

FYRSKEPPET
OFFSHORE AB



Fyrskippet Offshore

Espoon raportti 2024-06-04

Fyrskippet Offshore AB

Espeen raportti

2024-06-04

Ei-tekninen yhteenveto

Espoon raportista

Fyrskeppet Offshore on tuulivoimapuisto, jota suunnitellaan Selkämerelle Ruotsin talousvyöhykkeelle. Ruotsin hallitukselta on haettu Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaista lupaa tuulivoimaloiden ja niihin liittyvien laitosten rakentamiseen ja toimintaan. Lisäksi lääninhallitukselta on haettu lupaa ympäristölain 7 luvun 28 a §:n nojalla toiminnan mahdollisista vaikutuksista läheisiin Natura 2000 -alueisiin (Natura 2000 -lupa).

Tämä Espoon raportti on osa kuulemista, jota Fyrskeppet Offshore AB toteuttaa suunnitellun Fyrskeppet Offshore -tuulipuiston mahdollisista valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista ympäristövaikutusten arviointia koskevan sopimuksen (Espoon sopimuksen) mukaisesti. Tässä raportissa kuvataan ja esitellään suunnitellun hankkeen rajat ylittävistä vaikutuksista tehdyt arvioinnit.

Lupahakemuksia varten on laadittu ympäristövaikutusten arviointi, joka perustuu useisiin taustaselvityksiin, tutkimuksiin ja inventointeihin. Tämä Espoon raportti on yhteenveto ja kehittäely ympäristövaikutusten arvioinnista niiltä osin, jotka koskevat mahdollisia rajat ylittäviä vaikutuksia ja seurauksia. Ainoastaan Suomi halusi osallistua Espoon prosessiin, joten raportissa keskitytään rajat ylittäviin vaikutuksiin suhteessa Suomeen. Espoon kuulemisessa yksi yleisimmin esitetyistä näkemyksistä koski Suomeen kohdistuvia rajat ylittäviä vaikutuksia sekä vaikutuksia kaloihin, lintuihin, kaupalliseen kalastukseen, merenkulkuun ja meriturvallisuuteen.

Tietoa hankkeesta

Fyrskeppetin merituulipuisto käsittää 187 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on enintään 350 metriä, neljä sähköasemaa ja noin 450 kilometriä sisäistä kaapelia. Tuulipuisto sijaitsee Selkämerellä Ruotsin talousvyöhykkeellä noin 50 kilometrin päässä Ruotsin mantereesta Uppsalan läänissä. Etäisyys Suomen talousvyöhykkeelle on noin 24 km ja lyhin etäisyys Suomen rannikolle noin 130 km. Hankealueen pinta-ala on noin 488 km ja keskisyvyys noin 47 metriä. Tuuliolosuhteet ovat hankealueella suotuisat, minkä ansiosta hankkeen arvioitu vuotuinen sähköntuotanto on 8–11 TWh. Tämä vastaa noin 6–8 prosenttia Ruotsin tämänhetkisestä kokonaissähkökulutuksesta tai noin 1,6–2,2 miljoonan kotitalouden kulutusta.

Suunniteltujen toimien tarkoituksena on vahvistaa muun muassa Tukholman ja Uppsalan alueiden sähköhuoltoa ja sähkönjakelua. Tukholman kauppakamari ennustaa, että Tukholman sähkönkysyntä kasvaa noin 1,7 prosenttia vuodessa seuraavan vuosikymmenen aikana, mikä voi johtaa noin 1000 megawatin suuruiseen sähköpulaan vuonna 2040.

Suunniteltu toiminta

Merituulipuisto koostuu useista tuulivoimaloista, jotka muuttavat tuulen energian sähköksi, sähkökaapeleista, jotka siirtävät sähköä tuulipuiston sisällä yhteen tai useampaan sähköasemaan, sekä perustuksista, jotka kiinnittävät rakenteet merenpohjaan. Tuulivoimaloiden valinta (koko, teho jne.), perustustyyppi ja muut tekniset ominaisuudet sekä lopulliset sijainnit määritellään rakennusvaiheen yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä. Tämä tehdään merenpohjan olosuhteiden, meriolosuhteiden sekä ympäristöön liittyvien, taloudellisten ja teknisten olosuhteiden perusteella.

Vaihtoehdot

Ympäristösäännösten 2 luvun 6 §:ssä säädetyn paikallistamisperiaatteen mukaan maa- tai vesialuetta käyttävälle toiminnalle tai toimenpiteelle on valittava sopiva paikka. Ympäristösäännösten 6 §:n mukaan on valittava sopiva paikka siten, että ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä ja haittaa. Merituulivoiman sijoituspaikan valinnan osalta tarkoituksena on, että suunniteltu tuulipuisto pystyy tuottamaan mahdollisimman paljon sähköä ja samalla välttämään kielteisiä ympäristövaikutuksia niin pitkälle kuin mahdollista.

Sen vuoksi on tehty yksityiskohtainen tutkimus mahdollisista paikoista, joihin voidaan sijoittaa suurempia tuulipuistoja, jotta Skyborn Renewablesille löytyisi sopivia alueita suurempien tuulipuistojen rakentamiseen. Tutkimuksessa on hylätty alueita, joiden olosuhteet ovat eri syistä epäsuotuisat. Seitsemän paikkaa kolmen tuulipuiston sijoittamista varten valittiin olosuhteiden tarkempaa tutkimista ja ympäristövaikutusten vertailua varten. Vertailtavista sijainneista sopivimmiksi arvioitiin alueet Kalixin ja Haaparannan ulkopuolella, Eystrasaltbankenin lähellä ja Finngrundet Östra Bankenin itäpuolella.

Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehto tarkoittaa, että tuulivoimaloita ei rakenneta. Finngrundet Östra Bankenin itäpuolinen vesialue säilyy avoimena vesialueena, jolla ei ole tuulivoimaloita perustuksineen, kaapeleineen ja sähköasemineen. Jos tuulipuistoa ei rakenneta, alue säilyy nykyisen kaltaisena. Hankkeen ympäristövaikutuksia ei synny, ellei sen tilalle rakenneta toisen hankkeen tuulivoimaloita. Alue on tällä hetkellä melko koskematon.

Jos tuulipuistoa ei rakenneta, jää noin 8–11 TWh uusiutuvaa sähköä vuodessa tuottamatta. Tämä tarkoittaa, että Ruotsin sähköntuotannon merkittävä lisäys ei toteudu, mikä aiheuttaa seurauksia muun muassa teollisuuden ja yhteiskunnan tarpeille saada uusiutuvaa ja fossiilivapaata sähköä. Myös kansallisia ilmastotavoitteita on vaikeampi saavuttaa, jos hanketta ei toteuteta.

Vaikutustekijät

Yhtiö on teettänyt useita asiantuntija-arvioiteja, tutkimuksia ja mallinnuksia ympäristövaikutusten arviointia ja lupa-anomuksia varten. Muun muassa lintu-, kala- ja pohjatutkimuksia on tehty, kaupallista kalastusta on tutkittu ja äänimallinnus ja suspendoituneiden sedimenttien mallinnus on tehty. Nämä ovat olleet vaikutusten arvioinnin perustana. Tutkimuksia ja mallinnuksia on tehty myös Finngrundet Östra Bankenin läheisiin Natura 2000 -alueisiin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi.

Rajat ylittävät vaikutustekijät

Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa suunniteltujen toimintojen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa hankealueelle. Jotkin näistä vaikutustekijöistä altistavat hankealueen ulkopuolisen alueen erilaisille vaikutuksille ja voivat siten vaikuttaa kohteisiin. Vaikutustekijöitä on arvioitu/laskettu seuraavasti: merenalaiset olosuhteet, vedenalainen melu, ilmassa kantautuva melu, suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio, merenpinnan yläpuoliset fyysiset vaikutukset ja visuaaliset vaikutukset. Näitä vaikutuksia on arvioitu suhteessa asiaankuuluviin vaikutuskohteisiin, kuten kaloihin, lintuihin, merinisäkkäisiin, merenkulkuun ja muihin rajat ylittäviin kohteisiin. Koska etäisyys Suomeen on suuri, hanke ei periaatteessa aiheuta rajat ylittäviä vaikutuksia yhdellekään vaikutuskohteelle. Kaiken kaikkiaan ainoan rajat ylittävän vaikutuksen arvioidaan aiheutuvan siitä, että tuulipuisto näkyy kauas

merelle Suomen talousvyöhykkeellä. Valtioiden rajat ylittävien vaikutusten ei siten odoteta johtavan merkittäviin seurauksiin.

Vaikutusten arviointi

Seuraavissa kappaleissa esitetään lyhyt yhteenveto arvioiduista vaikutuksista kohteisiin, joita suomalaiset lausunnonantajat ovat erityisesti korostaneet, sekä Suomen kannalta kiinnostavista toiminnoista Ruotsin vesillä. Arviointien mukaan tuulivoimapuiston vaikutukset ovat vähäisiä tai pieniä muun muassa hankkeen puitteissa noudatettavien lieventämis- ja suojatoimenpiteiden ansioista. Näille kohteille ei kohdistu merkittäviä valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia.

Kalasto

Tehtyjen tutkimusten perusteella hankealueen kalalajisto on tyyppilinen Selkämeren tälle osalle. Alueella erityisen tärkeinä pidettyjä lajeja ovat silakka, lohi, kivinilkka, kilohaili ja kolmipiikki. Näillä lajeilla on myös suuri kaupallinen ja/tai ekologinen arvo Selkämerellä. Arvioinnit perustuvat suurelta osin silakan biologiaan, sillä silakalla on suuri kaupallinen ja ekologinen arvo ja se on muita kalalajeja herkempi tietyille vaikutustekijöille. Silakan lisääntymisestä hankealueella ei ole tietoja. Finngrundet Östra Bankenin suunnitellun tuulipuiston lounaispuolella on tehty tutkimus silakan kutemisesta. Yhteenvetona voidaan todeta, että kutevia silakoita esiintyy Finngrundet Östra Bankenilla sekä syksyllä että keväällä, mutta yksilötiheydet ja kutu näyttävät olevan suurimmat keväällä ja alueen matalimmissa osissa.

Suspendoituneilla sedimenteillä ja sedimentaatiolla ei ennustetussa määrin odoteta olevan merkittävää vaikutusta silakan kutemiseen. Kun ehdotetut suojatoimenpiteet, kuten kaksinkertainen kuplaverkko ja pehmeä käynnistys ja voimakkuuden asteittainen lisäys (tai muun vastaaman suojatoimenpiteen avulla), toteutetaan, vedenalaista melua varten kehitetty aluekohtainen äänimallinnus osoittaa, että silakan tilapäistä häiriötä aiheuttavat äänitasot tuskin ulottuvat Finngrundet Östra Bankenille. Tilapäistä vaikutusta voi kuitenkin esiintyä Fyrskeppetin tuulipuiston alueella, mutta silakan lisääntymisen ei odoteta tapahtuvan siellä. Pehmeän käynnistykseen ja nousun myötä kalojen odotetaan voivan siirtyä pois alueilta, joilla voi esiintyä haitallisia äänitasoja.

Itämeren silakkaan kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä tai pieniä kaikkien vaiheiden ja vaikutustekijöiden osalta. Muihin kalalajeihin kohdistuvien vaikutusten katsotaan olevan vastaavia tai pienempiä, koska silakan ekologinen arvo on suurempi ja se on herkempi muutoksille kuin muut lajit.

Linnusto

Tehtyjen inventointien perusteella hankealueen lounaispuolella Finngrundet Östra Bankenin alueella sijaitsee kolme allille tärkeää talvehtimispaikkaa. Vuosina 2022–2023 tehtyjen selvitysten perusteella tuulivoimapuiston alueella ei arvioida olevan merkitystä allin talvehtimisalueena. Tuulivoimapuiston alueella ei ole myöskään suurta merkitystä merilintujen levähdyspaikkana.

Finngrundet Östra Banken ja tuulivoimapuistoalue ovat tärkeitä Itämeren kautta kulkeville muuttolinnuille, kuten metsähanhelle ja laulujoutsenelle. Tuulivoimapuistoalueella on myös jonkin verran merkitystä Gävlenlahden rannikolla esiintyvien Itämeren kalalokin ruokailualueena.

Toimintavaiheen aikana on mahdollista, että lintujen, kuten allin ja kaakkurin pitää siirtyä pois alueelta, jotta vältettäisiin vaikutukset Finngrundet Östra Banken -nimisellä Natura 2000 -alueella talvehtiviin allikantoihin, tuulipuiston perustamisalueen ja Natura 2000 -alueen väliin on jätetty 2 kilometrin puskurivyöhyke. Riskien vähentämiseksi tuulivoimaloita ei sijoiteta alueelle, joka on alle 2 km:n etäisyydellä Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000-alueen 30 m syvyyskäyrästä. Allin osalta vaikutus arvioidaan vähäiseksi syrjäytymisen osalta. Kaakkurien osalta vaikutus arvioidaan vähäiseksi, koska alueella on suhteellisen vähän yksilöitä ja niille on edelleen runsaasti tilaa Finngrundet Östra Bankenissa ja läheisillä merialueilla. Törmäysriski tuulivoimaloiden lapoihin voi vaikuttaa lähinnä metsähanhiin, laulujoutseniin, mustalintuihin, lapintiiruihin ja Itämeren kalalokkeihin, jotka kulkevat alueen läpi muuton tai ravinnonhankinnan aikana. Vaikutus arvioidaan kuitenkin vähäiseksi metsähanhen, laulujoutsenen ja kalalokin osalta, koska mallinnuksen tulosten perusteella törmäysten todennäköisyys arvioidaan näiden lajien osalta pieneksi. Selkälokin osalta vaikutus arvioidaan edellä mainitun mallinnuksen tulosten perusteella vähäiseksi. Syntyneiden esteiden vaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Kaiken kaikkiaan vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä toimintavaiheessa.

Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheen aikana vaikutukset lintuihin arvioidaan vähäisiksi.

Kaupallinen kalastus

Alueen kaupallista kalastusta on arvioitu aiempien vuosien kalasaaliita tutkimalla. Kaupallisesti kalastetaan pääasiassa silakkaa. Tuulivoimapuiston eteläosassa oleva rajattu alue on osa laajempaa aluetta, joka on nimetty kaupallisen kalastuksen kannalta valtakunnallisesti tärkeäksi pyyntialueeksi. Kalasaaliiden tarkastelu osoittaa, että vain pieni osa kokonaissaaliista saadaan hankealueelta ja, että muut hankealueen ulkopuoliset alueet ovat valtakunnallisesti merkittävämpiä.

Itse tuulipuiston fyysisten vaikutusten ja vedenalaisen melun arvioidaan vaikuttavan mahdollisesti kaupalliseen kalastukseen hankealueella ja sen läheisyydessä. Rakentamisvaiheen aikana kaupalliselle kalastukselle aiheutuvien vaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä, koska hankealueen merkitys kaupalliselle kalastukselle on vähäinen. Toimintavaiheen aikana vaikutusten odotetaan olevan vähäisiä.

Meriliikenne

Tuulivoimapuiston perustaminen voi merkitä sitä, että meriliikenne ei voi käyttää hankealuetta samalla tavalla kuin nykyään rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. Kyseinen hankealue vaikuttaa ensisijaisesti Sundsvallin ja Iggesundin/Hudiksvallin satamiin suuntautuvaan ja niistä lähtevään liikenteeseen. Muut laivaväylät kulkevat hankealueen ulkopuolella. Liikennemäärät ovat hyvin pieniä tai vähäisiä analysoiduilla laivaväylillä. Pienempien alusten ja veneiden odotetaan voivan jatkaa liikennöintiä hankealueella myös toimintavaiheen aikana. Hankealueen itäpuolella sijaitsevan reitin uudelleenreitityksestä aiheutuvan reitin pidentymisen odotetaan johtavan hieman pidempiin matka-aikoihin, joten vaikutukset meriliikenteeseen toiminnan aikana katsotaan vähäisiksi.

Yhteisvaikutukset

Fyrskepetin tuulivoimapuiston odotettavissa olevien vaikutusten lisäksi on arvioitava, voivatko lähistöllä sijaitsevien muiden hankkeiden ja toimenpiteiden vaikutukset aiheuttaa yhteisvaikutuksia.

Olemassa olevien ja luvanvaraisten toimintojen lisäksi yhtiö on sisällyttänyt yhteisvaikutusten arviointiin myös konsernin omat tuulipuistot Selkämerellä, vaikka niitä ei ole rakennettu tai niille ei ole myönnetty lupaa. Selkämerellä on tällä hetkellä toiminnassa vain yksi merituulivoimapuisto. Se sijaitsee Porin edustalla Suomen rannikolla, eikä sen katsota aiheuttavan yhteisvaikutuksia suuren etäisyyden vuoksi. Lisäksi on tehty yhteisvaikutusten arviointi muiden lähialueelle suunniteltujen tuulivoimapuistojen osalta siinä määrin kuin se on mahdollista, koska ne eivät ole vielä saaneet lupaa vaan ovat vasta hankkeen alkuvaiheessa. Lähialueella harjoitetaan pääasiassa merenkulkua ja kaupallista kalastusta.

Fyrskeppetin tuulivoimapuiston rakentamisen ja käytön aikana ei katsota aiheutuvan merkittäviä yhteisvaikutuksia muun muassa kaloihin, kaupalliseen kalastukseen, merenkulkuun ja käytön aikana lintuihin, mikä johtuu osittain tuulivoimapuiston suojatoimenpiteistä ja suunnittelusta.

Riskit ja turvallisuus

Tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana merenkulkuun kohdistuu riskejä (navigointiriskit). Rakennusvaiheen aikaisten törmäysten todennäköisyyttä pidetään hyvin pienenä, kun otetaan huomioon riskien vähentämistoimenpiteet ja nykyinen meriliikenne. Tuulivoimapuiston toimintavaiheessa laskelmat ovat osoittaneet, että karilleajon todennäköisyys vähenee jonkin verran, kun Fyrskeppetin tuulivoimapuisto on perustettu, mutta törmäysriski kasvaa jonkin verran, vaikka tuulivoimapuiston ei odoteta vaikuttavan merkittävästi karilleajon todennäköisyyteen.

Fyrskeppetin hankealue saattaa olla talvella ajoittain jäässä, ja tuulivoimaloiden läsnäolo voi vaikuttaa mahdollisuuteen murtaa jäätä laivojen kuljettamiseksi läheisiin satamiin. Normaalina jäätalvena Fyrskeppetin hankealueella ei ole runsaasti merijäätä, vaikka jäälautat saattavatkin ajautua rannikolta hankealueelle. Leutoina jäätalvina merijäätä ei ole lainkaan. Vaikeina jäätalvina (joita odotetaan esiintyvän kerran kymmenessä vuodessa) tuulivoimapuisto saattaa lisätä jäänmuodostusta ja jäänmurtotarvetta, mikä voi lyhytaikaisesti vaikuttaa laivaliikenteen kulkuyhteyksiin ja rajoittaa tilapäisesti pääsyä alueen satamiin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että alueen merenkululle ei odoteta kohdistuvan merkittäviä riskejä, joilla olisi valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia.

Kokonaisarvio

Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen aikana suunnitelluista toimista aiheutuvat vaikutukset kohdistuvat pääasiassa hankealueelle tai sen välittömään läheisyyteen. Tuulivoimapuisto ei näy Suomen mantereelta, mutta Suomen talousvyöhykkeellä sillä on visuaalisia vaikutuksia merenkulkijoille, jotka kokevat maiseman muuttuvan. Kun lieventämistoimenpiteet on toteutettu, vaikutukset eri ympäristötekijöihin Ruotsin vesillä ovat merkityksettömiä tai vähäisiä. Merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia ei arvioida syntyvän, kun otetaan huomioon tuulivoimapuiston vaikutus eri kohteisiin ja arvoihin, suojatoimenpiteet ja etäisyys suomalaisiin alueisiin ja intresseihin.

Sisällysluettelo

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Johdanto | 9 |
| 1.1 | Hankkeen kuvaus..... | 9 |
| 1.2 | Hakijaa koskevat tiedot | 10 |
| 2. | Espoon raportista | 11 |
| 3. | Selonteko Espoon kuulemisesta..... | 12 |
| 3.1 | Espoo-kuuleminen..... | 12 |
| 3.2 | Espoon kuuleminen Fyrskeppet Offshore -hankkeelle | 12 |
| 3.3 | Yhteenvedo lausunnoista ja vastineista..... | 13 |
| 4. | Alueen kuvaus | 19 |
| 4.1 | Tietoa hankealueesta | 19 |
| 4.2 | Meteorologiset olosuhteet..... | 20 |
| 4.3 | Merenpohjan olosuhteet | 22 |
| 5. | Vaihtoehtojen selvitys..... | 24 |
| 5.1 | Vaihtoehtoiset rakennuspaikat | 24 |
| 5.2 | Vaihtoehtoinen suunnittelu ja laajuus | 26 |
| 5.3 | Nollavaihtoehto..... | 30 |
| 6. | Vaikutustenarviointimenetelmät | 30 |
| 6.1 | Menetelmät ympäristön nykytilan kuvaamiseksi..... | 31 |
| 6.2 | Vaikutustenarviointimenetelmät | 31 |
| 6.3 | Ympäristövaikutusten arviointi | 33 |
| 6.4 | Natura 2000 -verkostoon kohdistuvien vaikutusten arviointi..... | 33 |
| 6.5 | Konservatiivinen arviointi..... | 34 |
| 7. | Hankkeeseen vaikuttavat tekijät | 34 |
| 7.1 | Meriympäristönmuutokset | 35 |
| 7.2 | Vedenalainen melu..... | 39 |
| 7.3 | Ilmassa kantautuva melu..... | 45 |
| 7.4 | Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio | 46 |
| 7.5 | Sähkömagneettiset kentät | 51 |
| 7.6 | Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | 52 |
| 7.7 | Fyysiset vaikutukset merenpohjaan | 53 |
| 7.8 | Visuaalinen vaikutus..... | 54 |
| 8. | Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset | 57 |

| | | |
|------|--|-----|
| 8.1 | Meritieteelliset olosuhteet..... | 58 |
| 8.2 | Vedenalainen melu..... | 58 |
| 8.3 | Ilmassa kantautuva melu..... | 58 |
| 8.4 | Suspendoitunut sedimentti ja sedimentaatio | 58 |
| 8.5 | Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | 58 |
| 8.6 | Visuaalinen vaikutus..... | 59 |
| 9. | Nykytilan kuvaus ja vaikutukset | 60 |
| 9.1 | Kalasto | 60 |
| 9.2 | Linnut..... | 76 |
| 9.3 | Kaupallinen kalastus..... | 89 |
| 9.4 | Meriliikenne..... | 96 |
| 10. | Seurantatoimien arviointi..... | 102 |
| 10.1 | Valmistelevat kartoitukset | 102 |
| 10.2 | Vientikaapeleiden rakentaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen | 104 |
| 10.3 | Meriliikenteen ja satamatoiminnan lisääntyminen | 105 |
| 10.4 | Ylijäämämassojen käsittely | 106 |
| 10.5 | Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset | 108 |
| 11. | Natura 2000..... | 108 |
| 11.1 | Natura 2000 -alueet | 108 |
| 11.2 | Yleisarviointi Natura 2000 | 110 |
| 12. | Yhteisvaikutukset | 111 |
| 12.1 | Rakennusvaihe..... | 114 |
| 12.2 | Toimintavaihe..... | 116 |
| 13. | Riskit ja turvallisuus..... | 119 |
| 13.1 | Merenkulkuun kohdistuvat riskit - rakennusvaihe..... | 119 |
| 13.2 | Merenkulkuun kohdistuvat riskit - toimintavaihe..... | 120 |
| 13.3 | Merenkulkuun kohdistuvat riskit - käytöstäpoistovaihe..... | 122 |
| 14. | Suojelutoimenpiteet ja muut sitoumukset | 122 |
| 14.1 | Rakennusvaiheen suojelutoimenpiteet..... | 122 |
| 14.2 | Suojelutoimenpiteet käyttövaiheen aikana | 124 |
| 14.3 | Suojelutoimenpiteet käytöstäpoistovaiheen aikana..... | 125 |
| 15. | Yleisarvio valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista..... | 126 |
| 16. | Valvonta ja seuranta..... | 126 |

| | | |
|------|-----------------------------------|-----|
| 16.1 | Valvonta paalutuksen aikana | 127 |
| 17. | Alustava aikataulu | 128 |
| 18. | Viitteet..... | 129 |

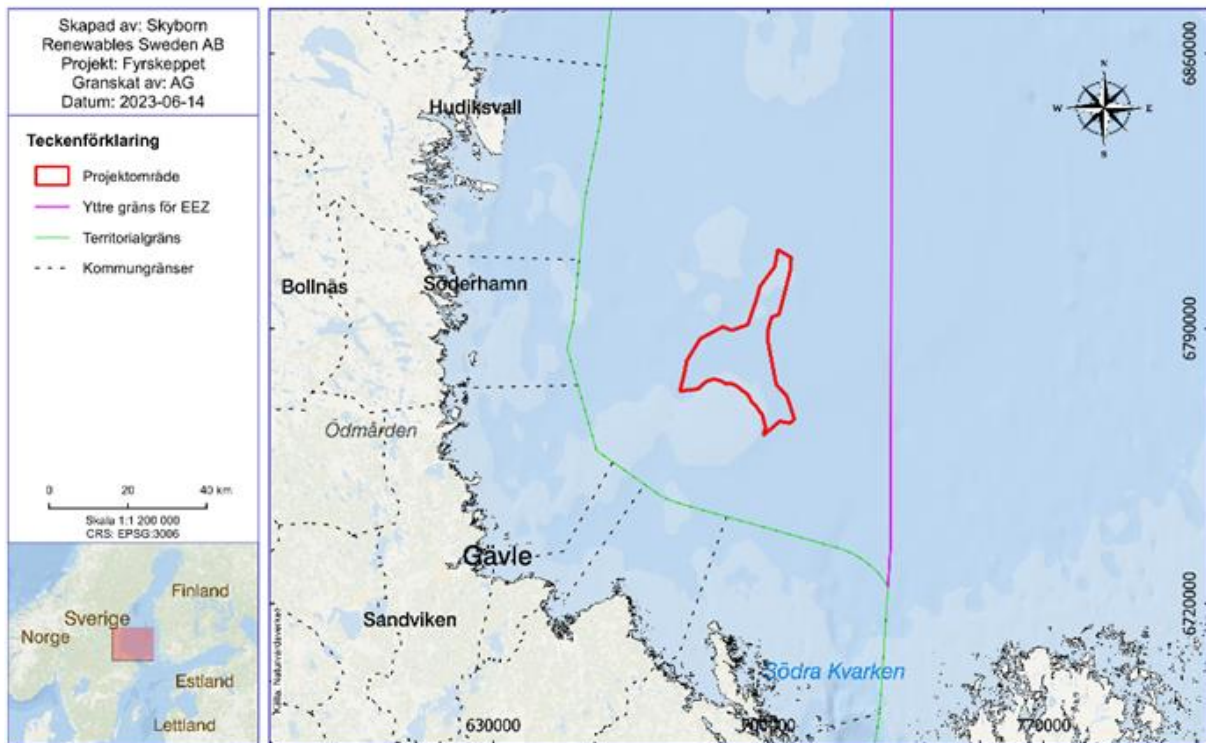
Liitteet

| | |
|----------|--|
| Liite E1 | Fyrskeppet Offshore Wind Farm – Fisheries Technical report (Niras, 2023). |
| Liite E2 | Fyrskeppetin tuulipuisto - vaikutukset lintuihin (Ramboll, 2023). |
| Liite E3 | Fyrskeppet tuulipuiston linnut maaliskuusta joulukuuhun 2023 saaka (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023). |
| Liite E4 | Fyrskeppet Offshore- - Hydrodynamic Pressure (Niras, 2023) |
| Liite E5 | Finngrundein alueen merkitys allille tuulivoimalan näkökulmasta (Nilsson, Bergland & Isaeus, 2020). |
| Liite E6 | Merenkulkuun liittyvien kysymysten ratkaiseminen (RISE, 2024) |
| Liite E7 | Ehdotetut ehdot |

1. Johdanto

1.1 Hankkeen kuvaus

Yhtiö hakee lupaa tuulivoimapuiston rakentamiseen, jossa on enintään 187 tuulivoimalaa ja joiden korkeus on enintään 350 metriä. Tuulivoimapuistoa suunnitellaan Selkämerelle Ruotsin talousvyöhykkeelle, ja sen pinta-ala on noin 488 km², ks. Kuva 1-1. Lyhin etäisyys hankealueelta Ruotsin mantereelle on noin 50 km. Etäisyys Suomen talousvyöhykkeelle on noin 24 km ja lyhin etäisyys Suomen rannikolle noin 130 km. Hankealue muodostaa laajan ja yhtenäisen alueen, jonka syvyys on tasainen ja joka soveltuu hyvin perustusten ankkurointiin. Syvyys vaihtelee pääasiassa noin 24–60 metrin välillä, ja keskisyvyys on 47 metriä.

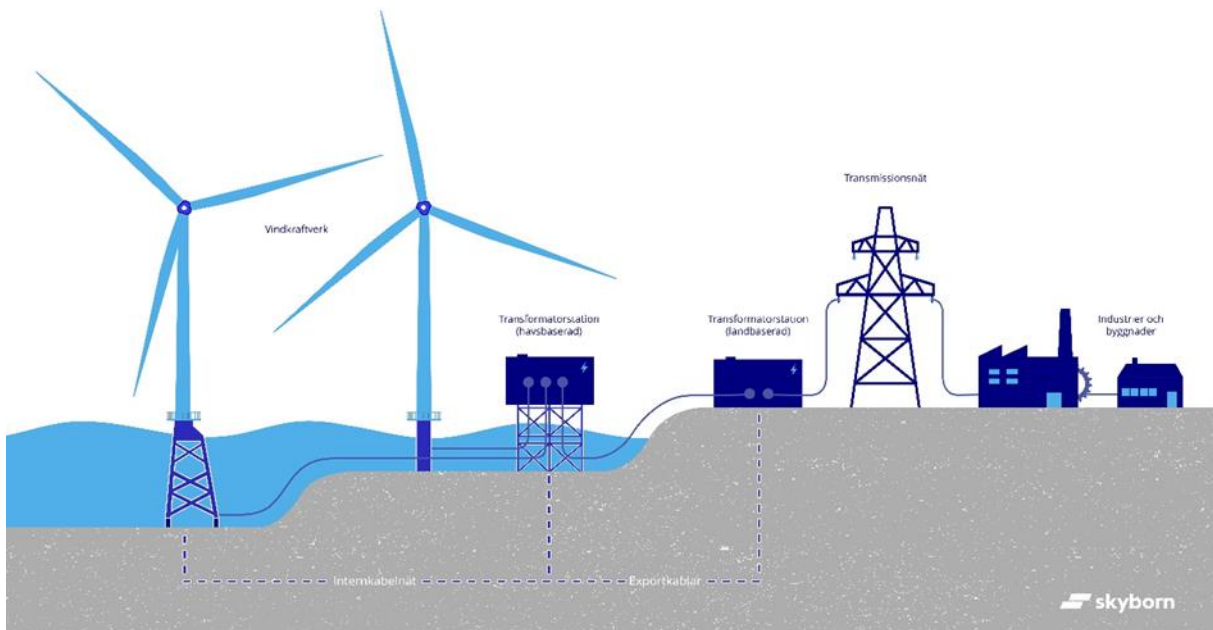


Kuva 1-1. Fyrskäppetin tuulipuiston hankealueen yleiskartta.

Yhtiö on päättänyt rajoittaa aluetta, jolle perustuksia voidaan sijoittaa, suojellakseen läheisiä Natura 2000 -alueita ja merilintuja, jotka tavallisesti ruokailevat matalammilla alueilla. Kahden kilometrin etäisyydelle Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000 -alueen läheisyydessä sijaitsevista alueista, joiden syvyys on matalampi kuin 30 m, ei siis sijoiteta perustuksia. Ks. Tarkemmin luku 5.2.1 tuulivoimaloiden lukumäärästä ja tuulivoimapuiston suunnittelusta.

Tuulivoimaloiden lisäksi Fyrskäppetin tuulipuiston hankealueelle on suunniteltu sähköasemia, logistiikkalaitureita ja mittarimastoja (ks. Kuva 1-2). Laitoksen eri osat liitetään toisiinsa hankealueen sisäisillä vedenalaisilla kaapeleilla. Hankealueen merenpohjaan asennetaan vientikaapeleita verkkoliitäntäpisteeseen. Tuulivoimapuistoon rakennetaan arviolta 93–187 tuulivoimalaa riippuen tuulipuiston rakentamisajankohdasta ja käytettävissä olevasta rakennustavasta. Hankealueen koon ja

paikallisten olosuhteiden perusteella tuulipuiston asennetun kokonaiskapasiteetin odotetaan olevan noin 2 000–2 800 MW.



Kuva 1-2. Kaaviokuva merituulipuiston infrastruktuurista.

Hankealueen koko, syvyys- ja tuuliolosuhteet mahdollistavat Tukholman ja Uppsalan alueelle hyvin paljon uusiutuvaa sähköä tuottavan tuulivoimapuiston rakentamisen. Alueen tuuliolosuhteita pidetään erittäin hyvinä. Yhtiö arvioi, että Fyrskeppetin tuulipuistoalueella 150 metrin korkeudella vallitseva pitkän aikavälin vuoden keskimääräinen tuulen nopeus on noin 9,3 m/s, mikä tarkoittaisi noin 8–11 TWh:n vuotuista tuottoa. Tämä vastaa noin 6–8 prosenttia Ruotsin kokonaisähkönkulutuksesta vuonna 2023 tai noin 1,6–2,2 miljoonan kotitalouden vuotuista kulutusta.

Suotuisat tuuli- ja merenpohjaolosuhteet, hyvät liittymismahdollisuudet sähköverkkoon ja vähäiset ympäristövaikutukset tarjoavat hyvät mahdollisuudet Fyrskeppetin merituulipuiston toteuttamiseen. Ruotsin energiavirasto on nimennyt suuren osan hankealueesta kansallisesti kiinnostavaksi energiantuotantoalueeksi, ja se on yksi Ruotsin harvoista alueista, jotka on merialuesuunnitelmien mukaan nimetty energiantuotantoon.

Ruotsin hallitukselta on haettu Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaista lupaa tuulivoimaloiden ja niihin liittyvien laitosten rakentamiseen ja toimintaan. Lisäksi lääninhallitukselta on haettu lupaa ympäristölain 7 luvun 28 a §:n nojalla toiminnan mahdollisista vaikutuksista läheisiin Natura 2000 -alueisiin (Natura 2000 -lupa).

1.2 Hakijaa koskevat tiedot

Fyrskeppet Offshore -hanketta hallinnoi Fyrskeppet Offshore AB -yhtiö, jonka omistaa saksalainen emoyhtiö Skyborn Renewables GmbH. Skyborn on maailmanlaajuinen konserni, joka kehittää ja hallinnoi merituulivoimapuistoja. Konsernilla on yhteensä noin 20 vuoden kokemus

tuulivoimapuistojen kehittämisestä, rakentamisesta ja toiminnasta. Vuoteen 2023 mennessä on suunniteltu ja rakennettu kuusi merituulipuistoa eri puolille maailmaa.

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

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

Toiminta Ruotsissa alkoi vuonna 2002 Kriegers Flakin merituulipuiston kehittämisellä Trelleborgin edustalla. Hanke, joka myöhemmin hyväksyttiin, myytiin Vattenfallille vuonna 2005.

Nykyään Skyborn Renewables Sweden kehittää tuulivoimapuistohankkeita Eystrasalt Offshore, Storgrundet Offshore, Polargrund Offshore ja Fyrskeppet Offshore. Kaiken kaikkiaan Ruotsin projektisalkku tarjoaa noin 10 GW:n asennetun tehon potentiaalin, mikä vastaa noin 40 TWh sähköntuotantoa, jolla on mahdollisuus toteutua ennen vuotta 2035

2. Espoon raportista

Tämä Espoo-raportti on osa Fyrskeppet Offshore AB:n Espoon yleissopimuksen mukaisesti järjestämää kuulemista suunnitellun Fyrskeppet Offshore -tuulipuiston mahdollisista rajat ylittävistä vaikutuksista. Tässä raportissa käsitellään yksityiskohtaisesti Espoon kuulemisen yhteydessä saatuja kommentteja sekä kuvataan ja esitellään suunnitellun toiminnan rajat ylittävistä vaikutuksista ja seurauksista tehtyjä arvioita.

Lupahakemusten pohjaksi on laadittu ympäristövaikutusten arviointi (YVA), joka perustuu useisiin taustaraportteihin, tutkimuksiin ja inventointeihin. Tässä Espoon raportissa kuvataan arvioinnit tai rajaukset, jotka on tehty mahdollisista rajat ylittävistä vaikutuksista, sekä muut asiaankuuluvat YVA-selvitykset.

Ainoastaan Suomi on halunnut osallistua Espoon prosessiin, joten raportissa keskitytään vaikutuksiin Suomen intressien kannalta. Raportissa on keskitytty erityisesti niihin näkökulmiin, joista suomalaiset lausunnonantajat ovat huomautuksissaan ilmaisseet olevansa erityisen kiinnostuneita. Tähän sisältyvät vaikutukset ja seuraukset kaloihin, lintuihin, kaupalliseen kalastukseen ja merenkulkuun sekä rajat ylittävät vaikutukset. Espoon raportissa tarkastellaan myös toiminnan seurannaisvaikutuksia, yhteisvaikutuksia, merenkulkuun liittyviä riskejä ja turvallisuutta sekä vaikutuksia naapurimaiden Natura 2000 -alueisiin.

Luvussa 7 kuvataan toiminnasta mahdollisesti aiheutuvia merkityksellisiä vaikutustekijöitä ja luvussa 8 arvioidaan valtioiden rajat ylittäviä vaikutustekijöitä, jotka aiheuttavat vaikutuksia hankealueen ulkopuolella. Näitä vaikutustekijöitä arvioidaan luvussa yhdessä mahdollisten rajat ylittävien vaikutusten asiaankuuluvien henkilöiden kanssa. Luvuissa 9 ja 13 arvioidaan yksityiskohtaisemmin kohteita, joihin voi kohdistua mahdollisia rajat ylittäviä vaikutuksia tai riskejä, joita suomalaiset neuvottelukumppanit ovat erityisesti korostaneet.

Tämän Espoo-raportin liitteenä ovat ympäristövaikutustenarviointia varten laaditut asiaankuuluvat liitteet, jotka liittyvät niihin vaikutuskohteisiin, joista Suomi on osoittanut erityistä kiinnostusta Espoon kuulemisten aikana. Nämä liitteet ovat seuraavat:

- Liite E1 - Fyrskeppet Offshore Wind Farm – Fisheries Technical report (Niras, 2023)
- Liite E2 - Fyrskeppetin tuulipuisto - vaikutukset lintuihin (Ramboll, 2023).
- Liite E3 - Fyrskeppetin tuulipuiston linnusto maaliskuusta joulukuuhun 2023 saaka (Heliaca Naturvårdsconsulting, 2023).
- Liite E4 - Fyrskeppet Offshore – Hydrodynamic Pressure (Niras, 2023)
- Liite E5 - Finngrundetin merkitys alleille suhteessa tuulivoimaan näkökulmasta (Nilsson, Bergland & Isaeus, 2020).
- Liite E6 - Merenkulkuun liittyvien kysymysten käsittely (RISE, 2024).
- Liite E7 - Ehdotetut ehdot

3. Selonteko Espoon kuulemisesta

3.1 Espoo-kuuleminen

Espoon sopimuksen mukaan sellaisen toiminnan toteuttajan, jolla voi olla merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia, on ilmoitettava asiasta asianomaisille (eli muille valtioille), joihin toiminta todennäköisesti vaikuttaa, ja kutsuttava heidät osallistumaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Espoon sopimuksen 3–6 artiklan mukaista kuulemismenettelyä koordinoi vastuuviranomainen kussakin valtiossa, johon vaikutus kohdistuu. Ruotsissa vastuuviranomainen on Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (Naturvårdsverket).

Espoon kuulemisen jälkeen toimintaa koskevassa lopullisessa päätöksessä on varmistettava, että sekä ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset että saadut lausunnot otetaan asianmukaisesti huomioon. Valtioneuvosto päättää Espoon kuulemisen Ruotsin talousvyöhykelain mukaisella lupapäätöksellä.

3.2 Espoon kuuleminen Fyrskeppet Offshore -hankkeelle

Fyrskeppet Offshoren osalta Espoon kuuleminen aloitettiin keväällä 2022, kun toimintaa koskeva ilmoitus lähetettiin Ruotsin ympäristönsuojeluvirastolle (Naturvårdsverket). Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto teki arvion, että Suomi tulisi kutsua Espoon sopimuksen mukaisesti kuulemisiin. Naturvårdsverket lähetti laaditun kuulemisasiakirjan kuulemiskutsun mukana Suomen ympäristöministeriölle 28.2.2022.

Ympäristöministeriö jakoi kuulemisasiakirjan kommentoitavaksi Suomen viranomaisille ja muille asianomaisille organisaatioille. Suomalaisilta viranomaisilta ja järjestöiltä saatiin yhteensä 14 kirjallista lausuntoa. Useat kuulemiseen osallistuneista suomalaisista tahoista ilmoittivat haluavansa osallistua ympäristövaikutusten arvioinnin jatkotyöhön. Yleisimmät lausunnot Espoon kuulemisessa olivat Fyrskeppetin tuulivoimapuiston vaikutukset kaloihin ja kaupalliseen kalastukseen, merenkulkuun, meriturvallisuuteen, muuttolintuihin sekä se, että rajat ylittäviä vaikutuksia Suomeen on korostettava.

Saadut lausunnot otettu huomioon lupahakemusten ympäristövaikutusten arvioinnissa.

3.3 Yhteenveto lausunnoista ja vastineista

Kirjallisia lausuntoja saatiin seuraavilta tahoilta

- Suomen Ammattikalastajaliitto
- WWF Suomi
- Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Traficom ja Suomen Väylävirasto
- Suomen riistakeskus
- Suomen ympäristökeskus (SYKE)
- Birdlife Suomi
- Natur och Miljö ry
- Suomen luonnonsuojeluliitto
- Museovirasto
- Ilmatieteen laitos
- Luonnonvarakeskus
- Metsähallitus

Seuraavassa esitetään yhteenveto saaduista lausunnoista ja yhtiön vastaus niihin.

3.3.1 Suomen Ammattikalastajaliitto

Suomen Ammattikalastajaliitto on todennut, että Fyrskeppetin tuulivoimapuisto sijaitsee Suomen kaupalliselle kalastukselle tärkeimmällä alueella. Rakennustöiden aikaiset vaikutukset luonnonolosuhteisiin, kalakantoihin ja kaupalliseen kalastukseen on arvioitava perusteellisesti ja saadut tiedot analysoitava kriittisesti.

Ammattikalastajat ja Suomen Ammattikalastajaliitto ovat hyvin huolissaan tästä kehityksestä, sillä yhteisvaikutuksia luontoon ja kalakantoihin ei ole tutkittu riittävästi. Käytännössä laajat merialueet suljetaan kalastukselta. Suomen Ammattikalastajaliitto on julkaissut myös yleisemmän lausunnon merituulivoiman suunnittelusta.

Suomen Ammattikalastajaliitto pitää välttämättömänä osallistua ympäristövaikutusten arviointiin.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö on saanut Suomen Ammattikalastajaliitolta kommentteja sekä Ruotsin että Espoon kuulemisissa, ja se on ottanut ne huomioon ympäristövaikutusten arviointia koskevassa työssä. Yhtiö on selvittänyt rakennustöiden vaikutuksia muun muassa vedenalaiseen meluun ja sedimentin leviämiseen sekä vaikutuksia muun muassa kaloihin ja mahdollisiin kutualueisiin. Tulokset ovat ympäristövaikutusten arvioinnin pohjana ja ne on raportoitu myös tässä Espoon raportissa (ks. luku 9.1 Yhtiö on tutkinut myös yhteisvaikutuksia, jotka on esitetty luvussa 12.

3.3.2 WWF Suomi

WWF Suomi toteaa, että hanke kattaa suhteellisen suuren alueen Itämeren silakkakannan ydinalueella Selkämerellä, joka on myös tärkeä troolikalastusalue. Suomen kiintiöosuus on yli 80 prosenttia ja Itämeren silakka on keskeinen laji Itämeren ekosysteemissä. Itämeren silakka ja sen

kalastus Selkämerellä on myös yksi harvoista esimerkeistä EU:n vesillä, joilla kanta ja kalastusta perustuvat tutkimustietoon pohjautuvaan aitoon kestävyYTEEN.

WWF Suomen mielestä Suomen tavoitteena tulisi olla Itämeren silakkakannan hyvän tilan turvaaminen Selkämerellä. Merituulivoiman mahdollisia pitkän aikavälin vaikutuksia Itämeren silakkakantaan on vaikea arvioida, mutta jo tässä vaiheessa voidaan olettaa, että sekä silakan että lohen liikkeet ohjaavat kalastusta pois hankealueelta.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä kaloihin kohdistuvien vaikutusten arviointiin. Suunnittelussa on myös varmistettava, että Fyrskeppetin tuulivoimapuisto ei heikennä kalastuselinkeinoja Selkämeren keskeisellä kalastusalueella.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö on saanut saalistiedot 10 vuoden ajalta analysoidakseen alueen kaupallista kalastusta. Analyysi on osoittanut, että kaupallinen kalastus tapahtuu eteläisellä Selkämerellä pääasiassa Fyrskeppetin tuulipuiston ulkopuolella. Tuulivoimapuiston alueella harjoitetaan jonkin verran suomalaista pelagista troolikalastusta, mutta vähäisellä pyyntimäärällä ei ole suurta merkitystä alueen kaupallisen kalastuksen kannalta.

Rakennus- ja käyttövaiheen melu on todennäköisesti tekijä, jolla on suurin vaikutus, koska silakoiden kuulo on suhteellisen hyvä ja ne ovat herkkiä äänille (Popper & Fay, 2011). Silakkaan kohdistuvia vaikutuksia ja vaikutusten arviointia on tutkittu laajalti ja ne esitetään luvussa 9.1. Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu ja ne on esitetty luvussa 9.3 ja liitteessä E1.

3.3.3 Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)

ELY-keskus on todennut, että Suomen kannalta merkittävimmät ympäristövaikutukset Fyrskeppetin tuulivoimapuistoon liittyen liittyvät kaloihin ja kalatalouteen. Alue on erittäin tärkeä troolausalue suomalaisille kalastusaluksille ja se tulisi ottaa huomioon prosessissa.

