

Kuulemisasiakirja

Njordr Offshore Wind AB
Bothnia Offshore Sigma



Sweco Sweden AB
Tehtävä
Tehtävän numero

RegNo 556767-9849
Bothnia Offshore Sigma
30057478

Asiakas
Ver

Njordr Offshore Wind AB

Tarkastaja

Inger Poveda Björklund

Päivämäärä
Laatija
Asiakirjan numero
Asiakirjaviite

13.10.2023
Timea Lind ja Andreas Mitander

Hyväksyjä

p:\21345\30057478_bothnia_offshore_sigma\000\10_original\leverans\samrådsunderlag\samrådsunderlag bothnia offshore sigma.docx

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	6
1.1	Tausta	6
1.2	Hakemus	6
1.3	Lainsäädäntö	6
1.4	Tietoa yhtiöstä	7
1.5	Hakemuksen alustava aikataulu	7
1.6	Kuulemismenettely	7
1.7	Siirtyminen kestävään energiajärjestelmään	9
2.	Sijainti	11
2.1	Sijaintia koskeva prosessi	11
2.2	Bothnia Offshore Sigma -tuulipuisto	12
3.	Tuulipuiston suunnittelu	16
3.1	Tuulivoimalat ja niiden sijoittelu	17
3.2	Perustukset	19
3.3	Sähköliitäntä	21
3.4	Esteiden valaistus	21
4.	Hankkeen vaiheet	25
4.1	Rakentaminen	25
4.1.1	Pohjaan ankkuroidut tuulivoimalat	25
4.1.1	Merisähköasema	26
4.1.2	Sisäinen kaapeliverkko ja yhdyskaapelit	26
4.2	Käyttö	27
4.3	Käytöstä poistaminen	27
5.	Ympäristön kuvaus	28
5.1	Tuulivoimavarat	28
5.2	Merialuesuunnittelu	29
5.2.1	Merialuesuunnitelma	29
5.2.2	Energia-alueita koskeva ehdotus	31
5.2.3	Alueen nykyiset ja suunnitellut hankkeet	33
5.3	Kansalliset edut ja suojellut alueet	34
5.3.1	Kansalliset edut	34
5.3.2	Natura 2000 ja muut luonnonsuojelualueet	37
5.3.3	Unescon maailmanperintökohde	38
5.4	Syvyys ja pohjaolosuhteet	39
5.4.1	Batymetria	39
5.4.2	Kallioperä ja pohjan koostumus	39

5.4.3	Seisminen toiminta	41
5.5	Hydrografia ja happiolosuhteet	42
5.5.1	Aaltoilmasto	42
5.5.2	Jääpeite	44
5.5.3	Happiolosuhteet ja suolapitoisuus	45
5.6	Luonnonympäristö.....	45
5.6.1	Linnut	45
5.6.2	Lepakot	45
5.6.3	Kalat.....	46
5.6.4	Benttinen ympäristö	46
5.6.5	Merinisäkkäät.....	46
5.7	Ulkoilu ja virkistys.....	47
5.8	Kulttuuriympäristö ja meriarkeologia	47
5.9	Väylät ja merenkulku	48
5.10	Ammattikalastus	49
5.11	Miinariskialueet.....	52
5.12	Johdot ja kaapelit	52
5.13	Ilmailu	52
6.	Mahdolliset vaikutukset	54
6.1	Kansalliset edut.....	54
6.2	Natura 2000 ja muut suojellut alueet	54
6.3	Sedimentti ja saastuminen	54
6.4	Ammattikalastus	54
6.5	Väylät ja merenkulku	55
6.6	Visuaalinen vaikutus	55
6.7	Melupäästöt.....	57
6.7.1	Ääni veden yläpuolella.....	57
6.7.2	Vedenalaiset äänet	57
6.8	Luonnonympäristö.....	58
6.8.1	Linnut	58
6.8.2	Lepakot	59
6.8.3	Kalat ja benttinen ympäristö	59
6.8.4	Merinisäkkäät.....	60
6.9	Ulkoilu ja virkistys.....	60
6.10	Meriarkeologia.....	60
6.11	Maanpuolustus.....	60
6.12	Ilmailu	61
6.13	Miinariskialueet.....	61
6.14	Riskit ja turvallisuus.....	61
6.15	Johdot ja kaapelit	61
6.16	Kerrannaisvaikutukset.....	61
7.	Tulevat työt	63
7.1	Tutkimukset ja inventoinnit.....	63
7.2	Ympäristövaikutusten arviointi	64
7.3	Muut luvat.....	64
8.	Lähdeluettelo	65

1. Johdanto

1.1 Tausta

Njordr Offshore Wind (jäljempänä "Yhtiö") on ruotsalainen yritys, joka suunnittelee merituulipuistoa Selkämerelle Västernorrlandin edustalle sekä Gävleborgin lääniin, Ruotsin talousalueelle. Merituulipuisto on nimeltään Bothnia Offshore Sigma, ja sen suunniteltu sijaintipaikka on noin 110 kilometriä Hudiksvallista itään ja 100 kilometriä Sundsvallista itään.

Yhtiö aikoo järjestää kuulemismenettelyn ennen luvan hakemista. Yhtiö toivoo, että varhainen kuuleminen antaa viranomaisille mahdollisuuden esittää näkemyksensä hakemuksen, ympäristövaikutusten arvioinnin ja siihen liittyvien tutkimusten suunnasta ja laajuudesta.

Tuulipuiston odotettu sähköntuotanto on noin 13,6 TWh vuodessa, mikä vastaa yli kahden miljoonan omakotitalon kotitaloussähköä, jos kulutus on noin 6 000 kWh vuodessa (Energirådgivaren).

1.2 Hakemus

Njordr Offshore Wind aikoo hakea Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) ja mannerjalustalain (1966:314) mukaista lupaa tuulivoiman ryhmäaseman rakentamiseen ja käyttämiseen määritellyllä hankealueella.

Hakemus koskee tuulipuistoa, jossa on enintään 143 tuulivoimalaa ja jonka kokonaiskorkeus on enintään 370 metriä merenpinnan yläpuolella. Kokonaiskapasiteetin arvioidaan olevan enintään 3 354 MW.

1.3 Lainsäädäntö

Hankealue sijaitsee Ruotsin aluevesien ulkopuolella Ruotsin talousvyöhykkeellä, eikä se kuulu ympäristökaaren säännösten soveltamisalaan. Sen sijaan lupaa haetaan hallitukselta Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaisesti. Lainsäädännössä edellytetään, että ympäristövaikutusten arviointi on laadittava ympäristökaaren mukaisesti.

Tuulipuiston sisäiselle kaapeliverkolle haetaan lupaa hallitukselta mannerjalustalain (1966:314) mukaisesti.

1.4 Tietoa yhtiöstä

Njordr Offshore Wind AB:n tarkoituksena on operoida merituulivoimahankkeita, kuten Bothnia Offshore Sigma -hanketta.

Yhtiöllä on syvälinen asiantuntemus tuulivoiman teknisistä laskelmista, turbiinitekniologiasta, tuulipuistojen suunnittelusta ja rakentamisesta Ruotsissa ja Norjassa sekä laaja kokemus offshore-toiminnasta. Yhtiöllä on eri osa-alueita täydentävää osaamista, joka yhdessä asiaankuuluvien alojen johtavan asiantuntemuksen kanssa takaa kattavan tietämyksen varhaisesta analyysistä merituulivoiman rakentamiseen ja käyttöönottoon.

1.5 Hakemuksen alustava aikataulu

Bothnia Offshore Sigma -hankkeen toteuttamisaikataulu on arviolta yli 10 vuotta. Hankkeen eri vaiheet rakentamiseen asti on jaoteltu yleisesti seuraavasti: Taulukko 1..

Taulukko 1. Hankkeen alustava aikataulu

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Ruotsin ympäristölain mukainen kuuleminen	■											
Lupaprosessit ja tutkimukset		■	■	■	■	■	■					
Suunnittelu, hankinnat ja rahoitus						■	■	■	■	■		
Verkkoyhteyksien rakentaminen										■	■	■
Tuulipuiston rakentaminen											■	■

1.6 Kuulemismenettely

Lupaprosessiin kuuluu kuulemismenettelyn toteuttaminen ympäristökaaren 6 luvun 29–32 §§:n mukaisesti. Koska tuulipuistot ovat toimintaa, jolla oletetaan hallituksen määräysten mukaan aina olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia, tutkimuskuulemista ei järjestetä. Rajaamiskuuleminen on järjestettävä lääninhallituksen, valvontaviranomaisen ja niiden henkilöiden kanssa, joihin toiminta vaikuttaa erityisesti, sekä muiden viranomaisten, kuntien ja yleisön kanssa, joihin toiminta todennäköisesti vaikuttaa.

Yksi kuulemisprosessin vaihe on kuulemisasiakirjan laatiminen ennen rajaamiskuulemistä. Lääninhallituksen on varmistettava rajaamiskuulemisen yhteydessä, että ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) sisältö vastaa laajuudeltaan ja yksityiskohtaisuudeltaan lupamenettelyn edellyttämää tasoa.

Yhtiö aikoo toteuttaa kirjallisen kuulemismenettelyn syksyn 2023 aikana.

Kuulemisen aikana on mahdollisuus esittää näkemyksiä yhtiölle. Näkemykset esitetään kuulemisraportissa, joka on osa hallitukselle toimitettavaa lupahakemusta.

Merenpohjan tutkimiseen ja tuulivoimaloiden kaapeliin asentamiseen julkisilla vesillä ja talousvyöhykkeellä tarvitaan lisäksi Ruotsin geologisen tutkimuslaitoksen (SGU) lupa mannerjalustalain (1966:314) mukaisesti. Tämä pohjatutkimuksia koskeva lupahakemus on jätetty kesällä 2023.

Kuulemisryhmään ehdotetut kunnat, lääninhallitukset ja viranomaiset on lueteltu kohdassa Taulukko 2.

Taulukko 2. Ehdotettu kuulemisryhmä koskien lääninhallituksia, kuntia ja muita viranomaisia.

Viranomaiset

Ruotsin asumis-, rakennus- ja suunnitteluvirasto	Ruotsin kansallisperintölautakunta
Ruotsin energiamarkkinoiden tarkastusvirasto	Pelastuspalvelu
Ruotsin energiavirasto	Ruotsin merenkululaitos
Ruotsin puolustusvoimat	SMHI
Ruotsin meriympäristöinstituutti	Ruotsin geotekninen instituutti, SGI
Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto	Ruotsin merenkulun ja liikennehistorian museot
Ruotsin maatalousvirasto	Ruotsin kantaverkkoyhtiö
Kammarkollegiet	Ruotsin geologinen tutkimuslaitos, SGU
Ruotsin rannikkovartiosto	Ruotsin maatalousyliopisto, merikalastuslaboratorio
Ruotsin ilmailuvirasto	Teracom
MSB	Ruotsin liikennevirasto
Ruotsin luonnonhistoriallinen museo	Ruotsin kuljetusvirasto
Ympäristönsuojeluvirasto	Selkämeren vesivaltuuskunta
Ruotsin posti- ja telehallitus	
Lääninhallitukset	
Gävleborgin läänin lääninhallitus	Västernorrlandin lääninhallitus

Kunnat	
Hudiksvallin kunta	Nordanstigin kunta
Härnösandin kunta	Sundsvallin kunta
Kramforsin kunta	Timrån kunta

Edellä mainittujen lisäksi yhtiö kuulee kalastusjärjestöjä, Ruotsin luonnonsuojeluyhdistystä, Bird Lifea ja meripelastusseuraa.

Yleisö kutsutaan kuulemiseen paikallisissa sanomalehdissä (Hudiksvalls Tidning, Sundsvalls Tidning, Sundsvalls Nyheter ja Tidningen Ångermanland) julkaistavilla ilmoituksilla.

Suomea kuullaan Espoon yleissopimuksen mukaisesti.

Kuulemisasiakirja on saatavilla yhtiön verkkosivustossa.

Erityisesti asiaan vaikuttaviksi on yksilöity lähellä sijaitsevat, suunnitteilla olevat tuulivoimahankkeet Eyrasalt Offshore ja Wellamo. Koska ne saattavat kilpailla samoista voimajohdoista, Skyborn Renewables Sweden AB ja SeaSapphire otetaan mukaan kuulemiseen.

1.7 Siirtyminen kestävään energiajärjestelmään

Ilmastonmuutos on muuttunut kuumasta aiheesta kiireelliseksi kysymykseksi. YK:n ilmastopaneeli (IPCC) julkaisi uuden ilmastoraportin maaliskuussa 2023. Raportissa selitetään, että maapallon ilmasto muuttuu nopeasti, merenpinta nousee ja erilaiset äärimmäiset sääilmiöt lisääntyvät (IPCC 2023). Tutkijat ovat nyt entistäkin selvemmin osoittaneet, että ilmastonmuutoksen aiheuttajana ovat ihmisen kasvihuonekaasupäästöt. IPCC:n ilmastoraportti on monin tavoin pelottava ja osoittaa, että on tärkeää ryhtyä voimakkaisiin toimiin. IPCC:n mukaan suuntaus on vielä mahdollista kääntää. Tällöin tarvitaan voimakkaita ja välittömiä päästövähennyksiä.

Tuulivoima on loputon uusiutuva energialähde. Tuuli raaka-aineena on ympäristöystävällinen. Sähköntuotanto ei aiheuta päästöjä toiminnan aikana, ja tuulesta saadaan energiaa sähköntuotantoon. Tuulivoiman sähköntuotanto seuraa Ruotsin sähkönkulutuksen kysyntää ja tuottaa eniten sähköä talvella, kun tarve on suurin.

Ruotsin energiavirasto ja Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto ovat laatineet kansallisen strategian tuulivoiman kestävästä kehityksestä varten (Ruotsin energiavirasto 2021). Strategian tavoite on edistää energiamurrosta luomalla edellytykset tuulivoiman kestäväälle kehittämiselle tulevaisuudessa. Strategiassa on oletettu, että kansallinen tuulivoiman kehittämistarve on 100 TWh vuoteen 2040 mennessä, josta 80 TWh maalla. Tämä vastaa yhteensä 70:ää prosenttia nykyisestä sähkönkulutuksesta.

Strategiassa otetaan huomioon maatuulivoima, ja merituulivoimaa käsitellään sen sijaan vuoden 2022 alussa päätetyissä merialuesuunnitelmissa. Merialuesuunnitelmissa osoitetaan alueita, jotka mahdollistavat 20–30 TWh:n merituulivoiman tuotannon. Merialuesuunnitelmia koskevan päätöksen yhteydessä hallitus on antanut Ruotsin energiavirastolle, Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirastolle ja useille muille keskusviranomaisille tehtäväksi laatia yhdessä suunnitteluasiakirjat, jotka mahdollistavat yhteensä 120 TWh merituulivoimaa.

Ruotsin energiavirasto on hiljattain julkaissut raportin, joka sisältää ehdotukset useista energiantuotantoon soveltuvista merialueista. Raportti on osa merialuesuunnitelmien tarkistustyötä (Ruotsin energiavirasto, 2023).

Yleisesti ottaen Ruotsissa on hyvät edellytykset merituulivoiman hyödyntämiselle, mutta sen osuus Ruotsin tuulivoimasta on tällä hetkellä pieni. Etuna on se, että merellä tuulet ovat usein tasaisempia ja voimakkaampia kuin maalla, mikä mahdollistaa suurempien ja tehokkaampien puistojen rakentamisen.

2. Sijainti

2.1 Sijaintia koskeva prosessi

Bothnia Offshore Sigmalle ehdotettu sijoituspaikka perustuu Itämeren ruotsalaisen osan, Selkämeren ja Perämeren kattavaan soveltuvuusarvioon suhteessa tuleviin energiatarpeisiin, tekniseen ja kaupalliseen toteutettavuuteen, ympäristöolosuhteisiin sekä ympäristövaikutuksiin ja muihin mahdollisiin vastakkaisiin intresseihin. Analyysi perustuu suureen otokseen, jossa tunnistetaan paikat, jotka maksimoivat ilmasto- ja ympäristöhyödyt ja minimoivat samalla luontoon ja ympäristöön kohdistuvat haitat sekä mahdolliset kielteiset vaikutukset ihmisten terveyteen ja paikalliseen ympäristöön.

Analyysin lähtökohtana on potentiaalisen tuulivoimavarojen peruskartoitus sekä tekninen ja kaupallinen toteutettavuus. Tähän lisätään rajoituskartat neljässä pääluokassa:

- Teollisuuden vastakkaiset intressit. Näitä ovat esimerkiksi alusliikenne, ammattikalastus ja ilmailu. Tämä perustuu sekä käytävissä oleviin kansallisiin etuihin että AIS-tietojen (Automatic Identification System) kautta tapahtuvaan todelliseen liikenteeseen.
- Vaikutukset paikallisiin asukkaisiin ja virkistysalueisiin. Tätä arvioidaan pääasiassa visuaalisten vaikutusten ja melupäästöjen analyysien avulla.
- Muut ympäristöön liittyvät vastakkaiset intressit, kuten arvokkaat luontoympäristöt, Natura 2000, merinisäkkäiden, kalojen ja lintujen esiintyminen, herkkä pohjaeläimistö tai geologia.
- Puolustus- ja turvallisuusintressit.

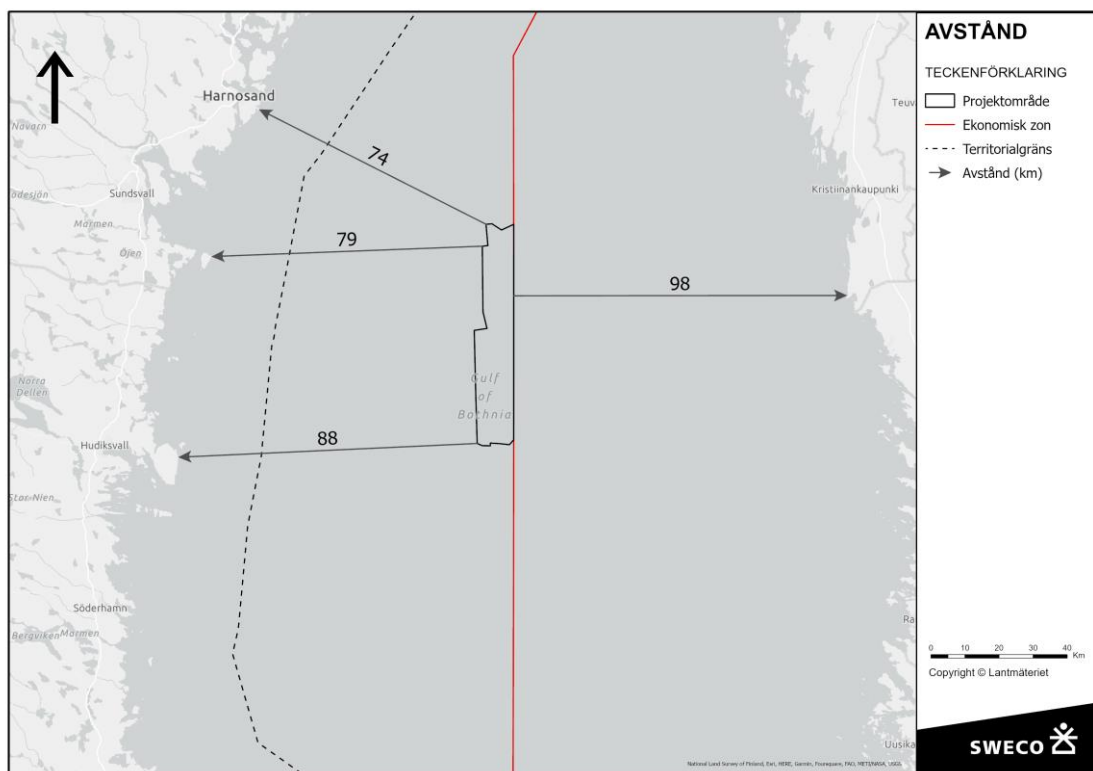
Tärkeitä näkökohta merituulivoiman paikkaa valittaessa ovat pohjan syvyys, etäisyys mantereelta sekä visuaalinen vaikutus rannikkomaisemaan ja lähiyhteisöihin. Tässä arvioinnissa on todettu, että visuaalisiin vaikutuksiin tulee kiinnittää paljon huomiota.

Jotta visuaaliset vaikutukset voidaan minimoida, sijaintikohteeksi on valittu kauempana rannikolta sijaitseva paikka, mikä kuitenkin nostaa liitântäkustannuksia. Tämä tarkoittaa sitä, että suuren tuulipuiston on vastattava sähköverkkoon liittämisestä aiheutuvista kustannuksista.

2.2 Bothnia Offshore Sigma -tuulipuisto

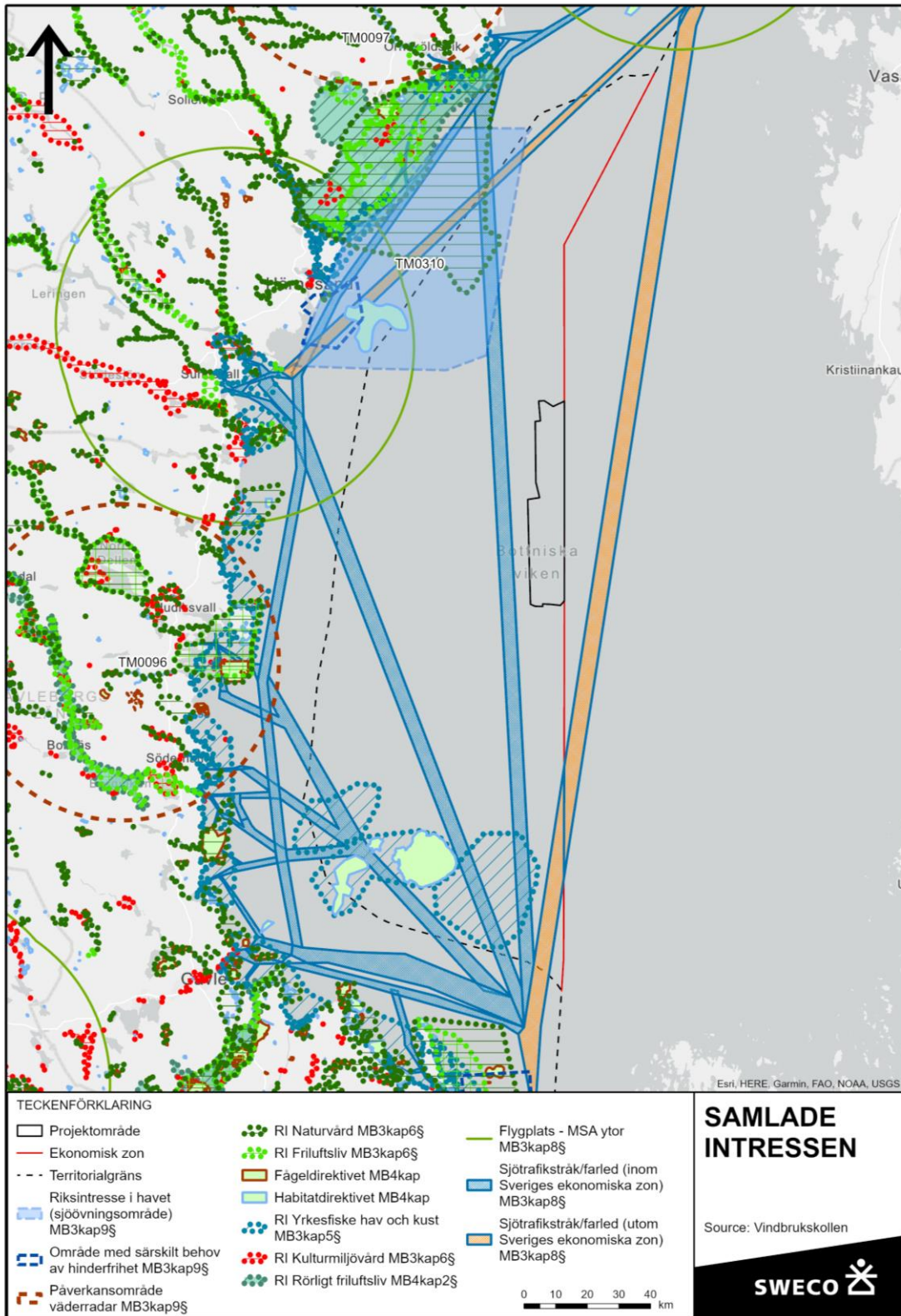
Bothnia Offshore Sigma sijaitsee eteläisellä Selkämerellä, noin 82 kilometriä Härnösandista itään. Hankealueen koko on 640 km². Alueen katsotaan soveltuvan hyvin merituulivoiman tuotantoon. Tuulivoimavarat ovat hyvät, sillä 160 metrin korkeudella tuulee keskimäärin 9,6 m/s, pohjan syvyys vaihtelee 40–75 metrin välillä ja alue täyttää kaikki edellä kuvatussa valintaprosessissa mainitut kriteerit.

Etäisyys maa-alueista tarkoittaa, että vaikutuksia ympäröivään rannikkoympäristöön pidetään erittäin vähäisinä, ks. Kuva 1.



Kuva 1. Kuvassa on esitetty hankealueen sijainti ja etäisyys mantereelle. Lähimpään kaupunkiin Härnösandiin on matkaa 82 kilometriä.

Alueella ei ole tunnistettuja ympäristön, eläimistön tai kalastuksen kannalta kansallisesti merkittäviä alueita, ks. Kuva 2.



