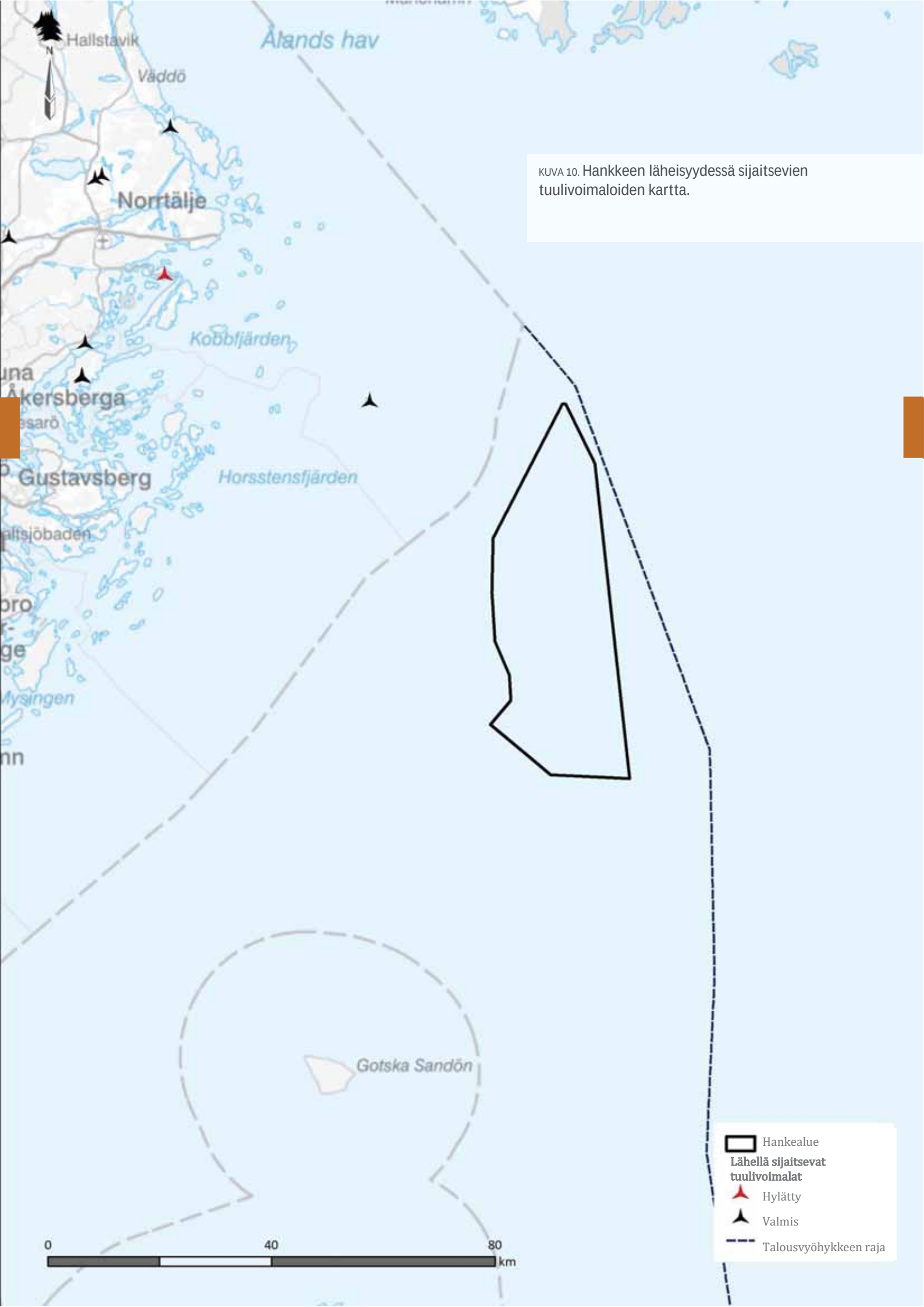
Ihmisen toiminnan aiheuttama melu meressä lisääntyy ja voimistuu, ja se voi vaikuttaa merieläimiin, ks. alaluvut 3.9 ja 3.14. Energian ympäristönlaatunormeissa, jotka käsittävät myös vedenalaisen melun, hyvä ympäristön tila edellyttää, että "*toiminta, jonka tuottaman melun voimakkuus haittaa populaatioita tai ekosysteemejä, tulee rajata ajallisesti ja*

paikallisesti" ja että "*alusten aiheuttama vedenalainen melu ei saa aiheuttaa pitkäaikaisia haittavaikutuksia luonnon monimuotoisuudelle tai ekosysteemeille*". Koska merten melutilanne tunnetaan huonosti eikä ympäristönlaatunormien arviointiin ole toimivia mittareita, toimintaohjelmassa ei esitetä muita toimenpiteitä kuin tietoisuuden lisääminen (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2015).

3.3 Lähellä sijaitsevat tuulivoimalat

Niin kutsuttuja kertautuvia vaikutuksia voi ilmetä, jos hankealueen läheisyydessä on tuulivoimaloita. Kuvassa 10 ja taulukossa 6 esitetään tuulivoimalat, jotka on rakennettu tai luvitettu tai jotka on suunniteltu 50 kilometrin säteelle hankealueesta. Tällä etäisyydellä on vain yksi pienempi tuulivoimala Svenska Högarnan saarilla noin 30 kilometriä hankealueesta luoteeseen. Seuraava tuulivoimapuisto on noin 80 kilometrin päässä mantereella. Tämän tuulivoimapuiston ei odoteta olevan toiminnassa tätä kuulemisasiakirjaa laadittaessa. Kertautuvilla vaikutuksilla ei todennäköisesti ole merkitystä hankkeen kannalta, mutta YVA:ssa esitetään tarkempi kuvaus ja arviointi tuulivoimaloiden lopullisen sijoittelun ja oheistoiminnan perusteella.

Huomattakoon, että läheisten tuulivoimapuistojen ja suunniteltujen alueiden selvitys perustuu nykytilanteeseen ja voi muuttua. Tiedot tulevat Vindlovin Vindbrukskollen-karttapalvelusta (Vindlov 2021), jota operaattorit itse päivittävät.



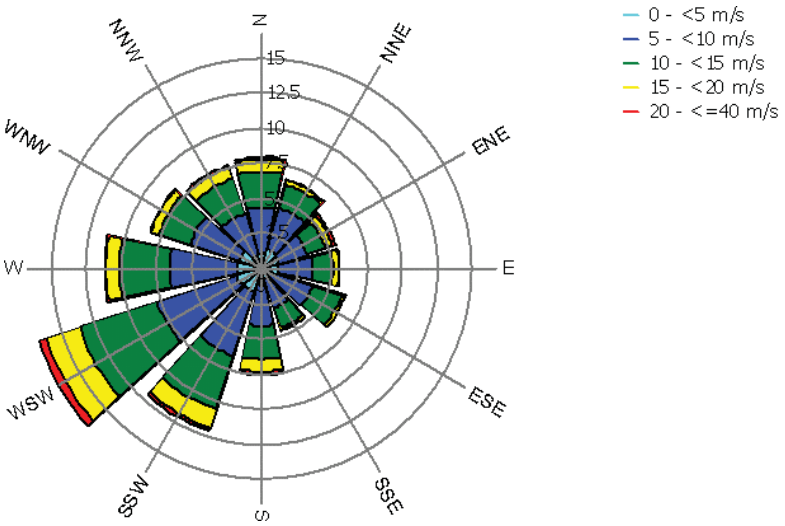
KUVA 10. Hankkeen läheisyydessä sijaitsevien tuulivoimaloiden kartta.

TAULUKKO 6. Yhteenveto 50 kilometrin säteellä sijaitsevista tuulivoimaloista ja niiden etäisyyksistä hankealueeseen.

Laitos	Operaattorit	Laajuus/ kokonaiskorkeus	Tilanne	Etäisyys
Svenska Högarna	Ei rekisteröityä projekti-insinööriä	Yksi voimala/26 metriä	Valmis	30,5 kilometriä

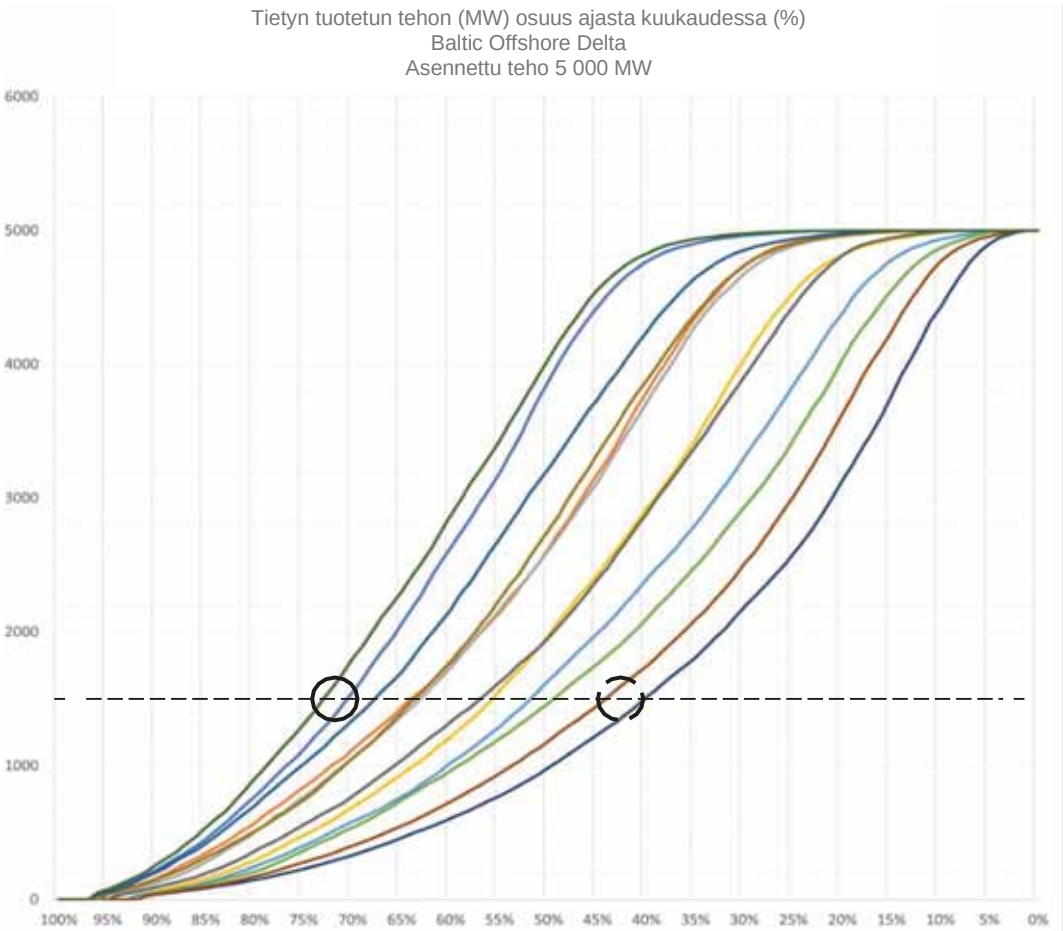
3.4 Tuulivoimavarat

Hankealueen tuulivoimavarat ovat erittäin hyvät: keskimääräinen tuulen nopeus on 9,6 m/s 160 metrin korkeudella merenpinnasta. Alueella vallitsevat tuulen suunnat ovat länsi- ja lounaistuuli. Näillä tuulilla on myös alueen suurin keskimääräinen tuulen nopeus, joten ne muodostavat suuren osan alueen tuulivoimapotentiaalista. Mittaustiedot perustuvat paikallisten tuuliolosuhteiden pitkän aikavälin tarkistettuihin korkean resoluution simulaatioihin, ks. kuva 11.



KUVA 11. Baltic Offshore Delta -hankkeen alueella vallitsevat tuulen suunnat ovat länsi- ja lounaistuuli. Tämä perustuu paikallisten tuuliolosuhteiden pitkän aikavälin tarkistettuihin korkearesoluutiosimulaatioihin WE-WAM-mallilla (Keck ja Sondell 2020).

Alueen hyvät tuulivoimavarat yhdistettynä siihen, että pieniä tuulen nopeuksia esiintyy harvemmin kuin maalla, johtavat tasaisempaan vuosituotantoon, ks. Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston arvioitu tehoprofiili, kuva 12. Laskelmien mukaan joulu-tammikuussa, jolloin energian tarve on suurin, tuotanto on yli 1 500 MW noin 70–75 prosenttia ajasta (kuvan 12 suora viiva) ja keskikesällä tuotanto on yli 1 500 MW vain noin 40–45 prosenttia ajasta (kuvan 12 katkoviiva). Joulu-tammikuussa tuotettava teho on yli 3 500 MW yli 50 prosenttia ajasta. Teho on verrattavissa Oskarshamn 3 -ydinreaktorin kapasiteettiin – sen enimmäisteho on 1 450 MW.

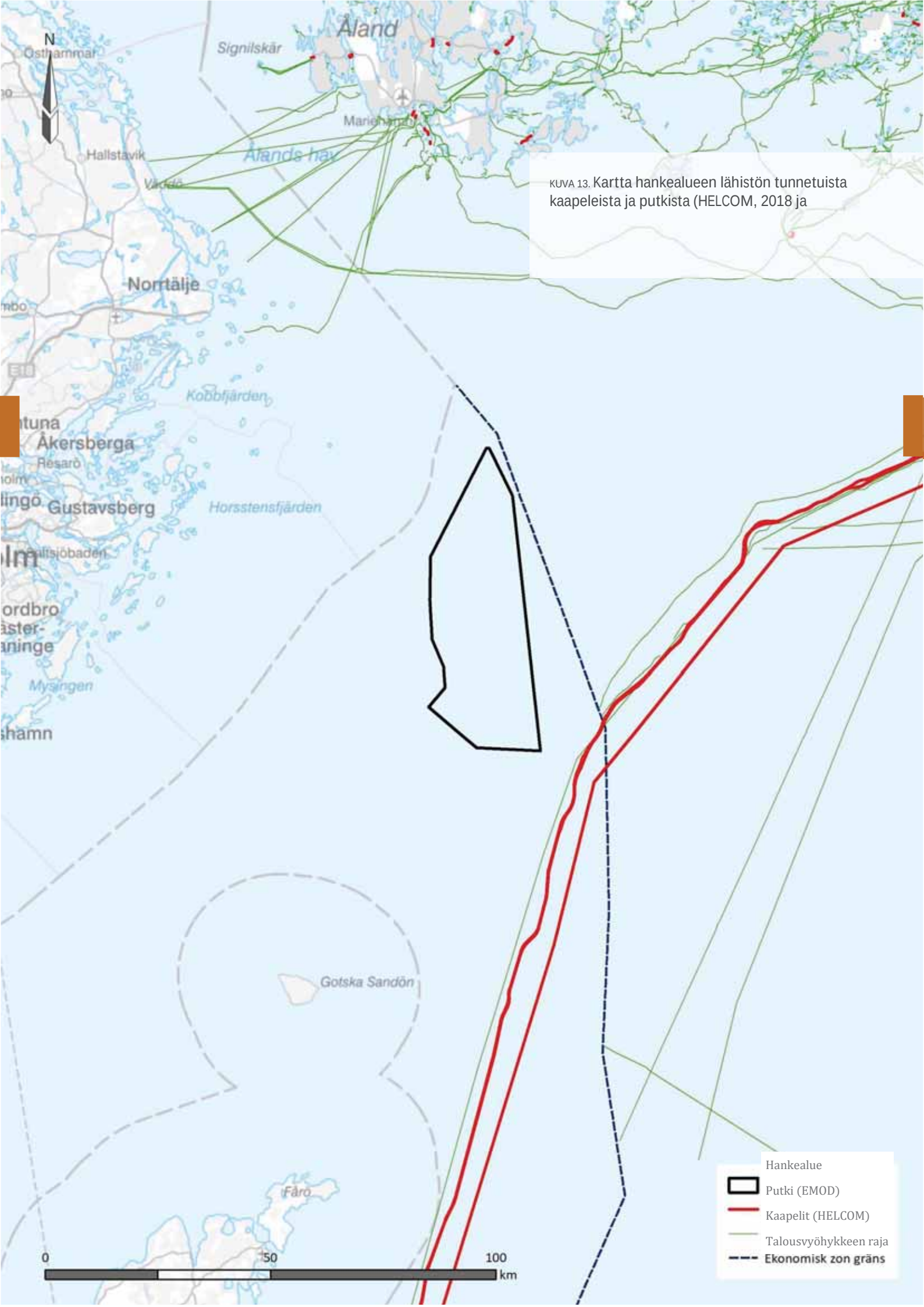


KUVA 12. Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston sähkön kokonaistuotannon kertyvä jakauma vuoden eri kuukausina. Lukujen selittämiseksi kuvaan on lisätty merkit analyysin jälkeen. Katkoviiva osoittaa 1 500 MW:n rajan, yhtenäinen ympyrä osoittaa, milloin teho ylittää joulu-tammikuussa 1 500 MW, ja katkoviivaympyrä osoittaa, milloin teho ylittää 1 500 MW kesällä.

3.5 Kaapelit ja putket

Itämerellä on useita kaapeleita ja putkia, joista suurin osa on tarkoitettu alueen viestintään ja sähkönsiirtoon. Suurin osa putkista kulkee itä-länsisuunnassa Ruotsin, Suomen ja Viron välillä. Käytettävissä olevien tietojen mukaan hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole kaapeleita tai putkia (HELCOM, 2018, EMODnet, 2014 ja 2017, Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019a).

Hankealuetta lähin alue sijaitsee kaakossa, jossa Venäjän ja Saksan välillä on kaasuputkia, mutta myös noin 8 kilometrin päässä on kaapeleita, ks. kuva 13. Hankkeen suunnittelun aikana kerätään päivitetyt tiedot nykyisistä ja suunnitelluista hankealueeseen liittyvistä kaapeleista ja putkista, jotka kuvataan YVA:ssa.



KUVA 13. Kartta hankealueen lähistön tunnetuista kaapeleista ja putkista (HELCOM, 2018 ja

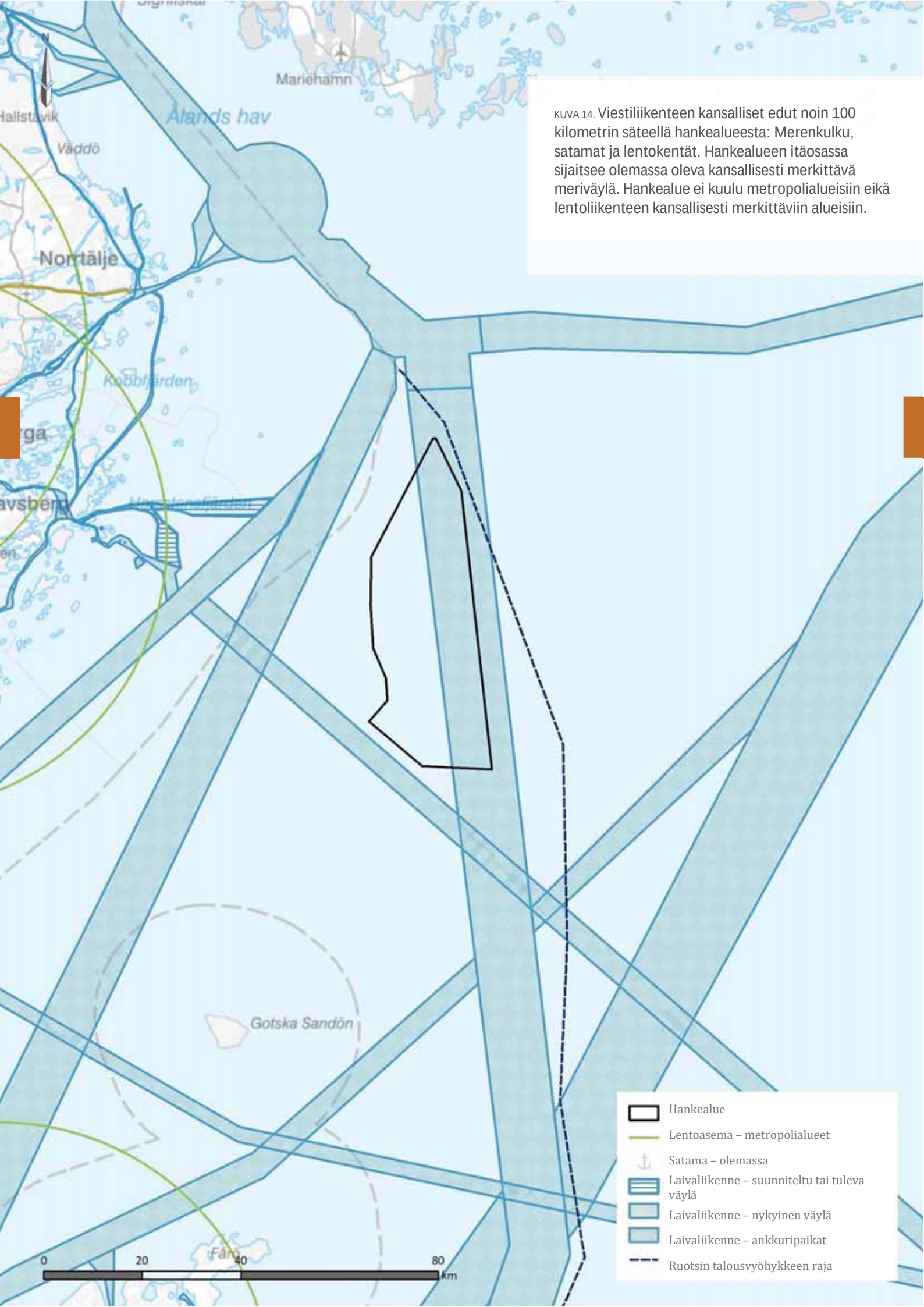
3.6 Kansallisesti merkittävät alueet

Kansalliset edut ovat tärkeitä maantieteellisiä alueita, jotka sisältävät kansallisesti merkittäviä arvoja ja ominaisuuksia. Kansallisesti merkittävillä alueilla voidaan pyrkiä säilyttämään arvoja tai hyödyntämään aluetta tietyllä tavalla, mutta ne on voitu myös yksilöidä tiettyyn käyttöön, esimerkiksi ammattikalastukseen (Boverket, 2017).

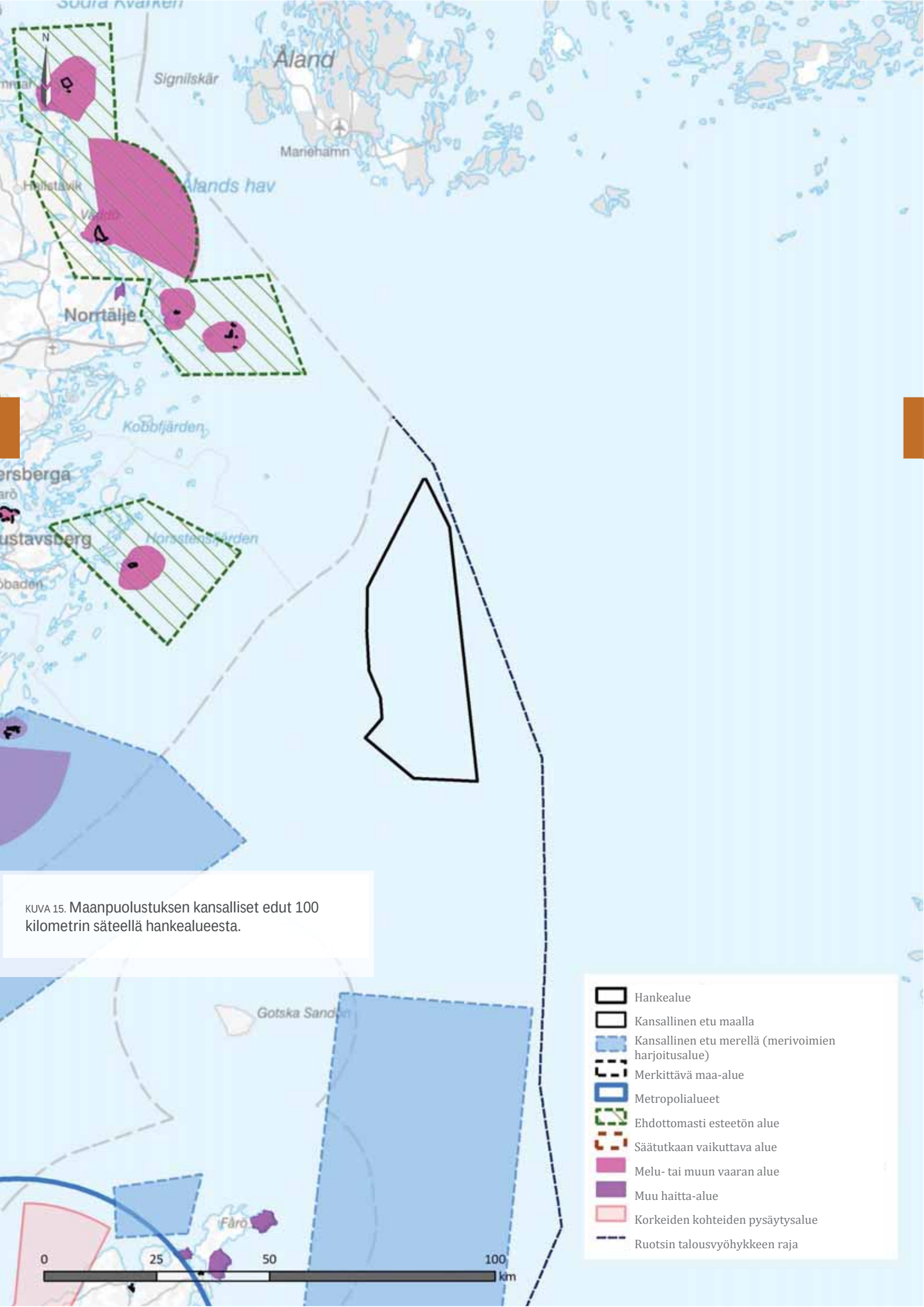
Sen lisäksi, mitä kuvassa 14 on esitetty kansallisen edun mukaisesta meriväylästä, ei hankealue vaikuta suoraan kansallisiin etuihin. Väylä kulkee hankealueen itäpuolella, ja se käsitellään tarkemmin alaluvussa 3.13.

