

# Polargrundin merituulipuisto

Kuulemisasiakirjat - ympäristölain ja Seveso-lain mukaiset täydentävät kuulemiset

Versio		tarkistanut		hyväksynyt	
1.0	2024-08-20	Anna Roxell	2024-08-20	Emma Sjöberg	2024-08-21

## Hallinnolliset tiedot

<b>Hankkeen nimi</b>	Polargrund Offshore
<b>Hakija</b>	Polargrund Offshore AB, joka on osa Skyborn Renewables Ringvägen 100 118 60 Tukholma  Organisaationumero: 559336-3848
<b>Yrityksen verkkosivusto</b>	<a href="http://www.skybornrenewables.com">www.skybornrenewables.com</a>
<b>Verkkosivusto</b>	<a href="http://www.polargrundoffshore.com">www.polargrundoffshore.com</a>
<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>Merten paikkatietojen levittämistä koskeva lupa</b>	Merenkululaitos (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 <a href="mailto:f.hallander@skybornrenewables.com">f.hallander@skybornrenewables.com</a>
<b>Projektipäällikön valtuutus</b>	Anna Roxell +46 (0)70 268 33 68 <a href="mailto:a.roxell@skybornrenewables.com">a.roxell@skybornrenewables.com</a>

# Indeksi

1. Kuulemisen laajuus	5
1.1 Arvio siitä, voiko toiminnalla olla merkittäviä ympäristövaikutuksia.	5
2. Tausta	6
2.1 Aiemmat kuulemiset	6
2.2 Tulevat kuulemiset	7
3. Ympäristön kuvaus	8
3.1 Merten aluesuunnittelu	8
3.2 Kasvit ja eläimet	9
3.3 Muut näkökohdat ja toimet	10
3.4 Kansallisesti tärkeät alueet	11
3.5 Suojelualueet	12
4. Kenttätutkimukset	14
4.1 Johdanto	14
4.1.1 Lupamenettely	14
4.1.2 Suunnitellut tutkimukset ja mitä tutkimuksia kuuleminen koskee	15
4.2 Tekninen kuvaus	16
4.2.1 Johdanto	16
4.2.2 Seisminen tutkimus	16
4.2.3 Kärkipainemittaus (CPT)	17
4.2.4 Geotekninen poraaminen	17
4.3 Arvioidut ympäristötekijät ja ympäristövaikutukset sekä mahdolliset lieventämistoimenpiteet.	18
4.3.1 Seisminen tutkimus	18
4.3.2 Kärkipainemittaus (CPT)	18
4.3.3 Geotekninen poraaminen	18
5. Ylimääräisen massojen läjittely	20
5.1 Johdanto	20
5.1.1 Lupamenettely	20
5.2 Tekninen kuvaus	20
5.2.1 Massojen koostumus	21
5.2.2 Läjitysmaat	24

5.2.3 Läjitysalueiden tutkimukset	25
5.3 Arvioidut ympäristötekijät ja ympäristövaikutukset sekä mahdolliset lieventämistoimenpiteet.	26
6. Keskitetty vedyn tuotanto	28
6.1 Johdanto	28
6.1.1 Lupamenettely	28
6.2 Tekninen kuvaus	29
6.2.1 Vedyn tuotanto keskitetyillä alustoilla	29
6.2.2 Elektrolyysi	30
6.2.3 Veden tarve ja vedenkäsittely elektrolyysissä	30
6.2.4 Hapen tuotanto	31
6.2.5 Prosessijäähdytyksen vedentarve	31
6.2.6 Kaasun puhdistus	31
6.2.7 Kaasun jakelu	31
6.2.8 Kemiaalliset tuotteet	31
6.3 Arvioidut ympäristötekijät ja ympäristövaikutukset sekä mahdolliset lieventämistoimenpiteet.	32
7. YVA:n rajaus	33
7.1 Yhteisvaikutukset tai kumulatiiviset vaikutukset	33
7.2 Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset	33
8. Viitteet	34

# 1. Kuulemisen laajuus

Tämä asiakirja on Pohjanlahden pohjoisosassa sijaitsevaa Polargrundin merituulipuistoa koskevan täydentävän kuulemisen perusta. Kuuleminen koskee seuraavia asioita:

1. kenttätutkimukset puistoalueella (jakso 4)
2. Perustusten yms. valmistelutöissä kaivetun materiaalin läjittäminen (jakso 0) ja
3. vedyn tuotanto tietyillä alustoilla tuulipuistossa, jota kutsutaan myös keskitetyksi offshore-vedyntuotannoksi (jakso 6)

Kuulemiset toteutetaan ympäristölain 6 luvun ja toimenpiteistä vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi annetun lain (1999:381) (niin sanottu Seveso-laki) mukaisesti. Kuuleminen toteutetaan myös Suomen kanssa Espoon sopimuksen mukaisesti.

Tässä kuulemisiasiakirjassa kuvataan suunnittelutoimien sijainti, laajuus ja rakenne, ympäristövaikutukset, joita voi syntyä suoraan tai välillisesti, sekä kuvaus täydentävien ympäristövaikutusten arviointien sisällöstä ja suunnittelusta.

Kuulemisen tarkoituksena on antaa tietoja lääninhallitukselle, valvontaviranomaiselle ja henkilöille, joihin toiminnan tai toimenpiteen voidaan olettaa erityisesti vaikuttavan, sekä muilta valtion viranomaisilta, kunnilta ja yleisöltä, joihin toiminnan tai toimenpiteen voidaan olettaa vaikuttavan, ja saada näkemyksiä ja tietoja.

Kuulemisten aikana saadut lausunnot kootaan kuulemisraporttiin, ja ne muodostavat perustan ympäristövaikutusten arviointien sisällölle ja rajaamiselle.

## 1.1 Arvio siitä, voiko toiminnalla olla merkittäviä ympäristövaikutuksia.

Tässä osassa kuvataan Skybornin arvio siitä, onko kullakin kuulemisen kohteena olevalla toiminnalla oletettava olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia. Tämä arviointi on tärkeä kuulemisen toteuttamisen ja ennen lupa-arviointia tehtävien ympäristövaikutusten arviointien laajuuden kannalta.

Vedyn tuotanto on toimintamuoto, jolla oletetaan aina olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia (ks. ympäristöarviointiasetuksen 6 § ja ympäristöarviointiasetuksen 21 luvun 5 §).

Läjityksen osalta ei ole muodollista kuulemisvaatimusta eikä näin ollen päätöstä siitä, oletetaanko toiminnalla olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia. Kuulemisiasiakirjan sisältö vastaa kuitenkin sitä, mitä rajaamista koskeva kuuleminen edellyttää.

Tutkimuksissa, joihin liittyy porausta ja räjäytystä, edellytetään kuulemista ja ympäristövaikutusten arvioinnin laatimista. Skyborn arvioi, että kenttätutkimuksilla, joita yritys nyt kuulee, ei voida odottaa olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia, mutta aikoo kuitenkin käsitellä kuulemista ja YVA:n laajuutta merkittävänä ympäristövaikutuksena säästääkseen aikaa prosessissa.

Näitä kolmea toimea koskevat kuulemiset koordinoidaan saman kuulemispiirin ja tämän yhteisen kuulemisperustan kanssa. Kuuleminen on rajattu kuuleminen, eikä erityistä tiedustelukuulemistä ole järjestetty.

## 2. Tausta

Tämän täydentävän kuulemisen tarkoituksena on ottaa huomioon vedyn tuotannossa tapahtunut teknologinen kehitys ja virtaviivaistaa lupahakemuksia vähentämällä yksittäisten oikeudenkäyntien määrää, jotta kokonaisaikataulu lyhenisi ja siten rakentamisen mahdollinen aloittamisaika. Ks. tarkempi kuvaus kuulemisen syistä kunkin toimen *taustaa* käsittelevässä kohdassa. 4-6.

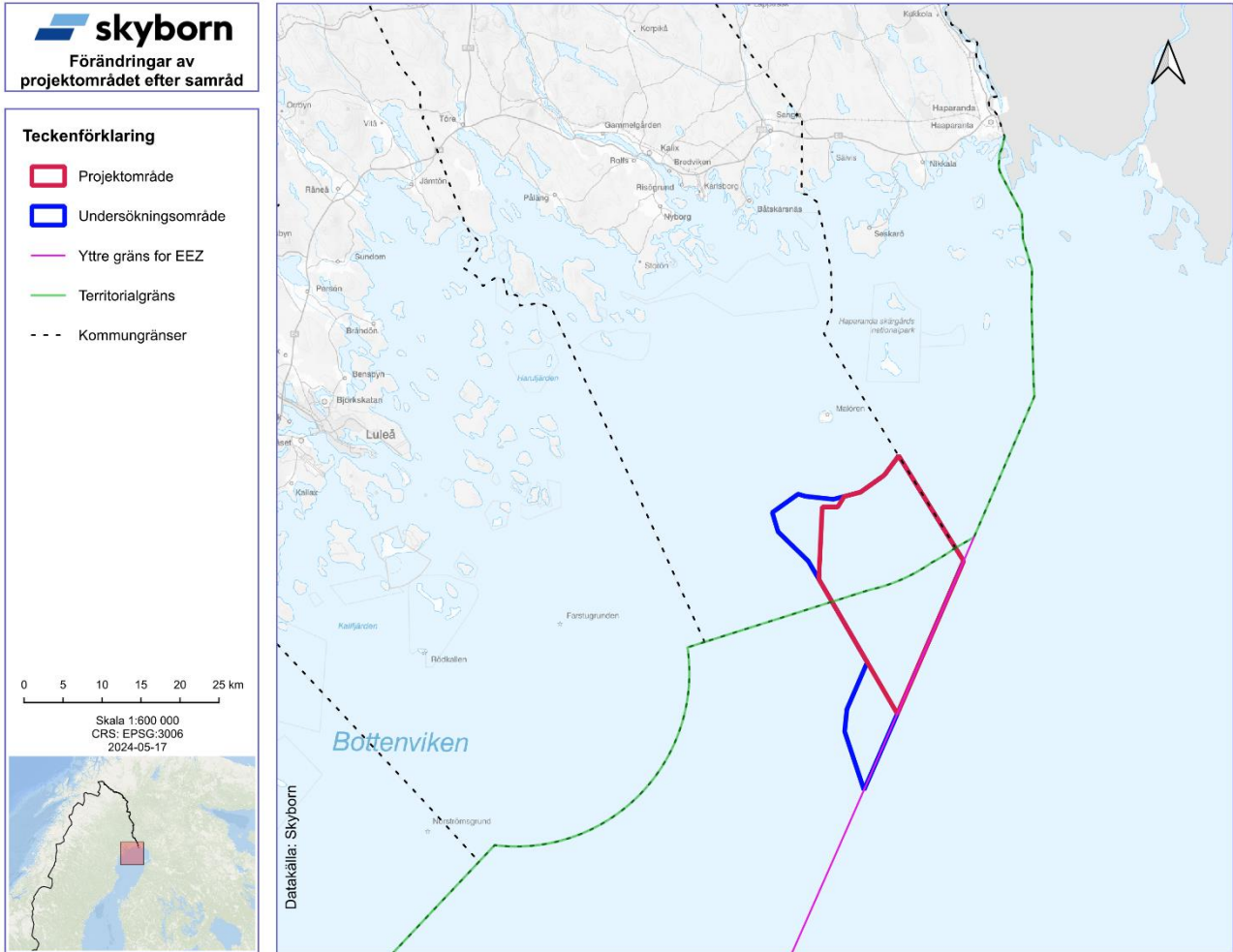
Polargrundin tuulivoimapuiston hankealue sijaitsee sekä aluemerellä (Kalixin kunta) että Ruotsin talousvyöhykkeellä ja rajoittuu Suomen talousvyöhykkeeseen. Puisto on suunniteltu rakennettavaksi noin 10 kilometrin päähän lähimmistä saarista (Malören ja Sandskär) ja noin 35 kilometrin päähän mantereesta. Puistoon suunnitellaan enintään 120 tuulivoimalaa, joiden enimmäiskorkeus on 350 metriä keskimääräisestä merenpinnasta. Hankealueen kokonaispinta-ala on noin 341 km<sup>2</sup>, ja sen keskisyvyys on noin 45 metriä.

Suuren tuulipuiston perustamisella Pohjanlahdelle on tarkoitus tuottaa ja toimittaa Pohjois-Ruotsiin merkittävä määrä energiaa sähkön ja/tai vedyn muodossa. Tuulipuisto pystyy tuottamaan sähköä noin 10 TWh tai vetyä noin 200 000 tonnia vuodessa.

Maa- ja ympäristötuomioistuin tutkii Kalixin kunnassa (aluemeri) sijaitsevien tuulipuistojen rakentamista, käyttöä ja käytöstä poistamista koskevat luvat *ympäristölain* nojalla, kun taas talousvyöhykkeellä myönnetyt luvat tutkii hallitus *Ruotsin talousvyöhykettä koskevan lain* nojalla. Tuulipuiston lupahakemus jätettiin kesäkuussa 2024 sekä Uumajan maa- ja ympäristötuomioistuimelle että ilmasto- ja elinkeinoministeriölle (valtioneuvosto). Sisäisen kaapeliverkon luvat ovat valtioneuvostossa *mannerjalustalain* nojalla ja hakemus on tarkoitus jättää vuonna 2025.

### 2.1 Aiemmat kuulemiset

Polargrundin merituulipuiston rakentamista, käyttöä ja käytöstä poistamista koskeva kuuleminen (scoping consultation) järjestettiin vuonna 2022. Vuonna 2022 järjestetyssä laajennuskuulemisessa esitettiin tutkimusalueeksi noin 441 km<sup>2</sup>. Kuulemisen aikana saatujen kommenttien sekä tehtyjen vaikutus- ja riskiarviointien perusteella Skyborn on muokannut hankealuetta siten, että se viittaa nyt noin 20 % vähemmän maantieteellisesti määriteltyyn alueeseen, ks. seuraavaa. kuva 2.1. Nykyinen hankealue on rajattu muun muassa merenkulkuun kohdistuvien riskien ja valtakunnallisesti tärkeiden kulttuuriympäristöjen kohtaan kohdistuvien vaikutusten perusteella. Tutkimusalueen ja nykyisen hankealueen laajuudesta ks. kuva 2.1.



Kuva 2.1. Polargrund Offshore -hankkeen tutkimusalueen ja hankealueen laajuus. Tutkimusalue toimi pohjana vuoden 2022 kuulemiselle, jonka jälkeen hankealuetta on supistettu ja nimetty hankealueeksi.

## 2.2 Tulevat kuulemiset

Tämän kokoinen ja monimutkainen hanke edellyttää muun muassa teknisen kehityksen ja lupatutkimuksiin kuluvan ajan myötä kunnan, eri viranomaisten ja henkilöiden toistuvia ja jatkuvia kuulemisia.

Vuonna 2025 on tarkoitus toteuttaa neuvottelut tuulipuiston sähkön vientikaapeleista ja/tai vetyputkista sekä maajohdoista.

Syksyllä 2024 on rakenteilla tuulen mittausmaston asentaminen, mikä tarkoittaa konsultaatiota pienemmän ympyrän kanssa.

