

Liite D - M ympäristövaikutusten arviointi  
**Polargrund Offshore -merituulipuisto**

2024-05-27

FLA:66686.1

## Hallinnolliset tiedot

<b>Hankkeen nimi</b>	Polargrund Offshore
<b>Operaattorit</b>	Polargrund Offshore AB Ringvägen 100 118 60 Stockholm  Organisationsnummer: 559336-3848
<b>Toiminnan koodi</b>	Tuulipuisto: 40.90 (ympäristövaikutusten arviointia koskeva asetus) ja ympäristösäännösten 11 luku. Vedyn tuotanto: 40.15 (ympäristöarviointiasetus). Vedyn varastointi: 39.60 (Ympäristöarviointiasetus)
<b>Oikeudellinen edustaja</b>	Asianajotoimisto Fröberg & Lundholm
<b>YVA:n on laatinut</b>	Ramboll Sweden AB
<b>Yrityksen verkkosivusto</b>	www.skybornrenewables.com
<b>Verkkosivusto</b>	www.polargrundoffshore.com
<b>Vesialue</b>	Kalixin kunnan aluevedet ja Ruotsin yksinomainen talousvyöhyke Pohjanlahdella.
<b>Paikannus</b>	Kalixin kunta ja Ruotsin talousvyöhyke
<b>Piirikunta</b>	Norrbotenin lääni
<b>Lupaviranoimainen</b>	Alueneri: maa- ja ympäristötuomioistuin Uumajan käräjäoikeudessa. Ruotsin talousvyöhyke: Hallitus (ilmasto- ja elinkeinoministeriö).
<b>Merten paikkatietojen levittämistä koskeva lupa</b>	Merenkulkulaitos (nimikenumero 24-01274).
<b>Kartat</b>	©Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, Garmin, HERE, Geonames.org ja muut avustajat. ©Lantmäteriet (CC)
<b>Projektipäällikkö</b>	Fredrik Hallander +46 (0)76 103 72 56 f.hallander@skybornrenewables.com
<b>Projektipäällikön valtuutus</b>	Anna Roxell +46 (0)70 268 33 68 a.roxell@skybornrenewables.com

## Ei-tekniinen yhteenveto

Tämä ympäristövaikutusten arviointi (YVA) kattaa Polargrund Offshore -merituulipuiston (jäljempänä 'Polargrund') rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen. Puisto käsittää tuulivoimalat ja niihin liittyvän sisäisen kaapeli- ja/tai putkistoverkoston sekä alustat, kuten sähköasemat ja kompressoriasemat. Tuulipuistoa kehittää Skyborn Renewables hankeyhtiö Polargrund Offshore AB:n kautta.

Nykyinen ympäristövaikutusten arviointi on perustana tuulipuiston ja vedyntuotannon lupahakemuksille, mukaan lukien sisäinen kaapeli- ja/tai putkiverkko. Aluemerellä ympäristölle vaarallisiin toimintoihin ja vesistöihin tarvitaan ympäristölupalain 9 ja 11 luvun mukaiset luvat. Ruotsin talousvyöhykkeellä sijaitsevalle hankealueen osalle haetaan lupaa Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaisesti. Sisäisen kaapeli- ja putkiverkoston asentaminen edellyttää myös mannerjalustalain (1966:314) mukaista lupaa koko hankealueelle. Koska hakemukseen sisältyy vedyntuotantoa, Seveso-lainsäädäntöä sovelletaan Ruotsin merialueella, minkä vuoksi ympäristövaikutusten arviointi on myös vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemistä ja seurausten rajoittamista koskevista toimenpiteistä annetun lain (1999:381) mukaisen luvan perusteena.

Hankkeen yleiskuvaus on luettavissa tässä ei-tekniisessä tiivistelmässä, ja tiivistetyt arvioinnit kuvataan luvussa 17. Kuulemisraportti löytyy liitteestä D2. Skyborn on tehnyt hankealueella useita selvityksiä, perusteellisia tutkimuksia ja inventointeja, jotka kuvataan kokonaisuudessaan YVA:n liitteissä.

## Tietoa hankkeesta

Polargrundin tuulipuisto käsittää enintään 120 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on enintään 350 metriä. Tuulipuisto pystyy tuottamaan sähköä noin 10 TWh tai noin 200 000 tonnia vetyä vuodessa. Polargrundin tuulivoimapuiston hankealue sijaitsee Pohjanlahdella ja kuuluu sekä aluemereen että Ruotsin talousvyöhykkeeseen ja rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen. Tuulipuisto sijaitsee noin 10 kilometrin päässä lähimmästä saaresta ja noin 35 kilometrin päässä lähimmästä mantereesta. Hankealueen pinta-ala on 341 km<sup>2</sup> ja keskisyvyys noin 45 metriä.

Suuren tuulipuiston perustamisella Pohjanlahdelle on tarkoitus tuottaa ja toimittaa Pohjois-Ruotsiin merkittävää lisäenergiaa sähkön ja/tai vedyn muodossa. Sähkönkulutuksen odotetaan kasvavan voimakkaasti Pohjois-Ruotsissa, ja kysyntään vastaamiseksi tarvitaan keskimäärin noin 5 TWh fossiilivapaata sähköntuotantoa vuodessa.

## Pyydetty toiminta

Merituulipuisto koostuu tuulivoimaloista, jotka muuttavat tuulen energian sähköksi ja/tai vedyksi. Sisäinen kaapeliverkosto kerää tuotetun sähkön ja ohjaa sen muuntajalle tai muuntamolle. Vastaava vetyjärjestelmä koostuu putkistoista, jotka kuljettavat vedyn kompressoriasemalle, joka varmistaa oikean paineen ja virtauksen putkissa. Hankealueen tuulivoimalat ja alustat (esim. sähköasemat) ankkuroidaan merenpohjaan perustusten avulla. Tuulivoimaloiden valinta (koko, teho jne.), perustustyyppi, lopulliset sijainnit ja muut tekniset eritelvät määritellään rakennusvaiheen yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Lopullisessa layoutissa otetaan huomioon yksilöidyt intressit, tekniset edellytykset ja paikalliset olosuhteet.

## Kuuleminen

Ennen lupahakemuksen jättämistä järjestettiin kuuleminen Norrbottenin lääninhallituksen ja Kalixin kunnan sekä muiden viranomaisten, yritysten, järjestöjen, yhdistysten ja suuren yleisön kanssa. Kansallisen kuulemisen lisäksi on järjestetty Espoon yleissopimuksen mukainen kuuleminen suomalaisten kuulemisryhmien kanssa. Scoping-kuulemiset järjestettiin vuonna 2022.

Saaduista lausunnoista on laadittu yhteenveto kuulemisraportissa, ks. liite D2.

## Vaihtoehdot

Luvussa 2 esitetyn lokalisointiperiaatteen mukaisesti. 6 luvun mukaan maa- tai vesialuetta hyödyntävien toimintojen tai toimenpiteiden on valittava sellainen paikka, jossa tarkoitus voidaan saavuttaa mahdollisimman vähän haittaa ja haittaa ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheuttaen. Kun merituulivoiman sijoituspaikkaa valitaan, tavoitteena on siis, että suunniteltu tuulipuisto pystyy tuottamaan mahdollisimman paljon sähköä ja samalla välttämään kielteisiä ympäristövaikutuksia niin pitkälle kuin mahdollista, kuten 2 luvun 2 §:ssä säädetään. 7 §:n ympäristölain mukaisesti.

Sen vuoksi on tehty yksityiskohtainen selvitys suurten tuulipuistojen mahdollisista sijoituspaikoista, jotta löydettäisiin sopivia alueita suurten tuulipuistojen rakentamiseen, ks. liite D3. Selvityksessä on valittu alueita, joiden olosuhteet ovat eri syistä epäsuotuisat sekä teknisten vaikeuksien ja/tai ympäristösyiden vuoksi. Olosuhteiden tarkempaa tutkimista ja ympäristövaikutusten vertailua varten valittiin seitsemän eri aluetta. Vertailtavista paikoista sopivimmiksi katsottiin Kalixin ja Haaparannan ulkopuolinen alue eli Polargrundin tuulipuiston alue, Eystrasaltbankenin vesialue ja Finngrundenin itäpuolinen vesialue.

## Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehto merkitsisi sitä, että toimintaa ei kehitettäisi ja näin ollen Kalixin ja Haaparannan edustan vesialue säilyisi avoimena vesialueena ilman tuulivoimaloita ja niihin liittyviä perustuksia, johtoja ja alustoja. Toisin sanoen alue säilyttäisi nykyisen luonteensa. Tämä puolestaan merkitsisi sitä, että hankkeesta aiheutuvat arvioidut ympäristövaikutukset eivät koskaan toteutuisi, ellei Polargrundin sijaan rakennettaisi muita tuulivoimahankkeita tai -toimintoja osoitetulle alueelle.

Jos tuulivoimalaa ei rakennettaisi, hanke ei pystyisi tuottamaan merkittävästi uusiutuvaa sähköä, noin 10 TWh tai noin 200 000 tonnia vetyä vuodessa. Tämä tarkoittaa, että Ruotsin sähköntuotannon merkittävä lisäys jää toteutumatta, millä on vaikutuksia muun muassa teollisuuden ja yhteiskunnan uusiutuvan ja fossiilivapaan sähkön tarpeeseen ja heikentää mahdollisuuksia saavuttaa sekä kansallisia että alueellisia ilmastotavoitteita.

## Vaikutusten arviointi

Yhtiö on teettänyt useita asiantuntija-arviointeja, tutkimuksia ja mallinnuksia tämän YVA:n laatimiseksi. Näihin kuuluivat lintu-, kala- ja pohjaeläintutkimukset, kaupallisen kalastuksen tutkimukset, melumallinnus ja -laskelmat sekä sedimentin sameuden mallintaminen. Hankkeen aikana on tunnistettu useita erilaisia lieventämistoimenpiteitä, joita voidaan käyttää toiminnan vaikutusten minimoimiseksi.

Alla olevassa taulukossa ja seuraavissa jaksoissa esitetään yhteenveto ympäristönäkökohdista ja eduista, joihin tuulipuisto saattaa jossain vaiheessa vaikuttaa.

Ympäristönäkökohta	Vaikuttava tekijä	Vaikutus		
		Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
<b>Pohjaeläimistö ja -kasvisto</b>	Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen		Vähäinen
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Jäähdytysveden poisto ja retentaatti		Vähäinen	
<b>Kala</b>	Vedenalainen melu	Pieni	Vähäinen	Pieni
	Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen		Vähäinen
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Sähkömagneettiset kentät		Vähäinen	
	Jäähdytysveden purku ja retentaatti		Vähäinen	
<b>Merinisäkkäät</b>	Vedenalainen melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen		Vähäinen
	Ilmassa kantautuva melu		Pieni	
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		Vähäinen	
	Jäähdytysveden purku ja retentaatti		Vähäinen	
<b>Linnut</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	Vähäinen	Pieni	Vähäinen
<b>Lepakot</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Vähäinen	
<b>Kaupallinen kalastus</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Vedenalainen melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Meriliikenne</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	Pieni	Pieni	Pieni
<b>Ilmailu</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Pieni	
<b>Meriarkeologia</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen		Vähäinen
<b>Virkistys ja ulkoilu</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

	Ilmassa kantautuva melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Poronhoito</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Vähäinen	
<b>Kokonaispuolustus</b>	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Pieni	
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		Pieni	
<b>Ympäristön seuranta-asetat</b>	Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen		Vähäinen
	Jäähdytysveden poisto ja retentaatti		Vähäinen	

## Pohjakerroksen kasvisto ja eläimistö

Tutkimukset osoittavat, että hankealueella on pieniä alueita, joilla auringonvalo saavuttaa merenpohjan, mikä tarkoittaa, että kasvillisuuden levinneisyys on rajallinen. Pohjatutkimuksissa havaittiin vain yksi kasvilaji (*Battersia arctica*) hankealueen matalimmissa osissa. Hankealueen pohjaeläimistö, eli sedimentissä tai sedimentin päällä elävät eläimet, koostuu koko Itämeren alueella tavallisista lajeista, eikä tutkimuksissa havaittu yhtään punaisen listan lajia. Vaikutukset pohjaeläimistöön arvioidaan vähäisiksi tuulipuiston kaikissa vaiheissa.

## Kalat

Hankealueella on tutkittu kaloja verkkonäytteenotolla ja eDNA-tutkimuksilla. Havaittuja, odotettavissa olevia tai kuulemisen aikana erityisen tärkeitä pidettyjä kalalajeja ovat silakka, lohi, taimen, siika, muikku ja meritaimen. Sameuden ja sedimentin laskeuman, merenpinnan alapuolella olevien fyysisten vaikutusten, sähkömagneettisten kenttien sekä jäähdytysveden ja retentaatin päästöjen arvioidaan vaikuttavan kaloihin vain vähän. Vedenalaisen melun mallintaminen, mukaan luettuina rakennusvaiheen aikaiset suojoitoimenpiteet, osoittaa, että alueet, joilla melu voi ylittää aikuisten lohien osalta tilapäisen kokonaishaittatason (TTS-taso), voivat sijaita noin 22 km:n ja 24 km:n etäisyydellä melulähteestä syvemmän veden ympäröimillä hankealueen osilla. Vedenalaisen melun arvioidaan aiheuttavan vähäisiä vaikutuksia rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa, kun otetaan huomioon lohien haavoittuvuus ja sopeutumiskyky sekä sen vaellus Pohjanlahden kautta. Toiminnan aikana vedenalaisen melun vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen.

## Merinisäkkäät

Perämerenlahdella on kaksi eri merinisäkäslajia, harmaahylkeet ja norpat. Tutkimusalueella tehdyissä eDNA-tutkimuksissa havaittiin harmaahylkeitä enemmän norppia. Vaikutukset merinisäkkäisiin arvioidaan vähäisiksi lukuun ottamatta toimintavaiheen aikaista ilmassa kantautuvaa melua, sillä norpat käyttävät jäätä talvella levähdyspaikkana. Tuulivoimaloiden ilmassa kantautuva melu saattaa aiheuttaa jonkin verran elinympäristön poissulkemista yksilötasolla, mutta ei siinä määrin, että se olisi populaation kannalta merkittävää. Toimintavaiheen vaikutukset arvioidaan siksi vähäisiksi.

## Linnut

Tehtyjen muuttotutkimusten perusteella voidaan päätellä, että Pohjanlahden keskiosissa merilintujen ja petolintujen merelle suuntautuva muutto on vähäistä sekä keväällä että syksyllä. Päämuutto tapahtuu rannikoita pitkin. Tietyissä sääolosuhteissa Pohjanlahden keskiosissa voi tapahtua laajempi varpuslintujen muutto, mutta ei koskaan merkittäviä määriä muuttavia lintuja. Vuosina 2022 ja 2023 alueella tehdyissä selvityksissä havaittiin keväällä 21 lintua/vrk ja syksyllä 207 lintua/vrk, mikä on yhteensä hyvin vähän lintuja. Kesällä 2022 ja 2023 tehdyissä ruokailulintujen inventoinneissa havaittiin myös vähäinen tiheys, joka oli 0,05-0,2 yksilöä neliökilometrillä ja joka koostui lokeista, kuikkalinnuista ja ruokkilinnuista. Kaiken kaikkiaan aluetta pidetään sekä muutto- että ruokailulintujen kannalta merkitykseltään vähäisenä.

Lintuihin kohdistuvia ympäristövaikutuksia voi esiintyä lähinnä toimintavaiheessa, sillä linnut voivat törmätä tuulivoimaloihin, tuulipuisto voi aiheuttaa jonkin verran siirtymävaikutuksia ja vähäisemmässä määrin tuulipuisto voi toimia esteenä muutto- ja ruokailulinnuille. Yleisesti ottaen törmäysten vaikutukset erityisesti joihinkin muuttolintuihin voivat olla kohtalaisista suuriin. Muuttoa estävän vaikutuksen arvioidaan olevan pieni

Polargrundissa, koska muuttolintujen lentomatkan lisäys ja siihen liittyvä energiahäviö on vähäinen verrattuna lintujen pitkiin muuttomatkoihin. Ahtaus- ja estevaikutus on lajikohtainen, ja vaikutukset riippuvat myös muiden sopivien elinympäristöjen olemassaolosta, joihin muuttaa. Ruokaileviin kuikkalintuihin, lokkeihin ja ruokkilintuihin kohdistuvat syrjäytymis- ja estevaikutukset on arvioitu vähäisiksi tai merkityksettömiksi.

Alueen kautta muuton aikana kulkevien lintujen määrä on vähäinen, mikä tarkoittaa, että vain harvojen muuttavien lintujen odotetaan törmäävän tuulivoimaloihin, vain harvat linnut ruokailevat alueella ja vain harvoin lintuihin kohdistuu siirtymä- ja estevaikutuksia. Lintujen vähäisen määrän vuoksi suunnitellun tuulipuiston vaikutukset lintuihin arvioidaan toimintavaiheessa vähäisiksi. Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä.

## Lepakot

Pohjoisen Perämeren lahden alueella lepakoiden esiintyminen on vähäistä, ja siellä odotetaan esiintyvän vain pohjoisia lepakoita. Hankealueen tai sen lähiympäristön ei katsota olevan lepakoiden käyttämä muutto- tai ruokailualue, eikä lepakoita havaittu tutkimusten aikana.

Lepakoille voi aiheutua haittaa esimerkiksi törmäämisestä tuulivoimaloihin, jos ne vaeltavat alueen läpi tai jos merellä olevat lisätuulivoimalat houkuttelevat niitä. Lepakoihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi, koska lepakoita esiintyy vain vähän.

## Kaupallinen kalastus

Alueen kaupallisen kalastuksen arvioimiseksi on tutkittu viimeisten 20 vuoden saaliit. Hankealueella pyydetään vain pieni osa Pohjanlahden kokonaissaaliista, lähinnä silakkaa ja muikkua. Tuulipuiston kaikissa vaiheissa aiheuttamien esteiden vuoksi on odotettavissa, että troolaamalla harjoitettavaa kaupallista kalastusta ei voida jatkaa tuulipuiston alueella. Koska hankealueella harjoitettava kaupallinen kalastus on erittäin vähäistä (<1 % ympäröiviin ICES-lohkoihin verrattuna), aiheutuvien rajoitusten katsotaan vaikuttavan kaupalliseen kalastukseen merkityksettömän vähän.

Rakennusvaiheen aikana aiheutuu vedenalaista melua, joka voi vaikuttaa alueen kalakantoihin. Samaan aikaan kalojen määrä vaihtelee luonnollisesti vuosien ja alueiden välillä, mikä tarkoittaa, että myös kaupallisen kalastuksen on yleensä muutettava kalastusmallejaan. Kaupallinen kalastus on kuitenkin vähäistä alueella, joten vedenalaisen melun vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

## Meriliikenne

Tuulivoimapuiston perustamisen jälkeen hankealueella ei voi kulkea samalla tavalla kuin nykyään. Hankealue ei kuitenkaan ole päällekkäin laivaväylien kanssa. Lähin laivaväylä on Kemi-Nordenin väylä, joka sijaitsee hankealueen itäpuolella. Meriliikenne hankealueen läpi on hyvin vähäistä, ja myös liikenteen intensiteetti on yleisesti ottaen hyvin alhainen analysoiduilla laivaväylillä (<2000 kulkua vuodessa). Kaikissa vaiheissa (rakentaminen, käyttö ja käytöstäpoisto) hankealueen läpi kulkevassa alusliikenteessä on otettava huomioon käynnissä olevat rakennus- tai käytöstäpoistotyöt ja/tai suojaetäisyydet tuulivoimaloihin, mikä tarkoittaa hieman pidempää reittiä. Sen vuoksi vaikutus arvioidaan vähäiseksi merenkulun osalta jäättömissä olosuhteissa. Talvimerenkulku arvioidaan vain riskien osalta, ks. erillinen jakso.



## Ilmailu

Koska tuulipuisto vie tilaa ilmatilasta, se tarkoittaa, että ilmailun käytettävissä oleva tila on rajallinen. Lentoesteanalyysi on tehty, ja se osoittaa, että se vaikuttaa TAA- ja RNP-alueisiin. Alustava päätelmä on, että niillä ei ole vaikutusta näihin alueisiin tai siviili liikenteen lähestymiseen. Alue on rajallinen ja esteiden pinta-alalla katsotaan olevan vain vähän merkitystä ja vaikutusta ilmailuun tällä alueella. Vaikutukset tuulipuiston eri vaiheissa arvioidaan näin ollen vähäisiksi.

## Meriarkeologia

Vapaaehtoinen arkeologinen selvitys (vaihe 1) on tehty meritutkimuksen perusteella. Tutkimuksessa löydettiin 29 viitteitä kohteista, joilla voi olla antiikillisesti kiinnostavia merkkejä, joista 3:n katsotaan olevan hyllyn kaltaisia muodostelmia. Hankealueella ei ole tiedossa kulttuuriperinnön jäännöksiä.

Rakennustöiden aikana merenpohjaan tehtävät fyysiset toimenpiteet voivat vahingoittaa kulttuuriperinnön jäännöksiä. Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana tehdään tarvittaessa lisätutkimuksia muinaisjäännösten tunnistamiseksi. Tunnistettuihin muinaisjäännöksiin kohdistuvien vaikutusten välttämiseksi ryhdytään suojoitoimenpiteisiin asianomaisten viranomaisten kuulemisen jälkeen. Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutukset arvioidaan näin ollen vähäisiksi.

## Virkistys ja ulkoilu

Ulkoilu hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä on vähäistä, koska etäisyys lähimpiin saariin ja mantereelle on suuri. Asiakirjat perustuvat virkistyskalastukseen kohdistuvien vaikutusten tutkimiseen sekä tuulipuiston ja vedyntuotannon aiheuttaman ilmamelun analyysiin. Myöhemmin tehdyssä ilmassa kantautuvaa melua koskevassa lisätutkimuksessa on osoitettu, että tuulipuiston aiheuttama melu peittyy pääasiassa luonnollisen taustamelun alle. Ulkoilun kannalta tärkeiden alueiden katsotaan sijaitsevan niin kaukana, että tuulipuiston ilmassa kantautuva melu ei vaikuta niihin merkittävästi. Merenpinnan yläpuolella olevilla fyysisillä vaikutuksilla ja ilmamelulla arvioidaan olevan vähäisiä vaikutuksia ulkoiluun ja virkistykseen.

## Poronhoito

Porot ovat riippuvaisia tietyistä laidunalueista eri vuodenaikoina, ja siksi ne vaeltavat tavanomaisesti eri paikkojen välillä. Talvilaiduntaminen tapahtuu Haaparannan, Kalixin ja Luulajan saariston rannikolla, ja Malören ja Sandskär ovat hankealuetta lähimpänä olevat talvilaidunalueet (noin 10 km hankealueelta). Liehittäjä ja Kalix ovat ne samebyt, joihin perustaminen voi vaikuttaa. Etäisyyden vuoksi tuulipuiston toiminnan aikaisten vaikutusten katsotaan olevan vähäisiä.

## Kokonaispuolustus

Itämeri ja siten myös Pohjanlahti on Ruotsin puolustusvoimille strategisesti tärkeä alue. Nykyisen merten aluesuunnitelman aluekuvauksissa ei mainita erityisiä puolustukseen liittyviä näkökohtia, mutta tiettyä epävarmuutta on raportoitu salassapidon piiriin kuuluvien puolustusintressien osalta. Muutettua merten aluesuunnitelmaa koskevassa ehdotuksessa todetaan, että puolustukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ruotsin puolustusvoimat on todennut, että tuulivoiman perustaminen uhkaa aiheuttaa vahinkoa kokonaispuolustuksen sotilaalliselle osalle, joka kuuluu luottamuksellisuuden piiriin. Ruotsin puolustusvoimien lausunnon jälkeen hankealuetta on muutettu, ja muutoksesta on ilmoitettu Ruotsin puolustusvoimille; YVA:n valmistelun yhteydessä ei ole saatu vastausta. Tuulivoimapuiston perustaminen vähentää rajallisella alueella

kokonaispuolustukseen käytettävissä olevaa aluetta Pohjanlahdella. Käytettävissä olevien tietojen perusteella vaikutus arvioidaan vähäiseksi.

## Ympäristön seuranta-asetat

Suunnitellun tuulipuiston pohjoisosassa on ympäristönseuranta-asema, josta otetaan näytteitä fysikaalisista ja kemiallisista parametreista. Tuulipuiston pohjois- ja länsipuolella on kolme muuta seuranta-asetama alueen vesistön luokittelua varten. Rakennus- ja käytöstäpoistotoiminnasta aiheutuva sedimentaatio voi vaikuttaa veden kemiallisiin ominaisuuksiin ja sedimenttinäytteisiin sedimentaation kautta, jos sedimentit leviävät muovista, jossa rakennustoimintaa harjoitetaan. Retentaatti- ja jäädytysvedet, jotka syntyvät esimerkiksi vedyntuotannosta toiminnan aikana, voivat vaikuttaa veden kemiaan paikallisesti alueella, mutta koska ne sekoittuvat nopeasti ympäröiviin vesimassoihin, niiden vaikutus arvioidaan merkityksettömäksi. Vaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi myös sameuden ja sedimentaation osalta, koska vaikutus on sekä paikallinen että ajallisesti rajallinen.

## Visuaalinen vaikutus maisemaan

Hankealue sijaitsee kaukana merellä, ja etäisyydet mantereeseen ja saaristoon ovat suuret lukuun ottamatta joitakin läheisiä saaria, jotka ovat noin 10 kilometrin päässä. Visuaalisten vaikutusten tutkimiseksi on laadittu maisema-analyysi (lisäys D16), joka perustuu valokuvamontageihin (lisäys D4), ZTV-analyysiin (teoreettisen näkyvyyden vyöhyke) (sisältyy lisäykseen D16) ja esteiden valaistusanimaatioihin (lisäys D5).

Visuaalista vaikutusta voidaan yleensä kuvata sen perusteella, kuinka kaukana katsoja on tuulipuistosta, mikä riippuu ympäröivistä olosuhteista. Tämä tarkoittaa, että vaikutus yleensä vähenee etäisyyden kasvaessa, mikä tarkoittaa, että visuaalinen vaikutus on lähes olematon mantereelta, mutta tuntuva läheisiltä saarilta.

Lähivyöhykkeellä (0-25 km) vaikutukset ovat merkittäviä naapurisaarten osalta. Väliwyöhykkeen (25-35 km) ulomassa saaristomaisemassa vaikutukset arvioidaan yleensä kohtalaisiksi karuilla saarilla ja pieniksi tai kohtalaisiksi saarilla, joilla on enemmän kasvillisuutta. Väliwyöhykkeen (35-50 km) sisemmän saaristomaiseman paikoissa, joissa horisontti on muiden saarten ja kasvillisuuden peittämä, vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen, kun taas paikoissa, joista on selkeä näkymä merelle, vaikutus on enimmäkseen kohtalainen. Kaukana sijaitsevalla vyöhykkeellä (eli yli 70 km:n etäisyydellä) vaikutus on vähäinen.

## Valtakunnallisesti merkittävät alueet ja suojelualueet

Hankealue ei ole päällekkäinen minkään valtakunnallisesti tärkeän liikenne- (merenkulku ja ilmailu), kaupallisen kalastus-, poronhoito- tai ulkoilualueen kanssa. Luulajan satamaan, joka on valtakunnallisesti merkittävä liikenteen kannalta, voi mahdollisesti kohdistua välillisiä vaikutuksia, jos liikenne lisääntyy tilapäisesti esimerkiksi rakennusvaiheen aikana. Kaiken kaikkiaan tuulipuiston rakentamisen, käytön tai käytöstä poistamisen ei kuitenkaan katsota merkittävästi haittaavan edellä mainittuja valtakunnallisesti merkittäviä alueita tai niiden tarkoituksia.

Kulttuuriperintöä koskevan valtakunnallisesti merkittävien alueiden kannalta tuulipuiston katsotaan vaikuttavan kohtalaisesti Malörenin ja Sandskärin saarilla oleviin valtakunnallisesti merkittävien alueiden liittyviin vaatimuksiin, koska näkymät saarilta muuttuvat. Tuulivoimapuiston laajuutta on mukautettu, jotta vaikutukset näkyisiin Malörenin satamasta vähäisivät. Valtakunnallisesti merkittävälle Rödkallen ja Nässkatan ei katsota aiheutuvan lainkaan tai vain vähäisiä kielteisiä vaikutuksia, ja valtakunnallisesti merkittävälle Småskär, Seskarö, Storebben/Svarthällan ja Hindersön ei katsota aiheutuvan kielteisiä vaikutuksia tuulipuistosta.

Kuulemisen aikana Ruotsin puolustusvoimat huomautti, että tuulipuiston tutkimusalue voisi aiheuttaa merkittävää vahinkoa salassapitovelvollisuuden piiriin kuuluville valtakunnallisesti merkittävillä alueilla kokonaispuolustuksen kannalta. Ruotsin puolustusvoimien lausunnon jälkeen hankealuetta on muutettu, ja muutoksesta on ilmoitettu Ruotsin puolustusvoimille. Skybornin ja Ruotsin asevoimien välillä käydään parhaillaan vuoropuhelua siitä, millä ehdoilla toimintaa voitaisiin mukauttaa.

Skyborn on tutkinut, missä määrin suunniteltu tuulipuisto voisi häiritä Natura 2000 -alueille nimettyjä luontotyyppisiä ja lajeja sekä tyyppillisiä lajeja. Tutkimuksissa on tarkasteltu vaikutuksia lintuihin ja merilajeihin ja -luontotyyppisiin. Tuulivoimapuiston hankealue sijaitsee riittävän kaukana Natura 2000 -alueista, jotta toiminta ei aiheuta häiriöitä, jotka voisivat vaikuttaa kyseisten lajien suojelun tasoon tai vaikuttaa nimettyihin luontotyyppisiin ehdotetuun suojatoimenpitein.

Suunniteltu tuulipuisto ei vaikuta ympäröiviin luonnonsuojelualueisiin. Etäisyydet ovat suhteellisen suuret, eivätkä tuulivoimapuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta aiheutuvat merkittävät vaikutukset melun, sedimenttien leviämisen jne. muodossa saavuta suojelualueita. Turbiinit näkyvät kuitenkin luonnonsuojelualueilla sijaitsevista paikoista. Kaiken kaikkiaan suunnitellun toiminnan ei katsota olevan ristiriidassa luonnonsuojelualueiden tarkoituksen tai suojelualueita koskevien säännösten kanssa.

Suunnitellun tuulipuiston ja Haaparannan saariston kansallispuiston välinen etäisyys on suhteellisen suuri, eikä kansallispuistoon odoteta kohdistuvan rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana merkittäviä vaikutuksia ilma- ja vedenalaisen melun ja sedimenttien leviämisen muodossa. Tuulivoimalat näkyvät kuitenkin useista kansallispuiston alueelta.

Arvokkaiden rannikko- ja merialueiden suojelemiseksi kansainvälisellä tasolla on olemassa Helcom-yleissopimus. Yleissopimusten nojalla nimettyjä alueita kutsutaan merensuojelualueiksi (Marine Protected Areas, MPA). Lähin MPA Haaparannan saaristo sijaitsee noin 1 km hankealueesta pohjoiseen. MPA-alueella on useita kala- ja lintulajeja sekä rengashylkeitä. Kaiken kaikkiaan vedenalaisen melun odotetaan vaikuttavan merten suojelualueen eteläisimpiin osiin, mutta vaikutukset suojeltuihin arvoihin jäävät vähäisiksi.

## Kumulatiiviset vaikutukset

Kumulatiiviset vaikutukset on arvioitu nykyisten ja hyväksytyjen toimintojen osalta. Rakennusvaiheen aikana vedenalainen melu voi aiheuttaa kumulatiivisia vaikutuksia kaloihin yhdessä nykyisen merenkulun ja kaupallisen kalastuksen kanssa. Alusliikenne ja kaupallinen kalastus hankealueella ja sen läheisyydessä ovat vähäisiä, joten melulähteiden ei arvioida vaikuttavan toisiinsa siten, että rakentamisvaiheessa syntyisi merkittäviä kumulatiivisia vaikutuksia.

Polargrundin perustamisen vaikutukset merenkulkuun rajoittuvat lähinnä hankealueen kautta nykyisin kulkeviin aluksiin ja koskevat lähinnä alusliikennettä Kemin ja Röyttän satamiin ja satamista. Laivareitti, johon Polargrund vaikuttaa eniten toimintavaiheessa, on Nordvalen-Kemi. Kumulatiivisia vaikutuksia voi esiintyä, jos reittien laivaliikenteeseen vaikuttaa lisätoiminta, sillä Pohjanlahden pohjoisosassa ei ole havaittu olemassa olevia tai luvan saaneita tuulipuistoja tai muita rakennelmia.

Poronhoidon osalta on arvioitu kumulatiivisia vaikutuksia kuulemisen aikana saatujen lausuntojen perusteella, eikä tuulipuiston toiminnan aikana katsota aiheuttavan poronhoitoon liittyviä kumulatiivisia vaikutuksia.

Hankealueella harjoitetaan hyvin vähän kaupallista kalastusta, eikä alueella ole hyväksytyjä tuulipuistoja, jotka voisivat aiheuttaa merkittäviä kumulatiivisia vaikutuksia.

Polargrundin tuulipuiston perustaminen vähentää hieman Ruotsin puolustusvoimien käytettävissä olevaa aluetta. Jos lähialueelle perustetaan lisää tuulipuistoja, Pohjanlahden harjoitustoimintaan käytettävissä oleva vesialue pienenee entisestään, mutta alueella ei ole olemassa olevia tai luvan saaneita tuulipuistoja, joten kumulatiivisia vaikutuksia ei synny.

## Meriliikenteen riskit

Merenkulkuun liittyvien riskien määrittämiseksi järjestettiin merenkulun riskianalyysin suositeltujen ja vakiintuneiden menetelmien mukaisesti niin sanottu Hazid-työpaja (riskien tunnistamista käsittelevä työpaja), johon osallistui sekä Suomen että Ruotsin viranomaisten ja muiden sidosryhmien, kuten satamaoperaattoreiden, edustajia. Tämän jälkeen laadittiin merenkulkuun liittyvä riskianalyysi (liite D18). Työpajassa ja riskianalyysissä havaittujen vaarojen perusteella Skyborn päätti rajata hankealueen tämänpäiväisen hakemuksen kattamalle alueelle.

Maasulun todennäköisyys kasvaa hieman tuulipuiston perustamisen seurauksena, mutta kasvu on hyvin pieni, ja maasulun riskiä pidetään vähäisenä.

Jäättömissä olosuhteissa laivaliikenteen on mukautettava reittiä kulkeakseen hankealueen ohi. Arvioidut onnettomuustodennäköisyydet ovat kuitenkin alhaiset, ja liikenteelle on riittävästi tilaa kulkea turvallisen etäisyyden päässä tuulipuistosta, joten riskit jäättömissä olosuhteissa katsotaan hyväksyttäväksi.

Jääkauden aikana riskit ovat suuremmat kuin jäättömänä aikana, sillä tuulipuisto vaikuttaa talvimerenkulkuun, myös jäänmurtajien toimintaan. Ensisijaisesti perustaminen vaikuttaa Kemin ja Tornion satamiin suuntautuvaan ja sieltä lähtevään liikenteeseen. Tuulivoimapuisto lisää jäänmurtajien avuntarvetta hyvän meriturvallisuuden varmistamiseksi, mutta missä määrin, on epävarmaa ja vaihtelee vuosittain.

Kaiken kaikkiaan merenkulkuun kohdistuvien riskien ja vaikutusten arvioidaan olevan suurempia talvella kuin kesällä, mutta ne ovat parantuneet hankealueen mukauttamisen myötä.

## Vedyn riskit

Vetyä tuotetaan tuulipuistossa. Vetykaasu on erittäin helposti syttyvää ja myös räjähtävää tietyissä sekoittumisolosuhteissa ilman kanssa.

Vetyä varten on tehty riskinarviointi. Riskinarvioinnissa on laskettu vaikutusetäisyydet eri skenaarioille. Vaikutusetäisyydet on jaettu kahteen luokkaan: laitteisiin/rakenteisiin kohdistuvat seuraukset ja ihmisten terveyteen kohdistuvat seuraukset. Arvioitu riski on yhdistelmä tapahtuman toteutumisen todennäköisyydestä ja sen seurauksista.

Tuulipuiston vetyä sisältävien laitososien osalta suurin laskennallinen vaikutusetäisyys on 53 m. Tämä vaikutusetäisyys koskee ihmisten terveyttä, jos putki rikkoutuu kompressoritasolla. Tällaisen tapahtuman todennäköisyys on pieni, jos ehdotetut suojatoimenpiteet toteutetaan. Kaasupilven palon kulku on lyhyt, ja kompressorialusta sijaitsee tuulipuiston alueella, jossa kolmannet osapuolet eivät ole paikalla kuin tilapäisesti. Sen vuoksi katsotaan, että tällaisen tapahtuman todennäköisyys johtaa vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan on hyvin pieni tai häviävän pieni, ja vaikka tapahtuman seuraukset olisivat vakavia, riskiä pidetään hyväksyttävänä. Muiden tapahtumien osalta, joiden seurausten etäisyydet ovat lyhyempiä, kolmansille osapuolille aiheutuvan vakavan loukkaantumisen tai kuoleman riski arvioidaan hyväksyttäväksi.

Kaiken kaikkiaan vedyn tuotantoon ja käsittelyyn laitoksessa liittyviä riskejä pidetään hyväksyttävänä.

## Jään heittelyn riski

Tuulipuisto perustetaan alueelle, jossa jää voi muodostua esimerkiksi roottorin lapoihin ja aiheuttaa niin sanottua jääheittoa. Todennäköisyyttä, että joku joutuisi osuman kohteeksi, pidetään kuitenkin hyvin pienenä, koska tuulipuisto sijaitsee kaukana merellä, jossa liikenteen intensiteetti on hyvin alhainen. Koska tekniikka kehittyy nopeasti, on olemassa useita mahdollisia tekniikoita, joita voitaisiin ottaa käyttöön jäästä aiheutuvan riskin ehkäisemiseksi. Käytettävää tekniikkaa tutkitaan tarkemmin ennen rakennusvaihetta.

## Muiden kuin kotoperäisten vieraslajien aiheuttamat riskit

Riskiä muiden kuin kotoperäisten vieraslajien leviämisestä tuulipuiston perustamisen myötä pidetään vähäisenä, mikä johtuu osittain tuulipuiston suunnittelusta, jossa laitokset on sijoitettu laajalle alueelle, mikä vähentää tehokkaan leviämisen riskiä, ja osittain siitä, että alue itsessään ei ole lajirikas alue, jossa lajit leviävät helposti. Lisäksi painolastiveden käsittelyä säännellään voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, mikä tarkoittaa, että riski muiden kuin kotoperäisten vieraslajien leviämisestä alueella työskentelevistä aluksista on pienempi. Kaiken kaikkiaan muiden kuin kotoperäisten vieraslajien leviämisen riskiä Polargrundin perustamisen aikana pidetään vähäisenä.

## Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset

Koska hankealue rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen, hankkeella arvioidaan olevan jonkin verran rajat ylittäviä vaikutuksia. Rajat ylittäviä vaikutuksia voivat aiheuttaa sellaiset vaikutustekijät, jotka ulottuvat maantieteellisesti Suomen vesille, tässä tapauksessa: vedenalainen melu (kalat, merinisäkkäät, kaupallinen kalastus), sameus ja sedimentin laskeutuminen (pohjaeläinympäristö) ja visuaaliset vaikutukset (visuaalinen vaikutus maisemaan). Lisäksi vaikutukset kohdistuvat alueen merenkulkuun.

Valtioiden rajat ylittävien vaikutusten osalta on todettu vähäisiä vaikutuksia kaloihin ja kaupalliseen kalastukseen. Vaikutus liittyy vedenalaiseen meluun, jota voi esiintyä rakennusvaiheen aikana. Kaiken kaikkiaan näihin reseptoreihin ei arvioida kohdistuvan merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia.

Tuulivoimapuiston läpi nykyisin kulkevan laivaliikenteen on sopeuduttava ja valittava reitit, jotka kiertävät tuulivoimapuiston alueen. Tämä tarkoittaa, että nykyisin tuulipuistoalueen kautta kulkeva laivaliikenne yhdistyy Suomen vesillä kulkevaan Nordvalenin ja Kemin väliseen laivareittiin. Tuulivoimapuiston itäpuolella on suuri tila, ja turvallinen etäisyys kulkua varten säilyy. Merenkulkuun kohdistuvien riskien odotetaan olevan talvella suuremmat kuin kesällä, koska alukset ja jäänmurtajat eivät pääse kulkemaan puistoalueen läpi ja joutuvat siten mahdollisesti valitsemaan reittejä, joilla on vaikeammat jääolosuhteet. Riittävän jäänmurtaja-avun varmistamista pidetään tärkeimpänä toimenpiteenä tuulipuistosta aiheutuvien riskien lieventämiseksi.

Maisemaan kohdistuvien visuaalisten vaikutusten osalta Polargrund tulee näkymään välivyöhykkeellä sijaitsevalta Selkä-Sarvin saarelta. Saarella on kokoelma Suomen kannalta valtakunnallisesti arvokkaita rakennettuja kulttuuriympäristöjä. Maisemaan kohdistuvat visuaaliset vaikutukset vaihtelevat etäisyyden mukaan, ja niiden arvioidaan olevan vähäisiä tai kohtalaisia väli- ja kaukovyöhykkeillä, joilla välivyöhyke sijaitsee 25-50 km ja kaukovyöhyke 50-70 km etäisyydellä hankealueesta.

## Yleisarviointi

Kokonaisvaikutusten arviointi vaihtelee merkityksettömän ja kohtalaisen välillä. Toiminta ei aiheuta häiriötä Natura 2000 -alueille, jotka voisivat vaikuttaa kyseisten lajien suojeluasemaan, eikä sillä ole vaikutusta nimettyihin luontotyyppeihin tuulipuiston etäisyyden vuoksi. Toiminta ei haittaa merkittävästi kansallisia etuja, jotka liittyvät viestintään (merenkulkuun ja ilmailuun), kaupalliseen kalastukseen, poronhoitoon tai ulkoiluun tai sen tarkoituksiin. Tuulivoimapuistoa on sopeutettu valtakunnallisten etujen mukaiseen kulttuuriympäristöön. Vaikutukset arvioidaan suurimmiksi tai kohtalaisiksi Sandskärin ja Malörenin kansallisiin etuihin. Skybornin ja Ruotsin puolustusvoimien välillä käydään parhaillaan vuoropuhelua ehdoista, joilla toiminta mukautetaan kansallisen edun mukaiseksi kokonaispuolustuksen sotilaallisen osan osalta, joka kuuluu salassapitovelvollisuuden piiriin.

Suunnitellun toiminnan ei katsota vaikuttavan kielteisesti mahdollisuuksiin täyttää meriympäristön ympäristölaatuunormit. Tuulipuiston osuus vihreän energian tuottamisessa ja toimittamisessa Pohjois-Ruotsiin vaikuttaa myönteisesti ympäristötavoitteisiin, jotka koskevat hyvää rakennettua ympäristöä, vähäistä ilmastovaikutusta ja energiantuotantotavoitetta. Suunnitellun toiminnan ei myöskään katsota estävän mahdollisuutta saavuttaa kansalliset tavoitteet.

# Sisällysluettelo

1. Johdanto	19
1.1 Tausta	19
1.2 Hankkeen kuvaus	19
1.3 Hakijaa koskevat tiedot	21
1.4 Lupavaatimukset	22
1.5 YVA:n tarkoitus ja soveltamisala	23
2. Kuuleminen	25
2.1 Kansallinen kuuleminen	25
2.2 Espoon yleissopimuksen mukainen kuuleminen	26
3. Toiminnan kuvaus	27
3.1 Puiston suunnittelu	27
3.2 Tuulivoimalat	27
3.3 Sähköasemat ja muut laiturit	28
3.4 Perustukset	29
3.5 Kaapeliverkot	29
3.6 Vedyn tuotanto	31
3.7 Hankeketju	31
4. Vaihtoehtojen esittely	34
4.1 Vaihtoehtoiset paikannukset	34
4.2 Vaihtoehtoinen suunnittelu ja soveltamisala	35
4.3 Nollavaihtoehto	39
5. Alueen kuvaus ja suunnitteluehdot	41
5.1 Suunnitteluehdot	41
5.2 Meteorologiset olosuhteet	44
5.3 Meritiede	46
5.4 Pohjan olosuhteet	50
6. Rajaus ja menetelmät	57
6.1 Ympäristövaikutusten arvioinnin rajaus	57
6.2 Alustavat tiedot	58
6.3 Menetelmä	61
7. Vaikuttavat tekijät	66
7.1 Sameus ja sedimentin laskeutuminen	66

7.2 Vedenalainen melu	68
7.3 Ilmassa kantautuva melu	69
7.4 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	71
7.5 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	71
7.6 Sähkömagneettiset kentät	72
7.7 Jäähdytysveden purku ja retentaatti	72
7.8 Jääolosuhteet	73
7.9 Syvyys, virtaus- ja aalto-olosuhteet	73
7.10 Visuaalinen vaikutus ja estevalaistus	74
8. Suojatoimenpiteet ja muut sitoumukset	75
8.1 Rakennusvaiheen suojelutoimenpiteet	75
8.2 Toimintavaiheen suojelutoimenpiteet	78
8.3 Käytöstäpoistovaiheen ydinmateriaalivalvonta	79
9. Nykytilanne, vaikutukset ja seuraukset	80
9.1 Pohjaeläinympäristö	80
9.2 Kalat	90
9.3 Merinisäkkäät	108
9.4 Linnut	117
9.5 Lepakot	129
9.6 Kaupallinen kalastus	131
9.7 Meriliikenne	137
9.8 Lentoliikenne	143
9.9 Meriarkeologia	145
9.10 Virkistys ja ulkoilu	149
9.11 Poronhoito	151
9.12 Puolustusvoimat	155
9.13 Ympäristön seuranta-asemat	158
10. Muut arvioinnit	161
10.1 Visuaalinen vaikutus maisemaan	161
10.2 Ympäristölaatumormit	165
10.3 Valtakunnallisesti merkittävät alueet	170
10.4 Suojellut alueet	184
10.5 Ympäristötavoitteisiin liittyvät toimet	192
10.6 Kumulatiiviset vaikutukset	193



11. Riskit ja turvallisuus	197
11.1 Merenkulkuun liittyvät riskit	197
11.2 Vedyn riskit	198
11.3 Jään heittelyn riski	201
11.4 Vieraslajien ja vieraslajien riski	201
12. Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset	203
12.1 Vedenalainen melu	203
12.2 Sameus ja sedimentin laskeutuminen	204
12.3 Visuaalinen vaikutus	205
12.4 Merenkulkuun liittyvät riskit	205
12.5 Yleisarviointi	206
13. Arvio seurannaisvaikutuksista aiheutuviista toimista	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
13.1 Valmistelevat opinnot	207
13.2 Mannermaalle johtavien putkistojen rakentaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen.	208
13.3 Lisääntynyt meriliikenne ja toiminta satamissa	209
13.4 Ylijäämämassojen hallinta	210
14. Toiminnan valvonta ja seuranta	211
15. Ilmasto	212
15.1 Energia- ja ilmastotavoitteet ja -toimenpiteet	212
15.2 Ilmastohyöty	216
15.3 Elinkaariarviointi	218
16. Yhteiskunnalliset hyödyt	221
16.1 Kansallinen etu	221
16.2 Tuotanto Polargrund Offshore - mahdollisuudet ja hyödyt	223
16.3 Alueelliset ja paikalliset hyödyt	224
17. Yleisarviointi	226
18. Tutkintaryhmä	229
19. Sanasto	232
20. Viitteet	236

## Liitteet

- D.1 Karttaliitteen hankealue
- D.2 Kuulemislausuma
- D.3 Paikannustutkimus - tutkimus suurten tuulipuistojen sijoittamisesta.
- D.4 Valokuvamontaasiraportti
- D.5 Esteiden valaistusanimaatio
- D.6A Vedenalaisen melun ennuste
- D.6B Vedenalaisen melun mallintaminen
- D.7 Tuulivoiman melupäästöjen laskenta
- D.8 Vedyn tuotannosta aiheutuvan melun tutkiminen
- D.9 Sedimentti ja hydrodynaamiset vaikutukset - Sedimentin leviämisen ja hydrodynaamisten vaikutusten mallintaminen
- D.10 Kenttätutkimukset
- D.11 Pohjaeläinympäristön nykytila
- D.12 Kalojen nykytila
- D.13 Merinisäkkäiden nykytila
- D.14 Yhteenveto lintuja koskevista inventoinneista ja tutkimuksista
- D.15 Kaupallinen kalastus
- D.16 Visuaalinen vaikutus maisemaan
- D.17 Kulttuuriympäristötutkimus
- D.18 Merenkulun riskianalyysi
- D.19 Natura 2000 -arviointi
- D.20 Vapaaehtoinen meriarkeologinen tutkimus vaihe 1
- D.21 Yhteenveto ja arviointi, lepakot

# 1. Johdanto

## 1.1 Tausta

Skyborn Renewables AB (jäljempänä 'Skyborn') on erikoistunut merituulipuistojen kehittämiseen, rakentamiseen ja toimintaan sekä Ruotsissa että muissa maissa. Ruotsissa on erittäin hyvät edellytykset merellä tapahtuvalle sähköntuotannon laajentamiselle, koska tuuliolosuhteet ovat suotuisat ja rannikkolinja on pitkä ja merialueet suhteellisen hyödyntämättömiä. Skybornin suunniteltu toiminta, Polargrundin merituulipuisto, jäljempänä 'Polargrund', sijaitsee Pohjanlahden pohjoisosassa noin 35 kilometrin päässä rannikosta, Kalixin eteläpuolella Norrbottenin läänissä. Suuren tuulipuiston perustamisella kyseiselle alueelle Pohjanlahdelle on tarkoitus tuottaa ja toimittaa Pohjois-Ruotsiin merkittävä määrä sähköä ja/tai vetyä.

Pohjois-Ruotsissa sähkönkulutuksen odotetaan kasvavan jyrkästi tulevina vuosikymmeninä, mikä johtuu erityisesti teollisuuden sähköistämisestä ja siirtymisestä fossiilivapaisiin prosesseihin ja tuotteisiin. Tämä kehitys on osa pyrkimystä vähentää hiilidioksidipäästöjä, joiden on Ruotsin ilmastolain mukaan oltava nolla vuoteen 2045 mennessä. Pohjois-Ruotsissa tarvitaan vuosittain keskimäärin noin 5 TWh uutta fossiilivapaata sähköntuotantoa kysynnän tyydyttämiseksi. Tämä tarkoittaa, että alueelle on rakennettava lyhyessä ajassa suuri määrä uutta fossiilivapaata sähköntuotantoa, jotta siirtymävaiheesta voidaan selviytyä. Pelkästään LKAB on ilmoittanut tarvitsevansa 70 TWh fossiilivapaata sähköä, jotta se voi tuottaa 1 000 000 tonnia vetyä siirtymävaiheessa, jonka tavoitteena on täysin fossiilivapaa toiminta vuoteen 2045 mennessä.

Sekä lyhyellä että keskipitkällä aikavälillä merituulivoimalla on parhaat mahdollisuudet tuottaa suuria määriä fossiilivapaata sähköä. Polargrundin tuulipuiston asennettu kapasiteetti voisi olla 3 GW ja sen potentiaalinen sähköntuotanto noin 10 TWh tai 200 000 tonnia vetyä vuodessa, mikä edistäisi alueen vihreää siirtymää.

Lisäksi alueella on myös pitkälle kehitettyjä suunnitelmia vetyverkkojen rakentamiseksi pohjoismaisen vetyreitien kautta, joka on Gasgrid Finlandin ja Nordion Energin aloite. Hankkeen tavoitteena on luoda/rakentaa vetyinfrastruktuuri Perämeren alueelle ja avoimet vetymarkkinat vuoteen 2030 mennessä.

Nykyinen ympäristövaikutusten arviointi (YVA) kattaa Polargrundin tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen, sähkön ja/tai vedyn tuotannon sekä tuulipuiston sisäisen kaapeliverkoston ja/tai putkistojärjestelmän. Ympäristövaikutusten arviointi ei siis kata hankealueelta mantereelle suuntautuvien vientikaapeleiden tai -putkistojen rakentamista ja käyttöä.

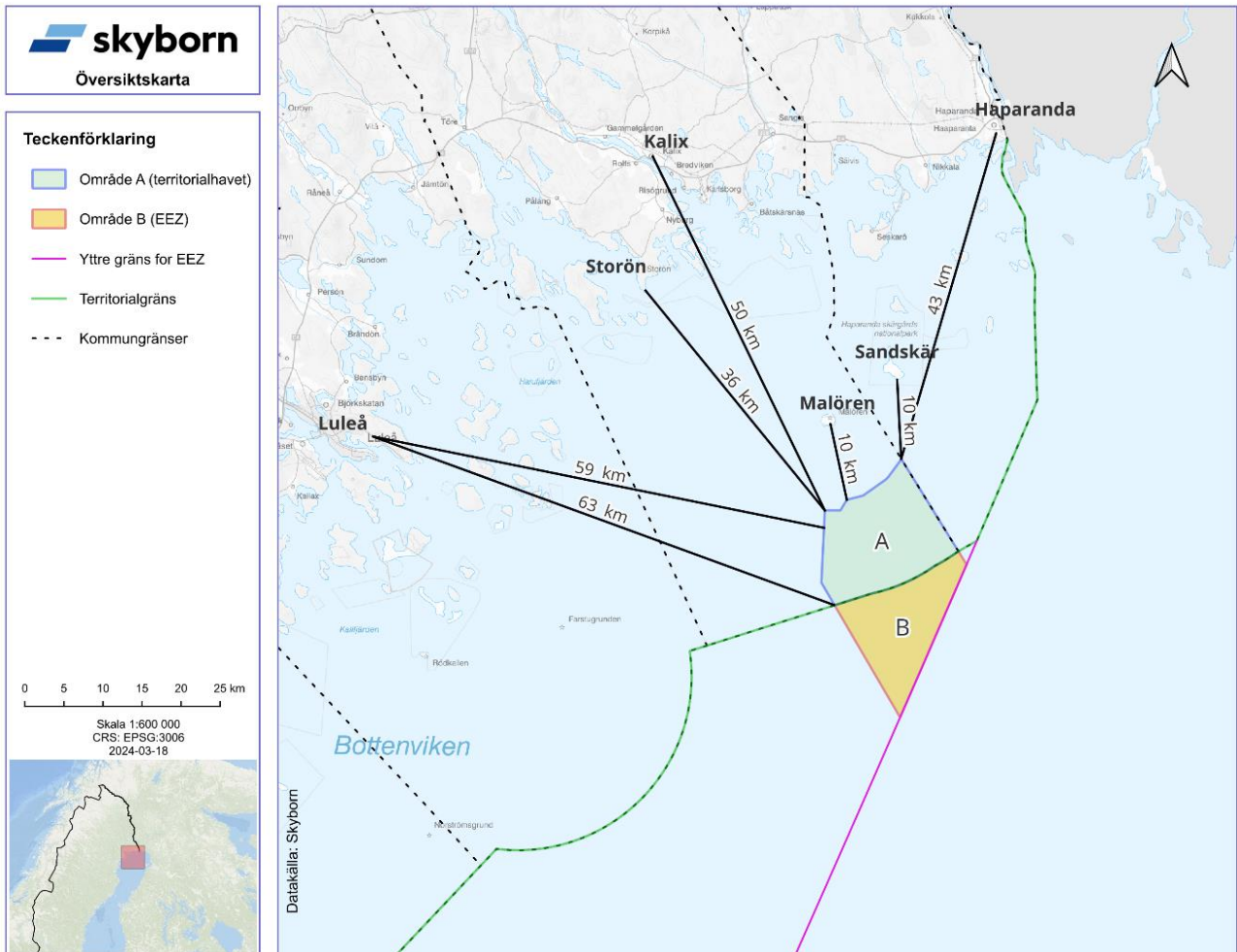
## 1.2 Hankkeen kuvaus

### 1.2.1 Alueen kuvaus

Polargrundin tuulivoimapuiston hankealue sijaitsee Pohjanlahdella noin 10 kilometrin päässä lähimmistä saarista ja noin 35 kilometrin päässä lähimmästä mantereesta, ks. Taulukko 1-1. Tuulivoimapuisto sijaitsee sekä aluemerellä että Ruotsin talousvyöhykkeellä ja rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen, ks. Kuva 1-1.

Näitä kahta merialuetta, aluemerta ja Ruotsin talousvyöhykettä, säännellään eri lainsäädännöllä ja eri tarkastusviranomaisilla, kuten tarkemmin selostetaan kohdassa 1.4. Erillisten tarkastelujen helpottamiseksi mutta myös koko hankkeen kokonaisarviointiin mahdollistamiseksi hankealue on jaettu kahteen maantieteelliseen alueeseen. Ensimmäinen osa kattaa aluemerellä sijaitsevan hankealueen, jota kutsutaan 'osa-alueeksi A', ja toinen osa kattaa talousvyöhykkeellä sijaitsevan hankealueen, jota kutsutaan 'osa-alueeksi B', ks. Kuva 1-1.

Suuralue A sijaitsee Kalixin kunnan aluevesillä, ja sen pinta-ala on noin 191 km<sup>2</sup>. Alueen syvyys vaihtelee noin 12 metristä 120 metriin, ja sen keskisyvyys on noin 45 metriä. Osa-alue B sijaitsee talousvyöhykkeellä, ja sen pinta-ala on noin 150 km<sup>2</sup>, ja sen syvyys vaihtelee noin 13 m:n ja noin 86 m:n välillä, keskisyvyys on noin 46 m. Koko hankealueen kokonaispinta-ala on siten noin 341 km<sup>2</sup>, ja sen keskisyvyys on noin 45 metriä.



Kuva 1-1. Polargrundin tuulipuiston sijainti Pohjois-Bothnianlahdella ja etäisyydet lähimpiin saariin ja joihinkin kohteisiin mantereella.

Taulukko 1-1 Arvioitu etäisyys kilometreinä hankealueelta osa-alueilla A (alueri) ja B (talousvyöhyke) eri paikkoihin lähialueella.

Sijainti	Etäisyys osa A (km)	Etäisyys osa B (km)
Malören	Noin 10	Noin 22
Sandskär	Noin 10	Noin 23
Lulajan kunnan raja	Noin 17	Noin 17
Liskär	Noin 53	Noin 56
Seskarö/Seittenkaari	Noin 26	Noin 40
Storön majakka	Noin 36	Noin 47
Haaparannan satama	Noin 34	Noin 46

Sijainti	Etäisyys osa A (km)	Etäisyys osa B (km)
Haaparannan kaupunki	Noin 43	Noin 54
Kalix	Noin 50	Noin 63
Luulaja	Noin 59	Noin 63
Tornio	Noin 46	Noin 56
Kemin kaupunki	Noin 48	Noin 53
Oulu	Noin 68	Noin 66

### 1.2.2 Tekniset olosuhteet

Polargrund Offshore -yhtiön ympäristövaikutusten arviointi ja lupahakemus perustuvat seuraaviin oletuksiin:

- Tuulivoimaloiden lukumäärä: enintään 120.
- Kokonaiskorkeus: jopa 350 metriä.
- Roottorin halkaisija: jopa 330 metriä.
- Vaihtoehtoinen suunnittelu sähköntuotannolla: noin 9-10 TWh vuodessa.
- Vaihtoehtoinen suunnittelu vedyntuotannolla: noin 200 000 tonnia vetyä vuodessa.

Näin ollen toimintaa varten tutkitaan kahta teknistä vaihtoehtoa: tuotetun sähkön siirtäminen kaapeleiden kautta maihin Ruotsin sähköverkkoon liitettäväksi tai sähkön käyttäminen vedyn tuottamiseen puistossa ja vedyn siirtäminen maihin putkistojen kautta.

Perustusten ja tuulivoimaloiden sijainnin valinnassa otetaan huomioon alueen tunnistetut edut, tekniset edellytykset ja paikalliset olosuhteet. Tuulivoimaloiden sijainnit suunnitellaan myös optimaalisen toiminnan varmistamiseksi muun muassa tuulivoimaloiden mittojen, mahdollisten aaltovaikutusten ja voimaloiden välisten etäisyyksien perusteella. Näiden tekijöiden lisäksi otetaan huomioon muu tarvittava infrastruktuuri, kuten vientikaapelit tai -putket, sähköasemat ja/tai muut alustat ja mittauslaitteet. Tuulipuiston lopullinen suunnittelu tuulivoimaloiden sijainnin, roottorin koon ja kokonaiskorkeuden osalta määritetään yksityiskohtaisen suunnittelun aikana hankkeen myöhemmässä vaiheessa, kun lupa on myönnetty, merituulipuistojen lupamenettelyjä ja perustamista koskevan nykyisen käytännön mukaisesti.

Tekninen kuvaus ja ympäristöarvioinnit perustuvat kolmeen vaihtoehtoiseen ns. esimerkkikaavioon. Kaikki kaavat perustuvat oletukseen, että hankealueelle rakennetaan enintään 120 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on enintään 350 metriä, mutta että tuulivoimaloiden määrä ja siten myös tiheys vaihtelee aluemerren ja talousvyöhykkeen välillä.

Esimerkkilinjauksessa 1 turbiinit jakautuvat tasaisesti koko hankealueelle eli aluemerelle ja talousvyöhykkeelle. Esimerkkilinjaus 2 perustuu turbiinien enimmäismäärään aluemerellä eli 85 turbiiniin, mikä tarkoittaa, että 35 turbiinia asennetaan talousvyöhykkeelle. Vastaavasti esimerkkiasettelu 3 on asettelu, jossa turbiinien enimmäismäärä on talousvyöhykkeellä eli 75 tuulivoimalaa, mikä tarkoittaa, että 45 tuulivoimalaa on asennettu aluemerelle.

## 1.3 Hakijaa koskevat tiedot

Polargrundin hanketta hallinnoi hankeyhtiö Polargrund Offshore AB, jonka omistaa saksalainen emoyhtiö Skyborn Renewables GmbH. Skyborn on maailmanlaajuinen konserni, joka suunnittelee, rakentaa ja hallinnoi

merituulipuistoja. Konsernilla on kaiken kaikkiaan noin 20 vuoden kokemus tuulipuistojen kehittämisestä, rakentamisesta ja toiminnasta. Vuoteen 2024 mennessä Skyborn on kehittänyt kahdeksan merituulipuistoa, jotka ovat nyt toiminnassa tai rakenteilla.

Skyborn tunnettiin aiemmin nimellä wpd Offshore, ja se oli osa wpd-konsernia. Syksystä 2022 lähtien Skybornin on omistanut Global Infrastructure Partners (GIP), eikä se ole enää osa wpd-konsernia.

Kehitystyö Ruotsissa tapahtuu Skyborn Renewables Sweden AB:n kautta. Skyborn Renewables Sweden AB työskentelee kokonaan konsernin ruotsalaisten projekti- ja verkkoyhtiöiden kehittämisen parissa.

Toiminta Ruotsissa alkoi vuonna 2002 Kriegers Flakin merituulipuiston kehittämisellä Trelleborgin edustalla. Nykyään Skyborn Renewables Sweden kehittää tuulipuistohankkeita Eystrasalt Offshore, Storgrundet Offshore, Polargrund Offshore ja Fyrskeppet Offshore. Ruotsin hankesalkun potentiaali on yhteensä noin 10 GW asennettua kapasiteettia, mikä vastaa noin 40 TWh:n sähköntuotantoa.

## 1.4 Lupavaatimukset

Sekä Ruotsin merialueelle että Ruotsin talousvyöhykkeelle sijoitettavan merituulipuiston perustaminen edellyttää useita erilaisia lupia jne. Tuulipuiston perustamista varten on siis haettava useita lupia. Tämä ympäristövaikutusten arviointi muodostaa perustan kaikille lupahakemuksille, jotka koskevat tuulipuistoa ja siihen liittyvää infrastruktuuria hankealueella. Tarkoituksena on laatia kokonaiskuvaus ja -arvio haetuista toimista. Seuraavassa osassa kuvataan tuulipuiston perustamiseen ja toimintaan tarvittavat luvat.

### 1.4.1 Ympäristölain 9 ja 11 luvun mukaiset luvat - Ruotsin aluevesillä

Tuulipuiston ja vedyntuotannon rakentamiseen, toimintaan ja käytöstä poistamiseen sekä niihin liittyvään infrastruktuuriin, mukaan lukien sisäiset kaapelit ja/tai putkistot, jotka sijaitsevat aluemerellä (osa-alue A), tarvitaan lupa ympäristölle vaarallisiin toimintoihin ja vesistöihin liittyviin toimintoihin ympäristösäännösten (MB) 9 ja 11 luvun mukaisesti. Luvat myöntää maa- ja ympäristötuomioistuimien. Ennen hakemuksen jättämistä on laadittava ympäristövaikutusten arviointi. Tuulivoimapuiston luvan myöntäminen edellyttää myös kunnan, tässä tapauksessa Kalixin kunnan, hyväksyntää.

### 1.4.2 Ruotsin talousvyöhykelain mukainen lupa

Osa-alue B sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, minkä vuoksi toimintaan liittyvien laitosten eli tuulivoimaloiden, muuntamoiden ja muuntoasemien, mittausmastojen ja vedyn tuotantoon liittyvien laitosten rakentamiseen tarvitaan Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) 5 §:n mukainen lupa. LSEZ:n mukaiset luvat tarkastaa ja myöntää hallitus. Käsittely tapahtuu kuitenkin yleensä lääninhallituksessa hallituksen puolesta. LSEZ-lupahakemusta varten on laadittava ympäristövaikutusten arviointi, ja tarkasteluun sovelletaan MB:n 2-4 lukua ja 5 luvun 3-5 ja 18 §:ää.

### 1.4.3 Mannerjalustaa koskevan lain mukainen lupa

Tuulivoimalat hankealueella yhdistävien vedenalaisten kaapeleiden ja/tai putkistojen (sisäinen kaapeliverkosto ja/tai putkistoverkosto) asentamiseen tarvitaan mannerjalustasta annetun lain (1966:314) (jäljempänä 'KSL') 3 §:n mukainen lupa sekä osa-alueiden A että B osalta. Valtioneuvosto tutkii luvat. Tutkittavaksi alla. KSL:n 2-4 lukua ja 5 luvun 3-5 ja 18 MB §:ää sovelletaan.

#### 1.4.4 Seveso-lain mukainen lupa

A osan arvioinnissa Ruotsin merialueella sovelletaan myös niin sanottua Seveso-lainsäädäntöä eli lakia (1999:381) toimenpiteistä suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi ja seurausten rajoittamiseksi. Tätä lainsäädäntöä ei kuitenkaan sovelleta talousvyöhykkeellä, ellei tuulipuistoa rakenneta, mutta kattavuuden vuoksi Seveso-ongelmat kuvataan koko tuulipuiston osalta eli sekä A- että B-osan osalta.

#### 1.4.5 Syttyviä ja räjähtäviä aineita koskevan lain mukainen lupa

Vety luokitellaan syttyväksi kaasuksi, joka kuuluu syttyviä ja räjähtäviä aineita koskevan lain (2010:1011) (LBE) soveltamisalaan. Lain tarkoituksena on ehkäistä, minimoida ja lieventää onnettomuuksia ja vahinkoja, jotka voivat aiheutua hengelle, terveydelle, ympäristölle ja omaisuudelle syttyvien tai räjähtävien aineiden aiheuttamasta tulipalosta tai räjähdyksestä (LBE). LBE:ssä säädetään lupavaatimuksesta, joka koskee tietyn määrän ylittävää vetyä käsittelevää toimintaa. Raja on 1 000 litraa ammattimaisessa, ei-julkisessa toiminnassa ulkona ja 250 litraa vastaavassa toiminnassa sisätiloissa. Kuten Seveson tapauksessa, LBE:tä sovelletaan Ruotsin alueella sijaitsevaan tuulipuiston osaan (osa A), ja siihen voidaan joutua hakemaan lupaa. LBE-lupaa haetaan siitä kunnasta, jossa toimintaa harjoitetaan ja joka myös valvoo toimintaa, ks. LBE:n 17 ja 21 §.

#### 1.4.6 Muut luvat ja poikkeukset

Tuulipuiston rakentamiseen, toimintaan ja käytöstä poistamiseen tarvittavien lupien (ks. edellä) lisäksi Skyborn hakee myöhemmin lupia myös vientikaapeleille ja/tai -putkille, jotka yhdistävät tuulipuiston siirtoverkkoon tai muuhun maalla sijaitsevaan laitokseen. Yhteyskaapeleiden asentamista ja käyttöä koskevia lupia haetaan 11 luvun mukaisesti. MB (vesitoiminta), sähkölain (johtolupa) ja KSL:n nojalla. Liitoskaapeleita ja -putkistoja koskevia lupia haetaan, kun siirtoverkon liitäntäpiste on perustettu. Liitoskaapeleihin ja -putkistoihin liittyvästä toiminnasta laaditaan erillinen YVA. Koska liitäntäkaapeleita voidaan kuitenkin pitää myös tuulipuiston niin sanottuna liitännäistoimintana, niitä kuvataan tässä YVA:ssa yleisellä tasolla. Yhteyskaapeleiden tai putkistojen asentaminen voi vaatia myös muita lupia tai poikkeuslupia riippuen reitistä ja suojelualueista, esimerkiksi läjitysaluekieltoja ja rantojen suojelua koskevia poikkeuslupia. Kuten todettiin, nämä kysymykset tutkitaan maayhteyttä koskevan erillisen YVA:n laatimisen yhteydessä.

Ennen tuulipuiston ja sisäisen putkiverkoston perustamista tehdään useita merenpohjan tutkimuksia. Tutkimuslupaa merenpohjan tutkimiseen mannerjalustalla (yleisten vesien rajalta ja talousvyöhykkeellä) haetaan KSL:n nojalla tai tekemällä ilmoitus mannerjalusta-asetuksen nojalla.

### 1.5 YVA:n tarkoitus ja soveltamisala

Tämä ympäristövaikutusten arviointi on osa Polargrundin merituulipuiston ja siihen liittyvän infrastruktuurin, myös sisäisen putkiverkoston, suunniteltua perustamista koskevaa ympäristövaikutusten arviointiprosessia, ja se muodostaa perustan näihin toimintoihin liittyville lupahakemuksille. Ympäristöarviointiprosessin tavoitteena on sisällyttää ympäristönäkökohdat suunnitteluun ja päätöksentekoon kestävän kehityksen edistämiseksi. Prosessiin kuuluu sekä kuuleminen että perusteellinen analyysi, jonka tarkoituksena on mukauttaa hanketta siten, että julkisiin ja yksityisiin etuihin kohdistuvat kielteiset ympäristövaikutukset minimoidaan. Ympäristövaikutusten arvioinnin tarkoituksena on kuvata suunnitellut toiminnot, alueella vallitsevat ympäristöolosuhteet, arvioida suunniteltujen toimintojen ympäristövaikutukset ja yksilöidä suojatoimenpiteet tai mukautukset, jotka on otettava huomioon kielteisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi tai kompensoimiseksi.

Tuulipuiston ja sen infrastruktuurin ympäristövaikutusten arviointi kattaa toiminnan rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta aiheutuvat vaikutukset, ympäristövaikutukset ja seuraukset asianomaisiin etuihin. Se kattaa kaikki tuulipuiston toiminnassa tarvittavat laitteistot, kuten turbiinit, sähköasemat, vedyn tuotantolaitokset, mittarimastot ja sisäiset kaapeliverkot sähkönsiirtoa varten ja/tai putkistot vedyn kuljetusta varten tuulipuiston sisällä.

Tämän YVA:n soveltamisala on kuvattu luvussa 6.

Maalle vietävät kaapelit tai putket ovat niin sanottua liitännäistoimintaa. Lupia kaapeleiden rakentamiseen ja käyttöön tuulipuistosta maalla sijaitsevaan yhteyspisteeseen haetaan erikseen myöhemmin. Liitännäistoimintojen vaikutuksia kuvataan lyhyesti luvussa 13. Luvussa 13 kuvataan myös liitännäistoimintojen vaikutuksia.



## 2. Kuuleminen

Ruotsin talousvyöhykkeellä ja aluemerellä sijaitsevan tuulipuiston rakentamisesta, jolle haetaan lupaa, on tehtävä erityinen ympäristöarviointi, koska toiminnalla oletetaan olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia. Osana ympäristöarviointia järjestetään ympäristölainsäädännön 6 luvun 29-31 §:n mukaiset aloituskuulemiset. Jos toiminnalla tai toimenpiteellä voidaan olettaa olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia toisessa maassa, on myös ympäristölain 6 luvun 33-34 §:n ja ympäristövaikutusten arvioinnista annetun asetuksen (2017:966) 21-25 §:n mukaisesti annettava tietoja toiminnasta ja sen mahdollisista rajat ylittävistä vaikutuksista sekä siitä, minkälainen päätös voidaan tehdä maassa, johon vaikutus voi kohdistua.

### 2.1 Kansallinen kuuleminen

Ruotsin talousvyöhykelain (LSEZ), ympäristösäännösten (MB) ja mannerjalustasta annetun lain (KSL) mukaisesti hakemuksesta on järjestetty laajakantoinen kuuleminen. Kuulemiseen sisältyi myös Seveso-lain mukainen kuuleminen. Ennen kuulemistä laadittiin kuulemisasiakirja, jossa annettiin tietoja tuulipuiston sijainnista, laajuudesta ja suunnittelusta sekä yksilöitiin vastakkaiset intressit. Kuulemisasiakirjassa esitettiin myös tietoja YVA:n suunnittelusta rakenteesta ja sisällöstä.

Kuuleminen aloitettiin Norrbottenin lääninhallituksen (lääninhallitus) ja Kalixin kunnan kanssa pidetyllä kuulemiskokouksella huhtikuussa 2022. Kun lääninhallitukselta ja kunnalta oli saatu kommentteja muun muassa kuulemisen laajuudesta ja tulevan YVA:n laajuudesta, aloitettiin kuuleminen muiden viranomaisten, yritysten, järjestöjen, yhdistysten ja suuren yleisön kanssa. Ne viranomaiset, yritykset, järjestöt ja yhdistykset, joita asian katsottiin koskevan, kutsuttiin kuulemiseen sähköpostitse. Kuulemisesta ilmoitettiin myös yleisölle sanomalehdissä Norrländska Socialdemokraten, Haparandabladet, Kalixbladet, Extra Luleå ja Reklamguiden Kalix sekä hankkeen verkkosivustolla.

Lääninhallituksen ja Kalixin kunnan kanssa pidetyn alustavan kuulemiskokouksen lisäksi on pidetty perusteellisia kuulemiskokouksia lääninhallituksen ja useiden muiden osapuolten kanssa. Kalixin kansanopistossa järjestettiin yleisölle avoimia kuulemiskokouksia 30. ja 31. toukokuuta 2022. 1. ja 19. kesäkuuta 2022 välisenä aikana Skyborn järjesti myös Kalix Galleriassa Polargrund-hanketta koskevan avoimen näyttelyn, johon yleisöllä oli mahdollisuus osallistua.

Skyborn on saanut yhteensä 23 lausuntoa viranomaisilta, kuusi yrityksiltä ja organisaatioilta, neljä yhdistyksiltä ja 13 yksityishenkilöiltä. Tapaamisissa ja kirjallisesti saadut lausunnot on otettu huomioon sekä tutkimusten laajuudessa ja jatkoselvityksissä että toiminnan suunnittelun kehittämisessä ja YVA:n valmistelussa.

Kuulemisesta on laadittu yhteenveto kuulemisraportissa, jossa kuvataan kuuleminen, lääninhallituksen ja muiden osapuolten kanssa pidetyt kuulemiskokoukset sekä saadut kuulemislausunnot ja niihin annetut vastaukset (ks. liite D2).

## 2.2 Espoon yleissopimuksen mukainen kuuleminen

Koska Polargrundin hankealue rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen, on järjestetty Espoon yleissopimuksen mukaiset kuulemiset. Espoon kuuleminen järjestettiin heinä-syyskuussa 2022, ja sitä koordinoi Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto. Kirjallisia kommentteja on saatu Suomen ympäristöministeriöltä ja kahdeksalta muulta taholta. Traficom (Liikenne- ja viestintävirasto), Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus Lappi), Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Suomen luontoliitto, Suomen liikenneinfrastruktuurikeskus, BirdLife Suomi, Suomen Kalastajaliitto ja Suomen luonnonsuojeluliitto ovat toimittaneet kommentteja ja ilmaisseet halukkuutensa osallistua YVA-menettelyyn. Puolustusministeriö, Ilmatieteen laitos, Museovirasto ja Luonnonvarakeskus ovat ilmoittaneet, että ne eivät pidä osallistumista tarpeellisena.

Kun Skyborn sai kirjalliset kommentit Espoon mukaisesta kuulemisesta, Skyborn on tarjoutunut järjestämään kuulemiskokouksia suomalaisten osapuolten kanssa. Yksikään suomalaisista osapuolista ei ole osoittanut kiinnostusta tähän.

Yksityiskohtainen selvitys Espoon yleissopimuksen mukaisesta kuulemisesta on liitteessä D2 olevassa kuulemisraportissa.

## 3. Toiminnan kuvaus

Tässä jaksossa esitetään tiivistetty kuvaus hankkeen teknisistä näkökohdista. Yksityiskohtaisempi kuvaus löytyy tuulipuiston teknisestä kuvauksesta, ks. hakemuksen liite C. Teknisessä kuvauksessa kuvataan tuulipuiston pääkomponentit, kuten tuulivoimalat, perustukset, sähköasemat, mittauslaitteet, muut alustat ja niihin liittyvät sisäiset kaapeliverkot. Erillisessä teknisessä kuvauksessa esitellään myös tuulipuiston vedyntuotanto (ks. hakemuksen liite C1). Liitteissä kuvataan komponentit ja menetelmät, joita voidaan käyttää toiminnan rakentamisen ja käytön aikana sekä käytöstä poistamisen aikana.

### 3.1 Puiston suunnittelu

Hankkeessa otetaan huomioon turbiinikoot siihen suurimpaan kokoon asti, jonka katsotaan olevan käytettävissä rakentamista varten. Tuulivoimaloiden koko määrittää jossain määrin sen, kuinka monta tuulivoimalaa voidaan optimaalisesti sijoittaa haetulle alueelle. Turbiinien koosta ja tekniikan valinnasta riippuen tuulivoimapuiston tuulivoimaloiden määrä voi olla enintään 120, ja niiden kokonaiskorkeus voi olla enintään 350 metriä.

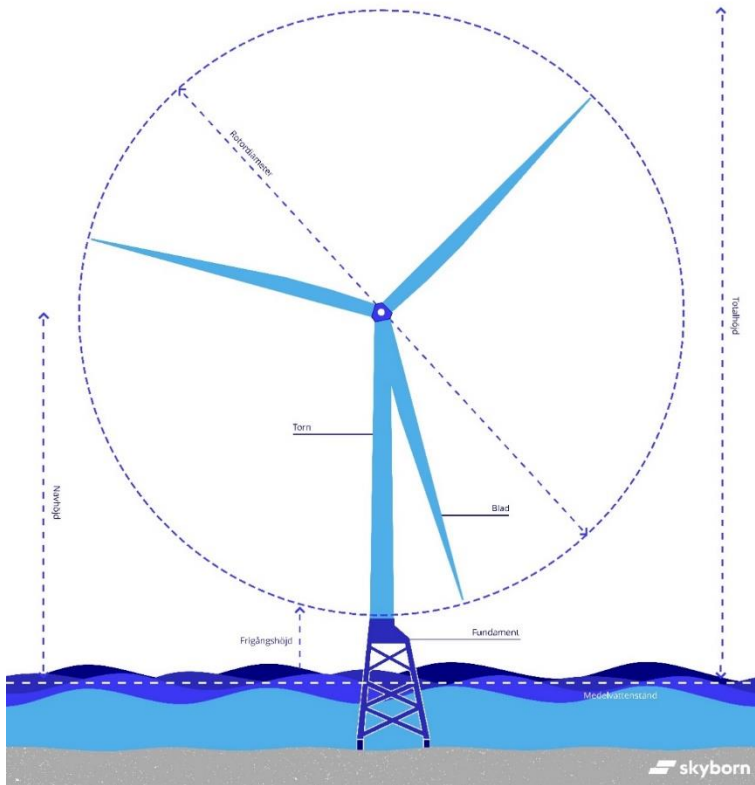
Suunnitellut tuulivoimalat on tyyppihyväksytty standardin IEC 61000-1 mukaisesti, jossa määritellään muun muassa turbiinien tehon, roottorin koon ja teknisten eritelmien kannalta asianmukaiset toimintaolosuhteet. Turbiiniluokitus ja tuulivoimaloiden mitat määräävät tuulivoimaloiden välisen etäisyyden tuulipuiston sisällä. Lisäksi tuulipuiston suunnittelu on mukautettava erilaisiin parametreihin, kuten meteorologisiin ja hydrologisiin olosuhteisiin, veden syvyyteen ja geologiaan.

Alue on talvella merijään peitossa. Useimmiten kyseessä on liikkuva jää, jota kutsutaan ajojääksi. Joissakin tapauksissa muodostuu vähäisemmässä määrin myös paikallaan pysyvää jäätä, jota kutsutaan nopeaksi jääksi. Vaarana on myös ilmakehän jää, joka voi aiheuttaa jään muodostumista tuulivoimaloiden osiin, kuten torneihin, roottorin lapoihin, konehuoneisiin ja venelaitureihin jne. Tuulipuiston komponenttien, kuten erilaisten alustojen ja tuuliturbiinien, suunnittelussa ja mitoituksessa otetaan huomioon erilaisista jäätyypeistä johtuvat kuormitukset, joita on odotettavissa.

Teknisten olosuhteiden määrittämiseksi on tehtävä kattavat geotekniset tutkimukset kunkin yksittäisen perustuksen kohdalla. Tällaiset geotekniset tutkimukset tehdään hankkeen myöhemmässä vaiheessa.

### 3.2 Tuulivoimalat

Merituulivoimala tuottaa energiaa muuntamalla ilman liike-energia sähköksi roottorin ja siihen liitetyn sähkögeneraattorin avulla. Roottori koostuu navasta, johon useimmissa nykyaikaisissa tuulivoimaloissa on asennettu kolme roottorin lavaa. Roottori on puolestaan kiinnitetty tuuliturbiinin tornin yläosassa olevaan konekoteloon, jossa sijaitsevat muun muassa generaattori ja ohjausjärjestelmä. Tuulivoimalat on varustettu voimassa olevien määräysten mukaisilla estevalaisimilla, joilla vältetään törmäykset lento- ja meriliikenteen kanssa. Kuva 3-1 on esitetty tuulivoimalan periaatekuva.



Kuva 3-1 Kaaviokuva ristikkoperustalla olevasta tuulivoimalasta ©Skyborn Renewables ©Skyborn Renewables

### 3.3 Sähköasemat ja muut laiturit

Sähköasemia tai muuntamoita käytetään tuulipuiston sisällä nostamaan jännitettä sisäisen kaapeliverkon keskijännitteestä ja joskus myös tasasuuntaamaan virtaa, jotta se voidaan siirtää edelleen rannikolle vientikaapeleiden kautta. Hankealueelle on suunniteltu asennettavaksi neljä merellä sijaitsevaa sähköasemaa tai muuntoasemaa, jotka toimivat joko HVAC- (High Voltage Alternating Current) tai HVDC- (High Voltage Direct Current) jännitteellä tai niiden yhdistelmällä. Ne yhdistävät useita tuulivoimaloita sisäisen kaapeliverkon kautta, ja kaapeleiden jännitetaso on arviolta jopa 170 kV. Tuulipuiston sisällä voidaan myös asentaa sähköasemien välille redundanssikaapeleita, joiden jännitetaso on enintään 525 kV, niiden yhdistämiseksi toisiinsa.

Tuulipuiston lopullinen kokonaisteho, tuuliturbiinien lukumäärä, alustan kapasiteetti ja ympäristötekijät määräävät asennettavien sähköasemien tai muuntamoiden määrän. Kun käytetään suurempia sähköasemia, tarvitaan pienempi määrä.

Komponenttien jäädyttämiseen voidaan käyttää ilma- ja/tai vesijäädytystä. Vesijäädytyksessä käytetään ensisijaista suljettua jäädytysjärjestelmää yhdessä toissijaisen järjestelmän kanssa, joka on yleensä merivettä. Kun jäädytysjärjestelmässä käytetään merivettä, vesi johdetaan alustaan ja palautetaan mereen hieman kohonneessa lämpötilassa.

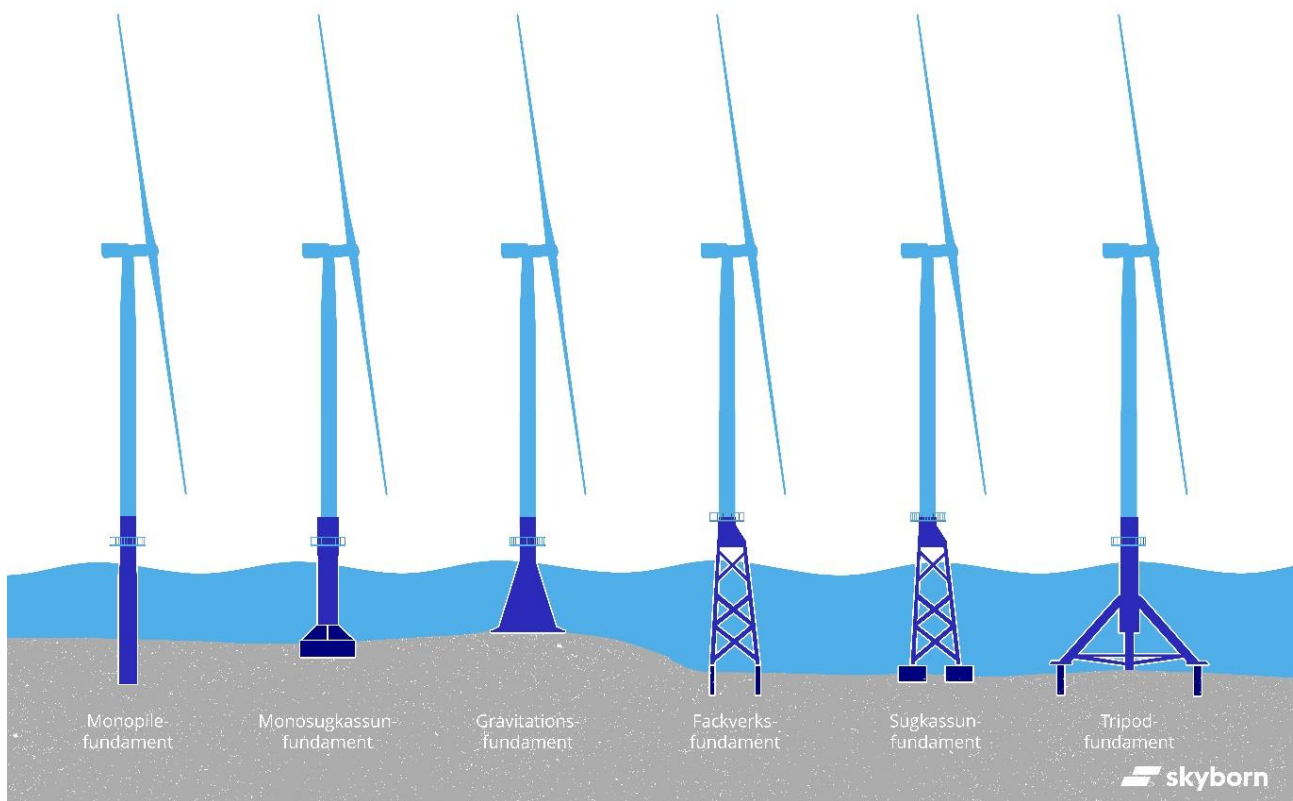
Tuulipuiston sisälle voidaan myös perustaa logistiikka-alusta huoltotöiden tukikohdaksi. Tuulipuistoon voidaan myös perustaa erityisiä mittauslauuttoja, jotka on varustettu mittausmastoilla ja joilla voidaan kerätä paikkakohtaisia tietoja tuuliolosuhteista ja muista meteorologisista muuttujista. Tavallisten anemometrien

lisäksi, jotka mittaavat paikallisesti esim. potkurien, melapyörien tai ultraäänen avulla, voidaan käyttää antureita, jotka pystyvät mittaamaan etäisyyden, esim. SODAR/Lidar-tekniikkaa (ääni- tai lasertutka).

### 3.4 Perustukset

Tuulivoimalat ja alustat ankkuroidaan merenpohjaan perustusten avulla. Perustustyyppien lopullinen valinta perustuu tuulivoimalan eritelmiin, paikkakohtaisiin olosuhteisiin, kuten geologiaan, batymetriaan, aaltoihin ja vedenpinnan vaihteluihin, merijäähän ja markkinaolosuhteisiin. Ihannetapauksessa käytetään yhtä perustustyyppiä, mutta yhdistelmää voidaan harkita, jos yksityiskohtainen suunnittelu osoittaa sen olevan edullista.

Esimerkkejä hankkeessa harkituista perustustyypeistä ovat monopile-perustukset, kammioerustukset, painovoimaperustukset, ristikkoperustukset ja imukammioerustukset sekä kolmijalkainen perusta, ks. Kuva 3-2.



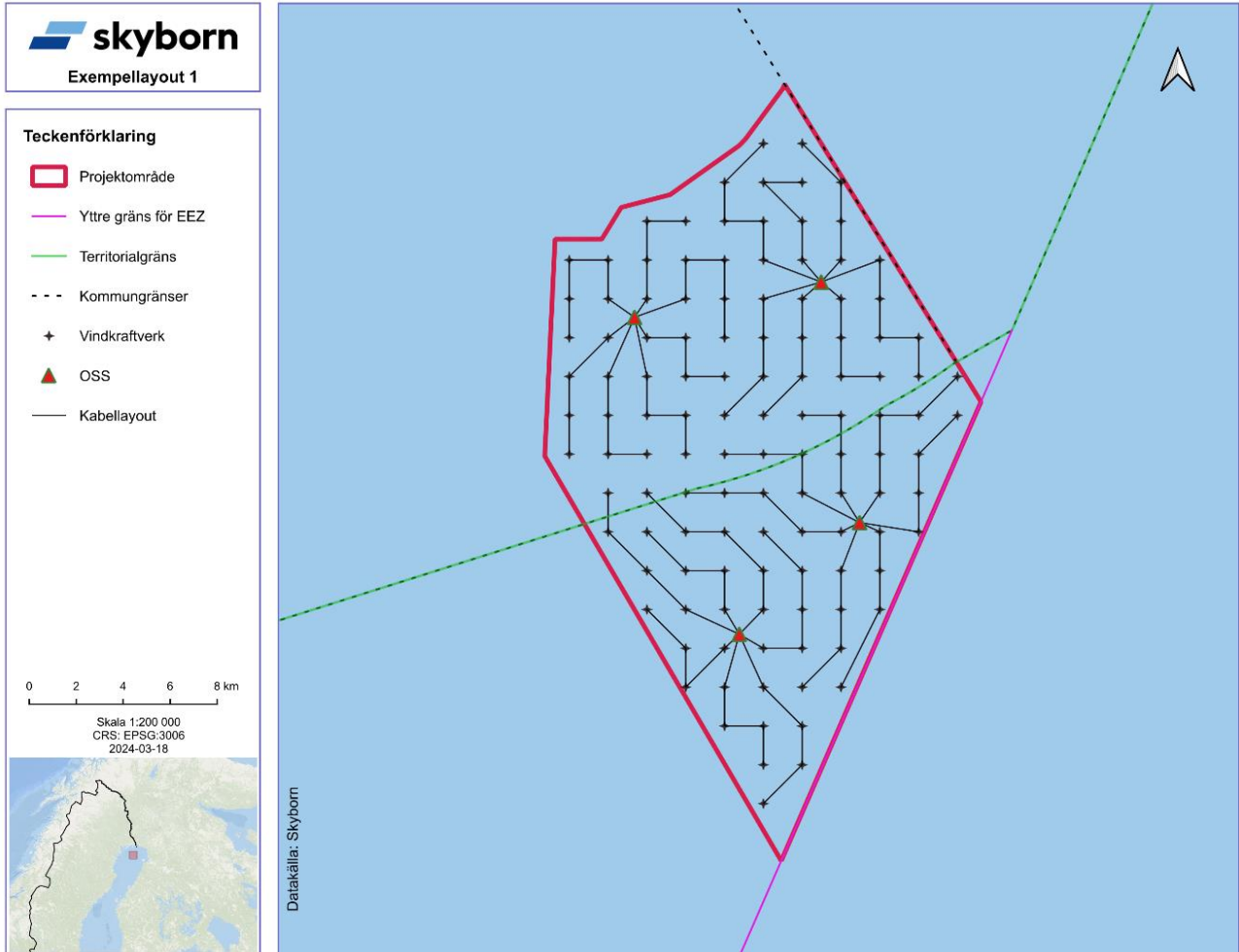
Kuva 3-2 Esimerkkejä Polargrundissa käytetyistä pohjamalleista ©Skyborn Renewables .

### 3.5 Kaapeliverkot

Tässä jaksossa kuvataan tuulipuiston kaapeliverkko. Kuva 3-3 esitetään esimerkrikaavio 1 sekä siihen liittyvä sisäisten johdinsarjojen ja redundanssikaapeleiden kaavio. Sisäisen johdinsarjan kaapeleiden arvioitu kokonaispituus riippuu tuulivoimaloiden lukumäärästä ja sähköinfrastruktuurin suunnittelusta. Kaapeleiden pituuden ja sijainnin voidaan olettaa olevan sama tuulipuiston sisäisissä vetyputkivaihtoehdoissa.

### 3.5.1 Sisäiset kaapelit

Merikaapeliverkko yhdistää kunkin tuulivoimalan suoraan tai välillisesti useiden muiden tuulivoimaloiden (ns. "ketjujen") kautta sähköasemaan tai muuntamoasemaan. Kaapeleiden jännitetaso, tuulivoimaloiden teho ja sähköasemien/muuntamoiden kapasiteetti vaikuttavat UGC:n suunnitteluun. Kuva 3-3 on esimerkki siitä, miltä kaapelien sijoittelu voisi näyttää esimerkkisijoittelussa 1.



Kuva 3-3. Puiston rakenne ja sisäinen johdotus esimerkkiasettelua varten 1.

### 3.5.2 Redundanssikaapelit ja tiedonsiirtokaapelit

Tuulivoimapuiston sähkön toimitusvarmuuden lisäämiseksi sähköaseman tai muuntamon vikaantuessa asemat voidaan yhdistää toisiinsa suurjännitekaapeleilla, niin sanotuilla redundanssikaapeleilla. Näiden kaapeleiden jännitetaso voi poiketa sisäisen kaapeliverkon jännitetasosta. Redundanssikaapeleissa voidaan käyttää HVAC- tai HVDC-verkkoa riippuen vientikaapeleiden tekniikan valinnasta, joka vaikuttaa sovellettavaan jännitteeseen.

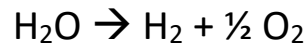
Viestintäkaapeleita voidaan asentaa tuulivoimaloiden, muuntaja- ja muuntamoasemien sekä logistiikkalaitureiden välille. Kolmivaiheisessa vaihtovirtakaapelissa kaapelissa on yleensä kuituoptiikkaa viestintää varten. Muissa tapauksissa käytetään erillisiä viestintäkaapeleita.

## 3.6 Vedyn tuotanto

Polargrundin yhteydessä vedyntuotanto on vaihtoehto tai täydennys puhtaalle sähköntuotannolle. Erillisessä teknisessä kuvauksessa (liite C1) kuvataan vedyn tuotantoa kussakin turbiinissa (eli hajautettua vedyntuotantoa), johon tämän YVA:n arvioinnit perustuvat.

### 3.6.1 Elektrolyysi

Vetyä tuotetaan elektrolyysillä elektrolyysilaitteessa, jossa vesi jaetaan hapeksi ja vedyksi tasavirralla. Hapetta ja vetyä muodostuu elektrodeissa reaktiossa, jota kuvataan jäljempänä.



Vedyn tuotannossa käytettävä vesi on merivettä, joka puhdistetaan ja suola poistetaan. Puhdistusvaiheessa tuotetaan puhdasta vettä, jota käytetään vedyn tuotannossa, ja niin sanottua retentaattia, joka on hieman suolapitoisempaa vettä, joka palautetaan mereen.

Järjestelmä jäädytetään ensisijaisesti merivedellä, mutta myös ilmajäädytys voi olla tarpeen joissakin järjestelmän osissa. Jäädytysvesi on merivettä, ja se palautetaan mereen hieman aiempaa korkeammassa lämpötilassa.

### 3.6.2 Putkijohtoverkko

Sähkön ja vedyn muodossa tapahtuvan energiankuljetuksen erona on lähinnä se, että vetyä kuljetetaan putkistoissa eikä sähkölinjoissa ja että vety saattaa tarvita erillisiä kompressoriasemia oikean paineen ja virtauksen varmistamiseksi linjoissa. Rakennusvaiheessa sisäinen kaapeliverkko korvataan putkistojen asennuksella ja liittämällä.

Putkiverkon oletetaan olevan samankokoinen ja -pitkä kuin sisäinen kaapeliverkko rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. Sen vuoksi käytetään samaa esimerkkilinjausta kuin puiston sisäisen sähkökaapeliverkon osalta, ks. Kuva 3-3.

## 3.7 Hankeketju

### 3.7.1 Rakennusvaihe

Tuulipuiston rakentamisen odotetaan kestävän vähintään kaksi vuodenaikaa. Tuulipuistoa voidaan myös laajentaa ja ottaa käyttöön eri vaiheissa. Jotkin asennusvaiheet voidaan toteuttaa samanaikaisesti, kun taas toiset ovat riippuvaisia edellisen vaiheen loppuunsaattamisesta. Ennen rakennusvaihetta tehdään yksityiskohtainen suunnittelu, johon sisältyvät perusteelliset paikkatutkimukset, ks. kohta 13.1. Tämän perusteella määritetään lopullinen suunnittelu, mukaan luettuna perustustyyppi, ja tuulipuistossa käytettävät tekniset ratkaisut. Työvaiheet ja -menetelmät riippuvat perustustyypin ja muiden teknisten ratkaisujen valinnasta.

Tavallisesti tehdään maanmuokkaustöitä, kuten kaivaminen, kyntäminen ja läjitysalueiden sijoittaminen, minkä jälkeen turbiinit ja muut laitososat asennetaan vaiheittain puiston sisällä.

Merenpohjan valmistelutyöt, kuten kaivutyöt merenpohjan pinnan tasoittamiseksi tai materiaalin lisääminen tasaisen ja lujan merenpohjan varmistamiseksi, ovat pääasiassa tarpeen painovoimaperustusten, yksisuuntaisten kammiooperustusten ja imukammiooperustusten osalta. Monopilari-, ristikko- ja kolmijalka-

perustukset ankkuroidaan merenpohjaan paaluttamalla tai poraamalla, ja ne vaativat vähemmän valmistelutyötä kaivamisen ja muun merenpohjan valmistelun muodossa.

Perustukset valmistetaan yleensä maalla, minkä jälkeen perustukset asennetaan merenpohjaan erityyppisillä asennusaluksilla. Tuulivoimalat asennetaan sitten perustuksiin erityyppisillä asennusaluksilla, joissa on korkealle nostavat nosturit. Merellä tehtävien töiden helpottamiseksi komponenttien esiasennus suoritetaan mahdollisimman pitkälti maalla. Turbiinin osien kuljetus ja itse asennus suoritetaan yleensä samalla aluksella.

Sähköasemien tai muiden alustojen perustusten asentaminen on samanlaista kuin tuulivoimaloiden perustusten asentaminen. Painosta ja koosta riippuen sähköasema voidaan sijoittaa perustukselle yhdellä tai useammalla hissillä, jolloin eri moduulit asennetaan erikseen. Kun perustukset ja sähköasema ovat paikoillaan, aloitetaan laitoksen käyttöönotto.

Ennen kaapeleiden asentamisen aloittamista kaapelireitin varrella tehdään valmistelevia töitä mahdollisten esteiden poistamiseksi. Kaapelit aurataan tai kaivetaan tiettyyn syvyyteen merenpohjan alapuolelle, minkä jälkeen ne täytetään, tai ne lasketaan merenpohjaan ja peitetään sen jälkeen esimerkiksi kivellä, merenpohjan materiaalilla, betonipatjalla, kivipusseilla tai suojaputkilla. Paikalliset olosuhteet määräävät optimaalisen tekniikan, ja usein käytetään menetelmien yhdistelmää.

Edellä sähkökaapeleiden osalta kuvatut valmistelu- ja asennusmenetelmät ovat pääpiirteissään samat vetyputkistojen asennuksessa. Putkiverkko rakennetaan putkiosista, jotka on laskettu merenpohjaan erikoisaluksilla. Putket liitetään toisiinsa, liitokset tarkastetaan ja putket johdetaan yhtenäisesti ulos ja lasketaan merenpohjaan.

## 3.7.2 Käyttövaihe

Kun rakennus- ja testausvaihe, jossa tuulipuiston järjestelmät ja komponentit testataan, on saatu päätökseen, alkaa hankkeen käyttövaihe. Merituulivoimala tuottaa energiaa yleensä tuulennopeuksilla, jotka ovat 3-30 m/s. Suurilla tuulennopeuksilla, noin 30 m/s, turbiinit pysähtyvät. Kun tuulen nopeus on palautunut turvalliselle tasolle, sähköntuotanto jatkuu.

Toimintavaiheen aikana tuulivoimaloissa suoritetaan henkilöstön toimia suunnitellun huollon, jatkuvan kunnossapidon ja mahdollisten korjaustöiden aikana. Tuulivoimalat ja niiden osat, perustukset, johdotukset ja eroosiosuojaukset tarkastetaan säännöllisesti. Korjaus- ja huoltotöihin voi kuulua komponenttien vaihtaminen, putkien huolto ja kunnossapito, eroosiosuojaustoimenpiteet, nesteiden ja voiteluaineiden vaihto jne.

Merellä tehtäviä töitä rajoittavat sääolosuhteet, jotka voivat vaikeuttaa pääsyä tuulivoimaloille. Henkilöstön kuljetus tuulivoimaloihin tapahtuu pääasiassa veneillä, mutta myös helikoptereita ja ilmatyynyaluksia voidaan käyttää.

### 3.7.2.1 Turvallisuus

Tuulivoimaloiden ja tuulipuiston turvallisen toiminnan varmistamiseksi tuulivoimaloissa ja tuulipuistossa on otettu käyttöön erilaisia turvallisuusominaisuuksia. Toiminnan aikana tuulipuistoa valvotaan kehittyneillä valvontajärjestelmillä. Lisäksi tuulipuisto varustetaan esteiden valaisulla voimassa olevien määräysten mukaisesti. Kaikissa tuulivoimaloissa on pelastuslauttoja ja -laitteita, joiden avulla henkilökunta voi tarvittaessa jäädä alueelle muutamaksi päiväksi (esim. jos sääolosuhteet tekevät nostamisen mahdottomaksi). Suuremmilla alustoilla on myös mahdollisuus jäädä paikalle pidemmäksi aikaa, jotta kuljetukset rannalle ja rannalta voidaan minimoida.



### 3.7.2.2 Kemiallisten tuotteiden käsittely

Tuulivoimaloiden mekaanisissa ja sähköisissä komponenteissa on kemikaaleja, kuten öljyä ja muita nesteitä. Normaalkäytössä tuulivoimalat eivät aiheuta päästöjä, joten kaikki tuulipuiston kemikaaleja sisältävät järjestelmät on suunniteltu suljetuiksi järjestelmiksi. On olemassa myös passiivisia keräysjärjestelmiä, jotka voivat käsitellä ja kerätä kemikaaleja, jos ne vuotavat komponenttitasolla. Lisäksi on olemassa aktiivisia seurantajärjestelmiä, jotka mittaavat säiliöiden ja teknisten komponenttien tasoja, valvovat vuotoja alueilla, joilla kemikaaleja ei pitäisi olla, ja ilmoittavat esimerkiksi käyttökeskukselle, jos tasoissa tapahtuu poikkeavia muutoksia tai jos havaitaan vuotoja. Hälytyksiä antavat esimerkiksi painehäviöt, lämmönmuodostus ja tasojen muutokset voiteluaine- ja keräysjärjestelmissä. Vian luonteesta riippuen kyseinen tuulivoimala voidaan pysäyttää automaattisesti tai manuaalisesti.

Voiteluaineet vaihdetaan kunkin osan huoltosuunnitelmassa määritellyin väliajoin. Kunnossapitotöihin voi sisältyä kemikaalien siirto- ja täyttöoperaatioita, jotka itsessään aiheuttavat vuodon riskin, joka käsitellään pelastussuunnitelmassa.

Tuulivoimaloiden tapaan kemikaaleja käytetään sähköasemien ja muuntamoiden sähköisissä ja mekaanisissa komponenteissa. Kaikki kemikaaleja (esim. öljyä tai dieseliä) sisältävät komponentit on suunniteltu mekaanisesti kestävämpiä rasituksia. Suunnitelmana on suljettu järjestelmä, joka kerää mahdolliset vuodot komponenttitasolla ja estää siten ulkoiset vuodot normaalin käytön aikana.

### 3.7.3 Käytöstäpoisto

Tuulipuiston komponenttien arvioitu tekninen käyttöikä asennushetkellä on valmistajien mukaan tällä hetkellä noin 35 vuotta, mutta korvaamalla vanhat komponentit ja ottamalla jatkuvasti käyttöön uusinta teknologiaa voidaan tuulipuiston tekninen käyttöikä pidentää jopa 50 vuoteen.

Nykyisin käytöstäpoistoon kuuluu tuulivoimaloiden ja muiden alustojen purkaminen suurilla nostureilla tai muilla nostolaitteilla ja niiden kuljettaminen maihin uudelleenkäyttöä, kierrätystä tai hävittämistä varten. Paaluperustuksia purettaessa paalut sahataan irti tietyssä syvyydessä merenpohjan alapuolella. Muuntotyyppisten perustusten osalta ne poistetaan myöhemmin laadittavan käytöstäpoistosuunnitelman mukaisesti ottaen huomioon, että perustuksista ei saa jäädä jäljelle osia, jotka muodostavat esteen tai vaaran muille toiminnoille, kuten laivaliikenteelle. Perustusten osat ja eroosiosuojaukset voidaan jättää paikoilleen sen jälkeen, kun on arvioitu, miten ne hyödyttävät ympäristöä massojen kuljetuksen ja loppusijoituksen sekä merenpohjaan mahdollisesti syntyneiden elinympäristöjen osalta.

Sisäisten kaapeleiden ja varakaapeleiden käytöstä poistaminen edellyttää yleensä kaapeleiden irrottamista merenpohjasta ja niiden kuljettamista pois aluksella. Kaapeleiden eri materiaalit erotellaan, kierrätetään tai sijoitetaan kaatopaikalle. Kaapelit ja ulkoiset kaapelisuojat voidaan myös jättää merenpohjaan käytöstäpoiston aikana. Sisäisten putkistojen käytöstäpoiston odotetaan tapahtuvan samalla tavalla kuin kaapeleiden osalta. Käytöstäpoisto toteutetaan sääntelyviranomaista kuullen laaditun käytöstäpoistosuunnitelman mukaisesti.

## 4. Vaihtoehtojen esittely

### 4.1 Vaihtoehtoiset paikannukset

Ympäristösäännösten 2 luvun 6 §:n paikallistamisperiaatteen mukaan maa- tai vesialuetta käyttävälle toiminnalle tai toimenpiteelle on valittava paikka. 6 MB mukaan sijoituspaikka on valittava siten, että tarkoitus voidaan saavuttaa siten, että ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä ja haittaa. Tuulivoiman sijoituspaikan valinnan osalta suunnitellun tuulivoimapuiston on kyettävä tuottamaan mahdollisimman paljon sähköä ja samalla vältettävä haitallisia ympäristövaikutuksia siinä määrin kuin se on kohtuullista MB:n 2 luvun 7 §:n nojalla tehtävä kompromissi huomioon ottaen. 7 § MB.

Merelle rakennettavien tuulipuistojen etuna on, että tuulen nopeus on yleensä suurempi ja turbulenssi vähäisempää kuin maalla. Merituulipuistojen etuna on myös se, että ne voidaan rakentaa vähemmän hajanaisesti, koska rajoittavia tekijöitä, kuten rakennuksia, turvaetäisyyksiä, muuta infrastruktuuria jne. on vähemmän.

Voidaan päätellä, että Polargrundin tuulivoimapuiston kokoisten maatuulivoimaloiden perustamiselle ei ole kohtuullisia edellytyksiä, kun otetaan huomioon maa-alueiden käyttö, suojelualueet, korkeat luontoarvot, rakennusten läheisyys ja rakennettavuus. Maalla sijaitsevia sijoituspaikkoja ei näin ollen ole pidetty realistisina vaihtoehtoina toiminnan tarkoituksen saavuttamiseksi.

Hankealueen sijaintia on kehitetty paikannustutkimuksen avulla, jossa on selvitetty suurempien tuulipuistojen mahdollisia sijainteja merituulivoiman rakentamiseen soveltuvien paikkojen löytämiseksi, ks. liite D3. Alueet, joilla on epäsuotuisat olosuhteet, kuten luonnonsuojelualueet, kansallispuistot ja Natura 2000 -alueet, jätettiin pois. Työssä otettiin huomioon myös voimassa olevat merialuesuunnitelmat. Lisäksi tarkasteltiin, voidaanko tuulivoiman rakentaminen sovittaa yhteen kansallisten etujen, kuten kokonaispuolustuksen, merenkulun ja kaupallisen kalastuksen, kanssa. Tutkimuksessa otetaan huomioon myös tekniset näkökohdat, kuten rakennettavuus muun muassa syvyysolosuhteiden ja mahdollisten verkkoyhteyksien osalta. Tällä hetkellä katsotaan, että on suuria teknisiä ja taloudellisia haasteita rakentaa tuulivoimaa kiinteillä perustuksilla merenpohjaan, joka on syvämpi kuin noin 60 metriä ja jossa keskimääräinen tuulennopeus on alle 8 m/s 150 metrin korkeudella. Kun edellä mainittujen rajoitusten alaiset alueet on poistettu, Ruotsin aluevesille jää jäljelle rajallinen määrä sopivia alueita.

Ruotsin rannikon edustalla sijaitsevien merituulipuistojen sijoituspaikkojen laajemman tutkimisen jälkeen on analysoitu yksityiskohtaisemmin seitsemää aluetta, joista kolme aluetta katsottiin sopivimmiksi tuulivoiman sijoittamiseen, kun alueiden olosuhteita on vertailtu, ks. lisäys D3 ja Taulukko 4-1.

Tärkeimmät näkökohdat, jotka ovat olleet sopivien sijaintipaikkojen valinnan perustana, ovat suunnitteluolosuhteet, luonnonsuojeluun, kulttuuriperintöön ja ulkoiluun liittyvät kansalliset edut, biologiset arvot, lentoliikenne, merenkulku, elinympäristö ja rakennettavuus.

Taulukko 4-1 Vaihtoehtoiset alueet suurten tuulivoimaloiden sijoittamiseksi. Vihreä väri viittaa hyviin olosuhteisiin, vaaleanvihreä väri viittaa keskinkertaisen hyviin olosuhteisiin ja punainen väri viittaa epäsuotuisiin olosuhteisiin. RI tarkoittaa valtakunnallisesti merkittäviä alueita.

Alue	Suunnittelun edellytykset	RI Luonnonsuojelu, kulttuuriperintö ja ulkoilualueet	Biologiset arvot	Lentoliikenne	RI Shipping	Asuntoympäristö	Rakennettavuus
1 (Kalixin ja Haaparannan vedet)							
2 (vedet Husumin koillispuolella)							
3 (Eystrasalttipan kin vedet)							
4 (Sylenin vedet)							
5 (Finngrundin itäpuoliset vedet)							
6 (Gävlen itäpuoliset vedet)							
7 (Hoburgenin eteläpuoliset vedet)							

Skybornin yhtiö kehittää myös Eystrasaltbankenin (3) ja Finngrundenin (5) itäpuolisia vesialueita tuulipuistojen perustamista varten. Kalixin ja Haaparannan ulkopuoliset vesialueet (alue 1) ovat alueita, joilla tuulivoiman perustamisen ei katsota vaikuttavan merkittävästi luontoarvoihin. Alueen muiden etujen katsotaan voivan elää rinnakkain energiantuotannon kanssa. Kalixin ja Haaparannan edustan vesialueiden on sen vuoksi arvioitu soveltuvan hyvin laajamittaisen tuulipuiston perustamiseen.

## 4.2 Vaihtoehtoinen suunnittelu ja soveltamisala

Vaihtoehtoselvityksessä on kuvattava vaihtoehtoiset suunnitelmat ja perustelut valitulle suunnitelmalle ympäristönäkökohtien ja muiden etujen kannalta. Seuraavassa osassa kuvataan vaihtoehtoisia suunnitelmia, jotka ovat mahdollisia puiston suunnittelun, erilaisten perustustyyppien jne. osalta. Eri vaihtoehtoisilla suunnitelmissa on vain vähän vaikutusta syntyviin seurauksiin. Sen vuoksi yksityiskohtaista suunnittelua ja toiminnan lopullista suunnittelua ohjaavat ensisijaisesti tekniset näkökohdat.

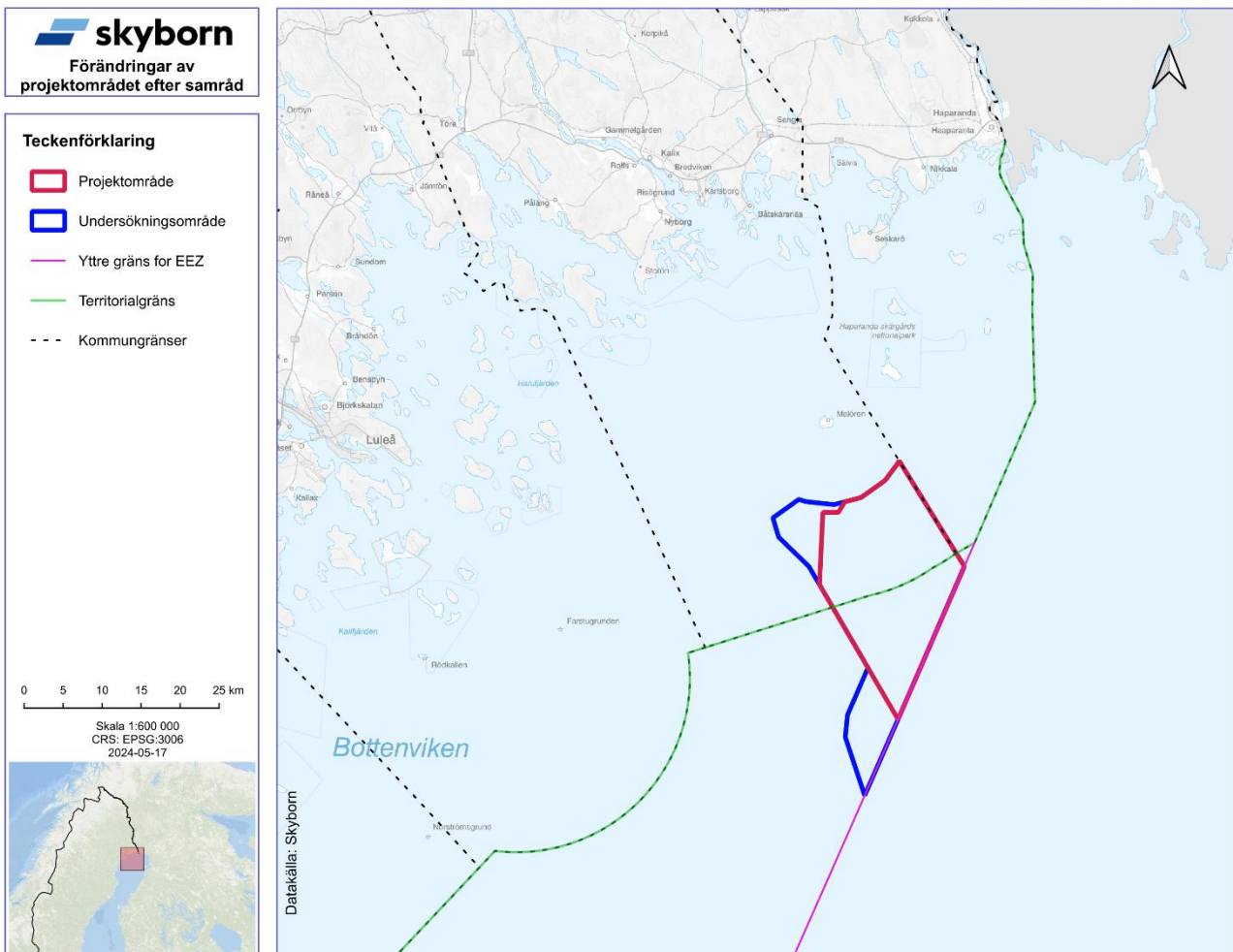
### 4.2.1 Hankealueen mukauttaminen

Ennen kuulemista Skyborn tutki mahdollisuutta rakentaa tuulipuisto, joka käsittäisi enintään 120 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus olisi 350 metriä, noin 441 km<sup>2</sup> suuruiselle tutkimusalueelle Pohjanlahden pohjoisosassa. Kuulemisen aikana esitelty tutkimusalue oli kehitetty asteittain tasapainottamalla paikannusselvityksessä (liite D3) esitettyjä eri intressejä. Sitten kuulemis- ja YVA-menettelyn aikana esitetyt näkemykset on otettu huomioon, minkä seurauksena Skyborn on tarkistanut hankealuetta siten, että se koskee nyt noin 20 prosenttia pienempää maantieteellisesti määriteltyä aluetta.

Kuulemisen aikana saatiin mielipiteitä, joissa kritisoitiin esitettyä tutkimusaluetta, joka liittyi merenkulkuun. Sitten on tehty merenkulun riskinarvioiteja toiminnan ja merenkulun osalta (ks. liite D18), joissa todettiin, että riskejä voidaan vähentää merkittävästi, jos tutkimusalue rajataan etelään. Tämän vuoksi Skyborn päätti

tutkia tuulipuistoa suppeammalla alueella ja rajoittaa tutkimusalueen eteläosia. Kun verrattiin uuden supistetun alueen riskien mallintamista kuulemisen aikana esitettyyn tutkimusalueeseen, riskit pienivät lähes 50 prosenttia jäättömissä olosuhteissa. On myös havaittu, että riskit pienenevät talvella, koska hankealueen ohi/ympäri kulkeva reitti lyhenee sekä etäisyydeltään että siten ohikulkeville aluksille varatulta ajalta. Talvimeriliikenteen osalta muutos tarkoittaa, että tuulipuiston aiheuttamat kauttakulkumatkat ja jäänmurtajien avun tarve vähenevät merkittävästi. Tämän vuoksi Skyborn on päättänyt pienentää hankealuetta etelään, ks. Kuva 4-1.

Kuulemisen aikana on tuotu esiin myös kansallinen kiinnostus lähisaarten kulttuuriympäristöä kohtaan. Kulttuuriympäristöön liittyvät lisäselvitykset osoittavat, että tuulipuiston pohjoispuolella sijaitsevalta Malörenin saarelta avautuva näkymä horisonttiin vaikuttaa suuresti tutkimusalueeseen. Tämän vuoksi ja kulttuuriympäristöasiantuntijoita kuultuaan Skyborn on päättänyt pienentää tutkimusalueen laajuutta länteen, jotta vaikutukset näkyisiin Malörenilta ja erityisesti Sandskäriiltä vähenisivät, ks. Kuva 4-1. Muutos merkitsee sitä, että tuulipuiston visuaalinen laajuus pienenee horisontissa ja etäisyys Malörenin satamasta kasvaa hieman.