Hankealueesta 27 kilometriä länteen sijaitsee alue, jonka esteettömyyden Ruotsin puolustusvoimat on määritellyt kansalliseksi eduksi, ks. kuva 15. Hankealueesta 38 ja 48 kilometriä etelään on myös kaksi merivoimien harjoitusaluetta.

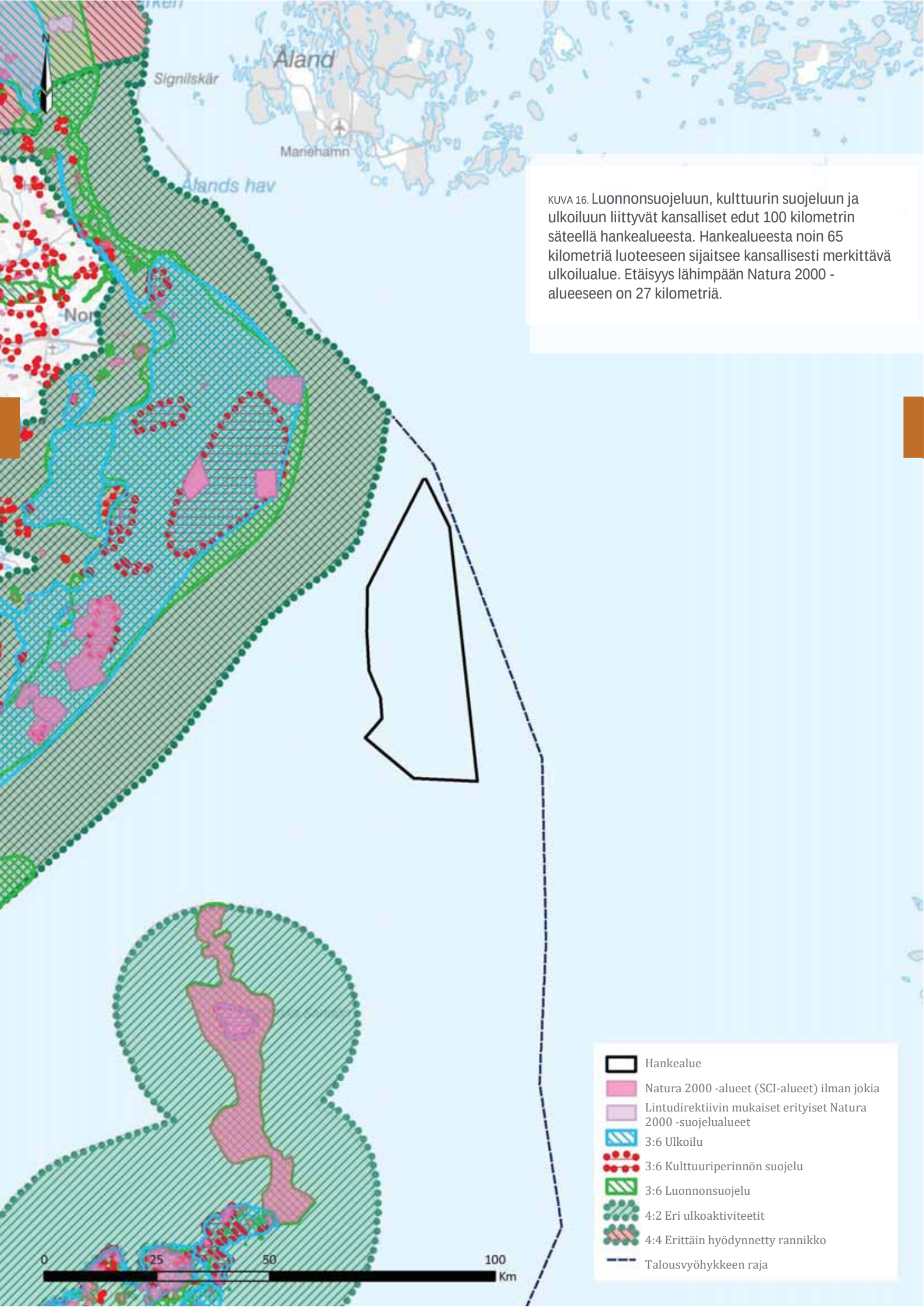
Hankealueesta 6,5 kilometriä luoteeseen sijaitsee kansallisesti merkittävä virkistysalue. Etäisyys on todennäköisesti riittävä, jotta hanke ei vaikuta alueeseen, ks. kuva 16. Hankealueen läheisyydessä sijaitsee kaksi kansallisesti merkittävää tuulivoiman tuotantoaluetta. Ensimmäinen sijaitsee Svenska Björnin majakalla, noin 14 kilometriä hankealueesta pohjoiseen, ja toinen Almagrundetin majakalla, noin 47 kilometriä hankealueesta länteen, ks. kuva 17. Lähimpään kansallisesti merkittävään ammattikalastusalueeseen on matkaa yli 60 kilometriä, ks. kuva 17.



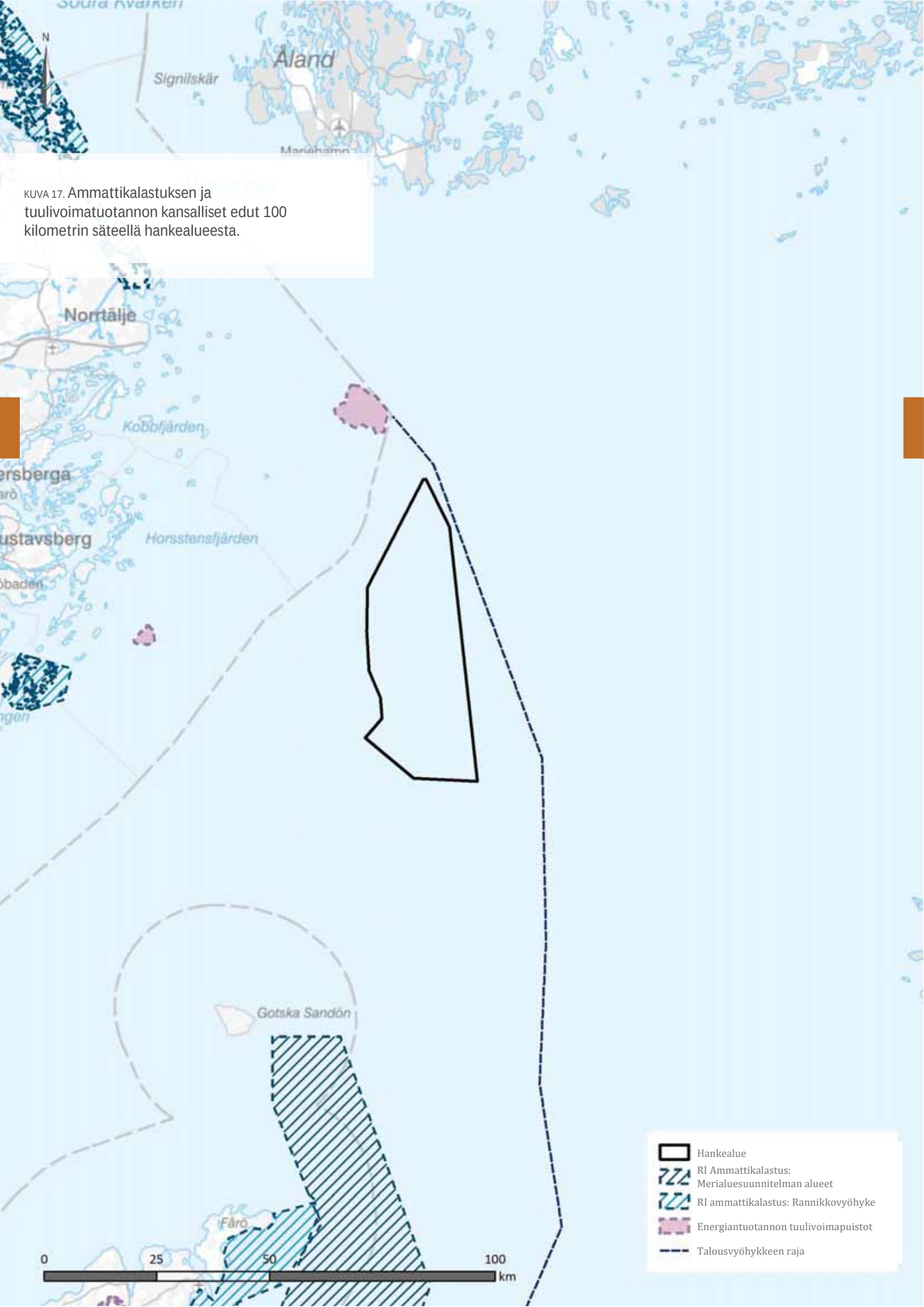
KUVA 14. Viestiliikenteen kansalliset edut noin 100 kilometrin säteellä hankealueesta: Merenkulku, satamat ja lentokentät. Hankealueen itäosassa sijaitsee olemassa oleva kansallisesti merkittävä meriväylä. Hankealue ei kuulu metropolialueisiin eikä lentoliikenteen kansallisesti merkittäviin alueisiin.



KUVA 15. Maanpuolustuksen kansalliset edut 100 kilometrin säteellä hankealueesta.



KUVA 16. Luonnonsuojeluun, kulttuurin suojeluun ja ulkoiluun liittyvät kansalliset edut 100 kilometrin säteellä hankealueesta. Hankealueesta noin 65 kilometriä luoteeseen sijaitsee kansallisesti merkittävä ulkoilualue. Etäisyys lähimpään Natura 2000 -alueeseen on 27 kilometriä.



KUVA 17. Ammattikalastuksen ja tuulivoimatuotannon kansalliset edut 100 kilometrin säteellä hankealueesta.

3.7 Maisema

Näkymä ja tuulivoimapuiston vaikutukset ovat subjektiivisia ja perustuvat ihmisten kokemuksiin maisemasta. Yleisesti ottaen on väistämätöntä, että tuulivoimapuisto vaikuttaa maisemaan, mutta se, miten muutos havaitaan, vaihtelee ja liittyy havainnoijan odotuksiin maisemasta ja asenteisiin uusiutuvaa energiaa kohtaan.

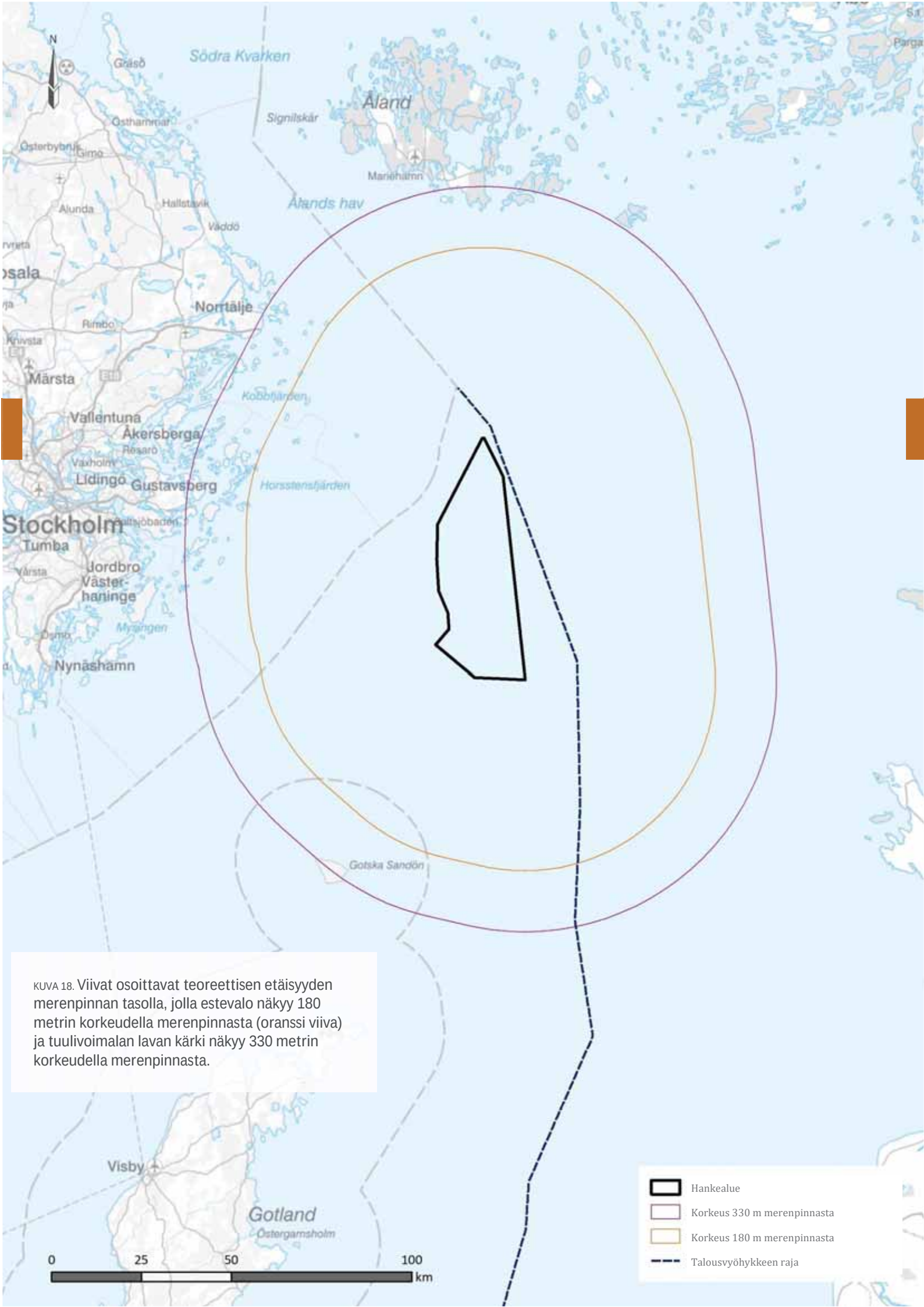
"Näkymä" on maiseman luonne eli maisemasta saatava vaikutelma ja kokemus. Tämä osa liittyy näin ollen läheisesti muihin tässä kuulemisasiakirjassa kuvattuihin osa-alueisiin, kuten ulkoiluun, virkistykseen ja kulttuuriympäristöön.

Topografia ja luonnonmaantieteelliset olosuhteet

Baltic Offshore Delta -hankealue sijaitsee saarettomalla avomerellä ja etäällä ympäröivistä maista. Lähin maa-alue on Sandhamn, joka sijaitsee noin 55 kilometriä länteen. Ahvenanmaa sijaitsee 65 kilometriä pohjoiseen hankealueelta ja Gotlannin Fårö hieman yli 100 kilometriä etelään.

Pitkän etäisyyden vuoksi näkyvä vaikutus maalle (rannikkovyöhykkeelle tai mantereelle) on vähäpätöinen. Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston pelkkiä näkyviä vaikutuksia on tukittu alustavasti näköyhteysanalyysein, jotka osoittavat, että tuulivoimalat voi teoreettisesti nähdä, jos näkymä on täysin esteetön, huomioon ottaen maan pinnan kaarevuus. Kuvassa 18 esitetään etäisyys, jolta 180 metriä merenpinnan yläpuolella sijaitseva estevalo näkyy horisontin yläpuolella merenpinnan tasolla (oranssi viiva). Purppuranpunainen osoittaa saman näkyvyyden tuulivoimalan lavan kärkeen 330 korkeudella merenpinnasta.

YVA:ssa esitetään tarkempia näkyvyysanalyysejä tuulivoimaloiden näkyvyydestä. Lisäksi tuotetaan kuvaesitys ja esteanimaatiot, joilla havainnollistetaan, miltä suunniteltu tuulivoimapuisto voi näyttää tietyiltä ympäröivien alueiden edustavilta paikoilta nähtynä. Saatavilla olevat näkyvyysanalyysit ovat liitteessä 5 ja osoitteessa www.njordroffshorewind.eu/pagaende-projekt/Delta/.



KUVA 18. Viivat osoittavat teoreettisen etäisyyden merenpinnan tasolla, jolla estevalo näkyy 180 metrin korkeudella merenpinnasta (oranssi viiva) ja tuulivoimalan lavan kärki näkyy 330 metrin korkeudella merenpinnasta.

3.8 Merentutkimus ja merigeologia

Itämeri on murtovetinen sisämeri. Sen pohjoisosiin tulee runsaasti makeaa vettä, joten niiden suolapitoisuus on hyvin alhainen. Etelässä merivettä vaihtuu enemmän Pohjanmeren kanssa, ja siksi veden suolapitoisuus on suurempi. Hankealueen meren suolapitoisuus on noin kuusi promillea, joka on verrannollinen valtameriin, joiden suolapitoisuus on noin 35 promillea. Suolapitoisuus on syvemmällä hieman suurempi, hieman alle 10 promillea 80 metrin syvyydessä (mitattuna Huvudskärin itäpoijulla, mittauksia eri syvyyksissä toukokuusta 2001 syyskuuhun 2021, SMHI, 2021).

Hankealueella syvyys vaihtelee muutaman paikan 30–45 metristä aina syvimpien paikkojen 165–180 metriin. Syvyys on pääosin noin 100 metriä, matalampi pohjoisessa ja syvempi etelässä. Hankealueen merenpohja koostuu pääasiassa postglasiaalisesta hienosta hiekasta ja glasiaalisesta savesta (SGU, 2021). Viimeisten 12 vuoden (2009–2021) happimittaustiedot eri aikoina hankealueella ja sen läheisyydessä osoittavat happipitoisuuden pohjan lähellä hyvin alhaiseksi (< 0,5 mL/L; sharkweb.smhi.se). Yli 70 metrin syvyydessä happipitoisuudessa ei ole suuria vaihteluita. Tietyissä osissa on suuri hapenpuutteen riski. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston (2018) tietojen mukaan hankealueen ympäristön sedimentissä on alle kaksi milligrammaa happea litrassa. Suunnitellut tutkimukset on lueteltu luvussa 5.

Merkitsevä aallonkorkeus on keskimäärin hieman alle metrin ja huiput noin 5,5 metriä (mittaus Huvudskärin itäisellä poijulla, keskiarvo toukokuusta 2001 syyskuuhun 2021). 30 minuutin suurin aallonkorkeus on keskimäärin hieman yli puolitoista metriä korkea samassa paikassa ja samalla ajanjaksolla, ja korkeimmat mitatut aallot ovat hieman yli yhdeksän metriä korkeita (SMHI, 2021). Myrskyjen ja siten myös aaltojen voimakkuuden odotetaan kuitenkin lisääntyvän ja voimistuvan ilmastonmuutoksen vuoksi (IPCC, 2021; ks. myös 3.17 *Kuluminen ja äärisäät*).

Meriveden korkeus vaihtelee esimerkiksi tuulen, ilmanpaineen ja maan kohoamisen vaikutuksesta. Hankealueen meriveden korkeus on vaihdellut välillä puoli metriä alle ja metrin yli keskivedenkorkeuden (mittauspaikka pohjoinen lääni/pohjoinen Landsort lokakuusta 2004 syyskuuhun 2021, RH2000). Keskimäärin koko aikana merenpinta oli 13 cm yli keskivedenkorkeuden (SMHI, 2021). Merivirran suunta on yleensä ja keskimäärin noin 180° (Huvudskärin itäiseltä poijulta mitattuna, toukokuusta 2021 syyskuuhun 2021), mikä tarkoittaa eteläistä virtausta. Merivirran nopeus on noin kymmenen senttimetriä sekunnissa kahden ja 90 metrin syvyydessä, ja virtaus on kaksi kertaa voimakkaampi 40 metrin syvyydessä. Suurimman osan ajasta virtausnopeus on kuitenkin keskimääräistä nopeutta hitaampi. (SMHI, 2021).

3.8.1 Vaikutus merivirtoihin ja niiden sekoittumiseen

Itämeren pohjan hapettuminen liittyy Pohjanmeren happirikkaan suolaveden saantiin. Happirikas vesi kulkeutuu Itämeren pohjavirtojen mukana itään ja pohjoiseen, ks. kuva 19. Tämä dynamiikka on erittäin tärkeää Itämeren murtovesien ekosysteemille.

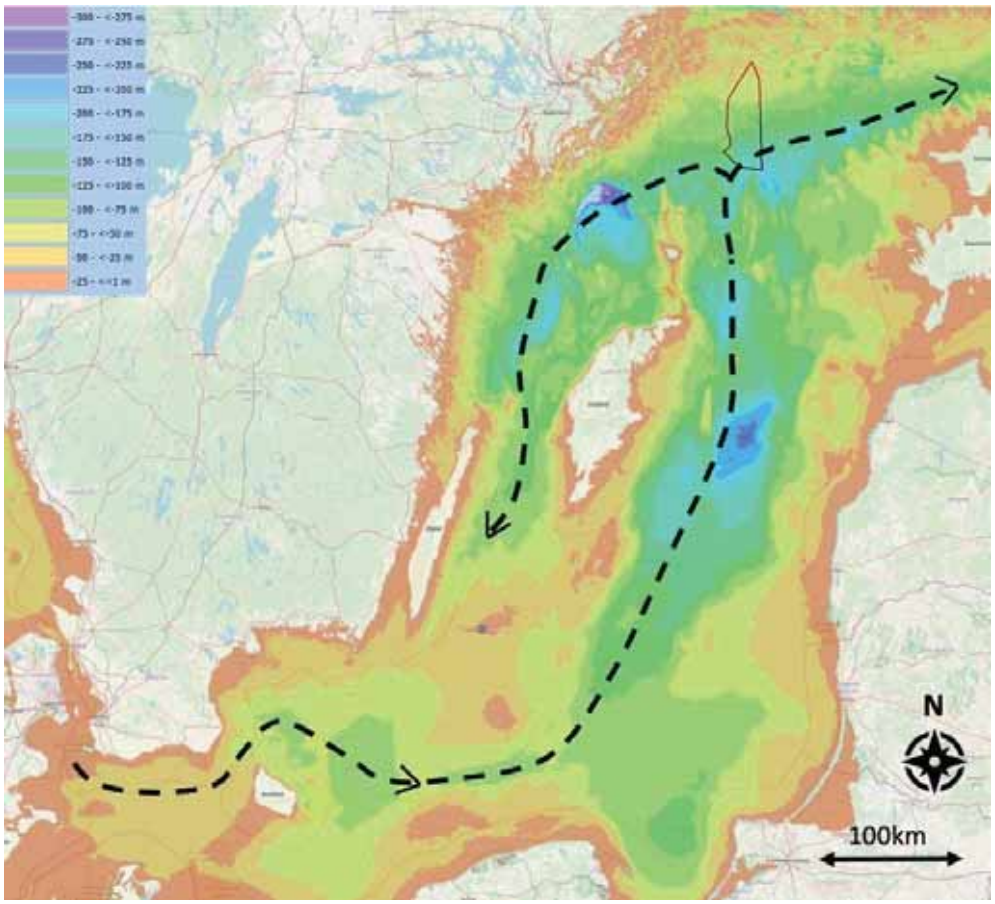
Pohjaan ankkuroidut tuulivoimalat, ks. kuva 20, joissa on merenpohjaan ulottuva torni, voivat mahdollisesti vaikuttaa kerrostuneiden vesimassojen sekoittumiseen, millä puolestaan voi teoriassa olla vaikutuksia suola- ja happipitoisuuteen (ks. 2.4.2 *Perustukset ja kiinnitykset*). Nykytiedon valossa pohjaan ankkuroitujen tuulivoimaloiden vaikutusten odotetaan olevan hyvin vähäisiä.