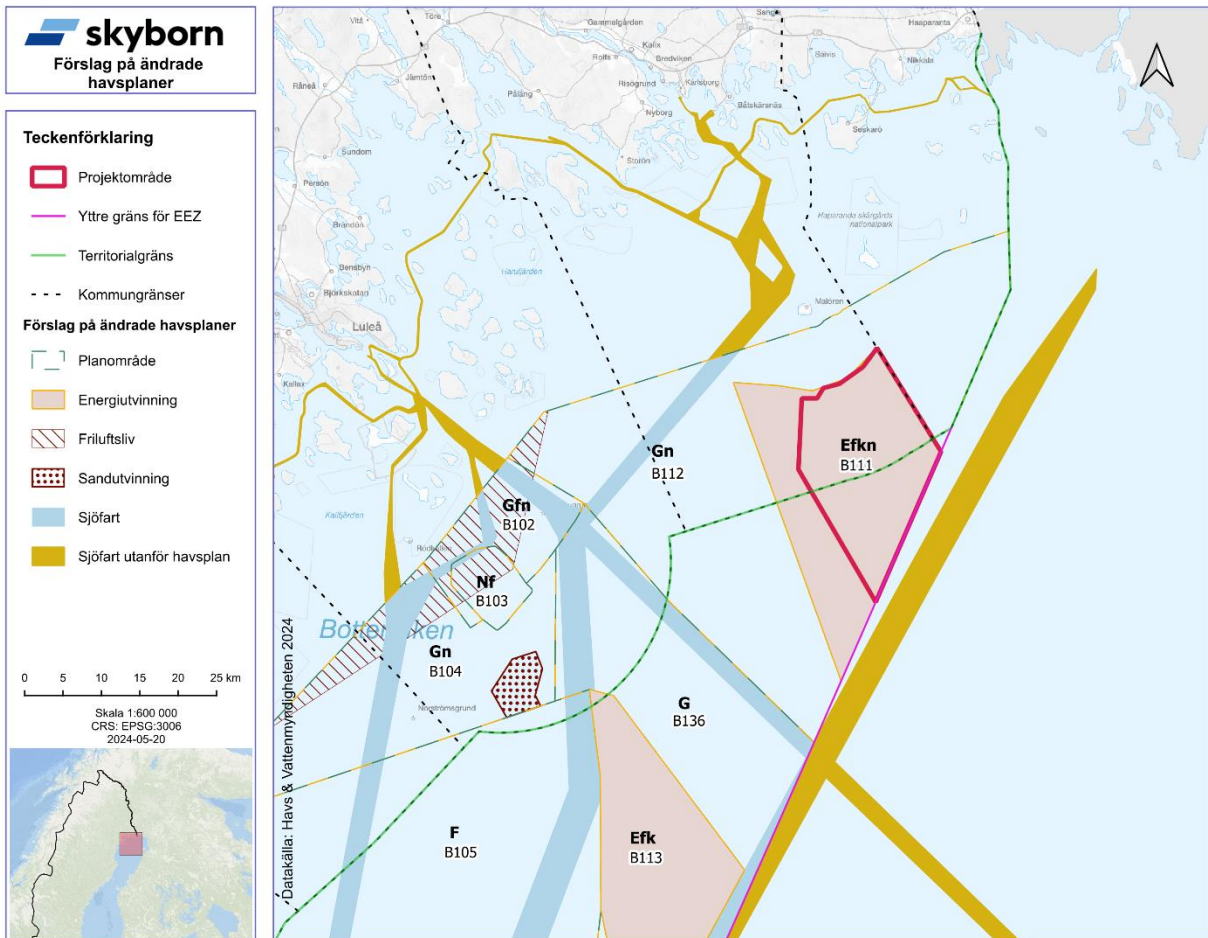
### 3. Ympäristön kuvaus

Skyborn on teettänyt osana tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen ympäristövaikutusten arviointia laajoja tutkimuksia ja selvityksiä ympäröivistä olosuhteista kenttätutkimusten, inventointien, kirjallisuustutkimusten, analyysien ja mallintamisen avulla. Skyborn on palkannut ympäristövaikutusten arvioinnin laatimista varten ympäristökonsultti Ramboll Sverige AB:n, jolla on laaja kokemus ympäristövaikutusten arvioinneista ja suunnittelutyöstä merellä. Erityisselvityksiä ja inventointeja ovat tehneet myös muut yritykset, joilla on asiantuntemusta kyseisiltä aloilta, kuten Niras, Akustikkonsulten, WSP, Tyrens ja RISE.

Alla on lyhyt kuvaus suunnitellun tuulipuiston ja sen ympäristön ympäristöolosuhteista. Täydellisempi kuvaus ympäristöolosuhteista ja tehdyistä tutkimuksista, inventoinneista jne. on tuulipuiston YVA:ssa alaliitteineen (Ramböll, 2024). YVA on ladattavissa hankkeen verkkosivuilta: [www.polargrundoffshore.com](http://www.polargrundoffshore.com).

#### 3.1 Merten aluesuunnittelu

Hankealue sijaitsee nykyisen Pohjanlahden merialuesuunnitelman merialueilla B100 ja B101. Molemmat alueet on merkitty yleiseen käyttöön, jossa on kiinnitettävä erityistä huomiota kulttuuriympäristön korkeisiin arvoihin. B100:n osalta on otettava huomioon myös korkeat luontoarvot, kalojen kutu ja nisäkkäät. Yleisen käytön lisäksi B101 on osoitettu myös merenkulun käyttöön.



Kuva 3.1. Hankealue suhteessa ehdotettuihin tarkistettuihin merialuesuunnitelmiin.



Ruotsin meri- ja vesihuoltoviraston 16. toukokuuta 2024 esittämässä tarkistettuja merten aluesuunnitelmia koskeissa ehdotuksissa (tarkistusversio) yksilöidään yksi energian talteenoton alue (B111), joka on täysin päällekkäinen hankealueen kanssa (ks. kuva 3.1). Esityksen mukaan erityistä huomiota tulee kiinnittää kokonaispuolustukseen, korkeisiin kulttuuriarvoihin ja korkeisiin luontoarvoihin. Ruotsin meri- ja vesihuoltoviraston on toimitettava lopullinen ehdotus tarkistetuiksi merten aluesuunnitelmiksi valtioneuvostolle 31. joulukuuta 2024 mennessä.

### 3.2 Kasvit ja eläimet

Pohjanlahdelle on ominaista mereen laskevat joet ja se, että se on jään peitossa neljästä kuuteen kuukautta vuodessa. Nämä olosuhteet vaikeuttavat monien lajien elämää, ja ekosysteemi on siksi yleensä lajikohtainen.

**Kalayhteisöä** on tutkittu näytekalastuksen ja eDNA-tutkimusten avulla. Näytekalastuksia tehtiin kymmenellä paikalla kesä- ja syyskuun 2022 välisenä aikana. Saaliiksi saatiin yhteensä viisi eri kalalajia, silakkaa, ahventa, siikaa, särkeä ja punasimppua. Silakan osuus kokonaissaaliista oli 75 % (yksilömäärässä mitattuna). Kesäkuussa kokonaissaalisainoa hallitsivat siika ja syyskuussa silli.

eDNA-tutkimuksissa analysoidaan vesinäytteistä liuennutta DNA:ta, jotta voidaan tunnistaa, mitkä kalalajit ovat jättäneet näitä biologisia jälkiä. Koekalastus toteutettiin standardoidulla verkkokalastuksella. Näiden tutkimusten tarkoituksena on osittain tutkia kalojen pituutta ja painoa, arvioida kutukypsyyttä ja -tilaa sekä osittain vertailla ja todentaa eDNA-tuloksia. eDNA analysoi koekalastuksen yhteydessä yhteensä 60 vesinäytettä. Yhteensä löydettiin 24 lajispesifistä DNA-sekvenssiä. Kesäkuussa hallitsivat silakan, ahvenen ja punasimppu, kun taas syyskuussa silakka, punasimppu ja muikku/silakka.

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole silakan tai muiden lajien kutualueita. Lähin mahdollinen kutualue (Helcom, 2020) sijaitsee Malörenin ja Sandskärin saarilla noin 9 km hankealueesta pohjoiseen.

Tehtyjen inventointien mukaan alueen **pohjaeläimistön ja -kasviston** monimuotoisuus ja esiintyminen on hyvin vähäistä. Tämä johtuu osittain alhaisesta suolapitoisuudesta ja siitä, että veden syvyys on niin suuri, että suurin osa pohjasta on valovyöhykettä syvemmällä eli niin syvällä, että valo-olosuhteet ovat sellaiset, ettei kasvillisuutta esiinny. Kenttätutkimukset ovat koostuneet pudotusvideoista (60 asemaa) ja pohjanäytteenotosta (26 asemaa).

**Pohjaeläimistöä** (sedimentissä tai sedimentin päällä elävät eläimet) löydettiin yhteensä vain 5 taksonia (lajia). Lajit ovat valkokatka (*Monoporeia affinis*), kilkki (*Saduria entomon*), liejuputkimato (*Marenzelleria* sp.), massiaiset (*Mysidae*) ja kopepodi (*Copepoda*).

Hankealueen havaintopisteessä havaittiin vain yksi **kasvilaji**, *Battersia arctica*. Muutoin kasvillisuutta ei havaittu.

Pohjanlahdella tavattavia **merinisäkkäitä** ovat harmaahylkeet ja norpat. Norpat ovat riippuvaisia merijäästä karvanvaihdon, poikasten synnyttämisen ja imetyksen aikana. Norppaa on havaittu eDNA-näytteenotossa enemmän kuin harmaahylkeitä, joten norppa liikkuu kesän aikana hankealueella tai sen ympärillä enemmän kuin harmaahylkeet. Kesäisin molemmat lajit käyttävät hankealuetta ensisijaisesti ravinnonhakuun.

Suunnitellun tuulipuiston alueella esiintyviä **lintuja** on tutkittu laajasti pöytä tutkimuksilla ja laajoilla kenttäinventoinneilla kahden vuodenajan aikana. Tietoja on saatu myös Artportalenilta, Norrbottens

Ornitologiska Föreningiltä, Haaparanta Sandskärsin lintuasemalta ja Malörenissa säännöllisesti vierailevalta paikallistuntemuksen omaavalta ornitologilta. Alueella on tehty kenttäinventointeja veneellä kuusi kertaa, kolme kertaa vuonna 2022 ja kolme kertaa vuonna 2023. Lisäksi muuttoselvityksiä on tehty Malörenista syysmuuton aikana vuosina 2022 ja 2023 ja Haaparannan Sandskäristä vuonna 2023. Kevätmuuttoa on tutkittu Malörenilta vuonna 2023. Yhteensä veneestä ja lähisaarilta tehdyt inventoinnit kattavat 65 päivää kevään, kesän ja syksyn aikana sekä vuonna 2022 että 2023.

Tulokset osoittavat, että Haaparannan Sandskäristä muuttaa huomattavasti enemmän lintuja kuin Polargrundin läheisyydestä. Pohjoisesta, idästä tai lännestä Perämereen saapuvat linnut seuraavat pääasiassa rannikkoa etelään sen sijaan, että valitsisivat suoremman mutta riskialttiimman reitin suoraan Perämeren avomeren yli, jonne Polargrund on suunnitteilla. 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. Ravinnonhakulintuja esiintyy vähemmän, ja niitä on useimmiten nähty lentämässä ympäriinsä tai etsimässä ravintoa pienemmissä ryhmissä. On todennäköistä, että nämä linnut seuraavat alueen kalaparvia ja voivat siksi esiintyä hieman missä tahansa.

Hankealueella tai sen läheisyydessä ei ole havaittu **lepakoita**, ja on epätodennäköistä, että kaukomuuttavia lajeja esiintyisi Pohjanlahden pohjoispuolella.

### 3.3 Muut näkökohdat ja toimet

Hankealueella ei ole aiemmin tunnettuja kulttuurihistoriallisia jäännöksiä. Skyborn on teettänyt **meriarkeologisen** selvityksen, joka perustuu merikartoitukseen. Tutkimuksen mukaan hankealueella ei ole selviä hylkyjä. On kuitenkin 29 viitteitä esineistä, jotka saattavat olla antikvaarisesti kiinnostavia. Kolme näistä esineistä on luokiteltu todennäköisiksi hylkyiksi, kun taas yhdeksäntoista on luokiteltu hylkymäisiksi muodostumiksi. Kohteista seitsemän luokiteltiin alueiksi, joilla on useita merkintöjä.

Toiminnan mahdollisen vaikutuksen arvioimiseksi alueen **kaupalliseen kalastukseen** on tutkittu viimeisten 20 vuoden saalistilastoja. Vuodesta 2010 lähtien saaliit ovat olleet pääasiassa silakkaa ja muikkua, joiden yhteenlaskettu osuus on ollut noin 75 prosenttia saaliista. Muita kaupallisesti tärkeitä lajeja, joita kalastetaan säännöllisesti Perämerellä, ovat muun muassa siika, lohi, ahven, hauki ja meritaimen. Suomen osuus Pohjanlahden kalastuksesta on suurin (66 % saaliin painosta vuonna 2022). Vain pieni osa (<1 %) Perämeren kokonaissaaliista tehdään hankealueella, pääasiassa silakkaa ja muikkua.

**Ruotsin puolustusvoimien** mukaan Perämeri ja Itämeri ovat strategisesti tärkeä alue. Puolustusvoimien tarve pystyä toimimaan esimerkiksi rannikkoalueilla ja merillä on yleisesti lisääntynyt vallitsevan turvallisuuspoliittisen tilanteen ja vuonna 2020 tehdyn säilöönottopäätöksen (Prop. 2020/21:30) seurauksena, mikä merkitsi painopisteen muutosta kohti korkeampaa vaatimusta operatiivisesta tehokkuudesta ja suorituskyvyn lisäämisestä.

**Merenkulku** hankealueella on vähäistä, eikä hankealueella ole väyliä. Liikennemäärät hankealueella lisääntyvät jonkin verran talvella, jolloin jääolosuhteiden vuoksi valitaan enemmän muita reittejä kuin väyliä, ks. myös kohta 3.4.

Hankealue ei ole **poronhoidon** kannalta kiinnostava. Pohjanlahden saaristossa on kuitenkin useita saaria, joihin kuuluu neljän saamelaisyhteisön maankäyttöalueita ja joita käytetään talvilaiduntamiseen. Nämä saamelaisyhteisöt ovat Liehittäjä (toimilupasaamelaiskylä), Kalix (toimilupasaamelaiskylä), Gällivare (metsäsaamelainen kylä) ja Jåhkågasska tjiellde (tunturisaamelaiskylä). Liehittäjä on lähimpänä hankealuetta talvilaiduntava saamelaiskylä, noin 10 km hankealueelta pohjoiseen.

Tuulipuiston **maisemavaikutuksista** on tehty arviointi (Ramböll, 2024), eikä sen katsota muuttuvan kuulemisen kohteena olevien toimien vuoksi. Lisäksi on olemassa **ympäristönseuranta-asemia**, jotka on otettu huomioon YVA:ssa ja jotka otetaan huomioon täydentävässä YVA:ssa.

### 3.4 Kansallisesti tärkeät alueet

Tässä vaiheessa arvioidaan, että tässä kuulemisasiakirjassa kuvatut toimet eivät aiheuta suurempia tai ylimääräisiä vaikutuksia kansallisesti tärkeisiin alueisiin kuin tuulipuiston rakentaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen. Jos kuulemismenettelyn tai jatkuvan ympäristövaikutusten arvioinnin aikana ilmenee, että kansallisesti tärkeisiin aluelisiin kohdistuvien vaikutusten riski, siitä raportoidaan täydentävässä ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Hankealue ei ole päällekkäinen **väyliä** koskevien kansallisesti tärkeiden alueiden kanssa. Alueen läheisyydessä kulkee kuitenkin kolme väylää, jotka on nimetty merenkulun kannalta kansallisesti tärkeiksi kuuluviksi väyliksi. Lähin väylä, *Pohjois-Valenin ja Kemins välinen väylä* (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.

Lähin avoimesti ilmoitettu alue, joka on nimetty **kokonaispuolustuksen** kannalta kansallisesti tärkeäksi, on Luulaja-Kallaxin lentoaseman MSA-alue (Minimum Safety Altitude) noin 10 km hankealueesta länteen. Tämä alue on nimetty myös kansalliseksi **ilmaluviestinnän** kannalta tärkeäksi alueeksi. Kansallisesti tärkeä alue liittyy Luulajan lentoasemaan ja sen MSA-alueeseen, joka sijaitsee noin 10 km hankealueesta länteen.

50 kilometrin säteellä puistosta sijaitsee seitsemän kansallista **kulttuuriperintökohdetta**: Malören, Sandskär, Småskär, Seskarö, Hindersön, Nässkatan ja Rödkallen.

Lähin kansallinen **poronhoitoalue** sijaitsee *Sandskärin* saarella, noin 10 km hankealueesta pohjoiseen. Valtakunnallisia poronhoitoalueita on myös *Byskärin*, *Seskar-Furön*, *Skomakarenin* ja *Seskarön* saarilla.