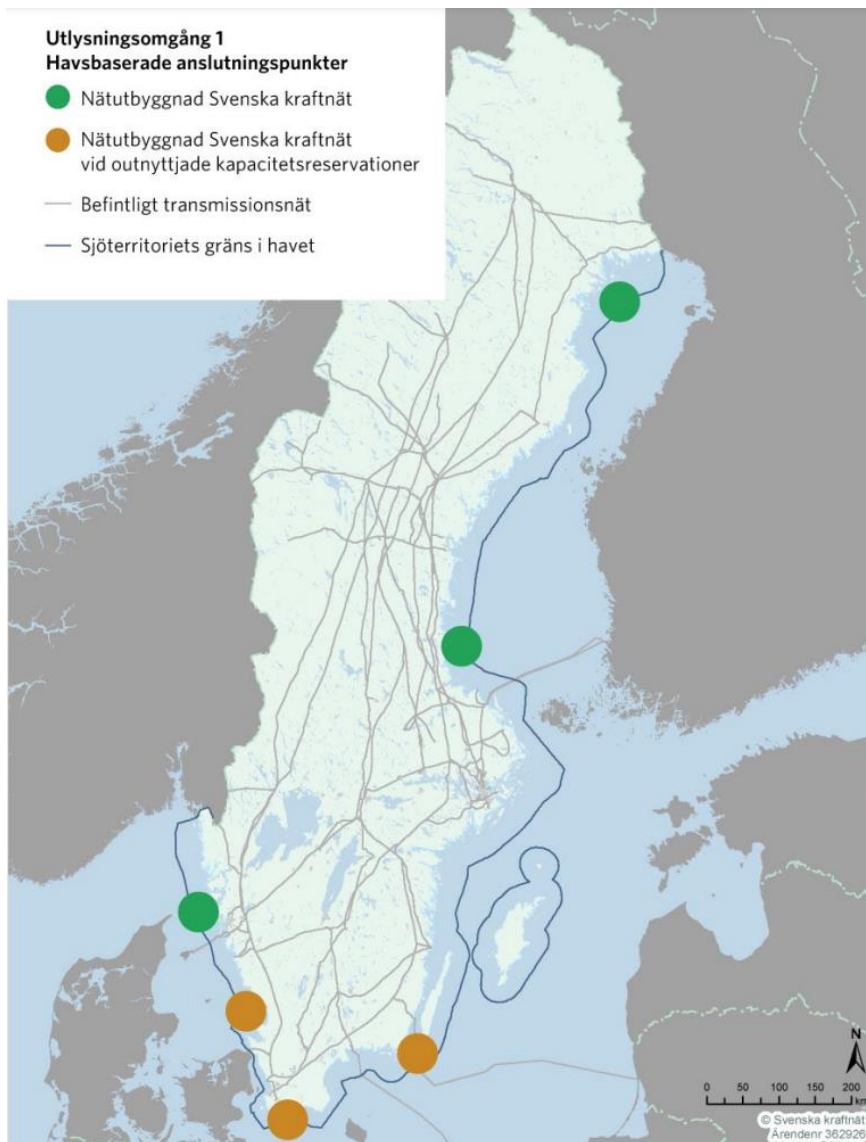
Kuva 2. Kuvassa on esitetty hankealue suhteessa kansallisesti merkittäviin alueisiin ja muihin suojeltuihin alueisiin. Hankealue ei ole päällekkäinen minkään nimety, merkittävän alueen kanssa.

Liitäntä sähköverkkoon

Svenska kraftnät on esitellyt uuden merituulipuistojen liityntäpisteiden jonotusjärjestelmän raportissaan *Uppdrag att förbereda utbyggnad av transmissionsnät till områden inom Sveriges sjöterritorium*. (SvK¹)

Jonotusjärjestelmä korvataan eri osa-alueiden intressiyhteenliittymillä. Merellä sijaitsevien liityntäpisteiden ensimmäisellä hakukierroksella Selkämerellä on mukana yksi liityntäpiste. Raportissa kuvataan sijaintia Hudiksvallin ja Axmarin ruukin välisenä alueena, joka sijaitsee Bothnia Offshore Sigman alueen lounaispuolella, ks. Kuva 3. Jos tämä sähköliittymä toteutuu, se on selkeä vaihtoehto tuulipuiston liittämiseksi. Vaihtoehtoisesti sähkö liitetään kaapeliteitse maalla sijaitsevaan kantaverkkoasemaan. Myös näiden kahden vaihtoehdon yhdistelmä voi olla mahdollinen.

Ruotsin kantaverkkoyhtiö on julkistanut alueella investoinnin nimeltä Rannikkopaketti. Rannikkopaketissa vanhat voimajohdot korvataan kaksinkertaisilla 400 kV:n johdoilla sähkönkulutuksen kasvuun vastaamiseksi Sundsvallia, Tukholmaa, Uppsalaa ja Mälardalenia ympäröivillä alueilla sekä tuulivoiman syöttökapasiteetin lisäämiseksi Norrlannin etelärannikolla. (SvK²)



Kuva 3. Merellä sijaitsevat liityntäpisteet Ruotsin kantaverkkoyhtiön ensimmäisessä haussa. (SvK¹)

3. Tuulipuiston suunnittelu

Suunniteltu Bothnia Offshore Sigma -tuulipuisto koostuu enintään 143 tuulivoimalasta. Päävaihtoehto koostuu 26 MW:n turbiineista, ja sen potentiaalinen asennettu kokonaiskapasiteetti on noin 3 354 MW ja odotettu vuosituotanto 13,6 TWh. Tuulivoimalat on jaettu yhteensä 640 km²:n suuruiselle hankealueelle. Yksittäiset tuulivoimalat yhdistetään sisäisellä kaapeliverkolla, jossa on toiminnot tuotetun energian siirtoa ja tiedonsiirtoa varten. Sisäinen kaapeliverkko siirtää tuotetun energian yhteen tai useampaan merellä sijaitsevaan muuntoasemaan (usein sähköaseman ala-asemat), jossa sähkö muunnetaan ja siirretään mantereelle yhden tai useamman yhdyskaapelin kautta.

Yleisesti ottaen merituulivoimala koostuu samoista pääkomponenteista kuin maatuulivoimala, eli tornista, konehuoneesta, jossa sijaitsee voimansiirto, generaattorista, ohjausjärjestelmästä ja roottorista tuulienergian talteenottoa varten. Merituulivoimaloiden perustusten rakentamiseen on kaksi päätekniikkaa. Tuulivoimalat ankkuroidaan joko suoraan pohjaan tai käytetään kelluvia perustuksia, jotka ankkuroidaan pohjaan vaijereilla.

Tuulivoimaloiden lukumäärä ja keskinäiset sijainnit suunnitellaan käytettävissä olevan tekniikan perusteella ennen rakentamista koskevien päätösten tekemistä. Eri vaihtoehdot on esitetty taulukossa Taulukko 3.

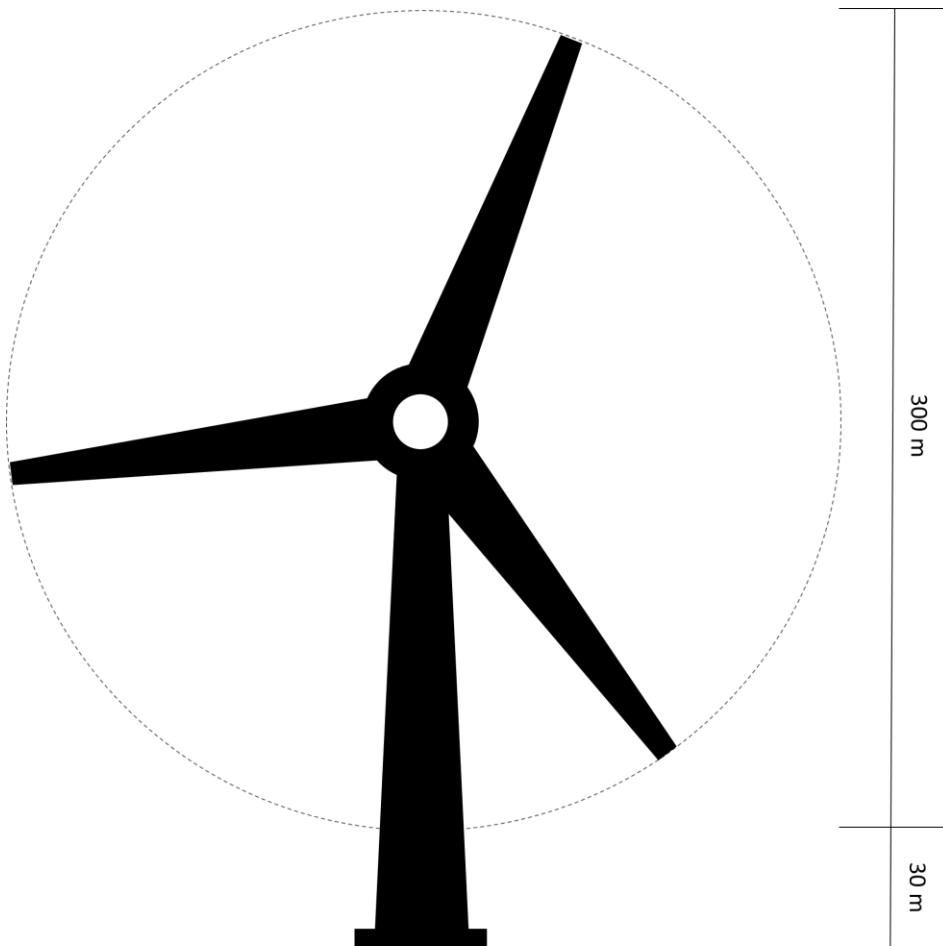
Taulukko 3. Tehoparametrit, voimaloiden koko ja niiden välinen etäisyys riippuen käytettyjen turbiinien määrästä. Esimerkiksi malliasettelussa ja tuotannon laskennassa on käytetty 129:ää 26 MW:n turbiinia.

Voimaloiden lukumäärä	Teho [MW]	Roottorin halkaisija [m]	Kokonaisteho [MW]	Keskimääräinen etäisyys [m]
143	20	263	2 860	1 750
129	26	300	3 354	1 800
117	30	325	3 510	1 900
105	35	350	3 675	2 000

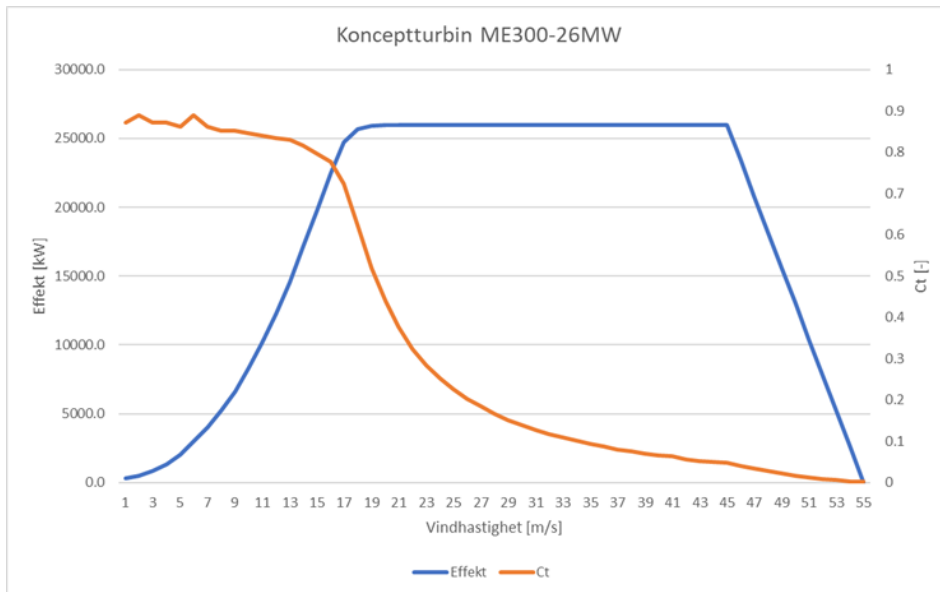
3.1 Tuulivoimalat ja niiden sijoittelu

Merituulivoiman toteuttamiseen liittyvien suhteellisen pitkien prosessien ja tuulivoimateollisuuden nopean teknisen kehityksen vuoksi on vaikea kuvata tarkasti suunniteltuja tuulivoimaloita. Nykyisen aikataulun mukaan Bothnia Offshore Sigman rakentaminen alkaa todennäköisesti aikaisintaan vuonna 2032.

Tätä kirjoitettaessa on jo olemassa merituulivoimaloita, joiden asennettu kapasiteetti on 15 MW, ja alan ennusteiden mukaan on todennäköistä, että 20 MW:n voimaloita on noin vuonna 2025. Yhtiö on valinnut tuotantoanalyysin perustaksi konseptiturbiinin, jonka asennettu teho on 26 MW. Tämä kuvastaa jonkin verran varovaista odotusta tulevasta teknologian kehityksestä. Tämän tuulivoimalan roottorin halkaisija on 300 metriä ja kokonaiskorkeus enintään 330 metriä, ks. Kuva 4 ja Kuva 5. Huomaa, että hakemus koskee tuulivoimaloita, joiden kokonaiskorkeus on enintään 370 metriä.

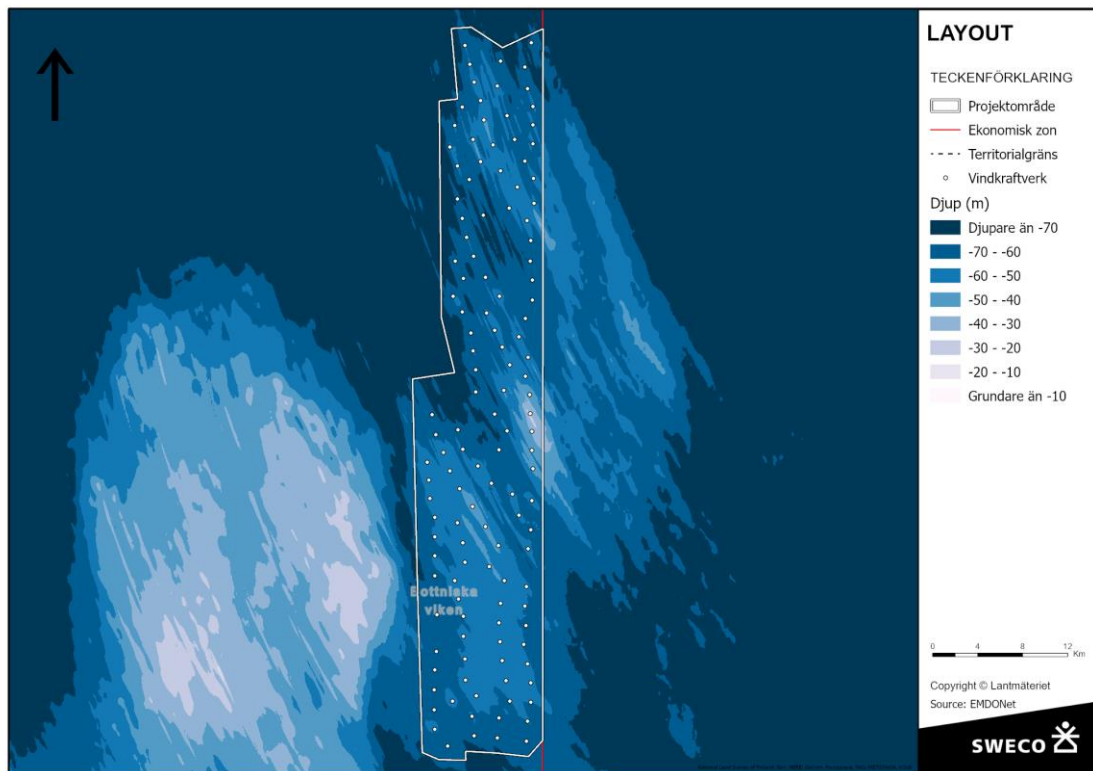


Kuva 4. Kuvassa esitetään konseptiturbiinin koko alustavassa tuotantoanalyysissä. Kokonaiskorkeus on 330 metriä.



Kuva 5. Kuvassa esitetään yhden voimalan tuotantokäyrä. Sininen viiva osoittaa tuotetun tehon tuulen nopeuden funktiona. Punainen viiva osoittaa "työntövoiman" kertoimen, joka on tuulivoimalan aksiaalivoiman mitta suhteessa tulevan tuulen potentiaaliseen painevoimaan ja jota käytetään laskemaan tuulen hidastuvuus sen takana oleville voimaloille.

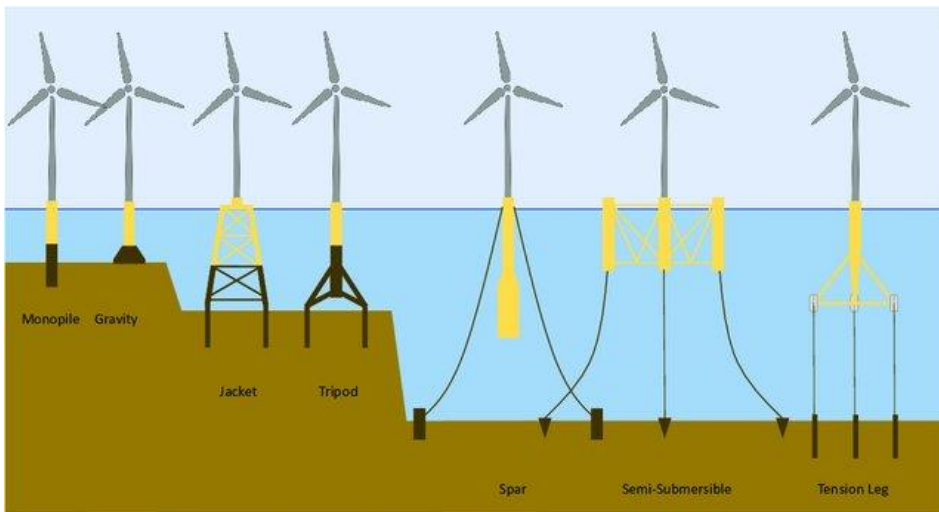
Kuva 6 esittää esimerkin asettelusta, joka perustuu edellä kuvattuun tuulivoimalan asettelun optimointiin. Asettelussa on 129 tuulivoimalaa, joten sen asennettu kokonaiskapasiteetti on 3 354 MW. Tuulivoimaloiden sijaintia hankealueella säätelevät paikalliset olosuhteet, kuten geotekniikka, syvyysolosuhteet, merenkulku, luonto- ja kulttuuriarvot sekä tuuliolosuhteet. Tuulivoimalat on myös sijoitettava noin kahden kilometrin päähän toisistaan, jotta ne eivät vaikuttaisi toistensa tuotantoon ja jotta ne säilyttäisivät korkean turvallisuustason.



Kuva 6. Tuulivoimaloiden asettelu alustavan tuotantoanalyysin perusteella ottaen huomioon syvyyssolosuhteet (EMODnet).

3.2 Perustukset

Merituulivoimalat voidaan sijoittaa sekä kiinteille että kelluville perustuksille, ks. Kuva 7. Bothnia Offshore Sigman suhteellisen matalan pohjan syvyyden ja jäänmuodostumisriskin vuoksi vain pohjaan ankkuroitavia perustuksia pidetään nykytekniikalla asianmukaisina. Kelluvia perustuksia ei sen vuoksi käsitellä tässä asiakirjassa tarkemmin.



Kuva 7. Yleiskatsaus merituulivoimaloiden perustuksiin (Dornhelm et al. 2019).

Pohjaan ankkuroitavissa perustuksissa käytetään neljää päätekniikkaa:

Monopile

Monopile-perustuksessa merenpohjaan upotetaan yksittäinen terässylinteri paaluttamalla. Monopile-perustus on yleisin menetelmä merituulivoiman osalta. 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, jotka toimisivat 70 metrin syvyyteen asti. Paaluttamalla tapahtuvan monopile-perustuksen tavanomaisen asennuksen haittana on se, että menetelmä aiheuttaa tärinää ja ääniä, jotka voivat häiritä vedenalaisia eliöitä ja eläimiä. Vaihtoehto monopile-perustukselle voi olla imuputki/ankkuri, jossa itse putki upotetaan pohjaan luomalla putkeen tyhjiö. Tämä vaihtoehto sopii pehmeille pohjille.

Painovoimainen perustus

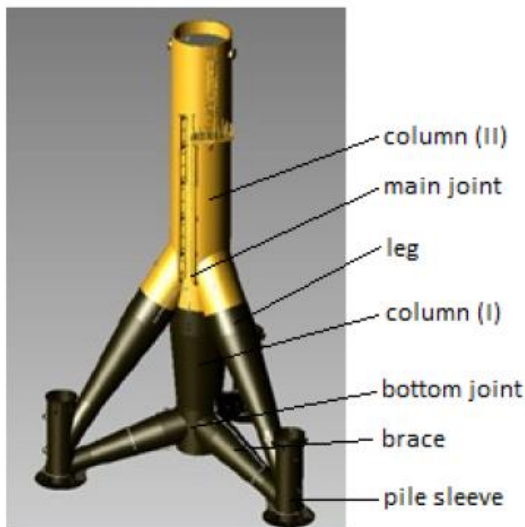
Painovoimaisesti toimiva perustus koostuu merenpohjaan laskettavasta pyöreästä betonirakenteesta, joka täytetään painolastilla. Torni kiinnitetään perustukseen, ja tuulivoimala pysyy pystyssä painovoiman avulla. Painovoimainen perustus on yksinkertainen ja kustannustehokas ratkaisu, joka sopii useimpiin pohjatyyppeihin. Haittana on, että käyttöalue rajoittuu suhteellisen mataliin veden syvyyksiin; enimmäissyvyudeksi mainitaan usein 30 metriä.

Jacket-perustus (putkiristikko)

Jacket-perustukset koostuvat putkiristikkorakenteesta, joka on ankkuroitu pohjaan. Tämä on vakaa rakenne, joka kestää suuria kuormia ja on skaalautuva kestämään huomattavasti suurempaa syvyyttä kuin edellä mainitut ratkaisut. Ratkaisu ei myöskään ole kovin herkkä pohjatyypille, koska kiinnitysmenetelmä merenpohjaan voidaan mukauttaa olosuhteisiin.

Kolmijalka

Kolmijalkaperustus koostuu ylemmästä lieriömäisestä osasta, johon kiinnitetään torni, ja alemmasta kolmijalkarakenteesta, joka jakaa voiman pohjaan (Kuva 8). Kolmijalka on vakaa ja kestävä suhteellisen suurilla merensyvyyksillä. Se sopii myös useimpiin kiinteisiin pohjatyyppeihin. Haittapuolena ovat kustannukset ja työläämpi kuljetus.



Kuva 8. Kuva kolmijalkaperuksesta (Wijngaarden, 2013).

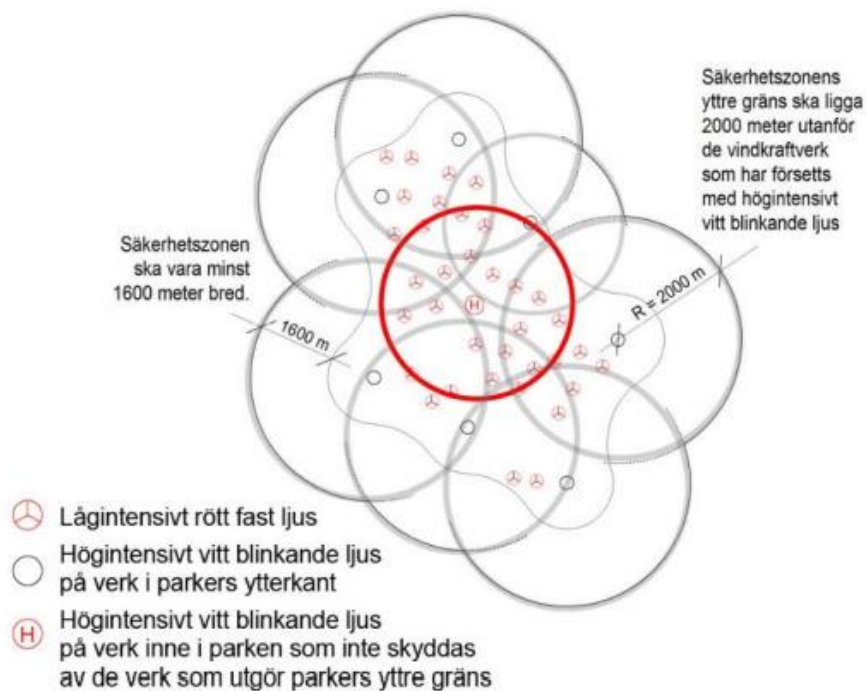
3.3 Sähköliitäntä

Yksittäiset tuulivoimalat kytketään sisäiseen kaapeliverkkoon tiedonsiirtoa ja tuotetun virran siirtoa varten. Nykypäivän sisäisen kaapelijärjestelmän jännitetaso on yleensä 33 tai 66 kV, mutta on todennäköistä, että Botnia Offshore Sigman jännitetasot ovat tätä korkeammat. Tuulivoimaloiden välinen tiedonsiirto on tärkeää toiminnan seurannassa ja kuormituksen hallinnassa voimaloiden ja tuulipuiston tasolla (esimerkiksi tuulipuiston kokonaistuotannon ohjaamiseksi tietyllä tasolla).

Sisäinen kaapeliverkko liitetään yhteen tai useampaan muuntoasemaan. Siellä tuulipuiston tuottama sähkö muunnetaan suurjännitteeksi. On todennäköistä, että sähkö muunnetaan myös suurjännitteiseksi tasavirraksi (HVDC) sähköhäviöiden vähentämiseksi, kun se siirretään mantereelle (tai merellä sijaitsevaan kantaverkkoasemaan) yhden tai useamman yhdyskaapelin kautta.