ELY-keskus katsoo myös, että Itämeren kokonaisvaltaisen merialuesuunnittelu on otettava huomioon, kun tarkastellaan lintujen ja kalakantojen elinoloja sekä kalataloutta.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö viittaa edellä olevaan WWF Suomen lausuntoon. Yhtiö haluaa myös korostaa, että lintujen, kalojen ja kaupallisen kalastuksen esiintymistä alueella on tutkittu huolellisesti. Tehtyjen kartoitusten ja selvitysten perusteella yhtiö on ottanut tämän huomioon tuulipuiston suunnittelussa ja jatkosuunnittelussa ja noudattanut ennalta varautumisen periaatetta.

3.3.4 Liikenne- ja viestintäministeriö

Ministeriö katsoo, että yhtiön on otettava huomioon vesiväylien esteetön käyttö, tutkajarjestelmät ja meriliikenteen turvallisuus Fyrskeppet -tuulivoimapuistossa. Ministeriö pitää myös tärkeänä, ettei tuulivoimapuisto keskeytä radiotaajuuksien käyttöä.

Ministeriö pitää tarpeellisena osallistua Espoon prosessiin.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö pyrkii siihen, että tuulivoimapuisto ja alueen merenkulku toimivat rinnakkain, ja se on tehnyt kattavan merenkulun riskianalyysin ja muita asiaa koskevia selvityksiä (ks.luku 9.4 ja luku 13).

3.3.5 Traficom ja Suomen väylävirasto

Traficom ja Väylävirasto ovat antaneet yhteisen lausunnon, jossa todetaan, että alukset käyttävät ajoittain virallisten väylien ulkopuolisia reittejä, mikä on otettava huomioon suunnittelussa, jotta vältetään vaikutukset merenkulun toimintaolosuhteisiin ja turvallisuuteen.

Merituulivoimahankkeiden yhteisvaikutukset on otettava huomioon. Kun tuulipuistojen määrä kasvaa ajan myötä Selkämerellä, voivat ne vaikuttaa merenkulkuun erityisesti talviaikaan. Vaikutus voi olla erittäin suuri Selkämerellä. Talvimerenkulusta ja jäänmurrosta vastaavia toimivaltaisia viranomaisia olisi kuultava kaikissa merituulivoimahankkeissa talousvyöhykkeellä. Suomessa tämä viranomainen on Väylävirasto.

Yhtiön kommentti:

Ennen ympäristövaikutusten arvioinnin laatimista yhtiö tutki alueen merenkulkua analysoimalla AIS-tietoja ja teki merenkulun riskianalyysin. Merenkulun riskianalyysin yhteydessä järjestettiin riskiseminaari (HAZID) alueen viranomaisten ja aktiivisten laivanvarustajien kanssa. Riskiseminaarissa keskusteltiin viranomaisten kanssa, jotka vastaavat muun muassa jäänmurrosta ja Fyrskeppet -tuulivoimapuiston mahdollisista vaikutuksista toimintaan, kuten jäänmurtoon ja pelastustoimintaan tuulipuiston alueella. Ulkopuoliset merenkulun asiantuntijat ovat myös erityisesti tutkineet jäänmurtoon liittyviä riskejä. Merenkulkua koskeva vaikutusten ja seurausten arviointi rajatylittävässä yhteydessä sekä yhteisvaikutukset esitetään luvussa 8, 9.4 ja luvuissa 12 ja 13.

3.3.6 Suomen Riistakeskus

Suomen riistakeskus on ilmaissut huolensa Fyrskeppetin tuulivoimapuiston mahdollisista vaikutuksista muuttuviin merilintuihin. Suurimmat riskit voivat syntyä, jos tuulivoimapuisto rakennetaan matalille merialueille, jotka ovat tärkeitä ruokailualueita merilinnuille. Ongelma on erityisen akuutti talvella, kun talvehtimisympäristöjä Itämerellä on niukasti ja linnut keskittyvät tietyille keskeisille alueille. Merilinnuille aiheutuvien häiriöiden minimoimiseksi tuulivoimalat olisi asennettava yli 35 metrin syvyisille alueille. Näin merilintujen käyttämät matalat ruokailualueet voivat säilyä koskemattomina ja toimia edelleen lintujen elinympäristönä.

Suomen riistakeskuksen mukaan Fyrskeppetin tuulivoimapuisto sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla pesivien meri- ja metsähanhien muuttoreitillä. GPS-seurattujen lintujen reittiä ja lintujen lentokorkeutta suhteessa tuulivoimapuistoon tulisi tutkia tarkemmin eri sääolosuhteissa, jotta voidaan arvioida vaikutuksia hanhikantoihin. Hanhien lentokorkeus muuttoreitillä voi vaihdella sääolosuhteiden mukaan.

Suomen riistakeskuksen mukaan on alusta alkaen harkittava lieventämistoimenpiteitä, joilla vähennetään mahdollista törmäyskuolleisuutta kriittisinä aikoina (teknologian käyttö, värin valinta jne.). Lisäksi olisi tutkittava, voidaanko turbiinit sijoittaa siten, että turbiinien käyttämä ilmatila on mahdollisimman pieni suhteessa tunnettuihin muuttoreitteihin. Tämä voi myös vähentää törmäysriskiä silloin, kun näkyvyys on huono ja linnut lentävät matalalla.

Riistakeskus katsoo, että suunnittelussa on otettava huomioon myös AEWA-sopimus (African Eurasian Migratory Waterbird Agreement). Muuttovesilintuja koskevat kansainväliset yhtenäiset lajien toimintasuunnitelmat, erityisesti pilkkasiiven (*Melanitta fusca*), metsähänhen (*Anser fabalis fabalis*) ja allin (*Clangula hyemalis*) osalta. Riistakeskus viittaa myös kahteen AEWA:n hyväksymään ohjeeseen, jotka ovat tältä osin merkityksellisiä (ohjeet vesilintuihin vaikuttavan infrastruktuurin rakentamisen ja siihen liittyvien häiriöiden vaikutusten välttämisestä, minimoimisesta tai lieventämisestä sekä ohjeet sähköverkkojen vaikutusten välttämisestä tai lieventämisestä muuttolintuihin Afrikan ja Euraasian alueella).

Yhtiön kommentti:

Yhtiö on puolueettomien asiantuntijoiden välityksellä toteuttanut vuosina 2022, 2023 ja 2024 lintuselvityksiä maalta, veneestä ja ilmasta kartoittaakseen lintujen esiintymistä ja muuttoreittejä hankealueella. Lisäksi aiemmilta vuosilta on olemassa erittäin kattavat inventointitiedot. Yhtiö on myös analysoinut Ruotsin itärannikon sääasemien usean vuoden tutkatietoja arvioidakseen biomassaa ja lentosuuntia öisin. Valitettavasti Suomen sääasemien säätutkatietoja ei voitu käyttää, koska ne sijaitsevat kauempana rannikolta ja tiedot voivat siten olla harhaanjohtavia, jos linnut lentävät Ruotsin sijasta Baltian maiden yli. Selvitysten ja tutkimusten tulokset esitellään luvussa 9.2.1 ja liitteissä E2 ja E3. Vaikutusten arvioinnit muuttaviin merilintuihin esitetään luvussa 9.2.2 ja liitteessä E2.

Yhtiö on tutkinut huolellisesti talvehtivien merilintujen esiintymistä alueella ja tehnyt sen jälkeen joitakin muutoksia hankkeeseen, mukaan lukien Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000 -aluetta lähinnä olevan hankealueen tarkistaminen. Yhtiö on myös sitoutunut olemaan rakentamatta perustuksia 2 kilometrin etäisyydelle 30 metrin syvyydestä alueesta Natura 2000 -alueen Finngrundet Östra Bankenin yhteydessä, jotta suojeltaisiin allin ruokailualueita.

Yhtiö on ottanut huomioon suomalaisen GPS-seurannalla varustettuja hanhia koskevan tutkimuksen, jota on käytetty täydentämään muuttujoutseniin ja peltohanhiin kohdistuvien vaikutusten tutkimista ja arviointia. Yhtiö on myös tehnyt omia GPS-tutkimuksiaan muuttavista laulujoutsenista. Tulokset esitetään luvussa 9.2 ja liitteessä E2.

Suomen riistakeskuksen mainitsemaa hallitustenvälistä sopimusta AEWA:ta hallinnoi Ruotsin valtio suhteessa muihin sopimuksen osapuoliin.

3.3.7 Suomen ympäristökeskus (SYKE)

Suomen ympäristökeskus katsoo, että vaikka Fyrskeppet tuulivoimapuisto ei aiheuta suoria ympäristövaikutuksia Suomen meriympäristöön, vaikutukset merilintuihin ja merivirtauksiin on tuulivoimapuiston koon vuoksi selvitettävä huolellisesti.

Yhtiön kommentti:

Kuulemisen jälkeen yhtiö on tehnyt perusteellisia linnustonselvityksiä, ks.luku 9.2 ja liitteet E2 ja E3, ja se on antanut SMHI:n tehtäväksi suorittaa aalto- ja virtaamamittaukset alueella, ks. Luku 7.1.

3.3.8 Birdlife Suomi

BirdLife Suomen tiedossa ei ole, että Fyrskeppetin tuulipuistoalueella olisi erityistä merkitystä linnuille. Tietämys lintujen esiintymisestä avomerellä sekä tiedot ruokin ja kuikan syömien kalojen

ruokailualueista ovat kuitenkin puutteelliset. Näiden lajien tiedetään olevan herkkiä merituulivoimaloiden aiheuttamalle häiriölle, ja sen vuoksi on selvitettävä, mikä merkitys alueella on esimerkiksi näiden lajien ruokailulle.

BirdLife Suomen mukaan on tärkeää, että hankkeeseen sisältyy sekä kevät- että syysmuuton kattava tutkaseuranta, jotta muuton laajuus ja korkeus voidaan määrittää ja törmäysriski arvioida. Erityisen tärkeää on arvioida Fyrskeppetin tuulivoimapuiston mahdolliset vaikutukset koko muuttoreitille ja ottaa huomioon myös muut hankkeet muuttoreittien varrella.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö on tehnyt inventointeja ja selvityksiä lintujen esiintymisen ja muuttoreittien selvittämiseksi avomerellä. Yhtiö on myös tehnyt alueella säätutkatutkimuksia ja tehnyt törmäysriskin arviointeja. Tulokset ja arvioinnit esitetään luvussa 9.2 Yhtiö on myös sitoutunut tekemään tutkimuksia kolmen vuoden ajan tuulivoimapuiston käyttöönoton jälkeen selvittääkseen tuulivoimapuiston vaikutuksia yöllä muuttaviin pikkulintuihin ja tutkiakseen, tarvitaanko muuttoaikana toiminnan sääntelyä, jos törmäysriski kasvaa. Tutkimusjakson aikana tuulivoimaloita säädellään väliaikaisesti.

3.3.9 Natur och Miljö ry

Natur och Miljö Suomi kannattaa merituulivoiman kehittämistä. Merituulivoiman kehittäminen on ymmärrettävää ja välttämätöntä vihreän energiamurroksen siirtymän ja hajautetumman ja vähemmän haavoittuvan energiahuollon kannalta.

Natur och Miljö pitää hyödyllisenä, että Suomi osallistuu hankkeen ympäristövaikutusarviointiin, ja pitää erityisen tarpeellisenä minimoida eri lintujen lentoreittien vahingoittumisriski. Natur och Miljö vaatii rakentamismenetelmiä ja paalutustekniikoita, joilla minimoidaan korkea melutaso ja vähennetään pohjasedimenttien leviämistä tuulivoimaloiden perustusvaiheessa. Korkeat sedimenttipitoisuudet vedessä voivat vaikuttaa kielteisesti useiden kalalajien lisääntymiseen.

Natur och Miljö korostaa, että on tärkeää tutkia sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia kala- ja ankeriaskantoihin tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Natur och Miljö on kiinnostunut seuraamaan ympäristövaikutusarvioinnin jatkotyötä ja avustamaan sitä tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan.

Yhtiön kommentti:

Katso yhtiön vastaus Suomen riistakeskukselle luvussa 3.3.6 edellä linnuston tutkimuksista ja inventoinneista.

Yhtiö on tehnyt sedimenttien leviämisanalyysin, ks. luku 7.4 ja vedenalaisen melun mallintamisen, ks. luku 7.2. Tämän mallinnuksen perusteella yhtiö on analysoinut ja arvioinut kaloihin ja merinisäkkäisiin kohdistuvia vaikutuksia ja sitoutunut useisiin lieventämistoimenpiteisiin mahdollisten vaikutusten vähentämiseksi, kuten melunvaimennuslaitteisiin ja pehmeään käynnistykseen paalutuksen aikana sekä suojaetäisyyden säilyttämiseen läheisillä Natura 2000 -alueilla sijaitseviin matalampiin alueisiin, ks. yhteenveto luvussa 9.1. Myös sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia on tutkittu, ja niistä on raportoitu luvussa 7.5.

3.3.10 Suomen luonnonsuojeluliitto

Suomen luonnonsuojeluliiton mielestä Suomen osallistuminen tähän kansainväliseen tuulivoimahankkeeseen ei ole yhtä tärkeää. Suomen luonnonsuojeluliiton mukaan tämä alue sijaitsee suojelualueiden kannalta varsin "keskellä ei mitään". Tämä on selvä parannus aiemmin hylättyyn Finngrundet-hankkeeseen verrattuna.

Suomen luonnonsuojeluliitto uskoo, että osallistumalla hankkeeseen on mahdollista kerätä merituulivoimahankkeista kotimaista tietoa, josta voisi olla hyötyä Suomen talousvyöhykkeellä toteutettavissa merituulivoimahankkeissa. Tämä voisi tapahtua esimerkiksi tutkimalla merellä muuttavia lintuja tutkalla, mikä olisi metodologisesti mielenkiintoista.

Suomen luonnonsuojeluliitto ei pidä tärkeänä osallistua Espoon prosessiin.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö ottaa lausunnon huomioon.

Yhtiö on analysoinut usean vuoden tutkatietoja Ruotsin sääasemilta arvioidakseen lintujen biomassaa ja lentosuuntaa öisin. Tuloksista ja vaikutusten arvioinnista on yhteenveto luvussa 9.2.

3.3.11 Suomen museovirasto

Museovirasto on todennut, että vedenalainen kulttuuriperintö on tietyllä rajatulla alueella pysyviä fyysisiä kohteita, joiden kartoituksella, suojelulla ja tutkimuksella ei ole varsinaisia rajat ylittäviä konkreettisia ympäristövaikutuksia. Hankkeeseen liittyvät kohteet avomerellä ovat pääasiassa hylkyjä, joilla voi olla historiallisia yhteyksiä muihin maihin. Hylkyjä ja niiden suojelua sekä tutkimusta koskevien tietojen kansainvälinen vaihto on yleinen käytäntö, joka on edellytys hylkyjen ymmärtämiselle.

Museovirasto ei näe tarvetta osallistua Espoon prosessiin.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö on tehnyt suoritettujen meritutkimusten aineistosta meriarkeologisen selvityksen, joka vastaa ympäristövaikutustenarvioinnin laatimista varten vapaaehtoisen arkeologisen selvityksen vaihetta 1. Hanke ei kuitenkaan vaikuta mihinkään suomalaisiin meriarkeologisiin kohteisiin ja näkökohtiin, eikä sitä sen vuoksi sisällytetä osaksi tätä Espoon raporttia.

3.3.12 Ilmatieteen laitos

Ilmatieteen laitos ei ota kantaa Fyrskepetin tuulivoimapuistoon, koska alue on yli 20 kilometrin päässä lähimmästä Ilmatieteen laitoksen säätutkasta. Laitos ei näe tarvetta osallistua Espoon prosessiin.

Yhtiö kommentti:

Yhtiö ottaa lausunnon huomioon.

3.3.13 Luonnonvarakeskus

Luonnonvarakeskuksella ei ole huomautettavaa asiasta.

Yhtiön kommentti:

Yhtiö ottaa lausunnon huomioon.

3.3.14 Metsähallitus

Metsähallituksella ei ole huomautettavaa asiasta.

Yhtiön kommentti:

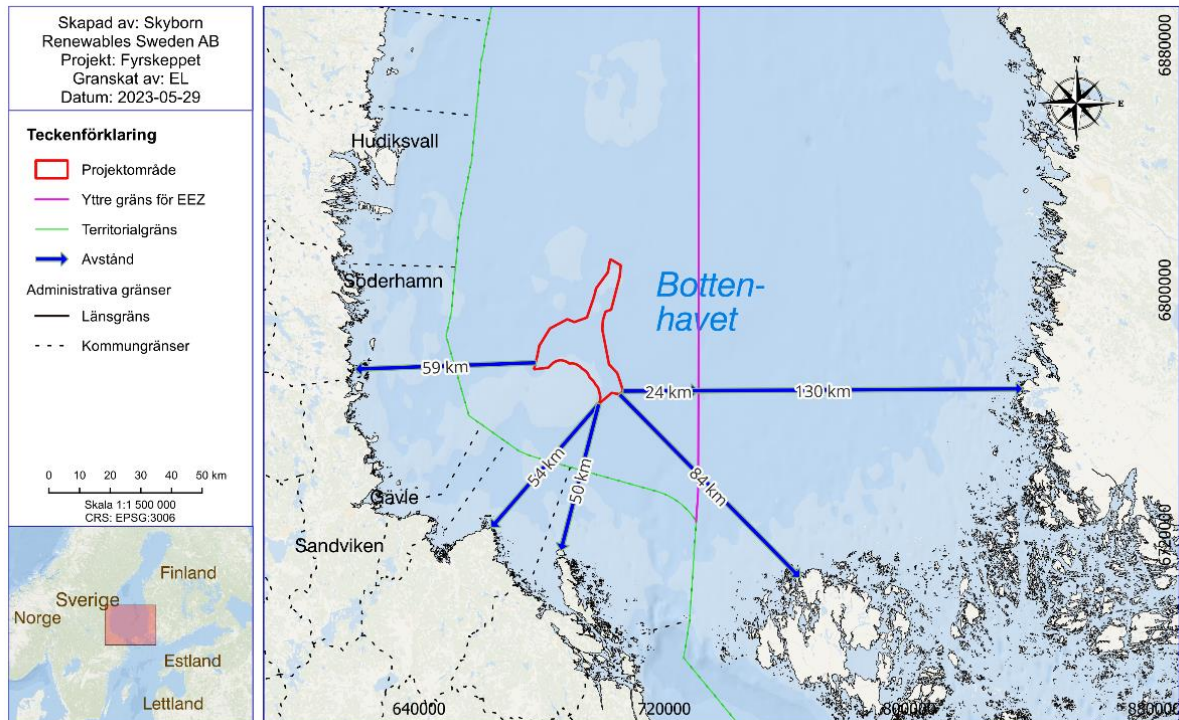
Yhtiö ottaa lausunnon huomioon.

4. Alueen kuvaus

4.1 Tietoa hankealueesta

Suunniteltu Fyrskuppetin tuulivoimapuisto sijaitsee Finngrundet Östra Bankenin edustalla Selkämerellä. Alue on kokonaan avomerta, eikä siellä ole saaria. Alue sijaitsee kokonaan Ruotsin talousvyöhykkeellä, ks. Kuva 4-1.

Hankealueen pinta-ala on noin 488 km², ja lyhin etäisyys alueen rajalta Ruotsin mantereelle on noin 54 km. Lähin saari Ruotsin rannikolla on Örskär, joka sijaitsee noin 50 kilometrin päässä hankealueesta. Lähimmät kunnat ovat Söderhamn, Gävle, Älvkarleby, Tierp ja Östhammar. Lähimmät läänit ovat Uppsalan lääni ja Gävleborgin lääni. Alueen itärajalta on matkaa Suomen talousvyöhykkeelle noin 24 km ja lyhin matka Suomen rannikolle on noin 130 km. Ahvenanmaalle on matkaa noin 84 km.



Kuva 4-1 Hankealueen sijainti Selkämerellä.

4.2 Meteorologiset olosuhteet

Sääolosuhteet eteläisellä Perämerellä ovat yleisesti ottaen erittäin suotuisat tuulivoiman kannalta. Tämä johtuu siitä, että alueella tuulee keskimäärin huomattavasti enemmän kuin maalla, jossa topografia ja kasvillisuus vaikuttavat tuulen virtaukseen rajakerroksessa. Koska tuulen virtaus ei vaikuta, turbulenssin voimakkuus on merellä huomattavasti pienempi kuin maalla.

Yhtiö on analysoinut useista eri lähteistä saatuja sää tietoja kartoittaessaan Fyrskippetin tuulipuiston vallitsevia ilmasto-olosuhteita. Tuulivoimavarojen tutkiminen liittyy sekä meteorologisiin tutkimuksiin, jotka on tehty eteläiseltä Selkämereltä mittausmastojen avulla, että maailmanlaajuisten uudelleenanalyysisarjojen analysointiin. Skyborn-konserni on suorittanut kaksi tuulimittausta eteläisellä Selkämerellä. Ensimmäinen tuulimittaus tehtiin Storjungfrunista vuosina 2008–2012. Toinen mittaus tehtiin Finngrundetin länsirannalla vuosina 2009–2012.

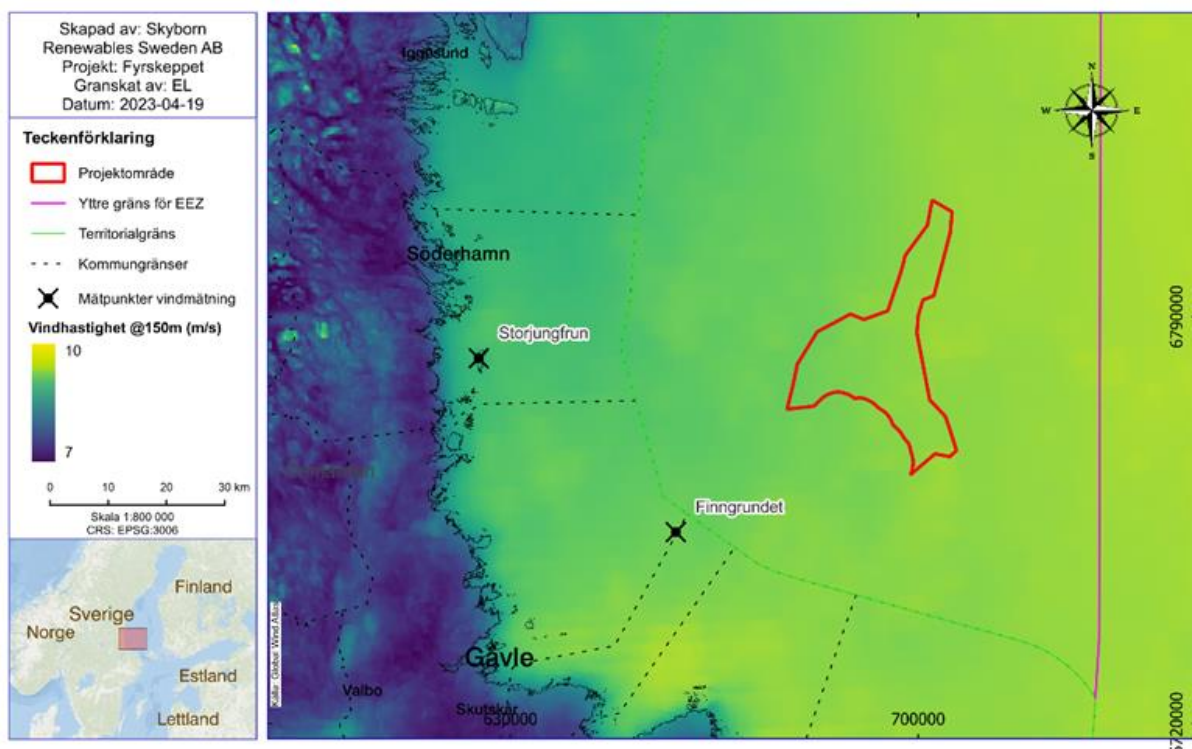
Meteorologiset tiedot on saatu Global Wind Atlas-tietokannasta (GWA). GWA-tuulikartoitus perustuu prosessiin, jossa käytetään Euroopan keskipitkän aikavälin sääennustekeskuksen (ECMWF) ERA5-tietoaineistoa simulointijaksolta 2008–2017. Laskentaprosessi tehdään paikalliselle tuuli-ilmastolle, jonka solmuväli on 250 metriä ja korkeudet 10, 50, 100, 150 ja 200 metriä 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 suurempi, sillä solmuväli on vain 50 metriä. Myös downscaling-prosessi perustuu ERA5-tietoihin.

Tuuliresurssien arvioinnin mukaan Fyrskeppetin tuulipuiston pitkän aikavälin keskimääräinen tuulennopeus 150 metrin korkeudella on noin 9,3 m/s. IEC 61400-1:n mukaan alue on luokiteltu luokan I alueen läheisyyteen (korkean tuulennopeuden alue). Fyrskeppetin tuulivoimapuiston energiavaroja pidetään näin ollen erittäin suurina. Lisäksi turbulenssin voimakkuus on alle luokan C koko tuulispektrin osalta.

Taulukko 4-1 esittää arvioidut pitkän aikavälin keskimääräiset sääolosuhteet Selkämeren eteläosassa. Lisäksi siinä esitetään havainnollistavaa GWA:n tietoihin perustuvaa alueellista tuuliresurssikartoitusta.

Taulukko 4-1. 150 metrin syvyydessä vallitsevat pitkän aikavälin korjatut sääolosuhteet eri paikoissa eteläisellä Selkämerellä.

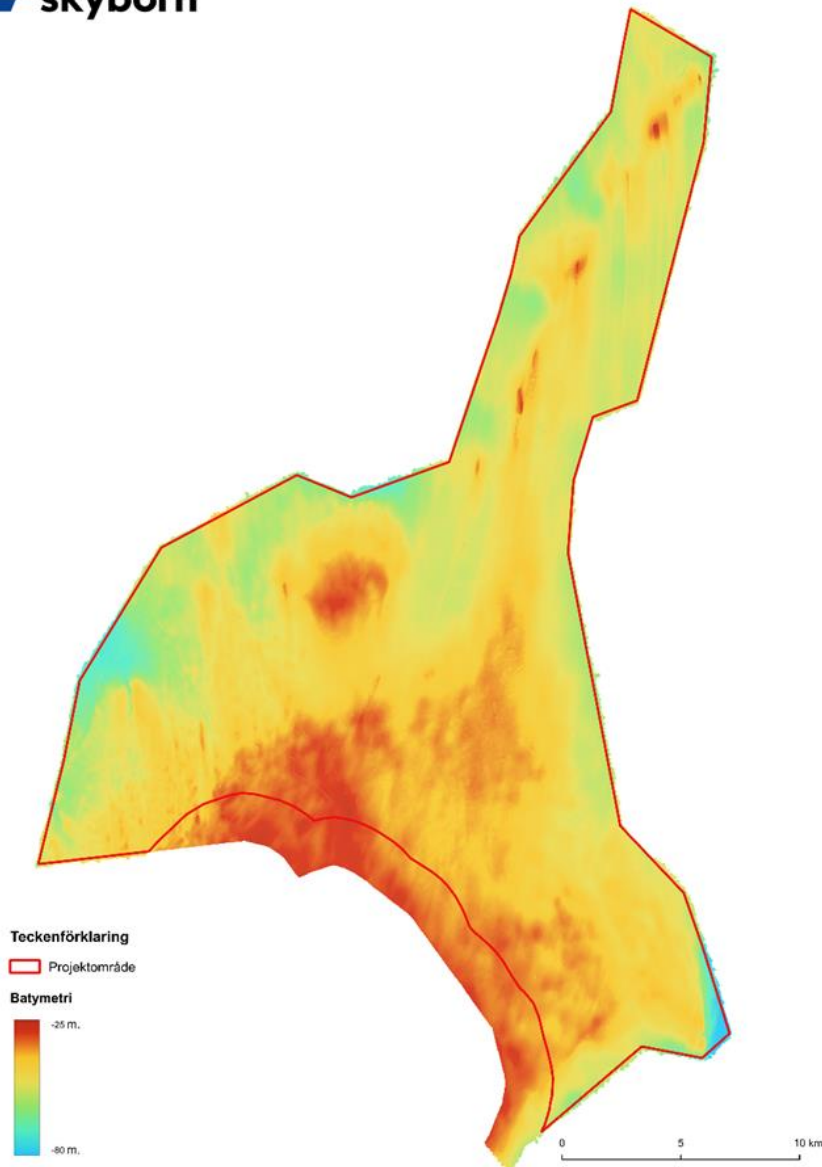
| Lähde | Pitkän aikavälin keskimääräinen tuulennopeus 150 metrin korkeudella | Keskilämpötila | Ilman tiheys | Turbulenssi @ 15 m/s |
|-----------------------------|---|----------------|-----------------------------|----------------------|
| Storjungfrun (mittausmasto) | Noin 8,6 m/s | Noin 5,45°C | Noin 1,4 kg/m ³ | Noin 7 %. |
| Länsiranta (mittausmasto) | Noin 9,3 m/s | Noin 5,4°C | Noin 1,4 kg/m ³ | Noin 4,7 %. |
| GWA (malli) | Noin 9,3 m/s | - | Noin 1,26 kg/m ³ | - |
| NEWA (malli) | Noin 9 m/s | Noin 6,4°C | Noin 1,26 kg/m ³ | - |



Kuva 4-2 Vuotuinen keskeskimääräinen tuulennopeus 50 metrin korkeudella eteläisellä Selkämerellä (Global Wind Atlas).

4.3 Merenpohjan olosuhteet

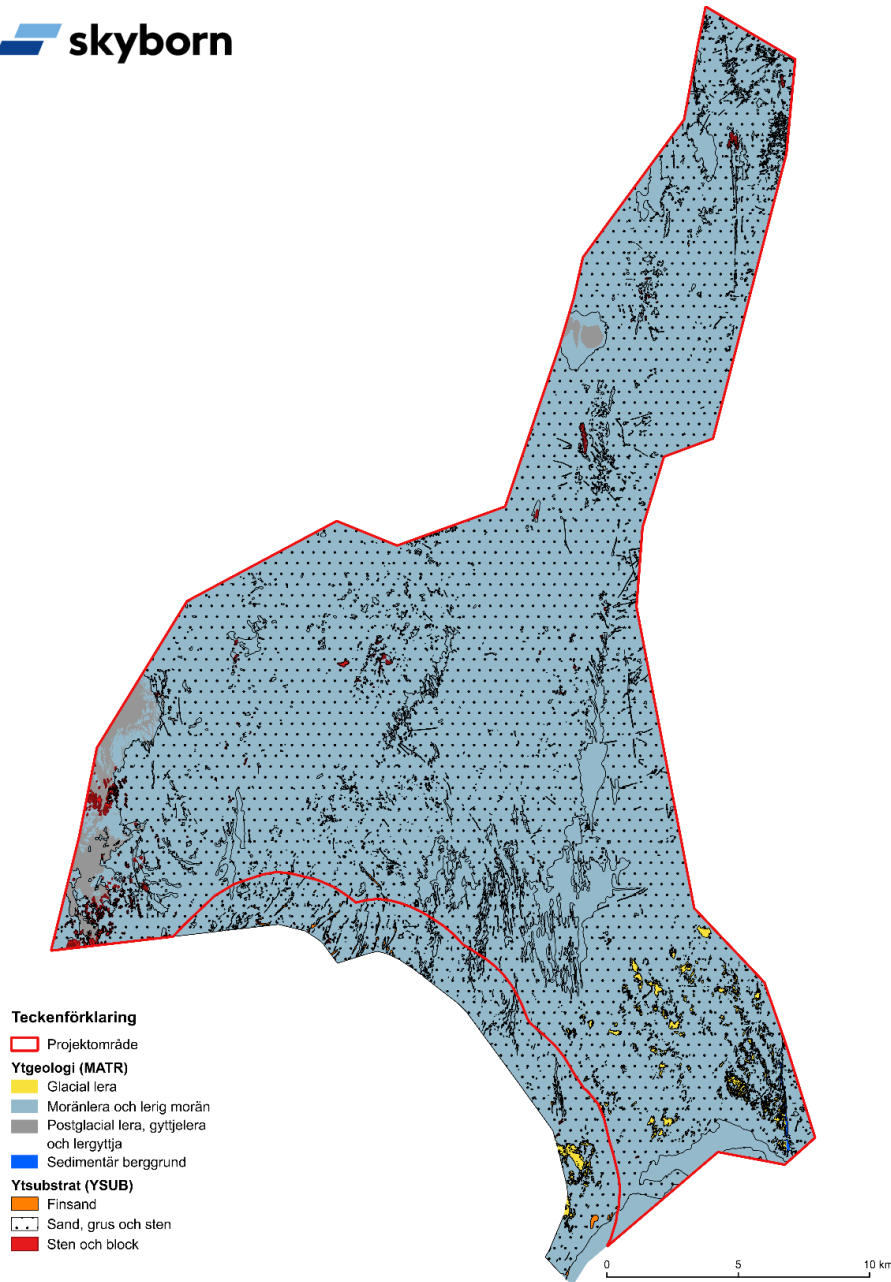
Hankealue sijaitsee merialueella, jonka syvyys vaihtelee pääasiassa noin välillä 24–60 metriä ja jonka keskisyvyys on noin 47 m. Alueella on syvänteitä, joista syvin on noin 82 m. Matalimmat osat sijaitsevat lähempänä Finngrundet Östra Bankenia, joka sijaitsee Fyrskeppetin tuulipuiston hankealueen lounaispuolella. Kuvassa Kuva 4-3 esitetään kattavat batymetritiedot hankealueelta.



Kuva 4-3 Operaatioalueella merellä mitattu batymetria (Skyborn).

Hankealueen ylimmässä metrissä vallitseva pohjamateriaali on savimoreenia. Etelässä on jäätikön aikaista savea ja lännessä jääkauden jälkeistä savea ja liejusavea. Kuva 4-4 kuvaa hankealueen

merenpohjan laatua. Pinta-substraatti kuvaa materiaalia, joka esiintyy merenpohjan pintakerroksissa. Hankealueella pintamaalaji koostuu pääasiassa hiekasta, sorasta ja kalliosta, mutta länsireunalla esiintyy myös pehmeää savea.



Kuva 4-4 Hankealueen merigeologia. Kartassa on esitetty vallitseva pohjamateriaali ylimmässä metrissä (MATR) ja pintamaalaji (YSUB) (Clinton Marine Survey).

Hankealueen sedimenttien saastumisesta ei ole tietoa. Yhtiö on antanut NIRASin tehtäväksi tutkia saastumisriskiä suunnitellun tuulivoimapuiston alueella, mihin seuraava kuvaus perustuu.

Hankealueen arvioidaan koostuvan enimmäkseen eroosiokerrostumista, joihin ei odoteta kertyvän epäpuhtauksia. Hankealueeseen vaikuttavat pohjavirtaukset, minkä vuoksi hienojakoisten hiukkasten ja orgaanisen aineksen kertymisen todennäköisyys on pieni. (Nyberg, Zillén-Snowball, & Strömstedt, 2022). Alueet, joilla sedimentin kertyminen on suurempaa, sijaitsevat vain reuna-alueilla hankealueen länsiosassa, jossa esiintyy pienempiä alueita pehmeää pohjaa, jossa on jääkauden jälkeistä sedimenttiä, ks. Kuva 4-4

Jääkauden jälkeisistä sedimenteistä on otettu näytteitä syvillä alueilla kolmessa paikassa kenttätutkimusten aikana, mutta jääkauden jälkeisiä sedimenttejä ei ole alueella. Kenttätutkimusten aikana tutkittu maaperä koostui moreenista, ja koska on vain pieni riski, että epäpuhtaudet kerääntyvät kyseiseen ei sedimenttien näytteenottoa epäpuhtauksien varalta ole suoritettu hankealueella.

Rakennustöiden aiheuttama sedimenttien leviäminen on hyvin vähäistä, ks luku 7.4. Ympäröivien merenpohjien pilaantumisen todennäköisyyttä rakennustoimien aikana pidetään vähäisenä, koska hankealueen arvioidaan koostuvan pääasiassa eroosimoreenipohjista, joihin ei odoteta kertyvän pilaavia aineita. Alueilla, joilla esiintyy pehmeitä pohjia, on suurempi todennäköisyys esiintyä kohonneita pitoisuuksia epäpuhtauksista, ja suspendoituneet sedimentit laskeutuvat läheisille kerrostuneille merenpohjille. Näiden pohjien epäpuhtauspitoisuus on samankaltainen kuin suspendoituneiden sedimenttien, joten pitoisuudet eivät nouse.

5. Vaihtoehtojen selvitys

Ympäristövaikutusten arvioinnin on sisällettävä tiedot toiminnan vaihtoehtoista, joihin on sisällyttävä vaihtoehtoiset sijoituspaikat ja perustelut sijoituspaikan valinnalle, ottaen huomioon merituulivoiman sijoituspaikan ja erot vaihtoehtojen ympäristövaikutuksissa. Vaihtoehtoisessa selvityksessä on kuvattava myös vaikutukset, jos toimintaa ei toteuteta (ns. nollavaihtoehto).

5.1 Vaihtoehtoiset rakennuspaikat

Ruotsin ympäristölainsäädännön paikallisuusperiaatteen mukaan toiminta tai toimenpide, jossa käytetään maa- tai vesialuetta, on valittava sellaiselle paikalle, jossa tarkoitus voidaan saavuttaa siten, että ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä ja haittaa. Tuulivoiman sijoituspaikkaa valittaessa suunnitellun tuulivoimapuiston on pystyttävä tuottamaan mahdollisimman paljon sähköä ja samalla on minimoitava kielteiset ympäristövaikutukset.

Merelle rakennettavien tuulivoimapuistojen etuna on, että tuulen nopeus on yleensä suurempi ja turbulenssi vähäisempää kuin maalla. Merituulivoimapuistojen etuna on myös se, että ne voidaan rakentaa vähemmän hajautetusti, koska rajoittavia tekijöitä, kuten rakennuksia ja infrastruktuuria, on vähemmän.

Suurten tuulivoimapuistojen mahdollisista sijoituspaikoista on tehty yksityiskohtainen tutkimus, jonka tarkoituksena on ollut löytää sopivia sijoituspaikkoja laajamittaiselle tuulivoiman käytölle. Tutkimuksessa on jätetty pois alueet, joilla on epäsuotuisat olosuhteet. Tuulivoimaloiden rakentamista suojelualueille, kuten luonnonsuojelualueille, kansallispuistoihin ja Natura 2000 -alueille, on yleensä pidetty vähemmän sopivana. Mahdollisuus yhdistää tuulivoiman perustaminen ja kansalliset edut on ollut tärkeä tekijä, sillä tuulipuistojen ja kansallisten etujen, kuten kokonaispuolustuksen ja kaupallisen kalastuksen, yhteensovittamista on yleensä pidetty vaikeana.

Rakennettavuutta on myös arvioitu, mukaan lukien syvyyssolosuhteet ja verkkoon kytkeminen. Tällä hetkellä pidetään teknisesti ja taloudellisesti liian vaikeana rakentaa tuulipuistoja merenpohjalle, joka on syvämpi kuin noin 60 metriä ja jossa keskimääräinen tuulennopeus on alle 8 m/s 150 metrin korkeudessa. Näiden maantieteellisten rajoitteiden analyysin jälkeen jäljellä on vain rajallinen määrä sopivia alueita.

Edellä esitettyjen kriteerien perusteella katsotaan, että Skybornin aikomuksen kaltaisten tuulivoimalaitosten alueen laajuudelle ole kohtuullisia edellytyksiä. Maa-alueiden puuttumisen, suojelualueiden, tärkeiden ympäristöarvojen, rakennusten läheisyyden ja rakennettavuuden osalta onshore-paikkoja ei ole pidetty mahdollisina vaihtoehtoina toiminnan tarkoituksen saavuttamiseksi.

Ruotsin rannikon edustalla sijaitsevien merituulivoimapuistojen eri sijoituspaikkoja tutkittaessa on tehty yksityiskohtaisempi analyysi seitsemästä alueesta, ks. Taulukko 5-1. Tärkeimmät perusteet valittujen sijaintien analyysille ovat kaavoitusolosuhteet, luonnonsuojelun kansalliset intressit, kulttuuriympäristön suojelu ja ulkoilu, biologiset arvot, ilmailu, merenkulku, asuinympäristö ja rakennettavuus.

Seitsemän valitun alueen eri ominaisuuksienvertailun jälkeen kolme näistä alueista on arvioitu sopivimmiksi tuulivoiman tuotantoon. Skyborn kehittää myös Kalixin ja Haaparannan edustan (1) ja Eystrasaltbankenin (3) vesialueita tuulivoimaloiden perustamista varten, joten ne eivät voi olla vaihtoehtoinen sijaintipaikka. Kolmas alue, Finngrundet Östra Banken (alue 5), on sen vuoksi valittu alue, jonka soveltavuutta arvioidaan tarkemmin.

Vesialue Finngrundetista itään, Fyrskippetin tuulivoimapuisto, sijaitsee alueella, jonka suunnitteluedellytykset ovat hyvät. Alueella on osittain valtakunnallinen energiantuotannon intressi, mutta osittain myös valtakunnallisesti merkittävä meriliikennereitti. Merialuesuunnitelmissa energiantuotannon valtakunnallinen intressi on kuitenkin katsottu meriliikenteen intressiä tärkeämmäksi. Merenkulku voidaan myös ohjata suunnitellun tuulivoima-alueen ympäri.

Vesialue Finngrundetista itään on osittain valtakunnallisesti ammattikalastukselle merkittäväällä alueella (pyyntialue). Hankealueen läheisyydessä sijaitsevan kansallisen edun kannalta tärkeän alueen merkitys on kuitenkin vähäinen, ja siellä harjoitetaan hyvin vähän kalastusta, joten merkittävää haittaa ei katsota aiheutuvan.

Tuulivoimalaitoksen ei katsota vaikuttavan merkittävästi alueen luonto-, kulttuuri- ja virkistysarvoihin. Etäisyydet luonnonsuojelualueisiin, kulttuuriperinnön kannalta tärkeisiin alueisiin ja tärkeisiin virkistysalueisiin ovat suuret, samoin etäisyydet asuinympäristöihin. Tuulivoiman ja lentoliikenteen katsotaan voivan toimia rinnakkain. Muutoin alueella on hyvät tuuliolosuhteet sekä tuulivoiman rakentamiselle suotuisat syvyy- ja merenpohjaolosuhteet.

Suunniteltu tuulivoimalaitos voi toimia rinnakkain alueen muiden intressien kanssa, joten aluetta pidetään kaiken kaikkiaan sopivana sijoituspaikkana toiminnalle. Finngrundetista itäpuolisen merialueen on näin ollen katsottu soveltuvan hyvin laajemman tuulipuiston perustamiseen.

Taulukko 5-15Vaihtoehtoiset alueet suurten tuulivoimaloiden sijoittamiseksi. Vihreä väri tarkoittaa hyviä olosuhteita, vaaleanvihreä väri kohtalaisen hyviä olosuhteita ja oranssi väri epäsuotuisia olosuhteita.

| Alue | Suunnittelun edellytykset | RI-luonnonsuojelu, kulttuuriperintö ja virkistys | Biologiset arvot | Ilmailu | RI:n merenkulku | Asuin-ympäristö | Rakennettavuus |
|---|---------------------------|--|------------------|---------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1 (Kalixin ja Haaparannan merialue) | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Kohtalainen | Hyvä |
| 2 (Merialue Husumin koillispuolella) | Epäsuotuisa | Hyvä | Epäsuotuisa | Hyvä | Hyvä | Kohtalainen | Hyvä |
| 3 (Eystrasalttipankin merialue) | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Kohtalainen | Hyvä | Hyvä |
| 4 (Sylenein merialue) | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Epäsuotuisa |
| 5 (Finngrundin itäpuoliset merialueet) | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä | Hyvä |
| 6 (Gävlen itäpuoliset merialueet) | Hyvä | Hyvä | Epäsuotuisa | Hyvä | Epäsuotuisa | Kohtalainen | Hyvä |
| 7 (Hoburgenin eteläpuoliset merialueet) | Hyvä | Hyvä | Kohtalainen | Hyvä | Epäsuotuisa | Hyvä | Kohtalainen |

5.2 Vaihtoehtoinen suunnittelu ja laajuus

Vaihtoehtoselvityksessä on kuvattava vaihtoehtoiset suunnitelmat ja perustelut valitulle suunnitelmalle ympäristövaikutusten kannalta. Seuraavassa kuvataan vaihtoehtoja, jotka ovat mahdollisia tuulipuiston suunnittelun, erilaisten perustustapojen jne. osalta. Eri vaihtoehtojen on arvioitu vaikuttavan vain vähän aiheutuviin seurauksiin. Jopa suunnittelun pahimman mahdollisen skenaarion vaikutukset on arvioitu vähäisiksi tai vähäisiksi arvioitujen näkökohtien osalta. Näin ollen yksityiskohtaista suunnittelua ja toiminnan lopullista suunnittelua ohjaavat ensisijaisesti tekniset näkökohdat.

5.2.1 Tuulivoimaloiden lukumäärä ja tuulivoimapuiston suunnitelma

Fyrskpetin tuulivoimapuistonmahdollinen hankealue on kehitetty vaihteittain punnitsemalla erilaisia intressejä ja näkemyksiä kuulemisprosessin aikana. Fyrskpetin tuulivoimapuistoa koskevan kuulemismenettelyn aikana yhtiö tutki mahdollisuutta rakentaa enintään 215 tuulivoimalasta koostuva, yhteensä 350 metriä korkea tuulivoimapuisto noin 534 neliökilometrin laajuiselle hankealueelle, joka rajoittuu Finngrundetin itärantaan (ks. harmaalla merkitty alue kuvassa Kuva 5-1).