Valtakunnallisesti tärkeä **ulkoilualue** sijaitsee suurimmalla osalla Norrbottenin rannikkoa, *Norrbottenin rannikko ja saaristo* (FBD 06), ja se sijaitsee lähimmillään noin 6 km:n päässä hankealueesta. Uiminen, melonta, varjoliito, virkistyskalastus ja koiravaljakkoajelu ovat toimintoja, jotka on erityisesti osoitettu alueelle. (Naturvårdsverket, 2024a).

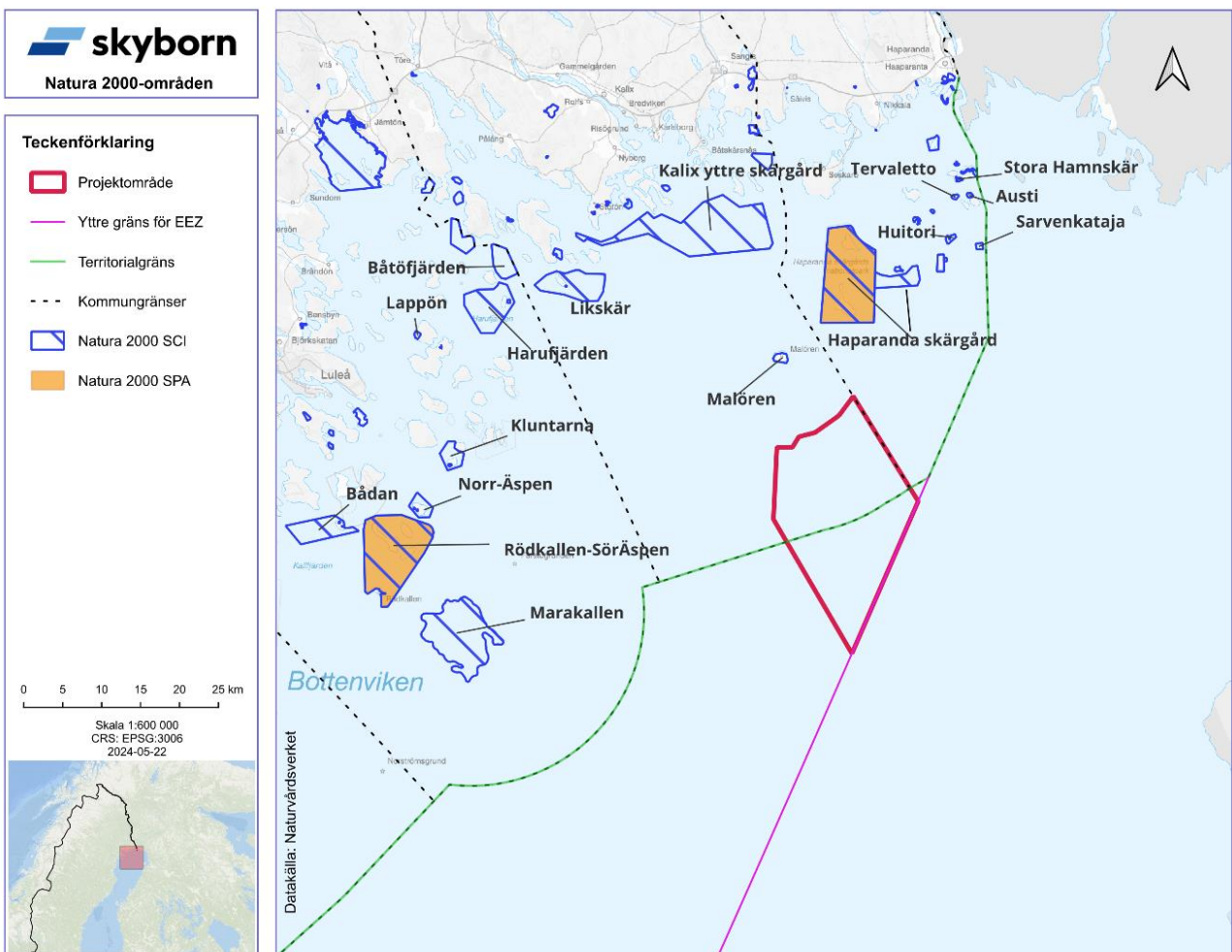
Kaupallinen kalastus on **valtakunnallisesti tärkeä** rannikolla Haaparannan, Kalixin ja Luulajan kunnissa. Lähimmät valtakunnallisesti tärkeät alueet ovat *Haaparannan saaristo*, *Seskaröfjärden*, *Bodöfjärden*, *Kalixin saaristo* ja *Storön Rånöfjärden Brändöfjärden*. Näiden lisäksi on neljä satamaa, jotka on nimetty kansallisesti tärkeiksi kaupallisiksi kalasatamiksi, nämä ovat Seskarön, Storön, Nikkalan ja Lövskärin satama.

50 kilometrin säteellä puistosta on viisi kansallista **luonnonsuojelualuetta**. Nämä ovat Haaparannan saaristo ja Säivisnäsin niemi, Storön-Hastaskäret-Likskär, Brändöskäret, Hindersön ja Luulajoen suun edustan saaret.

### 3.5 Suojelualueet

Tässä jaksossa kuvataan suojelualueet, jotka sijaitsevat 50 kilometrin säteellä hankealueesta. Jos nyt kultaviin toimiin liittyä vaikutusten riski, vaikutukset kuvataan tulevissa (täydentävissä) ympäristövaikutusten arvioinneissa.

Lähimmät Natura 2000 -alueet Haaparannan saaristo (SE0820108) ja Malören (SE0820724) sijaitsevat noin 9 km:n päässä hankealueesta. 50 km:n säteellä hankealueesta on 15 muuta Ruotsin Natura 2000 -aluetta, ks. kuva 3.2. Natura 2000 -alueita sijaitsee myös Suomen aluevesillä ja talousvyöhykkeellä.



Kuva 3.2. Natura 2000 -alueet Pohjanlahden pohjoisosassa.

Hankealuetta lähimmät luonnonsuojelualueet ovat Haaparanta-Sandskär (etäisyys noin 14 km), Malören (etäisyys noin 9 km), Kalixin ulkosaaristo (etäisyys noin 22 km) ja Likskär (etäisyys noin 29 km).

Haaparannan saariston kansallispuisto sijaitsee noin 9 km tulipuistosta pohjoiseen. Kansallispuistoon kuuluvat Sandskärin ja Seskar-Furön saaret sekä pienempiä saaria. Sandskär on suurin saari, ja sen luonto on monipuolinen sekä pitkin hiekkarantoineen että koivuvaltaisine metsineen.

Hankealueen läheisyydessä sijaitsee kaksi kansainvälisesti nimettyä merensuojelualuetta, jotka on nimetty Ospar- ja Helcom-yleissopimusten nojalla. Nämä ovat Haaparannan saariston suojelualue ja Marakallenin suojelualue.

## 4. Kenttätutkimukset

### 4.1 Johdanto

Tuulivoimapuiston aluekohtaisten olosuhteiden selvittämiseksi puistoalueella tehdään maastonselvityksiä useilla eri kierroksilla, joiden tarkoitus ja yksityiskohtaisuus vaihtelevat. Alustavien selvitysten ensisijaisena tarkoituksena on luoda perusta tuulivoimapuiston ympäristövaikutusten arvioinnin olosuhteille ja arvioinneille. Myöhemmät tutkimukset muodostavat pääasiassa perustan puiston laitosten rakennettavuudelle ja tuotannolle.

#### 4.1.1 Lupamenettely

Tiettyjen kenttätutkimusten suorittaminen Polargrundin hankealueella edellyttää mannerjalustalain (1966:314) mukaista lupaa. Useimmissa tapauksissa tutkimuksia koskevat luvat tarkastaa Ruotsin geologian tutkimuskeskus (SGU).

Skyborn on aiemmin saanut luvan tehdä tiettyjä tutkimuksia puiston tutkimusalueella (päätöspäivämäärä: 2023-01-18. Päiväkirjanumero: 324-1728/2022, Ruotsin geologian tutkimuskeskus, SGU). Lupaan liittyy useita ehtoja, muun muassa kaikuluotaustutkimusten tiheyden rajoittaminen ja pehmeän käynnistyksen käyttö seismisissä tutkimuksissa (SBP). Tällä päätöksellä Skyborn saa luvan suorittaa seuraavat tutkimukset tammikuuhun 2028 saakka:

Geofysikaaliset tutkimukset:

- Kaikuluotain (monikeilakaikuluotain)
- Sonaritutkimus (sivuttaisskannattava kaikuluotain)
- Magneettikenttätutkimus (magnetometri)
- Seismiset tutkimukset, mukaan lukien pohjan alapuolinen profilointi (SBP) puomilla (sedimenttikaikuluotain).

Geotekniset tutkimukset:

- Huippupaineen mittausta, niin kutsuttu kartion tunkeutumistesti (CPT)
- Sedimenttinäytteenotto ns. vibrocore-testillä

Ympäristötutkimukset:

- Drop-videotutkimus
- Merenpohjan näytteenotto pohjatrooleilla

Vuonna 2023 suoritettiin monikeilakaikuluotain (MBES) -luotaustutkimus Kongsberg EM2040D -laitteella ja seisminen tutkimus, johon kuului pohjan alapuolinen profilointi (SBP) *Innomar SES-2000 Medium 100 Primary Frequency 10 kHz* -laitteella.

Skyborn on myös saanut päätöksen ilmoitusasiassa, joka koskee pudotusvideo-, pohjanruoppaus- ja kaikuluotaustutkimusten suorittamista tutkimusalueella aluemerellä (päätöksen päivämäärä: 28. syyskuuta 2022, asianumerot: 324-2174/2022 ja 324-2175/2022). Pudotusvideo- ja pohjatutkimukset suoritettiin vuosina 2022 ja 2023.

Tämä kuuleminen koskee ylimääräisiä kenttätutkimuksia, jotka Skybornin mukaan on tehtävä ennen rakennusvaihetta. Kuulemisen kattamat tutkimukset esitetään jaksossa 4.1.2. Lupahakemus on tarkoitus jättää talvella 2024/2025.

#### 4.1.2 Suunnitellut tutkimukset ja mitä tutkimuksia kuuleminen koskee

Tähän mennessä tehtyjen tutkimusten tuloksena saatiin muun muassa täydellinen batymetriakartoitus, perusta meriarkeologiselle analyysille ja elinympäristöjen mallintamiselle sekä lisää tietoa pintasedimenttien koostumuksesta, mikä oli tutkimusten ensisijainen tarkoitus. Tulokset osoittavat myös, että syvempien sedimenttien ja kallionpinnan sijainnin kartoittamiseen tähtäävät seismiset tutkimukset on tehtävä käyttäen menetelmiä, jotka tuottavat matalampia taajuuksia.

Jotta syvemmät sedimenttikerrokset, kallionpinta ja kallion laatu saataisiin paremmin selville, suunnitellaan jäljempänä kuvattuja tutkimuksia. Jäljempänä kuvattujen tutkimusten laajuus ja aikataulu ovat suuntaa-antavia. Muutoksia voidaan tehdä, mutta laajuuden ei odoteta ylittävän jäljempänä kuvattua.

Geofysikaaliset tutkimukset:

**Seisminen tutkimus:** Vuosina 2025 tai 2026 seismiset tutkimukset (SBP) on tarkoitus toteuttaa hankealueella esimerkiksi ilmakiväärillä, potkaisijalla tai boomerilla. Niiden on ehkä myös oltava seismisiä myöhemmissä etsintävaiheissa.

Näitä menetelmiä käyttävät tutkimukset sisältyvät kuulemiseen.

Geotekniset tutkimukset:

**Tiivistyspainekokeet (CPT):** Tiivistyspainekokeet on tarkoitus tehdä vuosina 2026 ja 2027, jotta saadaan tietoa sedimenttien fysikaalisista ominaisuuksista.

Vuosiksi 2026 ja 2027 suunnitellut tutkimukset sisältyvät nykyiseen lupaan. CPT-lisätutkimuksia voidaan kuitenkin joutua tekemään myös lähempänä rakentamisen aloittamista eli silloin, kun nykyinen lupa ei ole enää voimassa. Sen vuoksi nämä tutkimukset sisältyvät kuulemiseen.

**Vibrocore-testi:** Vuosille 2026 ja 2027 on suunniteltu vibrocore-testejä, joilla saadaan tietoa merenpohjan ylemmästä sedimenttiprofiilista.

Tutkimukset ovat osa voimassa olevaa lupaa. Siksi ne eivät kuulu tähän kuulemiseen, eikä niitä kuvailta tarkemmin.

**Geotekniset kairaukset:** Geotekniset kairaukset tehdään useissa vaiheissa (kairauskampanjat) puiston suunnittelun aikana. Tavoitteena on saada yksityiskohtaista tietoa sedimenttien ja kallioperän ominaisuuksista. Poraus jaetaan eri vaiheisiin, jotta prosessi voidaan optimoida ja saada hankkeen suunnittelussa ja asennuksessa tarvittavat tiedot oikeaan aikaan. Jäljempänä kuvattu ajoitus ja vaiheet ovat suuntaa-antavia.

**Porauskampanja 1:** Hankealueella on tarkoitus porata noin 20 kohdetta vuonna 2026 ja/tai 2027. Tietoja käytetään tuulipuiston yksityiskohtaiseen suunnitteluun ja seuraavan porauskampanjan koepisteiden sijaintiin.

**Porauskampanja 2:** Lähempänä rakennustöiden aloittamista, kun puistolle on saatu lupa, tehdään porauksia olosuhteiden selvittämiseksi paikoissa, joihin perustukset on suunniteltu asennettavaksi, jotta paikalliset olosuhteet voidaan tarkistaa ja tarvittaessa mukauttaa pohjaratkaisua. Porausien määrä on näin ollen noin 120. (Kunkin perustuksen kohdalla tehdään

yksi poraustoimenpide). Lisäkairauksia voidaan tarvita esimerkiksi silloin, kun kallion pinta vaihtelee huomattavasti lyhyillä etäisyyksillä. Samoin kairauksen määrää voidaan vähentää, jos olosuhteet ovat paikallisesti homogeeniset.

Geotekninen poraaminen on luvanvaraista, ja se sisältyy tähän kuulemiseen.

## 4.2 Tekninen kuvaus

### 4.2.1 Johdanto

Ennen porausta tai luotainten ottoa näytteenottoaikat arvioidaan räjähtämättömien taisteluvälineiden, meriarkeologisten esineiden ja muiden merenpohjassa ja sen alla olevien esineiden varalta. Inventoinneissa tai aiemmin tehdyissä paikkatutkimuksissa ei ole löydetty putkia tai muita asennuksia. Tarvittaessa ennen tutkimuksia voidaan suorittaa visuaalinen tarkastus onnettomuuksien ja ympäristövaikutusten välttämiseksi.

### 4.2.2 Seisminen tutkimus

Seismisessä kartoituksessa tai merenpohjan alapuolisessa profiloinnissa (SBP) käytetään ääniaaltoja sedimenttikerrosten ja kallioperän poikkileikkausten kuvaamiseen noin 100 metrin syvyyteen merenpohjan alapuolella. Lähteessä syntyvät ääniaallot kulkevat veden läpi ja heijastuvat takaisin merenpohjaan tai, taajuudesta riippuen, tunkeutuvat merenpohjaan ennen heijastumistaan takaisin. Seismisiä laitteita on erilaisia, ja ne luokitellaan yleensä äänilähteen alkuperän mukaan. Eri välineet toimivat myös eri taajuusalueilla, mikä vaikuttaa erottelukykyyneen ja tunkeutumissyvyyteen: matalammat taajuudet voivat tunkeutua syvemmälle, mutta niiden erottelukyky on heikompi.

Suunnittelussa seismisessä tutkimuksessa käytetään matalataajuisia instrumentteja, joilla saadaan tietoa syvemmistä sedimenteistä ja kallioperästä, esim. boomer-, sparker- tai airgun-laitteita jäljempänä luetelluilla tai vastaavilla malleilla. Skyborn tekee seismisiä tutkimuksia kesällä 2024 suunnitellun Pookin tuulipuiston alueella Suomen aluevesillä Pohjanlahden pohjoisosassa. Näistä tutkimuksista saatuja kokemuksia hyödynnetään Polargrundin tutkimusohjelman yksityiskohtaisessa suunnittelussa.