Pohjaan ankkuroitujen perustusten aiheuttamasta sekoittumisesta on tehty tutkimuksia läntiseen Itämereen saapuvan merivirran alueella sekä yksittäisten sylinterien että kokonaisten tuulivoimapuistojen osalta (Rennau et al., 2012). Lisäksi Bornholmin salmen suolapitoisuuden vaihtelua on simuloitu erilaisissa tuulivoimatuotannon laajentumisen skenaarioissa läntisellä Itämerellä (Rennau et al., 2012). Näiden mukaan Bornholmin salmen pohjan suolapitoisuuden muutokset, jotka johtuvat tuulen aiheuttamasta veden sekoittumisesta, ovat hyvin vähäisiä verrattuna vuoden aikana esiintyviin luonnollisiin vaihteluihin. Nämä tasot ovat välillä 0,002 ja 0,006 PSU, mikä vastaa noin 0,1–0,3 % Bornholmin salmen pohjan suolapitoisuudesta. Tutkimuksessa todetaan, että Itämeren ekosysteemiin kohdistuvien vaikutusten odotetaan olevan vähäisiä.

Vastaava tutkimus pohjaan ankkuroiduista tuulivoimaloista Saksalle kuuluvalla Pohjanmeren alueella (Carpenter et al., 2016) yhtyy edelliseen tutkimukseen:

- Tornien aiheuttama pyörteily voi lisätä pystysuoraa sekoittumista.
- Laajamittaisissa hankkeissa tällä arvioidaan olevan havaittava vaikutus meren lämpötilakerroksiin. (Huomattakoon, että suolaisuudesta johtuva kerrostuminen on vähemmän herkkää).
- Uudelleensekoittumisen mahdolliset ympäristövaikutukset ovat pieniä. Vaikutus voi olla ekosysteemille sekä positiivinen että negatiivinen.

Carpenter et al. (2016) kertoo myös, että kelluvien tuulivoimaloiden vaikutuksen (kuva 20) odotetaan olevan vähäpätöinen sekoittumisen ja merivirtojen osalta. Näin ollen syvimmissä paikoissa, joissa happirikkaiden suolaisten merivirtojen merkitys on suurin, ei merituulivoimalla ole vaikutusta paikalliseen sekoittumiseen, koska pohjaan ankkuroituja tuulivoimaloita ei todennäköisesti käytetä yli 50–80 metrin syvyyksissä. Delta-hanke, jonka eteläosa sijaitsee alueella, jossa pohjan pohjoinen merivirta jakautuu, ei näin ollen todennäköisesti vaikuta merivirtoihin.



KUVA 19. Pohjanmeren veden reitti Itämereen. Delta-hankealue on merkitty monikulmiona. Lähde: Njordr, SMHI:n ja Baltic Sea Bathymetry Database -tietokannan tiedoista, http://data.bshc.pro/about/.

KUVA 20. Yleiskatsaus merituulivoimaloiden perustuksiin. Lähde: Kuva Joshua Bauer, NREL 49055.

3.9 Luonnonympäristö

Meriekosysteemeihin vaikuttavat esimerkiksi suolapitoisuus, lämpötila, virtaukset, tuulet, aallot, syvyyssuhteet ja pohjan koostumus. Suunnitellut toimet voivat vaikuttaa virtauksiin ja aaltoihin paikallisesti asettamalla fyysisiä esteitä veden liikkumiselle sekä tuottamalla uusia substraatteja eliöille. Toimenpiteet voivat myös vaikuttaa luonnonympäristöön aiheuttamalla melua.

Symphony-suunnittelutyökalun avulla on arvioitu meriympäristön kumulatiivisia kuormituksia (Ruotsin Meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2018). Raportin mukaan kumulatiivinen vaikutus hankealuetta ympäröivään alueeseen on suhteellisen vähäinen, joskin ympäristövaikutukset ovat hieman suuremmat hankealueen eteläosissa. Kuormituksen lisäksi voidaan luoda laajamittainen kuva meren luontoarvoista. Analyysin perusteella korkeat luontoarvot liittyvät pääasiassa matalampiin alueisiin, mikä selittyy todennäköisesti osittain sillä, että useissa Itämeren syvemmissä kohdissa pohjalla vallitsee hapenpuute. Symphony-hankkeessa tuotetun vihreän kartan mukaan yhdistetyt luontoarvot ovat todennäköisesti suhteellisen pienet hankealueella. Alueen luonnonarvojen tuntemus on kuitenkin vähäistä (Meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2018), ja asiaa tutkitaan edelleen YVA:ssa.

Tuulivoimaloiden perustaminen merelle voi vaikuttaa kasveihin ja eläimiin pääasiassa aiheuttamalla meluhaittaa, vaikutuksia pohjan eliöstöön sekä törmäysriskin lentäville eläimille (Vindval, 2017). Merenpinnan alapuoliseen elämään kohdistuva suurin kielteinen vaikutus syntyy rakennusvaiheessa, koska alueella on enemmän toimintaa ja häiriöitä esiintyy enemmän. Käyttövaiheen aikana tuulivoimapuiston vaikutukset voivat kuitenkin olla merieliöille positiivisia, esimerkiksi keinotekoisten riuttojen muodossa, ks. alaluvut 3.9.2 ja 3.9.3. Positiivisten vaikutusten määrä riippuu muun muassa siitä, vaikuttaako hanke veden kiertoon ja missä määrin eliöt asettuvat rakennettaviin rakenteisiin. Lentäviin elämiin käyttövaihe voi vaikuttaa haitallisesti esimerkiksi törmäysriskin tai elinympäristön häviämisen vuoksi, ks. alaluvut 3.9.5 ja 3.9.6.

3.9.1 Suojelualueet

Hankealue ei vaikuta suoraan luonnonsuojelualueisiin, ks. kuva 21. *Svenska Högarnan saariryhmän* luonnonsuojelualue sijaitsee noin 18 kilometriä länteen hankealueelta. Luonnonsuojelualueen arvot liittyvät pääasiassa ulkosaaristoon, saarten kasvillisuuteen ja eläimistöön sekä saarten lähimeriympäristöihin ja kukoistaviin simpukkayhdyskuntiin kaukana merellä, jopa noin 30 metrin syvyydessä kovilla alustoilla.

Alueella on myös lintuyhdyskuntia, ja alue on muuttolintujen reitin tärkeä osa. Alueen lintuja ovat muun muassa riskilä, etelänkiisla, ruokki ja hopeatiira. Luonnonsuojelualueelle ulottuu kaksi Natura 2000 -aluetta, *Svenska Högarnan saariryhmän ja Svenska Björnin majakan*, jotka sijaitsevat noin 27 ja 33 kilometrin etäisyydellä hankealueesta tässä järjestyksessä.

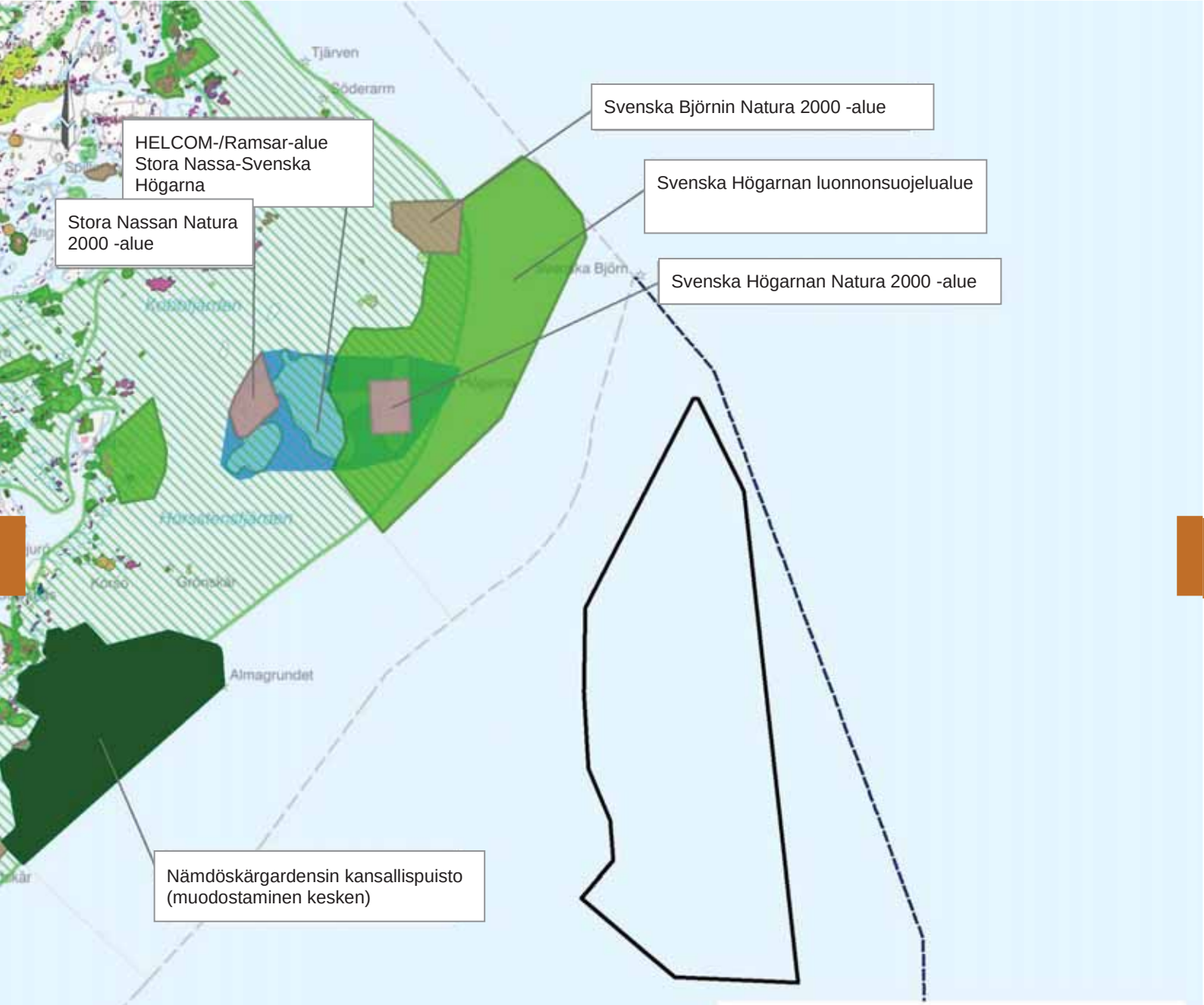
Svenska Högarnan Natura 2000 -alue on suojeltu sekä luontodirektiivin (SCI-alue) että lintudirektiiviin (SPA-alue) perusteella. Suojeltuja luonnonympäristöjä ovat hiekkasärkät, laguunit, riutat, luodot ja pienet Itämeren saaret, ja tunnistettuja lajeja ovat halli, hopeatiira ja rupimanteri. Alueella on myös kaksi tärkeää ruokkien ja etelänkiislojen pesintäyhdyskuntaa. Alue on suojeltu lintu- ja hyljealue, ja alueelle on ajoittainen pääsykielto.

Natura 2000 -alue *Svenska Björn* on luontodirektiivin tarkoittama suojelualue (SCI-alue). Suojeltuja luonnonympäristöjä ovat riutat, luodot ja pienet Itämeren saaret, ja alueen tunnistettu laji on halli. Alue koostuu lähes kokonaan avomerestä, jossa on riuttoja, ja se on tärkeä paikka harmaahylkeille, joita siellä on paljon. Alue on myös haahkoille tärkeä alue, jonne ne kokoontuvat runsain määrin kesällä.

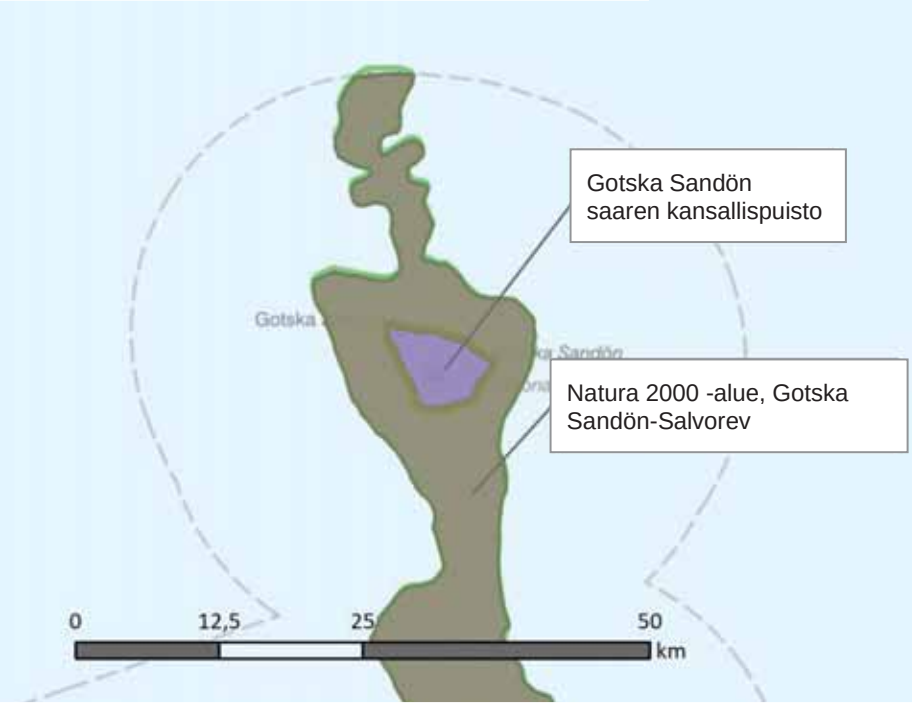
Muutaman kilometrin päässä lännessä on *Stora Nassan* Natura 2000 -alue. Se on luontodirektiivin (SCI-alue) ja lintudirektiivin (SPA-alue) perusteella suojeltu alue. Suojeltuja luonnonympäristöjä ovat hiekkasärkät, laguunit, riutat, luodot ja pienet Itämeren saaret, ja tunnistettuja lajeja ovat ainakin ketonoidanlukko, halli, hopeatiira ja rupimanteri. Alueella on runsas linnusto, johon kuuluu yli 50 lisääntyvää lajia, ja alue on erittäin tärkeä muuttolinnuille ja pesiville linnuille. Se on Tukholman saariston tärkein amerikanmustalinnun lisääntymisalue.

Svenska Högarnan ja Stora Nassan saariryhmien Natura 2000 -alueet ovat myös osa laajempaa HELCOM- ja Ramsar-aluetta nimeltä Stora Nassa-Svenska Högarna, joka on kansainvälisesti merkittävä kosteikkoalue. Alue sijaitsee noin 42 kilometriä luoteeseen hankealueelta ja on kansainvälisesti tunnettu upeasta koskemattomasta luonnostaan ja maisemastaan.

Hankealueesta noin 50 kilometriä lounaaseen sijaitsee Gotska Sandön saari, jossa on sekä kansallispuisto että Natura 2000 -alue, *Gotska Sandön-Salvorev*. Hankealueen länsipuolella Nämdöskärgårdenin saaristossa sijaitsee kansallispuisto, joka on tarkoitus avata vuonna 2025. Alue sijaitsee hyvin monimuotoisessa ja suhteellisen koskemattomassa osassa Tukholman saaristoa. Ehdotettuun kansallispuistoalueeseen, joka sijaitsee noin 41 kilometriä hankealueesta länteen, kuuluu neljä luonnonsuojelualuetta: Bullerön saari, Långskärin luoto, Långviksskärin luoto ja Biskopsön saari, jotka kuuluvat myös EU:n Natura 2000 -verkostoon. Tutkittavaan alueeseen kuuluu myös laajempi, mainittujen luonnonsuojelualueiden itäpuolinen merialue.



KUVA 21. Suojellut alueet ja niiden luonnonympäristö.



- Hankealue
- Nämdöskärgardensin kansallispuisto (muodostaminen kesken)
- Natura 2000, SCI-alueet ilman jokia
- Natura 2000, lintudirektiivin SPA-alueet
- 3:6 Luonnonsuojelu
- Luonnonmuistomerkki, piste
- Luonnonmuistomerkki, pinta
- Suojeltu metsäinen luontotyyppi
- Suojellut eläin- ja kasvialueet
- Metsien luonnonsuojelusopimukset
- Luonnonsuojelualue
- Kansallispuistot
- Ramsar
- HELCOM:n suojelemat merialueet (MPA)
- Keskeiset luontotyypit, Metsähallitus
- Keskeiset luontotyypit, suurmetsätalous
- Luontoarvokohteet
- Suonsuojelusuunnitelma
- Niittyjen ja laidunten luettelointi
- Lauhkean vyöhykkeen lehtimetsä
- Ruotsin talousvyöhykkeen raja

3.9.2 Merenpohjan eliöstö

Suuri osa hankealueesta sijaitsee syvissä vesissä, joiden syvyys on jopa 180 metriä ja keskisyvyys 100 metriä. Lähialueilta (asema ID BY29/LL19) tehtyjen mittausten mukaan meriveden näkyvyys on 7–18 metriä 174–184 metrin syvyisellä alueella (SMHI, 2021b). Itämeren pohjassa on laajoja hapettomia alueita, niin myös hankealueen ympäristössä. Suuri syvyys, rajoitettu näkyvyys ja hapettomat pohja-alueet rajoittavat suuresti eliöstön esiintymistä. Happi on kasveille ja eläimille elintärkeää, mutta pieneliöt kuten arkki- ja muut bakteerit selviävät hapettomassa ja rikkipitoisesta ympäristössä ja edistävät ravinteiden hajoamista ja metaboloitumista (Havsutsikt, 2008).

Rakentamisen ja kaivamisen aikana voi aiheutua tietyntyyppisissä pohjissa erityistä veden sameutta, mikä voi myös haitata eläimiä ja kasveja rakennusvaiheen aikana. Vaikutukset ovat kuitenkin paikallisia ja ne ilmenevät vain rakennusvaiheessa. Jopa meluhaitta voi vaikuttaa paikallisesti pohjan eliöstöön. Hankealueen pohjalla on todennäköisesti pieneliöstöä, joka palautuu nopeasti. Kun perustukset ovat paikoillaan, rakenteet voivat toimia keinoriuttoina (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2012).
Pohjaeliöt voivat käyttää rakenteita kasvualustoina ja elää lähempänä pintaa.

Sinisimpukoita esiintyy 30–40 metrin syvyyteen asti, ja niiden esiintymistiheys on usein suurin 10–20 metrin syvyydessä (Tukholman lääninhallitus, 2016). Hankealueen matalin syvyys on 47 metriä, joten suunnitelluilla toimilla ei pitäisi olla haittavaikutuksia sinisimpukoihin eikä välillistä vaikutusta lajeihin, joiden ravintoa sinisimpukat ovat, koska syvyys on suurempi kuin muualla hankealueella. Perustusten riuttamaiset rakenteet saattavat kuitenkin johtaa sinisimpukoiden lisääntymiseen alueella (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b). Sinisimpukan levinneisyysalueen odotetaan muuttuvan ilmastonmuutoksen myötä. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston mukaan hankealueen pohjoispuolella sijaitseva alue on osoitettu tärkeäksi sinisimpukka-alueeksi (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b). Näiden alueiden mallintaminen perustuu kuitenkin sinisimpukan levinneisyysalueeseen vuonna 2099, mikä on paljon suunnitellun tuulivoimapuiston toiminta-ajan jälkeen.

Tuulivoimalat ovat este sekä kalastukselle että linnuille, mikä voi luoda suojeltuja ympäristöjä sekä simpukoille että muille pohjaeliöille.

3.9.3 Kalat

Itämerellä on noin 70 merikalalajia ja 30–40 makean veden kalalajia. Makean veden kaloja esiintyy enimmäkseen rannikkoalueilla ja sisäsaaristossa (Nord Stream 2, 2016). Itämeren kaupallisesta kalansaaliista noin 95 prosenttia on turskaa, silliä ja kilohailia. Hankealuetta ei ole yksilöity minkään näiden lajien lisääntymis- tai kutualueeksi.

Useilla kaloilla on heikkoja sähkövirtoja ja paineaaltoja aistiva kylkiviiva, jota ne käyttävät muun muassa ravinnon etsimiseen. Monilla rustokaloilla on sähköaisti (Lorenzinin ampullat), jota ne käyttävät saaliin tunnistamiseen ja mahdollisesti suunnistamiseen. Voimansiirtokaapelien ympärille syntyy sähkömagneettinen kenttä, joka voi vaikuttaa kalojen sähkösignaaleihin perustuviin aisteihin, ja sähkökaapelien signaalit voivat sekoittua saaliseläimiin (Vindval, 2012). Rustokaloihin vaikuttavat sähkökentät, joiden virta on 0,5 volttia metriä kohti, sekä heikot magneettikentät (Ruotsin kansallinen ympäristönsuojeluvirasto, 2001). Ankeriaat ovat erityisen herkkiä sähkömagneettisille kentille, jotka voivat vaikuttaa niiden suunnistuskykyyn (Vindval, 2012).

Myös melu voi vaikuttaa kaloihin pääasiassa rakennusvaiheessa, koska paalutus ja lisääntynyt liikenne aiheuttavat meluhaittaa. Negatiiviset vaikutukset johtuvat pääasiassa melusta, joka kohdistuu uhanalaisten tai heikentyneiden populaatioiden kerääntymisympäristöihin.

Tuulivoimaloiden perustusten luomat keinotekoiset riutat voivat hyödyttää kaloja tarjoamalla niille suojaa sekä tuottamalla ravintoa kaloille ja linnuille rakenteissa elävien pohjaeliöiden muodossa. Kalastuksen fyysinen, suhteellisen pitkään jatkuva estäminen ja se, että linnut saattavat karttaa tuulivoimapuistoa, voivat luoda suojeltavia ympäristöjä, joissa pohjaeliöt ja kalat, kuten kaupalliset silli, kilohaili ja turska, voivat olla turvassa.

YVA:ssa korostetaan eri kalalajien esiintymistä alueella ja niihin kohdistuvia mahdollisia vaikutuksia sekä vaikutusten vähentämiseksi tehtäviä toimenpiteitä.

3.9.4 Merinisäkkäät

Hankealueella esiintyviä merinisäkkäitä ovat pyöriäinen, kirjohylje, halli ja norppa. Useat Itämerellä elävät lajit ovat sopeutuneet alueen murtovesien erityisolosuhteisiin, mikä tarkoittaa, että monien Itämeren lajien kantojen voidaan olettaa muodostavan ainutlaatuisia populaatioita. Tietyissä tapauksissa nämä arvioidaan erikseen (riski yksittäisten lajien katoamisesta Ruotsissa) lajin muualla maassa esiintyvästä kannasta.

Pyöriäinen on EU:n luontodirektiivin (liitteet II ja IV) suojaama laji. Ruotsin vesissä on kolme geneettisesti erilaista populaatiota, ja Itämeren populaatio elää varsinaisella Itämerellä (Benke et al. 2014). Itämeren pyöriäinen on hyvin pieni ja eristynyt populaatio, joka on *luokiteltu erittäin uhanalaiseksi* (Ruotsin lajitietokeskus, 2020). Pyöriäisille tärkeitä alueita ovat rannikkomeri ja Öölannin ja Gotlannin eteläpuolinen merialue, ks. kuva 22 (AquaBiota, 2016).