Tehtyjen selvitysten ja kuulemismenettelyn yhteydessä esitetyt huomautukset huomioon ottaen yhtiö on pienentänyt hankealuetta kuulemisasiakirjassa esitettyyn hankealueeseen verrattuna, ks. punainen viiva kuvassa Kuva 5-1. Hankealueen pinta-ala on nyt 488 km². Hankealueen pienentäminen on seurausta siitä, että Finngrundet Östra bankeniin on säilytetty pidempi etäisyys,

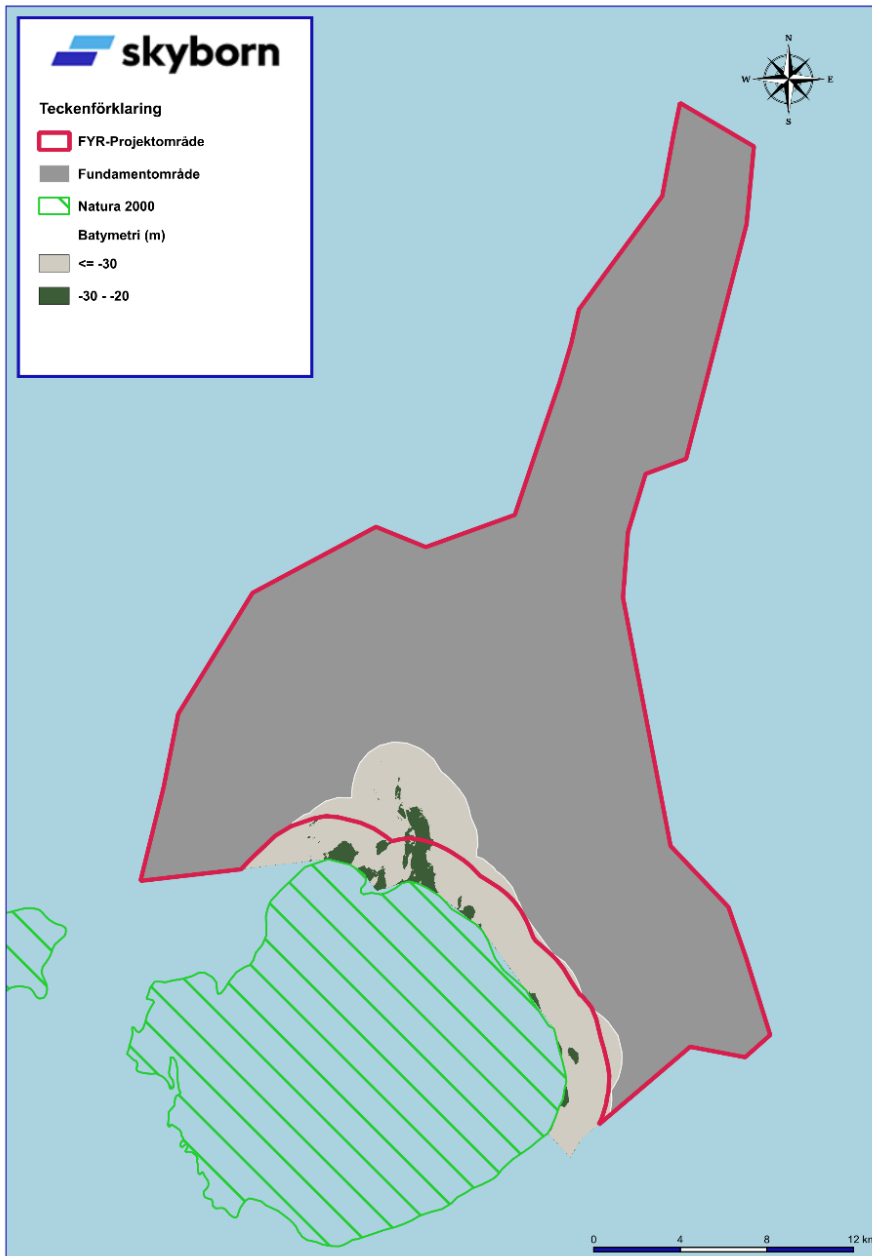
mikä puolestaan seurausta linnustoselvityksistä, jotka on tehty allin osalta. Kuva 5-1 esittää päivitetyn hankealueen suhteessa alkuperäiseen hankealueeseen.



Kuva 5-1. Päivitetty hankealue suhteessa alkuperäiseen hankealueeseen. Karttaan on merkitty myös alle 30 metrin syvyiset matalat alueet.

Hankealueen pienentämisen seurauksena tuulivoimaloiden määrää on vähennetty ja niitä olisi nyt enintään 187. Nykytekniikan perusteella on arvioitu, että enintään 187 tuulivoimalaa, joiden enimmäiskorkeus on 265 metriä, voidaan perustaa. Oletuksena on, että tulevaisuuden teknologialla voitaisiin asentaa 93 tuulivoimalaa, joiden enimmäiskorkeus on 350 metriä. Lopullinen suunnitelma voi olla näiden vaihtoehtojen välimaastossa. Molempien vaihtoehtojen odotetaan kuitenkin tuottavan suunnilleen saman verran energiaa.

Yhtiö on myös sitoutunut olemaan perustamatta tuulivoimaloita 2 km:n etäisyydelle alle 30 metrin syvyydestä matalasta alueesta, joka sijaitsee Finngrundet Östra Banken -nimisen Natura 2000 -alueen läheisyydessä, jotta suojeltaisiin allin ruokailualueita, ks. Kuva 5-2.



Kuva 5-2 Kahden kilometrin suojaetäisyys Finngrundet Östra bankenin Natura 2000 -alueeseen rajoittuvista alle 30 m syvyyisistä yhtenäisistä alueista. Suojaetäisyydelle ei ole sijoitettu tuulivoimaloiden perustuksia (vaaleanharmaa alue).

Vaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon tuulivoimapuistosuunnitelmien tekniset parametrit ja arvioitu niitä pahimmassa mahdollisessa tapauksessa (worst case scenario). Eri näkökohtiin kohdistuvat vaikutukset on arvioitu olemattomiksi tai vähäisiksi. Arvioinnin perusteella voidaan päätellä, että ympäristövaikutukset ovat yleensä vähäisempiä, jos tuulivoimaloita rakennetaan vähemmän ja niistä tehdään suurempia. Meriliikenteen saavutettavuus hankealueella paranee hieman, kun etäisyydet ovat suuremmat. Suuremmat tuulivoimalat merkitsevät lyhyempää aikaa vedenalaiselle melulle ja sedimentin leviämislle rakennusvaiheen aikana, jolloin vaikutukset merieliimiin ovat vähäisemmät. Mahdollisuus rakentaa suurempia tuulivoimaloita riippuu kuitenkin

teknologian kehityksestä, eikä tällä hetkellä tiedetä, minkä tyyppisiä voimaloita on kehitetty ja valmistetaan rakentamisajankohtana.

Teknologian nopean kehityksen vuoksi yhtiö ei hae lupaa kiinteille paikoille, vaan sen sijaan se haluaa, että pystytettävien tuulivoimaloiden määrää rajoitetaan haetun alueen, kokonaiskorkeuden ja lukumäärän mukaan. Näin yhtiö voi varmistaa, että tuulipuisto ja sen turbiinityypit rakennetaan parhaalla mahdollisella tekniikalla ja sellaisille paikoille, jotka hyödyntävät parhaiten tuulivoimavaroja ja mahdollistavat mahdollisimman tehokkaan energiantuotannon. Tuulivoimaloiden sijoittelussa on otettava huomioon myös eri perustustavat.

5.2.2 Perustustavat

Ehdotetuilla tuulivoimaloiden perustuksilla on erilaisia ympäristövaikutuksia rakentamisen ja käytön aikana. Pääasiassa vedenalainen melu ja sedimentin leviäminen voivat aiheuttaa tilapäisiä vaikutuksia rakentamisen aikana. Kyseisellä alueella perustustavalla katsotaan olevan vähäinen merkitys, koska alue koostuu nykyisin suurelta osin moreenisavesta ja merenpohjan syvyys on valoisian vyöhykkeen alapuolella.

Eri perustustyyppien ympäristövaikutukset vaihtelevat. Monopile-, ristikko- ja kolmijalkaperustusten rakentaminen aiheuttaa kohonneita melutasoja, ja erityisesti vedenalainen melu voi vaikuttaa merinisäkkäisiin ja kaloihin. Mono pod-suction caisson -perustukset, suction caisson -perustukset ja gravitaatioperustukset voivat vaatia laajoja kaivuutöitä ja sen jälkeen materiaalin läjittämistä, mikä vaikuttaa merenohjaan ja kalastoon.

Perustusten valinta tehdään myöhemmin, ja se riippuu yksityiskohtaisesta suunnittelusta. Kun otetaan huomioon suunnitellut suojoitimenpiteet, perustusten valinnalla on ympäristön kannalta vähäinen merkitys. Vaikutus on perustuksen valinnasta riippumatta enintään olematon tai vähäinen. Näin ollen katsotaan, että perustustyyppillä ei ole merkittäviä eroja ympäristön kannalta.

Kelluvia perustuksia ei pidetä toteuttamiskelpoisena tekniikkana, koska tekniikka keskittyy ankkurointiin suurissa syvyyksissä. Merijäähän ja kelluviin perustuksiin liittyy myös teknisiä haasteita. Sen vuoksi ei ole mahdollista esittää vaihtoehtoa kelluvilla perustuksilla Fyrskeppetin tuulipuistolle, jos tuulipuisto on määrä rakentaa aikataulussa.

5.2.3 Vedenalaisten kaapeleiden rakentaminen

Hakemuksen mukaiselle alueelle rakennettavien tuulivoimaloiden ja perustusten lisäksi hankealueelle rakennetaan kaapeliverkko, jonka tarkoituksena on osittain kerätä sähkö useista tuulivoimaloista sähkö- tai sähkönsiirtoasemaan ja osittain viedä sähköä maalle ja sen kautta rantautumispisteeseen tai muille käyttäjille. Merikaapelit voidaan asentaa suoraan merenpohjaan, suojauksen kanssa tai ilman suojausta, mutta ne voidaan myös upottaa merenpohjaan.

Kaapelireitit, asennusmenetelmät ja merenalaisten kaapeleiden edellyttämä kaapelisuojaus määritetään lopullisessa tuulivoimapuistosuunnitelmassa.

Eri asennusmenetelmillä on erilaisia ympäristövaikutuksia rakentamisen ja käytön aikana. Kaapeleiden hautaaminen paikallisesti aiheuttaa sedimentin samentumista, mutta toisaalta vähentää merenpohjan sähkömagneettista kenttää. Samanlainen sähkömagneettisen kentän väheneminen saavutetaan käyttämällä ulkoista kaapelisuojausta betonipatjojen tai murskatun kiven muodossa.

Ulkoisen kaapelisuojan käyttö merkitsee sitä, että merenpohjasta on käytettävä hieman suurempi pinta-ala. Koska alueella ei ole suuria ympäristöarvoja, jotka liittyisivät pohjaeläimistöön tai kasvillisuuteen, vaikutus on vähäinen riippumatta siitä, onko kaapelit haudattu vai peitetty.

5.3 Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehto tarkoittaa, että Finngrundet Östra Bankenin vesialue säilyy avoimena vesialueena, jolla ei ole tuulivoimaloita perustuksineen, kaapeleineen ja sähköasemineen. Jos tuulivoimapuistoa ei rakenneta, alue säilyttää nykyisen luonteensa avoimena vesialueena. Hankkeen ympäristövaikutuksia ympäristöarvoihin ja ristiriitaisia intressejä ei synny, ellei nimetyllä alueella sen sijaan rakenneta toista tuulivoimahanketta. Ihmistoiminta ei tällä hetkellä vaikuta alueeseen suhteellisen paljon. Jos tuulivoimapuistoa ei rakenneta, paikallinen luonnonympäristö säilyy pitkällä ja lyhyellä aikavälillä pitkälti ennallaan nykytilanteeseen verrattuna.

Jos tuulivoimapuistoa ei rakenneta, arvioitu noin 8–11 TWh:n vuotuinen uusiutuva sähköntuotanto jää tuottamatta. Fossiilivapaata sähköä tarvitaan sekä ajoneuvokannan että teollisuuden sähköistämiseen. Fyrskeppetin tuulipuiston rakentaminen vähentäisi hiilidioksidipäästöjä noin 6,6 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä vastaa noin 14 prosenttia Ruotsin alueellisista kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2021.

Nollavaihtoehdossa päästöjen erittäin suuri väheneminen jää siis toteutumatta. Mahdollisuudet saavuttaa sekä valtakunnalliset että alueelliset ilmastotavoitteet vuoteen 2045 mennessä heikentyisivät siten merkittävästi, jos tuulipuistoa ei toteuteta.

Fyrskeppetin tuulivoimapuisto ei aiheuta merkittävää haittaa tai fyysistä vaikutusta asuinympäristöön, ympäristöarvoihin, kulttuuriympäristön arvoihin tai kohteisiin. Jos hanke ei toteudu, vastaava määrä fossiilivapaata energiaa jouduttaisiin tuottamaan muualla, joko merellä tai maalla, mikä todennäköisesti aiheuttaisi suurempia eturistiriitoja ja ympäristövaikutuksia. Tuulivoiman tuotanto maalla on harvoin mahdollista samassa mittakaavassa/kokoluokassa kuin tuulivoiman tuotanto merellä, joten maalle olisi rakennettava hyvin suuri määrä tuulipuistoja.

Sekä ilmanlaatutavoitteita että happamoitumisen vähentämisen tavoitteita olisi vaikeampi saavuttaa, jos tuulivoimapuistoa ei rakennettaisi, sillä siirtyminen uusiutuviin polttoaineisiin johtaa ilman epäpuhtauspäästöjen vähenemiseen, mikä parantaa ilmanlaatua ja vähentää happamoittavien päästöjen kuormitusta ympäristöön.

6. Vaikutustenarviointimenetelmät

Ympäristövaikutusarviointi (YVA) on prosessi, jonka tarkoituksena on sisällyttää ympäristöön kohdistuvat vaikutukset hankkeen suunnitteluun. Fyrskeppetillä tehdyt tutkimukset ja selvitykset muodostavat perustan ympäristövaikutusarvioinnille ja ovat tärkeä osa prosessia.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa esitetään yhteenveto prosessista ja johtopäätöksistä, ja se on kuvaus hankkeesta, sen suunnittelusta ja ympäristövaikutuksista eri vaiheissa. Asiakirjaan sisältyy selvitys vaihtoehdoista ja tuulivoimaloiden sijoittamisesta sekä lieventämistoimenpiteistä ympäristövaikutusten vähentämiseksi ja se muodostaa tärkeän perustan arvioinnille.

YVA-selostuksessa, Espoon raportissa ja vaikutustenarvioinneissa käytetään seuraavia termejä:

Ympäristönäkökohta - Arvo tai etu, johon voi kohdistua vaikutuksia, esimerkiksi merinisäkkäät, kaupallinen kalastus.

Ympäristövaikutus - Toiminnan aiheuttama muutos ympäristössä.

Ympäristöseuraus - Kuvaus haitasta, joka voi aiheutua ympäristönäkökohtaan vaikutuksen seurauksena.

Ympäristöarvo- Arvo, joka ympäristönäkökohdalla on alueella, jolla ympäristövaikutus ilmenee. Ympäristöarvo osoittaa toiminnan toimintaan liittyvän ympäristövaikutuksen herkkyyden tai alttiuden, ja se voi liittyä ympäristönäkökohtien erityisominaisuuksiin, erityispiirteisiin tai lakisääteiseen suojeluun jne. Ympäristöarvo liittyy alueeseen, jossa mahdollinen ympäristövaikutus voi esiintyä, mutta myös laajemmasta näkökulmasta.

Ympäristövaikutuksen merkitys - Kokonaisarvio ympäristövaikutuksesta, joka suunnitellulla toiminnalla voi olla johonkin ympäristönäkökohtaan, ja joka koostuu ympäristövaikutuksen ja ympäristöarvon punninnasta.

6.1 Menetelmät ympäristön nykytilan kuvaamiseksi

Nykytilan kuvaukset eri ympäristövaikutusten osalta on laadittu muun muassa tutkimusalueella tehtyjen kenttätutkimusten, aiemmin tehtyjen tutkimusten, julkisen aineiston ja kirjallisuustutkimusten perusteella. Tuotetun tietopohjan laajuus on laaja ja tieteellisesti perusteltu. Tutkimuksessa käytetyt menetelmät on kuvattu tarkemmin kussakin luvussa. Omissa tutkimuksissa on käytetty myös viranomaisilta saatua julkista aineistoa, tieteellistä kirjallisuutta ja tutkimuksia, joita yhtiö on tehnyt alueella aiemmin.

Yhtiö on suorittanut laajoja paikkakohtaisia tutkimuksia, mallintamista ja laskelmia, joiden avulla se on laatinut kuvauksen vallitsevista ympäristöolosuhteista. Nämä toimivat perustana suunnitellun tuulipuiston vaikutusten arvioinnille.

6.2 Vaikutustenarviointimenetelmät

Hankkeen mahdollisten ympäristövaikutusten sekä hankkeen rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa mahdollisesti ilmenevien vaikutusten tunnistamisessa ja arvioinnissa on käytetty järjestelmällistä lähestymistapaa. Ympäristövaikutusten välttämiseksi, minimoimiseksi tai vähentämiseksi on myös yksilöity lieventämistoimia, jotka otetaan huomioon lopullisessa vaikutusten arvioinnissa.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tehdyt ympäristövaikutusten, ympäristövaikutusten, seurausten ja ympäristöarvojen ja -seurausten arvioinnit perustuvat erilaisiin seikkoihin:

- Kuinka suuri on ympäristövaikutus? Miten usein vaikutus toistuu tai onko vaikutus väliaikainen vai pysyvä?
- Kuinka paljon ympäristöarvoja vaikutusalueella on? Onko muutos ympäristöarvoon positiivinen vai negatiivinen?
- Mikä on muutoksen suuruus?

Vaikutusta arvioidaan ympäristövaikutuksen suuruuden ja vaikutuskohteen kannalta perusteella. Vaikutusten arviointi kattaa suunnitellun hankkeen ympäristövaikutukset ottaen huomioon suojaustoimenpiteet

Ympäristövaikutuksen suuruus ja ympäristöarvot ovat käsitteitä, jotka olisi esitettävä mahdollisimman objektiivisesti ja avoimesti, ja vaikutusten arvioinnissa olisi esitettävä perustelut siitä, miten ne on määritetty. Ympäristövaikutukset tunnistetaan hankkeen eri vaiheiden toimintojen perusteella. Näillä vaikutuksilla voi olla erilainen merkitys eri ympäristöarvoille. Vaikutusten arvioimiseksi on tehty selvityksiä ja mallinnuksia.

6.2.1 Vaikutusten suuruus

Mahdollisten ympäristövaikutusten olisi liityttävä arvioitavaan kohteeseen. Vaikutus voi perustua eri lajien herkkyyteen melulle, saasteille tai muille vaikutuksille. Laajuus määräytyy ympäristövaikutuksen laajuuden ja ympäristössä mahdollisesti ilmenevän vaikutuksen perusteella.

Ympäristövaikutuksen suuruutta arvioitaessa otetaan tarvittaessa huomioon myös seuraavat tekijät:

- Ympäristövaikutuksen maantieteellinen laajuus (paikallinen hankealueella, alueellinen, kansallinen tai maailmanlaajuinen).
 - Ympäristövaikutuksen kesto - vähäinen (≤ 1 päivä), lyhytaikainen (1 päivästä 2 kuukauteen), pitkäaikainen (2 kuukaudesta muutamaan vuoteen) tai pysyvä (tuulipuiston käyttöikä käytöstäpoistoiheen).
 - Ympäristövaikutuksen ajankohta on yhteydessä kohteen herkkyyteen.
 - Ympäristövaikutuksen esiintymistiheys - usein, säännöllisesti tai harvoin.
- Vaikutuksen ominaispiirteet - esim. merinisäkkäiden tilapäinen kuulon heikkeneminen,

6.2.2 Kohteen ympäristöarvo

Ympäristöarvo olisi suhteutettava siihen alueeseen, jolla mahdolliset ympäristövaikutukset ilmenevät, mutta sitä olisi tarkasteltava myös laajemmasta näkökulmasta. Esimerkki vaikutuskohteesta on kaupallinen kalastus. Ympäristöarvon arvioinnissa olisi tällöin otettava huomioon vaikutusalueella harjoitettu kalastus suhteessa alueelliseen kalastukseen. Jos vaikutuskohde on hylkeet, ympäristöarvoa olisi arvioitava sen perusteella, missä määrin hylkeet käyttävät vaikutusalueita ja kuinka elinvoimainen kanta on alueellisesti.

Ympäristöarvoilmaisee, kuinka herkkä tai altis vaikutuskohde on: suuri, kohtalainen, vähäinen tai ei lainkaan/merkityksetön. Eri kohteiden kannalta arvioinnissa on merkitystä esimerkiksi erityisominaisuuksilla, erityispiirteillä ja oikeudellisella suojalla.

Biologisten tekijöiden osalta ympäristöarvon herkkyyden tason määrittämiseen voidaan käyttää erilaisia kriteerejä, kuten suojeluarvoa, herkkyyttä muutoksille, sopeutumiskykyä tai populaation kokoa.

Sosioekonomisten vaikutusten osalta merkitsevyyden määrittäessä voidaan käyttää käyttöasteita ja olemassa olevia säännöksiä tai ohjeita, joissa kuvataan esimerkiksi tiettyjen alueiden/toimintojen suojeleuarvoa tai sosiaalisia arvoja, kuten kulttuurisia, taloudellisia, historiallisia tai virkistysarvoja.

Kohteen ympäristöarvon määrittämisessä tulee ottaa huomioon alue, jolla vaikutus tapahtuu, esimerkiksi asuinalue tai alue, jolla esiintyy tiettyä saastumis- tai melutasoa. Ympäristöarvon kansallinen tai alueellinen herkkyys tai merkitys voi olla suuri mutta se ei aina ole sama paikallisesti tai alueellisella tasolla olisikin korkea, sen ei tarvitse olla sitä vaikutusalueella paikallisella tasolla.

6.3 Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnissa kuvataan ensin alueen nykytila ja arvioidaan, miten hanke vaikuttaa siihen. Tämän jälkeen tehdään vaikutustenarviointi, joka perustuu hankkeen odotettavissa oleviin ympäristövaikutuksiin rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa ja joka sisältää muutokset nykyisessä ympäristössä, joita hankkeen odotetaan aiheuttavan pahimman mahdollisen skenaarion perusteella.

Vaikutusten arvioinnissa käytetään seuraavaa taulukkoa (ks. Taulukko 6-1). **Error! Reference source not found.**

Taulukko 6-1. Vaikutustenarviointimatriisi.

| | | Ympäristövaikutuksen suuruusluokka | | | |
|-----------|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | iso | kohtalainen | pieni | Ei ole vaikutusta |
| Herkkyyks | Suuri | erittäin suuri vaikutus | suuri vaikutus | kohtalainen vaikutus | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus |
| | Kohtalainen | suuri vaikutus | kohtalainen vaikutus | pieni vaikutus | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus |
| | Pieni | kohtalainen vaikutus | pieni vaikutus | pieni vaikutus | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus |
| | Ei ole/vähäinen | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus | ei vaikutusta/vähäinen vaikutus |

6.4 Natura 2000 -verkostoon kohdistuvien vaikutusten arviointi

Arvioitaessa vaikutuksia Finngrundetissa sijaitseviin Natura 2000 -alueisiin on noudatettu Ruotsin ympäristönsuojeluviraston käsikirjaa. (Naturvårdsverket, 2017). Arviointi on tehty suhteessa Natura 2000 -alueiden säilyttämistarkoitukseen, ja se perustuu kunkin alueen vahvistetuissa suojelusuunnitelmissa kuvattuihin suojelutavoitteisiin, joilla pyritään saavuttamaan tai säilyttämään suotuisa suojelutaso. Näin ollen arviointia ei ole tehty matriisin mukaisesti vuonna 2015. **Error! Reference source not found.**vaan se perustuu siihen, missä määrin kyseisille Natura 2000 -alueille nimetyille luontotyypeille, joita on tarkoitus suojella vahvistettujen suojelusuunnitelmien ja

oikeudellisten vaatimusten mukaisesti, aiheutuu vahinkoa. Arvioidaan myös, voiko toimintaan liittyä häiriöitä, jotka voivat haitata nimetyille luontotyypeille tyyppillisten lajien suojelua.

6.5 Konservatiivinen arviointi

Yhtiö hakee lupaa enintään 187 tuulivoimalan rakentamiseen, joiden kokonaiskorkeus on 350 metriä. Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheen tekniikan ja suunnittelun valinta voidaan kuitenkin määrittää vasta yksityiskohtaisen suunnittelun jälkeen, minkä vuoksi ympäristövaikutuksista ja -seurauksista tehdään konservatiivinen arvio, joka perustuu pahimpaan mahdolliseen tilanteeseen (worst case scenario). Suurin mahdollinen vaikutus vaihtelee tutkittavan vaikutustekijän mukaan. Sen vuoksi WCS-arviota on mukautettava tutkittavan kohteen mukaan.

Kunkin vaikutustekijän osalta arviointi on näin ollen perustunut räätälöityyn pahimpaan mahdolliseen skenaarioon. Kaiken kaikkiaan menetelmä voi johtaa skenaarioihin, joiden vaikutukset ja seuraukset ovat oikeasti pienempiä, mutta näin varmistetaan, että ympäristövaikutuksia ei aliarvioida. Tämä tarkoittaa viime kädessä sitä, että tuulipuiston suunnittelusta riippumatta suurin mahdollinen ympäristövaikutus ei ole suurempi kuin mitä on kuvattu ja arvioitu.

Tuulivoimaloiden enimmäismäärää ja suurimpia tuulivoimaloita on käytetty maiseman visualisoinnissa, lentomelulaskennassa ja sedimenttien leviämismallinnuksessa. Muissa tapauksissa, kuten hydrodynamiikassa, ei ole katsottu perustelluksi simuloida ilmavirtauksien muutoksia tuulivoimaloiden enimmäismäärän ja suurimman tuulivoimalan koon osalta. Sen sijaan on kuvattu realistisempi worst case scenario, jossa vaikutusten arvioinnissa on käytetty suurimman vaikutuksen omaavaa perustustapaa Luvussa 7 kuvataan, mitä skenaariota on käytetty kunkin vaikutuskohteenosalta.

7. Hankkeeseen vaikuttavat tekijät

Vaikutukset ovat muutoksia, joita ympäristössä tapahtuu hankkeen seurauksena, ja ne ovat siten keskeisiä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Estevaikutuksia voi syntyä eri luontokohteille. Vaikutusta voidaan pienentää mukauttamalla hanketta sekä lieventämistoimenpiteillä. Ympäristövaikutuksia aiheuttavat toiminnot voivat vaihdella hankkeen eri vaiheissa - rakennusvaiheessa, käyttövaiheessa ja käytöstäpoistovaiheessa.

Taulukossa 7-1 esitetään yhteenveto Espoon raporttia varten tunnistetuista merkityksellisistä vaikutustekijöistä. Muita YVA:ssa käsiteltyjä kohteita ovat sähkömagneettiset kentät, merenpohjaan kohdistuvat fyysiset vaikutukset, tuulipuiston aiheuttama varjostus ja jäähdytysveden purku. Näitä ei pidetä merkityksellisinä mahdollisten rajat ylittävien vaikutusten kannalta, ks. luku 8.

Taulukko 7-1 Yhteenveto vaikuttavista tekijöistä kaikissa hankkeen vaiheissa

| Vaikutuskohde | Rakennusvaihe | Toimintavaihe | Käytöstäpoistovaihe |
|--|---------------|---------------|---------------------|
| Meriympäristönmuutokset | | x | |
| Vedenalainen melu | x | x | x |
| Ilmassa kantautuva melu | x | x | x |
| Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio | x | | x |
| Sähkömagneettiset kentät | | x | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | x | x | x |
| Fyysiset vaikutukset merenpohjaan | x | x | x |
| Visuaalinen haitta | | x | |

7.1 Meriympäristönmuutokset

Vaikutuksilla meriympäristöön tarkoitetaan tuulivoimapuiston vaikutusta batymetriaan, virtauksiin, aaltoihin, veden lämpötilaan ja suolapitoisuuteen. Fyrskeppetin tuulivoimapuiston vaikutuksia meriympäristöön (virtaukset, aallot, lämpötila ja suolapitoisuus) eteläisellä Selkämerellä on tutkittu kolmiulotteisella hydrodynaamisella mallilla (MIKE 3 HD FM), joka kuvaa virtauksia, lämpötilaa ja suolapitoisuutta, sekä spektriaalimallilla (MIKE 21 SW FM).

MIKE 3 -malli hyödyntää hydrologisia tietoja Selkämerestä, jotka on saatu SMHI:n meritieteellisistä mittauksista (vedenkorkeus, pintaveden lämpötila) sekä hankekohtaisista virtauksista, lämpötilaa, suolapitoisuutta ja aaltoja koskevista mittauksista. Perustukset ja tuulikentän muutokset huomioon ottavan 187 turbiinin tuulipuiston toiminnasta saatuja mallinnustuloksia on verrattu perusskenaarion mallinnustuloksiin. Mallinnuksen tulokset esitetään luvuissa 7.1.1-7.1.5.

7.1.1 Muutokset vedenkorkeuteen

Alueen syvyys voi muuttua, kun tuulivoimapuiston perustukset sijoitetaan merenpohjaan. Esimerkiksi perustukset ja eroosiosuojaukset muuttavat paikallisia syvyysolosuhteita. Tästä syystä tässä raportissa esitetään laajin mahdollinen perustusten vaatima merenpohjan pinta-ala nykyisellä teknologialla ja tulevaisuuden teknologialla.

Vedenkorkeuteen vaikuttavat tuuli, ilmanpaine-erot ja veden virtaus, joka vaihtelee Selkämerellä +1 ja -0,5 metriä keskimääräisestä vedenkorkeudesta Fyrskeppetin tuulipuiston aiheuttamat vedenkorkeuden muutokset ovat hyvin pieniä. MIKE 3 -mallinnuksen mukaan vedenpinnan nousun arvioidaan olevan Selkämerellä alle 1 mm. Lisätietoja on liitteessä E4.

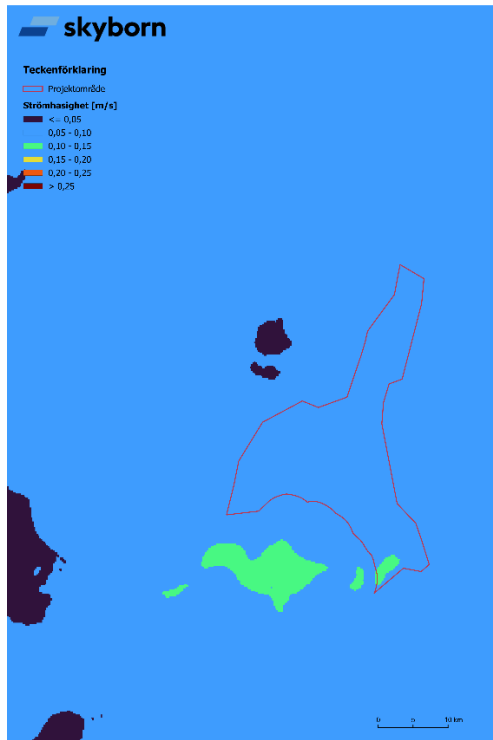
Taulukko 7-2 Suurin mahdollinen perustusten viemä pinta-ala merenpohjassa.

| Parametri | Arvo |
|---|------------------|
| Arvioitu hankealueen vaatima pinta-ala nykyteknologian mukaisilla perustustavoilla | Enintään 0,17 %. |
| Kaapeleiden vaatima hankealueen pohjan enimmäispinta-ala + eroosiosuojaus. Tulevaisuuden teknologia.. | Enintään 0,74 %. |
| Hankealueen viemä pinta-ala, joka koostuu nykytekniikan perustuksista. | Enintään 0,22 %. |
| Suurin mahdollinen hankealueen vaatima pinta-ala, joka koostuu kaapeleista (mukaan luettuna redundanssikaapelit) sekä eroosiosuojuksista. | Enintään 0,74 %. |

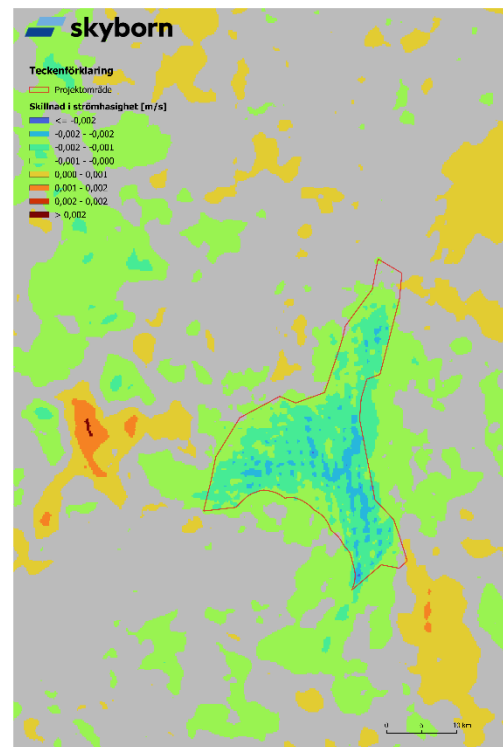
7.1.2 Muutokset merivirtoihin

Virtaukset ovat Selkämerellä heikkoja, ja niitä ohjaavat pääasiassa tuuli sekä lämpötila- ja suolapitoisuuserot. Virtausnopeus 0–10 metrin syvyyskerroksessa Fyrskeppetin tuulipuiston läheisyydessä on yleensä alhainen (0,04–0,1 m/s), mutta Finngrundetin kohdalla hieman korkeampi (enimmillään 0,12 m/s). Virtauksen vaikutuksesta on laadittu mallinnus, ks. liite E4. Mallinnuksesta käy ilmi, että virtausnopeudet hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä lisääntyvät joillain alueilla ja toisilla alueilla vähenevät marginaalisesti. Virtausnopeudet pienenevät enimmillään 0,003 m/s ja kasvavat enimmillään 0,0023 m/s. Näiden muutosten katsotaan johtuvan pääasiassa perustusten aiheuttamasta tuulivoimapuiston läpi kulkevan virtausnopeuden lievästä pienenemisestä, jota kompensoi hieman kasvanut virtausnopeus tuulivoimapuiston läheisyydessä.

Tuulivoimaloilla voi olla pieni vaikutus vesimassan virtauksiin paikallisesti kunkin perustuksen ympärillä. Hankealueen merenpohja koostuu pääasiassa moreenisavesta, jonka eteläosissa on kalliota. Hankealueen pohjan koostumuksen vuoksi virtausten ei odoteta aiheuttavan merkittävää eroosiota tai sedimentin lisääntynyttä kulkeutumista.



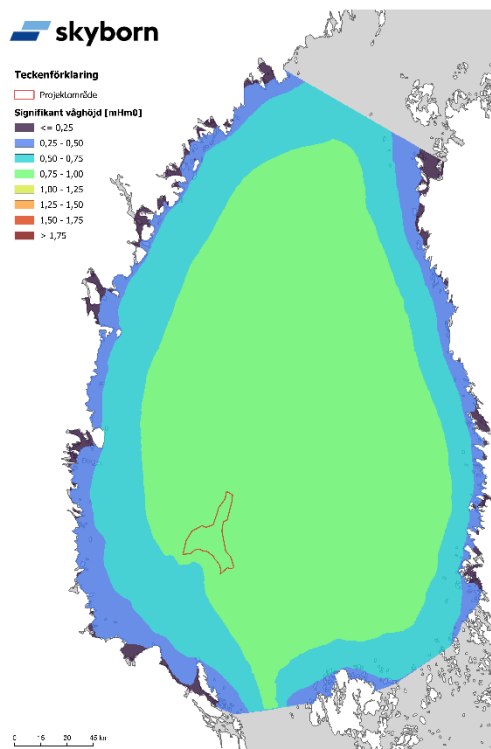
Kuva 7-1 Vuotuinen keskimääräinen virtausnopeus (m/s) 0–10 metrin syvyysskerroksessa.



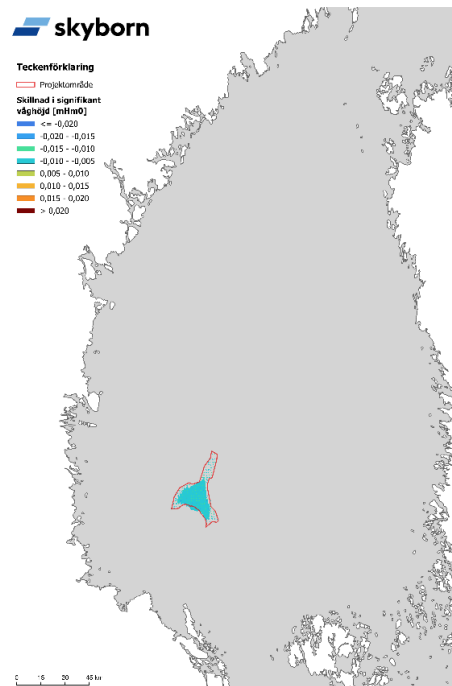
Kuva 7-2 187 tuulivoimalan toiminnan aiheuttamat muutokset virtausnopeudessa.

7.1.3 Muutokset aaltoihin

Hanketta varten on laadittu mallinnus Fyrskeppin tuulipuiston vaikutuksesta aaltoihin, ks. liite E4 ja Kuva 7-3 ja Kuva 7-4. Mallin perusteella on todettu, että tuulipuisto aiheuttaa aallonkorkeuden madaltumista rajatulla alueella. Keskimääräinen aallonkorkeus on tuulipuiston alueella 0,8–0,9 metriä. Perustusten lähellä aallonkorkeus madaltuu 2 cm, tuulipuiston sisällä yleisesti ottaen alle 1 cm ja Fyrskeppetin tuulipuiston ulkopuolella aallonkorkeus madaltuu alle 0,5 cm. Suurimmilla aallonkorkeuksilla aallonkorkeuden laskun arvioidaan sen sijaan olevan 3 cm lähellä perustuksia ja 0,5–1 cm viidentoista kilometrin etäisyydelle tuulipuistosta luoteeseen. Tätä pidetään vähäisenä muutoksena



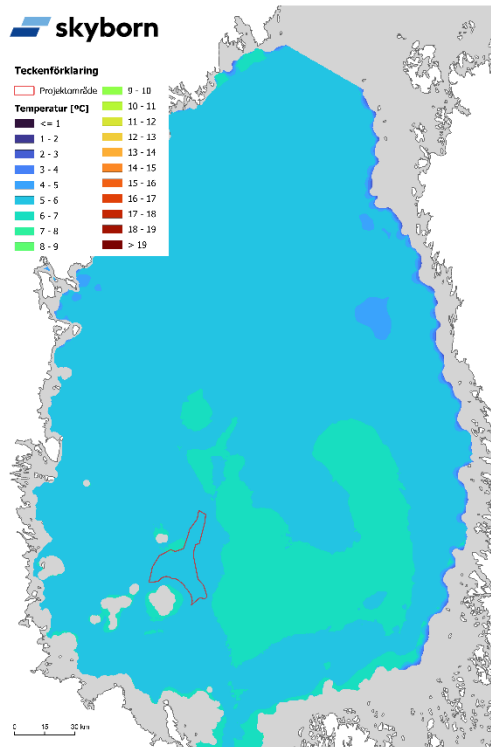
Kuva 7-3 . Vuosittainen keskimääräinen merkitsevä aallonkorkeus (mHm0).



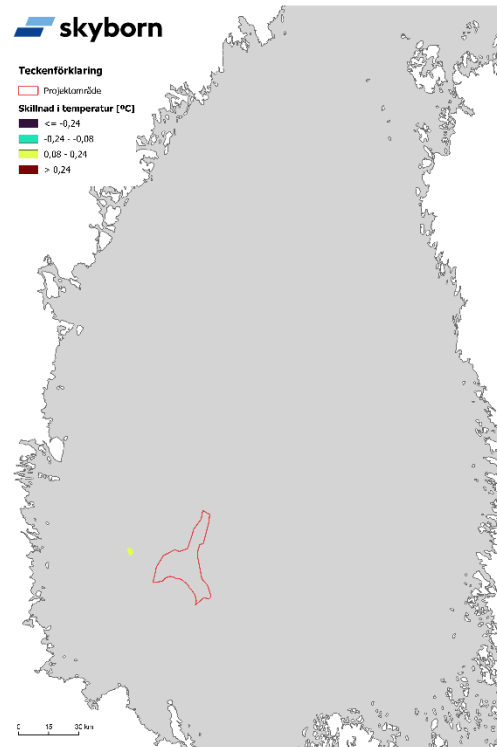
Kuva 7-4 Merkitsevän aallonkorkeuden muutokset 187 tuulivoimalan toiminnan seurauksena.

7.1.4 Muutokset veden lämpötilaan

Alueen pintaveden lämpötila vaihtelee tällä hetkellä 0 °C:sta talvella hieman yli 20 °C:een kesä-elokuussa. Kesällä on selvä lämpötilan harppauskerros eli termokliini 10–30 metrin syvyydessä. Yli 30 metrin syvyydessä lämpötila ei vaihtele yhtä paljon vuoden aikana (2–7 °C). Tehty mallinnus (liite E4 ja kuva Kuva 7-6) ja **Error! Reference source not found.** osoittaa, että vuotuisen keskilämpötilan muutokset ovat hieman alle 0,1 °C rajatulla alueella tuulipuiston länsipuolella 10–20 metrin syvyyskerroksessa, mikä johtuu pienistä muutoksista termokliinin syvyydessä. Yli 0,1 °C:n muutoksia ei odoteta tapahtuvan.



Kuva 7-5 Vuotuinen keskilämpötila (°C) 10–20 metrin syvyysskerroksessa.



Kuva 7-6. 187 tuulivoimalan toiminnasta johtuvat lämpötilan muutokset.

7.1.5 Suolapitoisuuden muutokset

Selkämeren suolapitoisuus on alhainen (välillä 3–6 PSU) ja halokliini eli suolapitoisuuden harppauskerros on heikko. Mallinnus, (liite E4), osoittaa, että tuulipuiston aiheuttama suolapitoisuuden muutos on pieni ja suurin mahdollinen muutos on 0,05 PSU, mikä puolestaan tarkoittaa, että se on merkityksetön verrattuna luonnolliseen vaihteluun.

7.2 Vedenalainen melu

Vedenalaisen melun leviäminen riippuu useista tekijöistä. Leviäminen riippuu esimerkiksi merenpohjan laadusta, sillä pehmeät pohjat vaimentavat ääntä paremmin kuin kovat. Myös syvyys vaikuttaa merkittävästi äänen etenemiseen, sillä matalat alueet absorboivat matalataajuisia ääntä enemmän kuin syvät alueet. Äänen eteneminen nopeutuu myös veden lämpötilan noustessa ja suolapitoisuuden laskiessa. Ääni ei ylitä veden ja ilman (merenpinnan) rajaa, vaan se heijastuu lähes kokonaan.

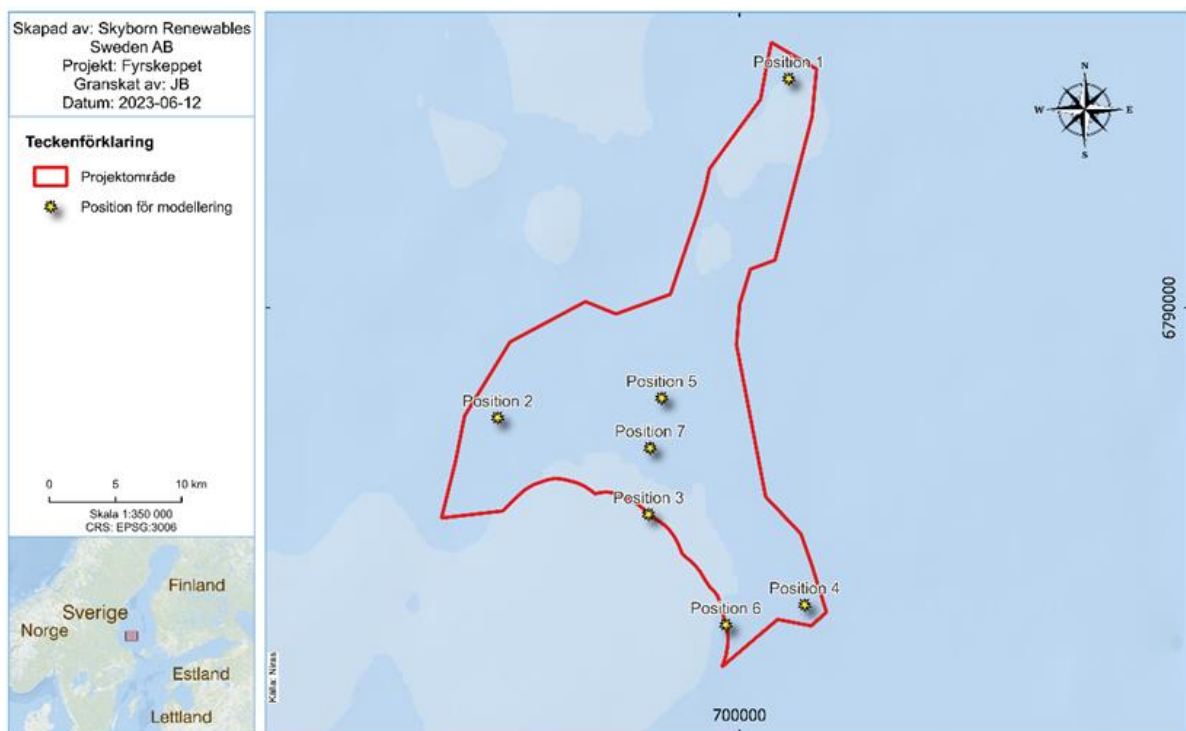
Toiminnasta aiheutuvaa vedenalaista melua syntyy pääasiassa rakennusvaiheessa, kun suoritetaan esimerkiksi porausta tai paalutusta perustuksia varten. Eniten melua aiheuttava toiminto on paalutus, joka on yleensäkin suurin vedenalaisen melun lähde merituulipuiston rakentamisen aikana. Myös muut äänilähteet aiheuttavat vedenalaista melua, mutta näiden äänilähteiden ei odoteta

aiheuttavan yhtä voimakkaita äänitasoja kuin paalutustyöt. Näitä muita melunlähteitä ovat muun muassa rakennusvaiheen muut työt, valmistelevat tutkimukset, alusten kuljetukset ja tuulivoimaloiden huolto käyttövaiheen. Tässä luvussa kuvataan melulähteitä, jotka aiheuttavat vedenalaista melua.

7.2.1 Perustusten rakentaminen

Perustusten rakentamisen aiheuttama melutaso riippuu perustustyyppistä ja käytetystä tekniikasta. Monopile-perustukset ovat perustuksia, joiden odotetaan yleensä aiheuttavan korkeimman melutason paalutuksen aikana. Perustuksen koko, vasaran iskutaajuus ja lyöntitekniikka ovat muita tekijöitä, jotka vaikuttavat melupäästöön. Esimerkiksi suurempien perustusten rakentaminen johtaa korkeampiin äänitasoihin. Äänen leviämisen vähentämiseksi voidaan käyttää erilaisia äänenvaimennustekniikoita.