Tuloksia käytetään perustana tulevien geoteknisten tutkimusten suunnittelussa, perustusten valinnassa ja puiston suunnittelun optimoinnissa.

Seismisen tutkimuksen arvioidaan kestävän noin 7-9 viikkoa (mukaan luettuina mahdolliset säästä, miehistön vaihtumisesta jne. johtuvat keskeytykset), jos koko hankealue tutkitaan.

Taulukko 4.1: Seismisen tutkimuksen laitteet ovat seuraavat tai vastaavat.

Laitteet	Taajuus	Malli (esimerkki)
Boomer (SBP)	100 Hz - 3 kHz	C-Boom Boomer
Sparker (SBP)	100 Hz - 3 kHz	Geosource 200 - 400
Ilmakivääri	100 Hz - 3 kHz	Sercel MiniG 60 Cu tuumaa

Seisminen tiedonhankinta edellä kuvatulla tutkimusmenetelmällä suoritetaan aluksilta, jotka kulkevat rinnakkaisina poikkileikkauksina hinattavilla tutkimuslaitteilla. Tutkimuslaitteen yksityiskohtaisen sijainnin määrittämiseen käytetään paikannusjärjestelmää, kuten USBL:ää tai vastaavaa.



#### 4.2.3 Kärkipainemittaus (CPT)

CPT (Cone Penetration Testing) on tutkimusmenetelmä, jota käytetään merenpohjan sedimentin ominaisuuksien määrittämiseen työntämällä halkaisijaltaan enintään 36 mm:n läpimittainen lieriömäinen koetin, jossa on kartion muotoinen kärki, merenpohjaan hallitulla nopeudella. Tutkimuksessa rekisteröidään muun muassa vastus, kitka ja huokospaine. Laite nostetaan aluksesta ja työnnetään alas valittuun syvyyteen, yleensä 6-10 metriin, tai kunnes sitä ei voi enää työntää syvemmälle. Kärkipainemittausten yhteydessä tehdään usein myös seisminen kärkipaineluotaus, jolloin luotausta keskeytetään halutun syvyyden kohdalla seismistä mittausta varten.

Tutkimuksessa saadut tiedot dokumentoidaan suoraan kenttätietokoneella. Suoritettujen testien määrä perustuu muiden tutkimusten tuloksiin. Alustavasti tehdään jopa 120 pistemäistä painekoetta.

Taulukko 4.2: CPT:n laitteet ovat seuraavat tai vastaavat.

Laitteet	malli
Roson a.p. van den Berg	75/kN

#### 4.2.4 Geotekninen poraaminen

Geotekninen poraaminen, joka tunnetaan myös nimellä koeporaaminen, tehdään, jotta saadaan tietoa geoteknisistä olosuhteista syvyyteen asti, mukaan lukien sedimentin koostumus, kallion syvyys ja kallion ominaisuudet. Porareikien halkaisija voi olla enintään noin 25 cm, ja niistä otetaan kairaussydämiä, jotka kartoitetaan ja analysoidaan geoteknisessä laboratoriossa.

Geotekninen poraus suoritetaan aluksesta tai työalustalta. Alus voidaan varustaa niin sanotulla dynaamisella paikannusjärjestelmällä (DP) tai se voi olla jack-up-tyyppiä, joka nostaa itsensä vedenpinnan yläpuolelle tukijalkojen avulla. Jos käytetään työtasoa, siinä on tukijalat, jotka taivuttavat alas kuten jack-up-alus. Jokainen yksittäinen kaivo kestää noin 1 – 2 päivää, minkä lisäksi jää aikaa liikkuu ja paikantaa alueella.

Koeporauksen yhteydessä voidaan tehdä P-S-loggaustestejä. P-S-loggauksessa laitteet sijoitetaan porausreikään, ja testi antaa samanlaisia tuloksia kuin seisminen CPT, jossa päätarkoituksena on saada tietoa sedimentin jäykkyydestä.

Myös esiporaus voi olla tarpeen reiän alaista CPT:tä varten. Tätä käytetään lisäämään mahdollista tutkimussyvyyttä työntämällä lieriömäinen luotain alaspäin porausreiän pohjasta. Esiporauksessa näytteitä ei oteta näytteenottoa varten, vaan ne jätetään merenpohjaan.

Porauksessa käytetään porausnestettä. Käytettävän porausnesteen tyyppi riippuu porattavasta pohjamateriaalista. Yleensä käytetään merivettä, ja jos porausreiän vakauttamiseksi tarvitaan muita porausnesteitä, ne ovat ensisijaisesti biologisesti hajoavia.

Myös muuntyyppiset yksinkertaisemmat luotaukset voivat olla merkityksellisiä, kuten maaperäkallioluotaus (Jb-luotaus). Näitä luotauksia ei yleensä suoriteta offshore-tutkimusten aikana, mutta ne voivat olla merkityksellisiä ajan säästämiseksi geoteknisissä porauksissa. Jb-mittauksessa käytetään yleensä hydraulista pyörivää vasaraa. Poran terästä pyöritetään ja paineistetaan samalla, kun poranterää kolhiin/painetaan kalliota vasten. Huuhteluaineena käytetään vettä tai ilmaa. Menetelmän tarkoituksena on selvittää kallion syvyys sekä kallion suhteellinen lujuus ja halkeilu. Muita luotauksen tuloksia ovat tiedot maaperän tai kallion suhteellisesta lujuudesta sekä maaperän kivi- ja harkkopitoisuudesta.

## 4.3 Arvioidut ympäristötekijät ja ympäristövaikutukset sekä mahdolliset lieventämistoimenpiteet.

Tässä jaksossa kuvataan suunnitelluista kenttätutkimuksista mahdollisesti aiheutuvia ympäristötekijöitä ja niistä mahdollisesti aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Kuvaus YVA:n suunnitellusta sisällöstä ja rajauksesta on kohdassa 7 ja liitteessä 1.

### 4.3.1 Seisminen tutkimus

Seismiset tutkimukset aiheuttavat vedenalaista melua. Suunnitellut laitteet toimivat hylkeiden kuultavissa olevalla taajuusalueella, mikä saattaa aiheuttaa välttelykäyttäytymistä ja kuulovaikutuksia, tilapäistä kuulon heikkenemistä tai pysyvää kuulon heikkenemistä. Seismisten tutkimusten aiheuttama vedenalainen melu saattaa vaikuttaa myös kaloihin, mikä voi aiheuttaa pakenemiskäyttäytymistä ja vaikuttaa niiden kuuloon. Koska seismiset tutkimukset voivat vaikuttaa kaloihin, myös kaupalliseen kalastukseen voi kohdistua välillisiä vaikutuksia.

Jotta vältetään kielteiset vaikutukset hylkeisiin seismisten tutkimusten aikana, käytetään niin sanottua pehmeää käynnistystä lisäämällä asteittain laitteiden tehoa. Pehmeän käynnistykseen tarkoituksena on antaa aluksen välittömässä läheisyydessä oleville hylkeille ja kaloille aikaa siirtyä pois alueelta ja siten olla kauempana, kun täyttää tehoa käytetään.

Seismisten tutkimusten vaikutuksia hylkeisiin, kaloihin ja kaupalliseen kalastukseen tutkitaan ja arvioidaan tarkemmin tulevassa YVA:ssa.

### 4.3.2 Kärkipainemittaus (CPT)

CPT aiheuttaa paikallisia vaikutuksia merenpohjaan näytteenottoaikan välittömässä läheisyydessä ja siellä, missä runkorakenne lasketaan alas. Jäljelle jäävät reiät ovat hyvin pieniä, ja merenpohjan olosuhteet voivat palautua pian tutkimuksen päättymisen jälkeen. Merkittäviä meluvaikutuksia tai sedimentin leviämistä ei odoteta esiintyvän.

Vaikutukset kohdistuvat näillä alueilla esiintyvään kasvillisuuteen ja pohjaeläimistöön. Kuten kohdassa 3.2 mainitaan, sekä kasvillisuuden että pohjaeläimistön lajirikkaus ja levinneisyys alueella ovat hyvin vähäisiä.

Vaikutukset ja mahdolliset seuraukset kasvillisuuteen ja pohjaeläimistöön kuvataan tulevassa YVA:ssa.

### 4.3.3 Geotekninen poraaminen

Geoteknisestä porauksesta aiheutuvia vaikutuksia ovat fyysiset vaikutukset, sameus ja vedenalainen melu.

Koska porauksessa syntyvät reiät ovat suhteellisen pieniä, koeporauksella arvioidaan olevan vain vähäisiä fyysisiä vaikutuksia merenpohjaan. Merenpohjan olosuhteisiin kohdistuvilla fyysisillä vaikutuksilla voi olla vaikutuksia merenpohjan eläimistöön ja kasvistoon. Jos poraaminen suoritetaan aluksesta tai nostolavasta käsin, myös tukijalat ovat merenpohjassa. Fyysinen vaikutus kasvaa tällöin hieman, mutta merenpohjan kokonaispinta-ala, johon vaikutus kohdistuu, on silti pieni.

Geotekninen poraaminen voi myös aiheuttaa väliaikaista ja paikallista sedimenttien sameutta ja sedimentaatiota näytteenottopisteiden ympärillä, mikä voi vaikuttaa pohjaeläimistöön, kasvistoon ja kaloihin. Sedimentin leviäminen on kuitenkin vähäistä, koska suurin osa sedimentistä kerätään alukseen

näytteenottoa varten. Jos poraus suoritetaan alukselta tai nostolauttatyypiseltä työskentelyalukselta, jalat ovat merenpohjassa, mikä voi myös aiheuttaa rajoitetusti sedimentin sameutta.

Geoteknisessä porauksessa vedenalainen melu aiheutuu itse porauksesta jatkuvana äänilähteenä, jonka äänitaso on rajoitettu. Porauksesta ja aluksista, joista porausta tehdään, aiheutuvan melun ei odoteta ylittävän muun alusliikenteen aiheuttamaa melua.

Vaikutukset ja mahdolliset seuraukset kaloihin, hylkeisiin, kasvillisuuteen ja pohjaeläimistöön kuvataan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

## 5. Ylimääräisen massojen läjittely

### 5.1 Johdanto

Kuuleminen koskee massojen läjittelyä Ruotsin merialueella ja talousvyöhykkeellä. Ylimääräisiä massoja syntyy pääasiassa tietyn tyyppisten perustusten rakentamisen yhteydessä, mutta niitä voi syntyä myös silloin, kun merenpohjaan asennetaan putkia tai kaapeleita.

Massoja käytetään hankkeessa esimerkiksi perustusten eroosiosuojaukseen tai kaapeleiden peittämiseen. Ylimääräinen maa-aines, jota ei voida käyttää uudelleen hankkeessa, on kuitenkin käsiteltävä muualla.

Yleensä sedimentille on vaikea löytää menekkiä maissa, mutta Skyborn kannattaa sedimenttien toimittamista, jos on rakennushankkeita, joissa niitä voidaan käyttää. Jos massat joudutaan ottamaan maalle eikä niille ole rakennuskäyttöä, on todennäköistä, että massat joudutaan sijoittamaan kaatopaikalle, vaikka niitä ei pidettäisikään pilaantuneina. Maalle sijoittaminen edellyttää maa-alueen käyttöä materiaaleille, laajaa kuorma-autokuljetusta tieverkolla ja huomattavaa aikaa materiaalien kuljettamiseen hankealueelta maalle. Massat voidaan myös joutua vedenpoistamaan ennen niiden jatkokäsittelyä. Sen vuoksi Skyborn katsoo, että ympäristön ja talouden kannalta on tarkoituksenmukaisinta sijoittaa ylijäämämassat merenpohjaan hankealueella tai kohtuullisen matkan päässä siitä.

#### 5.1.1 Lupamenettely

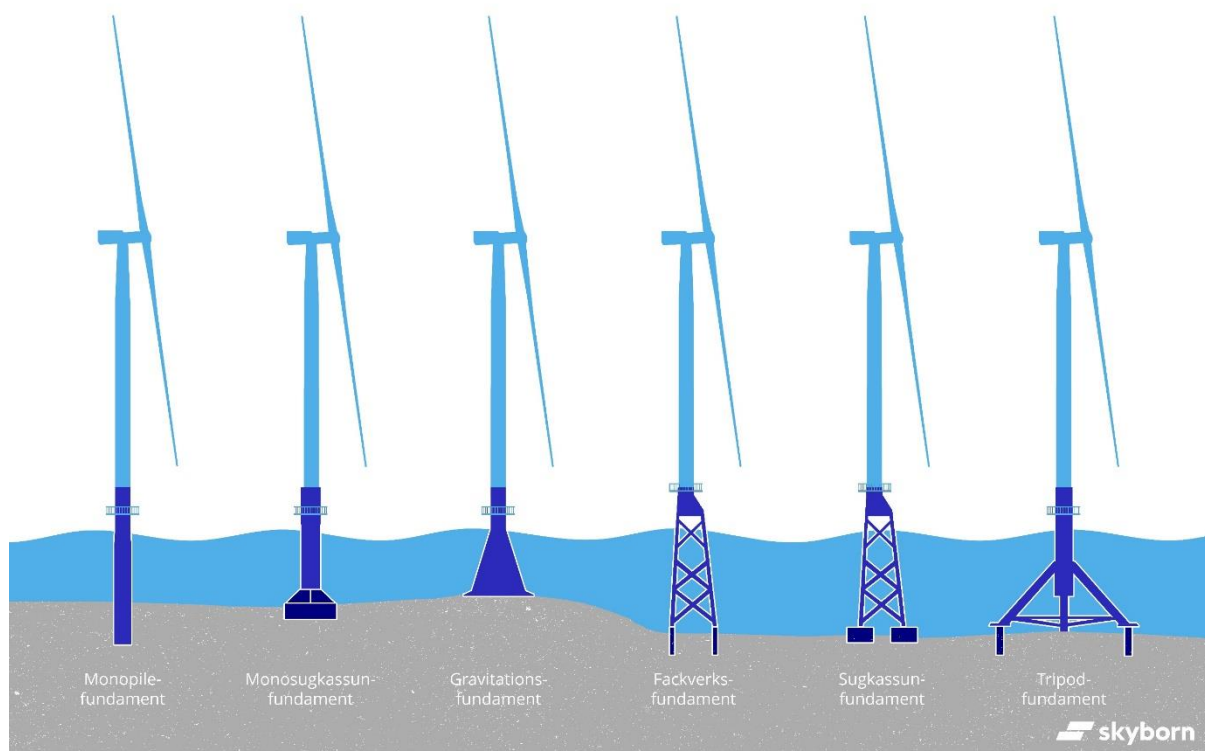
Massojen sijoittaminen Ruotsin merialueelle ja talousvyöhykkeelle on kielletty ympäristölain 15 luvun 27 §:ssä. Poikkeus kiellosta vaaditaan, jos kaivumateriaali lasketaan mereen. Lääninhallitus tutkii Ruotsin merialueella tapahtuvaa massojen mereen laskemista koskevat tapaukset, ja Ruotsin meri- ja vesihallintovirasto (HAV) tutkii Ruotsin talousvyöhykkeellä tapahtuvat tapaukset tai jos hakemus koskee useita alueita eri läänien alueella. Maa- ja ympäristötuomioistuimien voi päättää poikkeusluvasta, jos asia liittyy tuomioistuimen käsittelemään hakemukseen.

Kuulemisen jälkeen Skyborn analysoi sopivia läjittelyalueita. Läjittely voi olla merkityksellistä vain aluemerellä tai sekä aluemerellä että Ruotsin talousvyöhykkeellä, mikä tarkoittaa, että tällä hetkellä jää nähtäväksi, miten tuleva poikkeusprosessi hoidetaan.