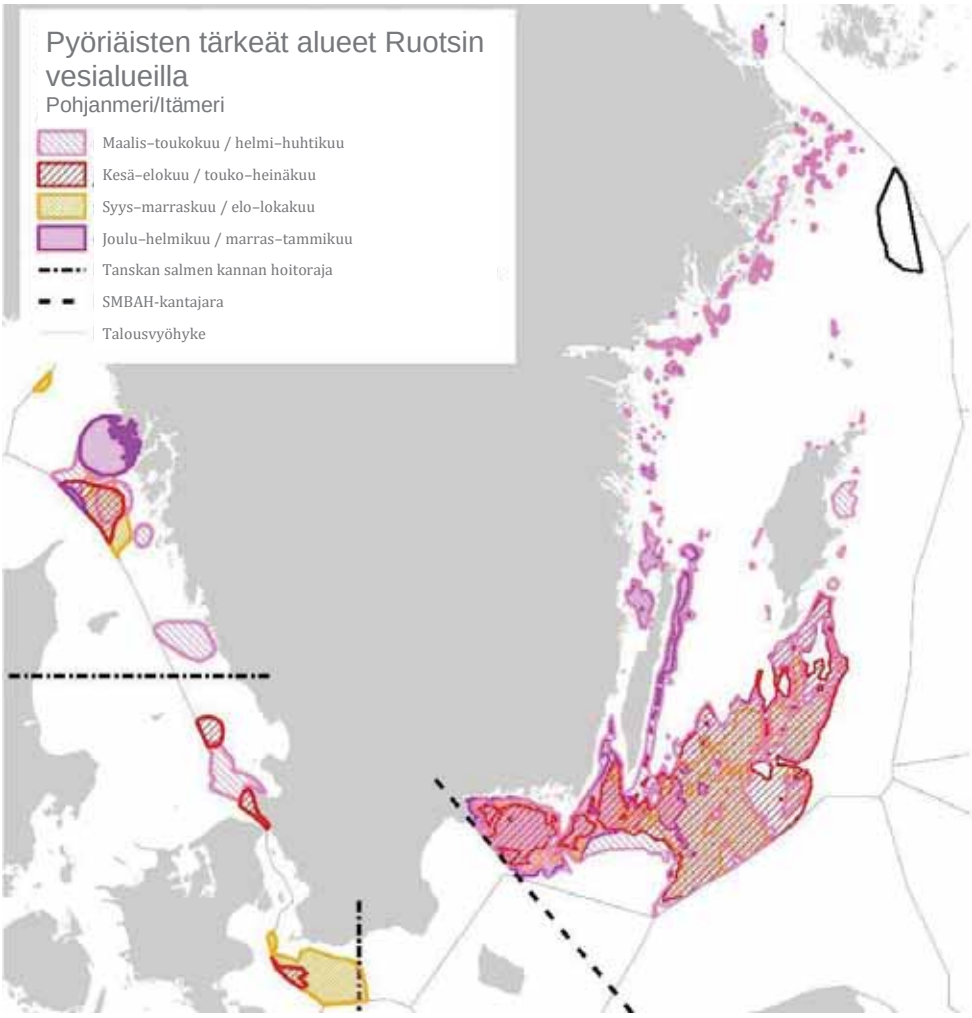
Pyöriäisten elinoloja Itämeren osissa tutkineen SAMBAH-projektin tiedot on kerätty alueilta, joiden syvyys on vain 0–80 metriä (www.sambah.org). SAMBAH-projektissa pyöriäisiä havaittiin kahden peninkulman (20 km) säteellä hankealueesta. Hankealuetta ja sen ympäristöä ei kuitenkaan pidetä erityisen tärkeänä alueena, vaikka pyöriäiset todennäköisesti liikkuvat siellä aika ajoin.

Pyöriäiset ovat haavoittuvaisempia tiettyinä vuodenaikoina, ja toiseen aikaan ne ovat todennäköisesti eri puolilla merta. Pyöriäisiä eri tavoin rasittavien vaiheiden aikataulu keskitetään siksi niihin vuodenaikoihin, jolloin häiriön vaikutus on vähäisin. Lisäksi YVA:ssa esitetään toimenpiteitä, joilla vähennetään vaikutuksia pyöriäisten esiintyessä alueella.

Hallien suhteellisen esiintymisen havainnollistamiseksi hankealuetta ympäröivällä alueella on tehty mallintaminen, kun taas kirjohyljettä ja norppaa ei esiinny (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2018). Hallin kanta on Ruotsin kolmesta hyljelajista suurin (Ruotsin vesiympäristö, 2021).

Tuulivoima aiheuttaa melua, joka voi kantautua vedessä kauas ja vaikuttaa haitallisesti merinisäkkäisiin. Melulähteen etäisyyden mukaan vaikutus voi aiheuttaa stressiä, käyttäytymisen muutoksia ja pakenemista, mutta myös kuulovaurioita. Pyöriäiset ovat erityisen herkkiä poikimis- ja parittelukauden aikana (Västra Götalandin lääninhallitus, 2014). Kovaa vedenalaista ääntä esiintyy pääasiassa paalutuksen yhteydessä rakennusvaiheen aikana, ks. alaluku 3.14. Melun torjumiseksi kehitetään jatkuvasti keinoja, esimerkiksi meluverhoja, jotta melua ei kantautuisi veteen. Käyttövaiheessa melun vaikutus on paljon pienempi kuin rakentamisen aikana. Tiedeyhteisö ei ole tutkinut käyttövaiheen vaikutusta täysin.

YVA:n valmisteluun kuuluu perusteellisia tutkimuksia, joissa selvitetään, tarvitaanko toimenpiteitä, joilla merinisäkkäitä ja niiden elinympäristöjä suojataan näiltä vaikutuksilta.



KUVA 22. Pyöriäisten tärkeät alueet Ruotsin vesillä vuosineljänneksittäin ja koko vuoden aikana. Lukujen selittämiseksi hankealueen sijainti on lisätty karttaan jälkikäteen. Kuvan lähde: AquaBiota 2016.

3.9.5 Linnut

Useat Itämerellä elävät lajit ovat sopeutuneet sen murtovesien erityisolosuhteisiin. Monia Itämeren kantoja voidaan näin ollen pitää ainutlaatuisina populaatioina, ja tietyissä tapauksissa punaista kirjaa arvioidaan erikseen (riski yksittäisten lajien katoamisesta Ruotsissa) muualla maassa esiintyvästä kannasta.

Eri lintulajit käyttävät eri merialueita eri tavoin. Rannikon yli kulkee usein lentoreittejä. Yksi tunnettu muuttoreitti kulkee Suomenlahden halki. Toinen tunnettu lentoreitti kulkee Pohjanlahden halki. Lentoreitin etuosa on hyvin leveä ja siihen vaikuttaa sää. Länsituulessa reitti siirtyy itään, kun suurempi osa linnuista seuraa Itämeren itärantaa. Itätuulessa reitti siirtyy länteen ja seuraa enemmän Ruotsin itärannikkoa. Suunnitellut toimet voivat vaikuttaa ankkojen, kahlaajien, hanhien, kihujen, tiirojen, lokkien ja mahdollisesti jopa varpuslintujen muuttoreitteihin (tietyissä sääolosuhteissa).

Itämeren keskiosan matalikot, pääasiassa Hoburgin ja Norra Midsjön matalikot Gotlannin eteläpuolella, ovat Ruotsin talousvyöhykkeen alueita, joilla tuulivoimatuotannon laajentumisella voisi olla suurin vaikutus lintukantoihin (Vindval, 2012). Tiettyjä alueita käytetään myös talvehtimiseen, kuten kevään ja syksyn levähdysalueita, sekä ruokailuun. Erityisesti hankealueen pohjoisosaan voi vaikuttaa se, että tietyt lajit, kuten etelänkiisla ja ruokki, lentävät rannikolta etsimään ruokaa (Tukholman lääninhallitus, 2018). Etäisyys tässä raportissa luetellusta lisääntymispaikasta on kuitenkin noin 19 kilometriä (taulukko 4) ja etäisyys lähimmästä maa-alueesta (Svenska Högarna) on noin 30 kilometriä. Myös syvyys lisääntyy vähitellen etelää kohti sekä hankealueella että sen ympäristössä, minkä vuoksi ravintoa kuten simpukoita on heikommin saatavilla. Muut lajit saattavat käyttää hankealuetta ja sen ympäristöä lepäämiseen tai läpikulkuun.

Maatuulen vaikutus lintuihin riippuu siitä, missä ne ovat ja miten ne käyttävät aluetta. Tietyt lintulajit ovat vaarassa törmätä tuulivoimaloihin ja monet lajit välttävät tuulivoimapuistoja. Tuulivoimaloiden rakentaminen voi aiheuttaa elinympäristön häviämisen, mutta tämä vaikutus riippuu siitä, miten linnut käyttävät kyseistä aluetta. Oikein sijoitettuna merituulivoiman vaikutuksen arvioidaan olevan pienempi kuin muiden ihmisten lintuihin kohdistamien vaikutusten (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b).

Baltic Offshore Delta -hankealuetta ei tällä hetkellä pidetä minkään lintulajin ydinalueena. Jotta saadaan tarkempi kuva siitä, miten eri lintulajit käyttävät hankealuetta ja sen ympäristöä, on niiden määrä tutkittava, ks. alaluku 5.2. Linnuston määrät tutkitaan, ja tutkimukset muodostavat pohjan tulevan ympäristövaikutusten arvioinnin suojatoimenpiteille. Tarvittaessa suojatoimenpiteiksi ehdotetaan teknisiä ratkaisuja, esimerkiksi tutkaa, jolla turbiini pysäytetään lintujen muuttolennon aikana. Tästä tehdään perusteellinen analyysi YVA:ssa.

TAULUKKO 7. Mallien tiedot merilintujen "malliruokavalioista" viittaavat kutakin ravintolajia varten aiemmin kehitettyihin mallinnustietoihin. Lähde ja viitteet: Tukholman lääninhallitus, 2017.

Laji	Tieteellinen nimi	Kausi	Ravinto	Mallin ravintotiedot	Sukellussyvyys	Lentomatka lisääntymisalueelta	Pääasiallinen tuulen suunta
Alli	*Clangula hyemalis*	Talvi	Simpukat, *Saduria entomon*	Sinisimpukka (populaatiotiheys > 50 %) *Saduria entomon* (> 500 yks./m^2)	30 m	-	-
Haahka	*Somateria mollissima*	Lisääntymiskausi	Sinisimpukat	Sinisimpukka (populaatiotiheys > 50 %)	6 m	-	-
Pilkkasiipi	*Melanitta fusca*	Lisääntymiskausi	Äyriäiset, nilviäiset (*infauna*)	Pehmeät simpukat, liejusimpukka, *Saduria entomon* (> 500 yks./m^2)	9,5 m	-	-
Etelänkiisla	*Uria aalge*	Lisääntymiskausi	Kalat, pääasiassa kilohaili	Pelagiset kalat (määrä/1 000 m^3)	Rajoittamaton. Voi sukeltaa > 180 m. Kalaa on aina saatavilla ulapalla ja sukellussyvyyksissä (hapenpuute > 80 m syvyydessä)	Keskiarvo: 13,12 km; Maksimi: 19,13 km	Laskettu SMHI:n tiedoista, Svenska Högarnan mittausasema (15.4.–30.6.2016)
Ruokki	*Alca torda*	Lisääntymiskausi	Kalat, pääasiassa kilohaili	Pelagiset kalat (määrä/1 000 m^3)	Rajoittamaton. Voi sukeltaa > 120 m. Kalaa on yleensä saatavilla ulapalla ja sukellussyvyyksissä (hapenpuute > 80 m syvyydessä).	Keskiarvo: 13,12 km; Maksimi: 19,13 km	Laskettu SMHI:n tiedoista, Svenska Högarnan mittausasema (15.4.–30.6.2016)

3.9.6 Lepakot

Lepakot voivat lentää pitkiä matkoja. Kääpiölepakoiden on kerrottu ylittävän Itämeren Suomen Valassaarten ja Ruotsin Holmögaddin majakan välillä (Västerbottenin lääninhallitus, 2018). Etelä-Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa 11 tutkituista 18 lepakkolajista lensi jopa 14 kilometriä merelle etsimään ruokaa (Ahlén et al., 2009). Tätä voidaan verrata siihen, että maista (Svenska Högarnan saariryhmä ja Svenska Björnin majakka) on noin 16 kilometrin matka hankealueelle. Lepakot lentävät yleensä alle kymmenen metrin korkeudella merenpinnasta, mikä tarkoittaa, että ne lentävät roottorin lapojen ali.
Metsästävä lepakko voi kuitenkin muuttaa korkeuttaan nopeasti ja olla siten vaarassa törmätä lapoihin.

Lepakot ylittävät meren todennäköisesti mieluiten siellä, missä niiden lentoreitti on mahdollisimman lähellä avovettä (Västerbottenin lääninhallitus, 2018). Näin ollen on todennäköistä, että kaikki lentoreitit kulkevat hankealueen pohjoispuolella Ahvenanmaan yli, missä Itämeren voi ylittää avovettä pitkin.

Lepakoiden mahdollista muuttoa hankealueen poikki tutkitaan tekemällä YVA:n yhteydessä aineistotutkimus, jossa aikaisemmat havainnot, tiedot ja todennäköisyydet tarkastaa lepakkoasiantuntija.

3.9.7 Lajien suojelu

PUNAINEN KIRJA

Punainen kirja kuvaa lajien sukupuuttoon kuolemisen riskiä sen alueella – tässä tapauksessa Ruotsissa. Myös tavalliset lajit voivat joutua punaiseen kirjaan, jos niiden kanta pienenee voimakkaasti.

Punainen kirja on jaettu kuuteen eri luokkaan, joista jokaisella on yleisesti käytetty lyhenne: puutteellisesti tunnettu (DD), valtion alueelta hävinnyt (RE), silmälläpidettävä (NT), vaarantunut (VU), erittäin uhanalainen (EN) ja äärimmäisen uhanalainen (CR). Kolmen viimeisen luokan lajeihin viitataan yleisesti "uhanalaisina".

Ruotsin punaisen kirjan tuottaa Ruotsin lajitietokeskus kansainvälisten kriteerien mukaan. Kirja päivitetään säännöllisesti. Viimeisin punainen kirja julkaistiin vuonna 2020.

LAJISUOJELUMÄÄRÄYS

Lajisuojelumääräys on laki, jossa säädetään tiettyjen lajien ja kaikkien luonnonvaraisten lintujen suojelusta sekä niiden elinympäristöjen suojelusta. Lajisuojelumääräyksellä pannaan täytäntöön kansallisesti EU:n luontodirektiivi ja lintudirektiivi. Määräykseen kuuluu kaksi lajiluetteloa: Liite 1 ja Liite 2. Kaikki luetellut lajit ovat suojeltuja, mikä tarkoittaa, että lueteltuja lajeja ei saa kerätä, vahingoittaa tai tappaa. Lisäksi Liitteessä 1 lueteltujen lajien elinympäristöt on suojeltu, eikä niitä saa hävittää.

Yhteensä 14 prosenttia kaikista Itämerellä esiintyvistä 132 kalalajista on uhanalaisia ja 22 prosenttia lajeista on punaisessa kirjassa, mukaan luettuna turska (VU), joka on myös Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton kansainvälisessä punaisessa kirjassa (SLU, 2020a). Itämeren pyöriäispopulaation katsotaan olevan välittömässä vaarassa, ja se on suojeltu koko Ruotsin alueella sekä kansainvälisin yleissopimuksin tai EU-direktiivein (SLU, 2020a).

Meressä elävien selkärangattomien tilasta tarvitaan lisää tietoa. Nykyiset tiedot eivät riitä 172 lajin arviointiin. Tilanteen korjaamiseksi on tutkittava lisää alueita. Tällä hetkellä 14 lajin tilanne on kriittinen ja 442 lajia ovat elinvoimaisia. Yhteensä 157 lajin tilanne on jossain näiden kahden välillä (SLU, 2020b). Meressä elävien selkärangattomien elinvoimaisuuden parantamiseksi on suojeltava alueita pohjatroolaukselta ja muulta hyväksikäytöltä sekä vähennettävä lannoitteiden ja saasteiden päästöjä.

Laskennoista saadaan tietoa lajien suojelumääräyksen alaan kuuluvista lajeista, ja tulevien ympäristövaikutusten arviointien perustaksi tehdään vaikutustenarviointi. Tutkimus perustuu muun muassa Artportalenista (Ruotsin lajirekisteriportaali) saatuun tietoon sekä laskentojen ja muiden tutkimusten yhteydessä tehtyihin havaintoihin. Hankealueella tai sen ympäristössä voi esiintyä useita punaisen kirjan lajeja, kuten pyöriäisiä ja turskaa.

Alustavia arviointeja ei voida tehdä ennen lajien suojelututkimuksen valmistumista.

3.9.8 Luonnon monimuotoisuus ja ympäristötekniikka

Luontokato on akuutti kriisi, joka on rinnastettavissa ilmastokriisiin. Luonnon monimuotoisuus vähenee nopeasti ympäri maailmaa, ja punaisen kirjan lajien määrä on kasvanut Ruotsissa. Vuoden 2020 luvut osoittavat, että Ruotsin lajitietokeskus on lisännyt punaiseen kirjaan 21,8 prosenttia (4 746/21 740) arvioiduista ruotsalaisista lajeista, mikä on enemmän kuin 19,8 prosenttia vuonna 2015. Ilmastonmuutos vaikuttaa merkittävästi luontokatoon. Alaluvussa 4.1 selitetään, miten tuulivoima vaikuttaa hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen ja ilmastonmuutoksen. Ilmastonmuutoksen lisäksi elinalueiden tuhoaminen, lajien riistokäyttö, haitalliset vieraslajit ja saastuminen uhkaavat luonnon monimuotoisuutta eniten. Luonnon monimuotoisuus on edellytys ihmiskunnan hyvinvointia ja elämänlaatua ylläpitäville ekosysteemipalveluille.

Sen lisäksi, että tuulivoimapuistot edistävät luonnon monimuotoisuutta hillitsemällä, tuulivoimapuistojen perustaminen voi myös auttaa luomaan vaihtelua maisemaan. Merituulivoimalat voivat tietyn alueen olosuhteista riippuen olla positiivisia tai negatiivisia tai molempia kasvien ja eläimien yhteiselon kannalta (Ruotsin energiavirasto, 2021c). Tulevassa YVA:ssa esitetään erilaisia ehdotuksia biologista monimuotoisuutta huomioiviksi toimenpiteiksi.

3.10 Kulttuuriperintö

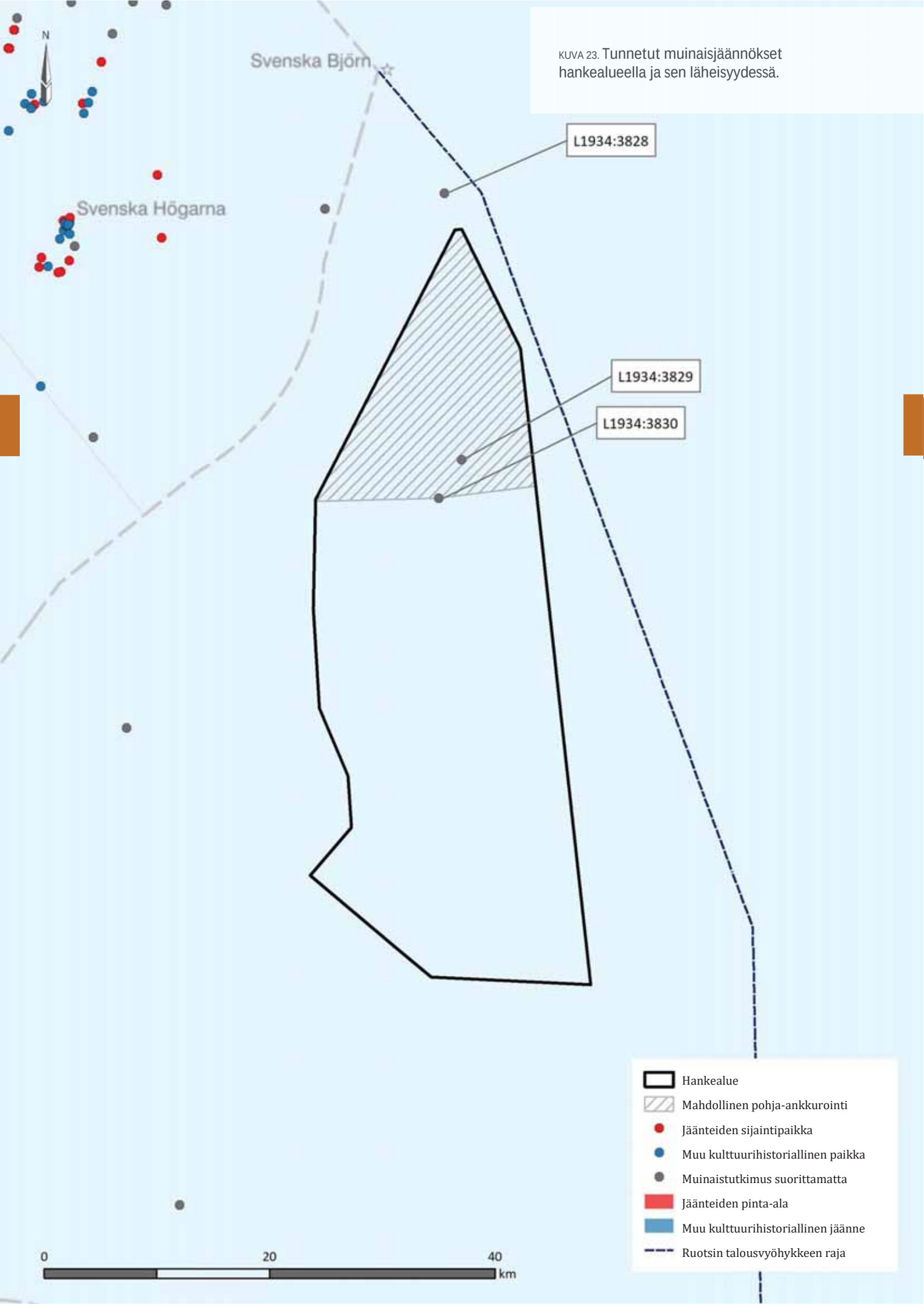
Kymmenen kilometrin säteellä hankealueesta sijaitsee kolme muinaisjäännöstä, jotka on rekisteröity Ruotsin kansallisperintölautakunnan tietokantaan (kuva 22). Kulttuuriympäristöön liittyviä kansallisia etuja ei ole. Yllä mainitut merkittävät muinaisjäännökset ovat hylkyjä, joiden historiallista arvoa ei ole arvioitu. Koska kaksi jäännöksistä on hankealueella ja erityisesti siinä osassa, jossa mahdollisesti käytetään pohjaan ankkuroituja perustuksia, on tärkeää tutkia, miten näitä tulee väistää hankkeen aikana. YVA:n myötä tehdään meriarkeologinen tutkimus. Taulukko 8 osoittaa Ruotsin kansallisperintölautakunnan tunnuksen ja jäännösten arvioidun koon.

Kartoituksen ja rakentamisen aikana tehdyt havainnot ilmoitetaan lääninhallitukselle, ja kaikki pohjassa olevat rakenteet rakennetaan vähintään 100 metrin päähän jäännöksistä ja mahdollisista uusista havainnoista.

TAULUKKO 8. Ote Ruotsin kansallisperintölautakunnan tietokannasta (2019), tunnetut kulttuurijäännökset 10 kilometrin säteellä hankealueesta.

Tunnus	Nimi	Arvon kuvaus	Etäisyys hankealueesta
L1934:3828	Ei nimeä	Laivan hylky, noin 57 × 21 m	Hankkeen alueella
L1934:3829	Ei nimeä	Laivan hylky, noin 48 × 10 m	3,5 km
L1934:3830	Ei nimeä	Laivan hylky, noin 68 × 25 m	Hankkeen alueella

KUVA 23. Tunnetut muinaisjäännökset hankealueella ja sen läheisyydessä.



3.11 Ulkoilu ja virkistys

Tuulivoimapuiston vaikutus ulkoiluun ja virkistyskäyttöön voi koostua fyysisestä haitasta ja arvokkaiden ulkoilu- ja virkistysalueiden käytöstä sekä horisontissa näkyvän maiseman muutoksista ja arvon kokemisen muuttumisesta ympäröivillä alueilla. Hankealueella tai sen läheisyydessä ei tunneta ulkoiluun liittyviä merkittäviä alueita. Eräs ulkoiluun liittyvä kansallinen etu sijaitsee noin 6,5 kilometrin päässä hankealueesta länteen, ja Tukholman saariston läheisyydessä on alue, joka on osoitettu ulkoilun kansalliseksi eduksi, ks. kuva 16. YVA:n yhteydessä tutkitaan näihin mahdollisesti kohdistuvia vaikutuksia sekä mahdollisia kunnallisia ja alueellisia ulkotoimintaohjelmia.