NIRAS on laatinut Fyrskippetin tuulipuistoa varten melumallinnuksen paalutuksen aikaisesta vedenalaisesta melusta. Rakentamisen aikaiseen melumallinnukseen on sisällytetty kaksi perustustapaa, jotka aiheuttavat eniten vedenalaista melua. Ensinnäkin 15 metrin pituisille monopile-perustuksille ja toiseksi jacket-perustuksille, joissa on 12 paalua, joiden halkaisija on 5,5 metriä. Melun leviämistä arvioitiin hankealueella seitsemässä lokaatiossa, ja mallinnuksessa oletetaan, että paalutus tapahtuu yhdessä paikassa kerrallaan, Kuva 7-7. Sijainnit valittiin siten, että melun odotettu leviäminen oli suurinta mahdollista ja että melu ulottuu viereiseen Natura 2000 -alueelle (Fingrundet). Sijaintien on tarkoitus edustaa worst case skenaariota eri tavoin.



Kuva 7-7 Mallinnuksessa äänilähteinä käytetyt paikat.

Mallinnus on osoittanut, että 15 metrin pituisen monopile-perustustyyppin, jonka energiantuotto on 5 500 kJ, meluvaikutukset ovat suurimmat harkittavista perustusvaihtoehdoista. Monopile-perustustapa on siis worst case scenario. Vedenalaista melua koskevat vaikutustenarvioinnit perustuvat siis tämän skenaarion tuloksiin. Melun leviäminen vaihtelee vuoden aikana lämpötilan ja suolapitoisuuden mukaan. Mallinnus on tehty kahdelle eri kuukaudelle, huhtikuulle, jonka arvioidaan vastaavan koko vuoden worst case skenaariota ja kesäkuulle, jonka arvioidaan vastaavan kesä-lokakuun worst case skenaariota. Yritys toteuttaa lieventämistoimenpiteitä kaksinkertaisen kuplaverhon (DBBC) tai muun vaikutukseltaan vähintään vastaavan lieventämistoimenpiteen muodossa. Tästä syystä mallinnus tehtiin siten, että melunvaimennus vastasi DBBC:n avulla toteutettua lieventämistoimenpidettä. Lieventämistoimenpiteitä kehitetään jatkuvasti, minkä vuoksi tällä hetkellä ei ole mahdollista määrittellä, mikä on sopivin rakentamisajankohtana ja millä vaihtoehdoilla on vastaava tai parempi meluntorjunta.

Paalutustyön aikaisen meluhaitan vaikutusten arvioimiseksi paalutustyön melutasoja verrataan tilapäisen kuulon heikkenemisen (TTS), pysyvän kuulon heikkenemisen (PTS) tai kalojen, toukkien, mätimunien ja hylkeiden kuoleman riskiin. Kalojen, mätimunien ja toukkien osalta käytetyt kynnsarvot on otettu artikkeleista Andersson ym. (2016) ja Popper ym. (2014). Hylkeiden osalta kynnsarvot on otettu lähteestä NOAA (2018). Kynnsarvojen ja paalutustyön aikana mallinnetun melun leviämisen perusteella voidaan laskea vaikutusetäisyydet. Vaikutusetäisyyksien laskelmat perustuvat oletukseen, että paalutuksen aikana sovelletaan pehmeää käynnistystä, mikä tarkoittaa, että kaloja ja merinisäkkäitä ns. varoitetaan ja ne voivat poistua alueelta ennen kuin paalutus tapahtuu täydellä energialla. TTS:n, PTS:n ja kuolleisuuden vaikutusetäisyydet kuvaavat siten vähimmäisetäisyyttä paalutuspaikasta, jolla kalojen tai hylkeiden on oltava paalutuksen alkaessa, jotta ne välttyisivät vastaavalta vaikutukselta. Lasketut vaikutusetäisyydet esitetään taulukoissa Taulukko 7-3 ja Taulukko 7-4.

Taulukko 7-3 Arvioidut vaikutusetäisyydet kaloille ja toukille/munille mallinnettujen äänilähteiden sijainnin perusteella.

| Asema | Etäisyys äänilähteestä [metriä] | | | | | | |
|-------|---|-----------------|---------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|
| | TTS | | | Kuolleisuusaste | | | |
| | Nuori turska | Aikuinen turska | Silakka | Nuori turska | Aikuinen turska | Silakka | Toukat ja munat |
| | Worst case scenario, tammikuu - joulukuu | | | | | | |
| 1 | 9 900 | 6 000 | 5 200 | 25 | 25 | 25 | 575 |
| 2 | 7 600 | 4 150 | 3 400 | 25 | 25 | 25 | 475 |
| 3 | 8 800 | 5 600 | 4 900 | 25 | 25 | 25 | 600 |
| 4 | 8 100 | 4 850 | 4 100 | 25 | 25 | 25 | 500 |
| 5 | 11 900 | 8 100 | 7 200 | 25 | 25 | 25 | 600 |
| 6 | 9 600 | 6 000 | 5 100 | 25 | 25 | 25 | 625 |
| 7 | 10 600 | 6 800 | 6 000 | 25 | 25 | 25 | 625 |
| | Worst case scenario, kesäkuu-lokakuu | | | | | | |

| Asema | Etäisyys äänilähteestä [metriä] | | | | | | |
|-------|---------------------------------|-------|-------|----|----|----|-----|
| | | | | | | | |
| 1 | 9 600 | 5 700 | 4 850 | 25 | 25 | 25 | 575 |
| 2 | 7 000 | 3 750 | 3 000 | 25 | 25 | 25 | 500 |
| 3 | 8 200 | 5 100 | 4 450 | 25 | 25 | 25 | 625 |
| 4 | 7 400 | 4 250 | 3 550 | 25 | 25 | 25 | 475 |
| 5 | 11 300 | 7 500 | 6 600 | 25 | 25 | 25 | 600 |
| 6 | 8700 | 5200 | 4 300 | 25 | 25 | 25 | 600 |
| 7 | 10 100 | 6 400 | 5 500 | 25 | 25 | 25 | 625 |

Taulukko 7-4 Hylkeiden arvioidut törmäysetäisyydet mallinnettujen äänilähteiden sijainnin perusteella.

| Asema | Etäisyys äänilähteestä [metriä] | | | |
|-------|---|-----|---------------------------------------|-----|
| | Worst case scenario tammikuu - joulukuu | | Worst case scenario kesäkuu - lokakuu | |
| | PTS | TTS | PTS | TTS |
| 1 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 2 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 5 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 6 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 7 | 25 | 25 | 25 | 25 |

Tulokset osoittavat, että PTS- ja TTS-arvoja ei esiinny hylkeille yli 25 metrin etäisyydellä lähteestä. Turskan ja silakan osalta TTS:n suurin vaikutusetäisyys vaihtelee 3,4 km:n ja 11,9 km:n välillä huhtikuussa ja 3,0 km:n ja 11,3 km:n välillä kesäkuussa. Kuolleisuuden osalta suurin vaikutusetäisyys on 25 metriä. Kalojen osalta PTS ei ole merkityksellinen arvioinnin kannalta, koska ne pystyvät korjaamaan ja korvaamaan vaurioituneita karvasoluja kuuloelimissä ja palauttamaan kuulonsa. Vaikutusetäisyyden lisäksi on laskettu myös TTS:n vaikutuksen kohteena olevien pintojen kokonaispinta-ala, joka perustuu silakan kynnsarvoihin, ks. Taulukko 7-5. Pinta-ala vastaa kutakin paalutuspistettä ympäröivää aluetta, jonka sisällä silakka on vaarassa joutua TTS:n vaikutuksen kohteeksi.

Taulukko 7-5 Silakan TTS:n vaikutusalueet.

| Asema | ²Vaikutusalue (silakan TTS) [km] | |
|-------|-----------------------------------|----------------------------|
| | WCS tammikuu - joulukuu | WCS kesäkuu - lokakuu |
| 1 | 48 kilometriä ² | 41 kilometriä ² |
| 2 | 14 kilometriä ² | 10 kilometriä ² |
| 3 | 39 kilometriä ² | 32 kilometriä ² |
| 4 | 22 kilometriä ² | 15 kilometriä ² |
| 5 | 62 kilometriä ² | 51 kilometriä ² |
| 6 | 32 kilometriä ² | 23 kilometriä ² |
| 7 | 60 kilometriä ² | 49 kilometriä ² |

Laskelmien mukaan TTS-vaikutus ei ulotu viereiselle Natura 2000 -alueelle, ks. Kuva 7-8. Yhtiö on myös sitoutunut olemaan rakentamatta perustuksia 2 kilometrin säteellä Finngrundet Östra Banken nimisen Natura 2000 -alueen läheisyydessä sijaitsevista alueista, joiden syvyys on alle 30 metriä, jotta suojeltaisiin allin ruokailualueita, katso Kuva 5-2. Tämä tarkoittaa, että etäisyys äänilähteestä ja Natura 2000 -alueesta kasvaa, mikä kasvattaa myös etäisyyttä alueeseen, jossa silakkaan voi kohdistua TTS-vaikutuksia.



Kuva 7-8 Alueet mallinnettujen paalupaikkojen ympärillä, joissa silakkaan voi kohdistua TTS-vaikutuksia. Yhtiö on sitoutunut olemaan rakentamatta perustuksia kahden kilometrin säteellä Finngrundets Östra banken -nimisen Natura 2000 -alueen läheisyydessä sijaitse

7.2.2 Muut rakennustyöt

Paalutuksesta aiheutuvan vedenalaisen melun lisäksi merenpohjan rakentamiseen liittyy muitakin melulähteitä. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että rakentamisesta (myös merenpohjan aurauksesta) aiheutuva melu Itämerellä on samaa suuruusluokkaa kuin laivaliikenne, ja sitä voidaan verrata laivaliikenteen jatkuvaan meluun (Johansson & Andersson, 2012). Aurauksen osalta käytetyn aluksen aiheuttama keskitaso oli 126,0 dB re 1 μ Pa, ja lähdetaso oli 183,5 dB re 1 μ Pa 1 metrin korkeudella.

7.2.3 Alusliikenne

Kaikkien vaiheiden aikana laivakuljetusten määrä kasvaa. Alueella on jo nykyisin laivoja, joten Fyrskppetin tuulipuistoon liittyvä laivaliikenne ei aiheuta täysin uutta melulähdettä. Ohikulkevien alusten ääni ei ole pysyvää ainakaan vähemmän vilkkailla merialueilla. Alukset voivat kuitenkin viipyä alueella pidempiä aikoja toiminnan eri vaiheissa. Laivojen keskimääräisten äänitasojen välillä on osoitettu vaihtelevan 100–130 dB re 1 μ Pa:n välillä 50–200 Hz:n taajuusalueilla. (Nord Stream 2 AG, 2017).

7.2.4 Turbiinit

Tuulivoimaloista syntyy melua niiden toiminnan aikana. Tuulivoimaloiden toiminnan aikana aiheuttamat äänet eroavat ohikulkevien laivojen äänestä siten, että tuulivoimalat synnyttävät ääntä pysyvästi kiinteästä lähteestä. Näin ollen tuulipuistossa äänitaso muuttuu paikallisesti kunkin

tuulivoimalan kohdalla, mikä johtuu voimalan aiheuttamasta värinästä, joka leviää tornin läpi ja vedessä olevista ääniaalloista. Rakenteista kantautuvan melun taajuuteen ja voimakkuuteen vaikuttavat tuulen nopeus, perustuksen ja turbiinin ominaisuudet sekä turbiinien lukumäärä ja teho.

Aiemmat turbiinien melua koskevat tutkimukset ovat osoittaneet, että ääni rajoittuu mataliin taajuuksiin, jotka ovat muutaman kHz:n ja muutaman sadan Hz:n välillä. Keskikokoisesta turbiinista (3,6 MW) tehdyssä tutkimuksessa mitatut äänitasot olivat jopa 130 dB re 1 µPa 50 metrin päässä äänilähteestä. (Pangerc, Theobald, Wang, Robinson, & Lepper, 2016). Hankealueen taustamelua ei ole mitattu, eikä sen vuoksi voida tehdä vertailua siitä, millä alueella turbiinien toimintamelun voidaan olettaa olevan vallitseva melunlähde esimerkiksi laivaliikenteen meluun verrattuna. Tähän mennessä tehtyjen mittausten perusteella voidaan olettaa, että melulähteen taso kasvaa 14 dB turbiinin nimellistehon 10-kertaista kasvua kohti. (Tougaard, Hermannsen, & Madsen, 2020).

Alueella, jolla turbiinin melu ylittää taustamelun, turbiinin melun voidaan olettaa kuuluvan hylkeille ja mahdollisesti kaloille. (Madsen, Wahlberg, Tougaard, Lucke, & Tyack, 2006).

7.2.5 Tuulivoimaloiden ja perustusten purkaminen

Käytöstäpoiston aikana alusten aiheuttama melutaso on samankaltainen kuin rakennusvaiheessa. Paalutusta, joka on ympäristövaikutuksiltaan suurin melu, ei kuitenkaan tapahdu.

7.3 Ilmassa kantautuva melu

Ilmassa kantautuvaa melua syntyy rakennusvaiheen aikana pääasiassa asennuksessa käytetyistä aluksista ja asennustöistä, kuten paalutuksesta. Tuulivoimaloista aiheutuu melua myös käyttövaiheessa. Käytöstäpoistovaiheessa melutasot ovat huomattavasti alhaisemmat kuin rakennusvaiheessa.

Alusten aiheuttama ilmassa kantautuva melu vaihtelee rakennusvaiheesta riippuen. Suuria nosturialuksia tarvitaan sähköasemilla ja perustusten, tornien ja turbiinien asennuksessa. Ankkuroinnissa sekä tarvikkeiden, henkilöstön ja materiaalien kuljettamisessa tarvitaan pieniä tukialuksia. Samoin sisäisten kaapeliverkkojen rakentamiseen tarvitaan erikokoisia kaapelinasennusalueita.

Asennuksessa käytetyt alukset ovat merellä yli 50 kilometrin päässä maasta. Etäisyyden ansiosta alusten aiheuttama melu ei ylitä rakennustyömaiden melulle asetettuja ruotsalaisia ohjeita (NFS 2004:15).

Tuulivoimaloiden toimintavaiheessa melu on pääasiassa aerodynaamista ääntä, joka syntyy, kun roottorin lavat pyyhkäisevät ilmaa. Tämä voidaan havaita suhisevana tai sihisevänä äänenä. Suuremmilla etäisyyksillä ääni madaltuu ja vaimenee.

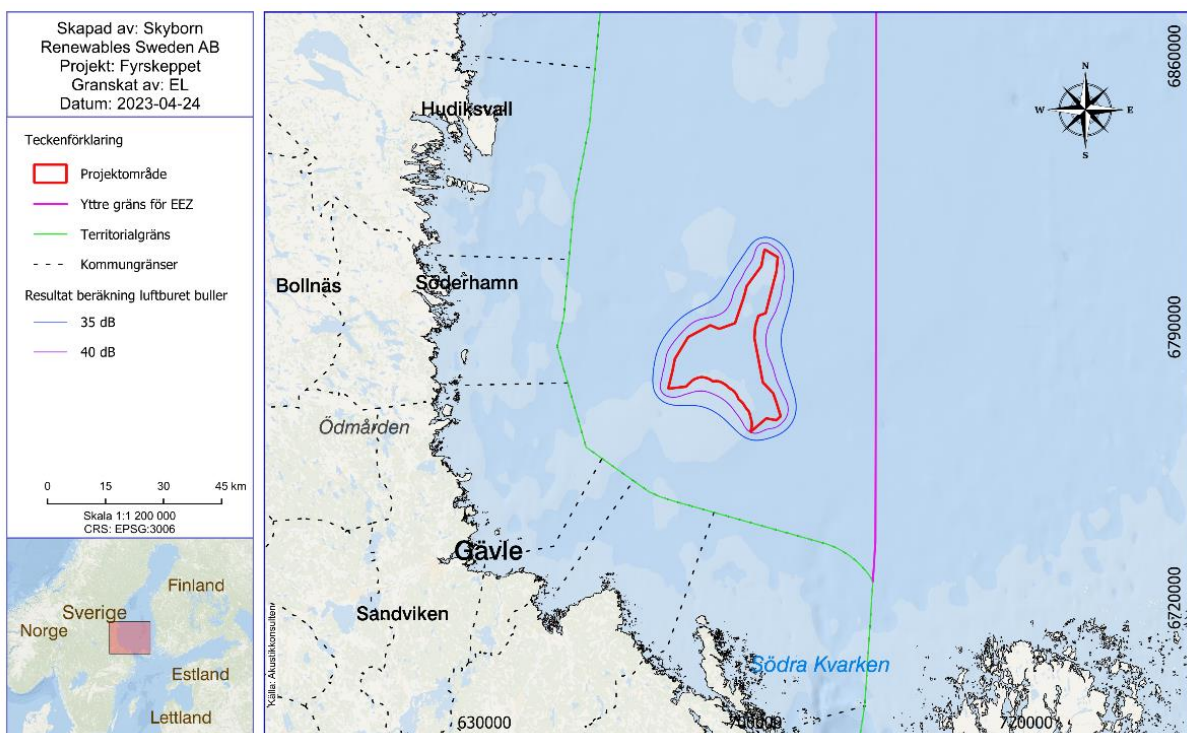
Fyrskippetin tuulipuiston osalta on laskettu A-painotetut ekvivalentit melutasot. Laskelmat on tehty pohjoismaisella Nord2000 -laskentamenetelmällä, mikä tarkoittaa, että laskelmat on tehty myötätuulen aikana. Lisäksi matalataajuinen ääni sisätiloissa (31,5–200 Hz) on laskettu ulkoäänitasojen perusteella.

Laskelmat perustuvat esimerkkilaskelmaan, jossa tuulivoimaloiden lukumäärä on 187 ja korkeus 350 metriä. Tämä edustaa worst case -tilannetta sekä tuulivoimaloiden lukumäärän että suurimman

kokonaiskorkeuden osalta. Suunniteltuja tuulivoimaloita ei ole vielä markkinoilla, joten on käytetty yhden suurimman tällä hetkellä saatavilla olevan tuulivoimalan, Vestas V236-15 MW:n, äänitietoja.

A-painotettua ekvivalenttiäänitasoa verrataan käytännön mukaiseen ohjearvoon, joka on 40 dB(A) asuinrakennusten julkisivulla. Virkistys- ja ulkoilualueilla käytetään yleensä ohjearvoa 35 dB(A). Matalataajuisen äänen osalta sisätiloissa (välillä 31,5–200 Hz) verrataan Ruotsin kansanterveysviraston sisämelua koskeviin ohjearvoihin (FoHMF 2014:13) (Folkhälsomyndigheten, 2014).

Melulaskelmien tulokset esitetään kuvassa Kuva 7-9. Laskentakorkeus on 1,5 m, mikä tarkoittaa, että tulokset annetaan 1,5 m korkeudella maanpinnasta niiden paikkojen osalta, joissa äänen odotetaan kantautuvan maalle, kun taas avoveden yläpuolella olevat eristyslinjat määritetään 1,5 m korkeudella merenpinnasta. Rannikon valituissa melulle herkissä kohdissa 35 dB(A):n ekvivalenttiäänitaso ei ylitä. Myöskään sisätilojen matalataajuisia ääntä koskevat suositusarvot eivät ylitä näissä pisteissä.



Kuva 7-9 Äänen leviäminen ilmassa dB(A) suunnitellun Fyrskeppetin tuulivoimapuiston lähialueilla.

7.4 Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio

Kaivaminen, maansiirto, peittäminen sekä perustusten ja kaapelijärjestelmien asentaminen ovat rakennustoimia, jotka voivat aiheuttaa veden samentumista nostamalla ja sekoittamalla sedimenttejä. Käytöstäpoiston yhteydessä kaapeleiden mahdollinen purkaminen voi aiheuttaa sedimentaatiota sekä veden sameutumista.

Suspendoituneet sedimentit voivat levitä hankealueen lähialueille, ja lisääntynyt sameus voi vaikuttaa ympäröivään meriympäristöön. Kun sedimenttihiukkaset sitten laskeutuvat (sedimentoituvat) pohjaan tämä voi vaikuttaa myös ympäröiviin pohja-alueisiin. Lisääntynyt

sedimentin leviäminen voi siten vaikuttaa ympäristöön tuulivoimapuiston sisällä ja sen läheisyydessä. Sedimentin leviämisen laajuuteen vaikuttaa muun muassa hiukkaskoko, pohjasedimentin tyyppi ja vedenalaiset virtaukset. (Bergström m. fl., 2012). Esimerkiksi hienorakeiset sedimenttahiukkaset kelluvat vapaasti vesimassassa pidempään kuin karkeammat hiukkaset, ja sameus on yleensä vähäisempää merialueilla, joilla veden vaihtuvuus on runsasta. (Bergström m. fl., 2012).

Yhtiö on teettänyt sedimenttien leviämisanalyysin, joka perustuu pahimpaan mahdolliseen sameutta aiheuttavaan toimintaan (worst case scenario). Mallissa simuloidaan sameutta aiheuttavia toimintoja, erityisesti sedimenttien ruoppausta ennen perustusten rakentamista.

Ruoppausmenetelmä, joka vastaa pahinta mahdollista tilannetta, ja jota voidaan käyttää, on kolme rinnakkaista leikkuri-imuruoppausalusta (cutter suction dredgers), ja leviävän sedimentin määräksi oletetaan 10 prosenttia. Ruoppauksen lisäksi on simuloitu myös sisäisen kaapeliverkoston asentaminen, jossa on oletettu, että kaikki kaapelit upotetaan merenpohjaan. Kaapeleiden asentamisesta seuraava arvioitu sedimentin leviämisen määrä on noin 10 %. Mallissa on laskettu 5 %:n häviö proomusta. Tässä tilanteessa sedimentin leviäminen tapahtuu pinnalta, toisin kuin muissa pohjassa tapahtuvissa tapauksissa. Mallinnus tehtiin MIKE 21/3 PT] -ohjelmalla.

Sedimenttien leviämislaskelmat on tehty 187 tuulivoimalalle, neljälle sähköasemalle, gravitaatioperustuksille ja käyttäen pisintä mahdollista kaapelia. Tämän katsotaan muodostavan "worst case scenario". Laskelmat on tehty kahdelle eri tilanteelle, joista toinen on 15 MW:n ja toinen 30 MW:n tuulivoimaloiden perustamista. Suuremmat tuulivoimalat edellyttävät suurempaa pohjalevyä ja siten laajempi alue on ruopattava ennen perustusten rakentamista. Laskentamallissa rakentamisajan on oletettu kestävän toukokuusta lokakuuhun. Worst case -tilanteen aikana on lyhyitä ajanjaksoja, jolloin suspendoitunutta ainesta on yli 10 mg litrassa vettä. Rakennusvaiheen aikana vapautuvat hiukkaset aiheuttavat pinnalla (0–10 m) sameutta, joka on yli 10 mg/l vähintään 3 tunnin ajan 95 prosentissa tuulipuiston pinta-alasta, ks. Taulukko 7-7, Kuva 7-14. Jo 12 tunnin kuluttua sameuden vaikutusalue on pienentynyt 56 prosenttiin hankealueesta, ja 48 tunnin kuluttua sameutta esiintyy enää 3 prosentissa hankealueesta. Mallinnuksen mukaan hankealueella ei ole yhtään paikkaa, jossa pitoisuudet olisivat yli 10 mg/l 72 tunnin kuluttua rakentamisesta

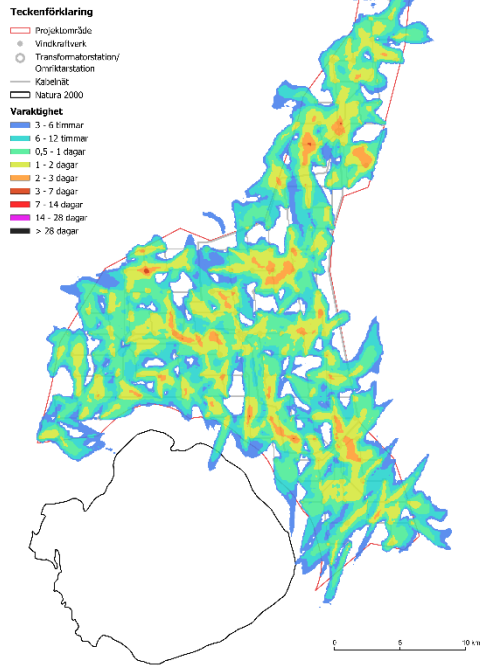
Taulukko 7-6 Fyrskeppetin tuulivoimapuiston pinta-ala (km²) ja prosenttiosuus alueesta, jonka sedimenttipitoisuudet ovat laskelmien mukaan 10, 50, 200, 400 ja 1 000 mg/l yli 3, 12, 48 ja 72 tunnin ajan.

| Sedimenttipitoisuus (mg/L) | 10 | | | | 50 | | | | 200 | 400 | 1000 |
|---|-------|-------|------|-----|-------|------|-----|------|-----|-----|------|
| | 3 | 12 | 48 | 72 | 3 | 12 | 24 | 3 | 12 | 3 | 3 |
| Vähimmäiskesto (h) | 3 | 12 | 48 | 72 | 3 | 12 | 24 | 3 | 12 | 3 | 3 |
| Pinta-ala (km ²) | 504,9 | 298,1 | 15,5 | 0,2 | 138,2 | 28,8 | 1,6 | 19,6 | 2,7 | 3,4 | 0,0 |
| Prosenttiosuus (%) tuulivoimapuistosta Fyrskeppet | 94,6 | 55,8 | 2,9 | 0,0 | 25,9 | 5,4 | 0,3 | 3,7 | 0,5 | 0,6 | 0,0 |

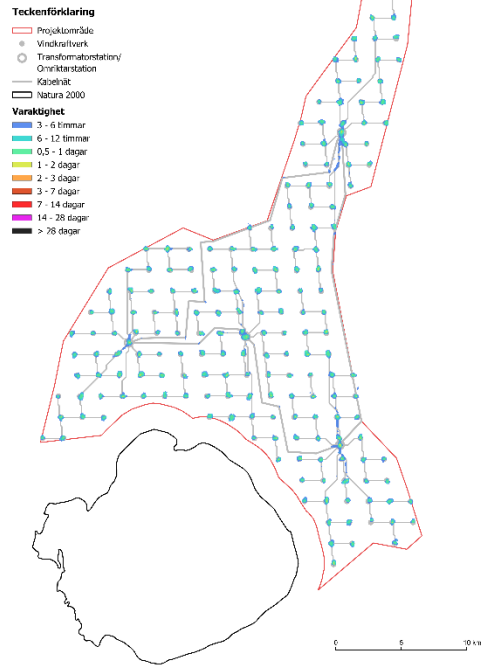
Valtaosa pintaveden suspendoituneesta sedimentistä vajoaa ennen kuin se saavuttaa Fyrskeppetin tuulivoimapuiston ulkopuoliset alueet. Pintaveden sameus voi kuitenkin vaikuttaa joihinkin hyvin rajallisiin osiin Finngrundet Östra Bankenin alueella vähissä määrin (10 mg/l) ja rajoitetun ajan (<13 tuntia). Korkeampia tasoja (50 mg/l) esiintyy vain 1 km:n säteellä tuulipuistosta.

Ainoastaan poikkeuksellisesti suspendoituneita sedimenttejä esiintyy hankealueen pohjan lähellä (0–5 m) yli 24 tunnin ajan 10 mg/l:n pitoisuuksina. Paikallisesti hyvin pienillä alueilla lähellä perustuksia esiintyy yli 100 mg/l pitoisuuksia 3–6 tunnin ajan. Alhaisen virtausnopeuden vuoksi resuspensiota ei käytännössä tapahdu. Mallinnus osoittaa, että Fyrskeppetin tuulivoimapuiston rakentaminen ei lisää suspendoituneiden sedimenttien määrää Natura 2000 -alueella Finngrundet Östra Banken.

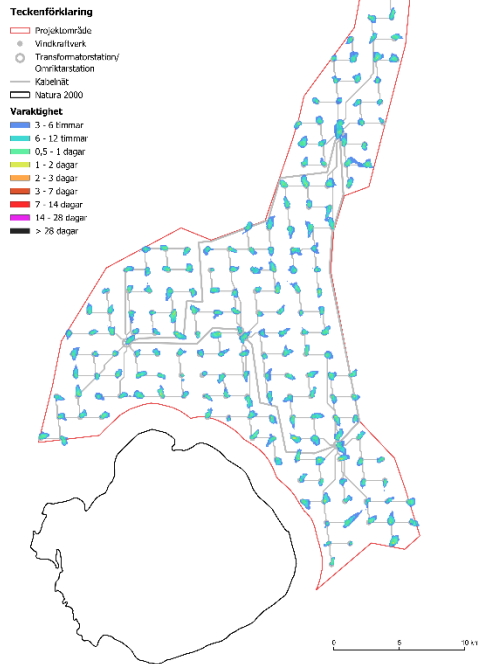
Kuvat Kuva 7-10-Kuva 7-13 kuvaavat yli 10 mg/l ja 100 mg/l ylittävien sedimenttipitoisuuksien kestoa 30 MW:n tuulipuiston rakentamisen aikana, mikä on suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation ”worst case scenario”. Merenpohjan läheisen alhaisen virtausnopeuden vuoksi merenpohjan rakennustöiden yhteydessä syntyvät sedimentit vajoavat lähes välittömästi, joten yli 10 mg/l:n sedimenttipitoisuuksien kesto on hyvin paikallinen pohjanläheisessä vesimassassa sijaitsevilla perustuksilla.



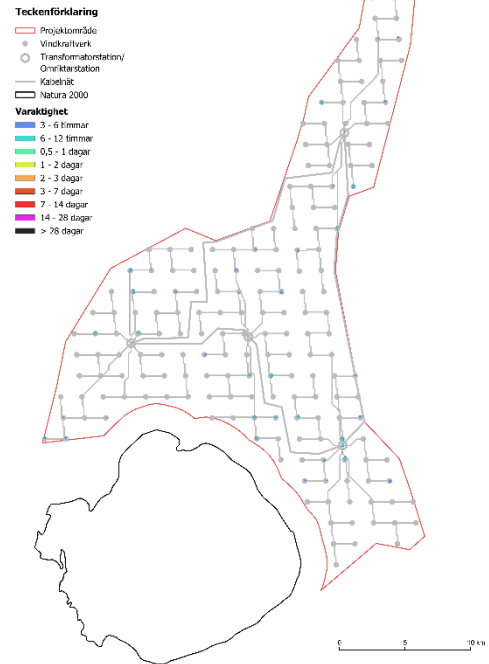
Kuva 7-10 Tulokset sedimentin yli 10 mg:n pitoisuuksien kestosta ylimmässä 10 metrissä.



Kuva 7-11 Tulokset sedimentin yli 10 mg/l pitoisuuksien kestosta alimmassa 5 metrin syvyydessä



Kuva 7-12 Yli 100 mg/l ylittävien sedimenttipitoisuuksien laskennallinen keskiarvo ylimmän 10 metrin osalta.



Kuva 7-13 Yli 100 mg/l sedimenttipitoisuuksien kesto alimmassa 5 metrin syvyydessä.

Rakennustöistä aiheutuva sedimentaatio on mallinnettu. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa ja kuvassa Kuva 7-14. Merkittävä sedimentaatio vaikuttaa vain hyvin rajallisiin alueisiin kussakin perustuksessa.

Taulukko 7-7 Rakennustöiden aiheuttama kokonaislaskeuma.

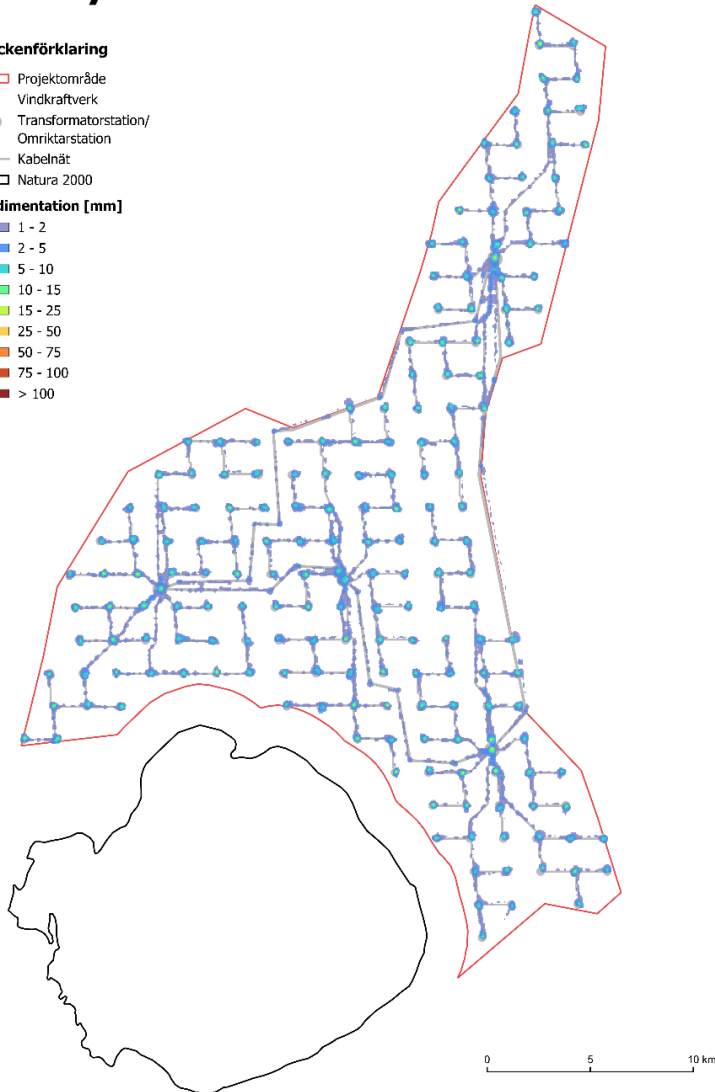
| Skenaario | 15 MW | | | | | 30 MW | | | | |
|--|-------|------|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|
| | ≥1 | ≥2 | ≥5 | ≥10 | ≥25 | ≥1 | ≥2 | ≥5 | ≥10 | ≥25 |
| Laskeuma (mm) | ≥1 | ≥2 | ≥5 | ≥10 | ≥25 | ≥1 | ≥2 | ≥5 | ≥10 | ≥25 |
| ² Pinta-ala (km ²) | 63,6 | 21,9 | 6,2 | 0,8 | 0,0 | 69,2 | 25,7 | 9,2 | 2,0 | 0,0 |
| Prosenttiosuus (%) tuulivoimapuistosta Fyrskeppet | 11,9 | 4,1 | 1,2 | 0,1 | 0,0 | 13 | 4,8 | 1,7 | 0,4 | 0,0 |

Teckenförklaring

- Projektområde
- Vindkraftverk
- Transformatorstation/
Omräkningsstation
- Kabelnät
- Natura 2000

Sedimentation [mm]

- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- > 100



Kuva 7-14. Sedimenttilaskeuma rakentamisen jälkeen.

7.5 Sähkömagneettiset kentät

Johtimen läpi kulkeva virta luo sähkömagneettisen kentän, joka riippuu virran voimakkuudesta, kaapelin materiaalista, virran tyypistä jne. Sähkömagneettinen kenttä on kaksiosainen ja koostuu sähkökentästä ja magneettikentästä. Sähkömagneettisen kentän voimakkuus riippuu virran voimakkuudesta, joka on suurimmillaan maksimitehon tuotannossa. Sen voimakkuus johtimen ympärillä vähenee nopeasti etäisyyden kasvaessa ja sitä pidetään muutaman metrin jälkeen merkityksettömänä.

Virran taso ja siten sähkömagneettisen kentän voimakkuus riippuu jännitetasosta. Sähkökentän etenemistä johtimen ympärillä voidaan estää kaapelin sisällä olevilla materiaaleilla, mutta magneettikenttää ei voida estää yhtä tehokkaasti. Magneettikenttä voi puolestaan indusoida sähkökentän johtimen ulkopuolelle. Johtimen ympärillä oleva magneettikenttä pienenee kuitenkin nopeasti etäisyyden kasvaessa ja muuttuu merkityksettömäksi maan oman staattisen magneettikentän vuoksi, jonka kentän voimakkuus on noin 50 μT . (Energiforsk, 2022). Toisaalta vaihtovirtajohtimen ympärillä oleva magneettikenttä muuttuu virran taajuuden mukaan, mikä poikkeaa maan staattisesta magneettikentästä.

Kaapeleiden hautaaminen tai ulkoisten suojiin käyttö lisää johtimien ja merieläinten välistä etäisyyttä. Sisäisen kaapeliverkon eri osien virran voimakkuus riippuu siitä, miten tuulivoimaloiden kaapelit on liitetty toisiinsa.

Hankealueella arvioidaan tarvittavan noin 450 kilometriä sisäistä kaapelia ja toimintavaiheessa noin 75 kilometriä varakaapelia. Toimintavaiheen aikana kaapeleiden ympärille syntyy lämpöä ja sähkömagneettinen kenttä. WCS:n mukaan kaapelit ovat joko sedimentin päällä, jossa on ulkoinen suoja vähintään 1 metrin korkeudella, tai ne on upotettu vähintään 1 metrin syvyyteen pohjasedimenttiin. Magneettikenttä pienenee kaapelin etäisyyden neliöllä, joten pienempi peittokerros antaa suuremman magneettikentän lähimpänä pohjaa.

Liitäntäkaapeleissa on eristys ja suojaus kaapelin ympärillä, joka suojaa sähkökenttää. Magneettikenttä ulottuu kuitenkin kaapeleiden ulkopuolelle. Sähkömagneettisen kentän voimakkuus kaapeleiden ympärillä riippuu kaapeleiden ominaisuuksista ja siitä, ovatko ne HVAC- vai HVDC-kaapeleita. Vaihtovirtakaapelit (HVAC-kaapelit) voivat tuottaa sähkömagneettisen kentän voimakkuuden, joka voi olla enintään 50 μT , jos kaapelit on upotettu 1 m merenpohjan alapuolelle. Voimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa ja on arviolta noin 1 μT 8 m:n päässä lähteestä.

Kun redundanssikaapeleissa käytetään tasavirtaisia kaapeleita (HVDC), kaapeleiden ympärille syntyy magneettikenttä, joka eroaa vaihtovirtakaapeleiden ympärille syntyvästä magneettikentästä. Magneettikentän arvioidaan olevan 200 μT merenpohjalla tai ulkoisen suojan pinnalla, kun kaapeli on upotettu 1 m syvyyteen sedimenttiin tai peitetty 1 m:n etäisyydellä, ja se pienenee noin 20 μT :iin 10 m:n etäisyydellä kaapelista.

7.6 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

Suunniteltu tuulivoimapuisto voi rajoittaa jonkin verran pääsyä hankealueelle ja vaikuttaa siten ympäröivään alueeseen eri tavoin. Tähän sisältyvät sekä turbiinit että roottorin lapojen pyyhkäisemä alue. Tässä tapauksessa 187 tuulivoimalaa on arvioitu olevan worst case scenario.

Tuulivoimaloiden läsnäolo rajoittaa lentokoneita ja lentoliikennettä ilmatilassa olevien esteiden vuoksi.

Fyrskippetin tuulivoimapuisto asettaa rajoituksia sille, miten Ruotsin puolustusvoimat voivat liikkua ja toimia alueella laivoilla, lentokoneilla, helikoptereilla ja droneilla.

Tuulivoimaloiden läsnäolo voi vaikuttaa viestintään esimerkiksi tietoliikenteeseen radiosignaalien tai tutkien välityksellä.

Merenkululle tuulivoimapuisto aiheuttaa rajoituksia vähentämällä liikkumatilaa alueella. Tuulivoimalat on suunniteltu rakennettavaksi vähintään noin 1,5–2,5 kilometrin etäisyydelle toisistaan, mikä tarkoittaa, että pienemmät alukset ja veneet voivat edelleen liikkua alueella. Suurempien alusten on vaikeampi liikkua hankealueella kuin pienempien alusten.

Merenpohjan sisäinen kaapeliverkosto vaikeuttaa ankkurointia. Mahdollisuus kalastaa pohjatrooleilla voi olla rajoitettu sisäisen kaapeliverkoston vuoksi. Kalastusta pelagisella troolilla, pidetään myös vaikeana toteuttaa, koska se edellyttää trooleilta suurta kääntösädettä ja turbiinit ovat suhteellisen lyhyiden etäisyyksien päässä toisistaan.

Tuulivoimalat voivat aiheuttaa lintujen ja lepakoiden kuoleman, jos ne törmäävät voimaloiden pyöriin lapoihin. Tuulivoimapuisto voi myös syrjäyttää lintuja alueelta, jos alue ei enää ole houkutteleva. Linnut voivat myös alkaa välttää lentämistä tuulivoimapuiston alueella. Rakennusvaiheen aikana merenkulkuun voi vaikuttaa myös lisääntynyt rakennuksessa käytettyjen alusten liikenne. Onnettomuuksien ja törmäysten välttämiseksi muiden veneiden ja alusten kanssa neuvotellaan, että tuulipuiston rakentamisen aikana rakennusalusten ympärille perustetaan 500 metrin mittainen valvontavyöhyke. Ohikulkeviin aluksiin otetaan yhteyttä radiolla ja niille ilmoitetaan käynnissä olevista rakennustöistä. Samanlaisia vaikutuksia odotetaan myös käytöstäpoistovaiheessa.

7.7 Fyysiset vaikutukset merenpohjaan

Merenpohjan fyysisellä häiriöllä tarkoitetaan merenpohjan tilapäistä tai pitkäaikaista häiriötä, joka aiheutuu rakenteista ja rakennusvaiheesta. Näin ollen merenpohjan fyysistä häiriötä esiintyy hankkeen kaikissa vaiheissa, esimerkiksi merenpohjan käytön, elinympäristön häviämisen tai muuttumisen ja riuttavaikutuksen kautta.

Hankealueen merenpohja tulee olemaan pitkäaikaisesti käytössä muun muassa perustusten ja kaapelien sijoittamisen jälkeen. Perustusten pinta-ala riippuu käytetystä perustustyyppistä, asennettavien tuulivoimaloiden määrästä, tarvittavien kaapelisuojujen ja kaapeleiden risteämien määrästä sekä siitä, missä määrin perustusten ympärillä käytetään eroosiosuojausta.

Hankealueelle asennetaan enintään 187 tuulivoimalaa ja enintään neljä sähkökeskusta. Perustukset ja eroosiosuojuukset kattavat enintään noin 0,22 prosenttia hankealueen kokonaispinta-alasta.

Perustusten rakentaminen merenpohjaan tekee osan nykyisestä merenpohjasta sopimattoman elinympäristön ja mahdollinen merenpohjan eläimistö ja kasvisto häviää alueelta. Mahdollinen pehmeä merenpohja katoaa ja korvautuu kovalla merenpohjalla. Elinympäristö voi hävitä myös alueilta, joille sisäinen kaapeliverkko asennetaan. Tämä elinympäristön menetys on kuitenkin väliaikaista, sillä pohjan pohja palautuu ennalleen, kun kaapelit ovat paikoillaan, jolloin pohjaeläimistö voi palata alueelle.

Rakennusvaiheen aikana merenpohjaa on myös hyödynnettävä lyhytaikaisesti. Tuulipuiston eri osien asentamiseen voidaan käyttää ns. Jack up -aluksia. Näissä aluksissa on ulokkeet, jotka lasketaan merenpohjaan, jotta ne muodostavat vakaan alustan eri asennusten ajaksi. Tukijalustat vievät merenpohjasta tilaa väliaikaisesti. "Jack up" -aluksia voidaan käyttää myös huolto- ja korjaustöihin tuulipuiston käytön aikana. Keinotekoisia riuttoja eli "artificial reefs" voi syntyä, kun merenpohjaan tuodaan uusia kovia rakenteita, eli tuulivoimaloiden perustuksia ja eroosiosuojuuksia. Perustukset ja eroosiosuojaus luovat kolmiulotteisen rakenteen, joka tarjoaa erilaisia pintoja, joilla on erilaisia

kaltevuuksia ja altistumisasteita, mikä voi osaltaan lisätä alueen biologista monimuotoisuutta, koska eri lajit ja eliöt pyrkivät kiinnittymään näihin rakenteisiin. Riuttavaikutus voi olla positiivinen tai negatiivinen riippuen paikallisista olosuhteista ja ympäristöstä. (Naturvårdsverket, 2010). Jos käyttöönotto tapahtuu olemassa olevaan kovan pohjan ympäristöön, uudet riuttarakenteet tarjoavat pohjaeliöille samanlaisen alustan, johon ne voivat levittäytyä. Jos sen sijaan asennus tehdään pehmeäpohjaiseen ympäristöön, kova pohja tarjoaa tilaa kovapohjaisille lajeille, jotka eivät ole aiemmin voineet vakiintua alueella, ja näin ollen kohteen lajikoostumus voi muuttua. Riippuen siitä, mihin ympäristöön keinotekoiset rakenteet tuodaan, luodut uudet alueet voivat korvata elinympäristön menetyksen.

Merkittävä ero muun tyyppisiin keinotekoisii riuttoihin verrattuna on se, että tuuliturbiini ulottuu koko vesipatsaan läpi merenpohjasta vedenpintaan. Tämä tarkoittaa sitä, että tiettyntyyppisiä perustuksia varten luodaan pysty- ja/tai vaakapintoja, joihin eliöt voivat kiinnittyä.

Merikaapeleiden laskemisen aikana merenpohjasta on raivattava lohkaraita ja suuria kiviä ennen kaapeleiden varsinaista laskemista. Tässä menettelyssä kaapelikaivannon sivulle sijoitetaan myös sedimenttejä, joita käytetään peittomateriaalina, kun kaapelijärjestelmät ovat paikoillaan. Sisäisen kaapeliverkon kaapeleiden ja varakaapeleiden asentamisesta johtuva väliaikainen elinympäristön häviäminen kattaa 0,86 prosenttia hankealueen kokonaispinta-alasta.

Käytöstä poiston aikana keinotekoisien riuttojen osia voidaan poistaa.