Kuva 4-1. Kuulemisen aikana esitetyn tutkimusalueen muuttaminen nykyiseksi hankealueeksi.

Kun otetaan huomioon sekä merenkulku- että kulttuuriympäristö, tuloksena on uusi supistettu hankealue, jonka pinta-ala on noin 341 km<sup>2</sup>. Tekninen suunnittelu eli tuulivoimaloiden lukumäärä ja kokonaiskorkeus pysyvät ennallaan. Lisäksi tuulivoimaloiden määrä aluevesillä ja Ruotsin talousvyöhykkeellä sijaitsevilla

esimerkkireiteillä on sama kuin kuulemisen aikana, ks. Taulukko 4-2. Rakentamisrajoitusten vuoksi Skyborn rakentaa tuulivoimaloita ensisijaisesti sinne, missä veden syvyys on alle noin 60 metriä.

Toiminnan vaikutusten arviointi on tehty supistetulla hankealueella luvussa 3 ja teknisessä kuvauksessa esitettyjen teknisten ehtojen mukaisesti, ks. hakemuksen liite C. Tässä YVA:ssa tehdyt arvioinnit perustuvat johdonmukaisesti siihen layoutiin tai suunnitelmaan, jolla on suurin ympäristövaikutus kunkin näkökohdan tai edun kannalta.

## 4.2.2 Tekniset vaihtoehdot

Mahdollisimman tehokkaan energiantuotannon mahdollistamiseksi Skyborn tutkii sekä sähkön että vedyn tuotannon edellytyksiä hankealueella. Sähkön tuotantoa varten tuulivoimalat liitetään sisäiseen kaapeliverkkoon, kuten kohdassa 3.5 on kuvattu, ja sähkö siirretään sitten rannikolle yhden tai useamman vientikaapelin kautta Ruotsin sähköverkkoon tai muuhun vastaanottajaan liitettäväksi. Vedyn tuotannossa tuulivoimalat liitetään sisäiseen putkistoverkkoon, josta vety siirretään myös yhteen tai useampaan vientikaapeliin maalle, ks. kohta 3.6. Tekniikan valinta riippuu useista tekijöistä, kuten kansallisen sähkö- ja kaasuputkiston laajentamisesta. Ruotsin siirtoverkon laajentamista meritulivoiman liittämisen mahdollistamiseksi hoitaa Affärsverket svenska kraftnät (SVK). SVK raportoi lokakuussa 2023 mahdollisten yhteyksien edellytyksistä vuoteen 2040 asti, jolloin suunnitellaan liittymispisteitä, joiden kapasiteetti on noin 1-1,4 GW. Tällä hetkellä ei näytä olevan mahdollista liittää tuulipuiston koko tuotantoa sähköntuotantona yhteen maalla sijaitsevaan asemaan Ruotsin sähköverkkoon liittämistä varten. Toiminta voi näin ollen kehittyä kolmen skenaarion mukaisesti:

1. Tuulipuisto tuottaa vain sähköä, joka siirretään sisämaahan vientikaapeleilla, jotka yhdistyvät yhteen tai useampaan asemaan.
2. Tuulipuisto tuottaa ainoastaan vetyä, joka kuljetetaan putkistoja pitkin rannikolle ja liitetään asianmukaiseen vastaanottimeen tai putkistojärjestelmään.
3. Tuulipuistossa yhdistyvät sähköntuotanto kaapeleiden kautta ja vedyn tuotanto putkistojen kautta, jotka kuljetetaan rannikolle erillisiä putkistoja pitkin.

Kolmannessa skenaariossa molemmat teknologiat kehitetään puistoalueella, mutta järjestelmät ovat erillisiä ja mahdollisesti eri vaiheissa rakennettavia. Koska tässä YVA:ssa tehdyt arvioinnit perustuvat teknologiaan, joka aiheuttaa suurimmat ympäristövaikutukset eli niin sanotun *pahimman tapauksen*, skenaarion kolme yhdistelmän ei odoteta aiheuttavan suurempia vaikutuksia kuin skenaarioiden yksi tai kaksi.

## 4.2.3 Tuulivoimaloiden lukumäärä ja tuulipuiston rakenne

Tekniikan nopean kehityksen vuoksi Skyborn ei hae lupaa tuulivoimaloiden kiinteille paikoille, vaan tuulipuisto on rajoitettava haetun alueen, kokonaiskorkeuden ja tuulivoimaloiden lukumäärän perusteella. Näin Skyborn voi varmistaa, että tuulipuisto rakennetaan parhaalla mahdollisella tekniikalla ja tuulivoimavaroja parhaiten hyödyntäviin paikkoihin, mikä mahdollistaa mahdollisimman tehokkaan energiantuotannon. Yksittäisten tuulivoimaloiden sijoittelussa on otettava huomioon myös merenpohjan olosuhteet erityyppisten perustusten osalta.

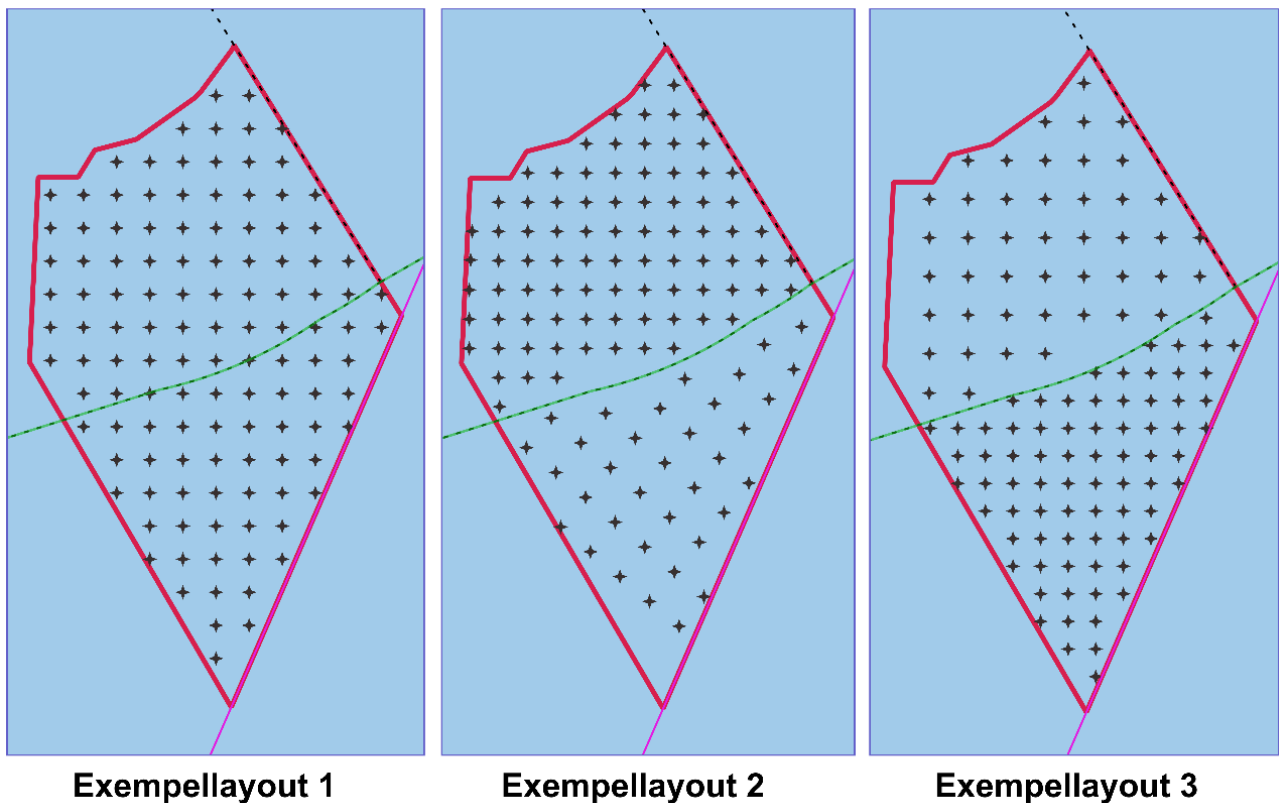
Tuulivoimaloiden rakentamisen jakautumista suhteessa aluevesiin ja Ruotsin talousvyöhykkeeseen on pohdittu, ja se esitetään kolmen esimerkkikaavion muodossa, ks. Taulukko 4-2 ja Kuva 4-2. Jotta tuulivoimaloiden lopullista sijaintia voitaisiin mukauttaa suotuisimpien olosuhteiden mukaan, tavoitteena on mahdollisimman joustava suunnittelu, jonka todennäköinen lopputulos sijoittuu jonnekin näiden kolmen esimerkkikaavion väliin.

Taulukko 4-2 Tuulivoimaloiden enimmäismäärä aluevesillä ja Ruotsin talusvyöhykkeellä.

	Aluevedet	Talousvyöhyke
Asettelu 1	Tasainen jakautuminen	Tasainen jakautuminen
Asettelu 2	85	35
Asettelu 3	45	75



Exempellayouter



Kuva 4-2. Esimerkkikaavio puistoalueen suunnittelusta taulukossa 4.2 esitettyjen parametrien perusteella.

#### 4.2.4 Perustukset

Tuulivoimalat rakennetaan kiinteille perustuksille, jotka ankkuroidaan maahan. Eri perustustyypeillä on osittain erilaisia ympäristövaikutuksia rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa. Ennen kaikkea vedenalainen melu ja sedimenttien leviäminen voivat aiheuttaa tilapäisiä vaikutuksia rakennusvaiheessa.

Yksittäisten paaluperustusten, ristikkoperustusten ja kolmijalkaisten perustusten rakentaminen aiheuttaa tilapäisesti kohonneita melutasoja, ja erityisesti paalujen lyönnistä aiheutuva vedenalainen melu saattaa vaikuttaa merinisäkkäisiin ja kaloihin. Kammioperustukset, imukammioperustukset ja painovoimaiset perustukset voivat puolestaan vaatia laajoja kaivutöitä, jotka johtavat sedimentin leviämiseen ja massojen laskeutumiseen mereen, mikä voi vaikuttaa lähinnä pohjaeläinympäristöön ja kaloihin.

Toimintavaiheessa lähinnä fyysinen tunkeutuminen voi vaihdella eri perustusten välillä. Fyysinen tunkeutuminen eroaa toisistaan sekä pohjan väitteen että vesipatsaan läpi tapahtuvan fyysisen tunkeutumisen osalta.

Perustuksen valinta tehdään myöhemmässä vaiheessa, ja se riippuu yksityiskohtaisesta suunnittelusta. Seuraavassa YVA:ssa esitettävät arvioinnit perustuvat siihen perustustyyppiin, jonka arvioidaan aiheuttavan suurimman vaikutuksen kunkin vaikutustekijän osalta, eli niin sanottuun *pahimpaan mahdolliseen* skenaarioon. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että vedenalaisen melun arviointi perustuu siihen perustustyyppiin, joka aiheuttaa suurimmat melutasot asennuksen aikana. Vastaavasti sameuden vaikutustekijä arvioidaan sen perustustyyppin perusteella, joka aiheuttaa suurimman kaivutarpeen.

Kelluvia perustuksia ei pidetä sopivana tekniikkana, koska ne edellyttävät suurempaa vesisyvyyyttä. Teknisiä haasteita aiheutuu myös alueen merijäädästä, minkä vuoksi kelluvia perustuksia ei pidetä sopivina.

## 4.2.5 Vedenalaiset kaapelit ja putkistot

Tuulivoimaloiden ja perustusten lisäksi alueelle rakennetaan sisäinen kaapeliverkko ja/tai putkiverkko, jonka avulla tuotettu sähkö tai vety kerätään useista tuulivoimaloista muuntajaan tai muuntamoon tai vedyn osalta kompressoriasemalle, josta se kuljetetaan edelleen rannikolle. Merikaapelit ja -putkistot voidaan asentaa suoraan merenpohjaan, joko suojattuna tai ilman suojaa, tai upottaa merenpohjaan. Kaapeleihin ja putkistoihin viitataan jäljempänä yhteisesti putkistoina.

Putkiverkko, reititysmenetelmät ja tarvittava suojaustyyppi määritetään puiston lopullista suunnittelua varten. Esimerkki sisäisen putkiston sijoittelusta on esitetty Kuva 3-3, ks. kohta 3.5.

Eri asennusmenetelmät aiheuttavat erilaisia ympäristövaikutuksia ja riskejä rakentamisen ja käytön aikana. Kaapeleiden ja putkistojen hautaaminen aiheuttaa paikallista sedimentin sameutta. Jos kaapelit tai putkistot asennetaan suoraan merenpohjaan, ulkoisen kaapelisuojan käyttö voi merkitä sitä, että myös käyttövaiheessa on käytettävä hieman suurempaa osaa merenpohjan pinnasta, jolloin merenpohjaan syntyy kovia rakenteita.

## 4.3 Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehto tarkoittaa, että vesialue, jolla hankealue sijaitsee, säilyy avoimena vesialueena ilman tuulivoimaloita ja niihin liittyviä perustuksia, kaapeleita ja asemia. Jos tuulipuistoa ei rakenneta, alue säilyttää nykyisen luonteensa. Ympäristövaikutuksia, joita toiminnan katsotaan aiheuttavan merkityksellisiin luonnonarvoihin tai ristiriitaisiin etuihin, ei näin ollen synny, ellei kyseiselle alueelle rakenneta sen sijaan toista tuulivoimahanketta tai -toimintaa. Ihmistoiminta ei tällä hetkellä vaikuta alueeseen suhteellisen paljon, eikä alueella ole tiedossa mitään muuta merkittävää toimintaa. Jos tuulipuistoa ei perusteta, paikallinen luonnonympäristö säilyy pitkällä ja lyhyellä aikavälillä pitkälti ennallaan nykytilanteeseen verrattuna.

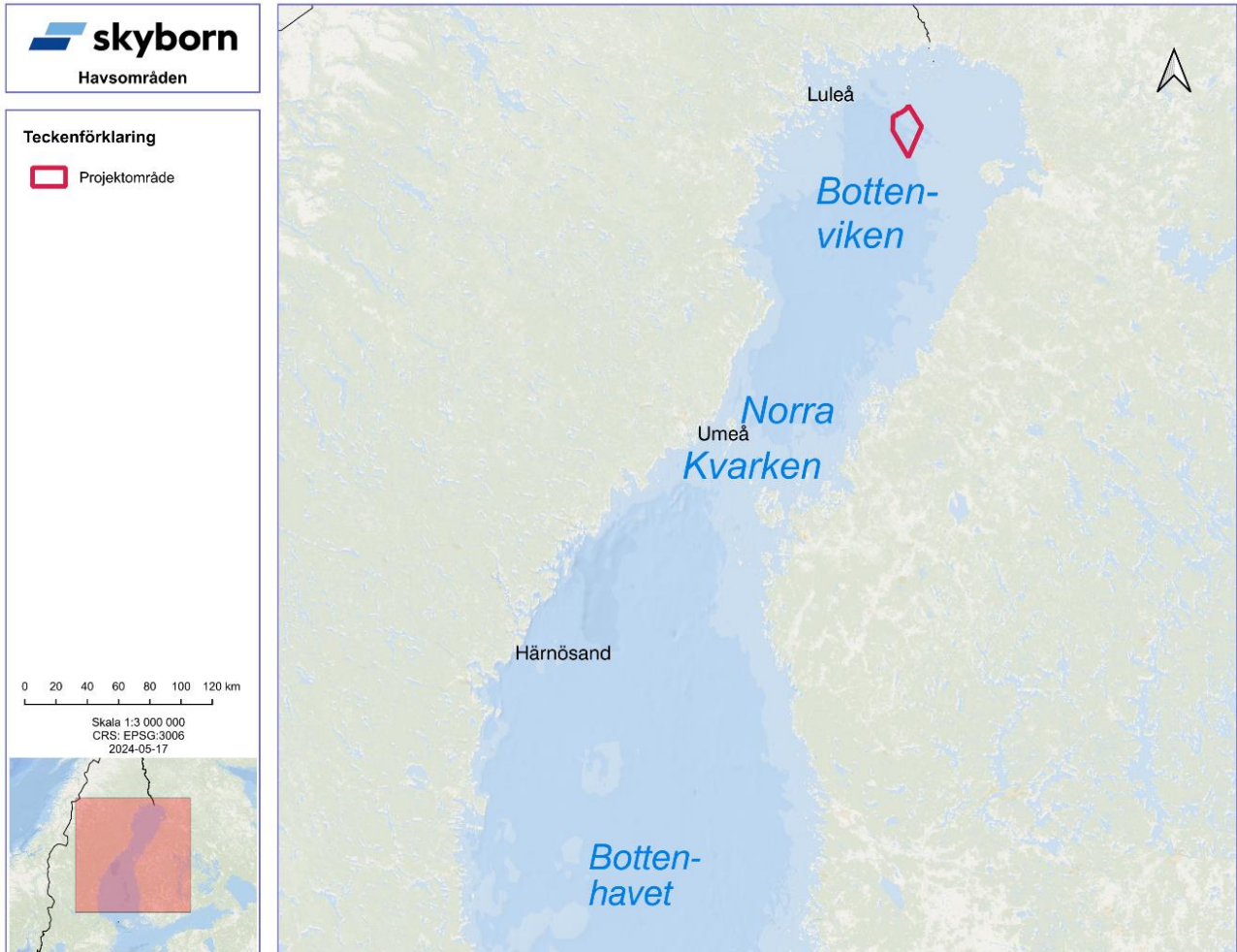
Toisesta näkökulmasta katsottuna nollavaihtoehto ei tarjoa mahdollisuutta tuottaa arviolta noin 9-10 TWh:n vuotuista uusiutuvaa energiaa, jos tuulivoimalaa ei rakenneta. Fossiilivapaata energiaa tarvitaan Ruotsin ajoneuvokannan sähköistämiseen ja teollisuuden siirtymiseen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen. Jos Polargrundin tuulipuiston sähköä tai vetyä käytettäisiin korvaamaan fossiilista energiaa teollisuusprosesseissa tai ajoneuvojen käytössä, hiilidioksidipäästöjä voitaisiin vähentää noin 3 miljoonaa tonnia vuodessa. Tämä vastaa noin 7 prosenttia Ruotsin alueellisista kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2022, jotka ovat 45,2 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia. (Naturvårdsverket, 2024d). Erittäin suuri päästövähennys jää siis toteutumatta nollavaihtoehdossa. Mahdollisuudet saavuttaa sekä valtakunnalliset että

alueelliset ilmastotavoitteet vuoteen 2045 mennessä heikkenisivät siten merkittävästi, jos tuulipuistoa ei toteuteta.



## 5. Alueen kuvaus ja suunnitteluehdot

Hankealue sijaitsee Pohjanlahdella, joka on Itämeren pohjoisin vesialue, joka rajoittuu sekä Ruotsiin että Suomeen. Pohjanlahti on puolestaan jaettu kuuteen alueeseen, joista kolme: Pohjanlahti (jossa hankealue sijaitsee), Pohjoinen Merenkurkku ja Selkämeri. Kuva 5-1. Seuraavassa YVA:ssa käytetyt kuvaukset perustuvat näihin rajattuihin alueisiin.



Kuva 5-1. Kartta, jossa esitetään Pohjanlahden pohjoisosan eri merialueiden eli Pohjanlahden, Pohjoisen Merenkurkun ja Selkämeren nimeäminen.

### 5.1 Suunnitteluehdot

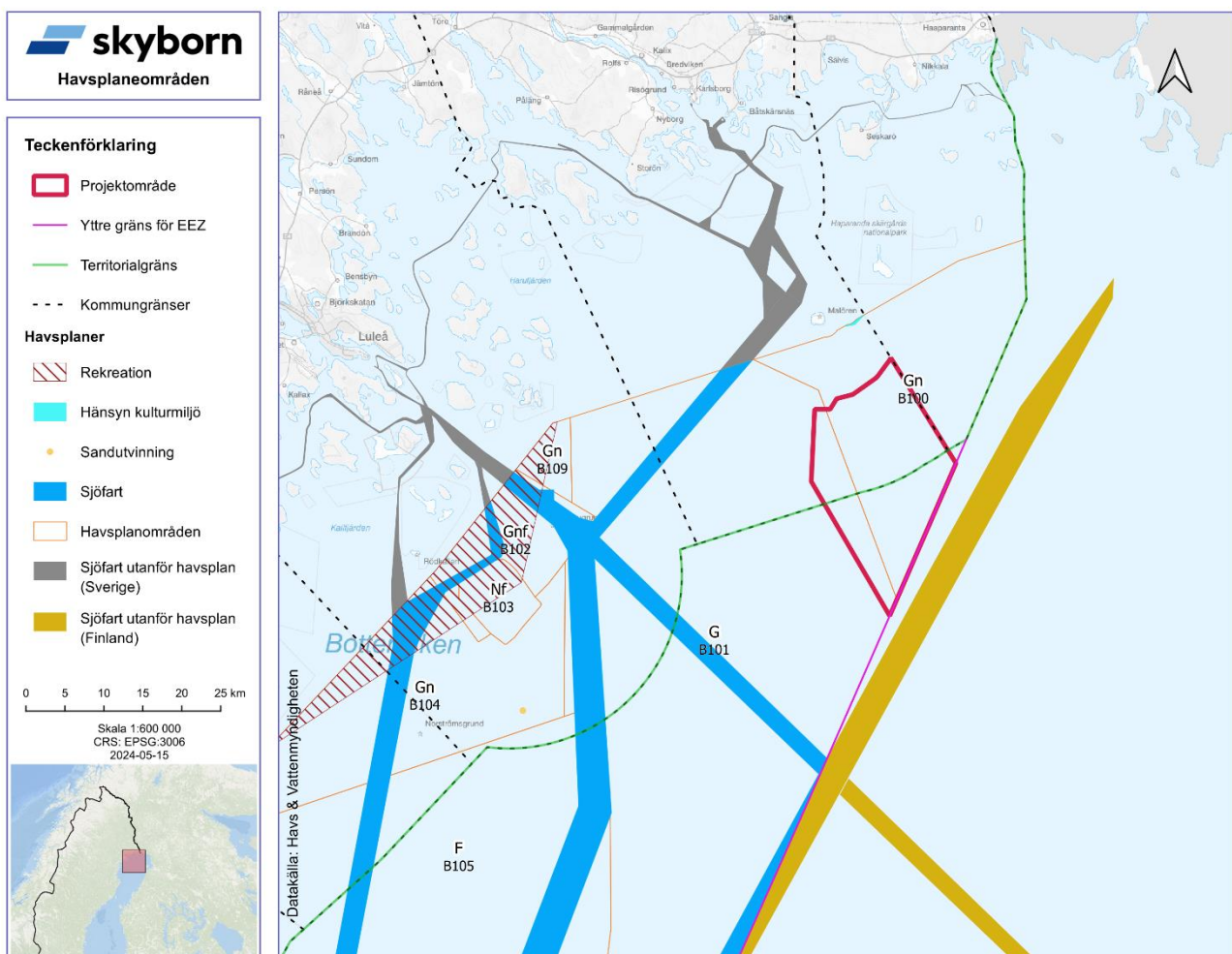
Seuraavissa jaksoissa kuvataan merialuesuunnitelmaa ja muita suunnitelmia, jotka ovat päällekkäisiä hankealueen kanssa tai joihin suunnitellut toimet voivat vaikuttaa.

#### 5.1.1 Nykyinen merten aluesuunnitelma

Hallitus päätti nykyisistä monivuotisista kalastusalueista helmikuussa 2022, ja ne on jaettu kolmeen osaluueeseen: Pohjanlahti, Itämeri sekä Skagerrak ja Kattegat. Merialuesuunnitelma antaa ohjeita siitä, miten merialuetta tulisi käyttää, ja se toimii päätöksenteon ja suunnittelun tukena sekä lupaharkinnan perustana. Merten aluesuunnitelmien tarkoituksena on edistää pitkän aikavälin kestävä kehitystä.

Merten aluesuunnittelu on prosessi, jolla edistetään meriin liittyvien teollisuudenalojen kehitystä ja samalla saavutetaan ja ylläpidetään ympäristön hyvä tila. Merten aluesuunnittelu luo hyvät mahdollisuudet päästä yhteisymmärrykseen siitä, miten meriä käytetään kestävästi, ja se on yksi monista meri- ja vesivarojen kokonaishallinnan prosesseista, jotka yhdessä muun hallinnon ja yhteiskunnallisen kehityksen kanssa pyrkivät saavuttamaan asetetut tavoitteet.

Hankealue on päällekkäinen Pohjanlahden merialuesuunnitelmassa määriteltyjen merialueiden B100 ja B101 kanssa, ks. Kuva 5-2. Molemmat alueet on osoitettu yleiseen käyttöön, ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomiota kulttuuriympäristön korkeisiin arvoihin. B100:n osalta on otettava huomioon myös korkeat luontoarvot, kalojen kutualueet ja nisäkkäät. Yleisen käytön lisäksi alue B101 on osoitettu merikäyttöön, koska meriliikenne on tärkeä elinkeino Pohjois-Ruotsissa, jossa rannikolla on useita tärkeitä satamia.



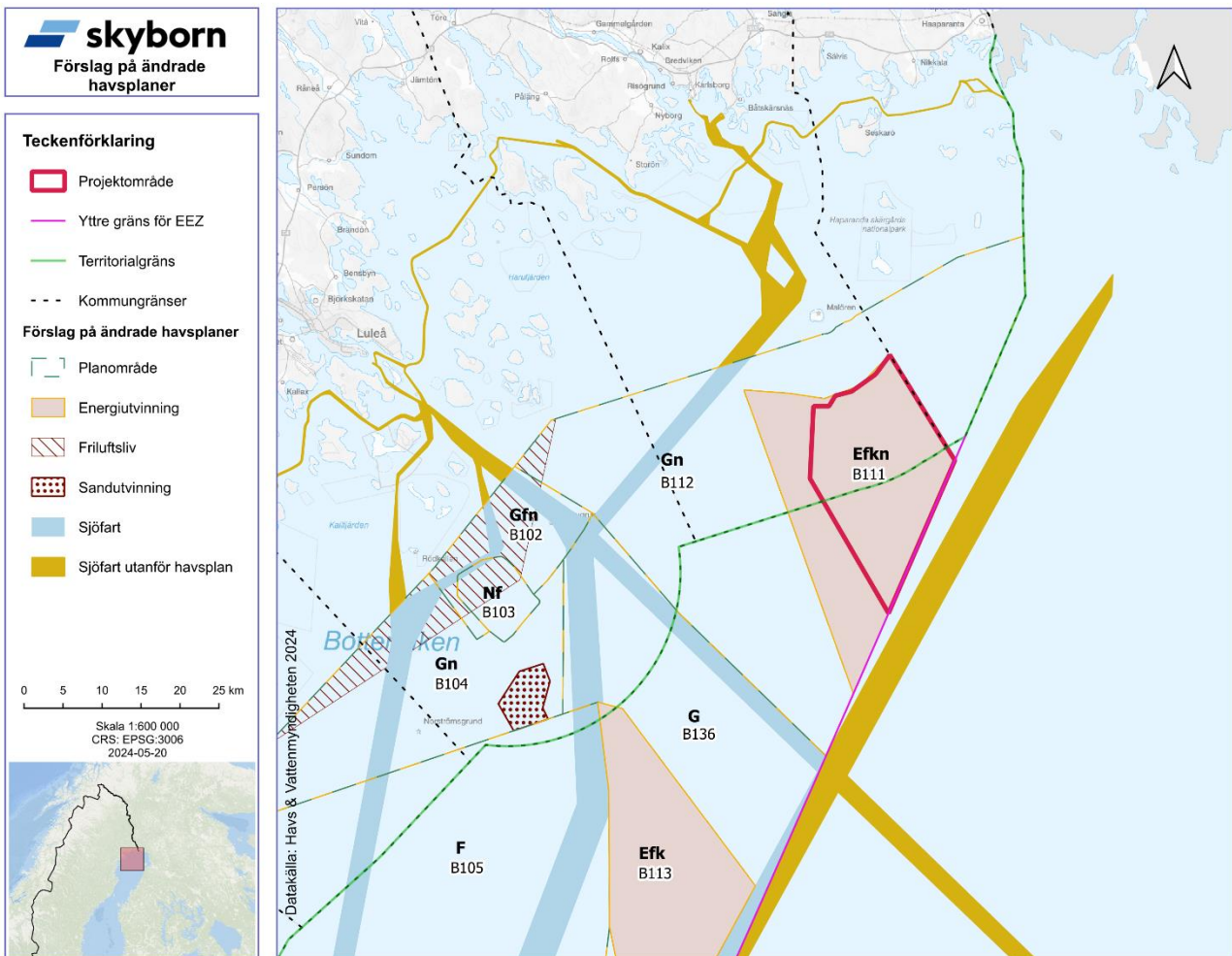
Kuva 5-2. Hankealue suhteessa voimassa olevaan Pohjanlahden merialuesuunnitelmaan.

## 5.1.2 Ehdotukset muutetuiksi merten aluesuunnitelmiksi

Parhailaan laaditaan ehdotuksia muutetuiksi merten aluesuunnitelmiksi, jotta voidaan vastata lisääntyneen energiantuotannon tarpeeseen. Muutettuja merten aluesuunnitelmia koskevat ehdotukset on toimitettava hallitukselle 31. joulukuuta 2024 mennessä. (Havs- och vattenmyndigheten, 2024). Merialuesuunnitelmien on edistettävä yhteiskunnallisen tavoitteen saavuttamista, jonka mukaan sähköntuotanto on 100-prosenttisesti

fossiilivapaata vuoteen 2040 mennessä. MSP-ehdotuksia koskevat kuulemiset järjestettiin 14. syyskuuta ja 15. joulukuuta 2023 välisenä aikana.

Pohjanlahden, Itämeren, Skagerrakin ja Kattegatin muutettuja merten aluesuunnitelmia koskevat ehdotukset ja niihin liittyvät vaikutustenarvioinnit ovat tarkasteltavana 16. toukokuuta ja 30. elokuuta 2024 välisenä aikana. Toukokuun 16. päivänä 2024 esitetystä ehdotuksesta hankealueen kanssa päällekkäinen alue on osoitettu energiantuotantoa varten, alue B111 (Malörenin kaakkoispuolella), ks. Kuva 5-3. B111-alueella on otettava erityisesti huomioon kokonaispuolustuksen, korkeiden kulttuuriarvojen ja korkeiden luontoarvojen edut.



Kuva 5-3. Hankealue suhteessa ehdotettuihin tarkistettuihin merialuesuunnitelmiin (2024).

### 5.1.3 Kunnalliset ja alueelliset suunnitelmat

Osa hankealueesta sijaitsee Kalixin kunnassa. Kalixin kunnan nykyisessä, vuonna 2009 laaditussa kokonaisvaltaisessa suunnitelmassa kuvataan, miten kunta haluaa käyttää maata ja vettä pitkällä aikavälillä asumisen, yritysten, infrastruktuurin, luonnon ja vesien kehittämiseen. Suunnitelmassa on erityinen tuulivoimaa koskeva kohta, jossa todetaan, että kunta kannattaa tuulivoimaa, mutta sen perustamisessa on otettava huomioon muut yleiset intressit (Kalix kommun, 2009).

Uuden kokonaisvaltaisen suunnitelman laatiminen on parhaillaan käynnissä, ja ehdotus uudeksi suunnitelmaksi on kuultavana 28. huhtikuuta ja 28. kesäkuuta 2024 välisenä aikana. Uudessa ehdotuksessa kunta yksilöi tuulivoiman hyödyntämiseen soveltuvia alueita sekä maalla että merellä, jotta voidaan turvata

yhteiskunnan lisääntynyt uusiutuvan energian tarve Polargrund on yksi yksilöidyistä alueista, ja se mainitaan erityisesti kaavaluonnoksessa. Uusi yleiskaava on tarkoitus hyväksyä vuoden 2024 loppuun mennessä. (Kalix kommun, 2024).

## 5.2 Meteorologiset olosuhteet

Sääolosuhteet tuulivoiman hyödyntämiseksi Pohjois-Pohjanlahdella ovat yleisesti ottaen erittäin suotuisat. Tämä johtuu siitä, että keskituuli on huomattavasti korkeampi meren yllä kuin maalla, jossa topografia ja kasvillisuus vaikuttavat tuulen virtaukseen rajakerroksessa. Koska tuulen virtaus ei vaikuta suhteellisen paljon suurten vesipintojen yli, turbulenssin voimakkuus on merellä huomattavasti pienempi kuin maalla.

Polargrundin tuulipuiston ilmakehäolosuhteiden kartoittamiseksi yhtiö on analysoinut useista eri lähteistä saatuja sää tietoja. Tuulivoimavarojen arviointi perustuu mesoskaalamallinnusmenetelmiin, joiden lähtötietoina käytetään maailmanlaajuisia uudelleenanalyysisarjoja ja julkaistuja tietoja, kuten Global Wind Atlas (GWA) ja New European Wind Atlas (NEWA). Analyysit on todennettu läheisestä fyysisestä mittauspisteestä pohjoisella Perämerellä saaduilla meteorologisilla mittaustiedoilla.

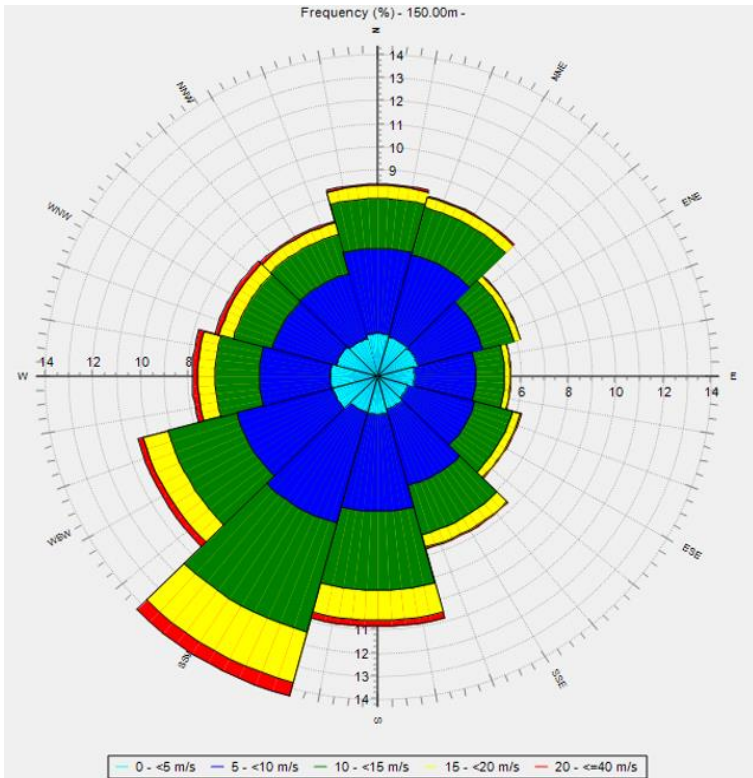
Tärkein käytetty tietolähde on EMD-WRF Europe+ -mesoskaala. Nämä tiedot kattavat 20 vuotta, ja niitä analysoidaan 3x3 km:n alueellisella resoluutiolla ja tuntitarkkuudella. Euroopan keskipitkän aikavälin sääennustekeskuksen (ECMWF) ERA5-tietokanta on maailmanlaajuinen tietokanta. GWA-tuulikartoitus perustuu downscaling-prosessiin, jossa käytetään Euroopan keskipitkän aikavälin sääennustekeskuksen (ECMWF) ERA5-tietokokonaisuutta simulointijaksolla 2008-2017. Laskentaprosessi tehdään paikalliselle tuuliilmastolle, jonka solmuväli on 250 metriä ja jonka korkeudet ovat 10 m, 50 m, 100 m, 150 m ja 200 m merenpinnan yläpuolella. Yritys on tarkastellut myös New European Wind Atlas (NEWA) -tietokannan tietoja. NEWA:n puitteissa mikroskaalamallinnus tehtiin Tanskan teknillisen yliopiston WAsP-mallilla. Menetelmä on samankaltainen kuin Global Wind Atlas -mallissa, mutta resoluutio on korkeampi, sillä solmuväli on vain 50 metriä. Myös alaskalaamisprosessi perustuu ERA5-tietoihin.

Tuulivoimavarojen arvioinnin mukaan pitkäaikainen korjattu keskituuli 150 metrin korkeudella Polargrundin tuulipuistossa on noin 9,0 m/s. IEC 61400-1:n mukaan alue luokitellaan luokan I (korkean tuulen alue) läheisyyteen. Polargrundin tuulivoimapuiston energiavaroja pidetään näin ollen erittäin suurina. Lisäksi turbulenssin voimakkuus on alle luokan C koko tuulispektrin osalta.

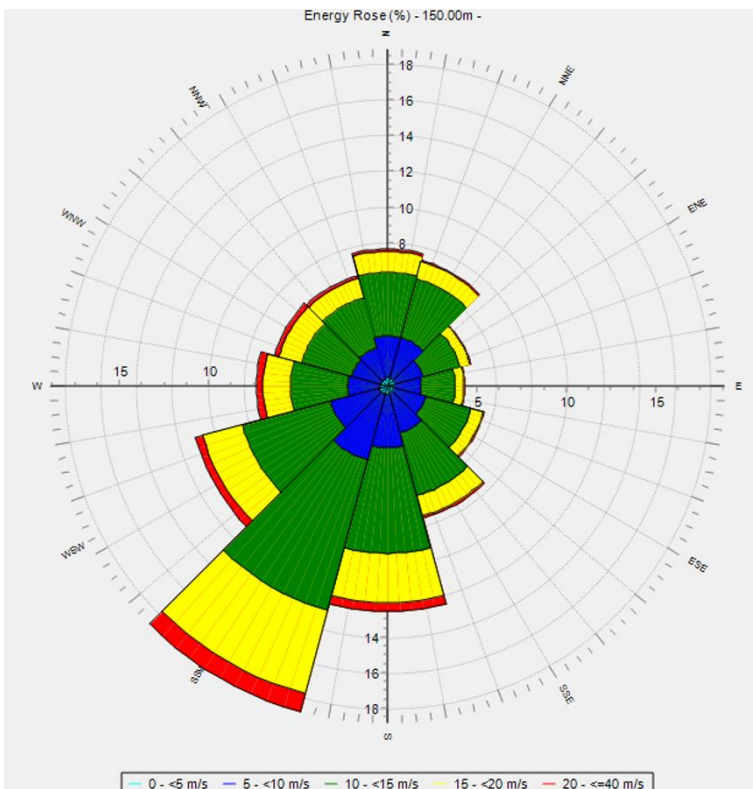
Taulukko 5-1 esitetään arvioidut pitkän aikavälin korjatut sääolosuhteet Pohjois-Pohjanlahdella. Lisäksi tuuliruusut Kuva 5-4 ja Kuva 5-5 esitetään tuulen taajuus (ajallinen) ja energiajakauma hankealueen keskiosassa.

Taulukko 5-1. Pitkäaikaiset korjatut sääolosuhteet 150 metrin korkeudella eri mallinnusmenetelmillä Perämeren pohjoisosassa.

Lähde	Pitkän aikavälin korjattu keskituuli 150 metrin korkeudella	Keskilämpötila	Ilman tiheys	Turbulenssi @ 15 m/s
EMD-WRF	Noin 8,99 m/s	Noin 3°C	Noin 1,26 kg/m <sup>3</sup>	Noin 5 %.
GWA	Noin 8,62 m/s	-	-	-
NEWA	Noin 8,59 m/s	Noin 3,5°C	Noin 1,26 kg/m <sup>3</sup>	-



Kuva 5-4 Tuuliruusu, jossa näkyy tuulen ajallinen jakautuminen 150 metrin korkeudessa EMD-WRF:n mukaan.



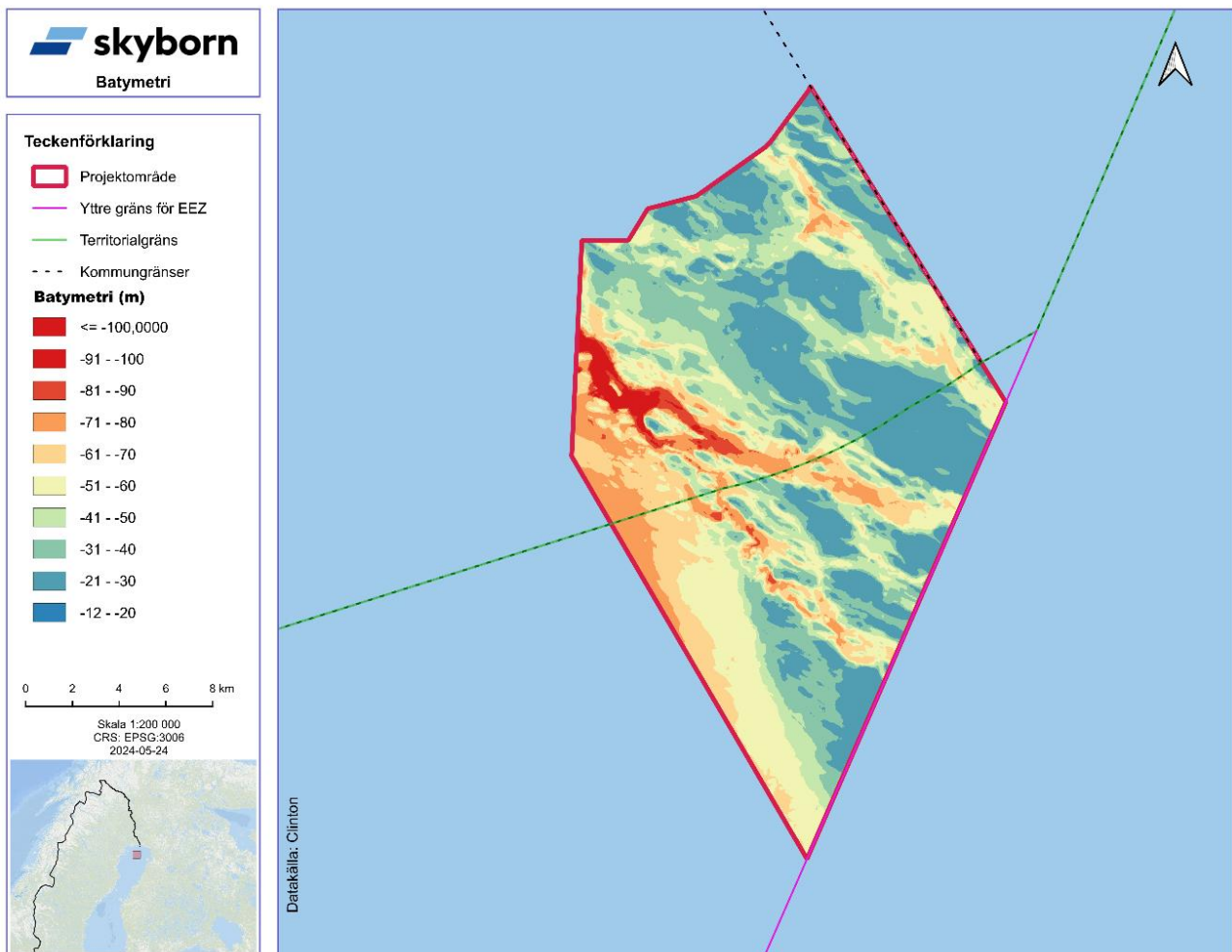
Kuva 5-5 Tuuliruusu, jossa on esitetty tuulen energijakauma 150 metrin korkeudella EMD-WRF:n mukaan.

## 5.3 Meritiede

### 5.3.1 Batymetria

Batymetria kuvaa maanpinnan (merenpohjan) fyysistä muotoa vedenpinnan alapuolella, toisin sanoen topografiaa maalla, ja se kuvataan yleensä syvyyssolosuhteina. Hankealue on Itämeren muihin osiin verrattuna suhteellisen matala, ja siihen vaikuttaa selvästi maankohoaminen, joka on noin 8 mm vuodessa.

Skyborn on teettänyt hankealueella hydrografisia tutkimuksia kartoittaakseen alueen veden syvyyttä ja batymetriaa. Mittaukset osoittavat, että veden syvyys vaihtelee 12-120 metrin välillä, ja keskisyvyys on 45 metriä. Osa-alueella A veden syvyys vaihtelee 12-120 metrin välillä, ja sille on ominaista joitakin syvempiä kanavia. Keskisyvyys osa-alueella A on 45 metriä. Osa-alueen B vesisyvyys vaihtelee 13-86 metrin välillä, ja sen keskisyvyys on 46 m. Hankealue on kokonaisuudessaan matalampi koillisosissa ja syvempi lounais- ja eteläosissa. Batymetria on esitetty Kuva 5-6.



Kuva 5-6 Hankealueen syvyyssolosuhteet suoritettujen meritutkimusten tietojen perusteella. (Clinton, 2024).

### 5.3.2 Suolapitoisuus, lämpötila, happi ja näkyvyys

Pohjanlahdelle on ominaista, että rannikolla sijaitsevien suurten jokien makean veden määrä on suuri, ja jokien suulla vallitsee usein puhdas makean veden tila. Vesimassan suolakerrostuneisuus on usein hyvin heikkoa, mikä tarkoittaa, että suolapitoisuus pintaveden ja syvempien osien välillä on suhteellisen samanlainen.

Pohjanlahden keskimääräinen suolapitoisuus on noin 2-4 promillea. Alhainen suolapitoisuus tarkoittaa, että limniset lajit hallitsevat sekä kasvistoa että eläimistöä, ja alueella esiintyy vain muutamia merilajeja.

SMHI:n tietokannasta on haettu tietoja veden lämpötilasta Pohjanlahden mittauspisteestä, joka oli aktiivinen vuosina 2009-2019. Mittausaseman keskilämpötila oli noin 10 °C ja lämpötila vaihteli vuosien aikana -1 °C ja 25 °C välillä.

Hankealueella on tehty suolapitoisuuden, lämpötilan ja happipitoisuuden sekä näkösyvyyden mittauksia hydrografisten olosuhteiden selvittämiseksi. Mittauksia tehtiin neljästi: kesäkuussa, syyskuussa ja marraskuussa 2022 sekä kesäkuussa 2023, ks. liite D10.

Kesäkuussa ja syyskuussa tehdyt mittaukset osoittivat selkeän termokliinin (lämpökerros) vesipatsaassa 7-30 metrin syvyydessä. Pohjaveden lämpötila oli tasaisempi, 2-3 °C. Marraskuussa 2022 lämpötila oli tasaisempi koko vesipatsaassa, mikä johtuu todennäköisesti vesipatsaan luonnollisesta sekoittumisesta, joka on yleistä keväällä ja syksyllä.

Vesipatsaan suolapitoisuus noudatti pitkälti samaa kaavaa kuin lämpötila heinäkuussa 2022, ja halokliini (eli suolapitoisuuskerros) oli 10-15 metrin syvyydessä. Muilla asemilla havaittiin heikompi suolapitoisuuden nousu ilman selvää halokliinia. Suolapitoisuus vaihteli syvemmillä asemilla noin 2,3 PSU:sta pinnalla noin 3,2 PSU:iin pohjassa. Olosuhteet ovat tyypilliset Pohjanlahdelle, jossa suolapitoisuusgradientti voi olla hyvin heikko muun muassa jokien tuoman makean veden vuoksi. Marraskuussa 2022 suolapitoisuus oli tasaisempi ja hieman korkeampi kuin aiemmin tänä vuonna. Pintavedessä suolapitoisuus vaihteli 2,75-2,9 PSU:n välillä ja nousi jopa 3,3 PSU:iin lähempänä pohjaa.

Happimittaukset osoittavat, että koko vesipatsas on hapekäs ja että vesipatsaassa tai pohjassa ei ole hapettomia olosuhteita, mutta pieniä vaihteluita esiintyy. Tätä tulosta tukee myös se, että hankealueelta otetuissa pohjanäytteissä ei havaittu sedimentissä merkkejä anoksisista olosuhteista.

Alueella mitattu näkyvyyden syvyys vaihtelee hieman vuosittain, ja vuosien 2022 ja 2023 kesäkuun mittaustulokset ovat hieman lyhyempiä kuin vastaavat syys- ja marraskuun mittaukset. Näkyvyys vaihtelee luonnollisesti vuodenajan ja sääolosuhteiden mukaan.<sup>1</sup> Kesäkuukausina alkutuotanto yleensä lisääntyy, mikä voi johtaa näkyvyyden heikkenemiseen lämpiminä kuukausina.

### 5.3.3 Aallot ja virtaukset

Merivirtaukset syntyvät pääasiassa tuulen ja vedenpinnan korkeuserojen vaikutuksesta, mutta niihin vaikuttavat myös paikalliset olosuhteet, kuten etäisyys rannikosta, pohjan pinnanmuodostus ja maapallon pyöriminen. Itämerellä ei ole voimakkaita pysyviä virtauksia, koska se on suhteellisen pieni ja rajallinen merialue. Maapallon pyöriminen vaikuttaa kuitenkin jokien ja purojen makean veden virtauksiin, mikä johtaa heikkoon vastapäivään suuntautuvaan virtaukseen rannikon pinnalla. Pohjanlahden virtaukset ovat suurelta osin tuulen aiheuttamia, mutta myös vedenpinnan korkeuserojen aiheuttamia virtauksia voi esiintyä. Myös aallot johtuvat pääasiassa vallitsevista tuuliolosuhteista ja riippuvat pääasiassa tuulen voimakkuudesta, suunnasta ja kestosta. Lisäksi aallokon pituus eli etäisyys avoveden yli on tärkeä aaltojen kokoon vaikuttava tekijä.

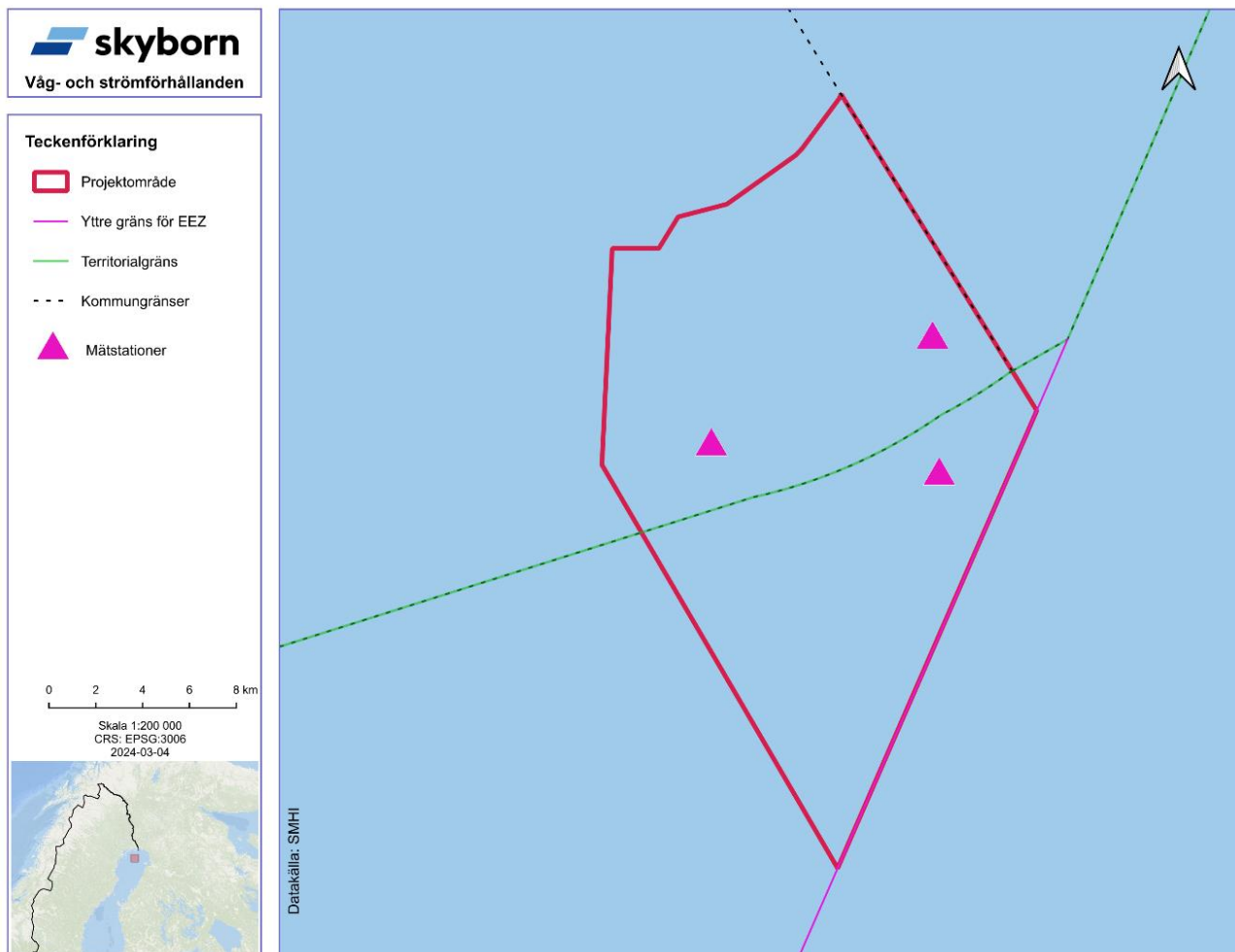
Hankealueen virtaus- ja aalto-olosuhteiden selvittämiseksi on tehty aalto- ja virtausmittauksia kolmella hankealueen asemalla, ks. Kuva 5-7. Mittaukset on käytännön syistä suoritettu jäättömänä aikana, joten ne

---

<sup>1</sup> Alkutuotanto on biologinen prosessi, jossa elävät organismit muuttavat epäorgaanisia aineita orgaanisiksi aineiksi. Pääasiassa vihreät kasvit, levät ja bakteerit suorittavat muuntamisen, ja näitä kutsutaan alkutuottajiksi.

edustavat tyypillistä kesä- ja loppukesän säää suhteellisen kevyiden tuulten ja satunnaisten myrskytuulien aikana. Merkittävä aallonkorkeus oli suurimmillaan noin 2,4 m, ja samaan aikaan mitattiin suurin aallonkorkeus 4 m. Yleisimmät aallonkorkeudet mittausjakson aikana ovat välillä 0,25-0,5 m. Koska sääolosuhteet olivat mittausten aikana suhteellisen tyynet, voidaan odottaa sekä suurempia aallonkorkeuksia että pidempiä aaltojaksoja. Jos oletetaan, että merijää ei ole asettunut, SMHI:n arvion mukaan hyvin voimakkaat tuulet voivat nostaa merkittävän aallonkorkeuden noin 5-7 metrin suuruusluokkaan, jolloin suurin aallonkorkeus on noin 8-10 metriä, minkä katsotaan vastaavan SMHI:n pohjoisimman aaltopöijun, Finngrundetin, ennätyshavaintoja. Tällaisen tapahtuman vuosittainen esiintymistodennäköisyys on kuitenkin pieni, ja sen arvioidaan olevan lyhytkestoinen. (Edlund, 2022).

Yleensä keskivirtaama on korkeampi pinnalla ja matalampi lähempänä pohjaa. Suurin virtausnopeus mitattiin 80,2 cm/s 11 metrin syvyydessä. Äärimmäisten sääolosuhteiden aikana paikallisen virtausnopeuden arvioidaan olevan tilapäisesti noin 150-200 cm/s.



Kuva 5-7 SMHI-tutkimuksen mittausasemat.

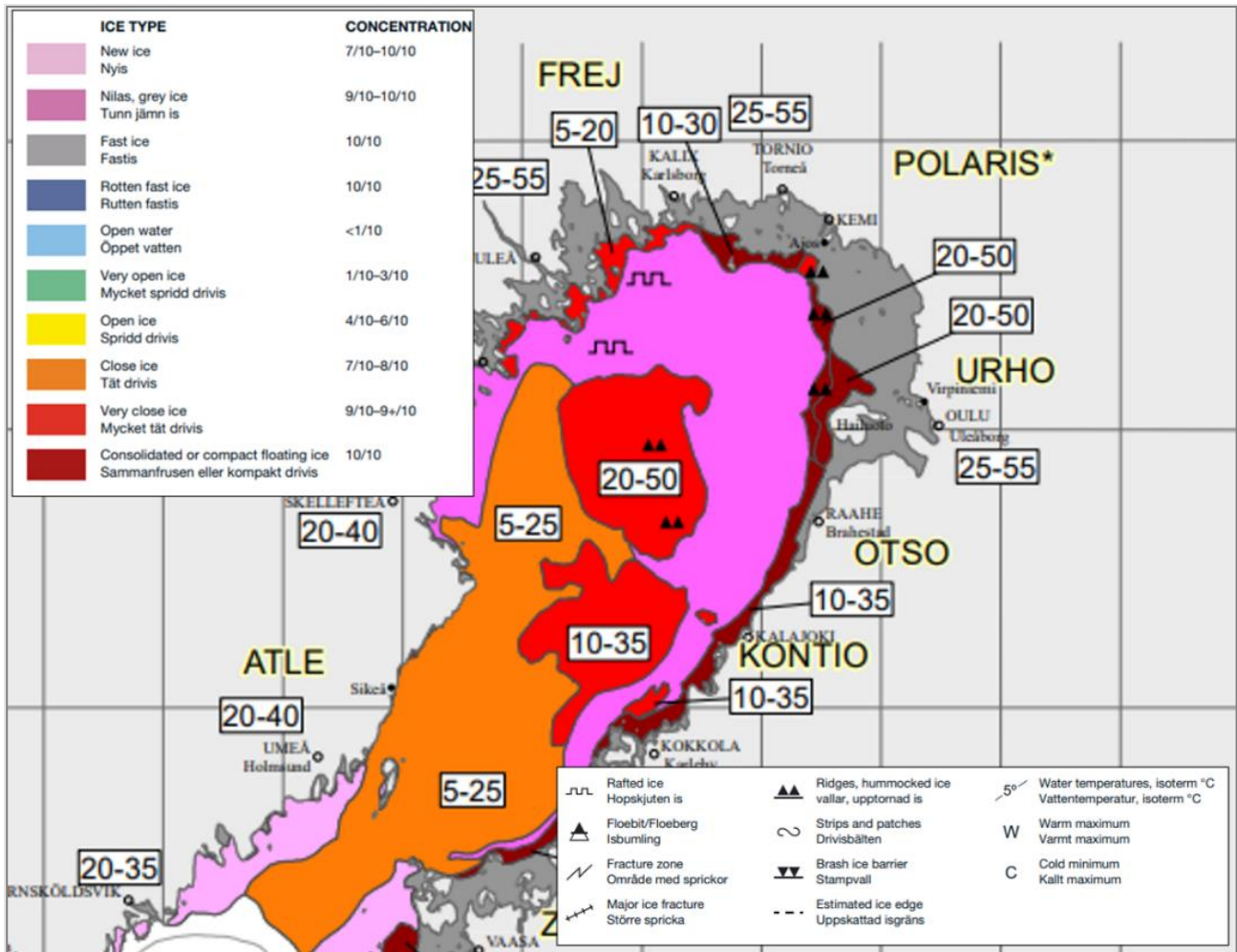
### 5.3.4 Jääolosuhteet

Perämerenlahden jään laajuus vaihtelee vuosittain, mutta sitä on aina Perämerenlahdella, jossa jääkausi kestää yleensä joulukuun alusta toukokuun puoliväliin. Jään paksuus kyseisellä alueella vaihtelee, mutta se voi olla noin 40-80 cm. Kaudella 2010/2011 Itämerellä mitattiin suurin jään laajuus sitten vuoden 1987, ja sen



laajuus oli noin 300 000 km<sup>2</sup>, mikä on viimeinen vakavaksi luokiteltu jäätalvi. Pohjanlahdella mitattiin saman kauden aikana noin 50-70 cm paksuja jäälauttoja. SMHI:n tilastojen mukaan vuosina 1975 ja 2004 Pohjanlahden jään keskimääräinen paksuus oli 42 cm ja jääkauden pituus keskimäärin noin 204 päivää (liite D18).

SMHI:n ja FMI:n digitaalisten jääkarttojen mukaan hankealueella esiintyy merijäätä keskimäärin 115-132 päivänä vuodessa. 50 vuoden arvo<sup>2</sup> jään enimmäispaksuudelle on 83 cm, mutta rikkoutunut ja uudelleen jäätynyt merijää, niin sanotut konsolidoidut jääkerrokset, voivat olla paikallisesti noin 1,3 metriä.



Kuva 5-8. Pohjanlahden jääkartta 4. helmikuuta 2022, jolloin jään laajuus oli suurimmillaan jäätalven 2021/2022 aikana.

Jään liikkuminen riippuu pääasiassa tuulen suunnasta ja voimakkuudesta, minkä vuoksi jäät voivat ajoittain kerääntyä joko Suomen tai Ruotsin puolelle Pohjanlahtea. Tämä liike voi aiheuttaa avoimia johtoja. Keväisin Pohjanlahden pohjoisosaan muodostuu yleensä puolikuun muotoinen harju, joka voi ulottua Luulajasta aina Kemin majakalle asti ja edelleen Raahen suuntaan, joskus aina Kokkolaan asti (liite D18).

Yli 5 m/s tuulennopeudella jään ajosuunta määräytyy yleensä tuulen mukaan, ja yleinen ajelehtimisnopeus on 1-3 % tuulen nopeudesta. Etelätuulilla Pohjanlahden pohjoisosaan voi kertyä suuria määriä jäätä, jolloin

<sup>2</sup> 50-vuotisen sääilmion toistumisaika on 50 vuotta; toistumisaika kertoo, kuinka usein epätavallinen tapahtuma, tässä tapauksessa jään paksuus, on odotettavissa.

jääolosuhteet kyseisellä alueella voivat olla hyvin vaikeat, jolloin muodostuu suuria jäälauttoja. Suurin Pohjanlahdella mitattu jääharju oli noin 28 metriä syvä, josta noin 3 metriä merenpinnan yläpuolella.

Tulevaisuudessa Itämeren ja Selkämeren jään keskimääräisen laajuuden ennustetaan vähenevän ilmaston lämmitessä. Jäätalven pituus todennäköisesti vähenee, mutta myös jään keskimääräinen paksuus vähenee. Suurimpien muutosten odotetaan kuitenkin tapahtuvan etelämpänä, kun taas Pohjanlahden pohjoisosan nykyiseen alueeseen vaikutukset jäävät vähäisemmiksi. Mikään ei kuitenkaan viittaa siihen, että merijää katoaisi kokonaan Itämeren alueelta tällä vuosisadalla. Lisäksi vuosittaisten vaihteluiden odotetaan pysyvän suurina myös tulevaisuudessa. Yksityiskohtaisempi kuvaus alueen jääolosuhteista on esitetty liitteessä D18.

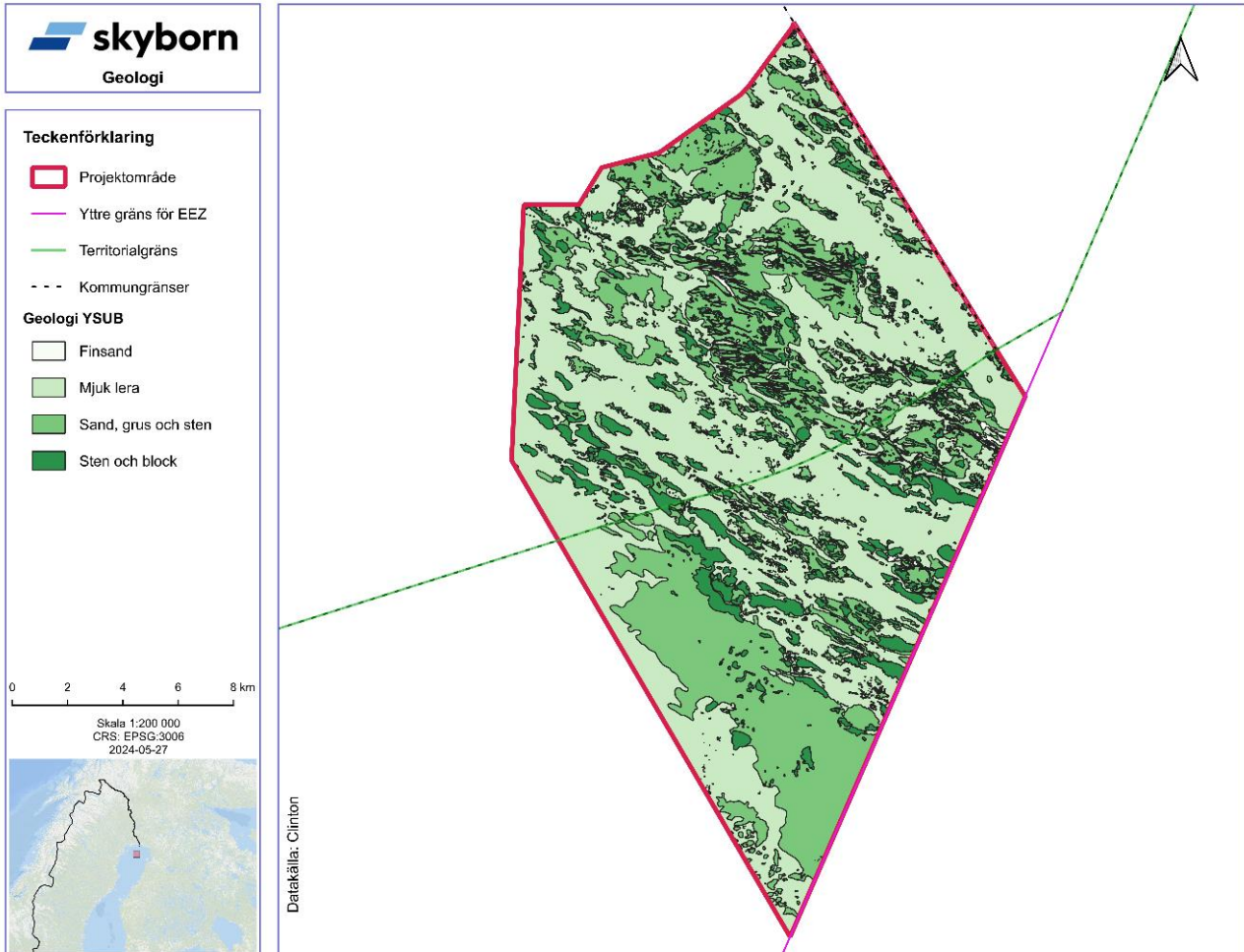
## 5.4 Pohjan olosuhteet

Ruotsin mannerjalustan sedimentit ovat muodostuneet maapallon kehityshistorian nuorimpana ajanjaksona, kvartääriikaudella, ja sen jälkeen muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta viimeisen jääkauden (jääkausi) ja sitä seuranneen ja edelleen jatkuvan lämpimämmän kauden (jälkijääkausi) aikana. Muodostumisympäristönsä perusteella sedimentit jaetaan kahteen pääryhmään: jääkauden aikaisiin ja jääkauden jälkeisiin sedimentteihin. Jääkauden aikaiset sedimentit ovat muodostuneet jääpeitteen ja sen sulamisvesien vaikutuksesta. Jääkauden jälkeiset sedimentit muodostuvat jääkauden sedimenttien uudelleenlaskeutumisesta ja uudesta muodostumisesta jääpeitteen sulamisen jälkeen.

### 5.4.1 Merenpohjan substraatti

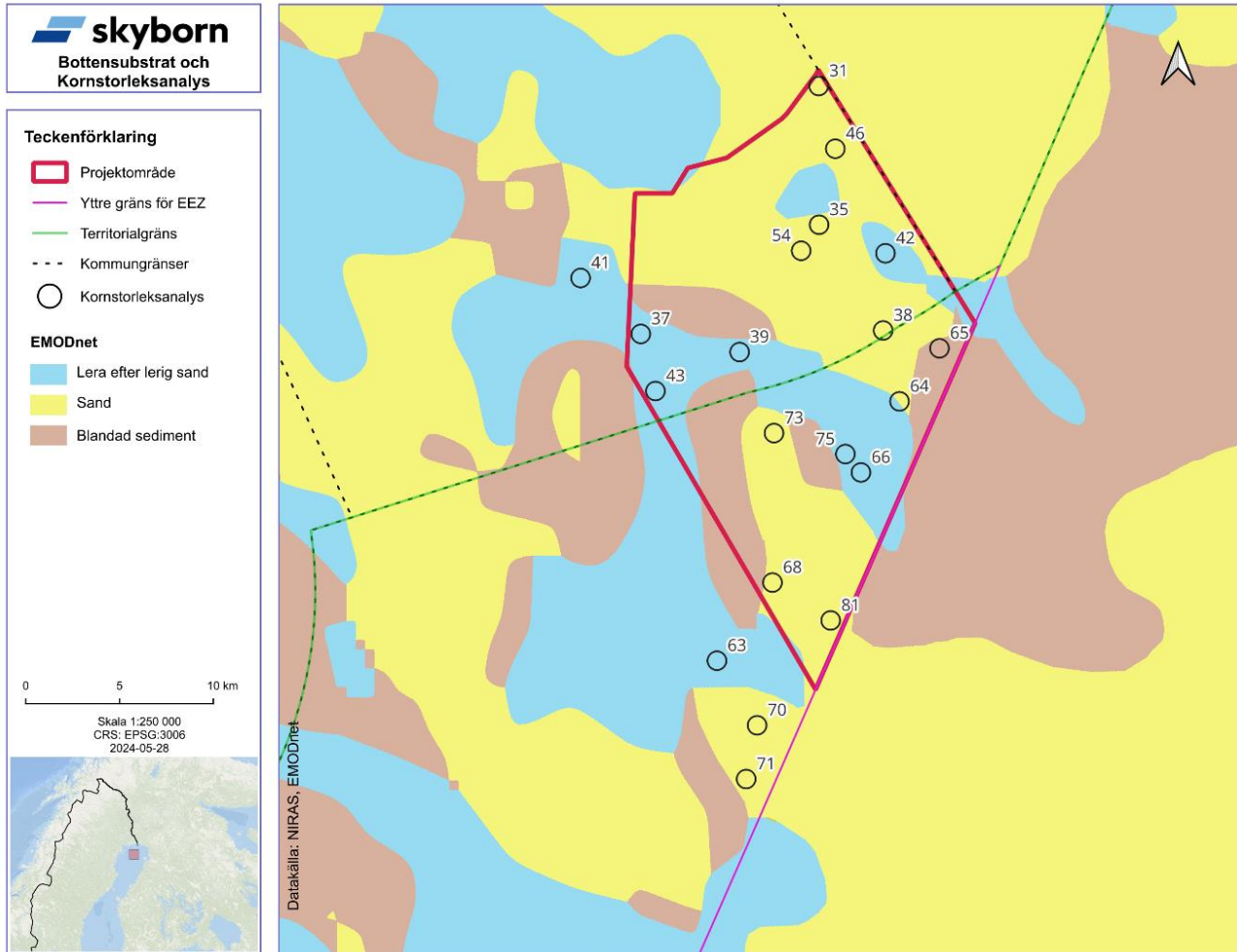
Se, miltä merenpohja näyttää ja miten se muuttuu, riippuu useista tekijöistä, kuten merenpohjan syvyydestä, virtausolosuhteista ja sedimentin koostumuksesta. Yleisesti ottaen merenpohja voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin: kasautumiseen, kulkeutumiseen ja eroosioon. Kertyvä merenpohja tarkoittaa alueita, joilla materiaalia lisätään ja kerääntyy ajan myötä, ja sille ovat ominaisia hienorakeisten sedimenttien, kuten saven, mudan ja dyynien, alueet. Kuljetuspohjilla vallitsevat olosuhteet, joissa virtaukset, aallot ja muut hydrografiset prosessit lisäävät ja poistavat materiaalia suunnilleen yhtä paljon. Eroosiopohja on alue, jossa pohja-aineet eroosioituvat ajan myötä, ja se koostuu yleensä karkeammasta materiaalista, jossa on joitakin suurempia kiviä ja lohkareita.

Pintamaan koostumusta tulkitaan järvitutkimuksen geofysikaalisten tietojen sekä alueelta otettujen sedimenttinäytteiden ja SGU:n ja EMODnetin tietojen perusteella. Tulkinnan mukaan hankealue koostuu suurelta osin vuorottelevista jääkauden ja jääkauden jälkeisistä sedimenteistä, joissa pohjasedimentti koostuu pääasiassa noin 55-prosenttisesti jääkauden jälkeisistä savista ja noin 45-prosenttisesti moreenista tai hiekasta koostuvasta karkeammasta materiaalista, ks. Kuva 5-10 ja Kuva 5-9.



Kuva 5-9 Geofysikaalisen tutkimuksen ja tulkinnan mukainen pintamaalajikoostumus. (Clinton, 2024)

Hankealueen pohjaolosuhteiden selvittämiseksi on otettu sedimenttinäytteet, joista on raportoitu liitteessä D10. Raekokojakauman tulokset ovat hyvässä sopusoinnussa EMODnetin ja geofysikaalisen tutkimuksen tietojen kanssa, jotka tehtiin pääasiassa hienorakeisilla sedimenteillä, ks. Taulukko 5-2. Sedimenttinäytteenotto on suoritettu pääasiassa alueilla, joilla on hienojakoisempia sedimenttejä, ks. Kuva 5-10. Osa-alueella A on pääasiassa silttisiä ja hiekkaisia sedimenttejä. Näytepisteessä 43, joka sijaitsee osa-alueella A, sedimentit olivat jonkin verran savisempia kuin muissa pisteissä, ja koillisosissa vallitsevat hiekkaisemmat sedimentit. Myös osa-alueella B näytteitä hallitsevat hienorakeiset sedimentit hiekan, siltin ja mudan muodossa. Mutaa esiintyy pääasiassa alueen syvemmissä osissa, kun taas hiekka on hallitsevaa matalammissa osissa. Yhteenveto pohjamateriaalia koskevista tiedoista osoittaa, että alueella A on hieman enemmän jääkauden jälkeistä savea kuin osa-alueella B. Alueen A pohjamateriaali on hieman suurempi.



Kuva 5-10 EMODnetin mukainen merenpohjan substraatti ja paikat, joissa raekokoanalyysi on tehty.

Näytteenottotulokset vahvistavat, että hienojakoisemmat sedimentit kerääntyvät alueen syvempiin osiin, mikä tarkoittaa, että alueella on todennäköisesti vuorotellen kerääntymis- ja kuljetuspohjia.

Taulukko 5-2 Näytteenottoaikkojen maaperä matalimmista näytteistä, Ruotsin geoteknillisen yhdistyksen mukainen maalajinimitysjärjestelmä (0-20 cm tai 0-10 cm näytteenottomenetelmästä riippuen). Nimitysjärjestelmä on lyhennetty seuraavasti: sa - hiekka, si - siltti, cl - savi, gy - muta ja su - sulfidipitoinen. Raekokojakauma on analysoitu valituista näytteistä, jotka on otettu näytteenottoaikkoilta, jotka on esitetty Kuva 5-10.

Asema	substraatti
31	saSi
35	Said
37	Jos
38	Said
39	saSi
41	Jos
42	saSi
43	clSi
46	Said
54	(su)saSi
63	(su)siGy
64	(su)(gy)fsaSi
65	Said
66	Said
68	(cl)Gy
70	Said
71	siSa
73	siGy
75	(su)(gy)fsaSi
81	Said

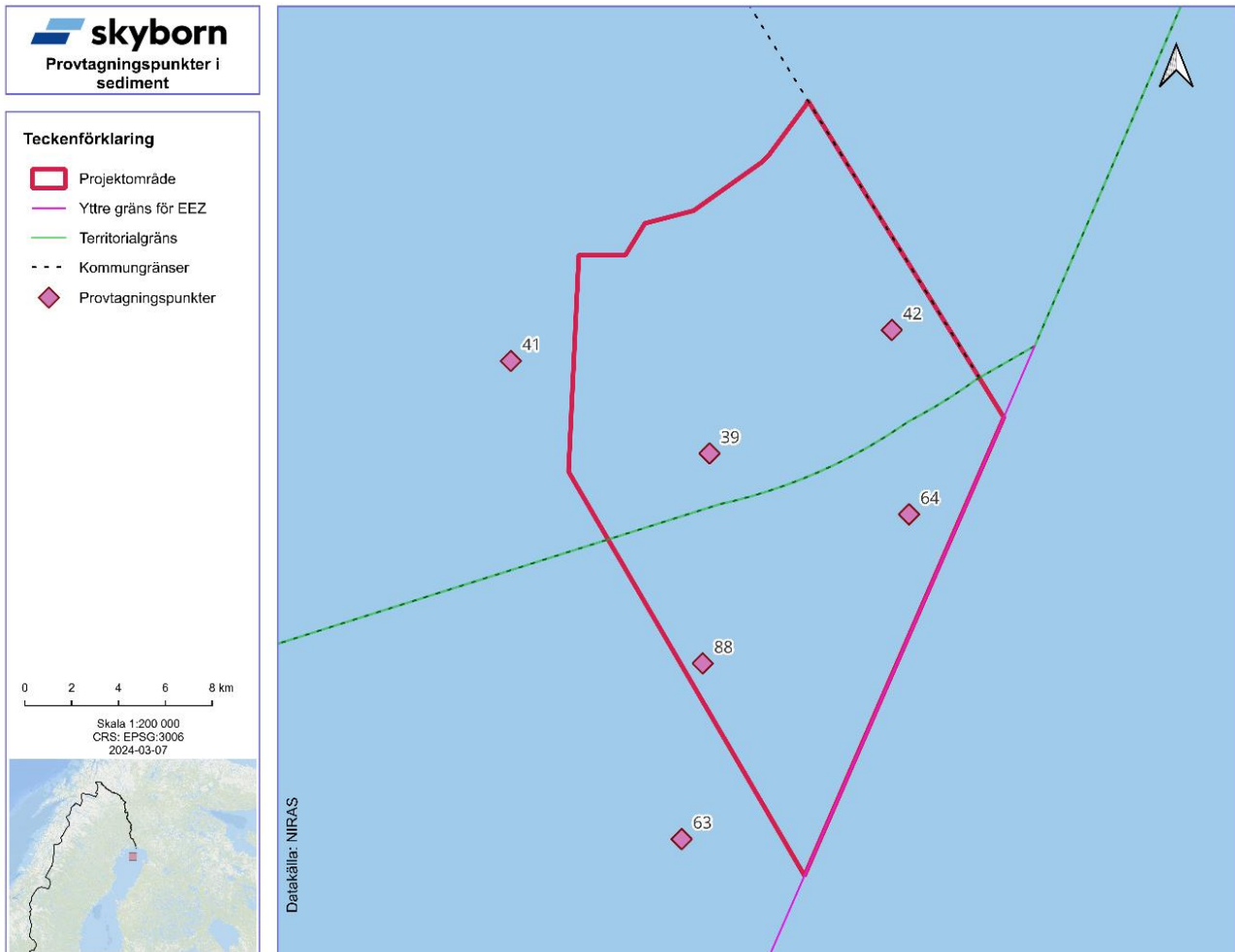
## 5.4.2 Sedimenttien saastuminen

Hienohiukkaset voivat sitoa epäpuhtauksia ja ravinteita, jotka laskeutuvat ja kerääntyvät kerrostumis pohjiin, jotka puolestaan toimivat nieluina, joissa on useita sedimenttikerroksia. Hienorakeiset sedimentit pystyvät yleensä sitomaan suurempia määriä saasteita kuin karkeammat sedimentit. Uudelleen suspendoituminen (sameus) voi puolestaan vapauttaa epäpuhtauksia avoveteen sekä luonnollisten että ihmisen aiheuttamien prosessien kautta.

Kun arvioidaan sedimenttien sisältämiä saasteita, käytetään ohjeita ja raja-arvoja, jotka perustuvat kahdenlaisiin arviointikriteereihin. Nämä ovat vaikutuksiin perustuvat arviointikriteerit ja tilaan perustuvat arviointikriteerit. Vaikutusperusteiset raja-arvot on kehitetty joillekin aineille, jotka voivat kertyä sedimenttiin tai eliöstöön, ja niiden tarkoituksena on suojella pohjaeläimiä (HVMFS 2019:25). Raja-arvoja käytetään muun muassa meriympäristön hoidossa ympäristön hyvän tilan arviointiin.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto on kehittänyt metallipitoisuuksien tilakohtaiset arviointikriteerit, jotka perustuvat Ruotsin rannikon sedimenttien tilastolliseen tilaluokitukseen. (Naturvårdsverket, 2024c). Nämä ohjeet perustuvat Ruotsin sedimenttien pitoisuusjakaumaan, joka antaa viitteitä analysoitujen sedimenttien saastumistilanteesta. SGU on laatinut näitä täydentämään vastaavat orgaanisten saasteiden pitoisuuksien vertailuarvot. (SGU, 2017).

Sen selvittämiseksi, onko tutkimusalueella saastuneita sedimenttejä, on otettu sedimentinäytteitä siellä, missä on hienompia sedimenttejä. Tulokset esitetään kokonaisuudessaan liitteessä D10. Näytteitä otettiin yhteensä kuudelta eri asemalta ja kolmesta eri sedimenttisyvyydestä, ks. liite D10. Kuva 5-11.



Kuva 5-11 Sedimentinäytteenottoasemat hankealueella (liite D10).

Metallien pitoisuudet ovat yleensä alhaisia tai hyvin alhaisia, ks. Taulukko 5-3. Kahdella asemalla pintasedimentissä on havaittu korkeita tai erittäin korkeita arseenipitoisuuksia. Asemat ovat kaukana toisistaan, ja syvyydjakauma viittaa siihen, että vain pintasedimenteissä on poikkeamia, sillä alapuolisissa sedimenttikerroksissa havaittiin hyvin alhaisia arseenipitoisuuksia.

Taulukko 5-3 Analysoitujen sedimentinäytteiden tulokset metallien ja TOC:n osalta. Metallipitoisuudet on luokiteltu NV4914:n mukaisesti. Harmaalla ja <-merkinnällä merkityt arvot osoittavat analyysituloksia, jotka alittavat laboratorion

raportointirajan. Valkoisella merkityt arvot osoittavat mitattuja pitoisuuksia sellaisten aineiden osalta, joista ei ole saatavilla vertailuarvoa (liite D10).

	Mycket låg halt			Låg halt			Medelhög halt			Hög halt			Mycket hög halt					
Metaller										39			41			42		
mg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50			
As	10,1	3,83	3,73	42,4	8,49	4,33	8,72	2,2	1,81									
Ba	43,5	44	48,6	94,9	67,8	62	28,3	29,4	32,3									
Cd	0,159	<0,1	<0,1	0,217	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1									
Co	5,76	6,58	6,81	12,9	10,8	8,64	5,09	5,09	5,63									
Cr	19,8	22,6	24,8	38	37,2	33,8	16,8	19	20,9									
Cu	8,69	9,5	11,9	21	19,2	17,1	7,73	8,12	7,68									
Hg	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04									
Ni	10,3	5,1	5,04	23,1	19,3	17,6	9,49	8,95	10,6									
Pb	7,76	5,1	5,04	16	9,68	6,06	4,76	3,44	3,35									
V	24,7	31,3	33,3	50,8	49,2	45	22,6	24,7	29,1									
Zn	32,3	25,1	29,9	67,9	49,9	44,2	22,7	21,6	24,7									
Torrsubstans (TS)	61,5	62	57,8	36	40,5	43	67,5	69,5	70,8									
TOC (%)	0,6	0,8	9,2	1,4	0,8	3,4	0,4	0,5	5,3									

Metaller										88			64			63		
mg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50			
As	17,4	13	8,19	9,6	2,63	1,69	63,9	5,74	8,37									
Ba	107	152	184	32,7	29,4	27,5	126	95,1	89,1									
Cd	0,145	<0,1	<0,1	0,119	<0,1	<0,1	0,457	0,102	<0,1									
Co	13,7	12,8	12,8	5,23	4,22	3,97	18,7	12,6	10,6									
Cr	38,6	43,4	53,8	15,5	16,2	14,5	52,4	44,4	38,8									
Cu	20,3	22,7	26,8	6,66	6,09	5,9	33,6	24	20,5									
Hg*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2									
Ni	25,5	24,4	28	9,1	7,65	7,25	30,8	24,4	21,2									
Pb	11,9	9,36	11,8	5,27	3,51	2,85	31,8	11,7	8,87									
V	48,4	51,7	59,7	20,4	20,8	18,5	63,9	55,1	48,9									
Zn	59,3	66,4	80,5	25,6	18,3	16	109	63	54,8									
Torrsubstans (TS)	41,5	50	42,6	68,5	73	75,7	28,7	33	34									
TOC (%)	1,77	1,56	2,18	0,34	0,34	0,31	2,13	2,12	2,02									

Neljällä asemalla orgaanista tinaa sisältäviä epäpuhtauksia on havaittu keskisuurina pitoisuuksina pintakerroksessa, ks. Taulukko 5-4. Alapuolisessa sedimenttikerroksessa pitoisuudet ovat alle havaitsemisrajan. Myös muita orgaanisia epäpuhtauksia on yleensä mitattu alhaisina tai hyvin alhaisina pitoisuuksina. Ainoastaan yhdellä asemalla havaittiin keskisuuria pitoisuuksia bentso(b)fluoranteenia, joka on eräs PAH-yhdisteiden tyyppi, myös matalimmassa kerroksessa.

Taulukko 5-4 SGU:n raportin 2017:12 (liite D10) mukaan luokitellut orgaaniset tinayhdisteet.

	Mycket låg halt			Låg halt			Medelhög halt			Hög halt			Mycket hög halt		
Tennorganiska föreningar	39			41			42								
µg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50
MBT	<1	<1	<1	1,61	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
DBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,85	<1	<1	<1	<1	<1
Tennorganiska föreningar	88			64			63								
µg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50
MBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,33	<1	<1	<1	<1	<1
DBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TBT	<1	<1	<1	1,18	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Analysoidut näytteet osoittavat, että hankealueen sedimenteissä on yleisesti ottaen vähän saasteita sedimentin pinnasta noin 50 cm:n syvyyteen asti. Koska epäpuhtauspitoisuudet laskevat syvyyden myötä, myös alla olevien kerrosten odotetaan sisältävän vähän saasteita.



## 6. Rajausta ja menetelmät

### 6.1 Ympäristövaikutusten arvioinnin rajausta

Ympäristölain 6 luvun 37 §:n mukaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksen on oltava laajuudeltaan ja yksityiskohtaisuudeltaan sellainen, että se on nykytietämyksen ja arviointimenetelmien valossa kohtuullinen ja että se on tarpeen, jotta voidaan tehdä kokonaisarviointi merkittävistä ympäristövaikutuksista, joita toiminnasta tai toimenpiteestä voidaan olettaa aiheutuvan. Tässä YVA:ssa rajaukset on tehty maantieteellisen alueen, ajan ja aiheen perusteella, jotta saavutettaisiin asianmukainen rajausta, joka täyttää ympäristösäännösten vaatimukset, kuten jäljempänä esitetään.

Tämä ympäristövaikutusten arviointi muodostaa perustan luvussa esitetyille lupa-arvioinneille, esitetty kohdassa 1.4.

YVA:n avulla on voitava arvioida toiminnan kokonaisvaikutukset ympäristöön. Merituulipuistojen lupa-arvioinneissa tuulivoimapuisto ja vientikaapelit arvioidaan erikseen ottaen huomioon toimintaan rinnakkain sovellettava eri lainsäädäntö. Jotta hankkeesta saataisiin kokonaiskuva, liitännäistoimintoja, kuten vientikaapeleita ja vientiputkia, kuvataan luvussa 13.

Toiminta rajoittuu tuulipuiston rakentamiseen, käyttöön ja käytöstä poistamiseen sekä siihen liittyvään kunnossapitoon ja infrastruktuuriin hankealueella. Infrastruktuuriin kuuluvat pääasiassa perustukset, turbiinit, alustat esimerkiksi muuntamoille, muuntamoille, kompressoriasemille ja sisäisille kaapeleille ja putkistoille, kuten on kuvattu luvussa 3 ja teknisessä kuvauksessa, ks. hakemuksen liite C.

Ajallinen rajausta käsittää toiminnan rakentamisvaiheesta käytöstäpoistovaiheeseen. Tuulivoimapuiston odotettu käyttöikä sen käyttöönotosta eli käyttövaiheesta alkaen on arviolta noin 50 vuotta.

#### 6.1.1 Maantieteellinen rajausta

Ympäristövaikutusten arvioinnin maantieteellinen soveltamisala on alue, jolla suunnitelluista töistä ja laitteista aiheutuvat vaikutukset voivat ilmetä tuulipuiston rakentamisen, käytön tai käytöstä poistamisen aikana. Siihen sisältyvät myös näillä alueilla olevat arvot ja edut, joihin toiminta voi vaikuttaa suoraan, välillisesti tai kumulatiivisesti. Toiminnan vaikutukset voivat siten ulottua maantieteellisesti eri laajuudesta riippuen arvioiduista ympäristönäkökohdista tai eduista. Maantieteellinen rajausta määräytyy näin ollen sen alueen perusteella, jolla ympäristövaikutus voi kohdistua johonkin arvoon tai etuun, jota kuvataan vastaavan vaikutuskertoimen perusteella. YVA:ssa käsitellään myös rajat ylittäviä vaikutuksia silloin, kun vaikutus tapahtuu yli kansallisten rajojen tai toisen valtion talousvyöhykkeellä, joka tässä tapauksessa rajoittuu Suomen alueeseen.

#### 6.1.2 Ympäristönäkökohtien ja intressien rajaaminen

Ympäristöarviointi on rajoitettava niihin ympäristönäkökohtiin ja etuihin, joihin toiminnan ympäristövaikutukset voivat merkittävästi vaikuttaa, tai kuulemismenettelyssä erityisesti yksilöityihin näkökohtiin. Rajauksen tarkoituksena on antaa ympäristöarvioinnille asianmukainen laajuus ja yksityiskohtaisuus, jotta se olisi helpommin saatavilla.

Ympäristönäkökohta koostuu esimerkiksi merinisäkkäistä tai kaloista, jotka puolestaan kuuluvat vastaanottajiin, kuten hylkeiden tai lohien kaltaisten erityislajien, piiriin. Muita YVA:ssa kuvattuja ja arvioituja aspekteja ovat kaupallinen kalastus, merenkulku ja valtakunnallisesti merkittävät alueet. Jos vaikutus on

erittäin rajallinen (esim. ajallisesti tai laajuudeltaan) tai jos reseptori ei ole herkkä syntyvälle vaikutukselle, vaikutustekijää ei tutkita tarkemmin.

Ympäristönäkökohdat ja intressit, joihin hankkeella voi olla vaikutuksia ja jotka näin ollen arvioidaan ympäristövaikutusten arvioinnissa, on rajattu koskemaan pohjaeläinympäristöä (pohjakasvillisuus ja pohjaeläimistö), kaloja, merinisäkkäitä, lintuja, lepakoita, kaupallista kalastusta, merenkulkua, lentoliikennettä, kulttuuriympäristöä ja meriarkeologiaa, ulkoilmaelämää ja virkistyskäyttöä, poronhoitoa, maanpuolustusta, ympäristönseuranta-asemia, maisemaa, ympäristön laatustandardeja, valtakunnallisesti merkittäviä alueita ja suojelualueita.

Edellä mainittujen ympäristönäkökohtien ja intressien lisäksi arvioidaan myös kumulatiivisia vaikutuksia, riskejä ja turvallisuutta, valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia, yhteishyötyjä ja ympäristötavoitteita.

Arviointiin on sisällytetty luvussa **Fel! Hittar inte referenskälla.** kuvatut kuulemiset. Sekä kuulemisen että YVA:n jatkotyöskentelyn aikana on käynyt ilmi, että tuulivoimahankkeella ei ole merkittäviä vaikutuksia tiettyihin näkökohtiin, ja ne on siksi rajattu, mikä tarkoittaa, että niitä ei kuvata tarkemmin seuraavassa YVA:ssa. Rajatut näkökohdat on esitetty kohdassa Taulukko 6-1.

Taulukko 6-1 Rajoitetut aspektit, joita ei ole käsitelty tarkemmin YVA:ssa.

Aspekti	Kommentti
<b>Ihmisten terveys</b>	Tuulipuisto rakennetaan ja sitä käytetään noin 10 kilometrin etäisyydelle lähimmästä asutusta saaresta. Koska etäisyys asuinalueista on suuri, rakentamisen ja toiminnan aikainen melu, varjot tai ilmansaasteet eivät vaikuta merkittävästi ihmisten terveyteen.
<b>Luonnonvarat (merenpohjan elottomat luonnonvarat)</b>	Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole nimettyä raaka-aineiden ottoaluetta tai hiilivarastopotentiaalia.
<b>Infrastruktuuri (putkistot, kaapelit, televiestintä jne.).</b>	Hankealueella ei ole havaittu infrastruktuuria.
<b>Eräät ympäristölaatu­normit (MKN)</b>	<i>MKN pohjavesi.</i> Suunnitellut työt eivät vaikuta pohjavesiolosuhteisiin. <i>MKN ilmansaasteet.</i> Tuulivoimapuiston ja ihmisten asuinpaikkojen välisen etäisyyden katsotaan olevan niin suuri, ettei vaikutuksia katsota syntyvän tuulivoimapuiston eri vaiheissa. <i>MKN-melu.</i> Tuulipuiston ja ihmisten oleskelupaikkojen välisen etäisyyden katsotaan olevan niin suuri, että melun ei katsota leviävän ihmisten oleskelupaikkoihin. <i>Kala- ja äyriäisvesien ympäristölaatu­normit.</i> Hankealueen läheisyydessä ei ole näiden ympäristölaatu­normien piiriin kuuluvaa aluetta.

## 6.2 Alustavat tiedot

### 6.2.1 Suoritetut tutkimukset ja selvitykset

Skyborn on tehnyt laajoja tutkimuksia ja selvityksiä nykyisistä ympäristöolosuhteista ja toiminnan ympäristövaikutuksista, mukaan lukien kenttätutkimukset, kirjallisuustutkimukset, analyysit ja mallinnukset hankealueella ja sen läheisyydessä. Näin ollen tuotettu tietopohja on laaja ja tieteellisesti perusteltu. Tiedot kuvataan kokonaisuudessaan kussakin taustaraportissa, jossa kuvataan tarkemmin menetelmä, johon tutkimus tai selvitys on perustunut.

Skybornilla on jo merenpohjan etsintälupa, joka muodostaa perustan tämän hakemuksen yhteydessä tehdyille tutkimuksille.

Ympäristövaikutusten arvioinnin lähtökohtana ovat siis nykytilanteen kuvaukset ja ympäristövaikutusten suuruuden tutkiminen/mallintaminen suunniteltuun tuulipuistoon liittyvien eri vaikutustekijöiden osalta rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. I Taulukko 6-2 esitetään kartoitukset, tutkimukset ja mallinnukset, jotka muodostavat perustan tämän YVA:n eri ympäristöarvioinneille.

Taulukko 6-2 Eri ympäristöarviointien tueksi tehdyt inventoinnit, tutkimukset ja mallinnukset.

Inventaario/tutkimus/ mallintaminen	Menetelmä	Liite/ viite	Vuos i	Toteuttaja
<b>Meren mittaus</b>	Geofysikaaliset kenttätutkimukset (monikeilakaikuluotain (MBES), takaisinsironta (BCS), pohjan alapuolinen profilointi (SBP)).	Viite	2023	Clinton Marine Survey
<b>Merentutkimus</b>	Aaltojen ja virtausten mittaukset ja analysointi	Viite	2022	SMHI
<b>Kenttätutkimukset, mukaan lukien ympäristömyrkyt</b>	Kenttätutkimukset ja sedimenttianalyysit hankealueella.	D10	2023	Niras
<b>Meteorologinen mittaus</b>	Meteorologinen mittaus	Viite	2023	SMHI
<b>Sedimentin leviäminen ja hydrodynamiikka</b>	Tietojen analysointi ja mallintaminen	Liite D9	2024	Niras
<b>Nykytilanteen kuvaus Kalat</b>	Kenttätutkimus hankealueella eDNA:n ja näytekalastuksen avulla, kirjallisuuskatsaus.	Liite D12	2024	Niras
<b>Nykytilan kuvaus Merinisäkkäät</b>	Kenttätutkimus hankealueella eDNA:n avulla ja kirjallisuuskatsaus.	Liite D13	2024	Niras
<b>Nykytilan kuvaus Pohjaeläinympäristö</b>	Kenttätutkimukset, joihin liittyy videokartoitus ja pohjaeläinnäytteenotto, sekä kirjallisuuskatsaus.	Liite D11	2024	Niras
<b>Elinympäristön mallintaminen</b>	Pohjatrooli- ja videokamerakenttätutkimuksista saatujen tietojen mallintaminen.	Viite	2024	Niras
<b>Lintujen yhteenveto</b>	Yhteenveto tehdyistä inventoinneista ja tutkimuksista	Liite D14	2024	WSP

<b>Lintututkimus</b>	Lintujen esiintymistä koskeva esiselvitys Polargrund	Viite	2022	WSP
<b>Lintututkimus</b>	Toteutettavuustutkimus syksyn venytys Pohjanlahti	Viite	2022	P Hansson
<b>Lintututkimus</b>	Merikotkien, merikotkien, kuikkien ja kurkien muutto Pohjanlahden pohjoisosassa.	Viite	2023	P Hansson
<b>Lintu- ja lepakkoselvitys</b>	Toteutettavuustutkimus	Viite	2022	WSP
<b>Lintututkimus</b>	Lämpölintujen muutto Pohjanlahden pohjoisimman rannikon Ruotsin puolella	Viite	2022	P Hansson
<b>Lintuinventoinnit</b>	Lintututkimus veneellä ja tutkalla	Viite	2023	Ottvall Consuting
<b>Lintuinventoinnit</b>	Kesän inventaario veneellä	Viite	2022	WSP
<b>Lintuinventoinnit</b>	Kesän inventaario veneellä	Viite	2023	WSP
<b>Lintuinventointi</b>	Malörenin venyttelytutkimus	Viite	2022	WSP
<b>Lintuinventoinnit</b>	Haaparannan hiekkarannan harhailijalaskenta	Viite	2023	P Hansson
<b>Lintujen inventointi</b>	Malön porojen vaellustutkimus	Viite	2023	WSP
<b>Lepakkoinventointi</b>	Kenttätutkimus autoboxin kanssa Malörenissa	Viite	2023	WSP
<b>Yhteenveto lepakoista</b>	Yhteenveto tehdyistä inventoinneista ja tutkimuksista	Liite D21	2024	WSP
<b>Natura 20000</b>	Tutkimus	Liite D19	2024	Ramboll
<b>Meriarkeologinen tutkimus</b>	Kirjallisuuskatsaus ja syvyysmittaustietojen analyysi	Liite D20	2024	Nordic Maritime Group
<b>Kulttuuriympäristö</b>	Analyysit	Liite D17	2024	Tyréns
<b>Visualisointi</b>	Valokuvamontaasi	Liite D4	2024	Gis
<b>Estevalojen visualisointi</b>	Animaatio	Liite D5	2024	Gis
<b>Maisema-analyysi</b>	Analyysit, mukaan lukien ZTV	Liite D16	2024	Ramboll
<b>Ilmassa kantautuva melu</b>	Laskenta	Liite D7	2024	Akustiset konsultit

<b>Ilmassa kulkeva melu, vety</b>	Laskenta	Liite D8	2024	Akustiset konsultit
<b>Vedenalainen melu</b>	Mallintaminen	Liite D6	2024	Niras
<b>Lentoesteanalyysi</b>	Analyysit	Viite	2024	Siviili-ilmailuviranomainen
<b>Merenkulun riskianalyysi mukaan lukien HAZID-työpaja</b>	ISO 31000 ja 31010, FSA-menetelmät ja työpaja.	Liite D18	2024	RISE
<b>Vetyriskianalyysi</b>	Analyysit	Hakemuksen liite E1	2024	Ramboll
<b>Poronhoitotutkimus</b>	Tutkimus	Viite	2024	Ecogain
<b>Sähkömagneettiset kentät</b>	Laskelma, sisältyy TB:hen	Hakemuksen liite C	2024	Skyborn
<b>Jäähdytysvesi ja retentaatti</b>	Laskenta	Liite D9	2024	Niras
<b>Käytöstäpoistokustannukset</b>	Työpöytäanalyysi	Viite	2023	Tyréns
<b>Kaupallinen kalastus</b>	Analyysit	Liite D15	2024	Niras
<b>Vapaa-ajan kalastus</b>	Kirjallisuuskatsaus	Viite	2024	Niras

## 6.2.2 Suunnitellut rakentamista edeltävät tutkimukset ja selvitykset

Yksityiskohtaiset kenttätutkimukset tehdään ennen puiston yksityiskohtaista suunnittelua ja osana sitä. Näihin voivat kuulua erityyppiset geofysikaaliset tutkimukset, joissa käytetään kaikuluotaimia, kuten monikeilain-, sivutroolari- ja läpikairausluotainlaitteita, jotka eivät sinällään vaikuta merenpohjan materiaaliin, sekä geotekniset tutkimukset, kuten koeporaukset ja geotekniset testit, kuten kärkipaineluotaukset ja sedimenttinäytteenotto, jotka vaikuttavat merenpohjan materiaaliin ja voivat aiheuttaa jonkin verran sameutta.

Laajennettuja mittauksia tehdään myös tuulesta ja valtamerestä, aalloista ja merivirroista sekä merijäämittauksista, kuten jään paksuudesta ja liikkumistavoista. Nämä mittaukset tehdään pidemmällä aikavälillä ja suuremmalla resoluutiolla kuin tähän mennessä tehdyt mittaukset.

## 6.3 Menetelmä

Tässä YVA:ssa kuvataan vaikutuksia, joita voi aiheutua suunnitellun Polargrundin tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. Tätä varten on käytetty järjestelmällistä lähestymistapaa, jonka avulla on tunnistettu ja arvioitu toiminnan mahdollisia ympäristövaikutuksia ja seurauksia, joita voi aiheutua hankkeen eri vaiheissa.

### 6.3.1 Vaikutusten arviointimenetelmät

Tässä YVA:ssa tehdyt ympäristövaikutusten, -arvojen ja -vaikutusten arvioinnit perustuvat eri kysymyksiin:

- Kuinka suuri on ympäristövaikutus (haitta)? Kuinka usein ja milloin se tapahtuu? Onko se väliaikaista vai pysyvää?

- Mikä on sen ympäristönäkökohdan tai intressin ympäristöarvo, johon vaikutukset voivat kohdistua? Muuttuuko arvo myönteisesti vai kielteisesti?
- Mikä on seuraus ympäristönäkökohtaan/ympäristöintressiin suhteessa ympäristövaikutuksen suuruuteen?

Ympäristöseurauksia arvioidaan ympäristövaikutuksen suuruuden ja kyseisen ympäristönäkökohdan tai ympäristönäkökohteen ympäristöarvon perusteella. Ympäristöseurausten tai ympäristövaikutusten arviointi kattaa suunnitellun toiminnan odotettavissa olevat ympäristövaikutukset (haitat), ja siinä otetaan huomioon sitoumukset, jotka koskevat mahdollisia lieventämistoimenpiteitä ympäristövaikutusten (haitan) välttämiseksi, minimoimiseksi tai vähentämiseksi.

Ympäristövaikutuksen suuruusluokka ja vastaanottajan/edunsaajan ympäristöarvo ovat käsitteitä, jotka olisi esitettävä mahdollisimman objektiivisesti ja avoimesti, ja vaikutustenarvioinnissa olisi esitettävä perustelut sille, miten nämä on määritetty. Ympäristövaikutukset tunnistetaan hankkeen eri vaiheiden toimintojen perusteella ja kuvataan vaikuttavina tekijöinä. Vaikutustekijöillä voi olla erilainen merkitys eri edunsaajille. Tutkimuksia ja mallinnuksia on tehty ympäristövaikutusten arvioimiseksi kunkin ympäristönäkökohdan tai edun osalta.

#### 6.3.1.1 Ympäristövaikutuksen suuruusluokka

Mahdollisten ympäristövaikutusten olisi liityttävä arvioitavaan ympäristönäkökohtaan tai etuun. Se voi esimerkiksi perustua eri lajien herkkyteen melulle, saasteille tai muille vaikutuksille. Suuruus määritetään vastaavan vaikutuskertoimen ja reseptorissa mahdollisesti ilmenevän vaikutuksen perusteella, esimerkiksi tietyn pitoisuuden tai äänitason perusteella, joka aiheuttaa vaikutuksen arvioitavaan ympäristönäkökohtaan.

Ympäristövaikutuksen suuruutta arvioitaessa otetaan huomioon myös seuraavat tekijät:

- ympäristövaikutuksen maantieteellinen laajuus (paikallisesti hankealueella, alueellisesti, kansallisesti tai maailmanlaajuisesti).
- Ympäristövaikutuksen kesto - vähäinen ( $\leq 1$  päivä), lyhytaikainen (1 päivästä 4 kuukauteen), pitkäaikainen (4 kuukaudesta muutama vuoteen) tai tuulipuiston koko elinkaaren ajan, mukaan lukien käytöstäpoisto (50 vuotta) tai pysyvä.
- Ympäristövaikutuksen ajankohta on yhteydessä vastaanottajan herkkyteen.
- Ympäristövaikutuksen esiintymistiheys - yleinen, yleinen tai harvinainen.
- Vaikutuksen ominaispiirteet - esim. merinisäkkäiden tilapäinen kuulon heikkeneminen, esteet tietyntyyppisille aluksille jne.

#### 6.3.1.2 Ympäristönäkökulman tai -intressin ympäristöarvo

Ympäristönäkökohta tai etu arvioidaan sen vastaanottajan perusteella, joka on herkin kyseiselle ympäristövaikutukselle. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi kalojen ympäristönäkökulmaa arvioidaan sen lajin perusteella, joka on herkin kyseiselle vaikutustekijälle.

Tuensaajan ympäristöarvo olisi suhteutettava alueeseen, jolla ympäristövaikutuksia voi esiintyä, mutta sitä olisi tarkasteltava myös laajemmasta näkökulmasta. Esimerkkinä voidaan mainita vastaanottajan sinetti. Ympäristöarvoa arvioidaan sen perusteella, missä määrin hylkeet käyttävät vaikutusaluetta, miten ja milloin ne käyttävät vaikutusaluetta ja miten elinvoimainen kanta on alueellisesti. Esimerkiksi kaupallisen kalastuksen osalta arvioinnissa olisi otettava huomioon vaikutusalueella harjoitettava kalastus, mutta sitä olisi myös verrattava alueellisesta näkökulmasta.

Ympäristöarvo ilmaisee herkkyyttä tai alttiutta tutkitulle ympäristövaikutukselle. Se luokitellaan merkittäväksi, kohtalaiseksi, vähäiseksi tai ei merkittäväksi/merkityksettömäksi, ks. Taulukko 6-3. Eri reseptoreiden osalta esimerkiksi erityisominaisuudet, erityisyys ja oikeudellinen suojele ovat tärkeitä arvioinnissa.

Biologisten reseptorien osalta ympäristöarvon tason määrittämiseen voidaan käyttää erilaisia kriteerejä, kuten suojeleuarvoa, herkkyyttä muutoksille, sopeutumiskykyä tai populaation kokoa.

Sosioekonomisten etujen osalta kokoa määritettäessä voidaan käyttää käyttöastetta ja olemassa olevia säännöksiä tai ohjeita, joissa kuvataan esimerkiksi tiettyjen alueiden/toimintojen suojeleuarvoa tai sosiaalisia arvoja, kuten kulttuurisia, taloudellisia, historiallisia tai virkistysarvoja.

Reseptorin ympäristöarvo olisi määritettävä ottaen huomioon alue, jolla vaikutus voi esiintyä, esimerkiksi fyysisesti asutulla alueella tai alueella, jolla voi esiintyä tiettyä saaste- tai melutasoa. Vaikka reseptorin ympäristöarvo kansallisella tai alueellisella tasolla olisikin korkea, sen ei tarvitse olla sitä paikallisella tasolla mahdollisella vaikutusalueella.

### 6.3.1.3 Vaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnin alussa kuvataan nykyiset ympäristöolosuhteet ja arvioidaan, miten ympäristövaikutukset vaikuttavat ympäristönäkökohtiin tai -intresseihin. Tämän jälkeen tehdään vaikutusten arviointi, joka perustuu hankkeen odotettavissa oleviin ympäristövaikutuksiin rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa ja joka sisältää muutokset nykyisessä ympäristössä, joita hankkeen odotetaan varovaisiin oletuksiin perustuen aiheuttavan.

Vaikutusten arvioinnissa käytetään taulukkoa, joka on esitetty Taulukko 6-3.

Taulukko 6-3 Vaikutusten arvioinnin matriisi.

		Ympäristövaikutuksen suuruusluokka			
		iso	kohtalainen	pieni	ei lainkaan / vähäinen
Reseptorin ympäristöarvo	suuri	erittäin suuri ympäristöseuraus	iso ympäristöseuraus	kohtalainen ympäristöseuraus	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus
	kohtalaisesti	iso ympäristöseuraus	kohtalainen ympäristöseuraus	pieni ympäristöseuraus	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus
	pieni	kohtalainen ympäristöseuraus	pieni ympäristöseuraus	pieni ympäristöseuraus	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus
	ei mitään/vähäinen	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus	merkityksetön/vähäinen ympäristöseuraus

### 6.3.2 Menetelmä Natura 2000 -verkostoon kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi

Natura 2000 -alueisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi on tehty, ja se on esitetty liitteessä D19. Arvioitaessa vaikutuksia naapurissa sijaitseviin Natura 2000 -alueisiin on noudatettu Ruotsin ympäristönsuojeluviraston käsikirjaa. Arviointi on tehty suhteessa Natura 2000 -alueiden säilyttämistarkoitukseen, ja se perustuu kunkin alueen vahvistetuissa suojeleusuunnitelmissa kuvattuihin suojeleutavoitteisiin, joiden tavoitteena on saavuttaa tai säilyttää suotuisa suojeleu taso. Arviointia ei siis ole tehty seuraavassa esitetyn matriisin mukaisesti

(Taulukko 6-3) vaan se perustuu siihen, missä määrin on olemassa vaara, että kyseisille Natura 2000 -alueille osoitetuille luontotyypeille ja lajeille aiheutuu vahinkoa ja että ne on tarkoitus suojella vahvistettujen suojelusuunnitelmien ja oikeudellisten vaatimusten mukaisesti. Arvioidaan myös, voiko toiminnasta aiheutua häiriötä, joka voi haitata nimetyille luontotyypeille tyypillisten lajien suojelua.

### 6.3.3 Muut arvioinnit

On myös joitakin muita arviointeja, joissa ei noudateta 6.3.1 kohdassa kuvattua menetelmää, vaan keskitytään esimerkiksi näihin näkökohtiin sovellettaviin erityissäännöksiin. Tämä voi koskea esimerkiksi edunsaajia, joiden kohdalla arviointia ei tehdä asteikolla, vaan seuraus on joko tai ei. Taulukko 6-4 esitetään nämä näkökohdat, joita ei siis arvioida edellä esitetyn menetelmän mukaisesti.

Taulukko 6-4 Muiden näkökohtien ja lainsäädännön arviointi.

Intrssi	Arviointi:
<b>Ympäristötavoitteet</b>	Kuvaa, miten hanke liittyy asiaankuuluviin ympäristötavoitteisiin ja miten se vaikuttaa kansallisten tavoitteiden saavuttamiseen.
<b>Valtakunnallisesti merkittävät alueet</b>	Kuvaus vaikutuksista valtakunnallisesti merkittäviin alueisiin ja niiden nimettyihin arvoihin tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen seurauksena sekä arvio siitä, aiheutuuko toiminnasta merkittävää haittaa tai heikentääkö se merkittävästi valtakunnallisesti merkittävän alueen tarkoitusta.
<b>Maisemakuva</b>	Maiseman luonteen arviointi perustuu siihen, muuttuuko maiseman luonne visuaalisesti. Arviointia tuetaan näkyvyysanalyysillä ja valokuvamontageilla.
<b>Ympäristölaatu normit</b>	Arvio vaikutuksesta ympäristön hyvän tilan edistämisen ja säilyttämisen edellytyksiin meriympäristöasetuksen (2010:1341) ja aluevesien pintavesimuodostumien ympäristölaatu normien mukaisesti.
<b>Kumulatiiviset vaikutukset</b>	Polargrundin tuulivoimapuiston ja nykyisten tai luvanvaraisten toimintojen yhteisvaikutuksista tehdään yhteenveto nykykäytännön mukaisesti.
<b>Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset</b>	Rajat ylittäviä ympäristövaikutuksia arvioidaan samalla menetelmällä kuin Ruotsin rajojen sisäisiä etuja arvioitaessa.
<b>Riski ja turvallisuus</b>	Riskit kuvataan ja niitä hallitaan merenkulun ja vedyntuotannon riskianalyysillä.
<b>Seurantatoimien arviointi</b>	Tuulivoimapuiston seurauksena odotettavissa olevien toissijaisten toimintojen kuvaus ja yleinen arviointi.

### 6.3.4 Konservatiivinen arviointi

Skyborn hakee lupaa enintään 120 tuulivoimalan rakentamiseen, joiden kokonaiskorkeus on 350 m. Tuulivoimaloiden määrän jakautuminen osa-alueiden kesken voi kuitenkin vaihdella, ja kuten edellä on kuvattu, aluevesillä voimaloiden enimmäismäärä on 85 ja talousvyöhykkeellä 75. Tuulivoimaloita voidaan rakentaa enintään 120 kappaletta. Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen tekniikan ja suunnittelun valinta voidaan kuitenkin määrittää vasta yksityiskohtaisen suunnittelun jälkeen, minkä vuoksi ympäristövaikutuksista ja niiden seurauksista tehdään varovainen arvio, joka perustuu tuulipuiston



rakentamisen *pahimpaan mahdolliseen skenaarioon* (WCS). WCS:n käsite vaihtelee tutkittavan vaikutustekijän ja vastaanottajan mukaan.

Kunkin vaikutustekijän osalta arviointi on näin ollen perustunut räätälöityyn WCS:ään. Kaiken kaikkiaan menetelmä voi johtaa skenaarioon, jonka vaikutukset ja seuraukset ovat yleisesti ottaen suurempia kuin todellinen tulos, mutta näin varmistetaan, että ympäristövaikutuksia ei aliarvioida. Tämä tarkoittaa, että tuulipuiston suunnittelusta riippumatta toiminnan aiheuttamien ympäristövaikutusten ei katsota olevan suurempia kuin mitä tässä YVA:ssa on kuvattu ja arvioitu.

WCS ei aina liity laitosten lukumäärään ja sijaintiin, vaan se voi joissakin tapauksissa riippua muista tekijöistä, kuten perustuksen valinnasta tai energiansiirtotekniikasta (sähkö tai vety).

### 6.3.5 Epävarmuustekijät

Vaikutusten arvioinnissa käytetään erilaisia taustaraportteja, tutkimuksia, mallinnuksia ja laskelmia, ks. kohta 6.2. Todellisuudesta pyritään saamaan mahdollisimman kattava kuva, mutta epävarmuutta on aina jonkin verran. Tiettyyn tutkimukseen liittyvät epävarmuustekijät, kuten inventointimenetelmään tai analyysimenetelmään liittyvät epävarmuustekijät, ilmoitetaan asianomaisessa taustaraportissa.

## 7. Vaikuttavat tekijät

Vaikutustekijät ovat muutoksia, joita ympäristössä tapahtuu toiminnan seurauksena, ja ne ovat siten keskeisiä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Vaikutustekijät vaihtelevat eri vaiheissa ja riippuvat suurelta osin suoritettavasta työstä tai toiminnasta. Rakentamisvaiheessa vaikutustekijät riippuvat siitä, mitä asennuksia tehdään, kun taas käyttövaiheessa kyse on pääasiassa tuulivoimaloiden fyysisestä läsnäolosta tai huolto- ja korjaustöistä aiheutuvista vaikutuksista. Taulukko 7-1 esitetään yhteenveto ennustetuista vaikutustekijöistä.

Vaikutavuustekijän aiheuttama ympäristövaikutus riippuu puolestaan siitä, mikä vastaanottaja on. Vastaanottaja voi olla tietty laji tai tietty etu, kuten kaupallinen kalastus. Ympäristövaikutukset ovat siis vaikutuksia, jotka syntyvät esimerkiksi tason, tunkeutumisen tai esteen muodossa. Ympäristövaikutukset raportoidaan kunkin ympäristönäkökohdan/edunsaajan tai edun osalta luvussa 9 olevassa vaikutusten osiossa. Vaikutusten laajuutta voidaan minimoida erilaisilla hankkeen mukautuksilla ja suojatoimenpiteillä, joita kuvataan luvussa 8.

Taulukko 7-1 Yhteenveto vaikuttavista tekijöistä kaikissa hankkeen vaiheissa.

Vaikuttava tekijä	Rakennusvaihe	Käyttövaihe	Käytöstäpoisto
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	x		x
Vedenalainen melu	x	x	x
Ilmassa kantautuva melu	x	x	x
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	x	x	x
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	x	x	x
Syvyys, virtaus- ja aalto-olosuhteet		x	
Sähkömagneettiset kentät		x	
Jäähdytysveden purku ja retentaatti		x	
Jääolosuhteet		x	
Visuaalinen vaikutus ja esteiden valaistus		x	

Kutakin vaikutustekijää tutkitaan ja hallinnoidaan *pahimman mahdollisen* skenaarion perusteella. Mallintaminen ja tutkimukset perustuvat siis oletuksiin, jotka perustuvat kyseiseen vaikutustekijään. Esimerkiksi vedenalaisen melun osalta oletetaan, että perustukset rakennetaan paalutusmonipaaluilla, mikä aiheuttaa korkeamman vedenalaisen melun tason kuin muut perustustyyppit. Kutakin mallinnusta tai tutkimusta varten tehtyjä oletuksia kuvataan yksityiskohtaisemmin kunkin mallinnuksen tai tutkimuksen lisäyksessä ja yleisesti kunkin vaikutustekijän osalta seuraavissa jaksoissa.

### 7.1 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

Rakentamisvaiheessa on toimintoja, jotka aiheuttavat sedimenttien sameutta vesipatsaassa. Sameuden laajuus riippuu pääasiassa rakennustyön tyypistä ja käytetystä menetelmästä sekä sedimenttien koostumuksesta ja vallitsevista olosuhteista. Suspendoituneet sedimentit voivat levitä virtausten mukana pois

paikasta, jossa sameutta esiintyy. Kun sedimenttihiukkaset sitten vajoavat pohjaan (laskeutuvat), leviämisestä johtuvia vaikutuksia voi esiintyä sekä hankealueella että ympäröivillä pohja-alueilla sedimentin laskeutumisen kautta. Hienojakoiset sedimentit, kuten savi ja siltti, aiheuttavat suurempia sameuspitoisuuksia kuin karkeammat sedimentit, kuten sora ja hiekka. Hienommilla hiukkasilla on myös pidempi viipymäaika vesipatsaassa, mikä vaikuttaa siihen, kuinka kauan sameus kestää ja kuinka kauas sameus voi levitä.

Samentumista aiheuttavat rakennustyöt ovat esimerkiksi perustusten kaivaminen ja sisäisten putkistojen asentaminen.

Tuulivoimaloiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin poistamiseksi käytöstä on suoritettava tiettyjä toimenpiteitä, jotka voivat aiheuttaa sedimenttien leviämistä. Käytöstäpoistotapa määritetään myöhemmin, ja se riippuu pitkälti teknologian kehityksestä ja käytännöistä, kun tuulipuisto lähestyy enimmäiselinkaarensa loppupäätä.

### **Sameuden ja sedimentaation mallintaminen**

Sameustöiden vaikutusten tutkimiseksi on tehty sedimenttimallinnus, joka kuvataan kokonaisuudessaan lisäyksessä D9. Mallinnus tehtiin kuulemisen aikana esitetyn tutkimusalueen pohjapiirroksen perusteella. Koska kaivutöiden ja sisäisen putkiverkoston asennuksen aiheuttaman sameuden odotettavissa olevan sedimentin määrä on laajuudeltaan ja kooltaan samanlainen kuin uudella hankealueella, mallinnuksen tulokset ovat edustavia myös nykyisellä hankealueella. Tästä on kerrottu taustaraportissa (liite D9).