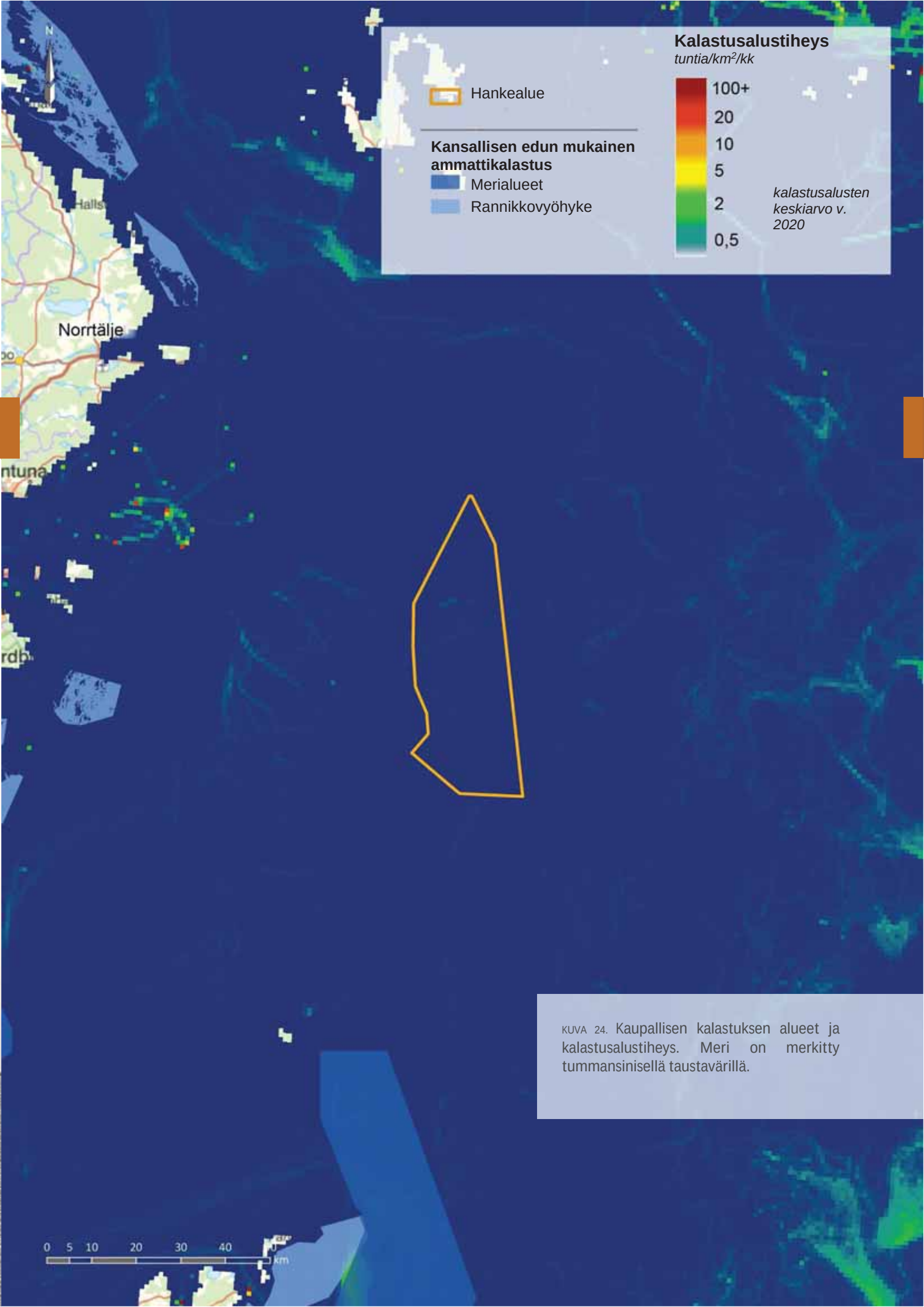
3.12 Luonnonvarat

Hankealueella tai sen läheisyydessä ei ole alueita, joita pidetään merkittävinä luonnonvarojen kannalta. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston merialuesuunnitelman mukaan hankealueen läheisyydessä ei ole hiekanottoalueita. (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019)

3.12.1 Ammattikalastus

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole kaupalliselle kalastukselle osoitettua aluetta. Myös kalastusalusten määrä alueella on hyvin rajallinen (AIS-tiedot, EMODnet, 2021), ks. kuva 23.

Itämerellä harjoitetaan ammattikalastusta hyvin laajoilla alueilla, ja käytettävät alueet vaihtelevat tavallisesti ajan kuluessa ja eri vuodenaikoina (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019c). Kaupallista syvänmeren- eli avomerikalastusta harjoitetaan koko pohjoisella Itämerellä Värmdön kunnasta etelään pienemmälle alueelle Merenkurkun eteläosassa. Alueella kalastetaan silliä ja kilohailia pääasiassa troolaamalla (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b). Alueen kalansaaliista tehdään saalistutkimus, eli troolatun kalan määrä tutkitaan. Saatavilla olevat ICES:n tiedot (2020) osoittavat, että hankealueen ympäristössä harjoitetaan enimmäkseen avomeritroolausta ja nuottakalastusta, jolla pyydetään yleensä silliä ja kilohailia. Tuulivoimapuistot ja muut kiinteät laitokset voivat estää troolausta (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b).



KUVA 24. Kaupallisen kalastuksen alueet ja kalastusalustiheys. Meri on merkitty tummansinisellä taustavärillä.

3.13 Meriliikenne

Itämeri on erittäin tärkeä kansainvälisen kaupan alue ja siksi myös yksi maailman ruuhkaisimmista (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019c). Suurin osa hankealueen ohittavasta raskaasta meriliikenteestä koostuu Itämeren, Pohjanlahden ja Suomenlahden satamiin suuntaavista rahti- ja säiliöaluksista (EMODnet, 2021). Alueella on lisäksi kansainvälistä kauppamerenkulkua, joka on tärkeä osa alueen meriliikennejärjestelmää. Myös matkustajalautat Ruotsin, Suomen ja Viron välillä ovat merkittävä osa liikennettä.

Hankealueen itäosa osuu osittain kansallisesti merkittävälle meriväylälle, ks. kuva 25. Tämä sijainti perustuu AIS-tietoihin vuodelta 2020. AIS-tiedot osoittavat, että väylää käytetään hyvin vähän ja että suurin osa liikenteestä kulkee kauempana idässä.

Hankealueen nykyinen sijainti valittiin, kun Ruotsin merenkulkuvirastoa oli ensin kuultu sen määrittämiseksi, miten hankealue sijoittuu parhaiten suhteessa idän vähemmän merkitykselliseen alueeseen ja lännen vilkasliikenteisiin laivaväyliin. Toisin sanoen alueen todellinen alusliikenne on merenkulun kannalta tärkeämpää kuin osoitettu kansallisen edun alue.

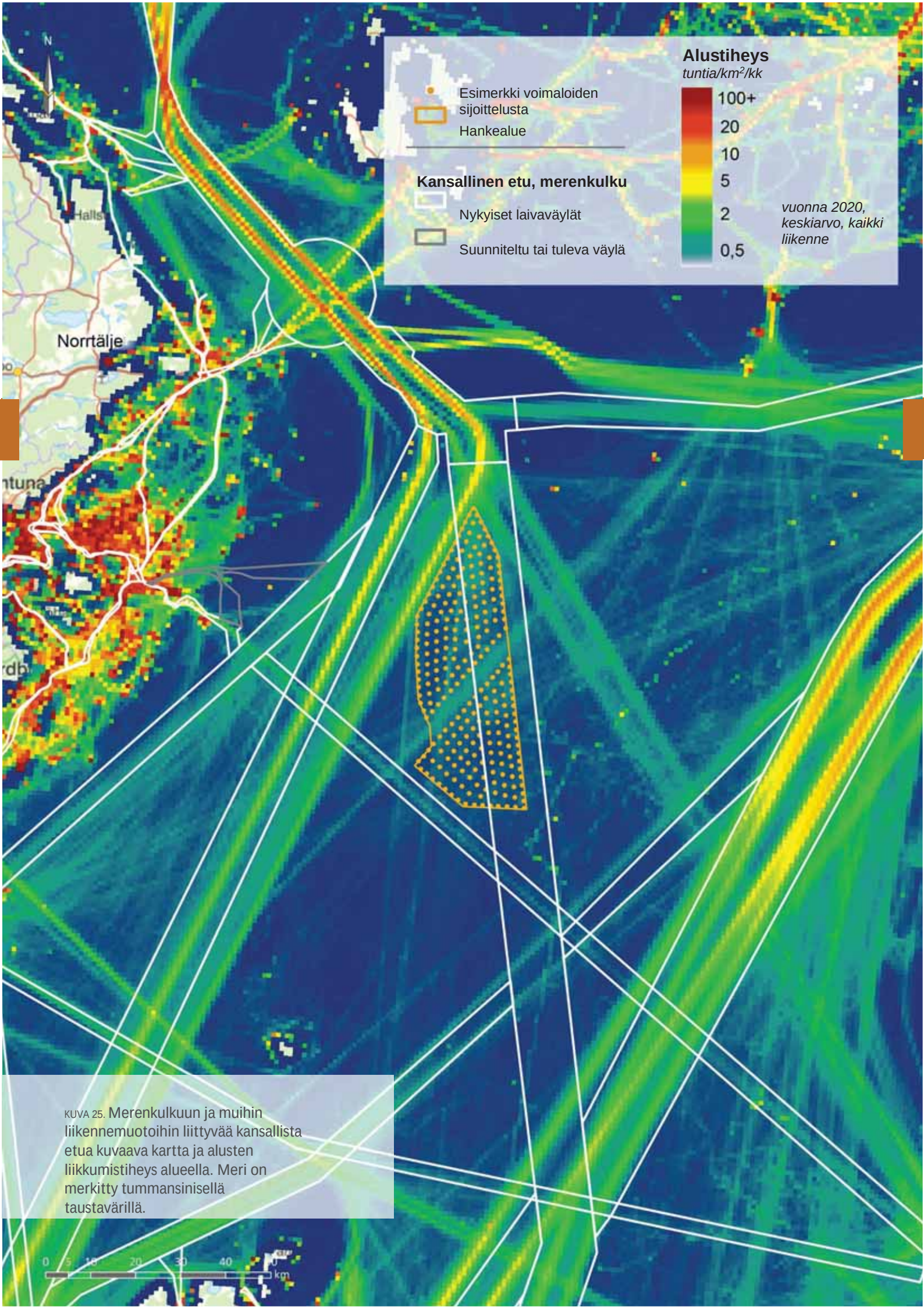
Ehdotettu alueen jako meriliikenteen huomioon ottamiseksi

Koska ehdotettu hankealue on pitkä pohjois-eteläsuunnassa, se on jaettava osiin meriliikenteen sujuvuuden nimissä. Alla on vaihtoehtoinen ehdotus, josta keskustellaan Ruotsin merenkulkuviraston kanssa (kuva 26). Tässä analyysissä on keskitytty pääasiassa seuraaviin seikkoihin:

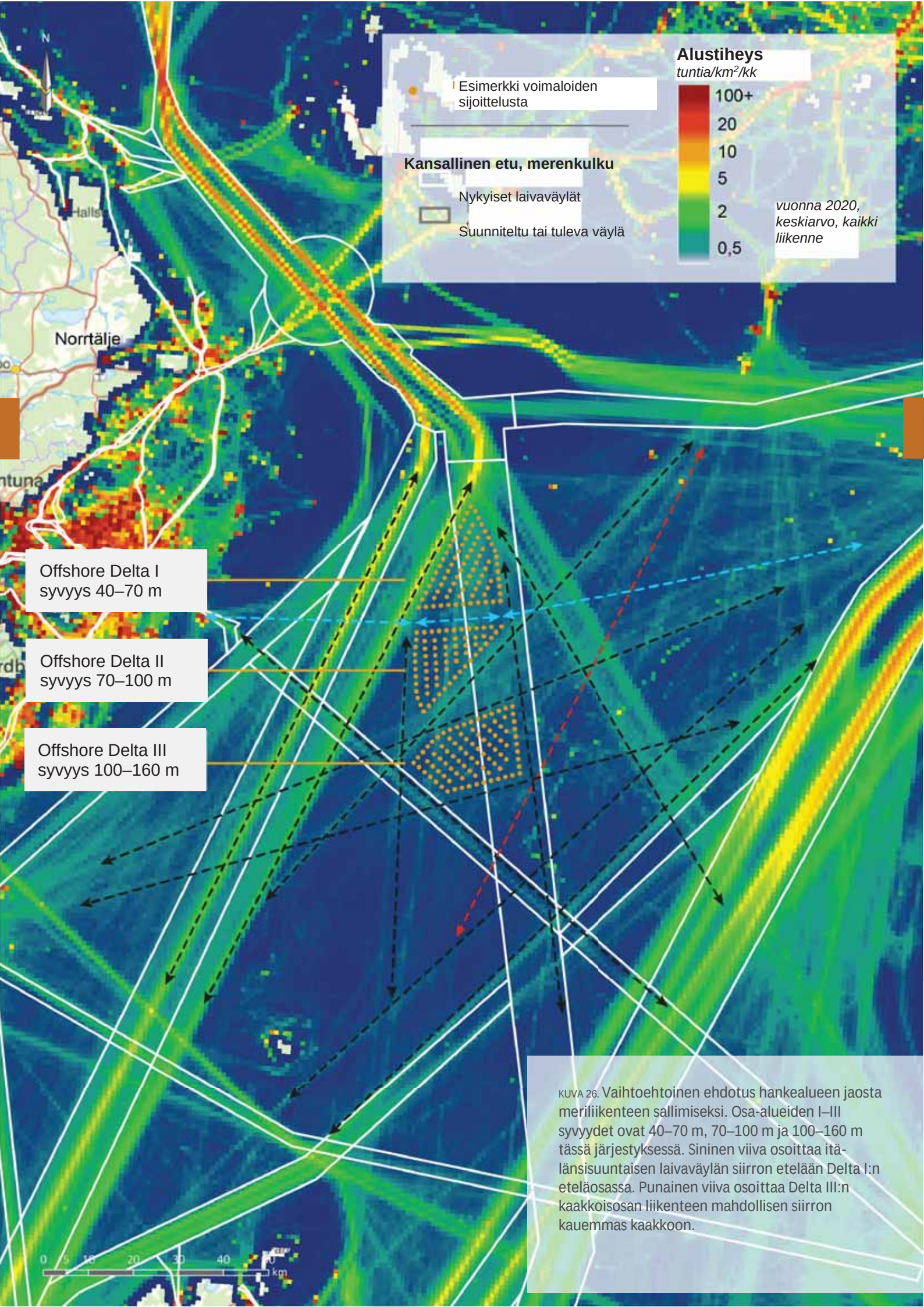
- Pyritään säilyttämään olemassa olevat laivaväylät AIS-tietojen todellisen alusliikenteen perusteella.
- Jos vähemmän käytettyjä reittejä ei voida säilyttää kokonaan, vaihtoehtoisen reitin pituuden tulee olla mahdollisimman lähellä alkuperäistä.
- Jako kolmeen suurin piirtein yhtä suureen alueeseen meren syvyyden, muiden vaikutusten ja tuulivoimaloiden ja perustusten eri asennustekniikoiden suomien jakomahdollisuuksien perusteella.

Kuvassa 26 esitetään, miten vaihtoehtoinen suunnitelma sallii meriliikenteen alueella. Delta I:n eteläosan läpi kulkeva itä-länsisuuntainen laivaväylä (sininen katkoviiva) ohjataan hieman etelämmäksi syvemmille vesille. Tarkoituksena on saavuttaa mahdollisimman suuri alue, jolle voidaan rakentaa pohjaan ankkuroidut perustukset. Delta III:n kaakkoisosan läpi kulkevan vähäinen liikenne on ehkä siirrettävä kauemmas kaakkoon (punainen katkoviiva).

Tässä vaihtoehdossa 20 MW:n esimerkkivoimaloilla (alaluku 2.4.1) tuulivoimaloiden sijoittelualueen koko on 2/3 alkuperäisestä, mutta tuotanto pienenee vain kuusi prosenttia.



KUVA 25. Merenkulkuun ja muihin liikennemuotoihin liittyvää kansallista etua kuvaava kartta ja alusten liikkumistiheys alueella. Meri on merkitty tummansinisellä taustavärillä.



KUVA 26. Vaihtoehtoinen ehdotus hankealueen jaosta meriliikenteen sallimiseksi. Osa-alueiden I–III syvyydet ovat 40–70 m, 70–100 m ja 100–160 m tässä järjestyksessä. Sininen viiva osoittaa itä-länsisuuntaisen laivaväylän siirron etelään Delta I:n eteläosassa. Punainen viiva osoittaa Delta III:n kaakkoisosan liikenteen mahdollisen siirron kauemmas kaakkoon.

3.14 Melu

Nykyaikaisten tuulivoimaloiden tuottama melu on aerodynaamista suhinaa, joka aiheutuu lavan kulkiessa ilman läpi. Meluun vaikuttavat lavan kärjen nopeus, lavan muoto ja ilman turbulenssi. Tuulivoimalat tuottavat myös konemaista ääntä, joka kuuluu niiden konehuoneesta.

Tuulivoimamelun laskemiseen on käytettävissä useita laskentamalleja. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto suosittaa joko ruotsalaista tuulivoiman laskentamallia tai Nord2000-mallia. Ruotsalainen laskentamalli on suhteellisen yksinkertainen, kun taas Nord2000 on paljon kehittyneempi laskentamalli ja edellyttää erikoisohjelmistoa.

Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuiston alustavat melupäästöt on analysoitu Nord2000-mallilla WindPRO-laskentaohjelmassa. Laskelma on tehty "huonoimman vaihtoehdon" havainnollistamiseksi käyttämällä pienintä mahdollista melunvaimennusta, ks. liite 3.

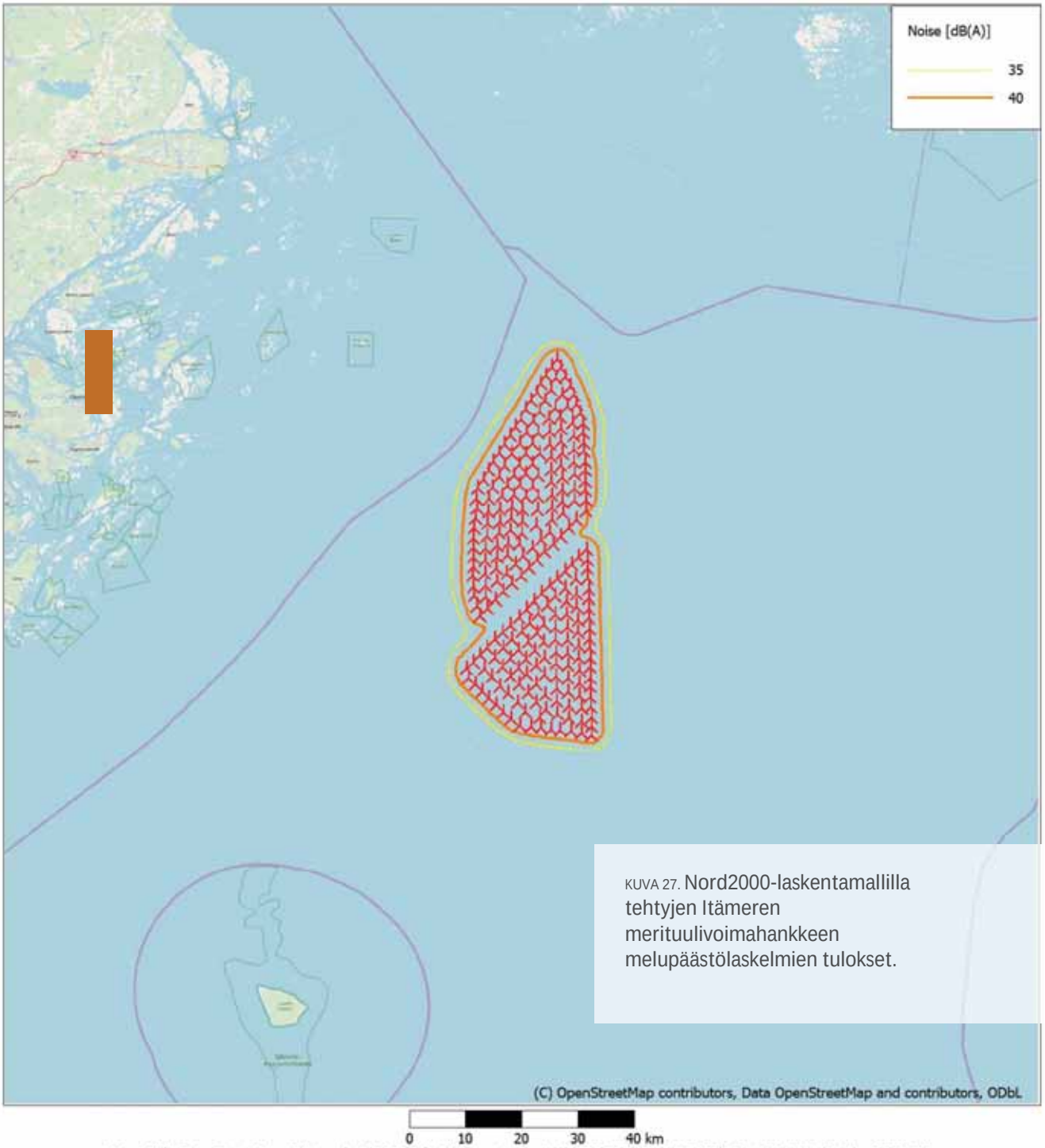
Nord2000-mallin tulosta on myös verrattu Tanskan mallilla (Tanskan ympäristönsuojeluvirasto, 2021) tehtyihin laskelmiin, jotka vastaavat Ruotsin ympäristönsuojeluviraston mallia ja jotka on laskettu meritilassa, johon sisältyy ylimääräinen korjaus merenpinnan heijastuksista. Merituulivoimaloiden melupäästöjä laskettaessa käytetään pienempää melun vaimennusta ja otetaan huomioon myös mahdolliset heijastukset merenpinnasta. Korjaus määräytyy turbiinin taajuuden, korkeuden ja vedenpinnan etäisyyden mukaan. Myös tämä laskelma tehtiin WindPRO-laskentaohjelmassa, ks. liite 4.

Tanskan laskentamallin tulosten mukaan uloimpien tuulivoimaloiden ja lasketun 40 dB(a) linjan välinen etäisyys on enintään 2,5 kilometriä ja etäisyys 35 dB(a) linjaan on 3–4,5 kilometriä. Nord2000-laskelmissa melu leviää kuitenkin vähemmän, mikä tarkoittaa sitä, että melu kuuluu vain merituulivoimalan läheisyydessä, ks. kuva 27.

Kumulatiivisen melun analyysi tehdään merenpinnan alla pääasiassa alusliikenteen osalta. Huomattakoon, että desibeliasteikko on logaritminen. Esimerkiksi 37 + 37 dB = 40 dB.

NORD2000 - 8.0 m/s

Calculation: Offshore Delta Extent



KUVA 27. Nord2000-laskentamallilla tehtyjen Itämeren merituulivoimahankkeen melupäästölaskelmien tulokset.

0 10 20 30 40 km

Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:1 000 000, Map center Swedish UTM 33-SWEREF99 (SE) East: 789 363 North: 6 564 140

New WTG

windPRO 3.5.552 by EMD International A/S, Tel. +45 69 16 48 50, www.emd-international.com, windpro@emd.dk

2021-11-09 13:21 / 1

windPRO

3.14.1 Matalat taajuudet ja infraäänet

Matalataajuisen melun taajuusalue on 20–200 hertsiä. Alle 20 hertsin äänet ovat infraääntä, jota ei yleensä voi kuulla, mutta joka voi vaikuttaa haitallisesti ihmisiin, jos melutaso on riittävän suuri. Turbiinin pyörimisliike aiheuttaa infraääntä, jonka taajuus on yleensä noin 1 Hz, ja tällä taajuudella vasta noin 120 dB taso vaikuttaa ihmisiin. (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2020b).

Merituulivoiman tuottama matalataajuinen melu vaikuttaa erityisen todennäköisesti merinisäkkäisiin ja kaloihin, mutta tällä hetkellä ei ole tietoa pitkän aikavälin jatkuvan matalataajuisen melun vaikutuksista (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b).

Hankkeen aiheuttaman matalataajuisen melun ja ultraäänimelun mahdolliset vaikutukset ilmoitetaan YVA:ssa.

3.14.2 Vedenalainen melu

Käytön aikana tuulivoimaloiden itsensä aiheuttaman melun lisäksi myös huoltoalukset aiheuttavat melua. Häiritsevää ääntä voi kuulua potkureista ja moottoreista, mutta myös laitteista, jotka lähettävät kaiku- ja ääniluotaussignaaleja, jotka voivat vaikuttaa ensisijaisesti pyöriäisiin (Västra Götalandin lääninhallitus, 2014). Merituulivoiman suurin meluvaikutus syntyy rakennusvaiheessa. Melua voivat aiheuttaa laivat ja tutkimustyöt. Paalutus, erityisesti monopile- ja muiden perustusten rakentamisen yhteydessä, tuottaa kovia ääniä, jotka voivat kulkea pitkiä matkoja vedessä. Aiheutuva ääni määräytyy käytetyn perustustyypin mukaan. Perustusten rakentaminen useammasta pienestä paalusta aiheuttaa vähemmän ääntä kuin yksi iso paalu, ja jos perustukset haudataan tai porataan pohjaan, tällaista melua ei aiheudu ollenkaan (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019b). Paalutuksesta syntyvä melu voi vaikuttaa merieläimiin, erityisesti pyöriäisiin. Vaikutus määräytyy äänilähteen etäisyyden mukaan (Västra Götalandin lääninhallitus, 2014). Paalutusmelun mahdolliset vaikutukset eivät ole tällä hetkellä varmasti tiedossa (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2015). Katso myös merinisäkkäitä koskeva alaluku 3.9.4.