### 5.2 Tekninen kuvaus

Merenpohjasta kaivettua materiaalia (ruoppausmateriaalia) syntyy, kuten edellä todettiin, perustusten kaivamisesta ja mahdollisesti puistoalueen sisäisten putkistojen/putkiverkoston ja vientikaapeleiden kaivamisesta. kuva 2.1

Kaivettavan materiaalin määrä riippuu perustustyyppin valinnasta. Lopullinen perustustyyppin valinta voidaan tehdä vasta sen jälkeen, kun puiston alueella on tehty yksityiskohtaiset geotekniset tutkimukset suunnitelluilla perustusten paikoilla. Polargrundia varten tutkitaan seuraavia perustustyyppijä: monopile-, monosuction caisson-, gravitaatio-, ristikko-, imu-cassoni- ja tripod-perustukset, ks. kuva 5.1.



Kuva 5.1. Esimerkkejä perustusmalleista voi olla merkityksellisiä Polargrund Offshore-hankkeessa. Skyborn Renewables

Suurin louhintatarve syntyy painovoimaperustusten perustuksia tehtäessä, jossa pohja on tasoitettava laajemmalla alueella (n. 2 200 m<sup>2</sup>), jolloin kaivetun materiaalin tilavuus voi olla 9 200m<sup>3</sup> perustusta kohden tai yhteensä noin 1 200 000 m<sup>3</sup> kaikille puiston perustuksille. Tämä vastaa 2,2 miljoonaa tonnia ja oletettua kuivapainoa 1,8 tonnia/m<sup>3</sup>. Muut mahdollisesti merkitykselliset perusmenetelmät eivät johda lainkaan tai merkittävästi vähemmän massaylijäämiin

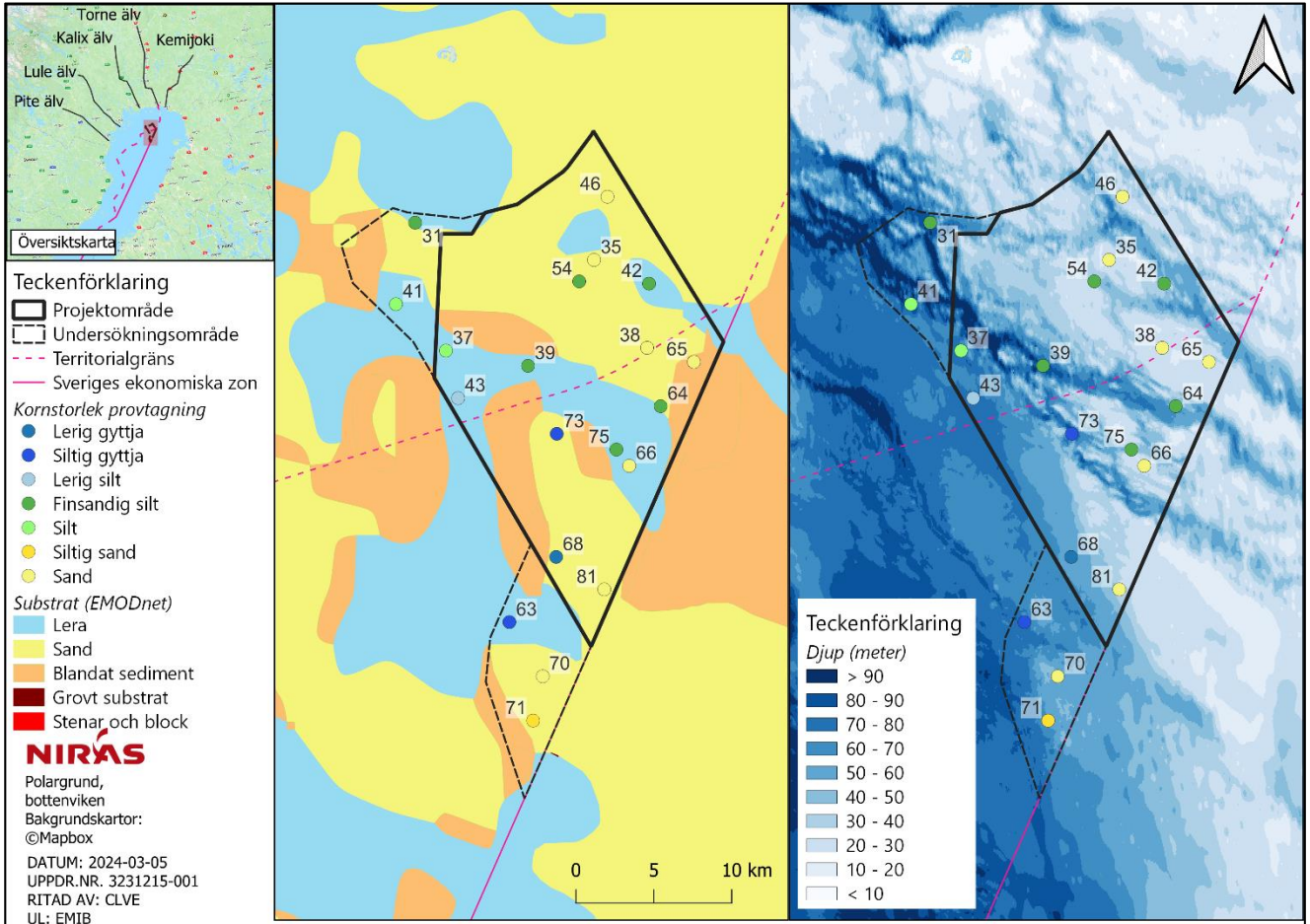
Pohjan valmistelutyöt, joihin kuuluu louhinta, muodostavat yleensä rakennusvaiheen ensimmäisen vaiheen. Näihin töihin käytetään erityisiä aluksia massojen louhintaan, kuljetukseen ja kaatamiseen. Tuulipuistoa voidaan laajentaa useassa vaiheessa ja kunkin vaiheen louhinnan arvioidaan kestävän noin 3 kuukautta, tarvittava aika riippuu muun muassa tyhjennysproomun koosta ja etäisyydestä kaatopaikalle. Polkumyynti on tarkoitus suorittaa pohjaa tyhjentävillä proomuilla

### 5.2.1 Massojen koostumus

Läjittelyn yhteydessä analysoitavia merkityksellisiä tekijöitä ovat massojen raekokojakauma ja se, voidaanko massojen olettaa olevan saastuneita. Raekokojakauma vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti hiukkaset laskeutuvat pohjaan ja siten siihen, kuinka paljon sameutta ja sedimentin hajoamista esiintyy. Massojen ominaisuudet määräävät sopivan sijoituspaikan massojen läjittelylle. Esimerkiksi hienojakoiset partikkelit olisi läjitettävä kasautumisalueille eroosion ja sekundaarisen sameuden välttämiseksi.

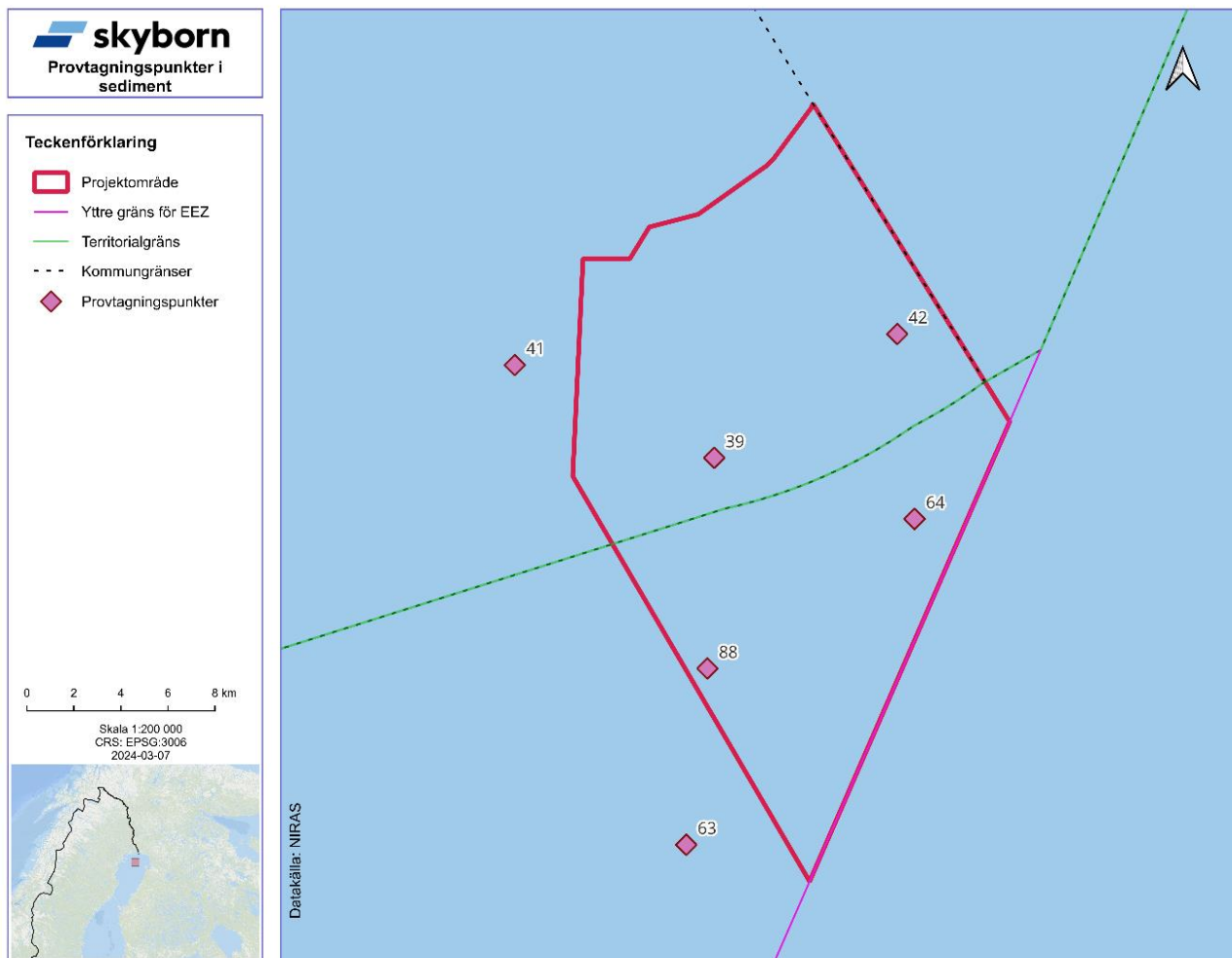
Pintasubstraatin koostumusta on tulkittu tehdyn meritutkimuksen geofysikaalisten tietojen sekä alueelta otettujen sedimenttinäytteiden sekä SGU:n ja EMODnetin tietojen perusteella. Tulkinnan mukaan hankealue koostuu suurelta osin vuorottelevista jäätikön ja jääkauden jälkeisistä sedimenteistä, joissa pohjasubstraatti koostuu pääosin noin 55 % jääkauden jälkeisestä savesta ja noin 45 % karkeammasta moreenista tai hiekasta koostuvasta materiaalista. Mutaa löydettiin tutkimuksissa syvemmillä alueilla.

Raekokoanalyysi on tehty 20 pisteessä puiston alueella. Neljässä kohteessa sedimentit olivat niin pehmeitä, että 50 cm:n syvyiset sedimenttikairaukset pystyttiin poistamaan. Muissa 16 kohdassa sedimentit olivat karkeampia tai sääolosuhteet vaikeampia, ja näytteenottoa van Veen -tyyppisellä näytteenottimella käytettiin noin 20 cm:n näytteenottoon.



Kuva 5.1. Yleiskatsaus raekoon näytteenottoasemista tutkimusalueella (musta katkoviiva) ja hankealueella (musta yhtenäinen viiva). Pisteiden väri osoittaa näytteen hallitsevan raekoon.

Sen selvittämiseksi, onko vaarana, että sedimentit sisältävät saasteita, sedimenttinäytteitä on otettu hienojakoisemmista sedimenteistä eli syvemmällä sijaitsevilta alueilta (Niras, 2024). Se, että vain hienojakoiset sedimentit on analysoitu, johtuu siitä, että hienorakeiset sedimentit voivat sitoa saasteita paljon enemmän kuin karkeammat sedimentit. Näytteitä on analysoitu yhteensä kuudelta eri asemalta ja kolmelta eri sedimenttisyvyydeltä kullakin asemalla, ks. kohta 4.2.2. kuva 5.2. Yhteensä 18 näytteestä analysoitiin polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), polyklooratut bifenyylit (PCB-yhdisteet), orgaaniset tinayhdisteet, klooratut torjunta-aineet ja hyönteismyrkyt, metallit ja orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC).



Kuva 5.2 Sedimentinäytteenottoasemat hankealueella tai sen läheisyydessä (liite D10).

Analyysit osoittavat, että metallien pitoisuudet ovat yleensä alhaisia tai hyvin alhaisia. Kahdella asemalla on kuitenkin havaittu korkeita tai erittäin korkeita arseenipitoisuuksia (asemat 63 ja 41). Nämä kaksi asemaa ovat kaukana toisistaan, ja syvyydjakauma viittaa siihen, että poikkeamia on vain hyvin matalissa sedimenteissä, sillä alapuolisissa sedimenttikerroksissa havaitut arseenipitoisuudet ovat hyvin alhaisia.

Sulfidipitoisia sedimenttejä havaittiin viidellä asemalla: 63, 64, 73, 54 ja 75, ja sitten syvemmällä sedimentissä.

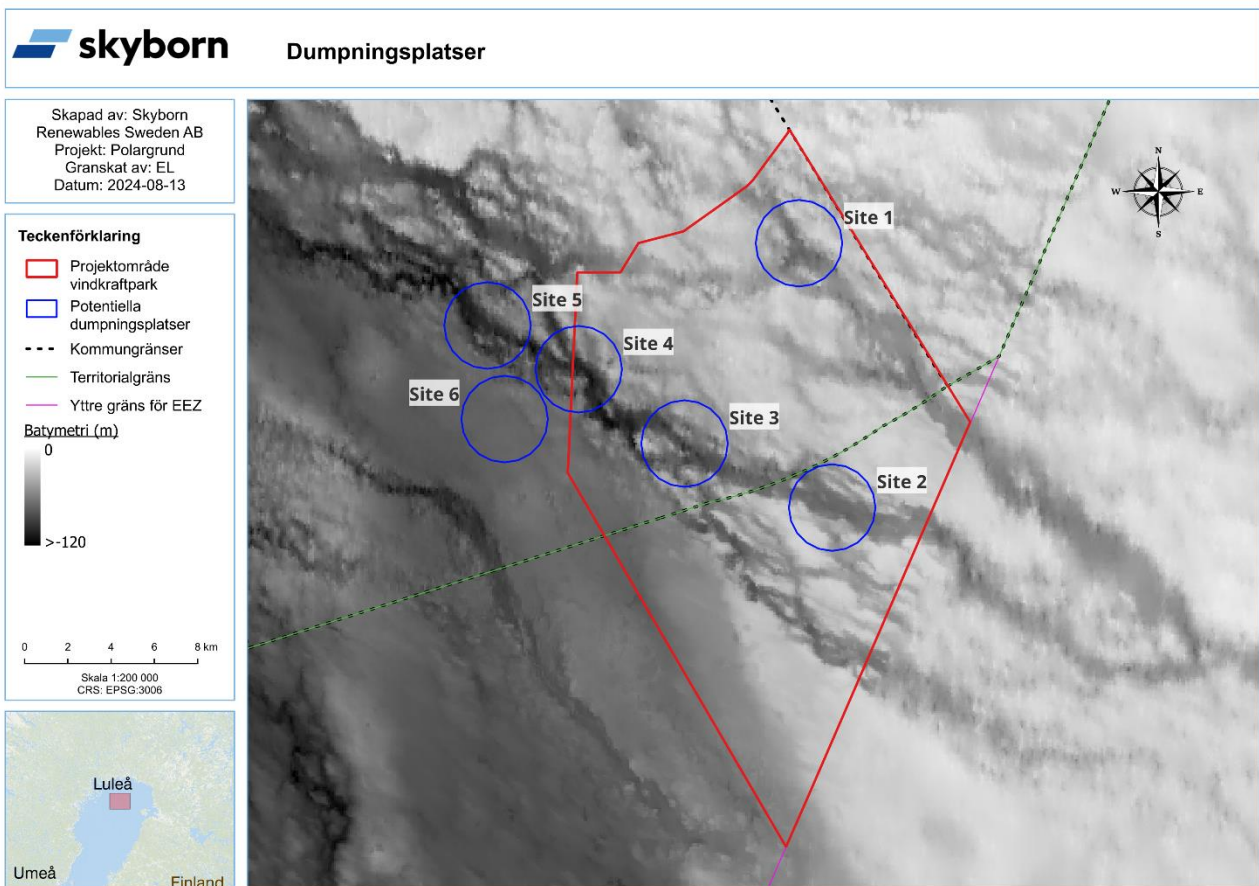
Kuudesta asemasta neljällä on havaittu orgaanista tinaa sisältäviä saasteita keskiuurina pitoisuuksina matalimmassa kerroksessa. Alapuolisissa sedimenttikerroksissa pitoisuudet ovat alle havaitsemisrajan. Myös muita orgaanisia saasteita mitattiin yleensä alhaisina tai hyvin alhaisina pitoisuuksina. Ainoastaan yhdellä asemalla havaittiin keskiuuria pitoisuuksia bentso(b)fluoranteenia, joka on eräs PAH-yhdisteiden tyyppi, myös matalimmassa kerroksessa.