Eniten turbulenssia aiheuttavat asennustyöt ovat painovoimaisen perustuksen kaivaminen ja sisäisten kaapeleiden hautaaminen (auraaminen). Kaapeleiden kaivamisen tai auraamisen sijaan kaapelit voidaan huuhdella alas, mikä aiheuttaa yleensä enemmän sameutta kuin kaivaminen/auraaminen. Puiston pohjaolosuhteet, joissa on karkeaa sedimenttiä tai kiinteää savea, merkitsevät sitä, että huuhtelua ei pidetä sopivana menetelmänä. Siksi mallinnus on perustunut sisäisen putkiverkoston asennustapaan, joka on auraaminen.

<sup>3</sup>Vesistöön päästettävän sedimentin kokonaismäärän arvioidaan olevan noin 250 000 metrin luokkaa. Tästä määrästä raskaat hiukkaset laskeutuvat suoraan pohjaan ja noin 70 prosenttia suspendoituu. Mallinnuksessa oletetaan, että suurin osa suspendoituneesta määrästä, noin 75 prosenttia, vapautuu vesimassaan lähellä pohjaa (noin 2 metriä pohjan pinnan yläpuolella) ja loput veden pinnalla (noin 2 metriä merenpinnan alapuolella).

Mallinnus osoittaa, että sameus leviää jopa noin 5 km:n päähän hankealueen ulkopuolelle ja että pitoisuudet ovat yleensä korkeimmillaan paikallisesti perustusten ympärillä, jossa kaivutyöt tehdään. Pitoisuudet vaihtelevat sekä ajallisesti että vesipatsaassa, ja mallinnus osoittaa, että matalassa vesimassassa voidaan yleensä odottaa 10 mg/l pitoisuutta, jonka kesto on enintään 24 tuntia. Merenpohjan lähellä vastaava pitoisuus, eli 10 mg/l, kestää enintään 2 päivää lukuun ottamatta rakennustöiden ympärillä olevia paikallisia paikkoja, joissa kesto voi olla hieman pidempi. Yli 100 mg/l:n pitoisuuksia esiintyy pääasiassa merenpohjan läheisyydessä, ja niiden kesto on yli 2 päivää.

Lisäksi malli osoittaa, että yli 10 mm:n sedimentaatiotasot esiintyvät pääasiassa hyvin paikallisesti yksittäisten perustusten asentamisen ympärillä, yhteensä 1 hehtaarin alueella tutkimusalueella. Yli 5 mm:n sedimentaatiotasoja esiintyy hyvin pienellä osalla, noin 1 prosentilla tutkimusalueen kokonaispinta-alasta.

Koska kolme esimerkkimallia tuottavat samankaltaisia massamääriä, mikä johtuu pääasiassa siitä, että perustusten määrä on sama ja että sisäisen kaapeli- tai putkiverkoston pituus ei poikkea merkittävästi toisistaan, niitä pidetään suhteellisen samankaltaisina tuloksia vertailtaessa. I Taulukko 7-2 esitetään

yhteenveto mallin tuloksista kolmelle pohjaratkaisulle. <sup>22</sup>Laskelmat osoittavat, että 5 mm:n sedimentin peittämä alue on noin 1,5 km ja että 10 mm:n sedimentin peittämä alue on vain 0,01 km.

Taulukko 7-2 Sedimentin laskeuman laajuuden laskentatulokset eri esimerkkikaavioiden osalta.

<b>Mallinnettu sedimentaatio</b>			
<b>Sedimentin laskeuma (mm)</b>	<b>5 mm</b>	<b>10 mm</b>	<b>25 mm</b>
Vaikutusalue (ha) - Layout 1	100	0	-
Vaikutusalue (ha) - Layout 2	134	1	-
Vaikutusalue (ha) - Layout 3	153	1	-

Mallinnuksen tulokset ja käytetyt syöttöparametrit esitetään kokonaisuudessaan liitteessä D9.

## 7.2 Vedenalainen melu

Tuulipuiston rakentamisen ja käytön aikana vedenalaista melua syntyy rakennustöistä, huoltotöistä ja yksittäisistä tuulivoimaloista käytön aikana. Vedenalaisen melun leviäminen riippuu useista tekijöistä, kuten suolapitoisuudesta, lämpötilasta, syvyydestä, batymetriasta, sedimentin rakenteesta ja hydrografiasta. Esimerkiksi pehmeät pohjat vaimentavat ääntä paremmin kuin kovat pohjat. Lisäksi äänen eteneminen vesipatsaassa on huomattavasti pidempää kuin ilmassa ja sen arvioidaan etenevän jopa neljä kertaa nopeammin.

Useimmissa ympäristöissä on sekä bioottisista että abioottisista (elottomista) tekijöistä johtuvaa taustamelua, joka vaihtelee yleensä 1 Hz:stä noin 100 kHz:iin. ICES esittää Itämeren osalta taustamelun jatkuvista vedenalaisista meluaineistoista. Vedenalaiset melutasot esitetään keskiarvona kunkin vuosineljänneksen osalta vuodesta 2018 (Q1 - Q4). ICESin kartoista käy ilmi, että ympäristömelutasot vaihtelevat merkittävästi vuodenajan ja taajuuden mukaan. Hankealueella havaitaan jopa 85 dB:n tasoja alimmalla 63 Hz:n taajuusalueella, jopa 90 dB:n tasoja 125 Hz:n taajuusalueella ja jopa 95 dB:n tasoja 500 Hz:n taajuusalueella. Melutaso on korkeimmillaan neljänneksen vuosineljänneksen aikana, kun taas muina vuodenaikoina melutasot ovat yleensä alhaisempia (liite D6).

Vedenalaista melua esiintyy korkealla ja mahdollisesti haitallisella tasolla vain perustusten asennusvaiheessa, erityisesti paalutuksen aikana. Tuulivoimapuiston melua eniten aiheuttava toiminto on monopile-perustusten paalutus.

Rakennustöiden aiheuttaman vedenalaisen melun lisäksi melua aiheutuu myös laivakuljetuksista, huoltotöistä ja tuulivoimaloiden toiminnasta, mutta näiden äänilähteiden ei katsota aiheuttavan suoraan haitallisia äänitasoja, mutta ne voivat mahdollisesti aiheuttaa poikkeavaa liikkumiskäyttäytymistä joillekin lajeille.

### Perustusten rakentaminen

Perustusten rakentamisen aikana syntyvä melutaso riippuu pääasiassa perustustyyppistä ja asennusmenetelmästä. Monipaaluperustusten paalutus aiheuttaa suurimmat melutasot, ja siksi se on arviointien ulottuvuus. Perustuksen koko, vasaraniskujen taajuus ja vasarointitekniikka ovat muita tekijöitä, jotka vaikuttavat äänen etenemiseen. Melun leviämisen vähentämiseksi voidaan käyttää erilaisia melunvaimennustekniikoita.

### **Alusliikenne**

Alusliikenteen voidaan odottaa lisääntyvän kaikissa vaiheissa, mutta sen intensiteetti vaihtelee käynnissä olevien töiden mukaan. Alueella on jo ennestään laivaliikennettä, joten tuulipuistoon liittyvät laivakuljetukset eivät aiheuta täysin uudenlaista melulähdettä. Keskimääräiset äänitasot laivaväylillä ovat yleensä 100-130 dB re 1 µPa taajuusalueella 50-200 Hz. (Nord Stream 2 AG, 2017).

### **Turbiinit**

Toiminnan aikana tuulivoimalat lähettävät ääniä, jotka voivat poiketa alueen luonnollisista taustäänistä. Tuulivoimaloiden melun voimakkuus ja taajuusjakauma vaihtelevat ja riippuvat muun muassa tuulen nopeudesta. Rakenteista kantautuvan melun taajuuteen ja voimakkuuteen vaikuttavat tuulen nopeus, perustusten ominaisuudet sekä turbiinien lukumäärä ja teho. Tougaard et al. (2020) päättelivät, että turbiinin koosta riippumatta syntyvä melu on vähäistä verrattuna muihin ei-luonnollisiin ääniin (esim. laivoihin), ja myös toimintamelu vähenee merkittävästi etäisyyden kasvaessa perustuksesta.

### **Kunnossapito-/korjaustyöt**

Huolto- ja korjaustöiden aikainen vedenalainen melu vaihtelee suoritettavista toimista riippuen. Jotkin huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa ilman vedenalaisen melun lisääntymistä lukuun ottamatta alusten kuljetuksia alueelle ja alueelta. Kunnossapitotöiden aikana syntyvän melun luonne riippuu muun muassa siitä, mihin osaan melu kohdistuu, eli tuulivoimaloihin, lauttoihin tai sisäisiin putkistoihin, ja siitä, mitkä perustukset lopulta valitaan.

### **Vedenalaisen melun mallintaminen**

Vedenalaisen melun vaikutusten tutkimiseksi on tehty melumallinnus ja -selvitys rakentamisen ja käytön osalta, ks. liite D6. Tutkimuksessa on aluksi verrattu monopile- ja ristikkoperustusten asennusta, mikä osoittaa, että monopile-perustusten asennuksen vaikutusalue on suurempi kuin ristikkoperustusten asennustavan (paalutus) osalta. Tämän jälkeen mallinnus on perustunut monopile-perustusten asennukseen *pahimpana mahdollisena* skenaariona.

Mallinnus on tehty kuudessa edustavassa pisteessä, jotka on sijoitettu hankealueelle, ja se esitetään äänen leviämiskarttoina asianomaisten lajien osalta.

Monopile-perustuspaalutuksen meluvaikutusten vähentämiseksi malliin on sisällytetty suojaustoimenpiteet, jotka ovat *Hydro Sound Damper* (HSD) ja *Double Big Curtain* (DBBC). Mallin tuloksissa otetaan huomioon myös ramppaus ja pehmeä käynnistys.

Mallinnuksen tuloksia kuvataan merinisäkkäiden ja kalojen kannalta merkityksellisten kynnyсарvojen osalta. Näitä vertailuarvoja kuvataan tarkemmin merinisäkkäiden ja kalojen vaikutuksia koskevissa jaksoissa, ks. luku 9.

## **7.3 Ilmassa kantautuva melu**

Ilmassa kantautuva melu aiheutuu pääasiassa rakennusvaiheen aikana rakennusalusten toiminnasta ja käyttövaiheen aikana tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvasta melusta.

Rakennusvaiheen aikana ilmaan kohdistuvat vaikutukset ilmenevät pääasiassa perustusten ja tuulivoimaloiden asennuksen sekä laivakuljetusten aikana. Tuulivoimaloiden ja niiden perustusten, tornien ja turbiinien kuljettamiseen ja asentamiseen tarvitaan suuria nosturialuksia. Niitä puolestaan palvelevat pienet tukialukset, jotka toimittavat tarvikkeita, työvoimaa ja materiaaleja. Samoin sisäisen kaapeliverkoston tai putkiverkoston asentamiseen tarvitaan erikokoisia kaapelinasennusaluksia.

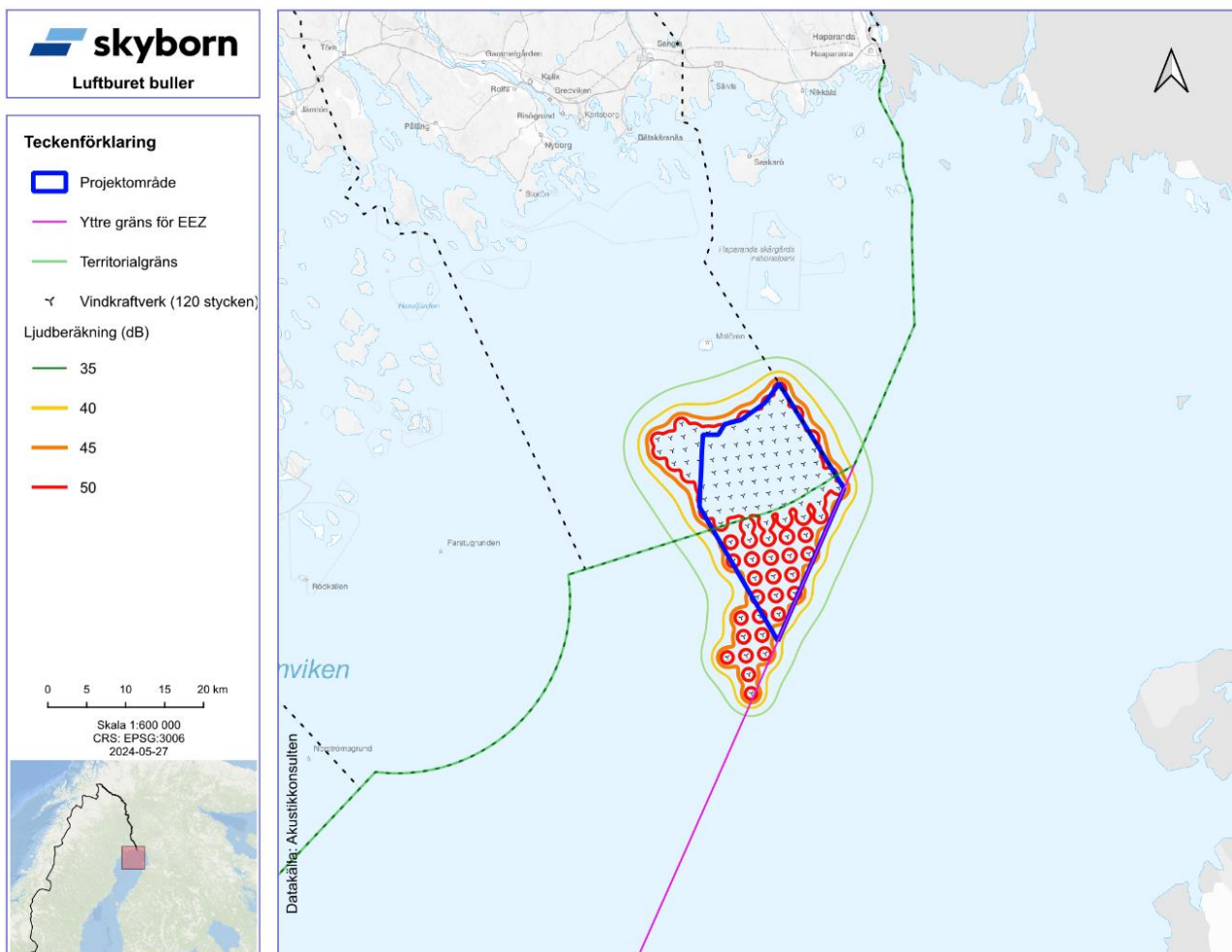
Toiminnan aikana melua syntyy sekä itse tuulivoimaloista että jossain määrin vedyn tuotannosta. Tuulivoimaloiden toiminnan aikainen melu voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin: mekaaniseen meluun, joka aiheutuu esimerkiksi vaihteistosta, ja aerodynaamiseen meluun, joka aiheutuu ilman kulkemisesta lapojen yli.

### Toiminnan aikaisen ilmassa kantautuvan melun laskeminen

Akustikkonsultin on tehnyt tutkimusalueelle ohjeellisen melulaskennan toimintavaiheen osalta, ja se on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä D7. A-painotettua ekvivalenttimelutasoa ulkona koskevaa tulosta verrataan käytännön mukaiseen ohjearvoon 40 dBA, ks. Kuva 7-1. Tämä on alhainen melutaso verrattuna muihin melulähteisiin, kuten lento- ja laivaliikenteeseen. Matalataajuisen äänen osalta sisätiloissa välillä 31,5-200 Hz vertailu tehdään Ruotsin kansanterveysviraston yleisten sisäilmamelua koskevien ohjeiden ohjearvoihin, FoHMFS 2014:13.

Tehtyjen melulaskelmien mukaan ohjearvot eivät ylity ulkona tai sisätiloissa millään naapurisaarilla tai mantereella. On syytä lisätä, että laskelmat perustuvat kuulemisen aikana esiteltyyn tutkimusalueeseen. Tulosten marginaalisuuden vuoksi laskelmia voidaan kuitenkin pitää edustavina myös hankealueen osalta.

Lisäksi on tehty laskelmia vedyn tuotannon ilmassa kantautuvasta melusta ja siitä, miten se vaikuttaisi sekä vedyn tuotannon että tuulivoimaloiden aiheuttamaan kumulatiiviseen meluun. Laskelmat ja tulokset esitetään kokonaisuudessaan liitteessä D8. Tulokset osoittavat, että ohjearvot eivät ylity ja että vedyntuotannon ja tuulivoimaloiden kumulatiivinen vaikutus tutkimusalueella ei ole merkittävä.



Kuva 7-1 Äänen eteneminen toimintavaiheessa esimerkialustan 2 perusteella.

## 7.4 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

Tuulivoimaloiden ja muiden alustojen muodossa olevat fyysiset laitteistot ja roottorin lapojen peittoalue voivat rajoittaa pääsyä hankealueelle tai aiheuttaa siirtymistä siinä määrin, että se muodostaa esteen maisemaan.

Fyysisten vaikutusten aiheuttamat vaikutukset liittyvät pääasiassa lintujen ja lepakoiden törmäysriskiin, kaupallisen kalastuksen rajoituksiin ja rajoituksiin sekä merenkulkuun, sotilastoimintaan ja lentoliikenteeseen kohdistuviin riskeihin alueella. Fyysisten vaikutusten laajuus riippuu useista muuttujista. Tuulivoimaloiden koko ja lukumäärä ovat keskeisiä, mutta myös tuulivoimaloiden välinen etäisyys on tärkeä. Fyysisten laitosten vaikutukset riippuvat vastaanottajasta, ja niitä käsitellään yksityiskohtaisemmin kunkin ympäristönäkökulman tai edun kohdalla luvussa 9.

Tuulipuiston perustaminen voi aiheuttaa lentoliikenteelle rajoituksia erityyppisten esteiden rajoituspintojen (kuten minimialuekorkeuden, MSA) osalta lentoasemia ympäröivässä ilmatilassa. Sen vuoksi Ruotsin ilmailuhallinto on laatinut ilmailun esteanalyysin.

Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon, että joidenkin pyydysten käyttö hankealueella ei ole mahdollista, koska tuulivoimaloiden ja muiden alustojen muodossa olevat fyysiset esteet vaikeuttavat alueella liikkumista ja kalastusvälineiden vaurioitumisriski kasvaa. Kaupallista kalastusta kuvataan tarkemmin luvussa 9 ja lisäyksessä D15.

## 7.5 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

Maanalaiset fyysiset vaikutukset ovat väliaikaisia, pitkäaikaisia tai pysyviä vaikutuksia merenpohjaan ja vesipatsaaseen, jotka johtuvat rakennettavista rakenteista ja rakennusvaiheen asennuksista. Fyysisiä vaikutuksia merenpohjaan kohdistuu kaikissa vaiheissa, esimerkiksi merenpohjan valtausten, elinympäristön muuttumisen ja riuttojen vaikutusten kautta. Toimintavaiheessa käytetyn alueen määrä riippuu käytetystä perustustyyppistä, asennettujen tuulivoimaloiden määrästä, tarvittavien kaapelisuojiin määrästä ja siitä, missä määrin perustusten ympärillä käytetään eroosiosuojausta. Rakentamisvaiheessa fyysinen vaikutus riippuu työalueesta, esimerkiksi sisäisen putkilinjan varrella olevasta työlevydestä, johon sisältyy valmistelutöitä ja kaapeleiden asentamista. Samoin fyysistä vaikutusta voi esiintyä käytöstäpoiston aikana. Kiinteät perustukset voivat puolestaan aiheuttaa vaikutuksia myös varjostuksen muodossa.

Keinotekoisia riuttoja voi syntyä, kun kiinteät rakenteet, kuten perustukset, eroosiosuojat tai kaapeleiden suojukset, tuovat merenpohjaan uusia kovia rakenteita. Riutat luovat kolmiulotteisen rakenteen, joka tarjoaa erilaisia pintoja, joilla on erilaisia kaltevuuksia ja altistumisasteita, mikä voi auttaa lisäämään alueen biologista monimuotoisuutta, koska eri lajit ja eliöt pyrkivät hakeutumaan näihin rakenteisiin. Riuttojen vaikutukset voivat olla sekä myönteisiä että kielteisiä riippuen paikallisista olosuhteista ja ympäristöstä, johon keinotekoinen rakenne on lisätty. Yksi ero muuntyyppisiin keinotekoisiiin riuttoihin verrattuna on se, että tuulivoimalat (perustukset) ulottuvat toimintavaiheessa koko vesipatsaan läpi. Tämä tarkoittaa, että koko vesipatsaaseen syntyy pintoja, jotka luovat uusia olosuhteita eliöille asettua.

Sisäisellä putkiverkolla voi olla joko tilapäisiä tai pitkäaikaisia fyysisiä vaikutuksia asennustavasta ja paikallisista olosuhteista riippuen. Kaapelilla, joka aurataan maahan, on tilapäinen vaikutus rakennusvaiheessa, jolloin luontotyytit voivat palautua käyttövaiheessa. Jos kaapelit on suojattava fyysisesti peittämällä, merenpohjaan luodaan uusia kovia rakenteita, jotka säilyvät koko tuulipuiston elinkaaren ajan.

Suurin jalanjälki syntyy, jos 120 yksittäistä tuulivoimalaa ja muuta alustaa rakennetaan painovoimaisella perustuksella, sillä tämällytyypiset perustukset vievät suurimman alueen. <sup>2</sup>Painovoimaperustusten ja sisäverkon rakentamisvaiheessa käyttämä kokonaispinta-ala on yhteensä 8 kilometriä, eroosiosuojaus ja kaapeleiden peittäminen mukaan luettuina. Tämä vastaa noin 2,3 prosenttia hankealueen kokonaispinta-alasta. Toimintavaiheessa fyysisten asennusten osuus hankealueen kokonaispinta-alasta on noin 1,7 prosenttia.

## 7.6 Sähkömagneettiset kentät

Sisäinen kaapeliverkko synnyttää sähkömagneettisen kentän, joka vaihtelee muun muassa virran voimakkuuden ja käytetyn kaapelityypin mukaan. Sähkömagneettisen kentän voimakkuus on suurimmillaan suurimman virran tuotannossa, ja se koostuu sähkökentästä ja magneettikentästä. Sähkökenttä voidaan minimoida kaapelin suunnittelulla. Johtimen ympärillä olevaa magneettikenttää ei voida estää samalla tavalla, mutta se pienenee nopeasti etäisyyden kasvaessa ja on häviävän pieni verrattuna maan omaan staattiseen magneettikenttään, jonka kentän voimakkuus on noin 50  $\mu\text{T}$ . Vaihtovirtajohtimen ympärillä oleva magneettikenttä vaihtelee virran taajuuden mukaan, mikä poikkeaa maan staattisesta magneettikentästä. Virran voimakkuus sisäisen kaapeliverkon eri osissa riippuu siitä, miten tuulivoimalan kaapelit on liitetty. Sähkömagneettisia kenttiä kuvataan tarkemmin teknisessä kuvauksessa, ks. hakemuksen liite C.

### Sähkömagneettisten kenttien laskeminen

Magneettikentän arvioimiseksi Skyborn on laskenut magneettikentän ohjeellisen suuruuden sisäisen kaapeliverkon kaapeleiden ympärillä mahdollisilla virran tasoilla ja kaapelikokoonpanoilla. Laskelmat esitetään kokonaisuudessaan teknisessä kuvauksessa, ks. hakemuksen liite C.

Magneettikentän arvioitu voimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa maahan upotetusta LVI-kaapelista. Arvioitu magneettikenttä on noin 12,5  $\mu\text{T}$  alapinnalla kahden metrin päähän haudatun kaapelin kohdalla ja laskee alle 1  $\mu\text{T}$ :iin kahdeksan metrin jälkeen. Yhden metrin syvyydessä arvioitu magneettikenttä on noin 50  $\mu\text{T}$  alapinnalla ja laskee noin 1  $\mu\text{T}$ :iin kahdeksan metrin jälkeen.

Kun HVDC-tekniikkaa käytetään redundanssikaapeleissa, kaapeleiden ympärille syntyy magneettikenttä, joka eroaa vaihtovirtakaapeleiden ympärille syntyvästä kentästä. Magneettikentän ohjeellinen suuruus vierekkäisten napojen kanssa tasavirtakaapeleiden ympärillä on arviolta 65  $\mu\text{T}$  alapinnalla, ja se pienenee noin 1  $\mu\text{T}$ :iin 8 metrin matkan jälkeen. Jos tasavirtakaapelit asennetaan erikseen ja napojen välinen etäisyys on suurempi, viereisten kaapeleiden aiheuttama pienentävä vaikutus magneettikenttään vähenee, jolloin magneettikentän voimakkuus kasvaa. Yhden metrin syvyydessä erillisen HVDC-kaapelin ympärillä oleva magneettikentän arvioitu maksimiarvo on 200  $\mu\text{T}$  alapinnalla ja laskee alle 20  $\mu\text{T}$ :iin 10 metrin etäisyydellä. Kahden metrin syvyydessä arvioitu magneettikentän maksimiarvo on 100  $\mu\text{T}$  pohjapinnalla ja laskee noin 15  $\mu\text{T}$ :iin 20 metrin etäisyydellä.

## 7.7 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

Toimintavaiheen aikana vetyjärjestelmistä ja/tai muista alustoista peräisin oleva jäähdytysvesi päästetään takaisin vesipatsaaseen. Vedenjäähdytysjärjestelmästä vapautuva vesi koostuu lämmitetystä merivedestä, jonka lämpötila on arviolta noin 15 °C:n lämpötilassa. Kun merivettä käytetään vedyntuotannon raaka-aineena, syntyy myös retentaatti eli vesi, joka jää jäljelle, kun merivettä suolanpoistetaan vedyntuotantoa varten. Retentaatin suolapitoisuus (suolapitoisuus) on korkeampi kuin ympäröivän meriveden.



### **Jäähdytysveden ja retentaatin mallintaminen**

Niras on tehnyt mallinnuksen, joka esitetään lisäyksessä D9, sen selvittämiseksi, miten lämpimämmän veden ja retentaatin päästöt voivat vaikuttaa ympäröivään vesiympäristöön.

Mallinnus osoittaa, että vedyntuotannosta peräisin oleva suolainen vesi sekoittuu ympäröiviin vesimassoihin, ja erot pienenevät alle 10 metrin etäisyydellä poistoaukosta. Koska vaikutus on niin paikallinen yksittäisten perustusten ympärillä, ei ole mahdollista havaita eroja kolmen esimerkkiin perustuksen välillä. Kun vedyn tuotannosta peräisin oleva retentaatti lasketaan yhteen kaikkien tuulivoimaloiden kohdalla, hankealueella mahdollisesti tapahtuva suolapitoisuuden muutos on alle 1 prosentti luonnollisesta suolapitoisuudesta ja vastaa vesimassan luonnollisia vaihteluita.

Mallinnus osoittaa lisäksi, että lämpimän veden päästäminen sähköaseman jäähdytysjärjestelmästä vaikuttaa paikallisesti 10-40 metrin etäisyydellä päästökohdasta. Kokonaisvaikutus lämpötilan muutoksina hankealueella on -0,25-0,25 astetta vuodenaikasta riippuen. Verrattuna lämpötilan luonnollisiin kausittaisiin ja vuosittaisiin vaihteluihin tämä muutos on erittäin pieni. Koska vaikutus ilmenee vain paikallisesti yksittäisten perustusten ympärillä, kolmen suunnitelman välillä ei ole eroa. Mallinnus on tehty tutkimusalueelle, mutta paikallisen vaikutuksen vuoksi sitä voidaan soveltaa myös hankealueeseen.

## **7.8 Jääolosuhteet**

Koska hankealue sijaitsee alueella, joka yleensä peittyy jäällä joka talvi, on olemassa riski, että tuulivoimalat ja muut alustat voivat vaikuttaa jäänmuodostukseen, mikä puolestaan voi aiheuttaa vaikeuksia ja riskejä nykyiselle alusliikenteelle. On kuitenkin epävarmuutta siitä, miten ja missä määrin kiinteät rakenteet vaikuttavat jään muodostumiseen. Parhaillaan tehdään tutkimusta, jossa mallinnetaan, miten merituulivoimalaryhmät vaikuttavat jääolosuhteisiin paikallistasolla yksittäisten perustusten ja perustusten ryhmien ympärillä sekä altaan tasolla (eli koko Pohjanlahden alueella).

RISE on laatinut riskianalyysin, jonka tarkoituksena on tutkia ja kuvata jäänmuodostukseen liittyviä vaikutuksia alusliikenteeseen ja sitä, missä määrin alusliikenteeseen kohdistuva riskikuva muuttuu eri vuodenaikoina. Riskianalyysi ja jääolosuhteisiin kohdistuvat vaikutukset esitetään lisäyksessä D18, ja niistä esitetään yhteenveto luvussa 11.

## **7.9 Syvyys, virtaus- ja aalto-olosuhteet**

Kun merialueelle rakennetaan uusia rakenteita tuulivoimaloiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin muodossa, maanalainen ympäristö muuttuu. Esimerkiksi perustukset ja niitä ympäröivä eroosiosuojaus aiheuttavat uusien rakenteiden myötä paikallisen muutoksen batymetriassa. Tuulivoimalat voivat myös vaikuttaa vesimassojen virtauksiin hankealueella ja sen lähivesialueilla. Tällainen muutos voi johtaa hienorakeisten pohjasubstraattien siirtymiseen, jos virtaukset lisääntyvät merkittävästi. Rakenteet voivat myös aiheuttaa muutoksia aallonkorkeuksissa hankealueella ja sen läheisyydessä.

### **Virtausten ja aaltojen mallintaminen**

Niras on tehnyt mallinnuksen sen selvittämiseksi, miten tuulivoimalat vaikuttavat hankealueen ja sitä ympäröivän vesialueen hydrodynaamisiin olosuhteisiin. Mallinnus esitetään kokonaisuudessaan liitteessä D9, ja siitä esitetään lyhyt yhteenveto seuraavissa kohdissa.

Mallinnus laadittiin kuulemisen aikana esitetyn tutkimusalueen pohjapiirustuksen mukaisesti, ja raportissa todetaan, että mallinnuksen tulokset ovat vertailukelpoisia uuden mukautetun hankealueen kanssa.

Mallinnuksessa on käsitelty vaikutuksia virtauksiin, aallonkorkeuksiin ja nousuveden ilmiöön. Mallinnuksen mukaan kaikki tuulipuiston rakenteet aiheuttavat hankealueella keskimäärin 0,015 m/s vuotuisen virtausten laskun pinnalla ja 0,006 m/s nousun hankealueen ulkopuolella. Vaikutus vaihtelee vuoden aikana. Syys- ja lokakuussa mallin mukaan virtausnopeuden pientä kasvua voidaan havaita hieman yli 100 km etelään tuulipuistosta.

Aallonkorkeuteen vaikuttavat myös vedenpinnan läpi kulkevat rakenteet. Keskimääräinen merkitsevä aallonkorkeus pienenee maata kohti etelästä pohjoiseen, ja keskimääräinen muutos hankealueella on noin 0,5-0,75 mH. Suurin ero on tammikuussa, jolloin jään laajuus on pääosin hankealueen pohjoispuolella. Kun jää on asettunut koko hankealueelle, sillä ei ole vaikutusta aallonkorkeuteen. Merkitsevän aallonkorkeuden vuotuinen enimmäislasku on noin 5 % hankealueella, ja noin 10-20 km:n etäisyydellä muutos on pienentynyt 1,5 %:iin.

Nousuvesi-ilmiön mallintaminen eli se, että kylmää vettä virtaa syvemmältä pintaan, vaikuttaa vain hyvin vähän. Mallinnus on osoittanut korkeintaan 1,2 x10 m/s:n nousun 40 kilometrin säteellä hankealueen ympärillä.

## 7.10 Visuaalinen vaikutus ja estevalaistus

Toimintavaiheen aikana tuulipuisto näkyy naapurisaarilta ja osasta manteretta. Tuulivoimaloiden aiheuttamien visuaalisten muutosten laajuus alueella riippuu maiseman luonteesta, mittakaavasta ja käytöstä. Tämä voi riippua muun muassa etäisyydestä katsojasta, maiseman ulkonäöstä, tuulivoimaloiden korkeudesta ja sääolosuhteista. Lisäksi lento- ja meriliikenteen edellyttämä valaistus ja valomerkinnot voivat vaikuttaa visuaalisten vaikutusten laajuuteen erityisesti pimeinä vuorokauden aikoina.

Se, miten katsoja kokee tämäntyyppisen muutoksen, on hyvin yksilöllistä, ja se voi osittain määräytyä ihmisten erilaisten sidosten perusteella alueeseen sekä heidän asenteensa ja hyväksyntänsä tuulivoimaa kohtaan.

Koska visuaaliset vaikutukset perustuvat näkyvyyteen maalta, *pahin mahdollinen skenaario* on määritetty siten, että suurin määrä tuulivoimaloita sijoitetaan aluemerialueelle, jolloin tuulivoimaloiden tiheys maalle/rakennetuille alueille päin on suurin.

### **Pahimman mahdollisen skenaarion visualisointi**

Visuaalisten vaikutusten tutkimiseksi on tehty sekä valokuvamontageja että näkyvyysanalyyskejä. Valokuvamontaaseissa esitetään, miltä tuulipuisto voi näyttää maalta käsin. Valokuvapaikat on valittu tuulipuiston mahdollisen näkyvyyden, suosittujen matkailukohteiden sekä Kalixin ja Haaparannan kuntien ehdotusten perusteella. Valokuvamontage on esitetty liitteessä D4.

Maisemaan kohdistuvien visuaalisten vaikutusten osalta on tehty myös maisema-analyysi, joka on esitetty lisäyksessä D16 ja luvussa 10.

Estevalaistusta varten on tuotettu animoitu visualisointi, joka osoittaa, miten valot näkyvät läheisiltä saarilta ja mantereeseen osista. Animaatio on tehty samasta pohjapiirroksesta kuin vastaava valokuvamosaiikki, mutta se on toteutettu pimeinä vuorokaudenaikoina, yöllä, jolloin tuulivoimaloiden valot näkyvät selkeimmin. Animaatio esitetään kokonaisuudessaan lisäyksessä D5.

Näkyvyysanalyysin tulokset esitetään karttojen muodossa, ja ne perustuvat käytettävissä oleviin korkeustietoihin maasta, mukaan lukien kiinteät kohteet, kuten rakennukset.

## 8. Suojatoimenpiteet ja muut sitoumukset

### 8.1 Rakennusvaiheen suojelutoimenpiteet

Ympäristövaikutusten arvioinnin laatimisen ja vaadittujen ympäristöarviointien tekemisen kannalta olennainen tekijä on hankkeen suunnittelu, johon sisältyy asianmukaisia suojatoimia ja muita sitoumuksia, joilla minimoidaan vaikutukset ympäröivään ympäristöön ja etuihin. Seuraavassa jaksossa kuvataan tuulipuiston rakennusvaiheessa toteutettavia suojatoimia ja varotoimia.

#### 8.1.1 Meriturvallisuus jne.

Skyborn on pitänyt ja pitää jatkossakin kokouksia ja neuvotteluja merenkulkua valvovien viranomaisten kanssa, jotta puiston suunnittelussa ja rakennustöissä voitaisiin ottaa huomioon meriturvallisuus. Yhtiö jatkaa vuoropuhelua asiaankuuluvien viranomaisten kanssa ja järjestää myös ajankohtaisiin kysymyksiin perustuvia kuulemisia ennen rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihetta. Asianomaisia viranomaisia ovat tällä hetkellä: Ruotsin merenkululaitos, Ruotsin liikennevirasto, Ruotsin liikennehallinto, Ruotsin puolustusvoimat, rannikkovartiosto, Norrbottenin lääninhallitus ja Kalixin kunta. Koska puisto rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen ja Kemin ja Tornion väliselle väylälle, ehdotetaan myös Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien kuulemisesta. Myös muut asiaankuuluvat suomalaiset viranomaiset voivat olla mukana. Jotkin kysymykset voivat vaikuttaa myös naapurikuntiin eli Luulajaan ja Haaparantaan.

Tärkeä toimenpide merenkulkuun ja erityisesti talvimerenkulkuun kohdistuvien riskien ja vaikutusten vähentämiseksi on ollut tuulipuistoalueen pienentäminen verrattuna kuulemisen aikana esitettyyn tutkimusalueeseen, joka oli merenkulun riskianalyysin perustana. Merkittävä mukautus tässä suhteessa on tehty jättämällä alueen eteläosa tuulipuiston ulkopuolelle. Tämä mukautus vähentää vaikutusta jäänmurtajakapasiteettiin sekä jäänmurtajien puistoalueen varrella olevien avustusreittien pituutta ja jäänmurtajien kauttakulkureittejä tutkimusalueen laajuuteen verrattuna. Lisäksi se lyhentää Kemi - Nordvalen laivareitin etäisyyttä tuulipuiston rinnalla/viereen ja lyhentää Kemi/Torneå - Skellefteå ja Kemi/Torneå - Luulaja välisen liikenteen reitin pidennystä. Muut rakennusvaiheen riskinhallintatoimenpiteet on tiivistetty jäljempänä oleviin kohtiin:

- Skyborn kuulee Ruotsin liikennevirastoa ja Ruotsin merenkulkuhallitusta sekä mahdollisesti muita viranomaisia Ruotsissa ja Suomessa hyvissä ajoin ennen rakennustoimenpiteisiin ryhtymistä toimenpiteistä, joita tarvitaan merenkulkuun kohdistuvien vaikutusten rajoittamiseksi.
- Rakennustöitä koskevat tiedot toimitetaan viimeistään kuusi viikkoa ennen töiden aloittamista julkaistavaksi "Underrättelse för sjöfarare (Ufs)/Notice to mariners" -lehdessä.
- Ennen rakennus- ja rakennustöiden aloittamista on laadittava valmius- ja pelastussuunnitelma yhteistyössä Norrbottenin lääninhallituksen, Ruotsin merenkululaitoksen, rannikkovartioston ja asianomaisten kuntien kanssa. Suunnitelman on sisällettävä tiedot meripelastustoiminnasta, pelastustoiminnasta ja mahdollisten onnettomuuksien pelastamisesta, ympäristönsuojelusta öljyvahingon sattuessa ja vaurioituneiden alusten pelastamisesta. Suunnitelmassa on myös kuvattava vastuunjako, käytettävissä olevat pelastusresurssit ja hinaajakapasiteetti hankealueen läheisyydessä. Häätötilanne- ja pelastussuunnitelmaa on seurattava, arvioitava ja parannettava. Suunnitelman tiedot on pidettävä ajan tasalla.

- Rakennustyöt tehdään Ruotsin merenkululaitoksen ja Ruotsin liikenneviraston antamien ohjeiden mukaisesti, jotta vältetään rakentamisalueille suuntautuva ja sieltä lähtevä alusliikenne, joka aiheuttaisi riskin muulle merenkululle.
- Rakennustöiden aikana hankealuetta valvotaan ja aluksia, joilla on riski navigoida väärin suhteessa tuulipuistoon, varoitetaan.
- Rakennusvaiheen aikana työalue merkitään selvästi törmäysten välttämiseksi.

### 8.1.2 Räjähämättömät ammuks

Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana ja ennen rakentamista tehdään tutkimus, jossa selvitetään, onko suunnitellun tuulipuiston alueella räjähtämättömien taisteluvälineiden (UXO) riski. Työalueella tehtävät tutkimukset tehdään tarvittaessa magnetometrillä tai muulla vastaavalla laitteistolla. Jos räjähteitä löytyy, niistä ilmoitetaan ja niitä käsitellään säädetyllä tavalla.

### 8.1.3 Meriarkeologia

Vapaaehtoisen arkeologisen selvityksen (vaihe 1) mukaan hankealueella arvioidaan olevan kolme todennäköistä hylkyä (luokka 2) ja lisäksi 24 muuta mahdollisesti muinaismuistolailta kiinnostavaa kohdetta, joiden luokitus on alempi. Fyysiset toimenpiteet, kuten ruoppaus, kaapeleiden asentaminen tai ankkurointi raskailla ankkureilla, voivat vaikuttaa muinaisjäänöksiin. Alueilla, joilla suunnitellaan fyysisiä toimenpiteitä, suunnitellaan toista tutkimusvaihetta, jossa sukellusarkeologit tai ROV-laitteet suorittavat visuaalisen tarkastuksen. Jos rakennustöiden kohdalta löytyy meriarkeologisia jäännöksiä, löydöksistä ilmoitetaan Norrbottenin lääninhallitukselle. Lääninhallituksen kanssa neuvotellaan myös, jos fyysisiä rakennustöitä aiotaan tehdä lähempänä kuin 50 metrin etäisyydellä arkeologisen muinaisjäänöksen ulkoreunasta tai merkistä.

### 8.1.4 Vedenalainen melu

Vedenalainen melu voi vaikuttaa kaloihin ja merinisäkkäisiin, joiden häiriöherkkyys on suurin rakennusvaiheessa, jos perustukset asennetaan paaluttamalla. Polargrund sijaitsee kaukana Itämeren silakan potentiaalisista kutualueista, ja lähin potentiaalinen kutualue sijaitsee Malörenin saarella hankealueen pohjoispuolella. Rakennusvaiheen aikaisille meluhäiriöille herkimmäksi lajiksi on arvioitu Pohjanlahdella vaeltavat lohet, joiden vaellukseen voi vaikuttaa, jos ääni leviää laajoille vesialueille.

Meluvaikutusten ja lieventämistoimenpiteiden vaikutusten arvioinnit ovat sen vuoksi perustuneet lohiin ja niiden tappavan ja tilapäisen kuolonmenetyksen (TTS) kynnsarvoihin. Melumallinnus osoittaa, että tappavan kynnsarvon ylittävä ääni esiintyy vain alle 200 metrin etäisyydellä äänilähteestä ja että TTS-kynnsarvon ylittävän äänen leviämisaluetta voidaan rajoittaa äänenvaimennuslaitteiden käytöllä.

Saatavilla olevien tutkimusten mukaan lohet vaeltavat pääasiassa lähempänä rannikkoa. Tästä huolimatta ja koska vaelluskaloja saattaa edelleen esiintyä alueella, jolla paalutuksesta aiheutuva melu saattaa esiintyä, Skyborn aikoo minimoida vaikutukset sekä kalojen että merinisäkkäiden poistamistoimenpiteillä melun lieventämisen avulla.

Meluntorjuntatoimenpiteiden tarkoituksena on varmistaa, että vedenalaisen melun laajuus ei ylitä merkittävästi ympäristövaikutusten arvioinnin perusteena olevaa laajuutta.

Paalutus on aloitettava pehmeällä käynnistyksellä, jonka jälkeen vasaraniskujen voimakkuutta lisätään asteittain. Kunkin yksittäisen perustuksen paalutuksen alkaessa pehmeän käynnistyksen ja nousun on kestettävä vähintään 30 minuuttia.

Paalutustyön aikana on toteutettava melunvaimennustoimenpiteitä, jotta vedenalaisen äänen leviäminen ei ylitä lisäyksen D6 mukaista ja ympäristövaikutusten arvioinnin perustana olevaa ääntä, joka voi aiheuttaa lohelle TTS-ääniä. Melunvaimennustoimenpiteet on toteutettava käyttämällä laitteita, kuten kaksoiskuplaverhoja, vesiäänenvaimentimia tai muita vaikutukseltaan vastaavia laitteita.

### **Meluntorjuntatoimenpiteet**

Se, miten paalutuksesta aiheutuva ääni leviää ja etenee vedessä, riippuu hyvin pitkälti paikkakohtaisista olosuhteista, kuten pohjan alustasta ja geologiasta, syvyydestä, veden syvyydestä, iskuenergiasta ja iskutaajuudesta, iskuvasaran tyypistä sekä perustuksen ja paalun mitan valinnasta. Se, että äänen eteneminen voi vaihdella eri paikoissa, käy ilmi äänimallinnusraportista, ks. liite D6.

Tässä YVA:ssa arvioita varten tehdyt vedenalaisen melun leviämistä koskevat laskelmat perustuvat käytettävissä oleviin tietoihin paalutusmelusta, oletuksiin paalujen mitoista ja erilaisten suojaustoimenpiteiden tehokkuudesta.

Ennen rakentamisen aloittamista voidaan tehdä yksityiskohtaisempia vedenalaisen melun mallinnuksia ja laskelmia, jotka perustuvat lopulta valittuihin rakentamismenetelmiin, perustustyyppeihin ja sijoitteluun. Myös asennusmenetelmien ja suojaustoimenpiteiden odotetaan olevan siihen mennessä kehitetty, ja on tärkeää, että suojaustoimenpiteen valinta voidaan määrittää vasta tässä vaiheessa.

Suojaustoimenpiteitä valittaessa on otettava huomioon myös se, että itse suojaustoimenpiteiden käytöllä on ympäristövaikutuksia, koska ne vaativat huomattavan määrän energiaa ja materiaaleja. Ne voivat myös vaikuttaa kokonaistyöaikaan, koska niiden asentaminen on monimutkainen toimenpide.

Ennen paalutustyön aloittamista on tehtävä ajantasainen laskelma paalutuksesta aiheutuvasta vedenalaisesta melusta (melulaskelma). Melulaskelman on perustuttava valittuun paalutusmenetelmään, mukaan lukien paalutusenergia ja paalujen (jos kyseessä ovat monopaalipaalut) tai paalujen (jos kyseessä ovat ristikkoperustukset) mitat. Laskelmista on myös käytävä ilmi, mitä suojaustoimenpiteitä on toteutettava sen varmistamiseksi, että paalutuksesta ei aiheudu suurempia vaikutuksia kuin lisäyksessä D6 esitettyssä melumallinnuksessa (TTS for salmon) raportoidut vaikutukset, jotka olivat vaikutusten arvioinnin perustana. Arvioinnin perusteella yksi tai useampi ehdotetuista suojaustoimenpiteistä voidaan siis peruuttaa tai korvata muilla menetelmillä. Suojelutoimenpiteiden valintaa ja laajuutta koskevat hyväksymismenettelyt on esitetty hakemuksessa.

### **Vedenalaisen melun ohjausmittaus ja seuranta**

Äänimallinnuksen todentamiseksi ja sen varmistamiseksi, että todellinen äänipäästö vastaa laskettuja etäisyyksiä kynnysarvoja varten, Skyborn suorittaa valvontamittauksia neljästä ensimmäisestä asennetusta perustuksesta. Mittaukset tehdään neljältä eri etäisyydeltä äänilähteestä, jotta voidaan tarkistaa, miten ääni leviää vedessä. Sopivista etäisyyksistä olisi päätettävä seurantaohjelman yhteydessä.

Vedenalaisen melun seurannan yksityiskohdista olisi säädettävä tulevilla seurantaohjelmissa.

Kaiken kaikkiaan Skyborn arvioi, että tällä seuranta- ja valvontamenetelmällä varmistetaan, että paalutustyön aiheuttama äänen eteneminen ei vaikuta niin laajalla vesialueella Pohjanlahdella, että TTS-ääni voisi vaikuttaa merkittävästi vaeltavaan loheen ja sen kutuun, tai että se ei vaikuta merkittävästi kaloihin ja merinisäkkäisiin Natura 2000 -alueilla. Se on myös asianmukainen menettely, jotta voidaan ottaa huomioon paikkakohtaiset erot perustusten sijainneissa, todellisissa rakennusmenetelmissä ja varmistaa äänenvaimennuslaitteiden tehokkuus.

### 8.1.5 Linnut ja lepakot

Laajat tutkimukset ja inventoinnit ovat antaneet hyvän käsityksen siitä, että hankealueella esiintyy vain vähän lintuja. Hankealueella ei myöskään ole havaittu lepakoita inventointien aikana. Lisäksi hankealue sijaitsee kaukana merellä, eikä se ole houkutteleva ruokailualue tai tärkeä muuttoreitti. Näin ollen ei ole tarvetta toteuttaa erityisiä lintujen ja lepakoiden suojelutoimenpiteitä.

## 8.2 Toimintavaiheen suojelutoimenpiteet

### 8.2.1 Jätteet ja kemikaalit

Jätteiden ja kemikaalien käsittelyssä noudatetaan sovellettavia säännöksiä. Lisäksi muuntoasemilla ja muissa laitososissa, jotka sisältävät suuria määriä öljyä tai muita kemikaaleja, ryhdytään toimenpiteisiin, jotta vuotoja ei pääse tapahtumaan tai ne eivät pääse leviämään mereen. Esimerkkejä toimenpiteistä on, että säiliöissä on kaksinkertaiset esteet tai että niihin asennetaan vuotovahti. Myös turbiinien ja muuntajien öljyvuotojen keräämiseksi on oltava laitteet.

### 8.2.2 Meriturvallisuus jne.

Kuten edellä mainittiin, tärkein toimenpide riskien vähentämiseksi talvella on varmistaa riittävä jäänmurtajakapasiteetti. Skyborn ei voi tällä hetkellä sitoutua tällaiseen erityistoimenpiteeseen, mutta on valmis jatkamaan kuulemista ja vuoropuhelua tästä asiasta.

Skyborn ryhtyy myös muihin kohtuullisiin ja tarpeellisiin toimenpiteisiin, jotka koskevat majakoiden mahdollista uudelleen sektorointia ja muiden merenkulun turvalaitteiden mukauttamista, joihin sen toiminta vaikuttaa.

Tuulivoimalat ja muut laitososat varustetaan esteiden merkinnöillä Ruotsin liikenneviraston ja Ruotsin merenkulkulaitoksen määräysten mukaisesti.

Skyborn neuvottelee myös Ruotsin merenkulkulaitoksen ja Norrbottenin lääninhallituksen kanssa sellaisista riskien vähentämistoimenpiteistä, joita asianomaiset viranomaiset edellyttävät. Tämä koskee esimerkiksi tuulipuiston merkitsemistä merikarttoihin ja muutoin voimassa olevien suositusten mukaisesti.

Skyborn arvioi myös asianomaisten viranomaisten kanssa neuvotellen alusten mahdollisia tutkahäiriöitä sen jälkeen, kun tuulipuisto on otettu käyttöön. Riskien lieventämistoimenpiteitä toteutetaan tarvittaessa silloin saatavilla olevan tekniikan avulla.

Tarvittaessa ryhdytään toimenpiteisiin, joilla estetään jään heittäminen roottorin lapojen päältä.

### 8.2.3 Vedyn tuotanto

Vedyn tuotannon, tiivistämisen, varastoinnin ja kuljetuksen turvallisuutta varten on olemassa vakiintuneita turvallisuusmenettelyjä, kansainvälisiä standardeja ja EU:n direktiivejä, jotka on kehitetty esimerkiksi öljy- ja kaasuteollisuudessa. Esimerkiksi vetyantureita käytetään usein havaitsemaan varhaisessa vaiheessa mahdolliset vetyvuodot ja valvomaan kaasun laatua. Seuraavassa on lueteltu joukko suojatoimenpiteitä, jotka vähentävät vaaratilanteen todennäköisyyttä.

- Tukirakenteet ja prosessilaitteet 12 metrin etäisyydellä elektrolyysistä ja puskurisäiliöistä suojataan palosuojalla kumulatiivisten riskien todennäköisyyden vähentämiseksi.
- Tarvittaessa suojavyöhykkeitä perustetaan laitoksen niiden osien ympärille, joissa käsitellään vetyä, esimerkiksi kompressoritasojen tai puskurisäiliöiden ympärille.

Edellä mainittujen seikkojen lisäksi laitos suunnitellaan nykyisten standardien ja alan käytäntöjen perusteella seuraavien seikkojen osalta:

- Palohälytys
- Aktiiviset palontorjunta- tai palonsammutusjärjestelmät
- Kaasunilmaisimet etävalvontaa varten.
- Järjestelmä prosessin pysäyttämiseksi epänormaalien toimintaolosuhteiden vallitessa.
- Hätätuuletin- ja paineenpoistojärjestelmät
- Salamasuojaus

## 8.3 Käytöstäpoistovaiheen ydinmateriaalivalvonta

Jos toiminta lopetetaan, on toteutettava käytöstäpoistotoimenpiteitä. Saattaa olla tarpeen jättää tietyt laitoksen osat paikoilleen, jos siitä on vähemmän ympäristövaikutuksia tai enemmän ympäristöhyötyjä kuin niiden käytöstä poistamisesta. Tämä voi koskea merenpohjassa olevia putkistoja ja perustusten syvempiä osia. Koska tämä vaihe on kaukana tulevaisuudessa, on asianmukaista, että käytöstäpoistosuunnitelma laaditaan ensin ennen käytöstäpoistoa. Käytöstäpoisto olisi toteutettava siten, että jäljelle jäävät rakenteet eivät muodosta estettä merenkululle tai muulle tulevalle toiminnalle.

Käytöstäpoistovaihetta varten Skyborn toimittaa Norrbottenin lääninhallitukselle kirjallisen työ- ja aikataulusuunnitelman viimeistään kuusi kuukautta ennen käytöstäpoistotöiden aloittamista. Suunnitelmassa on kuvattava, miten käytöstäpoisto aiotaan toteuttaa, ja esitettävä kuvaus eri vaiheista. Suunnitelmassa on myös kuvattava asianmukaiset suojatoimenpiteet. Yhtiö kuulee hyvissä ajoin ennen tuulipuiston käytöstäpoistotoimenpiteisiin ryhtymistä Ruotsin liikennevirastoa, Ruotsin merenkulkulaitosta, Ruotsin liikennehallintoa ja Ruotsin rannikkovartiostoa tai vastaavia viranomaisia tarvittavista toimenpiteistä merenkulkuun kohdistuvilta vaikutuksilta suojautumiseksi ja mahdollisia meripelastustoimia varten.

## 9. Nykytilanne, vaikutukset ja seuraukset

### 9.1 Pohjaeläinympäristö

Tässä jaksossa kuvataan pohjaeläimistön esiintymistä suunnitellun tuulivoima-alueen läheisyydessä, tuulipuiston vaikutustekijät ja ympäristövaikutukset pohjaeläinympäristöön (pohjaympäristöön) sekä seurauksia, joita voi aiheutua rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta. Seuraavissa kappaleissa esitetyt arviot ja kuvaukset perustuvat Niraksen dokumentaatioon, joka on esitetty liitteessä D11. Liitteessä mainitaan myös, mihin viitteisiin ja viiteaineistoon nykytilan kuvaukset perustuvat.

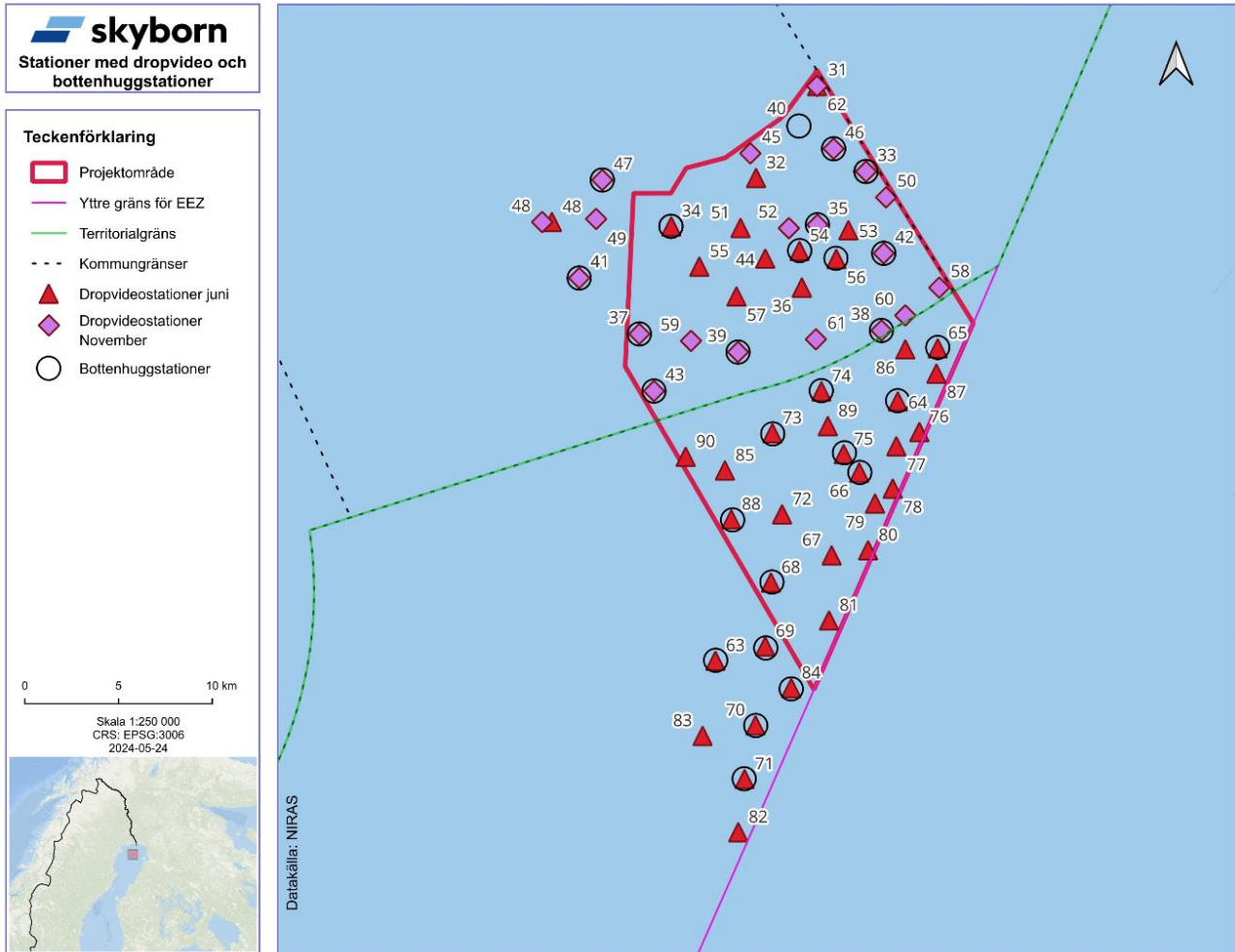
#### 9.1.1 Nykytilanteen kuvaus

Suunnitellun tuulipuiston alueella esiintyvä pohjaeläimistö ja -kasvisto riippuu useista erilaisista abioottisista (elottomista) tekijöistä. Pohjanlahden alhainen suolapitoisuus on yksi niistä tekijöistä, jotka johtavat sekä kasviston että eläimistön vähäiseen lajirikkauteen. Lajikoostumus koostuu enimmäkseen muutamista murtovesilajeista, jotka ovat yleisiä suuressa osassa Itämerä.

Valo-olosuhteilla on suuri merkitys pohjaeläinkasvillisuuden jakautumisessa, ja ne riippuvat osittain veden syvyydestä. Pohjanlahdella valo-olosuhteisiin vaikuttavat myös talvella vallitseva jääpeite sekä ympäröivät humusaineita kuljettavat joet, jotka vaikuttavat siihen, kuinka pitkälle valo tunkeutuu vesipatsaaseen. Fotinen vyöhyke on auringonvalon saavuttama veden alue, jossa fotosynteesi voi tapahtua, ja tämän syvyyden alapuolella ei ole kasvillisuutta. Näkösyvyyden perusteella on laskettu, että valovyöhyke ulottuu noin 23 metriin asti, mikä vastaa hyvin Itämeren yleistä valovyöhykettä (20-25 metriä).

Suunnitellun tuulivoimapuiston kartoitus tehtiin marraskuussa 2022 ja kesäkuussa 2023 käyttäen pudotusvideota (60 asemaa) ja maastomittausta (26 asemaa), ks. seuraavaa. Kuva 9-1 ja liite D10.





Kuva 9-1 Marraskuussa 2022 ja kesäkuussa 2023 suunnitellun tuulipuiston alueella ja sen läheisyydessä toteutetut pudotusvideo- ja pohjanäytteenottoasemat.

Tutkimusalueella on havaittu yhteensä 5 taksonia (lajia) infaunaa (sedimentissä eläviä eläimiä) ja yksi kasvilaji, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa. Taulukko 9-1. Yksikään havaituista lajeista ei ole vuoden 2020 punaisen listan mukaan punaisella listalla. (SLU Artdatabanken, 2020). Lajikoostumus on yhdenmukainen suunnitellun tuulipuiston ympäristötutkimuksista saatujen aiempien tietojen kanssa.

Taulukko 9-1 Suunnitellun tuulipuiston alueella tehdyissä selvityksissä havaitut lajit.

Pohjaeläimistö	Pohjakasvillisuus
Valkokatka ( <i>Monoporeia affinis</i> )	<i>Battersia arctica</i>
Kilkki ( <i>Saduria entomon</i> )	
Liejuputkimato ( <i>Marenzelleria</i> sp.).	
Massiaiset (Mysidae)	
Hankajalkaiset (Copepoda)	

Videotutkimuksissa ei havaittu lainkaan tai hyvin vähän epifaunaa (sedimentissä eläviä eläimiä), ja yleisimmin havaitut lajit olivat kilkki ja jäännemassainen. Pohja-alustassa näkyi usein selviä jälkiä pohjalla ryömistä epifaunaeläimistä, kuten kilkki. Pohjakouralla otetuissa näytteissä eniten näytteitä otetuilla asemilla esiintyivät lajeista valkokatka ja liejuputkimato. Koko alueella ja kahdella näytteenotokerralla yksilötiheys vaihteli välillä 40-1 760 yksilöä /m<sup>2</sup>, ja pohjanotossa keskiarvo oli 554 yksilöä/m<sup>2</sup>. Tutkimus osoittaa myös, että lajityhteisö on suhteellisen homogeeninen ja että eri lajien jakautumisessa osa-alueilla A ja B ei ole suuria eroja.

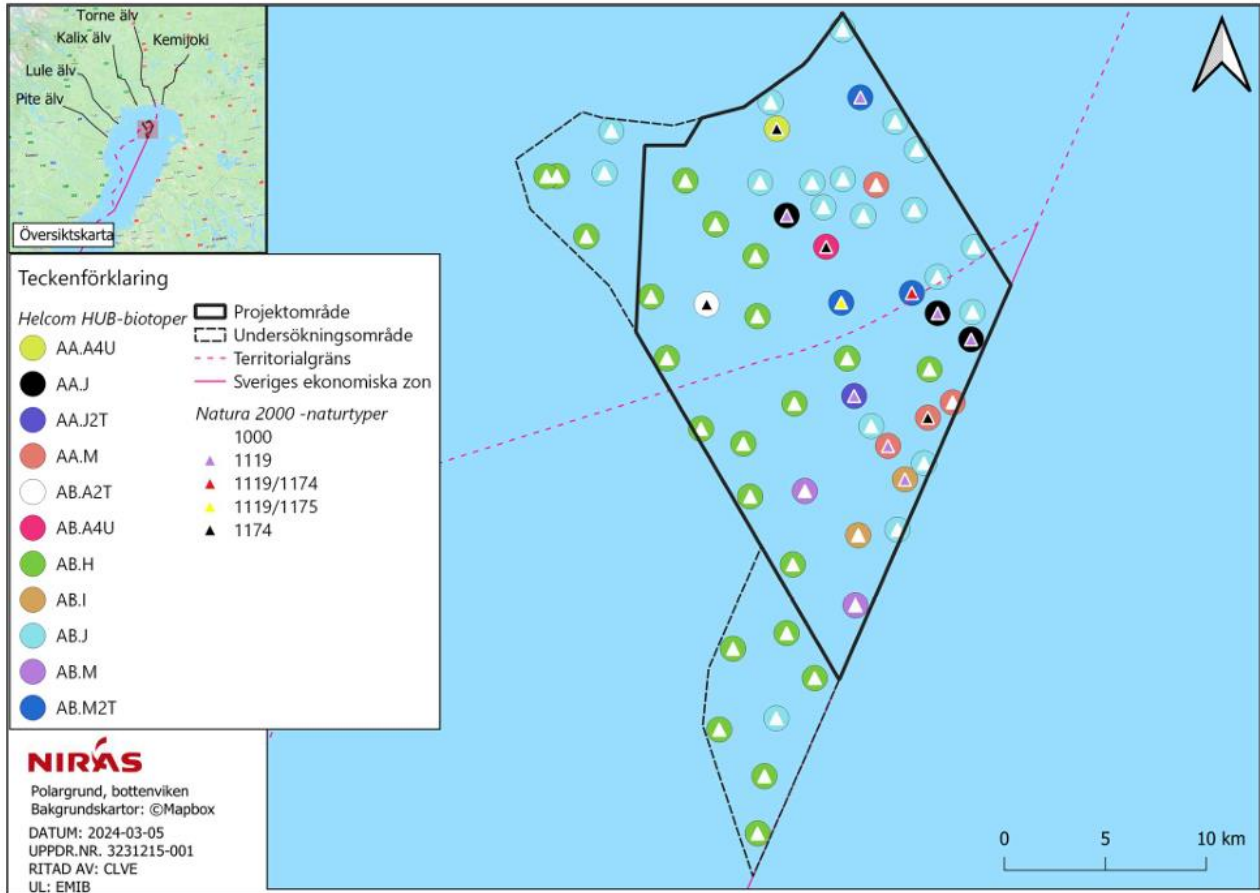
*Battersia arctica* havaittiin yhdellä videonäyteasemalla, joka sijaitsi 18,5 metrin syvyydessä sijaitsevalla karilla. Se, että laji havaittiin vain yhdellä asemalla, johtuu todennäköisesti siitä, että vain noin 0,02 prosenttia hankealueesta on valovyöhykkeellä olevaa merenpohjaa ja vain noin 0,007 prosenttia hankealueesta on kovaa pohjaa, jossa laji voi kasvaa.

#### 9.1.1.1 Helcom HUB -luontotyypit ja Natura 2000 -luontotyypit

Alueella on luokiteltu HELCOMin ja Natura 2000 -luontotyyppien mukaisia biotooppeja, jotta saataisiin kuva alueen luontotyypeistä ja ympäristön tilasta. Luokittelu on perustunut sekä mallintamiseen että kerättyihin kentätietoihin (ks. liite D11), kuten Kuva 9-2 esitetään.

Biotoopit määritetään sen perusteella, mikä laji tai ryhmä edustaa  $\geq 50$  prosenttia aseman kokonaisbiomassasta. Kaikki luokitellut luontotyypit koostuvat löyhästä pohjasta, ja ne luokitellaan sen mukaan, miten löyhä pohja jakautuu; savipohja, hiekkapohja tai karkea pohja. Pohjanäytteenotossa tunnistettiin yhdeksän erilaista HELCOM HUB -luontotyyppiä, joista yksi on luokiteltu HELCOMin mukaan punaisen listan uhanalaiseksi ja lähes uhanalaiseksi (NT). Punaisen listan biotooppi (Helcom HUB -biotooppi AB.H3N1) koostuu pehmeästä savesta/sameasta pohjasta, jossa valkokatka on hallitseva laji. Luontotyyppi on tullut uhanalaiseksi liejuputkimadon (*Marenzelleria* sp.) leviämisen vuoksi. Kyseessä on vieraslaji, joka on alkanut vallata aiemmin valkokatkan hallitsevia luontotyyppiä. Myös luontotyyppiä AB.H3M3 (liejuputkimadon (*Marenzelleria* sp.) hallitsema aroottinen savipohja), jota ei ole sisällytetty punaisen listan luetteloon, löydettiin laajalti tutkimusalueelta. Näitä biotooppeja (AB.H3N1 ja AB.H3M3) ei voitu erottaa toisistaan, ja ne kattoivat noin 54,5 prosenttia hankealueesta. Liejuputkimadon ja valkokatkan samanaikaisen esiintymisen vuoksi hankealueen ei kuitenkaan katsota sisältävän merkittäviä luontoarvoja, sillä merenpohja, jossa esiintyy näiden lajien sekoitusta, on yleinen koko Itämerellä.

Elinympäristöluokitus perustuu pohjamaahan, lajistoon ja syvyyteen. Tutkimusalueella on yhteensä neljä eri Natura 2000 -luontotyyppiä. Suurin osa videokartoitusasemista (47 asemaa 60:stä) luokiteltiin *meriveden* luontotyypeiksi. Neljä asemaa arvioitiin *riutoiksi* (1170), jotka luokiteltiin alaluokkaan "geogeeninen riutta" (1174, 0-30 m). Kahdella asemalla esiintyi hiekkasärkät (1110, alaluokka 1119 hiekkasärkät ilman vallitsevaa kasvillisuutta) ja riuttojen (1170) mosaiikki (sekoitus), jossa toinen asema oli matalampi kuin 30 m (1174) ja toinen syvempi kuin 30 m (1175). Mallinnuksen mukaan Natura 2000 -luontotyyppi riutta (1170) kattaa noin 7,8 prosenttia hankealueesta ja luontotyyppi hiekkasärkät (1110) 17 prosenttia.



Kuva 9-2 Kartta tutkimusalueen luontotyypeistä ja Natura 2000 -luokituksesta (musta katkoviiva) videotutkimusasemien osalta. Hankealue on esitetty mustalla yhtenäisellä viivalla.

## 9.1.2 Vaikutukset pohjaeläinympäristöön

Suunnitelluista toimista aiheutuvat vaikutustekijät, jotka voivat vaikuttaa merenpohjan kasvistoon ja eläimistöön, ovat sameus ja sedimentin laskeutuminen, merenpinnan alapuolella tapahtuvat fyysiset vaikutukset sekä lämpimän veden ja retentaatin päästöt. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa jaksoissa ja seuraavissa kohdissa Taulukko 9-2 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-2 Mahdolliset vaikutukset merenpohjan kasvistoon ja eläimistöön.

Vaikuttavat tekijät	Rakentaminen	Käyttö	Käytöstäpoisto
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	X		X
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	X	X	X
Jäähdytysveden purku ja retentaatti		X	

### 9.1.2.1 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

#### **Ympäristövaikutukset rakennusvaiheen aikana**

Rakennustyöt lisäävät sedimentin leviämistä sameuden ja sedimentin laskeutumisen muodossa. Samentumisen laajuus riippuu sekä suoritettavan työn tyypistä että paikallisista olosuhteista. Hienojakoiset sedimentit, kuten savi ja siltti, aiheuttavat yleensä enemmän sameutta kuin karkeammat sedimentit, kuten sora ja hiekka. Hienommilla hiukkasilla on myös pidempi viipymäaika vesistöissä, mikä vaikuttaa sameuden kestoon ja jakautumiseen. Suspendoituneet sedimentit leviävät sameuspaikalta esimerkiksi virtausten mukana. Kun sedimenttahiukkaset sitten laskeutuvat pohjaan (laskeutuvat), sedimentin laskeutuminen vaikuttaa myös ympäröivään pohjaan.

Sameuden ja sedimentin laskeutumisen laajuuden tutkimiseksi hankealueelle on tehty mallinnuksia (liite D9). Näissä mallinuksissa on tutkittu tuulipuiston eri sijoitteluja sekä erilaisia skenaarioita sedimentin levitystöistä.

Kaivutöistä johtuvan kohonneen sameuden odotetaan esiintyvän pääasiassa paikallisesti ja hankealueella. 10 mg/l:n ja 100 mg/l:n kohonneiden sameustasojen kesto on yleensä enintään 48 tuntia ja 24 tuntia. Sedimentin laskeuman odotetaan olevan korkeintaan noin 10 millimetriä, ja sitä esiintyy vain rajoitetusti ja rajoitetusti (pääasiassa perustusten ja kaapeleiden asennuksen läheisyydessä), ks. myös luku 7.1. (ks. myös luku 7.1).

#### *Pohjakasvillisuus*

Pohjakasvien osalta sameus voi heikentää veden valo-olosuhteita, mikä voi estää pohjakasvien fotosynteesiä. Tämä puolestaan voi vaikuttaa kielteisesti levien ja verisuonikasvien kasvuun ja selviytymiseen. Jos sameus on hyvin voimakasta, se voi myös johtaa merkittävään sedimentin laskeutumiseen, mikä saattaa peittää kasvillisuuden. Tämä kerrostuminen voi vahingoittaa kasveja sekä laskeutuneen materiaalin painon että fotosynteesin vähenemisen vuoksi. Jos laskeuma on riittävän suuri ja peittää kasvillisuuden kokonaan, on olemassa vaara, että kyseinen kasvillisuus kuolee. Pohjakasvillisuuden levinneisyys tuulivoimapuiston alueella on rajallinen, koska syvyys on yleensä suuri. Alueella on havaittu vain yksi laji, *Battersia arctica*, joka on yleinen laji Itämerellä.

#### *Pohjaeläimistö*

Pohjaeläimistön lajien ja eliöryhmien välillä on suuria eroja sedimentin sietokyvyssä. Yleisesti ottaen liikkuvat lajit eli sedimenttiin hautautuneet eliöt (infauna) ovat sietokykyisempiä kuin istukkamainen eläimistö ja kasvisto eli sedimentin päällä elävät vähemmän liikkuvat eläimet (epifauna). Hiukkaspitoisuus ja altistumisaika ovat tärkeitä tekijöitä, jotka on otettava huomioon vaikutusten kannalta. Alle 100 mg/l suspendoituneen kiintoaineen pitoisuudet alle 14 päivän ajan aiheuttavat yleensä vain vähän suoraa vaikutuksia. (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020) Jotkin lajit voivat sietää jopa 1000 mg/l lyhyemmän altistumisajan (tuntia) ajan.

Hankealueella esiintyvä epifauna, joka koostuu massiaisista ja kilkistä, on herkempi kohonneille suspendoituneen aineksen pitoisuuksille verrattuna kyseisellä alueella esiintyvään infaunaan, kuten liejuputkimato, joka esiintyy pääasiassa sedimentteihin hautautuneena. Massiaisia voidaan pitää kohtalaisen herkinä kohonneelle sameustasolle, erityisesti jos kohonnut suspendoituneen sedimentin määrä on pitkäaikainen. Kuolleisuuden on osoitettu olevan 40 prosenttia altistuttaessa 230 mg/l:n sameustasolle 28 päivän ajan ja 60-80 prosenttia altistuttaessa yli 1000 mg/l:n sameustasolle 28 päivän ajan (liite D9). Lyhyemmällä altistumisajalla (neljä päivää) samoille sameustasoille ei kuitenkaan havaittu vaikutuksia. Kilkki ei katsota olevan herkkiä tuulipuiston aiheuttamille suspendoituneen sedimentin tasolle, koska ne voivat elää sekä hautautuneina että sedimentin päällä ja liikkua nopeasti, minkä vuoksi niiden katsotaan sietävän sedimentin laskeutumista. Siksi suspendoituneen sedimentin tilapäisesti kohonneiden tasojen ei odoteta rajoittavan syyhyä esiintymistä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä.

### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Tuulipuiston käytöstä poistamisen aikana sedimenttiä voi levitä pohjasedimenttiin asennettujen laitteiden, kuten perustusten ja kaapeleiden, purkamisen yhteydessä. Jotkin laitososat voidaan kuitenkin jättää kokonaan tai osittain paikoilleen, jolloin sameus ja sedimentaatio ovat vähäisempiä kuin rakennusvaiheessa. Arvioinnissa oletetaan, että kaikki pohjarakenteet poistetaan ja että sedimentin leviäminen vastaa rakennusvaiheen aikana mahdollisesti esiintyvää laajuutta. Tämän vuoksi ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

#### 9.1.2.2 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

### **Ympäristövaikutukset rakennusvaiheen aikana**

Pohjaeläimistö ja liikkumaton eläimistö sekä luontotyytit, joita esiintyy paikoissa, joihin perustukset, eroosiosuojaukset ja kaapelit asennetaan, häviävät tilapäisesti. Vaikutusten laajuus riippuu muun muassa alueelle asennettavien perustusten määrästä ja tyypistä. Kaapelit asennetaan joko hautaamalla ne sedimentin alle tai laskemalla ne merenpohjaan ja peittämällä ne. Vaikutusalueet asutetaan uudelleen rakentamisen jälkeen, joten vaikutus on väliaikainen.

#### *Pohjakasvillisuus*

Pohjakasvillisuus on hyvin herkkä merenpohjan fyysisille häiriöille, ja on hyvin todennäköistä, että kaikki yksilöt katoavat rajatulta vaikutusalueelta. Pohjakasvien levinneisyys hankealueella on rajallinen, koska syvyys on yleensä suuri, ja vain yksi laji on havaittu: *Battersia arctica*. Pohjakasvillisuuteen kohdistuvia ympäristövaikutuksia pidetään sen vuoksi vähäisinä.

#### *Pohjaeläimistö*

Pohjaeläimistön osalta voidaan todeta, että useat lajit, kuten kilkit ja massiaiset, ovat liikkuvia, mikä tarkoittaa, että ne voivat siirtyä pois alueilta, joille asennetaan perustuksia, eroosiosuojauksia ja kaapeleita. Alustasta riippuvaiset lajit, kuten valkokatka ja liejuputkimato, jotka elävät pehmeään merenpohjaan hautautuneina, ovat herkempiä kuin liikkuvat lajit.

Alueilla, joille asennetaan putkilinjoja, on mahdollisuus uudelleensijoittumiseen, koska kasvualusta palautetaan osittain ennalleen rakentamisen jälkeen. Uudelleenasuttaminen noudattaa luonnollista sukkessiota, jossa opportunistiset lajit, kuten erilaiset madot ja äyriäiset, palaavat sedimentteihin ensin. Uudelleensijoittuminen kestää yleensä 1-3 vuotta.

Ympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä, koska vaikutusalueet ovat hyvin pieniä suhteessa kokonaisalueeseen. Vaikka nykyinen eläimistö on herkkä fyysisille vaikutuksille, sisäisen kaapeliverkoston kattaman alueen osien mahdollinen uudelleen asuttaminen vaikuttaa vain vähän. Tämän vuoksi ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Toimintavaiheessa tuulivoimalat aiheuttavat erilaisia varjoja, joita alueella ei aiemmin ollut. Tuulivoimaloiden tornit luovat kiinteitä varjoja, jotka liikkuvat suhteessa aurinkoon, kun taas tuulivoimaloiden roottorien lavat luovat liikkuvia varjoja.

Merenpohjan pohja hankealueella vaihtelee ja koostuu sekä kovasta että pehmeästä pohjasta. Perustukset ja eroosiosuojaukset lisäävät alueelle kovan pohjan pintoja, jotka tuulipuiston toiminnan aikana voivat mahdollisesti vaikuttaa lajien paikalliseen levinneisyyteen tuulipuistoalueella.

### *Pohjakaasvillisuus*

Varjostuksen vaikutus voi ilmetä vain niinä kuukausina, jolloin alueella ei ole jäätä, ja vain niissä vesimassan osissa, joihin auringonvalo pääsee, eli valovyöhykkeellä. Hankealueen syvyys ylittää yleensä valovyöhykkeen, joka hankealueella on noin 23 metrin syvyydessä. Elinympäristömallinnuksen mukaan valovyöhykkeen osuus hankealueen pinta-alasta on vain noin 0,02 prosenttia. Varjostukseen liittyvän ympäristövaikutuksen laajuus on näin ollen hyvin vähäinen, minkä vuoksi se on arvioitu merkityksettömäksi.

Pohjakaasvillisuuden kannalta hankealueen kovan pohjan alueiden lisääntyminen on hyödyllistä, koska kasvillisuuden kasvualueet kasvavat laajemmilla alueilla. Lisäksi tuulivoimalat läpäisevät koko vesipatsaan, mikä tarkoittaa, että valovyöhykkeelle syntyy lisää kovia pohja-alueita. Tuulipuisto aiheuttaa näin ollen todennäköisesti hyvin rajallisen riuttavaikutuksen, jossa pohjaeläimistö voi hyvin paikallisesti laajentaa levinneisyyttään alueella. On kuitenkin epätodennäköistä, että riuttavaikutuksen seurauksena biologinen monimuotoisuus lisääntyisi merkittävästi, mikä johtuu osittain alueen alhaisesta suolapitoisuudesta, jään vaikutuksesta ja osittain suhteellisen suuresta etäisyydestä perustusten välillä. Töiden väliset etäisyydet merkitsevät sitä, että esiintyvä likaantuminen lisää biologista monimuotoisuutta vain paikallisesti. Ympäristövaikutuksen arvioidaan sen vuoksi olevan riuttavaikutuksen kannalta vähäinen.

Talvikuukausien jää vaikuttaa myös pohjaeläimistön levinneisyyteen. Merijäätä on alueella keskimäärin 115-132 päivää vuodessa. Useimmiten kyseessä on liikkuva jää, jota kutsutaan ajojääksi. Vähemmässä määrin esiintyy myös paikallaan pysyvää, niin sanottua kiinteää jäätä. Alueelle odotetaan syntyvän sekä jääseinämiä että kiinteitä jääkerroksia. Jään leviäminen voi vaikuttaa merenpohjan olosuhteisiin lähinnä matalilla alueilla, mutta se voi vaikuttaa myös perustuksille asettuvaan kasvillisuuteen, kun jäälautat voivat painautua alaspäin perustuksia vasten ja siten raapia ja vahingoittaa siellä olevaa kasvillisuutta. Perämerenlahdella esiintyvät kasvilajit, kuten *Battersia arctica*, ovat sopeutuneet näihin olosuhteisiin, koska jää leviää alueella joka talvi ja asuttaa suotuisat paikat suhteellisen nopeasti uudelleen.

### *Pohjaeläimistö*

Riuttojen vaikutukset voivat vaikuttaa pohjaeläimistön runsauteen alueella, jossa niiden asettuminen riippuu suuresti syvyyden, altistumisen ja virtausten kaltaisista tekijöistä. (Enhus C., 2017). Jos leväyhteisön biomassa ja levien levinneisyys lisääntyy valovyöhykkeellä sijaitsevilla perustusten osilla riuttavaikutuksen seurauksena, myös niitä elinympäristönä tai ravintona hyödyntävän eläimistön määrä voi lisääntyä. Tuulipuisto voi siten aiheuttaa tietynlaisen riuttavaikutuksen, jossa pohjaeläimistö voi paikallisesti laajentaa levinneisyyttään alueella, mutta vain kovapohjaisten lajien (epifauna) osalta. On kuitenkin epätodennäköistä, että biologinen monimuotoisuus lisääntyisi merkittävästi, koska alueella on jo nyt joitakin kovan pohjan alueita ja koska tuulivoimaloiden välinen etäisyys on suhteellisen suuri. Ympäristövaikutuksen arvioidaan siksi olevan vähäinen.

### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Käytöstäpoistovaiheen vaikutukset ovat samanlaisia kuin rakennusvaiheen vaikutukset merenpinnan alapuolella olevien fyysisten vaikutusten osalta. Jos tuulivoimaloiden perustukset ja eroosiosuojaukset jätetään ympäristöystävällisiksi paikoilleen tuulipuiston käytöstä poistamisen jälkeen, niiden vaikutukset jäävät, mutta pienemmässä määrin kuin toimintavaiheessa. Jos perustukset ja eroosiosuojaus sitä vastoin poistetaan kokonaan, riuttavaikutusten edellytykset häviävät ja alueen ekologiset olosuhteet palautuvat todennäköisesti ennen tuulipuiston rakentamista vallinneisiin olosuhteisiin. Tällä olisi samanlainen vaikutus kuin rakentamisvaiheessa, jolloin ympäristövaikutuksen suuruus on arvioitu vähäiseksi.

### 9.1.2.3 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

#### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Toimintavaiheen aikana vetyjärjestelmistä ja/tai muista alustoista peräisin oleva jäähdytysvesi päästetään takaisin vesipatsaaseen. Vedenjäähdytysjärjestelmästä vapautuva vesi koostuu lämmitetystä merivedestä, jonka lämpötila nousee arviolta noin 15 °C. Kun merivettä käytetään vedyntuotannon raaka-aineena, syntyy myös retentaatti eli vesi, joka jää jäljelle, kun merivettä suolanpoistetaan vedyntuotantoa varten. Retentaatin suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivän meriveden (lisäys D9).

#### *Pohjakasvillisuus*

Vedyntuotannosta peräisin olevan lämpimämmän ja suolaisemman veden purkautuminen tapahtuu suhteellisen korkealla vesimassassa, noin kymmenen metriä pinnan alapuolella. Tämä tarkoittaa, että vaikutukset pohjalla kasvavaan kasvillisuuteen ovat vähäiset. Hankealueella havaitun ainoan kasvillisuuden, *Battersia arctica*, herkkyys suolaisemman veden vapautumiselle on vähäinen, koska lajin levinneisyysalueet vaihtelevat suolapitoisuudeltaan hyvin vaihtelevilla merialueilla, joten se pystyy sopeutumaan kaikkeen hyvin alhaisesta suolapitoisuudesta hyvin korkeaan suolapitoisuuteen. Herkkyyttä lämpimämpään veteen pidetään jonkin verran suurempana, koska *Battersia arctica* on arktinen laji ja se elää mielellään hieman syvemmällä valovyöhykkeellä, jossa lämpötila on vakaampi. Päästö kuitenkin sekoittuu nopeasti ympäröivään veteen, ja vaikutusalue rajoittuu päästökohdan ja perustuksen ympärille. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan arvioidaan siksi olevan vähäinen.

#### *Pohjaeläimistö*

Suolaisemman ja lämpimämmän veden päästämisen odotetaan vaikuttavan ainoastaan epifaunaan, eli kilkki ja massiaiset. Molemmat näistä lajeista ovat liikkuvia eläimiä, jotka voivat siirtyä alueilta, joilla ne eivät menesty, ja niiden herkkyyttä pidetään vähäisenä sekä suolaisemman että lämpimämmän veden suhteen. Koska lämpimämpi vesi leviää pintaa kohti, vaikutuksen pohjassa katsotaan olevan hyvin vähäinen ja kohdistuvan vain hankealueen matalimmissa osissa sijaitseviin perustuksiin. Suolaisemman veden leviäminen uppoaa pohjaan, mutta koska sekoittuminen tapahtuu hyvin lyhyessä ajassa ja koska äyriäiset ja särkikalat voivat siirtyä alueilta, joilla ne eivät menesty, vaikutus on erittäin vähäinen. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan arvioidaan siksi olevan vähäinen.

## 9.1.3 Seurausten arviointi

### 9.1.3.1 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

#### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

#### *Pohjakasvillisuus*

Pohjakasvillisuus tuulipuiston alueella on vähäistä, koska hankealueen syvyys on yleensä suuri. Alueella on havaittu vain yksi laji, *Battersia arctica*. Se on pieni ruskealevä, jota pidetään suhteellisen kestäväenä ja joka kasvaa valovyöhykkeen alaosassa. Kansallisen punaisen listan mukaan (SLU Artdatabanken, 2020) lajia pidetään elinvoimaisena, ja se on luokiteltu elinvoimaiseksi siitä lähtien, kun se arvioitiin ensimmäisen kerran vuonna 2010. Pohjakasvillisuuden ympäristöarvo arvioidaan näin ollen vähäiseksi.

Sameus ja sedimentin laskeutuminen on suhteellisen vähäistä, ja pohjan suspendoituneen sedimentin korkeat tasot esiintyvät lähinnä paikallisesti perustusten kohdalla, lukuun ottamatta muutamia pieniä alueita sisäisen kaapeliverkoston rakennusvaiheen aikana. Myös niiden kesto on suhteellisen lyhyt. Sedimentin laskeutuminen on myös vähäistä, ja sedimentoituneen aineksen määrä ylittää kymmenen millimetriä vain hyvin paikallisesti, lähimpänä työalueita. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan arvioidaan siksi olevan vähäinen. Kaiken kaikkiaan tämä johtaa vähäiseen seuraukseen pohjakasvillisuuteen.

### *Pohjaeläimistö*

Yleisesti ottaen tuulipuiston alueella havaitut pohjaeläinlajit sietävät tilapäisesti lisääntyntä sameutta ja sedimentin laskeutumista. Nämä lajit ovat myös yleisiä koko Itämerellä, eikä yksikään niistä ole punaisella listalla. Vastaanottajan ympäristöarvo arvioidaan sen vuoksi vähäiseksi.

Koska sameuden kesto ei yleensä ylitä 48 tuntia (10 mg/l) ja sedimentin laskeuma on korkeintaan noin kymmenen millimetriä ja koska sameutta esiintyy vain rajoitetusti (lähinnä perustusten ja kaapeleiden läheisyydessä), ympäristövaikutuksen suuruusluokkaa pidetään vähäisenä. Kaiken kaikkiaan tämä johtaa vähäiseen seuraukseen pohjaeläimistöön.

#### 9.1.3.2 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

##### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen aikana pohjaan kohdistuvat vaikutukset riippuvat suurelta osin perustuksen valinnasta. Ruotsissa yleisimmät tekniikat ovat painovoimaperustukset ja monopile-perustukset, joista ensin mainittu vie suurimman alueen ja muodostaa näin ollen *pahimman tapauksen*, johon arvioinnit perustuvat. On myös muita perustustyyppisiä, kuten jacket- tai kolmijalkaiset perustukset, jotka perustuvat muihin tekniikoihin. Tässä hankkeessa käytettävää perustustyyppiä tutkitaan parhaillaan, mutta se sovitetaan sopivimman tekniikan mukaan ottaen huomioon vallitsevat pohjaolosuhteet ja muut olosuhteet yksityiskohtaisen suunnittelun aikana.

### *Pohjakasvillisuus*

Rakennusvaiheen aikana pohjakasvillisuus katoaa paikoilta, joihin perustukset, eroosiosuojaukset ja kaapelit asennetaan. Pohjakasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten laajuus riippuu muun muassa alueelle asennettavien perustusten määrästä ja tyypistä.

Polargrundin tuulipuiston alueelta on löydetty vain yksi kasvilaji, *Battersia arctica*. Koska lajin levinneisyys hankealueella on hyvin rajallinen ja koska laji ei ole punaisella listalla ja sitä esiintyy suuressa osassa Itämeren pohjaeläimistön ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi.

Kun otetaan huomioon ympäristövaikutuksen suuruus, joka arvioidaan vähäiseksi, koska vaikutusalueet ovat hyvin pieniä suhteessa hankealueen kokonaispinta-alaan ja koska uudelleenasetus voi tapahtua, seuraukset pohjakasvillisuuteen rakennusvaiheen aikana arvioidaan vähäisiksi.

### *Pohjaeläimistö*

Pohjaeläimistön ympäristöarvoa pidetään vähäisenä, koska lajiryitys on suhteellisen homogeeninen ja sisältää vain muutamia lajeja, jotka ovat yleisiä suuressa osassa Itämeren pohjaeläimistön ympäristöarvoa. Koska ympäristövaikutuksen suuruus katsotaan vähäiseksi, koska vaikutusalue on pieni koko hankealueeseen nähden ja koska useat lajit asuttavat uudelleen, seuraukset katsotaan vähäisiksi.

Merenpinnan alapuolella olevien fyysisten vaikutusten katsotaan aiheuttavan vähäisiä seurauksia sekä pohjakasvillisuudelle että pohjaeläimistöille. Käytöstäpoistovaiheen aikana vaikutuksen katsotaan olevan paikallinen, ja merenpohja, jota perustukset, eroosiosuojaus ja kaapelit ovat käyttäneet, palautuu poistamisen jälkeen samanlaisiin olosuhteisiin kuin ennen tuulipuiston rakentamista. Näin ollen käytöstäpoistovaiheen kokonaisseurauksen katsotaan olevan vähäinen.



## Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

### *Pohjakasvillisuus*

Ainoa hankealueella havaittu pohjakasvilaji on *Battersia arctica*. Ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi, koska laji esiintyy laajalti Itämerellä. Yhdessä ympäristövaikutuksen suuruuden kanssa, joka arvioidaan merkityksettömäksi, koska vaikutukset kohdistuvat hankealueen kokonaispinta-alaan nähden hyvin pienille alueille ja koska uudelleenasetus voi tapahtua, kokonaisuus pohjakasvillisuuteen rakennusvaiheen aikana arvioidaan vähäiseksi.

### *Pohjaeläimistö*

Tuulipuiston pohjaeläimistö koostuu jossain määrin liikkuvista lajeista (äyriäiset ja särkikalat), jotka pystyvät siirtymään alueilta, joita ne eivät suosi, mikä tekee niistä vähemmän haavoittuvia. Tuulipuisto itsessään ei ole erityisen merkittävä alue minkään lajin populaatioille. Lajit eivät myöskään ole punaisella listalla tai uhanalaisia. Ympäristöarvo arvioidaan näin ollen vähäiseksi. Kaiken kaikkiaan vaikutus katsotaan vähäiseksi.

### 9.1.3.3 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

## Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

### *Pohjakasvillisuus*

Jäämeripöly on yleistä sekä Pohjanlahdella että koko Itämerellä, eikä sitä ole merkitty punaiselle listalle, minkä vuoksi sen ympäristöarvoa pidetään vähäisenä. Tuulipuiston toimintavaiheessa valovyöhykkeelle, jolle kasvillisuus voi asettua, tulee kovia rakenteita perustusten ja muiden rakenteiden muodossa. Perustusten päälle mahdollisesti syntyvän uuden kasvillisuuden on kestävä lämpötilan ja suolapitoisuuden muutokset, joita tapahtuu lämpimämmän ja suolaisemman veden purkupaikan yhteydessä.

Vedyntuotannosta vapautuvan lämpimämmän ja suolaisemman veden kokonaisuudet pohjakasvillisuuteen arvioidaan olevan vähäinen.

### *Pohjaeläimistö*

Pohjaeläimistön ympäristöarvo arvioidaan merkityksettömäksi, koska alueella esiintyvät epifauna eli kilkit ja massiiset ovat yleisiä lajeja koko Itämerellä, ne eivät ole uhanalaisia ja ne voivat siirtyä alueilta, joilla ne eivät menesty, ilman suuria ponnisteluja. Vedyntuotannosta peräisin olevan lämpimämmän ja suolaisemman veden päästöjen kokonaisuudet pohjaeläimistöön arvioidaan vähäisiksi.

#### 9.1.3.4 Kokonaisseurausten arviointi

Ympäristövaikutukset ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraukset ovat samat eri osa-alueilla. Taulukko 9-3 esitetään yhteenveto pohjaeläimistöä ja -kasvistoa koskevista vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-3 Yleisarvio pohjaeläimistöön kohdistuvista vaikutuksista.

Vaikuttava tekijä	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseuraus
<b>Rakennusvaihe</b>			
Sameus ja sedimentin kasaantuminen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Toimintavaihe</b>			
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Jäähdytysveden poisto ja retentaatti	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Käytöstäpoistovaihe</b>			
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

## 9.2 Kalat

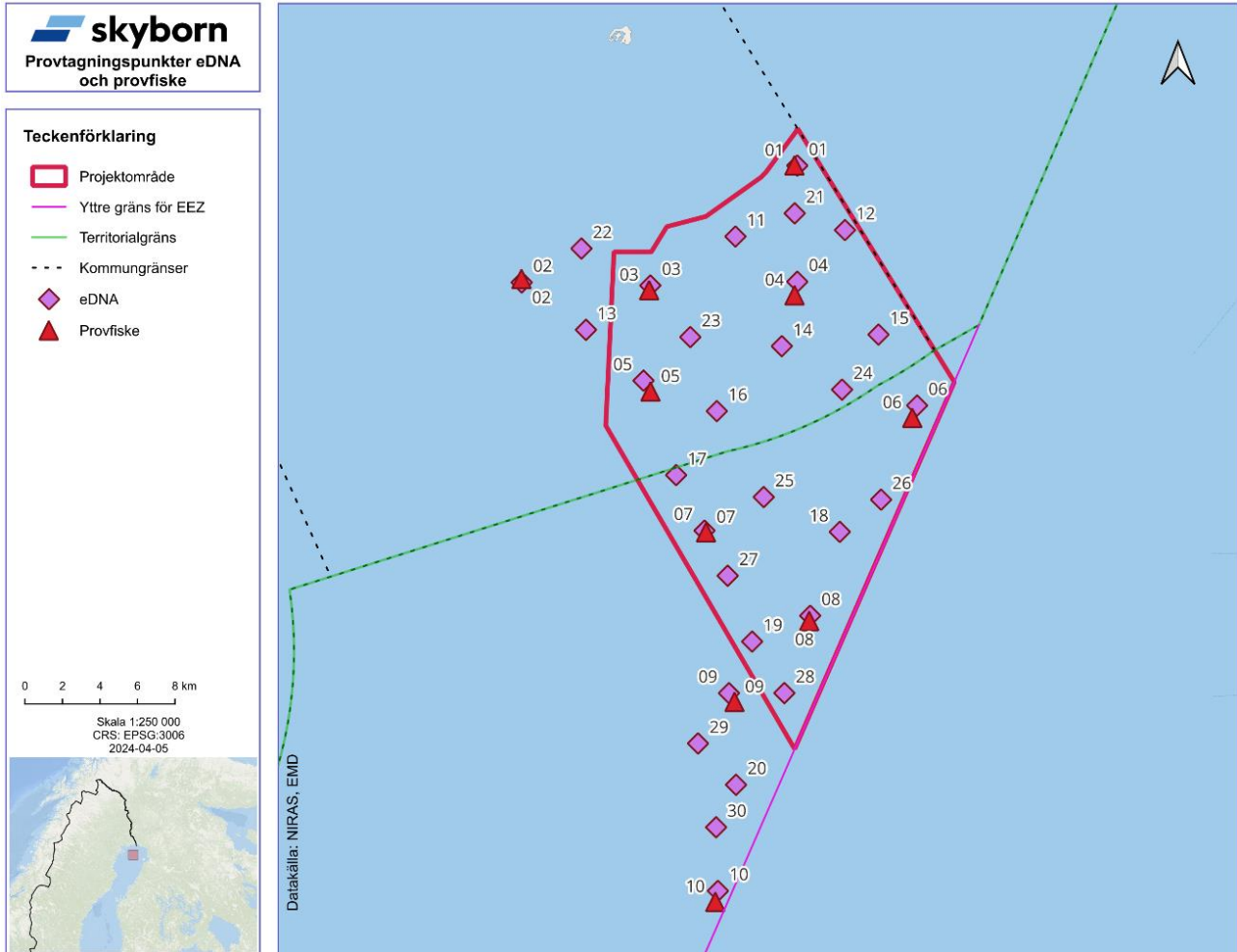
Tässä jaksossa kuvataan kalojen esiintymistä suunnitellun tuulivoima-alueen läheisyydessä, tuulipuiston vaikuttavat tekijät ja vaikutuksia kalalajeihin sekä seurauksia, joita voi aiheutua Polargrundin tuulipuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta. Seuraavissa jaksoissa esitetyt arvioinnit ja kuvaukset perustuvat NIRASin asiakirjoihin, jotka on esitetty liitteessä D12. Liitteessä mainitaan myös, mihin viitteisiin ja viiteaineistoon nykytilan kuvaukset perustuvat.

### 9.2.1 Nykytilanteen kuvaus

Pohjanlahdelle on ominaista, että monet joet laskevat mereen. Se on koti sekoitukselle kalalajeja, jotka ovat tyypillisiä joko makean tai suolaisen veden lajeja. Pohjanlahdelle on ominaista jää, joka yleensä peittää alueen neljästä kuuteen kuukautta vuodessa. Nämä olosuhteet vaikeuttavat monien lajien elämää, joten ekosysteemi on yleensä lajikohtainen, mikä koskee myös kaloja.

Kesäkuussa ja syyskuussa 2022 tutkimusalueen kalayhteisöä tutkittiin näytekalastusten ja eDNA-tutkimusten avulla, ks. Kuva 9-3eDNA-tutkimuksissa otetaan vesinäytteitä ja analysoidaan sen jälkeen veteen liuennutta DNA:ta, jotta voidaan selvittää, mitkä kalalajit ovat jättäneet näitä biologisia jälkiä kuhunkin näytteenottoonpaikkaan. eDNA on vesiympäristössä lyhytikäistä, joten suurin osa analysoidusta eDNA:sta on paikallista alkuperää ja kuvaa siten paikallista lajikoostumusta. Pieniä määriä liuennutta eDNA:ta on kuitenkin saattanut levitä kauempana sijaitsevista paikoista vesivirtojen mukana, minkä vuoksi muutamiin eDNA-havaintoihin perustuvia havaintoja on tulkittava varovaisesti. Kahdelta tutkimusjaksolta analysoitiin yhteensä 60 vesinäytettä. Näytteenotto suoritettiin käyttäen standardoitua kalastusmenetelmää verkoilla (fyke-verkot),

jotta voitiin tutkia kalojen pituus ja paino, arvioida kutukypsyys ja kututilanne sekä verrata ja tarkistaa eDNA-tuloksia. Kunkin tutkimuksen aikana otettiin 10 näytettä.



Kuva 9-3 Näytteenottoaikoja näytteenottoa ja eDNA:ta varten kesäkuussa ja syyskuussa 2022.

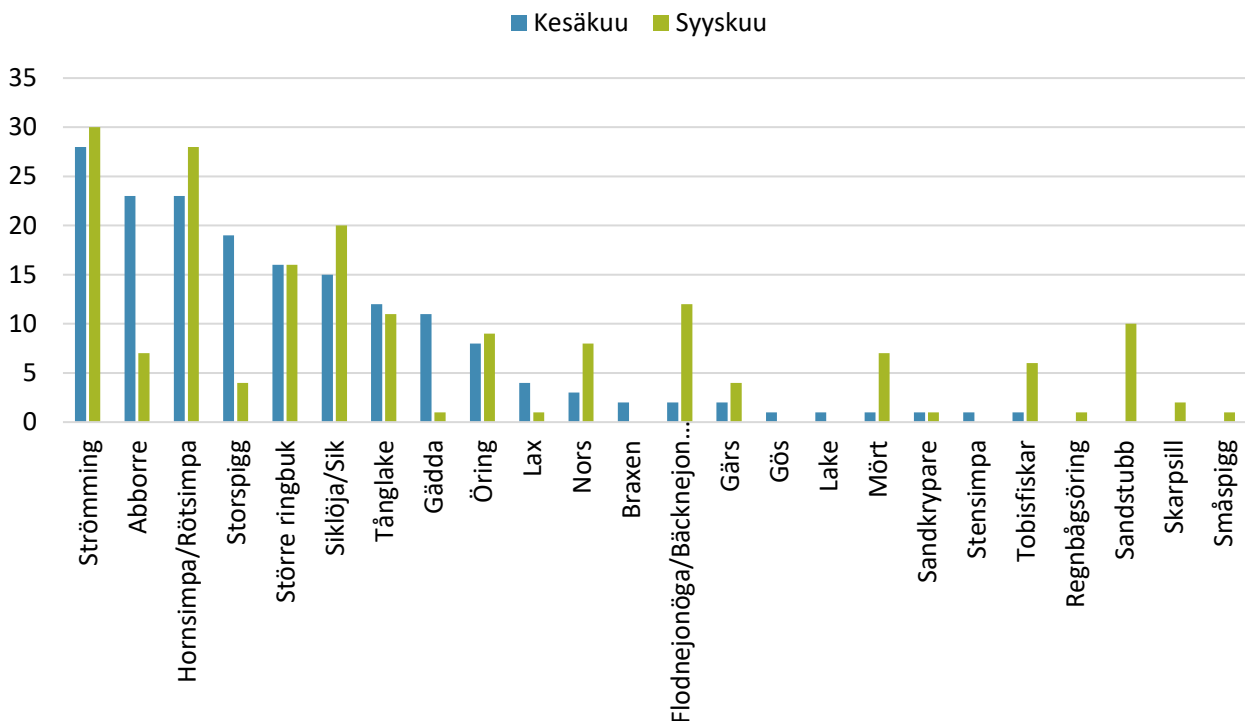
Verkkokoekalastuksessa saatiin saaliiksi yhteensä 398 yksilöä, jotka jakautuivat viiteen eri lajiin. Syyskuussa pyydettiin enemmän lajeja ja yksilöitä kuin kesäkuussa, ks. luku. Taulukko 9-4. Itämeren silakan osuus kokonaissaaliista oli 75 prosenttia (302 yksilöä), ja kesäkuussa painoltaan hallitsi siika ja syyskuussa painoltaan silakka.

Taulukko 9-4 Verkkonäytteenotossa kesäkuussa ja syyskuussa pyydetyt kalalajit ja yksilömäärät.

Kalalajit	Kesäkuu	Syyskuu	Yhteensä
Silakka	56	246	302
Härkäsimppu	34	16	50
Siika	19	23	42
Kiiski	-	3	3
Punasimppu	-	1	1

Kaikkiaan eDNA-tutkimuksissa havaittiin 24 lajikohtaista DNA-sekvenssiä kaloille otetuissa vesinäytteissä, ks. Kuva 9-4. Kolme näistä sekvensseistä voitiin yhdistää useampaan kuin yhteen lajiin, koska näiden lajien DNA-sekvenssit olivat lähes identtisiä. Lajeja, joita ei voitu erottaa toisistaan, olivat härkä- ja punasimppu, puro- ja joki nahkiaiset sekä siika ja muikku. Kaikkia näitä lajeja saattaa esiintyä hankealueella. Tuulenkaloja (*Ammodytidae*) ei myöskään voitu erottaa lajeiksi, vaikka Pohjanlahdella esiintyy pitkälti vain pikkutuulenkala (*Ammodytes tobianus*). Kesäkuussa eDNA-sekvenssien suhteellisia pitoisuuksia hallitsivat silakka, ahven ja simput, kun taas syyskuussa silakka, simput ja siika/muikku. Made havaittiin eDNA-tutkimuksessa, ja se on luokiteltu vuoden 2020 punaisen listan mukaan haavoittuvaksi (VU). (SLU Artdatabanken, 2020). Madetta havaittiin kuitenkin vain muutamia yksilöitä, mikä osoittaa, että suunnitellun tuulipuiston alueella ei ole merkitystä lajille. Törön havaitsemista ei odotettu, koska lajia ei ole raportoitu näin pohjoisessa Itämerellä. Havaintoja olisi sen vuoksi tulkittava hieman varovaisesti.

### eDNA-lajien esiintyminen Polargrund



Kuva 9-4 Kesä- ja syyskuussa 2022 tehdyn eDNA-tutkimuksen aikana kaloista havaittiin 24 eri sekvenssiä. Kuvaajassa on esitetty eri sekvenssien havaintomäärät. Joitakin näistä sekvensseistä ei voitu määrittää lajeihin: ahven- ja punasimppu, puro- ja jokilevä, siika ja muikku sekä tuulenkala.

Marraskuussa 2022 ja kesäkuussa 2023 Polargrund -tutkimusalueella tehtiin myös pohjaeläintutkimuksia, joissa käytettiin muun muassa pudotusvideota (ks. tarkemmin jakso 9.1.1). Näiden tutkimusten aikana havaittiin yhteensä seitsemän kalalajia. Marraskuussa 2022 havaittiin yksittäisiä yksilöitä silakkaa, kivinilkkää, kiiskiä, härkäsimppua, punasimppua, kilohailia ja kivisimppua. Kesäkuun 2023 näytteenotossa havaittiin silakkaa ja kivinilkkää. Nämä havainnot vahvistavat hankealueen yleisimmät pohjaeläinlajit.

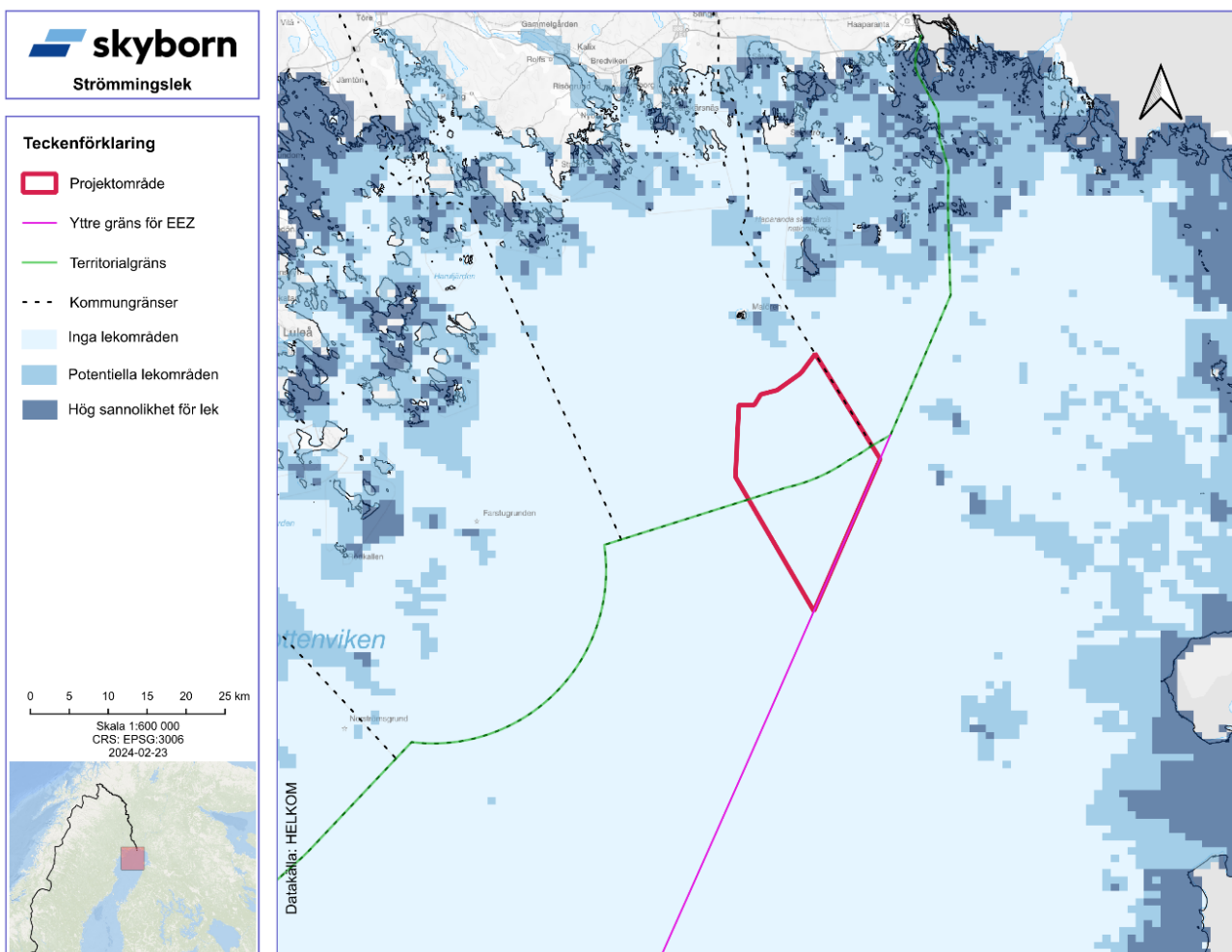
Jäljempänä kuvataan havaitut lajit, jotka ovat kiinnostavia tai joiden odotetaan esiintyvän tutkimusalueella ja joita pidettiin kuulemisvaiheessa erityisen tärkeitä.

### 9.2.1.1 Silakka

Silakka (*Clupea harengus*), kuten laji tunnetaan Kalmarin pohjoispuolella Itämerellä, on Ruotsissa yleinen, ja sitä tavataan rannikoilla ja avomerialueilla. Pohjanlahdella kaikkia silakoita käsitellään ICES:n (Kansainvälinen merentutkimusneuvosto) hoitokantana.

Itämeren silakka muodostaa merkittävän osan avoveden kalabiomassasta, ja sillä on siten keskeinen rooli ekosysteemissä sekä ravintona että saalistajana. Laji elää 200 metrin syvyyteen asti, mutta matalat alueet ovat tärkeitä sekä nuorten yksilöiden poikasalueina että kutualueina.

Itämerellä silakka voi kutua sekä keväällä että syksyllä. Aikuiset kerääntyvät ja kutevat matalammilla kutualueilla 0,5-4 metrin syvyydessä, mutta myös 10 metrin syvyydessä, mikä on harvinaisempaa. Eteläisellä Itämerellä kutua on havaittu myös 20 metrin syvyydessä. Mätimunat putoavat pohjaan, jossa ne kiinnittyvät pohjaan ja kasvillisuuteen. Yleensä keväällä kutevat silakat vaeltavat rannikolle, mutta syksyllä kutevat silakat voivat kutua myös rannikon edustalla. Veden lämpötilasta riippuen hedelmöitymisestä munien kuoriutumiseen kuluu 10-20 päivää. Helcom on mallintanut silakan kutemisen todennäköisyyttä Itämeren alueella silakan kutuun liittyvien elinympäristöjen perusteella, ks. Kuva 9-5. Helcomin mallinnuksen mukaan hankealueella ei ole alueita, joilla silakka todennäköisesti kutisi.



Kuva 9-5 Helcomin mallintamat alueet, joilla silakka todennäköisesti tai mahdollisesti kutee. Suunnitellun tuulipuiston alueella ei ole kutualueita. (Helcom, 2020).

Vuoden 2022 eDNA-tutkimuksissa silakkaa havaittiin lähes kaikissa näytteissä kesäkuun ja syyskuun tutkimuksissa, ja se oli siten tutkimusalueen runsain laji. Itämeren silakka oli hallitseva laji myös verkkokoekalastuksen molempien näytteenottokertojen aikana pyydettyjen yksilöiden lukumäärän perusteella. Lajin kutuvaelluksen todennäköisyys hankealueella on pieni, kun otetaan huomioon alueen syvyys. Kaiken kaikkiaan hankealueella ei sen vuoksi katsota olevan suurta merkitystä lajin kannalta.

#### 9.2.1.2 Lohi

Atlantin lohi (*Salmo salar*) on kalalaji, joka Itämeressä lisääntyy virtaavassa vedessä (makeassa vedessä), mutta viettää lopun ajastaan suolaisessa vedessä, jossa se etsii ravintoa, kasvaa ja tulee sukukypsäksi, tätä kutsutaan anadromiseksi elinkaareksi. Ne viettävät merellä noin 1-5 vuotta ennen kuin palaavat kutemaan jokeen, jossa ne ovat syntyneet. Tätä kutsutaan "kotiutumiskäyttätymiseksi", joka on geneettisesti ohjelmoitu pyrkimys palata ja kutemaan samaan jokeen, jossa ne ovat syntyneet.

Veden säännöstely ja voimalaitosten rakentaminen ovat vaikuttaneet lohen mahdollisuuksiin päästä luontaisille kutualueilleen, ja monissa tapauksissa padot ovat tuhonneet ne. Tämän seurauksena Itämeren lohikannat pienenivät voimakkaasti 1900-luvulla, ja nykyään ne ovat vain murto-osa siitä, mitä ne olivat ennen vesivoiman kehittämistä suurimmissa joissa. Viimeisimmän arvion mukaan (2022) Itämeren smolttien tuotannon arvioidaan olevan noin 3 miljoonaa, kun se ennen vesivoiman kehittämistä oli vähintään 7 miljoonaa. Lohen tilanne heikkeni entisestään, kun lohen tauti M74 puhkesi laajamittaisesti 1990-luvun alussa. Vesivoiman korvaavana toimenpiteenä 1960-luvulla aloitettiin laajamittainen viljellyn lohen istutus, ja viljellyn lohen smoltit ovat olleet lukumääräisesti hallitsevassa asemassa jo pitkään. Itämeren maiden yhteisen toimintasuunnitelman ansiosta luonnonlohen tuotanto on lisääntynyt 2000-luvulla, mikä johtuu kaupallisen kalastuksen vähenemisestä, M74-joen kuolleisuuden vähenemisestä ja jokien laajoista kunnostustöistä. SLU arvioi tällä hetkellä, että Pohjanlahden Ruotsin puoleisten luonnonlohikantojen tila on hyvä. M74-tauti näyttää kuitenkin palaavan muutaman vuoden välein, sillä taudin aiheuttama kuolleisuus lisääntyi jälleen vuosina 2016-2018. Vuodesta 2014 lähtien Itämeren lohikannoissa on raportoitu myös uusista terveysongelmista, joissa kutuvaelluksella olevilla aikuisilla kaloilla on ilmennyt sisäisiä verenvuotoja ja ihovaurioita, joita seuraa sieni-infektioita, jotka johtavat kalojen suhteellisen nopeaan kuolemaan. Näiden terveysongelmien syy ei ole vielä selvillä, mutta ne korreloivat fysiologisten stressioireiden kanssa.

Suurin osa lohista kuolee kutemisen jälkeen, mutta osa niistä toipuu ja vaeltaa takaisin mereen, jonne ne palaavat myöhemmin kutemaan uudelleen. Itämerellä vaellus tapahtuu aikaisesta keväästä myöhäiseen syksyyn, mutta päävaellus ajoittuu touko-kesäkuulle. Esimerkiksi 90 prosenttia merilohista on vaeltanut jokea ylöspäin ennen kesäkuun loppua viimeisten 20 vuoden aikana. Kutu tapahtuu lokakuusta tammikuuhun, mätimunat kuoriutuvat huhti-toukokuussa ja nuoret lohet (smoltit) vaeltavat, kun ne ovat noin 10-20 cm:n kokoisia (1-2 vuoden ikäisinä). Uintinopeus vaihtelee merellä 10-50 kilometrin välillä päivässä, mutta se laskee huomattavasti, kun lohet saavuttavat jokisuun. Vaeltaessaan lohet uivat pääasiassa lähellä pintaa, noin 2 metrin syvyydessä.

Kolmen vuodenajan tutkimus lohen vaelluskäyttätymisestä Suomen rannikolla osoitti, että lohet uivat lähempänä rannikkoa kahtena vuodenaikana, jolloin veden lämpötila oli alhaisempi, ja keskemällä Pohjanlahdella lämpimänä vuonna. Lohen vaellustapoja koskevat tutkimukset osoittavat, että sekä aikuiset lohet että smoltit vaeltavat pääasiassa Suomen rannikkoa pitkin. Lähes kaikki vaellustutkimukset on kuitenkin tehty pyydystämällä ja merkitsemällä lohet rannikolla ja tutkimalla sitten niiden sijaintia, kun ne on pyydystetty takaisin. Pohjanlahden keskiosissa ei ole aiemmin tehty tutkimuksia tai näytteenottoa. Näin ollen on vain vähän tietoa Pohjanlahden keskiosissa uivien lohien ja lähempänä rannikkoa uivien lohien välisestä suhteesta.

Lohien vaelluskäyttäytyminen voi myös vaihdella sen mukaan, missä niiden ruokailualueet sijaitsevat. Ahvenanmereltä vaeltavat lohet voivat käyttää sekä Ruotsin että Suomen rannikkoa matkallaan pohjoiseen, ja Merenkurkun pohjoispuolella olevat kalat ylittävät harvoin merta, vaan vaeltavat valitsemaansa reittiä pitkin Pohjanlahden jokiin. Myös eri jokipopulaatioiden välillä on jonkin verran vaihtelua: Luulajoen (Ruotsin rannikko) lohia tavataan sekä Suomen että Ruotsin puolella Pohjanlahtea, kun taas Tornionjoen (Ruotsin ja Suomen välinen raja) ja Kalixjoen (Ruotsin rannikko) lohet kulkevat suuremmissa määrin vain Suomen puolella. Lisäksi on osoitettu, että muiden jokien lohet voivat vaelttaa pohjoiseen ja ruokailla Pohjanlahdella. Smolttien vaellusta jokien ulkopuolelle on tutkittu vain vähän, mutta on todennäköistä, että ne hyödyntävät jokien ulosvirtausten aiheuttamia virtauksia.

eDNA-tutkimuksissa lohta havaittiin kesäkuussa noin 17 %:lla ja syyskuussa noin 3 %:lla asemista. Verkkonäytteenotossa lohta ei saatu kiinni, mutta tämä oli odotettavissa, sillä pohjaverkot ovat tehoton menetelmä lohien pyyntiin, koska ne uivat pääasiassa matalalla. Tutkimuksen mukaan lohien esiintyminen Perämerenlahden ulomassa meriympäristössä on runsaampaa kesäkuussa, joka osuu lohien vaelluksen aktiivisempaan aikaan. Lisäksi lohta on purettu maihin kolmella kerralla niistä yhdeksästä kerrasta, jolloin ruotsalaista kaupallista kalastusta on harjoitettu suunnitellulla hankealueella vuosina 2010-2022 (liite D15). Kaiken kaikkiaan käytettävissä olevat tiedot osoittavat, että lohet käyttävät hankealuetta ja voivat vaelttaa ulomassa meriympäristössä matkalla kutualueilleen. Koska kutuvaellus on ratkaiseva hetki, ja monet tärkeät kutujokien joet laskevat Pohjanlahteen, alueen läpikulkua pidetään erittäin tärkeänä lohien kannalta.