3.4 Esteiden valaistus

Ruotsin kuljetusviraston ilmoitulle vaaraa aiheuttavien kohteiden merkitsemisestä ja lentoesteilmoituksesta annettujen määräysten ja yleisten ohjeiden (TSFS 2020:88) mukaan yli 150 metriä korkeat tuulivoimalat on merkittävä valkoisella maalilla ja varustettava tehokkailla valkoisilla vilkkuvilla lentoestevaloilla, jotka asennetaan konehuoneeseen. Tämä koskee ainakin kaikkia puiston reuna-alueilla sijaitsevia voimaloita. Lisäksi määräyksen liitteessä 5 kuvataan erityinen menetelmä muiden voimaloiden merkitsemiseksi, ks. Kuva 9.



Kuva 9. Menetelmä tuulivoimaloiden merkitsemiseksi tuulipuistossa Ruotsin kuljetusviraston määräyksen mukaisesti.

Bothnia Offshore Sigman osalta tämä määräys tarkoittaa, että useimmat voimalat on varustettava valkoisilla vilkkuvilla estevaloilla. Koska konehuone eli naselli on yli 150 metriä vedenpinnan yläpuolella, se on myös merkittävä vähintään kolmella himmeällä valolla, jotka asennetaan konehuoneen korkeuden puoliväliin. Määräykset voivat edellyttää lisävaatimuksia merkinnöille, sillä haettu kokonaiskorkeus on yli 315 metriä.

Nykyisten säännösten mukainen vaihtoehto maisemaan kohdistuvien vaikutusten vähentämiseksi on valon voimakkuuden sääteleminen taustavalon perusteella, ks. Taulukko 4.

Yksi tulevaisuuden mahdollisuus, josta keskustellaan, on ohjata estevaloja transponderisignaalien perusteella, eli ne syttyvät, kun lentokone on lähellä. Tämä on teknisesti mahdollista jo nyt, ja sen saatavuus on lainsäädännöllinen kysymys.

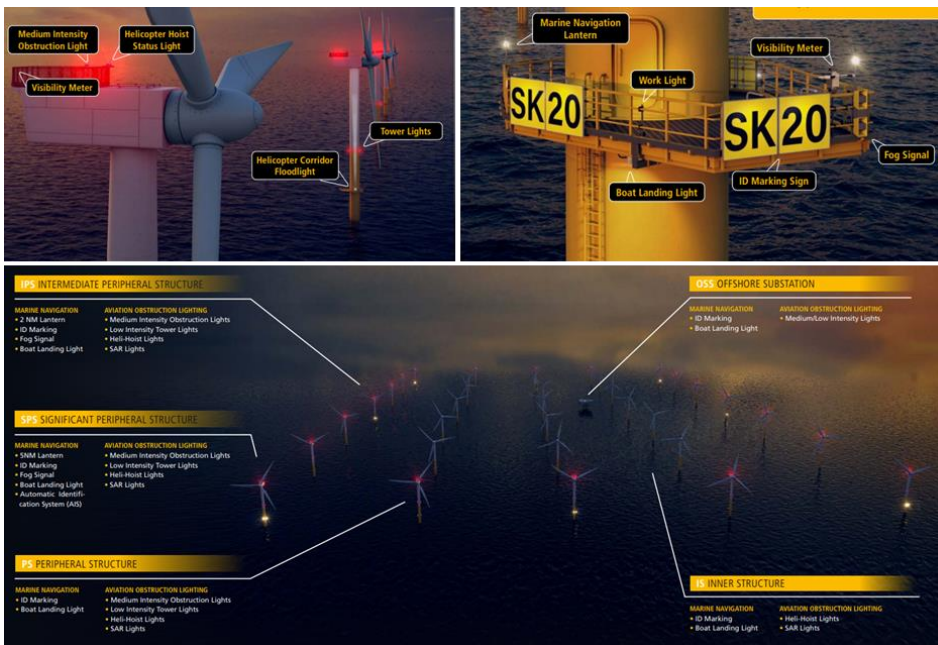
Taulukko 4. Ruotsin kuljetusviraston ohjeet tuulivoimaloiden estevalojen valon voimakkuuden säätelystä.

1	2	3	4			7
			5			
Typ av ljus	Färg	Signaltyp (blinkningsintervall)	Styrka i maxpunkt (cd) mot given bakgrundluminans (För blinkande ljus gäller effektiv styrka) (a)			Ljusfördelningstabell
			Dager: över 500 cd/m ²	Skymning/Gryning: 50-500 cd/m ²	Mörker: under 50 cd/m ²	
Låg-intensivt typ B	Röd	Fast	32 cd (b)	32 cd	32 cd	2
Medel-intensivt typ B	Röd	Blinkande (20-60 bpm)	2 000 (b)	2 000	2 000	3
Hög-intensivt typ B	Vit	Blinkande (40-60 bpm)	100 000	20 000	2 000	3

a) För blinkande ljus ska intensiteten vara effektiv intensitet i enlighet med Aerodrome Design Manual (Doc 9157), Part 4.

b) Om ett föremål är markerat med färg och framträder tydligt mot omgivningen behöver inte låg- och medelintensiva ljus vara tända när bakgrundsluminansen överstiger 500 cd/m².

Konehuoneen estevalojen lisäksi tarvitaan myös valomerkinlöjä alusliikennettä varten ja korkeisiin torneihin valaistuspiste tornin keskelle, jotta olosuhteet olisivat turvalliset puiston yli lentäville helikoptereille. Alla oleva Kuva 10 esittää erilaisia valomerkinlöjä lentoturvallisuuden ja alusturvallisuuden kannalta sekä sen, miten niiden yhdistelmä voitaisiin jakaa tuulipuiston alueelle. Huomaa, että nykyisten sääntöjen mukaan kaikki Bothnia Offshore Sigman tuulivoimalat varustetaan valkoisilla lentoestevaloilla. Kuvat antavat kuitenkin viitteitä siitä, mitkä muut valomerkinlöjä voivat tulla kyseeseen.



Kuva 10. Kuva erityyppisistä valomerkinlöjästä lentoturvallisuuden (vasen yläkuva) ja alusturvallisuuden (oikea yläkuva) kannalta sekä siitä, miten niiden yhdistelmä voitaisiin jakaa tuulipuiston alueelle (alakuva). (Sabik Offshore)

4. Hankkeen vaiheet

4.1 Rakentaminen

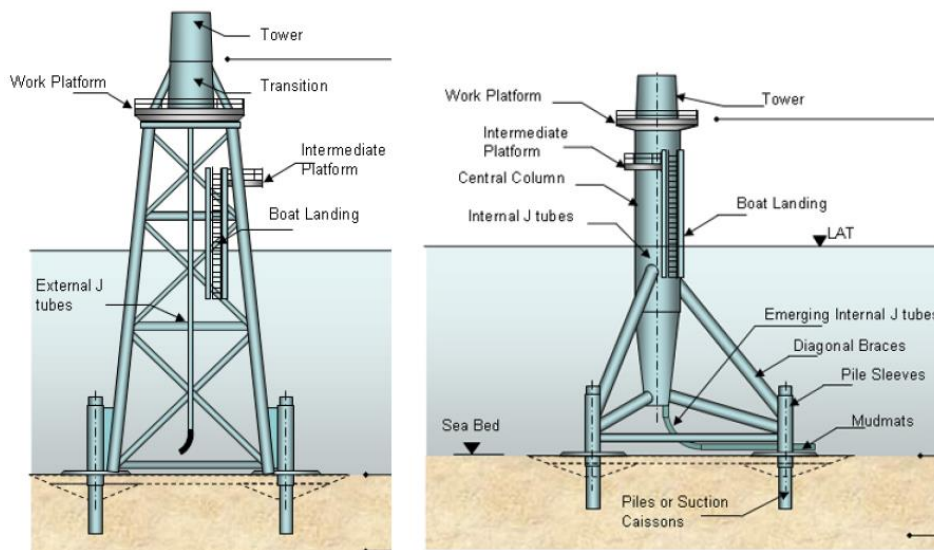
Merituulipuiston rakentamisvaihe koostuu perustusten, pohjakiinnityspisteiden ja kaapeloinnin valmistelusta sekä perustusten, tuulivoimaloiden, muuntoasemien ja muun sähköinfrastruktuurin asennuksesta. Rakennustöiden odotetaan kestävän vähintään kaksi vuotta, ja niihin vaikuttaa huono sää. Normaalisti rakennus- ja asennustöitä ei tehdä koko hankealueella samanaikaisesti, vaan vaiheittain. Asennuksen aikana muodostetaan turvavyöhyke kokoonpanon, henkilöstön ja kolmansien osapuolten suojaamiseksi.

4.1.1 Pohjaan ankkuroidut tuulivoimalat

Ankkurointi ja perustukset

Pohjan syvyyden ja mahdollisen jääkuorman vuoksi yhtiö katsoo, että Bothnia Offshore Sigman kohdalla nykytekniikalla tulevat kyseeseen vain pohjaan ankkuroitavat perustukset. Lisäksi painovoimaisia perustuksia ei tällä hetkellä pidetä asianmukaisina yli 30–40 metrin syvyydessä. Jäljelle jäävät vaihtoehdot ovat siis monopile-, putkiristikko- ja kolmijalkatekniikka, ks. edellä Kuva 7. Perustuksen valinta tehdään myöhemmässä vaiheessa, sillä se riippuu yksityiskohtaisempien tutkimusten tuloksista.

Monopile-perustuksessa merenpohjaan upotetaan yksittäinen terässylinteri paaluttamalla. Ennen asennusta sylinterit kuljetetaan asennuspaikalle joko kelluttaen ja päät sinetöityinä tai vaaka-asennossa proomulla. Itse asennus suoritetaan nosturialuksella tai tukijalka-aluksella, joka nostaa sylinterin kiinnityskohtaan, minkä jälkeen paalulasara siirretään paikalleen ja paalutus aloitetaan.



Kuva 11. Yleiskatsaus pohjaan ankkuroitavista perustuksista, joissa käytetään putkiristikko- (vasemmalla) ja kolmijalkatekniikkaa (oikealla). (Wijngaarden 2013)

Jacket-perustuksesta ja kolmijalkaperustuksesta on saatavilla muutamia erilaisia malleja, ks. Kuva 11, mutta kiinnitys pohjaan tehdään yleensä joko "imuputkella/ankkurilla" (joka on tekniikka, joka perustuu kiinnityspotkeen luotuun tyhjiöön pumpaamalla vettä ulos) tai teräspotkilla, jotka paalutetaan tai porataan merenpohjaan. Teknologia valitaan alueen merenpohjan olosuhteiden mukaan.

Molemmat perustukset kootaan maalla ja kuljetetaan rakennustyömaalle veneellä. Työmaalla rakenteet lasketaan nosturilla merenpohjaan ja kiinnitetään jollakin edellä 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 kiverroksesta.

Tuulivoimalat

Yleisin tapa pohjaan ankkuroitavien merituulivoimaloiden asennuksessa on se, että pääkomponentit (torni, konehuone ja koottu roottori) kuljetetaan paikalle promulla ja että voimala/turbiini kootaan paikan päällä nosturin avulla.

4.1.1 Merisähköasema

Merisähköasema asennetaan yleensä perustuksilleen nosturialuksella. Riippuen siitä, miten merisähköasema ja sen perustukset on suunniteltu, ne voidaan myös kelluttaa paikalle tai asentaa muilla nostomenetelmillä, esimerkiksi aluksilla, joilla on omat tukijalat.

4.1.2 Sisäinen kaapeliverkko ja yhdyskaapelit

Tuulipuiston sisäisen kaapeliverkon ja yhdyskaapelien asentamiseen käytetään kaapelialuksia. Jos esimerkiksi ankkurointia varten tarvitaan suojausta, kaapelit voidaan kelata, kyntää tai haudata merenpohjaan, tavallisesti noin 1,5 metrin syvyyteen. Yleensä rullausta käytetään pehmeissä pohjissa, kun taas kyntämistä ja kaivamista käytetään kovissa pohjissa. Lopullinen syvyys

määräytyy geologisten olosuhteiden ja halutun suojan tason mukaan. Jos geologiset olosuhteet eivät salli kaapelien asettamista merenpohjaan, ne voidaan suojata esimerkiksi peittämällä ne kivillä tai asettamalla putkiin. Jos kaapeli risteää toisen kaapelin kanssa, kaapelit suojataan yleensä betonimatoilla tai kivillä.

4.2 Käyttö

Sekä tuulivoimalat että muuntoasemat ovat normaalikäytössä etävalvottuja ja miehittämättömiä. Tuulipuiston ylläpito on jatkuvaa, mikä edellyttää henkilöstön ja materiaalien kuljettamista tuulipuistoihin pienillä huoltoveneillä, laivoilla tai helikoptereilla. Lähistöllä sijaitsevalle maa-alueelle perustetaan toimisto henkilökuntaa sekä laitteiden ja materiaalien varastointia varten.

Laajempiin töihin, kuten suurempien komponenttien vaihtoon, voidaan käyttää tukijalka-alusta, kelluvaa nosturia tai vastaavaa. Kaapelit tarkastetaan tarvittaessa esimerkiksi kunkin tuulivoimalan pohjan kaapelinsuojusten eheyden toteamiseksi. Jos kaapeli vaurioituu, se korjataan nostamalla kyseinen osa kaapelia kaapelialuksella korjattavaksi, minkä jälkeen kaapeli asetetaan takaisin pohjaan. Kaapeleiden vaurioitumisriskin vuoksi pohjatroulaus ja ankkuroiminen tuulipuiston sisällä ja yhdyskaapeleiden reitillä ei ole tarkoituksenmukaista.

4.3 Käytöstä poistaminen

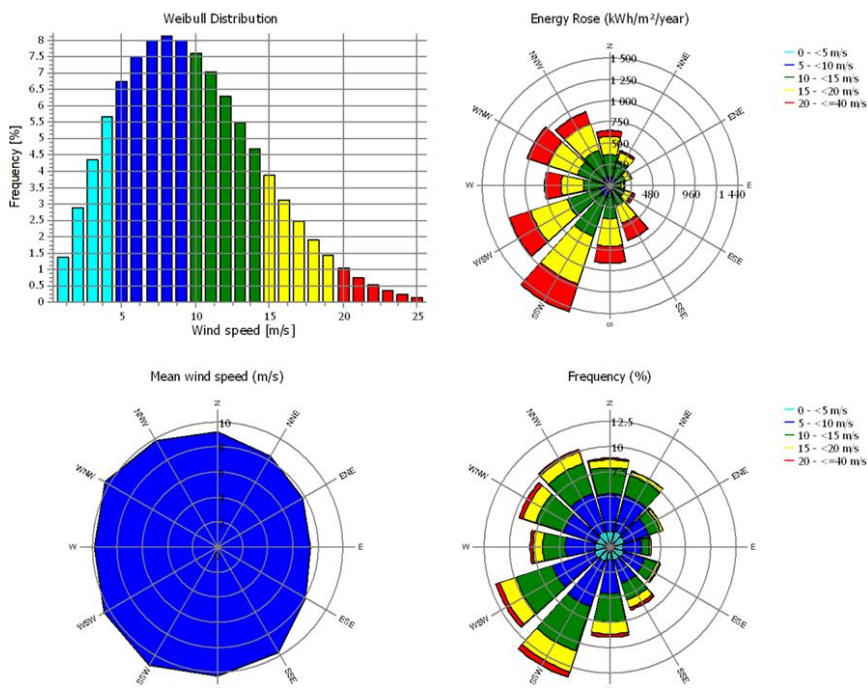
Merituulipuiston odotettu käyttöikä on enintään 40 vuotta, jonka jälkeen tuulipuisto poistetaan käytöstä ja alue ennallistetaan. Käytöstä poistamisen yhteydessä tuulivoimalat, kelluvat perustukset ja muuntoasemat puretaan ja kuljetetaan pois alueelta.

Joissakin tapauksissa voi olla hyödyllistä jättää perustukset, pohjakiinnitykset ja pohjalle asetettu kaapeli keinotekoisiksi riutoiksi. Jos tämä asianomaisten viranomaisten kanssa neuvotellen todetaan hankealueelle sopimattomaksi, myös perustukset ja muut vedenalaiset komponentit nostetaan pois alueelta ja paikka kunnostetaan käytöstäpoistohetkellä viranomaisten vaatimusten mukaisesti.

5. Ympäristön kuvaus

5.1 Tuulivoimavarat

Yhtiön arvion mukaan alue soveltuu hyvin merituulivoiman tuotantoon. Tuulivoimavarat ovat hyvät, sillä 160 metrin korkeudessa tuulee keskimäärin 9,6 m/s. Kuva 12 esittää tuulen nopeuden ja suunnan taajuusjakaumaa, keskituulta eri tuulensuunnissa ja mahdollisen energian osuutta eri tuulensuunnissa perustuen ME-WAM-mallilla tehtyihin pitkän aikavälin korjattuihin korkean resoluution simulaatioihin paikallisista tuuliolosuhteista (Keck R.-E. ja Sondell N. 2020). Jäljempänä olevista tiedoista käy ilmi, että vallitseva tuulensuunta on länsi ja lounas. Näillä tuulensuunnilla on myös suurin keskimääräinen tuulennopeus, ja ne muodostavat siten suuren osan alueen mahdollisista tuulivoimavaroista.



Kuva 12. Tuulen nopeuden (ylhällä vasemmalla) ja tuulen suunnan (alhaalla oikealla) taajuusjakauma, keskituuli eri tuulensuunnissa (alhaalla vasemmalla) ja mahdollisen energian osuus eri tuulensuunnissa (ylhällä oikealla) pitkän aikavälin korjattujen korkean resoluution simulaatioiden perusteella.

5.2 Merialuesuunnittelu

5.2.1 Merialuesuunnitelma

Vuoden 2022 alussa hallitus päätti Ruotsin ensimmäisistä merialuesuunnitelmista, jotka perustuvat merialuesuunnitteluasetukseen. Ruotsilla on kolme merialuesuunnitelmaa: yksi Pohjanlahdelle, yksi Itämerelle ja yksi Pohjanmerelle. Merialuesuunnitelmat vastaavat kuntien yleissuunnitelmia, ja ne ohjaavat eri merialueiden käyttöä. Merialuesuunnitelmat kattavat Ruotsin talousvyöhykkeen ja suurimman osan rannikon edustan aluevesistä.

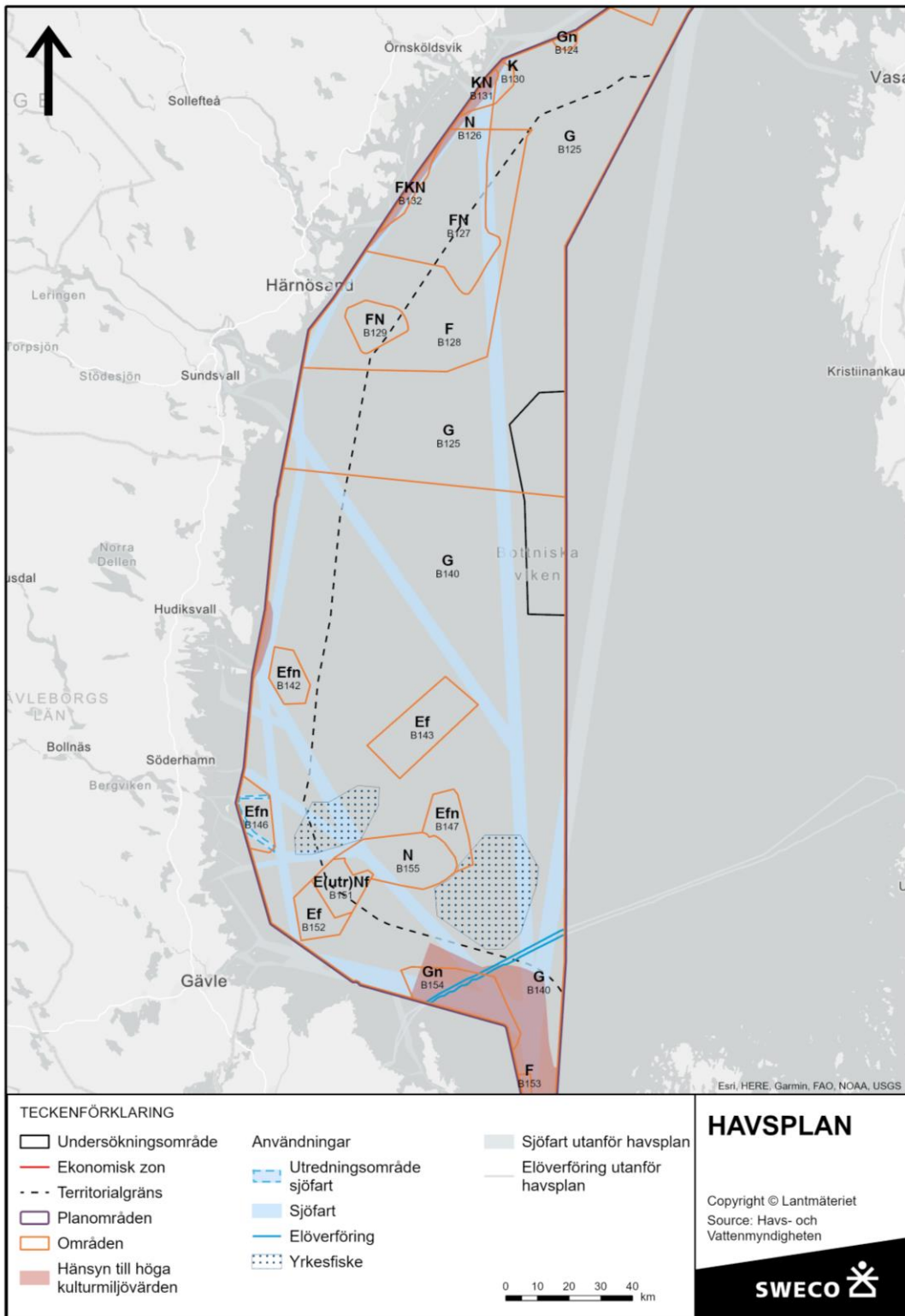
Merialuesuunnittelun tavoitteena on edistää pitkän aikavälin kestävää kehitystä, jossa eri intressit ovat tasapainossa (HaV¹).

Yleisesti ottaen Selkämerellä katsotaan olevan hyvät edellytykset edistää energiamurrosta. Bothnia Offshore Sigman hankealue sijaitsee Pohjanlahden merisuunnitelma-alueella ja kattaa kaksi eri merialuetta: eteläisen Selkämeren ja pohjoisen Selkämeren sekä pohjoisen Merenkurkun, ks. Kuva 13 jäljempänä.

Merialuesuunnitelmissa on määritetty käytettäväksi yleinen käyttö, jonka yhteydessä on otettu huomioon erityisesti korkeat kulttuuriympäristöarvot. Merialuesuunnitelman B140 mukaan alueen mahdollisia käyttötarkoituksia ovat merenkulku, merenkulun hankealue, sähkönsiirto ja ammattikalastus. Maanpuolustuksen etu asetetaan energiantuotannon edelle, sillä näiden kahden käyttötavan ei katsota voivan toimia rinnakkain. Myös alueen B125 käyttötarkoitukseksi on määritetty yleinen käyttö ja mahdolliseksi käyttötarkoitukseksi merenkulku, ks. Taulukko 5.

Taulukko 5. Taulukossa on kuvattu alueiden B125 ja B140 merialuesuunnitelmat

Område	Användningar	Särskild hänsyn	Företräde eller särskild anpassning för samexistens	Motivering till företräde
B140	Generell användning Sjöfart Utredningsområde sjöfart Yrkesfiske Elöverföring	Höga kulturmiljövärden.	Vid Campsgrund i söder ges försvar företräde framför energitvinning.	Företräde ges åt riksintresseanspråk för totalförsvaret enligt 3 kap. 10 § miljöbalken samt riksintresseanspråk för sjöfart framför den del av riksintresseanspråk för vindbruk som ligger i planområdet. Användningarna bedöms inte kunna samexistera.
B125	Generell användning Sjöfart	Höga kulturmiljövärden.		