Yhteenvedon voidaan todeta, että tutkimukset osoittavat, että sedimentit, jotka on mahdollisesti kaivettava, sisältävät vain vähän pintakontaminaatiota 50 cm:n syvyyteen asti. Koska saasteiden määrä vähenee syvyyden myötä, myös alla olevien kerrosten odotetaan olevan saasteita sisältämättömiä tai vähäisiä.

## 5.2.2 Läjitysmaat

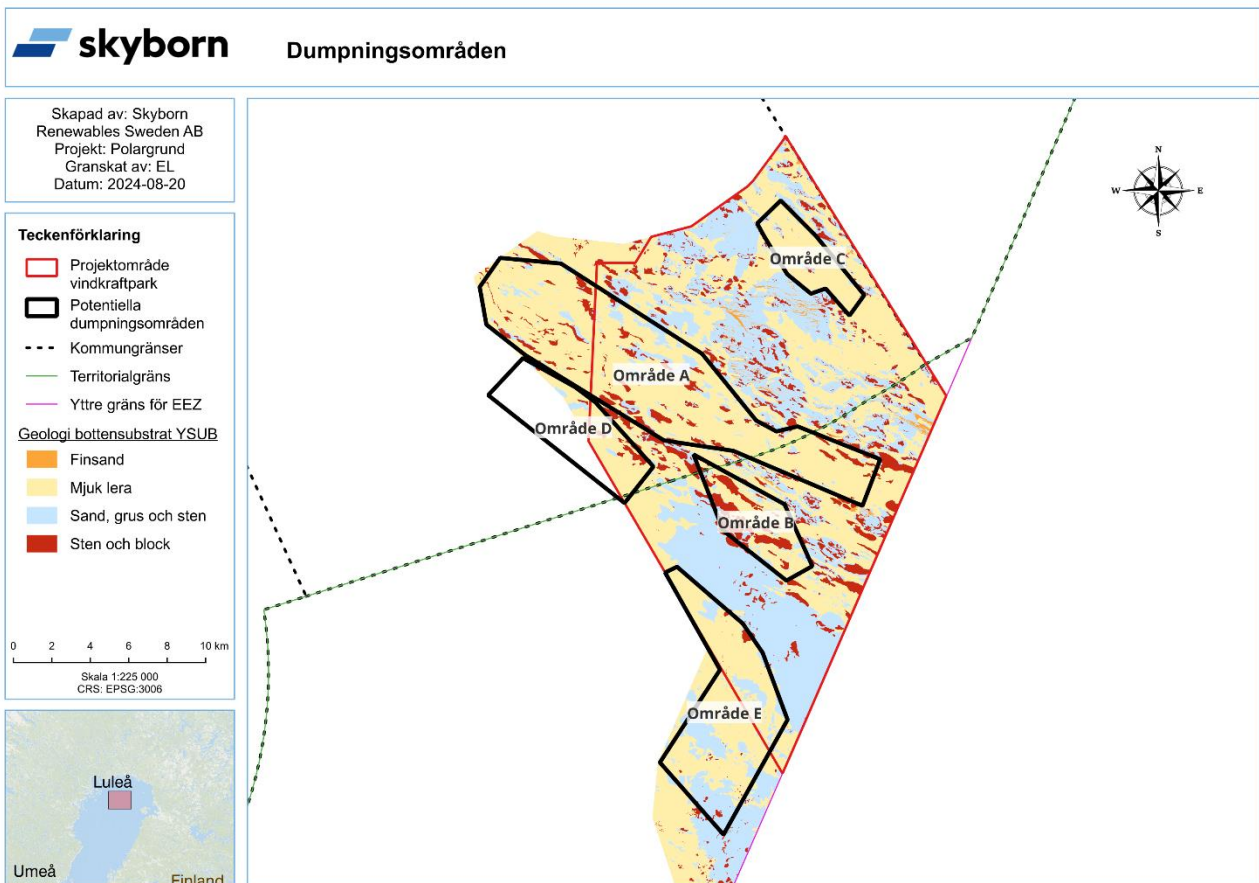
Hankkeessa tutkitaan parhaillaan sopivia läjitysmaakoja. Läjitysmaan valinnan kannalta tärkeimpiä teknisiä näkökohtia ovat, että läjitysmaa koostuu pohjasta, jonka virtausnopeus on rajoitettu, ja että alue on riittävän suuri ja rajattu, jotta sedimentin leviäminen läjittelyn jälkeen voidaan estää. On myös eduksi, että etäisyys kaivupaikasta ei ole liian suuri. Lyhyt etäisyys rajoittaa aikaa ja polttoaineen kulutusta, mikä on myönteistä tuotannon kannalta ja rajoittaa ympäristövaikutuksia. Kenttätutkimukset vahvistavat, että hienojakoisemmat sedimentit kerääntyvät alueen syvempiin osiin, mikä tarkoittaa, että alue koostuu vuorotellen kerääntymis- ja kuljetuspohjista.

Ensimmäisessä tutkimusvaiheessa analysoitiin mahdollisten läjitysalueiden muoto ja koko sekä pohjamateriaalin ja vedenalaisten virtausten välinen leikkausjännitys. Yli 0,3 N/m:n leikkausjännitys osoittaa, että resuspension riski on olemassa. Aluksi on analysoitu kuusi erityistä paikkaa, ks. kuva 5.3 ja yksityiskohtaisempia tutkimuksia on suunnitteilla. Myös muita sijoitusmaakoja voidaan harkita, jos kuulemisen jälkeiset lisätutkimukset osoittavat, että ne voivat olla sopivampia, ks. kuva 5.4.



Kuva 5.3 Alun perin tutkitut kaatopaikat



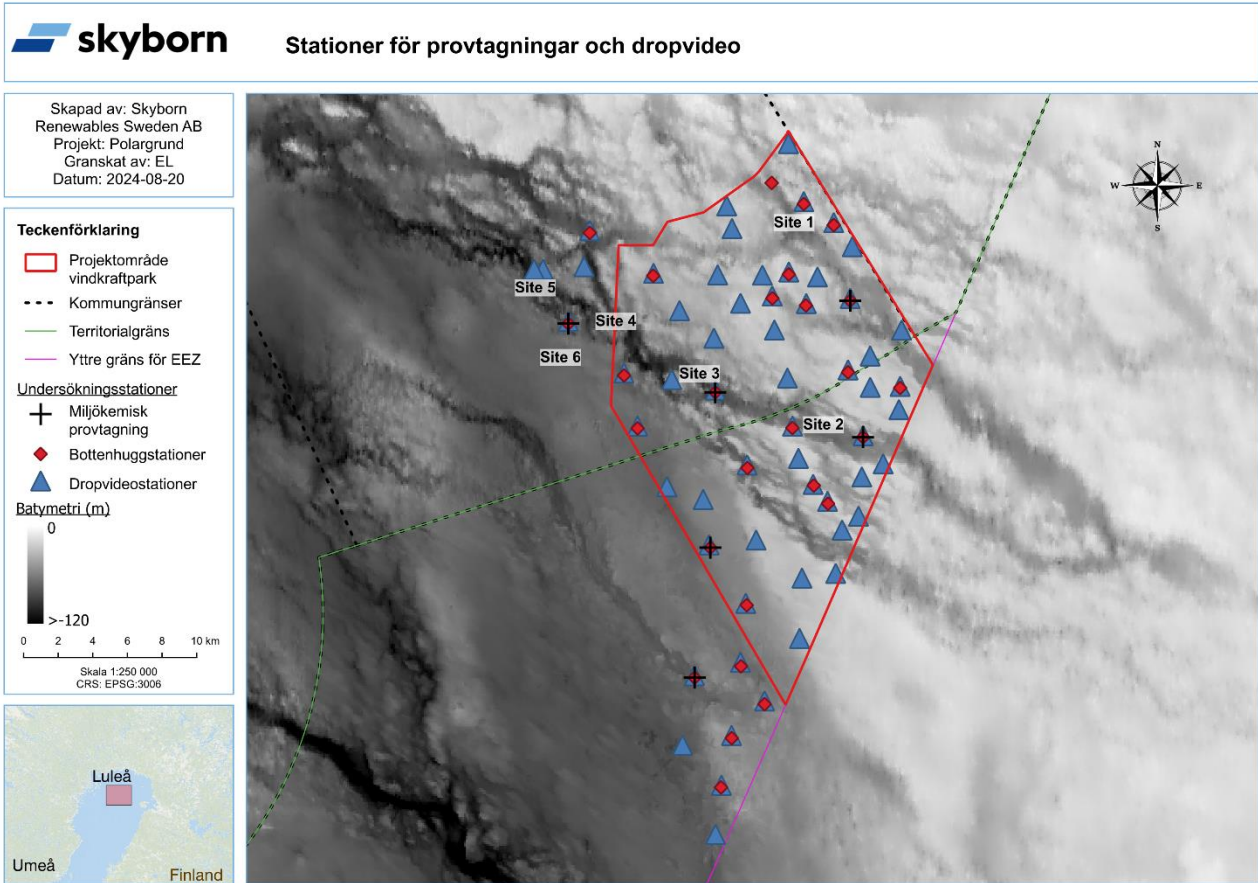


Kuva 5.4. Alueet, joilla läjitysalueita voidaan harkita.

Ehdotettujen läjityspaikkojen pohjamateriaali (k.s kuva 5.4) koostuu tutkimuksiin perustuvan pohjaolosuhteiden analyysin mukaan pehmeät savet ja näytteet osoittavat mudan läsnäolon. Tämä tarkoittaa, että niitä voidaan pitää kertymäpohjina. Alustava mallinnus osoittaa, että tutkituilla paikoilla on alhainen leikkausjännitys ja että kussakin paikassa on tilaa sille tilavuudelle, joka mahdollisesti on läjitettävä (kuva 5.3). Kolme aluetta (kuva 5.4) ovat syviä kaivantoja, jotka ulottuvat luoteeseen. Kaksi alueista (alueet D ja E) ovat matalampia alueita. Kummallakin alueella on alueita, joiden syvyys on yli 70 metriä.

### 5.2.3 Läjitysalueiden tutkimukset

Kuten aiemmin mainittiin, Skyborn on tutkinut saastumistilanteen puiston laajemmalla tutkimusalueella. Näytteenoton perusteella saastuminen on yleisesti ottaen vähäistä ja sama tutkittavan alueen eri osissa. Paikat, joissa tutkimukset tehtiin, on esitetty 5.2.1 ja 5.2.2.2 kohdassa, ks. kuva 5.5 jäljempänä. Samoin pohjaolosuhteita on tutkittu pudotusvideoiden ja pohjanäytteenoton avulla. Näytteenotto osoittaa harvaa kasvillisuutta (yksi laji) ja suhteellisen tasaista pohjaeläinten jakautumista ja esiintymistä (5 lajia). Näytteenoton ja tehtyjen analyysien perusteella on saatu hyvät tiedot kyseisten läjitysalueiden olosuhteista, eikä läjitysalueiden osalta ole tarkoitus tehdä lisätutkimuksia saastumisesta, kasvistosta tai eläimistöä, koska alueen tuntemus on jo riittävän hyvä.



Kuva 5.5. Läjitysalueiden läheisyydessä tehdyt tutkimukset.

### 5.3 Arvioidut ympäristötekijät ja ympäristövaikutukset sekä mahdolliset lieventämistoimenpiteet.

Tässä jaksossa kuvataan ympäristötekijöistä, joita läjittelystä voi aiheutua, ja niistä mahdollisesti aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Kuvaus YVA:n suunnitellusta sisällöstä ja rajoista on kohdassa 7 ja liitteessä 1.

Läjittämisestä voi yleensä aiheutua ympäristövaikutuksia, jotka ovat merenpohjan peittyminen siellä, missä läjitys tapahtuu, ja siellä, missä materiaalia leijuu läjityspaikan ympärillä, sameus, ruoppausmateriaalin sisältämien epäpuhtauksien leviäminen ja epäpuhtauksien kapseloituminen läjityspaikkaan. Alustavan arvion mukaan melu ei kuitenkaan ole huomattavasti suurempi kuin muiden rakennuskoneiden ja -alusten aiheuttama melu, joka on jo kuvattu puiston YVA:ssa (Ramböll, 2024).

Sameuden ja sedimentaation laajuus riippuu suurelta osin massojen hiukkaskoosta. Hienojakoiset sedimentit, kuten savi ja siltti, aiheuttavat enemmän sameutta kuin karkeammat sedimentit, kuten sora ja hiekka. Hienommilla partikkeleilla on myös pidempi viipymäaika vesipatsaassa, mikä vaikuttaa sameuden kestoon ja jakautumiseen. Virtaukset voivat hajottaa suspendoituneet sedimentit, ja kun ne sitten laskeutuvat pohjaan, pohjaan kohdistuu vaikutuksia, joissa sedimentoituminen tapahtuu sedimentin laskeutumisen kautta.

Kasvillisuus ja eläimet, jotka elävät läjityspaikan sijoitetun materiaalin peittämässä sedimenteissä ja niiden päällä, häviävät. Kokemus on osoittanut, että kasvit ja eläimet asuttuvat uudelleen muutamassa vuodessa sen jälkeen, kun läjitysalueelle sijoittaminen on päättynyt. Polargrundin tuulipuiston alueelta on

löydetty vain yksi kasvilaji, *Battersia arctica*. Hankkeessa tehtyjen tutkimusten mukaan levän levinneisyys on rajallinen, ja lajia esiintyy suuressa osassa Itämeren, minkä vuoksi levän voidaan olettaa palautuvan muutaman vuoden kuluessa. Pohjaeläinten lajiryhteisyys on suhteellisen homogeeninen, ja siinä on muutamia lajeja, jotka ovat yleisiä suuressa osassa Itämeren. Uudelleenasetuksen voidaan siksi odottaa tapahtuvan muutamassa vuodessa. Mahdolliset seuraukset kuvataan täydentävässä YVA:ssa.

Sameuden vaikutus kaloihin riippuu sameuden alueellisesta ja ajallisesta laajuudesta sekä lajeista, elämänvaiheista ja kutuympäristöistä, joita vaikutusalueella esiintyy. Kalojen mätimunat ja toukat ovat herkempiä sameudelle kuin aikuiset kalat, koska niillä ei ole samanlaista kykyä välttää alueita, joilla suspendoituneen aineksen määrä on korkea.

Jos pohja muuttuu sedimentaation vuoksi, se voi vaikuttaa kalojen kutu- tai ruokailupaikkoihin. Lähin mahdollinen silakan kutupaikka on noin 10 kilometrin päässä hankealueesta ja vielä kauempana lähimmästä mahdollisesta läjitysalueesta. Sedimentaation ja sameuden vaikutus kaloihin ja mahdollisiin kutualueisiin kuvataan YVA:ssa.