### 9.2.1.3 Taimen

Taimen (*Salmo trutta*) voi elää pysyvästi makeassa vedessä tai lisääntyä vain virtaavassa makeassa vedessä ja vaelttaa sitten mereen ruokailemaan, kasvamaan ja aikuistumaan. Taimenia, jotka vaeltavat mereen saavuttaakseen sukukypsyyden, kutsutaan meritaimeniksi. Meritaimenet lähtevät makeasta vedestä 1-5-vuotiaina ja vaeltavat mereen, jossa ne pyytävät Itämerellä pääasiassa kilohailia ja silakkaa. Meritaimenet ovat yleensä suhteellisen paikallaan ja rannikolla suurten jokien suistojen läheisyydessä, mutta ne voivat oleskella myös avomerellä. Lohiin verrattuna taimenet liikkuvat paljon lähempänä rannikkoa, jopa vaelluksen aikana. Meressä oltuaan kuudesta kuukaudesta kolmeen vuoteen meritaimenet palaavat kutemaan jokiin, joissa ne ovat kasvaneet. Taimenet laskevat mätimunansa syksyllä purojen sorapohjiin kaivamiinsa kutukuoppiin, joista ne kuoriutuvat seuraavana keväänä. Tärkeä joki meritaimenen lisääntymiselle Perämerenlahdella on Tornionjoki. Sekä viljeltyä että luonnonvaraisia Tornionjoen taimenia tavataan Ruotsin ja Suomen rannikolla, mutta vaellukset suuntautuvat harvoin Merenkurkun eteläpuolelle.

Meritaimenen poikastutkimuksista saadut tiedot osoittavat, että meritaimenen tiheys on kasvanut useissa joissa 1990-luvulta lähtien. Tästä huolimatta taimenen tiheys on laskenut Pohjanlahdella, jossa laskusuuntauksen uskotaan johtuvan historiallisesta liikakalastuksesta. Lajina taimenta pidetään elinvoimaisena, mutta Perämerenlahdella sen rekrytointitilanne on heikko. Taimenen runsastumisen edistämiseksi Perämerenlahdella on toteutettu toimenpiteitä, kuten verkkokalastuskielto alle kolmen metrin syvyisissä vesissä.

NIRAS:n vuonna 2022 tekemät tutkimukset osoittivat, että tutkimusalueella ja sen ympäristössä esiintyi taimenia sekä kesäkuussa että syyskuussa. Taimenia löydettiin eDNA-näytteenotossa (alle 9 näytettä tutkimuskertaa kohden kesä- ja syyskuussa), mutta ei verkoilla suoritetun koekalastuksen aikana, mikä johtui todennäköisesti siitä, että verkot sijoitettiin pohjaan ja taimenet uivat pääasiassa lähellä pintaa. Ruotsalaiset kaupalliset kalastajat eivät ole purkaneet taimenia hankealueella vuosina 2010-2022 (liite D15). Hankealue on todennäköisesti ravinnonhankinta-alue, mutta kaiken kaikkiaan sillä ei katsota olevan suurta merkitystä lajille.

#### 9.2.1.4 Siika

Siikaa (*Coregonus maraena*) esiintyy joissa, järvissä ja suuressa osassa Itämeren. Erilaisten elinympäristöjensä vuoksi lajille on kehittynyt useita niin sanottuja ekotyyppejä, jotka tarkoittavat morfologisia sopeutumisia ympäristöön, jossa ne elävät, joista jokisiika ja hiekkasiika ovat Itämeressä esiintyviä ekotyyppejä. Jokisiika vaelttaa syksyllä/talvella jokiin ja puroihin, joissa se kutee, kun taas hiekkasiika kutee rannikon saaristolahdissa. Merkintätutkimukset osoittavat, että siika vaelttaa harvoin yli 20 kilometriä ruokailu- ja kutualueiden välillä. Meressä kutevia siikoja, kuten hiekka-ankeriaita, koskevat tutkimukset ovat osoittaneet, että ne vaeltavat yleensä alle 10 km:n matkan ruokailu- ja kutualueiden välillä, lukuun ottamatta joitakin yksilöitä, jotka voivat vaelttaa jopa 70 km:n matkan. Toisin kuin rannikolla kutevat siikat, jokisiikat vaeltavat yleensä pidempiä matkoja ruokailu- ja kutualueiden välillä.

Tutkimusalueella tehdyt tutkimukset osoittavat, että siikaa esiintyy sekä kesäkuussa että syyskuussa. Kuten aiemmin mainittiin, eDNA-tutkimuksessa ei voitu erottaa siikaa ja muikkua (*C. albula*) toisistaan. Verkkonäytteenotto kuitenkin vahvistaa, että havaittu siika on todennäköisesti siikaa, koska näytteenoton aikana pyydettiin vain siikaa, ei muikkua. Tästä syystä hankealueen oletetaan mahdollisesti muodostavan siian ruokailualueen keväällä ja kesällä, mutta koska lajilla on Pohjanlahdella laajoja alueita ruokailuun, alueella ei katsota olevan suurta merkitystä lajille yleensä.

#### 9.2.1.5 Muikku

Muikku (*Coregonus albula*) on kalalaji, joka elää Pohjanlahden murtovesien avovesissä, joissa se syö pieniä äyriäisiä ja hyönteisiä. Laji muistuttaa siikaa sekä geneettisesti että morfologisesti. Muikku kutee vain Pohjanlahden pohjoisimmassa osassa, jossa suolapitoisuus on riittävän alhainen. Kutevia populaatioita on keväällä, syksyllä ja talvella. Keväällä kuteva populaatio kutee huhti-toukokuussa ja syksyllä kuteva populaatio syys-lokakuussa, kun taas talvella kuteva populaatio voi kutia joulukuuhun asti. (Havs- och vattenmyndigheten, 2023). Kutupaikkojen syvyys vaihtelee, mutta kevätkutu tapahtuu yleensä syvemmissä vedessä kuin syyskutu. Nuoret muikunpoikaset pysyttelevät pääasiassa rannikon läheisyydessä ja siirtyvät kauemmas merelle, kun ne ovat noin 2 cm pitkiä.

NIRASin suorittamassa eDNA-tutkimuksessa ei voitu erottaa lajikohtaisia sekvenssejä siian ja muikun välillä. Verkkokoekalastuksen perusteella on kuitenkin todennäköistä, että kyseessä on siika, sillä suunnitellun tuulivoimapuiston alueella ei pyydetty muikkua. Tutkimusalueelta on raportoitu kaupallisen kalastuksen muikkusaaliita vuonna 2022, ks. tarkemmin jakso 9.6 kaupallisesta kalastuksesta. Suunnitellun tuulivoimapuiston alueella saattaa siis esiintyä muikkua tiettyinä ajanjaksoina. Ei kuitenkaan ole todennäköistä, että muikku kutisi alueella, vaan alueella olevat yksilöt ovat todennäköisesti siellä ravinnonhankintaa varten. Hankealueella ei sen vuoksi katsota olevan suurta merkitystä lajille sen lisääntymisen ja ravinnonhankinnan kannalta.

#### 9.2.1.6 Kivinilkkä

Kivinilkkä (*Zoarces viviparus*) on pohjaeläin, joka voi elää jopa 40 metrin syvyydessä. Se on suhteellisen paikallaan ja suosii kylmiä vesiä ja kivipohjia, joissa se ruokailee erilaisilla pohjaeläimillä. Toisin kuin suurin osa muista kalalajeista, kivinilkat ovat sisäisesti hedelmöittyneitä, mikä tarkoittaa, että ne synnyttävät eläviä poikasia. Kutu tapahtuu yleensä kaksi kertaa kaudessa, loppukesällä ja syksyllä. Poikaset syntyvät noin 4 kuukauden kuluttua hedelmöitymisestä. Kivinilkkä on indikaattorilaji ympäristöolosuhteiden arvioinnissa, sillä se on herkkä ympäristömyrkyille, jotka voivat vaikuttaa sen lisääntymiseen. Naaraiden kasvunopeus ja kuntotekijät voivat myös osoittaa erilaisia ympäristöolosuhteita. Kivinilkkä luokitellaan elinkelpoiseksi, koska viime vuosina lajin määrä on lisääntynyt sen jälkeen, kun se oli aiemmin vähentynyt huomattavasti.



Kiviniilkan kutua havaittiin useissa näytteissä eDNA-tutkimuksen aikana, mutta verkkonäytteenotossa ei saatu kiinni yhtään lajin yksilöä. Pudotusvideotutkimusten aikana havaittiin kuitenkin kiviniilkoja. Hankealueella on vain pieniä alueita, joilla on sellaiset olosuhteet, joissa kiviniilikka viihtyy. Itse aluetta pidetään lajin kannalta vähämerkityksellisenä elinympäristönä.

#### 9.2.1.7 Kolmipiikki

Kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus*) on yleinen koko Ruotsin rannikolla. Kyseessä on pieni kalalaji, joka on 6-7 cm pitkä, mutta voi kasvaa jopa 10 cm:n pituiseksi. Loppusyksyn ja talven aikana Itämeren kolmipiikki pysyttelee pelagisesti kaukana rannikosta. Kesällä ja kutuaikana (touko-heinäkuu) sitä tavataan kuitenkin lähempänä rannikkoa matalissa vesissä. Kolmipiikki on lisääntynyt merkittävästi vähentyneen saalistuspaineen vuoksi, koska petokalojen levinneisyys ulkosaaristossa on vähentynyt. Lajia pidetään tällä hetkellä häiriönä ekosysteemissä sen suuren määrän vuoksi, sillä se syö pienempiä eläimiä, jotka laiduntavat hienorakeisia leviä. Säiemäinen levä voi sitten levitä ja syrjäyttää muun rannikkokasvillisuuden. Kolmipiikki syö myös muiden kalojen mätiä, minkä on osoitettu vaikuttavan kielteisesti muun muassa ahvenen ja hauen esiintymiseen.

Selvitysten mukaan kolmipiikki esiintyy tutkimusalueella. lajin eDNA-palasia löytyi erityisesti kesäkuussa 2022, mutta silloin vain muutamalta näytteenotto paikalta. Verkkonäytteenoton aikana ei saatu lajin yksilöitä saaliiksi, mutta näytteenotto tehtiin aikana, jolloin kolmipiikki on rannikolla. Se, että lajia ei löydetty verkkonäytteenotossa ja että sitä havaittiin vähän syyskuussa 2022, viittaa siihen, että suunnitellun tulipuiston alueella ei ole suurta merkitystä lajille.

## 9.2.2 Vaikutukset kaloihin

Suunnitelluista toiminnoista aiheutuvat vaikutustekijät, jotka voivat aiheuttaa vaikutuksia kaloihin, ovat vedenalainen melu, sameus ja sedimentaatio, merenpinnan alapuoliset fyysiset vaikutukset, sähkömagneettiset kentät sekä jäähdytysveden ja retentaatin päästöt. Vaikutuksia kuvataan seuraavassa jaksossa ja Taulukko 9-5 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-5 Mahdollinen vaikutus kaloihin.

Vaikuttavat tekijät	Rakentaminen	Käyttö	Käytöstäpoisto
Vedenalainen melu	x	x	x
Sameus ja sedimentaatio	x		x
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		x	
Sähkömagneettiset kentät		x	
Jäähdytysveden purku ja retentaatti		x	

#### 9.2.2.1 Vedenalainen melu

##### **Ympäristövaikutukset rakennusvaiheen aikana**

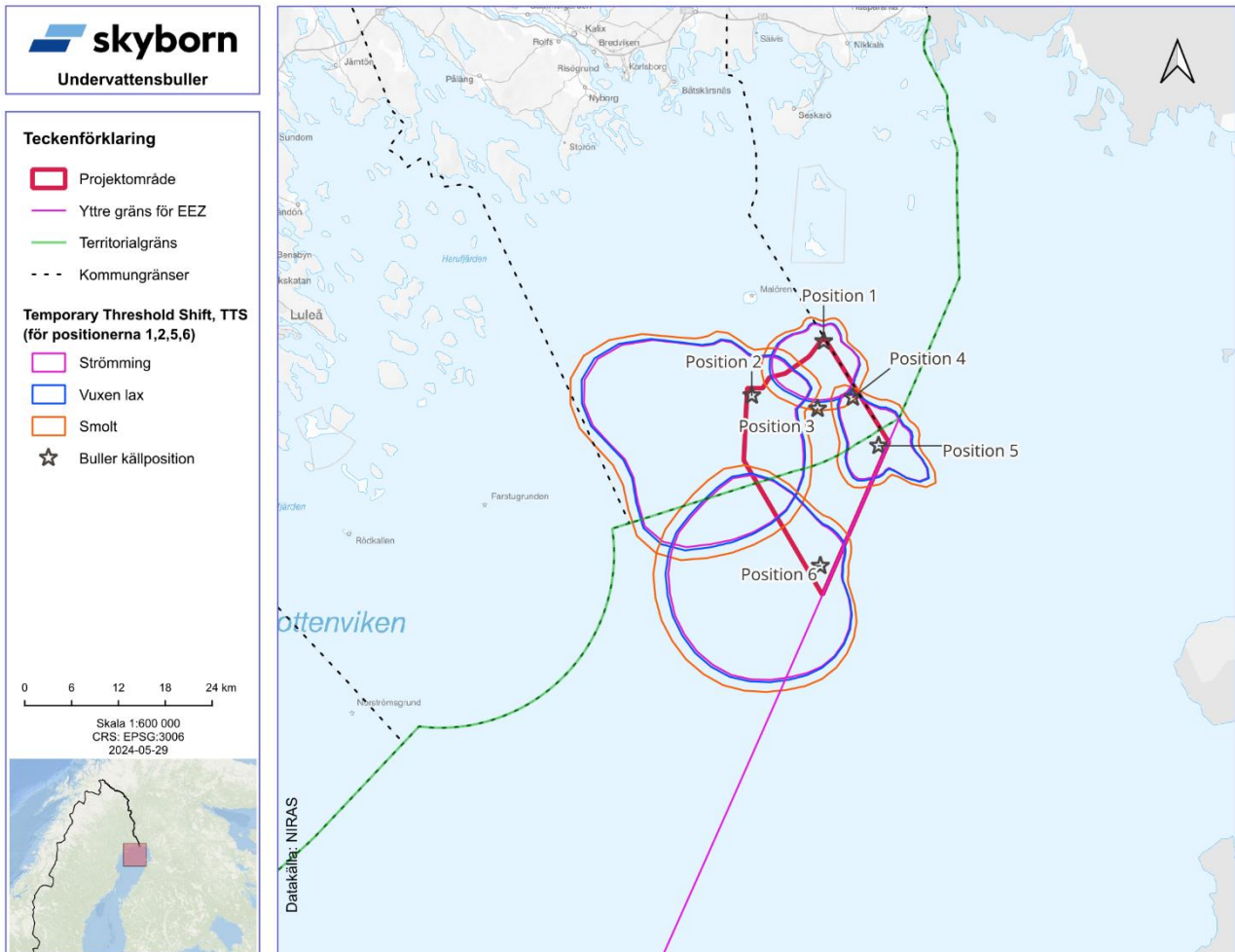
Merituulivoimaloiden rakentamisen aikana vedenalaista melua syntyy alueen lisääntyneestä alusliikenteestä ja erilaisista rakennustöistä. Paalujen paaluttaminen monopile-perustuksia varten on toiminto, joka aiheuttaa suurimmat melutasot, ja siksi se on rakennusvaiheen vedenalaisen melun suurimpia sallittuja melutasoja.

Lohen, taimenen ja siian (jokisiian ekotyyppi) onnistunut vaellus on tärkeää niiden populaatioiden selviytymisen kannalta, ja siksi se on herkkä osa niiden elinkaarta. Näiden lajien vaellus tapahtuu vuosittain varhaiskevään ja loppusyksyn välisenä aikana, joka osuu samaan vuodenaikaan, jolloin voidaan tehdä paalutusta perustusten rakentamista varten. Rakennusvaiheen aikaista vedenalaista melua koskeva vaikutustenarviointi perustuu sen vuoksi näihin vaeltaviin kalalajeihin, ja siinä keskitytään erityisesti lohiin.

Eri kalalajeilla on erilaiset kuulokyvyt riippuen uimarakon olemassaolosta, sen ilmatäytteisyydestä ja siitä, onko uimarakon ja sisäkorvan välillä yhteys. Kaloilla, joilla on yhteys uimarakon ja sisäkorvan välillä, on erittäin hyvä kuulo. Silakoilla on tällainen yhteys, ja niitä pidetään kuulواسiantuntijoina. Atlantinlohi on esimerkki kalasta, jolla on uimarakko, mutta jossa uimarakko ei osallistu kuuloon. Sen vuoksi sen kuulo on hyvä, mutta se on yleensä vähemmän herkkä vedenalaiselle melulle kuin silakka. Niiden kalojen, joilla ei ole uimarakkoa, kuten useiden simppejen, kuulo on rajoitetumpi.

Hyvin korkeilla äänitasoilla kalat voivat kärsiä fysiologisista vaikutuksista, kuten tilapäisestä kuulon heikkenemisestä, kudolvaurioista ja kuolleisuudesta. (Putland, Montgomery, & Radford, 2019). Kalojen mätimuniin ja toukkiin on myös osoitettu vaikuttavan korkeat äänitasot lisääntyneenä kuolleisuutena (Andersson M. H., 2016). Koska kalat voivat palauttaa sisäkorvan vaurioituneita karvasoluja, TTS:ää pidetään ohimenevänä tilana, mutta se voi silti kestää useita päiviä tai viikkoja (Popper A. N., o.a., 2014). Tänä aikana ne ovat alttiimpia saalistukselle, niiden metsästyskyky on heikentynyt ja kommunikaatiotaidot heikentyneet. (Smith, Kane, & Popper, 2004; Amoser & Ladich, 2003; Popper & Hawkins, 2019; Hawkins & Popper, 2018). Polargrundin tuulivoimapuiston perustamisen aikana paalutuksen aikana tapahtuva äänen leviäminen *pahimpana* tapauksena on mallinnettu, ks. liite D6, jossa lohen (mukaan lukien smoltti) ja silakan TTS:n kynnysarvot ovat 186 dB re.1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  SEL ja sisäelinten vaurioitumisen osalta 204 dB re.1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  SEL (207 dB re.1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  SEL toukille ja mätimunille) Popper et. al. mukaan. (2014).

Yksittäisten paaluperustusten paalutuksen aikana tapahtuvan vedenalaisen melun leviämisen mallintaminen on tehty kuudessa hankealueella hajallaan sijaitsevassa paikassa. TTS:n leviäminen neljässä kuudesta mallinnetusta paikasta (paikat 1, 3, 4, 5; ks. Kuva 9-6 rajoitettu. Kahdessa muussa paikassa, jotka sijaitsevat hankealueen länsi- ja lounaisosassa, TTS:n laajuus aikuisen merilohen ja sen smolttien osalta on 22 km ja 24 km päässä äänilähteestä (paikat 2 ja 6) hankealueen länsi- ja lounaispuolella. Alue, jolla TTS voi vaikuttaa aikuisiin lohiin ja smoltteihin, on enintään noin 600 km<sup>2</sup> ja 700 km<sup>2</sup> (ks. Kuva 9-6), mitä voidaan verrata hankealueen 341 km<sup>2</sup> alueeseen. Tämä johtuu alueen batymetriasta, sillä hankealueen länsipuolella vesi on syvempää. Näin ollen lähinnä hankealueen länsi- ja lounaisosissa tapahtuva paalutustyöt aiheuttavat vedenalaista melua, jonka suuruusluokka on sellainen, että TTS:llä voisi olla merkittävä vaikutus vaeltaviin lohiin, koska se saattaa vaikuttaa merkittävään osaan alueen kautta kulkevien lohien määrästä. Tämän suuruusluokan melun arvioidaan esiintyvän paalutustyön aikana noin kolmanneksella hankealueesta, ja näin ollen korkeat melutasot, joiden suuruusluokka on korkeampi, voisivat esiintyä noin kolmanneksella paalutustyömaista, jos tuulivoimalat jakautuvat tasaisesti. Koska TTS voi vaikuttaa lohiin useiden viikkojen ajan, tämä vaikutus voi jatkua sen jälkeen, kun kalat ovat päässeet kutualueilleen. Tämä voi mahdollisesti vaikeuttaa kalojen mahdollisuuksia löytää ja valita sopivia parittelukumppaneita, mutta se voi myös johtaa lisääntymiskyvyttömyyteen. (De Jong, o.a., 2020). Lisäksi äänimallinnus osoittaa, että äänitasot, jotka voivat aiheuttaa vaurioita sisäelimiin, voivat esiintyä vain alle 200 metrin etäisyydellä äänilähteestä, ks. liite D6. Suurin osa kaloista on siirtynyt pois alueelta rampin nostamisen ja paalutuksen vaikutusalueen lisääntyneen toiminnan aiheuttamien suojoitoimenpiteiden seurauksena, minkä vuoksi näiden vammojen odotetaan vaikuttavan vain muutamiin yksilöihin. Populaatiotasolla ei odoteta olevan vaikutuksia.



Kuva 9-6 Mallinnettu TTS:ää vastaavan vedenalaisen melun leviämisen monopile-ajon aikana kalalajien silakka, aikuinen lohi ja smoltti osalta. Mallinnustulokset on esitetty edellä mallinnetuille paikoille 1, 2, 5 ja 6, jotka ovat paikkoja, jotka aiheuttavat suurimman leviämisen hankealueen ulkopuolelle (liite D6).

Kalojen käyttäytymiseen kohdistuville vaikutuksille ei ole olemassa kynnyksarvoja. Tämä tarkoittaa, että ei ole mahdollista mallintaa, milloin käyttäytymiseen kohdistuva vaikutus ilmenee kaloissa. Kalojen käyttäytymisreaktiot voivat vaihdella yksilöittäin ja lajeittain, koska kuuloherkkyudessa on eroja. Vedenalaisen melun käyttäytymisvaikutuksiin kaloille kuuluu uintikäyttäytymisen muutos sekä uintisuunnan ja -nopeuden muutos. (Mueller-Blenkle, o.a., 2010; Thomsen, Lüdemann, Kafemann, & and Piper, 2006). Tämä voi merkitä sitä, että ne välttävät muutoin suotuisia kutu- ja ruokailualueita. (Engås, Lokkeborg, Ona, & Soldal, 1996; Slotte, Hansen, Dalen, & Ona, 2004; Kok, o.a., 2021). Käyttäytymishäiriöt voivat myös tehdä kaloista helpompaa saalista petoeläimille tai aiheuttaa muuttuneita vaelluskuvioita vaeltaville kaloille. Muuttuneet vaellusmallit voivat johtaa siihen, että vaellusajat pitenevät ja/tai kalat joutuvat uimaan pidempiä matkoja välttääkseen kovaäänisiä ääniä. Jos vaellus viivästyy ja kalat saapuvat myöhemmin, on olemassa riski, että kilpailu ravinnosta, sopivista kutupaikoista ja/tai kutukumppaneista lisääntyy. Vaikutuksia kalojen käyttäytymiseen on yleensä vaikea arvioida, koska ei ole olemassa kynnyksarvoja sille, milloin kalojen käyttäytymiseen mahdollisesti vaikuttavat vaikutukset ilmenevät. Sen vuoksi arvioinnit ovat perustuneet TTS:n riskiin ja siitä aiheutuviin vaikutuksiin.

Paalutuksen oletetaan tapahtuvan huhti-marraskuun aikana, joka osuu merilohen kannalta herkkään vuodenaikaan (ks. kohta 9.2.1.2Arviointi perustuu oletukseen, että paalutusjakso osuu täysin vaellusajan

kanssa päällekkäin, tapahtuu usein 6-18 kuukauden aikana useiden vuodenaikojen aikana ja että TTS aiheuttaa useita kielteisiä seurannaisvaikutuksia, kuten vaelluksen viivästymisen, heikentyneen kommunikoinnin lajitovereiden kanssa ja lisääntyneen saalistusriskin. Tämän vaikutuksen odotetaan kuitenkin ilmenevän paalutuksen aikana vain kolmanneksessa hankealueesta (länsiosassa) ja siten noin kolmanneksessa paalutuskaudesta. Paalutustyön aikana hankealueen loppuilla kahdella kolmasosalla näitä häiriöitä pidetään vähemmän todennäköisinä. Kaiken kaikkiaan ympäristövaikutukset arvioidaan näin ollen vähäisiksi rakennusvaiheen aikana.

### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Toimintavaiheessa melua syntyy vaihtelevasti koko tuulipuiston elinkaaren ajan. Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun voimakkuus vaihtelee tuulenopeuden, voimaloiden tehon ja tuulivoimaloiden lukumäärän mukaan. Lisäksi huolto- ja korjaustöistä sekä niistä aiheutuvasta alusten melusta voi aiheutua vaihtelevassa määrin vedenalaista melua.

Silakan kuuloalue on päällekkäinen tuuliturbiinien toiminnan aikana tuottamien taajuuksien kanssa. Itämeren silakka on myös yksi yleisimmistä lajeista Perämerenlahdella. Näistä syistä lajia pidetään ohjaavana tekijänä vedenalaisen melun vaikutusten kannalta toimintavaiheessa.

Kaloilla on erilaiset kyvyt havaita tuulivoimaloiden toimintaääninä. Silakoita koskevissa tutkimuksissa on osoitettu, että ne pystyvät havaitsemaan tuulivoimaloiden melun useiden kilometrien etäisyydeltä. (Andersson, Sigray, & Persson, 2011; Thomsen, Lüdemann, Kafemann, & and Piper, 2006). Joissakin tapauksissa ajelehtivat äänet voivat aiheuttaa säikähdyskäyttäytymistä hyvin lähellä tuulivoimaloita suurten tuulenopeuksien aikana. (Wahlberg & Westerberg, 2005). Myös kalayksilöiden välinen ääniin perustuva viestintä vaikuttaa todennäköisesti tuulivoimaloiden läheisyydessä. (Thomsen, Lüdemann, Kafemann, & and Piper, 2006). Äänimallinnuksen mukaan toimivien tuulivoimaloiden äänitasot eivät kuitenkaan todennäköisesti aiheuta TTS:ää kaloissa.

Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että kalat pysyvät tuulipuistoissa toiminnan melusta huolimatta. Tämä on havaittu useissa tuulipuistoissa, joissa eri kalalajien tiheys on suurempi tuulipuistoalueella kuin vertailualueiden ulkopuolella. (Andersson & C., 2010; Bergström, o.a., 2013; Krone, Gutow, Brey, Dannheim, & A., 2013; Leonhard, Stenberg, & Støttrup, 2011; Vandendriessche, Derweduwen, & Hostens, 2015). Ilmiö johtuu todennäköisesti niin sanotusta kettuilmiöstä, jossa perustuksilla ja muilla laitteilla on vetovoimavaikutus, ks. tarkemmin kohta 9.2.2.4. Tutkimukset osoittavat, että melutasojen mahdollinen kielteinen vaikutus toimintavaiheen aikana on vähäinen.

Vedenalaisen melun kesto on pitkä, koska se vastaa tuulipuiston käyttöikä. Vaikutusalue rajoittuu kuitenkin hankealueella sijaitsevien tuulivoimaloiden läheisyyteen, mikä tarkoittaa, että kyseessä on paikallinen vaikutusalue. Mahdollisesti kalojen ruokailualueet saattavat pienentyä jonkin verran, jos ne välttelevät tuulivoimaloita. Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole tieteellistä näyttöä siitä, että tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuva vedenalainen melu vaikuttaisi kaloihin karkottavasti, vaan monissa tapauksissa kalat pysyttelevät tuulipuiston alueella. Ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Koska käytöstäpoistovaihe on kaukana tulevaisuudessa ja tekniikan kehitys on nopeaa, on vaikea määrittellä, mitä käytöstäpoistomenetelmiä käytetään käytöstäpoistohetkellä. Vedenalainen melu on kuitenkin vähäisempää kuin rakennusvaiheessa, koska käytöstäpoiston aikana ei paaluteta. Käytöstäpoistomenetelmiin

liittyvien epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi ympäristövaikutukset luokitellaan edelleen samoiksi kuin rakennusvaiheessa eli vähäisiksi.

#### 9.2.2.2 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

##### **Ympäristövaikutukset rakennusvaiheen aikana**

Rakennustöiden aikana sedimentin leviäminen lisääntyy sameuden ja sedimentin laskeutumisen muodossa erityisesti putkistojen aurauksen ja perustusten rakennustöiden aikana. Sedimentin leviäminen on mallinnettu toiminnan vaikutusten arvioimiseksi, ks. liite D9.

Sedimentin leviämisen vaikutus kaloihin riippuu sameuden alueellisesta ja ajallisesta laajuudesta sekä kyseisellä alueella esiintyvistä lajeista, elämänvaiheista ja kutuympäristöistä. Kalat sietävät yleensä jonkin verran lyhytaikaista sameutta, kun sitä esiintyy meressä luonnollisesti, esimerkiksi voimakkaiden myrskyjen tai sadekuurojen vuoksi, jotka kuljettavat hiukkasia maalta. (Hammar, Magnusson, Rosenberg, & Granmo, 2009). Eri kalalajeilla on kuitenkin erilainen herkkyys sameudelle. (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020) Esimerkiksi pohjaeläimiin kuuluvat kalalajit sietävät usein sameutta, koska ne elävät lähellä pohjaa, jossa sameutta esiintyy luonnostaan. Yleensä kalat voivat sietää 100 mg/l:n kiintoainepitoisuuksia jopa 14 päivän ajan ennen kuin välittömiä kielteisiä vaikutuksia ilmenee. Korkeammassa suspendoituneen kiintoaineen pitoisuuksissa, jotka ovat 1000 mg/l, kalojen on osoitettu kestävän altistumista muutaman tunnin ajan ennen kuin haitallisia vaikutuksia ilmenee. (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020).

Kalojen käyttäytyminen voi häiriintyä, koska ne välttävät alueita, joilla on kohonnut kiintoainepitoisuus. Esimerkiksi silakoilla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että ne välttävät kaloja, kun suspendoituneen kiintoaineen määrä on 3 mg/l, mikä on merialueella luonnostaan esiintyvä sameustaso. (Westerberg, 1996). Lillgrundsin tuulivoimapuiston rakennusvaiheen kalojen seurannan aikana sameustasoksi mitattiin 10 mg/l, mutta vaikutusta eri lajien esiintymiseen tai niiden aikuisten ja nuorten yksilöiden tiheyksiin ei havaittu. (Bergström, Sundqvist, & Bergström, 2013).

Kalojen mätimunat ja toukat ovat herkempiä sameudelle kuin aikuiset kalat, koska niillä ei ole samanlaista kykyä välttää alueita, joilla suspendoituneen aineksen määrä on korkea. Pelagisiin mätimuniin eli vesipatsaassa kelluviin mätimuniin voi kiinnittyä hiukkasia, jolloin ne painuvat ja vajoavat syvempiin vesiin, joissa happipitoisuudet ja lämpötilat ovat alhaisemmat, mikä voi johtaa lisääntyneeseen kuolleisuuteen. Suolapitoisuuden ollessa 6 PSU turskan mätimunien kelluvuus on vähentynyt, kun ne on altistettu suspendoituneelle kiintoaineelle, jonka määrä on 5 mg/l 70 tunnin ajan ja 40 mg/l 7 tunnin ajan. (Westerberg, 1996). Myös altistuminen suspendoituneelle ainekselle voi heikentää kuoriutumiskykyä, jos pitoisuudet ovat 500-1000 mg/l. (Auld & Schubel, 1978). Silakan mätimunat ovat kestävämpiä, ja niiden on osoitettu kestävän suspendoituneen kiintoaineen pitoisuuksia jopa 7 000 mg/l, mutta 1 cm:n ja sitä korkeammilla sedimenttitasoilla mätimunat eivät kuoriutuneet lainkaan. (Messieh, 1981).

Kalojen toukkien ravinnonhankinta voi heikentyä tai hengityselimistö voi häiriintyä suspendoituneen sedimentin kohonneiden pitoisuuksien vuoksi. (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020). Silakan toukat ovat osoittaneet vähentynyttä ravinnon saantia, kun ne on altistettu 20 mg/l suspendoituneelle sedimentille, mutta niiden on havaittu selviytyvän 540 mg/l suspendoituneesta sedimentistä 2 päivän ajan. (Johnston & Wildish, 1982; Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020; Messieh, 1981).

Suoritettujen sedimenttimallinnuksien mukaan (ks. lisäys D9) kaivutöiden aiheuttamat kohonneet sameustasot esiintyvät pääasiassa paikallisesti ja hankealueella. Kohonneen sameustason (10 mg/l ja 100 mg/l) kesto on yleensä enintään 48 tuntia ja 24 tuntia. Korkeiden, yli 100 mg/l:n sameustasojen arvioidaan esiintyvän vain

paikallisesti rakennustöiden ympärillä ja merenpohjan läheisyydessä yhteensä enintään 24 tunnin ajan. Sedimentin laskeuman arvioidaan olevan korkeintaan noin 10 millimetriä, ja sitä esiintyy vain rajoitetusti ja se leviää alueella (lähinnä perustusten ja kaapeleiden välittömällä asennusalueella), ks. myös luku 7.1.

Kohonneen kiintoainepitoisuuden (100 mg/litra) ei katsota aiheuttavan haitallisten vaikutusten riskiä aikuisille kaloille, kun otetaan huomioon sen lyhyt kesto. Kalat, joihin kohonneet kiintoainepitoisuudet vaikuttavat, todennäköisesti kuitenkin välttävät aluetta, erityisesti herkemmät lajit, kuten silakka, joiden on osoitettu välttävän alueita, joilla kiintoainepitoisuudet ylittävät 3 mg/l. Suurin osa kohonneista suspendoituneen aineksen pitoisuuksista on kuitenkin lähellä pohjaa, mikä tarkoittaa, että pelagiset kalalajit, kuten silakka, eivät kärsi samassa määrin kuin pohjaeläinlajit, jotka yleensä sietävät sameutta paremmin. On mahdollista, että silakan toukkia esiintyy hankealueella, mutta todennäköisesti vähäisemmässä määrin. Niihin voi mahdollisesti kohdistua vaikutuksia alueilla, joilla pitoisuudet ovat yli 20 mg/l, ja niiden saaliskyky ja ravinnon saanti voi heikentyä. Kaiken kaikkiaan sameuden ja sedimentaation ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Koska käytöstäpoistovaihe on kaukana tulevaisuudessa ja koska teknologian kehitys on nopeaa, ei ole mahdollista määritellä, mitä käytöstäpoistomenetelmiä tullaan käyttämään käytöstäpoistohetkellä ja mitä vaikutuksia siitä voi aiheutua. Sameuden ja sedimentin laskeuman ei kuitenkaan odoteta olevan suurempia kuin rakennusvaiheessa, vaan pikemminkin pienempiä, koska esimerkiksi aurausta (ks. luku 7.1) ei ole suunniteltu. Käytöstäpoistomenetelmiin liittyvien epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi ympäristövaikutukset luokitellaan samoiksi kuin rakentamisvaiheessa eli vähäisiksi.

#### **9.2.2.3 Sähkömagneettiset kentät**

### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Sähkönsiirtokaapelit synnyttävät sähkö- ja magneettikentän, ks. tarkemmin tekninen kuvaus (hakemuksen liite C). Kaapeleiden eristyskerroksen ansiosta sähkökenttä on eristetty, joten ainoastaan magneettikentän vaikutus arvioidaan.

Kalalajeilla on erilaiset kyvyt havaita sähkömagneettisia kenttiä, ja monet lajit käyttävät maapallon luonnollista magneettikenttää suunnistaakseen ruokailu- ja kutualueiden välillä. (Nyqvist, o.a., 2020). Kalalajit, jotka suuntautuvat osittain tai suurelta osin sähkömagneettisten kenttien avulla, ovat vaeltavia lajeja, kuten ankerias, lohi ja taimen.

Sähkömagneettisia kenttiä merikaapeleiden ja tuulivoimaloiden ympärillä koskevissa kenttätutkimuksissa ei ole pystytty osoittamaan, että vesieliöt välttäisivät alueita, joilla sähkömagneettisia kenttiä esiintyy. (Bergström, Sundqvist, & Bergström, 2013; Degraer, o.a., 2020; Dunlop, Reid, & Murrant, 2015).

Magnetosensitiivisiin (magneettikenttiä aistiviin) lajeihin ja niiden suuntautumiskäyttäytymiseen keskittyvissä tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että magneettikentän muutoksilla voi olla havaittavia vaikutuksia. Sekä kirjolohen (*Oncorhynchus tshawytscha*) aikuiset että smoltit sopeuttavat uintisuuntaansa reagoidessaan hyvin pieniin muutoksiin (0,43  $\mu$ T - 7,8  $\mu$ T) luonnollisessa magneettikentässä. (Putman, Jenkins, Michielsens, & Noakes, 2014) (Naisbett-Jones, Putman, Scanlan, Noakes, & Lohmann, 2020). Fyysisiä vaurioita ei ole havaittu kirjolohen (*Oncorhynchus mykiss*) toukilla tai nuorilla kirjolohilla tai aikuisilla merilohilla 10  $\mu$ T:n ja 95  $\mu$ T:n magneettikentässä. (Armstrong, Hunter, Fryer, & Rycroft, 2015; Fey, Jakubowska, Andrulowicz, Otremba, & Urban-Malinga, 2019; Jakubowska, Fey, Otremba, & Urban-Malinga, 2021).

Lisäksi on tehty tutkimuksia siitä, miten merikaapeleiden sähkömagneettiset kentät vaikuttavat ankeriaisiin sähkömagneettisten kenttien välityksellä, ja niissä on havaittu vähäistä viivettä merikaapeleiden kulkemisessa,

mikä on vähäpätöinen, kun otetaan huomioon ankeriaan pitkä vaellus Sargassomereen. (Lagenfelt, Andersson, & Westerberg, 2012). Samankaltaisia tuloksia on havaittu myös merelle vaeltaneiden kirjolojen smolttien osalta (Wyman, o.a., 2018).

Vaeltavat lohet ja taimenet uivat suurimman osan ajasta lähellä pintaa, pääasiassa alle viiden metrin syvyydessä pinnasta. (Hedger, o.a., 2009; Kristensen, Righton, del Villar-Guerra, Baktoft, & Aarestrup, 2018; Sturlaugsson, 2017; Hedger, o.a., 2009). Tämä tarkoittaa, että nämä lajit pitävät suuremman etäisyyden magneettikentästä, jonka voimakkuus on huomattavasti pienempi.

Magneettikenttä ei aiheuta merkittäviä muutoksia hankealueella esiintyvien lajien käyttäytymisessä. Tämän vuoksi ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

#### 9.2.2.4 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

##### **Ympäristövaikutukset rakennusvaiheen aikana**

Uusien rakenteiden lisääminen tuulivoimaloiden, merikaapeleiden jne. muodossa voi aiheuttaa vaikutuksia, jotka johtuvat suorista fyysisistä muutoksista ympäristöön. Kovien rakenteiden lisääminen aiheuttaa jonkin verran luontaisen elinympäristön häviämistä pohjakaloille hankealueella rakentamisen aikana. Lisäksi uudet rakenteet voivat suoraan estää eri kalalajien vaellusreitit.

Rakennusvaiheessa käytetään yhteensä noin 8 km<sup>2</sup> aluetta, mikä vastaa noin 2,4 prosenttia hankealueesta (341 km<sup>2</sup>). Polargrundin tuulipuiston rakentamisen aikana muuttuva merenpohjan alue on hyvin pieni osa Pohjanlahden eri kalalajien elinympäristöstä. Tuulivoimalat rakennetaan niin, että niiden etäisyys toisiinsa on suuri (1-3 km), joten ne eivät ole esteenä eri kalalajien vaellukselle. Ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

##### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Polargrundin tuulipuiston muuttama merenpohjan alue on hyvin pieni osa Pohjanlahden pehmeäpohjaisten kalalajien elinympäristöstä.

Kalat voivat tuntea vetoa vedessä oleviin koviin rakenteisiin, kuten hylkyihin, sillä ne voivat johtaa niin sanottujen keinotekoisien riuttojen syntymiseen. Kalat hakeutuvat näihin rakenteisiin suojaa ja ravintoa varten, sillä myös muut eliöt käyttävät näitä rakenteita. (Floeter, o.a., 2017; Langhamer, 2012; Maar, Bloding, Petersen, Hansen, & Timmermann, 2009; Skerritt, Fitzsimmons, Polunin, Berney, & Hardy, 2012).

Toisin kuin monissa muissa riutterakenteissa, tuulivoimaloita esiintyy koko vesipatsaassa, pohjasta pintaan. Tämä tarkoittaa, että riuttavaikutus ulottuu pohjalla olevien rakenteiden lisäksi myös vesipatsaan läpi kulkeviin tornin osiin. Tämän seurauksena vaikutukset voivat kohdistua useisiin kalalajeihin, joilla on erilaisia elintapoja.

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että meritulivoimaloiden perustusten rakentaminen aiheuttaa riuttavaikutuksen kaloille. (Glarou, Zrust, & Svendsen, 2020; ter Hofstede, Driessen, Elzinga, Van Koningsveld, & Schutter, 2022). Kahdessa muussa tutkimuksessa on osoitettu selvä riuttavaikutus Utgrundenin tuulipuistossa Kalmarsundissa Itämerellä, kun otetaan huomioon turbiinien läheisyydessä olevien kalojen suuri määrä. (Andersson & C., 2010; Wilhelmsson, Malm, & Öhman, 2006). Itämeren, Juutinrauman, Pohjanmeren ja Irlanninmeren tuulivoimapuistoalueilla tehtyjen 13 tutkimuksen meta-analyysi osoitti, että kalatiheydet olivat korkeammat tuulivoimapuistoalueilla kuin vertailualueilla. Lisäksi tutkijat havaitsivat, että kaloja syövät kalalajit olivat erityisen kiinnostuneita tuulipuistoista. (Methratta & Dardick, 2019). Muissa öljy- ja kaasualustoilla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu muiden kalalajien kuin petokalojen olevan (Neira, 2005). Tämä korostaa, että ekologialtaan erilaiset kalalajit voivat hyötyä keinotekoisista riutoista. On todennäköistä, että tämä tarkoittaa, että hankealueella esiintyvät kalat voivat hyötyä Polargrundin tuulivoimapuiston riuttavaikutuksista.

On kuitenkin epätodennäköistä, että luonnon monimuotoisuus lisääntyisi merkittävästi hankealueella. Turbiinien väliset etäisyydet merkitsevät sitä, että mahdollinen likaantuminen lisää biologista monimuotoisuutta vain paikallisesti kunkin yksittäisen turbiinin kohdalla. Vain noin 0,09 prosenttia hankealueen kovasta pohjasta on valovyöhykkeellä, mikä vastaa 0,007 prosenttia koko hankealueesta. Tämä vähentää kasvillisuuden lisääntymisen mahdollisuutta lisättyjen kovien rakenteiden kohdalla. Koska toimintavaihe vastaa tuulipuiston elinkaarta, vaikutus on pitkäaikainen ja voi vaikuttaa kalakantoihin useiden sukupolvien ajan. Vaikutus on kuitenkin hyvin vähäinen. Tältä osin ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheen aikana**

Tuulipuiston käytöstä poistamisen aikana tuulivoimalat, perustukset, merikaapelit ja eroosiosuojaukset voidaan poistaa kokonaan tai jättää osittain paikoilleen. Jos tuulivoimaloiden kovat rakenteet poistetaan, toimintavaiheen aikana käyttöön otettujen kovien rakenteiden seurauksena muuttuneen ympäristön odotetaan palautuvan entiseen, ennen tuulipuiston rakentamista vallinneeseen tilaan. Tämä tarkoittaa, että hankealueella mahdollisesti esiintyneet riuttavaikutukset häviävät. Riuttavaikutuksen arvioitiin olevan vähäpätöinen toiminnan aikana, mikä tarkoittaa, että myös käytöstäpoiston aikana mahdollisesti häviävä ympäristövaikutus on samaa suuruusluokkaa. Ympäristövaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen.

#### 9.2.2.5 Jäähdytysveden ja retentaatin poisto

Toimintavaiheen aikana vetyjärjestelmistä ja/tai muista alustoista peräisin oleva jäähdytysvesi päästetään takaisin vesipatsaaseen. Vedenjäähdytysjärjestelmästä vapautuva vesi koostuu lämmitetystä merivedestä, jonka lämpötila nousee arviolta noin 15 °C. Kun merivettä käytetään vedyntuotannon raaka-aineena, syntyy myös retentaatti eli vesi, joka jää jäljelle, kun merivettä suolanpoistetaan vedyntuotantoa varten. Retentaatin suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivän meriveden (lisäys D9).

Lämpötilan nousulla voi olla kielteisiä vaikutuksia kaloihin fysiologisen stressin kautta ja yleisiä kielteisiä vaikutuksia alueen ekosysteemiin. (Dahms & Killen, 2023; Little, Loughland, & Seebacher, 2020). Mallinnustulokset osoittavat kuitenkin, että sekä retentaatti- että jäähdytysvesi sekoittuvat ympäröivään meriveteen ja laimenevat nopeasti, ja vaikutus on paikallinen vain purkukohdan ympärillä. Pohjanlahden suolapitoisuus ja lämpötila vaihtelevat luonnollisesti ympäri vuoden jokien makean veden saannin ja vesimassan sekoittumisen seurauksena, minkä vuoksi alueen ekosysteemi ja kalat ovat sopeutuneet tähän. Päästöt aiheuttavat muutoksia, jotka ovat luonnollisten vaihtelujen sisällä. Ympäristövaikutuksen suuruusluokka on näin ollen vähäinen.

## 9.2.3 Seurausten arviointi

### 9.2.3.1 Vedenalainen melu

#### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

##### *Ympäristöarvon arviointi*

On epätodennäköistä, että siika ja taimen käyttäisivät vaikutusalueella merkittävässä määrin, koska ne esiintyvät pääasiassa lähempänä rannikkoa, ks. kohta 9.2.1. Sen vuoksi arvioinnit reseptorin ympäristöarvosta alueella perustuvat lohiin ja niiden vaellukseen.

Kotiutumiskäyttäytyminen aiheuttaa lohelle haavoittuvuutta. Tämä käyttäytyminen tarkoittaa, että lohet vaeltavat kutemaan jokia ylöspäin, joissa ne ovat aikoinaan syntyneet. Tämän käyttäytymisen ansiosta lohet voivat säilyttää eri kantojen paikalliset sopeutumiset niin, että ne eroavat toisistaan sekä geneettisesti että ekologisesti. (Thorstad, Økland, Aarestrup, & Heggberget, 2008). Vaikka pieni määrä yksilöitä saattaa vaeltaa muihin jokiin kuin niihin, joissa ne ovat syntyneet, tutkimukset ovat osoittaneet, että näiden yksilöiden



lisääntymismenestys on paljon vähäisempää. (Mobley, Granroth-Wilding, & Ellmen, 2019). Tältä osin ne ovat vähemmän sopeutumiskykyisiä kuin lajit, jotka ovat vähemmän riippuvaisia tietyistä maantieteellisistä sijainneista kutuaan varten.

Pohjanlahteen laskee useita maan tärkeimpiä lohijokia, kuten Kalix ja Tornio. Tornionjoen smolttien tuotanto on ylivoimaisesti suurin kaikista Itämeren luonnonlohijokien lohijoista, ja se on olennainen Ruotsin ja Suomen lohikannoille. Jopa 45 prosenttia kaikista eteläisen Itämeren lohista on peräisin Tornionjoesta. (SLU, 2023). Åbyälven, Pohjanlahteen laskeva luonnonlohijoki, poikkeaa kuitenkin yleisestä kaavasta, sillä vaeltavien lohien määrä on vähentynyt jyrkästi vuodesta 2018 lähtien. (SLU, 2022). Ruotsin ja Suomen välisen maarajan muodostavan Tornionjoen lisäksi Suomen puolella Pohjanlahteen laskee useita lohijokia. Hankealuetta lähimpänä ovat Kuivajoki ja Simojoki. Vuonna 2011 laaditun raportin mukaan Kuivajoen lohikanta on huonossa kunnossa, ja Simojoen kutumenestys kutevaa lohta kohden on Pohjanlahden alhaisimpia. (HELCOM, 2011) Huolimatta siitä, että Pohjanlahden lohikannat kehittyvät yleisesti ottaen myönteisesti ja ovat SLU:n mukaan hyvässä tilassa, kannat ovat huomattavasti pienempiä kuin ennen vesivoiman kehittämistä. Niihin vaikuttavat myös uudet ja toistuvat ongelmat, ks. kohta 9.2.1.2, jotka voivat vaikuttaa vaelluksen onnistumiseen ylävirtaan ja smolttien tuotantoon. Perämerenlahden lohikantojen tilanne on siis hyvin monimutkainen ja altis vaikutuksille. Haavoittuvuustilanteen ja sopeutumiskyvyn perusteella lohen ympäristöarvo arvioidaan kohtalaiseksi.

#### *Vaikutusten arviointi*

Kaiken kaikkiaan vedenalaisen melun seuraukset kaloihin rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa arvioidaan vähäiseksi, koska ympäristöarvo arvioidaan kohtalaiseksi ja ympäristövaikutus vähäiseksi.

### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

#### *Ympäristöarvon arviointi*

Hankealue ei ole minkään tietyn kalalajin kannalta tärkeä alue. Kyseinen alue on osa silakan elinympäristöä, mutta se ei ole tärkeä ruokailu- tai kutualue. Ympäristöarvo arvioidaan sen vuoksi vähäiseksi.

#### *Vaikutusten arviointi*

Kaiken kaikkiaan vedenalaisen melun seuraukset kaloihin toimintavaiheessa arvioidaan vähäiseksi, koska sekä ympäristöarvo että ympäristövaikutukset on arvioitu vähäisiksi.

#### 9.2.3.2 Sameus ja laskeuma

### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

#### *Ympäristöarvon arviointi*

Hankealue ei ole minkään kalalajin kutualue, eikä mätimuniin ja toukkiin siten odoteta kohdistuvan vaikutuksia. Alueella on silakkaa ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuu kutua, joten toukkia saattaa esiintyä hankealueella, mutta todennäköisesti ei kovin laajalti. Ympäristöarvo arvioidaan siksi vähäiseksi.

#### *Vaikutusten arviointi*

Kaiken kaikkiaan sameuden ja sedimentin laskeuman seuraukset kaloihin rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa arvioidaan vähäiseksi, koska sekä ympäristöarvo että ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

#### 9.2.3.3 Sähkömagneettiset kentät

### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

#### *Ympäristöarvon arviointi*

Polargrundissa esiintyy todennäköisesti jonkin verran magneettisäteilylle herkkiä kalalajeja, kuten lohta ja taimenta. Ankeriaan esiintyminen on hyvin epätavallista Pohjanlahdella, joten lajiin ei odoteta kohdistuvan vaikutuksia. Magneetikentät voivat jossain määrin vaikuttaa lohiin ja taimeniin, jos ne kulkevat kaapeleiden läheisyydessä. Nämä lajit uivat kuitenkin yleensä korkeammalla vesimassassa, kun ne vaeltavat jokiinsa. Ympäristöarvo arvioidaan sen vuoksi vähäiseksi, koska yleensä ei ole kalalajeja, joihin magneetikentät voivat vaikuttaa suoraan.

#### *Vaikutusten arviointi*

Kaiken kaikkiaan seuraukset arvioidaan vähäiseksi, koska myös ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

### 9.2.3.4 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

#### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

##### *Ympäristöarvon arviointi*

Hankealueella esiintyy useita pehmeöpohjaisia kalalajeja, kuten punasimppua (*Myococephalus scorpius*), härkäsimppua (*Myococephalus quadricornis*), tuulenkaloja (*Ammodytidae*) ja hiekkasimppua (*Pomatoschistus minutus*). Nämä lajit eivät ole uhanalaisia tai erityisen herkkiä merenpohjan fyysisille häiriöille. Alue ei myöskään ole minkään lajin kannalta erityisen tärkeä elinympäristö. Pehmeöpohjaisten kalalajien lisäksi hankealueella esiintyy vaelluskalalajeja, kuten lohta ja taimenta. Perustukset ja muut infrastruktuurirakenteet eivät kuitenkaan häiritse vaellusta, ja ne vievät vain 2,4 prosenttia hankealueen merenpohjan pinta-alasta, mikä ei merkitse minkään alueella esiintyvän lajin kannalta merkittävän elinympäristön menetystä. Siksi ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi.

##### *Vaikutusten arviointi*

Kaiken kaikkiaan rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheen aikana merenpinnan alapuolella oleviin kaloihin kohdistuvien fyysisten vaikutusten seuraukset arvioidaan merkityksettömiksi, koska sekä ympäristöarvo että ympäristövaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi.

#### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

##### *Ympäristöarvon arviointi*

Merellä sijaitsevista tuulivoimaloista sekä kaasun- ja öljynporauslautoista tehtyjen tutkimusten perusteella on ennustettu, että merenpohjan ja vesipatsaan uusista rakenteista voivat hyötyä pohjaeläin-, pelagiset ja bentopelagiset kalalajit sekä plankton-, äyriäis- ja kalansyöjälajit. Tutkimusalueella tavattavia pehmeöpohjaisia kalalajeja ovat simppuja, hietatokka ja pikkutuulenkala, ja alueella tavattava kovapohjainen kalalaji on kivinielkä (*Zoarces viviparus*). Muita tutkimusalueella tavattuja kalalajeja, jotka elävät suojapaikkojen välittömässä läheisyydessä, ovat ahven ja kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus*). Itämeren silakka ja muikku saattavat hyötyä lisääntyneestä ravinnon, kuten planktonin, äyriäisten ja pienempien kalojen, saatavuudesta. Hankealueella mikään niistä lajeista, joihin riuttojen vaikutukset voivat vaikuttaa, ei ole punaisen listan lajeja, (SLU Artdatabanken, 2020) ja siten erityisen suojelemisen arvoisia tai arvioitu vaikutustekijän kannalta erityisen herkiksi muutoksille. Siksi vastaanottajan ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi.

##### *Vaikutusten arviointi*

Kokonaisseuraus arvioidaan vähäiseksi, koska sekä ympäristövaikutus että ympäristöarvo ovat vähäiset.

### 9.2.3.5 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

#### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

Siika on kaikkialla Itämeressä yleinen, mutta sen lämpötilaoptimi on suhteellisen alhainen, joten lämpötilan nousu uhkaa sitä. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Muikku on yleinen Perämerellä. Myös muikun

lämpötilaoptimi on suhteellisen alhainen, ja lämpötilan nousu uhkaa sitä. (Mober, Hansson, & Lindell, 2014). Kiviniilikka on pohjaeläinlaji ja arktinen relikti (eli se on vaeltanut Jäämereltä ja on sitten jäänyt Itämeren sisään maankohoamisen myötä), joka on sopeutunut Itämeren lämpimämpiin vesiin. Sitä tavataan yleensä suhteellisen lähellä rannikkoa, mutta kesällä, kun vesi lämpenee rannikolla, se siirtyy syvemmille ja viileämmille vesille. (Nilsson, 2014). Hankealuetta ei pidetä lajin kannalta tärkeänä alueena pohjaolosuhteiden vuoksi.

Edellä mainitut lajit ovat herkkiä nykyisille vaikutuksille, ja niiden kannat ovat pienentyneet. Vaikutusalue rajoittuu kuitenkin hankealueeseen, joka ei ole lajille tärkeä alue. Siksi reseptorin ympäristöarvo alueella arvioidaan vähäiseksi. Kaiken kaikkiaan seuraukset arvioidaan vähäisiksi, koska sekä ympäristövaikutus että ympäristöarvo ovat vähäisiä.

#### 9.2.3.6 Kokonaisvaikutusten arviointi

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri osa-alueilla. Taulukko 9-6 esitetään yhteenveto kaloja koskevista vaikutusarvioinneista.

Taulukko 9-6. Kokonaisarvio kaloihin kohdistuvista vaikutuksista.

Vaikuttavat tekijät	Ympäristövaikutukset	Ympäristöarvo	Ympäristöseuraus
<b>Rakennusvaihe</b>			
Vedenalainen melu	Pieni	Kohtalainen	Pieni
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Toimintavaihe</b>			
Vedenalainen melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Sähkömagneettiset kentät	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Jäähdytysveden poisto ja retentaatti	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Käytöstäpoistovaihe</b>			
Vedenalainen melu	Pieni	Kohtalainen	Pieni
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

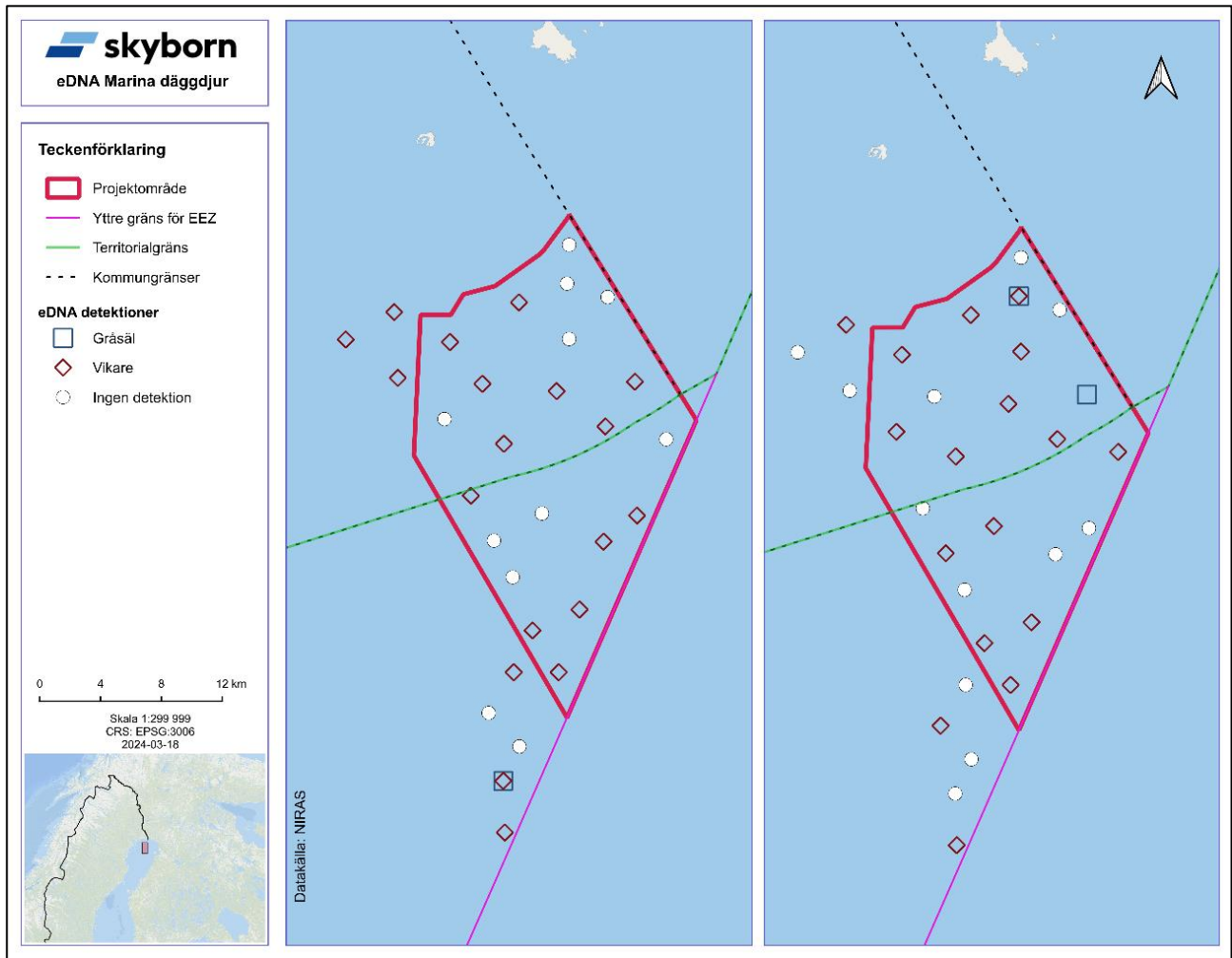
## 9.3 Merinisäkkäät

Tässä jaksossa kuvataan merinisäkkäiden esiintymistä suunnitellun tuulivoima-alueen läheisyydessä, tuulipuiston vaikutuksia merinisäkkäisiin sekä seurauksia, joita Polargrundin tuulipuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta voi aiheutua. Seuraavissa jaksoissa esitetyt arviot ja kuvaukset perustuvat Nirasilta saatuihin asiakirjoihin, jotka on esitetty liitteessä D13. Liitteessä mainitaan myös, mihin viitteisiin ja viiteaineistoon nykytilan kuvaukset perustuvat.

### 9.3.1 Nykytilanteen kuvaus

Pohjanlahdella asuu merinisäkkäitä, kuten harmaahylkeitä ja itämerennorppa. Norpat voidaan jakaa osapopulaatioihin, joista Pohjanlahden populaatiota pidetään suurimpana suhteessa muihin Itämeren osapopulaatioihin. Harmaahylkeitä esiintyy kaikkialla Itämerellä, mutta niiden tiheys on suurempi Ahvenanmeren ja Tukholman saariston ympäristössä. Pohjanlahdella pyöriäiset ja kirjohylkeet ovat harvinaisia, eikä niitä käsitellä seuraavassa jaksossa.

Kesäkuussa ja syyskuussa 2022 tutkimusalueella otettiin eDNA-näytteitä. Näytteitä otettiin näillä kahdella kerralla yhteensä 30:stä paikasta, ks. Kuva 9-7. Norppia havaittiin 19:llä 26:sta asemasta kesäkuussa ja 17:llä 29:stä asemasta syyskuussa 2022. Harmaahylkeitä havaittiin 1:llä 26:sta asemasta kesäkuussa ja 2:lla 29:stä asemasta syyskuussa 2022. eDNA-tutkimukset suoritettiin samalla tavalla kuin kohdassa 9.2.1. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että norpat ovat tutkimusalueella runsaampia kuin harmaahylkeet. Näytteenotto suoritettiin jäättömänä aikana.

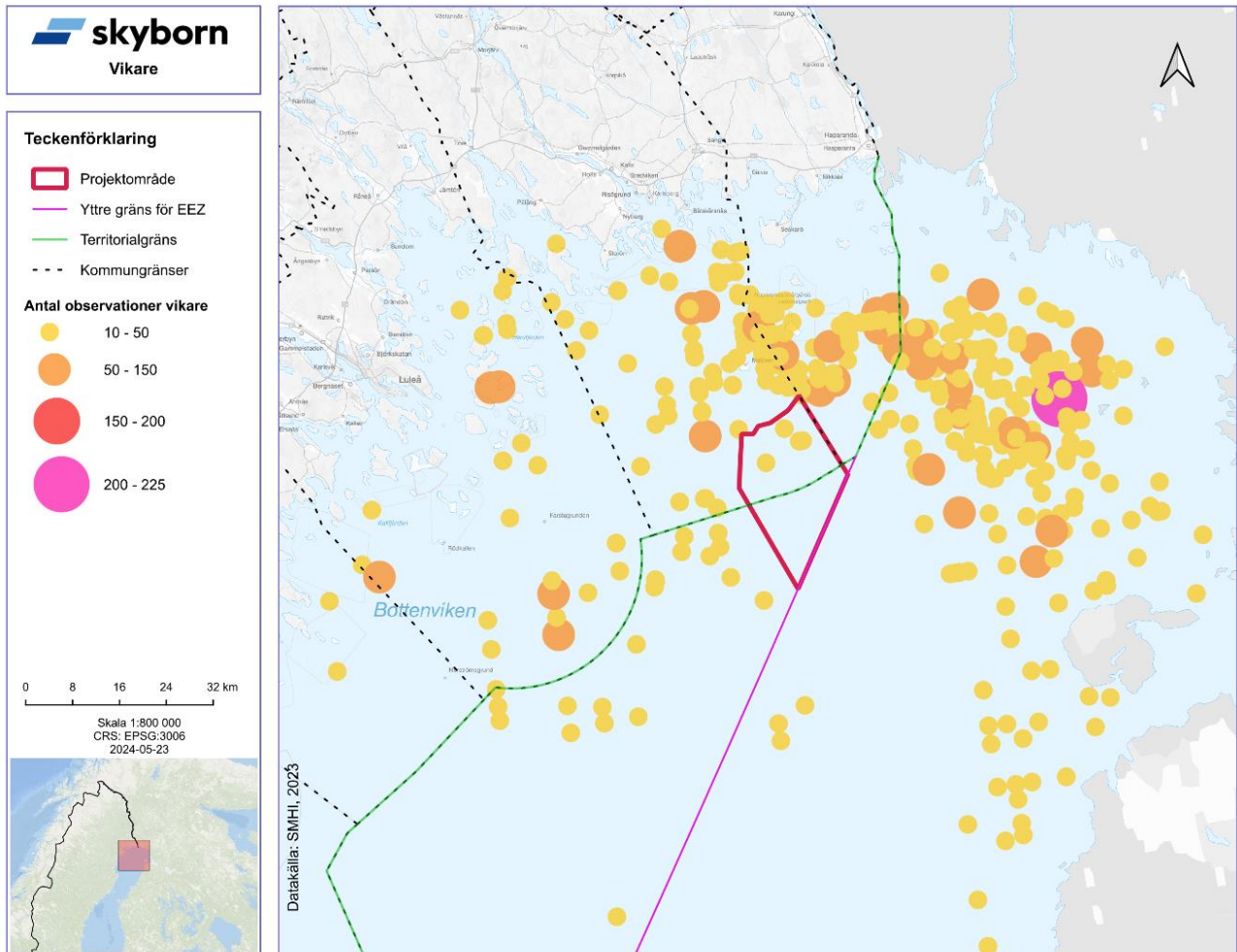


Kuva 9-7 Merinisäkkäiden tunnistaminen eDNA-näytteenoton aikana tutkimusalueella.

### 9.3.1.1 Itämerennorppa

Norppa on suhteellisen pieni laji, jonka keskipituus on noin 150 cm ja paino enintään 140 kg. Itämeren populaatio on erillinen alalaji ja geneettisesti eristetty arktisesta populaatiosta.

Laji on riippuvainen merijäästä karvanvaihdon, poikasten synnyttämisen ja imettämisen aikana. Helmi-maaliskuun aikana norppa synnyttää poikasensa suoraan jälle tai jääluolaan ja imettää sitten poikasiaan 3-8 viikon ajan. Koska synnytys on riippuvainen jääpeitteestä, norpan synnytyspaikka vaihtelee jään laajuuden mukaan. Synnytyksen aikana norppa on suhteellisen paikallaan eikä tee pitkiä metsästysmatkoja. Yleisesti ottaen norpat ovat herkempiä erilaisille häiriöille helmi-toukokuun aikana, jolloin tapahtuu synnytys, imettäminen, parittelu ja karvanvaihto. Myös huhti-toukokuun välisenä aikana norpat ovat pääasiassa erilaisilla maalla/jäällä sijaitsevilla makuupaikoilla. Kuva 9-8 kuvaa vuosittaisen ympäristöseurannan aikana havaittuja norpat makuupaikoilla.



Kuva 9-8 Alkukevään kansallisen ympäristöseurantatutkimuksen aikana laituripaikoilla havaittujen rengashylkeiden lukumäärä. Tiedot vuosilta 1995-2020 (SMHI, 2023).

Kesän, syksyn ja talven aikana norpat viettää paljon aikaa metsästysretkellä ja liikkuu laajoilla alueilla, usein kaukana merellä. Itämerellä yli 70 prosenttia norpan ravinnosta koostuu kolmipiikistä, mutta se syö myös keskikokoisia koulukaloja, kuten silakkaa, ahventa ja eri kuorelajeja. Norppa voi metsästää myös lohta sekä pohjaeläinlajeja, kuten härkäsimppuja ja kilkkejä.

1970-luvulla Itämeren norppakanta katsottiin haavoittuvaksi ja lähes uhanalaiseksi. Populaatio on 1980-luvun lopusta lähtien kehittynyt lievästi myönteiseen suuntaan. Itämeren populaatio on nykyään noin 10 000 yksilöä, ja sitä pidetään elinkelpoisena viimeisimmän punaisen listan mukaan. (SLU Artdatabanken, 2020). Norpat ovat myös suojeltu EU:n laji- ja luontotyypidirektiivien nojalla.

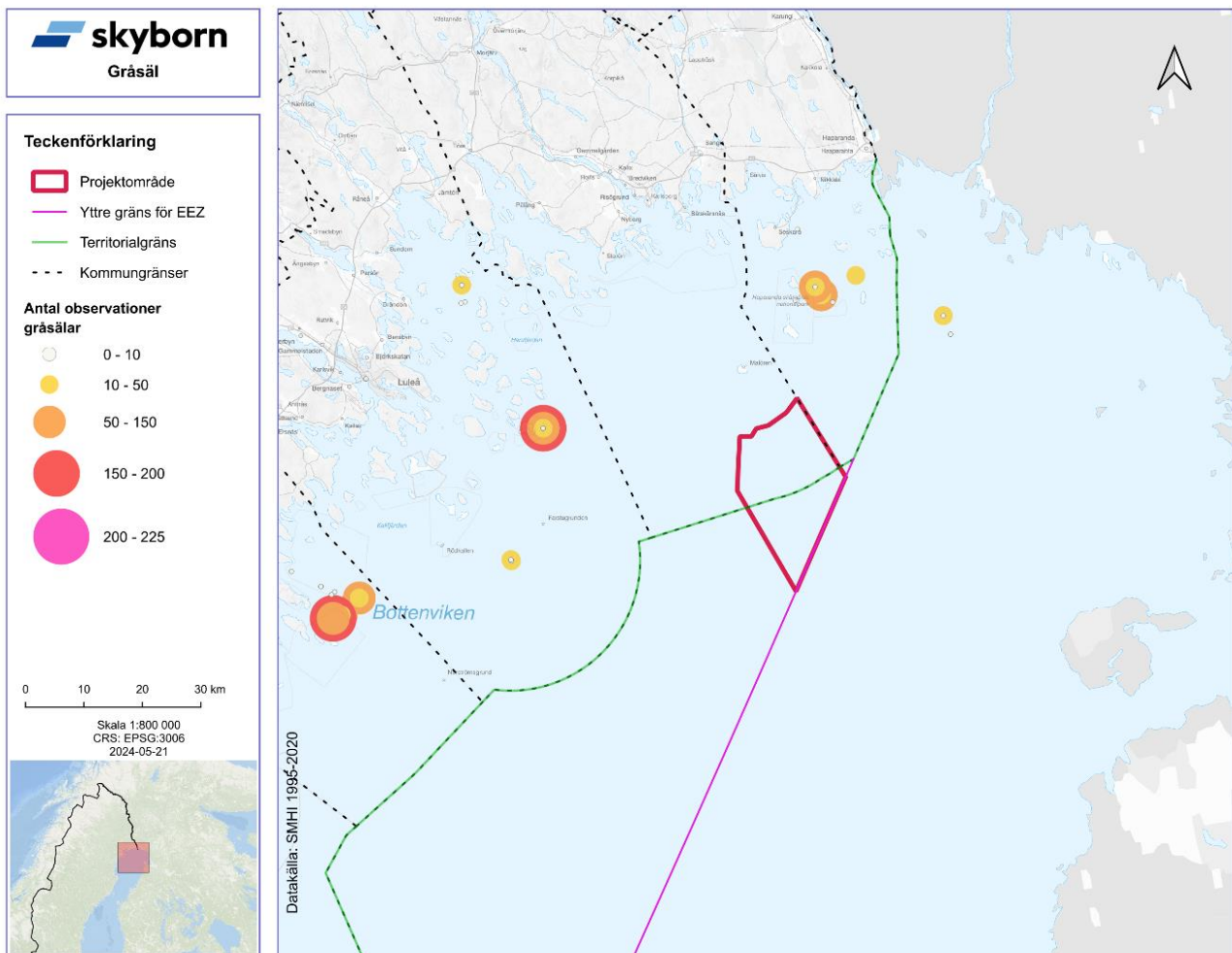
Norppia havaittiin useilla näytteenottopaikoilla tutkimusalueella, mikä tarkoittaa, että laji liikkuu hankealueella tai sen ympäristössä kesäisin, ks. Kuva 9-8. Ympäristöseuranta osoittaa myös, että osassa hankealuetta saattaa talvella esiintyä norppia.

### 9.3.1.2 Harmaahylkeet

Ruotsin vesillä tavatuista hyljelajeista harmaahylje on suurin. Urokset voivat olla noin 2,5 metriä pitkiä, painaa jopa 300 kiloa ja elää jopa 30-40 vuotta.

Naaraat synnyttävät keskimäärin alle yhden yksilön vuodessa, ja normaaleissa jääolosuhteissa suurin osa Itämeren pohjoisen osan tyllipoikasista syntyy helmi-maaliskuussa suoraan ajojään päälle. Etelämpänä Itämeren eteläpuolella tyllipoikaset syntyvät yleensä saarilla ja luodoilla. Syntymän jälkeen tyllipoikaset imettävät noin 3 viikkoa. Imetyskauden päätyttyä naaras parittelee, minkä jälkeen naaras jättää poikasen pärjäämään itseksensä.

Harmaahylkeet vaihtavat karvan parittelun jälkeen touko-kesäkuussa, jolloin ne makaavat kallioilla tai jäällä jääolosuhteista riippuen. Tänä aikana populaation koko arvioidaan eri makuupaikoilla olevien yksilöiden lukumäärän perusteella, ks. Kuva 9-9.



Kuva 9-9 Alkukevään valtakunnallisen ympäristöseurantatutkimuksen aikana havaittujen harmaahylkeiden määrä makuupaikoilla. Tiedot vuosilta 1995-2020 (SMHI, 2023).

Harmaahylkeet syövät pääasiassa koulukaloja ja pohjakaloja, kuten silakkaa ja kiviniikkaa, mutta myös turskat, siiat, simput ja lohikalat voivat kuulua niiden ruokavalioon riippuen niiden asuinalueesta. Hylkeet syövät eniten ruokaa kesäkuussa karvanvaihdon jälkeen. Ruokailu jakautuu melko tasaisesti päivä- ja yöaikaan, ja suurin osa ravinnosta etsitään 10-40 metrin syvyydestä. Harmaahylkeet palaavat usein samoille levähdyspaikoille, ja tavallisesti ne etsivät ruokaa jopa 50-100 kilometrin päässä niistä.

Harmaahylkeen kanta on kehittynyt 1980-luvulta lähtien myönteisesti, ja koko kanta on nyt 47 600-63 500 yksilöä. Vuodesta 2005 lähtien harmaahylkeen kanta Itämerellä on SLU:n lajitietopankin mukaan katsottu elinvoimaiseksi (LC). Laji sisältyy EU:n laji- ja luontotyyppidirektiiviin, ja sitä pidetään Euroopan näkökulmasta suojelun arvoisena.

Harmaahylkeitä havaittiin vain muutamassa näytepisteessä tutkimusalueella sekä kesäkuussa että syyskuussa 2022. Ympäristöseurannan tiedot osoittavat, että harmaahylkeet esiintyvät pääasiassa lähempänä rannikkoa, joten lajia arvioidaan esiintyvän vain satunnaisesti hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä.

### 9.3.2 Vaikutukset merinisäkkäisiin

Suunnitellusta toiminnasta aiheutuvat vaikutustekijät, jotka voivat aiheuttaa vaikutuksia alueen merinisäkkäisiin, ovat vedenalainen melu, ilmassa kantautuva melu, sameus ja sedimentin laskeutuminen, merenpinnan alapuolella tapahtuvat fyysiset vaikutukset sekä jäähdytysveden ja retentaatin päästöt. Vaikutukset, joita odotetaan esiintyvän, kuvataan jäljempänä vastaavissa kohdissa. Taulukko 9-7 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-7 Mahdolliset vaikutukset merinisäkkäisiin.

Mahdollinen vaikutustekijä	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Vedenalainen melu	x	x	x
Ilmassa kantautuva melu		x	
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	x		x
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		x	
Jäähdytysveden poisto ja retentaatti		x	

#### 9.3.2.1 Vedenalainen melu

Vedenalainen melu voi levitä vedessä pitkiä matkoja, ja sen vaikutukset riippuvat sellaisista tekijöistä kuin taajuusalue, äänenvoimakkuus, altistumisaika ja se, kuinka lähellä hylkeet ovat äänilähdettä. Hylkeillä voi esiintyä erilaisia käyttäytymismuutoksia, kuten välttely- ja pakenemiskäyttäytymistä, äänelle altistumisen seurauksena. Pahimmissa tapauksissa vedenalaiset äänet voivat johtaa tilapäiseen (TTS) tai pysyvään kuulon heikkenemiseen (PTS). (HELCOM, 2019). Sekä harmaahylkeet että norpat kuuluvat korvatonhylkeiden heimoon, ja ne ovat riippuvaisia äänistä suunnistuksessa, viestinnässä, ravinnonhankinnassa ja petojen havaitsemisessa.

Yleisesti hyväksytyt raja-arvot ovat peräisin Tanskan energiavirastolta (Energistyrelsen, 2022) ja Southall et al. (2019) jossa annetaan hylkeille impulssimaisille äänille kynnysarvoiksi 170 dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (painotettu arvo) TTS:lle ja 185 dB re. 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (painotettu arvo) PTS:lle.

#### Rakennusvaiheen ympäristövaikutukset

Rakennusvaiheen aikaista vedenalaista melua pidetään suurimpana riskinä, erityisesti jos perustukset tehdään paaluttamalla, jolloin hylkeet ovat herkimpiä impulssimaisille äänille. Paalutus on myös asennustyö, joka aiheuttaa eniten vedenalaista melua. Jos hylkeet ovat paalutustyön läheisyydessä, se voi johtaa käyttäytymismuutoksiin tai pahimmassa tapauksessa TTS- tai PTS-oireisiin, jos suojatoimenpiteitä ei toteuteta. Ihmisten toiminta alueella lisääntyy rakennusvaiheen aikana, mikä muuttaa vallitsevaa melutilannetta. Alueella on kuitenkin jo nyt säännöllistä meriliikennettä, joten rakennusvaiheen aikana lisääntyvä laivatoiminta ei aiheuta uudenlaista melulähdettä.

Useissa tutkimuksissa on kuvattu, että 25-30 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä paalutustyön aikana olleiden hylkeiden käyttäytymisessä on havaittu välttämiskäyttäytymisen muodossa tapahtuvia muutoksia



ilman minkäänlaisia lieventämistoimenpiteitä. (Aarts, Brasseur, & Kirkwood, 2017; Russel, o.a., 2016). Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole näyttöä siitä, että tuulipuistoilla olisi ollut pitkäaikaisia vaikutuksia hylkeisiin. Horns Revin rakentamis- ja käyttövaiheeseen liittyvät tutkimukset (Tougaard, o.a., 2006) ja Nystedissä Tanskassa (Edrén, o.a., 2010) osoittivat vähäisiä vaikutuksia hylkeisiin rakentamisen ja käytön aikana. Vaikutukset, jotka voitiin osoittaa, olivat, että hylkeiden määrä maalla tuulipuistoalueen läheisyydessä väheni merkittävästi ja että ne välttelivät melun vaikutusalueita paalutuspäivinä. Hylkeiden määrä väheni vain paalujen paalutuksen aikana eikä koko rakennusvaiheen aikana. (Russel, o.a., 2016; Edrén, o.a., 2010).

Paalutuksesta aiheutuvan vedenalaisen melun maantieteellistä laajuutta rajoitetaan suojatoimenpiteillä. Suojatoimenpiteet koostuvat osittain toimenpiteistä, joiden avulla hylkeet voivat siirtyä pois alueelta (ramp-up ja pehmeä käynnistys), ja osittain toimenpiteistä, joilla rajoitetaan äänen leviämistä (DBBC ja HSD tai vastaava), ks. tarkemmin luku 8. Niras on mallintanut rakennusvaiheen aikana esiintyvän vedenalaisen melun ja suojatoimenpiteiden mallintamisen, jossa TTS:n vaikutusetäisyyden laskettiin olevan enintään 1 750 metriä (hylkeiden osalta painotettuna) ja PTS:n vaikutusetäisyyden laskettiin olevan enintään 200 metriä äänilähteestä.

Jos perustamismenetelmäksi valitaan paalutus, vedenalaista melua esiintyy useiden rakennuskausien aikana. Herkintä aikaa, jolloin hylkeet synnyttävät poikasensa ja imevät niitä, vältetään kuitenkin, koska paalutus on suunniteltu tehtäväksi jättöminä vuodenaikoina. Vedenalainen melu ei vähennä hylkeiden mahdollisuuksia ravinnonhakuun, vaan siirtää ne vain toiselle alueelle rakennusvaiheen aikana.

Kaiken kaikkiaan ympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä.

### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Toimintavaiheessa vedenalaista melua syntyy vaihtelevassa määrin tuulivoimaloiden tärinästä johtuen. Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun voimakkuus vaihtelee tuulennopeuden, voimaloiden tehon ja tuulivoimaloiden lukumäärän mukaan. Lisäksi huolto- ja korjaustyöt sekä niistä aiheutuva alusten melu voivat aiheuttaa vaihtelevasti vedenalaista melua.

Vedenalainen melu vaihtelee myös ajan mittaan tuulen nopeuden mukaan. (Pangerc, Theobald, Wang, Robinson, & Lepper, 2016). Tällä hetkellä ei ole olemassa tutkimuksia, jotka viittaisivat siihen, että toimivilla tuulipuistoilla olisi syrjäyttävä vaikutus vedessä oleviin hylkeisiin. Pikemminkin on havaittu päinvastaista. Pohjanmerellä tehdyssä tutkimuksessa on osoitettu, että hylkeet hakeutuvat aktiivisesti tuulivoimapuistojen ympärille ruokailemaan tuulivoimaloiden perustusten ympärille toiminnan aikana (Russell, o.a., 2014). Hylkeitä on löydetty myös tanskalaisista Nystedin ja Rødsand II:n tuulipuistoista, kun puistot olivat toiminnassa. (Teilmann, Tougaard, Carstensen, Dietz, & Tougaard, 2006; McConnell, Lonergan, & Dietz, 2012).

Toimintavaiheen aikana vedenalainen melu on jatkuvaa, mutta se peittyi muuhun ympäröivään taustameluun ja vähenee etäisyyden kasvaessa tuulivoimaloista. (Tougaard, Hermannsen, & Madsen, 2020). NIRAS-mallinnus tuulivoimaloiden vedenalaisesta melusta toiminnan aikana osoittaa, että hylkeissä ei esiinny PTS- tai TTS-ääniä toimintavaiheen aikana. Huoltoalusten aiheuttama vedenalainen melu ei vaikuta merkittävästi alueen kokonaisäänikuvaan. Kokonaisympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä tuulipuiston toiminnan aikana.

### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Koska käytöstäpoistovaihe on kaukana tulevaisuudessa ja koska tekniikka kehittyi nopeasti, on vaikea määrittellä, mitä käytöstäpoistomenetelmiä käytetään käytöstäpoistohetkellä. Vedenalainen melu on kuitenkin vähäisempää kuin rakennusvaiheessa, koska käytöstäpoiston aikana ei paaluteta. Käytöstäpoistomenetelmiin

liittyvien epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi ympäristövaikutukset luokitellaan edelleen samoiksi kuin rakennusvaiheessa eli vähäisiksi.

### 9.3.2.2 Ilmassa kantautuva melu

#### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Tuulivoimalat aiheuttavat aerodynaamista melua ilmassa, kun lavat pyörivät. Tämän äänen äänitaso on yleensä suhteellisen kohtalainen ja taajuusalue on laaja. Ääni heijastuu pois veden pinnalta, koska veden ja ilman tiheys on erilainen, eikä ääni näin ollen siirry vesipatsaaseen. (Richardson, Greene, Malme, & Thompson, 1995). Toimintavaiheen aikana ilmassa kantautuva ääni tulee lisäksi aluksista, ilmatyynyaluksista ja helikoptereista, jotka tekevät huoltotöitä tai kuljettavat laitteita tai ihmisiä.

Merijää on norppien tärkein elinympäristö, ja tuulipuisto on tarkoitus rakentaa alueelle, joka voi olla jään peitossa useita kuukausia vuodessa. Toimintavaiheen aikana ilmassa kantautuvalla melulla voi sen vuoksi olla suurempi vaikutus norppiin jääpeitteisenä aikana kuin jäättömänä aikana. Tutkimuksia tuulivoiman vaikutuksista hylkeisiin, jotka elävät suurimman osan elämästään jäällä, ei ole tehty, mutta on olemassa joitakin tutkimuksia, jotka osoittavat, että hylkeitä esiintyy maalla tuulipuistojen läheisyydessä. Yhden tällaisen tutkimuksen tulokset osoittavat, että hylkeiden määrä noin neljän kilometrin päässä tuulipuistosta sijaitsevassa hylkeidensuojelualueessa väheni rakennusvaiheen aikana ja kasvoi tasaisesti toimintavaiheen aikana. Kirjoittajien mielestä tuulipuiston vaikutus hylkeidensuojelualueella oli vähäinen, mikä voidaan osoittaa sillä, että jo ensimmäisenä vuonna hylkeidensuojelualueella syntyi poikasia, mikä saattaa osoittaa, että hylkeet pitivät sitä turvallisena paikkana. (Edrén, o.a., 2010).

Toimintavaiheen aikana ilmassa kantautuvan melun aiheuttamat vaikutukset hylkeisiin voivat olla käyttäytymismuutoksia, tässä tapauksessa tiettyjen paikkojen välttämistä, mutta tämä tapahtuu todennäköisesti vain yksilötasolla. Joitakin elinympäristön poissulkemisia voi esiintyä myös aikana, jolloin jää on läsnä ja hylkeet ruokailevat ja imettävät pentujaan. Koska tuulipuiston odotetaan kestävän jopa 50 vuotta, on myös mahdollista, että se voi ajan mittaan johtaa jonkinlaiseen tottumiseen alueella säännöllisesti oleskelevien yksilöiden keskuudessa. Tuulivoimaloiden aiheuttama ääni merenpinnan yläpuolella on myös alhaisempi kuin muiden nykyisten äänilähteiden, kuten lentokoneiden, aiheuttama ääni. Kaiken kaikkiaan tämä tarkoittaa, että ympäristövaikutukset hylkeisiin ovat vähäiset.

### 9.3.2.3 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

#### **Ympäristövaikutukset rakennusvaiheen aikana**

Hylkeet käyttävät sekä näköaistia että viiksiä paikallistamiseen ravinnonhankinnan aikana, ja ne liikkuvat säännöllisesti sekä rannikko- että merialueilla, joilla esiintyy luonnostaan sameutta. Ne pystyvät paikallistamaan saaliin jopa 180 metrin päästä, jopa huonossa näkyvyydessä tai pimeässä, sillä viikset aistivat saaliin aiheuttamat liikkeet vedessä. (Zheng, Kamat, Cao, & Kottapalli, 2021).

Eniten sameutta ja sedimentaatiota aiheuttavia toimintoja ovat perustusten kaivaminen ja kaapeleiden asentamiseen liittyvä auraaminen. Niras on tehnyt mallinnuksen tutkimusalueen eri pohjapiirustuksille tutkiakseen rakennusvaiheen aikana mahdollisesti syntyvän sameuden ja sedimentin laskeuman laajuutta. Tulokset osoittavat, että sekä sameus että sedimentin laskeutuminen tapahtuvat pääasiassa paikallisesti perustusten ja putkitöiden läheisyydessä. Laskelmien mukaan korkeaa sameutta, yli 100 mg/l, esiintyy vain paikallisesti rakennustöiden ympärillä ja merenpohjan läheisyydessä yhteensä enintään yhden päivän ajan. Tämä tarkoittaa, että sameuden ja sedimentin laskeutumisen vaikutus arvioidaan vähäiseksi.

#### **Ympäristövaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Koska käytöstäpoistovaihe on kaukana tulevaisuudessa ja tekniikan kehitys on nopeaa, ei ole mahdollista määrittellä, mitä käytöstäpoistomenetelmiä käytetään käytöstäpoistohetkellä. Sameus ja sedimentin laskeuma eivät kuitenkaan ole suurempia kuin rakennusvaiheessa, vaan pikemminkin pienempiä, koska käytöstäpoiston aikana ei todennäköisesti aurata. Käytöstäpoistomenetelmään liittyvien epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi ympäristövaikutukset luokitellaan samoiksi kuin rakennusvaiheen vaikutukset. Näin ollen sameuden ja sedimentin laskeutumisen ympäristövaikutusten katsotaan olevan vähäisiä käytöstäpoistovaiheessa.

#### 9.3.2.4 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

##### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Tutkimukset osoittavat, että kalat kerääntyvät tuulipuistoihin toimintavaiheessa, mikä selittynee sillä, että perustukset ja eroosiosuoja tarjoavat paremman pääsyn suojaan ja ravintoon, eli että on olemassa tietty riuttaefekti, ks. tarkemmin jakso. 9.2.2.4. Tämän seurauksena hylkeet saattavat houkutelaa alueelle ruokailemaan. Tämä on havaittu Pohjanmerellä (Russell, o.a., 2014) Lillgrundin tuulipuiston toimintavaiheessa Öresundissa (Dietz, o.a., 2015) ja Nystedissä ja Rødsand II:ssa Itämeren lounaisosassa Tanskan edustalla. (McConnell, Lonergan, & Dietz, 2012). Tuulipuiston mahdollisen riuttavaikutuksen ei katsota aiheuttavan haittaa hylkeille kyseisellä alueella. Päinvastoin, hylkeille mahdollisesti lisääntyneellä ravinnon saatavuudella olisi myönteinen vaikutus, mutta vain yksilötasolla. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan arvioidaan sen vuoksi olevan vähäinen.

#### 9.3.2.5 Jäähdytysveden poisto ja retentaatti

##### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Toimintavaiheen aikana vetyjärjestelmistä ja/tai muista alustoista peräisin oleva jäähdytysvesi päästetään takaisin vesipatsaaseen. Vedenjäähdytysjärjestelmästä purkautuva vesi koostuu lämmitetystä merivedestä, jonka lämpötila on arviolta noin 15 °C. Kun merivettä käytetään vedyntuotannon raaka-aineena, syntyy myös retentaatti eli vesi, joka jää jäljelle, kun merivettä suolanpoistetaan vedyntuotantoa varten. Retentaatin suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivän meriveden (lisäys D9).

Purkuveden pitoisuudet ovat Pohjanlahden normaalin vaihtelun sisällä. Pohjanlahden suolapitoisuus ja lämpötila vaihtelevat luonnollisesti ympäri vuoden jokien makean veden saannin ja vesimassan sekoittumisen seurauksena, mikä tarkoittaa, että alueen ekosysteemi ja merinisäkkäät ovat sopeutuneet tähän. Ympäristövaikutuksen suuruuden arviointi on näin ollen vähäistä.

### 9.3.3 Seurausten arviointi

#### 9.3.3.1 Vedenalainen melu

##### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

Tuulipuiston rakentaminen tapahtuu pääasiassa jäättömänä aikana, joten rakennustöistä aiheutuvan vedenalaisen melun ei odoteta häiritsevän merkittävästi norppia niiden herkimpänä aikana eli silloin, kun norpat synnyttää ja imettää.

Hankealue on kaukana lähimmästä tunnetusta harmaahylkeiden makuupaikoista, ja kuten edellä mainittiin, rakennustyöt tehdään pääasiassa jäättömänä aikana. Näin ollen vedenalainen melu ei vaikuta suuresti harmaahylkeiden herkimpiin ajanjaksoihin, sillä tänä aikana ne viettävät suurimman osan ajastaan maalla, jonne vedenalainen melu ei ulotu.

Rakentamisvaiheessa mahdollisesti vahingoittuvat hylkeet liikkuvat alueella ruokaa etsiessään. Kenttätutkimusten ja selvitysten mukaan alueella esiintyy sekä norppia että harmaahylkeitä jäättömänä aikana.

Paalutuksen aikana toteutetaan suojatoimenpiteitä, joilla karkotetaan hylkeet pois alueelta (ramppi ja pehmeä käynnistys). Tämä tarkoittaa sitä, että hylkeiden ruokailumahdollisuuksia ei vähennetä, vaan ne vain siirretään toiselle alueelle rajoitetuksi ajaksi. Vastaanottajan ympäristöarvo hankealueen yhteydessä arvioidaan näin ollen vähäiseksi. Kaiken kaikkiaan vedenalaisen melun seuraukset hylkeisiin rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa arvioidaan vähäiseksi, koska sekä ympäristöarvo että ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

#### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

Kun alueella on jäätä, vedenalaisen melun vaikutus on käytännössä olematon, koska useimmat hylkeet viettävät suurimman osan ajastaan jäällä. Jäättömänä aikana hylkeet liikkuvat säännöllisesti hankealueella esimerkiksi ravinnonhakuja varten. Mikään ei kuitenkaan viittaa siihen, että alue olisi erityisen tärkeä hylkeiden ruokailualueena tai että suuri määrä yksilöitä viettäisi siellä paljon aikaa. Ympäristöarvoa pidetään toimintavaiheessa vähäisenä. Koska myös ympäristövaikutuksen katsotaan olevan vähäinen, vedenalaisen melun seuraukset hylkeisiin toimintavaiheessa on vähäiset.

#### **9.3.3.2 Ilmassa kantautuva melu**

##### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

Norppien odotetaan olevan herkempiä hankealueen ilmamelulle kuin harmaahylkeiden, koska ne liikkuvat talvella jäällä, kun taas harmaahylkeet pysyttelevät lähempänä maata. Hankealueella on useita dokumentoituja norppien makuupaikkoja, mutta nämä paikat ovat myös hajallaan suurimmassa osassa Pohjanlahtea. Koska makuupaikat vaihtelevat luonnollisesti vuosittain, hankealueella ei katsota olevan erityistä merkitystä Pohjanlahden norppien karvanvaihtoajan kannalta. Yleisesti ottaen hylkeet sietävät häiriöitä, jos ne eivät aiheuta suoraa uhkaa (Edrén, o.a., 2010) mutta saattaa kestää sopeutumisaikaa, ennen kuin hylkeet käyttävät aluetta samassa määrin kuin ennen.

Mahdollisen alkuperäisen elinympäristön syrjäytymisen odotetaan tapahtuvan vain yksilötasolla eikä sillä odoteta olevan merkittävää vaikutusta populaatiotasolla. Tämän perusteella ympäristöarvo arvioidaan pieneksi. Koska sekä ympäristövaikutuksen suuruus että reseptorin ympäristöarvo arvioidaan pieneksi, kokonaisseuraus on pieni ilmassa kantautuvan melun osalta.

#### **9.3.3.3 Sameus ja sedimentin laskeutuminen**

##### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

Sekä norpat että harmaahylkeet käyttävät todennäköisesti hankealuetta ravinnonhankintaan, mutta koska sameuden vaikutusalueen odotetaan olevan hyvin paikallinen (lähinnä perustuksia) rakennusvaiheen aikana, vaikutukset kohdistuvat vain pieneen osaan hylkeiden elinympäristöistä. Hylkeiden ei yleensä katsota olevan herkkiä sameudelle. Sen vuoksi ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi.

Sekä ympäristövaikutuksen suuruus että reseptorin ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi, ja sen vuoksi hylkeisiin kohdistuvan sameuden ja sedimentin laskeuman kokonaisseuraus on vähäinen.

#### **9.3.3.4 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella**

##### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

Merenpinnan alapuolisen fyysisen vaikutuksen maantieteellisen laajuuden katsotaan olevan paikallinen ja vaikuttavan vain pieneen osaan hylkeiden elinympäristöistä. Vastaanottajan ympäristöarvo arvioidaan sen vuoksi vähäiseksi. Koska sekä ympäristövaikutuksen laajuus että vastaanottajan ympäristöarvo on arvioitu vähäiseksi, seurauksen kokonaisarviointi on merenpinnan alapuolella olevien fyysisten vaikutusten osalta vähäinen.

### 9.3.3.5 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

#### Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

Sekä harmaahylkeet että norpat ovat tottuneet oleskelemaan alueilla, joilla suolapitoisuus ja lämpötila vaihtelevat luonnostaan, eivätkä ne ole herkkiä pienille muutoksille. Välillisiä vaikutuksia voisi kuitenkin olla, jos niiden saaliin määrä kärsisi. Tätä ei kuitenkaan katsota tapahtuvan, koska suolapitoisuuden ja lämpötilan muutokset ovat niin pieniä ja paikallisia kaloihin, ks. tarkemmin kohta. 9.2.2.5. Vastaanottajan ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi.

Sekä ympäristövaikutuksen suuruus että vastaanottajan ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi, ja sen vuoksi jäähdytysveden ja retentaatin päästämisen seuraukset arvioidaan vähäisiksi.

### 9.3.3.6 Kokonaisvaikutusten arviointi

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri osa-alueilla. Taulukko 9-8 esitetään yhteenveto merinisäkkäitä koskevista vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-8 Yleisarvio merinisäkkäisiin kohdistuvista vaikutuksista.

Vaikuttava tekijä	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseuraus
<b>Rakennusvaihe</b>			
Vedenalainen melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Toimintavaihe</b>			
Vedenalainen melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Ilmassa kantautuva melu	Pieni	Pieni	Pieni
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Jäähdytysveden poisto ja retentaatti	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Käytöstäpoistovaihe</b>			
Vedenalainen melu	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

## 9.4 Linnut

Seuraavissa kappaleissa kuvataan suunnitellun tuulivoima-alueen ja Pohjanlahden linnustoa, tuulivoimapuiston vaikuttavat tekijät, vaikutuksia lintuihin sekä Polargrundin tuulivoimapuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen mahdollisia seurauksia linnustolle. Seuraavissa kappaleissa esitetyt arviot ja kuvaukset perustuvat WSP:n laatiin Pohjanlahden linnustoa koskeviin selvityksiin ja inventointeihin, ks. liite D14. Liitteessä mainitaan myös, mihin viitteisiin ja viiteaineistoon arviot perustuvat.

### 9.4.1 Nykytilanteen kuvaus

Suunnitellun tuulivoimapuiston alueella esiintyviä lintuja on selvitetty asiakirjaselvitysten ja laajojen maastoinventointien avulla kahden kauden aikana. Tietoja on saatu myös Artportalenilta, Norrbottens Ornitologiska Föreningiltä, Haaparanta Sandskärsin lintuasemalta ja Malörenissa säännöllisesti vierailvalta

paikallistuntemuksen omaavalta ornitologilta. Alueella on tehty kenttäinventointeja veneellä kuusi kertaa, kolme kertaa vuonna 2022 ja kolme kertaa vuonna 2023. Lisäksi muutoselvityksiä on tehty Malörenista syysmuuton aikana vuosina 2022 ja 2023 ja Haaparannan Sandskäristä vuonna 2023. Kevätmuuttoa on selvitetty Malörenista vuonna 2023. Kaikkiaan veneestä ja lähisaarilta tehdyt inventoinnit kattavat 65 päivää kevään, kesän ja syksyn aikana sekä vuonna 2022 että 2023. Tarkempi yhteenveto tehdyistä selvityksistä ja niiden tuloksista on liitteessä D14. Inventoinnit ovat tehneet WSP, Ottvall Consulting ja Vox Natura. Selvitysten ja inventointien avulla on saatu hyvä käsitys alueen lintukannasta, jota ei aiemmin tunnettu, koska alue sijaitsee kaukana merellä.

## **Muutto**

Kevätmuutto on melko tiivistä ja lyhytaikaista, sillä jäät peittävät Pohjanlahden toukokuussa ja irtoavat melko nopeasti. Sitä ennen muuton arvioidaan olevan vähäistä ja sitäkin hajanaisempaa jääpeitteisellä merialueella. Pohjoisemmaksi pesimään matkustavien lintulajien ei ole syytä saapua ennen kuin lumi ja jää ovat poistuneet niiden pesimäalueilta, minkä vuoksi muutto keskittyy usein lyhyeksi ajaksi toukokuulle ja kesäkuun alkuun.

Kevätmuuttoa koskevat tutkimukset ovat osoittaneet, että muuttolintujen määrä on vähäinen. Kevään ja alkukesän 2022 vene- ja tutkakartoituksissa havaittiin 11 päivän aikana yhteensä 271 muuttavaa lintua, mikä tarkoittaa, että keskimäärin vain 24,6 lintua havaintopäivää kohden. Malörenista keväällä 2023 tehdyssä maalta käsin tehdyssä kartoituksessa muuttolintujen määrä oli vielä pienempi, kun viiden päivän aikana 34 tunnin seurannassa havaittiin yhteensä vain 70 muuttolintuyksilöä, mikä vastaa keskimäärin vain kahta muuttolintuyksilöä tunnissa tai 14 muuttolintua havaintopäivää kohti. Yhteensä 341 lintua voitiin havaita 16 inventointipäivän aikana keväille 2022 ja 2023 jakautuneena, mikä antoi alhaisen keskiarvon, vain 21 muuttolintuyksilöä päivää kohden.

Aineistoon liittyy jonkin verran varauksia, koska kyseisellä alueella ei ole mahdollista tehdä tutkimuksia ennen kuin jää on murtunut ja on mahdollista päästä ulos. On ajateltavissa, että jään murtumisen yhteydessä voi olla jään murtumista odottaneita lintuja, jolloin muuttolintuja on lyhyessä ajassa enemmän.

Verrattuna kevätmuuttoon syysmuutto on paljon hajanaisempi. Muutto alkaa kesällä ja jatkuu pitkälle syksyyn. Muutto vähenee selvästi jo lokakuussa.

Syysmuuttoa on seurattu pitkään syksyllä 2022 sekä vene- että maaseurannalla Malörenista ja Haaparannan Sandskäristä käsin. Kaikkiaan jaksoa inventoitiin yhteensä 40 päivän ajan 2.8.-20.10. välisenä aikana. Venekartoituksessa, jossa käytettiin sekä tutkaa että tarkkailijaa, rekisteröitiin yhteensä 2 934 päivällä muuttavaa lintuyksilöä yhteensä 17 päivän aikana (lukuun ottamatta 253:a tutkalla yöllä havaittua yksilöä). Malörenin maalla syyskuussa 2022 tehdyissä kartoituksissa havaittiin 174 lintua neljän päivän aikana syyskuussa ja 256 lintua neljän päivän aikana lokakuussa, kun yksittäisiä pikkulintuja ja kierteleviä lokkeja ei ole otettu huomioon. Syksyllä 2022 Haaparannan Sandskärin maalta käsin tehdyssä kartoituksessa havaittiin 5 115 muuttolintua 14 seurantapäivän aikana.

Kaiken kaikkiaan syksyn 2022 seurannassa havaittiin yhteensä 8 479 päivämuuttavaa lintua yhteensä 40 päivän aikana, kun seurantaa tehtiin veneestä käsin sekä Malörenin ja Haaparannan Sandskärin maaseurannassa, eli keskimäärin 212 muuttolintuyksilöä päivässä, joista suurin osa havaittiin Haaparannan Sandskärin rannikkoseurannassa.

Syksyllä 2023 kartoituksia täydennettiin Malörenissa 26.-30.9.2023 tehdyllä seurannalla, jolloin havaittiin yhteensä 822 lintua, joista 750 viittasi viiteen suureen kurkiryhmään. Näiden kurkien lisäksi havaittiin siis vain 72 lintua neljän seurantapäivän aikana (yksi päivä jäi väliin sumun vuoksi), eli keskimäärin 18 lintua päivässä.

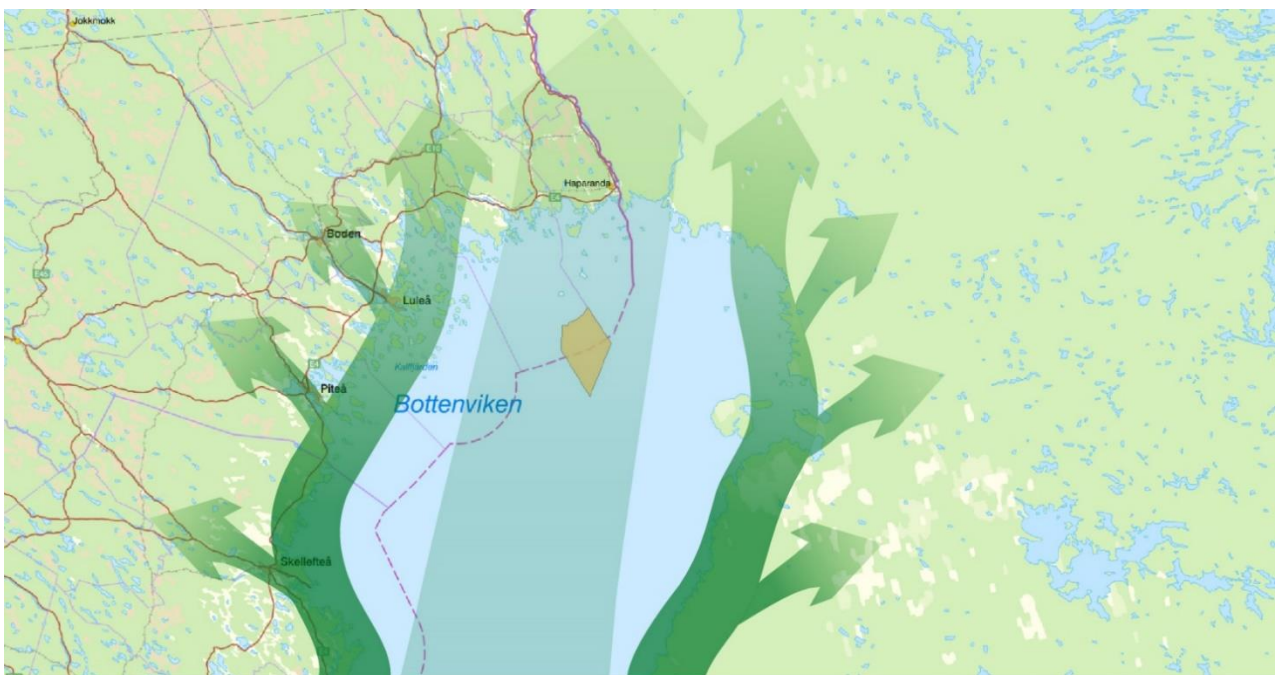
Jos mukaan lasketaan myös syksyllä 2022 tehdyt äänitallenteet yölinnuista, muuttolintujen määrä jää edelleen vähäiseksi. Kaikkiaan 253 yksilön äänitallenteet tallennettiin yhdeksän yön ja kahden aamuyön aikana elokuukuun välisenä aikana.

Toteutettujen syysmuuton seurantajaksojen jälkeen voidaan todeta, että Pohjanlahden keskiosassa on vain vähän meren yli muuttavia lintuja. Jatkuvasta seurannasta huolimatta useiden päivien aikana saattoi kulua useita tunteja ilman, että muuttavia lintuja olisi havaittu lainkaan. Lintujen määrä oli huomattavasti suurempi rannikolla sijaitsevalla Haaparannan Sandskärillä kuin kauempana merellä sijaitsevalla Malörenilla.

Syksyllä 2022 ja 2023 tutkimusalueella ja Malörenista käsin tehdyissä venekartoituksissa ei havaittu yhtään liitelevää petolintua. Havaitut petolinnut olivat yksinomaan aktiivisesti lentäviä lajeja, kuten sinisuohaukka, kanahaukka, varpushaukka, ampuhaukka ja tuulihaukka. Haaparannan Sandskärillä sen sijaan havaittiin muuttomatalla olevia piekana, hiirihaukkoja ja maakotkia, mutta nämä lajit lentävät avomeren yli vain poikkeustapauksissa, jos muita vaihtoehtoja on tarjolla.

### Muuttoreitit

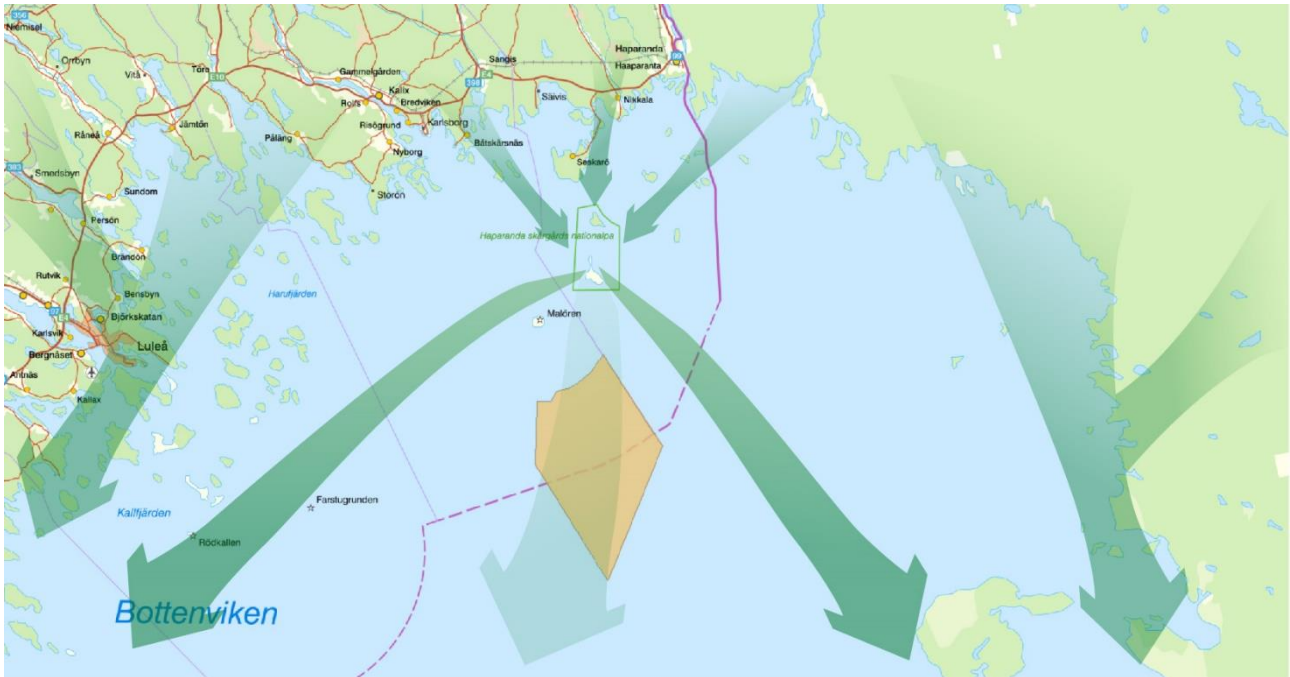
Kevätkartoituksessa havaittiin, että lintujen määrä oli vähäinen ja että muuttoreitti oli levittäytynyt, minkä vuoksi selkeitä linjoja ei ollut havaittavissa. On perusteltua olettaa, että suurin osa linnuista kulkee lähempänä rannikkoa joko Ruotsin tai Suomen rannikkoa pitkin, minkä jälkeen ne ovat poissa näkyvistä Malörenista tai veneestä sen selvitysalueen sisällä, jossa seurantaa on suoritettu. Kuva 9-10 kuvaa kevätmuuttoa.



Kuva 9-10 Kevätmuuton muuttoreitit

Suurin osa syksyllä tehdyistä selvityksistä tehtiin rannikolla sijaitsevalla Haaparannan Sandskärillä (5 115 lintua 14 päivän aikana eli keskimäärin 365 lintua päivässä), kun taas huomattavasti pienemmät määrät kirjattiin tutkimusalueen sisällä olevasta veneestä (172 lintua päivässä) ja Malörenilta (96 lintua päivässä, mukaan lukien yhtenä päivänä havaitut suuret kurkiparvet). Tulokset osoittavat selvästi, että Haaparannan Sandskäriltä lähtee huomattavasti enemmän lintuja kuin mitä Polargrundin läheisyydessä Pohjanlahden keskiosassa nähdään. Pohjanlahdelle pohjoisesta, idästä tai lännestä saapuvat linnut seuraavat siis pääasiassa rannikkoa etelään sen sijaan, että ne valitsisivat suuremman mutta riskialttiimman reitin suoraan

Pohjanlahden avomeren poikki. Suurin osa muuttolinnuista ei siis kulje Perämerenlahden keskiosien kautta, jossa Polargrundin tutkimusalue sijaitsee. Kuva 9-11 kuvaa syysmuuttoa.



Kuva 9-11. Syysmuuton muuttoreitit

Malörenilla tehdyistä selvityksistä havaittiin, että pieni osa maalla elävistä linnuista, kuten aktiivisesti lentävät petolinnut ja varpuslinnut, saapuu suoraviivaisesti Haaparannan Sandskäristä. Ne ovat todennäköisesti saapuneet Pohjanlahden rannikolle pohjoisesta ja jatkaneet etelään kohti rannikkosaariston ulointa saarta, Haaparanta Sandskäria. Sieltä ne suuntaavat kohti seuraavaa saarta, joka on Malören. Malörenilla tehdyt tutkimukset osoittivat, että suurin osa saaren ohittaneista linnuista lentää sieltä etelästä lounaaseen Malörenin länsipuolta pitkin kohti Ruotsin mantereen rannikkoa, joka näkyy Malörenilta. Haaparannan Sandskärin muuttoseurannasta syksyllä 2022 laaditussa koosteessa on myös raportoitu lintujen kulku saarelta, ja hyvin suurella osalla lintujen kulku on joko lounaaseen Ruotsin rannikkoa pitkin tai kaakkoon kohti Suomen rannikkoa. Se, että linnut niin selvästi valitsevat rannikon eteläpuolisen suunnan, selittää siten Haaparanta Sandskäriellä havaittujen lintujen huomattavasti suuremman määrän.

Tämä pätee ennen kaikkea kaikkiin maalla eläviin lintuihin, kuten varpuslintuihin ja petolintuihin. Jälkimmäisen ryhmän osalta sekä Malörenilla että tutkimusalueen veneistä käsin tehdyssä seurannassa on havaittu ainoastaan aktiivisesti lentäviä petolintuja, kuten varpushaukkoja, ampuhaukkoja, tuulihaukkoja, ja sinisuojuukkoja. Nämäkin lajit seuraavat kuitenkin pääasiassa edellä kuvattua rannikkoreittiä. Lentävistä petolinnuista, kuten piekana ja hiirihaukoista, ei ole havaittu yhtään lintua, vaikka syksyllä 2022 ja 2023 tehtiin yhteensä 30 päivän seuranta veneestä tai Malörenista käsin.

Useimmat merilinnut näyttävät myös noudattavan samaa rannikkoreittiä, tulevan Haaparanta Sandskäristä ja kulkevan hyvin lähellä Malörenin itä- tai länsipuolta. Vain muutamia merilintulajeja, kuten kuikkia, ruokkeja, pilkkasiipiä, mustalintuja ja lokkeja, nähtiin lentämässä kauas merelle Malörenin itäpuolelle. Kyseessä on kuitenkin yleensä pieni määrä lintuja.

Yksi havainto, joka poikkeaa yleisestä muuttavien lintujen vähäisestä määrästä, koskee eräänä päivänä syyskuussa 2023 havaittuja noin 750 muuttavaa kurkea, jotka jakautuivat viiteen suureen ryhmään, jotka



lensivät etelään reittiä pitkin vähintään 10 kilometriä Malörenista itään. Tämä on ainoa kerta, kun suurempia määriä lintuja on havaittu merellä selvästi Malörenin itäpuolella. Lintujen uskotaan lähteneen yhteiseltä taukopaikalta etelään, kun sää oli suotuisa. On epäselvää, mistä nämä linnut ovat tulleet, sillä Artportalenissa ei ole syksyllä 2023 ilmoitettu yhtä suuria määriä kurkia Polargrundin pohjoispuolella sijaitsevilta alueilta. Haaparannan pohjoispuolella sijaitsevassa Västra Yli-Kukkolassa Tornedalenissa on kuitenkin raportoitu syksyllä 2020 jopa 1 500 lepäilevää kurkea, joten kyseinen alue voi olla mahdollinen kerääntymispaikka, josta ne lähtivät liikkeelle. Koska linnut ohittivat vähintään 10 km Malörenin itäpuolella, on perusteltua olettaa, että linnut pitivät hieman kaakkois-suuntaista kurssia ja suuntasivat kohti Suomen mantereen rannikkoa. Tällöin ne olisivat päätyneet Polargrundin alueen itäosaan tai vaihtoehtoisesti tuulipuiston itäpuolelle, jos niiden tavoitteena oli päästä rannikolle mahdollisimman pian. Vaikka syksyllä 2022 ja 2023 tehtiin yhteensä 44 seurantapäivää, vain kaksi kurkea on muutoin havaittu yhden kerran veneestä käsin tutkimusalueella. Sen vuoksi pidetään todennäköisenä, että ne pitävät yleensä itäisempää kurssia lähellä Suomen mantereen rannikkoa eivätkä siksi näy paikoilta, joista seuranta suoritettiin. Itäisempi reitti tarkoittaa, että linnut kulkevat Polargrundin ulkopuolella.

Suoritettujen muuttotutkimusten perusteella voidaan päätellä, että lintujen merelle suuntautuva muutto Pohjanlahden keskiosissa on vähäistä sekä keväällä että syksyllä. Tämä koskee erityisesti meri- ja petolintuja, kun taas ainakin tietyissä sääolosuhteissa varpuslintujen muutto voi olla laajempaa. Tämä kävi ilmi joillakin syksyn tutkimuskerroilla veneestä käsin, jolloin pohjoistuuliin saattoi liittyä päiviä, jolloin muuttavia pikkulintuja oli enemmän. Muuttolintujen merkittävästä määrästä ei kuitenkaan koskaan ollut kysymys, sillä kaikissa lintujen muuton aikana tehdyissä tutkimuksissa havaittiin vain vähän muuttavia lintuyksilöitä. Keväällä 2022 ja 2023 tehdyissä selvityksissä havaittiin yhteensä vain 341 muuttavaa lintua 16 seurantapäivän aikana (21 lintua/päivä) ja syksyllä 2023 ja 2023 yhteensä 9 301 lintua 44 seurantapäivän aikana (207 lintua/päivä).

### **Ruokailulinnut**

Kesän aikana tehtiin inventointeja, joilla selvitettiin ruokailulintujen esiintymistä alueella. Inventoinnin tarkoituksena oli selvittää, onko alueella pesiviin lintuihin kohdistuvia vaikutuksia tai onko alueella ruokailevia lintuja, jotka voisivat siirtyä pois ja siten aiheuttaa vaikutuksia.

Kaikissa kesäaikaisissa selvityksissä on havaittu vain vähän lintuja, mikä osoittaa, että Polargrundin alueen lintutiheys on alhainen. Päivänä, jolloin kesällä 2022 havaittiin eniten lintuja, Polargrundin tutkimusalueella havaittiin yhteensä 70 lintua. Koska tutkimusalueen pinta-ala on noin 440 km<sup>2</sup>, 70 havaittua lintua antaa tiheydeksi vain noin 0,2 lintua/km<sup>2</sup>. Vuonna 2023 korkein päivittäinen luku oli 24 lintua, jolloin tiheys oli vielä pienempi, noin 0,05 lintua/km<sup>2</sup>.

Lokkien ja tiirujen osalta lintujen määrät ja havaintopaikat ovat vaihdelleet tutkimusten välillä, eivätkä linnut ole keskittyneet samoille alueille, vaikka vuonna 2023 havaittiin jonkin verran siirtymistä pohjoiseen. Lintuja esiintyy pieniä määriä, ja niiden on useimmiten nähty lentävän ympäriinsä tai etsivän ruokaa, usein pienissä ryhmissä. On perusteltua olettaa, että nämä linnut seuraavat alueella olevia kalaparvia, joten ne voivat esiintyä kaikkialla, missä niitä esiintyy.