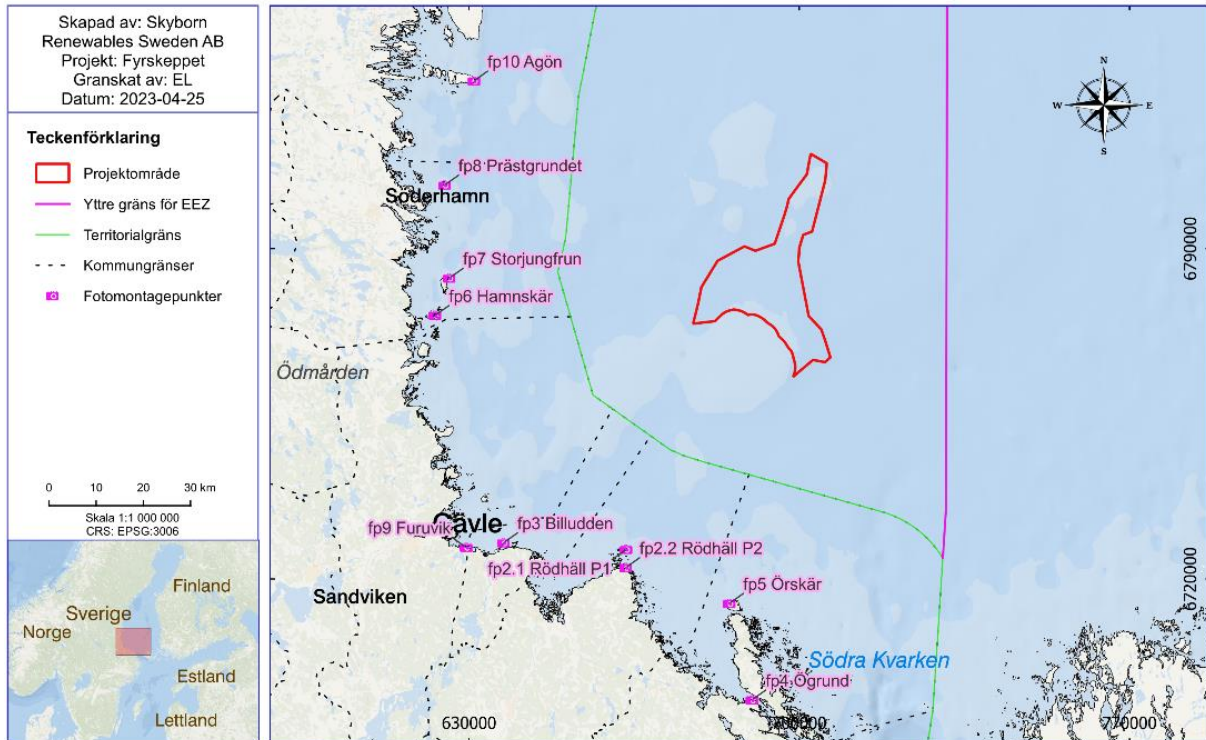
7.8 Visuaalinen vaikutus

Hankealue sijaitsee noin 50 kilometrin päässä Manner-Ruotsista, jossa asutus on keskittynyt kaupunkeihin ja kyliin. Etäisyys Manner-Suomeen on noin 130 km ja Ahvenanmaalle noin 85 km. Merialueilla näköyhteydet ovat pitkät, ja suotuisissa sääolosuhteissa merituulivoimalat näkyvät kauas. Tuulivoimalat näkyvät lähinnä meriliikenteelle ja kauempana rannikosta kulkeville huviveneille.

Tuulivoimalat varustetaan estevalaistuksella rakentamishetkellä voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Liikenneviraston (Transportstyrelsen) voimassa olevien määräysten ja yleisten ohjeiden (TSFS 2020:88) mukaan tuulivoimapuisto, jonka tuulivoimaloiden kokonaiskorkeus on yli 150 m, on varustettava tuulivoimapuiston reunoilla vilkkuvalla voimakkaalla valkoisella valolla. Tuulivoimapuiston muut tuulivoimalat on varustettava vähintään matalan intensiteetin omaavilla punaisilla valoilla. Kukin tuulivoimala on lisäksi varustettava kolmella matalan intensiteetin punaisella tornivalolla, ja koska tuulipuisto on yli neljä kilometriä leveä, myös osa tuulipuiston sisäpuolella olevista tuulivoimaloista on varustettava korkean intensiteetin valoilla.

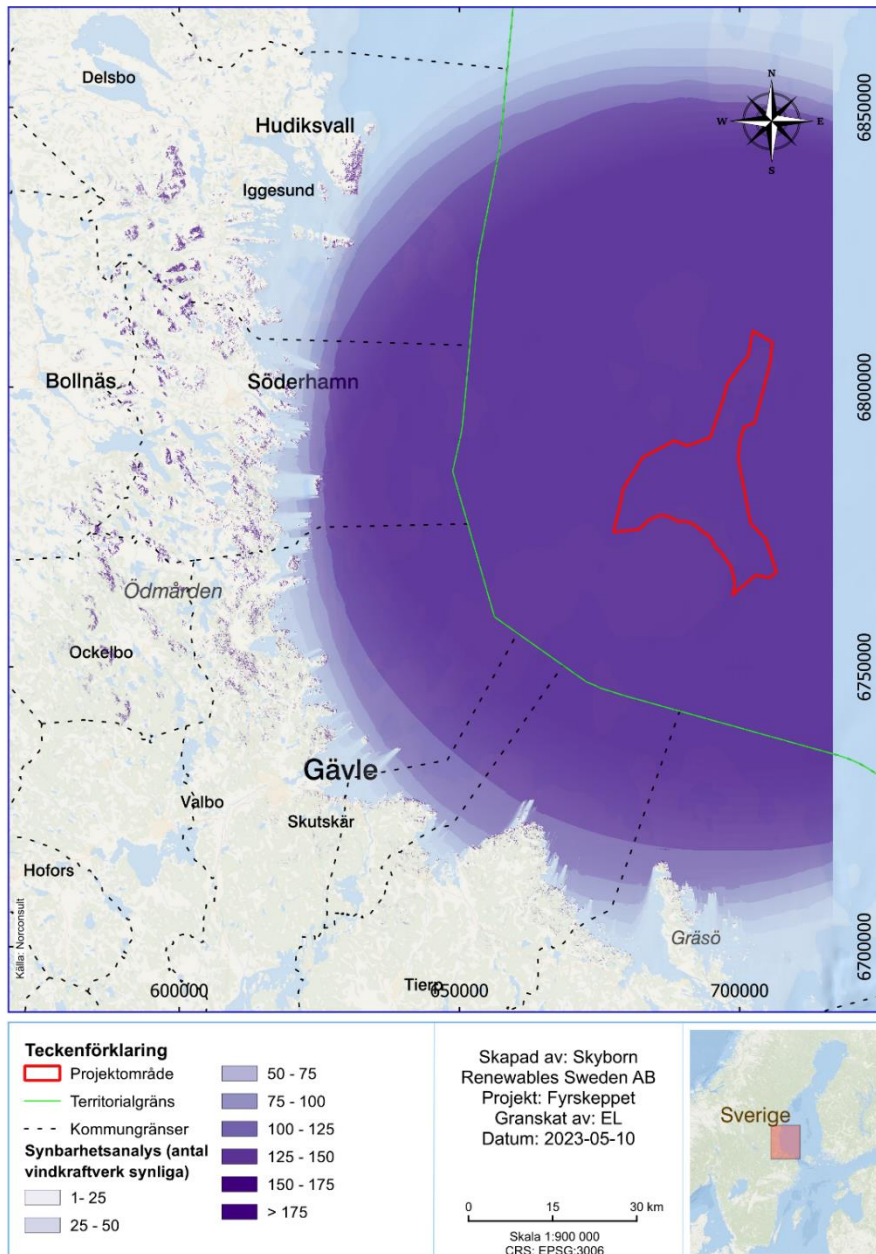
Esteiden valaistus suunnitellaan myös IALA:n (The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) ja ICAO:n (International Civil Aviation Organisation) ohjeiden mukaisesti. Esteiden valaistuksen lisäksi tuulivoimaloihin asennetaan myös muuta valaistusta.

Hanketta varten on myös tuotettu valokuvamontaaseja mantereesta ja rannikon eri saarista eri paikoissa, ks. Kuva 7-15. Björns fyrin, Rödhällin, Billuddenin ja Örskärin valokuvapaikoille on tuotettu myös päiväanimaatioita ja esteiden valaistusanimaatioita. Valokuvakoosteissa ja animaatioissa on käytetty samaa tuulipuiston rakennetta kuin näkyvyysanalyysissä (ZVI), joka vastaa worst case -tilannetta



Kuva 7-15 Valokuvakoosteessa käytettyjen pisteiden sijainti.

Fyrskelletin tuulivoimapuiston osalta on tehty näkyvyysanalyysi (ZVI), joka osoittaa, missä tuulivoimalat ovat teoriassa mahdollista nähdä toiminnan aikana, ks. Kuva 7-16. Näkyvyysanalyysi perustuu tuulivoimapuistosuunnitelmaan, jossa turbiinien määrä ja korkeus on suurin mahdollinen. Näkyvyysanalyysi osoittaa näin ollen hieman liioitellun vaikutuksen maisemaan.



Kuva 7-16 Tuulivoimaloiden näkyvyysanalyysi (Norconsult).

Hanketta varten on tehty myös näkyvyysanalyysi, jossa on käytetty SMHI:n rannikon kolmelta mittausasemalta saatuja näkyvyystietoja laskettaessa, kuinka suuren osan vuodesta näkyvyys on yli 30 km ja 50 km (SMHI, 2022c). Mittausasemat, joilta tiedot otettiin, ovat Örskär A, Gävle A ja Kuggören A, ja analyysin tulokset on esitetty taulukossa Taulukko 7-8. Kuten taulukosta käy ilmi, tuulipuisto näkyy Örskäristä, joka on lähin mittausasema, alle neljäsosana vuoden päivistä.

Taulukko 7-8 Näkyvyys SMHI:n mittausasemien tietojen perusteella vuosina 2010–2022 (SMHI, 2022c). Näkyvyys on esitetty niiden vuosien osuutena, jolloin näkyvyys on yli 30 km ja 50 km.

| Mittausasema (etäisyys tuulivoimapuiston lähimpään pisteeseen). | Näkyvyys >30 km vuoden aikana prosentteina | Prosenttiosuus vuodesta, jolloin näkyvyys on yli 30 km, päiväsaikaan (06:00-18:00). | Näkyvyys >50 km vuoden aikana prosentteina | Prosenttiosuus vuodesta, jolloin näkyvyys on yli 50 km, päiväsaikaan (06:00-18:00). |
|---|--|---|--|---|
| Örskär A (50 km) | 67 % | 67 % | 31 % | 22 % |
| Gävle A (72 km) | 66 % | 72 % | 34 % | 29 % |
| Kuggören A (75 km) | 70 % | 70 % | 43 % | 34 % |

8. Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset

Valtioiden rajat ylittävillä vaikutuksilla tarkoitetaan hankkeen vaikutuksia, jotka ulottuvat kansallisten rajojen yli. Fyrskuppet -tuulivoimapuiston odotetaan aiheuttavan rajat ylittäviä vaikutuksia vain Suomessa. Fyrskuppetin tuulipuiston ja Suomen talousvyöhykkeen välinen etäisyys on noin 24 kilometriä. Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa suunnitelluista toiminnoista aiheutuvat vaikutukset syntyvät pääasiassa hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä, eivätkä ne siten ulotu Suomeen.

Espoon kuulemisessa suomalaisten osapuolten kanssa yleisimmät kommentit liittyivät mahdollisiin rajat ylittäviin vaikutuksiin Suomen kaloihin, lintuihin, kaupalliseen kalastukseen ja merenkulkuun. Näitä vaikutuskohteita koskevat arvioinnit esitetään luvussa 15 ja meriturvallisuuden osalta luvussa 13.

Tekijät, jotka voivat aiheuttaa vaikutuksia hankealueen ulkopuolella, on arvioitu/laskettu seuraavasti:

- Meritieteelliset olosuhteet
- Vedenalainen melu
- Ilmassa kantautuva melu
- Suspendoitunut sedimentti ja sedimentaatio
- Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella
- Visuaalinen vaikutus

Muita YVA:ssa käsiteltyjä vaikutustekijöitä ovat sähkömagneettiset kentät, merenpohjaan kohdistuvat fyysiset vaikutukset, tuulipuiston aiheuttama varjostus ja jäähdytysvesipäästöt. Kahdella ensimmäisellä vaikutustekijällä on vain paikallisia vaikutuksia hankealueella, kun taas varjostuksella ja jäähdytysvesipäästöillä on niin vähäisiä vaikutuksia, että ne jätettiin YVA:n ja siten myös tämän Espoo-raportin vaikutusarviointien ulkopuolelle. Näillä neljällä vaikutustekijällä ei siis ole valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia. Jäljempänä esitellään eri vaikutustekijät, joilla on vaikutuksia hankealueen ulkopuolella, suhteessa asiaankuuluviin kohteisiin mahdollisen rajat ylittävän vaikutuksen arvioinnin kannalta.

8.1 Meritieteelliset olosuhteet

Meritieteellisillä muutoksilla tarkoitetaan tuulivoimapuiston vaikutusta merenpinnan korkeuteen, virtauksiin, aaltoihin, veden lämpötilaan ja suolapitoisuuteen. Fyrskeppetin tuulivoimapuiston vaikutusta näihin on tutkittu mallinnuksen avulla, ks. luku 7.1 Tuulivoimapuiston aiheuttamat muutokset vedenlaatuun hyvin pieniä ja/tai paikallisia, minkä vuoksi merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia ei synny.

8.2 Vedenalainen melu

Melumallinnus yhdessä toteutettujen suojatoimenpiteiden kanssa osoittaa (ks. Luku 7.2), että kaloille (silakka) voi pahimmassa tapauksessa aiheutua tilapäistä häiriötä noin 7 km:n etäisyydelle hankealueesta, ks. luku 9.1. Hylkeiden osalta väliaikaista kuulon heikkenemistä aiheuttava etäisyys on lyhyempi. Tilapäisiä käyttäytymishäiriöitä, esimerkiksi välittämiskäyttäytymistä voi esiintyä pidemmällä etäisyyksillä. Tämä voi mahdollisesti vaikuttaa kaupalliseen kalastukseen kalojen levittäytymisen kautta, mikä voi johtaa muutoksiin kalastustavoissa, ks. luku 9.3. Etäisyys Suomen talousvyöhykkeeseen on kuitenkin niin suuri, että vedenalaisesta melusta ei aiheudu merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia hylkeisiin, Itämeren silakkaan ja kaupalliseen kalastukseen.

8.3 Ilmassa kantautuva melu

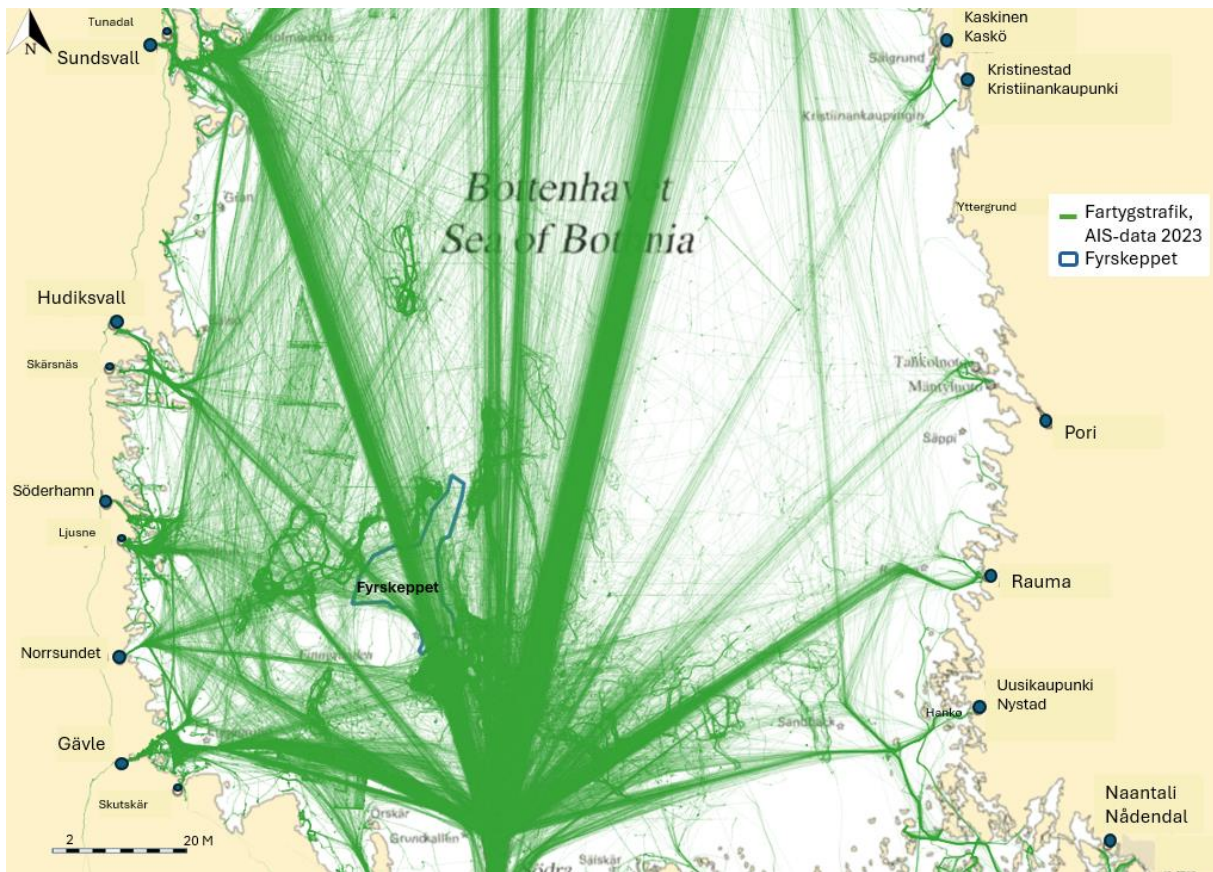
Lentomelun mallinnus (ks. luku 7.3) osoittaa, että tuulivoimapuisto ei aiheuta melua Manner-Suomeen tai Ahvenanmaalle. Näin ollen ilmassa kantautuman melun ei katsota aiheuttavan merkittävää rajat ylittävää vaikutusta.

8.4 Suspendoitunut sedimentti ja sedimentaatio

Sedimentin mallinnus (ks. luku 7.4) osoittaa, että kohonneita suspendoituneiden sedimenttien tasoja tai lisääntynyttä sedimentaatiota esiintyy vain muutaman kilometrin päässä hankealueen ulkopuolella. Luvussa 9.1 arvioidaan kaloja ja sitä, miten suspendoitunut sedimentti ja sedimentaatio vaikuttavat niihin. Sedimentin leviäminen on hyvin paikallista eikä sillä ole rajat ylittäviä vaikutuksia.

8.5 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

Tuulivoimapuisto vaikuttaa Ruotsin talousvyöhykkeellä kulkeviin laivaväyliin (ks. luku 9.4). Merkittäviä vaikutuksia väyliin tai liikenneväyliin Suomen vesillä ei katsota aiheutuvan. Fyrskeppetin tuulivoimapuiston vaikutus Suomeen suuntautuvaan meriliikenteeseen on hyvin vähäinen, sillä valtaosa Suomeen suuntautuvasta meriliikenteestä käyttää Fyrskeppetin eteläpuolella sijaitsevaa väylää (Kuva 8-1).



Kuva 8-1 AIS-tiedot näyttävät meriliikenteen määrän Fyrskeppetin tuulivoimapuiston alueella ja sen ympäristössä sekä Ruotsin ja Suomen satamissa vuodesta 2023 alkaen

Mahdollisia vaikutuksia kaupalliseen kalastukseen hankealueella arvioidaan luvussa 9.3.

Espoon kuulemisen aikana ei ole käynyt ilmi, että tuulivoimapuisto voisi aiheuttaa rajat ylittäviä häiriöitä tutkille tai tele- ja radioviestinnälle. Suoritetussa ilmailun esteellisyysanalyysissä on todettu, että suunnitellulla tuulivoimapuistolla ei ole vaikutuksia CNS-laitteisiin eikä se muodosta estettä lentokoneille, minkä vuoksi merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia ei katsota syntyvän.

Tuulivoimapuiston vaikutuksista lintuihin voidaan todeta, että tuulivoimapuiston etäisyys rannikosta on niin pitkä, ettei se voi vaikuttaa Suomessa pesiviin lintuihin. Muuttolintujen osalta tuulivoimapuiston vaikutukset arvioidaan vähäisiksi (luku 9.2), eikä siitä aiheudu merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia.

Hankealue sijaitsee kaukana rannikosta, minkä vuoksi pidetään epätodennäköisenä, että lepakot lentäisivät hankealueelle ruokailemaan tai vaeltamaan, koska lento avomeren yli esimerkiksi Suomeen on pitkä. Yhtiö on myös sitoutunut säätelemään tuulivoimaloiden toimintaa alusta alkaen, jos lepakoita esiintyy hankealueella. Rajat ylittäviä vaikutuksia ei näin ollen katsota syntyvän.

8.6 Visuaalinen vaikutus

Tuulivoimapuiston visuaalisia vaikutuksia on tutkittu näkyyvyysanalyysillä ja visualisoinneilla Ruotsin rannikolta, joka sijaitsee noin 50 kilometrin päässä (Luku 7.8 "Tuulivoimapuiston visuaaliset

vaikutukset’). Fyrskappetin tuulipuiston visuaalinen vaikutus on hyvin vähäinen tällä etäisyydellä. Tämä tarkoittaa, että tuulipuisto ei näy Suomen mantereelta 130 km:n ja Ahvenanmaalta 85 km:n etäisyydeltä. Avomerellä Suomen talousvyöhykkeellä on kuitenkin visuaalisia vaikutuksia. Täällä useat merenkulkijat kokevat maiseman muuttuvan.

Kaiken kaikkiaan ainoan rajat ylittävän vaikutuksen arvioidaan olevan visuaaliset vaikutukset kaukana merellä Suomen talousvyöhykkeellä. Vaikutus ei kuitenkaan ole merkittävä.

9. Nykytilan kuvaus ja vaikutukset

Kaupallinen kalastus ja merenkulku ovat Suomea kiinnostavia toimintoja Ruotsin vesillä, joten näiden arvioinnit esitetään seuraavissa kappaleissa. Muutoin esitetään myös arvioita, joita suomalaiset kuulemisryhmät ovat erityisesti ottaneet esille (luku 3.3 kalojen ja lintujen osalta). Muilla YVA:ssa arvioiduilla reseptoreilla ei katsota olevan merkittäviä rajat ylittäviä seurauksia, minkä vuoksi niitä ei käsitellä seuraavassa osiossa (ks. luku 8).

9.1 Kalasto

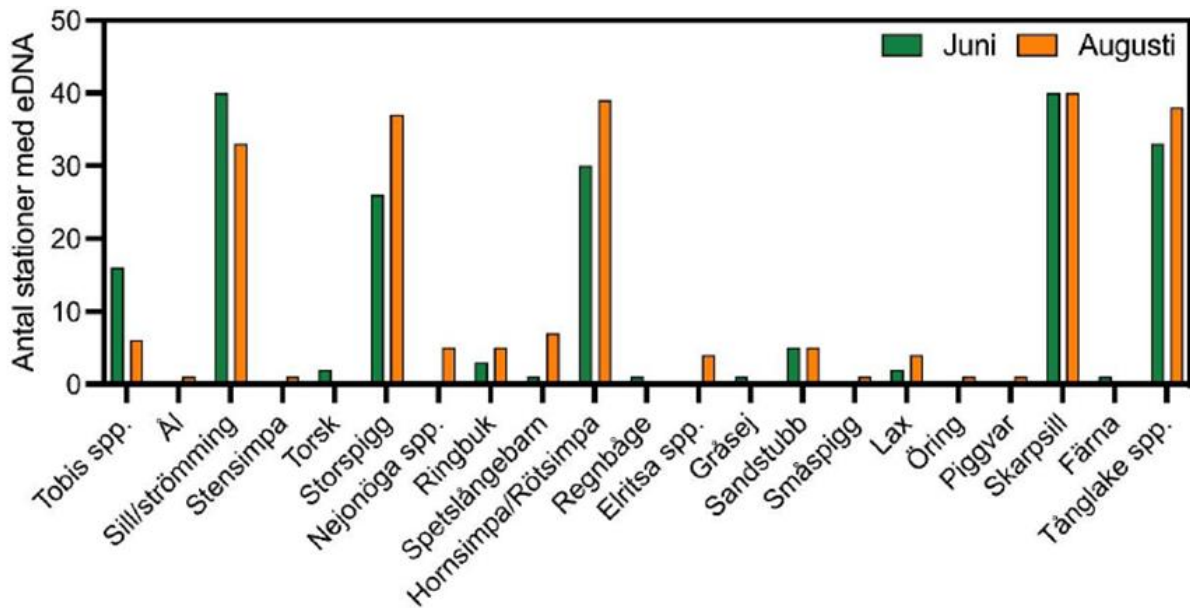
Alueen kalaston selvittämiseksi hankealueella on tehty koekalastuksia ja eDNA-tutkimuksia vuonna 2022. (AquaBiota, 2022b). Myös Finngrundet Östra Bankenin läheisiä alueita on aiemmin tutkittu kohdennetulla verkkonäytteenotolla (Nikolopoulos & Wikström, 2007) ja useilla eDNA-tutkimuksilla (Edblom Blomstrand, Hellström, Dahl, & Isaeus, 2019; AquaBiota, 2023d). Koska Finngrundet Östra Bankenin ja hankealueen välillä on merkittäviä eroja elinympäristöön liittyvissä tekijöissä, suoraa vertailua ei ole mahdollista tehdä. Finngrundet Östra Bankenista saadut tulokset voivat kuitenkin olla merkityksellisiä esimerkiksi lajiston monimuotoisuuden sekä lähialueiden lisääntymisalueiden osalta.

9.1.1 Nykytilanteen kuvaus

9.1.1.1 Kalojen runsaus

Selkämerellä vallitsevat murtovesiolosuhteet yhdistävät makean ja suolaisen veden lajit, mutta lajiston kokonaismonimuotoisuus on siitä huolimatta alhainen. Monet Itämeren merikalalajit saavuttavat levinneisyytensä pohjoisimman rajansa kyseisellä alueella. Tutkimusalueen verkkonäytteenotossa saatiin saaliiksi yhteensä neljää eri lajia: silakkaa (*Clupea harengus membras*), isosimppua (*Myoxocephalus scorpius*), härkäsimppua (*Myoxocephalus quadricornis*) ja kivinilkkää (*Zoarces viviparus*). Silakka oli yleisin laji, ja sen osuus saaliista oli noin 60 prosenttia. Kaloja saatiin saaliiksi kaikilla syvyysalueilla ilman selkeitä eroja eri vuodenaikojen välillä, mikä osoittaa, että alueen kalat ovat jakautuneet suhteellisen tasaisesti suunnitellun tuulipuiston alueella.

Tutkimusalueen eDNA-näytteissä havaittiin yhteensä 21 kalalajia, joista kilohailia (*Sprattus sprattus*), silakkaa, kolmipiikkiä (*Gasterosteus aculeatus*), kivinilkkää sekä härkä- ja isosimppua esiintyi eniten näytteenottopaikoilla, ks. Kuva 9-1. eDNA-näytteissä havaittiin kahden uhanalaisen lajin dna-jääneitä: turskasta (*Gadus morhua*) (vaarantunut) sekä ankeriaasta (*Anguilla anguilla*) (äärimmäisen uhanalainen). On kuitenkin huomattava, että näitä punaisen kirjan lajeja löydettiin vain kahdesta näytteestä, joista toinen sisälsi molemmat lajit, ja toinen sisälsi vain toisen lajin. Lisäksi nämä havainnot tehtiin vain toisena kahdesta näytteenottokerrasta. Näin ollen aluetta ei pidetä erityisen tärkeänä näiden lajien kannalta. Tutkimustulosten perusteella hankealueen ja sen ympäristön kalayhteisö vastaa tyyppillistä Selkämeren kalalajistoa. (Nikolopoulos & Wikström, 2007; Naturvårdsverket, 2010; AquaBiota, 2022b; AquaBiota, 2023c).



Kuva 9-1 Niiden näytteiden lukumäärä, joissa on eDNA:ta yhteensä 21 havaitusta lajista kesäkuussa (vihreät pylväät) ja elokuussa (oranssit pylväät).

Lähialueen Finngrundet Östra Bankenin tutkimukset osoittavat suurempaa lajiston monimuotoisuutta kuin Fyskeppetin tuulivoimapuiston alueella. Aikaisempien verkkonäytteenottojen yhteydessä saatiin yhteensä 13 eri lajia, kun taas hankealueelta saatiin vain neljää eri lajia saaliiksi (Nikolopoulos & Wikström, 2007) (AquaBiota, 2022b). Finngrundet Östra Bankenin lähellä sijaitsevat ulkosaaret toimivat tärkeinä lisääntymis-, kasvu- ja ruokailualueina johtuen vedenalaisen kasvillisuuden laajemmasta levinneisyydestä ja tiheydestä. Matalilla alueilla on yleensä monimuotoisempi lajisto kuin Selkämeren syvemmillä alueilla, (Naturvårdsverket, 2010) mikä selittää, miksi lajien monimuotoisuus on pienempi hankealueen muodostamalla suhteellisen syvemmällä alueella.

9.1.1.2 Erityisen tärkeät lajit

Alueella erityisen tärkeinä pidettyjä lajeja ovat silakka, lohi, kilohaili, kivinilkka ja kolmipiikki. Lajeja pidetään erityisen tärkeinä, koska niillä on suuri kaupallinen ja/tai ekologinen arvo Selkämerellä.

9.1.1.2.1 Silakka

Silakka (*Clupea harengus*) (ks. Kuva 9-2) on silakan ekotyyppi, jota esiintyy Itämerellä Kalmarin kaupungin pohjoispuolella. Maailmanlaajuisesti laji on laajalti levinnyt. Laaja maantieteellinen levinneisyys tarkoittaa, että laji esiintyy heterogeenisessä ympäristössä, jossa abioottiset ja bioottiset tekijät, kuten suolapitoisuus, lämpötila, valo-olosuhteet, ravinnon saatavuus ja saalistuspaine, vaihtelevat suuresti. Ruotsissa laji on yleinen (Delling & Kullander, 2012).



Kuva 9-2 Storgrundetissa pyydetty silakka. Nicklas Wijkmarkin vuonna 2020 ottama kuva.

Silakan eri osapopulaatioiden geneettiset muutokset ja paikalliset sopeutumiset on dokumentoitu aiemmin Hanin ym. toimesta vuonna 2020. Itämeren silakkaa hallinnoidaan tällä hetkellä ICES:n (The International Council for the Exploration of the Sea) hoitoyksikön mukaan kolmena eri kantana: Itämeri, Riianlahti ja Pohjanlahti. (Larsson, Yngwe, & Soler, 2022). Näin ollen Selkämerellä kaikkia silakkapopulaatioita hoidetaan yhtenä kantana, vaikka ne koostuisivat useista osapopulaatioista (Han ym., 2020).

Laji on pelaginen parvikala, joka elää pääasiassa avovedessä noin 200 metrin syvyyteen asti. Matalat alueet ovat kuitenkin erittäin tärkeitä nuorille yksilöille, (Urho & Hildén, 1990) sekä lisääntymisalueiden yhteydessä. Silakat seuraavat eläinplanktonin liikkeitä vuorokauden aikana. Ne ovat päivisin yleensä lähempänä pohjaa ja nousevat lähemmäs pintaa öisin. Silakat eivät pelkästään liiku avomerellä pystysuunnassa ravinnon perässä eri vesikerrosten välillä, vaan ne myös vaeltelevat kutuaikana. Tällöin ne voivat liikkua laajoilla vesialueilla. Silakka muodostaa merkittävän osan Selkämeren pelagisesta kalabiomassasta, ja sillä on siten tärkeä rooli ekosysteemissä.

Itämeren silakka lisääntyy sekä keväällä että syksyllä. Lajilla on erityisiä vaatimuksia kutupaikkojen abiottisille ja biottisille ominaisuuksille (Geffen, 2009). Kutuaikana aikuiset yksilöt kerääntyvät lähelle pohjaa, missä naaraspuoliset yksilöt erityisten liikkeiden avulla laskevat munansa pohjamateriaalille, jotka hedelmöitetään välittömästi koiraiden maitiaisella. (Haegle & Schweigert, 1985). Onnistuneen lisääntymisen varmistamiseksi, mätimunien on oltava kiinni pohjassa koko haudontavaiheen ajan (Aneer, Florell, Kautsky, Nellbring, & Sjöstedt, 1983; Trenkel, o.a., 2014). Yleensä keväällä kutevat silakat vaeltavat rannikolle, kun taas syksyllä kutevat silakat voivat lisääntyä

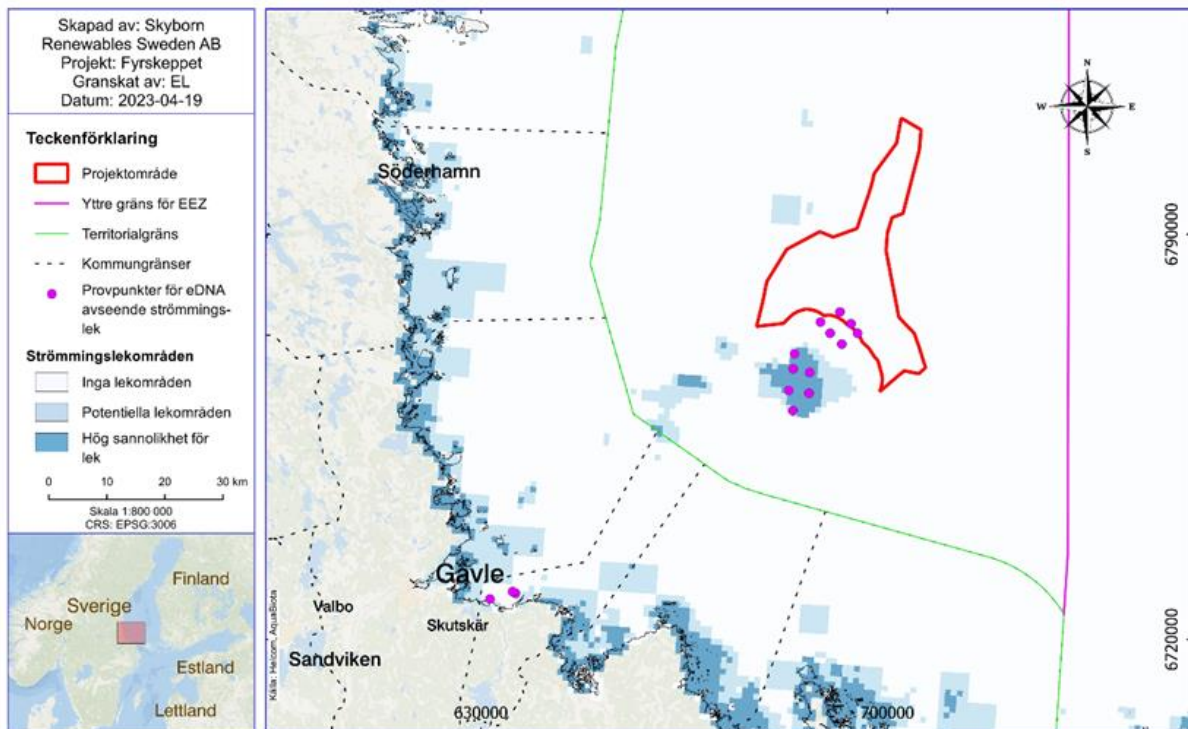
rannikon edustalla olevien rantojen läheisyydessä (Parmanne, Rechlin, & Sjöstrand, 1994). Kutu tapahtuu usein 0,5–4 metrin syvyydessä (Aneer, Florell, Kautsky, Nellbring, & Sjöstedt, 1983) ja yli 10 metriä syvemmät kutupaikat ovat harvinaisia. (Aneer G. , 1989).

Kenttätutkimusten tulokset osoittavat, että silakka on yleinen alueella sekä keväällä, että syksyllä. EDNA-näytteet osoittivat lisäksi silakan DNA:n esiintyvän suurimmalla osalla kaikista asemista sekä kesä- että elokuussa. (AquaBiota, 2022b).



Kuva 9-3 Havaittu silakkaparvi tutkimusalueella (kuva ROV-kalvosta). Kuva on AquaBiotan ottama.

Pohjan rakenteella on keskeinen merkitys silakan elinympäristön laadulle sekä sen lisääntymisen onnistumiselle. Kuva 9.4 esittää HELCOMin mallintamia potentiaalisia silakan kutualueita. HELCOMin mukaan silakan kutua ei esiinny hankealueella. Fyrskeppetin tuulipuiston eteläpuolella on kuitenkin Finngrundet Östra Banken, jonka arvioidaan olevan erittäin potentiaalinen kutualue. Silakan kutukäyttäytymisen selvittämiseksi suoritettiin tutkimus, jonka tarkoituksena oli todentaa, kutevatko silakat Finngrundet Östra Bankenilla, sekä keväällä että syksyllä, sekä milloin kutu tapahtuu. Tutkimuksen kohteena oli silakan kutuajan esiintyminen suunnitellun tuulipuiston lounaispuolella. Tutkimuksessa yhdistettiin silakan kutukalastus ja uusi eDNA-menetelmä silakan kutujaksojen määrittämiseksi. (AquaBiota, 2023d). Finngrundet Östra Banken aluetta tutkittiin toistuvasti molempien kutuaikojen aikana vuonna 2022, jotta voitaisiin määrittää silakan kutuaika sekä selvittää, missä syvyyksissä kutu tapahtuu ja antaa viitteitä kutujaksojen voimakkaimmista vaiheista. eDNA-tiedot osoittavat, että silakka suosi Finngrundet Östra Bankenin matalimpia alueita kutuaan varten. Kevään kutuaikana silakan eDNA:n määrä vaihteli syvyyden mukaan, ja korkeimmat pitoisuudet mitattiin 10 metrin syvyydessä. Yhteenvetona voidaan todeta, että tämä tutkimus osoitti, että kutevia silakoita esiintyy Finngrundet Östra Bankenilla sekä syksyllä, että keväällä, mutta kalatiheydet ja kutu näyttävät olevan suurimmat keväällä ja alueen matalimmissa osissa (AquaBiota, 2023d). HELCOMin ennuste potentiaalisista kutualueista on yhdenmukainen tämän tutkimuksen tulosten kanssa.



Kuva 9-4 Silakan kutualueet hankealueen lähialueilla (Helcom, 2023a) (R2 (AquaBiota, 2023d)).

9.1.1.2.2 Lohi

Lohi (*Salmo salar*) on anadrominen vaelluskalalaji, mikä tarkoittaa, että se lisääntyy makeassa vedessä, mutta ruokailee ja kasvaa suolaisessa vedessä. (Delling & Kullander, 2012).

Lohia esiintyi molemmissa eDNA-näytteenotoissa hankealueella vuonna 2022, mutta niiden sekvenssimäärät olivat pieniä ja havaintoja oli vain muutamalla asemalla. Lohta ei kuitenkaan ole koskaan esiintynyt tällä alueella tehdyissä koekalastuksissa. (Nikolopoulos & Wikström, 2007) Ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että eDNA-tutkimuksissa havaittu materiaali oli peräisin vaeltavien lohien dna:ta. Koska verkkonäytteenotossa ei onnistuttu pyydystämään lohia ja eDNA-tutkimuksissa havaittiin vain muutamia näytteitä alhaisilla sekvenssimäärillä, Fyrskpetin tuulipuiston alue ei todennäköisesti ole merkittävä lohien ruokailualue.

9.1.1.2.3 Kivinilikka

Kivinilikka (*Zoarces viviparus*), ks.Kuva 9-5, niin sanottu generalisti, sietää suurta vaihtelua sekä suolapitoisuudessa että lämpötilassa, ja siksi sitä esiintyy sekä Pohjanmeressä että Itämeressä. (Delling & Kullander, 2012). Se on pohjassa elävä laji, jolla on suhteellisen paikallaan pysyvä elinstrategia, ja se suosii kivisiä pohjia, missä se ravitsee itseään pohjaeläimillä, kuten äyriäisillä, simpukoilla ja kotiloilla sekä kalanpoikasilla. Kivinilkat eroavat useimmista ruotsalaisista kalalajeista, sillä ne synnyttävät eläviä poikasita. Kutu tapahtuu yleensä kaksi kertaa kaudessa, loppukesällä ja syksyllä.



Kuva 9-5 Koekalastuksen aikana pyydetty meriantura. Ewa Lavettin vuonna 2022 ottama kuva.

Kivinilikka on indikaattorilaji, jonka avulla voidaan arvioida paikallisia ympäristöolosuhteita sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Ympäristöhäiriöt vaikuttavat usein kivinilkkojen lisääntymiseen, jota mitataan useilla lisääntymismuuttujilla sekä naaraiden kasvunopeudella ja kuntotekijällä. Vuosina 2005 ja 2010 Ruotsin kivinilkkapopulaatio luokiteltiin kansallisella punaisella listalla lähes uhanalaiseksi. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat kuitenkin populaation määrän kasvaneen, ja se on nyt luokiteltu elinvoimaiseksi (Artdatabanken, Artfakta, 2019).

Hankealueelta vuonna 2022 tehdyt kenttätutkimukset osoittivat, että kivinilikka oli yleinen laji. Tätä tukevat sekä eDNA-tutkimukset että koekalastukset.

9.1.1.2.4 Kilohaili

Kilohaili (*Sprattus sprattus*) on hyvin paljon silakkaa ja hieman muikkua muistuttava kala, joka kuuluu sillien heimoon (Delling & Kullander, 2012). Lajin yksilöt muodostavat parvia ja liikkuvat kuten silakka pystysuunnassa vedessä vuorokauden aikana riippuen ravinnon (eläinplanktonin) ajallisista vaihteluista. Koska ne seuraavat eläinplanktonin vuorokausimigraatiota, lajin yksilöt nousevat pinnan läheisyyteen yöllä ja päivällä ne ovat lähempänä pohjaa. Kilohaili ei yleensä vaella yhtä kauas kuin silakka, mutta se liikkuu säännöllisesti avomerellä ja rannikkoalueiden välillä. Itämerellä kutu tapahtuu sekä rannikolla että avomerellä, maaliskuun ja elokuun välisenä aikana 10–40 metrin syvyydessä. (Artdatabanken, Artfakta, 2019). Kilohailin kalastuskiintiöt perustuvat arvioon, jonka mukaan laji esiintyy yhtenä homogeenisena kantana koko Itämerellä.

Kilohailin dna:ta esiintyi kaikissa eDNA-näytteissä sekä kesä- että elokuussa, ja ne muodostivat suurimman osan kaikkien näytteiden lajikohtaisten eDNA-fragmenttien prosenttijakaumasta.

Koekalastuksessa ei kuitenkaan saatu kilohailia, mikä voi johtua koekalastuksen valikoivasta luonteesta. Lisäksi kalastusta suoritettiin lähellä pohjaa sekä enimmäkseen yöllä, jolloin kilohailit ovat lähempänä pintaa. Kaupallisesta kalastuksesta saadut saalistiedot tukevat kilohailin esiintymistä tässä osassa Selkämerta. (Larsson, Yngwe, & Soler, 2022).

9.1.1.2.5 Kolmipiikki

Kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus*) elää koko Ruotsin rannikolla ja Ruotsin suurimmissa järvissä. (Delling & Kullander, 2012). Laji on yleinen myös rannikkovesissä. Merellä populaatiot elävät yleensä suurissa parvissa syksyn ja talven ajan ja hakeutuvat keväällä ja kesällä matalille kasvillisuusalueille, joilla kutu tapahtuu. (Artdatabanken, Artfakta, 2019).

Itämerellä kolmipiikin määrä on lisääntynyt merkittävästi, jopa 50-kertaiseksi, 1990-luvulta lähtien. Tämä kasvu voidaan mahdollisesti selittää petokaloihin kohdistuvalla suurella kalastuspaineella, joka puolestaan on vähentänyt kolmipiikkiin kohdistuvaa saalistuspainetta vähentyneiden ylhäältä alaspäin suuntautuvien vaikutusten seurauksena.

Vuoden 2022 kenttätutkimusten vesinäytteissä esiintyi kolmipiikkien dna:ta useimmilla näytteenottoaikoilla. (AquaBiota, 2022b). Kesäkuuhun verrattuna elokuussa näytepisteillä havaittiin enemmän kolmipiikkien dna:ta ja niiden esiintymisprosentti oli suurempi. Tämä voi johtua siitä, että kolmipiikki kutee kesän aikana matalilla alueilla ja siirtyy sitten loppukesällä ja syksyllä suurina parvina kauemmas merelle. (Artdatabanken, Artfakta, 2019).

9.1.2 Vaikutusten arviointi

Tässä osiossa kuvataan mahdollisia vaikutuksia kaloihin. Seuraavassa taulukossa (ks. Taulukko 9-1) esitetään yleiskatsaus tunnistettuihin vaikutustekijöihin ja vaiheisiin, joissa niitä on tärkeää arvioida.

Taulukko 9-1 Vaikutustekijät, jotka voivat vaikuttaa kaloihin.

| Mahdollinen vaikutus | Kasvi | Drift | Käytöstäpoisto |
|---|-------|-------|----------------|
| Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio | x | | x |
| Vedenalainen melu | x | x | x |
| Fyysiset vaikutukset merenpohjaan | | x | |
| Sähkömagneettiset kentät | | x | |

9.1.2.1 Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio

Useimmat kalalajit sietävät jonkin verran lyhytaikaista sameutta, koska ne ovat sopeutuneet vesiympäristössä esiintyviin luonnollisiin vaihteluihin. (Hammar, Magnusson, Rosenberg, & Granmo, 2009).

Kaloihin kohdistuvien vaikutusten osalta haitallisia vaikutuksia arvioitaessa olisi otettava huomioon lähinnä hiukkaspitoisuus ja altistumisaika. Ruotsin maatalousyliopiston vesivarojen laitoksen tekemässä katsauksessa tultiin siihen tulokseen, että alle 100 mg/l suspendoituneen kiintoaineen pitoisuuksilla on yleensä vähäinen vaikutus kaloihin, erityisesti jos altistumisaika on alle 14 päivää. Vielä lyhyemmällä altistusajoilla (tunneissa) monet lajit sietävät jopa 1 000 mg/l, lukuun ottamatta

mätimunua ja toukkia, jotka ovat usein herkempiä. Mätimunilla ja toukilla ei ole kykyä liikkua aktiivisesti kuten aikuisilla kaloilla, eivätkä ne näin ollen pysty välttämään sameaa aluetta. On myös havaittu, että pelagiset mätimunat ovat herkempiä vaikutuksille, kuin kasvillisuuteen lasketut mätimunat, sillä kasvillisuus liikkuu veden mukana ja "puhaltaa" pois siihen laskeutuneet hiukkaset. (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020). Pelagisten mätimunien osalta on olemassa riski, että suspendoitunut aine tarttuu mätimunaan ja heikentää siten sen kelluvuutta. Tämä on havaittu kokeellisissa tutkimuksissa, joissa esimerkiksi turskanmunat menettävät kelluvuutensa jo noin 5 mg/l pitoisuuksissa. (Westerberg, Rönnbäck, & Frimansson, 1996). Tämä osoittaa, että pelagiset mätimunat ovat vaarassa vajota pohjaan, jossa kuolleisuuden riski on suuri jo suhteellisen alhaisilla sedimenttipitoisuuksilla. Tuoreessa tutkimuksessa havaittiin, että jopa alhaisemmat sedimenttipitoisuudet (0,5–5,0 mg/l), jotka ovat yleisiä pohjatroolikalastuksessa, voivat vaikuttaa turskanmunien kelluvuuteen ja siten niiden selviytymiskykyyn. (Corell, Bradshaw, & Sköld, 2023).