Kuva 13. Eteläisen ja pohjoisen Selkämeren sekä pohjoisen Merenkurkun merialuesuunnitelmat, joihin on merkitty eri käyttötarkoitukset. Bothnia Offshore Sigma sijaitsee yleiskäyttöalueella, eikä se ole ristiriidassa minkään erikseen määritetyn käyttötarkoituksen kanssa. (HaV¹)

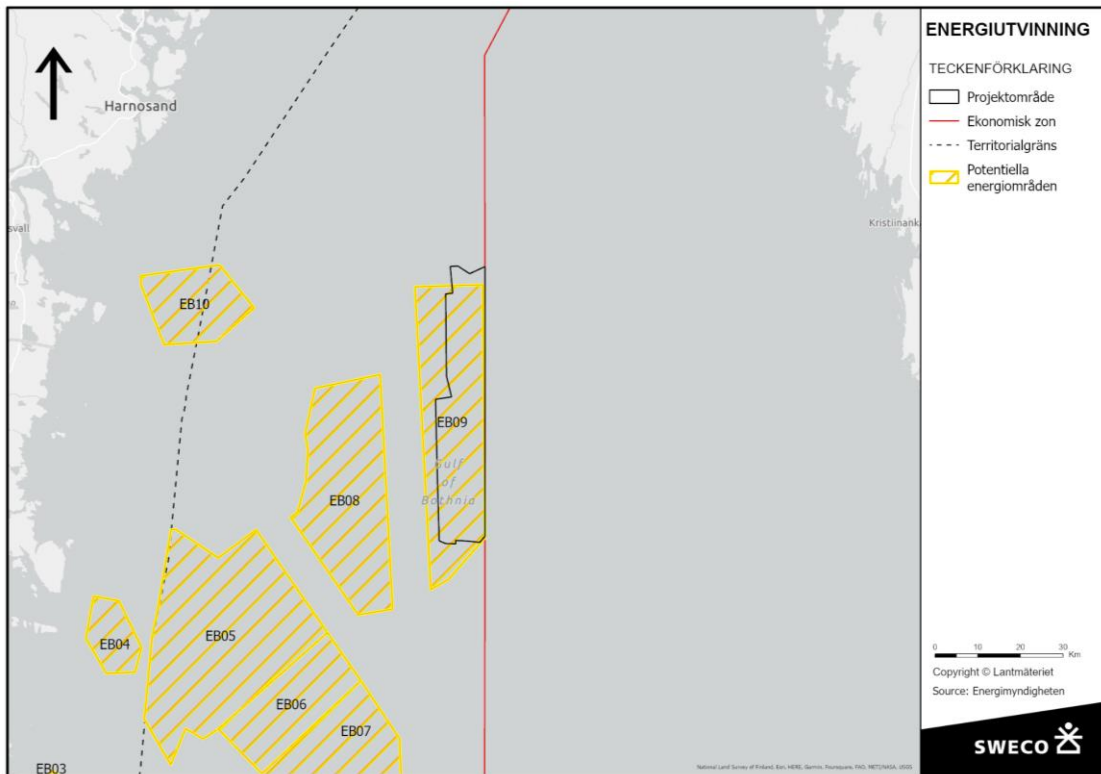
5.2.2 Energia-alueita koskeva ehdotus

Ruotsin energiavirasto on yhdessä kahdeksan muun viranomaisen kanssa saanut Ruotsin hallitukselta tehtäväksi määrittää energiantuotantoon soveltuvia merialueita pääasiassa Pohjanmerellä ja Itämerellä, jotta sähköä voitaisiin tuottaa lisää 90 TWh vuodessa. Tämän tehtävän tarkoitus on saada aikaan tarkastetut merialuesuunnitelmat. Merialuesuunnitelmat on tarkistettava joulukuuhun 2024 mennessä.

Ruotsin energiavirasto esitteli selvityksen ensimmäisen vaiheen tuloksen maaliskuussa 2023 energiantuotantoon soveltuvia merialueita. Näihin merialueisiin sisältyy myös alue, jolla Bothnia Offshore Sigma pääosin sijaitsee. Kuvassa 14 on esitetty suunnitellun tuulipuiston hankealueen sijainti sekä lähellä sijaitsevat, raportissa kuvatut energia-alueiksi soveltuvat alueet (Kuva 14). (Energimyndigheten 2023)

Määritettyjä alueita on kaiken kaikkiaan 53, joista yksikään ei ole kaikkien viranomaisten mielestä sopiva, mutta viisi aluetta on määritelty erityisen potentiaalisiksi alueiksi. Kaikki viranomaiset arvioivat, että tuulivoiman kehittäminen on mahdollista tietyin mukautuksin näillä viidellä alueella tai niiden osissa. Bothnia Offshore Sigman alue (EB09) sisältyy näihin alueisiin. Kuvassa (Kuva 15) on ote Ruotsin energiaviraston raportista, jossa on esitetty yhteenveto alueen määrittämisestä, vaikutuksista muihin etuihin ja mahdollisista mukautuksista alueella EB09.

Raportin laatimiseen osallistui yhteensä yhdeksän viranomaista, mutta joitakin etuja ei ole vielä arvioitu, koska ne kuuluvat salassapitovelvollisuuden piiriin, erityisesti Ruotsin puolustusvoimien osalta. Tämä tarkoittaa sitä, että energia-alueiden määrittäminen ei vielä takaa, että tuulivoimaa voidaan todellisuudessa kehittää näillä alueilla.



Kuva 14. Kuvassa on esitetty ehdotetut energia-alueet eteläisellä Selkämerellä, mukaan lukien alue EB09, jolla Bothnia Offshore Sigma sijaitsee. (Energimyndigheten 2023)

Grunder för utpekande och avgränsningar

Området har bedömts ha goda förutsättningar för etablering av havsbaserad utifrån vind, djup, och förutsättningar för elnätanslutning. Området har bedömts ha en relativt låg konfliktgrad med natur, friluftsliv, kulturmiljö och fiske. För samtliga områden i Bottenviken och Bottenhavet hänvisas till Sjöfartsverkets PM om vintersjöfart. Området är stort och möjliggör således en etappvis utbyggnad.

Påverkan på andra intressen

Intresse	Påverkan
Försvaret	Påverkan på totalförsvarets militära dels hemliga intressen är inte utredd.
Kulturmiljö	Området möjligt utifrån att det inte indirekt bedöms kunna påverka kulturmiljö, men direkt påverkan på kulturhistoriska lämningar på havsbotten behöver utredas.
Natur	Inga kända betydande fågelvärden som motsäger att området tas vidare för planering av vindkraft.
Sjöfart	Energiområdet gränsar i väster till det riksintresseklassade trafikstråket mot Örnsköldsvik och vidare nordvärt.
Yrkesfiske	I det stora hela lämpligt område, eventuellt små justeringar utefter de små fisklekområdena.

Hänsyn och anpassning

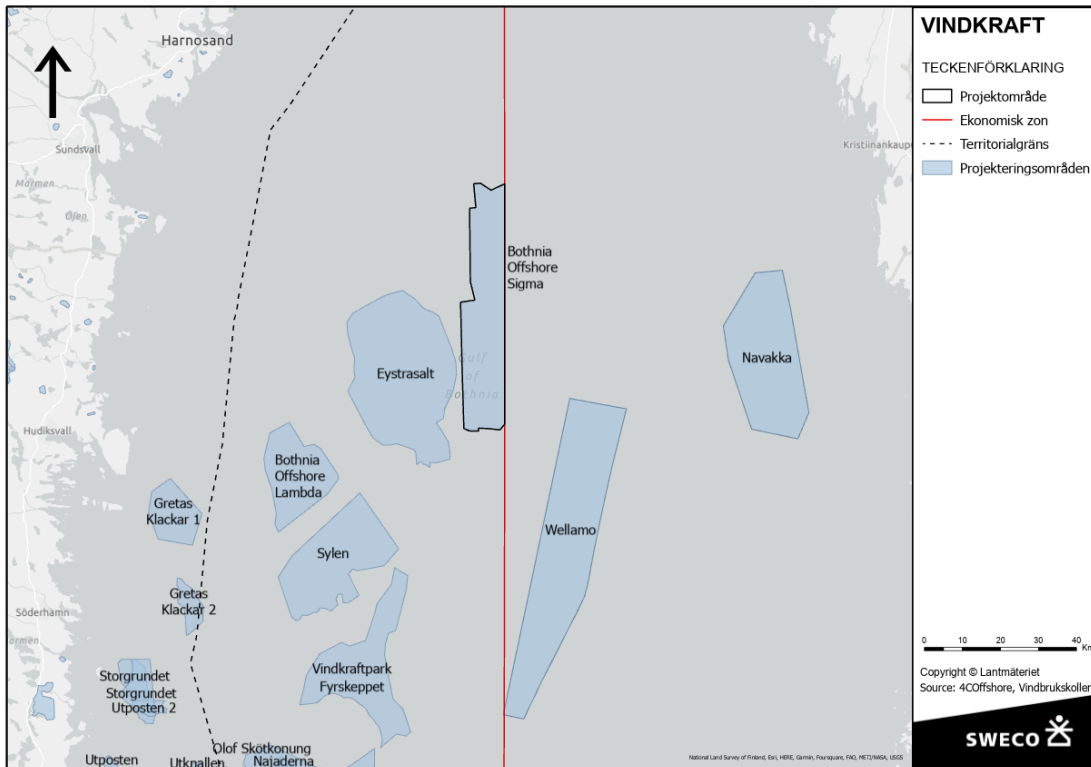
Intresse	Särskild hänsyn och anpassningar för samexistens
Sjöfart	Sjöfartsverket anser att säkerhetsavståndet till farleden i väst ska vara 1,3 NM. Energiområdets övergripande avgränsning västerut är anpassad efter Sjöfartsverkets säkerhetsavstånd. Placeringen av vindkraftverk i ett projektområde behöver anpassas till sjöfarten.
Försvaret	Särskild hänsyn till totalförsvarets intressen.
Kulturmiljö	Genom att anpassa ingreppen på havsbotten, genom justerad placering av vindkraftverk eller kabeldragning, kan direkt påverkan på kulturhistoriska lämningar undvikas.
Yrkesfiske	Lekande strömming i liten del av området kräver hänsyn.

Kuva 15. Yhteenveto EB09-energia-aluetta koskevistä edellytyksistä. Ote Ruotsin energiaviraston raportista Förslag på lämpliga energiutvinningsområden för havsplanerna, s. 254 (Energimyndigheten 2023)

5.2.3 Alueen nykyiset ja suunnitellut hankkeet

Lähistöllä on meneillään useita hankkeita, joista yksikään ei ole vielä valmis, ks. Kuva 16.

Lähin suunniteltu tuulipuisto on Eystrasalt Offshore, joka sijaitsee Sigman hankealueen länsipuolella. Sylen ja Bothnia Offshore Lambda sijaitsevat noin 3 peninkulman päässä Sigmasta lounaaseen Ruotsin talousvyöhykkeellä. Suomen talousvyöhykkeellä sijaitseva Wellamo-merituulipuisto on lähimpänä, 1,5 peninkulman päässä Sigmasta kaakkoon.



Kuva 16. Lähialueille suunnitellut tuulipuistot (Vindbrukskollen, 4C Offshore)

5.3 Kansalliset edut ja suojellut alueet

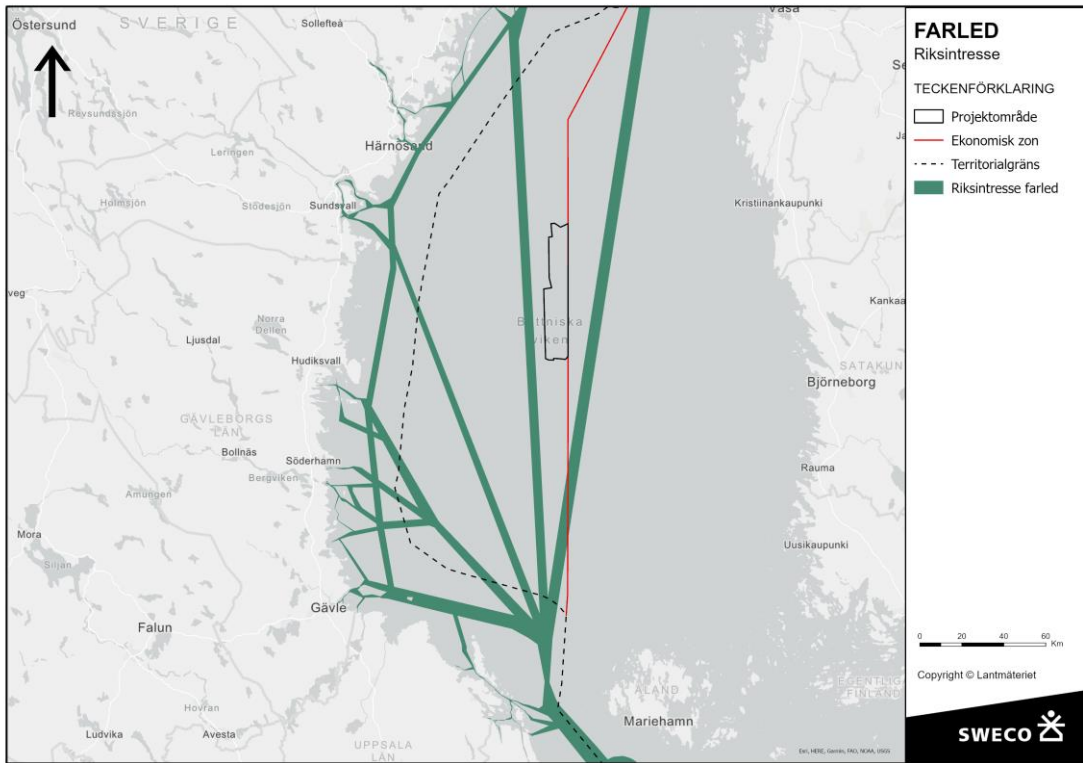
5.3.1 Kansalliset edut

Suunniteltu hankealue ei ole päällekkäinen minkään kansallisesti merkittävän alueen kanssa.

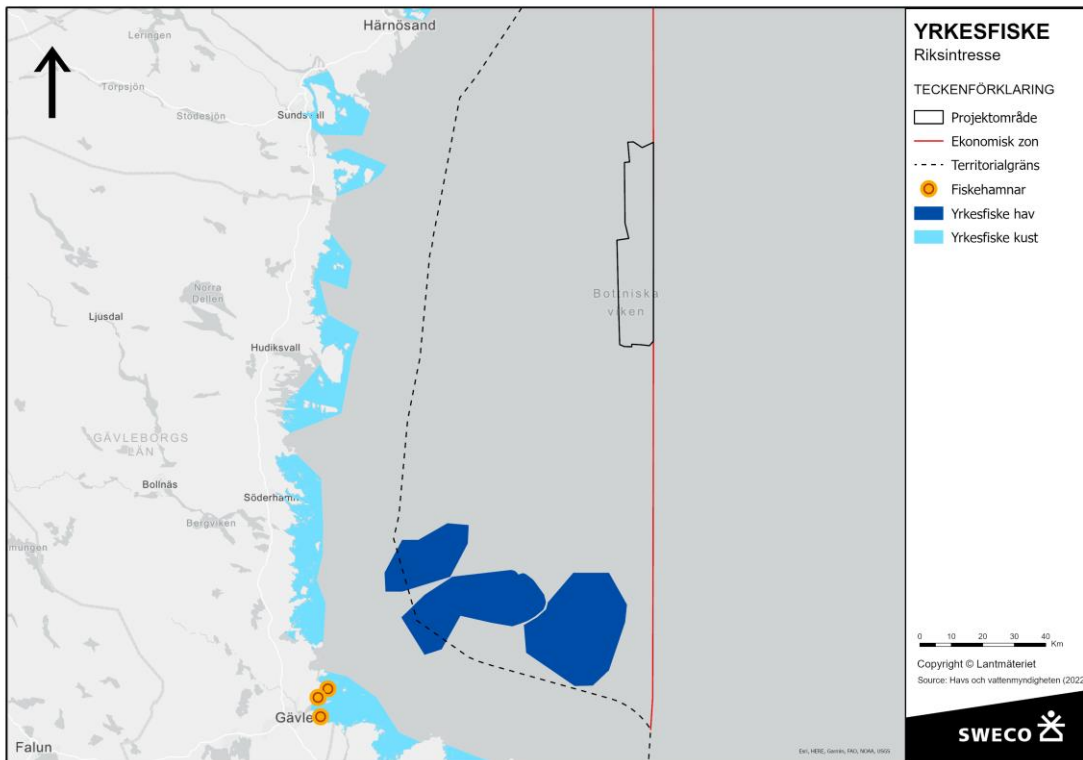
Hankealue sijaitsee hyvän marginaalietäisyyden päässä kahden kansallisesti merkittävän väyläalueen välissä, ks. Kuva 17. Ammattimaisen meri- ja rannikkokalastuksen kansallisen edun alue sijaitsee seitsemän peninkulman etäisyydellä rannikosta etelään ja länteen, mutta se ei vaikuta suunniteltuun tuulipuistoalueeseen, ks. Kuva 18.

Lähin puolustuksen kannalta kansallisesti merkittävä alue on merivoimien harjoitusalue, joka sijaitsee hieman yli kahden peninkulman päässä Sigman hankealueesta luoteeseen. Puolustuksen kannalta kansallisesti merkittävät alueet näkyvät jäljempänä olevassa kuvassa (Kuva 19).

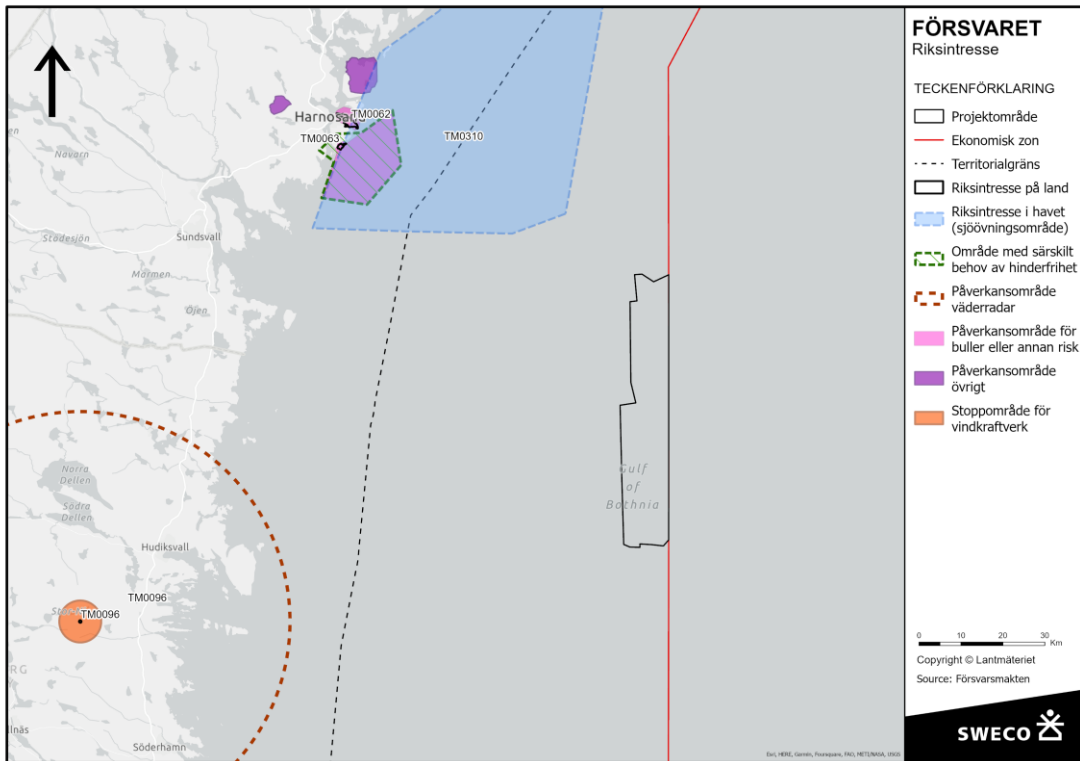
Ulkoilun ja kulttuuriperinnön kannalta kansallisesti merkittävä alue sijaitsee rannikolla yli seitsemän peninkulmaa länteen, ks. Kuva 20.



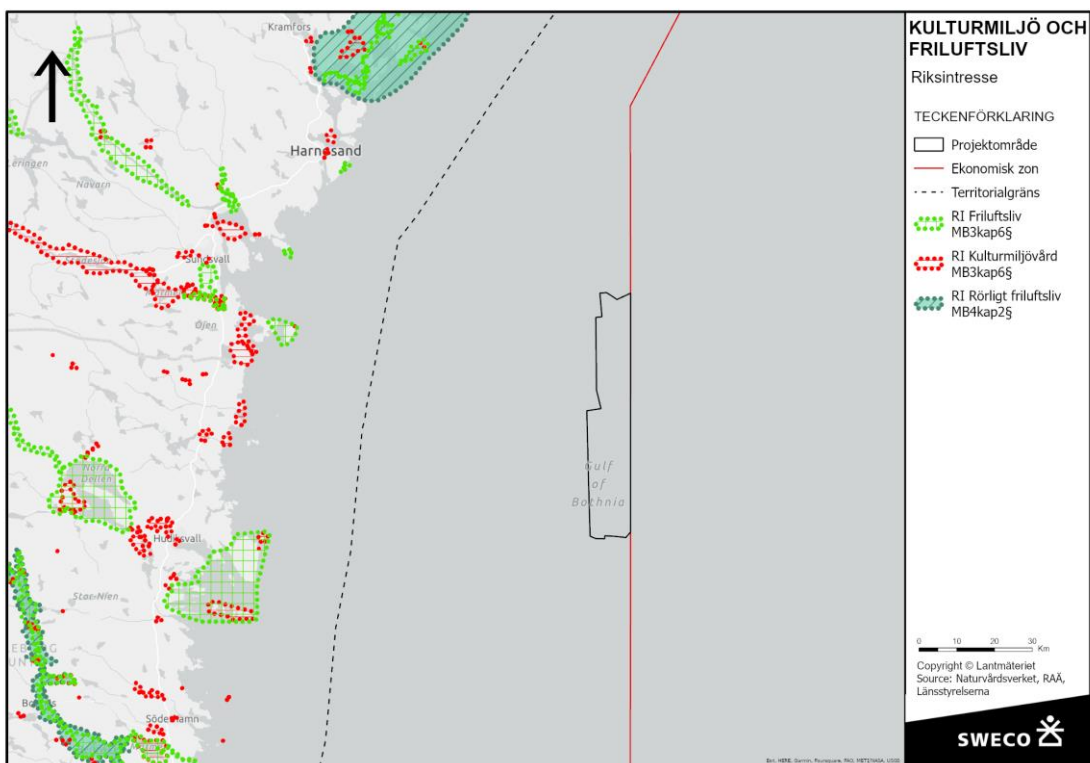
Kuva 17. Kansallisen edun mukainen viestintä, väylä (Vindbrukskollen).



Kuva 18. Kansallisen edun mukainen ammattikalastus (Vindbrukskollen)



Kuva 19. Kansallisen edun mukainen maanpuolustus. (Vindbrukskollen)



Kuva 20. Kansallisen edun mukainen ulkoilu ja kulttuuriperintö (Vindbrukskollen)

5.3.2 Natura 2000 ja muut luonnonsuojelualueet

Rannikkolinjan ulkopuolella on useita Natura 2000 -alueita, jotka kaikki ovat vähintään seitsemän peninkulman päässä, ks. Kuva 21.

Vänta Litets Grund

Lähin Natura 2000 -alue on Vänta Litets Grund, joka sijaitsee noin neljä peninkulmaa hankealueesta luoteeseen. Alue on nk. Helcomin mukaan suojeltu merialue (MPA) ja Natura 2000 -alue, jolla on luontotyyppidirektiivin mukaisia merellisiä elinympäristöjä. Alueella suojeltavia luontotyyppejä ovat sublittoraaliset hiekkasärkät ja riutat. Nämä luontotyypit mahdollistavat sinisimpukoiden runsaan esiintymisen alueella, ja ne ovat myös erittäin arvokkaita silakan kutualueita. (Västernorrlandin lääninhallitus, 2009)

Brämön

Del av Bremön -Natura 2000 -alue sijaitsee noin seitsemän peninkulmaa hankealueesta länteen. Alue on kasvitieteellisesti ja kulttuurisesti erittäin mielenkiintoinen saari, jolla on erilaisia luontotyyppejä ja joka on luontotyyppi- ja lintudirektiivien mukainen alue. Natura 2000 -alueeksi nimeämisen perusteena olevat luontotyypit ovat pääasiassa läntinen taiga, maankohoamisrannikon luonnontilaiset primäärimetsät, Fennoskandinavialle tyyppiset lehtimetsät ja metsäiset suot. Alueella tavataan lintudirektiiviin sisältyviä lajeja, kuten kuikka, sääksi, merikotka, pyy, metso, teeri, kurki, harmaapäätikka, palokärki, kalatiira ja lapintiira. (Västernorrlandin lääninhallitus, 2019)

Gran

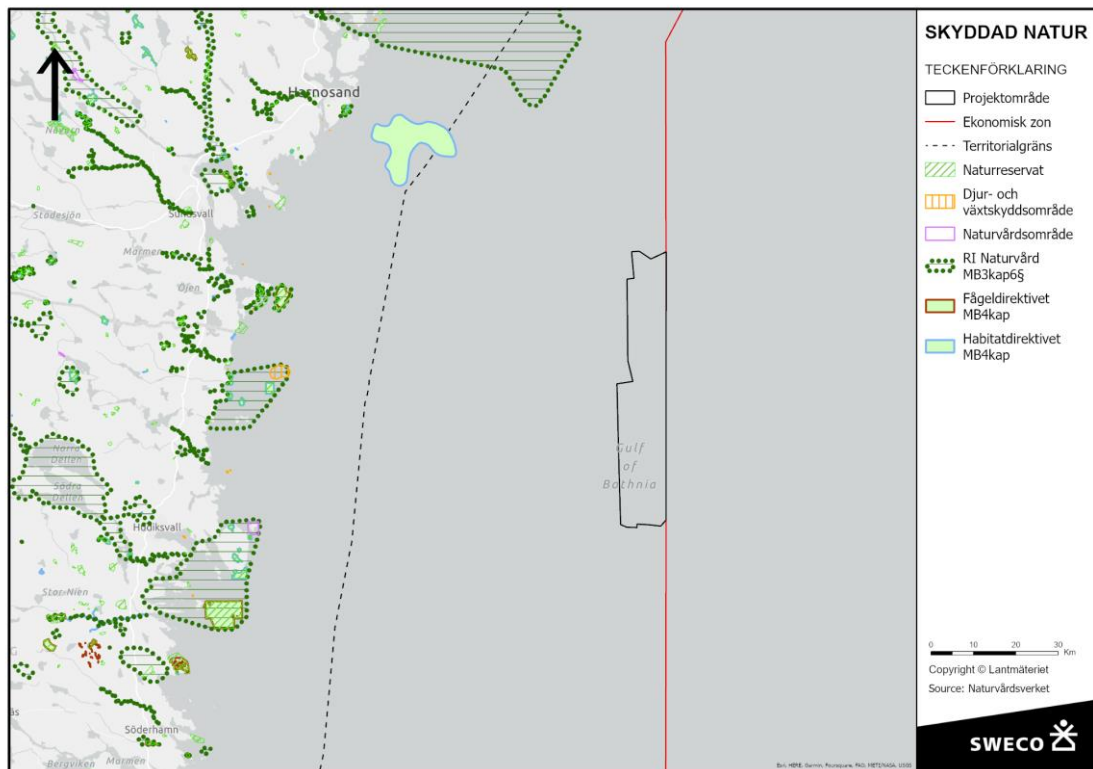
Granin saari on erittäin tuuli- ja sääaltis saari Hälsinglandin rannikolla, noin kahdeksan peninkulmaa hankealueesta länteen. Saarella suojeltavia luontotyyppejä ovat rantavallit, kallioiset hiekkarannat ja taiga. Saaren metsät ovat vanhoja ja eri-ikäisiä, ja niiden jatkuvuus on hyvin pitkä. Saaren koskemattomat rantaympäristöt ovat useiden merilintulajien pesimäpaikkoja. Saari ja sitä ympäröivä vesi ovat tärkeä alue harmaahylkeille. (Gävleborgin lääninhallitus, 2006)

Hornslandet

Hornslandetin niemimaalla, reilun kahdeksan peninkulman päässä hankealueesta länteen, on luontotyyppidirektiivin mukainen, viiden Natura 2000 -alueen keskittymä. Alueet ovat nimeltään Kuggörarna, Norra Hornslandet, Klibbalsreservatet, Lövsalen ja Hölick. Natura 2000 -alueiden tarkoitus on säilyttää koskemattomat rannikkoalueet ja arvokkaat rannikkoympäristöt. (Gävleborgin lääninhallitus) Hallitus on myös tilannut Hornslandetia koskevan tutkimuksen tulevan kansallispuiston perustamista varten.