Kesäkuussa 2022 kirjattiin kolmen seurantapäivän aikana yhteensä 19 loppia, 9 harmaaloppia, 11 selkäloppia, 1 epämääräinen loppilintu, 3 epämääräistä loppia, 4 lapintiiraa, 9 epämääräistä tiiraa ja 4 räyskää (jolloin on olemassa jonkinlainen riski, että samat linnut lasketaan kahteen kertaan eri päivinä). Vuoden 2023 kaksipäiväisen kartoituksen aikana havaittiin vielä vähemmän, yhteensä 5 loppia, 1 harmaaloppi, 2 selkäloppia, 6 lapintiiraa ja 13 määrittelemätöntä tiiraa.

Havaintojen siirtyminen tutkimusalueen pohjoisosaan on ollut havaittavissa, mutta ei merkittävää eroa. Lähimpien saarten Malörenin ja Haaparannan Sandskärin läheisyydellä katsotaan olevan merkitystä pohjoisen havaintomallin kannalta, sillä on todennäköistä, että lokit ja tiirat tulevat sieltä.

Yleisarvio on, että tutkimusalueella on vain vähän lintuja ja että kesäisin levähtävien tai ruokailevien lintujen tiheys on alhainen. Ei ole näyttöä siitä, että tarkastelualue olisi tärkeä ruokailualue kesällä tai muuna vuodenaikana minkään lintulajin kannalta.

Aina kun Malörenista on tehty keväällä ja syksyllä selvityksiä, toinen alue Malörenin itäpuolella on arvioitu tärkeäksi ruokailualueeksi. Toukokuussa 2022 tehdyssä selvityksessä havaittiin, että Malörenilla pesivät lokit ja tiirat (pikkulokki, lokkia, harmaalokki, merikihu ja lapintiira) lensivät saarelta jatkuvasti Malörenin ja Haaparannan Sandskärin väliselle alueelle ja palasivat takaisin muutamaa tuntia myöhemmin. Syksyn 2022 ja 2023 muuttoseurannan aikana havaittiin myös, kuinka linnut oleskelevat jatkuvasti vedessä tämän alueen ympärillä. Kyseessä on Kjukan-niminen matalikko, jossa kivet kohoavat toisinaan vedenpinnan yläpuolelle. Matala Kjukan on selvästi tärkeä ruokailualue linnuille. Vastaavaa lintujen liikkumista tai ruokailulintujen kerääntymistä Polargrundin alueelle ei ole havaittu missään vaiheessa.

## 9.4.2 Vaikutukset lintuihin

Suunnitelluista toimista aiheutuvat vaikutustekijät, jotka voivat aiheuttaa vaikutuksia lintuihin, ovat merenpinnan yläpuoliset fyysiset vaikutukset, visuaaliset vaikutukset ja estevalaistus. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa jaksoissa ja seuraavissa kohdissa. Taulukko 9-9 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-9 Mahdollinen vaikutus lintuihin.

Mahdollinen vaikutus	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	x	x	x
Visuaalinen vaikutus ja esteiden valaistus		x	

### 9.4.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### **Ympäristövaikutukset rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana**

Vaikutustekijä "Fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella" voi vaikuttaa lintuihin pääasiassa seuraavasti:

1. törmäys
2. Siirtyminen/elinympäristön menetys
3. Esteen vaikutus
4. Vetovoima

#### **Törmäys**

Törmäys tarkoittaa, että linnut törmäävät turbiiniin tai roottorin lapoihin ja kuolevat tai loukkaantuvat.

Lintujen törmäysriski liittyy suuresti kyseisten lajien välttämiskäyttäytymiseen. Esimerkiksi kaakkurit välttelevät selvästi tuulipuistoja. Myös lintujen normaali lentokorkeus vaikuttaa törmäysriskiin. Esimerkiksi ruokit, jotka tavallisesti lentävät matalalla vedenpinnan yläpuolella, riski törmätä tuulivoimaloiden roottorin lapoihin 20-30 metrin etäisyydellä merenpinnasta on hyvin pieni.

Petolinnuille ja muille suurille lentäville linnuille, kuten kurjille, merituulipuistojen ainoa merkittävä vaikutus on törmäysriski. Näihin lajeihin kohdistuva loukkaantumisriski riippuu tuulipuiston sijainnista eli siitä, onko se niiden muuttoreitin varrella, sekä lintujen käyttäytymisestä niiden lähestyessä tuulipuistoa. Yhdysvalloissa on tehty tutkimuksia, joissa on havaittu, että maalla sijaitsevien tuulipuistojen läheisyydessä muuttavat petolinnut välttelevät laajamittaisesti tuulipuistoja. (Rydell J., 2017)

Muuttolinnut voidaan luokitella kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat ne liitelevät petolinnut, jotka hyödyntävät lämpimiä nousuvirtauksia maan yllä (ns. termiikkiä) ja valitsevat sen jälkeen lyhimmän matkan meren yllä kulkua varten. Tämä tarkoittaa myös sitä, että nämä lajit voivat olla vaarassa törmätä toisiinsa, jos tuulipuisto rakennetaan näin lyhyen matkan päähän merelle, koska ne eivät halua lentää meren yli eivätkä siksi keskeyttää reittiään lentääkseen pidemmän matkan tuulipuiston ympäri. Tähän ryhmään kuuluvat esimerkiksi petolinnut ja kotkat.

Toisen ryhmän muodostavat aktiivisesti lentävät petolinnut, jotka eivät välttele merilentoja samassa määrin, vaan saattavat valita suoremman reitin kohti määränpäättään riippumatta siitä, onko lentomatka meren yli pidempi. Tähän ryhmään kuuluvat haukat ja suohaukat. Näiden lajien katsotaan muuttavan todennäköisemmin Polargrundin lähistöllä, ja tutkimuksissa on havaittu sinisuohaukka, ampuhaukka, nuolihaukka ja tuulihaukka. Samalla törmäysriskin katsotaan olevan pienempi kuin liitelevien petolintujen kohdalla. Tämä johtuu siitä, että ne eivät valitse lyhintä lentoreittiä samassa määrin, koska ne eivät samalla tavalla kaihda meren yli lentämistä, vaan saattavat sen sijaan lentää mieluummin puiston ympäri. Saksanlahdella sinisuohaukasta saatu GPS-tieto osoitti selvästi tällaista välttelykäyttäytymistä, kun se kohtasi merituulipuiston, muuttamalla reittiä ja lentämällä puiston ympäri (Aarhusin yliopisto, suullinen). Vaikka tiedot ovat vain yhdestä linnusta, dokumentoitu käyttäytyminen on mielenkiintoista.

Kurjet liikkuvat myös mielellään maan päällä hyödyntääkseen lämpösäteilyä, koska se on erittäin energiatehokasta. Samalla ne ovat vahvoja lentäjiä eivätkä siksi ole täysin riippuvaisia termiikistä, ja ne voivat liikkua pitkiä matkoja aktiivisella lennolla lähes kokonaan ilman liukua. Meren yllä ne valitsevat yleensä lähimmän reitin lopulliseen määränpäähensä, eivätkä ne välttele merkittävästi pidempiä veden ylityksiä. Maalla sijaitsevien tuulivoimaloiden kohdalla kurkien törmäysriski on erittäin pieni, kuten on osoitettu Klim-puistossa Jyllannissa. (Drachmann, 2020). Kurjet ovat vahvoja lentäjiä, ja niiden oletetaan pystyvän suurelta osin välttämään lentämistä tuulivoimaloiden läheisyydessä.

Pienet linnut (varpuslinnut) lentävät usein hyvin hajallaan ja muuttavat meriväylien yli laajalla rintamalla sekä päivällä että yöllä, eivätkä ne keskityt tietyihin väyliin samalla tavalla kuin esimerkiksi liitelevät petolinnut. Tietyissä sääolosuhteissa lintujen keskittyminen voi kuitenkin lisääntyä, kuten sumussa tai muissa olosuhteissa, jotka heikentävät kantamaa matalammilla korkeuksilla. Tuulipuiston toiminnan aikana on aina olemassa jonkinlainen lintujen törmäysriski. Koska varpuslintujen lentokorkeus on kuitenkin yleensä korkeampi kuin tuulivoimaloiden korkeus, eikä se noudata keskittynyttä muuttoreittiä, tuulipuisto vaikuttaa todennäköisesti vain pieneen osaan muuttavista linnuista.

### **Siirtyminen/elinympäristön menetys**

Siirtymistä voi tapahtua, kun jotkin lintulajit välttelevät tuulivoimaloiden alueita ja siirtyvät sen sijaan muille lähivesille, mikä voi lisätä vaikutuksia lintujen suuremman määrän ja siten lisääntyneen ravintokilpailun vuoksi.

Elinympäristön menetys voi johtua riuottojen, matalikkojen tai muiden linnuille tärkeiden elinympäristöjen häviämisestä tuulivoimaloiden perustusten rakentamisen vuoksi, mikä voi myös johtaa lintujen siirtymiseen muualle, jolloin niiden on pakko siirtyä toisille alueille esimerkiksi ruokaa etsimään.

Merituulipuistot vaikuttavat eri lintulajeihin eri tavoin niiden välttämiskäyttäytymisen kautta. Kaakkurit on todettu lintulajeiksi, jotka ovat herkimpiä merituulipuistojen perustamiselle, ja niiden on todettu välttelevän niitä pitkällä aikavälillä yli 10 kilometrin etäisyydellä merituulipuistoista. (Petersen, 2014; Fox & Petersen, 2019; Mendel, 2019; Heinänen S. Ž., 2020). On olemassa kokonainen ryhmä lajeja, joissa välttelyn on todettu olevan vaihtelevampaa eikä yhtä johdonmukaisesti ja täydellisesti kuin kaakkurilla. Pohjanlahdella esiintyvien lajien osalta tähän ryhmään kuuluvat muun muassa mustalintu, alli, ruokki ja pikkulokki (Rydell J., 2017)

Ruokkilinnuilla saattaa esiintyä jonkin verran syrjäytymistä, mutta yksiselitteisiä tuloksia osoittavia tutkimuksia ei ole olemassa. (Rydell J., 2017). Eri tutkimusten suuntauksat ruokkilintujen (etelänkiisla ja ruokki) osalta osoittavat, että molemmat lajit syrjäytyvät ja niiden määrä vähenee tilalla ensimmäisinä vuosina sijoittautumisen jälkeen, mutta syrjäytymisvaikutus ei ole johdonmukainen ja vaihtelee suuresti eri alueiden välillä. Joillakin tuulipuistoilla ei ole havaittu muutoksia lukumäärissä, ja joissakin muissa tapauksissa ruokkilintujen lukumäärät ovat kasvaneet tuulipuiston perustamisen jälkeen. (Dierschke, 2016; Vallejo, 2017; Heinänen S. &., 2018).

Lisäksi useat lintulajit on luokiteltu lintulajeiksi, joihin merituulivoima ei vaikuta juuri lainkaan tai joiden välttämistä ja houkuttelevuutta osoittavien tutkimusten määrä on suunnilleen sama. Tähän ryhmään kuuluvat mm. haahka, kalatiira ja lapintiira. (Dierschke, 2016).

Kaiken kaikkiaan ainakin merituulivoiman kehittämisen lyhytaikaiset ja paikalliset vaikutukset johtavat monien levähtävien ja ruokailevien merilintujen siirtymiseen jonkin verran muualle. Se, hälveneekö syrjäytymisvaikutus ajan myötä ja tottuvatko linnut tuulivoimaloihin jossakin määrin, on vielä suhteellisen huonosti tiedossa. (Rydell J., 2017).

### **Esteen vaikutus**

Tuulipuiston estevaikutus voi vaikuttaa jonkin verran lintuihin, esimerkiksi muuttolintuihin, joiden on ehkä lennettävä pidempi matka ohittaakseen tuulipuiston. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että ryhmillä, joilla on suhteellisen alhainen onnettomuusaste korkean välttämiskäyttäytymisen vuoksi, on myös suhteellisen voimakas estevaikutus.

Kuten edellä mainittiin, useiden merilintulajien on havaittu välttelevän tuulivoimaloiden läheisyyttä. Päivällä havaittiin selviä lentosuunnan muutoksia yhdestä kilometrin tai usean kilometrin etäisyydellä tuulivoimaloista, mutta yöllä lentosuunta muuttui vain 0,5-1 kilometrin etäisyydellä. Lentämisen välttäminen tuulivoimaloiden läheisyydessä voi johtaa estevaikutuksiin ja siten lintujen lentoreitin pidentymiseen tuulipuiston ohi. Mahdolliset havaitut kokonaismuuttomatkojen pidentymiset olivat pieniä eivätkä todennäköisesti merkittäviä, koska lisämatkat ovat yleensä hyvin pieniä verrattuna lintujen tavanomaisiin lentomatkoihin muuton aikana. Vielä tärkeämpää ja myönteisempää on se, että merituulipuistojen välttäminen johtaa siihen, että merituulipuistojen kohdalla tapahtuu vähemmän onnettomuuksia muuttavien merilintujen kanssa. (Rydell J., 2017).

Väistämistä havaittiin myös yöllä muuttavien varpuslintujen osalta Alankomaiden rannikon edustalla sijaitsevassa offshore-puistossa. Samassa puistossa havaittiin päivällä vähäisempää välttelyä, vaikka jälkimmäinen ryhmä vältteli selvästi yksittäisiä turbiineja, vaikka ne eivät vältelleet puistoa kokonaisuudessaan. (Krijgsveld, 2011).

Muuttolintuihin kohdistuvan esteen vaikutuksen odotetaan olevan ilmeisin merilintujen eli kuikkalintujen, joutsenten, hanhien ja sorsien osalta. Nämä merilinnut välttelevät selvästi tuulivoimaloita, minkä vuoksi niiden muuttomatka pitenee hieman. Tämän ylimääräisen lentomatkan katsotaan aiheuttavan biologisesti vähäistä

energiankulutusta verrattuna siihen, että linnut lentävät muutenkin pitkän matkan muuttomatkinsa aikana. (Fox & Petersen, 2019). Useimpien muiden muuttolintujen kohdalla estevaikutuksen katsotaan olevan vähäinen, mutta sen sijaan törmäysriski on olemassa, jos linnut lentävät osittain suoraan tuulipuiston läpi.

Energian kannalta estevaikutuksella voi siis olla todellista merkitystä linnuille vain niiden päivittäisten siirtymisten aikana pesimäpaikkojen ja ruokailualueiden välillä, sillä pidempi lentomatka voi vaikuttaa pesimämenestykseen.

### **Vetovoima**

Merituulipuistoja on havaittu jonkin verran houkuttelevan esimerkiksi tukkakoskelo, useimpia lokkeja ja lokkilintuja, ja esimerkiksi merimetsoja on havaittu houkuttelevan voimakkaasti, sillä turbiinien perustukset tarjoavat sopivia istumapaikkoja, jotka houkuttelevat lintuja. Kalaa syöville linnuille, kuten merimetsuille, tukkakoskelolle ja lokkeille, merituulipuistot voivat myös tarjota parempaa ravinnon saatavuutta, mikä voi lisätä vetovoimaa entisestään. (Dierschke, 2016).

#### 9.4.2.2 Visuaalinen vaikutus ja esteiden valaistus

##### **Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa**

Tuulivoimalat varustetaan estevaloilla, jolloin ne näkyvät myös pimeällä.

Tuulivoimaloiden häiritsevän valaistuksen ei odoteta vaikuttavan lintujen yömuuttoon, paitsi poikkeuksellisissa sääolosuhteissa, joissa näkyvyys on heikentynyt. Tunnettu ilmiö, joka ainakin aiemmin saattoi vaikuttaa yöllä muuttaviin lintuihin, on niin sanottu "majakkaputoaminen". Ilmiö esiintyy huonoissa sääolosuhteissa, kuten sumussa, kun linnut vetävät puoleensa esimerkiksi majakoiden valoa, mikä aiheuttaa törmäysriskin. Majakoiden uudet valot näyttävät kuitenkin vähentäneen tätä ongelmaa. Tuulipuiston estevalaistus on paljon heikompi kuin esimerkiksi majakoiden tai valaistujen siltojen, jotka aiheuttavat suuremman riskin yöllä muuttaville linnuille.

Tuulivoimaloiden estevalaistuksen vaikutusta on tutkittu useissa tutkimuksissa, ja yksimielisyys vallitsee siitä, että lintujen kuolleisuudessa ei ole eroa tuulivoimaloiden välillä, joissa on estevalaistus ja joissa ei ole estevalaistusta. (Kerlinger, 2010). On kuitenkin osoitettu, että vilkkuva valo on lintujen kannalta parempi kuin tasainen valo ja että punainen valo on parempi kuin valkoinen valo.

Koska useat tehdyt tutkimukset eivät osoita, että lintujen kuolleisuus olisi lisääntynyt tuulivoimaloissa, joissa on estevalaistus, verrattuna tuulivoimaloihin, joissa ei ole valaistusta, estevalaistuksen ei katsota aiheuttavan merkittävää riskiä linnuille.

### 9.4.3 Seurausten arviointi

#### 9.4.3.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

##### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutustenarviointi**

Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen aikana lintuihin voi vaikuttaa alusten fyysinen läsnäolo ja töiden aikana tapahtuva toiminta, kuten melu.

Nykyisistä merituulipuistoista tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että linnut yleensä välttävät aluetta rakennusvaiheen aikana. (Enhuis C., 2017), mikä johtaa nykyisten lajien tilapäiseen syrjäytymiseen rakennusvaiheen aikana.

Työt tehdään eri puolilla toiminta-aluetta eri aikoina, mikä tarkoittaa sitä, että vaikutukset kohdistuvat suhteellisen pienille alueille kullakin kerralla. Ympäristövaikutuksen arvioidaan sen vuoksi olevan vähäinen.

Toiminta-alue sijaitsee kaukana merellä, jossa ruokailulintujen määrä on inventointien mukaan vähäinen. Kaiken kaikkiaan lintujen rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen aikana ympäristöarvo katsotaan näin ollen vähäiseksi.

Koska ympäristövaikutukset ja -arvo ovat vähäiset, linnustoon kohdistuvia seurauksia pidetään vähäisinä rakentamisen ja käytöstä poistamisen aikana.

## **Toimintavaihe**

### *Muuttolinnut*

Suoritettujen muuttotutkimusten perusteella voidaan päätellä, että Pohjanlahden keskiosissa lintujen merelle suuntautuva muutto on vähäistä sekä keväällä että syksyllä. Tämä koskee erityisesti meri- ja petolintuja, kun taas ainakin tietyissä sääolosuhteissa varpuslintujen muutto voi olla laajempaa. Muuttotutkimusten aikana muuttavia lintuja ei koskaan ollut merkittäviä määriä, keskimäärin 21 lintua päivässä kevätmuuton aikana ja 207 lintua päivässä syysmuuton aikana.

Lintujen vähäinen määrä johtuu suurelta osin alueen pohjoisesta sijainnista, sillä suurin osa Itämeren kautta muuttavista linnuista harventuu matkalla pohjoiseen. Selityksenä on kuitenkin myös se, että maalla asuvat linnut, kuten petolinnut ja kolopesijät, lentävät muuton aikana yleensä mieluummin maan yli ja seuraavat siksi rannikkoa mahdollisimman pitkälle. Lisäksi monet merilinnut valitsevat myös rannikkoreitin. Muuttoa tekevien maalintujen määrä vähenee siis etäisyyden kasvaessa rannikosta, ja koska Polargrund sijaitsee vähintään 35 kilometrin päässä lähimmästä mantereesta, muuttolintujen määrä alueella on luonnollisesti vähäinen eikä siellä ole selviä keskittymiä. Sen vuoksi Polargrundin arvioidaan aiheuttavan varpuslinnuille ja aktiivisesti lentäville petolinnuille vähäisen riskin vaikutuksista ja merkityksettömät vaikutukset populaatiotasolla.

Polargrundin tuulivoimapuiston ei katsota aiheuttavan merkittäviä vaikutuksia liiteleviin petolintuihin, kuten piekanoihin ja hiirihaukkoihin, sillä nousevia petolintuja ei ole havaittu, vaikka keväällä 2022 ja 2023 tehtiin yhteensä 16 päivän ajan selvityksiä veneistä ja Malörenista käsin ja syksyllä 2022 ja 2023 yhteensä 30 päivän ajan seuranta veneistä ja Malörenista käsin. Koska liitelevät linnut valitsevat reitin, joka edustaa lyhintä kulkua meren yli, on epätodennäköistä, että ne muuttaisivat Polargrundin hankealueen yli suuressa määrin. Malörenista ja veneestä käsin tehdyissä selvityksissä tutkimusalueella ei havaittu lainkaan tällaisia muuttavia liiteleviä petolintuja. Tehdyt tutkimukset osoittavat siis, että törmäysriski liiteleville petolinnuille on Polargrundissa hyvin pieni.

Pelagisemmat lajit, jotka eivät vaellustensa aikana välttele avomerta, voivat altistua vaikutuksille. Näihin lajeihin kuuluvat esimerkiksi kuikka, ruokki ja riskilä sekä eräät sukeltajasorsalajit, kuten pilkkasiipi, mustalintu ja alli, ja eräät lokilajit, kuten lokki, harmaalokki ja selkälokki. Näiden lajien muutto voi kulkea Polargrund -alueen kautta. Yleisesti ottaen näiden lajien määrät ovat kuitenkin olleet niin vähäisiä tehtyjen muuttokartoitusten aikana, että Polargrundin vaikutuksia pidetään populaatiotasolla vähäisinä. Tätä arviota tukee myös se, että jotkin lajit, kuten kaakkurit, välttelevät selvästi tuulipuistoja.

Kaiken kaikkiaan on arvioitu, että Polargrundin alueella ei esiinny merkittäviä määriä muuttolintuja sen enempää kevät- kuin syysmuutonkaan aikana. Luoteis-Ruotsin alueille ja alueilta muuttavien lintujen arvioidaan muuttavan pääasiassa Ruotsin mantereen rannikkoa pitkin, kun taas Suomessa tai Venäjän taigalla tai tundralla sijaitseville alueille ja alueilta muuttavat linnut muuttavat pääasiassa Suomen mantereen rannikkoa pitkin. Näin ollen Polargrundin sijainnin ei katsota olevan keväällä eikä syksyllä Pohjanlahden kautta kulkevien päämuuttoreittien varrella. Esimerkki tätä tukevasta havainnosta on, että ehdoton enemmistö

veneestä syksyllä 2022 havaituista kuikista lensi Polargrundin kaakkoispuolella eli lähempänä Suomen rannikkoa. Näiden lintujen olisi pitänyt tulla Venäjän tundralta etelä- tai lounaissuuntaisella lentosuunnalla.

Joissakin tapauksissa linnut kuitenkin lentävät edelleen laajemman merialueen yli. Tämä tapahtuu joko lentomatkan lyhentämiseksi tai silloin, kun meriosuudet ovat välttämättömiä muuttomatkan jatkamiseksi. Kumpikaan näistä skenaarioista ei ole relevantti Polargrundin alueella, koska alue ei sijaitse minkään muuttoreitin varrella, mikä johtuu lyhyestä lentomatkastasta meren yli tai topografiasta, joka ohjaa linnut Pohjanlahden keskustaa kohti. Lintujen ei siis ole syytä valita riskipitoisempaa reittiä avomeren yli, sillä ne voivat sen sijaan seurata rannikkoa sekä etelään syksyllä että pohjoiseen keväällä.

Koska Polargrund sijaitsee kaukana merellä, sillä arvioidaan olevan pieni ympäristövaikutus muuttolintuihin.

### *Ruokailulinnut*

#### Kuikat

Merituulipuistot voivat aiheuttaa riskin lintujen siirtymisestä ja siten elinympäristön häviämisestä, jos linnut välttelevät tuulipuistoa tai sen lähiympäristöä. Erityisesti kaakkuri on todettu lintulajiksi, joka on herkin merituulipuistojen perustamiselle, ja sen on todettu välttelevän niitä pitkällä aikavälillä yli kymmenen kilometrin etäisyydellä merituulipuistoista. (Petersen, 2014; Fox & Petersen, 2019; Mendel, 2019; Heinänen S. Ž., 2020). Näin ollen on todennäköistä, että alueella kesäisin esiintyvät kaakkurit katoavat muille alueille, jos tuulipuisto rakennetaan, millä on sitten syrjäyttämisaikutus siellä esiintyviin kuikkiin. Lintujen kokonaismäärät ovat kuitenkin yleisesti ottaen vähäisiä. Kesäinventoinnissa heinäkuussa 2022 havaittiin ensimmäisenä päivänä yhteensä 23 kuikkalintua, toisena päivänä 11 kuikkalintua ja kolmantena päivänä 17 kuikkalintua. Valtaosa lajinmäärityksessä havaituista kuikkalajeista oli kaakkureita, ja suurin osa näistä oli täysikasvuisia. Vuonna 2022 havaittiin vain yksi tietty kuikkalaji. Vuoden 2023 seurantatutkimuksessa ei kesäkuun käyntikerralla havaittu lainkaan kuikkia, mutta toisaalta 6. heinäkuuta havaittiin 12 kaakkuria.

Kaiken kaikkiaan Polargrundilla arvioidaan olevan vähäisiä vaikutuksia kuikkalintuihin, mutta alueella ruokaileviin lintuihin saattaa kohdistua vähäisiä siirtymiä. Tutkimusalueella kesällä havaitut kuikat katsotaan pesimättömiksi linnuiksi. Hankealueen sijainnin kaukana merellä katsotaan merkitsevän sitä, että pesiviin kuikkuihin ei kohdistu lainkaan vaikutuksia, koska alue sijaitsee liian kaukana sopivista pesimäpaikoista, jotta se voisi muodostaa pesivien lintujen ruokailualueen.

#### Lokit

Kalatiirat ja lapintiirat kuuluvat lintulajeihin, jotka on luokiteltu lintulajeiksi, joihin "merituulivoima ei vaikuta juuri lainkaan tai joiden välttämistä ja houkuttelemista osoittavien tutkimusten määrä on suunnilleen sama". (Dierschke, 2016). Jonkinlaista vetovoimaa merituulipuistoja kohtaan on havaittu useimpien lokki- ja lokkilintujen kohdalla, jolloin vetovoima voi johtua siitä, että voimaloiden perustukset tarjoavat linnuille istumapaikkoja.

Lokit ja tiirat voivat altistua vaikutuksille, jos tuulipuiston perustaminen muuttaa kalakannan käyttäytymistä. Lisäksi tuulipuiston alueella oleskeleviin lintuihin kohdistuu jonkin verran törmäysvaikutuksia. Kaiken kaikkiaan tuulivoimapuiston perustamisen arvioidaan aiheuttavan vähäisiä ympäristövaikutuksia lokkeihin.

#### Ruokkilinnut

Merituulipuistoissa ruokit lajiryhmänä saa usein paljon huomiota ainakin maan eteläosissa, mutta pohjoisempana Pohjanlahdella ruokkilintujen esiintyminen on vähäistä. Näillä pohjoisilla vesialueilla esiintyy vain ruokki ja riskilä, ja nekin suhteellisen pieninä määrinä, todennäköisesti näin pohjoisessa ei koskaan esiinny suurempia kolminumeroisia ruokkilintujen keskittymiä. Tutkimusten aikana havaittiin vain muutama

ruokkilintu, mikä on erittäin vähän verrattuna muihin etelämpänä suoritettuihin meritutkimuksiin. Havaintoja ruokkilintujen esiintymisestä on jonkin verran hankealueen pohjoispuolella, vaikka havaintoja on tehty myös etelässä.

Törmäysriskiä pidetään vähäisenä, koska ruokkilinnut lentävät usein lähellä vedenpintaa ja siten turbiinien roottorin lapojen alla. Toisaalta jonkin verran siirtymistä voi tapahtua, mutta ruokkilintujen osalta ei ole tutkimuksia, jotka osoittaisivat yksiselitteisiä tuloksia. Välttelyä on havaittu vaihtelevassa määrin, mutta sitä ei ole havaittu johdonmukaisesti eikä kokonaan. (Rydell J., 2017). Eri tutkimusten suuntaukset ruokkilintujen (etelänruokki ja ruokki) osalta osoittavat, että molemmat lajit syrjäytyvät ja niiden määrä vähenee tilalla ensimmäisinä vuosina sijoittautumisen jälkeen, mutta syrjäytymisvaikutus ei ole johdonmukainen ja vaihtelee suuresti eri alueiden välillä. Joillakin tuulipuistoilla ei ole havaittu muutoksia lukumäärissä, ja joissakin muissa tapauksissa ruokkilintujen lukumäärät ovat sen sijaan kasvaneet tuulipuiston perustamisen jälkeen. Kaiken kaikkiaan Polargrundilla katsotaan olevan vähäinen vaikutus ruokkilintuihin, koska törmäysriski on pieni ja lintujen määrä alueella vähäinen. Ruokkilintujen siirtymistä saattaa esiintyä jonkin verran, mutta alueella on havaittu ruokailevien ruokkilintujen vähäisiä määriä. Vuonna 2022 tehtyjen kolmen kesäkartoituksen aikana ensimmäisessä kartoituksessa havaittiin 5 ruokkia ja 1 riskilä, toisessa kartoituksessa 6 ruokkia ja 2 riskilää ja kolmannessa kartoituksessa 7 ruokkia ja 2 riskilää. Vuoden 2023 tutkimuksissa havaittiin kesäkuun aikana vain 1 ruokki ja heinäkuussa 4 ruokkia, eikä yhtään riskilää havaittu.

Energian kannalta estevaikutuksella voi olla todellista merkitystä linnuille vain päivittäisessä liikkumisessa pesimäpaikkojen ja ruokailualueiden välillä, jolloin pidempi lentomatka mahdollisesti vaikuttaa pesimämenestykseen. Tällaista ongelmaa ei ole Polargrundissa, koska tutkimusalueella ei ole havaittu pesivien lintujen tärkeitä ruokailualueita.

*Yhteenveto arvio ympäristövaikutuksista ja lintujen ympäristöarvosta toiminnan aikana.*

Lintuihin kohdistuvat ympäristövaikutukset ovat suurimmat toimintavaiheessa, jolloin tuulipuisto voi aiheuttaa törmäys- ja siirtymisriskin sekä vähäisemmässä määrin estevaikutuksen. Tuulipuisto sijaitsee laajalla merialueella, ja erityisesti tiettyihin muuttolintuihin kohdistuvat vaikutukset voivat olla kohtalaisista suuriin. Siirtymä- ja estevaikutukset ovat lajikohtaisia, ja vaikutukset riippuvat myös siitä, onko muita sopivia elinympäristöjä, joihin muuttaa. Estevaikutukset arvioidaan Polargrundissa yleisesti ottaen vähäisiksi, koska muuttolintujen lentomatkan ja siihen liittyvän energianhäviön arvioidaan olevan vähäisiä verrattuna niiden pitkiin muuttomatkoihin. Kaiken kaikkiaan tuulipuiston vaikutukset lintuihin arvioidaan kohtalaisiksi.

Tehtyjen inventointien mukaan suunniteltua tuulivoima-aluetta käytetään vain vähäisessä määrin lintujen ruokailualueena. Tuulivoima-alueella ruokailevien lintujen ympäristöarvoa pidetään näin ollen vähäisenä.

Alueen kautta muuton aikana kulkevien lintujen määrä on vähäinen, mikä tarkoittaa, että vain harvojen muuttavien lintujen odotetaan törmäävän tuulivoimaloihin, vain harvat linnut ruokailevat alueella ja vain harvat linnut kärsivät estevaikutuksista. Koska tuulivoimapuiston kautta muuttavien lintujen määrä on pieni, kokonaisympäristöarvo arvioidaan pieneksi.

Suunnitellun tuulivoimapuiston seuraukset lintuihin arvioidaan toimintavaiheessa pieneksi, koska sen ympäristövaikutukset ovat kohtalaiset ja ympäristöarvo on pieni.

#### 9.4.3.2 Kokonaisvaikutusten arviointi

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri osa-alueilla. Taulukko 9-10 esitetään yhteenveto lintuja koskevista vaikutusarvioinneista.



Taulukko 9-10 Lintuihin kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi.

Vaikuttava tekijä		Ympäristövaikutuksen suuruusluokka		Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseuraus
<b>Rakennusvaihe</b>					
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Vähäinen		Vähäinen	Vähäinen
<b>Toimintavaihe</b>					
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Kohtalainen		Pieni	Pieni
<b>Käytöstäpoistovaihe</b>					
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Vähäinen		Vähäinen	Vähäinen

## 9.5 Lepakot

Tässä jaksossa kuvataan lepakoiden mahdollista esiintymistä suunnitellulla hankealueella ja sen läheisyydessä, tuulipuistojen vaikutuksia lepakoihin sekä vaikutuksia, joita Polargrundin tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen odotetaan aiheuttavan. Seuraavissa jaksoissa esitetyt kuvaukset perustuvat WSP:n asiakirjoihin (liite D21). Liitteessä mainitaan myös, mihin viitteisiin ja viiteaineistoon kuvaukset perustuvat.

### 9.5.1 Nykytilanteen kuvaus

Lepakoiden esiintymistä on tehty toteutettavuustutkimus, jonka tarkoituksena on kartoittaa aiemmin tunnetut lepakoiden esiintymät alueella ja mahdolliset muuttoreitit, ks. liite D21.

Polargrundin tuulivoimapuiston odotetaan vaikuttavan lepakoihin lähinnä silloin, kun alueen kautta muuttavat lajit muuttavat. Ruotsissa esiintyvistä lepakkolajeista neljä lajia luokitellaan kaukomuuttajiksi, jotka voivat muuttaa vähintään 1 500 kilometrin matkan Euroopan sisällä. (Batlife Sweden, 2023). Näitä lajeja ovat isolepakko, metsälepakko, pikkulepakko ja kimolepakko. On epätodennäköistä, että mikään näistä lajeista kulkee muuttoreittiä hankealueen kautta.

Kaukomuuttavia lajeja esiintyy lähinnä etelämpänä Ruotsissa, ja ne lentävät harvoin Pohjanlahdelle asti. Kaukomuuttavien lajien on kuitenkin havaittu lentävän pohjoiseen rannikoita pitkin muuton aikana, joten ei voida täysin sulkea pois mahdollisuutta, että jonkin verran muuttoa tapahtuu.

Lajiportaalissa ja Suomen lajitietokeskuksessa on vain muutamia raportteja kaukomuuttavista lajeista rannikolla kohti Pohjanlahtea. Merellä ei ole raportoitu yhtään lajia. Kaukana pohjoisessa esiintyviä lajeja ovat pohjanlepakko ja mahdollisesti vesisiippa. Molemmat lajit ovat suhteellisen paikallaan pysyviä, mutta joskus alueellisesti muuttavia.

Malörenissa on tehty inventointi autoboxilla kahteen otteeseen: toukokuussa 2023 ja syys-lokakuussa 2023 Liite D21. Näillä kerroilla lepakoita ei havaittu.

Kaiken kaikkiaan tehdyt tutkimukset ja selvitykset osoittavat, että muuttavien ja ruokailevien lepakoiden esiintyminen hankealueella ja sen läheisyydessä on erittäin vähäistä.

## 9.5.2 Vaikutukset lepakoihin

Suunnitelluista toimista aiheutuva vaikutustekijä, joka voi aiheuttaa vaikutuksia lepakoihin, on merenpinnan yläpuoliset fyysiset vaikutukset. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa jaksoissa ja Taulukko 9-11 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-11 Mahdollinen vaikutus lepakoihin.

Mahdollinen vaikutus	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		x	

### 9.5.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Ympäristövaikutukset toimintavaiheessa

Toiminnan aikana lepakoihin voi kohdistua vaikutuksia törmäämällä roottorin lapoihin tai joutumalla tuulivirran mukana roottorin lapojen taakse, jolloin painehäviö muuttuu, mikä voi aiheuttaa lepakoiden sisäistä verenvuotoa. (Rydell J., 2017). Kuolemanriski vaihtelee lepakkolajien välillä. Suuren riskin lajeihin kuuluvat ne, jotka saalistavat hyönteisiä korkealla tai liikkuvat muuten ulkoilmassa.

Lepakot voivat olla kiinnostuneita offshore-rakenteista ruokailun vuoksi tai ne voivat tulla tuulivoimaloiden lähelle muuttoaikana. Erityisen haavoittuvia lajeja ovat ne, jotka etsivät hyönteisiä avomaalla. Tällaisia lajeja ovat isolepakko, pohjanlepakko, kimolepakko, kääpiölepakko, vaivaislepakko, pikkulepakko ja harvinaiset metsälepakko ja etelänlepakko. Näistä vain pohjanlepakko esiintyy Pohjois-Ruotsissa.

## 9.5.3 Seurausten arviointi

### 9.5.3.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

Hankealue on suhteellisen suuri, ja jos alueella on lepakoita, on olemassa riski, että ne kuolevat törmäyksissä tai sisäistä verenvuotoa aiheuttavissa paineenvaihteluissa. Hankealue on kaukana mantereesta. Etäisyys lähimpään saareen on myös suuri, 10 km. Tuulivoimapuisto voisi kuitenkin houkuttaa lepakoita tällä etäisyydellä lähimmästä saaresta. Ympäristövaikutukset arvioidaan näin ollen kokonaisuudessaan kohtalaisiksi.

Lepakot esiintyvät alueella erittäin harvakseltaan pohjoisen sijainnin vuoksi, ja alueella esiintyy todennäköisesti vain pohjanlepakko. Suoritetut asiakirjatutkimukset ja maastotutkimukset, ks. liite D21, osoittavat, että hankealueella ei esiinny ruokailevia lepakoita. Myös lepakoiden esiintyminen lähialueella on todennäköisesti erittäin vähäistä. Etäisyys paikoista, joissa lepakoita voisi esiintyä, on suuri, joten tuulipuisto ei todennäköisesti houkuttele siellä ruokailevia lepakoita. Hankealueen läpi tai sen läheisyydessä ei myöskään ole tutkimuksia tai viitteitä merkittävistä muuttoreiteistä. Kaukomuuttavia lajeja ei todennäköisesti esiinny Polargrundin pohjoispuolella. Kaiken kaikkiaan alueella ei katsota olevan merkitystä lepakoiden kannalta, ja sen ympäristöarvoa pidetään siksi vähäisenä.

### 9.5.3.2 Kokonaisvaikutusten arviointi

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuras on sama eri osa-alueilla. Taulukko 9-12 esitetään yhteenveto lepakoita koskevista vaikutusarvioinneista.

Taulukko 9-12 Lepakoihin kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi.

Vaikuttava tekijä		Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseuraus
<b>Toimintavaihe</b>				
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen

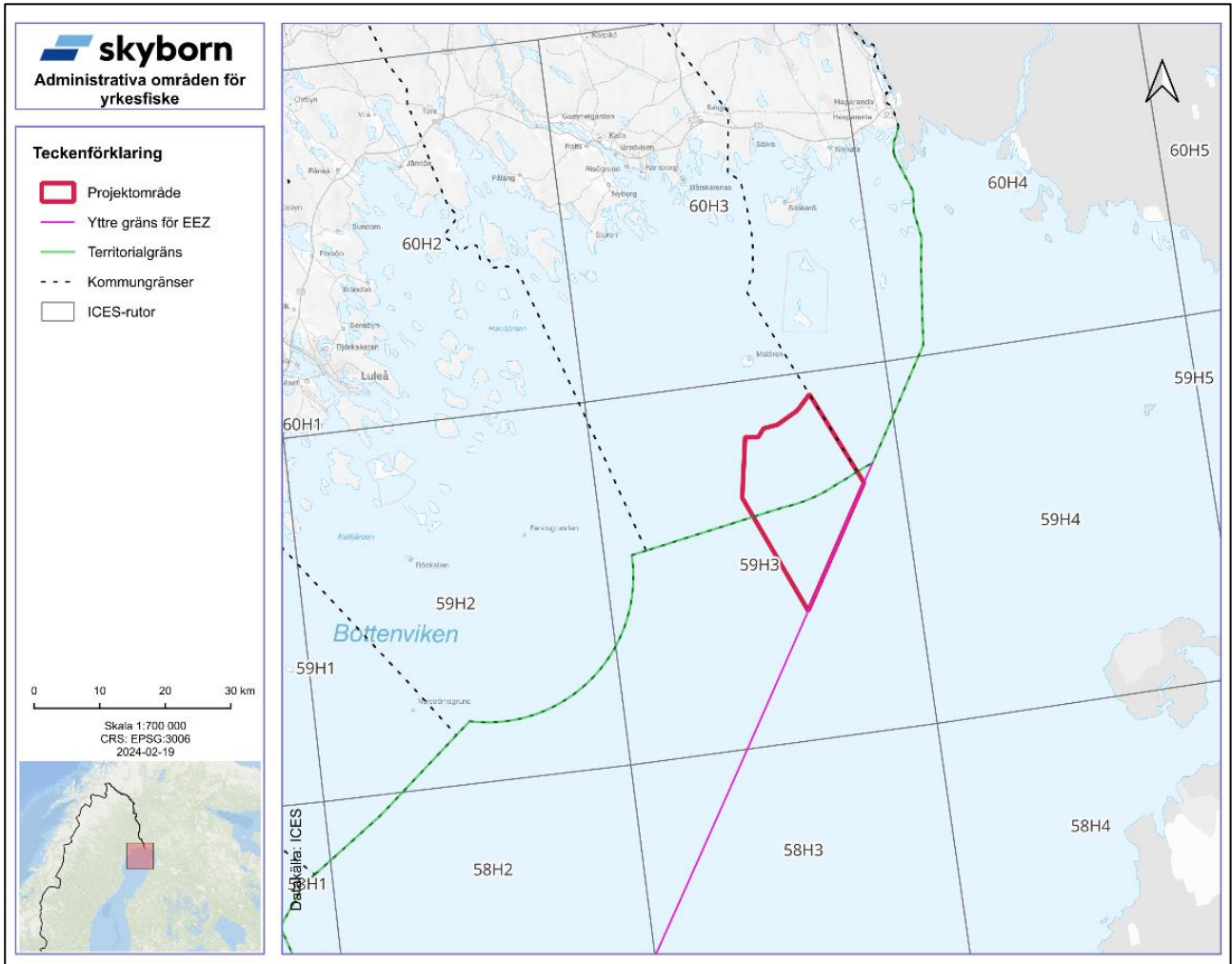
## 9.6 Kaupallinen kalastus

Tässä jaksossa kuvataan suunnitellun tuulivoima-alueen läheisyydessä harjoitettavaa kaupallista kalastusta, tuulipuiston vaikutuksia ja vaikutuksia kalastukseen sekä seurauksia, joita voi aiheutua rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta. Seuraavassa jaksossa esitetyt kaupallisen kalastuksen arvioinnit ja kuvaukset perustuvat Nirasilta saatuihin asiakirjoihin, jotka on esitetty liitteessä D15. Liitteessä mainitaan myös, mitä viitteitä ja viitemateriaalia nykytilan kuvauksissa on käytetty.

### 9.6.1 Nykytilanteen kuvaus

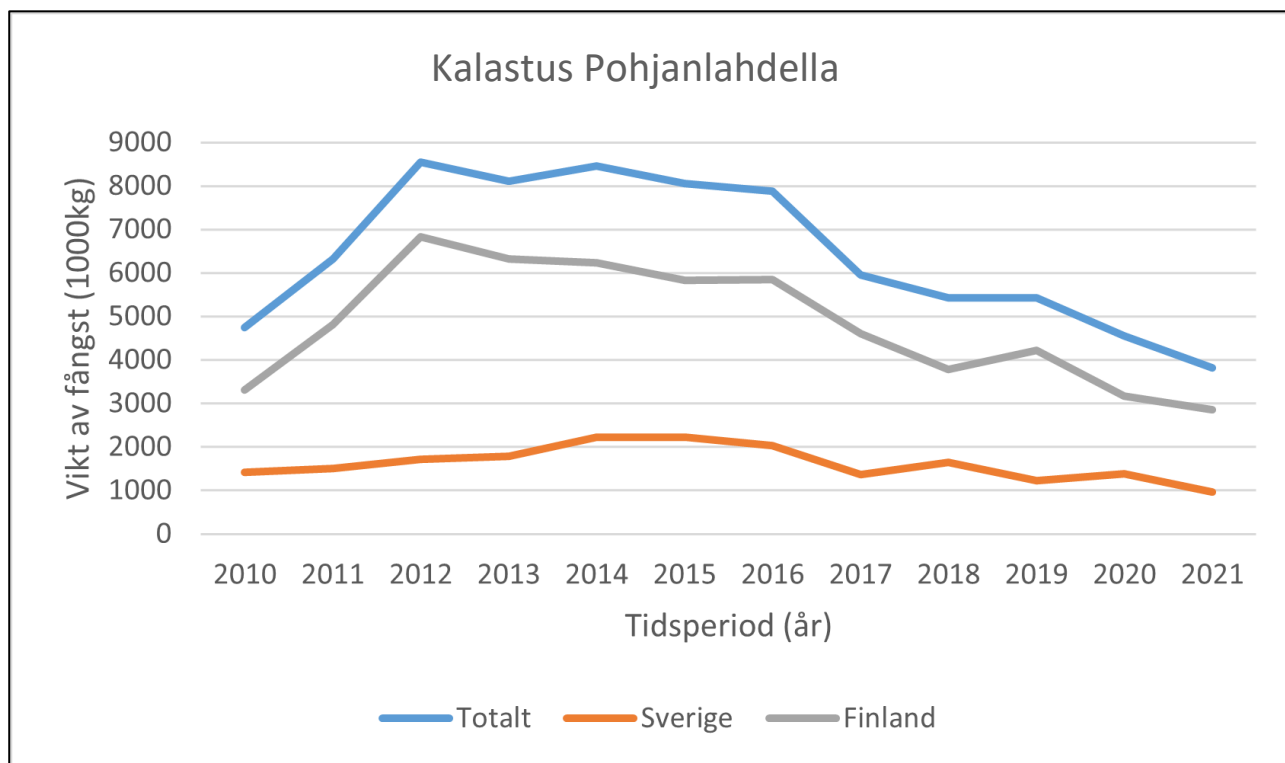
Euroopan komissio sääntelee kaupallista kalastusta Euroopan unionissa (EU) vahvistettujen vuosittaisten kalastuskiintiöiden avulla, jotka jaetaan jäsenvaltioiden kesken. EU:n yhteisten asetusten lisäksi kaupallista kalastusta säännellään myös kansallisesti kalastuskieltokausia, kalastuskieltoalueita ja pyydysrajoituksia koskevilla säännöksillä. Pohjanlahdella Ruotsilla ja Suomella on kalastuskiintiöt. Yhtiö on kuullut asianomaisia kalastusjärjestöjä, ja saatuja tietoja on käytetty YVA:n valmistelussa.

Kansainvälinen merentutkimusneuvosto (ICES) jakaa merialueet erilaisiin hallinnollisiin osa-alueisiin, jotka muodostavat kalastuksen hoidon perustan. Itämeren saalistiedot on ilmoitettu ICESin osa-alueina, jotka ovat kooltaan noin 30 x 30 meripeninkulmaa. Koko Pohjanlahti kuuluu ICES-osa-alueeseen 27.3.d.31. Suunniteltu tuulipuisto sijaitsee ICES-tilastoruutuun 59H3, ks. kohta. Kuva 9-12.



Kuva 9-12 Pohjanlahden pohjoisosassa sijaitsevat ICES-aluekisterit suhteessa suunniteltuun tuulipuistoon.

Suomen osuus Pohjanlahden kalastuksesta on historiallisesti ollut suurin (ks. Kuva 9-13). Vuonna 2022 Suomen saaliiden osuus oli 66 prosenttia kaikista puretuista saaliista. Suomen saaliit kasvoivat vuodesta 2010 vuoteen 2012, mutta ovat sen jälkeen laskeneet vuoteen 2021 asti. Ruotsin kaupallisen kalastuksen saaliit noudattavat pitkälti samaa suuntausta: ne kasvoivat vuodesta 2010 vuoteen 2015 ja laskivat sitten.



Kuva 9-13 Puretut saaliit Perämerenlahdella vuosina 2010-2022.

Vuodesta 2010 lähtien saaliita ovat hallinneet silakka ja muikku, joiden yhteenlaskettu osuus saaliista on ollut noin 75 prosenttia. Muita kaupallisesti tärkeitä lajeja, joita kalastetaan säännöllisesti Perämerellä, ovat muu siika, lohi, ahven, hauki ja meritaimen.

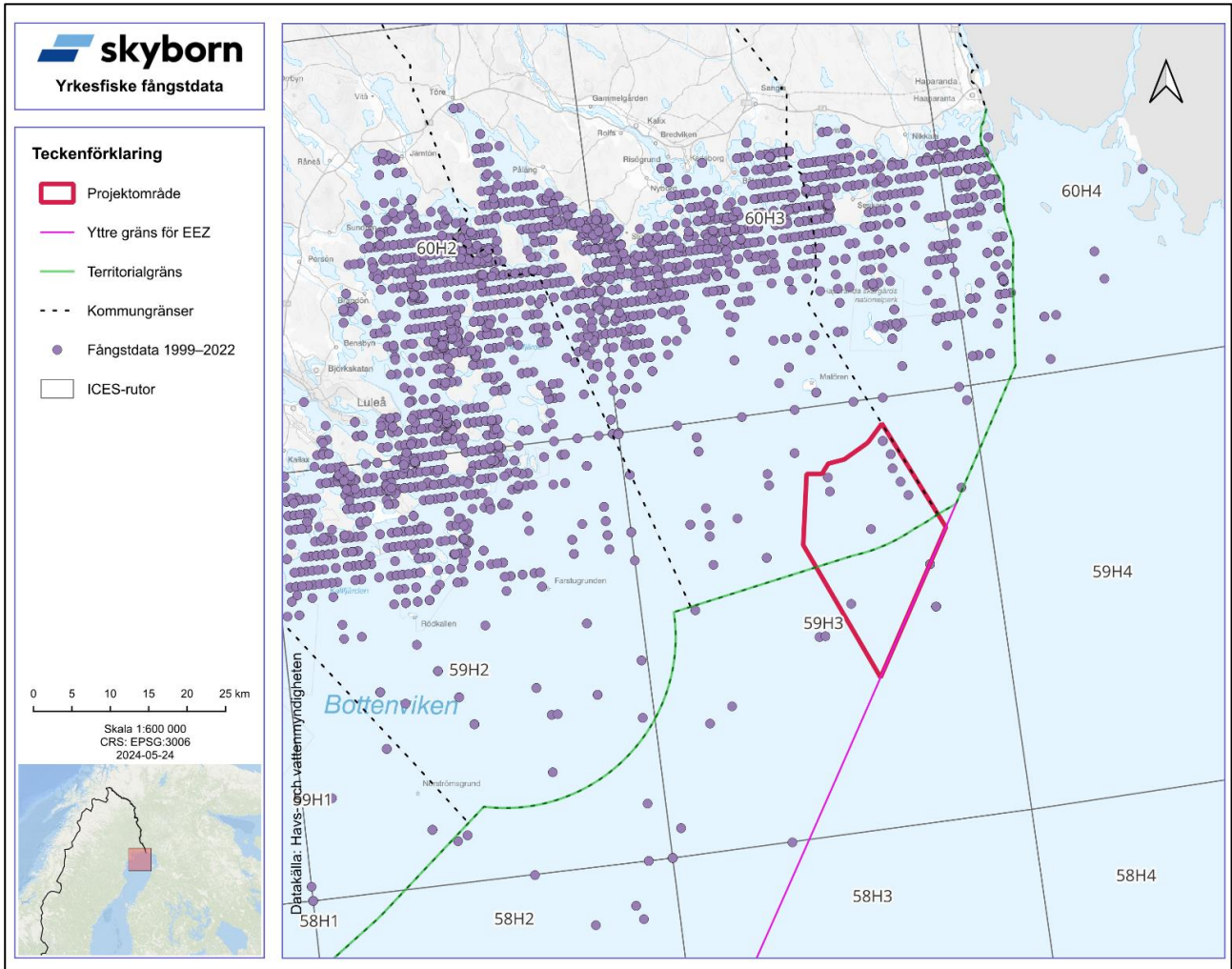
Vuosina 2010-2022 Pohjanlahden kaupallinen kalastuslaivasto on koostunut keskimäärin 1063 aluksesta, joista noin 88,5 prosenttia on ollut Suomen laivastoa. Sekä Ruotsin että Suomen kaupallinen kalastuslaivasto koostuu pääasiassa pienemmistä, alle 12-metrisistä aluksista.

#### 9.6.1.1 Saaliit ICES tilastollisessa suorakulmiossa 59H3

ICESin tilastollisessa suorakulmiossa 59H3, joka kattaa hankealueen, Ruotsin saaliit ovat olleet keskimäärin noin 1,1 tonnia kalaa vuodessa vuodesta 1999 lähtien.

Hankealueen rajojen sisäpuolella ruotsalaiset alukset ovat saaneet kalaa yhdeksän kertaa vuosina 2010-2022, ks. Kuva 9-14. Samoien vuosien aikana suorakulmion 59H3 alueelta purettiin yhteensä noin 8,5 tonnia kalaa, keskimäärin 0,65 tonnia vuodessa.

Vuosina 1980-2022 Suomen kaupallinen kalastus tilastollisen suorakulmion 59H3 alueella koostui yksinomaan silakasta. Vuodesta 2000 lähtien Suomi on purkanut kalaa kyseisestä tilastolohkosta vain kahtena vuonna, vuosina 2009 ja 2022. Vuoden 2022 saalis oli 37 tonnia silakkaa, mikä vastaa noin 1 % Suomen kalastuksesta Pohjanlahdella ja 8 % Suomen kalastuksesta viereisillä ICES-tilastolohkoilla. Kaiken kaikkiaan hankealueella nykyisin harjoitettavaa troolikalastusta pidetään erittäin vähäisenä.



Kuva 9-14 Ruotsin kalastuksen saalispaikat ICES-alaruutujen sisällä.

## 9.6.2 Vaikutukset kaupalliseen kalastukseen

Suunnitelluista toimista aiheutuvat vaikutustekijät, jotka voivat aiheuttaa vaikutuksia kaupalliseen kalastukseen, ovat merenpinnan yläpuoliset fyysiset vaikutukset ja vedenalainen melu. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa jaksoissa ja Taulukko 9-13 esitetään yleiskatsaus hankkeen eri vaiheissa havaituista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-13 Mahdollinen vaikutus kaupalliseen kalastukseen.

Mahdollinen vaikutus	Kasvi	Drift	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	x	x	x
Vedenalainen melu	x	x	x

### 9.6.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihe

Tuulipuisto aiheuttaa kaikissa toimintavaiheissa hankealueella fyysisiä esteitä, jotka vaikuttavat kaupallisen kalastuksen harjoittamiseen. Vaikutukset kaupalliseen kalastukseen vaihtelevat rakennusvaiheen aikana

suoritettavien töiden ja toimintavaiheessa pystytettävien kiinteiden tuulivoimaloiden ja alustojen tai muiden rakennelmien sijainnin mukaan.

Ympäristövaikutusten suuruus on arvioitu *pahimman mahdollisen* skenaarion perusteella, mikä tarkoittaa, että alueella nykyisin harjoitettavaa kaupallista kalastusta (eli troolikalastusta) ei oleteta voitavan harjoittaa hankealueella missään kolmen vaiheen takia vakiintuneista turvaetäisyyksistä työaluksiin, rakennus- ja kunnossapitotöihin, perustuksiin jne. nähden.

Kalastus tietyntyyppisillä passiivisilla pyydyksillä kuitenkin todennäköisesti jatkuisi toimintavaiheen aikana. Erityisesti troolikalastuksen, sekä pohjatroolikalastuksen että pelagisen troolikalastuksen, odotetaan olevan hankalaa hankealueella kalustoon liittyvien riskien ja kalastusalusten rajoitetun ohjattavuuden vuoksi tällaisessa kalastuksessa.

Koska kaupallisen kalastuksen rajoituksen odotetaan jatkuvan koko tuulipuiston elinkaaren ajan, sen kesto arvioidaan pysyväksi ja maantieteellinen levinneisyys hankealueen sisäiseksi. Nämä tekijät, kesto ja maantieteellinen jakautuminen, merkitsevät sitä, että kokonaisympäristövaikutuksen arvioidaan olevan kohtalainen.

#### 9.6.2.2 Vedenalainen melu

##### **Rakennusvaihe**

Rakennusvaiheen aikana aiheutuu vedenalaista melua, joka voi vaikuttaa alueen kalakantaan. Suojatoimenpiteiden avulla vältetään kalakuolemia, mutta silakan TTS-tapauksia voi esiintyä sekä hankealueella että sen ulkopuolella, ks. jakso. 9.2.2.1. Kaloja voidaan myös pelotella pois hankealueelta ja hankealueen lähialueilta, mikä johtaa kalojen oleskelualueiden uudelleenjakautumiseen.

Kalojen uudelleenjakautuminen tarkoittaa, että kaupallinen kalastus ei voi väliaikaisesti toimia samalla tavalla kuin aiemmin vedenalaisen melun vaikutusalueella. Kaupallisen kalastuksen on ehkä muutettava kalastustapojaan rakennusvaiheen rajoitetun ajan, jotta se voi jatkaa saman kalamäärän purkamista kuin ennenkin. Kaupallinen kalastus vaikutusalueella, joka vastaa *pahinta* rakennusvaiheen aikaista vedenalaisen melun leviämistä, on ollut vähäistä viimeisten 20 vuoden aikana, joten vaikutuksen katsotaan olevan vähäinen.

Samaan aikaan kalojen määrä vaihtelee luonnostaan vuosien ja alueiden välillä, sillä silakka vaeltaa laajoilla alueilla etsiessään ravintoa (planktonia ja toukkia) tai suuntautuessaan rannikon kutualueille. Kaupallinen kalastus on sen vuoksi joustavaa ja seuraa äänien vaelluksia. Kaupallisen kalastuksen odotetaan siksi pystyvän suunnittelemaan ja mukauttamaan toimintaansa rakennusvaiheen ja siihen liittyvien meluvaikutusten aikana. Rakennusvaiheen ympäristövaikutusten odotetaan olevan vähäisiä.

##### **Toimintavaihe**

Toimintavaiheessa melua syntyy vaihtelevassa määrin. Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun voimakkuus vaihtelee tuulenopeuden, voimaloiden tehon ja tuulivoimaloiden lukumäärän mukaan. Lisäksi huolto- ja korjaustyöt sekä niistä aiheutuva alusten melu voivat aiheuttaa vaihtelevasti vedenalaista melua.

Itämeren silakka on yksi Perämerenlahden kaupallisen kalastuksen kannalta tärkeistä lajeista, ja sen kuuloalueet ovat päällekkäisiä tuulivoimaloiden toiminnan aikana tuottamien taajuuksien kanssa. Äänimallinnus osoittaa kuitenkin, että on epätodennäköistä, että tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvat äänitasot aiheuttaisivat TTS:ää kaloissa, ja että äänen leviäminen on hyvin paikallista perustusten ympärillä. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että kalat pysyttelevät tuulipuistoissa toiminnan aiheuttamasta melusta huolimatta, ja useat tutkimukset osoittavat jopa, että tuulipuistoalueella on riuttaefektin vuoksi suurempi kalatiheys kuin sen ulkopuolella. Toimintavaiheen aikaisia ympäristövaikutuksia pidetään vähäisinä.

### **Käytöstäpoistovaihe**

Koska käytöstäpoistovaihe on kaukana tulevaisuudessa ja tekniikan kehitys on nopeaa, on vaikea määrittellä, mitä käytöstäpoistomenetelmiä käytetään käytöstäpoistohetkellä. Vedenalainen melu on kuitenkin vähäisempää kuin rakennusvaiheessa, koska käytöstäpoiston aikana ei paaluteta. Käytöstäpoistomenetelmiin liittyvien epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi ympäristövaikutukset luokitellaan edelleen samoiksi kuin rakennusvaiheessa eli vähäisiksi.

## **9.6.3 Seurausten arviointi**

### **9.6.3.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella**

#### **Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihe**

Kaiken kaikkiaan sekä kalastus että kaupallisen kalastuksen saaliit ovat olleet hankealueella hyvin vähäisiä viimeisten 25 vuoden aikana. Vuosina 1990-2022 Perämerenlahdella pyydetyt lajit ovat olleet muikku, siika, silakka, lohi, ahven, hauki ja meritaimen. Vuodesta 2010 lähtien Ruotsin saalis on koostunut pääasiassa muikusta, jonka kohdennettu kalastus tapahtuu pääasiassa rannikon kutualueilla. Verrattaessa hankealueen naapurina oleviin ICES-alueisiin Ruotsin kaupallisen kalastuksen osuus hankealueen vuotuisista saaliista on alle yksi prosentti samana ajanjaksona. Ahvenen ja hauen kohdennettua kalastusta harjoitetaan rannikkoalueilla, ja silakan, lohien ja siian saaliit ovat olleet hankealueella hyvin vähäisiä tai olemattomia, ja useiden vuosien ajan niitä ei ole ollut lainkaan. Näin ollen hankealuetta ei pidetä kaupallisen kalastuksen kannalta merkittävänä kalastusalueena, ja siksi sen arvoa pidetään vähäisenä.

*Pahimman skenaarion* perusteella, jossa hankealueella ei voida harjoittaa kaupallista kalastusta, vaikutus arvioidaan kohtalaiseksi. Koska arvo on kuitenkin arvioitu vähäiseksi, kaupalliseen kalastukseen kohdistuva seuraus on vähäinen.

### **9.6.3.2 Vedenalainen melu**

#### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaihe**

Sekä ruotsalaisella että suomalaisella kaupallisella kalastuksella hankealueella ja myös vedenalaisen melun *pahimman mahdollisen* vaikutusalueen sisällä on, kuten aiemmin mainittiin, vain vähäinen merkitys Perämerenlahden kaupalliselle kalastukselle. Vedenalaisen melun osalta myös hankealueen ulkopuoliset alueet, joilla kaupallista kalastusta harjoitetaan hieman suuremmissa määrin, voivat mahdollisesti kärsiä kalojen oleskelupaikkojen muutoksesta. Tämä voisi mahdollisesti lisätä kuljetusmatkoja ja kustannuksia kaupalliselle kalastukselle, mutta sen ei arvioida vaikuttavan kaupallisen kalastuksen kykyyn täyttää kiintiönsä. Tämän vuoksi arvoa pidetään pienenä.

Pieni arvo ja vähäiseksi arvioitu ympäristövaikutus merkitsevät sitä, että seuraus on vähäinen.

#### **Toimintavaihe**

Hankealue ei ole tärkeä alue kaupalliselle kalastukselle tai kaupallisen kalastuksen kohdelajeille, joten sen arvoa pidetään vähäisenä.

Kaiken kaikkiaan vedenalaisen melun seuraus kaupalliseen kalastukseen toimintavaiheessa arvioidaan vähäiseksi, koska sekä arvo että ympäristövaikutukset arvioidaan vähäiseksi.

### **9.6.3.3 Kokonaisvaikutusten arviointi**

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri osa-alueilla. Taulukko 9-14 esitetään yhteenveto kaupallista kalastusta koskevista vaikutustenarvioinneista.



Taulukko 9-14 Yleisarvio kaupalliseen kalastukseen kohdistuvista vaikutuksista.

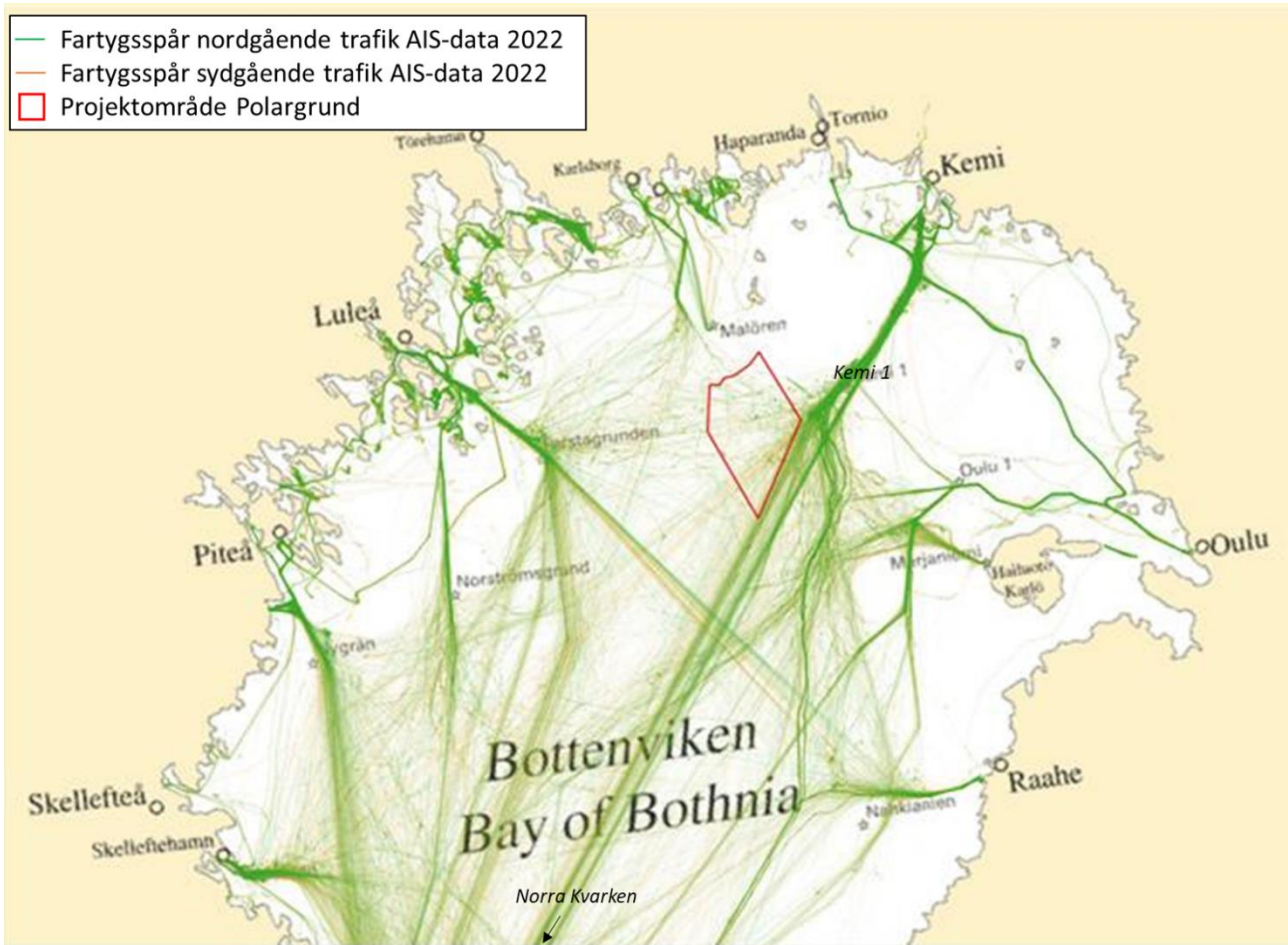
Vaikuttava tekijä	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöseuraus	
<b>Rakennusvaihe</b>				
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Vähäinen	Kohtalainen	Vähäinen
Vedenalainen melu		Pieni	Vähäinen	Vähäinen
<b>Toimintavaihe</b>				
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Vähäinen	Kohtalainen	Vähäinen
Vedenalainen melu		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Käytöstäpoistovaihe</b>				
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Vähäinen	Kohtalainen	Vähäinen
Vedenalainen melu		Pieni	Vähäinen	Vähäinen

## 9.7 Meriliikenne

Tässä osassa kuvataan merenkulkua suunnitellun tuulivoima-alueen läheisyydessä, tuulivoimapuistojen vaikutuksia ja vaikutuksia kiinnostaviin kohteisiin sekä seurauksia, joita voi aiheutua rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta. Seuraavassa jaksossa esitetyt arviot ja kuvaukset perustuvat liitteessä D18 esitettyyn RISE-merenkulun riskianalyysiin. Liitteessä ilmoitetaan myös, mitä viitteitä ja viitemateriaalia nykytilan kuvauksissa on käytetty.

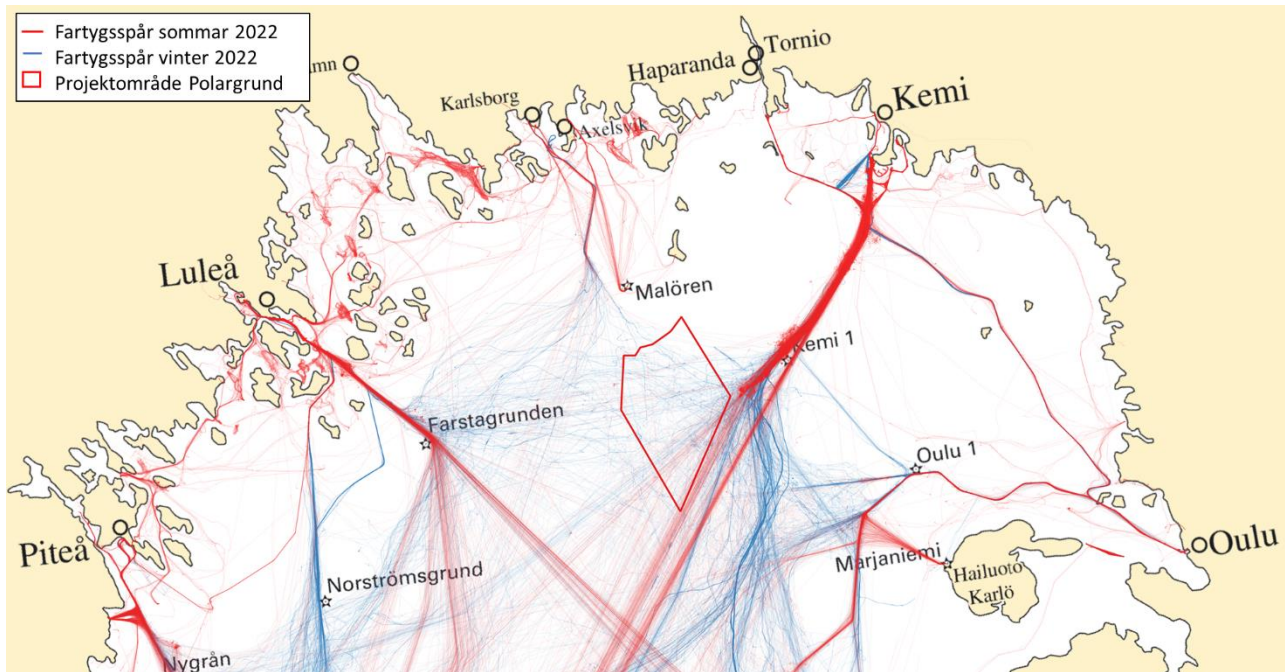
### 9.7.1 Nykytilanteen kuvaus

Hankealue sijaitsee Norra Merenkurkun ja Kemi 1:n majakan välisen laivaväylän varrella, jolla on laivaliikennettä Kemiin tai Tornioon (Nordvalenin ja Kemin väylä). Alueen eteläpuolella on Luulajan ja Raahen välinen laivaväylä. Kemin ja Luulajan välinen liikenne sekä Kemin ja Skellefteån ja Piteån välinen liikenne kulkee osittain hankealueen kautta. Alueen liikennesuunnitelmaa kuvaa Kuva 9-15 ja se perustuu AIS-tietoihin vuodelta 2022.



Kuva 9-15 AIS-tiedoista vuodelta 2022 saatuihin alusten jälkiin perustuvat liikennemallit.

Talvella, kun Pohjanlahden pohjoisosa tai osa siitä on jääpeitteinen, liikennemuodot muuttuvat, koska voi olla suotuisampaa valita muita reittejä kuin merkittyjä laivaväyliä. Liikennemalli talvella vaihtelee suuresti ja riippuu vallitsevasta jäätilanteesta, joka voi vaihdella sekä kunkin jääkauden sisällä että eri jääkausien välillä. Kuva 9-16 esitetään vuosien 2021 ja 2022 alusliikenne jaettuna talvi- ja kesäaikaan.



Kuva 9-16. Liikennemallit talvella (sininen) ja kesällä (punainen) vuosien 2021 ja 2022 AIS-tietojen perusteella.

Vuonna 2022 hankealueen kautta kulki yhteensä 517 alusta. Suuri osa alueen kautta kulkeneista aluksista oli yleislastialuksia, joiden koko oli 100-150 m. Näiden lisäksi havaittiin myös joitakin jäämurttajia, suurempia säiliöaluksia ja RoRo-aluksia. Useimmin ohikulkeva alus oli 164 metrin pituinen nesteytetyn maakaasun kuljetusalus Coral Energice, jonka ohituksia kirjattiin 38 kappaletta.

Hankealueen kaakkoispuolella sijaitsevan Kemi 1:n majakan ja Norra Kvarkenin välisellä laivaväylällä kulki vuonna 2022 yhteensä 900 alusta. Meriliikenne koostuu tältäkin osin suurelta osin alle 150 metrin pituisista kappaletavaralautoista. Kemiin saapumista varten on kaksi väylää, jotka kulkevat Kemi 1:n majakan länsi- ja itäpuolella. Majakan ohi kulkevien alusten analyysi osoittaa, että läntistä väylää käytetään useammin, mikä johtuu todennäköisesti suuremmasta syvyydestä.

Hankealueen lounaispuolella Luulajan ja Raahen välisellä laivareitillä havaittiin 316 kulkua, joiden suunta oli luoteeseen tai kaakkoon, mikä vastaa hyvin laivareittiä. Näistä 85 kulkua oli työntöhinaajatyypistä alusta Steel. Alusta käytetään proomujen hinaamiseen.

Yhteenveto alusliikenteestä vuosina 2018-2022 osoittaa, että alusliikenne vaihtelee suhteellisen paljon sekä hankealueen kautta että läheisillä meriväylillä. Hankealueen kautta kulkeva alusliikenne oli suurimmillaan vuonna 2021, jolloin se oli 916 kertaa. Myös jäämurttajien avustusten määrä vaihtelee jääolosuhteiden vakavuuden ja apua tarvitsevien alusten määrän mukaan.

### Satamat

Pohjanlahden pohjoisosassa on muutamia suuria satamia, jotka vaikuttavat alueen alusliikenteen rakenteeseen. Ruotsin rannikolla sijaitsevat Kalixin, Luulajan ja Piteån satamat, jotka on esitetty Kuva 9-17. Näiden lisäksi on useita pienempiä satamia, joiden osuus koko meriliikenteestä on pienempi.

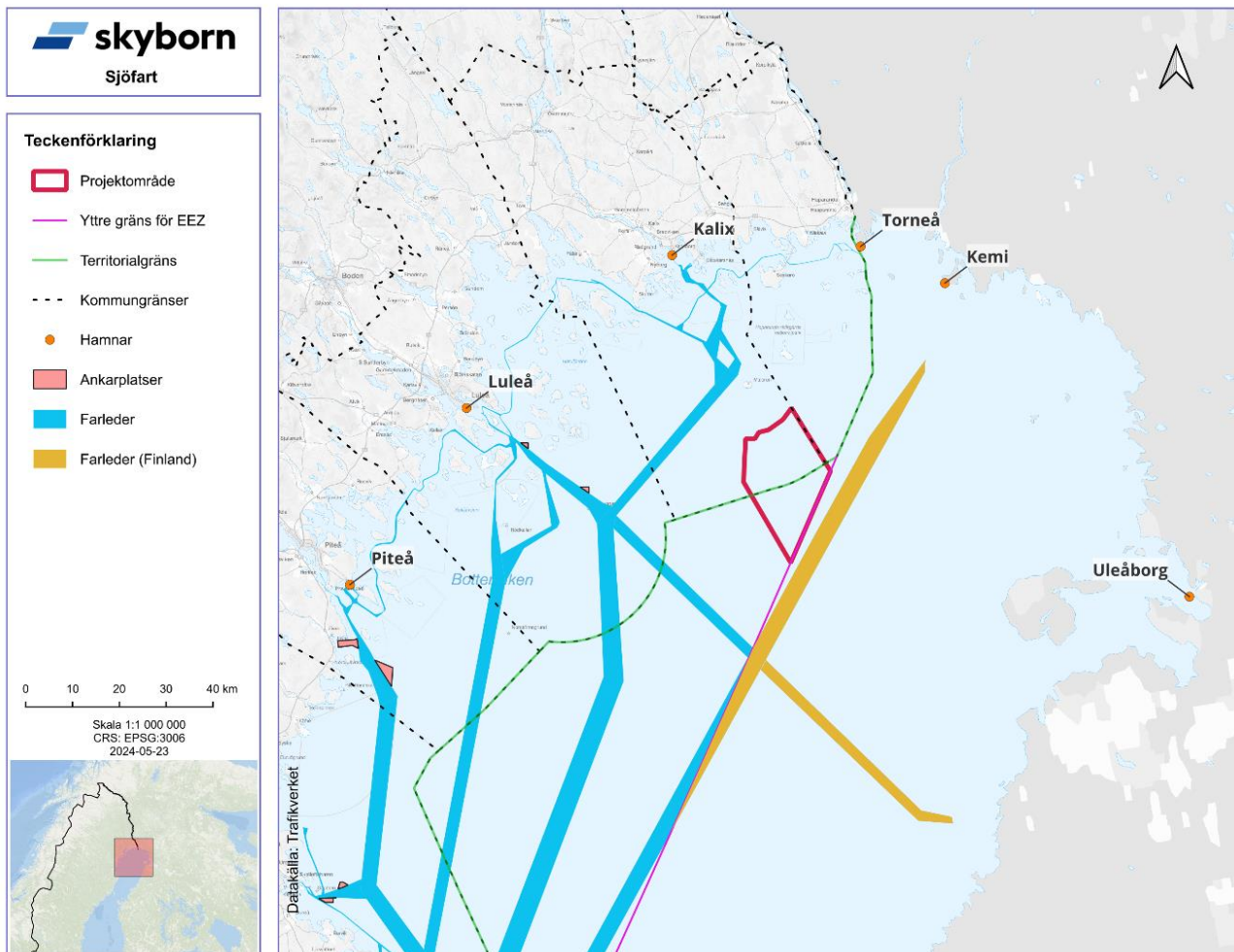
Kalixin satama sijaitsee noin 40 km hankealueesta luoteeseen, ja se on Itämeren pohjoisin syvänmeren satama. Satamassa käy noin 80 käyntiä vuodessa, ja suurin asiakas on Billerud Korsnäs AB. Kalix industrihotell hallinnoi ja kehittää satama-aluetta ja väylää, ja siellä on ympärivuotinen laivaliikenne. Sataman

laiturin pituus on 140 m ja väyläsyvyys 8,5 m. Sataman laiturissa ei ole mitään ongelmia. (Kalix Industrihotell AB, u.d.).

Luulajan satama sijaitsee noin 50 km länteen tutkimusalueesta, ja se on julkinen satama (TEN-T A). Satamassa käy vuosittain noin 600 alusta, ja se on Ruotsin viidenneksi suurin satama, jota käytetään muun muassa irtolastisatamana. Satama on toiminnassa ympäri vuoden. (Luleå Hamn AB, 2019).

Piteån satama sijaitsee noin 90 km hankealueesta länsilounaaseen. Noin 80 % sataman tavaravirroista on metsätuotteita. Satama liitetään mahdollisesti tulevaan Norrbottenin rautatiehen, mikä edistäisi sataman kehitystä. (Piteå Hamn AB, 2024). Sataman syvyys on 11,2 metriä, ja se on yksi Pohjanlahden syvimmistä satamista. Satamassa käy noin 300 satamakävijää vuodessa, ja se on toiminnassa ympäri vuoden. (Piteå Hamn AB, 2024).

Haaparannassa ja useilla saariston saarilla on pienempiä satamia tai luonnonsatamia, jotka on tarkoitettu pienemmille veneille.



Kuva 9-17 Veneliikenne, majakat, ankkuripaikat ja satamat (Ruotsin liikennevirasto, 2024).

## 9.7.2 Vaikutukset meriliikenteeseen

Suunnitelluista toimista aiheutuva vaikutustekijä, joka voi aiheuttaa vaikutuksia merenkulkuun, on merenpinnan yläpuolinen fyysinen vaikutus. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa jaksoissa ja Taulukko 9-15 esitetään yleiskatsaus eri vaiheissa tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-15 Mahdollinen vaikutus meriliikenteeseen.

Mahdollinen vaikutus	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	x	x	x

### 9.7.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Rakennusvaiheen aikaiset vaikutukset

Tuulipuiston rakennusvaiheen aikana rakennustöitä tekevien alusten liikennemäärät alueella kasvavat, mikä voi vaikuttaa olemassa olevaan merenkulkuun. Lisääntyvä liikenne koostuu erikokoisista ja eri tavoin ohjattavista aluksista. Lisääntynyt liikenteen intensiteetti aiheuttaa riskejä, jotka esitellään luvussa 11.

Seuraavassa luvussa arvioidaan merenkulkua fyysisten esteiden muodossa olevien rajoitusten osalta. Rakennusvaiheessa esteet koostuvat pääasiassa rakennustöiden turvaetäisyyksistä ja -alueista sekä työaluksista, joiden ohjattavuus on rajoitettu.

#### Vaikutukset toimintavaiheen aikana

Polargrundin tuulivoimapuiston perustamisen jälkeen Kemiin ja Tornioon suuntautuvan ja sieltä lähtevän meriliikenteen oletetaan valitsevan reitin, joka kulkee hieman nykyistä nykyistä väylää kauempana tuulivoimapuistosta, ja hankealueen eteläpuolella voidaan tarvita uusi kääntöpaikka. Suuremmat alukset, jotka ovat aiemmin kulkeneet hankealueen kautta, joutuvat käyttämään muita reittejä. Kaiken kaikkiaan tämä tarkoittaa hieman muuttunutta liikennesuunnitelmaa. Suurelta osin nykyisin hankealueen kautta kulkevan liikenteen oletetaan kulkevan alueen eteläpuolella ja liittyvän tuulipuiston kaakkoispuolella kulkevaan meriliikennereittiin. Muutos tarkoittaa, että Luulaja-Kemi, Skellefteå-Kemi ja Norra Kvarken - Kemi 1:n majakan länsipuolella oleva meriliikenne yhdistyy yhteiselle reitille, joka on samansuuntainen tuulipuiston kaakkoispuolen kanssa. Jotkin pienemmät alukset, kuten kalastusalukset, pienet työ- ja huoltoveneet sekä huviveneet, voivat todennäköisesti edelleen kulkea hankealueen läpi tuulivoimaloiden välissä.

## 9.7.3 Seurausten arviointi

#### Rakennusvaiheen vaikutusten arviointi

Rakennusvaiheen aikana meriliikennettä joudutaan jossain määrin mukauttamaan rakennustöitä tekevien alusten vuoksi. Hankealueen kautta nykyisin kulkevassa meriliikenteessä on otettava huomioon käynnissä olevat rakennustyöt. Tämä tarkoittaa sitä, että alusliikenteen on sopeuduttava jonkin verran ja todennäköisesti ohitettava käynnissä olevien rakennustöiden tai jo rakennettujen rakenteiden eteläpuolella. Koska rakennustyöt tehdään suurelta osin jäättömänä aikana, näiden muutosten ei odoteta vaikuttavan meriliikenteeseen merkittävästi lukuun ottamatta sopeutumista hieman pidemmän reitin valintaan, mikä merkitsee pidempiä kuljetusmatkoja. Vaikutusten katsotaan olevan vähäisiä meriliikenteen rakenteen muuttumisen kannalta.

Merellisen edun arvo perustuu suurelta osin hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä kulkevan liikenteen intensiteettiin. Kaiken kaikkiaan hankealueen läpi ja laivaväylällä kulkevien alusten kokonaisintensiteetti on vaihdellut 1728 ja 1452 ohituksen välillä vuosina 2018-2022. Liikenteen intensiteetin

luokittelussa on käytetty Ruotsin merenkulkulaitoksen ja Ruotsin liikenneviraston suosituksia liikenteen intensiteetistä ja monimutkaisuudesta. Laivaväylän liikenteen intensiteetti luokitellaan hyvin vähäiseksi, jos laivojen ohitusten määrä on alle 2000 vuodessa. Vaikka kaikki nykyisin Pohjoiskvartsin ja Kemi 1:n majakan välillä kulkeva liikenne kulkisi sen sijaan hankealueen kautta, ohitusten määrä ei vuosien 2018-2022 tilastojen perusteella ylittäisi 2000 ohitusta vuodessa, joten merenkulun ympäristöarvo on arvioitu vähäiseksi.

Koska sekä arvo että vaikutus on arvioitu pieneksi, myös seuraus on pieni.

#### **Toimintavaiheen vaikutusten arviointi**

Merenkululle aiheutuvan arvon katsotaan olevan pieni, koska hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä kulkee vuosittain vain vähän aluksia, ks. edellä rakennusvaihetta koskevat perustelut. Vaikka kaikki liikenne, joka nykyisin kulkee pohjoisen kvarkkialueen ja kemiallisen majakan välillä, kulkisi hankealueen kautta, kulkujen määrä ei ylittäisi 2 000:ta vuodessa, mikä antaa erittäin alhaisen liikennemäärän Ruotsin merenkulkulaitoksen ja Ruotsin liikenneviraston suositusten perusteella.

Meriliikenteen muuttumisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten katsotaan jäättömissä olosuhteissa olevan vähäisiä, koska liikenteelle on riittävästi tilaa kulkea turvallisen etäisyyden päässä tuulipuistosta. Meriliikenteeseen ei katsota kohdistuvan merkittäviä vaikutuksia lukuun ottamatta sopeutumista hieman pidemmän reitin valintaan, mikä merkitsee pidempiä kuljetuksia. Koska sekä vaikutus että ympäristöarvo on arvioitu pieneksi, seuraus on pieni.

Talvella, kun Pohjanlahden pohjoisosa tai osa siitä on jääpeitteinen, liikennemuodot muuttuvat kulloisenkin jäätilanteen mukaan, joka voi vaihdella sekä eri jääkausien sisällä että niiden välillä. Tuulivoimapuisto vaikuttaa alueen riskeihin talvella ja talvimerenkulkuun, mukaan lukien nykyisten jäänmurtajien toimintaan. Ensisijaisesti perustaminen vaikuttaa Kemin ja Tornion satamiin ja satamista suuntautuvaan liikenteeseen, ks. myös merenkulkuun kohdistuvia riskejä koskeva luku 11.

#### **Käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

Käytöstäpoistovaiheessa meriliikenne lisääntyy, kuten rakennustöiden aikana. Ympäristövaikutuksen katsotaan näin ollen olevan pieni, ja myös seuraus on pieni.

##### **9.7.3.1 Kokonaisvaikutusten arviointi**

Vaikutus ja arvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten vaikutus on sama eri alueilla. Taulukko 9-16 esitetään yhteenveto merenkulun vaikutusarvioista. Huomaa, että arvio koskee vain jäättömiä kausia.

Taulukko 9-16 Yleisarvio meriliikenteeseen kohdistuvista vaikutuksista

Vaikuttava tekijä			Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseurau s*
<b>Rakennusvaihe</b>					
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	vaikutukset	merenpinnan	Pieni	Pieni	Pieni
<b>Toimintavaihe</b>					
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	vaikutukset	merenpinnan	Pieni	Pieni	Pieni
<b>Käytöstäpoistovaihe</b>					
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	vaikutukset	merenpinnan	Pieni	Pieni	Pieni

\*Vain jäättömänä aikana

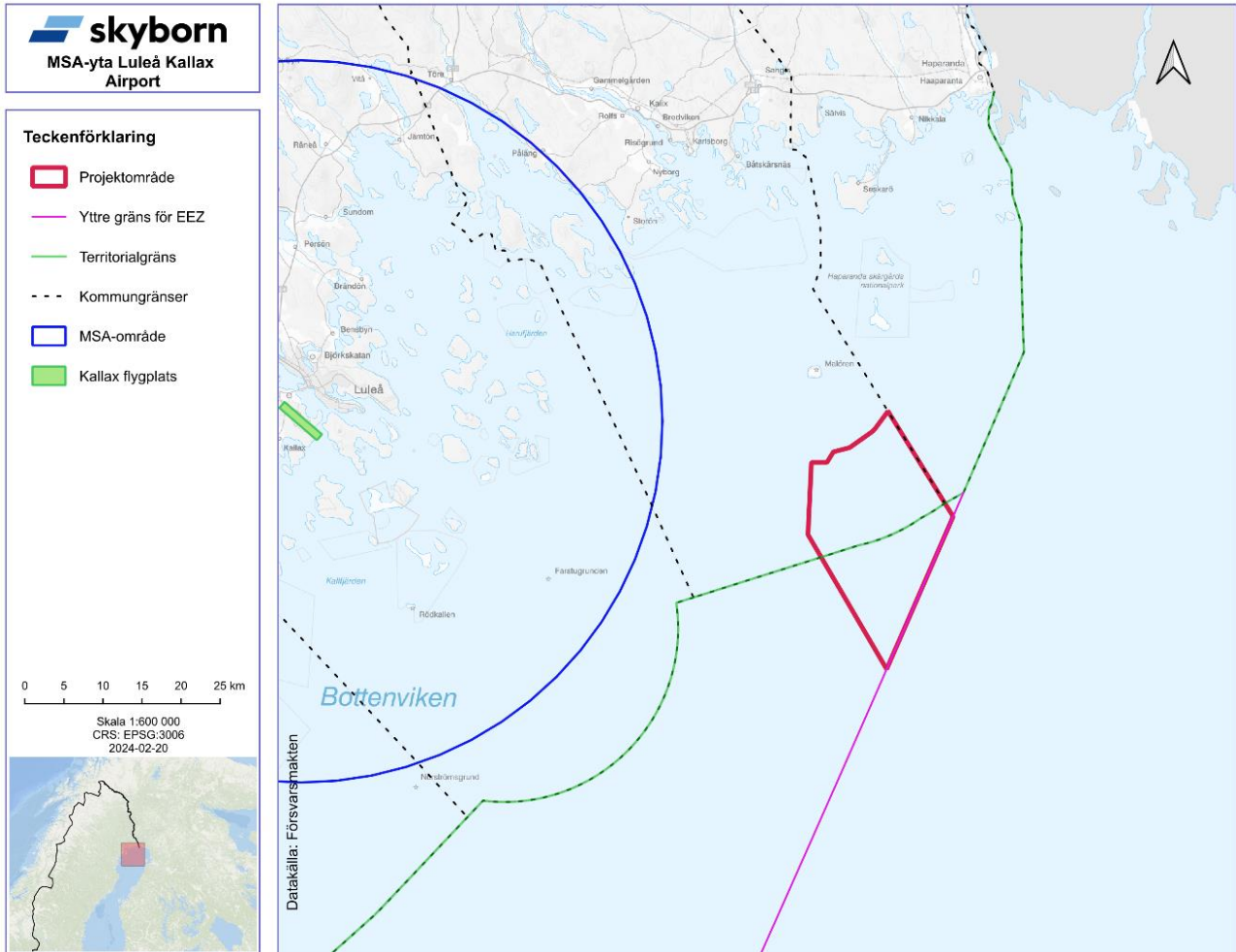
## 9.8 Lentoliikenne

Tässä jaksossa kuvataan tuulipuiston vaikutuksia ja vaikutuksia lentoliikenteeseen sekä vaikutuksia, joita voi aiheutua tuulipuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta. Seuraavissa jaksoissa esitetyt arvioinnit ja kuvaukset perustuvat liitteessä D21 esitettyyn Ruotsin siviili-ilmailuviranomaisen toteuttamaan ilmailuvaikutusten analyysiin.

### 9.8.1 Nykytilanteen kuvaus

Lähin suuri lentoasema on Luulajan lentoasema (Luleå Kallax), ks. Kuva 9-18. Luulajan lentoasema sijaitsee noin 50 km hankealueesta länteen. Kalixin tai Haaparannan kunnissa ei ole tällä hetkellä toiminnassa olevia lentoasemia.

Suomessa lähin lentokenttä sijaitsee Kemi-Torniossa, noin 52 km hankealueesta koilliseen. Toinen lentokenttä sijaitsee Oulussa, noin 83,5 km hankealueesta kaakkoon.



Kuva 9-18 Luulajan Kallaxin lentoaseman MSA-alue.

## 9.8.2 Vaikutukset lentoliikenteeseen

Suunnitelluista toimista aiheutuva vaikutustekijä, joka voi aiheuttaa vaikutuksia lentoliikenteeseen, on merenpinnan yläpuolinen fyysinen vaikutus. Tätä vaikutusta kuvataan seuraavassa jaksossa. Taulukko 9-17 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä. Arvioinnit sisältävät ainoastaan siviili-ilmailuun kohdistuvat vaikutukset.

Taulukko 9-17. Mahdollinen vaikutus ilmailuun.

Mahdollinen vaikutus	Kasvi	Drift	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	X	X	X

### 9.8.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihe

Tuulipuisto ja sen tuulivoimalat, joiden kokonaiskorkeus on enintään 350 metriä, vievät tilaa ilmatilasta. Rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana hankealueen yli ei voi lentää matalalla.



## 9.8.3 Seurausten arviointi

### 9.8.3.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihe

Lentoliikenteeseen kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi Skyborn on tilannut Ruotsin ilmailuhallinnolta (LFV) esteanalyysin, ks. liite D21. LFV on arvioinut, että tuulipuistolla ei ole vaikutusta CNS-laitteisiin (viestintä-, navigointi- ja tutka-asemat). LFV:n lentoesteanalyysissä todetaan, että Luulaja Kallaxin lentoasemalla on yksi TAA (Terminal Arrival Altitude) johon kohdistuu vaikutus, lähestymisreitti PA551. Lisäksi RNP (Required Navigation Performance) IAF PA551 vaikuttaa myös Luulaja Kallaxin lentoaseman RNP (Required Navigation Performance) PA551:een. Skyborn on käynyt vuoropuhelua Luulaja Kallaxin lentoaseman kanssa, joka on analysoinut, miten edellä mainitut TAA- ja RNP-arvot vaikuttavat. Alustavien/suullisten tietojen mukaan näillä ei ole vaikutusta näihin arvoihin tai lähestymismenetelmiin siviililentoliikenteelle yleensä. Norrbottenin lentosotilaslentolaivueen F21:n sotilasilmailutoiminnan osalta on käynnissä nykyisen hankealueen analyysi, ja arvio siitä annetaan Ruotsin puolustusvoimien yhteisessä lausunnossa. Lausunto sisältää myös kirjallisen vastauksen siviilipuolen osalta, koska Ruotsin puolustusvoimat on Luulajan/Kallaxin lentoaseman pitäjä.

Jotta lentoliikenne näkee tuulivoimat yöllä, tuulivoimat varustetaan voimassa olevan lainsäädännön mukaisella estevalaistuksella.

Tuulipuisto vie pysyvän osan ilmatilasta, jota lentoliikenne ei voi käyttää. Samaan aikaan asennetaan merkinnät ja estevalaistus, jotta ilma-alukset eivät pääse tuulipuiston alueelle. Alue on rajattu ja esteiden pinta-alalla katsotaan olevan vain vähän merkitystä ja vaikutusta lentoliikenteeseen tällä alueella. Vaikutuksen suuruus katsotaan siten olevan kokonaisuudessaan pieni.

Tuulivoimapuiston ja estealueen ei muuten katsota olevan merkittävässä määrin lentoliikenteen käytössä. Alueella ei myöskään katsota olevan erityistä merkitystä naapurilentoasemien lennoille. Kaiken kaikkiaan siviili-ilmailun arvoa alueella pidetään vähäisenä.

Vaikutus ja arvo ovat pieniä, joten seuraukset lentoliikenteelle arvioidaan vähäisiksi.

### 9.8.3.2 Kokonaisvaikutusten arviointi

Vaikutus ja arvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri osa-alueilla. Taulukko 9-18 esitetään yhteenveto ilmailun vaikutusten arvioinnista.

Taulukko 9-18 Yleisarvio ilmailuun kohdistuvista vaikutuksista.

Vaikuttava tekijä	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseuraus
<b>Toimintavaihe</b>			
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	Pieni	Pieni	Pieni

## 9.9 Meriarkeologia

Tässä jaksossa kuvataan tuulipuiston vaikutuksia ja vaikutuksia meriarkeologiaan sekä seurauksia, joita tuulipuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta voi aiheutua. Seuraavassa jaksossa esitetyt arviot ja kuvaukset perustuvat suoritettuun meriarkeologiseen tutkimukseen, joka perustuu tehtyyn meritutkimukseen.

### 9.9.1 Nykytilanteen kuvaus

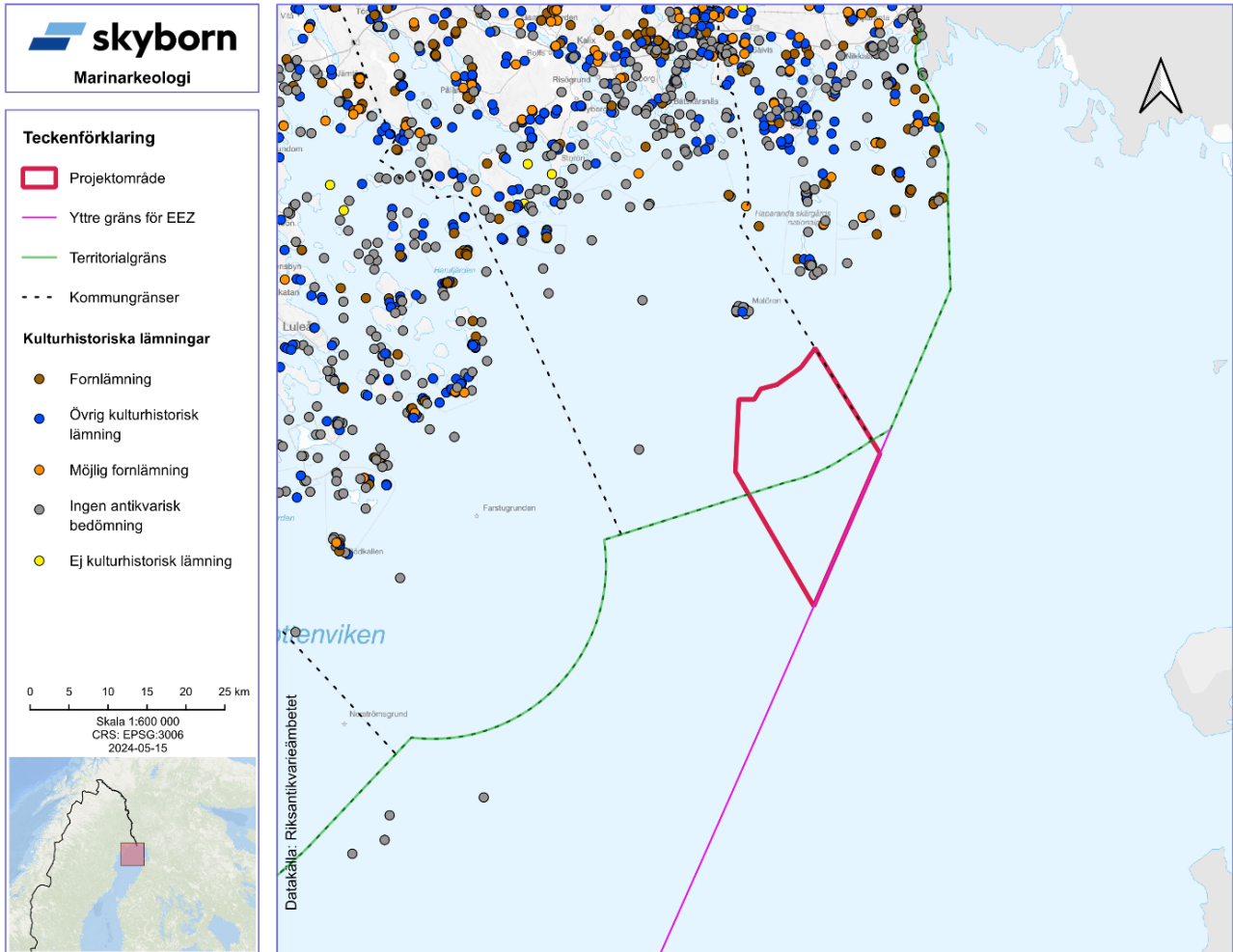
Merellä on kaksi suhteellisen lähellä sijaitsevaa muinaisjäännöstä, joita ei ole arvioitu muinaisjäännöksiksi ja jotka on merkitty arkeologiseen hakuun, ks. Kuva 9-19. Toinen (L1992:6796) sijaitsee noin 14,5 km luoteeseen ja toinen (L1992:6682) noin 8 km lounaaseen hankealueesta. Muinaisjäännökset on merkitty laivan/laivan jäännöksiksi. Hieman Malörenin ja Sandskärin ulkopuolella on muinaisjäännöksiä, joista ei ole tehty muinaisjäännösarviointeja. Kaikki nämä luokitellaan laiva-/venejäännöksiksi.

Nordic Maritime Group AB on tehnyt vapaaehtoisen arkeologisen tutkimuksen vaiheen 1 Skybornin toimeksiannosta. Tutkimus perustuu hankkeessa tehdyn meritutkimuksen tietoihin. Ennen vaiheen 1 tutkimusta tehtiin toteutettavuustutkimus, jossa tuotiin esiin kaikki alueella havaitut ihmisen muinaisjäännökset, joilla voi olla merkitystä hankkeen tulevan suunnittelun kannalta. (Nordic Maritime Group, 2024).

Tällä hetkellä hankealueella ei ole tiedossa kulttuuriperinnön jäännöksiä. Alueella tehdyssä arkeologisessa tutkimuksessa löydettiin 29 viitteitä kohteista, joilla voi olla mahdollista muinaismuistolähtöistä merkitystä. Nämä kohteet luokiteltiin asteikolla 1-4.

1. *Selvä hylky* - Tämä luokitus annetaan kohteille vain, jos ei ole epäilystäkään siitä, että kohde on hylky.
2. *Todennäköinen hylky* - Hylkyä muistuttava kohde, joka ei ole yhtä selvä kuin luokan 1 hylky. Se voi olla hyvin rappeutunut hylky tai vain osa kohteesta näkyy kaikuluotaimen kuvan ulkoreunassa.
3. *Hylyn kaltainen muodostuma* - Yleensä pitkänomainen muodostuma, joka voi olla hajonnut hylky, painolastikasa tai luonnollinen muodostuma. Tähän luokkaan kuuluvat myös muunlaiset hylkyt, kuten autot, lentokoneet tai muut ajoneuvot.
4. *Moni-indikaattorialue* - Merenpohjassa oleva alue, joka sisältää useita kohteita, kuten puutavaraa, kiviä ja mahdollisia aluksen osia. (Nordic Maritime Group, 2024).

Kolme hankealueella sijaitsevaa kohdetta on luokiteltu luokkaan 2. Suurin osa tunnistetuista kohteista, yhdeksäntoista, on luokiteltu luokkaan 3. Loput seitsemän kohdetta on luokiteltu luokkaan 4.



Kuva 9-19 Arkeologisessa etsinnässä rekisteröidyt jäännökset.

## 9.9.2 Vaikutukset meriarkeologiaan

Suunnitelluista toimista aiheutuva vaikutustekijä, joka voi aiheuttaa vaikutuksia meriarkeologisiin kohteisiin, on merenpinnan alapuolella tapahtuva fyysinen vaikutus. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa jaksoissa ja Taulukko 9-19 esitetään yleiskatsaus eri vaiheiden tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-19 Mahdolliset vaikutukset kulttuuriympäristöön ja meriarkeologiaan.

Mahdollinen vaikutus	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	x		x

### 9.9.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella

#### Rakennusvaiheen aikaiset vaikutukset

Tuulipuiston rakentamisen aikana merenpohjaan tehdään fyysisiä toimenpiteitä, jotka voivat vahingoittaa kulttuuriperinnön jäännöksiä. Toimenpiteet, joilla katsotaan olevan suurin vaikutus merenpohjaan, ovat perustusten kaivaminen ja asentaminen sekä kaapeleiden asentaminen. Myös ankkuroidut alukset voivat mahdollisesti vaikuttaa alueella mahdollisesti oleviin hylkyihin. Fyysisiä vaikutuksia aiheutuu siis lähinnä rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa.

Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana tehdään tarvittaessa muinaisesineiden lisätutkimuksia, joissa käytetään ROV-laitteita tai sukellusarkeologeja.

Jos työ tehdään 50 metrin säteellä muinaismuistokohteesta, lääninhallitusta on kuultava kulttuuriperintölain mukaisesti. Muinaismuistokohteille (luokitus 2 tai korkeampi), joihin laitos ei vaikuta fyysisesti, vahvistetaan rakennus-, käytöstäpoisto- ja korjaus-/huoltotöiden aikana turvaetäisyyksien muodossa toteutettavat suojatoimenpiteet, jotka koskevat sellaisia töitä, jotka voivat vaikuttaa näihin kohteisiin.

Kun edellä mainitut suojatoimenpiteet minimoivat vaikutukset meriarkeologisiin kohteisiin, ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

### **Vaikutukset käytöstäpoistovaiheessa**

Koska käytöstäpoistovaihe on kaukana tulevaisuudessa ja tekniikan kehitys on nopeaa, on vaikea määrittellä, mitä käytöstäpoistomenetelmiä käytetään käytöstäpoistohetkellä, ja näin ollen on vaikea määrittellä yksityiskohtaisesti, mitä vaikutuksia siitä aiheutuu. On kuitenkin epätodennäköistä, että rakentamisvaiheessa havaittuihin suojeltaviin kohteisiin kohdistuu vaikutuksia käytöstäpoistovaiheessa. Ympäristövaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

## 9.9.3 Seurausten arviointi

### **Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi**

NMG:n selvitys osoittaa alueella olevan mahdollisia muinaisjäännöskohteita. Tiedot kuvaavat kuitenkin tiettyä epävarmuutta, sillä aluetta on ollut vaikea tutkia, koska Pohjanlahden tällä osalla on jääpeitteen etenemisen seurauksena syntynyt muodostumia, joita voidaan erehtyä luulemaan muinaisjäännöskohteiksi. Ympäristöarvo arvioidaan tuotetun dokumentaation perusteella pieneksi.

Koska ympäristöarvo arvioidaan pieneksi ja ympäristövaikutus vähäiseksi, seuraus on vähäinen.

#### 9.9.3.1 Kokonaisvaikutusten arviointi

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri osa-alueilla A ja B. Taulukko 9-20 esitetään yhteenveto meriarkeologiaa koskevista vaikutustenarvioinneista. Maisemaan kohdistuvat visuaaliset vaikutukset ja valtakunnallisesti merkittävien alueiden arviointi kuvataan luvussa 10, joten niitä ei ole sisällytetty taulukkoon.

Taulukko 9-20 Meriarkeologiaan kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi.

Vaikuttava tekijä		Ympäristöarvon suuruus	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöseuraus
<b>Rakennus- ja käytöstäpoistovaihe</b>				
Fyysiset vaikutukset alapuolella	merenpinnan	Vähäinen	Pieni	Vähäinen

### **Erityisedellytykset aluemerialla (alue A)**

Esineet 1-23 löytyvät alueelta A. Alueelta löytyy kaksi kohdetta (kohde numero 6 ja kohde numero 7), joita voidaan pitää todennäköisinä hylkyinä (luokka 2).

### **Ruotsin talousvyöhykkeen (alue B) erityisolosuhteet**

Kohteet 24-29 sijaitsevat alueella B. Yhtä esinettä (esine numero 26) voidaan pitää todennäköisenä hyllynä.

## 9.10 Virkistys ja ulkoilu

Seuraavassa jaksossa käsitellään virkistys- ja ulkoiluaktiviteetteja hankealueella ja sen ympäristössä. Alueen virkistyskalastusta koskevan tutkimuksen on tehnyt Niras (2024). Toiminnan aikana mahdollisesti syntyvän ilmamelun selvittämiseksi Akustikkonsulten on laatinut myös melulaskelman, joka on esitetty liitteissä D7 ja D8. Lisäksi on tehty täydentävä melulaskelma kuulemisen aikana esiin tulleisiin kysymyksiin vastaamiseksi, ks. kuulemisraportti, liite D2. Nämä kysymykset koskevat aaltojen ja tuulen aiheuttaman äänen peittymisen selvittämistä, melun voimistumista jäätyessä ja tuulen suunnan merkitystä tuulivoimapuistosta lähtevän melun leviämisessä. Mahdollisia visuaalisia vaikutuksia virkistyskäyttöön ja ulkoilmaelämään ei arvioida tässä jaksossa, vaan niitä käsitellään kohdassa 10.1.

### 9.10.1 Nykytilanteen kuvaus

Norrbottenin rannikolla ja saaristossa on hyvät olosuhteet ulkoiluun. Alueelle on ominaista erityisesti rauhallisuus ja alhainen melutaso, viehättävä maisema sekä harvinaiset kasvit ja eläimet. Nämä arvot on nimetty myös ulkoilun kansallisiksi eduiksi, joita kuvataan tarkemmin kohdassa 10.3. Maisema arvokkaine luontoineen ja pitkine auringonpaisteineen kesäkuukausina sekä merellä olevan jään laajuus talvikuukausina tarjoavat hyvät olosuhteet ulkoiluun. Kesäaikaan houkuttelevat lähinnä virkistyskalastus, uinti, melonta sekä luonto- ja kulttuurielämykset. Talvikuukausina on mahdollisuus harrastaa jääkalastusta, potkukelkkailemista, pitkän matkan luistelua ja hiihtoa. Myös kävely ja vaellus ovat suosittuja ympäri vuoden.

Vapaa-ajankalastusta harjoitetaan pääasiassa rannikoilla, koska vapaa-ajankalastajien tavallisesti tavoittelemat lajit ovat yleensä lähempänä rannikkoa. Kalastusta hankealueella ei kuitenkaan voida täysin sulkea pois. (Niras, 2024). Yleisesti ottaen virkistyskalastus on Pohjois-Ruotsissa yleisempää kuin muualla Ruotsissa, jossa sisävesikalastus muodostaa suuren osan virkistyskalastuksesta. Vuonna 2022 Pohjanlahden meri- ja rannikkokalastuksessa, joka tapahtuu pääasiassa kesäkuukausina, rekisteröitiin yhteensä 1 784 000 kalastuspäivää. Kalastettavia lajeja ovat muun muassa ahven, meritaimen ja hauki. Suuri osa virkistyskalastuksesta tapahtuu veneistä käsin ja kiinteillä pyydyksillä, yleisiä menetelmiä ovat spinnaus, pilkkiminen ja pilkkiminen jäällä. (Niras, 2024).

### 9.10.2 Vaikutukset virkistykseen ja ulkoiluun

Suunnitelluista toimista aiheutuvat vaikutustekijät, jotka voivat aiheuttaa vaikutuksia virkistyskäyttöön ja ulkoiluun, ovat merenpinnan yläpuoliset fyysiset vaikutukset ja ilmassa kantautuva melu. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa kohdissa ja Taulukko 9-21 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-21 Mahdolliset vaikutukset virkistykseen ja ulkoiluun

Mahdollinen vaikuttava tekijä	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	x	x	x
Ilmassa kantautuva melu	x	x	x

#### 9.10.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

##### Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen aikaiset vaikutukset

Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen aikana virkistyskalastusta hankealueella ja sen ympäristössä rajoitetaan väliaikaisilla kalastuskielloilla käynnissä olevien töiden läheisyydessä ja työalusten läheisyydessä. Toimintavaiheen aikana virkistyskalastus voi jatkua, mutta tuulivoimaloiden ja muiden alustojen

turvaetäisyydet on otettava huomioon. Nämä näkökohdat huomioon ottaen vaikutuksen katsotaan olevan vähäinen virkistyskalastuksen kannalta, koska rajoitukset koskevat pientä aluetta, jonka ei katsota estävän virkistyskalastuksen harjoittamista.

#### 9.10.2.2 Ilmassa kantautuva melu

##### **Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen aikaiset vaikutukset**

Ekvivalenttiäänitason arvioidaan olevan enintään 30 dBA lähimmissä asunnoissa (Malören). Tämä on siis erittäin hyvä marginaali 40 dBA:n ohjearvoon nähden. Tuulipuiston melu voi myös peittyä luonnollisen taustamelun alle. Tutkimukset osoittavat, että tuulivoimaloiden melu peittyy kokonaan ja on kuulumatonta, jos luonnollinen taustamelu on 10 db korkeampi. Polargrundia lähimpänä olevilla saarilla eli Malörenissa ja Sandskärissä voidaan todeta, että monet asunnot sijaitsevat vain muutaman sadan metrin päässä rantaviivasta. Siksi on perusteltua olettaa, että aallot voivat peittää tuulivoimaloiden äänen osan vuodesta, kun vesi ei ole jääpeitteinen ja aallot iskeytyvät saaria vasten. Lisäksi äänitaso laskee tuulen nopeuden laskiessa. (Akustikkonsulten, 2024).

Jäätyminen voi puolestaan lisätä tuulipuiston melutasoja. Jäätyamisen aikana erään tutkimuksen mukaan äänitasot nousivat noin 10 db tuulipuistojen läheisyydessä tehdyissä mittauksissa. Tällöinkin äänitaso kuitenkin laskee etäisyyden kasvaessa. Jotta äänitasossa tapahtuisi suurin muutos, useiden tuulivoimaloiden on jäätyttävä samanaikaisesti, ja tuulen on puhallettava mittauspisteen suuntaan. (Akustikkonsulten, 2024).

Nykyaikainen tuuliturbiini alkaa päästää ääntä, kun tuulen nopeus on 3-4 m/s. Tuulen vaikutus äänen etenemiseen on tavallisesti suurimmillaan noin 9-10 m/s, minkä jälkeen se tasoittuu samankaltaiseksi äänitasoksi myös suuremmilla tuulennopeuksilla. Yleisin tuulensuunta alueella on eteläinen, mutta myös luoteistuulet ovat yleisiä, mikä määrittää suurelta osin äänen leviämisen. Jos se puhaltaa maalta ulospäin, äänikuvaan vaikuttaa vähiten läheisten saarten vaikutus (Akustikkonsulten, 2024).

Ympäristövaikutukset ulkoiluun ja virkistykseen arvioidaan tuotettujen tietojen perusteella vähäisiksi.

### 9.10.3 Seurausten arviointi

#### 9.10.3.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

##### **Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi.**

Vapaa-ajankalastusta harjoitetaan pääasiassa rannikolla, koska kohdelajit pysyttelevät yleensä rannikolla. Vaikka hankealue on kaukana rannikosta, virkistyskalastusta ei ole voitu täysin sulkea pois, mutta suurin osa siitä tapahtuu todennäköisesti lähempänä maata, jossa veden syvyys on matalampi. Hankealueen syvyys vaikeuttaa entisestään mahdollisten virkistyskalastajien toimintaa. Tätä taustaa vasten ympäristöarvoa pidetään vähäisenä.

Koska virkistyskalastus tapahtuu todennäköisesti lähempänä rannikkoa ja muu virkistyskäyttö on kaukana (10 km) hankealueelta lähimpiin saariin, seurauksia ulkoiluun ja virkistykseen pidetään vähäisinä.

#### 9.10.3.2 Ilmassa kantautuva melu

##### **Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi.**

Ulkoilun kannalta tärkeiden virkistysalueiden arvioidaan sijaitsevan riittävän kaukana, jotta tuulipuiston aiheuttama ilmassa kantautuva melu ei vaikuttaisi niihin merkittävästi. Mahdollinen ilmassa kantautuvan melun leviäminen voi tapahtua lähinnä hankealueen koillispuolella suurilla tuulennopeuksilla, koska vallitseva tuulensuunta on etelä/lounas. Vaikutuksen arvioidaan siksi olevan vähäinen lähimmiltä saarilta.

### 9.10.3.3 Kokonaisvaikutusten arviointi

Vaikutus ja arvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri alueilla. Taulukko 9-22 esitetään yhteenveto ulkoilua ja vapaa-aikaa koskevista vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-22 Virkistykseen ja ulkoiluun kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi

Vaikuttava tekijä		Ympäristöarvo n suuruus	Ympäristövaikutus en suuruusluokka	Ympäristöseura us
<b>Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihe</b>				
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Ilmassa kantautuva melu		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

## 9.11 Poronhoito

Tässä jaksossa kuvataan hankealueella harjoitettavaa poronhoitoa, tuulipuiston vaikutuksia ja seurauksia, joita tuulipuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta voi aiheutua. Ecogain on tehnyt poronhoitoselvityksen, jossa on analysoitu saamelaiskylien maankäyttöä suhteessa hankealueeseen.

Hanke on käynyt varhaisessa vaiheessa vuoropuhelua saamelaisyhteisöjen, Liehittäjässä sijaitsevan toimiluvan saamelaisyhteisön, Kalixissa sijaitsevan toimiluvan saamelaisyhteisön, Gällivaren metsäsaamelaisyhteisön ja Jåhkågasska tjiellde -vuorisaamelaisyhteisön kanssa. Nämä neljä saamelaisyhteisöä kutsuttiin kuulemisiin marraskuussa 2021. Vuonna 2022 Skyborn järjesti kuulemiskokoukset Liehittäjä- ja Kalixin saamelaisyhteisöjen kanssa. Gällivaren saamelaisyhteisö ei katso, että tuulivoimapuisto vaikuttaa siihen, ja Jåhkågasska tjiellde -saamelaisyhteisö on ilmoittanut, ettei sillä ole näkemyksiä kuulemisen yhteydessä.

Arvioinnissa keskeistä on saamelaisyhteisöjen oma kuvaus maankäytöstään ja alueen poronhoito-olosuhteista.

### 9.11.1 Nykytilanteen kuvaus

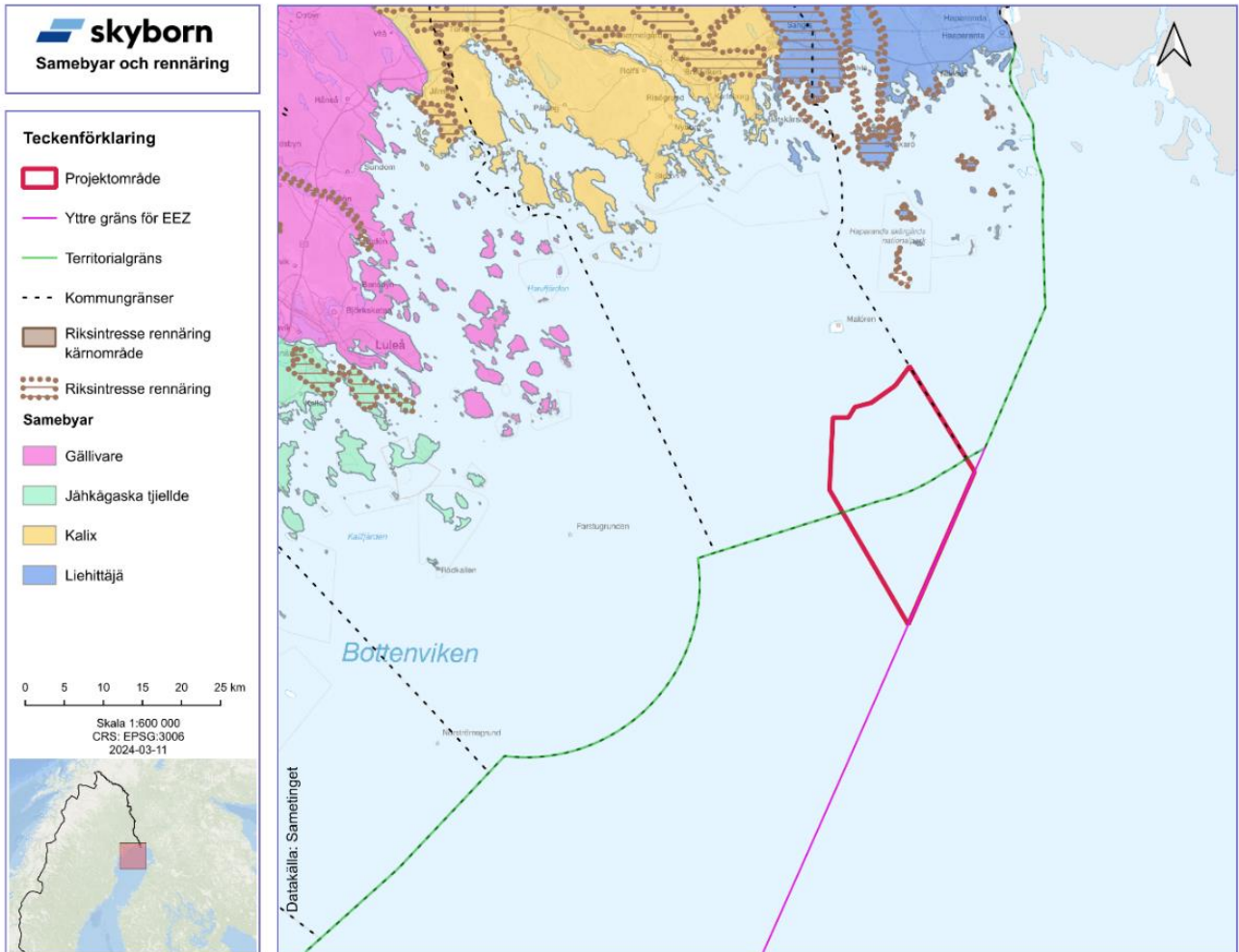
Porot ovat riippuvaisia tietyistä laitimista eri vuodenaikoina, ja siksi ne liikkuvat tavanomaisesti eri laidunalueiden välillä. Eri vuodenaikoina käytettäviä alueita kutsutaan kausilaitumiksi.