Melun vaikutuksen minimoimiseksi voidaan valita perustustapa, joka vaatii vähemmän tai ei lainkaan paaluttamista, jonka voima ja paalutusmelu voimistuvat asteittain (jotta suuremmat eläimet pelästyvät ja poistuvat alueelta) tai jossa käytetään melua vaimentavia rakenteita (esim. työpatoja) tai erilaisia äänenvaimennusverhoja. (Västra Götalandin lääninhallitus, 2014, ja Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2015).

3.15 Visualisoinnit ja näkyvyysanalyysit

Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuiston visuaalinen vaikutus maalle on analysoitu korkearesoluutioisista valokuvaesityksistä. Kuvat sisältävät korjauksia, joissa otetaan huomioon näkyvyyden heikentyminen suurilla etäisyyksillä. Analyysien tulosten perusteella useimmista valokuvauspaikoista katsoen joko horisontti tai meren kaarevuus peittää tuulivoimalat. Jopa niissä kuvauspaikoissa, joissa voimalat ovat näkyvissä suhteellisen suurella suurennuksella, pitkän etäisyyden johdosta niitä on jokseenkin vaikea havaita maalta käsin. Saatavilla olevat näkyvyysanalyysit ovat liitteessä 5 ja osoitteessa www.njordroffshorewind.eu/pagaende-projekt/Delta/.

3.16 Varjot

Aurinkoisella ja kirkkaalla säällä tuulivoimalan roottorin lavat voivat aiheuttaa väreileviä varjoja. Auringon laskiessa alas varjot voivat näkyä pitkän matkaa muutaman minuutin ajan, jos maaston pinnanmuodostus on suotuisa. Tuulivoimalan koon ja ympäristön mukaan varjot voi nähdä jopa kahden-kolmen kilometrin päästä. Pidempi etäisyys vähentää varjojen vaikutusta. Suurilla etäisyyksillä varjot näkyvät vain valon hajanaisina muutoksina.

Hankealue sijaitsee avomerellä kaukana maasta, joten varjoja näkevät vain merituulivoimapuistojen läheisyydessä oleskelevat ihmiset. Vedessä varjoefekti saavuttaa korkeintaan 18 metrin syvyyden, koska auringonsäteet eivät tunkeudu tätä syvemmälle (SMHI, 2021b).

3.17 Riskit ja turvallisuus

Esteiden merkintä

Ruotsin kuljetusviraston määräyksissä ja yleisissä ohjeissa lentoliikenteelle mahdollisesti vaarallisten kohteiden merkitsemisestä (TSFS 2020:88) määrätään, että yli 150 metriä korkeat tuulivoimalat, jotka on sijoitettu yli 1 000 metrin päähän toisistaan ristikkomaiseksi rakenteeksi on varustettava tehokkailla vilkkuvilla valkoisilla estevaloilla, jotka asennetaan konehuoneeseen. Jos konehuoneen korkeus on yli 150 metriä maan- tai vedenpinnasta, myös voimalan torni on merkittävä kolmella himmeällä estevalolla, jotka asennetaan konehuoneen korkeuden puoliväliin. Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston voimaloiden välinen suunniteltu etäisyys on kaksi kilometriä. Näin ollen kaikkien voimaloiden turbiinien konehuoneet on varustettava vilkkuvilla valkoisilla estevaloilla ja tornin puoliväliin on asennettava kolme himmeää estevaloa. Koska tuulivoimalan kokonaiskorkeus on yli 315 metriä vedenpinnasta, Ruotsin kuljetusvirasto voi edellyttää lisämerkintöjä ja -valoja.

Konehuoneen ja tornin estevalojen lisäksi tarvitaan Ruotsin kuljetusviraston merimerkkejä koskevien määräysten ja yleisten ohjeiden mukaiset (TSFS 2017:66) meriliikenteen merkkivalot. Merenkulun turvallisuuden varmistamiseksi YVA-prosessin aikana tehdään myös merenkulun riskianalyysi, ks. alaluku 5.2.

Lentoliikenne

Ilmatila on jaettu valvottuun ja valvomattomaan ilmatilaan. Valvotussa ilmatilassa käytetään lentoliikenteen hallintajärjestelmää, joka viestii lentäjien kanssa ja ohjaa lentoliikennettä. Valvomattomassa ilmatilassa lentäjä on vastuussa törmäysten välttämisestä, mutta lennonvarmistuspalvelu voi antaa tietoja (LFV 2021). Hankealue sijaitsee Ruotsin lentotiedotusalueella, jonka ilmatilasta vastaa Ruotsi, mutta se on myös lähellä Suomen lentotiedotusaluetta. Jos hankealueeseen tulee muutoksia, tämä seikka tarkistetaan.

Hankealue ei kuulu metropolialueisiin tai lentoliikenteelle kansallisesti merkittäviin alueisiin.

Onnettomuusriskit

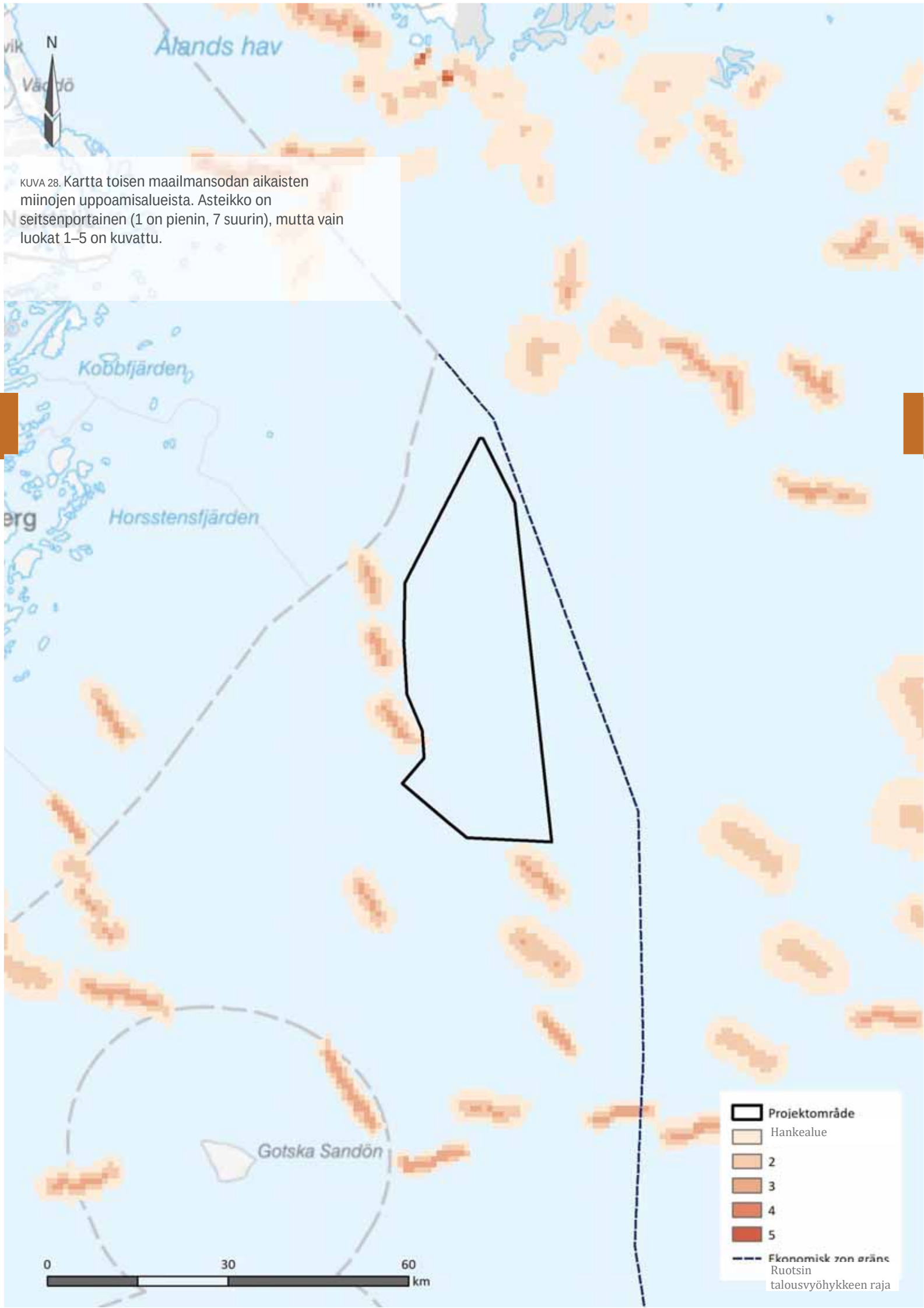
Ruotsin pelastuspalveluviraston tulevaisuuden energiajärjestelmän uusia onnettomuusriskejä koskevassa raportissa (Ruotsin pelastuspalveluvirasto, 2007) todetaan, että tuulivoimaloita ei luokitella vaarallisiksi lukuun ottamatta korkealla tapahtuviin rakennus-, korjaus- ja huoltotöihin liittyviä terveys- ja turvallisuusriskejä.
Tuulivoimaloiden toimintaan liittyvät onnettomuudet ovat harvinaisia. Erityisiä varotoimia on määrännyt muun muassa Ruotsin työympäristövirasto.

Hankealue sijaitsee Itämerellä, joka on yksi maailman vilkkaimmista meristä (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019c) ja jossa laivat ja veneet aiheuttavat törmäysvaaran. Törmäyksiä voi tapahtua, jos alukset/veneet törmäävät tuulivoimapuiston rakenteisiin tai ajavat niiden yli. Koska matka maihin on pitkä, avun saapuminen voi kestää kauan. YVA:n yhteydessä laaditaan riskianalyysi, jossa selvitetään muun muassa törmäysriskiä ja sitä, mitä tapahtuu, jos tuulivoimala romahtaa, esimerkiksi jos se uppoaa tai irtoaa. Myös rakentamisen aikaisten onnettomuuksien hätä- ja suojatoimet selvitetään.

YVA:n yhteydessä kuvataan myös tekniikoita ja toimenpiteitä, joilla estetään öljyvuodot mereen.

Miinat ja upotetut ampumatarvikkeet

Itämerellä on alueita, joilla voi olla upotettuja ampumatarvikkeita sekä toisen maailmansodan aikaisia uponneita miinoja (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019c). Hankealueen eteläpuolella on yksi alue ja hieman hankealueen rajasta länteen on kolme aluetta, joilla miinojen esiintymisriski on pieni tai keskisuuri, ks. kuva 28. Lähin tunnettu ampumatarvikkeiden upotuspaikka on Gotlannin eteläpuolella (EMODnet, 2021). Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston tulevan suunnittelun aikana tehdään koetutkimuksia mahdollisten ammusten ja miinojen tunnistamiseksi hankealueella ja sen läheisyydessä.



KUVA 28. Kartta toisen maailmansodan aikaisten miinojen uppoamisalueista. Asteikko on seitsenportainen (1 on pienin, 7 suurin), mutta vain luokat 1–5 on kuvattu.

Kuluminen ja äärimmäiset sääolosuhteet

Tuulivoimaloiden käytön aikana normaali tuulen nopeus on arviolta 4–30 metriä sekunnissa. Pyörteinen tuuli vaikuttaa tuulivoimaloiden suorituskykyyn ja kestoikään. Turbulenssin määrä vaihtelee, mutta yleensä merellä on suotuisammat olosuhteet (noin 8 prosenttia) kuin tasamaalla (13 prosenttia) tai metsissä (20 prosenttia; Petersen et al. 1998). Suuremmilla tuulen nopeuksilla turbiinin kuulalaakereihin kohdistuu voimakas rasitus ja turbiinit ovat vaarassa vaurioitua. Kuormituksen vähentämiseksi turbiinin lavat voidaan kallistaa siten, että suurempi osa tuulienergiasta ohittaa ne. Äärimmäisessä tuulessa roottori voidaan myös tilapäisesti pysäyttää.

Tuuli- ja meriolosuhteet (virtaukset, aallot) sekä niiden välinen vuorovaikutus mitataan ja mallinnellaan yksityiskohtaisesti turbiinien, tornien ja perustusten lopullista valintaa varten. Tuulivoimalan kiinnitys suunnitellaan äärimmäisten kuormien mukaan, jotka perustuvat äärimmäiseen tuuleen ja aaltoihin sekä näiden äärimmäisiin yhdistelmiin. Väsytyskuormituksessa tämä määräytyy suurelta osin ilman turbulenssin ja tuulen jakautumisen perusteella, mutta myös aallot ja aaltojen vuorovaikutus vaikuttavat asiaan. Tuulivoimapuiston lopullisille suunnitelmille hankitaan hyväksyntä ja sertifiointi.

Tulipalo

Tuulivoimalan konehuoneessa voi syttyä tulipalo. Yleisimmin palon sytyttää salamanisku tai sähkövika. Tulipalo tapahtuu suljetussa tilassa, joten sen leviämisen riski on pieni. Tuulivoimaloissa on valvontajärjestelmä, joka antaa hälytyksen ja sammuttaa turbiinin, jos turbiini ylikuumenee.

Jäänmuodostus ja jääkuorma

Kosteassa ilmassa, esimerkiksi sumun ja alapilvien aikaan, tuulivoimalaan voi muodostua jäätä, jos lämpötila laskee nollan alapuolelle. Tämä heikentää tuotantoa, muuttaa tuulivoimalan kuormitusta ja aiheuttaa jään putoamisriskin. Merituulivoimaloissa myös torniin ja perustuksiin voi muodostua jäätä.

Ehdotetussa hankkeessa tuulivoimaloiden jäänmuodostuksen odotetaan olevan vähäistä. Maalla 100 metrin korkeudessa vallitseviin olosuhteisiin perustuvat laskelmat osoittavat, että kaikilla lähirannikkoalueilla on normaalina vuonna 0–100 tuntia aktiivista jäätymistä eli aikaa, jolloin tuulivoimaloihin voi muodostua uutta jäätä (Kjeller Wind Technology, 2012). Hieman yli 50 kilometrin päässä Itämerellä alhaiset lämpötilat ovat paljon harvinaisempia, mikä vähentää roottorin lapojen jäätymisen riskiä.

Tämän perusteella on odotettavissa, että jään vaikutus tuulivoiman tuotantoon on vähäpätöinen. Lisäksi tuulivoimaloista putoavan jään aiheuttamien ongelmien odotetaan olevan harvinaisia mutta huomioon otettavia. Nykyisissä jään putoamista koskevissa ohjeissa todetaan, että tavallisesta 330 metrin tuulivoimalasta voi irrota jäätä korkeintaan 600 metrin päähän. Hankealueen tuulivoimaloiden välisten pitkien etäisyyksien ansiosta tuulivoimapuistossa voi liikkua vaara-alueen ulkopuolella.

Tarvittaessa voidaan asentaa turvatoimia, kuten varoitusjärjestelmiä putoavan jään aiheuttamien vaarojen varalta.

Jään putoamisen esiintymistaajuutta ja suurinta putoamismatkaa tutkitaan tarkemmin.

Sähkömagneettiset kentät

"Sähkömagneettista kenttää" käytetään yhteisnimityksenä sähkö- ja magneettikentistä. Näitä kenttiä syntyy muun muassa sähkön tuotannossa, siirrossa ja kulutuksessa. Kenttiä on kaikkialla, esimerkiksi voimajohtojen, muuntajien ja sähkölaitteiden ympäristössä. Tuulivoimalat eivät itse tuota vahvoja sähkömagneettisia kenttiä. Muuntajat, voimajohdot ja sähkökaapelit voivat kuitenkin tuottaa näitä kenttiä.

Kaikki sähkökaapelit tuottavat sähkömagneettisia kenttiä, jotka voivat vaikuttaa merieliöihin eri tavoin. Vaikutuksen määrää kaapelin tyyppi, siirrettävän sähkön määrä ja altistuva eläin. Vaikutuksia voidaan minimoida erilaisin suojatoimenpitein, kuten käyttämällä erikoiskaapeleita ja kaivamalla kaapeli merenpohjaan (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2015).

Sähkökaapeleita ympäröivillä sähkömagneettisilla kentillä vaikuttaa kuitenkin olevan vähäinen vaikutus kaloihin, erityisesti niihin, jotka käyttävät magneettikenttiä tai sähköä suunnistamiseen ja ravinnon etsintään, esimerkiksi ankeriaisiin ja rustokaloihin (Vindval, 2012).

3.18 Kokoonpano-/rakennusvaihe

Merituulivoimapuiston rakentamisvaiheeseen kuuluu perustusten, pohjakiinnitysten ja kaapelin laskun valmistelu sekä perustusten, tuulivoimaloiden, sähköasemien ja muun sähköinfrastruktuurin asennus. Rakennustöiden odotetaan kestävän vähintään kaksi vuotta ja niihin vaikuttaa huono sää. Normaalisti rakennus- ja asennustöitä ei tehdä koko hankealueella samanaikaisesti vaan vaiheittain. Rakentamisen aikana perustetaan turva-alue suojaamaan kokoonpanoa, henkilöstöä ja ulkopuolisia.

Baltic Offshore Delta -hankealueen eri osissa käytetään erilaisia teknologisia ratkaisuja voimaloiden pohja-ankkurointiin. Eri tekniikoissa käytetään erilaisia rakennus- ja asennusmenetelmiä. Tämä kuvataan lyhyesti alla.

Koska hankealue on laaja, rakennusvaihe kestää useita vuosia, ks. alakohta 5.4. Tuulivoimaloita asennetaan samanaikaisesti muutamalla asennusaluksella. Tämä tarkoittaa, että häiriöitä esiintyy paikallisesti suhteellisen lyhyen aikaa rakennusprosessin aikana.

Pohjaan ankkuroidut tuulivoimalat

Kuten alaluvussa 2.4.2kuvataan, nykytekniikka sallii Baltic Offshore Delta -merituulivoimapuistolle pääasiassa kahdenlaisia pohjaan ankkuroituja perustuksia. Nykyiset monopile- ja painovoimaiset perustukset soveltuvat korkeintaan 60 metrin syvyyteen. Nykyteknologian muut vaihtoehdot ovat putkiristikko ja kolmijalka. Monopile-tekniikka voi olla toimiva, jos sen käyttösyvyyttä lisäävää teknologiaa saadaan kehitettyä.

Putkiristikko- ja kolmijalkaperustuksia on erilaisia, mutta niiden asennus pohjaan tehdään yleensä joko imuputkella/ankkurilla (asennusputkeen luodaan tyhjiö pumppaamalla siitä vettä) tai pohjaan paalutettavilla tai porattavilla teräsputkilla. Teknologia valitaan alueen merenpohjan olosuhteiden mukaan.

Molemmat perustustyypit kootaan maalla ja kuljetetaan hankealueelle aluksella. Työmaalla rakenteet lasketaan nosturilla merenpohjaan ja kiinnitetään jollakin yllä mainituista tekniikoista. Olosuhteiden ja perustusrakenteen mukaan eroosiosuojaus voidaan tehdä joko ennen perustuksen asennusta tai sen jälkeen. Eroosiosuojaus estää perustusta ympäröivän pohjan eroosiota ja ankkuroinnin heikkenemistä. Eroosiosuojat koostuvat yleensä alemmasta sorakerroksesta ja ylemmästä sekalaisesta kivikerroksesta.

Yleensä syvänmeren merituulivoimaloiden asennus tapahtuu kuljettamalla pääosat (torni, konehuone ja komposiittiroottori) alueelle lautalla ja kokoamalla voimala paikan päällä nosturien avulla.

Kelluva tuulivoimala

Kelluvan teknologian kokoonpano voidaan tehdä lähes täysin maissa. Perustukset ja tuulivoimalat kootaan satamassa ja hinataan kelluvana hankealueelle, jossa ne kytketään valmiisiin pohjan ankkuriköysiin.

Merisähköasema

Merisähköaseman asentamiseen perustuksen päälle käytetään yleensä nosturialusta. Merisähköaseman ja perustuksen rakenne voi myös sallia kelluvana hinaamisen tai muunlaisen, esimerkiksi omien tukijalkojen varassa tapahtuvan noston.

Sisäinen kaapeliverkko ja yhdyskaapelit

Tuulivoimapuiston sisäisen kaapeliverkon ja yhdyskaapelien asentamiseen käytetään kaapelialuksia. Jos esimerkiksi ankkurointia varten tarvitaan suojausta, kaapelit voidaan kelata tai kyntää tai haudata merenpohjaan, tavallisesti noin 1,5 metrin syvyyteen. Kelausta käytetään yleensä pehmeissä pohjissa, kun taas kyntöä ja kaivamista käytetään kovemmissa pohjissa. Lopullinen syvyys määräytyy geologisten olosuhteiden ja halutun suojan tason mukaan. Jos geologiset olosuhteet eivät salli kaapeleiden asettamista merenpohjaan, ne voidaan suojata esimerkiksi peittämällä ne kivillä tai putkilla. Jos kaapelit risteävät, ne suojataan yleensä betonimatoilla tai kivillä.

3.19 Käyttövaihe

Sekä tuulivoimalat että merisähköasemat ovat miehittämättömiä ja niitä seurataan etänä normaalin toiminnan aikana. Tuulivoimapuiston ylläpito on jatkuvaa, mikä edellyttää henkilöstön ja materiaalien kuljettamista tuulivoimaloihin pienillä huoltoveneillä, laivoilla tai helikoptereilla. Maalle tuulivoimapuiston läheisyyteen perustetaan toimisto henkilöstöä, laitteistoa ja varastointia varten.

Suuremmissa toimenpiteissä, esimerkiksi pääosien vaihdoissa, voidaan käyttää kaasunkuljetusalusta, uivaa nosturia tai näiden tapaista alusta. Kaapelit tarkastetaan tarvittaessa esimerkiksi kunkin tuulivoimalan pohjan kaapelinsuojusten eheyden toteamiseksi. Jos kaapeli vaurioituu, se korjataan nostamalla vahingoittunut osa kaapeliveneellä korjattavaksi, minkä jälkeen kaapeli asetetaan takaisin merenpohjaan. Kaapelien suojaaminen edellyttää, että alueella ei käytetä pohjatrooleja tai ankkuroida niitä ristiin tuulivoimapuiston yhdyskaapeleiden kanssa.

3.20 Purkaminen ja käytöstä poistaminen

Merituulivoimapuiston odotettu käyttöikä on 30–35 vuotta. Sen jälkeen tuulivoimapuisto poistetaan käytöstä ja alue ennallistetaan. Käytöstä poistamisen yhteydessä tuulivoimalat, kelluvat perustukset ja sähköasemat puretaan ja kuljetetaan pois alueelta.

Joissain tapauksissa voi olla hyödyksi jättää perustukset, pohjakiinnitykset ja kaapelit pohjalle keinotekoisiksi riutoiksi (Andersson ja Öhman, 2010). Jos toimivaltaisten viranomaisten kuulemisen perusteella tätä pidetään hankealueen kannalta epätarkoituksenmukaisena, myös perustukset ja muut vedenalaiset osat poistetaan alueelta ja alue ennallistetaan käytöstä poistamista koskevien voimassa olevien viranomaisvaatimusten mukaisesti.

4. ILMASTONMUUTOS JA KESTÄVÄ KEHITYS

Kestävän kehityksen käsite luotiin YK:n ympäristön ja kehityksen maailmankomissiossa, ja sen määritelmä on "kehitys, joka täyttää nykyiset tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien kykyä täyttää omat tarpeensa" (Brundtlandin komissio, 1987). Tässä luvussa kuvataan lyhyesti tavoitteet, jotka tukevat kestävän kehityksen ympäristönäkökohtia. Seuraavassa YVA:ssa tutkitaan, kuinka hyvin suunniteltu tuulivoimapuisto vastaa maailmanlaajuisia tavoitteita, ympäristötavoitteita, päästöjen vähentämistä ja uusiutuvan energian tuotannon lisäämistä.