Sameuden sietokyvyn odotetaan olevan erityisen hyvä pohjasedimenttien välittömässä läheisyydessä elävillä lajeilla. Lisäksi planktonia syövien kalalajien katsotaan olevan herkempiä sameuden vaikutuksille kuin kaloja syövien kalojen. Tämä selittyy hengityselimistöön rakenteen eroilla. Planktonsyöjien kiduksissa on tiheät kidussäikeet ja pitkät, tiiviisti toisiinsa kiinnittyneet lamellit, kun taas kalansyöjillä on harvemmat kidukset ja suuremmat säikeet. (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020). Silakka, joka on planktonia syövä kala, on kuitenkin osoittanut välttämiskäyttäytymistä jo noin 3 mg/l:n sameustasoilla. (Westerberg, Rönnbäck, & Frimansson, 1996). Lillgrundsin tuulivoimapuiston rakennusvaiheen kalaseurannan aikana sameustasoksi mitattiin noin 10 mg/l, mutta mitään vaikutusta kalojen levinneisyyteen tai nuorten yksilöiden esiintymiseen ei havaittu (Bergström ym., 2012). Koska Itämeren silakka reagoi suhteellisen alhaisiin sameustasoihin, seuraava arviointi perustuu tähän lajiin, koska se on näin ollen alueen herkin laji.

Rakennusvaihe

Sedimentin leviäminen on mallinnettu WCS:n mukaisesti siten, että perustusten ja sisäisten kaapeliverkostojen enimmäismäärä on rakennettu, ks. luku 7.4. Mallinnettu sameus on Karlssonin, Kraufvelinin ja Östmanin (2020) mukaan niiden pitoisuuksien ja kestojen rajoissa, joita aikuiset kalat voivat helposti käsitellä. Mikäli silakan kutua tapahtuisi hankealueella, mallinnetut pitoisuudet ja altistumisen kesto arvioidaan niin alhaisiksi ja lyhytaikaisiksi, että ne eivät todennäköisesti aiheuttaisi merkittävää kuolleisuutta mätimunille ja toukille. Kalojen välttelykäyttäytymistä tai toukkien vähentynyttä ravinnonsaantia voi kuitenkin esiintyä jo pienemmillä pitoisuuksilla eli mallinnuksessa ennustetuilla pitoisuuksilla. Hankealueella esiintyy paikallisesti kohonneita suspendoituneen sedimentin pitoisuuksia, mikä ainakin teoriassa voi johtaa siihen, että silakanmunat peittyvät ja jäävät kuoriutumatta. Kaiken kaikkiaan ympäristövaikutuksen laajuuden katsotaan olevan pieni.

Suspendoituneet sedimentit voivat vaikuttaa haitallisesti hankealueella eläviin kaloihin. Kuitenkin alue, joka kattaa vain 0,45 % koko Pohjanlahden pinta-alasta, on pieni verrattuna mahdolliseen silakkakannan levinneisyysalueeseen, eikä sillä ole tyypillisiä kutualueita silakan kannalta. On epätodennäköistä, että silakan kutu tapahtuisi hankealueella. Lisäksi sedimentin leviämismallinnus osoittaa, että suspendoituneet sedimentit leviävät vain hyvin rajoitetulle alueelle Finngrundet Östra Bankenilla ja silloinkin vain 10 mg/l pitoisuuksina ja lyhyemmäksi ajaksi kuin 6 tunniksi. Hankealueella esiintyvät lajit ovat yleisiä Selkämerellä, ja lajien herkkyyks sedimentaatiomallinnuksen osoittamille suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation odotettavissa oleville kohonneille tasoille katsotaan

vähäiseksi. Myöskään suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation ei ennustetussa laajuudessa katsota aiheuttavan uhkaa silakan kutemiselle. Kaiken kaikkiaan ympäristöarvo arvioidaan sen vuoksi vähäiseksi.

Koska silakan kutu ei todennäköisesti tapahdu hankealueella, kalalajit ovat yleisiä ja niiden herkkyys suspendoituneen sedimentin pitoisuuksille on vähäinen, ympäristövaikutus arvioidaan vähäiseksi ja ympäristöarvo pieneksi.

Tämä tarkoittaa, että suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation vaikutuksen kaloihin rakennusvaiheen aikana arvioidaan vähäiseksi.

Käytöstäpoistovaihe

Suspendoituneen sedimentin ja sitä seuraavan sedimentaation ei odoteta esiintyvän käytöstäpoiston aikana pidempään tai suurempina määrinä kuin rakennusvaiheen aikana. Koska suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation ympäristövaikutusten katsotaan olevan vähäisiä rakennusvaiheessa, niiden katsotaan olevan vähäisiä myös käytöstäpoistovaiheessa. Tämä johtuu siitä, että vaikutus on pienempi tai korkeintaan yhtä suuri kuin rakennusvaiheessa. Alueen ympäristöarvo arvioidaan samaksi ja samoin perustein kuin rakennusvaiheessa.

Siksi suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation vaikutuksen kaloihin käytöstäpoistovaiheen aikana arvioidaan olevan vähäinen.

9.1.2.2 Vedenalainen melu

Kalat voivat havaita vedenalaisen melun kahdella eri tavalla: paineaaltojen ja hiukkasliikkeiden kautta. Lähes kaikilla kaloilla on hyvä kyky kuulla ääniä, joiden taajuus on alle 100 Hz (mukaan lukien infraäänit). Korkeammilla taajuuksilla kuulokyky riippuu siitä, onko kalalla uimarakko, kuinka h täysi uimarakko on ja onko uimarakon ja sisäkorvan välillä yhteys. Silakka on yleisin kalalaji tuulivoimapuiston alueella, ja se on myös laji, jolla on alhaisin kynnyksiarvo äänen havaitsemiselle, joten sen herkkyys vedenalaiselle melulle on suurin. (Popper & Hawkins, 2018). Vedenalaisen melun vaikutuksia kaloihin arvioidaan sen vuoksi keskittyen silakkaan.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakennustyöt, kuten paalutustyöt, aiheuttavat äänitaajuuksia, jotka voivat vaikuttaa lähiympäristön kaloihin. Äänen vaikutusten osalta rakennusvaihe on merkittävin kaloihin kohdistuvien vaikutusten kannalta sekä aikuisille että nuorille kaloille, erityisesti jos asennus tapahtuu paalutuksen avulla. Ei ole yksimielisyyttä siitä, missä desibeliraja (dB) kulkee vedenalaisen melun aiheuttamille kuulovaurioille kaloilla. (Popper & Hastings, 2009). Aikuiset kalat kuitenkin todennäköisesti välttävät alueita, joilla on voimakasta melua (Engås ym., 1996; Slotte ym., 2004; Kok ym., 2021).

Ruotsissa on tehty useita tutkimuksia, joissa on tutkittu vedenalaista melua merituulipuistojen perustamisen yhteydessä. Andersson ym. (2016) esittävät ehdotuksia haitallisista melutasoista sekä kaloille, kalanmunille että poikasille paalutusmelun osalta (Taulukko 9-2). Tutkimuksessa korostetaan, että kalojen kannalta merkityksellisintä on tapahtuman aikainen äänialtistustaso (SEL (single)) ja erityisesti useiden tapahtumien keskiarvo (SEL (cum)). Popper ym. ovat ennustaneet äänitasoja, joilla tilapäinen kuulovamma (TTS, Temporary Threshold Shift) aiheutuu (2014) kalalle, jolla on uimarakko (kuten silakalle). Tilapäinen kuulovaurio (TTS) voi syntyä äänitasoilla SEL(kum),

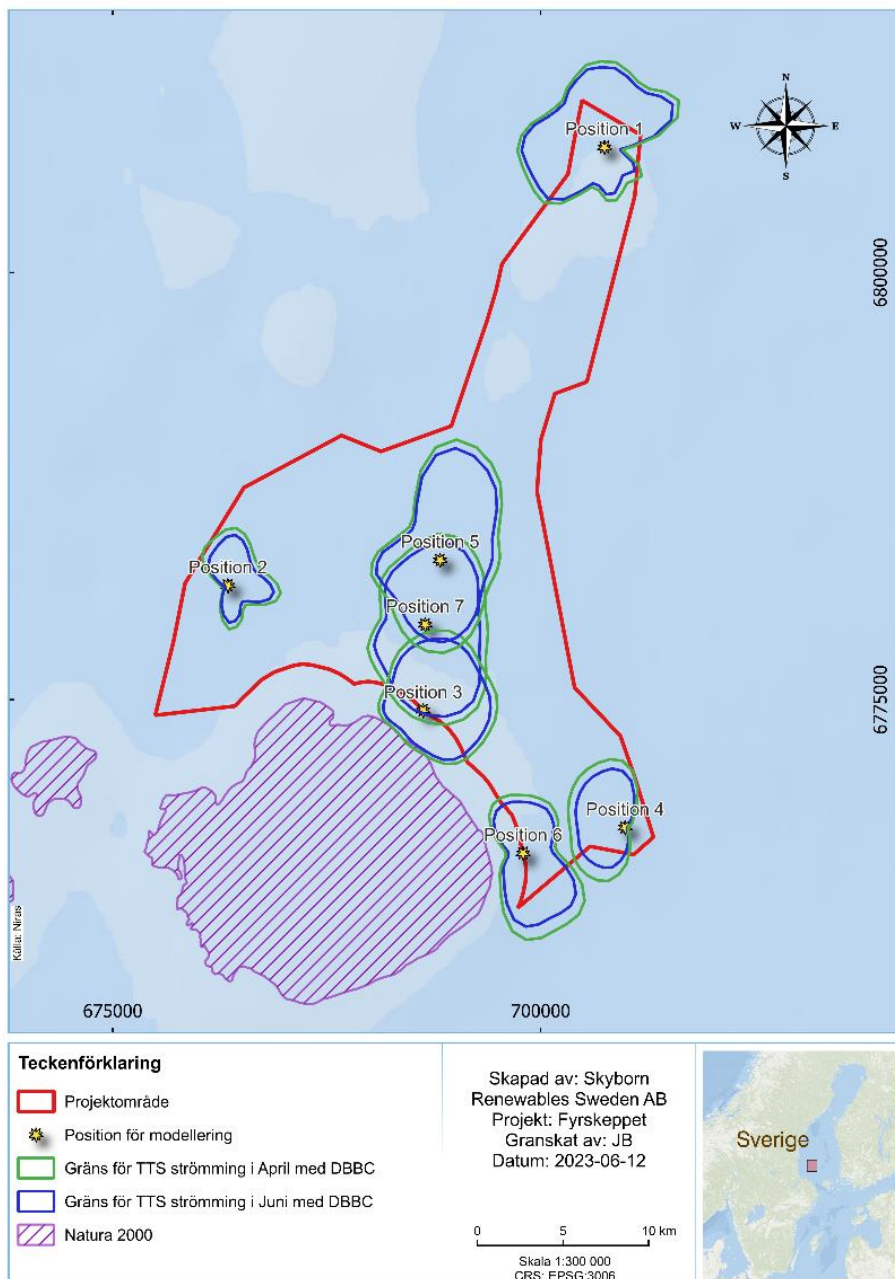
noin 186 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (Popper ym., 2014). Näitä tietoja on käytetty mallinnuksessa, joka muodostaa perustan tuleville vedenalaisen melun perusteluille ja vaikutusten arvioinnille. On syytä mainita, että kaloilla on kyky korjata sisäkorvan vaurioituneet tai vaurioituneet karvasolut, minkä vuoksi TTS katsotaan tilapäiseksi tilaksi (Smith ym., 2006b; Smith & Monroe, 2006a), eikä PTS:n (pysyvä kynnysyksiirtymä) ennustettuja äänitasoja ole saatavilla. (Popper ym., 2014)

Taulukko 9-2 Ehdotetut haitalliset äänitasot, joissa paalutusmelun aiheuttama kuolleisuus ja sisäiset fysiologiset vauriot ilmenevät kaloissa, kalanmunissa ja toukissa. Tasot on esitetty muodossa SPL = syntyvän äänipulssin suurin positiivinen tai negatiivinen paine.

| Kala | Munat ja toukot |
|---|---|
| 207 dB re 1 μPa SPL (huippu) | 217 dB re 1 μPa SPL (huippu) |
| ² 174 dB re 1 μPa s SEL _(single) | ² 187 dB re 1 μPa s SEL _(single) |
| ² 204 dB re 1 μPa s SEL _(kum) | ² 207 dB re 1 μPa s SEL _(kum) |

Kuten edellä mainittiin, silakoiden kuulokynnys on suhteellisen matala (Popper ym., 2014; Popper & Hawkings, 2018) ja siksi rakennusvaiheen aikana mahdollisesti tapahtuvan paalutustyön vaikutukset on arvioitu silakoihin kohdistuvien ennustettujen vaikutusten perusteella. Tuulivoimapuiston muihin kalalajeihin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan siten olevan pienempiä tai enintään yhtä suuria kuin silakkaan kohdistuvat vaikutukset.

Äänen leviäminen Fyrskepetin tuulipuiston perustamisen aikana on mallinnettu WCS:n avulla, (ks. luku 7.2.1.) perustuen Anderssonin ym. (2016) ennustamiin äänitasoihin, jotka aiheuttavat haitallisia vaikutuksia kaloille. Popper ym. (2014) ovat myös laskeneet vaikutusetäisyydet (Kuva 9-6). Äänen leviämisen rajoittamiseksi ja kaloihin kohdistuvien kielteisten vaikutusten vähentämiseksi toteutetaan ääntä vähentäviä suojatoimenpiteitä. Tilanteissa, joissa paalutusta käytetään rakennusmenetelmänä, sovelletaan suojatoimenpiteitä, joiden vaikutus vastaa pehmeän käynnistyksen (30 minuuttia), ramppaus (30 minuuttia) ja kaksoiskuplaverkon (DBBC) käyttöä. Nämä toimenpiteet sisältyvät myös melumallinnukseen, johon seuraava arviointi perustuu. Pehmeän käynnistyksen” ja ”ramp up” -toimenpiteiden tarkoituksena on saada kalat poistumaan alueelta ennen kuin ääni saavuttaa haitallisen tason, kun taas kuplaverkko vähentää äänen leviämistä. Tekniikan tulevien vuosien kehityksestä riippuen edellä luetellut menetelmät saatetaan korvata ajan myötä muilla nykyaikaisemmillä suojelutoimenpiteillä, joiden teho on suurempi tai samankaltainen.



Kuva 9-6 Mallinnus siitä, miten laajalti äänitasot, jotka voivat aiheuttaa TTS:ää (tilapäinen kuulovamma) silakassa, leviävät paalutuspaikalta. Kuvassa näkyy paalutus seitsemässä eri sijainnissa. Vihreä viiva osoittaa koko vuoden pahimman tapauksen (huhtikuu), kun taas sininen viiva osoittaa pahimman tapauksen kesäkuukausille (kesäkuu). Koska yritys on sitoutunut olemaan asentamatta perustuksia kahden kilometrin säteelle yhtenäisistä alueista, joilla veden syvyys on alle 30 metriä ja jotka rajoittuvat Natura 2000 -alueeseen nimeltä Finngrundet Östra Bankenin, TTS:ää aiheuttavien äänien leviäminen paikasta 3 ei ulotu Natura 2000 -alueelle.

Yhtiö on sitoutunut olemaan perustamatta perustuksia kahden kilometrin säteelle yhtenäisistä alueista, joilla veden syvyys on alle 30 metriä ja jotka rajoittuvat Natura 2000 -alueeseen nimeltä Finngrundet Östra Banken. Mallinnuksen mukainen sijaintipaikka 3 on tällöin alueella, jolle ei tulla rakentamaan perustuksia, mikä tarkoittaa, että TTS:ää aiheuttavien äänien leviäminen TTS:sijainnista

3 ei ulotu Natura 2000 -alueelle, kuten on esitetty kuvassa, Kuva 9-6. **Error! Reference source not found.** Äänitasot, jotka aiheuttavat TTS:ää silakassa, eivät siten yllä lajin herkimmälle alueelle. On epävarmaa, millä äänitasolla häiriöt kutu- tai lisääntymiskäyttäytymisessä aiheutuvat. Se voi olla TTS-kynnysarvon rajalla, mutta myös sitä alhaisempi tai korkeampi. Tämän vuoksi tulee noudattaa tiettyä varovaisuutta. Käyttäytymisen muutosten ei kuitenkaan ole osoitettu olevan haitallisia yksilöille tai populaatioille pitkällä aikavälillä, joten TTS on järkevin käytettävä yksikkö. Lisäksi lisääntyminen on kalojen voimakas liikkeellepaneva voima ja on todennäköisesti tarpeen, että syntyisi merkittäviä esteitä, jotta silakan lisääntymisessä tapahtuisi häiriöitä (Jong ym., 2020) Vaikutusten arvioinnin rajoittamiseksi on sovellettu seuraavia oletuksia: i) silakka lisääntyy itärannalla touko-kesäkuussa ja syys-lokakuussa (*AquaBiota*, 2023d) ja ii) että TTS:ää aiheuttavat melutasot vaikuttavat kielteisesti kutukäyttäytymiseen ja voivat siten vaikuttaa kannan lisääntymismenestykseen.

Van der Knaapin ym. (2022) tuoreessa tutkimuksessa havaittiin, että rakennusvaiheen aikainen paalutusmelu sai turskayksilöt siirtymään pois lähteestä ja pysyttelemään tavallista lähempänä pohjaa. On todennäköistä, että hankealueella esiintyviin silakoihin ja muihin kalalajeihin kohdistuu vaikutuksia ja että tämä vaikutus aiheuttaa erilaista pakokäyttäytymistä. Vain muutamissa tutkimuksissa on kuitenkin tutkittu kalojen käyttäytymismuutoksia paalutusmelun seurauksena, mutta käyttäytymisvasteita, kuten muuttuneita uintitapoja ja uintinopeuksia, on havaittu, ja kuten aiemmin mainittiin, niitä voidaan odottaa (Thomsen ym., 2006; Mueller-Blenke 2010). Samankaltaisia käyttäytymismuutoksia oletetaan esiintyvän myös äänitasoilla, jotka ovat TTS rajojen alapuolella. Tuore kokeellinen tutkimus osoitti, että niin sanottujen "airguns" käytöllä ei ollut minkäänlaista vaikutusta alueen kalatiheyksiin. Myöskään tutkimuksen aikana käytetyissä video- ja telemetriatutkimuksissa ei havaittu käyttäytymismuutoksia, vaikka äänitasot olivat jopa 247 dB:n tasolla (Meekan ym., 2021).

Poikaset ja mätimunat eivät kykene siirtymään pois äänialtistuksesta samalla tavalla kuin aikuiset kalat. Koska silakan kutu Fyrskeppetin tuulivoimapuiston alueella ei ole todennäköistä, paalutuksesta aiheutuvan vedenalaisen melun vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen näihin varhaisiin elämänvaiheisiin (Bergström ym., 2022).

Kun edellä mainitut suojatoimenpiteet toteutetaan asennettaessa monopileja WCS:n mukaisesti, alue, jolla esiintyy haitallisia äänitasoja, pienenee merkittävästi verrattuna skenaarioon, jossa ei toteuteta äänenvaimennuksen suojatoimenpiteitä. Alueella oleskelevat kalat siirtyvät todennäköisesti pois päin äänilähteistä pehmeän käynnistyksen (yhteensä 60 minuuttia), mikä itsessään vähentää niiden kalojen määrää, joihin ääni voi vaikuttaa.

Silakan käyttäytymisvaikutuksia on odotettavissa, kuten pakenemista äänilähteestä, mutta se on tilapäistä eikä negatiivista selviytymisen kannalta. Äänitasot, jotka voivat aiheuttaa silakassa TTS:n, leviävät suhteellisen laajalle alueelle, ks. Kuva 9-6. Ympäristövaikutusten arvioinnissa viitataan kaikkiin elämänvaiheisiin kohdistuvaan kokonaisvaikutukseen, ja se perustuu herkimpiin elämänvaiheisiin eli aikuisiin ja nuoriin kaloihin. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan arvioidaan olevan kohtalainen.

Silakkaan voi kohdistua tilapäisiä vaikutuksia hankealueella ja jossain määrin sen ulkopuolella. Itämeren silakkaa hoidetaan Pohjanlahdella yhtenäisenä kantana, ja hankealueen osuus koko Pohjanlahdesta on pieni (0,45 %). Hankealueella ei myöskään ole tyypillistä kutualueita. Näin ollen hankealue ei ole tärkeä Pohjanlahden silakkakannalle, ja sen ympäristöarvo arvioidaan vähäiseksi.

Ympäristövaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi, ja koska hankealue on Pohjanlahden silakkakannan kannalta pieni alue, ympäristöarvo on pieni. Kaiken kaikkiaan rakentamisvaiheen aikaisen vedenalaisen melun vaikutus kaloihin arvioidaan vähäiseksi.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toimintavaiheen aikana turbiinit aiheuttavat perustusten kautta jatkuvaa vedenalaista melua. Melutasot vaihtelevat vallitsevien tuuliolosuhteiden mukaan, mutta ne ovat suhteellisen alhaisia ja jäävät alle tasojen, jotka voivat aiheuttaa kaloille TTS:ää (Andersson ym., 2011). Eri kalalajeilla on erilaiset kuuloalueet eli etäisyys, jolla äänilähde voidaan havaita. Esimerkiksi turska voi havaita tuulivoimalan 13 kilometrin etäisyydeltä, kun tuulen nopeus on 8 m/s, kun taas lohella on huomattavasti pienempi kuuloalue, ja sen on oltava noin 0,4 kilometrin päässä äänilähteestä havaitakseen saman äänitason. (Wahlberg & Westerberg, 2005). Suhteellinen havaitsemisetäisyys riippuu lajikohtaisten kuulokykyjen lisäksi myös abioottisista tekijöistä, kuten tuulesta, suolapitoisuudesta ja lämpötilasta. Siksi ei ole yksimielisyyttä siitä, kuinka kaukana toimivan tuulivoimalan havaitsemisetäisyys on silakan kaltaiselle kuuloon erikoistuneelle lajille, mutta se on jossakin 4-16 kilometrin tuntumassa (Thomsen ym., 2006; Andersson ym., 2016).

Kalat käyttävät ääntä erilaisiin biologisiin prosesseihin, kuten lajinsisäiseen viestintään (saman lajin yksilöiden välinen viestintä), petojen välttämiseen ja ravinnonhankintaan. (Ladich, 2015). Silakoille ääni on tärkeä tekijä lajinsisäisessä viestinnässä. Kommunikaatioäänet tuotetaan lyhyinä pulsseina taajuusalueella 1,7-22 kHz (Wilson, 2004), joka on huomattavasti korkeampi kuin toimivan tuuliturbiinin tuottama matalataajuinen ääni, joka on yleensä <1 kHz (Betke, 2014; Tougaard ym., 2020). Toimivan tuulivoimalan tuottaman äänen ei siis odoteta vaikuttavan silakan viestintään.

Aiemmat tutkimukset tuulivoimaloiden toiminnasta aiheutuvasta vedenalaisesta melusta ovat osoittaneet, että turskat, ahvenet, punakampelat ja lohet eivät osoita poikkeavaa käyttäytymistä ollessaan yli 10 metrin etäisyydellä tuulivoimalasta (Sigray ym., 2009). Laboratoriokokeet ovat lisäksi osoittaneet, että äänitasot, jotka vastaavat keskimäärin tuulivoimaloiden tuottamaa ääntä noin 80 metrin etäisyydellä, eivät vaikuta ahvenen, särjen ja taimenen käyttäytymiseen. (Båmstedt ym., 2009). (Båmstedt, Larsson, Stenman, Magnhagen, & Sigray, 2009). Myös Wahlberg ja Westerberg (2005) mallinnukset osoittavat, että toimintavaiheen aikana tuotettu äänitaso karkottaa kalat pois, mutta vain mikäli yksilö on lähellä (<4 m) ja tuulenvoimakkuus on korkea (>13 m/s). Tämä viittaa siihen, että toimintavaiheen melutasot eivät aiheuta merkittäviä fysiologisia vaikutuksia. Sen sijaan toiminnan aiheuttama melu saattaa kuitenkin peittää luonnossa esiintyviä ääniä, mikä voisi välillisesti vaikuttaa kalojen yksilöihin heikentämällä niiden kykyä reagoida näihin ääniin.

Kalojen esiintyminen alueella ennen ja jälkeen tuulivoimalan asennuksen on tässä yhteydessä tärkeää, sillä se antaa epäsuoria viitteitä siitä, miten toimintavaiheen melutasot vaikuttavat kalayhteisöön. Hiljattain tehty 13 tutkimuksen analyysi tukee suurempia kalatiheyksiä tuulivoimala-alueilla verrattuna vertailualueisiin (Methratta & Dardick, 2019). Nämä tulokset osoittavat epäsuorasti, että toiminnallisella melulla ei ole merkitystä alueen kaloille tai ainakin, että esimerkiksi keinotekoisien riuttojen ja suojavaikkojen myönteiset vaikutukset ovat suuremmat kuin melun kielteiset vaikutukset.

Vaikutukset kalojen käyttäytymiseen toimintavaiheen aikana on usein arvioitu vähäisiksi tai ainakin sellaisiksi, että ne eivät estä sopeutumiskäyttäytymistä (Hammar ym.; Wahlberg & Westerberg, 2005;

Bergström ym., 2013a; Bergström, ym., 2013b) Esimerkiksi Öresundissa on havaittu kalojen kutua alueilla, joilla laivaliikenteen aiheuttama melutaso on korkea. (Højgård Petersen, o.a., 2018) ja Kielin kanavalla (Gollash & Rosenthal, 2006) sekä alusten läheisyydessä (Skaret ym., 2005), mikä osoittaa, että kalojen motivaatio kutemaan oli tärkeämpi kuin motivaatio välttää melua näissä ympäristöissä.

On kuitenkin epätodennäköistä, että toiminnallisella melutasolla olisi suoria fysiologisia vaikutuksia, ja kalatiheyksien on osoitettu olevan suhteellisen suuria tällaisilla tuulipuistoalueilla, mikä viittaa siihen, että tuulipuistoalueet houkuttelevat kaloja jatkuvasta toiminnallisesta melusta huolimatta. Näin ollen ympäristövaikutuksen ympäristövaikutukset arvioidaan vähäiseksi.

Arviointi perustuu siihen, että Fyrskeppetin tuulivoimapuiston silakka ei kuulu erilliseen osapopulaatioon Fyrskeppetin tuulivoimapuistossa ja että toimintavaiheen vedenalaisen melun mahdolliset vaikutukset silakkaan ovat paikallisia ja pitkäkestoisia tuulivoimapuiston sisällä. Tuulivoimapuiston ympäristöarvo arvioidaan sen vuoksi vähäiseksi.

Toiminnan melutasojen suora fysiologinen vaikutus on epätodennäköinen, ja kalatiheyksien on osoitettu olevan suhteellisen tiheitä tuulipuistoalueilla. Lisäksi vaikutuksen odotetaan olevan paikallisia ja pitkäkestoisia, ja tästä syystä ympäristövaikutuksen arvioidaan olevan pieni, ympäristöarvon vähäiseksi ja vedenalaisen melun vaikutus kaloihin toimintavaiheen aikana on siten vähäinen.

Käytöstäpoistovaihe

Vaikka käytöstäpoistovaiheessa on odotettavissa jonkin verran vedenalaista melua, melutasot ovat todennäköisesti alhaisemmat kuin rakennusvaiheessa. Koska käytetään WCS:ää lieventämistoimenpiteenä, vaikutuksen arvioidaan olevan samanlainen käytöstäpoiston aikana kuin rakennusvaiheessa. Ympäristövaikutuksen suuruusluokka arvioidaan siksi vähäiseksi ja alueen ympäristöarvo vähäiseksi.

Kaiken kaikkiaan käytöstäpoistovaiheen aikainen vedenalaisen melun vaikutus kaloihin on vähäinen.

9.1.2.3 Fyysinen vaikutus merenpohjaan

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Uuden tuulipuiston rakentaminen tuo uuden elinympäristön perustusten muodossa, mikä luo uusia keinotekoisia kovia pintoja Tuulivoimaloiden käyttöönoton myötä voi syntyä keinotekoisia riuttoja. Kalojen houkuttelemineen vedenalaisiin rakenteisiin, kuten hylkyihin, aallonmurtajiin ja laituripaaluihin, on tunnettu ilmiö, joka voidaan todennäköisesti selittää lisääntyneellä suoja- ja ravintomahdollisuudella (Bergström, ym., 2012). Kaloja houkutteleva vaikutus on havaittu myös useissa tuulipuistoissa. (Andersson & Öhman, 2010; Leonhard ym., 2011; Krone ym., 2013; Vandendriessche ym., 2015; Bergström ym., 2013a; Methratta & Dardick, 2019).

Kalojen kerääntymisen tuulipuistoon arvioidaan pääosin tapahtuvan kalojen uudelleenjakautumisen kautta lähialueelta, mutta jos kalojen selviytymis- ja kasvuvauhti paranee suojelun ja lisääntyneen ravinnon saatavuuden ansiosta, riuttavaikutus voi lopulta johtaa paikallisen lisääntymisen lisääntymiseen. (Bergström, ym., 2012; Enhus ym., 2017). Tuulivoimapuiston sisällä on edellytykset

pysyvälle riuttavaikutukselle niin kauan kuin tuulivoimapuisto on toiminnassa. Hankealueen sisällä olevat perustukset rakennetaan kuitenkin suurilla etäisyyksillä toisistaan, minkä vuoksi selvempiä riuttavaikutuksia havaitaan yksittäisten perustusten ympärillä. (Andersson & Öhman, 2010; Bergström ym., 2013a). Tärkeä näkökohta tässä yhteydessä koskee olemassa olevaa ympäristöä, johon riutarakenteet luodaan. Jos käyttöönotto tapahtuu jo olemassa olevaan kovapohjaiseen ympäristöön, uusi materiaali tarjoaa kaloille samanlaisen alustan, johon ne voivat levittäytyä, ja vaikutus on todennäköisesti vähäisempi. Mikäli käyttöönotto tapahtuu pehmeäpohjaiseen ympäristöön, luodaan uusi elinympäristö, joka voi luoda alueelle uusia ekolokeroita, joita muut lajit voivat hyödyntää. Hankealue sijaitsee Finngrundet Östra Bankenin läheisyydessä. Tällä alueella on jo runsaasti kovapohjaista pohjamateriaalia, joten on epätodennäköistä, että lajikoostumus muuttuisi koko alueella. Sen sijaan uudet elinympäristöt luovat mahdollisuuksia nykyiselle kalalajistolle. Pehmeän pohjan lajeihin ei odoteta kohdistuvan haitallisia vaikutuksia, sillä alueella säilyy pehmeän pohjan alueita myös kaikkien perustusten asentamisen jälkeen.

Tuulivoimaloiden sijoittaminen hankealueelle aiheuttaa todennäköisesti jonkin verran riuttavaikutuksia paikallisesti perustusten ympärillä, johon odotetaan useiden kalalajien hakeutuvan. Koska kerääntymisen odotetaan kuitenkin tapahtuvan suurelta osin kalojen uudelleen jakautumisen kautta lähialueilta, ympäristövaikutuksia pidetään vähäisenä.

Silakka voi teoriassa hyötyä perustusten riuttavaikutuksesta, mutta koska laji liikkuu luonnostaan laajoilla alueilla, vaikutus silakkaan on todennäköisesti vähäinen. Tuulipuiston ympäristössä kovilla pohjilla esiintyviä kaloja, joita asennetut perustukset ja eroosiosuojat saattavat houkutelaa, ovat muun muassa isosimppu ja härkäsimppu (Kuva 9-7) ja kivinilikka. Alueella saattaa olla houkuttelevaa elinympäristöä uhanalaisille lajeille, kuten turskalle, mutta se on suhteellisen harvinaista Selkämeren tässä osassa. Koska lajirikkaus on vähäinen ja uhanalaisten lajien, kuten siian, turskan ja lohen, esiintymistä alueella pidetään epätavallisena, ympäristöarvoa pidetään vähäisenä.



Kuva 9-7. Vasemmalla: isosimppu. Oikealla: härkäsimppu. Kuvat on ottanut Ewa Lavett vuonna 2022.

Koska mahdollinen riuttaefekti odotetaan pääasiassa aiheuttavan kalojen uudelleenjakautumista lähialueilta ja alueen lajirikkaus on vähäinen, ympäristövaikutus arvioidaan vähäiseksi, ympäristöarvoa vähäiseksi ja fyysiset vaikutukset merenpohjaan vähäisiksi.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Useat vaeltavat kalalajit, kuten ankeriaat ja lohet, käyttävät Maan magneettikenttää navigointiin (Naisbett-Jones ym., 2017; Putman, ym., 2013; Putman ym., 2014). Useat lajit voivat siis mahdollisesti aistia merikaapeleiden magneettikentän tuulipuiston toiminnan aikana.

Magneettikentän voimakkuus vähenee nopeasti etäisyyden kasvaessa kaapelista (CSA, 2019) mikä tarkoittaa, että pelagisilla kaloilla on todennäköisesti vaikeampi havaita kaapelin magneettikenttää verrattuna pohjassa eläviin kaloihin. Esimerkkinä tästä ovat lohikalat, jotka vaeltavat pelagisesti (Strøm, Thorstad, Hedger, & Rikardsen, 2018) mikä tarkoittaa, että etäisyys vähentää mahdollista kielteistä vaikutusta yksilön vaellukseen.

Tuulipuiston vaihtovirtakaapelit voivat synnyttää enintään 50 μT :n magneettikentän, jos kaapelit on upotettu 1 m maanpinnan alapuolelle. Voimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa ja on arviolta noin 1 μT 8 m:n päässä lähteestä. Tasavirtakaapeleiden magneettikentän arvioidaan olevan 200 μT alapinnalla ja ulkoisen suojan pinnalla, kun kaapeli on haudattu 1 m syvyyteen tai peitetty 1 m:n etäisyydellä sedimentistä, ja se pienenee noin 20 μT :iin 10 m:n päässä kaapelista. Katso tarkemmin kohta 7.5.

Useissa viimeaikaisissa tutkimuksissa on testattu noin 50–150 μT :n suuruisen magneettikentän vaikutuksia. On esimerkiksi osoitettu, että koljan (*Melanogrammus aeglefinus*) poikasten uintinopeus vähenee. Tutkijat korostavat, että alentuneella uintinopeudella voisi olla kielteinen vaikutus poikasten leviämisen- ja selviytymismahdollisuuksiin, mutta tätä ei ole koskaan tutkittu (Cresci ym., 2022a). Sama tutkijaryhmä ei havainnut lainkaan vaikutusta tutkiessaan vastaavaa magneettikenttää merisimpukoihin (Cresci ym., 2022b).

Tutkimuksessa havaittiin ankerioiden hidastuneen uintinopeuden aiheuttama viive, kun ne kulkevat vaihtovirtakaapelin yli Utgrundensin tuulivoimapuistossa Öölannin ja mantereen välillä. Viive oli keskimäärin noin 40 minuuttia, ja tutkimuksessa tultiin tulokseen, että tuulivoimapuisto ei muodostanut selvää estettä (Westerberg & Lagenfelt, 2008). Ruotsin vesillä ankeriaat katsotaan yhdeksi kalalajiksi, joka on herkin magneettikentille (Bergström ym., 2012), mutta koska aiemmat tutkimukset eivät ole osoittaneet merkittäviä vaikutuksia ankeriaisiin tai muihin lajeihin, jotka johtuvat tuulivoimapuiston kaapeleiden aiheuttamista magneettikentistä, ympäristövaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen. Koska ankerias on yksi punaisen listan laji, ja se on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (CR) (SLU Artdatabanken, 2020) on tärkeää, että sitä suojellaan häiriöiltä, jotka voivat vaikuttaa sen selviytymiseen ja lisääntymiseen. Ankerioiden esiintyminen hankealueella on kuitenkin todennäköisesti vähäistä, mutta ei voida sulkea pois sitä, että satunnainen yksilö kulkee alueen läpi. Laajassa eDNA-tutkimuksessa, joka tehtiin kahden kauden aikana vuonna 2022 yhteensä 80 vesinäytteestä, ankeriaan eDNA havaittiin vain yhdessä näytteessä (AquaBiota, 2022b). Näin ollen ympäristöarvo arvioidaan merkityksettömäksi.

Koska aiemmat tutkimukset eivät ole osoittaneet merkittäviä vaikutuksia ankeriaisiin tai muihin lajeihin, ja koska lohet ovat pelagisia ja näin ollen kaukana merenpohjassa olevista kaapeleista, ympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä. Hankealueen kautta kulkee vain muutama

vaelluskala, joten ympäristöarvo on vähäinen. Magneettikenttien vaikutus kaloihin on näin ollen toimintavaiheessa vähäinen.

9.1.3 Yleinen vaikutusten arviointi

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 9-3) esitetään yhteenveto kaloja koskevista vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-3 Kokonaisarvio kaloihin kohdistuvista vaikutuksista.

| Vaikuttava tekijä | Muutoksen suuruus | Ympäristöarvo | Merkittävyys |
|---|-------------------|---------------|--------------|
| Rakennusvaihe | | | |
| Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio | Pieni | Pieni | Pieni |
| Vedenalainen melu | Kohtalainen | Pieni | Pieni |
| Toiminnan aikaiset vaikutukset | | | |
| Vedenalainen melu | Pieni | Pieni | Pieni |
| Fyysiset vaikutukset merenpohjaan | Vähäinen | Vähäinen | Vähäinen |
| Sähkömagneettiset kentät | Pieni | Vähäinen | Vähäinen |
| Käytöstäpoistovaihe | | | |
| Suspendoituneet sedimentit ja sedimentaatio | Pieni | Pieni | Pieni |
| Vedenalainen melu | Pieni | Pieni | Pieni |

9.2 Linnut

Tuulivoimapuiston alueella ja sen läheisyydessä on tehty lintuinventointeja vuosina 2022 ja 2023 kuvausten ja arviointien pohjaksi. Lisäksi aiemmin tehtyjen kartoitusten tiedot vuosilta 2007, 2009 ja 2016 on kerätty tueksi ja pohjaksi ympäristövaikutusten arvioinnissa. Lisäksi keväällä 2024 on tehty lisää kartoituksia alueella levähtävistä linnuista.

9.2.1 Nykytilan kuvaus

Monet lintulajit oleskelevat Selkämerellä koko vuoden tai osan siitä, kun taas toiset lajit kulkevat sen kautta matkallaan pesimä- ja talvehtimisalueiden välillä. Gävlenlahti ja Selkämeren kaakkoisosassa ovat useiden merilintulajien ruokailualueita, ja Selkämeri toimii muuttoreittinä monille lintulajeille, erityisesti syksyllä. Joutsenet, hanhet, sorsat, kahlaajat ja pikkulinnut kulkevat eteläisen Selkämeren yli siirtyessään pesimisalueiltaan Suomessa ja Pohjois-Venäjällä talvehtimisalueilleen Länsi-Euroopan rannikolle. Linnuston kannalta merkittäviä alueita ovat erityisesti Finngrundet Östra Bankenin ja Upplannin rannikon Natura 2000 -alueet (SPA). Suunnitellun Fyrskeppetin tuulivoimapuiston lounaispuolella sijaitsevat Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Banken, joilla talvehtii vuosittain

suuria määriä alleja (*Clangula hyemalis*). Alueet on suojeltu Natura 2000 -alueina (SCI), ja luontotyypeille tyypillisiä lajeja Natura 2000 -alueella Finngrundet Östra Banken ovat mm. kuikka, kaakkuri, allin, haahka, mustalintu, ja pilkkasiipi. Upplannin pohjoisrannikolla, 30–50 km Finngrundetista etelään, on selkälokin pesimäyhdyskuntia, muun muassa Natura 2000 -alueilla Björns skärgård ja Forsmarks-bruk (SPA). Björns skärgård-Lövstabukten on IBA-alueita (tärkeä lintu- ja luonnon monimuotoisuusalue) pesivien loppiesiintymisten vuoksi.

Seuraavassa kuvataan lintujen esiintymät Gävlebuktissa ja tuulivoimapuiston alueella tehtyjen kartoitusten perusteella, (Taulukko 9-4). Esitetyt tiedot ovat peräisin lintujen osalta tuotetusta kirjallisuusselvityksestä, ks. liite E2. Kaakkurin ja allin osalta käsitellään myös maaliskuu-toukokuussa 2023 tehtyjen levähtävien lintujen venekartoitusten tuloksia, ks. liite E3.

Taulukko 9-4 Finngrundetin ja Fyrskeppetin tuulipuistoalueella tehdyt inventoinnit ja selvitykset.

| Kartoitus/menetelmä | Alue/sijainti | Vuosi | Ajanjakso | Viite |
|------------------------------------|--|-----------|---|---------------------------------------|
| Levähtävien lintujen lentolaskenta | Finngrundet | 2007 | Maaliskuu, huhtikuu, toukokuu | (Green & Nilsson, 2007) |
| Maalta tulevat muuttolinnut | Dalälvenin suistoalue | 2007 | Maalis-toukokuu | (Green & Nilsson, 2007) |
| Maalta tulevat muuttolinnut | Muna jauhettu | 2007 | Syys-lokakuu | (Green & Nilsson, 2007) |
| Tutkatietojen analysointi | Gävlen lahti | 2007 | Syys-lokakuu | (Green & Nilsson, 2007) |
| Levähtävien lintujen venelaskenta | Finngrundet | 2009 | Huhtikuu, toukokuu | (Naturvårdsverket, 2010) |
| Lentävien lintujen lentolaskenta | Finngrundet | 2016 | Maaliskuu | (Nilsson & Haas, 2016) |
| Levähtävien lintujen lentolaskenta | Tuulipuisto Fyrskeppet ml. Finngrundet Östra Banken | 2022-2023 | Maaliskuu, toukokuu, marraskuu 2022 Helmikuu, maaliskuu 2023 | (Ottvall Consulting, 2023) |
| Levähtävien lintujen venelaskenta | Fyrskeppetin tuulipuisto | 2022-2023 | Maaliskuu 2022-helmikuu 2023 | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023b) |
| Levähtävien lintujen venelaskenta | Finngrundet Östra Banken | 2022-2023 | lokakuu 2022 tammikuu 2023 | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023b) |
| Levähtävien lintujen venelaskenta | Fyrskeppetin ja Finngrundet Östra Banken tuulipuisto | 2023 | Maalis-syyskuu | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2024) |

| Kartoitus/menetelmä | Alue/sijainti | Vuosi | Ajanjakso | Viite |
|--|-------------------------|-------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Muuttavien lintujen venelaskenta | Fyrskpettin tuulipuisto | 2022 | Maaliskuu-joulukuu | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023d) |
| Maalta tulevat muuttolinnut | Billudden | 2022 | Maalis-huhtikuu | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023d) |
| Maalta tulevat muuttolinnut | Linnun ääni | 2022 | maalis-huhtikuu, elo-marraskuu | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023d) |
| Selkälökkien GPS-seuranta ja törmäysriskin mallinnus | Gävlen lahti | 2022 | Kesä-elokuu | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023c) |
| Laulujoutsenten kevätmuutto eteläisellä Selkämerellä ja yksilöiden GPS-seuranta. | Uppland | 2023 | Maalis-huhtikuu | (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023a) |

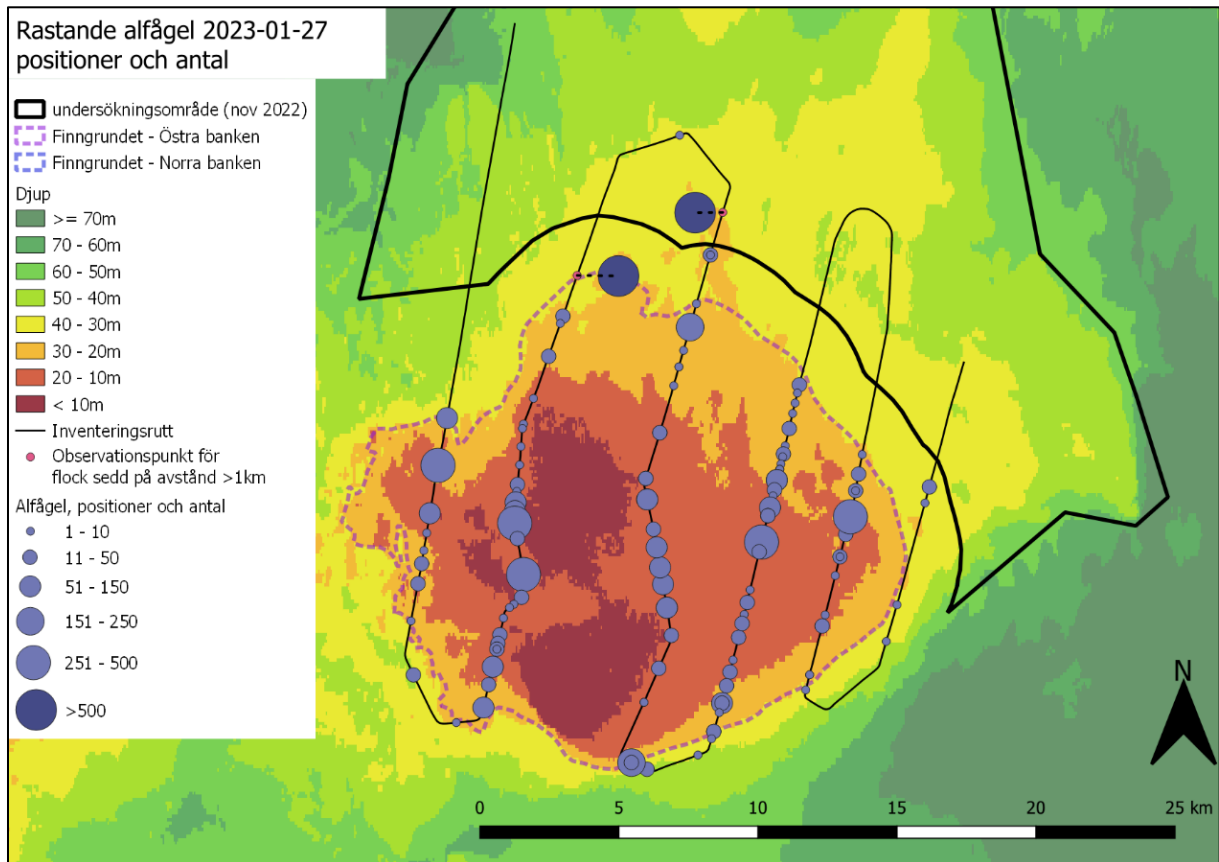
9.2.1.1 Pesivät ja talvehtivat linnut

Finngrundetin keväällä 2007 tehdyissä lentolaskennoissa havaittiin 17 lajia, pääasiassa alleja, mutta myös harmaalokkeja, kalalokkeja, selkälokkeja, kuikkia, haahkoja, tukkakoskeloita, riskilöitä, ruokkeja ja muita. (Green & Nilsson, 2007). Huhti- ja toukokuussa tehtyjen selvitysten aikana alueella arvioitiin pesivän yhteensä hieman yli 200 kaakkuria. Kaakkurien tiheydet olivat kuitenkin alhaisia verrattuna eteläisen Itämeren tunnettuihin levähdyspaikkoihin. Vain muutama kuikka havaittiin. Haahkoja, riskilöitä ja ruokkeja esiintyi vähän. Vuoden 2009 venekartoituksissa sekä vuosien 2016 ja 2022–2023 kartoituksissa Finngrundetissa havaittiin lähinnä alleja.