Useimmat näistä alueista ovat myös luonnonsuojelualueita.

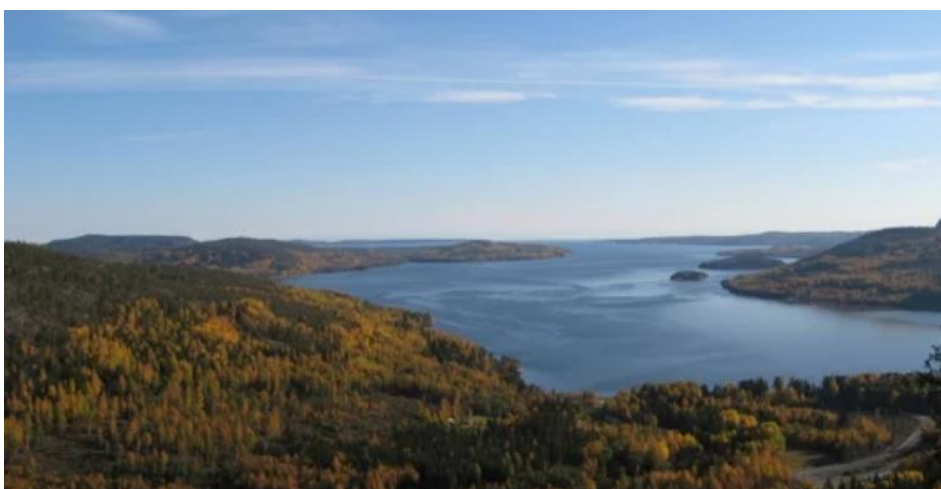
Lisäksi Bålsössä, reilun kahdeksan peninkulman päässä hankealueesta länteen, on luonnonsuojelualue. (Gävleborgin lääninhallitus)



Kuva 21. Kuvassa on esitetty lähistöllä sijaitsevat Natura 2000 -alueet ja luonnonsuojelualueet (Vindbrukskollen).

5.3.3 Unescon maailmanperintökohde

Korkearannikon maailmanperintökohde, Kuva 22, sijaitsee noin 10 peninkulmaa suunnitellusta hankealueesta luoteeseen. Alue on suosittu ulkoilualue ja maailman parhaita esimerkkejä siitä, miten jäänmuodostus ja maankohoaminen vaikuttavat maan pintaan. Alueella on edelleen nähtävissä maankohoamista (Världsarvet Höga Kusten).

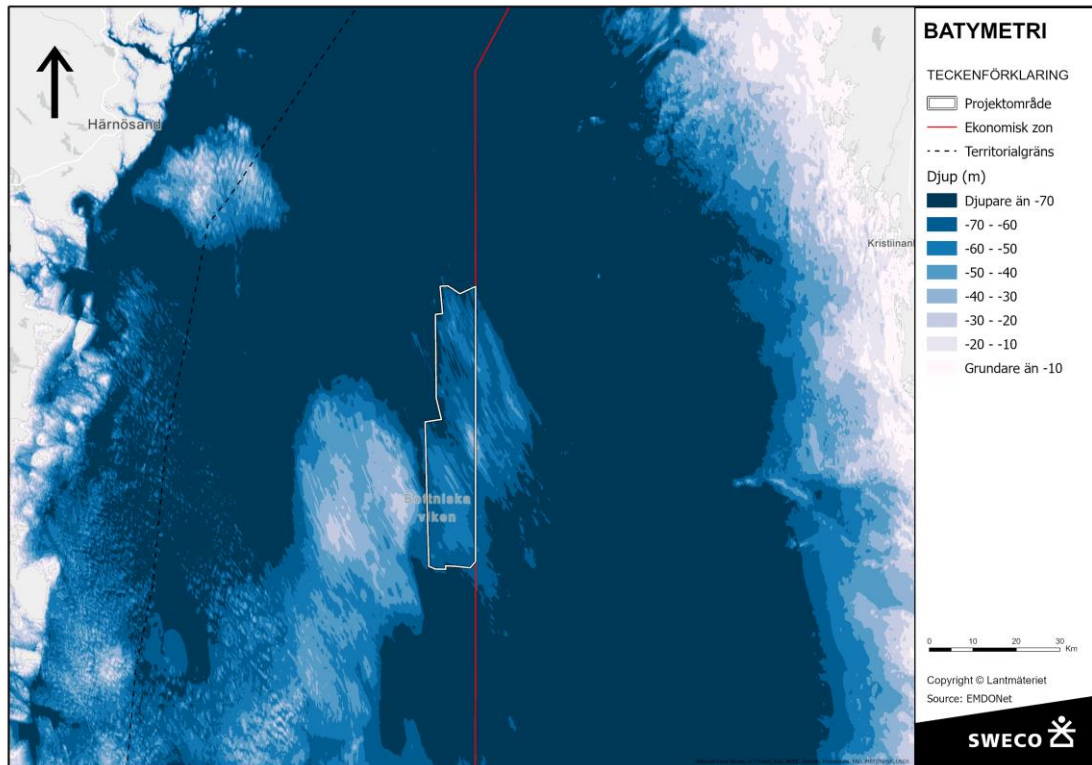


Kuva 22. Korkearannikko, näkymä Skulebergetistä (Världsarvet Höga Kusten)

5.4 Syvyys ja pohjaolosuhteet

5.4.1 Batymetria

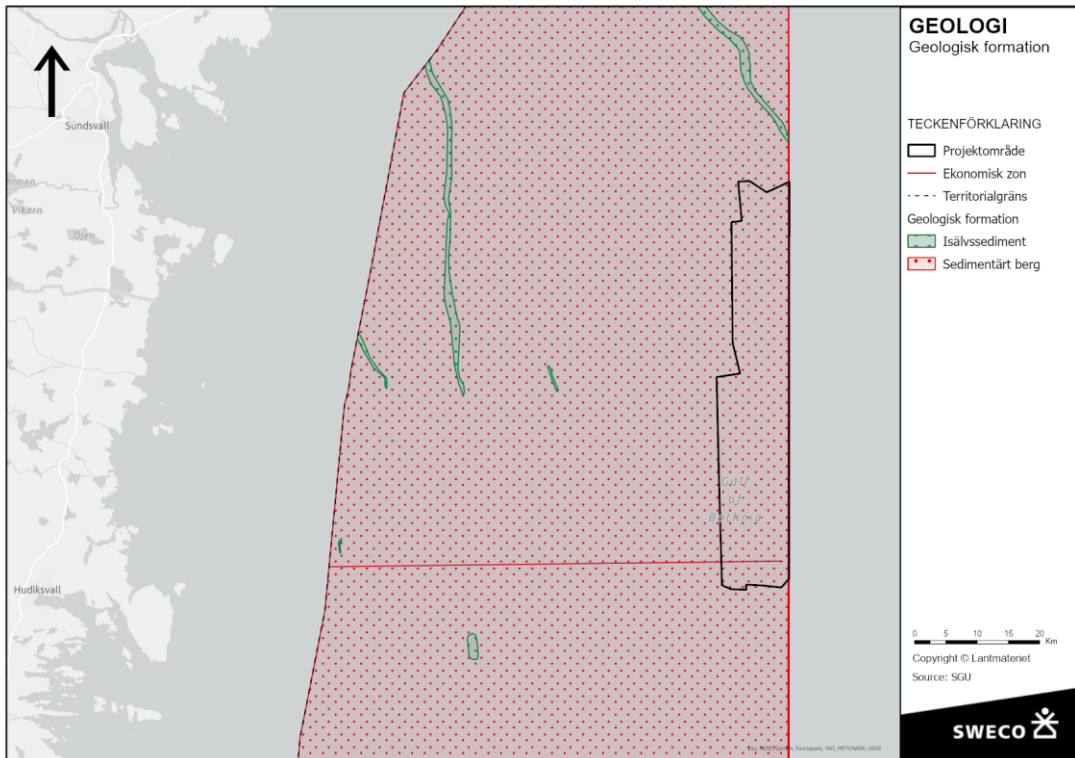
Batymetria eli syvyyskarttoitus kuvaa maaston fyysistä muotoa veden alla. Kuva 23 osoittaa pohjan vaihtelun metreinä vedenpinnan alapuolella mitattuna. Suunniteltu tuulipuisto sijaitsee alueella, jonka syvyys vaihtelee 40 ja 75 metrin välillä.



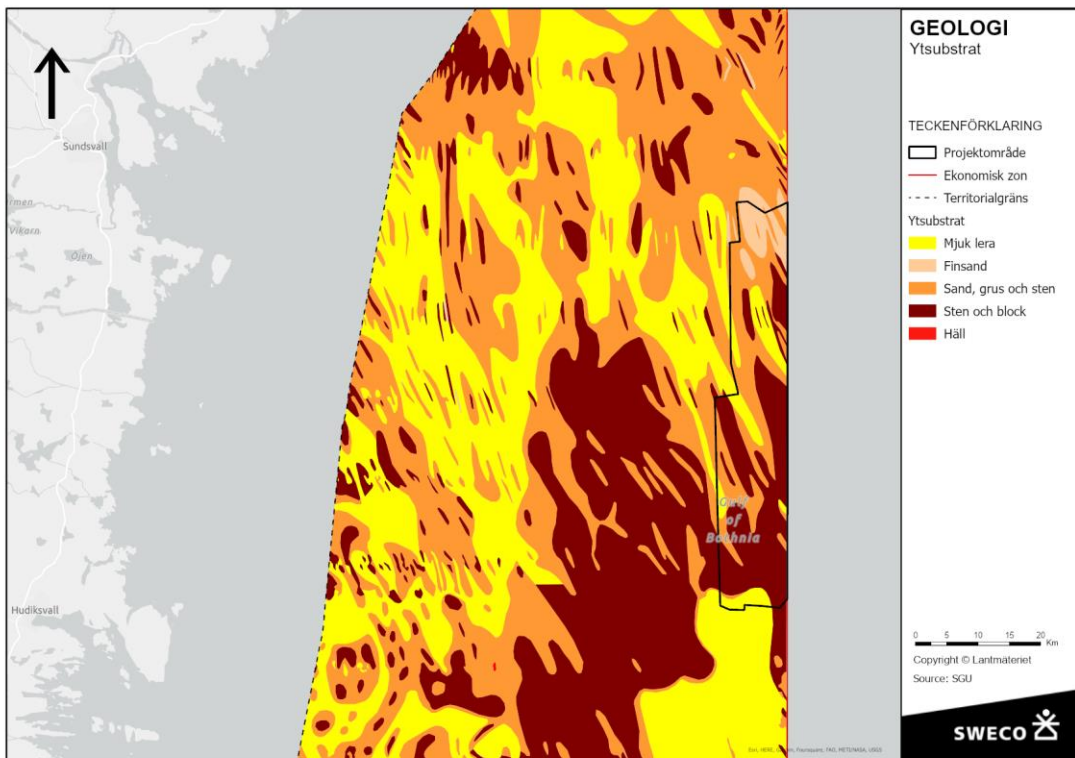
Kuva 23. Kuva havainnollistaa syvyysolosuhteiden vaihtelua alueella (EMODnet).

5.4.2 Kallioperä ja pohjan koostumus

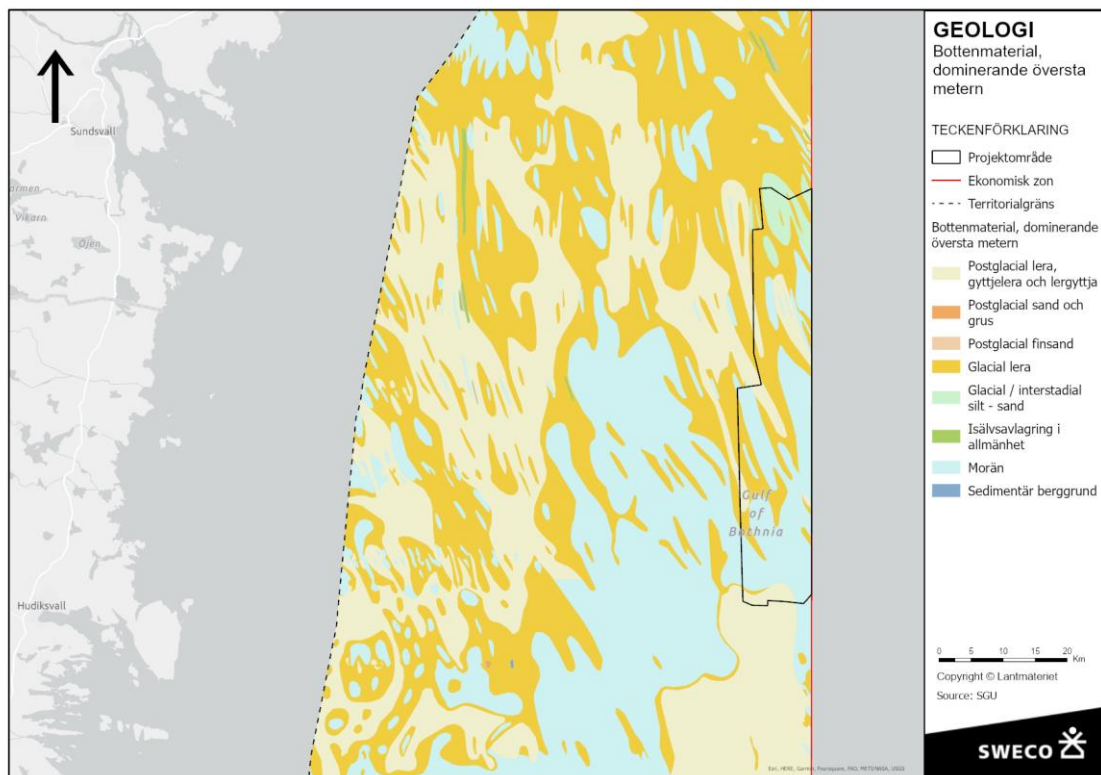
Hankealueen kallioperä koostuu sedimenttikivilajeista, ks. Kuva 24. Kallioperän päällä on kerros, joka koostuu suurelta osin kivistä ja lohkareista, hiekasta ja sorasta sekä osittain pehmeästä savesta, ks. Kuva 25. Hankealueella merenpohjan ylimmäinen metri koostuu glasiaalisesta savesta, moreenista, savesta ja liejusavesta, ks. Kuva 26.



Kuva 24. Kuvassa näkyy sedimenttikivien ja sulavesijokisedimenttien levinneisyys alueella. (SGU)



Kuva 25. Kuvassa näkyvät hankealueella vallitsevat pohjaolosuhteet. (SGU)

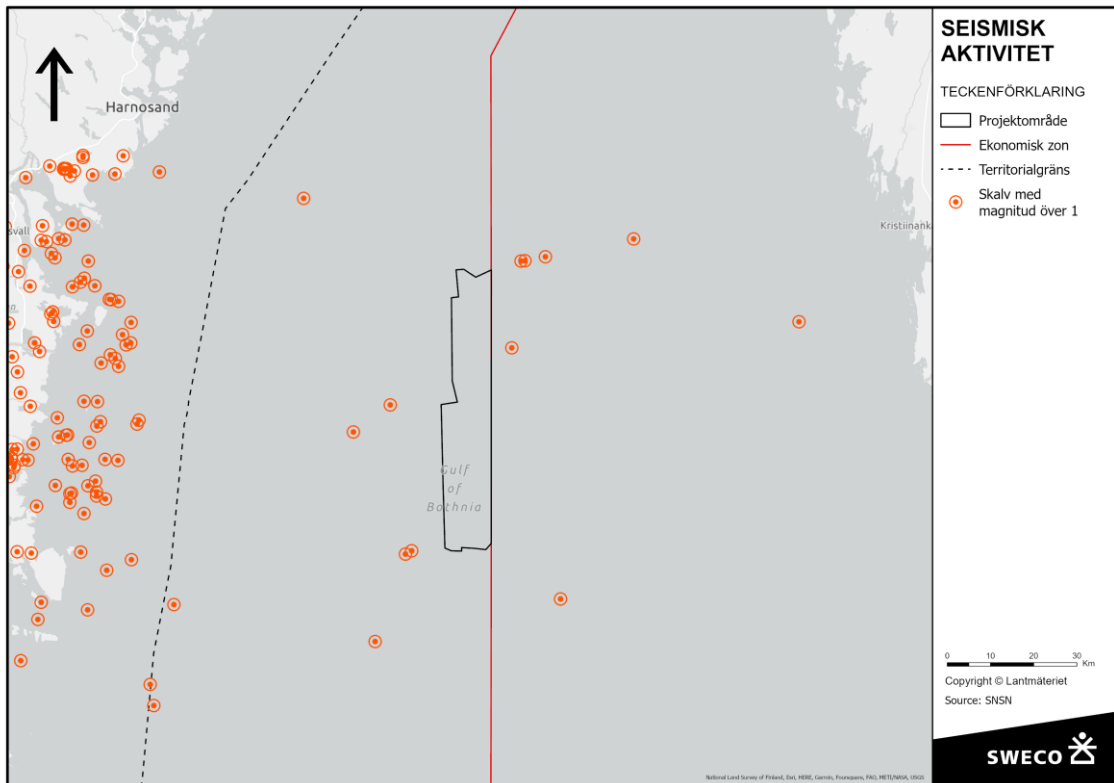


Kuva 26. Kuvassa näkyy hankealueen sedimentin ylin metri. (SGU)

5.4.3 Seisminen toiminta

Alueen seismisellä aktiivisuudella voi olla merkitystä vakauden kannalta, koska kaikki tuulivoimalat ankkuroidaan pohjaan. Maanjäristysten määrästä päätellen aktiivisuus hankealueella on hyvin vähäistä. Kuva 27 esittää kaikki vuodesta 1709 lähtien kirjatut yli 1 magnitudin maanjäristykset. Tietokantaa ei ole päivitetty Suomen talousvyöhykkeen osalta vuoden 2014 jälkeen, mutta kyseisellä alueella tiedetään olleen hyvin vähän maanjäristyksiä.

Sigman hankealueella ei ole havaittu yhtään maanjäristystä, joten seisminen aktiivisuus on Uppsalan yliopiston Ruotsin kansallisen seismisen verkoston mukaan hyvin vähäistä. (SNSN)

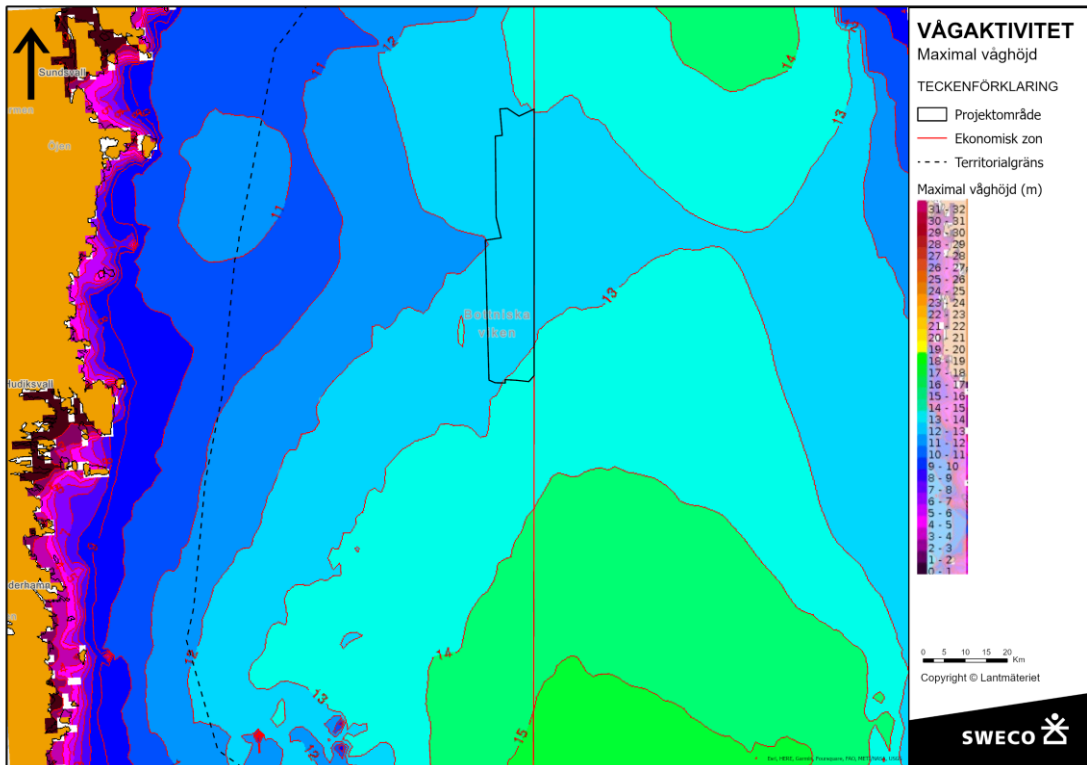


Kuva 27. Kuvassa on esitetty yli 1 magnitudin maanjäristykset vuodesta 1709 lähtien. (SNSN)

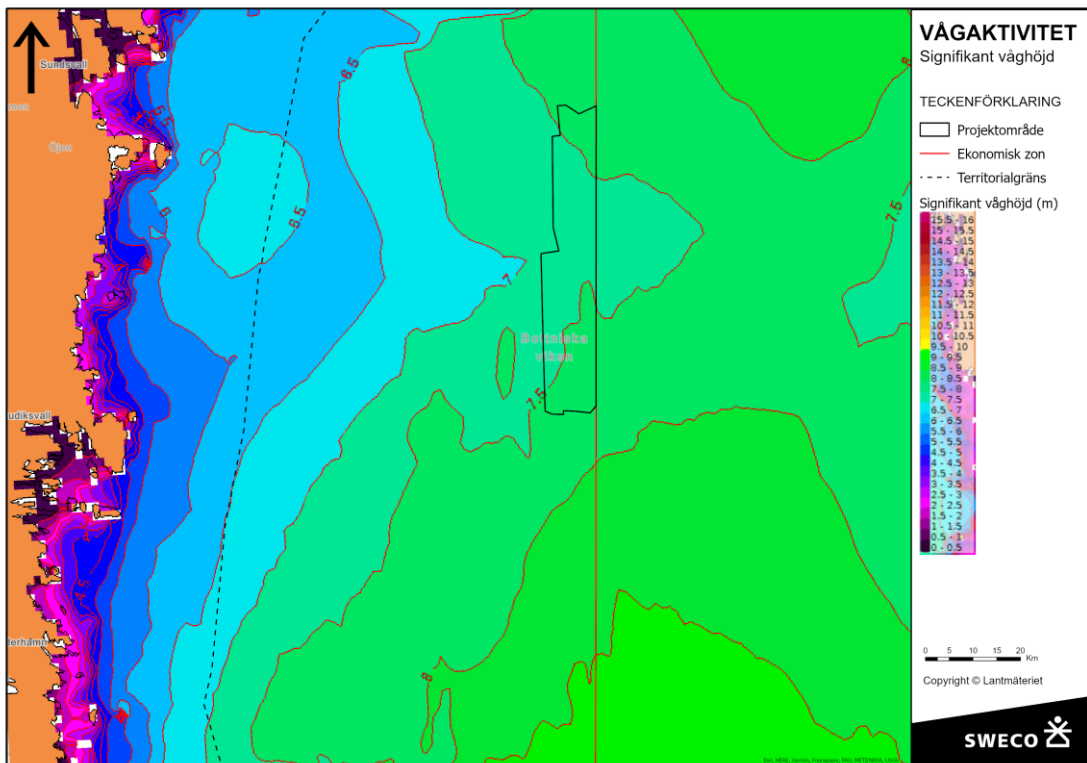
5.5 Hydrografia ja happiolosuhteet

5.5.1 Aaltoilmasto

Itämeren aaltoilmasto on huomattavasti rauhallisempi kuin Ruotsin länsirannikolla ja Pohjanmerellä, mikä on tuulipuistoille suotuisaa. Aallonkorkeus määritellään merkitsevänä aallonkorkeutena. Tämä lasketaan korkeimman kolmanneksen keskiarvona tietyssä ajankohtana. (Östersjön.fi, a). Tarkastelualueella suurin aallonkorkeus vuosina 1993–2021 on vaihdellut 12–14 metrin välillä, kun taas merkitsevä aallonkorkeus on vaihdellut 6,5–7,5 metrin välillä, ks. Kuva 28 ja Kuva 29.