Sedimenttien pinnalta löydetty saasteet ovat sellaisia, joita esiintyy kaikkialla Pohjanlahdella ja Itämeressä, joten saasteiden ei odoteta leviävän merkittävästi kaivamisen tai läjittämisen aikana. Myös sulfidipitoinen savi on läsnä. Sen varmistamiseksi, että sulfidipitoisen saven sulfidit eivät hapetu, on asianmukaista, että ne sijoitetaan mereen suuriin syvyyksiin sen sijaan, että ne nostettaisiin maalle, jossa ne voivat altistua ilmakehän hapelle. Myös tämä kuvataan YVA:ssa.

## 6. Keskitetty vedyn tuotanto

### 6.1 Johdanto

Aiemmissa kuulemisissa ja jätetyssä hakemuksessa (Skyborn, 2024 a, b) on esitetty vedyn tuotantoa kunkin turbiinalustan yhteydessä, niin sanottua hajautettua vedyntuotantoa, jossa tuotettu sähkö muunnetaan elektrolyysin avulla suoraan vedyksi kunkin tuuliturbiinin yhteydessä. Vaihtoehto hajautetulle vedyntuotannolle on keskitetty vedyntuotanto. Keskitetyssä vedyn tuotannossa rakennetaan yksi tai useampi suurempi alusta erityisesti vedyn tuotantoa varten. Useiden tuulivoimaloiden sähkö on kytketty näihin alustoihin sisäisen kaapeliverkon kautta. Molemmissa tapauksissa vety kuljetetaan maihin yhtä tai useampaa vientiputkea pitkin. Keskitetyllä vedyntuotannolla voi olla toiminnallisia etuja, koska pääsy prosessilaitteisiin yksinkertaistuu merellä sijaitsevalla suuremmalla alustalle verrattuna moniin pienempiin.

Ennen kuulemista vuonna 2022, keskitettyä vedyntuotantoa ei pidetty teknisenä vaihtoehtona, koska tekniikkaa kehitettiin tuolloin pääasiassa hajautetun vedyntuotannon osalta. Sittemmin tapahtunut tekninen kehitys on kuitenkin osoittanut, että keskitetystä vedyntuotannosta merellä voi tulla sopiva vaihtoehto, minkä vuoksi Skyborn aikoo täydentää hakemusta tällä.

Se, tuotetaanko ja viedäänkö sähköä vai vetyä, riippuu useista tekijöistä, kuten kansallisen sähkön- ja kaasunsiirtojärjestelmän laajentamisesta. Ruotsin siirtoverkon laajentamista merituulivoiman liittämisen mahdollistamiseksi hallinnoi Affärsverket svenska kraftnät (SVK). Lokakuussa 2023 SVK raportoi mahdollisten liittymien edellytyksistä vuoteen 2040 asti, jolloin suunnitellaan liittymispisteitä, joiden kapasiteetti on noin 1-1,4 GW. Tällä hetkellä ei näytä mahdolliselta liittää tuulipuiston koko tuotantoa sähköntuotantona Ruotsin sähköverkkoon, minkä vuoksi tuulivoima on muunnettava muuksi energiamuodoksi kuin sähköksi.

Vetyä tuotetaan keskitetysti puistossa sijaitsevilla erityisalustoilla. Perustukset, joita muuten käytettäisiin muuntamoille, käytetään sen sijaan vedyn tuotantoon. Keskitetty vetytuotanto ei siis aiheuta muita tai suurempia perustuksia kuin ne, jotka on kuvattu käynnissä olevassa lupaharkinnassa.

#### 6.1.1 Lupamenettely

Alueellisella merialueella tapahtuvaan vedyntuotantoon sovelletaan niin sanottua Seveso-lainsäädäntöä eli lakia (1999:381) toimenpiteistä suuronnettomuuksien ehkäisemiseksi ja seurausten rajoittamiseksi. Tätä lainsäädäntöä ei kuitenkaan yleensä sovelleta talousvyöhykkeellä ennen kuin tuulipuisto on rakennettu. Näihin kuulemisasiakirjoihin sisältyy näin ollen myös Seveso-lain mukainen kuuleminen.

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, joita voi aiheutua hengelle, terveydelle, ympäristölle ja omaisuudelle palavien 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 tuulipuiston siihen osaan, joka sijaitsee Ruotsin alueella, joten lupaa voidaan joutua hakemaan. LBE-lupaa haetaan siitä kunnasta, jossa toimintaa aiotaan harjoittaa ja joka myös valvoo toimintaa.

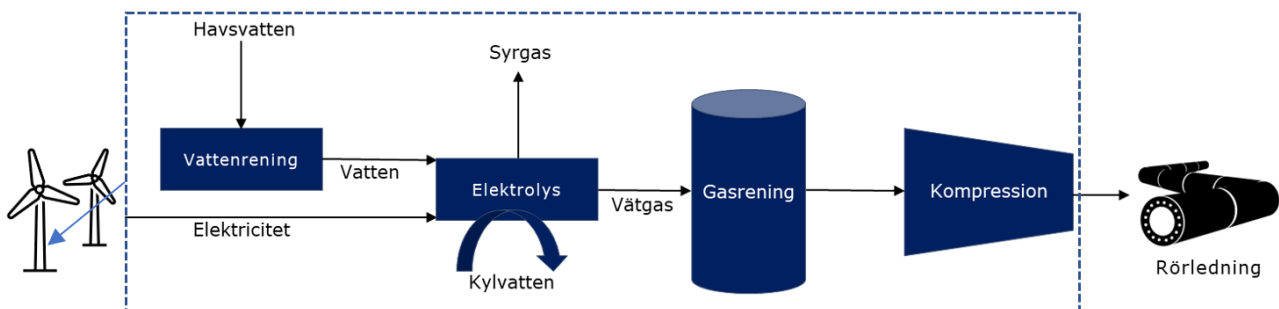
Yhtiö voi täydentää käynnissä olevia lupahakemuksiaan pyynnöllä, joka mahdollistaa keskitetyn vedyntuotannon. Koska yhtiö selvittää, missä hankealueella keskitetyn vedyntuotannon olisi tarkoituksenmukaista olla, ei ole selvitetty, mitä lupakäsittelyistä voidaan täydentää. Hakemalla keskitettyä vedyntuotantoa yritys voi valita menetelmän, joka osoittautuu kulloinkin parhaaksi mahdolliseksi teknologiaksi detaljisuunnittelussa ja rakentamisessa. Yhtiö haluaa kuitenkin selvittää tässä yhteydessä, että käynnissä olevia lupatarkastuksia ei tarvitse muuttaa yleisesti. Tämä johtuu siitä, että hajautetun vedyntuotannon hakemusten yhteydessä yhtiö on jo kuullut ja hakenut lupaa rakentaa enintään neljä sähköasemaa (ja arvioinut tämän ympäristövaikutukset). Jos yhtiö saa luvan ja päättää tuottaa vetyä keskitetysti, näitä muuntaja-alustoja voidaan käyttää keskitetyn vedyn tuotantoon ilman lisä- tai erilaisia ympäristövaikutuksia kuin mitä on jo kuvattu käynnissä olevien lupatarkastelujen yhteydessä.

## 6.2 Tekninen kuvaus

### 6.2.1 Vedyn tuotanto keskitetyillä alustoilla

Keskitetyssä vedyntuotannossa vedyn tuotantoprosessin laitteet on asennettu hankealueella sijaitsevalle suuremmalle keskitetylle alustalle. Useita tuulivoimaloita on liitetty kyseiseen alustaan sisäisen kaapeliverkon kautta, jotta tuotanto saa sähköä. Muuntaminen elektrolyysin edellyttämään oikeaan jännitteeseen on tarkoitus toteuttaa samalla alustalla kuin elektrolyysi. Tuotettu vety tuodaan maihin vientiputkella, joka on yhteydessä joko teollisuuteen tai vedynsiirtoverkkoon.

Kaavamainen kuvaus vedyn tuotannosta elektrolyysillä merellä on esitetty seuraavassa kuvassa. kuva 6.1.



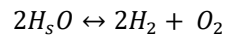
Kuva 6.1. Elektrolyysin käsitteellinen rakenne merituulipuiston yhteydessä .

Tekniikasta riippuen yhden kilogramman vedyn tuottamiseen elektrolyysillä tarvitaan noin 50-55 kWh sähköä. Tuulipuiston on suunniteltu käsittävän jopa 120 tuulivoimalaa, joista kukin on 20-30 MW:n tehoinen ja jotka tuottavat enintään 10 TWh sähköä vuodessa. Jos kaikki sähkö muunnetaan vedyksi, tämä vastaa jopa 200 000 tonnia vetyä vuodessa tai 50-70 tonnia tunnissa. Esimerkki viittaa optimaalisiin tuuliolosuhteisiin, eikä siinä ole huomioitu häviöitä ja sähkönkulutusta toiminnan muissa osissa.

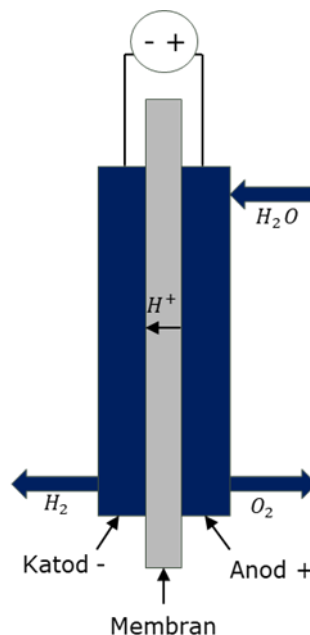
Tässä suunnitteluvaiheessa tutkitaan kolmea erilaista tuulipuiston skenaariota: 100-prosenttista sähköntuotantoa, 100-prosenttista vedyntuotantoa sekä sähkön ja vedyn tuotannon yhdistelmää. Vedyntuotantokapasiteetin kokonaismäärä, vedyntuotantoalustojen määrä (enintään neljä) ja kuhunkin alustaan liitettyjen tuuliturbiinien määrä tutkitaan ja määritetään suunnitteluvaiheessa.

## 6.2.2 Elektrolyysi

Vetyä tuotetaan elektrolyysillä jakamalla vesi happi- ja vetyosiinsa tasavirralla elektrolyysilaitteessa. Hapetta ja vetyä muodostuu elektrodeissa reaktiossa, jota kuvataan seuraavassa kaavassa.



On olemassa useita erilaisia elektrolyysityyppejä, joille kaikille on yhteistä veden halkaisu, mutta jotka voivat poiketa toisistaan paineen, tehonkulutuksen ja muiden teknisten ominaisuuksien suhteen. Vanhin ja vakiintunein elektrolyysitekniikka on emäksinen elektrolyysi, jossa elektrolyytti on johtava lipeäneste, joka sekoitetaan halkaistavaan veteen. PEM (polymeerielektrolyyttikalvo) on toinen elektrolyysityyppi, jossa sen sijaan on kiinteä kalvoelektrolyytti, jonka läpi vetyionit voivat kulkea. Tämä tarkoittaa, että elektrolyysiin ei tarvita lipeää. PEM-elektrolyysikennon kaaviokuva on esitetty seuraavassa kuvassa (kuva 6.2). Tällä hetkellä PEM-tekniikalla voidaan usein saavuttaa sekä korkeampi paine että tuotetun vedyn korkeampi puhtaus kuin alkalielektrolyysillä. PEM-elektrolyysillä voidaan myös joustavammin reagoida sähköntoimitusten muutoksiin, ja sen toiminta-alue on laajempi kuin emäksisen elektrolyysin, mikä voi olla etu tuulivoiman vaihtelevien tuotantomallien yhteydessä. PEM- ja alkalielektrolyysin lisäksi on olemassa muitakin tekniikoita, kuten anioninvaihtokalvo (AEM) tai kiinteäoksidi-elektrolyysikennon (SOEC). Eri elektrolyysitekniikoita tutkitaan jatkuvasti, ja lopullinen valinta tehdään suunnitteluvaiheessa. Tällä hetkellä todennäköisimpänä teknisenä valintana pidetään PEM:ää.



Kuva 6.2. PEM-elektrolyysikennon kuva.

## 6.2.3 Veden tarve ja vedenkäsittely elektrolyysissä

Teoriassa 1 kilon vedyn tuottamiseen tarvitaan 9 litraa vettä. Käytännössä vetykiloa kohti tarvitaan noin 10-15 litraa, koska syöttövesi on puhdistettava mineraaleista ja suolasta ennen elektrolyysiprosessia, jotta laitteisto ei vahingoittuisi. Mitä korkeampi on syöttöveden suolapitoisuus, sitä suurempi on tarvittava kokonaismäärä. Myös vedenkäsittelytekniikan valinta vaikuttaa veden kokonaistarpeeseen. Esimerkkejä harkittavista vedenkäsittelytekniikoista ovat ultrasuodatus, ioninvaihtosuodattimet, käänteisosmoosi ja tyhjiötislaus.

Vedenkäsittelyvaiheessa tuotetaan puhdasta vettä vedyntuotantoa varten ja jäljelle jäävä vesivirta, retentaatti, jonka suolapitoisuus on hieman korkeampi kuin meriveden, joka päästetään takaisin mereen.

#### 6.2.4 Hapen tuotanto

Vedyn lisäksi saadaan puhdasta happea, kun vesi jaetaan elektrolyysillä. Happimolekyylillä on painavampi kuin vetymolekyylillä, joten happea syntyy enemmän painoa kohti. Happi on vaaraton kaasu, ja sitä on tarkoitus päästää ilmaan tuotantoalustan läheisyydessä.

#### 6.2.5 Prosessijäähdytyksen vedentarve

Elektrolyysin tavanomainen käyttölämpötila on noin 40-100 °C. Elektrolyysin aikana syntyy lämpöhäviöitä, joita on jäähdytettävä jatkuvasti. Koska elektrolyysit ovat lähellä merivettä, vesijäähdytys on yksi tutkittavista vaihtoehdoista. Periaate perustuu kylmemmän veden kierrättämiseen kuumassa laitteistossa, jolloin vesi lämpenee ja laitteisto jäähtyy. Vedenjäähdytystekniikasta riippuen jäähdytykseen käytettävä merivesi on ehkä ensin suolanpoistettava, mutta merivettä voidaan käyttää myös suoraan jäähdytykseen. Lähtevä vesi on noin 15 °C lämpimämpää kuin merivesi. Lähtevän jäähdytysveden lämpötilaa voidaan kuitenkin säätää lisäämällä tai vähentämällä jäähdytysveden virtausta, mikä vaikuttaa jäähdytyksessä kierrätettävän veden määrään.

#### 6.2.6 Kaasun puhdistus

Elektrolyysityypistä ja kaasujen käyttötarkoitusten puhtausvaatimuksista riippuen tuotetusta vedystä voidaan joutua erottamaan happijäämiä, vettä ja lipeää. Esimerkkejä kaasunpuhdistuslaitteista, joita voidaan käyttää, ovat pesurit ja kuivauslaitteet. Kaasusta erotettu vesi voidaan kierrättää takaisin elektrolyysiprosessiin.

#### 6.2.7 Kaasun jakelu

Elektrolyysityypistä riippuen tuotetun vedyn paine on ilmakehän paineen ja noin 30 baarin välillä. Jotta vety voidaan kuljettaa tehokkaasti putkistoissa rannikolle, kaasu voidaan joutua paineistamaan kompressorin avulla noin 50 baariin. Tällöin keskitetylle tuotantolavalle asennetaan yksi tai useampi kompressori. Yksi tai useampi pienempi puskurisäiliö asennetaan kompressorin viereen tasaisen kaasuvirran varmistamiseksi. Kompressorisyksiköistä vety menee putkistoon, joka yhdistyy vientiputkistoon, joka vie kaasun rannikolle.

Jos rakennetaan useampi kuin yksi keskitetty vetyalusta, tarvitaan myös sisäinen putkistoverkosto, jolla vety liitetään alustoilta vientiputkiston liitännäspisteeseen, tai vaihtoehtoisesti rakennetaan useampia vientiputkistoja puistosta. Sisäisen putkistoverkon merenpohjan vaatimusten suuruus riippuu putkistojen rakenteesta. Suunnitteilla on merenpohjatutkimuksia, joiden tulokset voivat vaikuttaa putkistojen rakentamistapaan. Putkistojen rakentamista, merenpohjan vaatimusta ja putkistojärjestelmän suunnittelua koskeva yksityiskohtaisempi tekninen ratkaisu esitetään lupahakemuksen täydennyksessä.