Itärannalla talvehtivien allien esiintyminen on saattanut lisääntyä viimeisten 15 vuoden aikana. Vuosien 2007 ja 2016 kartoitusten tulosten perusteella molemmilla kerroilla paikalla saattoi olla 2 000–2 500 ja noin 5 000 yksilöä. Tätä voidaan verrata tammi- ja maaliskuun 2023 kartoituksiin, joissa niitä havaittiin noin 9 000, Kuva 9-8, ja 5 000 yksilöä havaittiin itärannalla. Näin ollen Itärannalla talvella talvehtivien allien määräksi voidaan arvioida 2 000–10 000 yksilöä, mikä vastaa noin 0,1–0,7 prosenttia Itämeren talvehtivästä populaatiosta (1,5 miljoonaa yksilöä). Maalis- ja huhtikuun 2023 tutkimuksissa alleja arvioitiin olevan erittäin paljon Itä- ja Länsirannalla. Maaliskuussa itärannalla havaittiin noin 14 000 yksilöä ja huhtikuussa yli 40 000 yksilön arvioitiin levähtävän itä- ja länsirannalla (Kuva 9-9).

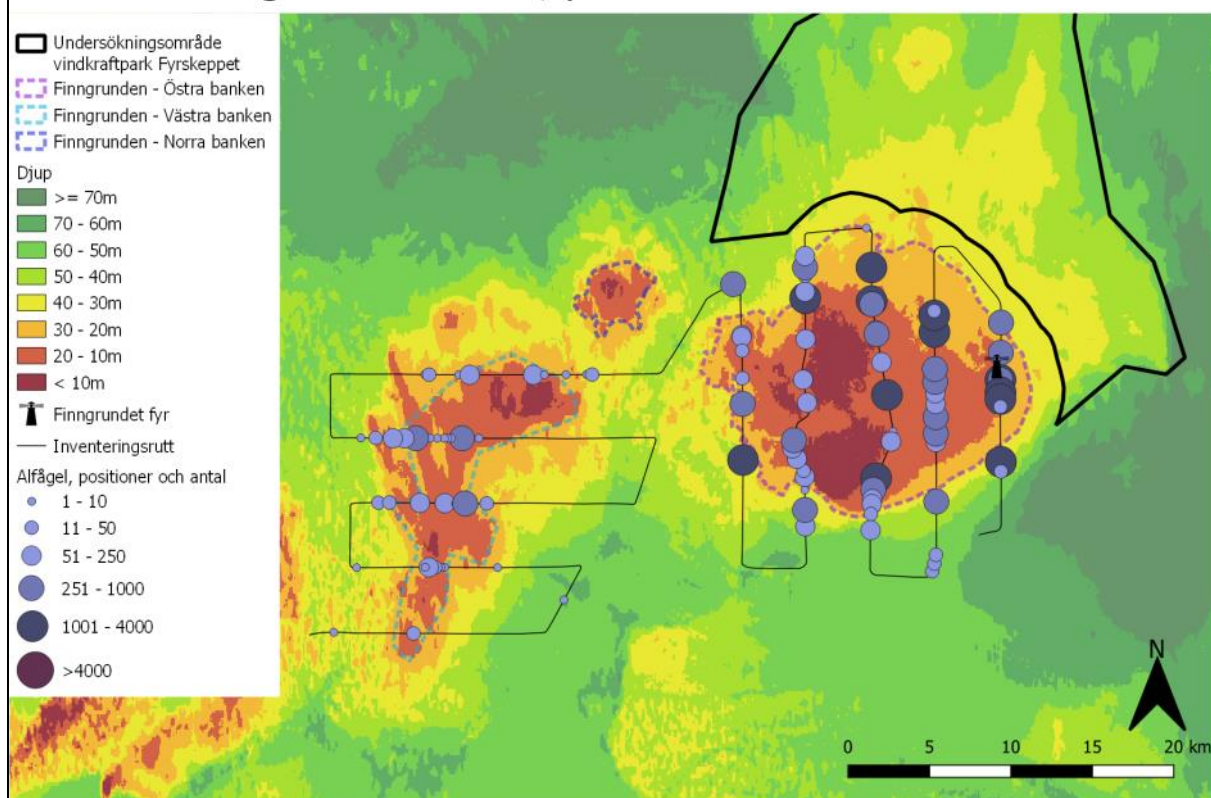
Selvitysten tulosten perusteella Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Banken rantavyöhykettä pidetään tärkeinä allien talvehtimispaikkoina. Selvitysten aikana arvioidut allien populaatiotiheydet olivat kuitenkin alhaisia verrattuna eteläisen Itämeren talvehtimispaikkoihin. Nilssonin ym. mukaan (ks. liite E5) Finngrundetin merkitys Itämeren alleille on vähäinen. Arvioidut esiintymät muodostavat alle 0,4 % Itämeren ympärivuotisesta allipopulaatiosta. Sinisimpukoita, jotka ovat tärkeä ravinnonlähde talvehtiville pitkäpyrstösorsille, esiintyy vain hyvin rajallisesti Finngrundetissa (liite E5). Ravinnon saatavuus saattaa rajoittaa Finngrundetissa talvehtivien yksilöiden määrää, mikä voi

selittää suhteellisen matalat allitiheydet. Vuoden 2020 Ruotsin punaisen listan mukaan Itämeren ympäristössä talvehtivaa allipopulaatiota arvioidaan erittäin uhanalaiseksi (EN). Kanta on pienentynyt voimakkaasti 1990-luvulta lähtien. Pääsialliset uhat ovat öljyvuodot ja verkkokalastus.



Kuva 9-8 Finngrundet Östra Bankenin ja hankealueen eteläosan venekartoituksessa 27.1.2023 havaittujen allien lukumäärä. (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023b).

Rastande alfågel 2023-04-04, positioner och antal

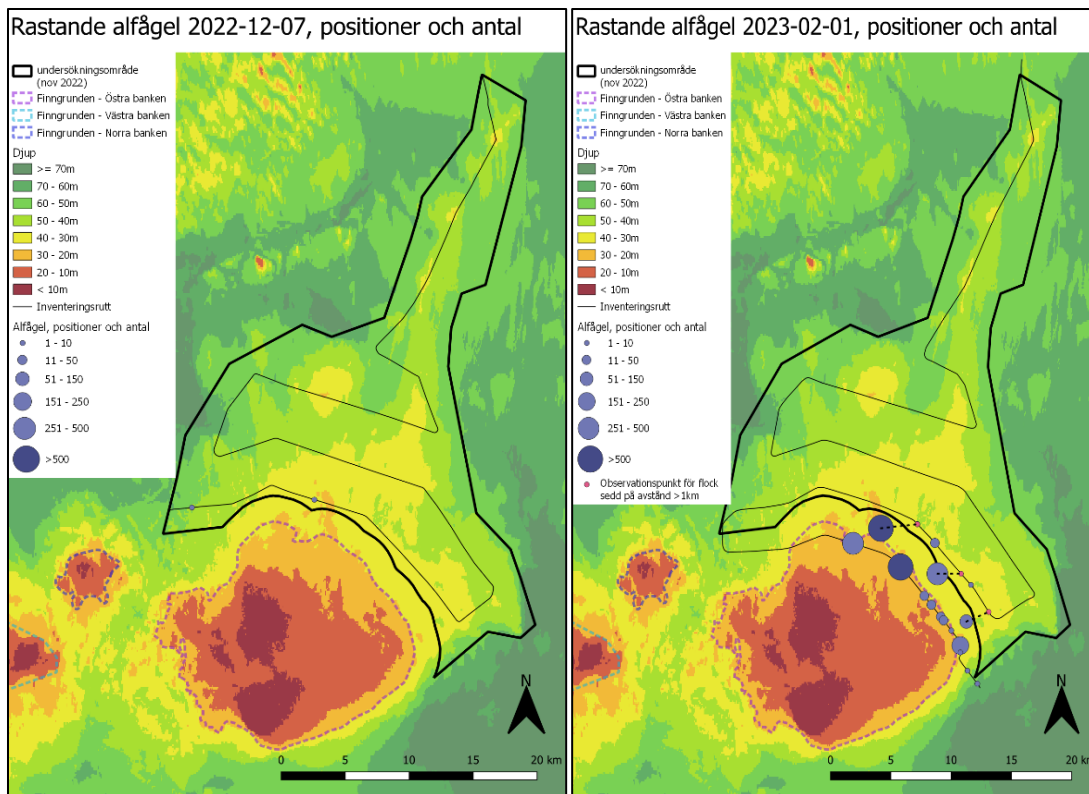


Kuva 9-9 . Länsi- ja itärannan venetarkkailussa 4.4.2023 havaittujen allien lukumäärä. (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2024).

Myös suvantopaikoilla voi olla merkitystä kaakkurien levähdyspaikkana. Kuitenkin vasta vuoden 2007 inventointien aikana on havaittu suurempia määriä kaakkureita levähtämässä. Ruotsin vuoden 2020 punaisen listan mukaan kaakkuri katsotaan silmälläpidettäväksi (NT).

Vuosina 2022–2023 tuulivoimapuiston alueella tehtiin veneillä kartoituksia ruokailevista ja levähtävistä linnuista. Selvityksiä tehtiin 20 kertaa ja ne kattoivat maaliskuun ja helmikuun välisen ajanjakson, ks. Kuva 9-10. Selvitysten aikana hankealueella tehtiin yli 3 400 havaintoa 12 lajista. Runsaasti esiintyviä lajeja olivat kala-, selkä- ja harmaalokki.

Allien määrä oli vähäinen lukuun ottamatta yhtä tapausta. Tammikuun 27. päivän inventoinnissa havaittiin noin 1 350 allia aivan hankealueen rajan sisäpuolella, jossa veden syvyys on noin 30 metriä, ks. Kuva 9-8. Ruokkeja havaittiin pieniä määriä koko tutkimusjakson ajan. Riskilöitä havaittiin pieniä määriä lähinnä syksyllä ja hankealueen matalammissa eteläosissa. Myös kuikkia ja haahkoja esiintyi vähän, vain 23 ja 5 yksilöä. Alli ja riskilöitä havaittiin myös hieman ulkopuolella projektialueen etelärajaa enemmän kuin alueen sisäpuolella.



Kuva 9-10 Tuulivoimapuistoalueella ja sen ulkopuolella havaittujen allien määrä venekartoituksissa 7.12.2022 (vasen) ja 1.2.2023 (oikea). (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023b).

Vuosien 2022–2023 inventointien tulosten perusteella arvioidaan, että tuulivoimapuiston alueella ei ole merkitystä allien talvehtimispaikkana. Alueella ei myöskään ole suurta merkitystä vesilintujen levähdyspaikkana.

9.2.1.2 Muuttolinnut

Keväällä 2007 tehdyissä muuttolintuselvityksissä havaittiin pääasiassa metsähanhia ja laulujoutsenia, jotka matkasivat Gävlenlahden yli Dalälvenjoen suulla sijaitsevalta havaintopaikalta. Tutkimusjakson 24.3.–8.5. aikana laskettiin yhteensä 155 hanhea ja 312 laulujoutsenta. Green & Nilssonin mukaan (2007) tulokset osoittivat, että keväällä eteläinen Selkämeri on tärkeä muuttoreitti metsähanhi (*Anser fabalis fabalis*) ja laulujoutsenpopulaatioille (*Cygnus cygnus*).

Eggegrundin syksyn 2007 muuttolintulaskennat osoittivat, että syysmuutto oli yksilö- ja lajirikkaampi verrattuna kevään muuttoon. Yhteensä havaittiin 115 lajia, joista 50 lajia esiintyi yli 50 yksilön voimin. Vallitsevat lentosuunnat olivat länsi, lounas ja etelä, mikä osoitti, että suurin osa yksilöistä oli muuttomatkalla. Lukumääräisesti runsaimpia olivat haapana, mustalintu ja järripeippo, joista kustakin tehtiin yli 1 000 havaintoa. Myös metsähanhi, suosirri, punakuiri, haahka, tukkakoskelo, niittykirvinen, metsäkirvinen, peippo ja urpiainen esiintyi laskennoissa suhteellisen paljon. Green & Nilssonin mukaan (2007) havainnot osoittivat, että eteläinen Selkämeri on syksyllä tärkeä muuttoreitti kuikalle, hanhille, sorsille (Anatini), sukeltajasorsille, kahlaajille ja kihuille.

Green & Nilsson (2007) tutkivat myös Gävlenlahdella sijaitsevan puolustusvoimien tutkan havaintoja. Tutka-aineisto kattoi saman ajanjakson kuin Eggegrundin lintulaskennat (1.9.–6.10.).

tulokset osoittivat, että ohikulkevien yksilöiden määrä oli suuri. Muuttolinnut ohittivat Finngrundetin koko vuorokauden ajan. Muutto oli vilkkainta varhain aamulla, ja loppupäivän aikana parvien määrä oli suhteellisen tasainen. Kaikkiaan 59 prosenttia kaikista kaikuluotauksista (parvista) kirjattiin päiväsaikaan, kun taas yöllä vastaava osuus oli 41 prosenttia.

Nilsson ym. (2019) arvioivat yöllä muuttavien lintujen muuttointensiteettejä ja lentosuuntia Euroopan yllä syksyn 2016 muuttokaudella (19.9.-9.10.2016). Aineistona käytettiin biologista tietoa 70 sääasemalta Pohjois-Suomesta Portugaliin. Keskimäärin 389 yksilöä ohitti säätutka-asemat jokaista kilometriä kohti tunnissa tänä ajanjaksona (20 yön aikana). Yöllä muuttavat linnut ovat pääasiassa pikkulintuja ja jossain määrin kahlaajia.

Pohjoismaisilla säätutka-asemilla muuttointensiteetti oli suhteellisen alhainen. Ruotsalaisilla ja suomalaisilla asemilla keskimääräiset arvot olivat 41 ja 189 yksilöä per kilometriä per tunti. Ruotsissa suurin muutto intensiteetti mitattiin Ängelholmossa Skånessa, 136 yksilöä per kilometriä per tunti. Suomessa korkeimmat arvot mitattiin maan lounaisosassa. Turun lounaispuolella sijaitsevassa Korpossa oli 252 ja Helsingin edustalla Vantaalla 257 yksilöä per kilometriä per tunti. Suomen kahdella sääasemalla, jotka sijaitsevat aivan Perämeren itä- ja koillispuolella, muuton voimakkuus oli 180–200 yksilöä per kilometri per tunti. Vallitseva lentosuunta pohjoisessa oli lounaaseen päin.

Kevään 2022 muuttolintuinventoinneissa havaittiin vain metsähanhia ja laulujoutsenia, jotka levittäytyivät Billuddenin ja Fågelsundetin havaintopaikoilta koilliseen Gävlen lahden yli. (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023d). Hanhista metsähanhi oli runsain. Kaikkiaan laskettiin hieman yli 600 metsähanha ja noin 4 000 laulujoutsenta seurantajakson 19.3.–27.4. aikana.

Fågelsundetista syksyllä 2022 tehdyissä kartoituksissa sekä laji- että yksilömäärät olivat huomattavasti suuremmat kuin keväällä. Kaikkiaan Gävlenlahdelta havaittiin syksyn aikana muuttavan hieman yli 22 500 yksilöä 60 eri lajista. Eniten havaittiin lapintiiroja, kalalokkeja, suosirrejä, mustalintuja, haapanoita ja telkkiä. Myös metsähanhia ja kaakkureita oli suhteellisen paljon. Kuikka, haahka, pilkkasiipi ja alli olivat harvinaisia.

Vuoden 2022 muuttolintulaskentojen tulokset vastaavat hyvin Greenin ja Nilssonin (2007) raportoimia tuloksia. Kokonaisuudessaan vuosien 2007 ja 2022 tulokset osoittavat, että syysmuutto koillisesta Gävlenlahden yli on sekä laji- että yksilörikas. Sen sijaan kevätmuutto Gävlen lahden yli Pohjois-Upplandin rannikolta on huomattavasti vähäisempi, lukuun ottamatta laulujoutsenta ja metsähanha, ks. liite E2.

Vuonna 2022 tuulivoimapuiston alueella inventoitiin myös muuttolintuja, ks. liite E2. Yleisimmät lajit lajit olivat laulujoutsen, haahka, mustalintu, tukkakoskelo, kuovi, sekä lapintiiira/kalatiira. Lisäksi havaittiin varpusia, kuten niittykirvinen, hemppo ja vihervarpunen. Maalis-toukokuussa tehtyjen selvitysten aikana hallitsevat lentosuunnat olivat pohjoiseen ja koilliseen. Kesä-joulukuussa lentoreitit suuntautuivat enimmäkseen länteen, lounaaseen ja etelään. Havaituista lajeista kaikki muut paitsi hanhet, joutsenet ja kuikat lensivät alle 10 metrin korkeudessa. Hanhet, joutsenet ja kuikat lensivät korkeammalla, useimmiten 20–50 metrin korkeudessa.

Tuulivoimapuiston alueella havaittujen muuttolintujen määrä oli huomattavasti pienempi kuin Billuddenin ja Fågelsundetin muuttolintuselvitysten aikana havaittu määrä. Liitteen E2 mukaan yksi

syy tähän on se, että muuttoreitit rannikolla keskittyvät niemiin ja muihin ohjauslinjoihin, kun taas eteläisen Selkämeren ylityksen aikana ne levittäytyvät avomerelle.

Muuttolintutkimusten aikana havaittuja lajeja (tai alalajeja) ovat muun muassa laulujoutsen, mustalintu, taigametsähanhi, pilkkasiipi ja haahka. Ruotsin lajitietokeskus on luokitellut laulujoutsenen, mustalinnun ja Ruotsissa talvehtivan merihanhipopulaation (*Anser fabalis fabalis*) Ruotsissa elinvoimaisiksi (LC). Pilkkasiipi on luokiteltu vaarantuneeksi (VU) ja haahka erittäin uhanalaiseksi (EN).

9.2.1.3 Ruokaa etsivät pesivät linnut

Tuulivoimapuiston alue on todettu tärkeäksi Itämeren selkälokin alalajille (*Larus fuscus fuscus*), joka pesii kolonioissa pitkin rannikkoa. Kesällä 2022 Heliaca Naturvårdskonsulting (2023c) inventoi selkälokin pesimäkannan Upplannin ja Gästriklandin rannikolla. Kaikkiaan arvioitiin, että hieman yli 1100 paria Itämeren selkälökkejä pesii 15 saarella ja luodolla rannikkoalueella, joka ulottuu Söderhamnista pohjoisessa Gräsön saaristoon etelässä. Suurimmat määrät havaittiin Gräsön saaristosta ja Söderhamnin edustalla sijaitsevilta saarilta, joissa pesiviä pareja oli noin 700 ja 225. Ruotsin vuoden 2020 punaisen listan mukaan Itämeren selkälokin alalaji luokitellaan vaarantuneeksi (VU). Ruotsin vesillä lisääntymiskykyisten yksilöiden määräksi arvioidaan 11 600 yksilöä (Artdatabanken, 2022). Pesivien yksilöiden määrä on arvioitu vähentyneen merkittävästi viimeisten 30 vuoden aikana.

Kesällä 2022 tehtiin myös GPS-seuranta saarilla pesiville selkälökeille (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023c). Yhteensä 13 selkälökkä varustettiin GPS-loggereilla, joista 11 yksilöä pystyttiin seuraamaan siihen asti, kunnes niiden pesintä keskeytyi tai päättyi. Viisi yksilöä hyödynsi hankealuetta jossain määrin läpikulkua ja ravinnonhankintaa varten. Ne ohittivat tuulipuistoalueen keskimäärin noin 0,5 kertaa päivässä, ja tiedot osoittivat, että ne pyydystivät ravintoa. Pääasialliset lintujen suosimat alueet olivat kuitenkin hankealueen ulkopuolella. Muut kuusi yksilöä viettivät vain vähän aikaa tuulivoimapuiston alueella, keskimäärin noin 0,1 kertaa päivässä. Ensisijaiset hankealueet sijaitsivat kolonioiden ja hankealueen välissä.

9.2.2 Vaikutusten arviointi

Tässä osiossa kuvataan lintuihin kohdistuvia mahdollisia vaikutuksia ja seurauksia linnuille. Vaikutustekijänä on tunnistettu merenpinnan yläpuolella tapahtuvat fyysiset vaikutukset, Taulukko 9-5.

Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa linnuille voi mahdollisesti aiheutua välillisiä vaikutuksia. Pohjaeläimistöön tai kaloihin kohdistuvien vaikutusten seurauksena vähentynyt ravinnon saanti voisi heikentää merilintujen elinolosuhteita tuulipuiston läheisyydessä. Rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa vaikutukset pohjaeläimistöön ja kaloihin ovat kuitenkin vähäisiä tai merkityksettömiä. Näin ollen on odotettavissa vain vähäisiä välillisiä vaikutuksia ruokaileviin merilintuihin, kuten alliin tai kaakkuriin. Näin ollen muut vaikuttavat tekijät, jotka eivät liity fyysiseen vaikutukseen merenpinnan yläpuolella, on suljettu pois.

Taulukko 9-5 Mahdollinen vaikutus lintuihin.

| Mahdollinen vaikutus | Kasvi | Drift | Käytöstäpoisto |
|--|-------|-------|----------------|
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | x | x | x |

9.2.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

Rakennus- ja käytöstäpoistovaihe

Rakennusalueiden läsnäolo ja rakennustöiden aiheuttama melu voivat häiritä levähtäviä tai talvehtivia merilintuja ja pakottaa ne lähtemään läheltä. Tutkimukset ovat osoittaneet, että häiriöherkkyys vaihtelee suuresti lajien ja lajiryhmien välillä. Esimerkiksi kuikat välttelevät muita lajeja enemmän alueita, joilla on paljon laivoja. Jopa ruokit välttelevät alueita, joilla on paljon laivaliikennettä. Myös sukeltajasorsat ovat suhteellisen herkkiä ja välttävät alueita, joilla on paljon laivaliikennettä. Lokit välttelevät laivoja vain vähän tai eivät lainkaan ja ovat siten vähemmän herkkiä häiriöille.

Tuulipuistoalueen läheisyydessä levähtävistä tai talvehtivista lajeista lähinnä allit saattavat olla herkkiä hankkeeseen liittyvien työalusten lisääntyneelle läsnäololle. Sukeltajasorsat ovat yleensä herkkiä häiriöille, ja allit nousevat usein veden pinnalta, kun alukset lähestyvät. Allit talvehtivat Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Bankenilla, ja voivat siten häiriintyä rakennusveneistä, jotka kulkevat matalikoiden ohi edestakaisin projektialueelle. Suojatoimenpiteenä työalukset pidättäytyvät käyttämästä Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Bankenin alueita (edellyttäen, että meriturvallisuus ei vaarannu). Työskentelyalusten aiheuttaman häiriön katsotaan näin ollen rajoittuvan pääasiassa tuulipuiston alueelle. Koska rakennus- ja käytöstäpoistotyöt tehdään suhteellisen kaukana Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Bankenilla sijaitsevista allien tärkeimmistä talvehtimisalueista ja koska työt ovat suhteellisen lyhytaikaisia, vaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Lintujen esiintyminen hankealueella on suhteellisen vähäistä, mutta Itämeren allien talvehtiva kanta on erittäin uhanalainen. Ympäristöarvo arvioidaan siksi kohtalaiseksi.

Ympäristövaikutukset ovat vähäiset ja ympäristöarvo on kohtalainen, joten rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheen aikana merenpinnan yläpuolella tapahtuvien fyysisten vaikutusten katsotaan olevan vähäisiä.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Alla arvioidaan vaikutuksia lajeille, joiden voidaan olettaa olevan erityisen herkkiä Fyrskeppetin tuulipuiston vaikutuksille toiminnan aikana. Ympäristövaikutusten arviointiprosessin aikana on arvioitu, että tuulivoimapuisto voi vaikuttaa muita lajeja tai alalajeja enemmän kuikkaan, kaakkuriin, taigametsähänneen, laulujoutseneen, alliin, haahkaan, mustalintuun, pilkkasiipeen ja Itämeren selkälokkiin.

Muuttolintulaskentojen aikana on havaittu, että käsitellyt havaittu lentäneen Fyrskeppetin tuulivoimapuiston alueen yli. Finngrundetissa ja hankealueen läheisyydessä levähtävät/ruokailevat myös kuikka, kaakkuri, alli, haahka ja selkälokki. Useiden lajien kehitys on ollut viime vuosikymmeninä negatiivista, ja allin, haahkan, pilkkasiiven ja Itämeren selkälokin on Ruotsin vuoden 2020 punaisen listan mukaan luokiteltu uhanalaisiksi. Lisäksi kuikka, kaakkuri, alli, haahka, mustalintu

ja pilkkasiipi ovat tyypillisiä lajeja viereisellä Natura 2000 -alueella Finngrundet Östra Banken sijaitseville nimetyille luontotyypeille.

Vaikutusten arvioinnit perustuvat lajien herkkyyteen/riskiin joutua siirtymisen, törmäysten tai esteiden vaikutusten kohteeksi. Estevaikutusta tarkastellaan vain Itämeren silakkalokin osalta, joka pesii Gävlenlahden rannikolla, sekä allin osalta, joka talvehtii Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Bankenilla. Muiden lajien osalta, jotka muuton aikana kulkevat pääasiassa tuulipuiston läpi, estevaikutuksen katsotaan olevan vähäinen. Estevaikutus tarkoittaa lisääntynyttä energiankulutusta, kun linnut lentävät kiertotietä välttääkseen tuulivoimaloita. Vaikutuksella ei todennäköisesti ole suurta merkitystä muuttolinnuille, koska se ilmenee vain kevät- ja syysmuutolla ja on lisäksi vähäinen suhteessa muuttomatkan kokonaispituuteen. (Fox & Petersen, 2019).

Jotta vältettäisiin talvehtiviin allipopulaatioihin Natura 2000 Finngrundet Östra Banken -alueella, tuulivoimapuiston sijoitusalueen ja Natura 2000 -alueen välille on jätetty 2 kilometrin suojavajöhyke. Lisäksi vaikutusriskin vähentämiseksi yhtään tuulivoimalaa ei sijoiteta lähemmäs kuin 2 kilometriä Natura 2000 -alueen Finngrundet Östra Banken yhtenäisen 30 metrin syvyysrajan lähelle. Nämä varotoimenpiteet on otettu huomioon vaikutusten arvioinnissa.

Esitettyjä arvioita käsitellään yksityiskohtaisemmin liitteessä E2.

Talvehtivat linnut

Allit välttelevät merituulipuistoja, kuten Nystedin tuulivoimapuistossa, hieman Själlandin eteläpuolella (Fox & Petersen, 2019). Tuulivoimapuiston itäpuolella tiheydet olivat alhaisempia kuin ennen perustamista noin 2 km:n etäisyydellä tuulivoimapuistosta. Kuitenkin suuremmilla etäisyyksillä tiheydet kasvoivat verrattuna ennen tuulivoimapuiston perustamista havaittuihin tiheyksiin. Lillgrundin tuulipuistossa Öresundissa havaittiin myös, että tiheydet eivät muuttuneet yli 2 kilometrin etäisyydellä tuulipuistosta, ks. liite E5.

Vuosina 2022–2023 tehdyt tutkimukset osoittavat, että allit etsivät ravintoa jopa 30 metrin syvyyksistä Östra bankenilla. Tämä vastaa myös kirjallisuustietoja, jonka mukaan Skov ym. (2011) toteavat, että Itämerellä talvehtivat allit viettävät pääasiassa aikaa vesillä, joissa veden syvyys on 10–35 metriä, mutta välttävät ruoan etsintää liian syvissä vesissä. Södra Midsjöbankenilla eteläisellä Itämerellä tehdyissä tutkimuksissa laji havaittiin pääasiassa rannikon matalissa osissa enintään 25 metrin vesisyvyydessä. (Ottvall, 2022). Koska Finngrundet Östra Banken -nimisen Natura 2000 -alueen yhteydessä ei ole asennettu tuulivoimaloita 2 km:n etäisyyttä lähemmäs kuin 2 km:n etäisyydelle vierekkäisistä alueista, joiden syvyydet ovat alle 30 m, yleinen suojaetäisyys kasvaa niiden matalampien osien yhteydessä, jotka ulottuvat Finngrundet Östra Bankenista pohjoiseen. Näillä osuuksilla veden syvyys on alle 30 m, ja juuri näillä alueilla on havaittu esiintyvän enemmän alleja Natura 2000 -alueen ulkopuolella. Koska tuulivoimaloita ei sijoiteta lähemmäs kuin 2 kilometriä 30 metrin syvyysviivasta, arvioidaan, että vaikutukset ravintoa etsiviin alleihin jäävät merkityksettömiksi.

Arvioidaan, että alueen välttämällä on hyvin vähäinen vaikutus itärannalla talvehtivien allien lukumäärään. Tämä perustuu muun muassa Nystedin tuulivoimapuistosta saatuihin tuloksiin, jotka ovat osoittaneet, että välttelykäyttäytymistä ehkäisee osittain se, että allit voivat käyttää talvehtimisalueenaan alueen muita osia (Fox & Petersen, 2019). Nystedissä havaittiin myös

tuulivoimaloiden seassa ruokailevien allien ruokailua, mikä viittaa siihen, että välttelyaste on yksilökohtaista.

Kaiken kaikkiaan inventointien tulosten ja muista tuulipuistoista saatujen kokemusten perusteella arvioidaan, että tuulipuiston perustaminen vaikuttaa vain vähäisessä määrin allien ruokailu- ja talvehtimisolosuhteisiin Finngrundet Östra Bankenilla. Mahdollisen välttelykäyttämisen arvioidaan olevan hyvin vähäistä. Lisäksi vaihtoehtoiset ruokailualueet vähentävät välttelyn vaikutusta. Välttelyn vaikutus arvioidaan siksi vähäiseksi.

Finngrundetissa talvehtivien allien riski törmätä tuulivoimaloihin arvioidaan vähäiseksi, voimakkaan välttelykäyttämisen vuoksi. Allien ei myöskään odoteta liikkuvan tuulipuistoalueen läpi. Vuosien 2007 ja 2022 muuttolintulaskentojen aikana alleja havaittiin hyvin vähän. Mahdollisten törmäysten vaikutus tuulivoimaloiden roottorin lapojen kanssa arvioidaan olevan vähäinen.

Estevaikutus allien liikkumiseen voisi syntyä, jos tuulivoimapuisto pidentäisi lentoreittiä eri vaihtoehtoisten ravinnonhankinta-alueiden välillä. Selkämerellä vain Finngrundetin Västra-, Norra- ja Östra Bankenin alueet ovat allien talvehtimisalueita. Tuulivoimapuisto ei rajoita tai laajenna lentoreittiä näiden kolmen rannan välillä. Näin ollen pitkäsojille aiheutuva estevaikutus arvioidaan merkityksettömäksi.

Muuttolinnut

Metsähanhet ja laulujoutsenet eivät levähdä eivätkä ruokaile tuulipuistoalueella. Syrjäytymisen vaikutuksia ei näin ollen arvioida esiintyvän. Ainoastaan tuulivoimaloiden kanssa tapahtuvien törmäysten vaikutuksia tarkastellaan.

Keväisin Upplannissa, itäisessä Västmanlandissa ja eteläisessä Gästriklandissa pesii suuria määriä taigametsähanhia ja laulujoutsenia. Monien niistä voidaan olettaa ylittävän Perämeren koillisuunnassa siirtyessään Pohjois-Suomeen ja Venäjälle. Kevään 2007 ja 2022 muuttolintuselvitysten aikana havaittiin, että monet näistä metsähanhista ja laulujoutsenista matkasivat koilliseen Dalälvenjoen suulla ja Billuddenissa ja Fågelsundetissa sijaitsevilta havaintopaikoilta. Etenkin jälkimmäisissä tutkimuksissa muuttavien yksilöiden määrä oli suuri. Upplannin pohjoisrannikolla sijaitsevista Fågelsundetista ja Billuddenista havaittiin yli 600 metsähanhea ja noin 4 000 laulujoutsenta matkalla koilliseen.

Syksyllä hanhet palaavat levähdysalueille Selkämeren Ruotsin puolelle ja jatkavat sitten talvehtimisalueille Etelä-Ruotsissa ja Kaakkois-Tanskassa. Syksyn 2007 muuttolintulaskentojen perusteella Eggegrundissa on arvioitu pysähtyneen syksyn aikana jopa 1 000 yksilöä. (Green & Nilsson, 2007). Syksyllä 2022 Fågelsundetissa havaittiin hieman yli 600 metsähanhea muuttavan koillisesta. Voidaan kohtuudella olettaa, että vain pieni osa Eggegrundissa ja Fågelsundetissa havaituista hanhista ohitti tuulipuiston alueen.

Syksyllä 2007 ja 2022 tehdyissä muuttolintuselvityksissä havaittiin vain muutama laulujoutsen. Yksi syy voi olla se, että Selkämeren yli kulkevat reitit ovat syksyllä vähemmän keskittyneitä. Lisäksi osa laulujoutsenista on saattanut matkustaa etelään myöhään sen jälkeen, kun selvitykset oli saatu päätökseen.

Inventointien perusteella oletetaan, että tuulipuistoalueen kautta muuttaa vuosittain suhteellisen suuri määrä metsähanhia ja laulujoutsenia. Tuulivoimaloiden kanssa tapahtuvien törmäysten määrän voidaan kuitenkin olettaa olevan vähäinen. Hanhet ja joutsenet osoittavat vahvoja välttämiskäyttäytymisiä lennon aikana, mukaan lukien aktiivinen muutto, ja raportoitu kuolleisuus törmäyksissä tuulivoimaloihin on alhainen. Tuulipuistoa kohti lentävien yksilöiden voidaan olettaa väistävän tuulivoimaloita joko lentämällä tuulipuiston ympäri tai kulkemalla sen läpi tuulivoimaloihin nähden mukautetulla lentoreitillä.

Ottvall (2023b) on mallintanut laulujoutsenille ja hanhille aiheutuvan riskin törmätä tuulipuiston roottorin lapoihin. Mallinnus perustuu pahimpaan skenaarioon, jossa tuulipuiston läpi lentää vuosittain 9 000 laulujoutsenta ja 8 000 hanhea, joista 50 prosenttia ja 70 prosenttia ohittaa roottorin korkeudella. Tässä skenaariossa arvioidaan, että 1–3 laulujoutsenta ja 1–4 merihanhea kuolee vuosittain törmäyksissä roottorin lapoihin. Kuolleisuus vastaa alle 0,002 prosenttia Luoteis-Euroopan talvehtivasta laulujoutsenpopulaatiosta (noin 140 000 yksilöä) ja alle 0,012 prosenttia talvehtivasta taigametsähanhien keskiosapopulaatiosta (noin 35 000 yksilöä). Törmäysten aiheuttaman kuolleisuuden lisääntymisen vaikutus on siis hyvin pieni, ja sen arvioidaan populaatiotasolla jäävän vähäiseksi.

Levähtävät/pesivät linnut

Kaakkurit pesivät keväällä ja syksyllä eteläisellä Selkämerellä, pääasiassa rannikkoalueilla, muuton aikana pesimä- ja talvehtimisalueiden välillä. Itäisellä rannikolla huhti-toukokuussa tehdyissä selvityksissä, jolloin kaakkurien voidaan olettaa pesivän eteläisellä Selkämerellä, suurempia yksilömääriä havaittiin vain 13. huhtikuuta 2007 tehdyssä selvityksessä. Tuolloin itärannalla arvioitiin olevan noin 100 kaakkuria. Toukokuun 8. päivänä 2007, huhtikuun 3. päivänä 2009 ja toukokuun 12. päivänä 2009 tehdyissä selvityksissä ei tehty havaintoja kaakkurista, ja toukokuun 18. päivänä 2022 tehdyssä ilmalentokartoituksessa itärannalla havaittiin vain neljä kaakkuria, ks. liitteen E2 kohta 6.4.1. Myös keväällä 2023 tehdyissä venekartoituksissa itärannalla havaittiin vain muutama kuikka, ks. liite E3. Kartoitustulosten perusteella itärantaa ei pidetä kaakkurin tärkeänä levähdyspaikkana. Tuulivoimapuiston alue ei myöskään ole tärkeä levähdyspaikka kaakkurin kannalta. Kuikkia on havaittu selvitysten aikana vain pieniä määriä. Syrjäytymisen vaikutus arvioidaan vähäiseksi.

Finngrundet ja tuulivoimapuiston alue eivät ole merkittäviä levähdyspaikkoja kuikalle, haahkalle, mustalinnulle tai pilkkasiivelle. Lento- ja venekartoituksissa on havaittu vain muutama kuikka, eikä mustalintuja tai pilkkasiipiä ole havaittu. Finngrundet Östra Bankenilla ei havaittu haahkoja huhtikuussa 2007 tehdyssä kartoituksessa, ja vuonna 2022 tehdyissä venekartoituksissa tuulivoimapuiston alueella havaittiin vain muutamia levähtäviä yksilöitä. Tuulivoimapuiston välttämisen aiheuttaman siirtymisen vaikutukset arvioidaan vähäisiksi kuikan, haahkan, mustalinnun ja pilkkasiiven osalta.

Syksyllä 2022 Fågelsundetissa tehtyjen muuttolintuinventointien tulokset osoittavat, että Gävlen lahdelta muuttaa syksyllä paljonkaakkureita. Todennäköisesti pari sataa yksilöä voi muuttaa kohti rannikkoa ja Fågelsundetia loppusyksyllä. Tuulivoimapuiston alueella havaittiin kuitenkin vain muutama muuttava kuikka syksyn 2022 venekartoituksissa. Tämä ero osoittaa, että valtaosa Fågelsundetin lähestyvistä kaakkureista ei ollut ohittanut hankealuetta. Selvitysten tulosten perusteella on odotettavissa, että muuttavat kaakkurit ohittavat tuulipuistoalueen vähäisessä

määrin. Lisäksi kaikki kuikkalajit välttelevät voimakkaasti tuulipuistoja, mikä tarkoittaa, että ne mieluummin lentävät tuulipuiston ympäri kuin kulkevat sen läpi. Kaiken kaikkiaan törmäyskuolleisuuden vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Mustalintujen syysmuutto Gävlen lahden poikki ei ole merkityksetön. Syksyllä 2007 Eggegrundissa laskettiin 3 800 muuttavaa mustalintua. Fågelsundetissa havaittiin syksyllä 2022 hieman yli 2 000 mustalinnun muuttavan koillisesta, mikä tarkoittaa, että ne ovat saattaneet kulkea tuulipuiston alueen yli. Tämä mahdollisesti ohikulkevien yksilöiden määrä vastaa noin 0,3 prosenttia Euroopan talvehtivasta mustalintukannasta. Suurempien sukeltajasorsien, kuten mustalinnun ja haahkan, on osoitettu välttelevän tuulipuistoja tai tuulivoimaloita aktiivisen muuton aikana. (Fox & Petersen, 2019). Ne myös lentävät yleensä matalalla veden pinnan yläpuolella. Törmäysriski arvioidaan vähäiseksi. Kaiken kaikkiaan törmäysten aiheuttaman lisääntyneen kuolleisuuden vaikutuksen katsotaan olevan pieni mustalinnuille.

Kuikkaa, haahkaa ja pilkkasiipeä havaittiin vain pieniä määriä vuosien 2007 ja 2022 muuttolintulaskennoissa. Törmäysten vaikutukset arvioidaan sen vuoksi vähäisiksi näiden kolmen lajin osalta.

Ruokaa etsivät pesivät linnut

Fyrskpettin tuulivoimapuisto saattaa vaikuttaa Itämeren selkälokkeihin, jotka pesivät Upplandin ja Gästriklandin rannikolla sijaitsevilla kolonioissa. Sen vuoksi kesällä 2022 tehtiin GPS-kartoituksia rannikon saarilla pesivistä selkälokeista. Kartoitukset (Heliaca Naturvårdskonsulting, 2023c) osoittivat, että pesivien silakkakolonioiden pesivät lokit ruokailevat suhteellisen laajoilla alueilla Selkämeren kaakkoisosassa, myös tuulipuistoalueella. Liikkumistottumukset osoittivat kuitenkin, että suurimmaksi osaksi hyödynnetyt alueet sijaitsivat rannikolla ja suhteellisen lähellä kolonioita. Vähemmässä määrin käytettiin myös kauempana kolonioista sijaitsevia alueita, myös tuulipuistoaluetta. Tuulipuistoa saatetaan hieman välttää, mutta sen ei katsota vaikuttavan pesivien lокkien ruokailuolosuhteisiin. Syrjäytymisen vaikutus arvioidaan vähäiseksi. Myös estevaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen. Suurin osa GPS-merkityistä selkälokeista pysytteli enimmäkseen alueilla, joilla niiden ei tarvinnut lentää tuulipuistoalueen läpi matkalla pesäkolonialle. Lisäksi niiden lievä välttelykäyttäytyminen tarkoittaa, että ne lentävät todennäköisesti mieluummin tuulipuiston läpi kuin sen ympäri.

Aiemmin lокkien on katsottu olevan alttiita törmäyksille roottorin lapojen kanssa, koska ne osoittavat heikkoa välttelykäyttäytymistä. Skotlannin itärannikolla sijaitsevassa tuulipuistossa lokit kuitenkin välttelivät roottorin lapojen aluetta, eikä kahden vuoden tutkimusjakson aikana havaittu yhtään törmäystä. (DHI, 2023). Lötberg ym. (2023b) mallinsivat Gävlen lahden rannikolla sijaitsevilla kolonioissa pesivien selkälokkien riskiä törmätä tuulipuiston roottorin lapoihin. Vuotuisten törmäysten lukumäärän laskelmat on tehty kolmelle eri tuulipuistomallille, joissa on erilainen määrä tuulivoimaloita, navan korkeudet ja roottorin lapojen pituudet, sekä kahdelle välttämistasolle, jotka perustuvat kahteen eri referenssikohteeseen. Mallissa arvioidaan, että Gävlen lahden kolonioiden 1-23 pesivää silakkalokkia kuolee vuosittain törmäyksissä suunnitellun tuulipuiston kanssa. Jos oletetaan, että puolet enintään 23 kuolemantapauksesta on pesiviä lintuja, Fyrskpettissä voi vuosittain kuolla enintään 0,5 prosenttia (11 törmäystä 2200 pesivälle yksilölle) Gävlenlahden rannikon kolonioiden pesivästä populaatiosta. Verrattuna Ruotsin nykyiseen noin 11 600 pesivään

yksilöön (Artdatabanken, 2022) kuolleiden pesivien yksilöiden osuuden voidaan olettaa olevan korkeintaan 0,1 %. Törmäysten aiheuttaman kuolleisuuden lisääntymisen muodossa ilmenevä vaikutus arvioidaan selkälökkien osalta vähäiseksi.

9.2.2.2 Kokonaisarviointi

Finngrundet Östra Banken ja tuulipuiston alue ovat merkittäviä muuttolinnoille, jotka ylittävät Itämeren, kuten taigametsähänhelle ja laulujoutsenelle. Eteläinen Selkämeri on myös monien muiden lintulajien muuttoreitti erityisesti syksyisin. Tuulivoimapuiston alueella on jonkin verran merkitystä myös Gävlenlahden rannikolla esiintyvien Itämeren selkälökkiyhdyksuntien ruokailualueena, ja Finngrundet Östra Banken on tärkeä talvehtiville alleille. Kaiken kaikkiaan ympäristöarvo arvioidaan kohtalaiseksi lintujen kannalta.

Toimintavaiheen aikana allin ja myös harvoin esiintyvän kaakkurin siirtymisen odotetaan olevan hyvin vähäistä. Vaikutukset arvioidaan vähäisiksi allin osalta ja merkityksettömiksi kaakkurin osalta. Roottorin lapoihin törmäämisestä aiheutuva kuolemanvaara koskee lähinnä taigametsähänhea, laulujoutsenta, mustalintua ja Itämeren selkälökkiä. Vaikutuksen arvioidaan olevan vähäinen taigametsähänhen, laulujoutsenen ja mustalinnun osalta, kun taas selkälökinlokin osalta sen arvioidaan olevan vähäinen. Estevaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi. Kaiken kaikkiaan ympäristövaikutuksen arvioidaan olevan pieni toimintavaiheessa.

Rakennus- ja purkuvaiheessa arvioidaan fyysisen vaikutuksen merenpinnan yläpuolella olevan merkityksetön lintujen kannalta. Toimintavaiheen aikana merenpinnan yläpuolella tapahtuvien fyysisten vaikutusten arvioidaan vaikuttavan lintuihin vain vähän.