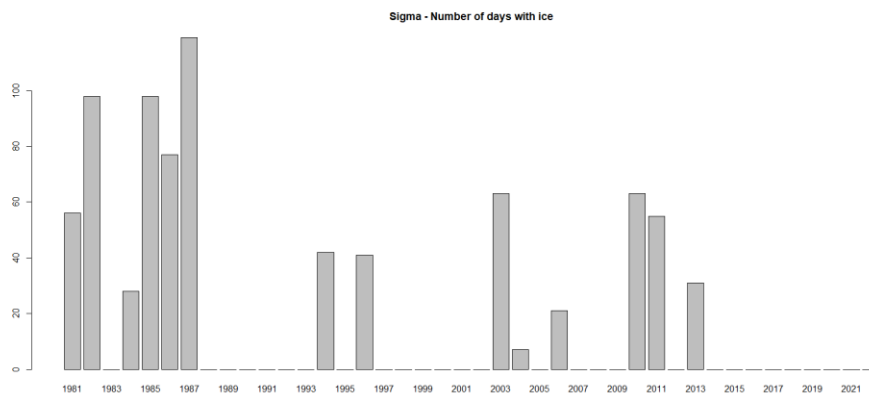
Kuva 28. Kuvassa näkyvät vuosina 1993–2021 mitattu suurin aallonkorkeus. (Copernicus)



Kuva 29. Kuva esittää vuosina 1993–2021 mitattua korkeinta merkitsevää aallonkorkeutta. (Copernicus)

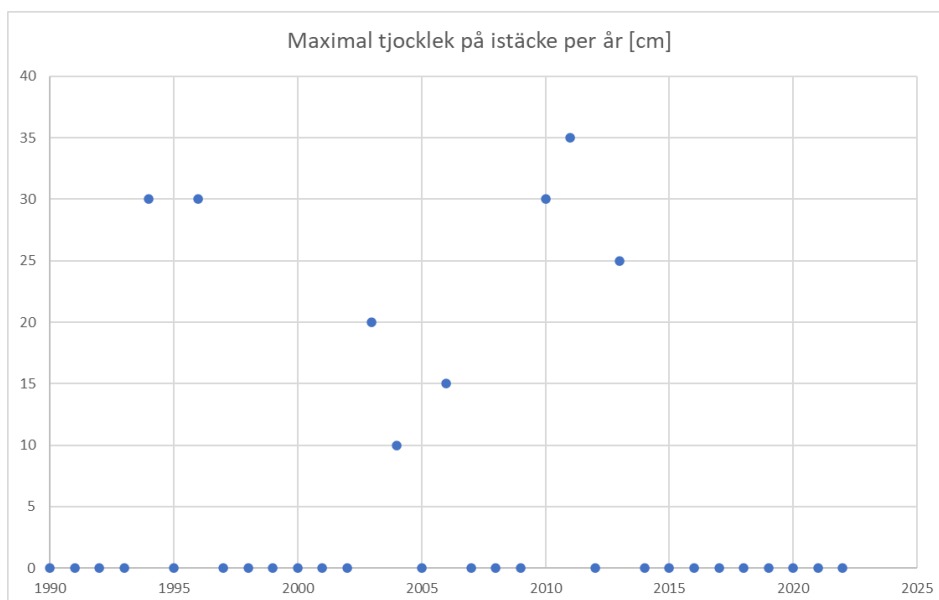
5.5.2 Jääpeite

Bothnia Offshore Sigman alue ei ole joka vuosi jääpeitteinen. Kun tarkastellaan ajanjaksoa 1990–2022, jääpeitteisen ajan osuus alueella on noin 2,7 prosenttia. Joinakin vuosina alue voi olla jääpeitteinen jopa 60 päivän ajan. Vuodesta 2014 lähtien alueella ei ole ollut jääpeitettä. Jääpeitteisten päivien vuosittainen lukumäärä, ks. Kuva 30.



Kuva 30. Jääpeitteisten päivien lukumäärä vuosittain jaksolla 1981–2022. (Copernicus)

Jää on harvoin paksua jään maksimipaksuuden mukaan määritettynä, ks. Kuva 31. Jään paksuudessa on suuria eroja Selkämeren ja Perämeren välillä.



Kuva 31. Jääpeitteen enimmäispaksuus vuodessa hankealueella. (Copernicus)

5.5.3 Happiolosuhteet ja suolapitoisuus

Hankealueen läheisyydessä on useita ympäristönseuranta-asemia, joilla otetaan muun muassa näytteitä happiolosuhteista ja suolapitoisuudesta. Vuosina 2010–2021 tulokset osoittavat, että alueen happipitoisuus on suhteellisen hyvä. Useimmissa näytteissä happipitoisuus on 6-8,5 mg/l (Sharkweb). Nämä pitoisuudet ylittävät meriveden happitasapainon kynnysarvon, joka on 5 mg/l (HVMFS 2012:18).

Vuosina 2010–2021 alueella mitattu suolapitoisuus on 3,6–6,5 psu, mikä tarkoittaa, että alueen vesi on murtovettä (Sharkweb).

5.6 Luonnonympäristö

5.6.1 Linnut

Itämeren merilinnut voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään niiden pääasiallisten ravintomieltyymysten perusteella: kasvinsyöjiin, kalansyöjiin ja pohjaeläimiä syöviin. Merilinnut, jotka ovat kasvinsyöjiä (joutsenet, hanhet, sorsat) ruokailevat matalassa vedessä, maalla tai maan läheisyydessä. Kalaa syövät merilinnut (kuikat, uikut, koskelot, ruokit, tiirat ja lokit) seuraavat kalakantoja rannikon ja meren välisellä raja-alueella. Sen sijaan pohjasta syövät merilinnut ovat maantieteellisesti sidotumpia ja keskittyneet alueille, joilla on hyvät ja helposti saatavilla olevat simpukkakannat. Tällaisia alueita on joko matalilla rannikkolahdilla, joita käyttävät rannikolla elävät sukeltajasorsat (lapasotka, telkkä, tukkasotka), tai ulommalla rannikkokaistaleella ja matalilla rannikoilla, joita käyttävät merellä elävät sukeltajasorsat (haahka, alli, pilkkasiipi, mustalintu). Samoja maantieteellisiä ravinnonetsintäalueita käytetään tyypillisesti vuodesta toiseen (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2022).

Simpukoita syövät sukeltajasorsat sukeltavat usein 10–25 metrin syvyyteen, kun taas kaloja syövät ruokit voivat sukeltaa 40 metrin syvyyteen tai syvemmälle (Larsson, 2018). Ruotsin ympäristönsuojeluviraston mukaan Selkämeren matalikoilla ei ole merkitystä talvehtimis- eikä ruokailualueina (Naturvårdsverket 2010). Koska hankealueen syvyys vaihtelee 40–75 metrin välillä, alueen arvo merilinnuille on todennäköisesti vieläkin vähäisempi.

Koko Itämeren rannikkoa pitkin kulkee keväisin ja syksyisin yleisesti tunnettu ja laaja pohjois-eteläsuuntainen muuttolintujen reitti. Näitä muuttolintujen reittejä koskevassa tietämyksessä on kuitenkin edelleen merkittäviä aukkoja. (Naturvårdsverket, 2017). Keväisin ja syksyisin miljoona muuttolintua lentää Selkämeren yli.

5.6.2 Lepakot

Ruotsin ympäristönsuojeluviraston mukaan Ruotsissa on toteutettu vain kaksi lepakoita koskevaa seurantaohjelmaa merituulivoiman yhteydessä. Nämä tuulipuistot on sijoitettu suhteellisen lähelle maata (8 kilometrin säteelle). Lepakoita voi kuitenkin esiintyä paljon kauempana merellä, erityisesti muuttoaikana. Vaeltavia lajeja on tavattu jopa 14 kilometrin päässä maasta ja lähes aina 10 metrin korkeudessa merenpinnasta. Kyseessä ovat pääasiassa muuttavat lajit, kuten kääpiölepakko ja pikkulepakko, mutta myös isolepakko, kimolepakko, etelänlepakko, vesilepakko ja lampisiippa. Kahta viimeksi mainittua lajia on havaittu vain merenpinnan tasolla, eikä ole todisteita siitä, että tuulivoimalat aiheuttaisivat niiden kuolemia. Ruotsin ympäristönsuojeluviraston

mukaan näihin kahteen lajiin ei tarvitse kiinnittää erityistä huomiota (Naturvårdsverket 2017). Hankealue on yli seitsemän peninkulman päässä lähimmältä mantereelta, ja lepakoiden määrän oletetaan olevan hyvin vähäinen. Kuitenkaan ei voida sulkea täysin pois mahdollisuutta, että lepakot kulkevat kyseisen alueen kautta.

5.6.3 Kalat

Koska Itämeri on suhteellisen nuori meri, siellä ei ole erityisiä murtovesilajeja. Alueen kalalajit ovat joko makean tai suolaisen veden lajeja. Makean veden lajit ovat vallitsevia rannikkoalueilla ja suolaisen veden lajit avoimilla suolaisemmilla vesillä (Havet.nu). Selkämerellä on Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston mukaan 27 kalalajia (HaV²). Hankealueella odotetaan esiintyvän lähinnä pelagisia lajeja, kuten siikaa, silliä ja kilohailia. Silakat kokoontuvat usein 50–90 metrin syvyyteen talvehtimaan. Laji on tärkeä myös kalastuksen kannalta tällä alueella. Hankealueella saattaa esiintyä myös ankeriaita, jotka ovat herkkiä magneettikentille. Itämeressä esiintyy myös lohta. Lohi elää suuren osan elämästään avomerellä, mutta siirtyy takaisin syntymäpaikoilleen jokiin kutemaan (Artdatabanken). Turskaa saattaa esiintyä, mutta suolapitoisuus on liian alhainen, jotta kuteminen alueella onnistuisi. Eyrstrasaltbankenin rannikon läheisyydestä johtuen hankealueella odotetaan esiintyvän myös pohjassa eläviä kaloja, kuten kiviniilikka, isosimppu ja härkäsimppu.

5.6.4 Benttinen ympäristö

Hankealueen pohjan happipitoisuus on niin korkea, että se voi ylläpitää pohjaeläimistöä, mutta Pohjanlahden pohjaeläimistöä edustaa vain muutama laji, ja yhteisöissä on harvoin yli kymmenen lajia. Näistä lajeista itämerensimpukka, valkokatka ja kilkki ovat yleisimpiä. Lajien vähäinen määrä johtuu siitä, että suolapitoisuus on liian korkea makean veden eliöille ja liian alhainen merieliöille. (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2012)

Itämeren pohjaeläimistön osalta voidaan todeta, että Itämeressä on suuri määrä merilevälajeja, joiden määrä vähenee suolapitoisuuden laskiessa pohjoiseen päin mentäessä. Mikään pohjakasvi ei kuitenkaan voi elää yli 35 metrin syvyydessä, minkä vuoksi asiaa ei käsitellä enempää.

5.6.5 Merinisäkkäät

Tutkimusalueella odotetaan esiintyvän vain harmaahylkeitä ja norppia. Vaikka muita lajeja saattaa esiintyä, tämän odotetaan olevan erittäin harvinaista.

Harmaahylje

Tämä laji viettää koko elämänsä vedessä lukuun ottamatta maaliskuun viikkoja, jolloin naaras synnyttää poikasia, ja paritteluaikaa. Perämerellä monet kuutit syntyvät jäälle, jossa ne naamioituvat hyvin valkoisen turkkinsa ansiosta. Harmaahylkeen ruokavalio koostuu suurelta osin silakasta, mutta se syö myös muita kaloja ja nilviäisiä. Lajia tavataan sekä saaristoissa että avovesissä. (Havet.nu) Harmaahylje etsii ravintoa pääasiassa 11–40 metrin syvyyksissä ja välttää yli 51 metrin syvyyksiä. (Sjöberg & Ball)

Harmaahylje on luokiteltu *elinvoimaiseksi* (LC) vuoden 2020 punaisella listalla, ja sen kehityssuuntaus on myönteinen Itämeressä. Lajia uhkaavat ympäristömyrkyt ja loisena elävä koukkumato, joka aiheuttaa suolistohaavaumia. Suurin uhka on kuitenkin eläinten jääminen pyydyksiin ja hukkuminen. (Lajitietokanta)

Norppa

Norpan levinneisyys on pohjoisella pallonpuoliskolla sirkumpolaarinen, mutta Ruotsissa sitä edustaa alalaji. Laji elää elämänsä vedessä lukuun ottamatta aikaa, jolloin naaras synnyttää poikasensa lumiluolassa ahojäällä. Tämän vuoksi laji on altis lämpimille talville ja ilmastonmuutokselle. Ravinto koostuu suurelta osin pienemmistä kalalajeista, mutta myös kilkit ovat tärkeä osa ruokavaliota. Ravinnon etsintä tapahtuu pääasiassa 13–49 metrin syvyydessä. (Oksanen ym.)

Norppa on luokiteltu vuoden 2020 punaisella listalla elinvoimaiseksi (LC), mutta sen populaatio on kehittynyt negatiivisesti. Lajia uhkaavat lähinnä ympäristömyrkyt, jotka ovat johtaneet siihen, että eläimistä on tullut lisääntymiskyvyttömiä. Tämä yhdistettynä lajin heikkoon lisääntymiskykyyn tarkoittaa, että kannan elpyminen kestää kauan. Norppa on myös täysin riippuvainen vakaasta jääpeitteestä lisääntyäkseen. Leudoilla talvilla on suuri kielteinen vaikutus niiden lisääntymiseen. (Lajitietokanta)

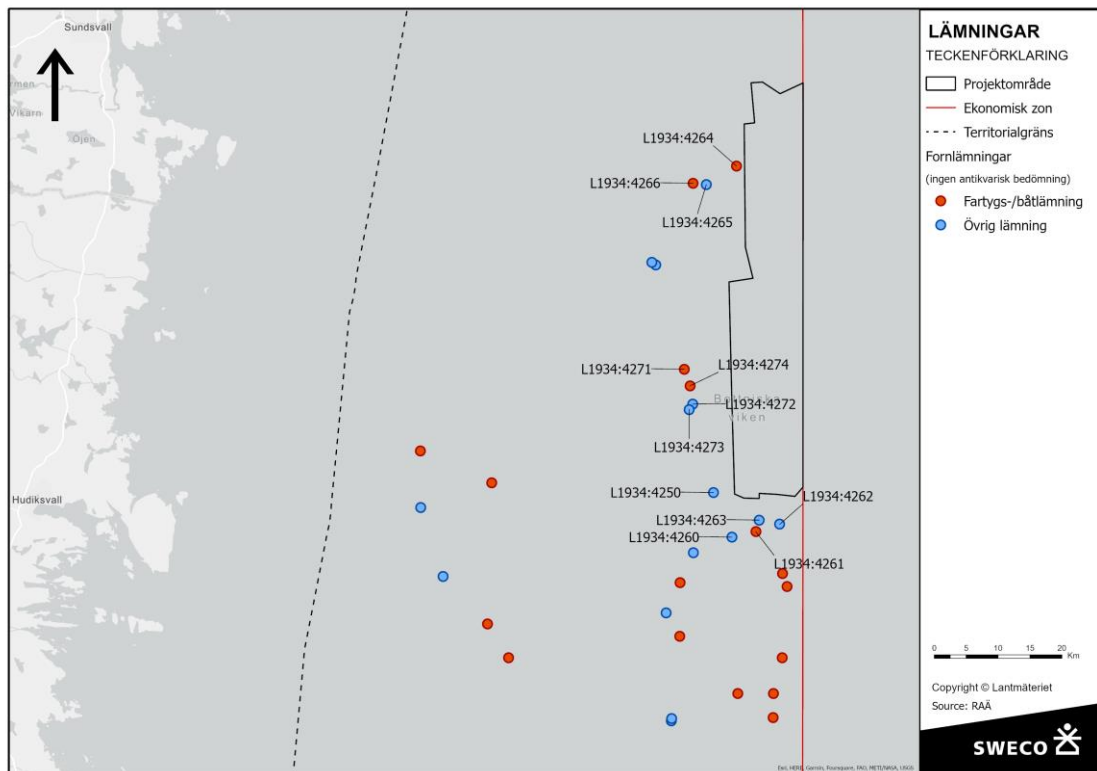
5.7 Ulkoilu ja virkistys

Kuten edellä mainittiin, ulkoilun kannalta kansallisesti merkittäviä alueita on rannikkoalueilla lähimmillään noin seitsemän peninkulman päässä länteen päin. Näihin kuuluu useita Hornslandetissa sijaitsevia luonnonsuojelualueita, jotka ovat erittäin suosittuja ulkoilualueita. Hornslandetiin harkitaan myös tulevaa kansallispuistoa. Koska suunniteltu tuulipuisto sijaitsee yli seitsemän peninkulman päässä rannikosta, toiminnan ei katsota vaikuttavan ulkoiluun.

5.8 Kulttuuriympäristö ja meriarkeologia

Kuten edellä mainittiin, lähistöllä ei ole nimetty kulttuuriperinnön kannalta kansallisesti merkittävää aluetta. Ruotsin kulttuuriympäristöön ja kulttuuriperintöön liittyvistä asioista vastaavan viranomaisen (Riksantikvarieämbetet) mukaan hankealueella ei ole tiedossa olevia muinaisjäännöksiä tai hylkyjä, mutta lähistöllä on useita muinaisjäännöksiä, ks. Kuva 32. Lähin tunnettu jäännös on hylky, jonka tunnus on L1934:4264 ja joka sijaitsee muutaman kilometrin päässä hankealueen ulkopuolella.

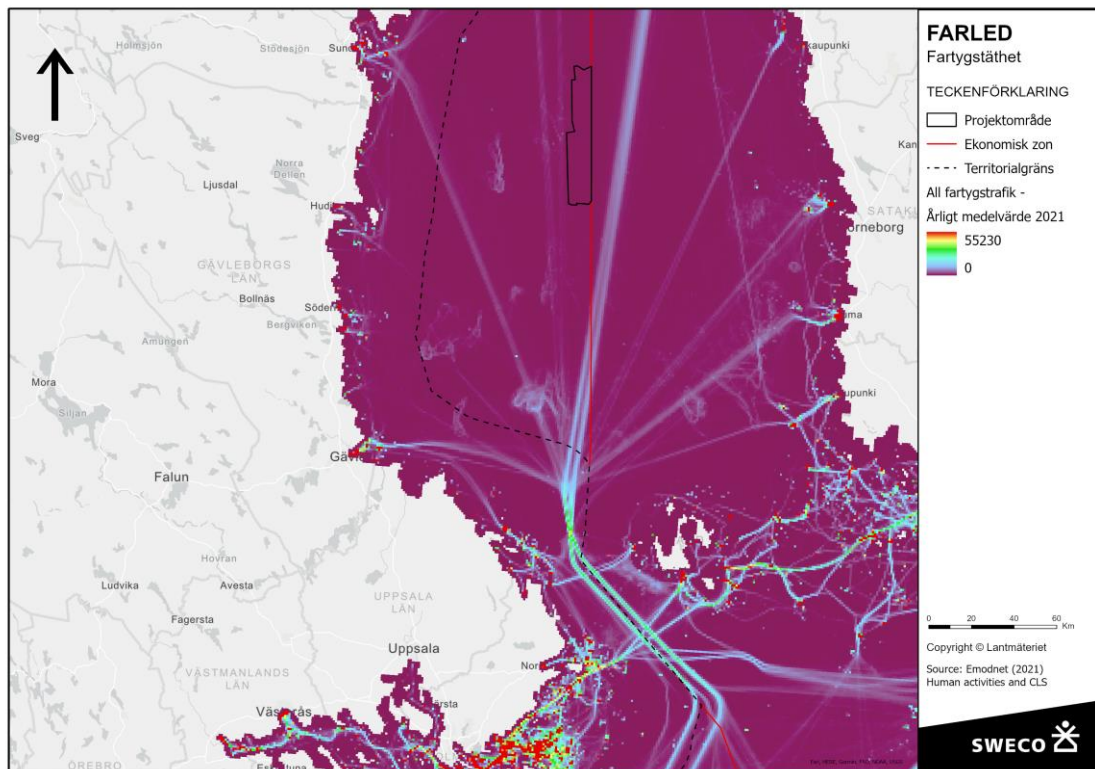
Alueella saattaa olla muitakin tuntemattomia alusten hylkyjä tai muita muinaisjäännöksiä, mikä tutkitaan pohjatutkimusten yhteydessä.



Kuva 32. Kuvassa näkyvät hankealueen läheisyydessä olevat tunnetut hylät ja muut muinaisjäännökset (RAÄ).

5.9 Väylät ja merenkulku

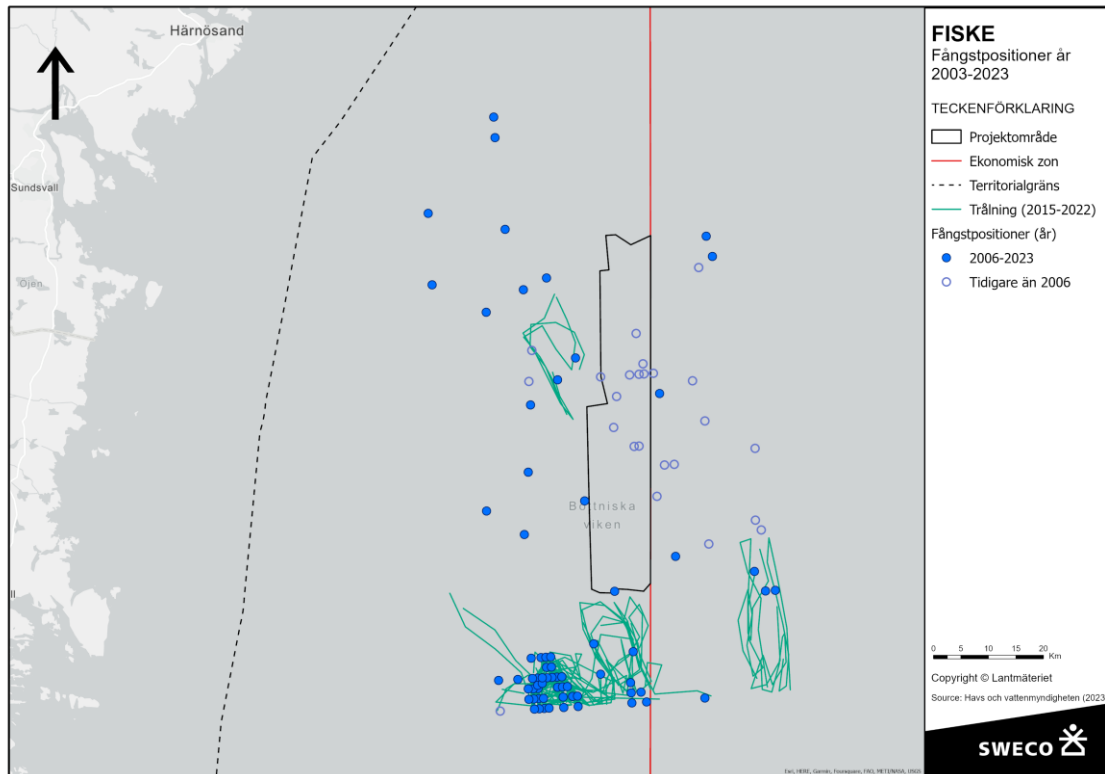
Hankealue sijaitsee hyvällä etäisyydellä laivaväylistä. Kuva 33 osoittaa kaikentyyppisten alusten liikennöintitiheyden. Suomen talousvyöhykkeellä on vilkkaasti liikennöity väylä, joka kulkee reilun peninkulman päässä hankealueesta itään. Lännessä on myös laivaväyliä, joilla liikenne on vähäisempää. Molemmat näistä on määritetty myös merenkulun kannalta kansallisesti tärkeiksi alueiksi.



Kuva 33. Liikennetiheys alueen väylillä (EMODnet2).