4.1 Ilmasto ja uusiutuva energia

Vuonna 2015 maailman maat sopivat uudesta ilmastosopimuksesta (Pariisin sopimus), joka on oikeudellisesti sitova kansainvälinen sopimus, jonka Ruotsi ratifioi vuonna 2016. EU on osapuolena Pariisin sopimuksessa, mikä tarkoittaa, että EU esittää yhteisesti sovitun ilmastosuunnitelman, jota kaikki EU: n jäsenvaltiot tukevat. Ruotsin pitkän aikavälin tavoite nollata kasvihuonekaasujen nettopäästöt ilmakehään vuoteen 2045 mennessä ja tavoite täysin uusiutuvan sähkön tuotannosta vuoteen 2040 mennessä liittyvät Pariisin sopimukseen. Hallitus on todennut, että tuulivoiman merkittävä laajentaminen on todennäköisesti edellytys sille, että Ruotsi voi saavuttaa nollapäästötavoitteen ja uusiutuvan sähkön tuotannon tavoitteen. Kestävän tuulivoiman rakentamisen kansallisessa strategiassa oletetaan, että tuulivoiman kansallinen laajentumistarve vuoteen 2040 on vähintään 100 TWh, josta noin 80 TWh on maalla ja loput merellä (Ruotsin energiavirasto, 2021). Strategiassa annetaan Ruotsin eri lääninvaltuustoille tehtäväksi tuottaa tuulivoiman aluesuunnittelutietoja ja ehdotetaan laajennustarpeen jakamista läänien kesken.

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) viimeisin raportti (9.8.2021) on yksiselitteinen ja perustuu havaintoihin todellisesta kehityksestä, ei pelkästään mallinnuksiin (IPCC, 2021). Ilmasto on kriittisessä tilassa, ja maapallon keskilämpötilojen nousu on selvästi seurausta ihmiskunnan kasvihuonekaasupäästöistä.

On vaarana, että tavoitetaso, jolla maapallon lämpeneminen rajoittuu 1,5 asteeseen, ylitetään seuraavien 10–20 vuoden aikana. Ilmastonmuutos tapahtuu tässä ja nyt, ja viime aikoina useammin esiintyneet äärimmäiset sääilmiöt, kuten kuivuus, metsäpalot ja tulvat, pahenevat ja yleistyvät. Ilmastonmuutosta on pidettävä suorana uhkana maapallon elämälle. Päästöjä on vähennettävä tuntuvasti ja nopeasti.

Ruotsi on osa Pohjois-Euroopan yhteistä sähköjärjestelmää, jossa fossiilisten polttoaineiden osuus sähköntuotannosta on edelleen suuri. Kun huomioon otetaan Ruotsin EU-naapurit, joihin olemme suoraan sidoksissa, fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan sähköntuotannon osuus oli hieman yli 50 prosenttia sähkön kokonaistuotannosta. Ruotsin tuulivoimatuotannon lisääminen yhdessä sähkönviennin lisääntymisen kanssa korvaa eurooppalaisten hiili- ja kaasuvoimalaitosten fossiilisiin polttoaineisiin perustuvaa sähköntuotantoa, mikä tuottaa huomattavia ilmastohyötyjä.

Ruotsin sähköjärjestelmässä vallitsee epätasapaino, koska sähköntuotanto on suurta ja kulutus suhteellisen vähäistä Pohjois-Ruotsissa, kun taas Etelä-Ruotsissa sähköntuotanto on vähäistä ja kulutus suurta. Myös uusiutuvista energialähteistä tuotetun sähkön kysyntä kasvaa, kun teollisuus- ja kuljetussektori pyrkivät eroon fossiilisista polttoaineista, mutta kysyntää nostavat myös uudet, paljon sähköä käyttävät toimialat kuten datakeskukset.

Fossiilittoman energian käytöllä ja siten hiilidioksidipäästöjen vähentämisellä on merkittävä myönteinen vaikutus mereen. Ilmakehän korkea hiilidioksidipitoisuus johtaa merten happamoitumiseen, kun ilmassa oleva hiilidioksidi liukenee meriveteen. Merten happamoitumisella on merkittäviä negatiivisia vaikutuksia merieliöihin, kun esimerkiksi kalkki liukenee huonommin, mikä vähentää eläinten ja kasvien kalkin saantia kuorissa ja luissa käytettäväksi. Merten lämpeneminen nostaa merenpintaa, mikä vaikuttaa merenpohjaan ja siellä eläviin eläimiin ja kasveihin. Lämpimämpi vesi myös helpottaa haitallisten vieraslajien leviämistä, kun taas nykyiseen ilmastoon sopeutuneiden lajien on siirryttävä pohjoiseen kohti kylmempää vettä – tai kuoltava.

4.2 Maailmanlaajuiset kestävän kehityksen tavoitteet

YK:n jäsenvaltiot ovat laatineet maailmanlaajuiset kestävän kehityksen tavoitteet, joita on tavoiteohjelmassa yhteensä 17, ks. kuva 29. Ohjelman tarkoitus on saavuttaa neljä päätavoitetta vuoteen 2030 mennessä (www.globalamalen.se). Neljä päätavoitetta:

- äärimmäisen köyhyyden poistaminen
- eriarvoisuuden ja epäoikeudenmukaisuuden vähentäminen maailmassa
- rauhan ja oikeudenmukaisuuden edistäminen
- ilmastokriisin ratkaiseminen.

Ohjelman 17 tavoitetta liittyvät maailmanlaajuiseen kehitykseen, johon kuuluu kaikkea meriluonnonvarojen käytöstä kaupunkien rakentamiseen ja kestävän kehityksen mukaiseen kulutuskäyttäytymiseen. Näistä 17 tavoitteesta yhdeksän voidaan yhdistää tuulivoimaan, ks. taulukko 9. Yhteytenä voi olla, että tavoitteita voidaan edistää tuulivoiman avulla, mutta ne voivat myös olla asioita, joita rakentamisessa on huomioitava, jotta tavoitteita ei haitata.

KUVA 29. Maailmanlaajuiset kestävän kehityksen tavoitteet (www.globalamalen.se).

TAULUKKO 9. Maailmanlaajuisten kestävän kehityksen tavoitteiden ja tuulivoiman rakentamisen yhteys.

Tavoitteen nro	Teema	Yhteys tuulivoiman rakentamiseen
Tavoite 3	Terveys ja hyvinvointi	Yleistavoite, joka kattaa kaikenikäisten kestävän kehityksen kaikki näkökohdat. Erityisesti tuulivoiman osalta yhteys liittyy pääasiassa psykososiaaliseen terveyteen (mukaan lukien kaikki mahdollisista asuinympäristön havaittavista häiriöistä lisääntyvän uusiutuvan energian luomaan tulevaisuudenuskoon), mutta myös pienempään riskiin kuolla kemikaalipäästöjen tai muun maaperän, veden ja muiden elinympäristöjen saastumisen seurauksena.
Tavoite 6	Puhdas vesi ja viemäröinti kaikille	Yhdistävän tekijänä on juomaveden varmistaminen kaikille ja veteen liittyvien ekosysteemien suojeleminen. Tuulivoimalaitoksia perustettaessa on tärkeää ottaa riittävällä tavalla huomioon, että tätä tavoitetta ei haitata.
Tavoite 7	Kestävä energia kaikille	Tavoite tähtää muun muassa uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseen maailmassa. Tuulivoimalla on keskeinen rooli tässä kehityksessä yhdessä muiden uusiutuvien energialähteiden kanssa. Yleisemmin tavoitteessa keskitytään myös puhtaan energian saatavuuteen kaikille.
Tavoite 9	Kestävä teollisuus, innovaatiot ja infrastruktuuri	Tavoite korostaa muun muassa tieverkkojen, mobiiliteknologian ja sähköverkkojen turvallisuutta ja vakautta. Kestävän teollisuussektorin luomiseksi tarvitaan myös uusiutuvaa energiaa. Tuulivoiman tuotanto voi vaikuttaa tähän positiivisesti.
Tavoite 11	Kestävät kaupungit ja yhteisöt	Kestävä kaupunkikehitys tarkoittaa muun muassa liikenteen sähköistämisen lisäämistä. Tämä edellyttää ympäristöystävällistä ja kestävästi tuotettua sähköä, ja tässä tuulivoimasta on hyötyä. Tähän tavoitteeseen sisältyy myös luonnon- ja kulttuuriperinnön suojelu, joka joissakin tapauksissa koskee alueita, joille tuulivoimaa sijoitetaan. Lisäksi tuulivoimateknologian kehittyminen mahdollistaa tuulivoimahankkeita useammissa maissa ja kaupungeissa. Uusiutuvan energian tarve on suuri kaupungeissa ympäri maailmaa.
Tavoite 12	Kestävä kulutus ja tuotanto	Tavoite koskee käytettävissä olevien luonnonvarojen hyödyntämistä ja hallintaa ympäristön, yhteiskunnan ja talouden kannalta. Tuulivoima on uusiutuva luonnonvara, jota tulisi käyttää tehokkaasti, ja myös tuulivoiman rakentamispaikat tulisi arvioida näiden näkökohtien perusteella. Tavoitteena on myös kemikaalien ja jätteiden vastuullinen käsittely sekä jätteen määrän vähentäminen. Tuulivoiman rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana on tärkeää käsitellä kemikaaleja ja jätteitä resurssitehokkaasti ja vastuullisesti sekä varmistaa, että mahdollisimman suuri osa käytetyistä materiaaleista voidaan kierrättää.
Tavoite 13	Ilmastonmuutoksen hillitseminen	Tavoitteen tarkoitus on hillitä ilmastonmuutosta. Painopiste on ennen kaikkea muuttuvaan ilmastoon valmistautumisessa. Tähän tavoitteeseen sisältyy myös Pariisin sopimus kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä ja se, että maapallon lämpeneminen ei saa ylittää kahta astetta.
Tavoite 15	Ekosysteemit ja luonnon monimuotoisuus	Tavoite käsittelee muun muassa ekosysteemien kestävää käyttöä. Tuulivoiman rakentamisessa on otettava huomioon alueen ekosysteemit ja luonnon monimuotoisuus sekä tuulivoimapuistojen kumulatiiviset vaikutukset, jotta toiminta ei haittaa tavoitetta.
Tavoite 17	Täytäntöönpano ja maailmanlaajuinen kumppanuus	Maailmanlaajuisen solidaarisuuden yleinen tavoite. Se, että tuulivoimateollisuutta viedään eteenpäin (sekä teknisen että tieteellisen kyvykkyyden osalta), voi edistää maailmanmarkkinoiden kehitystä ja kannustaa tuulivoiman käyttöön maailmanlaajuisesti.

4.3 Ruotsin ympäristötavoitejärjestelmä

Ruotsin ympäristötavoitejärjestelmä koostuu yhdestä sukupolven tavoitteesta, 16 ympäristön laatutavoitteesta ja 17 välitavoitteesta (www.miljomal.nu). Ympäristötavoitejärjestelmässä määritellään, miten Ruotsin tulisi edetä saavuttaakseen maailmanlaajuisten kestävän kehityksen tavoitteiden ympäristöseikat.

Ympäristötavoitejärjestelmän tarkoitus on ohjata kestävän kehityksen työtä ja toimia ohjenuorana kaikessa ruotsalaisessa ympäristötyössä riippumatta siitä, missä ja kenen toimesta se tehdään. Tuulivoiman rakentaminen edistää suoraan ja välillisesti ilmastovaikutusten vähentämisen ympäristön laatutavoitetta estämättä muiden ympäristön laatutavoitteiden saavuttamista. Jotta tuulivoima varmasti noudattaa ympäristön laatutavoitteita, on sen suunniteltujen toimien sijainti ja rakenne huomioitava. Tuulivoimalla pyritään ensisijaisesti vähentämään ilmastoon kohdistuvia vaikutuksia ja luomaan myrkytön ympäristö, jossa on terveitä meriä, eläviä rannikoita ja saaristoja sekä runsas kasvisto ja eläimistö. Se, mitkä tavoitteet tulevat kyseeseen ja onko vaikutus negatiivinen vai positiivinen, riippuu sijainnista, näkökohdista ja muista tekijöistä. Muilla tavoitteilla ei ole selvää yhteyttä tuulivoimakapasiteetin kasvuun, jos se toteutetaan vakiintuneiden menetelmien mukaisesti.

5. TULEVAT TYÖT

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti, miten tulevat ympäristöarvioinnit on järjestetty, millaisia tutkimuksia suunnitellaan ja millaiseksi hankkeen aikataulu muodostuu.

5.1 Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)

Kuulemismenettelyn päätyttyä laaditaan YVA. YVA on lupahakemuksen liitettävä olennainen asiakirja. YVA:n tarkoituksena on määrittää toiminnan suunnittelun ympäristöasiat ja muodostaa perusta hyväksyntäviranomaisen päätöksenteolle.

YVA:ssa yksilöidään ja kuvataan ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvat suorat ja epäsuorat ympäristövaikutukset ja pohjustetaan yleinen arviointi suunniteltujen toimien vaikutuksia.

Tulevan YVA:n sisältö ja laajuus

Tulevassa YVA:ssa suositellaan noudatettavan samaa lähestymistapaa kuin tässä kuulemisasiakirjassa. Sen painopiste on kuitenkin suunniteltujen toimien ympäristövaikutusten tarkemmassa selvittämisessä sekä niistä aiheutuvien merkittävien ympäristövaikutusten korostamisessa.

YVA:ssa kuvataan myös hankkeen aikana toteutettavat turvatoimet sekä rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana tehtävät toimet, joilla vältetään, minimoidaan, ennallistetaan tai kompensoidaan haitalliset ympäristövaikutukset. Tässä vaiheessa saatavilla olevien tietojen perusteella arvioimme seuraaviin asioihin kohdistuvat merkittävät ympäristövaikutukset:

- Luonnonympäristö – negatiiviset vaikutukset lintuihin, merinisäkkäisiin ja lepakoihin
- Luonnonympäristö – positiiviset vaikutukset tiettyihin lajeihin, kuten pohjaeliöihin, kaloihin ja joihinkin merilintuihin, jotka liittyvät "keinoriuttoihin" ja troolaus- ja meriliikenteen häiriöiden vähenemiseen
- Ääni/melu ja sameus vedessä
- Merenkulku – merialueiden käyttöönotto
- Ilmasto – uusiutuvan energian tuotannon positiivinen vaikutus alueella, jolla kysyntä ylittää nykyisen tuotannon

Nämä asiat tutkitaan ja kuvataan tarkemmin YVA:ssa.

Hankkeen toteuttamisen eri vaiheissa tehtävien tutkimusten tuloksista saadaan todennäköisesti lisää tietoa todellisista olosuhteista useimpien tutkittavien tekijöiden osalta.

5.2 Suunnitellut tutkimukset ympäristöluvan myöntämiseen saakka

YVA:n puitteissa tehdään useita tutkimuksia ja selvityksiä. Näiden tulokset muodostavat perustan tuulivoimapuiston sijoittelulle hakemuksessa, koska tuulivoimaloiden sijainti ja sisäiset sähkö- ja tietoliikenneverkot mukautetaan parhaalla mahdollisella tavalla havaittuihin olosuhteisiin negatiivisten vaikutusten minimoimiseksi. Seuraavat laskennat ja tutkimukset on tehty tai tehdään:

Merenpohja- ja vesitutkimukset

Jotta merenpohjan ympäristöä voitaisiin arvioida YVA:ta varten, alueelta otetaan useita erilaisia pohjanäytteitä. Suunnitelluilla tutkimuksilla pyritään tutkimaan *infaunaa* (merenpohjan sisällä elävät eläimet) ja *epifaunaa* (merenpohjan päällä elävät eläimet) sekä pohja-aineksen raekokoa ja koostumusta. Tätä täydennetään DDV-videotutkimuksilla (drop-down video). Sedimenttinäytteet otetaan kahmarilla ja infaunan näytteet kairalla, esimerkiksi HAPS-laitteella.

Lisäksi mitataan pohjan happipitoisuus ja tuotetaan mallinnustietoja alueen merivirroista ja suolapitoisuudesta.

Löydöksistä kuten kulttuuriesineistä, miinoista ja muista kappaleista ilmoitetaan asiaankuuluville viranomaisille.

Merenpohjan tutkimusten luvat edellyttävät erillisiä hakemuksia, ks. taulukko 1.

Luonnon- ja kulttuuriarvot

Infaunasta otettavilla näytteillä tutkitaan merenpohjan päällä ja sisällä elävää eliöstöä. Sedimenttinäytteiden avulla voidaan määrittää pohjan raekoko, koostumus ja happipitoisuus. Tätä voidaan käyttää arvioitaessa elämän jatkumisen mahdollisuuksia ja ympäristömyrkkyjen leviämisriskiä sekä myöhemmin osana geofysikaalisen kartoituksen kalibrointia.

- Kalat ja selkärangattomat
- Pohjatutkimukset pohjan eläimistöstä ja kasvistosta
- Merinisäkkäät: Alustava aineistotutkimus alueen merkittävyyden selvittämiseksi ensisijaisesti pyöriäisen ja hallin osalta sekä merinisäkkäitä koskevien tutkimusten tarpeen selvittämiseksi
- Linnut: Tutkimuksia tehdään eri vuodenaikoina riippuen kyseisen lajin elintavoista. Tiheys voidaan määrittää lentokoneesta, veneestä tai GPS:n avulla.
- Lepakot: Aineistotutkimus. Aiemmat havainnot, tiedot ja todennäköisyydet tarkastetaan hankealueen kautta tapahtuvan muuton osalta.
- Lajien suojelu: asiaankuuluvien lajien suojelun tutkiminen
- Meriarkeologinen tutkimus

Visualisoinnit, mittaukset ja mallinnukset

- Synteesianalyysi
- Valokuvaesitys
- Estevaloanimaatio
- Äänilaskelmat
- Äänilaskelmat, mukaan lukien matalataajuisten äänten leviäminen vedenpinnan alla
- Hankkeen kumulatiiviset vaikutukset yhdistettynä muihin vaikutuksiin esimerkiksi muista tuulivoimapuistoista ja merenkulusta
- Analyysi mahdollisista tuulivoimapuistoa koskevista yhteisvaikutuksista veden kierrossa, happipitoisuudessa ja rehevöitymisessä tapahtuvien muutosten osalta

Meriliikenne

Merenkulkuun liittyvistä riskeistä laaditaan analyysi, joka perustuu alueen sijaintiin merenkulun näkökulmasta. Vaikutukset kauppamerenkulkuun, riskit ja tarkoituksenmukaiset turvatoimet tutkitaan ja arvioidaan perusteellisesti, pääasiassa siltä osin kuin on kyse alusten navigointilaitteiden häiriöiden riskistä, törmäysriskistä, tuulivoimapuiston ja lähialueen laivaväylien välisistä turvaetäisyyksistä, tuulivoimapuiston aiheuttamista meriliikenteen rakenteen muutoksista, alueella olevien meriturvallisuuslaitteiden muuttamis-, siirtämis- tai perustamistarpeesta, rakennus- ja käytöstäpoistovaiheeseen liittyvistä riskeistä ja toimenpiteistä, merenkulun ja ympäristön elvytystoimien edellytyksistä sekä tuulivoimapuiston merkitsemisestä meriliikennettä varten meriturvallisuuslaitteita koskevien Ruotsin kuljetusviraston määräysten ja yleisten suositusten (TSFS 2017:66) mukaisesti. Huomioon otetaan myös muihin lähistön (olemassa oleviin tai suunniteltuihin) merituulivoimapuistoihin liittyvät kumulatiiviset vaikutukset.

Maanpuolustus

Hankkeen ja maanpuolustuksen yhteiskäytöstä on käynnistetty tutkimus, jota koordinoidaan yhdessä Ruotsin puolustusvoimien kanssa ja joka perustuu pääasiassa Ruotsin maanpuolustuksen kansalliseen etuun.

Sähköliitäntä ja sisäinen verkko

Ruotsin kantaverkkoyhtiölle on toimitettu erillinen hakemus. Ruotsin kantaverkkoyhtiö tekee kytkentävaihtoehdoista erillisen tutkimuksen. Heti kun sopivasta yhteyspisteestä on annettu ennakkoilmoitus, aloitetaan yhteistyösopimuksen ja teknisen toteutuksen tutkimuksen laatiminen. Sähköliitäntään sisältyy todennäköisesti kaapelin veto maalla sijaitsevalle sähköasemalle. Tämä selvitetään erillisessä kuulemismenettelyssä ja lupahakemuksessa.

Sisäisen verkon ja sähköasemien mahdolliset vaikutukset kasveihin ja eläimiin sekä rakennusvaiheen että käytön aikana analysoidaan ja selvitetään YVA:ssa, ja ne ovat osa onnettomuuden tai sabotaasin riski- ja haavoittuvuusanalyysiä.

5.3 Suunnitellut tutkimukset annetun ympäristöluvan mukaisesti

Tuulenmittaus

Alueen tuuliolosuhteita tutkitaan rakentamalla yksi tai useampi mittausmasto tai vaihtoehtoisesti käyttämällä laserlaitteita (lidar) tuotanto- ja kuormituslaskelmien tarkkuuden parantamiseksi.

Merenpohjan kartoitukset

Ennen hakemuksen lähettämistä tehtyjen merenpohjan kartoitusten perusteella perustusten ja kiinnitysten lopullinen suunnittelu edellyttää lisätutkimuksia, kunhan ympäristölupa on saatu. Näiden laajuus määräytyy tutkimusten tulosten ja valittavan tuulivoimaloiden ankkurointi- ja perustustekniikan mukaan.

Suunniteltujen tuulivoimaloiden sijaintien ja sisäisten kaapeliverkkojen johtokäytävien geofysiikka ja -tekniikka tutkitaan tarkemmin luvan perusteella. Geofysikaalisia tutkimuksia tehdään mahdollisten esteiden tunnistamiseksi ja sijoitusalueen merenpohjan arvioimiseksi. Tutkimukset tehdään kaiku- ja ääniluotaimella. Lisäksi tehdään seismisiä kartoituksia, jotta saataisiin lisää tietoa siitä, mitä merenpohjan alla on. Lopuksi voidaan ottaa geoteknisiä porausnäytteitä voimaloiden sijoituspaikoissa.

Tässä vaiheessa tehdään myös tarkka analyysi räjähtämättömien taisteluvälineiden (UXO) esiintymisestä tulevien rakennustöiden turvallisuuden varmistamiseksi voimaloiden sijoituspaikoissa. Tutkimus tehdään tarkasti magnetometreillä ennen merenpohjaan kohdistuvia töitä. Tutkimuksen tulokset ilmoitetaan asiaankuuluville viranomaisille.

Samaan aikaan geofysikaalisen tutkimuksen kanssa tehdään myös meriarkeologinen kartoitus mahdollisista voimaloiden sijoituspaikoista ja johtokäytävistä. Arkeologisista löydöksistä ilmoitetaan asiaankuuluville viranomaisille, eikä rakentamista toteuteta alle 100 metrin etäisyydellä löydöksistä.

Jotta pyöriäiset ja muut merinisäkkäät eivät häiriintyisi, suoritetaan ennen merenpohjan kartoitusta passiivinen ääniseuranta (passive-acoustic monitoring, PAM) neljällä työalukseen asennetulla hydrofonilla. Kun on varmaa, ettei alueella ole pyöriäisiä tai muita nisäkkäitä, pohjatutkimuslaitteet käynnistetään pehmeästi, jotta merinisäkkäät pysyvät loitolla ennen häiritsevämpiin taajuuksiin siirtymistä.