Talvilaiduntaminen tapahtuu Haaparannan, Kalixin ja Luulajan saariston rannikolla. Osa saarista on myös nimetty poronhoidon kannalta valtakunnallisesti merkittäviksi (ks. kohta 10.3.6). Porojen laiduntamisen edellytyksenä hankealuetta lähimpänä olevilla saariston saarilla on, että Pohjanlahdella on jäätä, jotta porot voivat liikkua mantereeseen ja saarten välillä omatoimisesti. Yleensä tämä tapahtuu joulukuussa. Sen jälkeen porot vaeltavat luontaisesti ja vakiintuneen kaavan mukaan talvilaidunalueilleen. Poromiehet voivat ajaa niitä myös jalan tai moottorikelkalla.

Hankealueelle tulee yleensä jäätä joka talvi, mutta jääolosuhteet voivat vaihdella suuresti vuosien välillä ja jopa jääkauden sisällä. Pohjoisen Perämerenlahden jääkausi kestää tyypillisesti joulukuun alusta toukokuun puoliväliin. Jään laajuus Itämerellä ja Perämerellä on kuitenkin vähentynyt merkittävästi viimeisen sadan vuoden aikana, ja jään laajuuden odotetaan vähenevän tulevaisuudessa ilmaston lämmetessä.

### 9.11.1.1 Saamelaiskylät

Hankealue on poronhoitoalueen ulkopuolella. Luulajasta Haaparantaan ulottuvassa Perämeren saaristossa on kuitenkin useita saaria, jotka ovat maantieteellisesti lähempänä hankealuetta. Näihin saariin kuuluu neljän saamelaiskylän maankäyttöalueet. Nämä saamelaiskylät ovat Lihittäjä (käyttöoikeussamenkylä), Kalix (käyttöoikeussamenkylä), Gällivare (metsäsaamelaiskylä) ja Jåhkågasska tjiellde (vuorisaamelaiskylä), jotka on esitetty osoitteessa Kuva 9-20:



Kuva 9-20 Lihittäjä, Kalix, Gällivare ja Jåhkågasska saamelaiskylät.

### 9.11.1.2 Saamelaiskyläiden maankäyttö

I Taulukko 9-23 Seuraavassa taulukossa luetellaan samojen eläinten lähimmät laidunalueet ja niiden etäisyys hankealueesta. Hankealuetta lähimpänä oleva saamelaisyhteisö, jolla on talvilaidun, on Lihittäjä saamelaisyhteisö, ja sen jälkeen Kalixin saamelaisyhteisö, jota kuvataan tarkemmin jäljempänä.



Taulukko 9-23 Yhteenveto lähimpien saamelaiskylien laidunten tiedoista. Lähde: Samtinget ja Ecogainin etäisyyslaskelmat. (Ecogain, 2024).

Saamelainen kylä	Alue (km <sup>2</sup> )	Talvilauma (porojen lukumäärä)	Poronhoitajien ryhmänjohtajat	Hankealuetta lähinnä olevat laidunoikeudet
Liehattjä	1544	1200	5	Talvilaiduntaminen noin 10 km hankealueesta pohjoiseen.
Kalix	2605	1900	5	Talvilaidun noin 27 km hankealueen luoteisluoteispuolella.
Gällivare	8321	7000	35	Talvilaidun noin 28 km hankealueen luoteispuolella.
Jåhkågasska tjiellde Jåhkågasska tjiellde	9922	4500	45	Talvilaidun noin 38 km hankealueen lounaispuolella.

#### *Liehattjä sameby*

Liehattjä saamelaisyhteisöllä on laitumet Haaparannan kunnassa. Saamelaisyhteisön käyttämistä saarista osa on nimetty valtakunnallisiksi kohteiksi (ks. kohta 10.3). Sandskär on lähin saari, noin 10 km hankealueesta pohjoiseen. Porot käyttävät Sandskärin, Eevankaritin, Malin, Letton, Ylikarin ja Inakarin saaria, jotka ovat saariston kaukaisimmat. Näitä saaria hyödynnetään talvella, kun jää on asettunut ja jäkälää on hyvin tarjolla. Yhtään saarta ei käytetä kauriinmetsästykseseen tai poikimiseen. Seskarötä käytetään myös kokoontumispaikkana.

Samebyn porot laiduntavat saaristossa pääasiassa joulukuun ja huhtikuun välisenä aikana ja käyttävät talvilaitumina erityisesti Seskarön ja Sandskärin saaria. Porot haluavat yleensä vaeltaa Seskarölle marras-joulukuussa, mutta vaellus voi tapahtua sekä aikaisemmin että myöhemmin ja riippuu pitkälti säästä. Vaellus kulkee Luppion länsipuolella sijaitsevalta kesälaitumelta Sangisiin ja sieltä edelleen Säivisnäsin ja Bredvikenin suuntaan. Säivisnäsiästä on lyhyt matka kulkea porojen kanssa jäällä Seskaröön. Saamelaiskylässä liikutaan kävellen, mikäli jää on riittävän hyvä. Saamelaiskylässä on talvella lähes koko porokarja Seskarössä.

Porot saavat liikkua vapaasti talvilaidunkauden aikana. Joinakin vuosina porot ovat vaeltaneet Malöreniin asti, ja muutamana vuonna samalta laumalta on löytynyt myös poroja, jotka ovat vaeltaneet Suomen suuntaan, aina Ouluun asti. Pidempiä spontaaneja vaelluksia tapahtuu yleensä huonoina laidunvuosina, jolloin porot etsivät laitumia laajemmalta alueelta. Saamelaiskylän mukaan porot voivat vaeltaa hankealueelle asti, mutta tämä ei ole toivottavaa eikä yleistä.

Huhtikuun alussa porot siirretään takaisin mantereelle ja kohti Luppion länsipuolella sijaitsevaa kesämaata, jossa poroilla on vasomisaluet ja pääkesämaa. (Liehattjä sameby, 2022; Liehattjä sameby, 2023).

#### *Kalix sameby*

Kalix Concession Saamelaiskylän laitumet sijaitsevat Kalixin kunnan alueella. Kalixin saamelaiskylän käyttämät saaret sijaitsevat noin 27 kilometriä hankealueesta pohjoiseen ja luoteeseen. Kalixin saamelaiskylä

käyttää laitumia useilla saariston saarilla Kalixin kunnan ulkopuolella, ja tietojen mukaan porot laiduntavat Rånön ja Bergön saarilla, mutta porot liikkuvat myös kauempana saaristossa kaakkoissuunnassa. Mitään näistä saarista ei ole nimetty poronhoidon kansalliseksi etuuskohteeksi, mutta saamelaiskäräjien karttojen mukaan ne on nimetty Kalixin toimiluvan saamelaiskylän yhteiseksi maaksi. Yhtään saariston saarta ei käytetä kokoontumispaikkana, poronhoitopaikkana tai vasomisaikkana.

Saamelaiskylä siirtää porot jalan tai kuorma-autolla rannikolle joulukuun tienoilla ja pyrkii tuomaan porot takaisin maihin maaliskuussa. Porot vaeltavat vapaasti saariston saarten välillä löytääkseen ruokaa talven aikana. Joskus porot kulkevat Malörenin suuntaan, mutta poromiehet eivät halua porojen kulkevan sinne asti. He toteavat, että niin pitkälle ei mene suuria määriä poroja. (Kalix sameby, 2024).

## 9.11.2 Vaikutukset poronhoitoon

Suunnitelluista toimista aiheutuva vaikutustekijä, joka voi aiheuttaa vaikutuksia poronhoitoon, on merenpinnan yläpuolella tapahtuva fyysinen vaikutus. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa kohdissa ja Taulukko 9-24 esitetään yleiskatsaus tunnistetusta vaikutustekijöistä. Rakentamisvaiheessa ei odoteta olevan vaikutuksia, koska rakennustyöt tehdään jäättömänä aikana, jolloin porot eivät pääse lähelle.

Taulukko 9-24 Mahdolliset vaikutukset poronhoitoon.

Mahdollinen vaikuttava tekijä	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		x	

### 9.11.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

#### Vaikutukset toimintavaiheen aikana

Tutkimukset toiminnassa olevien tuulipuistojen mahdollisista vaikutuksista porojen laumoitukseen ovat keskittyneet välttämiskäyttäytymiseen erilaisten häiriövaikutusten muodossa, jotka saavat porot välttämään tuulipuistoja tai vähentämään elinympäristönsä käyttöä niiden välittömässä läheisyydessä eriasteisesti. (Skarin, Sandström, Brandão Niebuhr, Alm, & Adler, 2021), (Tolvanen, Routavaara, Jokikokko, & Rana, 2023). Perustuu *poronhoitotutkimusten menetelmäkäsikirjaan*, (Svensk vindenergi, 2022) tuulivoiman perustamisen vaikutukset poronhoitoon perustuvat vaikutuksiin laidunresursseihin, laidunluottamukseen ja estevaikutuksiin.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että porot pakenevat 0-1 kilometrin päähän häiriön lähteestä ja että niiden syke nousee 0-4 minuutin ajan tapahtuman jälkeen. Muutamat muut tutkimukset ovat osoittaneet, että porojen laidunalueiden käyttöön voidaan vaikuttaa 1-2 kilometrin etäisyydellä häiriötilanteesta. Tutkimukset ovat osoittaneet, että porot välttävät häiriötekijöiden läheisyydessä olevia alueita, mutta monet tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että porot voivat tottua häiriötekijöihin tai sietää niitä entistä paremmin. Empiiriset tutkimukset ovat osoittaneet, että porot välttävät jatkuvia häiriöitä tai pysyviä kohteita, kuten teitä, voimalinjoja, rakennuksia jne. vähintään 2 kilometrin etäisyydeltä. Porojen reaktioissa häiriöihin on eroja eri vuodenaikojen ja etäisyyksien välillä. Esimerkiksi vasomiskausi on erityisen herkkä, koska vasat ovat pieniä ja porot liikkuvat rajatulla alueella, jossa on hyvä pääsy laitumelle maidon tuottamiseksi. (Skarin, Nellemann, Sandström, Rönnegård, & Lundqvist, 2013).

Porot ovat herkimpiä häiriöille keväällä, kun vasat syntyvät. Häiriötilanteessa vajat saattavat jättää vasansa tai jättää vastasyntyneet vasat stressin ja/tai häiriön vuoksi. (Sametinget, 2021). Muut tutkimukset ovat osoittaneet, että porot ovat vähentäneet 3-5 kilometrin päässä tuulivoimaloista sijaitsevien alueiden käyttöä. Saamelaiskäräjät suosittelee kuitenkin, että tietoa tuulivoimaloiden vaikutuksista poroihin on perusteltava pitkäaikaisilla tutkimuksilla. (Sametinget, 2020).

### 9.11.3 Seurausten arviointi

#### Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

Sitä, että Liehittäjässä sijaitsevaa saamelaiskonsession saamelaiskylää ja Kalixissa sijaitsevaa saamelaiskonsession saamelaiskylää pidetään saamelaiskylinä, joihin perustaminen voisi pääasiallisesti vaikuttaa, tukee Saamelaiskäräjien kuulemislausunto asiassa. (Sametinget, 2022). Näin ollen poronhoitoselvitystyö on tullut keskittymään Kalixin ja Liehittäjä saamelaiskylään (Ecogain, 2024).

Koska hankealue, jonka ympärillä on noin 10 km:n säteellä, ei ole ensisijaisesti poroelinkeinon käytössä, sen ympäristöarvoa pidetään vähäisenä. Saamelaisyhteisöjen mukaan yksittäiset porot voivat poikkeustapauksissa huonoina laidunvuosina siirtyä hankealueelle hyvinä jääolosuhteina, mutta tämä ei ole saamelaisyhteisöjen kannalta toivottavaa, eikä vähiten siksi, että alueella ei ole laidunresursseja ja että talvella on laivaliikennettä ja jäänmurtoa.

Ympäristövaikutuksia pidetään vähäisinä myös siksi, että etäisyys lähimpään laidunalueeseen on suuri, jolloin laidunresursseihin ei kohdistu suoria vaikutuksia, eikä laitumella ole käyttäytymiseen liittyviä häiriöitä tai laidunalueen häiriöitä. Esteitä ei odoteta syntyvän, koska hankealueen yli ei kulje laiduntavia poroja. Hankealueen yli ei myöskään kulje vaellusreittejä, eikä hanke vaikuta poronhoitoon liittyviin valtakunnallisesti merkittäviin alueisiin (ks. kohta 10.3).

Kalixin saamelaisyhteisön kannalta nykyisen laivaväylän Kalixiin tuloa varten katsotaan muodostavan esteen heidän talvilaiduntamisensa ja Polargrundin hankealueen välille. Vähäinen myönteinen vaikutus voi syntyä, kun laivaliikenne ja jäänmurto talvella siirtyvät perustamisen seurauksena kauemmas saarista, joilla poroja laidunnetaan.

Yhteenvetona voidaan todeta, että poronhoitoon ei odoteta kohdistuvan kielteisiä vaikutuksia.

#### 9.11.3.1 Kokonaisvaikutusten arviointi

Ympäristövaikutus ja ympäristöarvon suuruus eivät eroa osa-alueiden A ja B välillä, joten seuraus on sama eri alueilla. Taulukko 9-25 esitetään yhteenveto poronhoidon vaikutusten arvioinnista.

Taulukko 9-25 Poronhoitoon kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi

Vaikuttava tekijä	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristöseuraus
<b>Toimintavaihe</b>			
Fyysiset vaikutukset yläpuolella	merenpinnan Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen

## 9.12 Puolustusvoimat

### 9.12.1 Nykytilanteen kuvaus

Ruotsin puolustusvoimien mukaan Perämeri ja Itämeri ovat Ruotsin puolustusvoimille strategisesti tärkeä alue. Ruotsin puolustusvoimien tarve toimia esimerkiksi rannikkokaistaleilla ja merialueilla on yleisesti ottaen kasvanut nykyisen turvallisuuspoliittisen tilanteen ja vuoden 2020 puolustus päätöksen (Prop. 2020/21:30) myötä, mikä merkitsi painopisteen muutosta kohti suurempaa operatiivisen tehokkuuden vaatimusta ja suorituskyvyn lisäämistä. Kokonaispuolustuksen vaikutuksia kansallisiin etuihin käsitellään kohdassa 10.3.

Polargrund ei ole päällekkäin sellaisten avoimien, puolustusvoimien kannalta valtakunnallisesti merkittävien alueiden kanssa, joita tarvitaan Ruotsin ympäristölain 3 luvun 9 §:n toisen momentin mukaisia kokonaispuolustuslaitoksia varten, eikä myöskään sellaisten avoimien alueiden kanssa, joilla on merkittävää kokonaispuolustuksen kannalta Ruotsin ympäristölain 3 luvun 9 §:n ensimmäisen momentin mukaisesti, kuten matalalentoalueet, tuulivoimaloiden pysähtymisalueet tai säätutkien vaikutusalueet. Nykyisessä MSP:ssä hankealue sijaitsee alueilla B100 ja B101, ks. kuva 5-2 kohdassa 5.1, jotka on osoitettu yleiseen käyttöön. Aluekuvauksissa ei ole otettu erityisesti huomioon puolustusta. Tämä on ristiriidassa Ricklegrundetin (B107) ja Rata Storgrundin (B108) energiantuotantoalueiden kanssa, joissa on otettu erityisesti huomioon kokonaispuolustuksen edut. Lisäksi todetaan Skellefteån kunnassa sijaitsevan Tåmen ampumaradan puolustuskäyttö, koska sen vaikutusalue ulottuu merialuesuunnittelualueelle (B105). Kokonaispuolustuksen edut otetaan erityisesti huomioon myös Kallaxin lentoharjoittelualueella (B102-B103), jossa pieni osa korkeiden kohteiden pysähtymisalueesta ulottuu merialuesuunnittelualueelle. Pysäytysalue sijaitsee noin 70 kilometrin päässä hankealueesta.

Pohjanlahden, Itämeren, Skagerrakin ja Kattegatin muutettuja merten aluesuunnitelmia koskevan ehdotuksen tarkistetussa versiossa, joka on nyt lausuntokierroksella ja jonka valtioneuvoston on tarkoitus hyväksyä vuoden 2024 lopussa, ehdotetaan, että alue B111 osoitetaan energiantuotantoa varten. Alue osuu yksin hankealueen kanssa. Pohjanlahden energiakäytön kehittämisessä on otettava erityisesti huomioon kokonaispuolustuksen edut kaikilla ehdotetuilla alueilla, joilla on energiantuotantokäyttöä, koska useiden tuulivoimaloiden kumulatiivisten vaikutusten riski on olemassa.

Ruotsin puolustusvoimat antoi lausuntonsa selvitysalueesta kuulemisen aikana vuonna 2022. Lausunnossa todettiin, että ehdotettu tuulivoimalaitos uhkaa aiheuttaa merkittävää haittaa kansalliselle edulle kokonaispuolustuksen sotilaalliselle osalle, joka kuuluu salassapitovelvollisuuden piiriin julkisuus- ja vaitiolovelvollisuuslain 15 luvun 2 §:n (2009:400) nojalla. Ruotsin puolustusvoimat totesi, että ne eivät kuvaa tätä haittaa tarkemmin, koska se uhkasi paljastaa tietoja, joiden paljastuminen voisi aiheuttaa merkittävää haittaa kokonaispuolustukselle tai muulla tavoin kansalliselle turvallisuudelle. Ruotsin puolustusvoimat totesi lisäksi, että ne vastustavat Polargrundin tuulipuiston rakentamista.

Skyborn on sittemmin supistanut puiston laajuutta nykyiselle hankealueelle, ks. kohta 4.2.1. Skyborn lähetti päivitetyn hankealueen Ruotsin asevoimille maaliskuussa 2024 selvittääkseen niiden kannan tarkistettuun hankealueeseen. Vastausta ei ole saatu YVA:n laatimishetkellä.

## 9.12.2 Vaikutukset puolustusvoimiin

Tässä jaksossa kuvataan mahdollisia vaikutuksia puolustukseen. Taulukko 9-26 esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-26 Mahdollinen vaikutus kansalliseen puolustukseen.

Mahdollinen vaikutus	Kasvi	Drift	Käytöstäpoisto
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		x	
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		x	

Asennetut rakenteet voivat muodostaa fyysisiä esteitä sotilaalliselle toiminnalle, esimerkiksi aluksille, ilma-aluksille, helikoptereille, lennokeille, sukellusveneille, vedenalaisille lennokeille ja vedenalaiselle ammunalle. Myös kaikuluotaimiin ja viestintäjärjestelmiin voi kohdistua vaikutuksia.

Rannikolla ja merellä puolustusvoimien avoimet intressit koskevat pääasiassa koulutustoimintaa ja signaalitiedustelua. Veden ylle, päälle tai alle sijoitetut kiinteät fyysiset esteet, jotka voivat rajoittaa ilma-alusten ja alusten toimintaa, vaikuttavat yleensä puolustusvoimiin. Tekniset häiriöt, jotka vaikuttavat viestintä- ja tutkajärjestelmiin, voivat vaikuttaa kielteisesti sotilasoperaatioihin. (Boverket, 2024) .

Puolustusvoimien merivoimien harjoitusalueilla harjoitellaan aseellista taistelua veden päällä, päällä ja alla. Harjoituksiin osallistuu usein erityyppisiä aluksia ja sukellusveneitä sekä ilma- ja helikopteryksiköitä. Ruotsin puolustusvoimien radiolaitos tekee myös merellä signaalitiedustelua, jonka tarkoituksena on muun muassa kartoittaa Ruotsiin kohdistuvia ulkoisia uhkia. Ruotsin puolustusvoimien mukaan moottoritiet, rautatiet, sähkövoimalat ja radiomastot voivat häiritä signaalitiedustelua noin 10 kilometrin säteellä tiedustelualueesta. Offshore-tuulivoima voi häiritä signaalitiedustelua vielä suuremmilla etäisyyksillä. (Boverket, 2024).

### 9.12.3 Seurausten arviointi

#### 9.12.3.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan ylä- ja alapuolella

##### Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

Tuulipuisto estää jossain määrin merivoimien harjoitukset ja matalalentotoiminnan suhteellisen laajalla alueella, mutta harjoituksia varten on edelleen käytettävissä laajoja vesialueita. Tuulipuiston perustaminen pienentää hieman Pohjanlahden käytettävissä olevaa vesialuetta. Ympäristövaikutusten suuruusluokka arvioidaan pieneksi. Tuulipuisto on tarkoitus rakentaa muuten avoimelle vesialueelle, joka Ruotsin puolustusvoimien mukaan on osa niiden toiminnan kannalta strategisesti tärkeää aluetta. Käytettävissä olevien tietojen perusteella ei katsota, että sillä olisi suoria vaikutuksia avoimiin erityisiin etuihin. Saatavilla olevien tietojen perusteella vastaanottajan ympäristöarvo on arvioitu pieneksi. Kaiken kaikkiaan seuraus arvioidaan pieneksi.

Yhtiön ei ole ollut mahdollista selvittää kokonaispuolustuksen sotilaallisen osan kansallisesti merkittäviä erityisarvoja, jotka kuuluvat salassapitovelvollisuuden piiriin julkisuus- ja vaitiololain (2009:400) 15 luvun 2 §:n nojalla, eikä alueen sotilasstrategista merkitystä ole voitu arvioida kattavasti.

#### 9.12.3.2 Kokonaisvaikutusten arviointi

Taulukko 9-27 esitetään yhteenveto puolustusalan vaikutustenarvioinneista, jotka perustuvat avoimesti yksilöityihin puolustusalan etuihin.

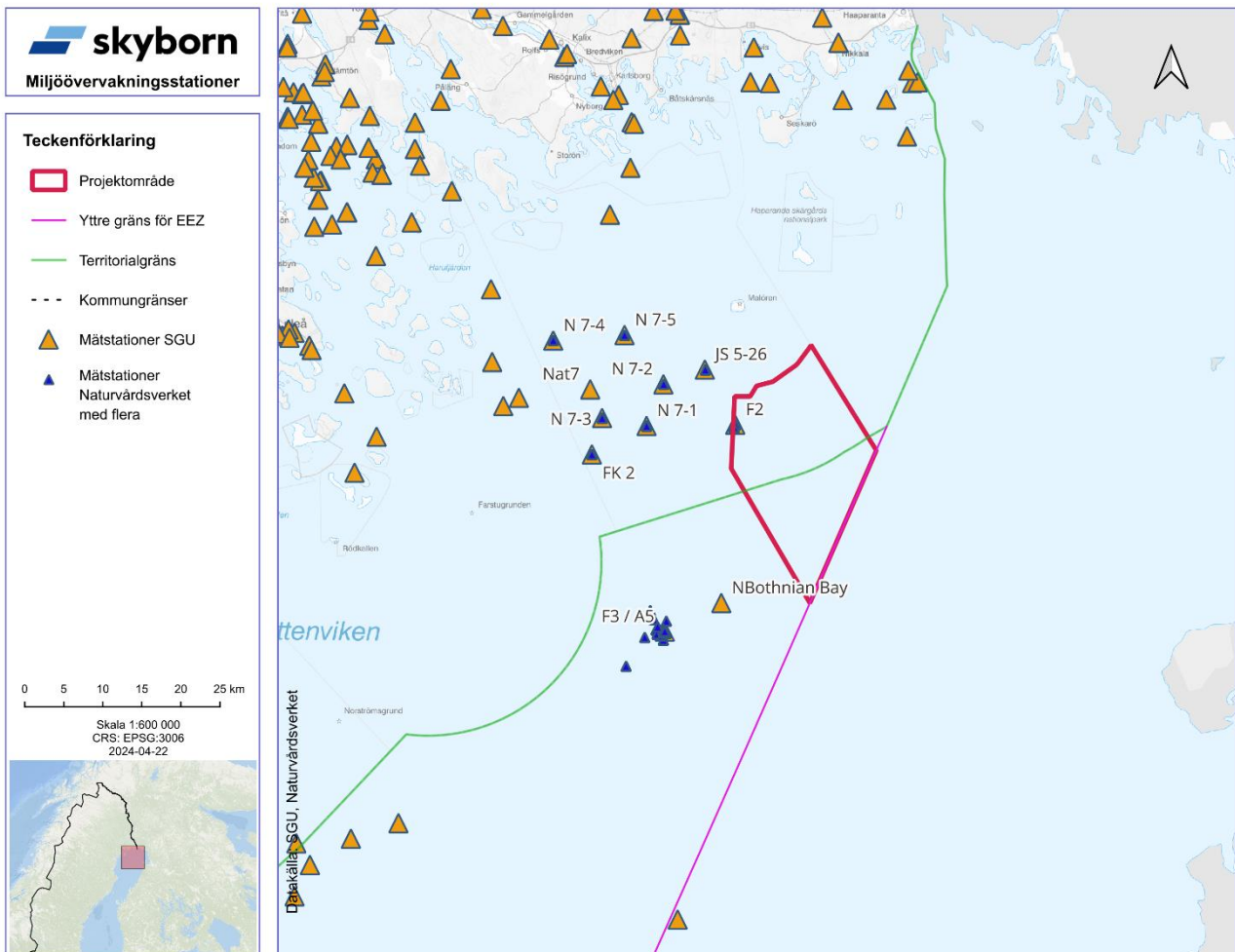
Taulukko 9-27K okonaisarvio kokonaispuolustukseen kohdistuvista vaikutuksista

Vaikuttava tekijä	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Tuensaajan ympäristöarvo	Ympäristöseuraus
<b>Toimintavaihe</b>			
Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella	Pieni	Pieni	Pieni
Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Pieni	Pieni	Pieni

## 9.13 Ympäristön seuranta-asetat

### 9.13.1 Nykytilanteen kuvaus

Kansalliseen ympäristöseurantaohjelmaan kuuluvat ympäristöseuranta-asetat mittaavat yhtä tai useampaa parametria, kuten veden ja sedimentin fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia tai erilaisia biologisia parametreja. Kansallisen ympäristöseurantaohjelman kokonaisvastuu on Ruotsin meri- ja vesihallintovirastolla. Tutkimusalueen läheisyydessä sijaitsevat seuranta-asetat on esitetty seuraavassa taulukossa. Kuva 9-21.



Kuva 9-21 Seuranta-asetat tutkimusalueen läheisyydessä (SMHI, SGU).

Suunnitellun tuulipuiston pohjoisosassa on ympäristöseuranta-asema F2 (SE727621-185699). Asemaa F2 käytettiin viimeksi vuonna 2021 fysikaalisten ja kemiallisten parametrien näytteenottoon. Ympäristöseuranta-asema on osa alaohjelmaa "avovesimassa", jossa mitataan hydrografisia, kemiallisia ja biologisia parametreja. Alaohjelma antaa tietoa ravinteiden kausivaihteluista, vedenvaihdosta ja hapenpuutteen esiintymisestä Itämerellä. Osaohjelma tarjoaa myös perustan rehevöitymisen seurannalle.

Suunnitellun tuulipuiston pohjoispuolella ja länsipuolella on muita seuranta-asetmia. JS 5-26 (SE728334-185318) sijaitsee noin 5 km pohjoiseen, N 7-2 (SE728152-184785) noin 9 km luoteeseen ja N 7-1 (SE727620-184562) noin 11 km länteen suunnitellusta tuulipuistosta. Nämä kolme mittausasemaa ovat osa

valtakunnallista ympäristöseurantaa, jonka tavoitteena on luokitella *Perämerenlahden edustan vesistön osa* (SE650320-220650).

NBothnian Bayn ympäristöseuranta-asema (SE725586-892219, ohjelmakohtainen tunnus: SE-17) sijaitsee noin 10 km suunnitellusta tuulipuistosta lounaaseen, ja sillä tutkitaan orgaanisten epäpuhtauksien ja metallien pitoisuuksia sedimenteissä. Seuranta-asema on ollut toiminnassa vuodesta 2003, ja näytteenotto on suunniteltu tehtäväksi asemalla kuuden vuoden välein, mutta nykyisten asiakirjojen mukaan viimeisin näytteenottokierros on vuodelta 2014. Seuranta-aseman omistaa SGU. (Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), 2023). SGU on kuulemisen aikana todennut, että suunnitellun tuulipuiston alueella tai sen läheisyydessä ei ole ympäristömyrkyjen seuranta-asemia sedimentissä olevien ympäristömyrkyjen osalta, eikä niitä sen vuoksi käsitellä tarkemmin (ks. liite D2).

## 9.13.2 Vaikutukset ympäristön seuranta-asemiin

Suunnitelluista toimista aiheutuva vaikutustekijä, joka voi vaikuttaa ympäristön seuranta-asemiin, on sameus ja sedimentin laskeutuminen sekä jäähdytysveden ja retentaatin päästöt. Vaikutuksia kuvataan seuraavissa kohdissa ja Taulukko 9-28 esitetään yleiskatsaus hankkeen eri vaiheissa tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-28 Mahdollinen vaikutus ympäristöseuranta-asemiin

Mahdollinen vaikutus	Rakennus	Käyttö	Käytöstäpoisto
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	X		X
Jäähdytysveden poisto ja retentaatti		X	

### 9.13.2.1 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

#### Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen aikaiset vaikutukset

Kun merenpohjalla tehdään töitä, sedimentit voivat suspendoitua uudelleen, mikä voi vaikuttaa näytteenottotuloksiin seuranta-asemilla. Nämä uudelleen suspendoituneet sedimentit voivat muuttaa veden kemialla ja siten vesinäytteiden näytteenottotuloksia ennen kuin ne laskeutuvat uudelleen, mikä puolestaan voi vaikuttaa sedimenttinäytteenottotuloksiin.

### 9.13.2.2 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

#### Vaikutukset toimintavaiheen aikana

Toimintavaiheen aikana vetyjärjestelmistä ja/tai muista alustoista peräisin oleva jäähdytysvesi päästetään takaisin vesipatsaaseen. Vedenjäähdytysjärjestelmästä vapautuva vesi koostuu lämmitetystä merivedestä, jonka lämpötila on arviolta noin 15 °C:n lämpötilassa. Kun merivettä käytetään vedyntuotannon raaka-aineena, syntyy myös retentaatti eli vesi, joka jää jäljelle, kun merivettä suolanpoistetaan vedyntuotantoa varten. Retentaatin suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivän meriveden (liite D9). Retentaatti ja jäähdytysvesi voivat vaikuttaa ympäristöseurantaa varten otettujen vesinäytteiden tuloksiin.

## 9.13.3 Seurausten arviointi

### 9.13.3.1 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

#### Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten arviointi

Kansallisen ympäristöseurannan yhteydessä toteutettuun vesinäytteenottoon voi vaikuttaa vain, jos näytteenotto tapahtuu tuulipuiston läheisyydessä rakennus- tai käytöstäpoistovaiheen aikana. Lähin SGU:n näytteenottopaikka on noin 10 kilometrin päässä hankealueesta, ja koska sedimentin leviäminen on vähäistä (ks. lisäys D9), suspendoituneen sedimentin tai laskeuman kohonneiden tasojen ei katsota vaikuttavan siihen.

Ympäristöarvo (vesi- ja sedimenttinäytteenotto) arvioidaan kohtalaiseksi, koska näytteenotto tapahtuu samoilla ympäristönseuranta-asetilla pitkän aikasarjan aikana. Koska sedimentin leviäminen on kuitenkin paikallista ja lyhytaikaista, ympäristövaikutuksen suuruusluokan katsotaan olevan vähäinen. Yhteenvetona voidaan todeta, että sameuden ja sedimentin laskeutumisen seurauksia ympäristönseuranta-asetilla pidetään vähäisinä.

### 9.13.3.2 Jäähdytysveden purku ja retentaatti

#### Toimintavaiheen vaikutusten arviointi

Fysikaalisten ja kemiallisten muuttujien näytteenotto ympäristönseurantaohjelmaan kuuluu ympäristönseuranta-asetilla F2. Asemilla käydään kerran vuodessa SMHI:n Pohjanlahden ravinnekartoituksen yhteydessä.

Suoritettujen mallinnusten tulokset (liite D9) osoittavat, että sekä retentaatti että jäähdytysvesi sekoittuvat nopeasti ympäröivään meriveteen, mikä tarkoittaa, että mahdolliset vaikutukset ovat paikallisia päästökohdan ympärillä. Retentaatin lisääntynyt suolapitoisuus tasoittuu hyvin lyhyessä ajassa, ja lämmitetty jäähdytysvesi on sekoittunut ympäröivään veteen noin 10-40 metrin etäisyydellä päästölähteestä. Pohjanlahden suolapitoisuus ja lämpötila vaihtelevat luonnostaan ympäri vuoden jokien makean veden tulon ja vesimassojen sekoittumisen vuoksi. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan arvioidaan sen vuoksi olevan vähäinen. Jäähdytysveden ja retentaatin päästöjen seuraus on kaiken kaikkiaan vähäinen.

### 9.13.3.3 Kokonaisvaikutusten arviointi

I Taulukko 9-29 esitetään yhteenveto ympäristöseuranta-asettien vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-29 Yleisarvio ympäristöseuranta-asetiin kohdistuvista vaikutuksista.

Vaikuttava tekijä	Ympäristöarvon suuruus	Ympäristövaikutuksen suuruusluokka	Ympäristöseuraus
<b>Rakennus- ja käytöstäpoistovaihe</b>			
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Toimintavaihe</b>			
Jäähdytysveden poisto ja retentaatti	Kohtalainen	Vähäinen	Vähäinen



## 10. Muut arvioinnit

### 10.1 Visuaalinen vaikutus maisemaan

Kun tuulipuisto rakennetaan aiemmin avoimelle merialueelle, maisemakuva muuttuu maiseman luonteesta, mittakaavasta ja käytöstä riippuen. Visuaalisten vaikutusten selvittämiseksi on tehty useita tutkimuksia, ja kokonaisarvio on arvioitu maisema-analysissä, joka esitetään kokonaisuudessaan liitteessä D16. Maisema-analyysi puolestaan perustuu tuotettuihin valokuvamontageihin (liite D4), ZTV:hen (teoreettisen näkyvyyden vyöhyke) (sisältyy liitteeseen D16) ja esteiden valaistusanimaatioihin (liite D5).

Maisemavaikutusten arviointi perustuu muun muassa seuraaviin seikkoihin:

- Tuulivoimaloiden koko ja lukumäärä
- Etäisyys katsojasta
- Maisematyyppi ja sen herkkyys tuulivoimalle
- Valaistus ja valomerkinät
- Näkyvyys eli sääolosuhteet.

#### 10.1.1 Nykytilanteen kuvaus

Hankealue sijaitsee kaukana merellä, ja etäisyydet mantereeseen ja saaristoon ovat suuret. Rannikkomaisema on tasaista ja vaihtelevaa, ja siellä on metsäisiä tasankoja, matalia rannikkojärviä, soita ja joutomaita sekä maatalousmaisemia lahtien ja jokilaaksojen ympärillä; muutoin mantereeseen hallitseva maisematyyppi on metsä. Saaristo on tasaista maisemaa, jossa sisäsaaristossa on matalia, usein metsäisiä saaria ja ulkosaaristossa paljaita kivikkoisia saaria.

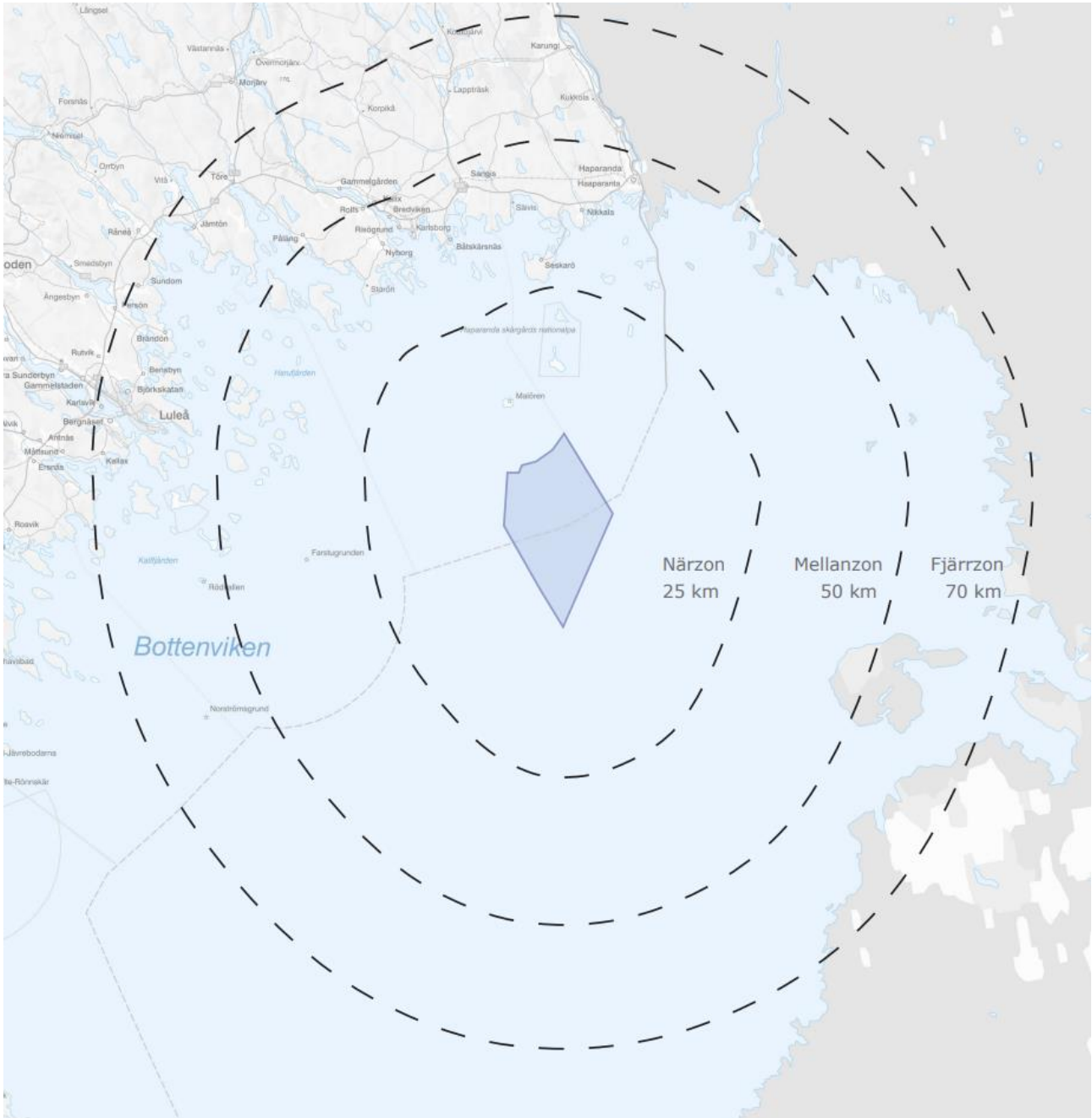
Pysyviä majoituspaikkoja on tarjolla koko rannikolla ja isommilla saarilla lähempänä manteretta. Malörenin ja Sandskärin saarilla, jotka ovat lähimpänä hankealuetta, on loma-asuntoja, joihin pääsee veneellä tai moottorikelkalla. Saaristo on tärkeä matkailun, ulkoilun, luonnon monimuotoisuuden ja kulttuuriympäristön, arvokkaiden luonnonympäristöjen sekä luonnonarvojen ja lajien suojelun kannalta.

#### **Kaavoitus**

Vaikutuksen aste voidaan karkeasti luokitella maiseman kaavoituksen avulla, joka määräytyy muun muassa tuulivoimaloiden koon, lukumäärän ja sijainnin mukaan. Avomeri, jossa horisontti on katkeamaton, voi näin ollen vaatia suurempia vyöhykkeitä kuin maalla, jossa maisema tai muut kohteet rajoittavat näkyvyyttä. Polargrundin osalta kaavoitus on perustunut muista hankkeista saatuihin kokemuksiin ja kuviin, ks. Kuva 10-1. Vyöhykejakoa ja sen menetelmiä kuvataan yksityiskohtaisemmin lisäyksessä D16.

Visuaalisten vaikutusten kuvaamisen helpottamiseksi Polargrundin alue on kaavoitettu seuraavasti:

- Läheisyysalue 0-25 km
- Keskivyöhyke 25-50 km
- Syrjäinen vyöhyke 50-70 km
- Näkymätön alue >70km

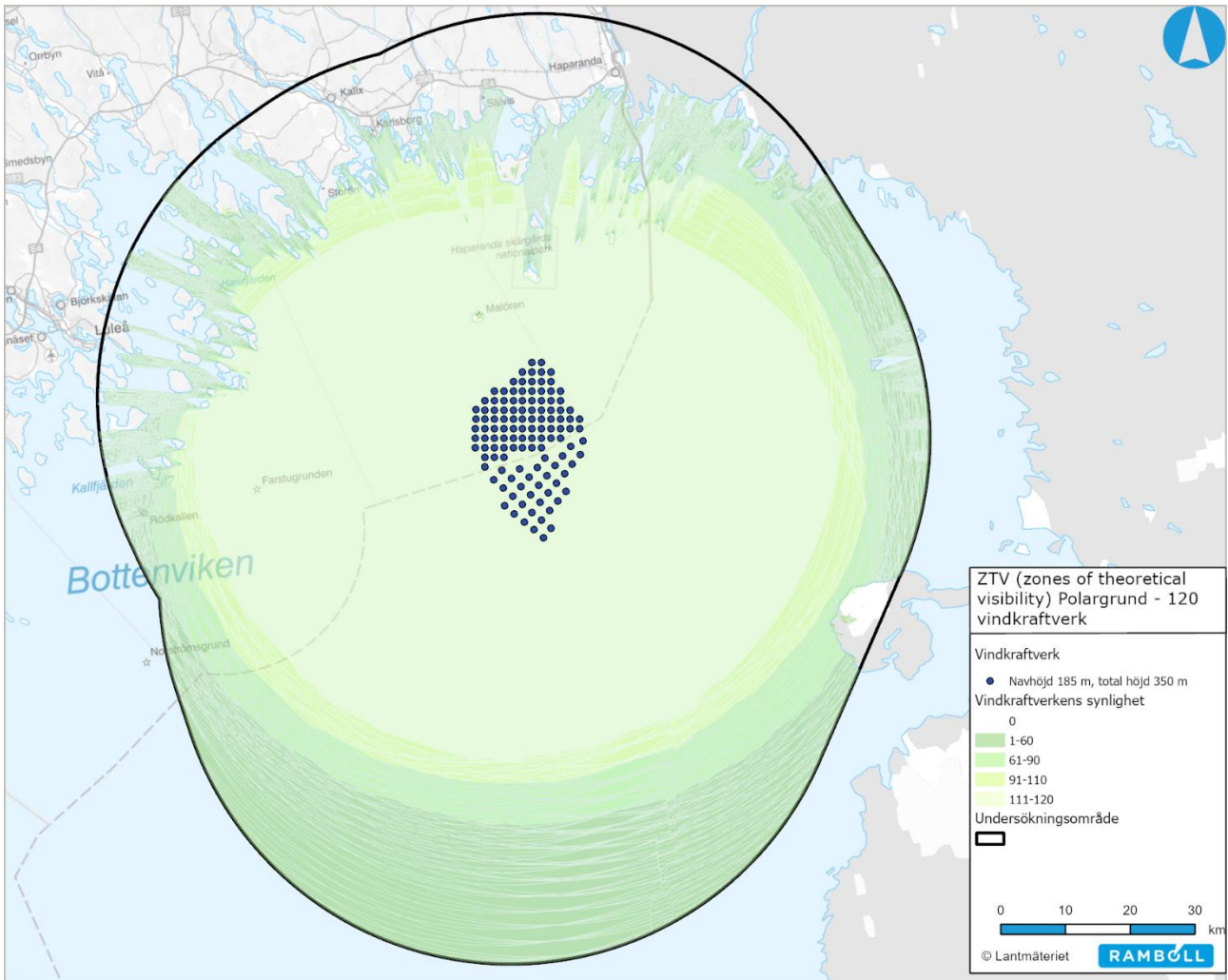


Kuva 10-1 Kartta kaavoituksesta (Ramboll , 2024).

### Teoreettisen näkyvyyden alue (ZTV)

Sen selvittämiseksi, mistä paikoista tuulipuisto voisi teoriassa näkyä, on tehty ZTV-analyysi (Zones of theoretical visibility) digitaalisen maastomallin perusteella, ks. liite D16. Laskelmat tehtiin windPRO-ohjelmistolla esimerkkilaskelman 2 perusteella (ks. kohta 4.2.3), ja ne perustuivat hankealueen käsittävään alueeseen, jonka säde on 50 km ja joka käsittää välittömän vyöhykkeen ja välivyöhykkeen vyöhykkeistä.

Analyysissä esitetään tuulipuiston alustava näkyvyys horisontin yläpuolella ja siten se, miten tuulivoimat näkyvät eri paikoista. On kuitenkin huomattava, että malli on teoreettinen, eikä siinä oteta huomioon ihmisen rajallista näkemistä tai näkyvyysolosuhteita.

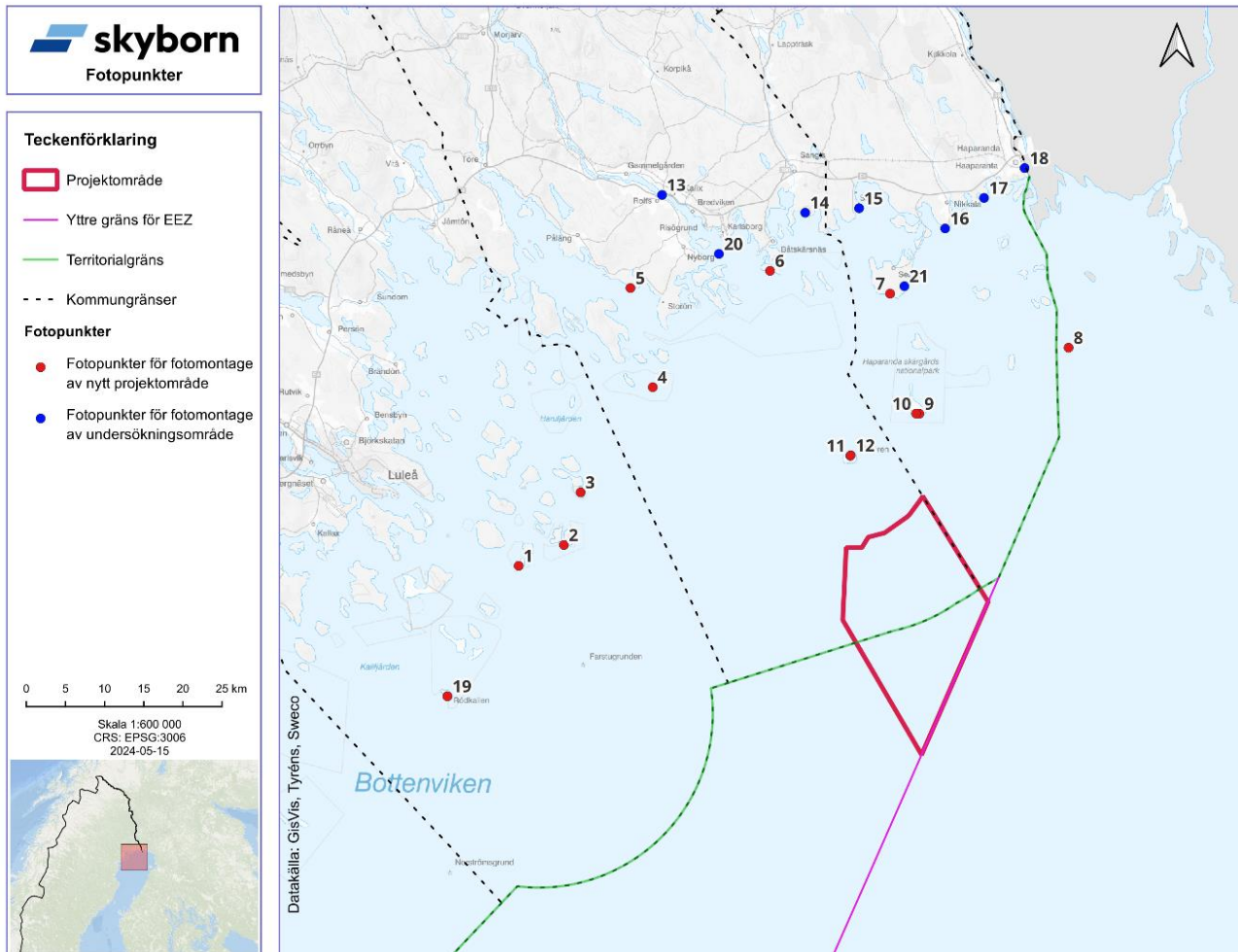


Kuva 10-2 Tuulivoimaloiden lukumäärään perustuva ZTV-analyysi tuulipuiston näkyvyydestä (Ramboll , 2024)

### Valokuvamontaasi

Maisema-analyysi perustuu 12 valokuvauspisteen valokuvamontageihin, jotka on valittu lähi- ja väliyöhykkeiltä, ks. liite D4. Kohteet on valittu sen perusteella, että ne ovat alueita, joilla on erityisiä arvoja, esim. ne ovat retkikohteita, että ne ovat erittäin herkkiä tai että ne ovat merkittäviä matkailun ja virkistyskannalta. Valitut kohteet ovat Kluntarna (1), Småskär (2), Brändöskär (3), Likskär (4), Hästholmen (5), Frevisören (6), Seskarö (7), Selkä-Sarvi (8), Sandskärin kappeli (9), Sandskärin satama (10), Malörenin luotsin talo (11) ja Malörenin majakanvartijan talo (12), ks. Kuva 10-3. Valokuvamontaaseja on tuotettu yhteensä 21 valokuvauspisteestä, loput kuvatut pisteet on esitelty Kuva 10-3.

Noin puolet 12:sta valokuvamosaiikista on visualisoitu sekä kesä- että talviolosuhteissa.



Kuva 10-3 Kartta valokuvamontageista otettujen valokuvien sijaintipaikoista (liite D4).

### Estevalistuksen animaatiot

Kansainvälisten määräysten mukaan korkeat rakennukset, kuten tuulivoimalat, on varustettava niin sanotuilla lentoestevaloilla lentoliikenteen varoittamiseksi. Tuulipuiston visuaalisten vaikutusten arvioimiseksi pimeinä vuorokauden aikoina on tuotettu animaatio, ks. liite D5. Animaatiot on tuotettu lähi- ja keskialueilla kirkkaiden sääolosuhteiden aikana, jolloin estevalot ovat parhaiten näkyvissä. Animaatioihin valitut paikat ovat Malörenin luotsi, Sandskärin satama, Frevisören, Likskär ja Småskär.

### 10.1.2 Arviointi

Arvioinnit perustuvat yleensä edellä kuvattuihin erilaisiin vyöhykkeisiin käyttäen valokuvamontageihin valittuja valokuvauspaikkoja. Arvioinneissa otetaan myös huomioon, että näkyvyys on noin kolmenkymmenen prosentin ajan vuodesta niin huono, ettei tuulipuisto näy yli 25 kilometrin etäisyydeltä.

Visuaalista vaikutusta voidaan yleensä kuvata sen perusteella, kuinka kaukana katsoja on tuulipuistosta, mikä riippuu ympäröivistä olosuhteista. Tämä tarkoittaa, että vaikutus yleensä vähenee etäisyyden kasvaessa, mikä tarkoittaa, että visuaalinen vaikutus on lähes olematon mantereelta, mutta tuntuva läheisiltä saarilta.

Polargrundin läheisyydessä on muutamia saaria, joista Malören ja Sandskär ovat lähimpänä, noin 10 km:n päässä hankealueesta. Lyhyen etäisyyden vuoksi Malörenin ja Sandskärin visuaalinen vaikutus on konkreettinen, ja saarilta katsottuna lähinnä etelärannalta avautuvat näkymät muuttavat maiseman luonnetta.

Yksi syy saarten konkreettiseen visuaaliseen vaikutukseen on niiden paljas luonne, mikä tarkoittaa, että laajemman kasvillisuuden muodostama luonnollinen näkösuoja on rajallinen.

Välivyöhykkeen ulomman saaristomaiseman sisällä vaikutukset arvioidaan yleensä kohtalaisiksi karuilla saarilla ja pieniksi tai kohtalaisiksi saarilla, joilla on enemmän kasvillisuutta. Suurin osa saarista on osittain kasvillisia, mikä mahdollistaa näkymät Polargrundin suuntaan vain saarten etelä- tai itäosien uloimmilta rantaviivoilta.

Välivyöhykkeen sisäisen saaristomaiseman ja rannikkokaistaleen maisemaa rajoittavat osittain kauempana olevat metsäiset saaret ja se, että etäisyys on kasvanut 35-50 kilometriin. Niissä paikoissa, joissa horisontti on muiden saarten ja kasvillisuuden peittämä, vaikutukset arvioidaan vähäisiksi, kun taas niissä paikoissa, joista on esteetön näkymä merelle, vaikutukset ovat enimmäkseen kohtalaisia.

Syrjäiseltä alueelta tuulipuisto näkyisi erittäin harvoin, mikä johtuu osittain pitkästä etäisyydestä ja osittain maiseman topografiasta. Sen vuoksi vaikutukset syrjäisellä vyöhykkeellä arvioidaan vähäisiksi.

## 10.2 Ympäristölaatumormit

Ympäristölaatumormit ovat oikeudellinen väline, jota käytetään esimerkiksi lupien arvioinnissa, valvonnassa ja aluesuunnittelussa. Tässä jaksossa kuvataan Polargrundin yhteensopivuutta veden ympäristölaatumormien kanssa.

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivissä (vesipolitiikan puitedirektiivi) määritellään, mitä EU:n jäsenvaltioiden on vähintään saavutettava veden laadun ja saatavuuden osalta. Vesipolitiikan puitedirektiivi on pantu täytäntöön Ruotsin lainsäädännössä ympäristölain 5 luvulla ja vesitalousasetuksella (2004:660). Säännökset koskevat pohja- ja pintavesiä (järvet, vesistöt) sekä rannikko- ja merivesiä. Ympäristölaatumormeja käytetään oikeudellisena välineenä ympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi tai ylläpitämiseksi. Ympäristölaatumormeissa kuvataan tila, joka vesimuodostuman on saavutettava ja milloin se on saavutettava. Lupaharkinnassa toiminta ei saa heikentää vesimuodostuman tilaa niin sanotun heikentämiskiellon mukaisesti, ympäristölain 5 luvun 4 §.

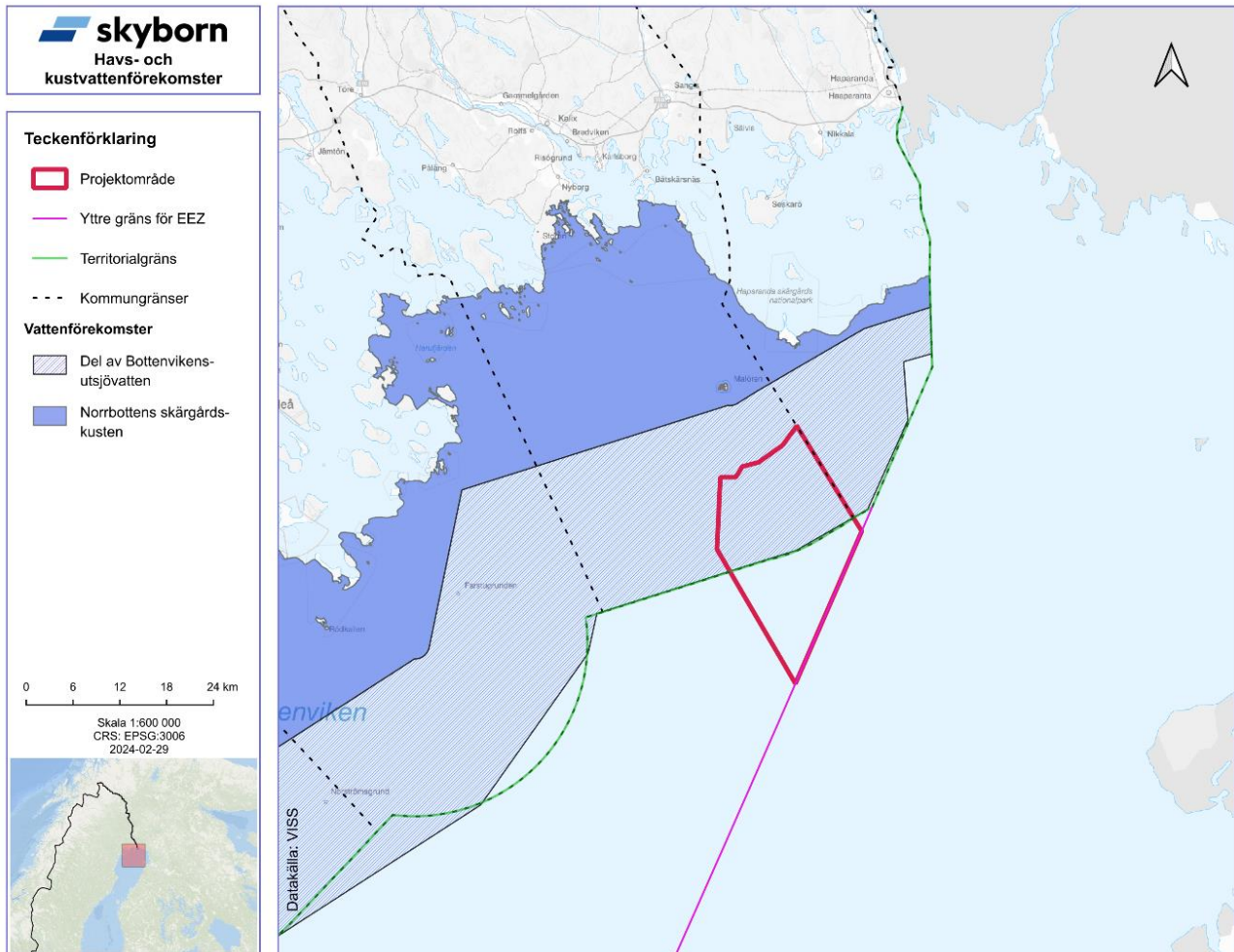
Meristrategiapuitedirektiivi (2008/56/EY) on meriympäristöä koskeva kehys, jonka tavoitteena on saavuttaa EU:n merialueiden kestävä käyttö säilyttäen samalla biologinen monimuotoisuus sekä ekosysteemien terveellisyys ja saastumattomuus. Meripolitiikan puitedirektiivin hoitoalueet ulottuvat rantaviivasta talousvyöhykkeen ulkorajaan. Meristrategiapuitedirektiivi on pantu täytäntöön Ruotsin lainsäädännössä meriympäristöasetuksella (2010:1341) ja Ruotsin meri- ja vesihallintoviraston asetuksella (HVMFS 2012:18). Ympäristön tilan arviointi perustuu nykyisin kolmenlaisiin arviointialueisiin: merialueet, rannikkovesityypit ja avomerialueet.

Monivuotinen puitedirektiivi on osittain päällekkäinen vesipolitiikan puitedirektiivin kanssa yhden meripeninkulman etäisyydellä rantavyöhykkeestä niin sanottujen rannikkovesityyppien osalta.

### 10.2.1 Vesistöt

Rannikko- ja avomerialueiden ympäristölaatumormit ovat merkityksellisiä Polargrundin arvioinnin kannalta.

Hankealueen osa-alue A sijaitsee vesimuodostumassa "Osa Bothnianlahden edustan vesistä" (WA80550971). Vesimuodostuma Norrbottenin saariston rannikkovedet (SE652400-223501) sijaitsee noin 6 km osa-alueesta A pohjoiseen ja noin 20 km osa-alueesta B pohjoiseen, ks. kohta "Norrbottenin saariston rannikkovedet". Kuva 10-4. Suunniteltu tuulipuisto ei vaikuta muihin vesistöihin.



Kuva 10-4 Hankealue ja vesimuodostumat "Osa Perämerenlahden edustan vesistä" (SE650320-220650) ja "Norrbottnen saariston rannikkovedet" (SE652400-223501).

*Osa Bothnian Bayn edustan vedestä* (WA80550971) on edustan vesimuodostuma, ja sen vuoksi sillä on ainoastaan kemialliseen tilaan liittyviä vaatimuksia. Vesimuodostuma ei saavuta hyvää kemiallista tilaa kaikkialla esiintyvien elohopean ja elohopeayhdisteiden sekä bromidifenyylieetterin (PBDE) vuoksi. Näitä kahta epäpuhtautta esiintyy kaloissa kohonneina pitoisuuksina lähes kaikissa Ruotsin pintavesissä, mikä on seurausta valtioiden rajat ylittävästä ilmakehän laskeumasta. Ilman näitä aineita vesimuodostuman tila on hyvä.

*Norrbottnen saariston rannikkovesien* (WA25246031) ekologinen tila on hyvä, mutta kemiallinen tila ei ole hyvä dioksiinien, elohopean ja PBDE-yhdisteiden kohonneiden pitoisuuksien vuoksi, joista jälkimmäisiä on kaikkialla liikaa kuten edellä mainitussa vesimuodostumassa. Vesimuodostumalle on asetettu ympäristölaatuunormi ja tavoite saavuttaa hyvä kemiallinen tila vuoteen 2027 mennessä.

Taulukko 10-1 Ympäristölaatu­normit, jotka koskevat osaa Perämerenlahden edustan vesistä (WA80550971) ja Norrbottenin saariston rannikkovesiä.

(WA25246031)

Vesistö	Luokitus		MKN	
	Ekologinen tila	Kemiallinen tila	Ekologinen tila	Kemiallinen tila
<b>Osa Perämerenlahden edustan vesistä (WA80550971)</b>	-	Ei saavutettu (Hyvä)	-	Hyvä
<b>Norrbottenin saariston rannikkovedet (WA25246031)</b>	Hyvä	Ei saavutettu	Hyvä	Hyvä (2027)

Suunnitellulla toiminnalla ei odoteta olevan sellaisia vaikutuksia, jotka estäisivät vesistöjen ympäristölaatu­normien saavuttamisen rakennus- tai toimintavaiheessa.

## 10.2.2 Merialueet

Ruotsissa merialueet ovat Pohjanmeri ja Itämeri. Hankealue sijaitsee Itämeren merialueella.

Meriympäristöasetuksessa on yksitoista kuvaajaa, jotka kuvaavat ympäristön tilaa, johon asetuksella pyritään. Kuvaajat ovat laadullisia, ja niihin liittyy mitattavia indikaattoreita, jotka on kuvattu asiakirjassa HVMFS 2012:18. Taulukko 10-2 kuvataan hankkeen kannalta merkitykselliset ympäristölaatu­normit ja vaikutustekijät sekä arvio siitä, onko hankkeella vaikutusta ympäristölaatu­normeihin.

Taulukko 10-2 Kuvaajat ja niihin liittyvät indikaattorit HVMFS 2012:18:ssa.

Kuvaaja	Ohjelman kuvaus	Hankkeen mahdolliset vaikutukset	Arviointi
<b>D1</b>	Biologinen monimuotoisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella</li> <li>- Sameus ja sedimentaatio</li> <li>- Epäpuhtaudet ja ravinteet</li> <li>- Vedenalainen melu</li> <li>- Fyysinen häiriö veden yläpuolella</li> <li>- Muiden kuin kotoperäisten lajien käyttöönotto</li> </ul>	Arvioinnit esitetään useissa luvun 9 jaksoissa. Merenpinnan alapuoliset fyysiset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. Sameus ja sedimentaatio ovat vähäisiä ja tilapäisiä. Vesistöön ei lisätä epäpuhtauksia tai ravinteita. Vedenalaista melua esiintyy pääasiassa rakentamisen aikana. <sup>3</sup> Kaloihin kohdistuvan vaikutuksen (UWN) arvioidaan olevan kohtalainen rakentamisen/käytöstäpoiston aikana ja vähäinen toiminnan aikana. Vaikutukset merinisäkkäisiin (UWN) on arvioitu vähäisiksi rakentamisen, toiminnan ja käytöstä poistamisen aikana. Muuttolintujen osalta kokonaisvaikutus arvioidaan vähäiseksi toimintavaiheessa.
<b>D2</b>	Vieraslajit	- Vieraslajien käyttöönotto	Arviointi esitetään kohdassa 11.4 (haitallisten vieraslajien riski). Vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen, koska vieraslajien kulkeutumisen riski on vähäinen.
<b>D4</b>	Meren ravintoverkot	- Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Arvioinnit esitetään useissa luvun 9 jaksoissa. Merenpinnan alapuoliset fyysiset vaikutukset

<sup>3</sup> UNW- vedenalainen melu

Kuvaaja	Ohjelman kuvaus	Hankkeen mahdolliset vaikutukset	Arviointi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sameus ja sedimentaatio</li> <li>- Epäpuhtaudet ja ravinteet</li> <li>- Vedenalainen melu</li> <li>- Fyysinen häiriö merenpinnan yläpuolella</li> </ul>	<p>arvioidaan vähäisiksi rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. Sameus ja sedimentaatio ovat vähäisiä ja tilapäisiä. Vesialueelle ei lisätä epäpuhtauksia tai ravinteita. Vedenalaista melua esiintyy pääasiassa rakentamisen aikana. Kaloihin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä rakentamisen/käytöstäpoiston aikana ja merkityksettömiä toiminnan aikana. Vaikutukset merinisäkkäisiin (UWN) on arvioitu vähäisiksi rakentamisen, toiminnan ja käytöstäpoiston aikana. Vaikutukset muuttolintujen osalta arvioidaan kokonaisuutena vähäisiksi toimintavaiheessa.</p>
<b>D6</b>	Merenpohjan koskemattomuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella</li> <li>- Sameus ja sedimentaatio</li> <li>- Epäpuhtaudet ja ravinteet</li> </ul>	<p>Arvioinnit esitetään pääasiassa kohdassa 9.1 (pohjaeläinympäristö). Merenpinnan alapuolella olevat fyysiset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi rakentamisen, toiminnan ja käytöstäpoiston aikana. Sameus ja sedimentaatio ovat vähäisiä ja tilapäisiä. Vesialueelle ei lisätä epäpuhtauksia tai ravinteita. Kokonaisvaikutus arvioidaan vähäiseksi.</p>
<b>D7</b>	Hydrografisten olosuhteiden pysyvät muutokset	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella</li> <li>- Kuuman veden poisto ja retentaatti</li> </ul>	<p>Arvioinnit esitetään pääasiassa kohdissa 9.1 (pohjaeläimistö), 9.2 (kalat) ja 9.12 (ympäristön seuranta-asetat). Kuumavesipäästöjen ja retentaatin mallintaminen esitetään lisäyksessä D9. Koska lähtevä vesi laimenee nopeasti, vaikutus on paikallinen ja ympäristövaikutukset katsotaan vähäisiksi.</p>
<b>D11</b>	Vedenalainen melu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vedenalainen melu</li> </ul>	<p>Arvioinnit esitetään pääasiassa kohdissa 9.2 (kalat) ja 9.3 (merinisäkkäät). Vedenalaisen melun osalta kaloihin kohdistuvan vaikutuksen on arvioitu olevan vähäinen rakentamisen ja käytöstä poistamisen aikana ja merkityksettömän pieni toiminnan aikana. Vaikutukset merinisäkkäisiin on arvioitu vähäisiksi rakentamisen, toiminnan ja käytöstä poistamisen aikana.</p>

#### 10.2.2.1 Ympäristölaatumormit

Ympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi meriympäristölle on vahvistettu yksitoista ympäristölaatumormia. HVMFS 2012:18:n liite 3 sisältää nämä meriympäristön ympäristölaatumormit. Taulukko 10-3 kuvataan hankkeen kannalta merkitykselliset ympäristölaatumormit ja vaikutustekijät sekä arvio siitä, onko hankkeella vaikutusta ympäristölaatumormeihin.



Taulukko 10-3 Asiaankuuluvat ympäristölaatu normit HVMFS 2012:18:n liitteestä 3 ja vaikutustekijät sekä tuulipuiston rakentamisen vaikutusten arviointi.

MKN	Ohjelman kuvaus	Vaikuttava tekijä	Arviointi
C1	<b>Biologiset häiriöt - vieraslajit</b>	- Vieraslajien kulkeutumiseriski	Arviointi esitetään kohdassa 11.4 (haitallisten vieraslajien riski). Vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen, koska vieraslajien kulkeutumisen riski on vähäinen.
C4	<b>Biologiset häiriöt - ravintoverkot</b> Kalayhteisön runsauden, lajikoostumuksen ja kokojakauman on mahdollistettava ravintoverkon tärkeiden toimintojen säilyminen.	- Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella - Sameus ja sedimentaatio - Epäpuhtaudet ja ravinteet - Vedenalainen melu	Arviointi esitetään kohdassa 9.2 (kalat). Vedenalaisen melun perusteella kaloihin kohdistuvan vaikutuksen on arvioitu olevan vähäinen rakentamisen ja käytöstäpoiston aikana ja merkityksettömän pienen toiminnan aikana.
D1	<b>Fyysinen häiriö - merenpohjan alue, johon ei ole kohdistunut vaikutuksia.</b> Ihmistoiminnan vaikutukset merenpohjan pinta-alan on oltava riittävä merenpohjan rakenteen ja toiminnan säilyttämiseksi kunkin luontotyyppin osalta.	- Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella	Arvioinnit esitetään pääasiassa kohdassa 9.1 (pohjaeläimistö ja -kasvisto). Pohjaeläinympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä rakentamisen, toiminnan ja käytöstäpoiston aikana.
E2	<b>Roskat ja melu - meriympäristö, jossa ei ole roskia</b> Ihmisten toiminta ei saa aiheuttaa haitallista impulssimaista melua merinisäkkäiden vaikutusalueella aikana, jolloin eläimet ovat herkkiä häiriöille.	- Vedenalainen melu	Arvioinnit esitetään pääasiassa kohdissa 9.2 (kalat) ja 9.3 (merinisäkkäät). Kaloihin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä rakentamisen ja käytöstäpoiston aikana ja merkityksettömiä toiminnan aikana. Vaikutukset merinisäkkäisiin on arvioitu vähäisiksi rakentamisen, toiminnan ja käytöstäpoiston aikana.

## 10.2.3 Yleisarviointi

### 10.2.3.1 Vesistöt

Suunnitellulla toiminnalla ei odoteta olevan sellaisia vaikutuksia, jotka estäisivät vesistöjen ympäristölaatu normien saavuttamisen rakennus- tai toimintavaiheessa.

### 10.2.3.2 Merialueet

Paineita, joilla on tällä hetkellä suurin kielteinen vaikutus Ruotsin merialueilla, pidetään ravinteiden ja epäpuhtauksien kulkeutumisena, merenpohjan fyysisenä häirintänä ja kalastuksena. (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Suunniteltuihin rakennustöihin ja toimintaan ei liity merkittävää ravinteiden tai saasteiden tuomista. Fyysiset vaikutukset merenpohjaan ovat suurelta osin tilapäisiä (kaapelit haudataan ja

merenpohjan olosuhteet luodaan uudelleen) ja muutoin niin vähäisiä (perustukset yms. vievät vain pienen osan merenpohjasta), että merkittäviä vaikutuksia ei synny.

Kaiken kaikkiaan toiminnan ei katsota vaarantavan tai estävän meriympäristön ympäristölaatu normien saavuttamista.

## 10.3 Valtakunnallisesti merkittävät alueet

Valtakunnallisesti merkittävät alueet ovat maantieteellisesti rajattuja alueita tai kohteita, jotka sisältävät tunnistettuja kansallisesti merkittäviä arvoja. Ympäristösäännösten mukaan valtakunnallisesti merkittävät alueet on suojeltava toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vahingoittaa nimettyjä arvoja.

Ympäristösäännösten 3 luvussa nimetään valtakunnallisesti merkittävät alueet, joilla on useita elintärkeitä yleisiä etuja. Tämä koskee alueita, jotka ovat erityisen arvokkaita luonnonsuojelun, kulttuuriympäristön suojelun tai ulkoilun kannalta, sekä alueita, joilla on arvokkaita materiaaleja tai jotka soveltuvat erityisen hyvin energiantuotantoon, vesihuoltoon tai muihin tarkoituksiin, kuten kaupalliseen kalastukseen ja merenkulkuun.

Ympäristösäännösten 4 luvussa mainitaan joukko merkittäviä rannikko-, saaristo- ja vuoristoalueita sekä jokia, joilla on niin suuria luonnon- ja kulttuuriarvoja, että ne ovat kokonaisuudessaan valtakunnallisesti merkittäviä. Näitä alueita ei saa hyödyntää niin, että nämä arvot kärsivät merkittävästi. Säännökset eivät kuitenkaan estä kaupunkikeskusten ja paikallisten yritysten kehittämistä, jos muita sopivia vaihtoehtoja ei ole.

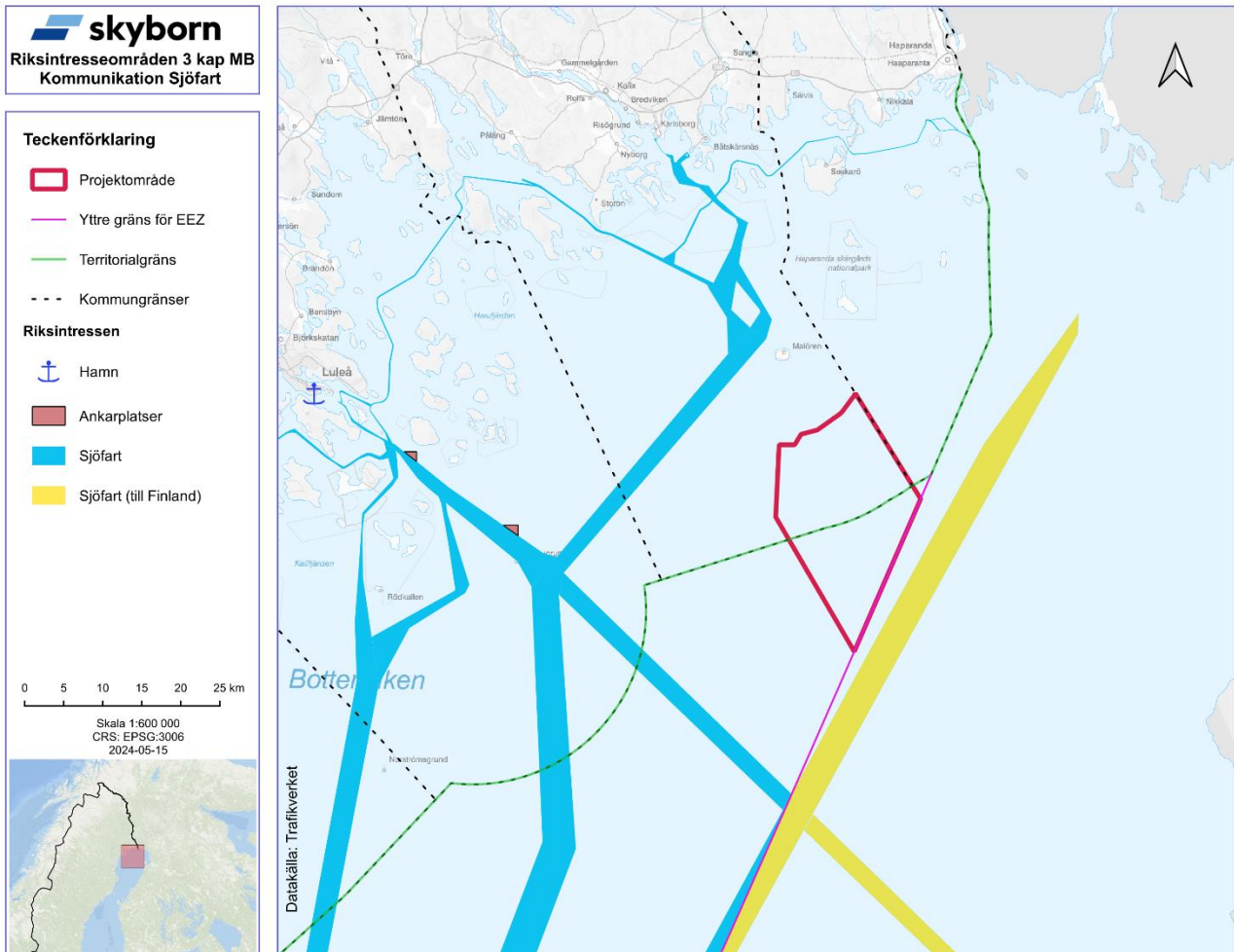
Hankealue ei ole päällekkäinen minkään avoimesti ilmoitetun valtakunnallisen edun kannalta merkittävän alueen kanssa, ja se on kaukana valtakunnallisen edun kannalta merkittävistä alueista, lukuun ottamatta merenkulun ja kulttuuriperinnön kannalta merkittäviä alueita. Seuraavassa jaksossa tarkastellaan asiaa koskevia valtakunnallisesti merkittäviä alueita MB:n 3 luvun mukaisesti. Koska 4 luvun mukaisesti nimetyt kansalliset etunäkökohdat sijaitsevat lähempänä rannikkoa ja turvallisen etäisyyden päässä hankealueesta, näitä valtakunnallisesti merkittäviä alueita ei käsitellä tarkemmin.

### 10.3.1 Valtakunnallisesti merkittävä alue kommunikaatiolle

Kommunikaation kansallinen etu on nimetty varmistamaan liikennejärjestelmän tärkeät toiminnot, mukaan lukien lentoasemat, rautatiet, satamat, merenkulku ja tiet. Kommunikaatiolle erityisen hyvin soveltuvien maa- ja vesialueiden on 3 luvun 8 §:n MB mukaan oltava viestintälaitteistoille erityisen hyvin soveltuvat maa- ja vesialueet on mahdollisuuksien mukaan suojattava toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa tällaisten laitteistojen perustamista tai käyttöä. Polargrundin osalta on merkityksellistä ottaa huomioon valtakunnallisesti merkittävä alue, joka liittyy operaatioalueella tai sen läheisyydessä tapahtuvaan viestiliikenteeseen, eli laivaväylät ja satamat sekä viestintäilmailu, 10.3.1 kohta. (Trafikverket, 2024).

#### 10.3.1.1 Valtakunnallisesti merkittävä alue meriliikenteelle

Hankealue ei ole päällekkäinen väyliin liittyvien kansallisten etua koskevien väylien kanssa, ks. Kuva 10-5. Alueen läheisyydessä kulkee kuitenkin kolme väylää, jotka on nimetty valtakunnallisesti merkittäviksi alueiksi merenkulun puolesta. Lähin väylä, *Farleden Nordvalen - Kemi* (nro 72), sijaitsee hieman yli 1 km itään Suomen vesillä. Noin 10 km hankealueesta luoteeseen sijaitsee *Nordvalen - Farstugrunden/Malören* -väylä (nro 70). *Farstugrundenin - Raahen* väylä sijaitsee noin 19 km lounaaseen alueesta.



Kuva 10-5. Hankealue suhteessa valtakunnallisesti merkittävään meriliikenteen (Ruotsin liikennevirasto 2024).

Väylien lisäksi myös satamat voidaan nimetä valtakunnallisesti merkittäviksi merenkulun puolesta, jos niitä pidetään strategisesti tärkeinä sekä kansallisen että kansainvälisen merenkulun kannalta. Hankealuetta lähin satama, joka on nimetty valtakunnallisesti merkittäväksi, on *Luulajan satama*. Satamalla on tärkeä tehtävä sekä yleissatamana että TEN-T-satamana (EU:n aloite unionin liikennejärjestelmän turvaamiseksi ja yhdistämiseksi).

### Arviointi

Hankealue ei ole päällekkäinen minkään merenkulun kannalta valtakunnallisesti merkittävän alueen kanssa.

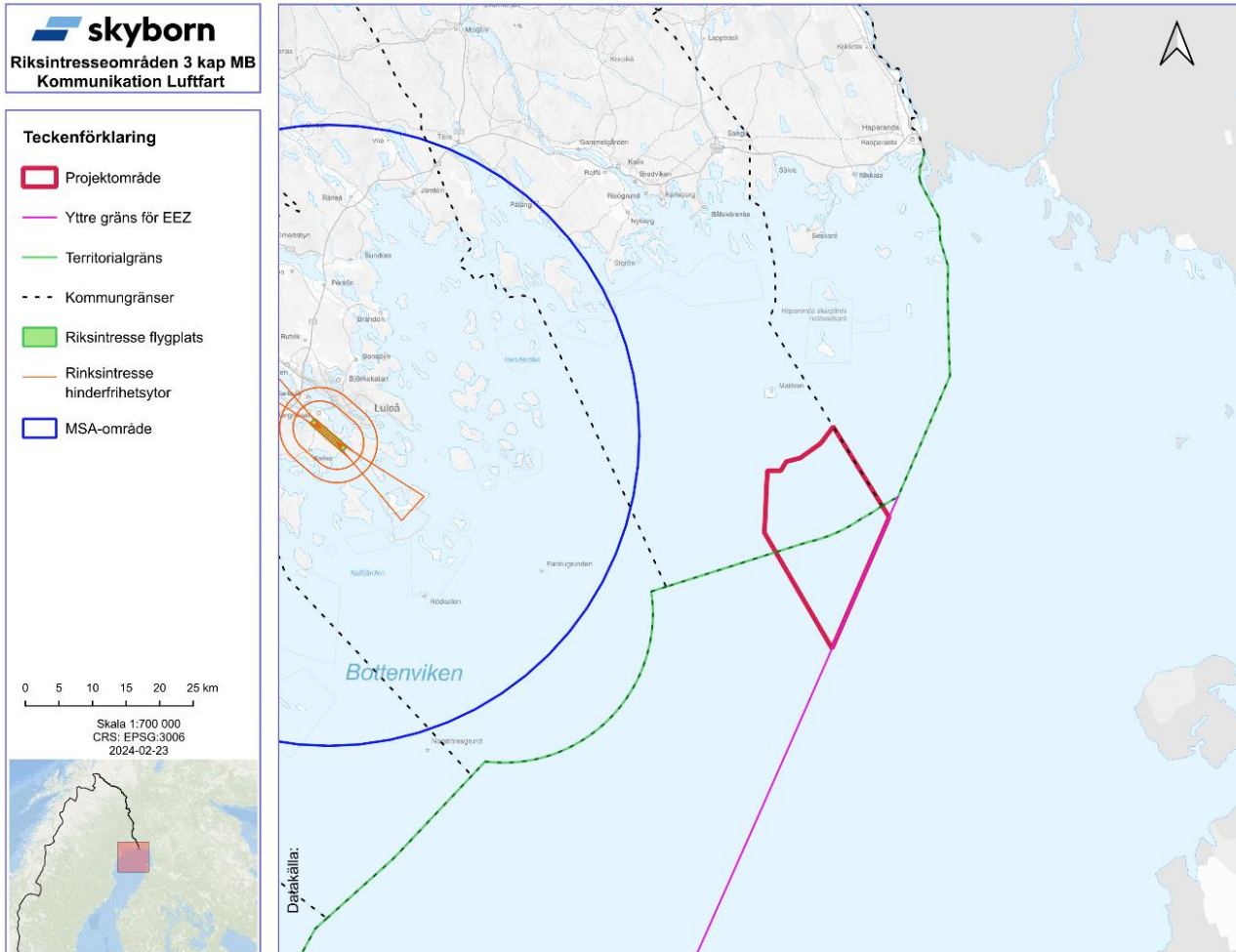
Valtakunnallisesti merkittävä *Nordvalenin ja Kemin välinen* laivaväylä kasvaa hieman, kun nykyisin puistoalueen läpi kulkevat alukset joutuvat kiertämään puiston. Väylä sijaitsee Suomen vesillä hankealueen itäpuolella, ja siksi sitä kuvataan tarkemmin rajat ylittäviä vaikutuksia käsittelevässä luvussa 12. Merenkulkuun kohdistuvista vaikutuksista ja riskeistä ks. kohdat 9.7 ja 11.1. Tuulivoimapuiston ei katsota merkittävästi haittaavan tai vahingoittavan Ruotsin vesillä sijaitsevia väyliä koskevia vaatimuksia.

Toiminta ei vaikuta suoraan *Luulajan satamaan*, koska hankealue sijaitsee kaukana merestä, mutta se voi vaikuttaa välillisesti, jos liikenne lisääntyy tilapäisesti esimerkiksi rakennusvaiheen aikana.

Kaiken kaikkiaan on arvioitu, että tuulipuiston rakentaminen, toiminta tai käytöstä poistaminen ei merkittävästi heikennä valtakunnallisesti tärkeiden alueiden arvoja.

### 10.3.1.2 Valtakunnallisesti merkittävä alue lentoliikenteelle

Polargrundin läheisyydessä on MSA-alue, joka on nimetty valtakunnallisesti merkittäväksi lentoliikennealueeksi, ks. Kuva 10-6. Alue liittyy Luulajan lentoasemaan ja sen MSA-alueeseen, joka sijaitsee noin 10 km hankealueesta länteen. (Trafikverket, 2024).



Kuva 10-6. Hankealue suhteessa valtakunnallisesti merkittävän lentoliikenteen alueita.

### Arviointi

Lentoliikenteeseen kohdistuvien vaikutusten tutkimiseksi Ruotsin siviili-ilmailuhallinto (LFV) on laatinut ilma-alusten esteanalyysin, jonka avulla arvioidaan vaikutuksia lentoliikenteeseen. LFV on arvioinut, että tuulipuisto ei vaikuta CNS-laitteisiin (viestintä, navigointimajakat, tutka-asemat). LFV:n lentoesteanalyysissä todetaan kuitenkin, että Luulaja Kallaxin lentoasemalla on TAA (terminaalin saapumiskorkeus) johon kohdistuu vaikutus. Lisäksi Luulaja Kallaxin lentoaseman RNP (Required Navigation Performance) vaikuttaa myös RNP:hen (Required Navigation Performance). Skyborn on käynyt vuoropuhelua Luulaja Kallaxin lentoaseman kanssa, joka on tehnyt analyysin siitä, miten edellä mainittuihin TAA:han ja RNP:hen vaikutetaan. Alustavien / suullisten tietojen mukaan tuulipuisto ei vaikuta siviililiikenteeseen. Sotilasilmailutoiminnan osalta F21:ssä on meneillään nykyisen hankealueen analyysi, ja sitä koskeva arvio esitetään Ruotsin puolustusvoimien yhteisessä lausunnossa. Lausunto sisältää myös kirjallisen vastauksen siviililentotoimintaa koskevasta osuudesta, koska Ruotsin puolustusvoimat on Luulajan/Kallaxin lentoaseman ylläpitäjä.

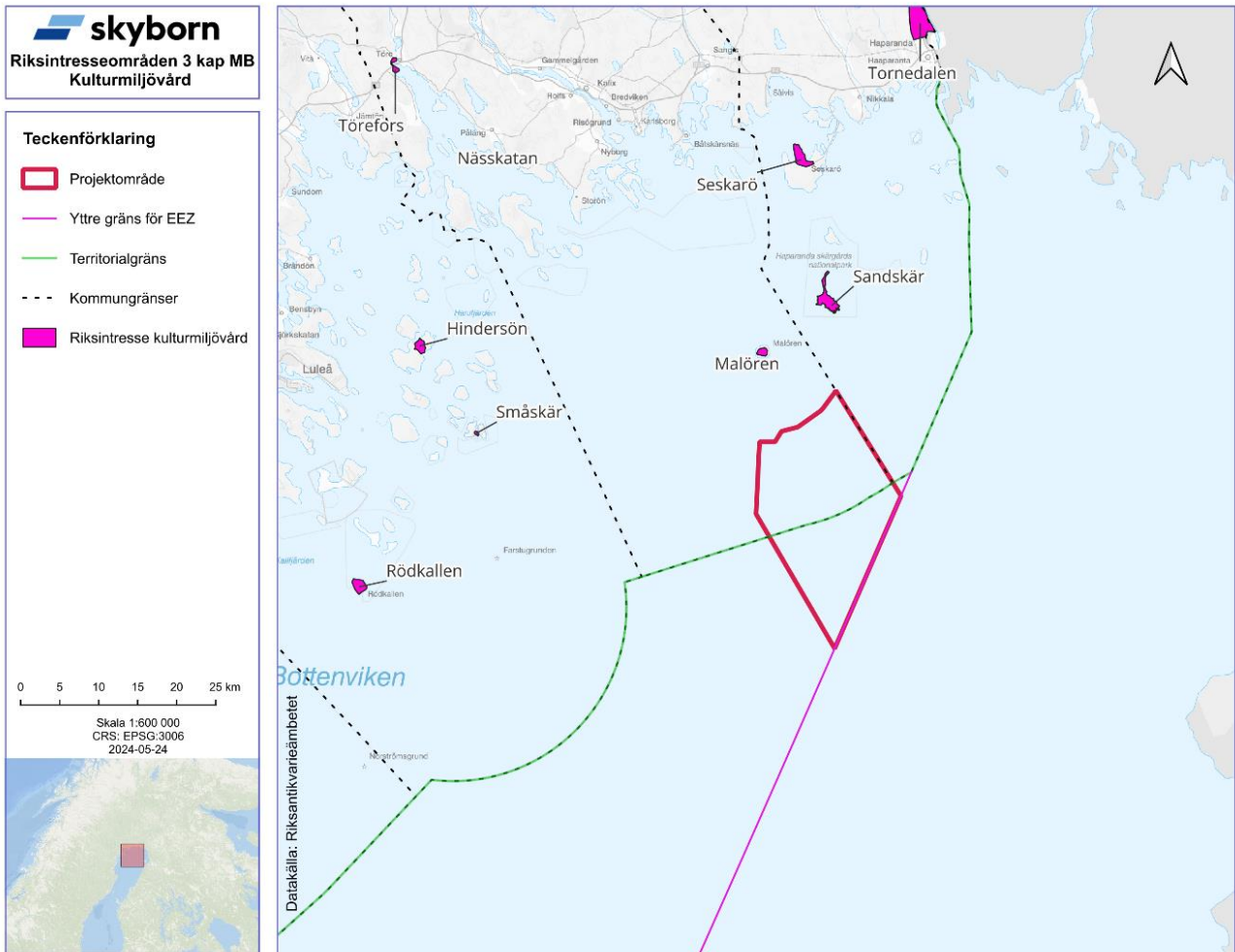
Kaiken kaikkiaan tuulipuiston rakentamisen, toiminnan tai käytöstä poistamisen ei katsota merkittävästi haittaavan siviili-ilmailun mukaista tarkoitusta.

### 10.3.2 Valtakunnallisesti merkittävät alueet kulttuuriperinnölle

Alueet, jotka kuvaavat erityisen selvästi kulttuurihistoriallisia yhteyksiä maisemassa, voidaan nimetä kulttuuriympäristön suojelun kansallisiksi kohteiksi. Kulttuuriperinnön suojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat alueet on mahdollisuuksien mukaan suojattava sellaisilta toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vahingoittaa kulttuuriympäristöä. Kulttuuriympäristön kannalta arvokkaat valtakunnalliset kohteet hankealueen läheisyydessä on esitetty Taulukko 10-4 ja Kuva 10-7.

Taulukko 10-4 Hankealueen etäisyys kulttuuriperinnön suojelemiseksi nimetyistä kansallisista kohteista.

<b>Valtakunnallisesti merkittävä kulttuuriympäristö</b>	<b>Etäisyys</b>
<b>Malören</b>	Noin 10 km
<b>Sandskär</b>	Noin 10 km
<b>Småskär</b>	Noin 36 km
<b>Seskarö</b>	Noin 29 km
<b>Hindsön</b>	Noin 44 km
<b>Nässkatan</b>	Noin 49 km
<b>Rödkallen</b>	Noin 51 km



Kuva 10-7 Kartta Ruotsin ympäristönsuojelulain 3 luvun mukaisista kulttuuriperinnön suojeluun liittyvistä valtakunnallisista kohteista hankealueen läheisyydessä.

*Malören* on saari, joka on nimetty kulttuuriperinnön säilyttämisen kannalta valtakunnallisesti arvokkaaksi alueeksi ja joka sijaitsee Kalixin kunnassa. Strategisen sijaintinsa vuoksi saari on ollut kalastajien käytössä, ja 1700-luvulta on vanhoja kartanoluetteloita, joissa mainitaan *Malörenin* kalastajamökki (Riksantikvarieämbetet, 1992). Saarella vihittiin kappeli vuonna 1770, ja kappelista, jolle oli ominaista kahdeksankulmainen muotoilu, tuli tehokas merenkulkijoiden opaste. Kesällä 1851 rakennettiin puinen majakkatorni, joka verhoiltiin vyöruusulla ja värjättiin punaiseksi. Vuonna 1891 *Malörenille* rakennettiin uusi majakka, mutta vanha majakkatornia käytettiin edelleen merenkulun merkinä, kunnes se varustettiin AGA-valoilla vuonna 1910 ja palautettiin käyttöön. Majakka on edelleen käytössä. *Malörenilla* on nykyään yhteensä 14 kalastusmajaa, joissa on kalavajoja, kappeli, Ruotsin merenkululaitoksen konehuone, merivoimien vanha majakkahenkilökunnan asuintalo ja tiilinen jääkellari.

*Sandskär* on toinen saari, joka on nimetty kulttuuriperinnön säilyttämisen kannalta valtakunnallisesti merkittäväksi ja joka sijaitsee Haaparannan kunnassa. *Sandskärille* perustettiin kalastajakylä jo myöhäiskeskiajalla (Riksantikvarieämbetet, 2008). 1700-luvun puolivälissä saari sai ensimmäisen kappelinsa. Nykyinen kappeli, joka alun perin toimi Tornion Björkön kirkon kronomakasiinina, siirrettiin nykyiselle paikalleen vuosisadan vaihteessa 1700/1800. *Sandskärillä* kappelia käytettiin talvella veneiden varastona.

*Småskär* on Luulajan kunnassa sijaitseva saari, joka on nimetty kansallisesti arvokkaaksi alueeksi kalastajakylän ja kirkkoympäristönsä vuoksi (Riksantikvarieämbetet, 1999). Småskärin kappeli on noin vuonna 1720 kaupungin porvariston rakennuttama suorakaiteen muotoinen hirsirakennus, joka on luonteeltaan maallinen.

*Seskarön* saarella on kulttuuriperinnön säilyttämisen kannalta valtakunnallisesti arvokas alue, joka on nimetty sahaympäristön ja kirkon vuoksi (Riksantikvarieämbetet, 2004). Valtakunnallinen kiinnostavuus ilmenee siitä, että alueella on vanhemman sahatoiminnan perustuksia ja työläisten asuntoja, laituripaikkoja ja kehräämölaitureita. Nykyään saaren asutus koostuu sekoittuneista asuinrakennuksista, joissa on hyvin säilyneitä 1900-luvun alun asuinrakennuksia, ja satamassa on kalastukseen liittyviä rakennuksia. Yhdyskunnan rakennukset heijastavat suomalaisten vaikutusta alueen kulttuuriin.

*Hindersön* on saari, joka on kokonaisuudessaan nimetty kansallisesti arvokkaaksi kulttuuriympäristöksi Luulajan kunnassa. Saari on nimetty rannikko- ja saaristoympäristön, saaristokylän, kalastajakylän ja kalatilojen vuoksi. Saaristokylä sijaitsee kolmella maankohoamisen seurauksena yhteen kasvaneella saarella, jossa elinkeinot koostuvat pienimuotoisesta maataloudesta ja kalastuksesta. Saarella on jäänteitä rautamalmin louhinnasta 1800-luvun lopulta (Riksantikvarieämbetet, 2011).

*Nässkatan* on nimetty kansallisesti arvokkaaksi alueeksi, koska se on kalastajakylä, jolla on pitkä jatkumo. Paikka on ollut käytössä 1700-luvulta lähtien, ja se on yksi parhaiten säilyneistä pienistä kalasatamista Perämeren rannikolla. Paikalla, jossa oli alun perin vakituista asutusta, on edelleen ammattikalastajien käytössä. Kansallinen kiinnostavuus ilmenee kalastajakylän rakenteesta, jossa on noin kymmenen yksinkertaista, punaiseksi maalattua pientä kalastajamökkiä ja vajaa, jotka muodostavat yhtenäisen ryhmän kumpareella. Myös suuri hiivaviljelmä (30x30 m) ja eteläpuolella kalliorinteessä olevat keittopuita varten rakennetut tulisijat ovat osoitus kansallisesta kiinnostuksesta.

*Rödkaullen* on nimetty kansallisesti arvokkaaksi alueeksi sillä perusteella, että saari on Luulajan saariston etuvartio Suomeen päin. Saari sijaitsee Luulajan ja Piteån laivaväylien välissä. Kansallista kiinnostavuutta **ilmentävät** ensimmäisen kalastajakylän jäännökset kalaverkkojen kuivaamiseen tarkoitettujen hiivatilojen, talojen perustusten, kuoppien ja seitsemän labyrintin muodossa luoteiskärjessä. Matalat, punaiset luotsi- ja kalastajamökit 1800-luvun lopulta 1900-luvulle, jotka seisovat epäjärjestyksessä rivissä betonisen kävelytien varrella, ovat osa ilmaisua. Useimmat 1900-luvulta peräisin olevat venevajat ovat jäsentymättömiä ja vaihtelevat muodoltaan ja kooltaan. Vain yksi venevaja on perinteinen, Pohjanlahden puukehyksinen venevaja, jossa on kallistettu parvi. Puurakenteinen punavärinen kappeli vuodelta 1800 on toiminut merimerkinä, ja se on rakennettu saaren keskelle, etäälle mökkeihin nähden.

*Storebben ja Svarthällan* on nimetty kansallisesti arvokkaiksi sillä perusteella, että ne ovat kausittaisia kalastajakylä, joita on käytetty yhtäjaksoisesti esihistoriallisesta ajasta nykypäivään ja jotka kuvastavat kalastuksen suurta merkitystä maakunnassa. Talojen perustuksista ja labyrinteistä koostuvat muinaisjäännökset kuuluvat kansallisesti arvokkaiksi luokiteltuihin kohteisiin. Kansallisesti kiinnostaviin muinaisjäännöksiin kuuluu majakan kaari vuodelta 1825, 27 talon perustuksia, jotka on sijoitettu ryhmiin 17 metrin korkeudesta merenpinnan yläpuolelle ja 7 metrin korkeuteen merenpinnan yläpuolelle, 6 labyrinttia ja vedenkorkeusmerkki, jossa on vedenkorkeusasteet vuodelta 1750 alkaen. Saarilla on hyvin säilyneitä rakennuksia.

### 10.3.2.1 Arviointi

Ehdotettu tuulivoimapuisto ei sijaitse millään kulttuuriperinnön suojelun kannalta tärkeällä alueella, joten siihen ei kohdistu fyysisiä vaikutuksia. Viereisessä maisemassa on kuitenkin useita ympäristöjä, jotka ovat kulttuuriperinnön hoidon kannalta valtakunnallisesti merkittäviä. Kulttuuriperinnön hoidon valtakunnallisten intressien tarkoituksena on antaa laaja kuva yhteiskunnan historiasta maisemassa heijastuvana, alueellisia vaihteluita ja erityispiirteitä sisältävänä. Maantieteelliset rajat osoittavat, missä kansallisen edun arvot sijaitsevat, mutta niitä ei pitäisi pitää rajana, joka osoittaa, missä muutoksia voidaan tai ei voida tehdä.

Kulttuuriympäristöihin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi Tyréns on laatinut kulttuuriympäristöselvityksen, ks. liite D17. Tyréns käyttää arvioinneissaan arviointiasteikkoa, joka perustuu Ruotsin kulttuuriperintöhallituksen käsikirjaan. Arviointiasteikko on esitetty jäljempänä.

*Suuria kielteisiä seurauksia* syntyy, kun merkittäviä vaikutuksia kohdistuu kulttuuriympäristöihin, joilla on kansallisesti, alueellisesti tai paikallisesti suuria suojeluarvoja. Maiseman arvokkaiisiin ominaispiirteisiin kohdistuu erittäin kielteisiä vaikutuksia. Historialliset rakenteet, yhteydet ja toiminnot menetetään. Vaikutus tarkoittaa, että kehityksen ajallinen luettavuus heikkenee huomattavasti tai lakkaa kokonaan.

*Kohtalaiset kielteiset vaikutukset* ilmenevät, kun merkittävät kulttuuriarvot kärsivät edellä mainittua vähäisemmässä määrin. Maiseman arvokkaiisiin ominaispiirteisiin kohdistuu kielteisiä vaikutuksia. Historialliset rakenteet, yhteydet ja toiminnot heikkenevät ja muuttuvat epäselvemmiksi. Vaikutus tarkoittaa, että kehityksen luettavuus ajan myötä vaikeutuu.

*Vähäiset kielteiset vaikutukset* tarkoittavat sitä, että lisäys uhkaa heikentää osaa kyseisistä kulttuuriarvoista, mutta ei vaikuta kokonaisuuden luettavuuteen. Maiseman arvokkaiisiin ominaispiirteisiin kohdistuu vähäisiä vaikutuksia. Historialliset yhteydet, rakenteet ja toiminnot kärsivät, mutta ne voidaan havaita myös tulevaisuudessa. Kehityksen ajallinen luettavuus heikkenee jonkin verran, mutta on edelleen mahdollista.

*Ei kielteisiä vaikutuksia* tarkoittaa, että maiseman arvokkaiisiin ominaispiirteisiin ei odoteta kohdistuvan kielteisiä eikä myönteisiä vaikutuksia.

Suunniteltu tuulipuisto vaikuttaa visuaalisesti kansallisesti arvokkaiisiin alueisiin. Paikat, joihin voi kohdistua kohtalainen tai suuri visuaalinen vaikutus, ovat saaria, jotka ovat lähimpänä kansallisesti arvokasta aluetta. Tämä koskee lähinnä Malörenia ja Sandskärä, jotka sijaitsevat noin 10 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Tuulivoimapuiston katsotaan aiheuttavan kohtalaisia vaikutuksia Malörenin valtakunnallisesti merkittävään alueeseen saaren luonteen vuoksi, sillä kaikki nimetyt arvot ovat avomerelle päin ilman, että ne peittävät merkittäviä korkeuseroja tai metsää. Valtakunnallinen arvo on osoitettu osittain Malörenin avoimen sijainnin vuoksi. Tässä yhteydessä puistoa on mukautettu kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten vuoksi. Tutkimusalueen koillisosa on jätetty pois, jotta suurempi osa satamasta avautuvassa näkymässä olevasta merialueesta säilyisi edelleen avoimena. Myös Sandskärin valtakunnallisen arvon osalta on arvioitu, että tuulivoimapuistolla voi olla kohtalaisen kielteisiä vaikutuksia valtakunnalliseen intressiin, koska tuulivoimapuisto sijaitsee lähellä valtakunnallista intressialuetta.

Rödkallenin ja Nässkatanin valtakunnallisen merkittävyyden kannalta tärkeällä alueella ei katsota olevan kielteisiä tai vähäisiä kielteisiä vaikutuksia. Kalastajakylä ja kalastajakylän jäännökset on osoitettu Rödkallenin kansallisen edun kannalta tärkeäksi alueeksi. Tuulipuisto voi heikentää meren ja kalastajakylän välistä luettavuutta, koska yhteys mereen heikkenee visuaalisesti. Näköala Nässkatanilta avomerelle on rajallinen, joten tuulipuistosta näkyy vain pieni osa.

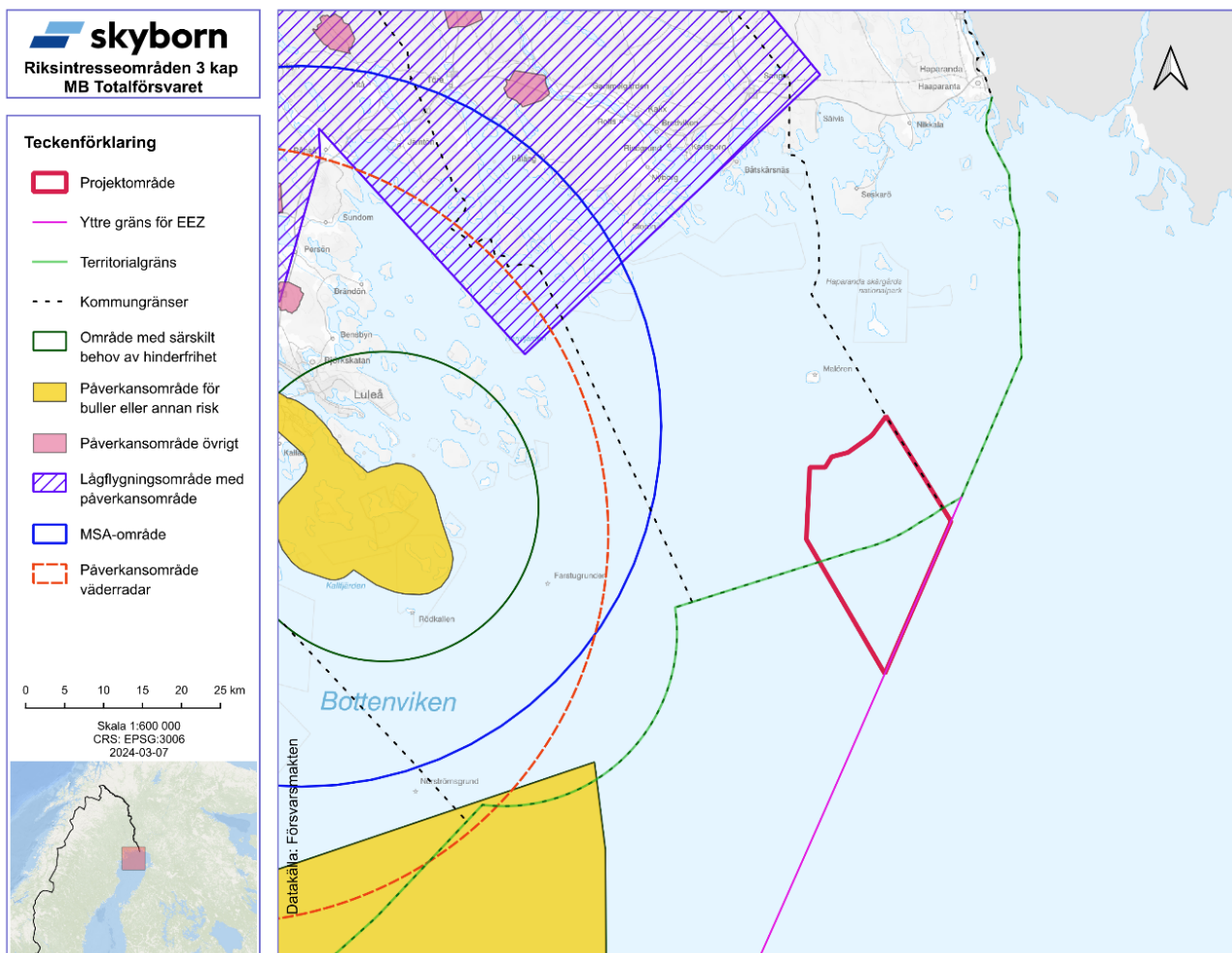


Arvion mukaan tuulipuistolla ei ole kielteisiä vaikutuksia Småskärin, Seskarön, Storebbenin/Svarthällanin ja Hindersönin valtakunnalliseen merkittävyyteen. Kasvillisuus peittää tuulipuiston Seskarön alueelta. Myös Storebben/Svarthällan jää tuulipuiston varjoon, koska kulttuuriperintöalueet sijaitsevat alempana, missä pinnanmuodostus peittää tuulipuiston. Lisäksi etäisyys on niin suuri, että mahdolliset visuaaliset vaikutukset ovat hyvin vähäisiä. Sama pätee Småskärin tai Hindersönin kansallisesti arvokkaaseen alueeseen, jonne tuulivoimapuiston ei myöskään pitäisi näkyä, mikä tarkoittaa, että kielteisiä vaikutuksia ei pitäisi olla.

### 10.3.3 Kokonaispuolustukseen liittyvät valtakunnallisesti merkittävät alueet

Kokonaispuolustuksen sotilaallisen osan valtakunnallisesti merkittävät alueet sisältävät sekä sellaisia kansallisia etuja, joista voidaan ilmoittaa avoimesti, että sellaisia kansallisia etuja, joista ei voida ilmoittaa avoimesti puolustussalaisuuden vuoksi. Ruotsin puolustusvoimien merkittäviin alueisiin kuuluvat ampuma- ja harjoitusalueet, lentokentät, merivoimien harjoitusalueet, tekniset järjestelmät ja laitokset. Alueet, jotka ovat 3 luvun 9§:n mukaisesti kansallisesti merkittäviä kokonaispuolustuksen sotilaallisen osan osalta ovat alueita, joilla katsotaan olevan kansallisesti tärkeitä arvoja ja ominaisuuksia Ruotsin suojelun kannalta.

Lähin tiedossa oleva alue, joka on nimetty kokonaispuolustusta varten, on Luulaja-Kallaxin lentoaseman MSA-alue (Minimum Safety Altitude) noin 10 km hankealueesta länteen. Ks. Kuva 10-8 toiminta-alueen läheisyydessä sijaitsevista tunnetuista maanpuolustuksellisesti merkittäviksi nimetyistä alueista.



Kuva 10-8. Hankealue suhteessa kokonaispuolustukseen arvokkaisiin alueisiin.

### 10.3.3.1 Arviointi

Kuulemisvaiheessa Ruotsin puolustusvoimat on arvioinut, että Polargrund tutkimusalueen laajuuden ja ehdotetun korkeuden vuoksi uhkaa aiheuttaa merkittävää haittaa kokonaispuolustuksen sotilaalliselle osalle, joka kuuluu salassapitovelvollisuuden piiriin julkisuuslain 15 luvun 2 §:n nojalla. Vahinkoa ei ole täsmennetty, koska vaarana olisi sellaisten tietojen paljastuminen, joiden paljastuminen voisi aiheuttaa vahinkoa maanpuolustukselle tai kansalliselle turvallisuudelle.

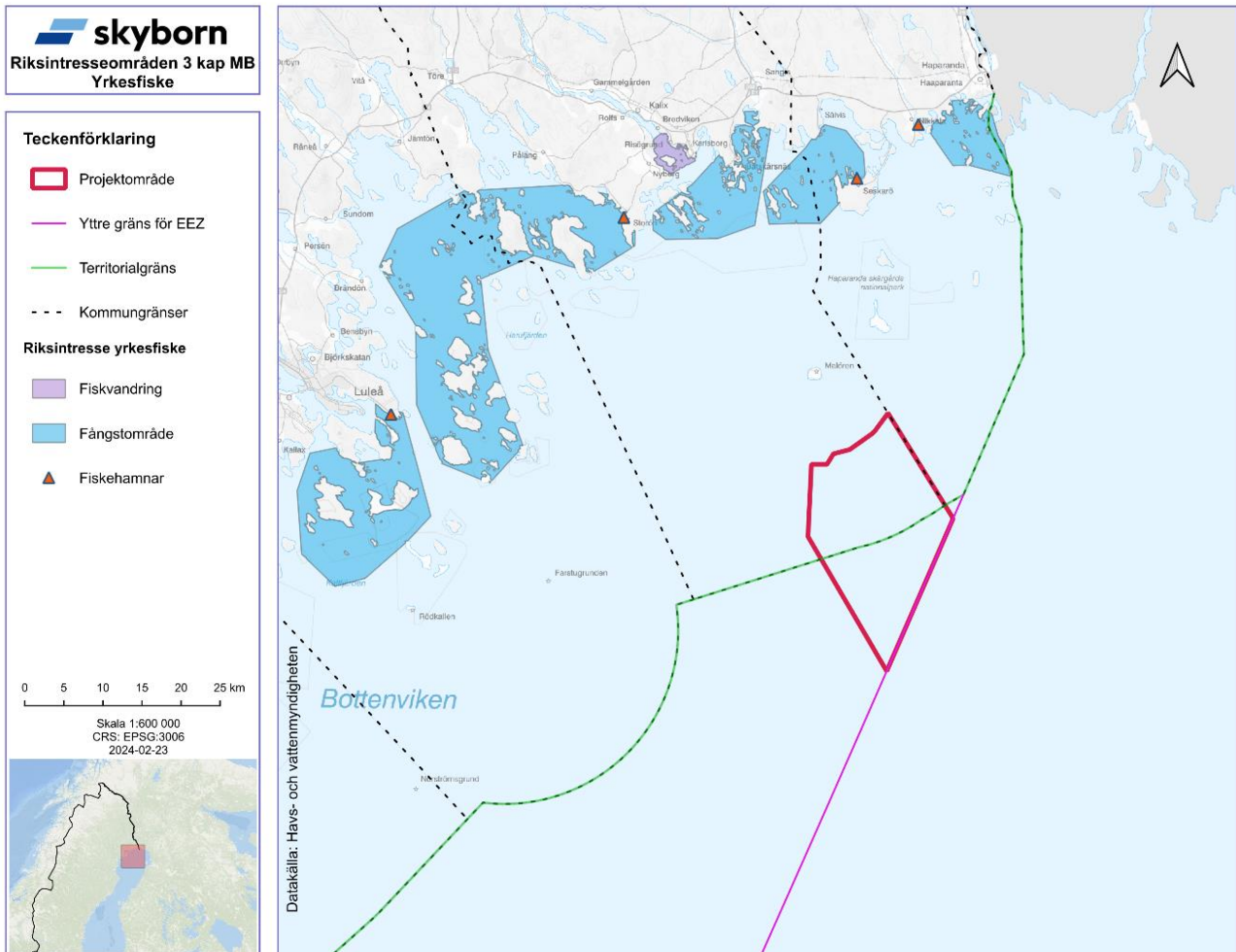
Pohjanlahden, Itämeren, Skagerrakin ja Kattegatin merten aluesuunnitelmien muuttamista koskevassa ehdotuksessa ja siihen liittyvässä vaikutustenarvioinnissa, joka on tarkasteltavana 16. toukokuuta ja 30. elokuuta 2024 välisenä aikana, hankealue on merkitty energiantuotantoa varten. Ehdotuksessa todetaan, että kokonaispuolustuksen merkittävät alueet on otettava erityisesti huomioon, ja ehdotuksessa todetaan, että osa Pohjanlahden alueista on analysoitu kokonaispuolustuksen sotilaallisen osan perusteella ja että rinnakkaiselo voi olla mahdollista, mutta kokonaispuolustuksen salaisiin etuihin kohdistuvia vaikutuksia ei ole tutkittu, mikä olisi otettava huomioon meneillään olevassa lupaprosessissa.

Skyborn käy vuoropuhelua Ruotsin asevoimien kanssa toimintojen mukauttamisesta jo tehtyjen mukautusten lisäksi, jotta ne eivät merkittävästi haittaisi valtakunnallisesti merkittävään toimintaan.

## 10.3.4 Kaupallisen kalastuksen valtakunnallisesti merkittävät alueet

Kaupallisen kalastuksen kannalta kansallisesti tärkeät alueet nimetään, jotta varmistetaan kalastusalan pääsy kalastusalueille, tarvittava satamainfrastruktuuri ja suojellaan kaupallisesti tärkeiden lajien kutu- ja rekrytointialueita. Ruotsin meri- ja vesihallintovirasto antaa tietoja kaupallisen kalastuksen kannalta kansallisesti tärkeistä alueista ympäristölain 3 luvun 5§:m mukaisesti.

Kaupallisen kalastuksen kannalta valtakunnallisesti merkittävät alueet sijaitsevat suuressa osassa rannikkoa Haaparannan, Kalixin ja Luulajan kunnissa, ks. Kuva 10-9. Lähimmät valtakunnallisesti tärkeät alueet ovat *Haaparannan saaristo*, *Seskaröfjärden*, *Bodöfjärden*, *Kalixin saaristo* ja *Storön Rånöfjärden Brändöfjärden*. Kaikki alueet ovat perusteltuja kaupallisen kalastuksen kannalta tärkeitä kalastusalueita. Kunkin alueen etäisyydet ja perustelut valtakunnalliselle edulle on esitetty Taulukko 10-5.



Kuva 10-9. Hankealue suhteessa valtakunnallisesti merkittäviin kaupallisen kalastuksen alueisiin, satamat mukaan luettuina.

Taulukko 10-5 Kaupallisen kalastuksen kannalta kansallisesti kiinnostavat lähialueet.

Kaupallisen kansallinen intressialue	kalastuksen	Kansallisen arvon perustelu	Etäisyys
Seskaröfjärden (RI YF 22)		Pyyntialue - vendace	25 kilometriä
Bodöfjorden Kalixin Kalixin saaristo (RI YF 23)	saaristo	Kalastusalue - lohi ja siika	31 kilometriä
Storön Rånöfjärden Brändöfjärden (RI YF 26)		Kalastusalue - muikku, lohi ja siika	37 kilometriä
Haaparannan saaristo (RI YF 21)		Kalastusalue - lohi ja siika	32 kilometriä

Tärkeiden kalastusalueiden lisäksi Polargrundin läheisyydessä on myös useita kaupallisen kalastuksen kannalta kansallisesti merkittäviksi nimettyjä satamia, ks. Kuva 10-7. Lähin satama, jolla on valtakunnallista merkitystä, on *Seskarön satama*, joka sijaitsee Haaparannan kunnassa. Seskarön sataman lisäksi rannikolla on kolme muuta satamaa: *Storön satama* Kalixin kunnassa, *Nikkalan satama* Haaparannan kunnassa ja *Lövskärin satama* Luulajan kunnassa.

Taulukko 10-6 Kansallisesti merkittävä kaupallinen kalasatama.

Kaupallisen kalastuksen kannalta kansallisesti merkittävä satama	Etäisyys
Seskarön satama (RIYF H3)	30 kilometriä
Storön satama (RI YF H4)	39 kilometriä
Nikkalan satama (RI YF H2)	37 kilometriä
Lövsjärin satama (RI YF H1)	54 kilometriä

#### 10.3.4.1 Arviointi

Koska kaupallisen kalastuksen kannalta tärkeiden kansallisten alueiden ja Polargrundin toiminta-alueen väliset etäisyydet ovat maantieteellisesti kaukana toisistaan, tuulipuiston ei katsota merkittävästi haittaavan kaupallisen kalastuksen harjoittamista näillä alueilla rakentamisen, toiminnan tai käytöstä poistamisen aikana. Tarkempi kuvaus kaupalliseen kalastukseen kohdistuvista vaikutuksista on kohdassa 9.6.