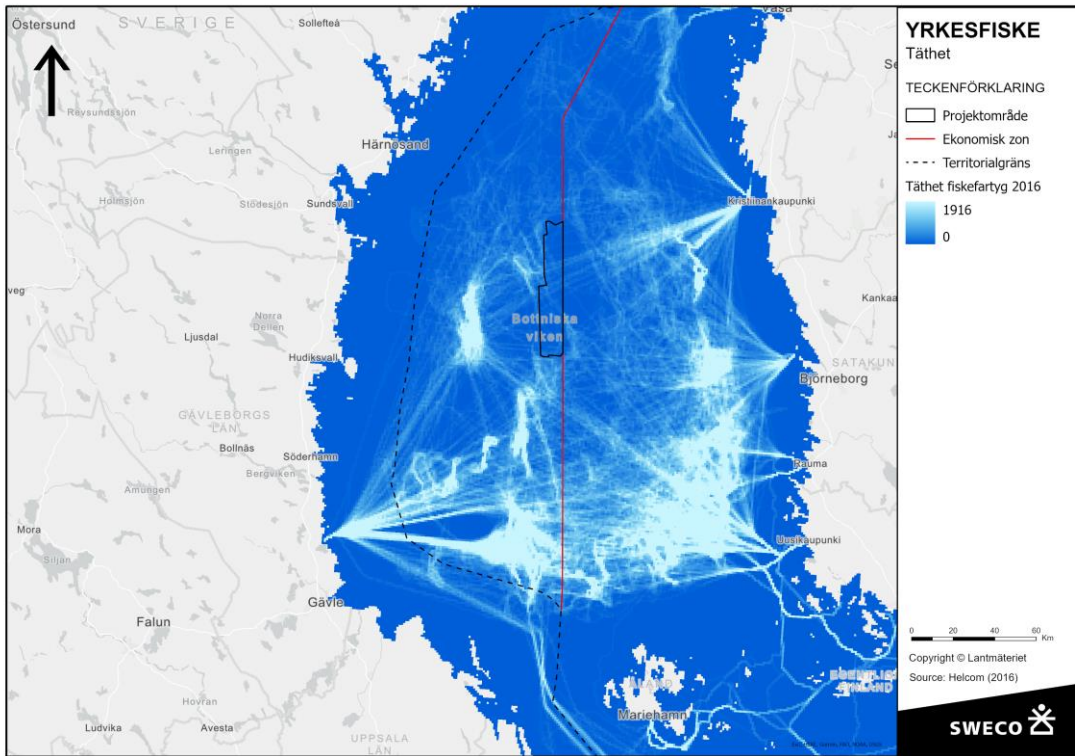
5.10 Ammattikalastus

Selkämerellä harjoitetaan laajamittaista ammattikalastusta, pääasiassa sillin, silakan ja kilohailin osalta. Kalastusta harjoitetaan pääosin rannikon läheisyydessä, eikä suunniteltu hankealue vaikuta saalispaikkojen osalta ammattikalastukseen. Ruotsalaisten kalastusalusten osalta voidaan todeta, että hankealueella ei ole ollut juuri lainkaan rekisteröityjä saalispaikkoja viimeisten 17 vuoden ajalta, ks. Kuva 34. 2000-luvun alussa kalastuspaikkoja on kirjattu myös Sigman alueelle, mutta ei kuitenkaan vuoden 2005 jälkeen. Huomaa, että troolaustiedot ovat saatavilla vasta vuodesta 2015 alkaen.

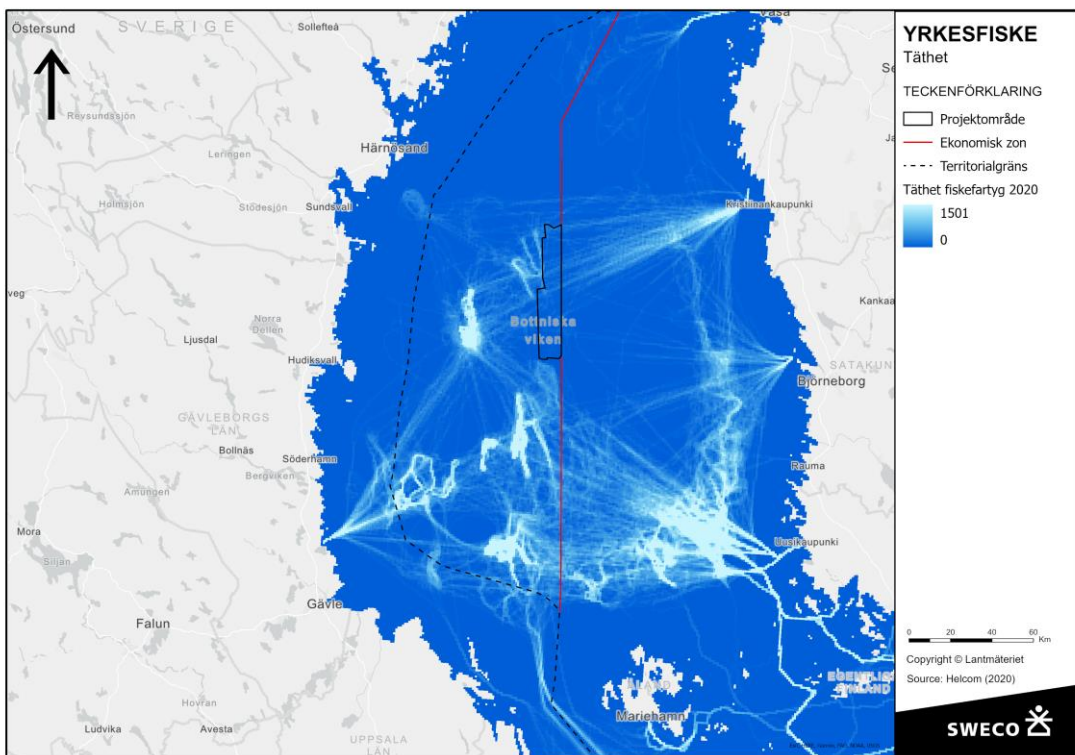


Kuva 34. Kaikki rekisteröidyt ruotsalaisten alusten kalastuspaikat vuosina 2003–2023. (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto)

Edellä olevat tiedot koskevat ainoastaan ruotsalaisia aluksia. Se, että alueella ei pyydetä kalaa, ei tarkoita sitä, etteikö siellä kulkisi kalastusaluksia. Jäljempänä olevissa kuvissa (Kuva 35 ja Kuva 36) on kuvattu kalastusalusten alusliikkeet vuosina 2016 ja 2020 Helcom-tietokannan mukaan, mukaan lukien myös muiden maiden alukset. Kuvista käy ilmi, että hankealueen läpi kulkee kaistale, jota kalastusalukset, lähinnä troolarit, käyttävät.



Kuva 35. Kalastusalusten liikkeet vuonna 2016 (HELCOM).

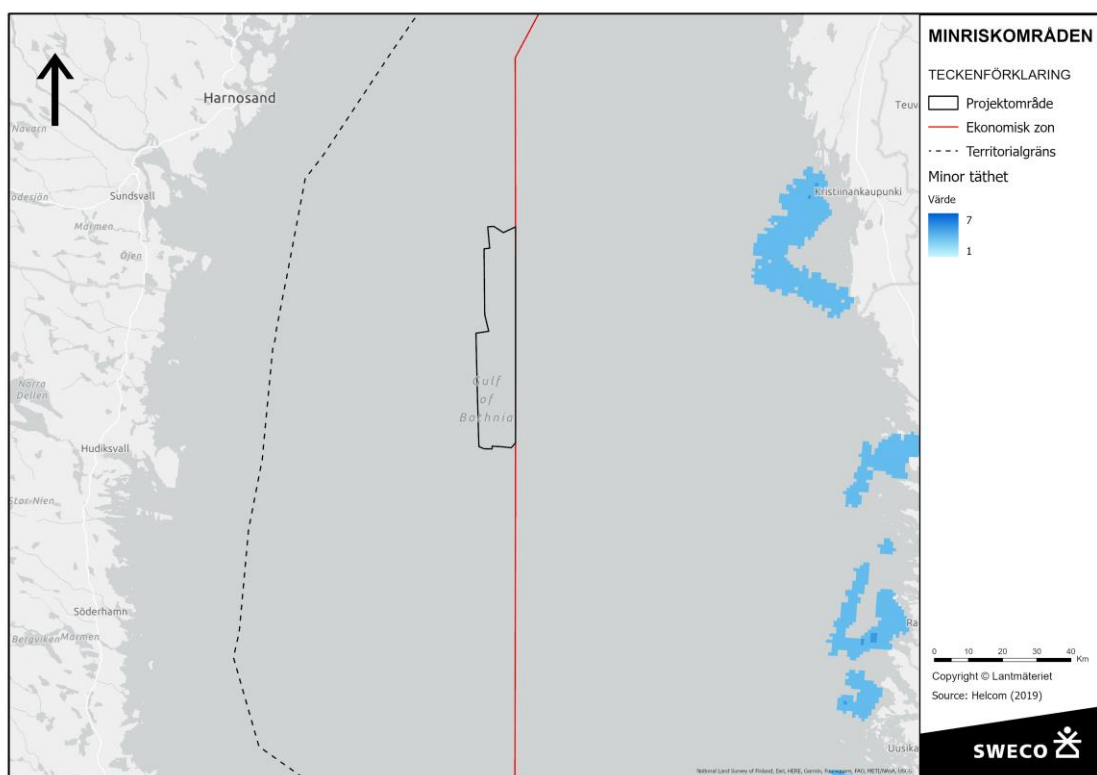


Kuva 36. Kalastusalusten liikkeet vuonna 2020 (HELCOM)

5.11 Miinariskialueet

Itämeren pohjassa on paljon maailmansotien jälkeen jäljelle jääneitä miinoja, ammuksia ja kemiallisia sodankäynnin aineita. Nämä voivat edelleen aiheuttaa riskin, ja ne on otettava huomioon merenpohjassa toimittaessa. Bothnia Offshore Sigman alue on Ruotsin merenkulkuviraston (Sjöfartsverket) tietosivun mukaan tunnettujen miinariskialueiden ulkopuolella. Lähin nimetty miinariskialue sijaitsee seitsemän peninkulman päässä hankealueesta itään, ks. Kuva 37.

Ruotsin puolustusvoimien kanssa neuvotellaan sen varmistamiseksi, ettei riskialueita jää huomiotta.



Kuva 37. Selkämeren tunnetut miinariskialueet (HELCOM).

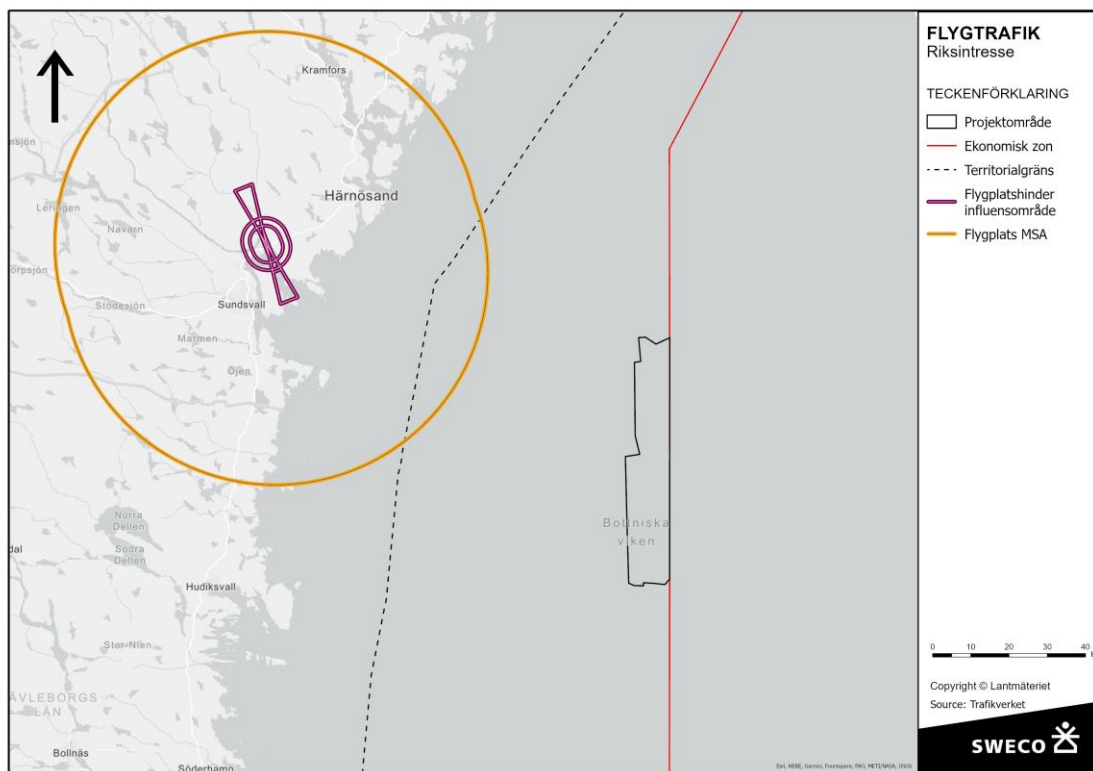
5.12 Johdot ja kaapelit

Tuulipuiston merialueelta ei ole löydetty tietoja olemassa olevista voimajohdoista, joihin tuulivoimapuiston perustaminen voisi vaikuttaa.

5.13 Ilmailu

Suunniteltu hankealue sijaitsee kaukana merellä talousvyöhykkeellä, eikä se ole päällekkäinen minkään lentoliikenteen kannalta kansallisesti tärkeän alueen kanssa, ks. Kuva 38. Kuvassa näkyvät Sundsvallin lentoaseman lentoliikenteen

vaikutusalueet. MSA-alueet, joilla on lentokorkeusrajoituksia, ovat yli neljän peninkulman päässä.



Kuva 38. Sundsvallin lentoaseman MSA-alueet ja lentoliikenteen vaikutusalueet (Vindbrukskollen)

6. Mahdolliset vaikutukset

6.1 Kansalliset edut

Kaikki kansallisesti merkittäväksi määritetyt alueet sijaitsevat niin kaukana hankealueesta, että niihin ei odoteta kohdistuvan vaikutuksia.

6.2 Natura 2000 ja muut suojellut alueet

Hankealuetta lähimpänä olevilla Natura 2000 -alueilla pyritään säilyttämään erityisiä rannikon luontotyyppejä, jotka muodostavat elinympäristön tärkeille lajeille. Merellä sijaitsevat laitokset eivät vaikuta näihin luontotyypeihin. Nimeäminen on kuitenkin tehty myös lintudirektiivin mukaisesti, mikä tarkoittaa, että mahdollisia vaikutuksia merilintulajeihin on selvitettävä.

Korkearannikon maailmanperintökohde sijaitsee kaukana, eikä tuulipuisto näy sieltä maan kaarevuuden vuoksi. Näin ollen tuulipuiston ei katsota vaikuttavan maailmanperintökohteeseen.

6.3 Sedimentti ja saastuminen

Suunnitellun hankealueen merenpohja on suurelta osin hienorakeisen materiaalin, kuten saven ja liejusaven, peitossa. Rakentamisen ja käytöstä poistamisen aikana sedimentti voi sekoittua ja levitä vesimassaan (sameus). Jos sedimentti on saastunut, se voi edistää saastumisen leviämistä lähialueella. Pohjatutkimuksen aikana otetaan näytteitä sedimentistä. Näiden analyysien tuloksia käytetään ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Tuulivoimalat voivat vaikuttaa virtausolosuhteisiin, ja tätä selvitetään tarkemmin ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.4 Ammattikalastus

Bothnia Offshore Sigma -hankealuetta ei ole merkitty ammattikalastuksen kannalta valtakunnallisesti merkittäväksi alueeksi. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston saalistietojen mukaan alueella ei ole kirjattu saaliita viimeisten 17 vuoden aikana. Tiedot koskevat Ruotsin ammattikalastusta, eivätkä ne välttämättä sisällä kaikkea alueen kalastusta. Kalastusalukset käyttävät kuitenkin aluetta matkallaan pyyntialueille, mikä tarkoittaa, että vaikutukset johtuvat pääasiassa siitä, että troolauus ei ole mahdollista tuulipuiston yhteydessä.

Vaikutusta ammattikalastukseen ei pidetä merkittävänä, jos alusten on kuljettava nykyistä lyhyempää kiertotietä, mutta alueen kalastajia kuullaan ja heidän kanssaan käydään vuoropuhelua.

6.5 Väylät ja merenkulku

Hankealue ei ole päällekkäinen minkään merenkulun tai väylien kannalta kansallisesti tärkeän alueen kanssa. Talvella laivaliikenne on mahdollisesti sopeuduttava jääolosuhteisiin ja poistuttava osoitetuilta väyliltä, joten hankealueella mahdollisesti olevaa liikennettä ei voida sulkea pois.

Ruotsin merenkululaitos, Ruotsin kuljetusvirasto ja kalastajien järjestöt ovat mukana kuulemisessa, jotta he voivat ilmaista näkemyksensä suunnitellusta hankkeesta.

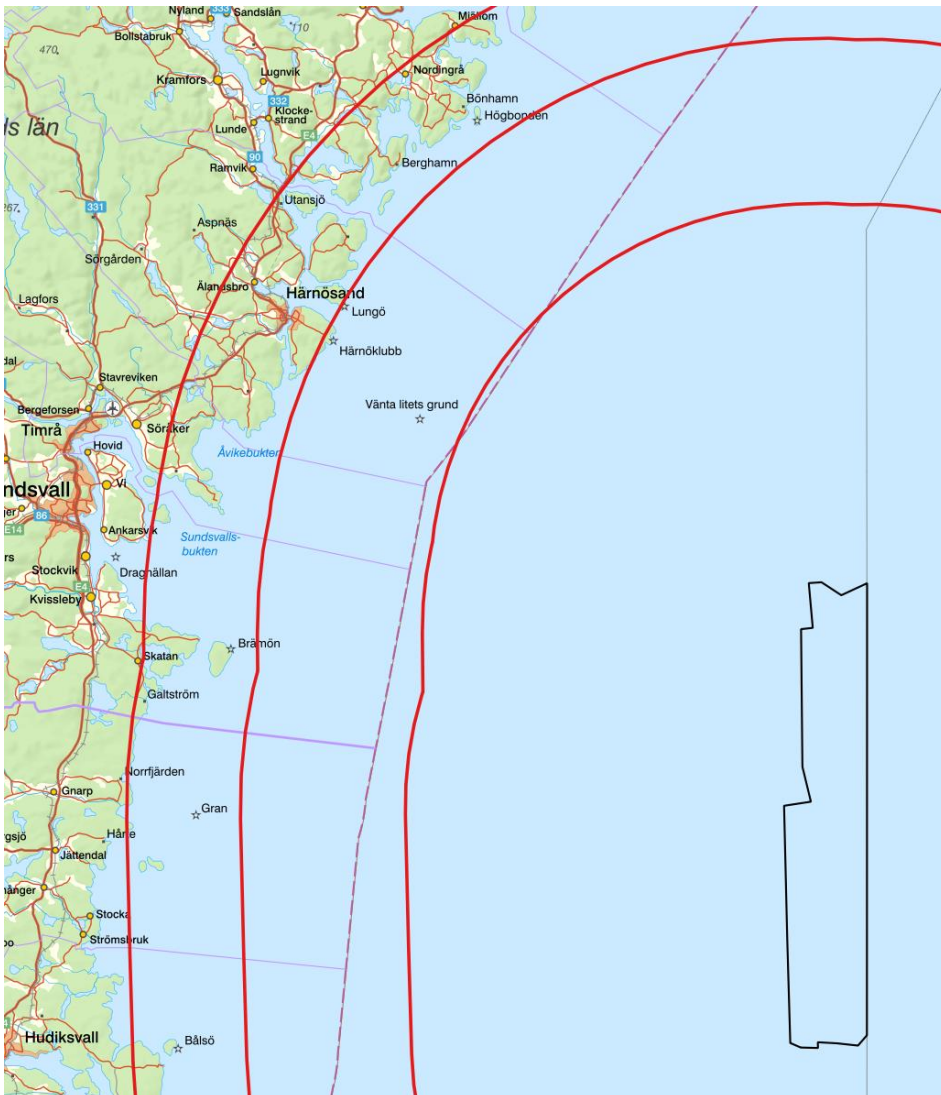
6.6 Visuaalinen vaikutus

Bothnia Offshore Sigman visuaalisia vaikutuksia ympäröiville maa-alueille on analysoitu näkyvyysanalyysien avulla. Näkyvyysanalyysit osoittavat, että tuulivoimalat on teoreettisesti mahdollista nähdä, ennen kuin ne katoavat horisontin alapuolelle maapallon kaarevuuden takia.

Ensisijaisesti kolme pääkohtaa määrittää, miten suunnitellut tuulivoimalat koetaan paikan päällä.

- 1) **Maan kaarevuus** määrittää, miten kauas tuulivoimalat on teoriassa mahdollista nähdä. Esimerkiksi 300 metriä korkea tuulivoimala voi näkyä noin 60 kilometrin päähän, ennen kuin se katoaa kokonaan horisontin alapuolelle.
- 2) **Näkyvyys** määrittää käytännöllisen mahdollisuuden nähdä tuulivoimalat. Merenpinnan korkeudella usein ilmenevä sumu heikentää näkyvyyttä entisestään.
- 3) **Mittakaavavaikutus** on tärkeä huomioida, jotta saadaan käsitys siitä, miten suurina voimalat koetaan silloin, kun ne voidaan nähdä käytännössä. Esimerkiksi 300 metriä korkea tuulivoimala 50 kilometrin etäisyydellä vastaa kokemusta 15 metriä pitkistä lipputangosta 2,5 kilometrin etäisyydellä tai 5 millimetriä pitkistä hiussäikeestä käsivarren etäisyydellä.

Kuva 39 esittää, miten kauas tuulivoimalat on teoriassa mahdollista nähdä näkyvyyden ollessa täysin vapaa, kun otetaan huomioon maan kaarevuus. Koska tuulipuisto on suunniteltu kauas merelle, tuulivoimaloita ei käytännössä voi nähdä maalta käsin.



Kuva 39. Punaiset viivat osoittavat, kuinka kaukaa tuulipuistosta on teoreettisesti mahdollista nähdä 180 metrin korkeudessa sijaitseva tuulivoimapuiston keskus täysin selvästi, ennen kuin se katoaa horisontin alle.

Sisin viiva kuvaa näkyvyyttä, kun havaitsija on merenpinnan tasolla (2 metriä merenpinnan yläpuolella), keskiviiva kuvaa näkyvyyttä, kun havaitsija on 62 metriä merenpinnan yläpuolella, ja uloin viiva kuvaa näkyvyyttä, kun havaitsija on 152 metriä merenpinnan yläpuolella.

Kuva 40 kuvaa herkkyystudkimusta tuulivoimalan visuaalisen vaikutuksen vaihtelusta näköetäisyyden mukaan. Analyysin johtopäätös on, että tuulivoimalan visuaalinen vaikutus on käytännössä rajallinen jo 35 kilometrin etäisyydellä. Huomaa, että Bothnia Offshore Sigma on yli 70 kilometrin päässä lähimmästä rannikon pisteestä. Bothnia Offshore Sigman visuaalisia vaikutuksia pidetään näin ollen vähäisinä. Tulevaa ympäristövaikutusten arviointia täydennetään kuitenkin Korkearannikon maailmanperintökohdetta koskevilla visualisoinneilla.



Kuva 40. Herkkyystutkimus tuulivoimalan visuaalisen vaikutuksen vaihtelusta näköetäisyyden mukaan. Analyysi perustuu 48 mm:n kameraoptiikkaan (vastaa ihmissilmää). Katsoja on 25 metriä merenpinnan yläpuolella, ja tuulivoimalat, joiden kokonaiskorkeus on 370 metriä, on sijoitettu 15–35 kilometrin päähän viiden kilometrin välein. Jotta kuva vastaisi paikan päällä havaittavaa mittakaavaa, sitä on tarkasteltava etäisyydeltä, joka vastaa neljä kertaa kuvan korkeutta.

6.7 Melupäästöt

6.7.1 Ääni veden yläpuolella

Nyky aikaisten käytössä olevien tuulivoimaloiden ääni muodostuu pääasiassa viheltävästä aerodynaamisesta äänestä, joka syntyy, kun ilma kulkee roottorin lapojen läpi.

Koska tuulipuisto on suunniteltu useiden peninkulmien päähän rannikosta, ei ole merkityksellistä tehdä laskelmia veden yli kantautuvasta melusta ja siitä ihmisille aiheutuvasta häiriöstä. Melun ohjearvot eivät ole vaarassa ylittyä näin pitkällä etäisyydellä, eikä veden yli suuntautuvan melun vaikutuksia tutkita tarkemmin tulevassa YVA:ssa.

6.7.2 Vedenalaiset äänet

Rakennusvaihe

Merituulivoiman suurin meluvaikutus syntyy rakentamisvaiheessa. Melua voi aiheutua laivoista, tutkimuksista ja erityisesti paalutuksesta. Aiheutuva ääni määräytyy käytetyn perustustyyppin mukaan. Monopile-perustusten rakentamisesta aiheutuu kovia ääniä, jotka voivat kulkea vedessä pitkiä matkoja. Useista pienistä paaluista koostuvat perustukset tuottavat vähemmän melua kuin yhdestä suuresta paalusta koostuvat. Pohjaan kaivettavien tai porattavien perustusten asentamisesta ei muodostu lainkaan tällaista melua.

Paalutuksen aiheuttama melu voi vaikuttaa merieläimiin. Vaikutuksen laajuus vaihtelee sen mukaan, kuinka kaukana melun lähde on.

Jotta melun vaikutus olisi mahdollisimman pieni, kannattaa mahdollisuuksien mukaan valita perustukset, jotka vaativat vähän tai ei lainkaan paalutusta, tai lisätä voimaa ja siten melua asteittain niin, että suuremmat eläimet säikähtävät ja ehtivät poistua alueelta. Toinen vaihtoehto melun vaimentamiseen on ns. kuplaverho. Se tarkoittaa, että putkeen johdetaan ilmaa, joka virtaa ulos venttiilien kautta muodostaen merenpintaan kuplavirran. Kuplat hajottavat ääniaallot ja vaimentavat melua. (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2020)

Käyttövaihe

Merituulivoiman tuottama matalataajuinen melu ja inframelu uhkaavat ensisijaisesti vaikuttaa merinisäkkäisiin ja kaloihin, mutta tällä hetkellä ei ole tietoa pitkäaikaisen jatkuvan matalataajuiselle melulle altistumisen mahdollisista haittavaikutuksista.