Korkean amplitudin äänipulssit, joita käytetään pohjanalaiseen profilointiin (esim. Innomar SBP (Innomar, 2016)), voivat vaikuttaa merinisäkkäiden kuuloon. Riskiarviossa on huomioitava äänenpainetaso (SPL), äänialtistustaso (SEL) ja näiden rajat. Yleisesti käytetyillä lyhyillä äänipulsseilla ja parametrisen pohjan profiloinnin kapealla pulssin suuntauksella merinisäkkäisiin kohdistuvien haittojen riski on paljon pienempi kuin perinteisellä (lineaarisella) akustiikalla (boomer-, sparker- ja

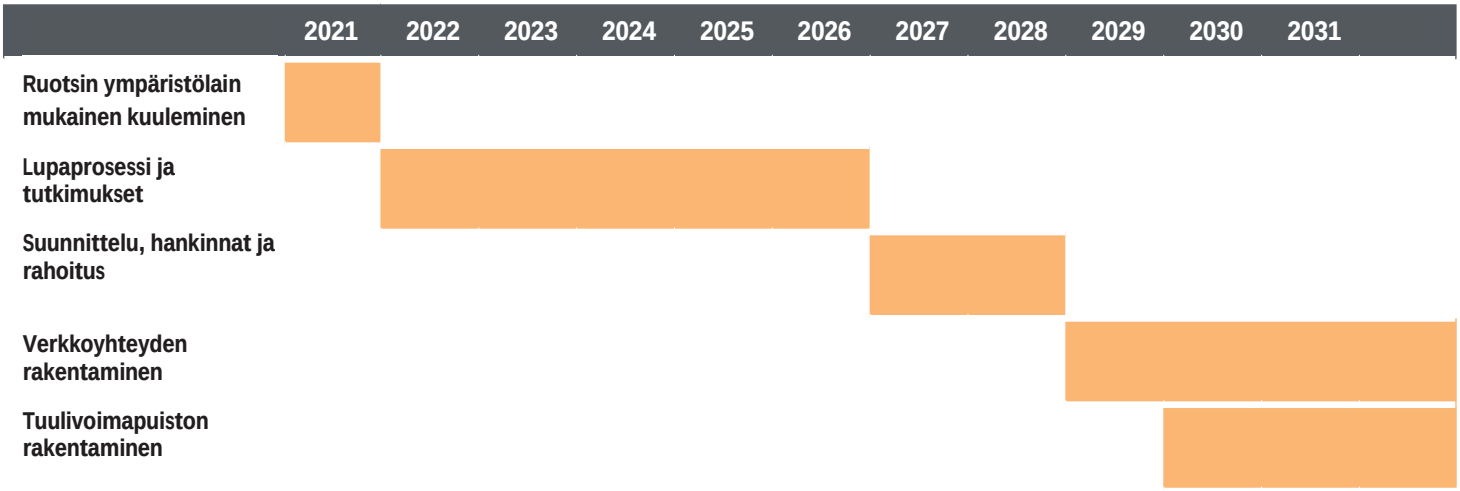
chirp-järjestelmät) tai seismisillä energialähteillä kuten ilmatykeillä. Innomar SBP:n osalta voidaan todeta, että sen tuottama SPL tai SEL ei ylitä mitään tilapäisen kuulonaleneman tunnettua rajaa yli 20 metrin vaakasuoralla etäisyydellä anturista. Vaikka on epätodennäköistä, että aluksen lähellä olisi nisäkkäitä, kun Innomar SBP kytketään päälle, se joutuu hyvin nopeasti tämän alueen ulkopuolelle. Tästä syystä suositeltavaksi menetelmäksi on valittu parametrinen pohjan alainen profilointilaite, esimerkiksi Innomar SBP.

5.4 Alustava aikataulu ja toteutus

Baltic Offshore Delta -tuulivoimapuiston toteutusajaksi arvioidaan noin kymmenen vuotta. Hankkeen eri vaiheiden jakautuminen rakentamiseen asti esitetään jäljempänä kuvassa 30.

Tavoitteena on, että Njordr Offshore Wind AB jättää Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukaisen lupahakemuksen suunnitellun tuulivoimapuiston rakentamisesta ja toiminnasta vuonna 2023.

Edellä luetellut perusteelliset tutkimukset tehdään vuosina 2022–2026, ja ne muodostavat perustan suunnitellun tuulivoimapuiston sijoittelulle. Tutkimukset liitetään kokonaisuudessaan laadittuun YVA:han.



KUVA 30. Lupaprosessin, tutkimusten ja toteutuksen aikataulu.

LÄHDELUETTELO

Ahlén, I., Baagøe, H. J., Bach, L. (2009). Behaviour of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea. I Journal of Mammalogy, Vol. 90 (1318-1323).

Andersson, Mathias & Öhman, Marcus. (2010). Fish and sessile assemblages associated with wind turbine constructions in the Baltic Sea. Marine and Freshwater Research. 61. 642–650. 10.1071/MF09117. www.researchgate.net/publication/236605205_Fish_and_sessile_assemblages_associated_with_wind_turbine_constructions_in_the_Baltic_Sea

AquaBiota (2016). Protected areas for porpoises in Swedish waters. AquaBiota water Research on behalf of the Swedish Agency for Marine and Water Management. Report 2016:04.

Swedish Species Information Centre (2020). Conditions and trends for species and their habitats – red-listed species in Sweden 2020. www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-var-verksamhet/publikationer/32.-tillstand-och-tren-der-2020/tillstand-trender.pdf Noudettu 2021-09-28.

Baltic InteGrid (u.a.). Baltic InteGrid: Baltic InteGrid: towards a meshed offshore grid in the Baltic Sea. Summary report. www.baltic-integrid.eu/index.php/download.html Noudettu: 2021-09-16.

Baltic InteGrid, 2019. Baltic InteGrid review: towards a meshed offshore grid in the Baltic Sea. Final report.

Benke, H., Bräger, S., Dähne, M., Gallus, A., Hansen, S., Honnef, C. G. & Narberhaus, I. 2014. Baltic Sea harbour porpoise populations: Status and conservation needs derived from recent survey results. Marine Ecology Progress Series, 495, 275–290.

Boverket (2017). National interests are nationally important areas. www.boverket.se/sv/samhallsplanering/sa-planeras-sverige/riksintressen-ar-bety-delsefulla-omraden

Brundtlandin komissio (1987). Our common future. Tukholma: Prisma.

Carpenter JR, Merckelbach L, Callies U, Clark S, Gaslikova L, Baschek B (2016). Potential Impacts of Offshore Wind Farms on North Sea Stratification. PLoS ONE 11(8): e0160830. doi:10.1371/journal.pone.0160830

Dornhelm et al. (2019). Vindby—A Serious Offshore Wind Farm Design Game. Energies 2019, 12 (8), 1499; https://doi.org/10.3390/en12081499. Avoin artikkeli, jakelu Creative Commons Nimi mainittava -lisenssi.

Durinck, J., Skov, H., Jensen, F.P. & Pihl, S. (1994). Important Marine Areas for Wintering Birds in the Baltic Sea. EU DG XI tutkimussopimus nro 2242/90-09-01. Ornis Consultin raportti.

EMODnet (2021). Human activities. www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php Vierailtu 2021-09-16.

Ruotsin energiavirasto (2018). Ruotsin energiaviraston tuulivoimastrategia. www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/framjande-av-vindkraft/vindkraftsstrategi-uppdaterad-2018.pdf

Ruotsin energiavirasto (2019). Tuulivoimatilasto 2018. Kansalliset, läänin- ja kuntatilastot. ER 2019:10.

Ruotsin energiavirasto (2021a). Uusiutuvan sähköntuotannon lisäys vuonna 2020. www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/okning-av-fornybar-elpro-duktion-under-2020 Vierailtu 2021-09-18.

Ruotsin energiavirasto (2021b). Kestävän tuulivoiman kansallinen strategia. Raportti, laadittu yhteistyössä Ruotsin ympäristönsuojeluviraston kanssa. ER 2021:2.

Ruotsin energiavirasto (2021c). Vaikutukset meriympäristöön. Noudettu: 2021-09-24. https://www.energimyndigheten.se/fornybart/vindkraft/vindlov/planering-och-tillstand/svenskt-vatten/inledande-skede/natur-kultur-och-landskap/effekter-i-den-marina-miljon/

Globaalit tavoitteet www.globalamalen.se

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2015). Hyvä meriympäristö 2020. Pohjanmeren ja Itämeren meristrategia, osa 4: Meriympäristöä koskeva toimintaohjelma. Report 2015:30.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2018). Symphony, ekosysteemilähtöinen yhdistetty suunnittelutuki valtioiden merialuesuunnittelulle. Report 2018:1.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2019a). Kuulemisraportti. Pohjanlahden, Itämeren ja Pohjanmeren merialuesuunnitelmien luonnokset ja vaikutustenarvioinnit. Viite 396/18

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2019b). Pohjanlahden, Itämeren ja Pohjanmeren merialuesuunnitelmat. Ehdotus hallitukselle 2019-12-16. Viite 3628/2019

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019c. Itämeri. www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering/havsplaner/forslag-tillhavsplaner/ostersjon.html Vierailtu 2021-09-16.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2021). Meristrategiapuitedirektiivi – EU:n yhteinen tie kohti terveitä meriä. www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsmiljoforvaltning/havsmiljodirektivet.html Vierailtu 2021-09-15.

Havsutsikt (2008). Hapenpuute, merenpohjan kuolema. Numero 2/2008.
HELCOM (2007). HELCOM:n Itämeren toimintasuunnitelma.

ICES (2020). 4.2 Baltic Sea ecoregion – Fisheries overview. Julkaistu 30.11.2020. Versio 2: 3.12.2020. https://doi.org/10.17895/ices.advice.7607

Innomar (2016). Innomar SES-2000 Parametric SBPs and Marine Mammals, Technical Note (Rev. D, June 2016) Dr.-Ing. Jens Wunderlich, Innomar Technologie GmbH.

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. Teoksessa: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. Painossa.

Keck R.-E. ja Sondell N. (2020). Validation of uncertainty reduction by using multiple transfer locations for WRF–CFD coupling in numerical wind energy assessments. Wind Energ. Sci., 5, 997–1005, 2020, https://doi.org/10.5194/wes-5-997-2020

Kjeller Wind Technology (2012). Icing map for Sweden. Karttakirja, 1:600 000. The current number of icing hours at 100 m height above the ground

level. Raportin numero: KVT/ØB/2012/R076
www.vindteknikk.com/downloads

LFV (2021). www.lfv.se/tjanster/luftrumstjanster/flyghinderanalys/luftrum Noudettu: 2021-02-10

Gotlannin lääninhallitus (2018). Seabird use of marine areas around Gotland and the Öland: The importance of protected marine areas. Raportti nro 2018:2.

Tukholman lääninhallitus (2016). Svenska Högarnan luonnonsuojelualueen meribiologian kartoitus 2016. www.lansstyrelsen.se/stockholm/tjanster/publikationer/2018/marinbiologiska-undersokningar-utanfor-svenska-hogarnas-naturreservat-2016.html

Tukholman lääninhallitus (2017). Merilintujen mahdollisten ruokailualueiden mallintaminen Tukholman läänissä. Report 2017:11. www.lansstyrelsen.se/stockholm/tjanster/publikationer/2017/modellering-av-potentiella-fodo-soksomraden-for-sjofagel-i-stockholms-lan.html

Tukholman lääninhallitus (2018). Common guillemots and razorbills – a study of the feeding areas at Svenska Högarna hillocks. Report 2018:4. www.lansstyrelsen.se/stockholm/tjanster/publikationer/2018/sillgrisslor-och-tordmular---stu-die-av-fodosoksomradena-vid-svenska-hogarna.html

Västerbottenin lääninhallitus (2018). A little bat makes a long journey across the sea. www.pressmachine.se/pressrelease/view/liten-fladdermus-gor-langa-flyttningar-over-havet-9443 Luettu 2021-09-24.

Västra Götalandin lääninhallitus, 2014. Porpoises in the Kattegat. PM in case M 2036–12 concerning the construction and operation of an offshore wind farm outside Falkenberg, Kattegat Offshore.

Tanskan ympäristönsuojeluvirasto (2021). Noise from wind turbines. Guidelines from the Danish Environmental Protection Agency. Guideline No. 5 1 February 2021. www2.mst.dk/Udgiv/publikatio-ner/2021/02/978-87-7038-275-5.pdf

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2001: Merituulivoima. Raportti 5139.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2012). Tuulivoiman vaikutukset meren eliöihin. Raportti 6488, Vindval.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2019a). What is Natura 2000? www.naturvardsverket.se/Var-natur/Skyddad-natur/Natura-2000

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2019b). Habitat protection areas. www.naturvardsverket.se/Var-natur/Skyddad-natur/Biotopskyddsomraden

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2020a). Luonnonsuojelualueet – säännöllinen ja vahva suojelumuoto. www.naturvardsverket.se/Var-natur/Skyddad-natur/Naturreservat Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2020b). Tuuliturbiinimelua koskevat ohjeet 2020-12-01.

Nord Stream 2 (2016). Ympäristöraportti, Ruotsi.

Petersen, E. L., Mortensen, N. G., Landberg, L., Höjstrup, J. and Frank, H. P. (1998). Wind Power Meteorology. I osa: Ilmasto ja turbulenssi, tuulienergia, 1 2-22

Rennau, H, Schimmels, S, Burchard, H. (2012). Rakenteen aiheuttaman vastustuskyvyn ja sen Itämereen suuntautuvan sekoittumisen vaikutuksista: Numeerinen mallitutkimus. Rannikkotekniikka 60 (2012) 53–68.

Ruotsin pelastuslaitos (2007). Uudet onnettomuudet tulevaisuuden energiajärjestelmässä. Järjestysnumero 199-161/07.

SGU (2021). Continental Shelf Law www.sgu.se/samhallsplanering/marin-miljo/kontinentalsockellagen/ Visited 2021-09-28.

Skov, H., Heinänen, S., Zydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J.J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissnerm, W., Nehls, H.W., Nilsson, L., Petersen, I.K., Roos, M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A. & Stipniece, A. 2011. Vesilintukanta ja -paineet Itämerellä. Tema Nord 2011: 550.

SLU (2020a). Punaisella listalla olevia lajeja Ruotsissa 2020.

SLU (2020b). Conditions and trends for species and their habitats – red-listed species in Sweden 2020. Raportti nro 24.

SMHI (2021) Lataa merentutkimushavaintoja. www.smhi.se/data/oceanografi/ladda-ner-oceanografiska-observationer#param =seatemperature,stations=all Visited 2021-09-17.

SMHI (2021b). Haiverkko, Secchi-syvyys https://sharkweb.smhi.se/hamta-data/ Käyty 2021-09-23.

Ruotsin ympäristötavoitteet. www.miljomal.nu

Ruotsin vesiympäristö (2021). Harmaahylje. www.sverigesvattenmiljo.se/undersoka-vattenmiljo/population-grasal Visited 2021-09-23.

Vindlov. www.vindlov.se

Vindlov. Vindbrukskollen www.vindlov.se/sv/vindbrukskollen1/vindbruks-kollens-kartor/vindbrukskollens-karttjanst

Vindval (2012). Tuulivoiman vaikutukset meren eliöihin. Yhteenvetoraportti. Raportti 6488.

Vindval (2017). Tarkista, onko vedessä tuulivoimaa. Raportti 6741. Vryhof Anchors, 2010. Anchor Manual 2010, The Guide to Anchoring.

Maantieteelliset tiedot

Ruotsin energiavirasto (2015). tuulivoimapuistojen kansalliset edut, karttamateriaali. www.energimyndigheten.se/fornybart/riksintressen-for-

energiandamal/riksintres-sen-for-vindbruk/kartmaterial Retrieved 2021-03-31.

Euroopan meripoliittinen seurantakeskus ja tietoverkko (EMODnet) (2019). Aluksen tiheys. www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Vessel+Density Retrieved 2021-09-16.

Euroopan meripoliittinen seurantakeskus ja tietoverkko (EMODnet) (2017). Putkilinjat. www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Pipelines Retrieved 2021-09-27.

Ruotsin puolustusvoimat (2019). Kansalliset edut ja vaikutusalueet 2019 sis. sisällysluettelon. www.forsvarsmakten.se/siteassets/4-om-myndigheten/samhallsplanering/shapefiler/2019/riksintressen-och-paverkansomraden- 2019-inkl-innehallsbeskrivning.zip Haettu 2021-03-31 GeoData-portaalista.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HAV (2021). Kalastusta koskeva kansallinen etu. www.havochvatten.se/download/18.473751eb16fd38f6a804e34f/1580470208033/rikintresse-for-yrkesfiske.zip Haettu 2021-08-16.

Swedish Agency for Marine and Water Management, HAV (2019d). Merialuesuunnitelmat, ehdotus hallitukselle (tietokokonaisuus). www.havochvatten.se/download/18.4705beb516f0bcf57ce1cc90/1576579743941/Datadokumentation_Havsplaner_förslag_till_re-geringen.pdf Haettu 2021-09-07.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HAV (2017). Tuulen osalta kiinnostavat alueet, merialuesuunnittelun perusta. Vastaanotettu sähköpostitse HAV: ltä 2021.09.24.

HELCOM (2018). HELCOM HOLAS II -tietojoukko: Kaapelit (2018). http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/c0e73e71-cafb-4422-a3a3-115687fd5c49 Haettu 2021-09-16.

HELCOM (2019). Toisessa maailmansodassa upotetut miinat – riskialueet. http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/d424a749-6dba-4c54-89b1-abbfc3c5be53 Haettu 2021-09-16.

Lääninhallitus (2021). Ruotsin kulttuuriperintövirasto, RI Kulttuuriperinnön suojelu. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/RAA.RAA_RI_kulturmiljo-vard_MB3kap6.zip Haettu 2021-08-16 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI eri ulkoilu Ruotsin ympäristölaki, osa 2. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_Ror-ligt_friluftsliv_MB4kap2.zip Haettu 2021-08-01 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI Murtumaton rannikko MK4 Luku 3. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_O

bru-ten_kust_MB4kap3.zip Haettu 2021-08-01 Ruotsin lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI Erittäin hyödynnetty rannikko Ruotsin ympäristölaki luku 4. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.Lst_RI_Hogexploateradkust_MB4kap4.zip Haettu 2021-08-01 Ruotsin lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI Erittäin hyödynnetty rannikko Ruotsin ympäristölaki luku 4. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.Lst_RI_Hogexploateradkust_MB4kap4.zip Haettu 2021-08-01 Ruotsin lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI rikkoutumattomat vuoret Ruotsin ympäristölainsäädännön luku. 4 sek. 5. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.Lst_RI_Obrutet_fjall_MB4kap5.zip Haettu 2021-08-01 Ruotsin lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI Suojellut vesiväylät, Ruotsin ympäristölaki 4 luku 6 §. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_Skyddade_vattendrag_MB4kap6.zip Haettu 2021-08-01 Ruotsin lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). RI National City Park Environmental Code, Chap. 4, Sec. 7. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_Nationalstadspark_MB4kap7.zip Haettu 2021-08-01 Ruotsin lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). RI Outdoor Life. http://gpt.vicmetria.nu/data/land/RI_Friluftsliv.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). SCI Nationwide. http://gpt.vicmetria.nu/data/land/SCI_Rikstackande.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). SPA Nationwide. http://gpt.vicmetria.nu/data/land/SPA_Rikstackande.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). NP. http://gpt.vicmetria.nu/data/land/NP.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). NM. http://gpt.vicmetria.nu/data/land/NM.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Http://gpt.vicmetria.nu/data/land/NR.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Muut ympäristötietoportaalin ympäristösopimukset. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/NVA.zip Retrieved 2021-08-01.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). NVO. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/NVO.zip Haettu 2021-08-01 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). RAMSAR. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/RAMSAR.zip Haettu 2021-08-01 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). VSO. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/VSO.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). PS HELCOM. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/PS_HELCOM.zip Haettu 2021-06-10 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Biosfäärin alueet. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/biosfarsomraden.zip Haettu 2021-06-10 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2014). RI Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/RI_Naturvard.zip Haettu 2021-08-16 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin metsähallitus (2021). Biotooppisuojaus. http://geodpags.skogsstyrelsen.se/geo-dataport/data/sksBiotopskydd.zip Retrieved 2021-08-16.

Ruotsin liikennehallinto (2021). Kansallisten etujen kartat. Kansalliset edut.

www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplane-ring/Riksintressen/Kartor-over-riksintressen Retrieved 2021-08-16.

Vindlov, Vindbrukskollen (2021). www.energimyndigheten.se/fornybart/vindkraft/vindlov/vindbrukskollen Noudettu 2021-09-20.

Liite 1.
TERMIT JA MÄÄRITELMÄT

Olemme koonneet lukijan tehtävän helpottamiseksi erityisiä termejä ja määritelmiä, joita käytämme suunniteltujen toimien sekä hankkeen olosuhteiden ja odotettujen ympäristövaikutusten kuvaamiseen.

TAULUKKO 10. Asiakirjassa käytettyjen lyhenteiden määritelmät:

Termi	Määritelmä/selite
Teho	Energian muuntonopeus. Tuotantokapasiteettia mitataan kilowatteina (kW) ja sen kerrannaisina: 1 000 kW = 1 megawatti (MW) 1 000 MW = 1 gigawatti (GW) 1 000 GW = 1 terawatti (TW)
Energia	Voiman ja ajan tuote. Tuotettua energiaa mitataan kilowattitunteina (kWh) ja sen kerrannaisina: 1 000 kWh = 1 megawattitunti (MWh) 1 000 MWh = 1 gigawattitunti (GWh) 1 000 GWh = 1 terawattitunti (TWh)
Oheistoiminta	Yhteinen nimi tuulivoimaloiden edellyttämille toiminnoille: Tuulivoimapuiston sisäiset sähkölinjat, sähköyhteydet maihin, paalutus ja perustusten rakentaminen sekä osien kuljettaminen laivalla tuulivoimapuistoihin.
Ympäristö-vaikutukset	Ruotsin ympäristölain 2 luvun 2 § mukaan; ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuvat vaikutukset. Yksityiskohtaisempi selitys on alaluvussa 1.2 *Nykyinen lainsäädäntö*.
Ympäristö-vaikutusten arviointi (YVA)	Lupahakemukseen liitettävä asiakirja. Asiakirjassa on kuvattava ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvat suorat ja välilliset ympäristövaikutukset, ja sen avulla on voitava tehdä kokonaisarvio suunniteltujen toimien seurauksista.
Hankealue	Alue, jossa tuulivoima-urakoitsija on arvioinut tuulivoimaloiden rakentamishankkeen toteutuvan.
Kuulemis-asiakirja	Suunniteltua hanketta koskevia tietoja sisältävä asiakirja, jossa kuvataan yleisesti ne ympäristövaikutukset, joita suunnitelluilla toimilla katsotaan olevan.
Varotoimet	Toimenpiteet, joilla haitalliset ympäristövaikutukset vältetään, minimoidaan, ennallistetaan tai kompensoidaan.
Kokonaiskorkeus	Turbiinin napakorkeus (tornin korkeus) lisättynä roottorin lavan pituudella eli tuulivoimalan korkeus lavan kärkeen asti, kun lapa on yläasennossa.

LIITE 2. KUULEMISKIERROS

Estekysely

Baltic Offshore Delta -hankkeen estekysely on lähetetty seuraaville tahoille:

- Ruotsin puolustusvoimat
- Ruotsin siviili-ilmailuvirasto
- Ruotsin siviilivalmiusvirasto
- Ruotsin merenkulkuvirasto
- Ruotsin liikennevirasto (Trafikverket)
- Ruotsin kuljetusvirasto (Transportstyrelsen)
- Arlandan lentoasema
- Bromman lentoasema

- Hi3G Access AB (Tre)
- Posti- ja televiestintälautakunta
- Tele2
- Telenor
- TeliaSonera AB (Telia Company)
- Teracom AB

Ehdotus kuulemiskierrokseksi

Ehdotettu kuulemiskierros sisältää seuraavat tahot:

- Ruotsin asumis-, rakennus- ja suunnitteluvirasto (Boverket)
- Ruotsin energiamarkkinoiden tarkastusvirasto
- Ruotsin energiavirasto
- Greenpeace
- Haningen kunta
- Meri- ja rannikkokalastajien järjestö
  Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto
- Ruotsin meriympäristöinstituutti
- Ruotsin maatalouslautakunta
- Ruotsin lakiasiain-, rahoitus- ja hallintopalveluvirasto
- Ruotsin kuninkaallinen pursiseura (KSSS)
- Ruotsin rannikkovartiosto
- Gotlannin lääninhallitus
- Tukholman lääninhallitus
- Ruotsin siviilivalmiusvirasto (MSB)
- Ruotsin luonnonhistoriallinen museo
- Tukholman luonnonsuojeluyhdistys
- Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto

- Northstream
- Norrtäljen kunta
- Tukholman alue
- Ruotsin kansallisperintölautakunta
- Ruotsin merenkulkuvirasto
- Tukholman läänin saaristosäätiö
- Vesiluonnonvarojen osasto (SLU Aqua)
- Ruotsin meteorologinen ja hydrologinen instituutti (SMHI)
- Ruotsin merenkulun ja liikennehistorian museot
- Ruotsin vapakalastajayhdistys
- Tukholman satamat
- Tukholman kauppakamari
- Tukholman ornitologinen yhdistys
- Ruotsin veneliitto
- Ruotsin kantaverkkoyhtiö
- Ruotsin risteily-yhdistys
- Ruotsin luonnonsuojeluyhdistys
- Ruotsin kalantuottajien järjestö (SFPO)
- Ruotsin geologinen tutkimuslaitos
- Ruotsin geotekninen instituutti (SIG)
- Ruotsin kalantuottajien järjestö (SFPO)
- Ruotsin ornitologinen yhdistys (Birdlife Sweden)
- Ruotsin pelagisten kalastajien liitto
- Ruotsin kuljetusyritysten keskusliitto
- Maailman luonnonsäätiö (WWF)
- Värmdön kunta
- World Maritime University
- Österåkersin kunta

Kansainväliset

- Kaikki asianosaiset maat Espoon sopimuksen perusteella

LIITE 3. MELULASKELMAT NORD 2000

Erillinen raportti.

LIITE 4. MELULASKELMAT (TANSKAN MALLI)

Erillinen raportti.

LIITE 5. VALOKUVAESITYS

Erillinen raportti.

Alla olevan toimeksiannosta