#### 6.2.8 Kemiaaliset tuotteet

Kemikaalien käsittelyyn ja kulutukseen vedyntuotantoalustoilla voi kuulua glykolipohjaisia jäähdytysaineita, voiteluöljyjä ja vedenkäsittelylaitteiden regenerointiin ja huoltoon käytettäviä kemikaaleja. Laitoksen suunnittelussa, käytössä ja huoltomenettelyissä on pyrittävä minimoimaan vuotoriski ja mahdolliset vaikutukset ympäröivään ympäristöön.

### 6.3 Arvioidut ympäristötekijät ja ympäristövaikutukset sekä mahdolliset lieventämistoimenpiteet.

Tässä jaksossa kuvataan ympäristötekijöitä, joita voi aiheutua keskitetystä vedyn tuotannosta merellä, ja niistä mahdollisesti aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Ympäristövaikutusten arvioinnin suunnitellun sisällön ja rajausten kuvaus on esitetty kohdassa 7 ja liitteessä 1.

Kuten edellä mainittiin, ympäristöön kohdistuvat vaikutukset johtuvat siitä, että vedyn tuotannossa päästetään lämmitettyä vettä, jonka suolapitoisuus on korkeampi kuin ympäröivän meriveden. Tämä koskee sekä keskitettyä että hajautettua vedyntuotantoa, mutta keskitetyssä vedyntuotannossa päästöt tapahtuvat yhdessä tai muutamassa paikassa, kun taas hajautetussa tuotannossa ne tapahtuvat kunkin tuulivoimalaitoksen yhteydessä.

Lämpötilan nousulla voi olla kielteisiä vaikutuksia kaloihin ja nisäkkäisiin fysiologisen stressin kautta.

Merenpohjan kasvillisuuteen ei odoteta kohdistuvan vaikutuksia, koska päästöt tapahtuvat korkeammalla vesipatsaassa. Lisäksi hankealueella havaitun ainoan kasvillisuuden herkkyys suolaisemman veden purkautumiselle on vähäinen, koska laji on levinnyt merialueille, joiden suolapitoisuus vaihtelee suuresti, ja se pystyy siten sopeutumaan kaikkien hyvin alhaisesta suolapitoisuudesta hyvin korkeaan suolapitoisuuteen.

Pohjaeläimistöä ainoastaan epifaunan eli kilkit (*Saduria* entomon) ja massiiset (*Mysidae*) odotetaan kärsivän suolaisemman ja lämpimämmän veden päästöstä. Molemmat näistä lajeista ovat liikkuvia eläimiä, jotka voivat siirtyä alueilta, joilla ne eivät menesty, ja niiden herkkyyttä pidetään vähäisenä sekä suolaisemmille että lämpimämmille vesille.

Pohjanlahden suolapitoisuus ja lämpötila vaihtelevat luonnollisesti ympäri vuoden jokien makean veden saannin ja vesimassan sekoittumisen seurauksena, joten alueen ekosysteemi ja kalat ovat sopeutuneet tähän. Sen selvittämiseksi, miten lämpimämmän veden ja retentaatin päästöt voivat vaikuttaa ympäröivään vesiympäristöön, mallinnetaan lämpötilaltaan ja suolapitoisuudeltaan korkeamman veden leviämistä. Mahdolliset vaikutukset kaloihin, kasvistoon ja eläimistöön tutkitaan tarkemmin ja esitetään tulevassa YVA:ssa.

Nykyisen tietämyksen ja hajautettua vetyä varten tehtyjen analyysien perusteella ei ole syytä toteuttaa muita erityisiä suojatoimenpiteitä kuin ne, joita on jo ehdotettu hajautetulle vedyntuotannolle ja tuulipuistolle yleensä. Prosesseja optimoidaan muun muassa vedenpuhdistusprosessien optimoimiseksi, mikä puolestaan rajoittaa retentaattien esiintymistä.



## 7. YVA:n rajaus

Tuleva YVA-arviointi sisältää kuvauksen hankkeesta, lupaprosessin kulusta, yhteenvedon toteutetuista kuulemisista, toiminnan kuvauksen, ympäristöarvioinnin menetelmät ja rajaukset sekä alueen yleiskuvauksen. Tunnistettujen ympäristönäkökohtien ja kansallisesti tärkeiden alueiden osalta vaikutukset ja seuraukset kuvataan ja tutkitaan myös seuraavan rajauksen perusteella, ks. taulukko liitteessä 1. YVA:ssa ilmoitetaan myös, olisiko toteutettava suojelutoimenpiteitä, jotka otetaan huomioon asiaankuuluvien näkökohtien tai kansallisesti tärkeiden alueiden arvioinneissa. Lopuksi YVA:ssa esitetään yhteenveto kokonaisarviointista ja työhön osallistuvien tahojen toimivallasta.

Kenttätutkimusten aikana pääasiallinen vaikutustekijä arvioidaan olevan vedenalainen melu, ja vaikutuksia voi kohdistua ensisijaisesti kaloihin ja merinisäkkäisiin. YVA:ssa tuodaan esiin vedenalaisen melun vaikutukset kaloihin ja hylkeisiin (Pohjanlahdella esiintyy harmaahylkeitä ja norppa) tutkimusvaiheen aikana.

Läjittelypaikoilla sijoittamisen pääasiallisena vaikutustekijänä pidetään sameutta ja sedimentaatiota, ja vaikutukset voivat kohdistua ensisijaisesti kaloihin, hylkeisiin ja pohjaeläimistöön. YVA:ssa tuodaan esiin sameuden ja sedimentaation muodossa ilmenevät vaikutukset ja niiden mahdolliset seuraukset erityisesti kaloille ja hylkeille rakennusvaiheen aikana.

Tärkein vaikutustekijä keskitetyn vedyn, kuten hajautetun vedynkin, osalta on lämpimämmän ja suolaisemman veden vapautuminen, millä voi olla vaikutuksia kasvistoon ja eläimistöön, kaloihin ja hylkeisiin.

Liitteessä 1 esitetään yhteenveto YVA:n soveltamisalasta.

### 7.1 Yhteisvaikutukset tai kumulatiiviset vaikutukset

Tämä täydentävä kuuleminen koskee kolmea erillistä toimintaa, jotka toteutettiin kolmena eri ajanjaksona. Sen vuoksi kumulatiivisia vaikutuksia ei odoteta syntyvän kussakin vaiheessa. Kumulatiivisia vaikutuksia syntyy kuitenkin aiempiin kuulemisiin sisältyvien toimien kanssa kunkin vaiheen aikana. Tämä kuvataan ja arvioidaan tarvittaessa täydentävässä YVA:ssa.

Arvioiduissa kumulatiivisissa vaikutuksissa muiden sallittujen tai rakennettujen toimintojen kanssa ei katsota tapahtuvan muutoksia verrattuna tuulipuiston YVA:han, joka on laadittu kuulemisen kohteena olleiden toimintojen seurauksena, eikä niitä sen vuoksi tutkita tarkemmin.

### 7.2 Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset

Kuulemisasiakirja on käännetty suomeksi, ja se lähetetään Ruotsin ympäristökeskukselle, joka koordinoi Espoon kuulemisia asianomaisten naapurimaiden kanssa. Läjityksen ja keskitetyn vedyn odotetaan aiheuttavan vaikutuksia Suomen talousvyöhykkeellä. Tätä tutkitaan tulevassa YVA:ssa, ks. myös taulukko liitteessä 1.

.

## 8. Viitteet

Clinton, 2024, Yhteenvetomuistio, Geofysikaalinen seisminen tutkimus, Polar Ground -tutkimusalue, 2024-03-14.

HELCOM 2019. *Itämeren eläinten meluherkkyys. Baltic Sea Environment Proceedings.*

Helcom (5. toukokuuta 2020). *Silakan mahdolliset kutualueet (PBS EFH)*. Haettu HELCOMista 4. huhtikuuta 2024.

Niras 2024, *Maastotutkimukset* (tuulipuiston YVA:n liite 10) 2024-04-16

Polargrund Offshore AB, 2022, kuulemisasiakirja (tuulipuiston YVA:n liite).

Polargrund Offshore AB, 2024, kuulemisraportti (tuulipuiston YVA:n liite).

Ramböll 2024, Polargrundin merituulipuiston ympäristövaikutusten arviointi, 2024-05-27.

Skyborn, 2024a, lupahakemus Polargrundin merituulipuistoa varten Kalixin kunnassa. 2024-06-03, Fröberg ja Lundholm.

Skyborn, 2024b, Ruotsin talousvyöhykkeellä sijaitsevan Polargrundin merituulipuiston lupahakemus. 2024-06-03, Fröberg ja Lundholm.

Taulukko 1. YVA:n rajaus kunkin kuulemiseen kuuluvan toiminnan osalta

Aspect	Tutkitaan tarkemmin YVA:ssa lisätutkimuksia varten.	Analysoidaan tarkemmin polkumyynnin YVA:ssa.	Tutkitaan tarkemmin keskitettyä vedyntuotantoa koskevassa YVA:ssa.
Pohjakerroksen kasvisto ja eläimistö	Kyllä, liittyy fyysisiin vaikutuksiin sekä sameuteen ja sedimentaatioon.	Kyllä, liittyy fysikaalisiin vaikutuksiin, jotka johtuvat peitteisyydestä, sameudesta ja sedimentaatiosta.	Kyllä, liittyy kuuman veden päästöjen ja retentaatin vaikutuksiin.
Kala	Kyllä, liittyy vedenalaiseen meluun, sameuteen ja sedimentaatioon.	Kyllä, liittyy fyysisiin vaikutuksiin elinympäristön muutoksen sekä sameuden ja sedimentaation kautta.	Kyllä, liittyy retentaatin ja kuuman veden päästöistä aiheutuviin vaikutuksiin.
Merinisäkkäät	Kyllä, liittyy vedenalaiseen meluun	Kyllä, liittyy fyysiseen vaikutukseen elinympäristön muutoksen kautta.	Kyllä, liittyy kuuman veden päästöjen ja retentaatin vaikutuksiin.
Linnut	Ei, tutkimuksilla ei ole vaikutusta	Ei, polkumyynnillä ei ole vaikutusta	Ei, käsitellään olemassa olevan hakemuksen YVA:ssa, joka liittyy fyysisiin rakenteisiin.
Lepakot	Ei, tutkimuksilla ei ole vaikutusta	Ei, polkumyynnillä ei ole vaikutusta	Ei, käsitellään olemassa olevan hakemuksen YVA:ssa, joka liittyy fyysisiin rakenteisiin.
Suojellut alueet	Kyllä, arviointi, jos vedenalainen melu voi levitä näille alueille.	Kyllä, arvio siitä, voiko näillä alueilla esiintyä sameutta ja sedimentaatiota.	Ei, kuuman veden ja retentaatin vaikutusten ei odoteta ulottuvan suojelualueille.
Kansalliset edut	Ei, koska hankealue ei ole päällekkäinen minkään kansallisen edun kannalta merkittävän alueen kanssa ja mahdolliset vaikutukset rajoittuvat pääasiassa hankealueelle.	Kyllä, analysoidaan, voiko sameuden ja sedimentaation muodossa esiintyviä vaikutuksia esiintyä luonnonsuojelun kannalta kansallisesti tärkeillä alueilla.	Ei, kuuman veden ja retentaatin vaikutuksen ei odoteta ulottuvan kansallisille tärkeille alueille.
Virkistys ja ulkoilu	Ei, tutkimusten ei odoteta aiheuttavan vaikutuksia.	Ei, polkumyynnillä ei ole vaikutusta	Ei, käsiteltiin nykyisen hakemuksen YVA:ssa, joka liittyy fyysisiin vaikutuksiin.
Ihmisten terveys ja elinympäristö	Ei, tutkimuksilla ei odoteta olevan vaikutusta	Ei, polkumyynnillä ei ole vaikutusta	Ei, keskitetystä vedyntuotannosta ei aiheudu vaikutuksia
Kaupallinen kalastus	Kyllä, koska vedenalainen melu saattaa vaikuttaa kaloihin.	Kyllä, liittyy sameuden ja sedimentin leviämisen mahdollisiin vaikutuksiin kaloihin sekä elinympäristön muuttumiseen liittyviin fyysisiin vaikutuksiin.	Ei, kuvataan fyysisiin rakenteisiin liittyvän nykyisen hakemuksen YVA:ssa.
Meriliikenne ja vesiväylät	Ei, mutta tiedot annetaan ennen täytäntöönpanoa.	Ei, rakennustöiden vaikutusta käsitellään nykyisessä hakemuksessa, eikä se lisäännä merkittävästi kaatopaikan sijoittamisen vuoksi.	Ei, rakennustöiden vaikutukset käsitellään nykyisessä hakemuksessa, eikä muutos lisää niitä. Merenkulkuun liittyviä riskejä käsitellään vedyntuotantoa koskevassa riskianalyyysissä ja tulevassa YVA:ssa.

Aspect	Tutkitaan tarkemmin YVA:ssa lisätutkimuksia varten.	Analysoidaan tarkemmin polkumyynnin YVA:ssa.	Tutkitaan tarkemmin keskitettyä vedyntuotantoa koskevassa YVA:ssa.
Infrastrukturi ja muu toiminta	Ei, olemassa olevaa infrastruktuuria tai muuta toimintaa ei ole tunnistettu.	Ei, olemassa olevaa infrastruktuuria tai muuta toimintaa ei ole tunnistettu.	Ei, olemassa olevaa infrastruktuuria tai muuta toimintaa ei ole tunnistettu.
Sotilaalliset edut	Ei, tutkimukset eivät vaikuta. Tiedot toimitetaan ennen täytäntöönpanoa	Ei, polkumyynnin ei odoteta vaikuttavan siihen.	Ei, keskitetyn vedyntuotannon ei odoteta vaikuttavan.
Kulttuuriympäristö	Ei, vaan edellytyksenä on, että meren arkeologisia kohteita vältetään tutkimuspisteitä suunniteltaessa. Vaikutuksia meriarkeologisiin kohteisiin ei siis ole.	Kyllä, jos toiminta voi vaikuttaa tunnistettuihin kohteisiin.	Ei, käsiteltiin nykyisen hakemuksen YVA:ssa, koska vaihtoehto ei aiheuta muuttuneita olosuhteita pohjaan kohdistuvien vaikutusten ja visuaalisten vaikutusten osalta verrattuna nykyisen hakemuksen YVA:han.
Poronhoito	Ei, vaikutuksia ei odoteta, koska tutkimuksia ei suunnitella talvilaidunkauden aikana.	Ei, vaikutuksia ei arvioida, koska kaatopaikkoja ei suunnitella talvilaidunkauden aikana.	Ei, keskitetystä vedyntuotannosta ei aiheudu vaikutuksia. Mahdolliset vaikutukset poronhoitokartan fyysisiin rakenteisiin on kuvattu voimassa olevassa hakemuksessa.
Ympäristön seuranta-asetat	Ei, tutkimukset eivät vaikuta.	Kyllä, sameuden ja sedimentaation vaikutuksia tutkitaan parhaillaan.	Ei, kuuman veden ja retentaatin vaikutuksen ei odoteta pääsevän olemassa oleviin ympäristöseuranta-asemiin.
Kolmansiin osapuoliin kohdistuvat riskit	Ei merkitystä	Ei merkitystä	Kyllä, käsitelty vedyntuotannon riskianalyysissä ja YVA:ssa.
Raaka-aineet ja muut luonnonvarat	Ei koske aluetta	Ei koske aluetta	Ei koske aluetta
Kumulatiiviset vaikutukset	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Ympäristölaatu normit	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Ympäristötavoitteet	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Valtioiden rajat ylittävät ympäristövaikutukset	Ei, rajat ylittäviä vaikutuksia ei odoteta.	Kyllä, jos lisätutkimukset osoittavat, että suspendoitunutta ainesta leviää Suomen talousvyöhykkeelle.	Kyllä, jos lisätutkimukset osoittavat, että Suomen talousvyöhykkeelle leviää vettä, jonka lämpötila tai suolapitoisuus on korkeampi.