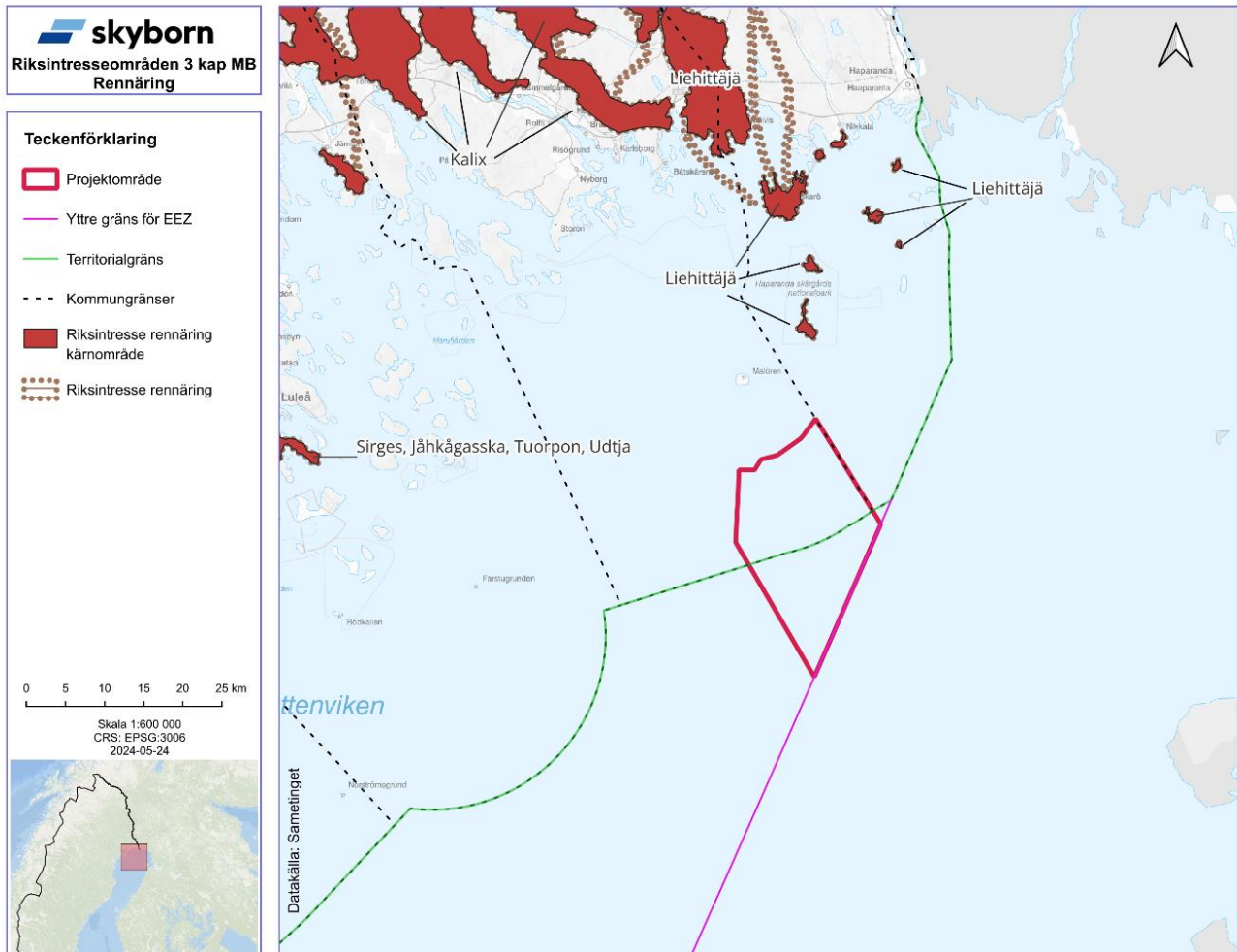
### 10.3.5 Valtakunnallisesti merkittävät poronhoitoalueet ja ydinalue

Poronhoidon kannalta valtakunnallisesti tärkeät alueet ovat erityisen tärkeitä alueita, jotka on nimetty MB:n 3 luvun 5 jakson mukaisesti. Ydinalue tai keskeinen alue voi olla perusteltu useilla eri kriteereillä. (Sametinget, 2017). Se voi olla alue, jolla on erityisen hyvä laidunnus, tärkeä keräilyalue tai joka koostuu vaikeista kulkuväylistä.

Lähin kansallinen poronhoitoalue sijaitsee *Sandsjärin* saarella, ks. Kuva 10-10. Valtakunnallisesti kiinnostavia poronhoitoalueita on myös *Bysjärin*, *Seskar-Furön*, *Skomakarenin* ja *Seskarön* saarilla, ks. Taulukko 10-7.

Taulukko 10-7 Poronhoidon kannalta valtakunnallisesti arvokkaat alueet Polargrundin ympäristössä.

Poronhoidon kannalta valtakunnallisesti arvokkaat alueet	Etäisyys
Sandbar	10 kilometriä
Bysjär	24 kilometriä
Seskar-Furö	18 kilometriä
Kengitysseppä	26 kilometriä
Seskarö	25 kilometriä



Kuva 10-10 Hankealuet suhteessa poronhoidon kannalta valtakunnallisesti arvokkaat alueet.

### 10.3.5.1 Arviointi

Porotutkimuksia koskevan käsikirjan mukaan maatuulivoimaloiden on arvioitava maantieteellinen alue porojen kannalta, eli itse hankealue ja mahdollinen vaikutusalue. Vaikutusalue perustuu tieteelliseen kirjallisuuteen ja aiempiin tuomioihin, joiden mukaan vaikutusalue voi nykyisin ulottua jopa neljän kilometrin päähän vaikutuslähteestä. Merihankkeita varten ei ole laadittu vastaavaa käsikirjaa, mutta käsikirjassa annetaan ohjeita siitä, kuinka suuren vaikutusalueen tuulivoimalaitoksen voidaan olettaa aiheuttavan vaikutuksia.

Hankealue sijaitsee kaukana merellä, ja porot pääsevät sinne hypoteettisesti vain jääkauden aikana. Tuulipuiston rakenteiden ei katsota muodostavan ympäristöä, joka houkuttelisi poroja. Tuulipuisto ei myöskään muodosta esteitä poronhoitoalueiden välille.

Kaiken kaikkiaan on arvioitu, että tuulipuiston rakentaminen, toiminta tai käytöstä poistaminen ei merkittävästi heikennä poronhoidon kannalta valtakunnallisesti arvokkaiden alueiden arvoja.

### 10.3.6 Valtakunnallisesti merkittävät alueet luonnonsuojelulle

Luonnonsuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat alueet edustavat Ruotsin luonnon pääpiirteitä ja ovat valtakunnallisesti arvokkaimpia alueita. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto vastaa alueista, joiden katsotaan olevan luonnonsuojelun kannalta valtakunnallisesti merkittäviä ympäristönsuojelulain 3 luvun 6 §:n nojalla (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2005). Luonnonsuojelun kannalta kansallisesti tärkeät alueet on

mahdollisuuksien mukaan suojattava toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vahingoittaa luonnonympäristöä. Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat luonnonsuojelun kannalta valtakunnallisesti tärkeiksi nimetyt alueet on esitetty Taulukko 10-8 ja Kuva 10-11.

Taulukko 10-8 Luonnonsuojelun kannalta valtakunnallisesti arvokkaat alueet Polargrundin ympäristössä.

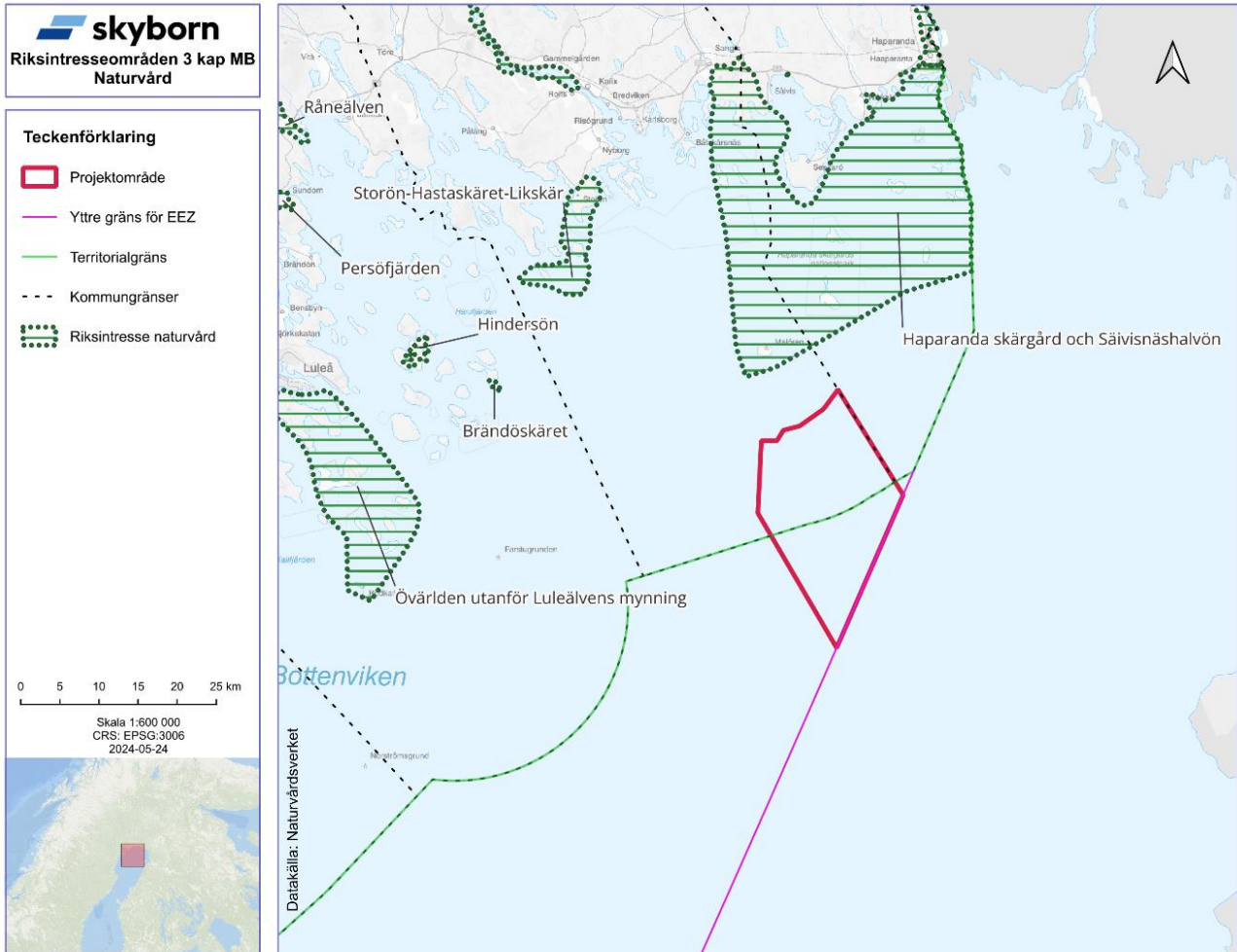
Luonnonsuojelun merkittävät alueet	kannalta kansallisesti	Etäisyys
Haaparannan saaristo ja Säivisnäsin niemi		6 kilometriä
Storön-Hastaskäret-Likskär		29 kilometriä
Brändöskäret		34 kilometriä
Hindsön		44 kilometriä
Saaristomaailma Lulejoen suun ulkopuolella		43 kilometriä

*Haaparannan saaristo ja Säivisnäsin niemi* on lähin luonnonsuojelualue, jonka pinta-ala on noin 850 km<sup>2</sup>. Aluetta kuvataan monipuolisena rannikko- ja saaristoalueena, joka osoittaa erityisen hyvin maiseman kehitystä ja maankohoamisprosesseja. Aluetta pidetään yhtenä Ruotsin koskemattomimmista saaristoista, jossa esiintyy harvinaisia ja uhanalaisia luontotyyppisiä ja lajeja sekä erittäin rikas kasvisto ja eläimistö. (Naturvårdsverket, 2024a).

*Storön-Hastaskäret-Likskär* on 62 km<sup>2</sup> suuruinen alue Kalixin kunnassa. Aluetta kuvataan kalkkipitoisella kallioperällä sijaitsevaksi monipuoliseksi rannikko-osuudeksi, jossa esiintyy uhanalaisia ja harvinaisia lajeja sekä erityisen runsas kasvisto ja osittain runsas eläimistö. (Naturvårdsverket, 2024a).

Pienempiä luonnonsuojelullisesti valtakunnallisesti arvokkaiksi nimettyjä alueita ovat *Brändöskäret* ja *Hindersön*.

Hieman kauempana on *Övärlden Luulajoen suun ulkopuolella*, joka on laajempi, noin 240 km<sup>2</sup> suuruinen alue, joka on nimetty kansallisesti arvokkaaksi alueeksi. Alueella on rikas lintulajisto ja uhanalaisia, harvinaisia ja vaarantuneita lajeja. Ulkosaaristoa pidetään myös suhteellisen koskemattomana. (Naturvårdsverket, 2024a).



Kuva 10-11 Hankealue suhteessa kansallisiin luonnonsuojelullisiin kohteisiin.

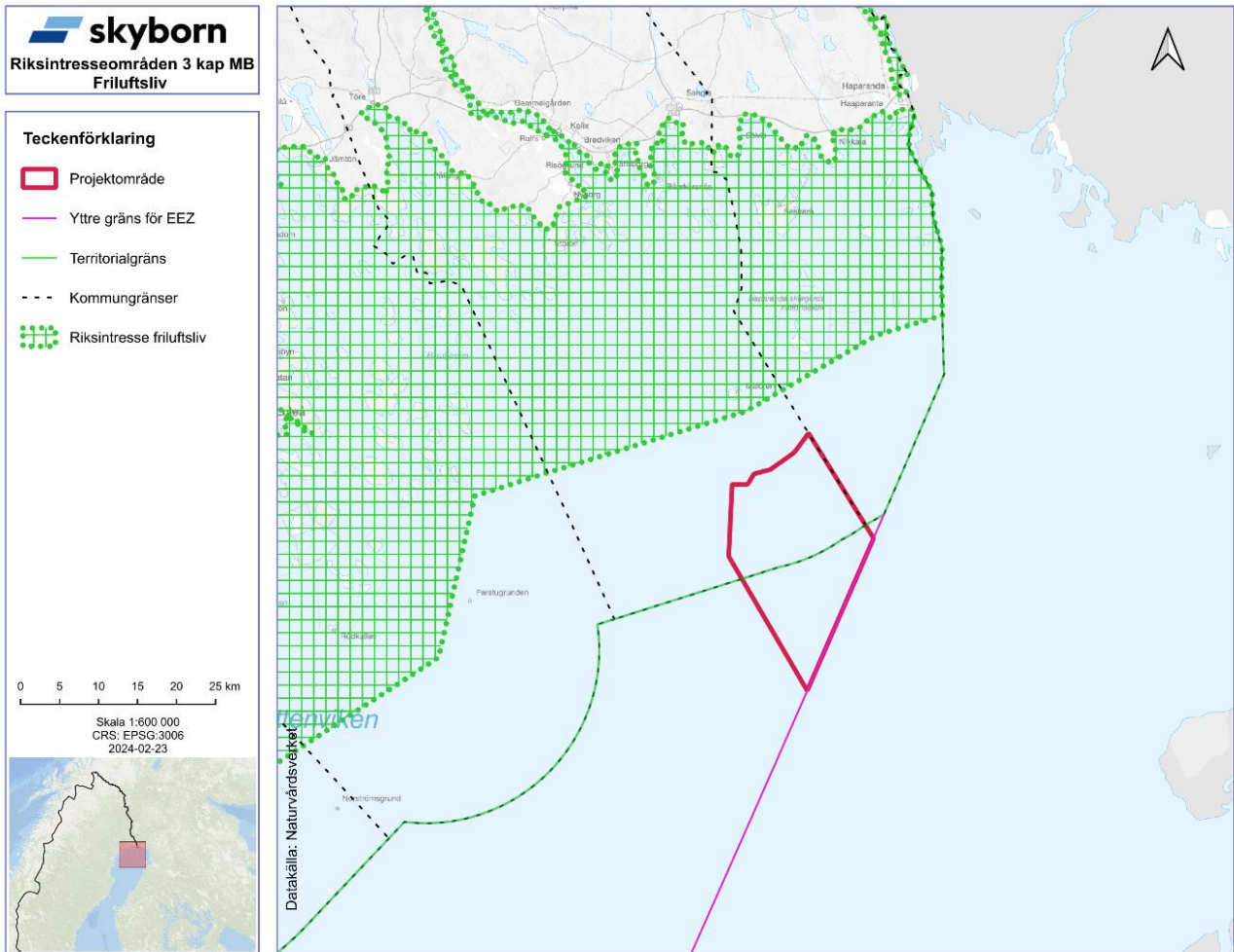
### 10.3.6.1 Arviointi

Suunniteltuihin toimiin ei katsota liittyvän tunkeutumista nimetyille alueille tai niiden läheisyyteen. Kaiken kaikkiaan on arvioitu, että tuulipuiston rakentaminen, toiminta tai käytöstä poistaminen ei aiheuta merkittävää haittaa merkittävien alueiden arvoille.

### 10.3.7 Valtakunnallisesti merkittävät virkistys- ja ulkoilu alueet

Jotta alue olisi ulkoilun kannalta kansallisesti kiinnostava, sillä on oltava suuria ulkoiluarvoja kansallisesta näkökulmasta. Tämä voi tarkoittaa erityisen hyviä olosuhteita rikastuttaville kokemuksille luonto- ja/tai kulttuuriympäristöissä, erityisen hyviä olosuhteita ulkoiluaktiviteeteille ja siten rikastuttaville kokemuksille tai erityisen hyviä olosuhteita veteen liittyville ulkoiluaktiviteeteille. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto vastaa 3 luvun 6§:n (MB) mukaisesti sellaisten alueiden ilmoittamisesta, joiden katsotaan olevan kansallisesti tärkeitä ulkoilun kannalta.

Ulkoilun kannalta tärkeä kansallinen virkistysalue sijaitsee suurimmalla osalla Norrbottenin rannikkoa, nimeltään *Norrbottenin rannikko ja saaristo* (FBD 06), ja se sijaitsee lähimmillään noin 6 km:n päässä hankealueesta, ks. Kuva 10-12. Uiminen, melonta, varjoliito, virkistyskalastus ja koiravaljakkoajelu ovat toimintoja, jotka on erityisesti osoitettu alueelle. (Naturvårdsverket, 2024a).



Kuva 10-12 Hankealue suhteessa ulkoilun valtakunnalliseen kiinnostavuuteen.

### 10.3.7.1 Arviointi

Polargrundin tuulivoimapuisto sijaitsee kaukana rannikosta, joten se ei ole päällekkäinen tai rajautuu kansallisesti tärkeiden ulkoilualueiden kanssa. Puisto ei estä nimettyjen toimintojen harjoittamista. Tuulivoimapuisto saattaa vaikuttaa visuaalisesti alueeseen, kuten kohdassa 10.1 on kuvattu. Ilmassa kantavaa melua on tarkasteltu ja tutkittu, kuten kohdassa 9.10 on kuvattu. Ilmassa kantautuvan melun katsotaan vaikuttavan vähäisessä määrin ulkoiluun ja siten myös alueeseen liittyvään ulkoiluun.

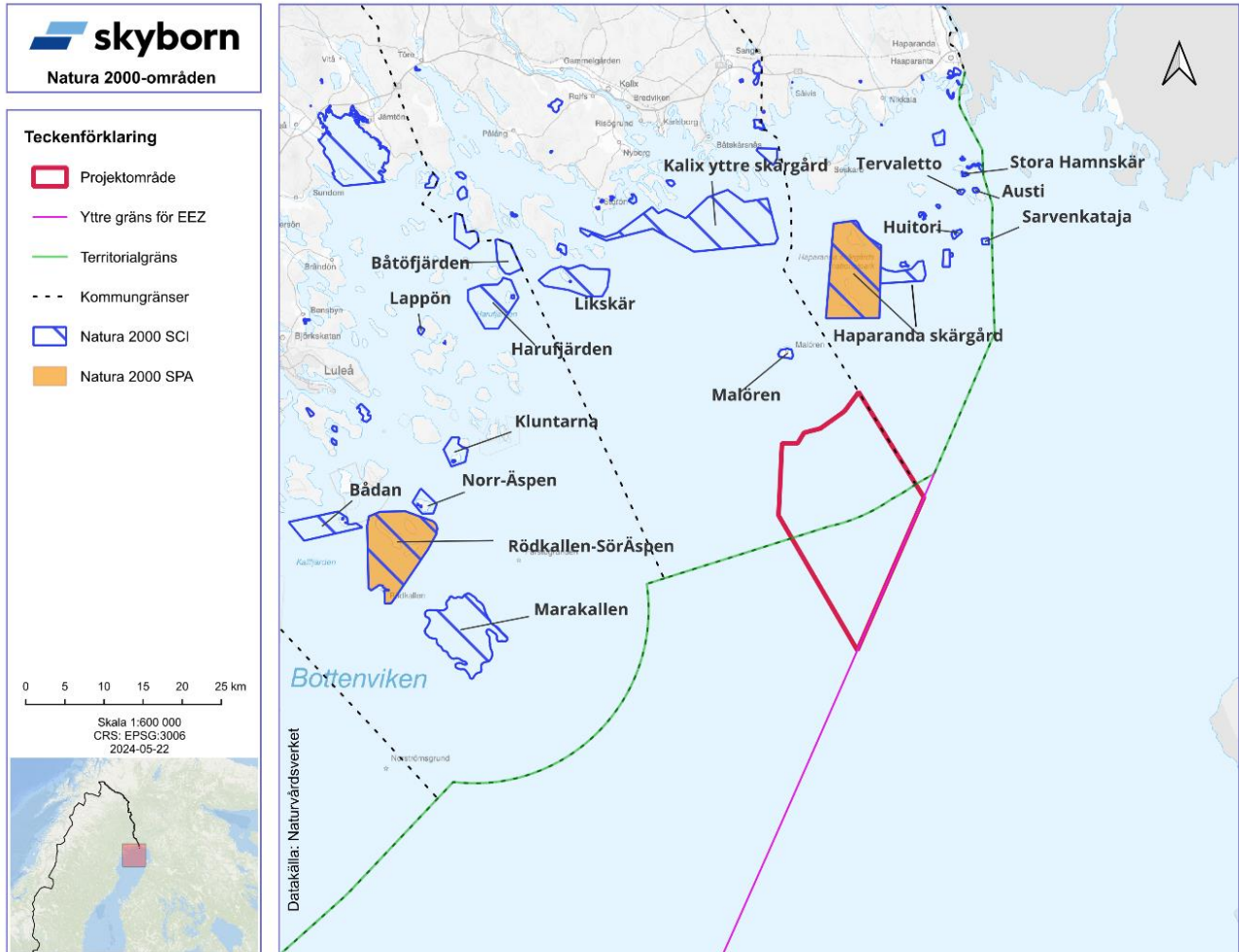
Kaiken kaikkiaan on arvioitu, että tuulipuiston rakentaminen, toiminta tai käytöstä poistaminen ei merkittävästi heikennä kansallisesti merkittävän alueen arvoja.

## 10.4 Suojelualueet

### 10.4.1 Natura 2000

Natura 2000 -alueet on nimetty kahden EU-direktiivin nojalla: lintudirektiivin ja luontotyyppidirektiivin. Lintudirektiivin mukaisesti nimettyjä alueita kutsutaan erityissuojelualueiksi (SPA) ja luontotyyppidirektiivin kriteerien mukaisesti nimettyjä alueita yhteisön tärkeinä pitämiksi alueiksi (SCI). Katso myös Kuva 10-13 kartta Pohjanlahden pohjoisosassa sijaitsevista Natura 2000 -verkostoon kuuluvista ruotsalaisista alueista. Kaikki Natura 2000 -alueet luetellaan myös Taulukko 10-9.





Kuva 10-13 Natura 2000 -alueet Pohjanlahden pohjoisosassa.

Taulukko 10-9 Natura 2000 -alueet Pohjanlahden pohjoisosassa.

Natura 2000 -alueet	Suojan muoto	Etäisyys
Haaparannan saaristo (SE0820108)	(SCI ja SPA)	9 kilometriä
Haaparanta Sandskär (SE0820320)	(SCI)	14 kilometriä
Malörenin saari (SE0820724)	(SCI)	9 kilometriä
Kalixin ulkosaaristo (SE0820327)	(SCI)	21 kilometriä
Massan (SE0820316)	(SCI)	35 kilometriä
Trutskär (SE0820301),	(SCI)	36 kilometriä
Storön (SE0820718)	(SCI)	37 kilometriä
Granholmen (SE0820302)	(SCI)	36 kilometriä
Likskär (SE0820303)	(SCI)	29 kilometriä
Stora Hepokari (SE0820735),	(SCI)	19 kilometriä
Sarvenkataja (SE0820734),	(SCI)	24 kilometriä
Töyrä (SE0820749)	(SCI)	20 kilometriä

Natura 2000 -alueet	Suojan muoto	Etäisyys
Tantamanni (SE0820747)	(SCI)	Noin 16 km
Torne-Furön saari (SE0820310)	(SCI)	Noin 33 km
Björnin saari (SE0820300)	(SCI)	Noin 31 km
Harufjädern (SE0820314)	(SCI)	Noin 39 km
Marakallen (SE0820751)	(SCI)	Noin 38 km

*Haaparannan saaristo* (SE0820108) on merkitty Natura 2000 -verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin nojalla. Siihen kuuluvat Sandskärin ja Seskar-Furön saaret sekä muutama muu pienempi saari. Alue on yksi Ruotsin koskemattomimmista saaristoista. Sandskär tunnetaan hyvänä muuttolintujen havaintopaikkana, ja saarella on hyvin vierailtu lintuasema. Ornitologisen kiinnostuksen perustana on ennen kaikkea saaren strateginen sijainti kaukana saaristossa ja ihanteelliset levähdyspaikat monille lintulajeille.

*Haaparanda Sandskär* (SE0820320) on osoitettu luontodirektiiviin perustuvaan Natura 2000 -verkostoon, johon kuuluvat Ylikarin ja Leton saaret. Alue on suhteellisen koskematon, ja saaret ovat tärkeitä saariston kasviston ja eläimistön kannalta. Molemmat saaret ovat pitkiä ja kapeita, ja niille on ominaista lohkaraiset, avoimet rannat, ja korkeammalla maalla on hiekkakasvillisuutta. Kahden saaren itäpuolella on reheviä niittyjä. Pohjanmatara ja meriruoho sisältyvät alueen suojelusuunnitelmaan, ja ne ovat suojeltavia ja säilytettäviä lajeja.

*Malörenin saari* (SE0820724) on myös merkitty Natura 2000 -verkostoon luontotyyppidirektiivin perusteella. Saari on puuton ja koostuu pääosin ruohoisista nummialueista. Alueella elää harvinainen, luonnonsuojeluaseman saanut laji osterinsirri. Meriympäristöistä on tehty vain muutamia maastoinventointeja, joten merellisten lajien levinneisyyttä ja esiintymistä ei tunneta täysin. (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018b).

Pienemmät saaret *Stora Hepokari* (SE0820735), *Töyrä* (SE0820749) ja *Tantamanni* (SE0820747) on merkitty Natura 2000 -verkostoon luontodirektiivin perusteella. *Stora Hepokarissa*, *Töyrässä* ja *Tantamannissa* on suotuisat olosuhteet muun muassa rantatäydille. Näiden kolmen saaren pohjoispuolella on vielä kahdeksan muuta saarta, joilla on suotuisat olosuhteet rantakurjenpolvelle ja jotka on myös nimetty Natura 2000 -verkostoon. Maankohoamisen ja meren vaikutuksen ansiosta lajit, jotka eivät ole kovin kilpailukykyisiä, voivat vakiintua ja levittäytyä tänne.

*Kalixin ulkosaaristossa* (SE0820327) on 21 saarta. Alue on määritelty luontotyyppidirektiivin mukaisesti, ja se on tärkeä saariston kasviston ja eläimistön kannalta. Rantakurjenpolvi on säilytettävä alueella. Alueella on lajirikkaita rantoja, koskemattomia ylänkömetsiä ja arvokkaita meriympäristöjä. Ihminen on vaikuttanut alueeseen vain vähän, ja se on muotoutunut pääasiassa maankohoamisen, luonnollisen sukcession ja luonnonvoimien, kuten jään rapautumisen ja aaltojen vaikutuksesta. Tämä on johtanut Pohjanlahdelle tyypilliseen rikkaaseen ja monipuoliseen ympäristöön, joka tarjoaa elinympäristön monille herkille ja epätavallisille lajeille. Alueen merelliset elinympäristöt ovat edustava osa maakunnan luontoa, ja ne tarjoavat tärkeitä lisääntymis- ja ruokailuympäristöjä merieläimille sekä erityisen runsaan linnuston.

Kalixin ulkosaaristoalueen pohjoispuolella ja länsipuolella on neljä muuta pienempää aluetta, jotka on nimetty luontodirektiivin nojalla. Nämä alueet ovat *Massan* (SE0820316), *Trutskär* (SE0820301), *Storön* (SE0820718) ja *Granholmen* (SE0820302).

*Likskär* (SE0820303) on määritelty luontotyyppidirektiivin mukaisesti, ja se käsittää 25 saarta ja useita pienempiä luotoja. Likskärissä on lajirikkaita rantoja, koskemattomia ylänkömetsiä ja arvokkaita meriympäristöjä. Alueella on tarkoitus säilyttää rantarapu.

*Torne-Furön* saari (SE0820310) on määritelty luontotyyppidirektiivin mukaisesti. Saari on tärkeä Ruotsin luontoa ja vapaa-ajan elämää koskevan tietämyksen lisäämiseksi. Pohjantikka on alueella suojeltava laji.

*Björnin* saari (SE0820300) on määritelty luontotyyppidirektiivin mukaisesti. Björnin metsä ja rannat ovat kehittyneet vapaasti pitkän ajan kuluessa maankohoamisen, luonnollisen sukkession ja luonnollisten häiriöiden, kuten myrskyjen sekä tuulen ja aaltojen vaikutuksesta. Niihin on kohdistunut vain vähän ihmisen vaikutusta, ja ne ovat jääne luonnonmaisemasta.

*Harufjädernin* alue (SE0820314) käsittää joitakin pienempiä saaria, kuten Hindersöharun, Båtöharun ja Kastören, ja se on merkitty luontotyyppidirektiivin mukaisesti. Alueen merenranta säilytetään.

*Marakallen* (SE0820751) on merkitty luontotyyppidirektiivin nojalla. Marakallen on alueen edustava ja biologisesti kiinnostava merenrantaniitty. Mahdolliset jääjokikerrostumat, joissa on vain muutama laji, muodostavat ainutlaatuisen ympäristön. Alue koostuu pääasiassa sublitoraalisista hiekkapenkereistä, jotka ovat usein tärkeitä kalojen kutualueita. Harmaahylkeet on mainittu suojelusuunnitelmassa suojeltavaksi lajiksi.

#### 10.4.1.1 Vaikutusten arviointi

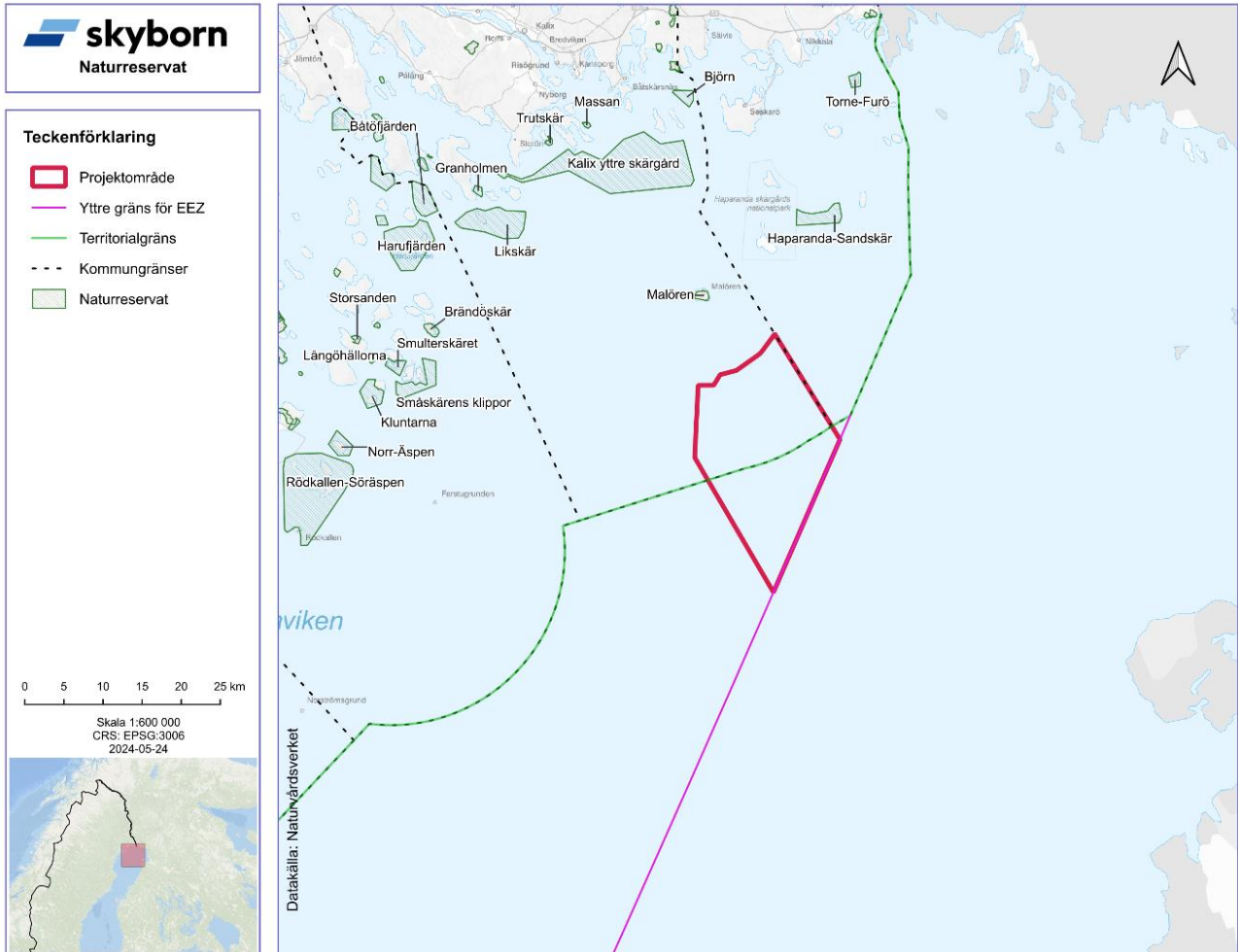
Skyborn on tutkinut, missä määrin suunniteltu tuulipuisto voi häiritä nimettyjä luontotyypejä ja lajeja sekä Natura 2000 -alueille tyypillisiä lajeja. Tutkimukset ovat koskeneet vaikutuksia lintuihin ja merilajeihin ja luontotyypeihin.

Arvioinnit Natura 2000 -verkostoon kuuluviin lajeihin ja luontotyypeihin kohdistuvista vaikutuksista on esitetty liitteessä D19, joka sisältää myös Suomen Natura 2000 -alueet. Hankealuetta ei käytetä Natura 2000 -alueiden nimettyjen lintu- ja merilajien tai luontotyypeille tyypillisten lajien ruokailu- tai levähdysalueena. Sameiden sedimenttien leviämistä ei tapahdu siinä määrin, että se voisi vaikuttaa Natura 2000 -alueiden merellisiin luontotyypeihin. Vedenalaisen melun ei arvioida leviävän siinä määrin, että sillä voisi olla vaikutuksia merinisäkkäisiin ja kaloihin Natura 2000 -alueilla.

Kaiken kaikkiaan voidaan päätellä, että tuulipuiston hankealue sijaitsee niin kaukana Natura 2000 -alueista, että toiminnan ei katsota aiheuttavan häiriöitä, jotka voivat vaikuttaa kyseisten lajien suojelun tasoon tai määritettyihin luontotyypeihin.

## 10.4.2 Luonnonsuojelualue

Hankealueen läheisyydessä sijaitsevat luonnonsuojelualueet ovat Haaparanta-Sandskär, Malören, Kalixin ulkosaaristo ja Likskär, ks. Kuva 10-14. Niitä hallinnoi Norrbottenin lääninhallitus. Luonnonsuojelualueiden ja hankealueen välinen suhde on esitetty Taulukko 10-10.



Kuva 10-14 Pohjoisen Perämerenlahden luonnonsuojelualueet.

Taulukko 10-10 Pohjoisen Perämerenlahden luonnonsuojelualueet

Luonnonsuojelualue	Etäisyys
Haaparanta-Sandskär	Noin 14 km
Maalari	Noin 9,5 km
Kalixin ulkosaaristo	Noin 22 km
Ruumiin leikkaus	Noin 29,5 km

Polargrundin koillispuolella sijaitseva *Haaparanta-Sandskärin* luonnonsuojelualue sijaitsee Malifjärdenissä ja rajoittuu *Haaparannan saariston* kansallispuistoon. Suojelualueeseen kuuluu kaksi saarta, Letto ja Ylikari. Letto ja Ylikari ovat molemmat kapeita, ja niille on ominaista lohkareiset, avoimet rannat, joiden yläpuolella on hiekkakasvillisuutta. Ylikariin ei kohdistu ihmisiä, mutta Lettolla on kalastajakylä ja siihen liittyvät laiturit. Siellä on myös niin sanottu labyrintti, joka on kiveä, jossa on yhtenäinen kuvio sisäänkäynnin ja useiden renkaiden muodossa. (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018a). Olemassa olevan luonnonsuojelualueen kanssa päällekkäin on tuleva luonnonsuojelualue, Haaparannan saaristo, joka kattaa laajemman merialueen Haaparanta-

Sandskärin luonnonsuojelun itä- ja pohjoispuolella. Tulevan luonnonsuojelun on suunniteltu kattavan useita Haaparannan saariston saaria sekä Torne-Furön nykyisen luonnonsuojelun.

Polargrundin pohjoispuolella sijaitseva *Malörenin* luonnonsuojelun, jossa on majakka, kappeli ja vanhoja rakennuksia, sijaitsee aivan Norrbottenin saariston päässä. Saari on puuton, ja siellä on nummia ja kivikkoisia peltoja. Saaren kasvusto on muuttumassa yhä rehevämmäksi. Saarella kasvaa muutama pihlaja, ja siellä kasvaa runsaasti rantahernettä, variksenmarjaa ja korpuruusua. Rantavehna ja käärmeenkieli kuuluvat epätavallisempiin lajeihin. *Malören* on tärkeä sekä muutto- että pesimälinnuille, sillä se toimii sekä levähdyspaikkana että monien pesimälajien pesimäpaikkana. Harvinainen skua pesii saarella. Kahlaajista mainittakoon pikkuruinen rengaskiuru, ruusuruinen lusikkatylli ja punasotka. Saaren laguunissa merilinnut pysyttelevät yleensä (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018b).

Polargrundin länsipuolella sijaitsevaan *Kalixin ulkosaariston* luonnonsuojelun kuului 21 saarta. Useilla saarista on rikas kasvusto, ja monet niistä ovat arvokkaita lintujen elinympäristöjä muun muassa skualajille. Suurin osa saarista on matalaa moreenimaata, jossa on muutamia puita, mutta siellä on myös poronjäkäläpeitteisiä kallioita ja kiveyspeltoja. Luonnonsuojelun alueella on runsas linnusto, jossa tavataan muun muassa silakka- ja kaakkurilokkeja, lokkeja, tiioja ja tiioja. Vain kaksi saarista on asuttuja, ja niillä on lomamökkejä. *Kalixin ulkosaaristo* on turvapaikka monille saariston kasveille ja eläimille. (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018c).

*Likskärin* luonnonsuojelun on kaunis saaristomaisema, jossa on 25 saarta ja monia pienempiä luotoja, Polargrundin luoteispuolella. Likskärissä on erittäin rikas linnusto. Luonnonsuojelun saaret vaihtelevat nuorista, äskettäin merestä nousseista kivikkoisista saarista vanhoihin saariin, joilla on kuusimetsää. Viimeisen jääkauden jälkeinen maankohoaminen on nykyään noin 85 cm sadassa vuodessa Norrbottenin rannikkoalueella. Nuoremmilla saarilla havumetsä ei ole vielä alkanut kasvaa. Niillä saarilla, jotka eivät ole täysin paljaita, kasvaa harvaa rantametsää, jossa kasvaa harmaaleppää, pajua ja tyrniä. (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018d).

#### 10.4.2.1 Vaikutusten arviointi

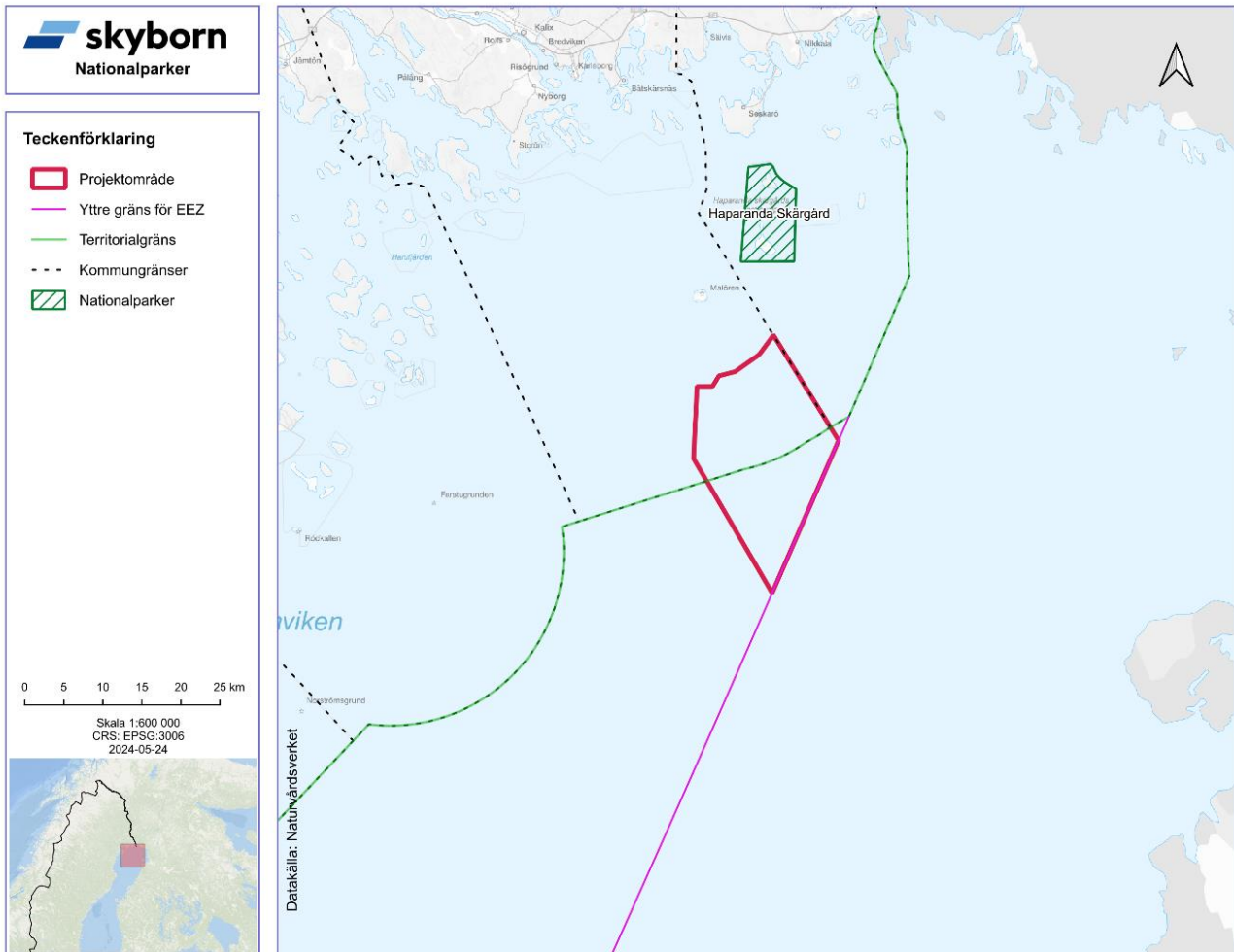
Suunniteltu tuulipuisto ei vaikuta ympäröiviin luonnonsuojelun alueisiin Haaparannan saaristo, Malören, Kalixin ulkosaaristo tai Likskär. Etäisyydet ovat suhteellisen suuret, eivätkä tuulivoimapuiston rakentamisesta, toiminnasta ja käytöstä poistamisesta aiheutuvat merkittävät vaikutukset melun, sedimenttien leviämisen jne. muodossa saavuta suojelun alueita. Tuulivoimat näkyvät joistakin paikoista suojelun alueilla. Tuulipuiston visuaalisia vaikutuksia useilla luonnonsuojelun alueilla on kuvattu luvussa 10.1. Tuulivoimapuiston vaikutukset näkyvät useilla luonnonsuojelun alueilla. Yksityiskohtaisempi kuvaus siitä, että tuulivoimalalla ei ole vaikutuksia lintuihin tai merilajeihin ja luontotyyppeihin viereisillä Natura 2000 -alueilla Malören, Haaparanta-Sandskär ja muilla alueilla, löytyy liitteestä D19. Näin ollen myöskään luonnonsuojelun alueiden arvoihin ei katsota kohdistuvan merkittäviä vaikutuksia.

Kaiken kaikkiaan suunnitellun toiminnan ei katsota olevan ristiriidassa luonnonsuojelun alueiden tarkoituksen/tavoitteen tai suojelun alueita koskevien säännösten kanssa.

### 10.4.3 Kansallispuistot

Haaparannan saariston kansallispuisto sijaitsee noin 9 km pohjoiseen Polargrundista. Kansallispuisto koostuu useista saarista, joista Sandskär on suurin, ja sen monimuotoista luontoa luonnehtivat pitkät hiekkarannat ja koivuvaltaiset metsät. Saarella on jälkiä muinaisista hylkeenmetsästäjistä, kalastajista ja haaksirikkoutuneista laivoista. Haaparanta Sandskärillä on suosittu lintuasema ja muuttolintujen tarkkailukeskus. Kansallispuiston

alueella yleisimpiä lintulajeja ovat tukkakoskelot, lapintiirat, käenpiika, ruokokerttunen, pajulintu ja pajusirkku. Myös suurempia nisäkkäitä, kuten hirviä, esiintyy. Merinisäkkäistä yleisin on norppa, kun taas harmaahylje on kansallispuistossa suhteellisen harvinainen. Ulkoilumahdollisuuksia on lähinnä Sandskärillä, jossa voi uida, patikoida, marjastaa ja sienestää. Kansallispuiston säännöt koskevat toimintoja, joita ei saa harjoittaa kansallispuiston alueella tai joita saa harjoittaa vain lääninhallituksen luvalla.



Kuva 10-15 Pohjoisen Perämerenlahden kansallispuistot.

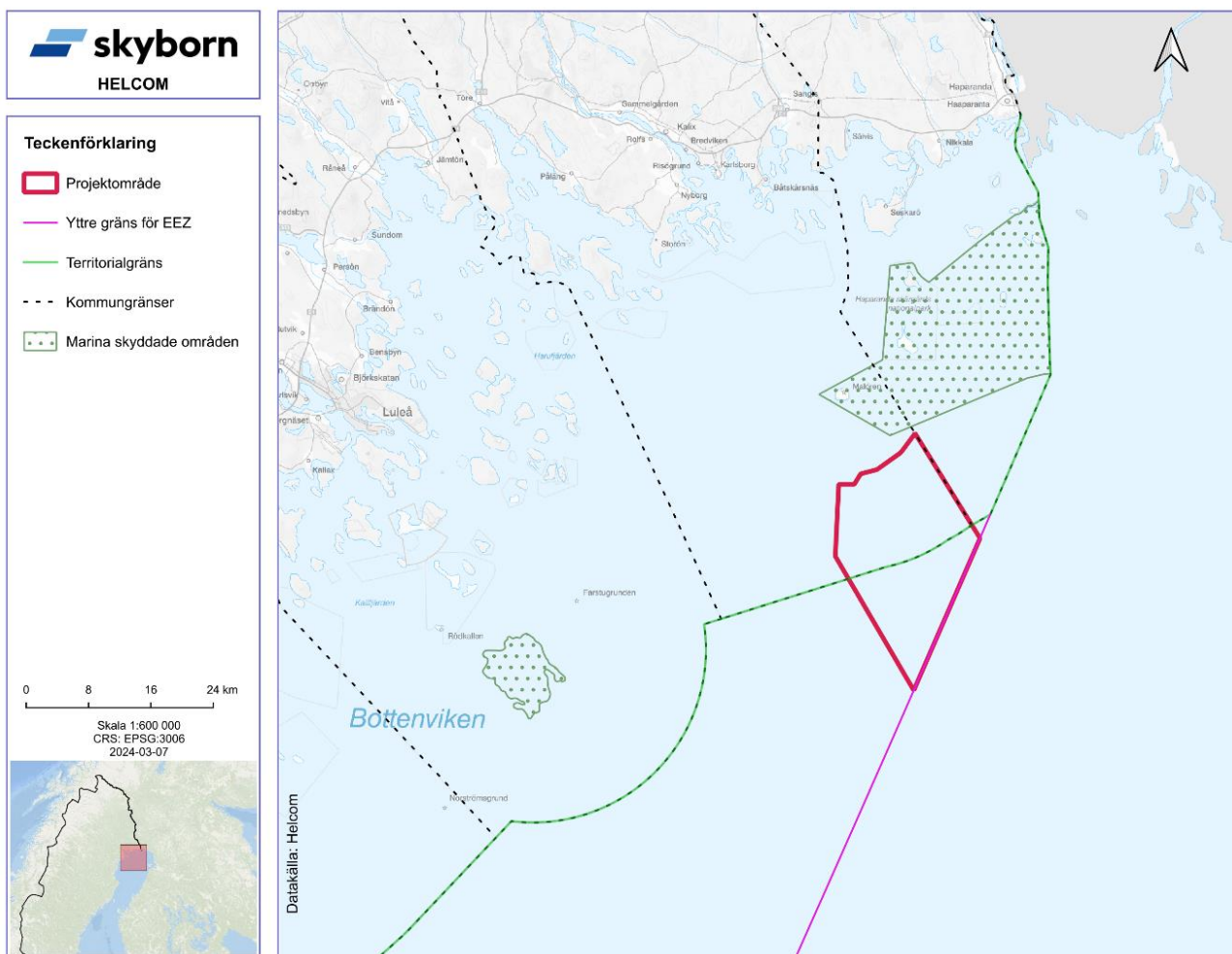
#### 10.4.3.1 Vaikutusten arviointi

Suunnitellun tuulivoimapuiston ja Haaparannan saariston kansallispuiston välinen etäisyys on suhteellisen suuri, noin 9 km, eikä kansallispuistoon odoteta kohdistuvan rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana merkittäviä vaikutuksia ilma- ja vedenalaisen melun ja sedimenttien leviämisen muodossa. Korkein laskennallinen äänitaso lähimmällä saarella, Sandskärissä, on 27 dBA:n ekvivalenttitaso, ks. liite D7. Puistosta kantautuva ääni ei todennäköisesti havaita, koska äänitaso on alhainen ja koska muu lähistöllä oleva ääni, kuten tuuli kasvillisuudessa ja aallot, peittävät sen. Merkittävää meluhaittaa ei odoteta esiintyvän. Puiston tuulivoimalat näkyvät monista paikoista kansallispuistossa. Tarkempi kuvaus siitä, miten vaikutukset ja vaikutukset eivät vaikuta lintu- tai merilajeihin ja luontotyypeihin Haaparannan saariston Natura 2000 -alueella, joka on alueeltaan sama kuin kansallispuisto, on esitetty liitteessä D19. Haaparannan Sandskärin saarella sijaitsevassa kansallispuistossa sijaitsevan tuulipuiston visuaalisia vaikutuksia kuvataan luvussa 10.1.

## 10.4.4 Kansainvälisesti suojellut alueet

Arvokkaiden rannikko- ja merialueiden suojelemiseksi kansainvälisellä tasolla on olemassa OSPAR-yleissopimus, jota sovelletaan Koillis-Atlantilla, ja HELCOM-yleissopimus, jota sovelletaan Itämerellä. Yleissopimusten nojalla nimettyjä alueita kutsutaan merensuojelualueiksi (Marine Protected Areas, MPA). Itämerellä on yhteensä 176 merensuojelualuetta, joista kaksi sijaitsee hankealueen läheisyydessä. (HELCOM, 2024).

Haaparannan saariston merensuojelualue sijaitsee noin 1 km hankealueesta pohjoiseen. Haaparannan saaristo on päällekkäinen Malörenin ja Sandskärin ympärillä sijaitsevien Natura 2000 -alueiden ja joidenkin muiden Natura 2000 -alueeksi luokiteltujen pienempien saarten kanssa. Merensuojelualueella on lueteltu seuraavat lajit: upossarpio, siika, kaakkuri, harmaahylje, sääksi, suokukko, norppa, lohi, taimen, kalatiira, lapintiira ja harjus.



Kuva 10-16 Merensuojelualueet (HELCOMin merensuojelualueet (MPA)) hankealueen läheisyydessä.

Marakallenin merensuojelualue sijaitsee noin 36 kilometriä Polargrundin A-osasta lounaaseen ja noin 39 kilometriä B-osasta itään, ja se on päällekkäinen Natura 2000 -alueen kanssa. Marakallen on nimetty suojelualueeksi, koska se on alueen edustava ja erityisen arvokas rannikon edustava ranta-alue.

#### 10.4.4.1 Vaikutusten arviointi

Haaparannan saariston merensuojelualueeseen voi vaikuttaa erityisesti suunnitelluista rakennus- ja käytöstäpoistotoimista aiheutuva vedenalainen melu ja sedimenttien leviäminen, fyysiset vaikutukset sekä ilmassa kantautuva melu toimintavaiheessa. Vedenalaisella melulla ja sedimenttien leviämisellä voi olla vaikutuksia merikasvillisuuteen ja -eläimistöön, ja toiminnan aikana töillä voi olla vaikutuksia lintuihin ja merinisäkkäisiin. Kohdissa 9.1-9.4 on arvioitu pohjan ympäristöä, kaloja, merinisäkkäitä ja lintuja, ja vaikutusten odotetaan olevan vähäisiä tai merkityksettömiä. Kaiken kaikkiaan suojellun alueen eteläisimpiin osiin odotetaan kohdistuvan tilapäisiä vaikutuksia rakennustöiden aikana vedenalaisen melun vuoksi, mutta vaikutusten suojeltuihin arvoihin odotetaan olevan vähäisiä.

Markallengin merensuojelun alueen katsotaan sijaitsevan riittävän kaukana suunnitellusta tuulipuistosta, jotta sillä ei voi olla merkittäviä vaikutuksia.

## 10.5 Ympäristötavoitteisiin liittyvät toimet

Ruotsin ympäristötavoitteet koostuvat yleisestä sukupolvitavoitteesta, 16 ympäristölaatuavoitteesta ja useista välitavoitteista, jotka koskevat jätteitä, biologista monimuotoisuutta, vaarallisia aineita, kestävästä kaupunkikehityksestä, ilman pilaantumista ja ilmastoa. Ruotsin ympäristötavoitteet ovat maailmanlaajuisen kestävästä kehityksen tavoitteiden kansallinen toteutus.

Useita ympäristötavoitteita pidetään suunnitellun toiminnan kannalta merkityksellisinä, ks. seuraavat tiedot Taulukko 10-11. Suunnitellun toiminnan ei katsota vaikeuttavan tavoitteiden saavuttamista. Toisaalta voidaan mainita, että toiminta edistää tavoitteiden saavuttamista useasta näkökulmasta, sillä tuulipuisto tuottaa runsaasti vihreää sähköä, mikä puolestaan edistää päästöjen vähentämistä yhteiskunnassa ja siirtymistä yhteiskuntaan, jossa ei käytetä 100-prosenttisesti fossiilisia polttoaineita.

Taulukko 10-11 Kuvaus ympäristötavoitteista, sukupolvitavoitteista ja siitä, miten toiminta vaikuttaa niihin.

Ympäristötavoitteet	Toimien yhteys ympäristötavoitteeseen
<p><b>Tasapainoinen meri ja elävä rannikko ja saaristo.</b> Skagerrakissa, Kattegatissa ja Itämerellä on oltava pitkällä aikavälillä kestävä tuotantokapasiteetti, ja biologinen monimuotoisuus on säilytettävä. Rannikolla ja saaristossa on oltava korkea biologinen monimuotoisuus, elämysarvot sekä luonto- ja kulttuuriarvot. Meren, rannikon ja saariston elinkeinojen, virkistyskäytön ja muun käytön on tapahduttava kestävästä kehityksestä edistävällä tavalla. Erityisen arvokkaita alueita on suojeltava valtauksilta ja muilta häiriöiltä.</p>	<p>Koska herkkiä alueita vältetään mahdollisuuksien mukaan, tasapainoisen meren ympäristölaatuavoitteeseen ei katsota kohdistuvan kielteisiä vaikutuksia meriympäristön arvioinnin osalta, ks. luku 9. Suunniteltu tuulivoimapuisto sijaitsee noin 50 kilometrin päässä mantereesta ja 10 kilometrin päässä lähimmästä saaresta, eikä se sijaitse millään suojelualueella. Meren käyttö on ympäristötavoitteen mukaista, eikä sen katsota kaiken kaikkiaan haittaavan ympäristötavoitteen saavuttamista.</p>
<p><b>Turvallinen säteily-ympäristö</b> Ihmisten terveyttä ja luonnon monimuotoisuutta suojellaan säteilyn haitallisilta vaikutuksilta.</p>	<p>Toiminnan aikana syntyy sähkömagneettisia kenttiä. Sähkömagneettisia kenttiä syntyy pääasiassa kaapeleista sähkönsiirron aikana. Toiminnalla ei katsota olevan merkittäviä kielteisiä vaikutuksia ihmisten terveyteen tai luonnon monimuotoisuuteen. Kaiken kaikkiaan toiminnan ei katsota haittaavan ympäristötavoitteen saavuttamista. Sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia kuvataan luvussa 9, Pohjaeläinympäristö ja kalat.</p>



Ympäristötavoitteet	Toimien yhteys ympäristötavoitteeseen
<p><b>Runsas kasvi- ja eläinkunta</b> Biologista monimuotoisuutta on säilytettävä ja hyödynnettävä kestäväällä tavalla nykyisten ja tulevien sukupolvien hyväksi. Lajien ja ekosysteemien elinympäristöjä sekä niiden toimintoja ja prosesseja suojellaan. Lajien on voitava säilyä elinkelpoisina populaatioina pitkällä aikavälillä, joissa on riittävästi geneettistä vaihtelua. Ihmisillä on oltava mahdollisuus nauttia hyvästä luonnon- ja kulttuuriympäristöstä, jossa on rikas biologinen monimuotoisuus, joka on terveyden, elämänlaadun ja hyvinvoinnin perusta.</p>	<p>Meriympäristön arvokkaiden ympäristöjen ja suojeltavien lajien tunnistamiseksi on tehty useita inventointeja. Kun toteutetaan luvussa 8 ehdotetut suojatoimenpiteet, jotka liittyvät muun muassa vedenalaiseen meluun, toiminnan ei katsota aiheuttavan haitallisia vaikutuksia luontotyyppeihin tai lajeihin. Erityisten ympäristönäkökohtien arviointia käsitellään luvussa 9. Kaiken kaikkiaan toimenpiteen ei katsota haittaavan ympäristötavoitteen saavuttamista.</p>
<p><b>Hyvä rakennettu ympäristö</b> Rakennusten on tarjottava hyvä ja terveellinen elinympäristö ja edistettävä hyvää alueellista ja maailmanlaajuista ympäristöä. Luonnon- ja kulttuuriarvoja on hyödynnettävä ja kehitettävä. Rakennukset ja laitokset on sijoitettava ja suunniteltava ympäristöä säästävällä tavalla ja tavalla, joka edistää maa-, vesi- ja muiden luonnonvarojen hyvää pitkän aikavälin hallintaa.</p>	<p>Energiaa, maata, vettä ja muita luonnonvaroja on käytettävä tehokkaasti, resursseja säästävasti ja ympäristöystävällisesti, jotta fossiilisten energialähteiden käyttöä voidaan vähentää pitkällä aikavälillä. Toiminta mahdollistaa fossiilivapaan energian tuotannon ja tuulen tehokkaan käytön luonnonvarana. Kaiken kaikkiaan toiminnan katsotaan edistävän ympäristötavoitteen saavuttamista.</p>
<p><b>Ilmastovaikutusten vähentäminen</b> Ilmastonmuutosta koskevan YK:n puitesopimuksen mukaisesti ilmakehän kasvihuonekaasujen määrä on vakautettava tasolle, jolla estetään ihmisen toiminnan aiheuttama vaarallinen häiriö ilmastojärjestelmässä. Tämä tavoite on saavutettava siten ja sellaisessa tahdissa, että biologinen monimuotoisuus säilyy, elintarviketuotanto varmistetaan ja muut kestävä kehityksen tavoitteet eivät vaarannu. Ruotsilla on yhdessä muiden maiden kanssa vastuu varmistaa, että maailmanlaajuinen tavoite voidaan saavuttaa.</p>	<p>Jotta lämpötilan nousu voitaisiin rajoittaa selvästi alle kahteen asteeseen ja mieluiten alle 1,5 asteeseen, maailmanlaajuisia kasvihuonekaasupäästöjä on vähennettävä nopeasti niin, että ne lähestyvät nolaa vuosisadan jälkipuoliskolla. Nyt suunnitteilla oleva tuulipuisto on osa uusiutuvan sähköntuotannon laajentamista. Se on siten osa siirtymistä fossiilisista polttoaineista uusiutuviin. Kaiken kaikkiaan toiminnan katsotaan edistävän ympäristötavoitteen saavuttamista.</p>
<p><b>Sukupolvien välinen tavoite</b> Ympäristöpolitiikan yleistavoitteena on siirtää seuraavalle sukupolvelle yhteiskunta, jossa suurimmat ympäristöongelmat on ratkaistu ilman, että ympäristö- ja terveysongelmat lisääntyvät Ruotsin rajojen ulkopuolella.</p>	<p>Toiminta mahdollistaa fossiilivapaan energian käytön ja on osa yhteiskunnan siirtymistä ilmastovaikutusten vähentämiseen. Kaiken kaikkiaan toiminnan katsotaan edistävän sukupolvitavoitteen saavuttamista.</p>

## 10.6 Kumulatiiviset vaikutukset

Sen lisäksi, että arvioidaan tuulivoimapuiston vaikutuksia ympäristönäkökohtiin ja etuihin, on arvioitava, voivatko alueen muiden tuulivoimahankkeiden ja -toimien vaikutukset johtaa kumulatiivisiin vaikutuksiin. Hankkeilla ja toiminnoilla ei välttämättä ole yksinään merkittäviä vaikutuksia, mutta jos niitä tarkastellaan yhdessä muiden toimintojen vaikutusten kanssa, ne voivat johtaa kumulatiiviseen vaikutukseen, joka on joko additiivinen, synergistinen tai kompensoiva. Kumulatiivisessa arvioinnissa on otettava huomioon olemassa olevat ja luvan saaneet toiminnot, joiden laajuus, tila ja sijainti tunnetaan.

Kuulemisen aikana useat osapuolet ovat todenneet, että kumulatiivisten vaikutusten arvioinnissa olisi luvan saaneiden ja muutoin käynnissä olevien hankkeiden ja toimintojen lisäksi otettava huomioon myös suunnitteilla olevat tuulipuistot. Merituulivoiman perustamista varten on parhaillaan käynnissä laajoja tutkimuksia.

Mannerjalustalain mukaisten tutkimuslupahakemusten määrä on kasvanut muutamassa vuodessa useita satoja prosentteja. Myös eri toimijoiden kuulemien suunniteltujen tuulipuistojen määrä on kasvanut huomattavasti. Monissa tapauksissa eri rakennuttajat suunnittelevat tuulipuistoja samoille alueille ja hyvin lyhyille etäisyyksille toisistaan. Monet suunnitelluista tuulipuistoista jäävät näin ollen rakentamatta. Kumulatiivisten vaikutusten arviointi on näin ollen spekulatiivista, ja vaarana on, että vaikutukset ovat paljon suurempia kuin ne todellisuudessa ovat. Ruotsin tai Suomen vesillä ei ole (muiden tuulivoimarakentajien) hyväksymiä tuulipuistoja. Useiden tuulipuistojen kumulatiivisten vaikutusten arviointia tehdään merten aluesuunnitelmia koskevan työn yhteydessä.

## 10.6.1 Kumulatiivisten vaikutusten arviointi

Lähtökohtana kumulatiivisten vaikutusten esiintymiselle on, että Polargrundiin kohdistuvat todetut seuraukset ovat eri vastaanottajien ja etujen kannalta enemmän kuin merkityksettömiä. Tämä tarkoittaa sitä, että jos rakentamis- tai käyttövaiheen vaikutus katsotaan merkityksettömäksi, sen ei katsota voivan aiheuttaa kumulatiivisia vaikutuksia muiden toimintojen tai tuulipuistojen kanssa. Tästä lähestymistavasta on tehty poikkeuksia kuulemisen aikana esiin tulleiden erityisten näkökohtien osalta, esimerkiksi kaupallisen kalastuksen ja poronhoidon osalta toiminnan aikana. Kumulatiivisia vaikutuksia ei ole arvioitu käytöstäpoistovaiheen osalta, koska se on niin kaukana tulevaisuudessa.

Polargrundista mahdollisesti aiheutuvia kumulatiivisia vaikutuksia aiheuttaviksi todetut ympäristönäkökohdat esitetään tiivistetysti seuraavassa taulukossa Taulukko 10-12.

Taulukko 10-12 Kumulatiivisten vaikutusten analyysissä arvioidut ympäristönäkökohdat ja vaikutustekijät.

	Ympäristönäkökohdat ja vaikutustekijä
<b>Rakennusvaihe</b>	Kala - vedenalainen ääni
	Merenkulku - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella
<b>Ajelehtiva ketju</b>	Linnut - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella
	Poronhoito - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella
	Kaupallinen kalastus - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella
	Merenkulku - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella
	Puolustus - fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

## 10.6.2 Kumulatiiviset vaikutukset rakennusvaiheen aikana

### 10.6.2.1 Kala

Kalojen osalta kumulatiivisen vaikutuksen kannalta merkitystä voi olla vedenalaisella melulla, joka aiheutuu mahdollisesta perustusten paalutuksesta.

Kumulatiivisia vaikutuksia kaloihin voi aiheutua rakennustöiden aiheuttamasta vedenalaisesta melusta sekä nykyisestä merenkulusta ja kaupallisesta kalastuksesta. Alusliikenne rakennusalueella ja sen ympäristössä on hyvin vähäistä, eikä melulähteiden katsota siksi vaikuttavan toisiinsa siten, että niistä aiheutuisi merkittäviä

kumulatiivisia vaikutuksia. Myös kaupallinen kalastus suunnitellun tuulipuiston alueella ja sen ympäristössä on erittäin vähäistä, joten vedenalaisesta melusta ei aiheudu kumulatiivisia vaikutuksia. Lisäksi kaupallista kalastusta rajoitetaan rakennusvaiheen aikana, koska rakennustöihin on turvaetäisyydet ja koska se tapahtuu sellaisten alusten läheisyydessä, joiden ohjattavuus on rajoitettu.

Kaiken kaikkiaan rakennustöiden ja kalastuksen/alusliikenteen aiheuttaman vedenalaisen melun kumulatiiviset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

#### 10.6.2.2 Meriliikenne

Polargrundin perustamisen vaikutukset merenkulkuun rajoittuvat lähinnä niihin aluksiin, jotka kulkevat nykyisin hankealueen kautta, ja ne vaikuttavat lähinnä alusliikenteeseen Suomen Kemin ja Tornion satamiin ja satamista.

Kumulatiivinen vaikutus voi syntyä, jos lisätoimet vaikuttavat alusliikenteeseen. Koska laivareitit Kemiin ja Tornion satamiin eivät kuitenkaan kulje minkään luvanvaraisen toiminnan kautta, kumulatiivisia vaikutuksia ei odoteta syntyvän.

Rakennusvaiheen aikana myös työaluksia liikennöi tukikohtasatamiksi valittuihin satamiin ja satamista. Suuret infrastruktuurihankkeet Norrlannissa voivat lisätä alusten toimintaa ja merenkulkuriskkejä, jos tukisatamat valitaan Norrlannin rannikolla. Suurimman merenkulun infrastruktuuri-investoinnin, Luulajan sataman Malmportenin, odotetaan kuitenkin valmistuvan (vuonna 2028) ennen Polargrundin rakennustöiden aloittamista. Pohjanlahden alusliikenteen intensiteetti on kaiken kaikkiaan alhainen, eikä merenkulun kannalta merkittäviä kumulatiivisia vaikutuksia odoteta syntyvän.

### 10.6.3 Kumulatiiviset vaikutukset käyttövaiheen aikana

#### 10.6.3.1 Linnut

Kaiken kaikkiaan Polargrundin alueen ei arvioida vaikuttavan merkittävästi lintujen muuttoreitteihin sen enempää kevät- kuin syysmuutonkaan aikana (ks. liite D14). Luoteis-Ruotsin alueille ja alueilta muuttavien lintujen arvioidaan muuttavan pääasiassa Ruotsin rannikkoa pitkin, kun taas Suomessa tai Venäjän taigalla tai tundralla sijaitseville alueille ja alueilta muuttavat linnut muuttavat pääasiassa Suomen rannikkoa pitkin. Näin ollen Polargrundin sijainnin katsotaan sijaitsevan Pohjanlahden ylittävien päämuuttoreittien välissä. Ruotsin tai Suomen vesillä ei ole sallittuja tuulipuistoja.

Edellä esitetyn perusteella lintuihin mahdollisesti kohdistuvia kumulatiivisia vaikutuksia pidetään vähäisinä.

#### 10.6.3.2 Poronhoito

Kumulatiiviset vaikutukset on arvioitu poronhoidon osalta. Hankealueen läheisyydessä ei ole muuta pysyvää toimintaa, mutta siellä on sekä laiva- että moottorikelkkaliikennettä. Kalixin ja Haaparannan kunnissa, noin 30 km:n päässä hankealueesta, sijaitsee parilla saarella useita tuulivoimaloita. Arvioidaan, että hanke ei vaikuta kumulatiivisiin vaikutuksiin poronhoidon osalta. Arvio perustuu siihen, että hankealueelle ja sieltä pois ei ole suunniteltu laajamittaista liikennettä jäällä talvella.

Kalixin saamelaisyhteisön kannalta nykyinen laivaväylä Kalixiin muodostaa esteen heidän talvilaiduntamisensa ja Polargrundin hankealueen välille. Vähäinen myönteinen vaikutus voi syntyä, kun laivaliikenne ja jäänmurto talvella siirtyvät perustamisen seurauksena kauemmas saarista, joilla poroja laidunnetaan.

Kaiken kaikkiaan poronhoitoon ei odoteta kohdistuvan kumulatiivisia vaikutuksia.

#### 10.6.3.3 Kaupallinen kalastus

Kaupallinen kalastus hankealueella on hyvin vähäistä, mitä tukevat myös viimeisten 25 vuoden tiedot sekä ruotsalaisista että suomalaisista kaupallisista kalastajista. Kun verrataan koko Perämerenlahteen ja hankealueen lähialueisiin, hankealueen kaupallinen kalastus vastaa alle yhtä prosenttia saman ajanjakson vuotuisesta saaliista (liite D15). Ruotsin tai Suomen vesillä ei ole luovallisia tuulipuistoja. Kaiken kaikkiaan kaupalliseen kalastukseen ei arvioida kohdistuvan merkittäviä kumulatiivisia vaikutuksia.

#### 10.6.3.4 Meriliikenne

Toimintavaiheessa Polargrundia lähimpänä olevat laivaväylät ovat Kemiin ja Tornioista sekä Kalixin syväsatamasta lähtevät laivaväylät. Kumulatiivinen vaikutus voi syntyä, jos lisätoiminta vaikuttaa laivaliikenteeseen näillä reiteillä. Jos lähialueelle perustetaan lisää tuulipuistoja, käytettävissä oleva vesialue pienenee, mikä voi olla ongelma erityisesti talvimerenkululle. Kuten edellä on kuvattu, laivaväylät eivät kulje muiden olemassa olevien tai luvanvaraisten tuulipuistojen tai offshore-laitosten ohi Pohjanlahden pohjoisosassa. Alukset, jotka saavat reitin pidennyksen sen vuoksi, että liikenne joutuu kiertämään tuulipuiston, eivät siis joudu kärsimään reitin pidennyksistä, jolloin esimerkiksi matka-ajat pitenevät entisestään. Merenkulun osalta ei arvioida merkittäviä kumulatiivisia vaikutuksia.

#### 10.6.3.5 Puolustus

Perämeri ja Itämeri ovat Ruotsin puolustusvoimille strategisesti tärkeä alue. Vaikka Polargrundin tuulipuiston ei katsota vaikuttavan Ruotsin asevoimien erityisiin etuihin, tuulipuisto vähentää jonkin verran käytettävissä olevia vesialueita Perämerellä. Jos lähialueelle perustetaan lisää tuulipuistoja, harjoitteluun käytettävissä oleva vesialue Perämerenlahdella pienenee entisestään. Alueella ei kuitenkaan ole olemassa olevia tai luvan saaneita tuulipuistoja tai muita merellä sijaitsevia laitoksia, joten kumulatiivisia vaikutuksia ei synny. Käytettävissä olevat vesialueet Perämerenlahdella pysyvät suurina. Puolustukseen kohdistuvat kumulatiiviset vaikutukset perustuvat kohdassa 9.12 tehtyihin arvioihin. Siellä todetaan, että Ruotsin puolustusvoimien kanssa käydään parhaillaan vuoropuhelua, mutta vaikutuksia on vaikea arvioida, koska kyseessä voivat olla salaiset intressit.

# 11. Riskit ja turvallisuus

## 11.1 Merenkulkuun liittyvät riskit

### Hazid- työpaja

Merenkulkuun liittyvien riskien määrittämiseksi on järjestetty Hazid-työpaja (riskien tunnistamista käsittelevä työpaja) merenkulun riskianalyysin suositeltujen ja vakiintuneiden menetelmien mukaisesti. Työpajaan osallistui sekä Suomen että Ruotsin viranomaisten edustajia sekä muiden sidosryhmien, kuten satamaoperaattoreiden, edustajia.

Hazid-työpajassa havaittujen vaarojen ja riskianalyysin tulosten sekä kuulemisen jälkeen esiin tulleiden lisätietojen ja -tiedon perusteella Skyborn on päättänyt rajata hankealuetta kuulemisen aikana esitettyyn verrattuna. Tämä YVA perustuu uuteen hankealueeseen.

Työpajan aikana todettiin, että on epävarmaa, miten tuulipuisto vaikuttaa jään muodostumiseen ja jään liikkeisiin, ja että siksi on epävarmaa, millaiset ovat alueen jääolosuhteet tulevaisuudessa.

Monet talvimerenkulun vaaroista johtuvat siitä, että kyky valita paras ja turvallisin reitti jään läpi on rajallinen, kun tuulipuisto on perustettu. Tuulipuisto voi lisätä jäänmurtajakapasiteetin tarvetta, mikä voi johtaa pitkiin odotusaikoihin, joihin liittyy muun muassa törmäysriski eli alusten purjehtiminen tai ajautuminen alueelle.

Monet vaarat, joita voi aiheutua jäättömissä olosuhteissa, johtuvat siitä, että alusliikenne voi kulkea tuulipuiston lähellä. Tämä voi johtaa törmäykseen ja joissakin tapauksissa törmäykseen, jos tuulipuisto estää väistöliikkeen. Tämä pätee erityisesti tuulivoimapuiston kaakkoispuolella, sillä tuulivoimapuisto on lähellä Kemin ja Norra Merenkurkun välistä nykyistä laivaväylää ja osittain päällekkäin sen kanssa. Hankealueen eteläisimmät osat poistettiin myöhemmin merenkulun riskianalyysin tulosten perusteella, mikä vähentää laivaväylän suuntaista etäisyyttä.

### Riskianalyysi

RISE (Research Institutes of Sweden AB) on laatinut merenkulkua koskevan riskianalyysin, ks. liite D18. Tehty analyysi kattaa sekä suorat vaikutukset, jotka voivat vaikuttaa merenkulun turvallisuuteen, että epäsuorat vaikutukset, jotka voivat syntyä, kun merenkulun käyttömahdollisuuksia rajoitetaan ja muutetaan. Analyysissä käsitellään ja kvantifioidaan pääasiassa riskejä tuulipuiston käyttövaiheen aikana. Tuulipuiston rakentamiseen ja käytöstä poistamiseen liittyvät merenkulkuun liittyvät riskit on tunnistettu ja arvioitu kokonaisuutena. Täydentävä analyysi tehtiin myös sen jälkeen, kun hankealuetta oli mukautettu merenkulkuun kohdistuvien riskien vähentämiseksi.

Jäättömissä olosuhteissa karilleajon, törmäyksen ja törmäyksen todennäköisyydet on laskettu IWRAP Mk II -työkalulla. Jääpeitteisillä vesillä onnettomuustodennäköisyyksiä ei voida laskea samalla tavalla. Sen vuoksi jääkauden aikaisia vaikutuksia ja riskejä on arvioitu kvalitatiivisesti ja mahdollisuuksien mukaan kvantitatiivisesti.

Lisäksi on arvioitu vaikutuksia merenkulkuun liikennemallien mahdollisten muutosten ja reitin pidennysten osalta ja arvioitu turvaetäisyyksiä (tuulipuiston ja laivaväylän välinen etäisyys).

### 11.1.1 Arviointi

IWRAP:n laskelmat osoittavat, että maasulun todennäköisyys kasvaa hieman tuulipuiston perustamisen seurauksena. Lisäys on kuitenkin hyvin pieni, ja tuulipuiston katsotaan vaikuttavan maahansyöksyn riskiin vain vähän. Alueen liikenteen intensiteetti on hyvin alhainen, joten törmäystodennäköisyys on tällä hetkellä pieni.

Jäättömissä olosuhteissa alusliikenteen on tehtävä joitakin reittimuutoksia, jotta se voi ohittaa tuulipuiston vaaditulla turvallisen etäisyyden päässä. Arvioidut onnettomuustodennäköisyydet ovat kuitenkin alhaiset, ja liikenteellä on riittävästi tilaa kulkea turvallisen etäisyyden päässä tuulipuistosta. Tämä tarkoittaa, että riskit jäättömissä olosuhteissa katsotaan hyväksyttäväiksi.

Jääkauden aikana riskit ovat suuremmat kuin jäättömänä aikana, sillä tuulipuisto vaikuttaa talvimerenkulkuun, myös jäänmurtajien toimintaan. Perustaminen vaikuttaa ensisijaisesti Kemin ja Tornion satamiin suuntautuvaan ja niistä lähtevään liikenteeseen. Tuulivoimapuisto lisää jäänmurtajien avuntarvetta hyvän meriturvallisuuden varmistamiseksi.

Viimeisten 20 vuoden aikana keskimäärin 60 prosenttia Kemin ja Tornion satamiin saapuvista ja sieltä lähtevistä aluksista on tarvinnut jäänmurtaja-apua jääkausien aikana. Vaikeammat reitit, joilla on enemmän jäätä perustamisen jälkeen, voivat lisätä apua tarvitsevien alusten osuutta. Tämän lisääntymisen laajuus on epävarmaa ja vaihtelee vuosittain vallitsevien jääolosuhteiden mukaan.

Itse tuulipuiston aiheuttamia lisäriskejä, lähinnä törmäysriskejä, pyritään vähentämään lisäämällä alueen kautta kulkevien alusten määrää. Lisääntynyt jäänmurtajien avustustarve voi joissakin tapauksissa johtaa kapasiteetin puutteeseen ja pitkiin odotusaikoihin ja viivästyksiin, jos nykyistä jäänmurtajakapasiteettia ei vahvisteta. Tulevaisuudessa tarvittavan avustuskapasiteetin määrä ja se, missä määrin tuulipuisto voi vaikuttaa tähän, on kuitenkin epävarmaa ja riippuu useista tekijöistä.

Etäisyys tuulipuistosta, jonka alukset kulkevat talvella, määräytyy suurelta osin jäänmurtajien hallinnoinnin perusteella, joka talvella osoittaa sopivan reitin nykyisen jäätilanteen perusteella ja ottaa huomioon myös tuulipuiston.

Kaiken kaikkiaan riskejä ja vaikutuksia merenkulkuun pidetään suurempina talvella kuin kesällä. Tuulivoimapuiston laajentuessa tutkimusalueen mukaisesti vaikutusten talvimerenkulkuun odotetaan olevan suuria ja riskien kasvavan nykyisestä. Suurimpia riskejä voidaan rajoittaa jäänmurtaja-avulla. Tuulipuisto johtaa kuitenkin jäänmurtajakapasiteetin tarpeen lisääntymiseen, mikä voi ajoittain johtaa kapasiteetin puutteeseen ja pitkiin odotusaikoihin, ellei jäänmurtajakapasiteettia lisätä.

Skyborn on toteuttanut tärkeän riskinhallintatoimenpiteen pienentämällä hankealuetta etelään päin. Pienennetty puistoalue vähentää merkittävästi vaikutusta jäänmurtajatoimintaan, koska sekä avustus- että kauttakulkumatkat lyhenevät verrattuna suurempaan tuulipuistoon (tutkimusalue) ja siten myös kapasiteettipulan todennäköisyyttä.

## 11.2 Vedyn riskit

Tuulipuistossa vetyä tuotetaan modulaaristen elektrolyyserien avulla. Elektrolysaattori jakaa puhtaan veden vedyksi ja hapeksi. Happi johdetaan ilmakehään. Elektrolyyserissä tuotetun vetykaasun paine on jopa 35 baaria. Kaasu puristetaan edelleen kompressorilla, ja putkiverkosto kuljettaa vedyn tuulipuistosta rannikolle yhdessä tai useammassa suuressa vientiputkessa. Jotta vetyä saadaan virtaamaan järjestelmässä tasaisesti, voidaan tarvita yksi tai useampi puskurisäiliö.

Tuulipuistossa on kerrallaan yli 50 tonnia vetyä. Tämä tarkoittaa, että laitos on luvanvarainen vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseksi ja seurausten rajoittamiseksi toteutettavista toimenpiteistä annetun lain (1999:381) (Seveso-laki) nojalla. Seveso-laissa on kaksi eritasoista vaatimustasoa, joista kyseiseen toimintaan sovelletaan korkeampaa tasoa. Tämä tarkoittaa, että on laadittava turvallisuusselvitys, joka on osa hakemusasiakirjoja (hakemuksen liite E2).

Vety on kevyin alkuaine, ja se on hajuton ja väritön kaasu. Kaasu itsessään ei ole haitallista ihmisten terveydelle tai ympäristölle, mutta se on erittäin helposti syttyvää ja myös räjähtävää tietyissä sekoittumisolosuhteissa ilman kanssa. Vesimolekyylillä on hyvin pieni ja siksi altis vuodoille. Jos vety vuotaa ilmaan avoimessa tilassa, vedyn pieni tiheys on eduksi, koska se nousee hyvin nopeasti ilmassa ja laimenee siksi nopeasti, mikä vähentää räjähdysvaarallisten vety-ilmaseosten kertymisriskiä.

Paineistettujen järjestelmien vuodot muodostavat aluksi suihkun. Suihkun pituus ja leviäminen riippuu vuodon koosta ja järjestelmän paineesta. Suihkun vauhti vähenee sen etenemisen myötä, ja tietyssä vaiheessa vedyn luonnollinen noste on hallitseva, jolloin kaasu nousee ja leviää ylöspäin. Suihkun impulssia voi vähentää myös törmäminen esteeseen. Jos suihku sytytetään, syntyy suihkuliekki. Vuoto, jossa vedyn pitoisuus kasvaa ajan myötä, voi johtaa kaasupilven muodostumiseen. Kaasupilven syttyminen voi johtaa kaasupilven tulipaloon tai räjähdykseen kaasupilven koosta ja turbulenssitilasta riippuen.

Seuraavassa esitetään yhteenveto suihkuliekkien, kaasupilvien ja räjähdysten seurauksista:

- Suihkuliekki. Jos suihku syttyy, syntyy suihkuliekki. Suihkuliekin koko riippuu järjestelmän paineesta ja reiän koosta. Suihkuliekin seuraukset ovat paikallisia, mutta niillä voi olla dominovaikutus, sillä ne voivat vaikuttaa laitoksen muihin osiin ja siten aiheuttaa lisäriskejä. Suihkuliekka palaa niin kauan kuin järjestelmässä, josta vety vuotaa, on painetta.
- Kaasupilvipalo. Kaasupilvipalo on lyhytikäinen palo, jossa liekki leviää äänen nopeudella kaasupilven läpi. Kaasupilvipalo aiheuttaa merkityksettömän pienen ylipaineen, mutta sillä voi olla suuri lämpövaikutus ympäristöönsä, kun pilvessä oleva energia vapautuu.
- Räjähdys. Vetyräjähdys voi olla joko niin sanottu deflagraatio, jolloin liekkirintama liikkuu äänen nopeuden alapuolella, tai niin sanottu detonaatio, jolloin liekkirintama liikkuu äänen nopeuden yläpuolella. Räjähdyksessä liekkirintaman nopeus kasvaa. Räjähdyksille on yhteistä se, että ne vaikuttavat ympäristöön sekä paineaallon että korkeiden lämpötilojen avulla.

Joissakin tapauksissa korkeassa paineessa vapautuva vety voi syttyä itsestään ilman ulkoista sytytyslähdettä. Toisissa tapauksissa tarvitaan sekä syttymislähde että vuoto, jotta edellä mainitut tapahtumat tapahtuisivat. Jos syttymislähdettä ei ole, kaasu nousee ja sekoittuu ympäröivään ilmaan vaarattomalle tasolle.

Seuraavassa esitetään vuotoskenaariot eri järjestelmille, joissa vetyä esiintyy tuulipuistossa.

Elektrolysaattori: Elektrolysaattorin (jossa vety tuotetaan) paine riippuu käytetystä tekniikasta. Mahdollinen vuoto elektrolysaattorista arvioidaan pieneksi, mutta jos vuoto syttyy, voi muodostua suihkuliekki, jos järjestelmän paine on riittävän korkea. Jos vuotoa ei sytytetä, vety laimenee ympäristöön.

Putkistojärjestelmä: paine putkistojärjestelmässä on korkeampi kuin elektrolyserissä. Putkistojärjestelmä sijaitsee pääosin vedenpinnan alapuolella tuulipuistossa. Jotta putkistoon syntyisi suuri vuoto, tarvitaan jonkinlainen mekaaninen vaikutus. Mekaaninen vaikutus voi johtua esimerkiksi virheellisestä ankkuroinnista tai pohjatroulausesta. Huono kunnossapito yhdessä mekaanisen vaikutuksen kanssa lisää putken repeämisen tai vuodon todennäköisyyttä. Kun putkistot ovat veden alla, vuotava vetykaasu kuplii vesimassan

läpi, ja kun kaasu murtautuu veden pinnan läpi, voi muodostua palava kaasupilvi ennen kuin se ehtii laimentua riittävästi. Jotta tämä kaasupilvi syttyisi, tarvitaan syttymislähde, kuten ohikulkeva alus.

**Kompressorit.** Paine kompressoreissa on korkeampi kuin elektrolyysereissä. Pienet vuodot kompressorista voivat johtaa suihkuliekkeihin, jos vuoto syttyy, ja suihkuliekki voi vaikuttaa muihin laitoksen osiin riippuen suihkuliekin suunnasta, mikä voi johtaa seurauksiin laitoksen osasta riippuen. Pieni vuoto kompressorista, joka ei syty, laimenee nopeasti ilmakehään. Kompressorista virtaussuuntaan kytketyt putkistot voivat aiheuttaa suuria vetykaasupäästöjä putkirikon sattuessa, mikä voi johtaa sekä suureen suihkuliekkeeseen että kaasupilvipaloon.

**Puskurisäiliöt.** Puskurisäiliöissä voi esiintyä pieniä vuotoja, mutta ne voivat myös rikkoutua. Säiliön rikkoutuminen edellyttää, että säiliöön kohdistuu mekaaninen isku tai että se on altistunut läheisen tulipalon tai suihkuliekin aiheuttamalle kuumuudelle. Puskurisäiliöön kohdistuva lämpövaikutus aiheuttaa säiliön paineen nousun, kunnes se lopulta repeää, mikä johtaa räjähdykseen. Pienet vuodot puskurisäiliöstä voivat aiheuttaa suihkuliekin, jos vuoto syttyy.

## 11.2.1 Vaikutusetäisyys

Riskinarviointi on tehty, ja se on hakemuksen liitteenä E1. Riskinarvioinnissa vaikutusetäisyydet on laskettu eri skenaarioille PHAST-leviämismallin avulla. Vaikutusetäisyydet on jaettu kahteen luokkaan: seuraukset laitteille/rakenteille, jotka voivat menettää toimintakykynsä tai rakenteen kantavuuden, ja seuraukset ihmisille, jotka kuolevat tai loukkaantuvat vakavasti vaikutusalueella. Seuraavassa taulukossa esitetään pisimmät vaikutusetäisyydet lasketuissa skenaarioissa.

Taulukko 11-1 Laskettujen skenaarioiden pisimmät vaikutusetäisyydet.

Skenaario	Laitteiden vaikutusetäisyys	Ihmisten vaikutusetäisyys
<b>Vuoto elektrolyserissä</b>	12 m (suihkuliekki)	16 m (suihkuliekki)
<b>Putkirepeämä elektrolyserissä</b>	35 m (suihkuliekki)	46 m (kaasupilven tulipalo)
<b>Vuoto puskurisäiliössä</b>	35 m (suihkuliekki)	46 m (kaasupilven tulipalo)
<b>Säiliön repeäminen puskurisäiliössä</b>	Ei vaikuta laitteisiin	18 m (kaasupilven tulipalo)
<b>Vuoto kompressorista</b>	14 m (suihkuliekki)	18 m (suihkuliekki)
<b>Putkirepeämä kompressorissa</b>	40 m (suihkuliekki)	53 m (kaasupilven tulipalo)

### 11.2.1.1 Suojatoimenpiteet

Koska vetyä on käytetty jo noin 100 vuoden ajan esimerkiksi öljy- ja kaasuteollisuudessa, vedyn turvallista tuotantoa, tiivistämistä, varastointia ja kuljetusta varten on olemassa vakiintuneita turvallisuusmenettelyjä, kansainvälisiä standardeja ja EU:n direktiivejä. Esimerkiksi vetyantureita käytetään laajalti havaitsemaan varhaisessa vaiheessa mahdolliset vetyvuodot ja valvomaan kaasun laatua. Turvatoimia kuvataan luvussa 8.

## 11.2.2 Arviointi

Arvioitu riski on yhdistelmä tapahtuman toteutumisen todennäköisyydestä ja sen seurauksista. Riskit arvioidaan hyväksyttäväksi tai ei-hyväksyttäväksi. Riskit arvioidaan ehdotettujen suojatoimenpiteiden toteuttamisen perusteella.



Tuulipuiston vetyä sisältävien laitososien osalta arvioitu enimmäisvaikutusalue on 53 metriä, jos kompressorialustan putkikirkon aiheuttama kaasupilvipalo syttyy. Tällaisen tapahtuman todennäköisyys on vähäinen, jos ehdotetut suojoitoimenpiteet toteutetaan. Vuoto ei aiheuta kaasupilvipaloa tai suihkulamppua, ellei syttymislähdettä ole olemassa tai ellei suihkulamppu syty itsestään. Kaasupilvipalo on lyhytaikainen, ja kompressorialusta sijaitsee tuulipuiston alueella, jossa kolmannet osapuolet ovat läsnä vain tilapäisesti. Näin ollen tällaisen tapahtuman todennäköisyys johtaa vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan arvioidaan erittäin pieneksi tai merkityksettömäksi, ja vaikka tällaisen tapahtuman seuraukset olisivat vakavia, riski arvioidaan hyväksyttäväksi. Muissa tapahtumissa, joissa seurausten etäisyydet ovat lyhyempiä, kolmansille osapuolille aiheutuvan vakavan loukkaantumisen tai kuoleman riskiä pidetään hyväksyttävänä.

Suihkusuihkun syttyminen laitoksen sisällä voi myös johtaa kumulatiivisiin riskeihin eli laitoksen muiden osien vaurioitumiseen siten, että syntyy lisäriskejä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi suihkuliekkin aiheuttamat vauriot tukirakenteissa, jotka johtavat niiden romahtamiseen, tai tulipalot muissa prosessilaitteissa. Tällaisen kumulatiivisen riskin todennäköisyys voidaan minimoida suojaamalla tärkeät rakenteet eri tavoin paikoissa, joissa suihkulamppu voi syttyä. Yhtäältä näitä voidaan suojata paloesteillä ja toisaalta aktiivisilla sammutusjärjestelmillä, jotka voivat estää palon kehittymisen ja jäähdyttää herkkiä rakenteita ja prosessilaitteita.

Kaiken kaikkiaan vedyn tuotantoon ja käsittelyyn laitoksessa liittyviä riskejä pidetään hyväksyttävänä.

### 11.3 Jään heittelyn riski

Tuulipuisto perustetaan alueelle, jossa voi esiintyä jäätymistä esimerkiksi roottorin lapoihin. HAZID-työskentelyssä eli merenkulun riskejä käsittelevässä työpajassa tunnistettiin jään heittoriski. Tämä tarkoittaa sitä, että roottorin lapojen pyöriessä syntyvän voiman vaikutuksesta roottorin lapoihin voi irrota jäätä. Todennäköisyyttä, että joku joutuu osuman kohteeksi, pidetään kuitenkin hyvin pienenä, koska tuulipuisto sijaitsee kaukana merellä, jossa liikenteen intensiteetti on hyvin alhainen. Alukset, jotka saattavat liikkua hankealueella talvella, ovat pääasiassa toiminnan omia huolto- ja korjausaluksia, joiden miehistöllä on hyvä tietämys ja asianmukainen turvallisuuskoulutus. Vapaa-ajan veneliikennettä hankealueella ei talvikaudella pidetä lähes olemattomana, ja Polargrundin kaakkoispuolella kulkevalla laivaväylällä kulkevilla suuremmilla aluksilla on mahdollisuus kulkea turvallisen etäisyyden päässä tuulipuistosta, mikä vähentää riskejä entisestään, ks. liite D18.

Koska tekniikka kehittyy nopeasti, on olemassa useita mahdollisia tekniikoita, joita voitaisiin käyttää jäävaaran ehkäisemiseksi. On vaikea määrittää, mitä tekniikkaa käytetään, mutta sitä tutkitaan tarkemmin ennen rakennusvaihetta.

### 11.4 Vieraslajien riski

Lajien leviäminen meriympäristössä tapahtuu yleensä luonnollisesti leviämällä lähialueille. Lajien leviäminen voi tapahtua myös ihmisen toiminnan, kuten laivojen painolastiveden mukana, joka mahdollistaa joidenkin lajien leviämisen kauas. (HELCOM, 2014). Tämän seurauksena lajit voivat levitä luontaisen levinneisyysalueensa ulkopuolelle. Jotkin lajit voivat aiheuttaa uhan nykyiselle ympäristölle; nämä lajit luokitellaan vieraslajeiksi ja haitallisiksi vieraslajeiksi. (Havs- och vattenmyndigheten, 2015). Painolastivedessä olevien organismien leviämisen estämiseksi YK on laatinut painolastivesisopimuksen, joka kattaa kaikki kansainvälisesti liikennöivät alukset. Ruotsissa on luotu toimenpiteitä, kuten painolastivesilaki (2009:1165), painolastivesiasetus (2017:74) ja Ruotsin liikenneviraston määräykset alusten painolastiveden

ja sedimentin käsittelystä ja valvonnasta (TSFS 2017:73), täyttämään painolastivesisopimuksen kattamat vaatimukset.

Rakennus- ja käyttövaiheen aikana hankealueelle asennetaan tuulivoimaloiden perustuksia ja eroosiosuojauksia, mikä itsessään luo uusia kovia pintoja eri lajien käyttöön. Alueella lisääntyy painolastivettä käyttävien rahti- ja asennusalusten laivaliikenne, mikä aiheuttaa tietynlaisen organismin leviämisen riskin. Uusien kovien pintojen lisääminen mahdollistaa lajien leviämisen alueelle, kun ympäristö muuttuu niille suotuisammaksi, mikä aiheuttaa niin sanotun riuttaefektin, jossa useammat lajit voivat käyttää aluetta paikallisesti rakenteissa. Kettuvaikutus on kuitenkin todennäköisesti heikko, koska eri laitokset ovat hajallaan ja niiden väliset etäisyydet ovat suuret. Tämä vähentää myös riskiä vierasperäisten vieraslajien leviämisestä alueelle. Tällä hetkellä vierasperäinen vieraslaji pohjoisamerikkalainen harjusmato (*Marenzelleria spp.*) on levinnyt suuressa osassa Pohjanlahtea, myös hankealueella (liite D10). Koska pohjoisamerikkalainen harjusmato on pehmeäpohjainen laji, tuulipuisto ei lisää leviämisen riskiä. Itse tuulipuiston lisäksi Pohjanlahden merialue on suhteellisen lajikohtainen ympäristö, koska siellä vallitsevat erityisolosuhteet, kuten alhainen suolapitoisuus ja laaja jääpeite talvella. Tämä on haastava ympäristö, joka vaikuttaa lajien leviämismahdollisuuksiin alueella.

Riski vierasperäisten vieraslajien leviämisestä tuulivoimapuiston perustamisen myötä on pieni, mikä johtuu osittain tuulivoimapuiston suunnittelusta, jossa laitokset on sijoitettu laajalle alueelle, mikä vähentää tehokkaan leviämisen riskiä, ja osittain siitä, että alue itsessään ei ole lajirikas alue, jossa lajit leviävät helposti. Lisäksi painolastiveden käsittelyä säännellään voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, mikä tarkoittaa, että riski muiden kuin kotoperäisten vieraslajien leviämisestä alueella työskentelevistä aluksista on pienempi. Kaiken kaikkiaan muiden kuin kotoperäisten vieraslajien leviämisen riskiä Polargrundin perustamisen aikana pidetään vähäisenä.

## 12. Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset

Koska hankealue rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen, hankkeella on jonkin verran rajat ylittäviä vaikutuksia, jotka johtuvat joistakin hankkeesta aiheutuvista erilaisista vaikutustekijöistä. Ruotsin rajojen sisäpuolella oleviin suomalaisiin toimintoihin kohdistuvia vaikutuksia (kuten meriliikennettä ja kaupallista kalastusta) arvioidaan luvun 9 vastaavissa kohdissa. Vaikutustekijät, joista voi aiheutua rajat ylittäviä vaikutuksia, ovat sellaisia, jotka ulottuvat maantieteellisesti Suomen vesialueille, kuten vedenalainen melu ja sedimenttien leviäminen. I Taulukko 12-1 esitetään tunnistetut vaikutustekijät, joiden arvioidaan voivan aiheuttaa rajat ylittäviä vaikutuksia, ja mihin ympäristönäkökohtiin tai etuihin ne vaikuttavat. Tunnistettuja vaikutustekijöitä kuvataan tarkemmin luvussa 7. N2000-alueisiin kohdistuvien vaikutusten selvittäminen on kuvattu liitteessä D19.

Taulukko 12-1 Tunnistetut rajatylittävät vaikuttavia tekijöitä

Vaikuttava tekijä	Ympäristönäkökohdat tai kiinnostuksen kohteet
Vedenalainen melu	Kalat, Merinisäkkäät, Kaupallinen kalastus
Sameus ja sedimentin laskeutuminen	Pohjaeläinympäristö
Visuaalinen vaikutus	Visuaalinen vaikutus maisemaan
Riski ja turvallisuus	
Meriliikenteen riskit	Meriliikenne

### 12.1 Vedenalainen melu

Vedenalainen melu, jonka katsotaan voivan aiheuttaa rajat ylittäviä vaikutuksia, on rakennustöistä aiheutuva melu, lähinnä jos kyseessä on paalutus, ks. tarkemmin vedenalaista melua koskeva 7.2 kohta. Vedenalaisen melun vaikutusten tutkimiseksi on laadittu mallinnus, joka esitetään kokonaisuudessaan lisäyksessä D6. Paalutuksesta aiheutuvan vedenalaisen melun maantieteellistä laajuutta rajoitetaan suojoitoimenpiteillä. Mallinnus kuitenkin osoittaa, että paalutuksesta voi aiheutua melutasoja, jotka ulottuvat Suomen vesialueille. Yksittäisen perustuksen paalutuksesta aiheutuvan melun keston odotetaan olevan lyhyt (yksi tai muutama päivä), mutta kokonaiskesto voi ulottua usean rakennuskauden ajalle. Kohdissa 9.2 ja 9.3 on arvioitu vedenalaisen melun vaikutuksia kaloihin ja merinisäkkäisiin. Nämä arvioinnit ovat merkityksellisiä myös valtioiden rajat ylittävältä kannalta, koska sekä kaloja että merinisäkkäitä esiintyy kaikkialla Pohjanlahdella ja ne voivat siten siirtyä myös Suomen vesille. Ruotsin ja Suomen vesillä tehtyjen arviointien välinen ero on vaikutusalueen laajuudessa, sillä Suomen vesillä vedenalaisen melun arvioidaan vaikuttavan pienemmällä alueella. Koska Suomen vesien kalakantaan voi vaikuttaa kalojen siirtyminen vedenalaisen melun vuoksi, myös kaupalliseen kalastukseen voi kohdistua tilapäisiä vaikutuksia rakennustöiden aikana, ks. kohta 9.6.

#### 12.1.1 Kala

Hankealueen kalaston esiintymisen selvittämiseksi on tehty tutkimuksia eDNA-näytteenotolla ja koekalastuksilla. Näiden tulokset on esitetty liitteessä D10, ja liitteessä D12 kuvataan tarkemmin kalojen nykytilannetta. Alueella tavattavia lajeja ovat silakka, muikku ja lohi.

Rakennusvaiheen aikana vedenalainen melu voi levitä Suomen vesiin, mikä tarkoittaa, että noin 6 kilometrin etäisyydellä hankealueesta olevat kalat voivat altistua tilapäiselle kuulon heikkenemiselle (TTS). Lohi on

arvioitu lajiksi, joka on vaarassa kärsiä meluisten rakennustöiden vaikutuksista sen haavoittuvuustilanteen ja sopeutumiskyvyn perusteella ja koska vaellustavat voivat häiriintyä, ks. tarkemmin kohta 9.2. Seuraus arvioidaan vähäiseksi.

### 12.1.2 Merinisäkkäät

Hankealueella on tutkittu merinisäkkäitä eDNA-näytteenotolla. Tulokset osoittavat, että alueella havaitaan enemmän norppia kuin harmaahylkeitä. Liitteessä D13 kuvataan näitä lajeja tarkemmin.

Rakentamisen aikana TTS on mallinnettu enintään 1750 metrin etäisyydelle (painotettu hylkeillä) äänilähteestä, PTS:n osalta vastaava etäisyys on 200 metriä. Hylkeet käyttävät aluetta ruokailuun jäättömänä aikana, jolloin rakennustyöt voidaan suorittaa. Vedenalaisen melun vuoksi hylkeet joutuvat tilapäisesti etsimään ravintoa muualta, ks. tarkemmin kohta 9.3. Seurauksen arvioidaan olevan vähäinen.

### 12.1.3 Kaupallinen kalastus

ICES-alalohkolla 59H3, jolla hankealue sijaitsee, kaupallinen kalastus on pienimuotoisempaa kuin lähempänä rannikkoa sijaitsevien alalohkojen kaupallinen kalastus, ks. tarkemmin liite D15.

Rakennusvaiheen aikana aiheutuu vedenalaista melua, joka voi vaikuttaa alueen kalakantaan. On todennäköistä, että melun vaikutus saa kalat siirtymään muihin paikkoihin, minkä vuoksi joissakin paikoissa voidaan odottaa suurempia saaliita, kun taas toisilla alueilla saaliit ovat pienempiä. Kaupallinen kalastus voi joutua muuttamaan kalastustapojaan rakennusvaiheen rajoitetun ajan, jotta se voi edelleen purkaa saman määrän kalaa kuin ennenkin, ks. tarkemmin kohta 9.6.

## 12.2 Sameus ja sedimentin laskeutuminen

Rakennustöiden aikana jotkin toiminnot aiheuttavat merenpohjan sedimentin sameutta. Vesimassan sameus tarkoittaa, että sedimenttiä kertyy jonkin verran, kun se laskeutuu merenpohjaan. Sameutta aiheuttavien töiden vaikutusten selvittämiseksi on tehty sedimenttimallinnus, joka kuvataan kokonaisuudessaan lisäyksessä D9. Kohdassa 9.1 tehdään arvio pohjaeläinympäristön vaikutuksista sameuden ja sedimentin laskeutumisen osalta. Tämä arviointi on merkityksellinen myös rajat ylittävältä kannalta, koska hankealueella esiintyviä lajeja ja ympäristöjä esiintyy koko Pohjanlahdella ja siten myös Suomen vesillä. Arviointien välinen ero on siinä, että sameus ja sedimentin laskeuma vaikuttavat vain rajalliseen alueeseen Suomessa, koska hankealue rajoittuu vain Suomen vesiin. Suomen vesillä tapahtuvan sameuden ja sedimentin laskeuman laajuuden ei kuitenkaan odoteta vaikuttavan kohdassa 9.1 esitettyjen arviointien tuloksiin.

### 12.2.1 Pohjaeläinympäristö

Hankealuetta on tutkittu pohjaan leikkaamalla ja pudotusvideolla pohjaeläimistön ja -kasviston kartoittamiseksi. Tutkimukset osoittavat, että alue on lajistoltaan sekä kasviston että eläimistön kannalta köyhä. Inventoinneissa havaittiin vain yksi levä, ja pohjaeläimistö koostuu muun muassa harjusmadoista, kilkistä, valkokatkasta ja massiäyriäisistä.

Kaivutöiden aiheuttaman kohonneen sameuden odotetaan esiintyvän pääasiassa paikallisesti ja hankealueella. 10 mg/l:n ja 100 mg/l:n kohonneiden sameustasojen kesto on yleensä enintään 48 tuntia ja 24 tuntia. Sedimentin laskeuman odotetaan olevan korkeintaan noin 10 millimetriä, ja sitä tapahtuu pääasiassa perustusten ja kaapelin asennusalueiden läheisyydessä. Rakentamisen aikana tapahtuvasta sameudesta ja sedimentin laskeumasta voi siis aiheutua vähäisiä rajat ylittäviä vaikutuksia.

Alueella esiintyviin lajeihin ei kohdistu merkittäviä vaikutuksia, koska sameus ja sedimentin laskeutuminen on vähäistä ja levinneisyys rajallista, ks. tarkemmin kohta 9.1.

## 12.3 Visuaalinen vaikutus

Suoritettussa maisemaan kohdistuvien visuaalisten vaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon Suomen rannikko ja tuotettu valokuvamontaasi Selkä-Sarvesta, ks. liitteet D4 ja D16. Suomen saaristo ja mantere sijaitsevat etäisyydellä hankealueesta, joka on luokiteltu väli- ja kaukovyöhykkeeksi, ks. kohta 10.1.

### 12.3.1 Visuaalinen vaikutus maisemaan

Selkä-Sarvi on saari, joka sijaitsee Suomen puolella Pohjanlahdella, Perämerenlahden kansallispuistossa. Saari on tasainen, ja ympäröivä vesi on tiheä ja karikkoinen, minkä vuoksi saarelle on vaikea päästä. Selkä-Sarvi on suojeltu osana "Pohjanlahden kalasatamat ja kalastajakylät" -aluetta, joka on Suomen kannalta valtakunnallisesti arvokkaiden rakennettujen kulttuuriympäristöjen kokoelma.

Välivyöhykkeen karuilla saarilla, joilla Selkä-Sarvi sijaitsee, vaikutus maisemaan on yleensä kohtalainen ja hieman kasvillisemmilla saarilla yleensä pieni tai kohtalainen. Kaukaisemmalta vyöhykkeeltä eli suurimmasta osasta sisäsaaristoa ja mantereelta tuulivoimapuisto näkyisi erittäin harvoin, mikä johtuu osittain pitkästä etäisyydestä ja osittain maiseman topografiasta. Sen vuoksi vaikutukset syrjäisellä vyöhykkeellä arvioidaan vähäisiksi.

## 12.4 Merenkulkuun liittyvät riskit

Hankealue rajoittuu idässä Suomen talousvyöhykkeeseen, ja laivaväylä Nordvalen - Kemi sijaitsee noin 0,5 metrin päässä hankealueen itärajusta. Suomen merialuesuunnitelmassa merenkululle on osoitettu hieman laajempi alue kuin Nordvalen - Kemi -niminen väylä, ks. Kuva 10-5. Hankkeessa on tehty merenkulun riskianalyysi, joka on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä D18. Merenkulun riskianalyysi perustuu muun muassa HAZID-työpajaan, johon osallistui sekä Ruotsin että Suomen viranomaisten edustajia. Merenkulku on analysoitu Pohjanlahden kyseisellä osalla sekä Ruotsin että Suomen vesillä tapahtuvan kokonaisliikenteen perusteella.

Jäättömissä olosuhteissa alusliikenteen on tehtävä joitakin reittimuutoksia, jotta se voi ohittaa tulipuiston vaaditulla turvaetäisyydellä. Lasketut onnettomuustodennäköisyydet ovat kuitenkin alhaiset, ja liikenteelle on riittävästi tilaa kulkea turvallisen etäisyyden päässä tulipuistosta. Tämä tarkoittaa, että riskit jäättömissä olosuhteissa katsotaan hyväksyttäväiksi.

Merenkulkuun kohdistuvien riskien arvioidaan olevan suuremmat talvella kuin kesällä, koska alukset ja jäänmurtajat eivät voi kulkea tulipuistoalueen läpi, joten ne voivat joutua valitsemaan reittejä, joilla jääolosuhteet ovat vaikeammat. Riittävän jäänmurtaja-avun varmistamista pidetään tärkeimpänä toimenpiteenä tulipuistosta aiheutuvien riskien vähentämiseksi.

Liikenteen intensiteetin luokittelussa on käytetty Ruotsin merenkululaitoksen ja Ruotsin liikenneviraston suosituksia liikenteen intensiteetistä ja monimutkaisuudesta. Laivaväylän liikenteen intensiteetti luokitellaan hyvin vähäiseksi, jos laivojen kulkujen määrä on alle 2000 vuodessa. Vaikka kaikki nykyisin hankealueen kautta kulkeva liikenne siirrettäisiin Nordvalenin - Kemin laivaväylälle, ohitusten määrä ei ylittäisi vuosien 2018-2022 alustilastojen perusteella 2000 ohitusta vuodessa. Suurin ohitusten määrä yhtenäisenä vuonna on ollut 1700 ohitusta, kun lasketaan yhteen sekä hankealueen kautta kulkeva liikenne että laivaväylän liikenne. Tämä tarkoittaa, että ympäristöarvoa merenkululle pidetään vähäisenä. Vaikutusta, joka muodostuu meriliikenteen

muuttumisesta tuulipuiston aiheuttaman fyysisen esteen vuoksi, pidetään vähäisenä jäättömissä olosuhteissa, kun liikenteelle on riittävästi tilaa kulkea turvallisen etäisyyden päässä tuulipuistosta. Kaiken kaikkiaan vaikutus arvioidaan vähäiseksi.

Kaiken kaikkiaan merenkulkuun kohdistuvien riskien arvioidaan olevan suurempia talvella kuin kesällä. Merenkulkuun tehtyjen hankesopeutusten ansiosta jäänmurtajatoimintaan kohdistuvia vaikutuksia on vähennetty kuulemisen aikana esitettyyn tutkimusalueeseen verrattuna. Tämä vähentää myös jäänmurtajien kapasiteettipulan todennäköisyyttä.

## 12.5 Yleisarviointi

Valtioiden rajat ylittävien vaikutusten osalta on todettu pieni seuraus kaloihin. Vaikutus liittyy vedenalaiseen meluun, jota voi esiintyä rakennusvaiheen aikana. Kaiken kaikkiaan tähän reseptoriin ei arvioida kohdistuvan merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia. Maisemaan ja merenkulkuun kohdistuvien visuaalisten vaikutusten osalta rajat ylittävä vaikutus on vähäinen.

## 13. Seurantatomien arviointi

Merituulipuiston lupa-arviointi on yksinkertaistettuna jaettu itse tuulipuiston lupa-arviointiin, mukaan lukien sisäinen kaapeliverkosto, ja tuulipuiston vientikaapeleihin. Tämä on luonnollista lainsäädännön perusteella (Ruotsin talousvyöhykelain, mannerjalustalain, ympäristösäännösten, sähkölain jne. mukaiset erilaiset arvioinnit). Epäselvyyttä on ollut myös siitä, missä vaiheessa sähköliitäntä Ruotsin verkkoon on mahdollista. On kuitenkin tärkeää, että toiminta kuvataan YVA:ssa mahdollisimman kattavasti, minkä vuoksi vientikaapelit yms. kuvataan seuraavassa jaksossa liitännäistoimintana, jonka lupaharkinta tehdään myöhemmässä vaiheessa.

Edellä esitetyn perusteella tuulipuiston perustamiseen liittyviä liitännäistoimintoja tarkastellaan näin ollen erillisessä järjestyksessä. Liitännäistoimintoihin kuuluvat valmistelevat tutkimukset, vientikaapeleiden tai putkistojen rakentaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen tuotetun energian vastaanottajille, kuljetukset satamiin ja satamista sekä lisääntynyt toiminta rakennussatamina käytettävissä satamissa. Ei voida myöskään sulkea pois sitä, että syntyy tarve käsitellä merenpohjan louhinnassa syntyviä massoja ja läjittää niitä mereen. Liitännäistoiminnoista voi aiheutua vaikutuksia ja seurauksia eri sidosryhmille, ja ne kuvataankin tässä, jotta hankkeen mahdollisista ympäristövaikutuksista saataisiin mahdollisimman kattava kuva. Kuten todettu, lupaa liitännäistoiminnoille haetaan tarvittaessa erikseen. Sisäinen kaapeli- ja/tai putkiverkko sisältyy nykyiseen lupahakemukseen, joten sitä ei kuvata liitännäistoimintana.

### 13.1 Valmistelevat tutkimukset

Geotekniset ja geofysikaaliset lisätutkimukset tehdään ennen yksityiskohtaista suunnittelua tai sen yhteydessä. Nämä voivat aiheuttaa lähinnä vedenalaista melua. Toiminnot, joista voi aiheutua häiritsevää tai haitallista vedenalaista melua, ovat kaikuluotaustutkimukset (SBP) ja geotekniset poraukset. SBP:n osalta mallinnus on tehty toisessa Skyborn-hankkeessa, kun taas poraus on arvioitu saatavilla olevan kirjallisuuden perusteella. Useimpien kalojen kuulokyky vaihtelee <100 Hz:stä muutama sataan Hz:iin, mikä on huomattavasti SBP:ssä ja porauksessa tavallisesti käytettävien laitteiden taajuusalueen alapuolella. Koska kaloihin ei todennäköisesti kohdistu vaikutuksia, on arvioitu ainoastaan vaikutuksia merinisäkkäisiin.

Arvioidut vaikutusetäisyydet kunkin tutkimustoiminnan osalta esitetään kohdassa Taulukko 13-1. Kun suojaustoimenpiteenä käytetään pehmeää käynnistystä, vedenalaisen melun ei odoteta vaikuttavan hylkeisiin, koska ne pystyvät siirtymään pois alueelta, joten pysyviä tai tilapäisiä kuulovaurioita ei synny. Tutkimusten aiheuttaman vedenalaisen melun vaikutuksen odotetaan olevan hyvin paikallinen ja huomattavasti vähäisempi kuin suunnitellun rakennustyön.

Taulukko 13-1 Tutkimusten vaikutusetäisyydet metreinä tutkimustyypeittäin. PTS- ja TTS-etäisyydet ilmoittavat etäisyyden tutkimusaluksesta (SBP) tai porauspisteestä, jolla merinisäkkäiden on oltava läsnä tutkimuksen alkaessa, jotta ne eivät joudu rannalle.

Tutkimus	Menetelmä	Vaikutusetäisyys (m etäisyydellä toiminnasta)	
		$L_{E,cum,24h,PCW}$	
		TTS	PTS
SBP	Mallintaminen	< 25 m	< 25 m
Poraus	Kirjallisuus	< 25 m	< 25 m

Geotekniset tutkimukset voivat koostua kairausten lisäksi myös luotauksista ja sedimenttinäytteenotosta vibracore- ja CPT-menetelmillä. Jonkinasteisen melun lisäksi nämä tutkimusmenetelmät voivat aiheuttaa paikallista sedimentin leviämistä ja siten vaikuttaa alueen kasvistoon ja eläimistöön. Geoteknisillä tutkimuksilla on näin ollen vain paikallisia vaikutuksia merenpohjaan näytteenottoaikan välittömässä läheisyydessä. Jäljelle jäävät reiät ovat hyvin pieniä, ja merenpohjan olosuhteiden odotetaan palautuvan ennalleen pian tutkimuksen päättymisen jälkeen. Tutkimusten aiheuttama sedimentin leviäminen on paikallista ja vähäistä, eikä sillä ole merkittäviä kielteisiä vaikutuksia merenpohjan kasvistoon, eläimistöön tai kaloihin.

Kaiken kaikkiaan geoteknisten ja geofysikaalisten tutkimusten vaikutuksilla ei katsota olevan merkittäviä kielteisiä seurauksia.

## 13.2 Mannermaalle johtavien putkistojen/kaapeleiden rakentaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen.

Tuulipuiston ja yhden tai useamman maalla sijaitsevan yhteispisteen välille rakennettavat vientikaapelit ja/tai -putket ovat liitännäistoimintoja, jotka edellyttävät erillisiä lupia. Vientikaapelin tai putkilinjan rakentamisesta, käytöstä ja käytöstä poistamisesta aiheutuvien vaikutustekijöiden osalta arvioitavat näkökohdat ovat pääosin samat kuin tässä YVA:ssa kuvatut ja arvioidut sisäisen kaapeliverkoston tai sisäisten putkilinjojen osalta. Vaikutustekijöihin kuuluvat muun muassa suspendoituneiden sedimenttien leviäminen ja siihen liittyvä sedimentaatio, merenpohjaan kohdistuvat fyysiset vaikutukset ja vientikaapeleiden tapauksessa myös sähkömagneettiset kentät.