Käytön aikana tuulivoimaloiden itsensä aiheuttaman melun lisäksi myös huoltoalukset aiheuttavat melua. Häiritsevää melua voi tulla muun muassa potkureista ja moottoreista, mutta myös ääni- ja kaikuluotainääniä lähettävä tekniikka voi vaikuttaa.

Vedenalaisen melun ja inframelun vaikutukset ja seuraukset sekä melua rajoittavat suojatoimenpiteet raportoidaan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.8 Luonnonympäristö

6.8.1 Linnut

Matalat lahdet ja merenrannat katsotaan yleensä linnuille tärkeiksi alueiksi, joita ei pitäisi kehittää, kun taas alueita, joiden veden syvyys on yli 30 metriä, ja rannikon ulkopuolisia alueita, joilla ei ole merkittäviä haavoittuvien lajien tai muiden lintujen esiintymiä, pidetään linnuille vähäriskisinä alueina (BirdLife Sverige, 2013; BirdLife Sverige, 2014). Monien merilintujen kohdalla suositellaan 500–1 000 metrin suojaetäisyyttä pesimäpaikkoihin ja tärkeimpiin levähdyspaikkoihin (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2017).

Merituulivoiman aiheuttamien merilintuihin kohdistuvien vaikutusten suurimmat riskit ovat lintujen siirtyminen pois tärkeiltä ravinnonetsintä-, talvehtimis- tai pesimäalueilta. Talvehtiviin merilintuihin, kuten kuikkiin, alleihin ja mustalintuihin, jotka talvehtivat matalilla rannikolla, tai läheisillä saarilla pesiviin lintuihin, kuten tiiroihin ja lokkeihin, vaikutus on sellainen, että ne välttävät kokonaan tai osittain oleskelemasta tuulipuistoissa tai niiden lähellä. Muita riskejä liittyy ohikulkeviin ja muuttaviin merilintuihin, joille voi koitua törmäys- tai estevaikutuksia (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2022). Monet tutkimukset ovat osoittaneet, että muuttavat merilinnut välttelevät selvästi merituulivoimaloita, koska ne systemaattisesti säätävät ja muokkaavat lentoreittiään tarkoituksellisesti välttääkseen niitä. Tästä syystä törmäysriskin katsotaan olevan suurin paikallaan pesiville tai talvehtiville merilinnuille, jotka viettävät pitkiä aikoja merituulipuistojen läheisyydessä. Estevaikutukset ovat merkityksellisimpiä muuttavien merilintujen kannalta, koska ylimääräinen lentomatka tuulipuiston ympäri lisää lintujen energiankulutusta. Yksittäisen

tuulipuiston osalta vaikutus on luultavasti marginaalinen, mutta kun otetaan huomioon monien lentoreitin varrella sijaitsevien tuulipuistojen yhteisvaikutus, sillä voi olla kerrannaisvaikutus erityisesti kauas muuttaviin lajeihin (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2017).

Hankealue on peninkulmien päässä maalta, ja sen pohjasyvyys on 40–75 metriä. Näin ollen alueen arvo merilintujen ravinnonetsintäalueena on vähäinen. Laajemmalla säteellä hankealueesta on kuitenkin kourallinen hajanaisia rantoja joka suuntaan, ja rannikkoa pitkin kulkee myös laaja merilintujen vaellusreitti.

Näin ollen katsotaan, että ohikulkevien merilintujen riski kuolla tuulivoimaloihin törmäämisen seurauksena on olemassa talvella ja muuton aikana keväällä ja syksyllä. Mahdollisten vaikutusten ja seurausten arviointia varten ja saadaksemme lisätietoa siitä, miten merilinnut lentävät suhteessa tuulipuiston sijaintiin, on kartoitettava lintujen liikkumistavat ja lentoreitit.

6.8.2 Lepakot

Lepakoita on tavattu pääasiassa kilometrin säteellä mantereesta, mutta niiden esiintymistä myös kauempana merellä ei voida sulkea pois. Tuulivoimalat uhkaavat vahingoittaa tai tappaa lähinnä korkealla lentäviä lajeja, kuten isolepakoita ja kimolepakoita. (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2017)

Suunniteltu tuulipuisto on yli seitsemän peninkulman päässä mantereesta, mikä tarkoittaa todennäköisesti sitä, että ravintoa etsiviä lepakoita on alueella erittäin vähän. Mahdollisen törmäysriskin tuulivoimaloihin katsotaan liittyvän lähinnä keväällä ja syksyllä tapahtuvaan muuttoon. On kuitenkin epätodennäköistä, että muuttoreitit osuisivat yhteen tuulipuiston sijainnin kanssa, mutta tämä asia on silti tutkittava.

Esiintymisen tutkiminen/selvittäminen ei ole tällä hetkellä tarkoituksenmukaista, koska nykyiset olosuhteet eivät edusta tulevia olosuhteita. YVA:n valmistelun yhteydessä tehdään aineistotutkimus. Lepakot saattavat tulla alueelle etsimään valaistuksen houkuttelemia hyönteisiä vasta sitten, kun voimala on jo paikallaan. Mahdollinen suojatoimi on turbiinien käyttäminen BatMode-tilassa (rajoittamalla toimintaa aikoina, jolloin lepakoiden aktiivisuus on suurimmillaan) siitä lähtien, kun puisto otetaan käyttöön. Lisäksi voidaan ottaa käyttöön seurantaohjelma, jotta tiedetään, onko kohteessa lepakoita vai ei. BatMode-tila saa olla käytössä, kunnes osoitetaan, ettei lepakoille aiheudu riskejä.

6.8.3 Kalat ja benttinen ympäristö

Rakentamisvaiheen aikana sedimentin leviäminen voi vaikuttaa kaloihin siten, että sedimentti jää niiden kiduksiin ja vähentää niiden hapenottokykyä. Erityisen haavoittuvia ovat poikaset ja munat.

Tuulipuistojen on osoitettu vaikuttavan kalojen käyttäytymiseen ja kalayhteisöjen koostumukseen. Muun muassa kalojen liikkumisnopeus on muuttunut suhteessa voimaloiden tehoon. Myös voimaloiden aiheuttama melu voi vaikuttaa kalayhteisöön ja häiritä kalojen kuuloa, mikä voi vaikuttaa haitallisesti ravinnonhankintaan. Sähkömagneettisilla kentillä saattaa olla vaikutuksia. Ankerias on erityisen herkkä näille, sillä se käyttää maapallon magneettikenttää suunnistamiseen.

Monissa tapauksissa on myös ollut mahdollista osoittaa myönteinen vaikutus riittavaikutuksen muodossa, kun kalat hakeutuvat kiinteisiin rakenteisiin. Tuulivoimaloiden etuna on se, että rakenne ulottuu pohjasta meren pintaan,

jolloin vesipatsaan eri osissa elävät kalat voivat löytää sieltä elinympäristön. Suurin myönteinen vaikutus on odotettavissa alueilla, joilla ei aiemmin ole ollut vaihtelevia rakenteita, kuten hiekka- ja savipohjissa. (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2012)

Pohjaeläimistö kärsii elinympäristön häviämisestä ja sedimentin kulkeutumisesta tuulipuiston rakentamisen aikana, mutta tilanteen odotetaan palautuvan ennalleen ajan myötä. Aivan kuten kalojen kohdalla, tuulivoimalat voivat luoda uusia elinympäristöjä kiinteille eliöille, kuten merirokoille ja sinisimpukoille.

Pohjaeläimistöstä otetaan näytteitä osana lupahakemusprosessia, ja vaikutukset ja seuraukset selvitetään ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.8.4 Merinisäkkäät

Hankealueella ja sen läheisyydessä odotetaan esiintyvän usein vain harmaaehylkeitä ja norppia. Hylkeet ovat herkkiä melulle, mutta pitkän aikavälin vaikutuksia populaatioihin ei ole havaittu. Poikasten syntymä- ja imetysaikaan sekä paritteluaikaan voi kuitenkin vaikuttaa rakentamisvaiheessa se, että eläimet pelästyvät ja melu peittää niiden viestintä-äänet.

Tiheämpien kalakantojen mahdollisella riuttavaikutuksella voi olla myönteinen vaikutus merinisäkkäiden ravinnon saatavuuteen.

Tuulipuiston vaikutukset ja seuraukset hylkeisiin arvioidaan ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.9 Ulkoilu ja virkistys

Ulkoilun kannalta kansallisesti merkittävä alue sijaitsee rannikolla lähimmillään noin seitsemän peninkulmaa länteen. Tuulipuistolla ei odoteta olevan vaikutuksia ulkoiluun. Virkistyskalastusta arvioidaan esiintyvän myös rannikkoalueilla, joten puiston sijoittuminen talousvyöhykkeelle ei vaikuttane näihin kansallisesti merkittäviin seikkoihin. Lisätutkimuksia ei pidetä tarpeellisina.

6.10 Meriarkeologia

Alueella on muutamia tunnettuja jäännöksiä ja hylkyjä, jotka on otettava huomioon, kun alueelle rakennetaan ja siellä työskennellään. Perustusten rakentamisella ja putkistojen asentamisella on suuri vaikutus mahdollisiin kulttuurijäännöksiin, minkä vuoksi tehdään pohjatutkimus, jolla varmistetaan, että kaikki muinaisjäännökset ovat tiedossa ja että niihin voidaan säilyttää vaadittavat etäisyydet. Jos muinaisjäänteitä löytyy, asiasta ilmoitetaan lääninhallitukselle.

Ruotsin kansallisperintölautakunta ja Ruotsin merenkulun ja kuljetushistorian museot otetaan mukaan kuulemismenettelyyn, jotta olemassa olevaa tietoa mahdollisista jäännöksistä ja laivan hyljistä ei jää huomaamatta.

6.11 Maanpuolustus

Suunnittelun hankealueen läheisyydessä ei ole tunnettuja maanpuolustuksen kannalta kansallisesti merkittäviä kohteita. Lähin merialue on merivoimien harjoitusalue, joka on 2,5 peninkulmaa luoteeseen. Hankkeella ei siten katsota

olevan vaikutusta maanpuolustuksen kannalta kansallisesti merkittäviin kohteisiin. Ruotsin puolustusvoimia kuullaan kuitenkin sen varmistamiseksi, ettei asia ole ristiriidassa sen etujen kanssa.

6.12 Ilmailu

Suunniteltu hankealue sijaitsee kaukana merellä talousvyöhykkeellä, eikä se ole päällekkäinen minkään lentoliikenteen kannalta tärkeän alueen kanssa. Lähin lentokentän MSA-alue on noin neljän peninkulman päässä Sundsvallin lentoaseman ympäristössä. Vaikutuksia ei odoteta ilmenevän.

Yhtiö neuvottelee Ruotsin ilmailuviraston kanssa, ja ennen lupahakemusta pyydetään lennonesteanalyysi.

6.13 Miinariskialueet

Lähin tunnettu miinojen ja muiden ammusvaikutusten riskialue sijaitsee seitsemän peninkulmaa alueesta itään. Tuulipuiston perustamiseen hankealueelle ei siten kohdistu tunnettua riskiä tästä näkökulmasta. Ruotsin puolustusvoimia kuullaan kuitenkin tämän riskin selvittämiseksi. Ennen perustamista tehdään pohjatutkimus räjähtämättömien ampumatarvikkeiden (UXO) varalta.

6.14 Riskit ja turvallisuus

Tuulivoimaloihin liittyvät vakavat onnettomuudet ovat harvinaisia, mutta riski on aina otettava huomioon. Mahdollisia riskejä voivat olla kaatuminen, tornin vikaantuminen, konehuoneen irtoaminen, lapa- vikaantuminen, tulipalo, jään heitto ja osien putoaminen sekä muut onnettomuudet. Monet näistä riskeistä voidaan välttää rajoittamalla liikennettä hankealueella ja turva-alueilla sekä käyttämällä estevaloja.

Tuulivoimaloissa käytetään voitelurasvoja, jotka voivat aiheuttaa riskin ympäristölle ja eläimistölle, jos rasvoja pääsee vuotamaan vikatilanteessa.

Riskianalyysi tehdään osana ympäristövaikutusten arviointia.

6.15 Johdot ja kaapelit

Suunnitellulla hankealueella ei ole tiedossa johtoja, joihin rakentaminen voisi mahdollisesti vaikuttaa. Muiden meneillään olevien ja suunniteltujen tuulipuistohankkeiden kanssa käydään neuvotteluja, koska ne saattavat kilpailla tulevista johdoista.

6.16 Kerrannaisvaikutukset

Lähistöllä on meneillään useita tuulipuistohankkeita, joilla voi olla kerrannaisvaikutuksia yhteen tai useampaan ympäristönäkökohtaan ja turvallisuuteen.

Tuulipuistot voivat myös vaikuttaa toisiinsa aiheuttamalla tuulen voimakkuuden vähenemistä tuulipuiston takana. Liitteessä 1 on analyysi Sigman ja Eyrasalt Offshoren välisistä vaikutuksista.

Kerrannaisvaikutuksia analysoidaan niiden parametrien osalta, jotka ovat merkityksellisiä ja joita on mahdollista arvioida. Esimerkiksi lintuja, lepakoita, merinisäkkäitä, ammattikalastusta ja merenkulkua koskevat tutkimukset sisältävät kerrannaisvaikutuksia. Tutkimuksissa otetaan huomioon nykyiset ja suunnitellut olosuhteet ja toimet, joita pidetään merkityksellisinä niiden tunnettujen vaikutusten perusteella, joita ne voivat aiheuttaa. Muiden suunniteltujen tuulipuistojen sekä nykyisen ja ennustetun veneliikenteen vaikutuksia pidetään merkityksellisinä.

7. Tulevat työt

7.1 Tutkimukset ja inventoinnit

Yhtiö aikoo tehdä useita tutkimuksia hankkiakseen tarvittavat tiedot hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnin laatimiseksi. Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä tehtävät tutkimukset esitetään jäljempänä. Yhtiö ottaa mielellään vastaan näkemyksiä valituista tutkimuksista ja niiden laajuudesta.

Mahdollinen sijoittautuminen alueelle edellyttää seuraavia perusteellisia tutkimuksia ja selvityksiä:

- Tutkimukset tuulipuiston vaikutuksista kalayhteisöihin ja benttiseen ympäristöön.
- Alustava näytteenotto pohjaeliöstöstä.
- Paikallisten ja muuttavien merilintujen liikkumistapojen ja lentoreittien kartoitus alueella.
- Kirjoituspöytä tutkimus lepakoiden muuttoreiteistä.
- Merinisäkkäisiin kohdistuvien vaikutusten tutkiminen.
- Tutkimus tuulipuiston vaikutuksista ammattikalastukseen.
- Vedenalaista melua koskeva tutkimus.
- Merenkulun riskianalyysi.
- Merenpohjan geotekniset, ympäristölliset ja geofysikaaliset tutkimukset.
- Alueen merivirtoja ja suolapitoisuutta koskevien mallitietojen kehittäminen.
- Räjähättämättömien räjähteiden kartoitus magnetometrillä (MAG).
- Raekokoanalyysi täydennettynä drop-down video -menetelmällä (DDV) tehdyillä tutkimuksilla.
- Tuulipuiston sähköliitännämahdollisuutta Ruotsin verkkoon selvitetään tarkemmin erillisessä kuulemis- ja lupahakemusprosessissa.

Ympäristölupien jälkeen on suunnitteilla seuraavat selvitykset:

- Laajennettu tutkimus suunnitelluista tuulivoimaloiden sijainneista sekä sisäisten kaapeliverkkojen käytävistä geofysiikan ja geotekniikan osalta.

- Hankealueen meriarkeologinen tutkimus
- Kohteen tuuliolosuhteita analysoidaan yksityiskohtaisesti simuloitujen tietojen avulla. Sitä voidaan mahdollisesti täydentää pystyttämällä yksi tai useampi mittausmasto tai vaihtoehtoisesti mittaamalla laserpohjaisilla laitteilla (LIDAR) tuotanto- ja kuormituslaskelmien tarkkuuden lisäämiseksi.

7.2 Ympäristövaikutusten arviointi

Tuleva ympäristövaikutusten arviointi on laadittava ympäristökaaren 6 luvun 35–36 §§:n ja ympäristöarviointiasetuksen 15–19 §§:n mukaisesti. Tämän ympäristöarvioinnin tavoitteena on sisällyttää ympäristönäkökohdat suunnitteluun ja päätöksentekoon kestävän kehityksen edistämiseksi.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa on yksilöitävä ja kuvattava suorat ja välilliset vaikutukset, joita suunnitellulla toiminnalla tai toimenpiteellä voi olla ihmisiin, eläimiin, kasveihin, maaperään, veteen, ilmaan, ilmastoon, maisemaan ja kulttuuriympäristöön sekä maan, veden ja fyysisen ympäristön hoitoon yleensä. Tavoitteena on myös mahdollistaa ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi. Yhteenvetona ympäristövaikutusten arviointi sisältää seuraavat tiedot:

- Yhtiön ja sen toiminnan esittely.
- Nollavaihtoehto, vaihtoehtoinen sijainti ja suunnittelu
- Toiminnan tausta ja edellytykset.
- Toiminnan ympäristövaikutukset, kuten sähköntuotanto, melu, maisemakuva, estevalaistus, linnut, merinisäkkäät, kalat, pohjaeläimistö, merenkulku, meriarkeologia, kerrannaisvaikutukset ja suojoitoimenpiteet.
- Toiminnan mahdollinen vaikutus ympäristölaatustandardeihin.
- Ei-tekniinen yhteenveto.
- Kuulemisraportti.
- Selvitys ympäristövaikutusten arvioinnin laatimiseen osallistuneiden henkilöiden asiantuntemuksesta.
- Lähdeluettelo.

Kuulemisprosessin aikana otetaan kiitollisuudella vastaan näkemyksiä muista seikoista, joita ympäristövaikutusten arvioinnissa tulisi korostaa.

7.3 Muut luvat

Pohjatutkimuslupaa haetaan mannerjalustalain mukaisesti.

Myös vientikaapeleita, jotka siirtävät tuotettua sähköä mantereelle, testataan mannerjalustalain, mutta myös ympäristölain ja sähkölain mukaisesti erityisessä järjestyksessä.

8. Lähdeluettelo

- 4C Offshore. [Global Offshore Renewable Map | 4C Offshore](#), haettu 12.6.2023
- Artdatabanken, [Gråsäl - Naturvård från SLU Artdatabanken \(artfakta.se\)](#), haettu 7.6.2023
- Artdatabanken, [Lax - Artbestämning från SLU Artdatabanken \(artfakta.se\)](#), haettu 12.6.2023
- Artdatabanken, [Vikare - Artbestämning från SLU Artdatabanken \(artfakta.se\)](#), haettu 7.6.2023
- BirdLife Sverige vindkraftspolicy. (2013). <https://cdn.birdlife.se/wp-content/uploads/2018/11/SOF-policy-om-vindkraft-2013.pdf>
- BirdLife Sverige Rekommendationer för vindkraft. (2014). <https://cdn.birdlife.se/wp-content/uploads/2019/04/BirdLife-Sverige-rekommendationer-f%C3%B6r-planering-och-handl%C3%A4ggning-av-vindkraft.pdf>
- Copernicus. [Baltic Sea ice concentration, extent, and classification time series | Copernicus Marine MyOcean Viewer](#) (https://data.marine.copernicus.eu/product/SEAICE_BAL_PHY_L4_MY_011_019/description)
- Dornhelm, Esther & Seyr, Helene & Muskulus, Michael. (2019). Vindby—A Serious Offshore Wind Farm Design Game. *Energies*. 12. 1499. 10.3390/en12081499.
- EMODnet, European Marine Observation and Data Network. [EMODnet Digital Bathymetry \(DTM 2020\) \(ifremer.fr\)](#), haettu 26.4.2023.
- EMODnet2, European Marine Observation and Data Network. Human Activities | European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (europa.eu), haettu 24.4.2023.
- Energimyndigheten, 2021. Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Rapport framtagen i samarbete med Naturvårdsverket. ER 2021:2.
- Energimyndigheten, 2023. Förslag på lämpliga energiutvinningsområden för havsplanerna, ER 2023:12.
- Energirådgivaren. Normal elförbrukning för villa & lägenhet [Normal elförbrukning för villa & lägenhet | energiradgivaren.se](#), haettu 31.5.2023
- Havet.nu, [Bottniska viken | Havet.nu](#), haettu 12.6.2023.

HaV¹. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, [Havsplanering - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](#), haettu 1.6.2023.

HaV². [Fiskar och skaldjur i södra Östersjön och Öresund - Sydkusten - Skåne - Blekinge - Arter - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](#)

Havs- och vattenmyndigheten. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston (Havs- och vattenmyndigheten) 5.5.2023 ja 11.5.2023 lähettämät kalastuspaikka- ja troolaustiedot.

HELCOM, Helsinki Commission. [Helcom Map And Data Service](#), haettu 16.4.2023.

HVMFS 2019:25, Havs- och vattenmyndigheten. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.

IPCC (2023). AR6 Synthesis Report. Climate Change 2023. Haettu 18.6.2023.

Isaeus M., Beltrán J., Isaeus Stensland E., Öhman C. M. & Andersson-Li, M. (2022). Ekologiskt hållbar vindkraft i Östersjön: Slutrapport för projekt Marin MedVind - Underlag för storskalig hållbar vindkraft till havs. Ympäristönsuojeluvirasto

Keck R.-E. and 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>

Larsson, K. (2018). Sjöfåglars utnyttjande av havsområden runt Gotland och Öland: betydelsen av marint områdesskydd. Rapport 2018:2. Länsstyrelsen Gotlands län

Länsstyrelsen Gävleborg. [Skyddad natur | Länsstyrelsen Gävleborg \(lansstyrelsen.se\)](#), haettu 9.6.2023.

Länsstyrelsen Gävleborg, 2006. [gran-se0630173-2016.pdf \(lansstyrelsen.se\)](#) haettu 16.5.2023.

Länsstyrelsen i Västra Götaland. (2014). Tumlare i Kattegatt. PM i mål M 2036–12 angående anläggande och drift av en havsbaserad vindkraftpark utanför Falkenberg, Kattegatt Offshore.

Länsstyrelsen Västernorrland, 2019. Bevarandeplan Natura 2000, Del av Bremön SE0710166.

Länsstyrelsen Västernorrlands län, 2009. Bevarandeplan Natura 2000, Vänta Litets Grund.

Naturvårdsverket 2010, Rapport 6385 - Undersökningar av utsjöbankar – Inventering, modellering och naturvärdesbedömning.

Naturvårdsverket 2012. Rapport 6488. Vindkraftens effekter på marint liv - en syntesrapport.

Naturvårdsverket 2017, Rapport 6740 - Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss – uppdaterad syntesrapport 2017.

Naturvårdsverket 2020, Vägledning om buller från vindkraftverk, 2020-12-01.

Naturvårdsverket 2022, Rapport 7049, Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv – en syntesrapport om kunskapsläget 2021.

Oksanen, S. Niemi, M. Ahola, M & Kunnasranta, M. 2015. Identifying foraging habitats of Baltic ringed seals using movement data. Movement ecology

RAÄ. Riksantikvarieämbetet. Forsök. [Forsök \(raa.se\)](https://raa.se), haettu 11.5.2023.

Sabik Offshore, Marking Offshore Wind Farms. [SABIK-Offshore Brochure-2020 IALA 29.09.2020.pdf](https://www.sabik-offshore.com/files/SABIK-Offshore_Brochure-2020_IALA_29.09.2020.pdf). Haettu 30.10.2022.

SGU. Sveriges Geologiska Undersökning [SGUs Kartvisare](https://www.sgu.se/kartvisare), haettu 26.4.2023.

Sharkweb. [SharkWeb \(smhi.se\)](https://sharkweb.smhi.se) Haettu 10.5.2023.

Sjöberg, M. & Ball, P. 2000. Grey seal, *Halichoerus grypus*, habitat selection around haulout sites in the Baltic Sea: bathymetry or central-place foraging? Canadian Journal of Zoology 78: s 1661-1667

Sjöfartsverket, Minor och riskområden [Minor \(sjofartsverket.se\)](https://www.sjofartsverket.se/minor), haettu 18.6.2023.

SNSN, Svenska Nationella Seismiska Nätet. Data skickat från SNSN 8.5.2023.

Svk¹, Svenska Kraftnät 2021/4349. Uppdrag att förbereda utbyggnad av transmissionsnät till områden inom Sveriges sjöterritorium. Anslutning av havsbaserad elproduktion, 15.6.2022. [Uppdrag att förbereda utbyggnad av transmissionsnät till områden inom Sveriges sjöterritorium \(svk.se\)](https://www.svk.se/uppdrag-att-forbereda-utbyggnad-av-transmissionsnat-till-omraden-inom-sveriges-sjoterritorium)

Svk², Svenska Kraftnät. [Mångmiljard investering ökar elöverföring mellan elområde 2 och 3 - 3332539 | Svenska kraftnät \(svk.se\)](https://www.svk.se/mangmiljard-investering-okar-eloverforing-mellan-elomrade-2-och-3-3332539), 11.10.2022.

Vindbrukskollen. [Vindbrukskollen \(lansstyrelsen.se\)](https://www.vindbrukskollen.lansstyrelsen.se), haettu 10.5.2023.

Världsarvet Höga Kusten. [Karta SE - Höga Kusten : Höga Kusten \(varldsarvethogakusten.se\)](https://www.varldsarvethogakusten.se), haettu 18.6.2023.

Wijngaarden, M. V. "Concept Design of Steel Bottom Founded Support Structures for Offshore Wind Turbines." (2013).

Östersjön.fi, a. [Vattnets rörelser -östersjön.fi \(ostersjon.fi\)](https://www.vattnets-rorelser-ostersjon.fi), haettu 7.6.2023.