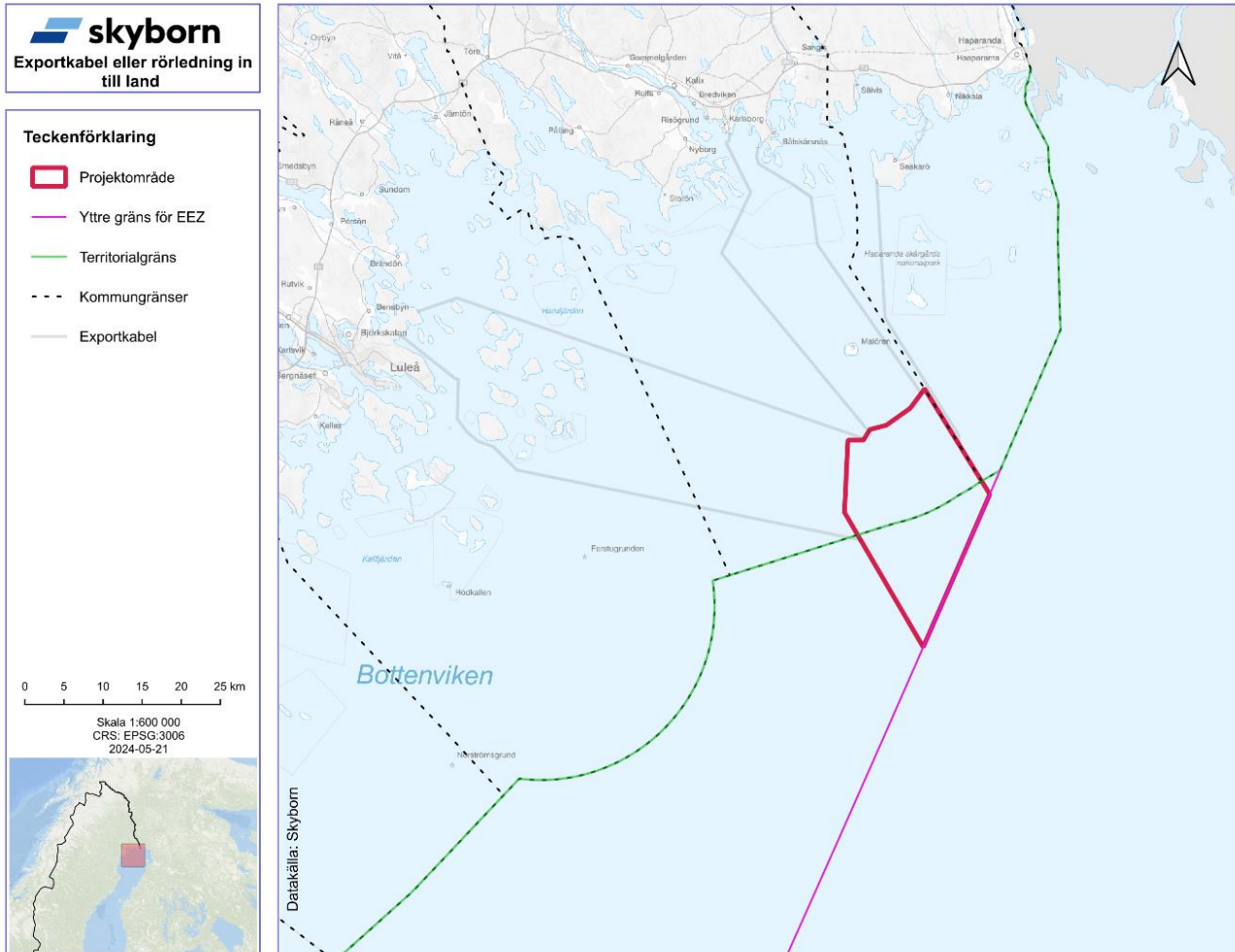
Ympäristövaikutusten odotetaan vaikuttavan pääasiassa pohjaeläimistöön, pohjaeläimistöön ja kaloihin. Rakentamisen yhteydessä kyseisen alueen pohjaeläimistö katoaa väliaikaisesti, mutta merenpohjan asuttaminen uudelleen kaapelin/putkilinjan varrella odotetaan tapahtuvan viiden vuoden kuluessa. Kaloihin voi kohdistua vaikutuksia sameuden ja sedimentaation seurauksena, ja erityisesti mäti ja toukat ovat herkkiä ja voivat kärsiä. Vaikutusten katsotaan olevan lyhytaikaisia ja paikallisia sameuden ja sedimentaation muodossa. Mahdollisten vaikutusten arvioidaan olevan kaiken kaikkiaan lyhytaikaisia ja seurausten merieläimiin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä ja rajallisia.

Erilaisiin olemassa oleviin kaapeleihin ja johtoihin kohdistuvien vaikutusten hallitsemiseksi on tutkittava kyseisellä osuudella olemassa oleva pohjainfrastruktuuri. Reitin varrella olevien kaapeleiden tai johtojen osalta aloitetaan vuoropuhelu asianomaisen toimijan/omistajan kanssa, jotta voidaan päättää, miten ylitykset voidaan tehdä turvallisesti.

Kuten tuulipuiston kohdalla, myös vientikaapeleiden ja/tai -putkistojen asentaminen vaikuttaa jonkin verran merenkulkuun, koska asennusalueen ohjattavuus on rajallista. Tuulipuiston asennukseen verrattuna tämä on rajoitetumpi ajanjakso, jolloin häiriöt ovat vähäisempiä.

Skyborn tutkii vientiputkille sopivan reitin löytämistä, jolloin on harkittava sopivia liittymispisteitä. Lopullista reittiä tutkitaan myös suhteessa suojelualueisiin, kuten Natura 2000 -verkostoon, kansallispuistoihin, luonnonsuojelualueisiin jne. ja kansallisiin etuihin, kuten merenkulkuun, jotta vaikutukset alueen luonnonarvoihin ja etuihin olisivat mahdollisimman vähäiset. Kuva 13-1 esitetään kaaviomaisesti vientikaapeleiden tai -putkien mahdolliset reitit merellä.





Kuva 13-1 Esimerkkejä mahdollisista vientikaapelin (tai -putken) reiteistä.

### 13.3 Lisääntynyt meriliikenne ja toiminta satamissa

Tällä hetkellä ei ole tehty päätöstä siitä, mitä satamaa tai satamia voidaan käyttää tulipuiston rakennusvaiheessa. Harkinnassa ovat muun muassa Luulajan satama, Kalixin satama tai Röyttän satama Torniossa, mutta myös kauempana tulipuistosta sijaitsevien satamien käyttö voi olla mahdollista. Valitun sataman tai valittujen satamien liikennemäärät tulipuistoalueelle ja sieltä pois sekä tulipuiston rakentamisessa tarvittavien tavaroiden käsittely lisääntyvät. Laivaliikenne satamiin ja satamista vaikuttaa ilmameluun ja päästöihin laivaväylien varrella.

Voidaan kuitenkin todeta, että satamatoiminta on ympäristölle vaarallista toimintaa, joka edellyttää ympäristöluvan myöntämistä ympäristölainsäädännön mukaisesti, ja että hankkeen liitännäistoiminnot on sovittava luvanvaraiseen toimintaan. Satamatoiminnan luvituksen yhteydessä on päätetty satamatoiminnan sallittavuudesta. Rakennussatamien lisääntyvän toiminnan katsotaan siten aiheuttavan ihmisten ja ympäristön kannalta hyväksyttäviä seurauksia.

## 13.4 Ylijäämämassojen hallinta

Tuulipuiston rakentamisen yhteydessä voi perustustyypistä riippuen syntyä ylijäämämateriaalia/massoja. Eniten kaivumateriaalia syntyy painovoimaisen perustuksen rakentamisen yhteydessä. Tällöin voi olla kyse jopa noin 1 200 000 m<sup>3</sup>. Massat käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen hankkeen sisällä, esimerkiksi perustusten eroosiosuojaukseen tai kaapeleiden peittämiseen. On kuitenkin arvioitu, että hankkeessa jää ylijäämämassoja, joita ei voida käyttää uudelleen, ja ne on hävitettävä muulla tavoin.

Sedimentille on yleensä vaikea löytää maalla sijaitsevaa menekkiä, mutta Skyborn kannattaa sedimenttien toimittamista, jos on rakennushankkeita, joissa niitä voidaan käyttää. Jos massat joudutaan louhimaan maasta eikä niille ole rakennuskäyttöä, ne on todennäköisesti sijoitettava kaatopaikalle, vaikka niitä ei pidettäisikään saastuneina. Sen vuoksi Skyborn katsoo, että ympäristön ja talouden kannalta on tarkoituksenmukaisinta sijoittaa ylijäämämassat merenpohjaan kohtuullisen matkan päähän hankealueesta.

Kaivumateriaalin mereen tyhjentäminen edellyttää poikkeusta ympäristölain 15 luvun mukaisesta läjityskiellosta. Hankkeen puitteissa tutkitaan sopivia läjityspaikkoja. Tärkeimmät tekniset näkökohdat ovat, että läjitysalue koostuu kerrostuneesta pohjasta, jonka virtausnopeus on rajoitettu, ja että alue on riittävän suuri ja rajattu, jotta sedimentin leviäminen kaatopaikalle ei pääse tapahtumaan läjittelyn jälkeen. On myös eduksi, että etäisyys kaivualueesta ei ole liian suuri.

Massojen läjittämisestä voi aiheutua vaikutuksia, jotka liittyvät suspendoituneen sedimentin leviämiseen ja siihen liittyvään sedimentaation lisääntymiseen laajemmalla maantieteellisellä alueella. Läjitysalueen sisällä luonnollinen pohja peittyy kaivettuihin massoihin, mikä nykyisiin lajeihin ja luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten lisäksi merkitsee muutoksia batymetriassa ja mahdollisesti vaikutuksia nykyisiin olosuhteisiin. Suoritetun näytteenoton perusteella massat eivät ole saastuneita, eikä ole syytä olettaa, että rakennusvaiheessa löydettäisiin saastuneita sedimenttejä.

Läjittämisen ympäristövaikutukset tutkitaan, kuvataan ja arvioidaan valitun paikan osalta tutkittujen vaihtoehtoisten paikkojen perusteella. Ympäristövaikutusten odotetaan vaikuttavan pääasiassa pohjaeläimistöön ja mahdolliseen pohjaeläimistöön ja muihin meren eliöihin. Läjityksen yhteydessä pohjaeläimistö häviää tilapäisesti kyseisiltä alueilta. Merenpohjan täydellisen uusiutumisen voidaan odottaa tapahtuvan 3-5 vuoden kuluessa. Kaloihin voi kohdistua vaikutuksia sameuden ja sedimentaation seurauksena. Sameuden ja sedimentaation vaikutusten odotetaan kuitenkin olevan lyhytaikaisia. Kaiken kaikkiaan vaikutusten arvioidaan olevan lyhytaikaisia ja seuraukset merieläimiin arvioidaan olevan vähäisiä ja vähäisiä.

## 14. Toiminnan valvonta ja seuranta

Valvontaohjelma laaditaan valvontaviranomaista kuullen hyvissä ajoin ennen rakennustöiden aloittamista. Valvontaohjelma pidetään ajan tasalla koko rakennustyön ajan ja tarvittaessa käytön aikana. Myös käytöstäpoistovaihetta varten laaditaan valvontaohjelma hyvissä ajoin ennen käytöstäpoistotöiden aloittamista.

Seurantaohjelman ensisijaisena tarkoituksena on varmistaa, että toteutetut suojaimenpiteet toimivat tarkoitetulla tavalla ja että lupaehtoja noudatetaan. Seurantaohjelman avulla seurataan myös toiminnan seurauksena ympäristössä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia.

Seurantaohjelmassa määritellään seurattavat ja mitattavat asiat, käytettävät mittausmenetelmät, mittaustiheys ja arviointimenetelmät sekä mahdolliset vertailuarvot, jotka on saavutettava.

Rakennusvaiheen seurantaohjelma kattaa alustavasti vedenalaisen melun ja sameuden. Paalutustyön aikaista vedenalaista melua on tarkoitus valvoa mallintamalla tai mallintamisen ja todellisten mittausten asianmukaisella yhdistelmällä, ks. myös kohta 8.

Tehtyjen inventointien mukaan hankealueella ei ole lepakoita. Varmistaakseen, että näin on myös voimalan rakentamisen jälkeen, Skyborn aikoo tehdä seurantaohjelman seurantaohjelman lepakoiden esiintymisestä voimalan käyttöönoton jälkeen osana seurantaohjelmaa.

## 15. Ilmasto

### 15.1 Energia- ja ilmastotavoitteet ja -toimenpiteet

Muun muassa fossiilisten polttoaineiden päästöjen seurauksena maapallon keskilämpötila nousee jatkuvasti. Vuodesta 1970 lähtien maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat kaksinkertaistuneet (Ruotsin ympäristövirasto, 2024). Kansainvälisesti ja kansallisesti on käynnissä mittava työ sellaisten politiikkojen ja välineiden kehittämiseksi, joilla voidaan vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, hidastaa ilmastomuutosta ja siirtyä kohti kestävämpää yhteiskuntaa.

#### 15.1.1.1 Maailmanlaajuiset tavoitteet ja sitoumukset

Vuonna 2015 YK:n jäsenvaltiot hyväksyivät sekä maailmanlaajuisen ilmastosopimuksen, Pariisin sopimuksen, että kestävän kehityksen Agenda 2030:n. Vuonna 2023 Dubaissa, COP 28:ssa, tehtiin myös sopimus muiden YK-maiden kanssa.

#### **Pariisin sopimus**

Maailmanlaajuisen sopimuksen tavoitteena on rajoittaa ilmaston lämpenemistä vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä. Maailmanlaajuista keskilämpötilaa pyritään rajoittamaan siten, että nousu on alle 1,5 astetta esiteolliseen aikaan verrattuna. Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC) viimeisimmän tilannekatsauksen mukaan maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt on noin puolitettava vuoteen 2030 mennessä (noin 20 miljardin tonnin vähennys) vuoteen 2019 verrattuna, jotta päästään 1,5 asteen tavoitteeseen. Noin vuonna 2050 maailmanlaajuisen hiilidioksidipäästöjen on saavutettava nollapäästöt. (Naturvårdsverket, 2023a).

#### **COP 28 - Julistus uusiutuvien energialähteiden kolminkertaistamisesta**

YK:n ilmastokokouksessa COP28 Dubaissa joulukuussa 2023 Ruotsi allekirjoitti yhdessä 100 muun maan kanssa sopimuksen uusiutuvan energian tuotantokapasiteetin kolminkertaistamisesta vuoteen 2030 mennessä. Sopimuksen mukaan Ruotsi ryhtyy kattaviin kansallisiin toimiin uusiutuvan energian tuotannon lisäämiseksi. Lisäksi luodaan kansainvälistä yhteistyötä muun muassa arvoketjun ja teknologian kehittämisen edistämiseksi.

#### **Agenda 2030**

Yleismaailmallinen toimintaohjelma sisältää 17 maailmanlaajuista tavoitetta taloudellisesti, sosiaalisesti ja ympäristöllisesti kestävä kehityksen edistämiseksi. Tavoitteet on määritelty 169 tavoitteen ja 231 maailmanlaajuisen indikaattorin avulla, eikä mitään tavoitetta saavuteta toisen kustannuksella. Kunkin maan hallituksen tehtävänä on ottaa vastuu Agenda 2030:n toteuttamisesta ja seurannasta globaalilla, alueellisella ja kansallisella tasolla. Jotta globaalit tavoitteet ja kansalliset ympäristötavoitteet voidaan saavuttaa, yhteiskunnan on muututtava sekä kansallisesti että globaalisti. Tämä edellyttää muun muassa sitä, että siirrymme kestäväan kulutukseen ja tuotantoon, myös energiantuotantoon, jotta ilmastomuutosta voidaan rajoittaa. (Regeringen, 2022a). Agenda 2030:n seitsemännen tavoitteen, "Kestävää energiaa kaikille", tavoitteena on varmistaa kohtuuhintaisen, luotettavan, kestävä ja nykyaikaisen energian saatavuus kaikille.

#### 15.1.1.2 Euroopan unioni - tavoitteet ja sitoumukset

EU:n yleisenä ilmastotavoitteena on kesäkuussa 2021 hyväksytyyn ilmastolain mukaan olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Vuoteen 2030 mennessä EU:n nettopäästöjen olisi oltava vähintään 55 prosenttia vuoden 1990 tasoa pienemmät. (Europeiska rådet, 2023). Merkittäviä päästövähennyksiä on tehtävä kaikilla aloilla. EU pyrkii lujittamaan nykyistä EU:n lainsäädäntöä uusiutuvan energian tuotannon lisäämiseksi ja

energiankulutuksen vähentämiseksi. EU on myös laajentanut päästöoikeuksiin liittyvää työtään kuluneella toimikaudella. ETS 2 on erillinen päästökauppajärjestelmä, joka kattaa uusia aloja, kuten tieliikenteen ja teollisuuden. ETS 2:n odotetaan tuovan 80 prosenttia EU:n kasvihuonekaasupäästöistä päästökauppajärjestelmien piiriin. Uuden ETS 2:n odotetaan tulevan voimaan Ruotsissa marraskuussa 2024.

Jotta EU:n riippuvuus energiantuonnista Venäjältä saataisiin poistettua mahdollisimman nopeasti ja jotta voitaisiin luoda edellytykset uusiutuvien energialähteiden tuotannon nopealle ja merkittävälle lisäämiselle jäsenvaltioissa (REPowerEU), EU päätti vuonna 2023 vaatimuksista, jotka velvoittavat kasvattamaan uusiutuvien energialähteiden osuuden vähintään 42,5 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä, mutta tavoitteena on kuitenkin saavuttaa 45 prosenttia.

EU:n jäsenvaltioiden on osoitettava kansallisissa energia- ja ilmastosuunnitelmissaan, miten ne edistävät yhteisen uusiutuvan energian tavoitteen saavuttamista. (Regeringen, 2020)

### 15.1.1.3 Kansalliset tavoitteet ja sitoumukset

#### **Ilmastopoliitiikan puitteet**

Ruotsin ilmastopoliittinen kehys vuodesta 2017 alkaen koostuu parlamentaarista tavoitteista, ilmastolaista (2017:720), sekä ajallisesti rajatuista päästötavoitteista ja ilmastopoliittisen neuvoston perustamisesta. Hallitus ilmoitti kirjeessään 2023/24:59 aikomuksestaan antaa ympäristötavoitekomitealle tehtäväksi tarkistaa välitavoitteet, antaa ilmastopoliittiselle neuvostolle laajennettu toimeksianto ja ottaa käyttöön täydentäviä toimenpiteitä (Skr. 2023/24:59). Muutosten tavoitteena on, että Ruotsi saavuttaa nollapäästöt vuoteen 2045 mennessä ja noudattaa sitoumuksiaan EU:lle.

Osana Pariisin sopimuksen mukaista työtä Ruotsi on toimittanut YK:lle pitkän aikavälin ilmastostrategian, jossa korostetaan Ruotsin tavoitetta nollasta nettopäästöstä vuoteen 2045 mennessä (UNFCCC, 2020). EU:hun liittyvien velvoitteiden ja kansallisten tavoitteiden vuoksi Ruotsin on lisättävä uusiutuvan energian tuotantoa. Tammikuussa 2020 julkaistussa Ruotsin integroidussa kansallisessa energia- ja ilmastosuunnitelmassa, jota sovellettiin suhteessa aiempaan EU:n tavoitteeseen, joka oli 32 prosenttia uusiutuvasta energiasta, hallitus esitti "ohjeellisena tavoitteena" uusiutuvan energian osuuden nostamista 65 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä Ruotsissa. Luonnoksessa Ruotsin päivitettyksi kansalliseksi energia- ja ilmastosuunnitelmaksi todetaan, että vuoteen 2040 mennessä Ruotsin sähköntuotannon pitäisi olla 100-prosenttisesti fossiilivapaata.

#### **Ilmastopoliitiikan toimintasuunnitelma**

Ilmastonmuutoslain mukaan jokaisen Ruotsin hallituksen on laadittava ilmastopoliittinen toimintasuunnitelma toimikaudekseen vaalivuotta seuraavana vuonna. Suunnitelman tarkoituksena on osoittaa, miten hallituksen yleinen politiikka edistää vuosien 2030 ja 2040 välitavoitteiden sekä pitkän aikavälin päästötavoitteen saavuttamista. Joulukuussa 2023 hallitus esitti toisen suunnitelman ilmastopoliittisen kehyksen hyväksymisen jälkeen. Suunnitelma sisältää noin 70 ehdotusta, joita joko pannaan parhailaan täytäntöön tai jotka käynnistetään toimikauden aikana. Hallitus toteaa itse, että jo hyväksytyt politiikat johtavat kasvihuonekaasupäästöjen voimakkaaseen kasvuun vuodesta 2024 alkaen. Tämä tarkoittaa, että lähivuosien päästöt eivät ole Ruotsin vuodelle 2030 asetetun ilmastotavoitteen mukaisia. Hallituksen omien arvioiden mukaan tähän mennessä hyväksytyt politiikat lisäävät päästöjä vuonna 2030 5-9 miljoonalla tonnilla aiempiin arvioihin verrattuna. Tämä vastaa 10-20 prosenttia Ruotsin nykyisistä vuotuisista kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä.

#### **Sähköistämistä strategia**

Helmikuussa 2022 silloinen hallitus esitti kansallisen sähköistämistrategian, joka sisälsi 67 toimenpidettä seuraavilla aloilla: suunnittelu ja yhteistyö, sähkön ja energian tehokas käyttö, uusi infrastruktuuri, riittävä kapasiteetti sähköverkoissa ja sähköajoneuvojen lataamiseen, sähkön ja energian toimitusvarmuus sekä täytöntöönpano ja ankkurointi. (Regeringen, 2022b). Strategiassa oletetaan, että tuulivoiman laajentuminen jatkuu ja että tuulivoima muodostaa merkittävän osan tulevaisuuden sähköjärjestelmästä. Strategiassa mainitaan 120 TWh, mikä vastaa myös Svenska Kraftnätin uusiutuvien energialähteiden sähköistämiskenaariota. (Regeringen, 2022b).

### **Kansalliset merten aluesuunnitelmat**

Helmikuussa 2022 hyväksyttiin Ruotsin ensimmäiset kansalliset merialuesuunnitelmat. Yksi merten aluesuunnitelmien tavoitteista on edistää kestävää kehitystä ja nopeuttaa merituulivoiman laajentamista, jotta voidaan vastata lisääntyneeseen sähkön kysyntään. Merialuesuunnitelmissa osoitetaan alueita, joilla voidaan tuottaa energiaa, muun muassa merituulivoiman avulla, yhteensä 20-30 TWh. Hyväksymisen yhteydessä silloinen hallitus päätti antaa Ruotsin energiavirastolle yhdessä kahdeksan muun viranomaisen kanssa tehtäväksi kartoittaa merituulivoimaan soveltuvia lisäalueita, jotka mahdollistavat 90 TWh:n lisätuotannon. Tehtävästä on määrä raportoida joulukuussa 2024. Merituulivoiman arvioitu kokonaistuotantotarve on tällä hetkellä noin 120 TWh. (Havs- och vattenmyndigheten, 2023).

### **Etenemissuunnitelmat hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi**

Fossiilivapaa Ruotsi käynnistettiin Ruotsin hallituksen aloitteesta vuonna 2015 ennen Pariisissa pidettyä YK:n ilmastokokousta, ja sen tavoitteena on rakentaa vahva teollisuus ja luoda lisää työpaikkoja ja vientimahdollisuuksia muuttamalla fossiilivapaaksi. Yhteistyössä yritysten, teollisuuden, kuntien ja alueiden kanssa Fossil Free Sweden pyrkii kartoittamaan esteitä ja mahdollisuuksia siirtymisen nopeuttamiseksi. Fossil Free Sweden on laatinut 22 tiekarttaa, joissa kuvataan, mihin toimenpiteisiin ryhdytään ja mitä ne vaativat poliitikoilta, jotta 23 eri toimialasta tulisi fossiilivapaita tai ilmastoneutraaleja vuoteen 2045 mennessä. Tiekartat kattavat yhdessä yli 70 prosenttia Ruotsin alueellisista kasvihuonekaasupäästöistä. (Fossilfritt Sverige, 2022). Terästeollisuus, jonka osuus päästöistä on noin 11 prosenttia, pyrkii olemaan fossiilivapaa vuoteen 2045 mennessä. Kaivos- ja mineraaliteollisuus investoi voimakkaasti sähköistämiseen ja automatisointiin, ja tavoitteena on, että kaivostoiminta olisi täysin fossiilivapaata vuoteen 2035 mennessä. Ajoneuvovalmistajien tavoitteena on, että 80 prosenttia kaikista myydyistä autoista on ladattavia vuoteen 2030 mennessä, ja puolet kaikista uusista kuorma-autoista on sähkökäyttöisiä.

### **Uusi energiapoliittinen suuntaa antava asiakirja**

Maaliskuussa 2024 hallitus esitti uuden energiapoliittisen suuntauksen lakiesityksen. (Regeringen, 2024). Lakiehdotuksen mukaan Ruotsissa on laajennettava laajasti sähköntuotantoa, sähköverkkoja ja varastointilaitteita, jotta voidaan vastata sähkön kysynnän kaksinkertaistumiseen vuoteen 2045 mennessä. Hallitus ehdottaa suunnittelutavoitteiden, toimitusvarmuustavoitteiden ja järjestelmällisen seurannan käyttöönottoa. Tavoitteet tarkoittavat, että vuoteen 2045 mennessä Ruotsissa on sähköntuotantoa ja sähköverkko, joka pystyy toimittamaan 300 TWh, ja että sähköjärjestelmä pystyy toimittamaan sähköä suhteessa maantieteelliseen ja ajalliseen kysyntään.

#### **15.1.1.4 Alueelliset tavoitteet ja sitoumukset**

Norrbotenin alueen aluekehitysstrategiassa vuosille 2020-2030 todetaan, että maakunnan on vastattava ja torjuttava tulevaa ilmastonmuutosta ja että tämä tapahtuu muun muassa kehittämällä maakunnan mahdollisuuksia tuottaa uusiutuvaa energiaa, mikä maakunnan mielestä tarjoaa uusia kasvumahdollisuuksia. Kestävän kehityksen ja uusiutuviin energialähteisiin siirtymisen merkitystä korostetaan koko

kehittämissstrategiassa. Yhtenä lähtökohtana todetaan, että Norrbottenin teollisuuden ja muiden yritysten on siirryttävä käyttämään uusiutuvia energialähteitä. Norrbotten on maakunta, jossa on paljon teollisuutta, ja energiankäytön järjeistämässä on suuria haasteita. Myös liikennejärjestelmän on siirryttävä uusiutuvaan energiaan. (Regeringen, 2022a).

## 15.2 Ilmastohyöty

Ilmastopoliittinen neuvosto tekee vuosittain riippumattoman arvion siitä, ovatko ilmastotyö ja päästösuuntaukset sopusoinnussa Ruotsin ilmastotavoitteiden kanssa. Vuotta 2024 koskevassa vuosiraportissaan neuvosto totesi, että Ruotsin siirtymävaiheessa tarvitaan "kiireellisiä päätöksiä ja toteutettuja politiikkoja päästöjen vähentämiseksi lähitulevaisuudessa", jotta Ruotsin ja EU:n vuoden 2030 tavoitteet voidaan saavuttaa. (Klimatpolitiska rådet, 2024).

Ruotsin päästöt on jaettu viiteen sektoriin: teollisuus, liikenne, energia, maatalous ja muiden toimintojen päästöt. Vuonna 2021 noin kaksi kolmasosaa Ruotsin päästöistä tulee teollisuudesta, 15 miljoonaa tonnia, ja liikenteestä, 15,7 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia. (Sveriges miljömål, 2023); (Naturvårdsverket, 2021a). Sähkön ja kaukolämmön tuotannon kasvihuonekaasupäästöjen osuus Ruotsin kokonaispäästöistä on noin 8 %. Vuodesta 1990 lähtien energiantuotannon päästöt ovat vähentyneet 37 prosenttia, mikä johtuu pääasiassa fossiilisten polttoaineiden polton vähenemisestä. (Naturvårdsverket, 2024b).

Ruotsin energiaviraston mukaan sähköntarjontaa on lisättävä merkittävästi, jotta päästöjä voidaan vähentää ja korvata fossiilisia energialähteitä teollisuudessa ja liikenteessä. (Klimatpolitiska rådets rapport, 2024). Myös hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli (IPCC) vahvistaa, että siirtyminen fossiilisista polttoaineista fossiilittomiin energialähteisiin on tehokkain tapa vähentää päästöjä nopeasti. (IPCC, 2022).

Vetyä on pidetty keskeisenä teollisuuden vihreän siirtymän edistäjänä. Nykyisin vetyä tuotetaan teollisuudessa pääasiassa fossiilisesta maakaasusta jalostamoissa, mikä aiheuttaa suuria hiilidioksidipäästöjä. Vetyä tuotetaan elektrolyysin avulla käyttämällä sähköä kemiallisessa prosessissa veden jakamiseksi vedyksi ja hapeksi. Jos vedyn tuottamiseen tarvittava sähkö tuotetaan sen sijaan uusiutuvista lähteistä, vetyä pidetään fossiilivapaana. Teollisuuden tarvitseman vetymäärän tuottamiseen tarvitaan suuria määriä sähköä. Fossiilivapaan vedyn tuotanto ja teollisuuden sähköistäminen ovat kaksi aluetta, jotka hallitus on tunnistanut tärkeimmiksi syiksi Ruotsin nopeasti kasvavaan sähkön kysyntään ja sähkön tuotannon kasvuun. (Klimatpolitiska rådets rapport, 2024)

Vety on keskeisessä asemassa myös fossiilisista polttoaineista luopumisessa liikennesektorilla, jossa pelkästään kotimaanliikenteen osuus Ruotsin kokonaispäästöistä on kolmannes (Ruotsin ympäristövirasto, 2024). Vedyn käyttö kehittyy jo nyt nopeasti kaikissa liikennemuodoissa. Ruotsin junaverkko on suurelta osin sähköistetty, mutta niillä reiteillä, joilla liikennöidään dieselveureilla, on mahdollista korvata ne polttokenokäyttöisillä junilla. Kansainvälisessä lentoliikenteessä on tehty runsaasti aloitteita vetykäyttöisten lentokoneiden kehittämiseksi, ja merenkulussa tutkitaan erilaisia vaihtoehtoja, kuten metanolia, ammoniakkia, vetyä ja sähköpolttoaineita. (Vätgas Sverige, 2023).

Sähköistämisen luullaan usein olevan kallista, mutta tarvittavaan infrastruktuuriin tehtyjen alkuihastointien jälkeen kustannukset laskevat hyvin nopeasti. Esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden, kuten aurinko- ja tuulivoiman, kustannukset ovat laskeneet jopa 85 prosenttia vuodesta 2010. (IPCC, 2022).

Ruotsin liike-elämä näki jo varhain ilmastomuutoksen liiketoimintamahdollisuutena, ja siksi se painostaa poliittisia päättäjiä parantamaan olosuhteita, asettamaan kunnianhimoisempia tavoitteita ja nopeuttamaan toimintaa. Monet yritykset pitävät siirtymää vakuutuksena tulevaisuuden kilpailukyvyille kansainvälisessä kontekstissa (Trogstam, 2022); (Persson, 2021); (Rentzhog, 2022). Yrityssektori ajaa siten myös fossiilivapaan sähköntuotannon merkittävää laajentamista, jossa merituulivoima nähdään keskeisenä osana (Strandberg, 2023). Merituulivoiman laajentamisella Ruotsissa on potentiaalia tuottaa paljon sähköä kymmenen vuoden



kuluessa, mikä mahdollistaa fossiilivapaan sähköistämisen, kasvihuonekaasupäästöjen huomattavan vähentämisen ja riippuvuuden vähentämisen fossiilisesta tuontikaasusta (Ilmastopoliittinen neuvosto, 2024).

### 15.2.1 Polargrund Offshore -yhtiön sähköntuotannon ilmastohyödyt

Tuulivoiman lisääminen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä noin 600 000 tonnia jokaista tuotettua TWh kohti, kun sillä korvataan fossiilisia polttoaineita esimerkiksi liikennealalla ja terästeollisuudessa. (Nätverket vindkraftens klimatnytta, 2019). Polargrundin 9-10 TWh:n sähköntuotanto vuodessa voisi siten vähentää hiilidioksidipäästöjä noin 6 miljoonaa tonnia vuodessa. Tämä vastaa hieman yli 13 prosenttia Ruotsin alueellisista kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2022. (Naturvårdsverket, 2021b).

#### **Liikenneala**

Yksi tapa säästää energiaa on käyttää kuhunkin tarkoitukseen tehokkainta energiamuotoa. Esimerkki tehottomasta energiankäytöstä on bensiinin ja dieselin polttaminen tavallisissa autojen moottoreissa, joiden hyötysuhde on alhainen.

Henkilöautojen ja muiden kevyiden ajoneuvojen hiilidioksidipäästöt ovat Ruotsissa noin 9,6 miljoonaa tonnia vuodessa. (Naturvårdsverket, 2023b). Henkilöautokannan muuttaminen fossiilisista polttoaineista sähköenergiaksi vähentäisi energiankulutusta noin 90 TWh fossiilisesta energiasta noin 11-13 TWh sähköenergiaksi. (Sweco m.fl., 2016). Skenaariossa, jossa Polargrundin sähköä käytetään ajoneuvokannan sähköistämiseen, päästövähennys vastaa liikennealan tavoitetasoa vuoteen 2030 mennessä (70 prosentin päästövähennys vuoteen 2010 verrattuna). (Naturvårdsverket, u.d.).

#### *Teollisuus*

Teollisuuden osuus Ruotsin alueellisista päästöistä on noin kolmannes. Teollisuuden sähköistämisen lisääminen voisi johtaa merkittävään kokonaispäästövähennykseen, vaikka sähkön käyttö lisääntyikin. Sähköllä saavutetaan suoria ilmastohyötyjä korvaamalla fossiilisia polttoaineita teollisuusprosesseissa (Energiforsk & Profu, 2023).

Terästeollisuus, joka on Ruotsin päästöintensiivisin teollisuudenala, tuottaa vuosittain noin 5,7 miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Terästeollisuus käyttää nykyisin noin 21 TWh energiaa. Jotta masuunien toimintaan tarvittava energia voitaisiin korvata vuoteen 2045 mennessä suoralla pelkistämisellä vedyn avulla, tarvitaan 15 TWh (Jernkontoret, 2021). Polargrundin energiantuotanto vastaisi noin 65 % terästeollisuuden energiantarpeesta.

LKAB on ilmoittanut, että se voi vähentää asiakkaidensa ilmastopäästöjä 35 miljoonalla hiilidioksiditonilla vuodessa (mikä vastaa hieman yli 75:tä prosenttia Ruotsin alueellisista päästöistä) edellyttäen, että ne saavat käyttöönsä 55 TWh "vihreää sähköä". (DN, 2020). Polargrundin tuotanto on hieman yli viidennes 55 TWh:sta, mikä vastaa, kuten edellä mainittiin, noin 6 miljoonan tonnien päästövähennyksiä vuodessa.

### 15.2.2 Polargrund Offshore -yhtiön sähköntuotanto hyödyttää alueellista ilmastoa

Norrbotenin sähkönkäytön odotetaan kasvavan 8 TWh:sta 107 TWh:iin vuonna 2050. (Region Norrbotten, 2022a). Merkittävä osa kasvusta aiheutuu vedyn tuotannosta. Jotta vedystä tulisi fossiilivapaata, uusiutuvat energialähteet ovat ratkaisevassa asemassa. Polargrundin odotettu energiantuotanto vastaisi koko Norrbottenin nykyistä sähkönkulutusta, mutta viidennes siitä vuonna 2050. Uusien teollisuudenalojen, kuten akku- ja terästeollisuuden, perustamisen kannalta on ratkaisevan tärkeää, että Norrbottenilla on pitkän aikavälin suunnitelma siitä, miten alue lisää merkittävästi energiantuotantoaan. (Region Norrbotten, 2022b).

## 15.3 Elinkaariarviointi

Merituulivoimalla on potentiaalia laajentua nopeasti ja vastata Ruotsin kiireellisimpiin sähköistämistarpeisiin. Se voi tarjota laajamittaista sähköntuotantoa, joka painaa sähkön hintaa ja jonka ilmastojalanjälki on pieni. Tuulivoimalan todellisten ilmastohyötyjen havainnollistamiseksi tehdään tuulivoiman elinkaarianalyysjä.

Elinkaariarviointi (LCA) on menetelmä, jota käytetään laskettaessa toiminnan tai tuotteen elinkaaren kokonaisympäristövaikutuksia kehdosta hautaan. Jäljempänä esitetään tulokset kahdesta elinkaariarvioinnista, joissa oletetaan 25 vuoden käyttöikä, koska tämä on tuulivoimaloiden usein käyttämä taloudellinen käyttöikä. Tuulivoimaloiden käyttöikä voi usein olla paljon pidempi kuin 25 vuotta, mikä tarkoittaa, että laskettu ilmastovaikutus on todellisuudessa todennäköisesti huomattavasti pienempi.

Siemensin SWT-6.0-154-merituulivoimalan LCA-analyysi, jonka yritys on itse toteuttanut, osoittaa, että tuulivoimalan hiilidioksidipäästöt ovat 7 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh. (Siemens, u.d.). Vertailun vuoksi hiilivoimaloiden päästöt ovat 870 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh. (Schlömer m. fl., 2014).

Siemensin tutkimukseen sisältyvät kaikki vaiheet: materiaalit, valmistus, asennus, kaapelointi, sähköasema, käytöstä poistaminen jne. Tutkimuksen elinkaareksi on oletettu 25 vuotta, jolloin tuulivoimalan valmistus kuluttaa eniten energiaa. Käytön aikaiset päästöt ovat peräisin pääasiassa huoltoaluksista, joita tarvitaan tuulipuiston ylläpitoon sen elinkaaren aikana ja mahdollisten korjausten aikana.

Itse tuulipuiston toiminnan aikana tuulen liike-energia muutetaan sähköksi. SWT-6.0-154-tuuliturbiinin arvioidaan tuottaneen 9,5 kuukauden käytön jälkeen sähköä, joka vastaa sen koko elinkaaren aikana kulutettua energiaa. (Siemens, u.d.). Tämä tarkoittaa, että tuulivoimala tuottaa arviolta 25 vuoden käyttöaikana sähköä, joka vastaa 33 kertaa sen elinkaaren aikana tarvittavaa kokonaisenergiaa.

Toinen Tanskan teknisen yliopiston (DTU) tutkijoiden tekemä LCA-analyysi on (Bonou m. fl., 2016)raportoi samankaltaisia tuloksia kuin Siemensin tutkimus. Tutkimus tehtiin kahdelle merituulipuistolle, joissa oli kaksi erilaista tuuliturbiinimallia: 4 MW:n turbiini, jonka roottorin halkaisija on 130 metriä, ja 6 MW:n turbiini, jonka roottorin halkaisija on 154 metriä (sama malli kuin Siemensin omassa tutkimuksessa). Tutkimus sisältää myös kaikki elinkaaren vaiheet: materiaalit, valmistus, asennus, kaapelointi, sähköasema, käytöstä poistaminen jne. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että tuulivoimalat aiheuttavat 10,9 ja 7,8 g CO<sub>2</sub>-ekv/kWh päästöjä. Aika, joka tuulivoimaloilla kuluu tuulivoimalan koko elinkaaren aikana kuluttaman energian tuottamiseen, on laskelmien mukaan 11,1 ja 10 kuukautta. Taulukko 15-1 esitetään niiden tuulivoimaloiden tekniset tiedot, joille LCA on tehty. Taulukko 15-2 esitetään elinkaaren eri osat, jotka yhdessä muodostavat yli 75 prosenttia Bonoun et al. tutkimien tuulivoimaloiden kokonaisilmastovaikutuksista. (2016).

Taulukko 15-1. Taulukossa esitetään tuulivoimaloiden ja tuulipuiston eritelmät Bonoun et al. tekemän LCA:n perusteella. (2016).

Markkinat	Turbiini	Teho (MW)	Rotordiam (m)	Elinikä (vuotta)	Tuulipuiston turbiinien lukumäärä	Kaapelin etäisyys; meri/maa (km)
Offshore	A	4	130	20	80	30/22
	B	6	154	25	80	50/22

Taulukko 15-2. Eri osatekijöiden prosentuaalinen osuus Bonoun ym. (2016) tutkimuksessa tutkittujen tuulipuistojen kokonaisilmastovaikutuksista.

Elinkaaren vaiheet	Osa	Ilmastovaikutusten osuus (%)	
		Offshore A	Offshore B
<b>materiaali</b>	Torni	9	11
	Perustus	29	29
	Nacelli	9	10
	Lapa	7	7
	Maakaapelit	2	1
	Offshore-kaapelit	10	13
	Navat	3	5
	Muuntaja-asema	<1	<1
	Tehoyksikkö	<1	<1
<b>Valmistus</b>	Torni	<1	<1
	Nacellit ja navat	1	1
	Kaapelit	2	2
	Jätehuolto	1	2
<b>Asennus</b>	Johdotus	3	3
	Alusten käyttö	4	4
	Perustukset	4	3
<b>Drift</b>	Palvelu	1	1
<b>Purkaminen</b>	Alusten käyttö	3	3
	Perustusten poistaminen	3	2
	Kaapeleitten poistaminen	1	1
<b>Kierrätys hyödyntäminen</b>	ja Tornien kierrätys	-6	-8
	Perustusten kierrätys	-11	-10
	Nacellin kierrätys	-4	-4

Analysit osoittavat, että tuulivoima on erittäin resurssi- ja energiatehokasta. Kuten Taulukko 15-2 osoittaa, säätiön osuus kokonaisilmastovaikutuksista on suuri. Perustuksen valinnalla on siis suuri vaikutus lopulliseen ilmastovaikutukseen. Betoni on materiaali, jonka ilmastovaikutus on suhteellisen suuri. Jos käytetään perustustyyppiä, joka vaatii paljon betonia, tuulipuiston ilmastovaikutus on suurempi ja päinvastoin. Tässä vaiheessa on siis vaikea määrittää lopullista ilmastovaikutusta, koska perustustyyppiä ei ole määritelty ja koska Polargrundiin suunnitellut tuulivoimalat ovat suurempia kuin tässä esitetyissä tutkimuksissa mukana olevat voimalat.

Maametalleja käytetään joidenkin tuuliturbiinien generaattoreissa ja sähkökomponenteissa. Metalleja käytetään pääasiassa tuotteissa, joilla on erityisiä vaatimuksia lämmönkestävyydelle, kuten tietokoneissa ja matkapuhelimissa. Vestasin viimeisimmässä kestävä kehityksen raportissa todetaan, että maametallien osuus niiden tuulivoimaloiden valmistuksessa käytetyistä resursseista on alle 0,1 prosenttia. (Vestas, 2021). Tämä tarkoittaa, että nämä metallit edustavat hyvin pientä osaa elinkaaren kokonaisvaikutuksista.

Elinkaaren loppuvaihe, kun tuulivoimala on saavuttanut käyttöikänsä lopun ja se on poistettu käytöstä, on kaikkein epävarmin vaihe. Tämä johtuu osittain siitä, että lasikuitua sisältäviä osia on vaikea kierrättää, ja osittain siitä, että tuulivoimaloiden odotetaan kestävä useita vuosia, minkä vuoksi on vaikea ennustaa, millainen tekniikka ja millaiset kierrätysmahdollisuudet ovat tuolloin. (Bonou m. fl., 2016). Joulukuussa 2020 General Electric ilmoitti, että se oli allekirjoittanut Veolian kanssa sopimuksen turbiinien lapojen kierrätyksestä (GE Renewable Energy, 2020). Lavat korvaavat sementin valmistuksessa käytettäviä materiaaleja, mikä mahdollisesti vähentää sementin valmistuksen hiilijalanjälkeä 27 prosenttia. Teknologia kehittyy jatkuvasti, jotta tuulivoimasta tulisi entistäkin kestävämpää.

Edellä esitettyjen tutkimusten perusteella ilmastovaikutusten odotetaan olevan positiivisia alle vuoden kuluttua tuulipuiston käyttöönotosta. Tuulivoimalan hiilidioksidipäästöt ovat alle 1 % CO<sub>2</sub>-ekv/kWh verrattuna hiilivoimalaitokseen.

## 16. Yhteiskunnalliset hyödyt

Tässä luvussa kuvataan yhteiskunnallisia hyötyjä ja arvoja, joita toiminta voi tuoda esimerkiksi sähköjärjestelmiin, infrastruktuuriin, talouteen ja kehitykseen.

### 16.1 Kansallinen hyöty

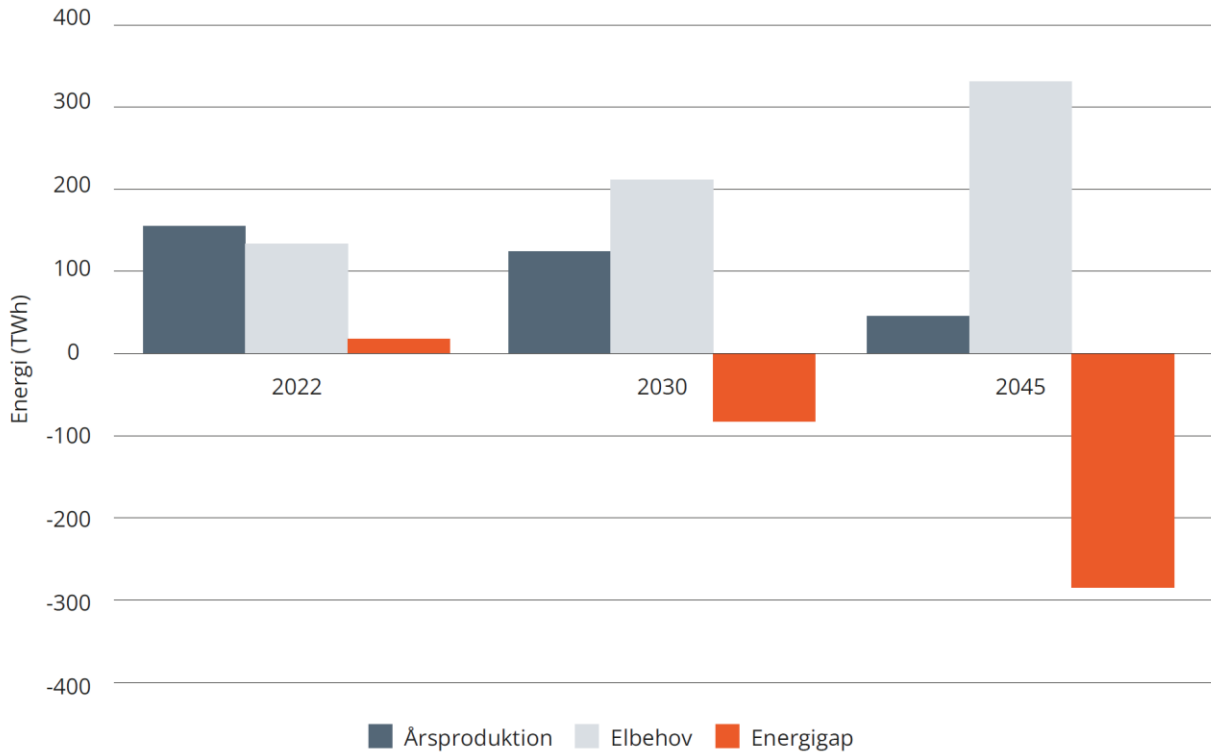
Sähkönkulutus Ruotsissa on pysynyt vakaana viimeisten 30-40 vuoden aikana, mikä vastaa noin 140 TWh vuodessa. Ruotsissa odotetaan kuitenkin jyrkkää kasvua tulevina vuosikymmeninä, mikä johtuu pääasiassa Ruotsin teollisuuden siirtymisestä ympäristöystävällisempään suuntaan. Energiforsk & Profu on arvioinut Energiföretagenin toimeksiannosta, että sähkönkulutus voi kasvaa jopa 330 TWh:iin vuoteen 2045 mennessä, ks. Kuva 16-1. Tämä tarkoittaa, että vajaan 25 vuoden kuluessa Ruotsin on valmistauduttava sähköjärjestelmässä tilanteeseen, jossa energian kysyntä kasvaa nykyisestä 140 TWh:sta 330 TWh:iin ja sähkön kysyntä 27 GW:sta 49 GW:iin. (Energiforsk & Profu., 2023).

Hallituksen uusi energiapolitiikka perustuu myös ennusteisiin energian kysynnän voimakkaasta kasvusta. Tidö-puolueet toteavat, että "sähkönkäytön lisäämisen suunnittelun tulisi perustua nykyiseen ennustettuun vähintään 300 TWh:n sähkönkysyntään vuonna 2045" (Tidö-sopimus 2022).

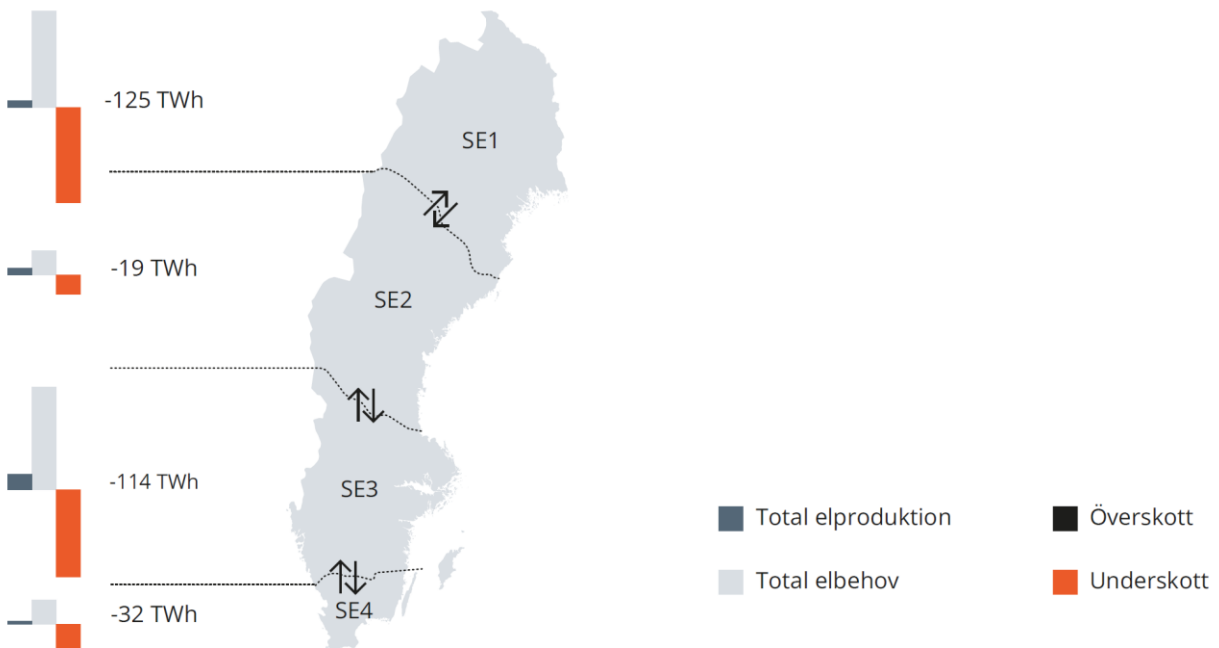
Ruotsin viranomaiset arvioivat, että sähkön kysyntä voi nousta jopa 370 TWh:iin vuoteen 2045 mennessä. Svenska Kraftnätin pitkän aikavälin markkina-analyysin mukaan Pohjois-Ruotsissa odotettavissa olevalla suurella sähkönkulutuksella, joka liittyy pääasiassa rauta- ja terästeollisuuden muuntamiseen vedyn käyttöön, odotetaan olevan merkittävä vaikutus sekä sähkövirtoihin että sähkön hintoihin Pohjois- ja Etelä-Ruotsin välillä. (Energimyndigheten & Svenska kraftnät, 2023; Svenska kraftnät, 2024), ks. Kuva 16-1 ja Kuva 16-2. Verkon rajoitteiden vuoksi on erittäin hyödyllistä rakentaa uutta sähköä sinne, missä sitä kulutetaan.

Polargrundin tuulipuisto sijaitsee hinta-alueella SE1, joka on Ruotsin vihreän siirtymän keskus. Polargrundin tuulivoimapuisto voi tuottaa merkittävän osan kysynnästä: jopa 10 TWh jo 2030-luvun alussa. Odotettu tuotanto vastaa noin 7 prosenttia Ruotsin nykyisestä sähkönkulutuksesta ja noin 3,3 prosenttia 300 TWh:n kansallisesta suunnitelmasta.

Fossiilivapaan energian suuri määrä yhdistettynä hankkeen läheisyyteen Norrbottenin suurten teollisuuskeskittymien kanssa tarjoaa valtavia mahdollisuuksia alueelle ja Pohjois-Ruotsin teollisuudelle. Seuraavassa kuvataan joitakin niistä eduista, joita Polargrund voi edistää.



Kuva 16-1 Virta- ja energia-aukot vuosina 2022, 2030 ja 2045. Tulevina vuosina energiavajeen odotetaan kasvavan jyrkästi. (Energiforsk & Profu., 2023).



Kuva 16-2 Energiavaje vuonna 2045 tarjousalueittain. Alijäämän odotetaan olevan suurin SE1-alueella. (Energimyndigheten & Svenska kraftnät, 2023).

## 16.2 Tuotanto Polargrund Offshore - mahdollisuudet ja hyödyt

Skyborn hakee lupaa sähkön ja/tai vedyn tuotantoon. Molemmat teknologiavaihtoehdot mahdollistavat teollisuuden sähköistämisen joko toimittamalla vetyä suoraan teollisuudelle, jatkojalostamalla sitä tai tuottamalla sähköä, jota voidaan käyttää nykyisissä ja uusissa sähköintensiivisissä prosesseissa. Seuraavassa esitellään nämä kaksi skenaariota, *sähköntuotanto* ja *vedyntuotanto*, ja niiden erityiset hyödyt.

### 16.2.1 Sähkön tuotanto

Polargrundissa tuotettu sähkö jaetaan edelleen merikaapeleilla tuulipuistosta maalla sijaitsevaan siirtoverkkoon. Lisätietoja on hakemuksen liitteessä C olevassa teknisessä kuvauksessa.

Kun otetaan huomioon hankealueen koko ja optimointi sekä paikalliset olosuhteet, Polargrundin asennettu kokonaiskapasiteetti voisi olla noin 3 000 MW. Kansallisen verkon kapasiteetin vahvistamista suunnitellaan parhaillaan, ja merituulivoiman erityiset liityntäpisteet on määritetty. (Svenska kraftnät, 2023). Vahvistukset on tarkoitus toteuttaa 2020-luvun lopulla. Ruotsin viranomaisten mukaan suuret teollisuusinvestoinnit ja sähköistämishankkeet pohjoisessa ovat täysin riippuvaisia uuden energian lisäämisestä, koska muuten investointi- ja uudelleeninvestointipäätöksiä ei voida tehdä. Jos uutta laajamittaista sähköntuotantoa ei pystytä laajentamaan, yritykset voivat joutua lykkäämään siirtymistä, mikä pahimmassa tapauksessa johtaa siihen, että uusia investointeja ei tehdä ja/tai ne sijoitetaan muihin maihin. (Energimyndigheten & Svenska kraftnät, 2023). Polargrund voi mahdollistaa sen, että investoinnit päätyvät ja pysyvät Ruotsissa, ja siten edistää merkittävästi vihreän siirtymän hallintaa ja kilpailukykyistä teollisuutta Pohjois-Ruotsissa.

Kun tuulipuisto liitetään verkkoon, tuotettua sähköä voitaisiin hyödyntää sähköistämässä ja keventää nykyistä sähköntuotantoa sekä vapauttaa verkkoa siirtotarpeista etelästä pohjoiseen, kun Ruotsin niin sanottu sähkövirtakartta piirretään uudelleen. Konkreettinen esimerkki siitä, miten hanke voi vaikuttaa alueeseen, koskee teräs- ja rautateollisuuden sähköistämistä, joka lisää sähkönkulutusta keskimäärin 114 TWh:lla eli noin 80 prosentilla Ruotsin nykyisestä vuotuisesta sähkönkulutuksesta. (Energiforsk & Profu., 2023). Polargrundin osuus voisi olla noin 9 prosenttia tämän teollisuudenalan sähköntarpeesta.

### 16.2.2 Vedyn tuotanto

Toinen Polargrundin mahdollinen skenaario on vedyn tuotanto joko merellä tai maalla. Tätä skenaariota kuvataan hakemuksen liitteessä C1 olevassa teknisessä kuvauksessa (Hydrogen Technical Description).

Vedyn tuotannon ansiosta sähköverkkoinfrastruktuuria kevennetään, kun sähkönsyöttöä olisi muutoin pitänyt vahvistaa, jotta merituulipuiston sähköä olisi voitu ottaa vastaan. Se merkitsee myös kustannussäästöjä sähköverkon infrastruktuurissa, jota muutoin olisi tarvittu. Vastineeksi kaasuinfrastruktuurin kustannukset ovat todennäköisesti kokonaisuudessaan alhaisemmat.

Jos tuulipuisto voi toimittaa sekä sähköä että vetyä, vedyn tuotannolla on selkeä systeeminen etu, koska se tarjoaa mahdollisuuden säädellä tuotantoa ja siten lisätä sähköjärjestelmän aikataulukykyä ja joustavuutta. Operaattori voi näin ollen mukautua siten, että elektrolyyseri käyttää enemmän sähköä silloin, kun järjestelmän tuotanto on korkealla, ja vähemmän sähköä silloin, kun tuotanto on alijäämäistä, jolloin tuulipuiston sähköä syötetään sen sijaan verkkoon.

Ratkaisulla on myös myönteinen vaikutus sähkön hintaan: kun sähkön hinta on korkea, elektrolyysit tuottavat vähemmän vetyä ja sähköä syötetään enemmän verkkoon, mikä vaikuttaa hintoja alentavasti ja hyödyttää sekä yrityksiä että yksityishenkilöitä.

Koska elektrolysaattoria voidaan säätää, sitä voitaisiin mahdollisesti käyttää myös tukipalveluihin, joita Svenska Kraftnät hankkii jatkuvasti varmistaakseen oikean taajuuden verkossa (50 Hz) ja käyttöhäiriöiden yhteydessä niin sanotun nopean taajuuden säädön avulla, mikä vähentää sähköjärjestelmän haavoittuvuutta.

Suuren sähkökäyttäjän liittäminen elektrolyserin muodossa ennen liittämistä kansalliseen verkkoon vähentää verkkokapasiteetin tarvetta verrattuna siihen, että kaikki syöttö tapahtuisi verkkoon. Tämä voi johtaa asiakasyhteisön infrastruktuurikustannusten säästöihin, kun kyseessä ovat laajemmalle maantieteelliselle alueelle ulottuvat toimenpiteet kansallisessa verkossa.

Sen lisäksi, että vetyä voidaan käyttää suoraan teollisuudessa tai liikenteessä, vetyä on mahdollista jalostaa erityyppisiksi sähköpolttoaineiksi, kuten vihreäksi metanoliksi, lentopolttoaineeksi tai ammoniakiksi, joka voidaan sitten kuljettaa laivalla tai rautateitse loppukäyttäjille teollisuudessa, liikenteessä tai maataloudessa.

## 16.3 Alueelliset ja paikalliset hyödyt

Pohjois-Ruotsissa on parhaillaan käynnissä teollisuuden murros, jonka taustalla on liikenteen ja teollisuuden sähköistyminen. Kehitys tuo mukanaan suuria mahdollisuuksia; suorien toimintojen työvoiman lisäksi pienemmille yrityksille luodaan lupaava ilmapiiri. Myös muille aloille, kuten koulutus- ja hoitoalalle, on tulossa lisää työntekijöitä. Verotulojen lisääntyminen, osaamisen tarjoaminen hyvinvoinnin alalla, laajenevat liikenneyhteydet ja työpaikkojen lisääntyminen ovat myönteisiä kerrannaisvaikutuksia, jotka edistävät voimakkaasti alueellista kasvua. Seuraavassa kuvataan joitakin paikallisia ja alueellisia hyötyjä, joita Polargrund voi edistää.

### 16.3.1 Aluetalous

Norrbotenilla on pitkä historia teollisen kehityksen ja luonnonvarojen jalostuksen alalla. Alueella toimii paljon energiaa kuluttavia yrityksiä, ja uusia teollisuusyrityksiä on paljon. Keskeisimpiä teollisuudenaloja ovat kaivos-, teräs-, metsä- ja tehdasteollisuus.

Perinteinen perusteollisuus tuottaa prosessiensa kautta merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä. Kaiken kaikkiaan alueen talouden sähköistämisen uusien uusiutuvien energialähteiden avulla on paljon potentiaalia, sillä noin 5 TWh:n vuotuinen sähköntuotanto on lisättävä SE1-alueella. (Energiforsk & Profu., 2023). Polargrundin tuotanto vastaa siis kahden vuoden aikana tarvittavaa laajennusta.

Polargrundin sijoittuminen alueelle luo useita keskeisiä edellytyksiä tulevaisuuden liike-elämälle. Kun valitaan sijaintia uusille laitoksille, mahdollisuus hyödyntää paikallisesti tuotettua uusiutuvaa energiaa nähdään usein tärkeänä tekijänä ensisijaisesti saavutettavuuden ja ilmaston kannalta, mutta myös markkinointitarkoituksessa. (Cole, 2020). Esimerkkejä nykyaikaisista yrityksistä, joita jo nyt houkuttelevat paikalliselle alueelle, ovat sähköpolttoaineiden valmistajat, akkujen tuotantolaitokset, kestävän lentopolttoaineen (SAF), vihreän ammoniakkin tai metanolin valmistajat.

Muita kilpailutekijöitä, jotka houkuttelevat tulevaisuuden kestäviä teollisuudenaloja, ovat hyvät infrastruktuurin, kuten satamien, sähköverkkojen ja teiden, käyttömahdollisuudet, jotka ovat infrastruktuurin vahvistuksia, joilla on merkitystä, kun tuulivoima sijoitetaan merelle. Sen lisäksi, että Polargrund hyödyttää nykyistä teollisuutta, se luo näin suotuisan kasvualustan alueen kilpailukyvyille, innovaatiolle ja uusille vihreille perusteollisuuden aloille.



## 16.3.2 Työmahdollisuudet

Tuulipuiston rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa tarvitaan runsaasti työvoimaa. Tämä tarjoaa useita mahdollisuuksia paikallisille yrityksille. Se ei liity ainoastaan tuulipuiston välittömään toimintaan, vaan myös oheistoimintoihin paikallisten palvelujen, kuten hotellien, elintarvikkeiden, jäänmurron, koekalastuksen sekä vene- ja helikopterikuljetusten muodossa. Paikallisesti tai alueellisesti syntyvien työpaikkojen määrä riippuu suurelta osin tarvittavien taitojen ja työvoiman saatavuudesta.

## 17. Yleisarviointi

Kokonaisvaikutusten arviointi vaihtelee vähäisestä vähäiseen, ja vaikutusten arvioinnit esitetään seuraavassa taulukossa. Taulukko 17-1.

Taulukko 17-1 Eri ympäristönäkökohtien kokonaisvaikutusten arviointi rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa.

Ympäristöseuraus					
Ympäristönäkökohta	Vaikuttava tekijä	Kasvi	Drift	Käytöstäpoisto	
Pohjakerroksen kasvisto ja eläimistö	Sameus ja kasaantuminen	sedimentin	Vähäinen		Vähäinen
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Jäähdytysveden poisto ja retentaatti			Vähäinen	
Kala	Vedenalainen melu		Pieni	Vähäinen	Pieni
	Sameus ja kasaantuminen	sedimentin	Vähäinen		Vähäinen
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Sähkömagneettiset kentät			Vähäinen	
	Jäähdytysveden poisto ja retentaatti			Vähäinen	
Merinisäkkäät	Vedenalainen melu		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Sameus ja kasaantuminen	sedimentin	Vähäinen		Vähäinen
	Ilmassa kantautuva melu			Pieni	
	Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella			Vähäinen	
	Jäähdytysveden poisto ja retentaatti			Vähäinen	
Linnut	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Vähäinen	Pieni	Vähäinen
Lepakot	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella			Vähäinen	
Kaupallinen kalastus	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
	Vedenalainen melu		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
Meriliikenne	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Pieni	Pieni	Pieni
Ilmailu	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella			Pieni	

Ympäristöseuraus						
<b>Meriarkeologia</b>		Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella		Vähäinen		Vähäinen
<b>Virkistys ulkoilu</b>	ja	Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
		Ilmassa kantautuva melu		Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen
<b>Poronhoito</b>		Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella			Vähäinen	
<b>Kokonaispuolustus</b>		Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella			Pieni	
		Fyysiset vaikutukset merenpinnan alapuolella			Pieni	
<b>Ympäristön seuranta-asetat</b>		Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio		Vähäinen		Vähäinen
		Jäähdytysveden poisto ja retentaatti			Vähäinen	

Toiminnan ei odoteta aiheuttavan häiriöitä Natura 2000 -alueille, jotka voisivat vaikuttaa kyseisten lajien suojelun tasoon tai vaikuttaa nimettyihin luontotyypeihin tuulipuiston etäisyyden vuoksi. Toiminta ei haittaa merkittävästi kansallisia etuja, jotka liittyvät viestintään (merenkulkuun ja ilmailuun), kaupalliseen kalastukseen, poronhoitoon tai ulkoiluun tai sen tarkoituksiin. Tuulivoimapuistoa on sopeutettu valtakunnallisten etujen mukaiseen kulttuuriympäristöön. Vaikutukset arvioidaan suurimmiksi tai kohtalaisiksi Sandskärin ja Malörenin kansallisiin etuihin. Skybornin ja Ruotsin puolustusvoimien välillä käydään parhaillaan vuoropuhelua ehdoista, joilla toiminta mukautetaan kansallisen edun mukaiseksi kokonaispuolustuksen sotilaallisen osan osalta, joka on salassapidon piirissä.

Koska alueella ei ole nykyisiä tai luvanvaraisia toimintoja, jotka voivat vaikuttaa, kumulatiivisia vaikutuksia ei synny. Muiden toimintojen, kuten kaupallisen kalastuksen ja merenkulun, katsotaan olevan niin pienimuotoisia, että niistä mahdollisesti aiheutuvat vaikutukset eivät vaikuta Polargrundiin.

Hazid-työpaja on järjestetty ja merenkulkuun liittyvä riskianalyysi on laadittu. Skyborn muutti tuulipuiston suunnittelua tämän seurauksena. Karilleajon todennäköisyys on arvioitu hyvin pieneksi ja riskit jäättömässä olosuhteissa hyväksyttäviksi. Tuulipuisto lisää jäänmurtajien avun tarvetta hyvän meriturvallisuuden varmistamiseksi, mutta sen laajuus on epävarmaa ja vaihtelee vuosittain. Tuulipuisto tuottaa vetyä, joka on erittäin helposti syttyvää ja räjähtävää. Joissakin tapauksissa korkeassa paineessa oleva vety voi syttyä itsestään ilman ulkoista sytytyslähdettä. Toisissa tapauksissa tarvitaan sekä syttymislähde että vuoto, jotta edellä mainitut tapahtumat toteutuisivat. Jos syttymislähdettä ei ole, kaasu nousee ja sekoittuu ympäröivään ilmaan vaarattomalle tasolle.

Riskinarviointi on tehty, ja se osoittaa, että vedyn tuotantoon ja käsittelyyn laitoksessa liittyvät riskit ovat hyväksyttäviä. Tuulipuisto perustetaan alueelle, jossa esimerkiksi roottorin lapoihin voi muodostua jäätä, joka voi aiheuttaa jään heittelyä. Todennäköisyyttä siihen, että joku joutuu osuman kohteeksi, pidetään kuitenkin hyvin pienenä, koska tuulipuisto sijaitsee kaukana merellä, jossa liikenteen intensiteetti on hyvin alhainen. Riskiä muiden kuin kotoperäisten vieraslajien leviämisestä tuulivoimapuiston perustamisen myötä pidetään vähäisenä, mikä johtuu osittain tuulivoimapuiston suunnittelusta, jossa laitokset on sijoitettu laajalle alueelle,

mikä vähentää tehokkaan leviämisen riskiä, ja osittain siitä, että alue itsessään ei ole lajirikas alue, jossa lajit leviävät helposti.

Rajat ylittävien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä asiaankuuluviin tunnistettuihin reseptoreihin, tässä tapauksessa kaloihin ja kaupalliseen kalastukseen, lukuun ottamatta merenkulkua ja visuaalisia vaikutuksia. Tuulivoimapuiston kautta nykyisin kulkevan merenkulun on sopeuduttava ja valittava reitit, jotka kiertävät tuulivoimapuistoalueen. Tämä tarkoittaa, että nykyisin tuulipuistoalueen kautta kulkeva laivaliikenne liittyy Suomen vesillä Nordvalenin ja Kemin väliseen laivareittiin. Tuulivoimapuiston itäpuolella on suuri tila, ja turvallinen etäisyys kulkua varten säilytetään. Merenkulun riskien odotetaan olevan talvella suuremmat kuin kesällä, koska alukset ja jäänmurtajat eivät pääse kulkemaan puistoalueen läpi ja joutuvat siten mahdollisesti valitsemaan reittejä, joilla jääolosuhteet ovat vaikeammat. Riittävän jäänmurtaja-avun varmistamista pidetään tärkeimpänä toimenpiteenä tuulipuistosta aiheutuvien riskien lieventämiseksi. Maisemaan kohdistuvien visuaalisten vaikutusten osalta Polargrund tulee näkymään Selkä-Sarvin saarelta. Saarella on kokoelma Suomen kannalta kansallisesti arvokkaita rakennettuja kulttuuriympäristöjä. Vaikutukset maisemaan vaihtelevat vähäisistä kohtalaisiin keski- ja kaukovyöhykkeillä.

Suunnittelun toiminnan ei katsota vaikuttavan kielteisesti mahdollisuuksiin täyttää meriympäristön ympäristölaatuvaatimukset. Tuulipuiston osuus Pohjois-Ruotsin energiantuotannossa ja -huollossa vaikuttaa myönteisesti ympäristötavoitteisiin, jotka koskevat hyvää rakennettua ympäristöä, vähäistä ilmastovaikutusta ja energiantuotantotavoitetta. Suunnittelun toiminnan ei myöskään katsota vaikeuttavan minkään kansallisen ympäristötavoitteen saavuttamista.

## 18. Tutkintaryhmä

Ympäristölain 2 luvun 2 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on hankittava toiminnan luonne ja laajuus huomioon ottaen tarvittavat tiedot ihmisten terveyden ja ympäristön suojelemiseksi haitoilta ja haitoilta. Ympäristöasetuksen 15 §:n mukaan toiminnanharjoittajan on myös huolehdittava siitä, että YVA laaditaan toiminnan erityisolosuhteista ja odotettavissa olevista ympäristövaikutuksista tarvittavin asiantuntemuksin, joista on myös raportoitava ympäristöasetuksen 19 §:n 4 momentin mukaiset tiedot.

Taulukko 18-1 esittää asiantuntijat, jotka yhdessä muodostivat laaditun YVA:n. YVA:ssa esitetyt arviot perustuvat myös kyseistä aluetta varten laadittuihin taustaselvityksiin ja tutkimuksiin.

Taulukko 18-1 Polargrundin YVA:n parissa työskennelleet asiantuntijat ja asiantuntijat.

Organisaation nimi	Yritys	Rulla	Kokemus ja taidot
<b>Malin Hernerud</b>	Ramboll Ruotsi	Projektin johtaja	Malinilla on diplomi-insinöörin tutkinto, jossa hän on erikoistunut ympäristöön ja veteen. Hänellä on kokemusta ja tietämystä vesiympäristöön liittyvien lupaprosessien ja ympäristövaikutusten arvioinnin johtamisesta esimerkiksi merituulivoimahankkeissa, vientikaapeleissa, ruoppauksissa ja satamissa.
<b>Kajsa Palmqvist</b>	Ramboll Ruotsi	Projektin apulaispäällikkö	Kajsa on meribiologi, joka on erikoistunut meriekologiaan. Hänellä on kokemusta ja tietoa meriympäristöön liittyvien lupien ja YVA:iden käsittelystä. Kajsalla on kokemusta offshore-hankkeista, kuten tuulipuistoista, vientikaapeleista ja putkistoista.
<b>Håkan Lindved</b>	Ramboll Ruotsi	Asiantuntija	Håkan on työskennellyt ympäristökonsulttina yli 20 vuotta, pääasiassa ympäristövaikutusten arvioinnin, lupa-arviointien, tutkimusten sekä kattavien ja yksityiskohtaisten suunnitelmien ympäristövaikutusten arvioinnin parissa. Håkanilla on monen vuoden kokemus erityyppisten vesitoimintojen, satamien, meriputkien ja -kaapeleiden, merituulivoiman, voimajohtojen, teollisuuden ja lentokenttien arvioinnista.
<b>Emma Hällqvist</b>	Ramboll Ruotsi	Asiantuntija	Emma on suorittanut biologian maisterin tutkinnon ja erikoistunut limnologiaan ja ekotoksikologiaan. Emma on ollut johtavassa asemassa useissa hankkeissa, jotka liittyvät merituulivoiman ja sen vientikaapeleiden sekä merenpohjassa sijaitsevien kaasuputkien lupamenettelyihin, ympäristövaikutusten arviointiin ja seurantaohjelmiin.
<b>Daniel Nilson</b>	Ramboll Ruotsi	YVA	Danielilla on kemiantekniikan tutkinto ja lähes 20 vuoden kokemus ympäristöalan konsulttina. Daniel on työskennellyt pääasiassa ilmanlaadun, leviämislaskelmien, riskinarvioinnin ja ympäristölainsäädännön parissa Ruotsin teollisuudessa,
<b>Teemu Piippolainen</b>	Ramboll Ruotsi	YVA	Teemu on meritieteilijä ja biologi, jolla on ympäristö- ja terveydensuojelun lisäkoulutus. Hän on työskennellyt laajasti erityyppisissä hankkeissa, kuten vesistötoimissa, tuulipuistoissa sekä tie- ja ratakankkeissa.
<b>Anders Engström</b>	Ramboll Ruotsi	YVA	Anders on meritieteilijä ja biologi, jolla on maisterin tutkinto suojelubiologiasta. Rambollilla hän on työskennellyt pääasiassa merituulivoiman ja muiden suurten infrastruktuurihankkeiden, kuten teiden ja rautateiden, lupien ja YVA:iden parissa.
<b>Marwa El-Mahmadi</b>	Ramboll Ruotsi	YVA	Marwa on rakennusarkeologi ja työskentelee kulttuuriympäristö- ja maisema-asioiden parissa. Rambollilla hän työskentelee tuulivoiman lupien, YVA:n ja kulttuuriympäristöasiakirjojen parissa.
<b>Anders Blomdahl</b>	WSP Ruotsi	Asiantuntija, linnut ja lepakot	Anders on koulutukseltaan ympäristöinsinööri ja aktiivinen lintuharrastaja, jolla on pitkä kokemus. Hän on kirjoittanut kirjan vesilinnuista, hänellä on useita artikkeleita lintutieteellisissä lehdissä ja hän on työskennellyt rengastuksen, muuttolintujen laskennan ja inventointien parissa monenlaisissa hankkeissa. Hän on työskennellyt ympäristöoikeudellisten tapausten parissa noin 23 vuotta ja saanut tänä aikana vankan kokemuksen ja tietämyksen ympäristölle vaarallisten toimintojen seurausten arvioimiseksi.

Organisaation nimi	Yritys	Rulla	Kokemus ja taidot
<b>Erik Lagerin</b>	WSP Ruotsi	Asiantuntija, lepakot	Erik Lagerin on koulutukseltaan biologi, joka on erikoistunut ekologiaan Tukholman yliopistossa. Erik on työskennellyt lepakoiden parissa WSP:ssä vuodesta 2019 lähtien ja vastaa lepakkoasiantuntemuksen ja inventointityön kehittämisestä yrityksessä.
<b>Erika Fernlund Isaksson</b>	NIRAS Sweden AB	Asiantuntija, kalaekologia	Erika on väitellyt tohtoriksi etologiasta, jossa hän tutki kaloja, ja hän työskentelee pääasiassa tuulivoiman vaikutuksista kaloihin.
<b>Emilia Benavente Norrman</b>	NIRAS Sweden AB	Asiantuntija, merinisäkkäät	Emiliaalla on meribiologian maisterin tutkinto, ja hänellä on yli kymmenen vuoden kokemus merinisäkkäiden parissa työskentelystä sekä tutkijana että konsulttina.
<b>Walter Vuori</b>	NIRAS Sweden AB	Asiantuntija, pohjaeläimistö ja -kasvisto	Walterilla on Fil. Mag. ympäristö- ja meribiologiasta Åbo Akademin yliopistosta, ja vuodesta 2020 lähtien hän on työskennellyt pohjaeläimistön parissa keskittyen pohjoiseen Itämereen.
<b>Rebecca Clausen</b>	NIRAS Sweden AB	Asiantuntija, Natura 2000	Rebecalla on Fil. Mag. meribiologiasta, ja hän on työskennellyt ympäristökonsulttina ja tutkijana meriympäristössä yli 10 vuotta.
<b>José Ekstedt</b>	NIRAS Sweden AB	Asiantuntija, kalastus	José on suorittanut meribiologian maisterin tutkinnon, ja hän työskentelee kaupallisen kalastuksen parissa, joka liittyy erilaisiin avomerellä toteutettaviin perustamishankkeisiin.

Taulukko 18-2 esitetään Skybornin sisäinen projektiryhmä, joka on osallistunut hankesuunnitteluun, hankkeen hallinnointiin ja koordinointiin lupahakemuksen ja YVA:n valmistelun aikana jne.

Taulukko 18-2 Skyborn-hankeryhmä lupaprosessia varten.

Organisaation nimi	Yritys	Rulla	Kokemus ja taidot
<b>Anna Roxell</b>	Skyborn	Projektipäällikkö, valtuutus	Anna on ympäristö- ja vesitekniikan rakennusinsinööri, ja hän on työskennellyt yli 20 vuoden ajan tutkimusten, valvonnan ja arviointien parissa keskittyen vesihuoltotoimiin mutta myös laajasti ympäristösäännösten puitteissa muun muassa infrastruktuurihankkeissa.
<b>Fredrik Hallander</b>	Skyborn	Projektipäällikkö	Ympäristön- ja terveydensuojelun maisterin tutkinto. Työskennellyt yli 20 vuotta ympäristö- ja lupa-asioiden parissa sekä tuulivoima- ja siirtoverkkojen projektinhallinnassa.
<b>Emma Sjöberg</b>	Skyborn	Asianajaja	Emmalla on 13 vuoden kokemus työskentelystä ympäristösäännösten ja muun ympäristölainsäädännön mukaisesti. Emma on työskennellyt ympäristölainsäädännön kehittämisen ja ohjauksen parissa sekä ympäristölle vaarallisten toimintojen ja vesilaitosten sekä merituulivoiman putkistojen ja kaapeleiden arvioinnin parissa.
<b>Mona Date</b>	Skyborn	Apulaisprojektipäällikkö Valtuutus	Energia- ja ympäristötieteiden maisteri. Työskennellyt vuodesta 2020 alkaen merituulivoiman YVA- ja lupahankkeiden parissa.
<b>Frans Cleveson</b>	Skyborn	Projekti-insinööri	Fransilla on merenkulun arkkitehtuurin maisterin tutkinto, ja hän on työskennellyt vuodesta 2005 lähtien offshore-rakenteisiin liittyvien rakenteellisten ja toiminnallisten kysymysten parissa esimerkiksi tuulivoiman alalla.
<b>Malin Hillström</b>	Skyborn	Tutkimus	Maanmittaustieteen maisteri, erikoistunut ympäristötekniikkaan. Malinilla on yli 20 vuoden kokemus ympäristölainsäädännön mukaisista lupa-arvioinneista esimerkiksi tuulivoiman ja voimajohtojen osalta.
<b>Erica Lindh</b>	Skyborn	Arvostelijat ja kartan ylläpitäjät	Erica on koulutukseltaan ympäristötieteilijä, ja hän on työskennellyt vuodesta 2016 lähtien verkkotoimilupia ja tuulivoimaa koskevien YVA- ja lupahankkeiden parissa.

**Abel Gonzales**

Skyborn

GIS- ja  
kartoitusvastaava

Abel on koulutettu ekologi ja purjehtija, ja hän on työskennellyt paikkatietojärjestelmien parissa vuodesta 2008. Hän työskentelee päivittäin GIS-analyysin, karttatuotannon, kurssinhallinnan ja GIS-arkkitehtuurin parissa.

---

## 19. Sanasto

Määritelmä	Ohjelman kuvaus
<b>Allision</b>	Alus ajelehtii/purjehtii tietylle alueelle. Ei tarvitse sisältää törmäystä tai karilleajoa.
<b>Anadromous</b>	Kalalaji, joka elää suolaisessa vedessä mutta lisääntyy makeassa vedessä.
<b>Scoping-kuuleminen</b>	Toimilla, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia, on kuultava YVA:n sisällöstä ja laajuudesta.
<b>Esteen vaikutus</b>	Laitos voi olla fyysinen este, jossa laji tai eläin voi levitä tai liikkua vapaasti ympäristössä.
<b>Batymetria</b>	Merenpohjan maaston fyysinen muoto.
<b>Bentic</b>	Termi, joka viittaa merenpohjassa ja pohjan yläpuolisessa vesikerroksessa eläviin lajeihin/organismeihin.
<b>Elektrolyysi</b>	Prosessi, jossa sähkövirta saa aikaan kemiallisen reaktion yhdestä aineesta tuottamaan muita aineita, kuten vetyä. Elektrolyysiin tarvitaan virtalähde ja elektrolyytti (esim. vesi). Prosessia käytetään esimerkiksi veden jakamiseen vedyksi.
<b>Elektrolyserit</b>	Komponentti, joka jakaa veden vedyksi ja hapeksi.
<b>Espoon yleissopimus</b>	Valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskeva yleissopimus, jossa edellytetään, että naapurimaille ja yleisölle tiedotetaan suunnitelluista toimista, jotka voivat aiheuttaa ympäristövaikutuksia.
<b>GIS</b>	Paikkatietojärjestelmä, tietokoneohjelma, jota käytetään paikkatietojen keräämiseen, tallentamiseen, analysointiin ja esittämiseen (kartat).
<b>Halokliini</b>	Eri suolapitoisuuksiltaan erilaisten vesimassojen välinen kerros. Suolaisemmat vesimassat ovat painavampia kuin tuoreemmat vesimassat, jolloin suolaisempi vesi laskeutuu tuoreemman alle.
<b>Merenkulkusuunnitelma</b>	SwAMin laatimat ohjeelliset suunnitelmat (Pohjanlahti, Itämeri, Skagerrak ja Kattegat) Ruotsin merien käytöstä, jotka perustuvat muun muassa lainsäädäntöön, yhteiskunnallisiin tavoitteisiin, erilaisiin raportteihin sekä SwAMin ja eri sidosryhmien väliseen vuoropuheluun. Ohjaa viranomaisia, kuntia, tuomioistuimia ja yrityksiä. Hyväksytty hallituksessa vuonna 2022.
<b>Esteen valaistus</b>	Ruotsin liikenneviraston määräysten ja yleisten ohjeiden mukaan yli 45 metriä korkeat kohteet on merkittävä valoilla ilmailulle aiheutuvan vaaran estämiseksi.
<b>HVAC</b>	Korkeajännitteinen vaihtovirta. Pitkissä siirtoyhteyksissä HVAC-verkkoon liittyy suurempia häviöitä kuin HVDC-verkkoon, mutta sitä voidaan laajentaa ja päivittää helpommin ja se voidaan muuntaa helpommin muille jännitetasoille. Tämä tekniikka on yleensä ensisijainen valinta, mutta jos siirtohäviöt ovat liian suuret, sen sijaan voidaan käyttää HVDC-tekniikkaa.
<b>HVDC</b>	Korkeajännitteinen tasavirta. Tekniikka, jota käytetään sähköenergian siirtämiseen pitkien etäisyyksien päähän voimajohtojen, kuten merenalaisten kaapeleiden, avulla. Tekniikkaan liittyy pienempiä



Määritelmä	Ohjelman kuvaus
	häviöitä kuin vaihtovirtatekniikkaan. Vaatii muuntaja- ja muuntamoja, jotka tasasuuntaavat virran ennen sen vientiä eteenpäin.
<b>Hydrodynamiiikka</b>	Fysiikan osa-alue, joka liittyy veden liikkeen tutkimiseen törmäyksen vaikutuksesta ja jossa tutkitaan nesteiden liikettä, liike-energiaa ja massan inertiaa.
<b>Kompressori</b>	Lisää aineen painetta ja pienentää sen tilavuutta.
<b>Kumulatiiviset vaikutukset</b>	Useista eri lähteistä (esim. useista eri toiminnoista tietyllä alueella) peräisin olevat vaikutukset voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään ja siten vaikuttaa kumulatiivisiin vaikutuksiin, eli vaikutusten lisääntymiseen ja yhdistymiseen. Nämä kumulatiiviset vaikutukset olisi yksilöitävä, kuvattava ja arvioitava YVA:ssa. Kumulatiiviset vaikutukset voivat olla suoria/epäsuoria, myönteisiä/negatiivisia ja tilapäisiä/pysyviä lyhyellä, keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä.
<b>Tasavirta</b>	Sähkövirta, jonka suunta on aina sama lähteestä. Tasavirran vastakohta on vaihtovirta.
<b>Limnic</b>	Termi, joka viittaa makean veden ympäristöissä eläviin lajeihin/organismeihin.
<b>Ympäristölaatu normi (EQS)</b>	Oikeudellinen väline, jolla säännellään ilman, maaperän, veden tai yleensä ympäristön laatua sen perusteella, mitä ihmiset ja luonto voivat sietää, ottamatta huomioon taloudellisia tai teknisiä edellytyksiä. Ympäristölaatu normit kuvastavat siten ympäristön hyväksyttävää vähimmäislaatua tai haluttua ympäristön tilaa. Ympäristölaatu normit määrittelevät pilaantumis- tai haittatasot, ja ne voivat koostua myös raja- ja ohjearvoista.
<b>Ympäristön seuranta-asetat</b>	Jaksottaisen näytteenoton paikkojen koordinaatit vettä ja sedimenttiä.
<b>MSA:n pinta-ala</b>	MSA on lyhenne sanoista Minimum Safety Altitude (vähimmäisturvallisuuskorkeus). Pinnan sisällä on kiinteät korkeudet suurimmille sallituille kohteille, joita voidaan lisätä lentopaikan ympäristöön. Alueen sisällä ei sallita kiinteitä laitteita, jotka ovat korkeammalla kuin vahvistettu MSA-korkeus. Sotilaallisen MSA:n säde on 46 kilometriä ja siviilikäytössä olevan MSA:n säde on 55 kilometriä.
<b>Monikeilakaikuluotain (MBES)</b>	Merenpohjan kartoittamiseen käytetty kaikuluotain, jolla saadaan 3D-malli merenpohjan pinnanmuodostuksesta ja kartoitetaan veden syvyys. Kaikuluotain lähettää akustisia aaltoja veneestä merenpohjaan, ja aallot palaavat sitten takaisin veneeseen kaikuluotaimen kanssa. Tietoja voidaan sitten käyttää aluetta koskevien tietojen tuottamiseen sekä teknisiin ja arkeologisiin tutkimuksiin.
<b>Merentutkimus</b>	Maapallon valtameriä ja meriä koskeva tiede, jota tutkitaan fyysisestä, kemiallisesta, biologisesta ja geologisesta näkökulmasta, mukaan lukien virtaukset, meteorologia jne.
<b>Pelagiset</b>	Termi, joka viittaa lajeihin/organismeihin, jotka elävät avomerellä ylemmässä vesikerroksessa eivätkä siis pohjassa.
<b>Hankealue</b>	Toiminta-alue, jolla yritys hakee lupaa tuulivoimaloiden yms. perustamiseen.
<b>Retentaatti</b>	Prosessivesi, tässä tapauksessa vesi, joka jää jäljelle, kun merivettä suolanpoistossa käytetään vedyn tuotantoon. Retentaatin suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivän meriveden.

Määritelmä	Ohjelman kuvaus
<b>Valtakunnallisesti merkittävä alue</b>	Maa- ja vesialueet ja muut fyysiset ympäristöt, jotka ovat kansallisesti merkittäviä ja jotka pyritään suojelemaan pitkällä aikavälillä toimenpiteiltä, jotka voivat vahingoittaa suojeltavaksi tarkoitettua arvoa. Kansallisia etuja suojellaan ympäristösäännösten 3 ja 4 luvun hallintasäännösten nojalla. Kansalliset edut eivät edellytä yksittäisiä lupia tai poikkeuksia, vaan niitä käsitellään ainoastaan viranomaisten tutkimusten yhteydessä.
<b>Roottorin halkaisija</b>	Tuulivoimalan roottorin kärjen koko metreinä mitattuna.
<b>Ydinverkko</b>	Katso siirtoverkot.
<b>Pohjan alapuolinen profilointi (SBP)</b>	Järjestelmä, jota käytetään merenpohjan fysikaalisten ominaisuuksien määrittämiseen sekä geologisen tiedon kuvaamiseen ja luonnehtimiseen muutaman metrin syvyydessä merenpohjan alla. Tietoja voidaan käyttää 3D-mallintamiseen ja lisätietojen saamiseksi merenpohjasta ja sen elinympäristöistä.
<b>Ruotsin talusvyöhyke (EEZ)</b>	Merialue, joka sijaitsee aluemerren ulkopuolella ja alkaa noin 12 meripeninkulman (noin 22 km) päässä rannikosta. Se rajoittuu toisen valtion talusvyöhykkeeseen. Talusvyöhyke perustuu YK:n merioikeusyleissopimukseen. Ruotsin talusvyöhykkeellä sijaitsevien laitosten yms. rakentaminen ja käyttö edellyttää valtion lupaa. Jos Ruotsin talusvyöhykkeellä sijaitsevaan laitokseen tarvitaan Natura 2000 -lupa, Natura 2000 -lupa tarvitaan lähimmältä lääninhallitukselta. Lyhenne EEZ.
<b>Termokliini</b>	Vesikerros, jossa lämpötila muuttuu nopeasti pienellä syvyysalueella. Ruotsin kylmän pohjoismaisen ilmaston vuoksi termokliini on useimmiten alle 10 metrin syvyydessä.
<b>Aluenteri</b>	Rannikkovedet, jotka ulottuvat yleensä noin 12 meripeninkulman (noin 22 km) päähän rannikosta ja ovat osa valtion aluetta. Tämä tarkoittaa, että aluenteri on kunnan rajojen sisäpuolella ja aluenterillä sovelletaan valtion lakeja. Kun tuulivoimaloita perustetaan aluenterelle, tarvitaan maa- ja ympäristötuomioistuimen lupa.
<b>Siirtoverkot</b>	Valtion omistama ja Svenska kraftnätin hallinnoima suurjänniteverkko. Aikaisemmin nimeltään kansallinen verkko. Yleensä 220-400 kV.
<b>Tutkimusalue</b>	Alue, johon kuulemiset ja tutkimukset/selvitykset ovat perustuneet. Alue on laajempi kuin nyt lupahakemuksen perustana oleva hankealue.
<b>UXO</b>	Räjähättömät ammuksset.
<b>Heräämisen vaikutukset</b>	Kun tuuli puhaltaa tuuliturbiinien roottorin lapoihin, tuuli hidastuu. Jos tuulivoimalat sijoitetaan liian lähelle toisiaan, on olemassa vaara, että tuuli ei pysty palauttamaan tehoa, kun tuuli saavuttaa seuraavan tuulivoimalan, ja energiantuotanto jää pienemmäksi.
<b>Veden halkaisu</b>	Vesi jaetaan/jakaantuu vedyksi ja hapeksi sähkön avulla elektrolyysissä.
<b>Vesiaktiiviteetit</b>	Työt, jotka tehdään vedessä tai veden läheisyydessä tai jotka voivat muulla tavoin vaikuttaa veteen. Edellyttää ympäristösäännösten 11 luvun mukaista lupaa.
<b>Vetykaasu</b>	Vesimolekyylillä sisältää kaksi vetyatomia ja on siten hyvin kevyt kaasu. Sähkön tuottamisen sijasta voidaan tuottaa vetyä. Vetyä voidaan

Määritelmä	Ohjelman kuvaus
	käyttää polttoaineena tai energiana, ja vetyä on mahdollista varastoida, jotta se voidaan muuntaa sähköksi myöhemmin.
<b>Vaihtovirta</b>	Sähkövirta, jonka suunta vaihtelee. Virran suunta voi siis olla kerralla yhteen suuntaan ja toisella kertaa vastakkaiseen suuntaan. Tämän tyyppisestä virrasta on etua, kun muunnetaan pitkiä matkoja, ja se tuottaa suhteellisen pieniä siirtohäviöitä. Vaihtovirran vastakohta on tasavirta.
<b>Pahin mahdollinen skenaario (WCS)</b>	Pahimmassa tapauksessa. Tätä skenaariota käytetään yleisesti tuulivoimahankkeiden suunnittelussa ja muissa lupaprosesseissa arvioinnin lähtökohtana. Arviointiparametrit edustavat suurinta mahdollista vaikutusta, ja niitä käytetään vaikutusten aliarvioinnin välttämiseksi ja mahdollisten epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi.
<b>Hyökkäyskilvet</b>	Virtaavan veden tasausrakenne, jossa kaikki vesi virtaa reunan yli.

## 20. Viitteet

- Aarts, G.;Brasseur, S.;& Kirkwood, R. (2017). *Response of grey seals to pile-driving*. Wageningen Marine Research report.
- Akustikkonsulten. (2024). *Ljudfrågor kommentarer*.
- Amoser, S.;& Ladich, F. (2003). Diversity in noise-induced temporary hearing loss in otophysine fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(4), 2170-2179.
- Andersson, M. H. (2016). *Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning*. Vindval rapport 6723.
- Andersson, M.;& C., Ö. M. (2010). Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research* 61, 642–650.
- Andersson, M.;Sigray, P.;& Persson, L. (2011). Ljud från vindkraftverk i havet och dess påverkan på fisk. *Vindval, rapport 6436*. Naturvårdsverket.
- Armstrong, J.;Hunter, D.-C.;Fryer, R.;& Rycroft, P. O. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*.
- Auld, A.;& Schubel, J. (1978). Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: A laboratory assessment. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 153-164.
- Batlif Sweden. (30. 10 2023). *Batlif Sweden*. Noudettu osoitteesta <https://batlif-sweden.se/migration/>
- Bergström, L.;Sundqvist, F.;& Bergström, U. (2013). Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series*, 2-12.
- Bergström, M.;Lagenfelt, I.;Sundqvist, F.;Andersson, I.;Andersson, M.;& Sigray, P. (2013). *Fiskundersökningar vid Lillgrund vindkraftpark - Slutredovisning av kontrollprogram för fisk och fiske 2002-2010*. Havs- och vattenmyndigheten.
- Bonou, A.;Laurent, A.;& Olsen, S. (2016). Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application. *Applied Energy*, 180, 327-337. doi:10.1016/j.apenergy.2016.07.058
- Boverket. (19. 02 2024). *Totalfösvaret*. Haettu 24. 05 2024 osoitteesta <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmanna-intressen/hav/totalforsvaret/>
- Clinton. (2024). *Sammanfattande PM, geofysisk sjömätning undersökningsområde Polargrund*.
- Cole, S. (2020). Näringslivsstrateg på Region Gävleborg. (E. Grönlund, Haastattelija)
- Dahms, C.;& Killen, S. S. (2023). Temperature change effects on marine fish range shifts: A meta-analysis of ecological and methodological predictors. *Global Change Biology*.
- De Jong, K.;Forland, T.;Amorim, M.;Rieucan, G.;Slabbekoorn, H.;& Sivle, L. (2020). *Predicting the effects of anthropogenic noise on fish reproduction*. *Rev Fish Biol Fisheries* 30, 245–268 .
- Degraer, S.;Carey, D.;Coolen, J.;Hutchison, Z.;Kerckhof, F.;Rumes, B.;& Vanaverbeke, J. (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning: A synthesis. *Oceanography* 33, 48-57.
- Dierschke, V. F. (2016). Dierschke, V., Furness, R.W., & Garthe, S. 2016. Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *Biological Conservation* 202, 59-68.

- Dietz, R.;Galatius, A.;Mikkelsen, L.;Nabe-Nielsen, J.;Riget, F.;Schack, H.;. . . Thomsen, F. (2015). . *Marine Mammals - Investigations and preparation of environmental impact assessment for Kriegers Flak Offshore Wind Farm*. Aarhus University.
- DN. (2020). Med ny satsning kan LKAB producera fossilfritt järn. *Dagens Nyheter*.
- Drachmann, J. (2020). *Klim Vindmøllepark – Monitering af fuglekollisioner år 1 og år 3 (2016/2017 og 2018/2019). Rapport framtagen för Vattenfall Vindkraft A/S, januari 2020*. Drachmann, J., Waagner, S. & Haaning Nielsen, H. .
- Dunlop, E.;Reid, S.;& Murrant, M. (2015). Limited influence of a wind power project submarine cable on a Laurentian Great Lakes fish community. *Journal of Applied Ichthyology*, 18-31.
- Ecogain. (2024). *Rennäringsutredning, Polargrund, Kalix kommun, 2024-03-05*.
- Edlund, G. (2022). *Analys av våg- och strömmätningar vid Polargrund, Rapport nr 2022-53*. SMHI.
- Edrén, S.;Andersen, S.;Teilmann, J.;Carstensen, J.;Harders, P.;Dietz, R.;& Miller, L. (2010). *The effect of large Danish offshore wind farm on harbor and gary seal haul-out behavior*. Marine mammal science Vol. 26(3), pp. 614-634.
- Energiforsk & Profu. (2023). *Visualisering av Sveriges framtida elanvändning effektbehov*.
- Energimyndigheten & Svenska kraftnät. (2023). *Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering*.
- Energistyrelsen. (2022). *Guideline for underwater noise - Installation of impact or vibratory driven piles*.
- Engås, A.;Lokkeborg, S.;Ona, E.;& Soldal, A. (1996). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Journal*, 53(10): 2238.
- Enhus C., B. H. (2017). *Enhus C., BerKontrollprogram för vindkraft i vatten. Sammanställning och granskning, samt förslag till rekommendationer för utformning av kontrollprogram. Rapport 6741*. Naturvårdsverket.
- Europeiska rådet . (2023). *Klimatförändringarna: vad gör EU?* Noudettu osoitteesta <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/climate-change/>
- Fey, D. P.;Jakubowska, m. G.;Andrulewicz, E.;Otremba, Z.;& Urban-Malinga, B. (2019). Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? . *Aquatic Toxicology*, 150-158.
- Floeter, J.;van Beusekom, J.;Auch, D.;Callies, U.;Carpenter, J.;Dudeck, T.;. . . Temming. (2017). Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Progress in Oceanography*, 154-173.
- Fossilfritt Sverige. (2022). *Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft - uppföljning 2022*. Noudettu osoitteesta <https://fossilfritt sverige.se/fardplaner/>
- Fox, A.;& Petersen, I. (2019). *Offshore windfarms and their effects on birds. Dansk. Orn Foren. Tidsskr. 113: 86-101*. Noudettu osoitteesta <https://pub.dof.dk/artikler/454/download/doft-113-2019-86-101-havvindmoeller-og-deres-paavirkning-af-fugle>

- GE Renewable Energy. (8. 12 2020). Noudettu osoitteesta Press release - GE Renewable Energy Announces US Blade Recycling Contract with Veolia: <https://www.ge.com/news/press-releases/ge-renewable-energy-announces-us-blade-recycling-contract-with-veolia>
- Glarou, M.;Zrust, M.;& Svendsen, J. C. (2020). Using Artificial-Reef Knowledge to Enhance the Ecological Function of Offshore Wind Turbine Foundations: Implications for Fish Abundance and Diversity. *Journal of Marine Science and Engineering* 8, 332.
- Hammar, L.;Magnusson, L.;Rosenberg, R.;& Granmo, Å. (2009). *Miljöeffekter vid muddring och dumpning*. Stockholm: Marine Monitoring AB.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2015). *Visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter. Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp. Version 1:3*. . 2015: Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2018). *Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2018 - 2023. Bedömning av miljötillstånd och socioekonomisk analys. Rapport 2018:27*.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *Sik i Östersjön – en kunskapssammanställning*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:10.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2023). *Havsplanering*. Noudettu osoitteesta <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering.html>
- Havs- och vattenmyndigheten. (12. 12 2023). Lektidsportalen. Version 1.0 2020-02-01. Noudettu osoitteesta <https://havbipub.havochvatten.se/analytics/saw.dll?Dashboard>
- Havs- och vattenmyndigheten. (28. 05 2024). *Havsplanerna ändras för att möta ökat elbehov*. Noudettu osoitteesta Havs- och vattenmyndigheten: <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering/havsplanerna-andras-for-att-mota-okat-elbehov.html>
- Hawkins, A. D.;& Popper, A. N. (2018). Effects of Man-Made Sound on Fishes. *Springer Handbook of Auditory Research*, 145–177.
- Hedger, R.;Hatin, D.;Dodson, J.;Martin, F.;Fournier, D.;Caron, F.;& Whoriskey, F. (2009). Migration and swimming depth of Atlantic salmon kelts *Salmo salar* in coastal zone and marine habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 179-192.
- Heinänen, S. &. (2018). *Heinänen,Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen. Ecological monitoring of Seabirds. T3 (Final) report*. .
- Heinänen, S. Ž. (2020). *Satellite telemetry and digital aerial surveys show strong displacement of red-throated divers (Gavia stellata) from offshore wind farms*. Noudettu osoitteesta Marine Environment Research 160: 104989: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104989>.
- HELCOM. (2011). *Salmon and Sea Trout Populations and Rivers in Finland – HELCOM assessment of salmon (Salmo salar) and sea trout (Salmo trutta) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic Sea. Balt. Sea Environ. Proc. No. 126B*. . HELCOM.
- HELCOM. (2014). *Helcom Guide to Alien Species and Ballast Water Management in the Baltic Sea*. Helsinki: HELCOM - Baltic Marine Environment Protection Commission.
- HELCOM. (2019). *Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings*.

- Helcom. (5. maj 2020). *Potential spawning areas for herring (PBS EFH)*. Haettu 4. april 2024 osoitteesta HELCOM Metadata catalogue: <https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/bae53d8e-a5a2-4d01-b260-54d72ad46813>
- HELCOM. (22. 05 2024). *Marine Protected Areas*. Noudettu osoitteesta Helcom.fi: <https://helcom.fi/action-areas/marine-protected-areas/>
- IPCC. (2022). *Sixth Assessment Report, summary for policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jakubowska, M. G.;Fey, D. P.;Otremba, Z.;& Urban-Malinga, B. A. (2021). Effects of magnetic fields related to submarine power cables on the behaviour of larval rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Marine and Freshwater Research*.
- Johnston, D.;& Wildish, D. (1982). Effects of suspended sediment on feeding by larval herring (*Clupea harengus harengus* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 29, 261-267.
- Kalix Industrihotell AB. (ei pvm). *Om Kalix hamn. Hämtat från <https://www.kalixhamn.se/om-kalix-hamn/> april 2024.*
- Kalix kommun. (2009). *Kommuntäckande översiktsplan - Förutsättningar kapitel 2,5*. Kalix: Kalix kommun. Noudettu osoitteesta Kalix kommun: <https://www.kalix.se/Boende/Kommunens-planarbete/Oversiktsplan/Kommuntackande-oversiktsplan/>
- Kalix kommun. (29. 05 2024). *Samråd kring översiktsplan*. Noudettu osoitteesta Kalix kommun: <https://www.kalix.se/Boende/Kommunens-planarbete/Oversiktsplan/KalixOP/samrad/>
- Kalix sameby. (2024). *Ecogain (Carly Smith). Minnesanteckningar: samråd med Kalix koncessionssameby rörande Polargrund, havsbaserad vindkraft (Dan Abrahamsson), telefonmöte, 2024-01-11.*
- Karlsson, M.;Kraufvelin, P.;& Östman, Ö. (2020). *Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer*. Lysekil: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Kerlinger, P. G. (2010). Kerlinger, P., Gehring, J.L., Erickson, W.Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. *Kerlinger, P., Gehring, J.L., Erickson, W.P., Curry, R., Jain, A. & Guarnaccia, J. 2010. Night migrant f The Wilson Journal of Ornithology*, 122: 744-754.
- Klimatpolitiska rådet. (2024). *Klimatpolitiska rådets rapport*. Stockholm.
- Klimatpolitiska rådets rapport. (2024). Stockholm.
- Kok, A.;Bruil, L.;Berges, B.;Sakinan, S.;Debusschere, E.;Reubens, J.;. . Slabbekoorn, H. (2021). An echosounder view on the potential effects of impulsive noise pollution on pelagic fish around wind-farms in the North Sea. *Environmental Pollution, Volume 290, 2021, 118063*, ISSN 0269-7491.
- Krijgsveld, K. L. (2011). *Effect studies offshore wind farm Egmond aan Zee:final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds*. Bureau Waardenburg report nr 10–219, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kristensen, M. L.;Righton, D.;del villar-Guerra, D.;Baktoft, H.;& Aarestrup, k. (2018). Temperature and depth preferences of adult sea trout *Salmo trutta* during the marine migration phase. *Marine Ecology - Progress Series*, 209-224.

- Krone, R.;Gutow, L.;Brey, T.;Dannheim, J.;& A., S. (2013). Mobile demersal megafauna at artificial structures in the German Bight – Likely effects of offshore wind farm development. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 125, 1–9.
- Lagenfelt, I.;Andersson, I.;& Westerberg, H. (2012). *Blankålsvandring, vindkraft och växelströmsfält*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Langhamer, O. (2012). Artificial Reef Effect in relation to Offshore Renewable Energy Conversion: State of the Art. . *The Scientific World Journal*.
- Leonhard, S.;Stenberg, C.;& Støttrup, J. (. (2011). Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities. Follow-up Seven Years after Construction. *DTU Aqua, Orbicon, DHI, NaturFocus Report commissioned by The Environmental Group through contract with Vattenfall Vindkraft A/S*.
- Liehattjä sameby. (2022). *Wpd (Erika Lindh, Malin Hillström, Maria Dahleman). Minnesanteckningar från dialogmöte med Liehattjä sameby. (Birgit Niva, Erik Furmark), digitalt möte, 2022-08-08*.
- Liehattjä sameby. (2023). *Ecogain (Carly Smith, Alice Ljungberg). Minnesanteckningar samrådsmöte Liehattjä koncessionssameby (Birgit Niva, Olle Hagman), digitalt möte, 2023-11-30*.
- Little, A. G.;Loughland, I.;& Seebacher, F. (2020). What do warming waters mean for fish physiology and fisheries? *Journal of Fish Biology*, 328-340.
- Luleå Hamn AB. (2019). *Om hamnen. Hämtat från <http://www.portlulea.com/60/om-lulea-hamn/om-oss.html> september 2021*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018a). *Haparanda Sandskär SE0820320, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018b). *Malören SE0820724, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018c). *Kalix yttre skärgård SE0820327, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018d). *Likskär SE0820303, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Maar, M.;Bloding, K.;Petersen, J.;Hansen, J.;& Timmermann, K. (2009). Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *Journal of Sea Research*,62, 159-174.
- McConnell, B.;Lonergan, M.;& Dietz, R. (2012). *Interactions Between Seals and Offshore Wind Farms*. Aarhus University.
- Mendel, B. S. (2019). Operational offshore wind farms and associated ship traffic cause profound changes in distribution patterns of Loons (*Gavia* spp.). *Journal of Environmental Management* , 231:429-438.
- Messieh, S. N. (1981). *Possible impact of sediment from dredging and spoil disposal on the Miramichi Bay herring fishery*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences.
- Methratta, E.;& Dardick, W. R. (2019). Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 242-260.
- Mober, F.;Hansson, L. A.;& Lindell, M. (2014). Klimatförändringarnas effekt på röding och siklöja. *Examensarbete, Lund universitet*.
- Mobley, K.;Granroth-Wilding, H.;& Ellmen, M. (2019). Home ground advantage: Local Atlantic salmon have higher reproductive fitness than dispersers in wild. *Science Advances*.



- Mueller-Blenkle, C.;Gill, A.;McGregor, P.;Metcalf, J.;Bendall, V.;Wood, D.; . . . Thomsen, F. (2010). *Behavioural reactions of cod and sole to playback of pile driving sound*. J. Acoust. Soc. Am.
- Naisbett-Jones, L.;Putman, N. F.;Scanlan, M. M.;Noakes, D. L.;& Lohmann, K. J. (2020). Magnetoreception in fishes: the effect of magnetic pulses on orientation of juvenile Pacific salmon. *Journal of Experimental Biology*, 223 (10).
- Naturvårdsverket. (2021a). *Industri, utsläpp av växthusgaser*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/>
- Naturvårdsverket. (2021b). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (2023a). *Det globala klimatarbetet*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/det-globala-klimatarbetet/>
- Naturvårdsverket. (2023b). *Klimatet och transporterna*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-transporterna/>
- Naturvårdsverket. (2024a). *Skyddad natur*. Noudettu osoitteesta <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Naturvårdsverket. (2024b). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (17. januari 2024c). *Stöd och information - förorenade sediment*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/fororenade-sediment/>
- Naturvårdsverket. (2024d). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*. Noudettu osoitteesta <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (ei pvm). *Inrikes transporter, utsläpp av växthusgaser*. Noudettu osoitteesta Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>
- Neira, F. J. (2005). Summer and winter plankton fish assemblages around offshore oil and gas platforms in south-eastern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 589-604.
- Nilsson, J. (9. December 2014). *Havsutsikt*. Noudettu osoitteesta havet.nu: <https://www.havet.nu/havsutsikt/artikel/tanglake>
- Niras. (2024). *Vindkraftpark Polargund - Fritidsfiske i Bottenviken*.
- Nord Stream 2 AG. (2017). *Espoo Report. Doc. No. W-PE-EIA-POF-REP-805-040100EN-06, 1 April*.
- Nordic Maritime Group. (2024). *Kulturhistorisk förstudie och Marinarkeologisk analys av multibeamdata införplanerad vindkraftpark i Bottenviken*.
- Nyqvist, D.;Durif, C.;Gullikstad Johnsen, M.;De Jong, K.;Nesse Forland, T.;& Doksaetr Sivle, L. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research*.

- Nätverket vindkraftens klimatnytta. (2019). *Svensk vindkraft kan minska klimatutsläppen med 50 procent*. Westander Klimat och Energi.
- Pangerc, T.;Theobald, P.;Wang, L.;Robinson, S.;& Lepper, P. (2016). *Measurement and characterisation of radiated underwater sound from a 3.6 MW monopile wind turbine*. J. Acoust. Soc. Am.
- Petersen, I. (2014). *Post-construction evaluation of bird abundances and distributions in the Horns Rev 2 offshore wind farm area, 2011 and 2012. Report commissioned by DONG Energy. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. Nilesen, R.D. & Mackenzie, M.L.Petersen, I.K.,.*
- Piteå Hamn AB. (2024). *Farled. Hämtat från <https://www.piteaportandhub.se/tjanster/sjofart/farled/september2021>*.
- Popper, A. N.;& Hawkins, A. D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Journal of Fish Biology* 94, 692-713.
- Popper, A. N.;Hawkins, A. D.;Fay, R. R.;Mann, D. A.;Bartol, S.;Carlson, T. J.;. . . William. (2014). *Sound Exposure Guidelines*. SpringerBriefs in Oceanography.
- Putland, R.;Montgomery, J.;& Radford, C. (2019). Ecology of fish hearing. *JOURNAL OF FISH BIOLOGY*, 39-52.
- Putman, N. F.;Jenkins, E. S.;Michielsens, C. G.;& Noakes, D. L. (2014). Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. *Journal of The Royal Society Interface* 11.
- Ramboll . (2024). *Polargrund Visuell inverkan på landskapsbilden*. Stockholm: Ramboll.
- Regeringen . (2020). *Sveriges integrerade nationella energi- och klimatplan*.
- Regeringen. (2022a). *Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling*. Noudettu osoitteesta <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/>
- Regeringen. (2022b). *Nationell strategi för elektrifiering - en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning I2022/00299*.
- Regeringen. (14. 03 2024). Regeringens proposition 2023/24:105. Energipolitikens långsiktiga inriktning. Stockholm. Noudettu osoitteesta <https://www.regeringen.se/contentassets/2fd0739890d8484b8129d3c0e678f24d/energipolitikens-langsiktiga-inriktning-prop.-202324105.pdf>
- Region Norrbotten. (2022a). *Kommunal och regional energistatistik*.
- Region Norrbotten. (2022b). *Region Norrbotten*. Noudettu osoitteesta <https://nationellaemissionsdatabasen.smhi.se/>
- Richardson, W.;Greene, C.;Malme, C.;& Thompson, D. (1995). *Marine mammals and noise*. New York: Academic Press.
- Russel, D.;Hastie, G.;Thompson, D.;Janik, V.;Hammond, P.;Scott-Hayward, L.;. . . McConnel, B. (2016). *Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities*. *Journal of Applied Ecology* 2016, vol. 53.

- Russell, D.;Brasseur, S.;Thompson, D.;Hastie, G.;Janik, V.;Aarts, G.;. . . Moss, S. (2014). Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology*, 24(14), R638-R639. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.033>
- Rydell J., O. (2017). *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss – uppdaterad syntesrapport. Vindval rapport 6740*. Naturvårdsverket.
- Sametinget. (2017). *Renbruksplan: manual för fältinventering*.
- Sametinget. (13. November 2020). *Sametinget. Kunskapssyntes om vindkraft och renar. Hämtat från <https://www.sametinget.se/115425> mars 2024*.
- Sametinget. (21. juli 2021). *Sametinget. Rennäringen i Sverige. Hämtat från [https://www.sametinget.se/rennaring\\_sverige](https://www.sametinget.se/rennaring_sverige) mars 2024*.
- Sametinget. (2022). *Samrådsyttrande avseende havsbaserad vindkraftpark Polargrund, i norra Bottenviken, Kalix kommun. Dnr 5.2.2-2022-756*.
- Schlömer, S.;Bruckner, T.;Fulton, E.;Hertwick, A.;McKinnon, A.;Perczyk, D.;. . . Wiser, R. (2014). Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. Teoksessa O. Edenhofer;R. Pichs-Madruga;E. Sokona;E. Farahani;S. Kadner;K. Seyboth;. . . J. Minx, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. Noudettu osoitteesta [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-iii.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf)
- SGU. (2017). *Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment. Rapport 2017:12*.
- Siemens. (u.d.). *A clean energy solution - from cradle to grave. Offshore wind power plant employing SWT-6.0-154*. Siemens.
- Skarin, A.;Nellemann, C.;Sandström, P.;Rönnegård, L.;& Lundqvist, H. (2013). *Renar och vindkraft - Studie från anläggning av två vindkraftparker i Malå sameby*. Naturvårdsverket.
- Skarin, A.;Sandström, P.;Brandão Niebuhr, B.;Alm, M.;& Adler, S. (2021). *Renar, renskötsel och vindkraft- Vinter- och barmarksbete. Vindval. Naturvårdsverket*.
- Skerritt, D.;Fitzsimmons, C.;Polunin, N.;Berney, P.;& Hardy, M. H. (2012). Investigating the impact of offshore wind farms on European Lobster (*Homarus gammarus*) and brown Crab (*Cancer pagurus*) fisheries. *Report to the Marine Management Organisation*.
- Slotte, A.;Hansen, K.;Dalen, J.;& Ona, E. (2004). Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research*, 67(2):143-150.
- SLU. (2022). *Torneälvens bestånd av lax, havsöring, vandringsik och harr – gemensamt svensk-finskt biologiskt underlag för bedömning av lämpliga fiskeregler under 2022*.
- SLU. (2023). *Torneälvens bestånd av lax, havsöring, vandringsik och harr – gemensamt svensk-finskt biologiskt underlag för bedömning av lämpliga fiskeregler under 2023. Swedish University of Agricultural Sciences*.
- SLU Artdatabanken. (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala*.
- SLU Artdatabanken. (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020. Uppsala: SLU*.

- SMHI. (2023). *SHARKweb*. Noudettu osoitteesta <https://sharkweb.smhi.se/hamta-data/>
- Smith, M.;Kane, A.;& Popper, A. (2004). Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Experimental Biology* 207, 427-435.
- Southall, B.;Finneran, J.;Reichmuth, C.;Nachtigall, P.;Ketten, D.;Bowles, A.;. . . Tyack, P. (2019). *Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*. Aquatic Mammals 45.
- Sturlaugsson, J. (2017). The Marine Migration & Swimming depth of Sea Trout (*Salmo Trutta* L.) in Icelandic Waters. *In book: Sea Trout. Science & Management* , 328-338.
- Svensk vindenergi. (2022). *Handbok Rennäringsutredningar*. Stockholm: Svensk vindenergi.
- Svenska kraftnät. (2023). *Ny anslutningsprocess för havsbaserad vindkraft - delrapport. Del 1: Överföringskapacitet och anslutningspunkter på land. Ärende nr: Svk 2023/2571*.
- Svenska kraftnät. (2024). *Långsiktig marknadsanalys. Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050. Ärende nr: 2023/4164* .
- Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU). (13. 12 2023). *SGUs Kartvisare*. Noudettu osoitteesta SGUs Kartvisare: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-miljoovervakning-sediment.html>
- Sveriges miljömål. (2023). *Sveriges miljömål*. Noudettu osoitteesta Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter: <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-fran-inrikes-transporter/>
- Sweco m.fl. . (2016). *Fossiloberoende fordonsflotta 2030 – Hur realiserar vi målet?*
- Teilmann, J.;Tougaard, J.;Carstensen, J.;Dietz, R.;& Tougaard, S. (2006). *Summary on seal monitoring 1999-2005 around Nystead and Horns Rev Offshore Wind Farms*. Technical report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S.
- ter Hofstede, R.;Driessen, F.;Elzinga, P.;Van Koningsveld, M.;& Schutter, M. (2022). Offshore wind farms contribute to epibenthic biodiversity in the North Sea. *Journal of Sea Research*, 185.
- Thomsen, F.;Lüdemann, K.;Kafemann, R.;& and Piper, W. (2006). *Effects of offshore windfarm noise on marine mammals and fish*. Hamburg: Biola, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Thorstad, E.;Økland, F.;Aarestrup, K.;& Heggberget, E. (2008). *Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts*. *Rev Fish Biol Fisheries* 18, 345–371.
- Tolvanen, A.;Routavaara, H.;Jokikokko, M.;& Rana, P. (2023). How far are birds, bats, and terrestrial mammals displaced from onshore wind power development? – A systematic review. *Biological Conservation*. Volume 288 2023, 110382, ISSN 0006-3207.
- Tougaard, J.;Hermanssen, L.;& Madsen, P. (2020). How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(5), 2885-2893. doi:<https://doi.org/10.1121/10.0002453>
- Tougaard, J.;Tougaard, S.;Jensen, R.;Jensen, T.;Teilmann, J.;Adelung, D.;. . . Muller, G. (2006). *Harbour seals at Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm*.

- Trafikverket. (29. 05 2024). *Trafikverkets beslutade riksintressen*. Noudettu osoitteesta <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Riksintressen/trafikverkets-beslutade-riksintressen/>
- Vallejo, G. G. (2017). Vallejo, G.C., Grellier, K., Nelson, E.J., McGregor, R.M., Canning, S.J., Caryl, Responses of two marine top predators to an offshore wind farm. *Vallejo, G.C., Grellier, K., Nelson, E.J., McGregor, R.M., Canning, S.J., Caryl, F.M Ecology and Evolution* 7, 8698-8708.
- Vandendriessche, S.; Derweduwen, J.; & Hostens, K. (2015). Equivocal effects of offshore wind farms in Belgium on soft substrate epibenthos and fish assemblages. *Hydrobiologia (2015)* 756, 19–35.
- Vestas. (2021). *Sustainability Report 2021: Leading the energy transition*.
- Vätgas Sverige. (2023). *Vätgas i transporter*. Noudettu osoitteesta <https://vatgas.se/fakta/vatgas-i-transporter/>
- Wahlberg, M.; & Westerberg, H. (2005). Hearing in fish and their reactions to sound from offshore wind farms. *Marine Ecology Progress Series* 288, 295–309.
- Westerberg, H. R. (1996). *Effects of suspended sediment on cod egg and larvae and the behaviour of adult herring and cod*. ICES Marine Environmental Quality Committee, CM.
- Wilhelmsson, D.; Malm, T.; & Öhman, M. C. (2006). The influence of offshore windpower on demersal fish. *ICES Journal of Marine Science*, 775-784.
- Wyman, M. T.; Klimley, A. P.; Battleson, R. D.; Avgosta, T. V.; D., C. E.; Haverkamp, P. J.; . . . Kavet, R. (2018). Behavioral responses by migrating juvenile salmonids to a subsea high-voltage DC power cable. *Marine Biology*.
- Zheng, X.; Kamat, A.; Cao, M.; & Kottapalli, A. (2021). *Creating underwater vision through wavy whiskers: a review of the flow-sensing mechanisms and biomimetic potential of seal whiskers*. Royal Society. doi:<https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0629>