9.2.3 Kokonaisvaikutusten arviointi

Taulukossa alla (Taulukko 9-6) esitetään yhteenveto lintuja koskevista vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-6 Lintuihin kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi.

| Vaikuttava tekijä | Muutoksen suuruus | Ympäristöarvo | Merkittävyys |
|--|-------------------|---------------|--------------|
| Rakennusvaihe | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Vähäinen | Kohtalainen | Vähäinen |
| Toiminnan aikana | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Pieni | Kohtalainen | Pieni |
| Käytöstäpoistovaihe | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Vähäinen | Kohtalainen | Vähäinen |

9.3 Kaupallinen kalastus

Itämeren kaupallista kalastusta harjoittavat yhdeksän Itämeren rannikkovaltiota. Ruotsilla, Tanskalla ja Puolalla on eniten suuria kalastusalueita (>12 metriä), ja Suomen, Puolan ja Ruotsin osuus saaliiden

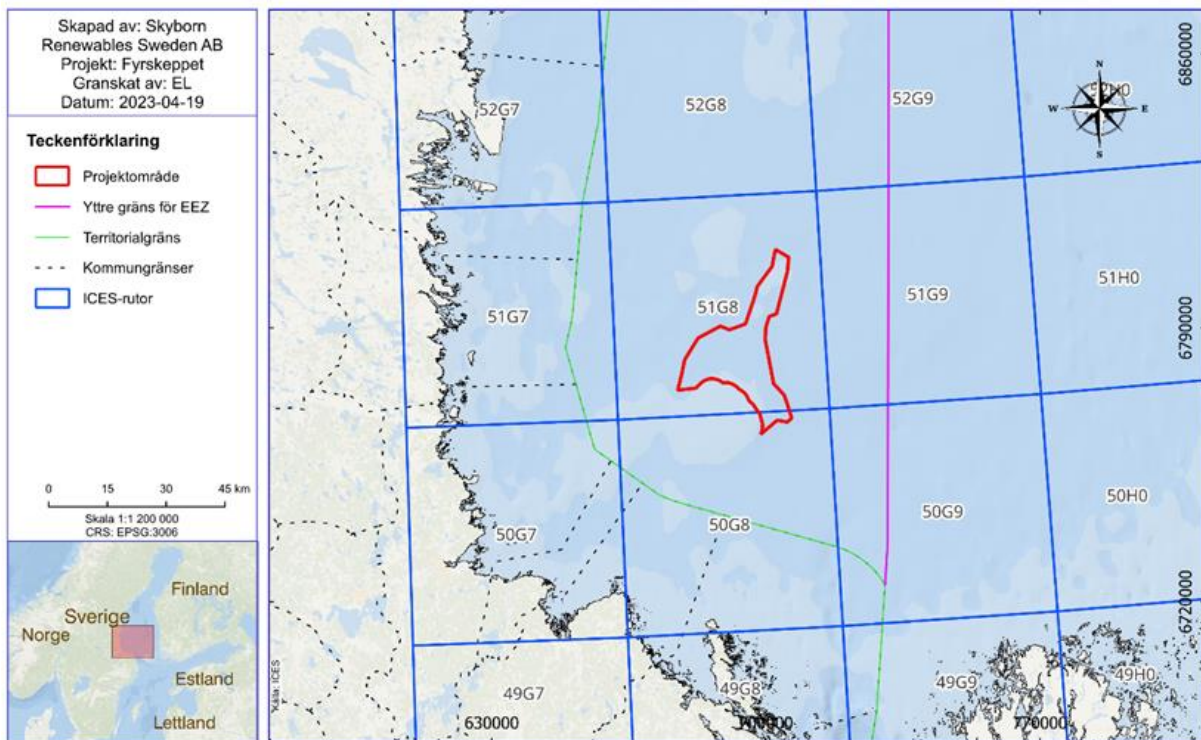
määrästä on suurin. Viime vuosina Itämeren kaupalliset saaliit ovat nousseet yli 600 000 tonniin vuodessa. (ICES, 2020).

EU:n yhteinen kalastuspolitiikka sääntelee kaupallista kalastusta Itämerellä. Tämä tarkoittaa, että kaikkiin EU-maihin sovelletaan samoja sääntöjä YKP:n soveltamisalaan kuuluviin kalakantoihin, mukaan lukien päätökset sallituista saaliista. Kalastusta Itämerellä rajoitetaan kalastuskiintiöllä eli suurimmilla sallituilla saaliilla (Total Allowable Catches, TAC), jotka jaetaan alueella kaupallisesti kalastavien EU-maiden kesken. Kokonaiskalastuskiintiö lasketaan vuosittain, ja se perustuu nykyiseen kalakantaan, jonka ICES arvioi. (HELCOM, 2023b). Koko Pohjanlahti kuuluu yhteen TACien hallinnointialueeseen.

Suunnitellun tuulipuiston alueella ja sen ympäristössä harjoitettavan kaupallisen kalastuksen arvioinnin pohjaksi on arvioitu Ruotsin ja Suomen saalistilastoja ja VMS-tietoja vuosilta 2012–2021, ks. liite E1. Tietoja siitä, harjoittavatko muut kansallisuudet kaupallista kalastusta alueella, ei ole saatavilla.

9.3.1 Nykytilan kuvaus

Selkämeren kaupallista kalastusta hallitsevat silakka ja kilohaili. Kalastuksen intensiteetti (troolikalastustunnit) vaihtelee Selkämerellä eri vuosina ja eri alueilla. Suurin osa kalastuksesta arvioidaan kuitenkin tapahtuvan Selkämeren etelä- ja kaakkoisosissa. ICES on jakanut koko Koillis-Atlantin, Ruotsin merialueet mukaan luettuina, niin sanottuihin ICES-suorakulmioihin (56x56 km) saalistietojen analysoinnin ja visualisoinnin helpottamiseksi. Operaatioalue sijaitsee osissa ICES-ruutuja 51G8 ja 50G8, Kuva 9-11. Hankealue kattaa noin 15,5 prosenttia 51G8-alueesta ja noin 0,8 prosenttia 50G8-alueesta.



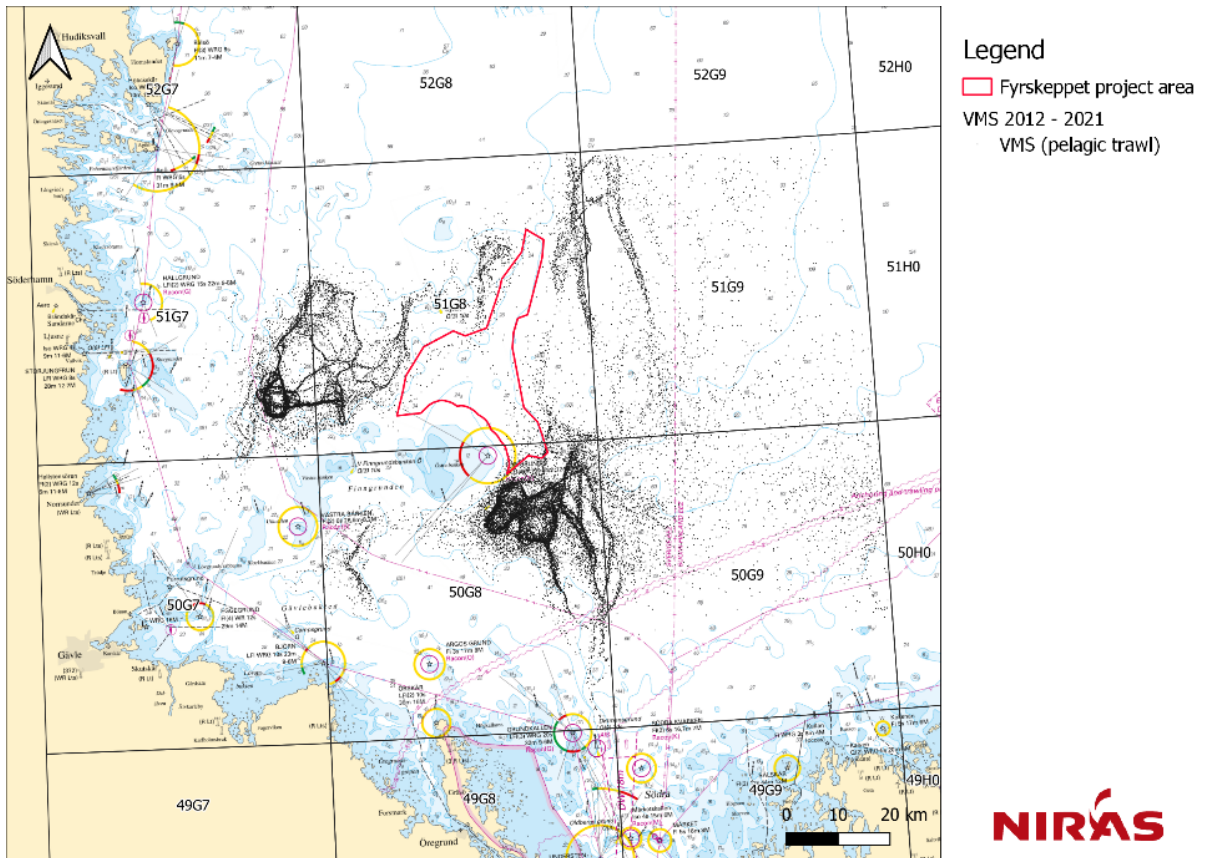
Kuva 9-11 Kaupallisen kalastuksen arvioinnissa käytetyt ICESin suorakulmiot hankealueen läheisyydessä.

Tutkituilla ICES-alueilla kalastavat sekä suomalaiset että ruotsalaiset kalastusalukset, ja suomalaisten kalastusalusten osuus saaliista on 64 prosenttia alueilla 50G8 ja 51G8. Itämeren silakkasaaliit muodostavat yli 97 prosenttia kokonaissaaliista sekä arvossa että painossa mitattuna. Näiden ruuduilla silakkasaaliiden osuus oli noin 21 % Selkämeren ja 28 % Pohjanlahden silakkasaaliiden kokonaismäärästä vuonna 2020 ja vuonna 2021. ICES-lohkojen 50G8 ja 51G8 loput saaliit koostuvat pääasiassa kilohailista, piikkikaloista ja härkäsimpluista.

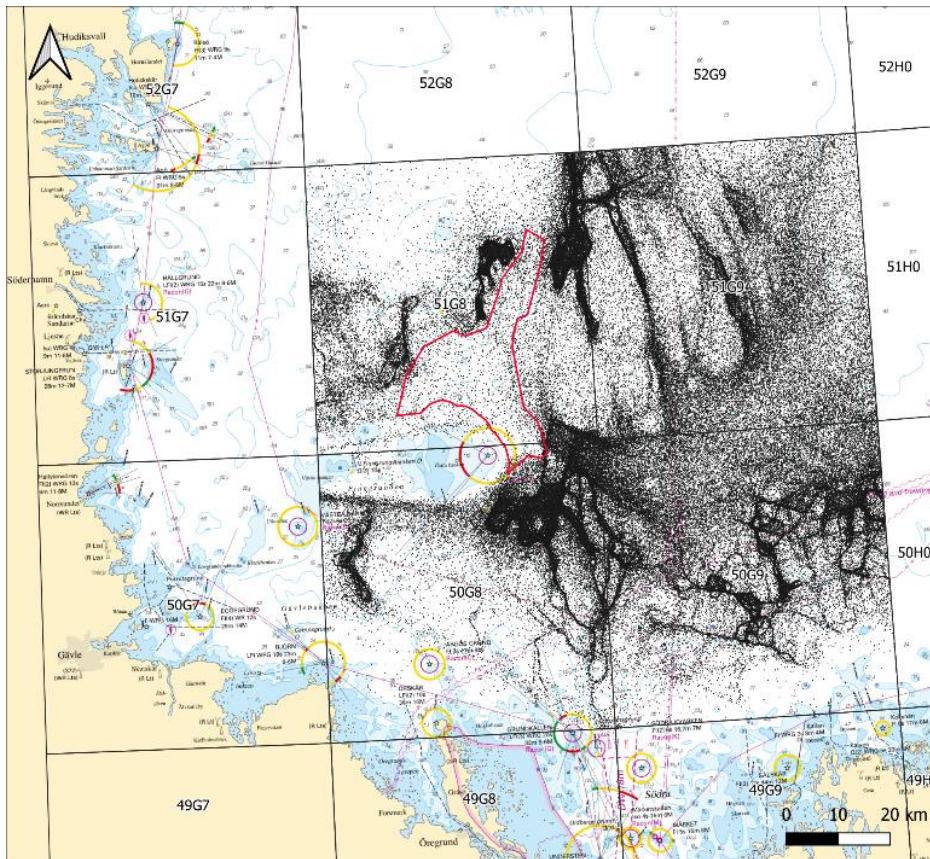
ICES-ruuduilla kalastetaan lähes yksinomaan troolaamalla, ja pelaginen troolaus on hallitseva kalastusmuoto. Vuoden 2018 jälkeen alueella ei ole raportoitu ruotsalaisten kalastusalusten harjoittamasta pohjatroolauksesta. Suomalaisten kalastusalusten tilastot osoittavat, että pohjatroolikalastuksen osuus on suurempi. Koska pohjatroolikalastusta koskevien tietojen saalis on ollut pääasiassa pelagisia lajeja, kuten silakkaa ja kilohailia, oletetaan, että kalastusta on käytännössä harjoitettu pelagisesti.

Suurin osa ruotsalaisista kalastusaluksista on peräisin Ruotsin länsirannikon satamista. Muut ovat peräisin Selkämeren paikallisista satamista. Suomalaisten kalastusalusten kotisatamia ei tunneta salassapitovelvollisuuden vuoksi. 50G8- ja 51G8-alueiden kokonaissaaliit ovat vaihdelleet kymmenen vuoden tarkastelujakson aikana. 51G8-alueella suomalaisten kalastusalusten saaliit ovat vaihdelleet välillä 3 707–6 682 vuosittain ja ruotsalaisten kalastusalusten saaliit ovat vaihdelleet välillä 37–3 780 tonnia vuodessa. Vastaavat luvut 50G8-alueella ovat 5 517–10 943 tonnia vuodessa ja 1 946–11 200 tonnia vuodessa. Saaliita on raportoitu ympäri vuoden, mutta paljon vähemmän kesällä ja alkusyksystä. Viimeisten kymmenen vuoden trendinä on ollut, että kalastusta tapahtuu vähemmän, mutta suuremmilla, kalastusaluksilla.

Liitteessä E1 esitetyt analyysit osoittavat, että hankealueen vaikutuspiiriin kuuluvilla ICES-ruuduilla harjoitetaan intensiivistä kaupallista kalastusta. VMS-tiedot vuosilta 2012-2021 osoittavat kuitenkin, että kalastusalukset (≥ 12 m) kalastavat pääasiassa hankealueen ulkopuolella, Kuva 9-12, 9-13. Vain noin 2,1 prosenttia ICES-alueiden 50G8 ja 51G8 VMS-pisteistä on havaittu Fyrskeppetin tuulipuiston alueella. Hankealueen kaupallinen kalastus on pääasiassa suomalaista pelagista kaupallista kalastusta. Jos oletetaan, että VMS-pisteiden jakauma vastaa saaliiden jakaumaa ICES-lohkoilla 50G8 ja 51G8, ruotsalaisen kaupallisen kalastuksen saaliit Fyrskeppetin tuulivoimapuiston alueella ovat noin 798 tonnia eli 4,6 miljoonaa Ruotsin kruunua kymmenvuotiskaudella 2012–2021. Suomen kaupallisen kalastuksen vastaavat luvut ovat 3148 tonnia eli 17,4 miljoonaa kruunua.



Kuva 9-12 Ruotsalaisten kalastusalusten jakautuminen kuudella ICES-alueella (50G7, 51G7, 51G8, 50G9 ja 51G9).



Legend
 Fyrskäppet project area
 Finnish VMS 2012 - 2021
 VMS (gear not specified)

NIRAS

Kuva 9-13 Suomalaisten kalastusalusten jakautuminen neljään ICES-alueeseen (50G8, 51G8, 50G9 ja 51G9).

Pohjanlahden merialuesuunnitelman mukaan hankealueen eteläosassa on kaupallista kalastusta varten osoitettu alue.

9.3.2 Vaikutusten arviointi

Tässä osiossa kuvataan mahdollisia vaikutuksia ja seurauksia kaupalliseen kalastukseen. Seuraavassa taulukossa esitetään yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä.

Taulukko 9-7 Mahdollinen vaikutus kaupalliseen kalastukseen.

| Mahdollinen vaikutus | Rakentamisvaihe | Toimintavaihe | Käytöstäpoisto |
|--|-----------------|---------------|----------------|
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | x | X | x |
| Vedenalainen melu | x | | x |

9.3.2.1 Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella

Rakennusvaihe

Kuten kohdassa 7.6 työalue merkitään selvästi rakennusvaiheen aikana, jotta vältetään onnettomuudet ja yhteen törmäykset muiden veneiden ja alusten kanssa. Yhtiö aikoo myös perustaa

500 metrin valvontavyöhykkeen työalusten ympärille, jotta ohikulkeville aluksille voidaan ilmoittaa asiasta. Työalueiden leviäminen ja laajuus riippuu siitä, missä työt tehdään. Alueet, joille ei ole pääsyä, vaihtelevat ajan myötä. Näin ollen koko hankealue ei ole suljettu pitkäksi aikaa.

Mahdolliset kaupalliset kalastuspaikat saattavat hävitä rakennusvaiheen aikana. Troolien kokoa ja sijaintia voi myös olla tarpeen muuttaa, jos kalastusta harjoitetaan käynnissä olevien rakennustöiden läheisyydessä. Rakentaminen voi siis vaikuttaa troolikalastukseen. Samaan aikaan on olemassa vaihtoehtoisia pyyntipaikkojaväliaikaisten suojavyöhykkeiden ulkopuolella. Hankealueen ympäristövaikutukset on arvioitu kohtalaisiksi.

Hankealueen kaupallinen kalastus muodostaa vain marginaalisen osan kyseisten kahden ICES-alueen kokonaissaaliista, mikä osoittaa, että Fyrskeppetin tuulipuiston merkitys alueen kaupalliselle kalastukselle on vähäinen. Sen vuoksi kaupallisella kalastuksella katsotaan olevan vähäinen ympäristöarvo alueella, jolla rakennusvaiheen aikana syntyy ympäristövaikutuksia.

Kaupallinen kalastus hankealueella on merkitykseltään vähäistä, ja sen ympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä. Koska kalastuspaikkoja rajoitetaan vähitellen rakennusvaiheen aikana ja troolikalastusta saatetaan joutua muuttamaan lähialueella, ympäristövaikutukset ovat kohtalaisia. Kaiken kaikkiaan vaikutukset ovat vähäisiä.

Toiminnan aikaiset vaikutukset

Toimintavaiheessa kalastusta voidaan rajoittaa tuulipuistoalueella osittain siksi, että tuulivoimat vaikuttavat kulkuyhteyksiin, ja osittain siksi, että kaapelijärjestelmät ja merenpohjan fyysiset esteet tuulipuiston alueella estävät esimerkiksi pohjatroolauksen. Saalistilastojen mukaan pohjatroolausta harjoitetaan alueella kuitenkin jo nyt hyvin vähän. Toimintavaiheessa hankealueella voidaan käyttää pienempiä pelagisia trooleja ja muita kalastusmenetelmiä. Pelagisessa kalastuksessa kalastusalus etsii silakkaparvia, ja jos parvet katoavat tuulivoimalan taakse, kalastusalus ei voi seurata niitä. Toiminnan aikana kalastaminen on edelleen mahdollista tuulipuistoalueen ulkopuolella sijaitsevilla eniten käytetyillä alueilla.

Jos kalastus vähenee tai loppuu projektialueella, kalastuskiintiöjärjestelmän toimintaperiaatteen mukaan voidaan olettaa, että nykyiset kalastajat, jotka kalastavat kyseisellä alueella, joko siirtyvät kalastamaan toisaalle tai myyvät kalastusoikeutensa muille kalastajille, jotka toimivat saman hallinta-alueen muilla vesillä. Koko TAC-alueen yhteenlasketun kalastuksen määrä pysyisi siten samana kuin jos tuulipuistoa ei rakennettaisi. Koska hankealue on laaja ja mahdollisia kalastusmenetelmiä koskevat rajoitukset voivat vaikuttaa kalastusmahdollisuuksiin pitkään, ympäristövaikutukset arvioidaan kohtalaisiksi.

Hankealueen ammattikalastuksenarvioidaan olevan merkityksetön alueen kalastukselle, sillä hankealueen kalastus muodostaa vain marginaalisen osan kokonaissaaliista niillä kahdella ICES-alueella, joilla hankealue sijaitsee. Kaupallisella kalastuksella alueella, jolla ympäristövaikutuksia syntyy, arvioidaan olevan vähäinen ympäristöarvo.

Kaupallinen kalastus hankealueella on merkitykseltään vähäistä, ja sen ympäristövaikutusten arvioidaan olevan vähäisiä. Koska hankealue toimintavaiheessa on laaja, ja sen vuoksi alueelle pääsyä

ja kalastusmenetelmiä rajoitetaan, ympäristövaikutukset ovat kohtalaisia. Kaiken kaikkiaan vaikutukset ovat vähäisiä.

Käytöstäpoistovaihe

Käytöstäpoistovaiheen aikana koko alue tai osa siitä aidataan turvallisuussyistä, mikä vaikuttaa kalastusalusten pääsyyn ja siten kalastusmahdollisuuksiin alueella. Ympäristövaikutusten ja ympäristöarvon arvioidaan olevan samat kuin rakennusvaiheessa. Kuten rakennusvaiheessa, myös käytöstäpoistovaiheessa vaikutukset ovat vähäisiä.

9.3.2.2 Vedenalainen melu

Rakennusvaihe

Rakennusvaiheen aikana aiheutuu vedenalaista melua, joka voi vaikuttaa alueen kalakantaan. Suojatoimenpiteiden avulla kalakuolemia vältetään, mutta silakoiden TTS-tapauksia voi esiintyä sekä hankealueella että sen ulkopuolella, ks. luku 9.1.2.2. Kaloja voidaan myös pelotella pois hankealueelta ja hankealueen lähialueilta, mikä johtaa kalojen uudelleenjakautumiseen.

Kalojen uudelleenjakautuminen tarkoittaa, että kaupallista kalastusta ei voida harjoittaa samalla tavalla kuin ennen vedenalaisen melun vaikutusalueella. Kalastajat voivat joutua muuttamaan kalastuskäytäntöjään ja -alueitaan rakennusvaiheen rajoitetun ajan, jotta kalastajat voivat jatkaa toimintaansa aiemmalla tasolla. Samaan aikaan kalojen määrä vaihtelee alueella luonnollisesti vuosittain, mikä tarkoittaa, että myös kaupallisen kalastuksen on yleensä muutettava kalastusmallejaan. Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvien ympäristövaikutusten arvioidaan kuitenkin olevan kohtalaisia.

Kuten aiemmin mainittiin, hankealueen kaupallisella kalastuksella on rajallinen merkitys alueen kaupalliselle kalastukselle. Vedenalaisen melun osalta kalastusmallien muuttuminen voi kuitenkin mahdollisesti vaikuttaa myös hankealueen ulkopuolisiin alueisiin, joilla kalastusta harjoitetaan hieman suuremmissa määrin. Näiden alueiden ympäristöarvo arvioidaan siis vähäiseksi.

Koska muutoksia kalastustottumuksissa voi tapahtua myös hankealueen ulkopuolella harjoitettavassa kaupallisessa kalastuksessa, jossa kalastusta harjoitetaan hieman laajemmin kuin hankealueella, ympäristövaikutusten katsotaan olevan kohtalaisia ja ympäristöarvojen pieniä. Kaiken kaikkiaan vaikutus arvioidaan vähäiseksi.

Käytöstäpoistovaihe

Kaupallisen kalastuksen arviointi käytöstäpoistovaiheessa on samanlainen kuin rakennusvaiheessa. Käytöstäpoistovaiheen ei kuitenkaan odoteta olevan yhtä laaja, joten se kestää lyhyemmän aikaa. Kovia melutasoja ei myöskään odoteta esiintyvän samassa määrin, joten kalat eivät pelästy samassa määrin kuin rakennusvaiheessa. Ympäristövaikutuksen suuruusluokan katsotaan olevan pieni ja ympäristöarvon katsotaan olevan alhainen. Rakennusvaiheen osalta kokonaisvaikutus on pieni.

9.3.3 Kokonaisvaikutusten arviointi

Seuraavassa taulukossa esitetään yhteenveto kaupallista kalastusta koskevista vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-8 Kaupalliseen kalastukseen kohdistuvien vaikutusten kokonaisarviointi.

| Vaikuttava tekijä | Muutoksen suuruus | Ympäristöarvo | Merkittävyys |
|--|-------------------|---------------|--------------|
| Rakennusvaihe | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Kohtalainen | Vähäinen | Vähäinen |
| Vedenalainen melu | Kohtalainen | Pieni | Pieni |
| Ajelehtiva ketju | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Kohtalainen | Vähäinen | Vähäinen |
| Käytöstäpoistovaihe | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Kohtalainen | Vähäinen | Vähäinen |
| Vedenalainen melu | Pieni | Pieni | Pieni |

9.4 Meriliikenne

9.4.1 Nykytilanteen kuvaus

Selkämeren ja Pohjanlahden merenkululla on suuri alueellinen merkitys. Monet tärkeät satamat ja tavaraliikennereitit jatkuvat pohjoiseen Perämerelle. (Backer och Frias, 2013).

9.4.1.1 Väylät, reittijärjestelmät ja laivaväylät

Väylät määritellään usein vesiväyliksi, jotka on merkitty merikarttoihin katkoviivoilla ja tarvittaessa merenkulkumerkillä. Hankealueen läpi ei kulje yhtään merikarttaan merkittyä väylää.

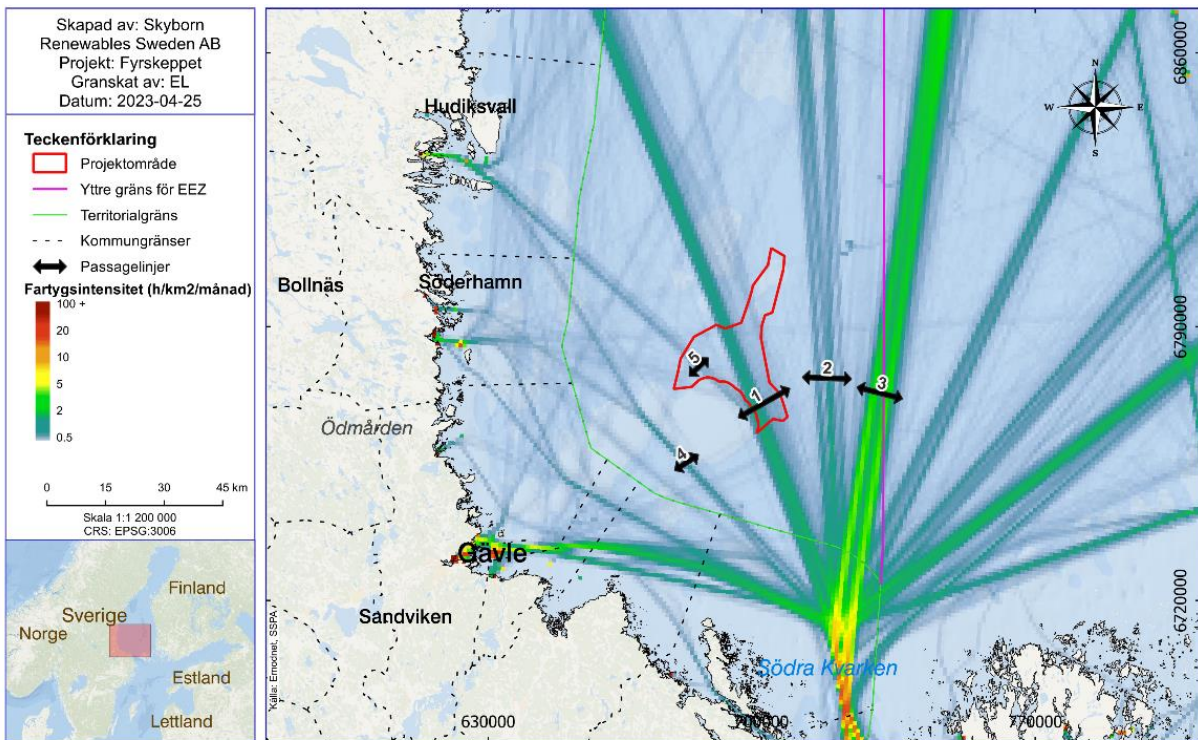
Väylät ovat vesiteitä, joiden tarkoituksena on ohjata meriliikennettä tietyille alueille ja vähentää kansainvälisen merenkulun onnettomuusriskiä. Kansainvälinen merenkulujärjestö (IMO) päättää niistä, ja niihin kuuluvat esimerkiksi liikenteen erottelujärjestelmät (TSS). Alue, jolle tuulipuistoa suunnitellaan, ei kuulu TSS- tai muiden reittijärjestelmien piiriin.

Väylä on lyhin kulkukelpoinen merireitti kahden pisteen välillä, kun otetaan huomioon riittävä vesisyvyys. Vesiväyliä ei ole määrätty tai merkitty merikarttaan (vrt. väylä), paitsi niillä osuuksilla, joilla ne kuuluvat myös reittijärjestelmiin. Hankealueen länsiosan läpi kulkee merenkulun kannalta valtakunnallisesti merkittävä meriväylä. Tätä merenkulun kannalta valtakunnallisesti merkittävää aluetta ei ole sisällytetty merialuesuunnitelmaan, koska energiakäyttöön osoitettu alue B143 on päällekkäin merenkuluväylän kanssa ja sen katsotaan siten voivan vaikuttaa merenkulun saavutettavuuteen, jos tuulivoimaa kehitetään. (Havs- och vattenmyndigheten, 2022c). Sen sijaan

MSP:ssä osoitetaan uusi ehdotettu reitti, jonka katsotaan mahdollistavan jatkuvan pääsyn eteläiselle Pohjanmaan rannikolle. Suunnitelma tyydyttää siten sekä tuulivoiman että merenkulun edut.

9.4.1.2 Laivasliikenne ja liikennetiheys

Kartoittaakseen hankealueen alusliikennettä yhtiö on tilannut SSPA/RISE:ltä laivaliikenneanalyysin. Kuva 9-14 on esitetty AIS-lähettimillä varustettujen alusten alusintensiteetti hankealueella ja sen ympäristössä vuonna 2021. Valmiissa merenkuluanalysissä on määritelty viisi kulkuväylää niiden laivaväylien kohdalla, joiden liikenteeseen tuulivoimalan perustaminen voi vaikuttaa. Nykyinen hankealue vaikuttaa ensisijaisesti liikenteeseen, joka kulkee hankealueen ohi kulkuväyliä 1 ja 5 kautta, eli Sundsvallin ja Iggesundin/Hudiksvallin satamiin suuntautuvaan ja sieltä lähtevään liikenteeseen. Muut laivaväylät kulkevat hankealueen ulkopuolella. Finngrundetin lounaispuolella, lähimmillään noin 5 merimailin (noin 9,3 km) päässä Fyrskeppetin tuulipuistosta, liikenne kulkee kulkuväylän 4 kautta. Hankealueen itäpuolella on liikenneväyliä noin 4 merimailin (noin 7,5 km) ja 11 merimailin (noin 20,3 km) päässä hankealueesta. Nämä vastaavat kulkuväyliä 2 ja 3. Suurin liikennemäärä hankealueen välittömässä läheisyydessä on kulkuväylällä 3.



Kuva 9-14 Laivaliikenteen tiheys Fyrskeppetin tuulipuistossa ja sen ympäristössä vuonna 2021. Lähde: Ruotsin merenkulkulaitos.

Seuraavassa taulukossa esitetään analysoituja kulkureittejä pitkin kulkeneiden alusten lukumäärä ja niihin liittyvä kuvaus alusten pääpiirteistä. Liikenteen intensiteetti läpikulkuyhteyksillä on useimmissa tapauksissa luokiteltu hyvin vähäiseksi. Ainoastaan kulkulinjan 3 liikennemäärät on luokiteltu hieman korkeammiksi, mutta silti vähäisiksi.

Taulukko 9-9 . Alusintensiteetit matkustajalinjoittain.

| ID | Matkustajalinja | Ohjelman kuvaus | Alukset yhteensä intensiteetti, vuosi 2021 |
|----|--|---|--|
| 1 | Liikenne hankealueen läpi | Läpikulkuyhteyden ohi kulkeva liikenne koostuu pääasiassa alle 150 metrin pituisista kappaletavara-aluksista. Muu liikenne jakautuu pääasiassa enintään 200 metrin pituisiin segmentteihin, ja se koostuu Ro-Ro- eli rullattavat lastaus- ja purkausalukset sekä säiliöaluksista. Kulkulinjan 1 kautta kulkevista aluksista noin 15 prosentilla oli kääntopiste Finngrundetissa, joten ne kulkivat myös kulkulinjan 5 kautta. | 1 396 |
| 2 | Liikenne itään hankealueesta | Suurin osa väylän liikenteestä koostuu yleisistä yleislastialuksista, joiden pituus on 100-150 metriä. | 884 |
| 3 | Liikenne kohti Pohjanlahtea | Myös tällä yhteysväylällä yleisimmin liikennöivät rahtilaivat ovat aluksen pituudeltaan yleisimpiä. Yleisimpiä ovat 100-150 metrin pituiset alukset. | 3 696 |
| 4 | Liikenne Finngrundetin lounaispuolella | Kulkuyhteyden 4 ohi kulkeva liikenne koostui pääasiassa pienemmistä, enintään 150 metriä pitkistä aluksista. | 263 |
| 5 | Liikenne Finngrundetin luoteispuolella | Vajaa puolet liikenteestä koostuu SCA:n ro-ro-aluksista, joiden pituus on 170 m. Muut alukset koostuvat pääasiassa enintään 150 m pitkistä yleislastialuksista. Nämä alukset löytyvät myös kulkulinja 1:n tilastoista, mutta Fyrskeppetin tuulivoimapuiston hankealueen ympärillä tapahtuva uudelleenohjaus vaikuttaa niihin enemmän. | 244 |

9.4.1.3 Ankkuripaikat

Hankealueen läheisyydessä ei ole ankkuripaikkoja. Yli 50 kilometrin päässä rannikolla on kuitenkin useita ankkuripaikkoja, joihin tuulipuiston perustaminen ei vaikuta.

9.4.2 Vaikutusten arviointi

Tässä osiossa kuvataan mahdollisia vaikutuksia ja vaikutuksia merenkulkuun. Seuraavassa taulukossa esitetään Taulukko 9-10 yleiskatsaus tunnistetuista vaikutustekijöistä. Tämän jakson vaikutusten arviointi perustuu hankkeessa laadittuun merenkulkuanalyysiin.

Taulukko 9-10 Mahdollinen vaikutus merenkulkuun.

| Mahdollinen vaikutus | Rakentamisvaihe | Toiminnan aikana | Käytöstäpoisto |
|--|-----------------|------------------|----------------|
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | x | x | x |

Rakennusvaihe

Rakennusvaiheen aikana laivaliikenne lisääntyy hankealueen läheisyydessä. Rakennusvaiheen varotoimenpiteenä ehdotetaan 500 metrin valvontavyöhykettä työalusten ympärille. Ohikulkeviin aluksiin otetaan yhteyttä radiolla, jotta niille voidaan ilmoittaa käynnissä olevista rakennustöistä. Tämä vähentää alusten pääsyä hankealueelle. Levinneisyys ja laajuus riippuvat töiden sijainnista, ja hankealueelle pääsy vaikeutuu rakentamisen edetessä.

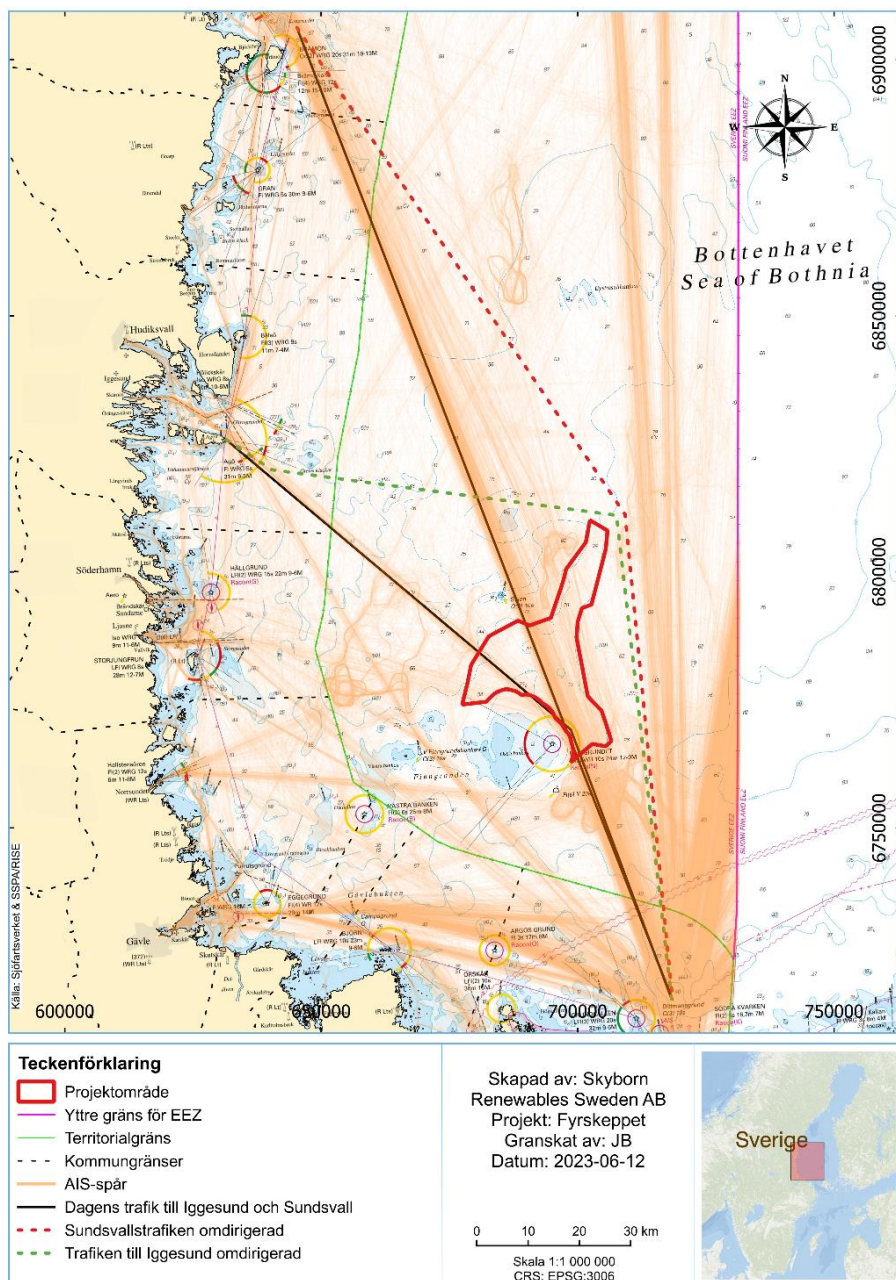
Vielä ei ole päätetty, mitä satamaa tai satamia käytetään rakennusvaiheen aikana tukikohtasatamina. Liikenne satamiin ja satamista kulkee useiden laivaväylien yli kauempana hankealueesta. Näin ollen rakentamisvaihe vaikuttaa myös hankealueen ulkopuoliseen meriliikenteeseen.

Rakennusvaiheen eri vaiheet vaikuttavat eri alueisiin. On hyvät mahdollisuudet kulkea sopivalla etäisyydellä työalueista, mukaan lukien valvonta-alue hankealueella. Ympäristövaikutukset lisääntyvät vähitellen rakennusvaiheen aikana, kun alue muuttuu vähitellen kulkukelvottomaksi laivaliikenteelle, mikä voi edellyttää reitin pidentämistä, ks. toimintavaiheen arvioinnit. Rakennusvaiheen ympäristövaikutukset ovat korkeintaan kohtalaisia, mikä vastaa toimintavaiheen ympäristövaikutuksia. Alueen ympäristön ympäristöarvo arvioidaan pieneksi, koska alueen liikennemäärät ovat hyvin alhaiset tai matalat. Kokonaisvaikutus arvioidaan näin ollen vähäiseksi.

Toiminnan aikana

Kun tuulipuisto on perustettu, se ottaa merialueen haltuunsa ja näin ollen vähentää merenkulun liikkumavaraa alueella. Tuulipuiston olemassaolo vaikuttaa sekä suurten että pienten alusten navigointimahdollisuuksiin alueella. Tuulivoimapuiston läheisestä ohittamisesta merenkululle aiheutuvien riskien vähentämiseksi ohikulkevien alusten on myös pidettävä turvallinen etäisyys tuulivoimapuistoon. Tuulipuiston fyysinen vaikutus on siis hieman hankealuetta laajempi.

Kauppalaivojen, jotka ovat aiemmin kulkeneet Fyrskeppetin tuulipuiston kautta kulkevia reittejä, oletetaan valitsevan reittejä hankealueen pohjoispuolelta sen perustamisen jälkeen, ks. Kuva 9-15. Iggesundin/Hudiksvallin alueelle ja sieltä lähtevä liikenne voisi käyttää lyhyempää vaihtoehtoista reittiä kulkemalla nykyistä laivaväylää Finngrundetin lounaispuolella. Tämän laivaväylän olosuhteet ovat kuitenkin huonommat, sillä veden syvyys on rajallinen ja matalien alueiden väliset väylät ovat kapeita. Kuvassa 9 14 tunnistetut muuttuneet reitit tarkoittavat noin 16 M (noin 29,5 km) reitin pidennystä alueen läpi nykyisin kulkevalle ja Iggesundiin/Hudiksvalliin suuntautuvalla tai sieltä lähtevälle liikenteelle, mikä vastaa 1 tunnin ja 20 minuutin ajoaikaa. Sundsvallin suuntaan tai Sundsvallin suunnasta kulkevalle liikenteelle pidennys on noin 5 M (noin 9,3 km), mikä vastaa noin 20 minuutin ajoaikaa. Laskelmat perustuvat oletukseen, että alukset pitävät vähintään 0,5 metrin (noin 0,9 km) etäisyyden tuulipuistoon. Pienempien alusten ja veneiden oletetaan voivan edelleen toimia tuulipuiston alueella.



Kuva 9-15 Oletettu hankealueen kautta kulkevan liikenteen uudelleenreititys. Lähde: SSPA.

Merenkulussa reitin pidentäminen merkitsee paitsi etäisyyksien ja ajan pidentymistä myös polttoaineen kulutuksen ja siten kustannusten kasvua. Seuraavassa taulukossa 9-11, 9-12 esitetään tätä koskevat laskelmat alustyypeittäin. Myös polttoaineen kulutuksen lisääntymisestä johtuva hiilidioksidipäästöjen kasvu on laskettu. Södra Kvarkenin ja Agöns (Iggesundin/Hudiksvallin ulkopuolella) välisen kokonaisliikenteen polttoaineen kulutuksen arvioidaan kasvavan noin 250 tonnia vuodessa, kun oletetaan, että reittiä laajennetaan. Vastaava luku Södra Kvarkenin ja Sundsvallin välisessä kokonaisliikenteessä on noin 340 tonnia vuodessa.

Taulukko 9-11 . Eteläisen Merenkurkun ja Agönin välisen alusliikenteen lisääntynyt polttoaineenkulutus alustyypeittäin.

| Södra Kvarken-Agön | Matkojen vuotuinen määrä | Alustyyppi | Polttoaineen kulutus (kg/M) | 2Päästöt (kg CO /M) | Polttoaineen kulutuksen kasvu (kg/vuosi) | 2Päästöjen lisääntyminen (kg CO /vuosi) |
|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|--|---|
| | | | | | #1 (16 M) | #1 (16 M) |
| Yleistavara | 74 | Americaborg | 70,22 | 223,56 | 83 140 | 264 695 |
| Bulk | 7 | Ishizuchi Star | 73,86 | 233,86 | 8 272 | 26 192 |
| Säiliöalukset | 21 | Caroline Essberger | 50,88 | 163,12 | 17 096 | 54 808 |
| Ro-Ro | 116 | SCA Östrand | 78,26 | 243,99 | 145 251 | 452 845 |
| Yhteensä | 218 | - | - | - | 252 528 | 794 662 |

Taulukko 9-12 Södra Kvarkenin ja Sundsvallin välisen alusliikenteen lisääntynyt polttoaineenkulutus alustyypeittäin.

| Södra Kvarken - Sundsvall | Vuosittainen määrä matkustaminen | Alustyyppi | Polttoaineen kulutus (kg/M) | 2Päästöt (kg CO /M) | Polttoaineen kulutuksen kasvu (kg/vuosi) | 2Päästöjen lisääntyminen (kg CO /vuosi) |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------|--|---|
| | | | | | #1 (5 M) | #1 (5 M) |
| Säiliöt | 60 | X Press Elbe | 76,15 | 244,13 | 22 845 | 73 239 |
| Yleistavara | 776 | Jutland | 38,84 | 124,52 | 150 699 | 483 138 |
| Bulk | 45 | Sunnanvik* | 61,52 | 195,64 | 13 842 | 44 019 |
| Säiliöalukset | 175 | Kiisla | 70,02 | 224,48 | 61 268 | 196 420 |
| Matkustaja | 3 | Hanseatic Nature | 87,17 | 279,48 | 1 308 | 4 192 |
| Ro-Ro | 211 | SCA Östrand | 78,26 | 15,68 | 82 564 | 16 542 |
| Ro-Pax | 7 | Viking Cinderella | 153,16 | 491,05 | 5 361 | 17 187 |
| Yhteensä | 1 277 | - | - | - | 337 886 | 834 737 |

Liikenteen uudelleenreititys tarkoittaa, että aluksilla on jonkin verran reitin pidennystä. Koska meriliikennettä on siirrettävä hankealueiden ulkopuolisille alueille, hankealueen ulkopuolisiin laivaväyliin voi kohdistua välillisiä vaikutuksia, koska liikenteen intensiteetti kasvaa siellä. Niiden meriväylien, joihin liikenteen intensiteetin kasvun katsotaan vaikuttavan, liikennemäärät ovat kuitenkin tällä hetkellä hyvin alhaiset.

Tuulipuisto heikentää meriliikenteen kulkukykyä hankealueen läpi. Tuulivoimapuiston pohjoispuolella on kuitenkin merialueita, joiden syvyys on riittävä, jotta laivaliikenne voidaan ohjata uudelleen.

Muutoksen suuruus arvioidaan kohtalaiseksi, koska määritetyt vaihtoehdot aiheuttavat hieman pidempiä matkareittejä, lisääntyneitä polttoaineen kulutusta ja lisääntyneitä kustannuksia. Alueen herkkyyks on vähäinen, koska hankealueen kautta kulkeva liikenne on hyvin vähäistä, mutta Selkämeren merenkulku on samalla erittäin tärkeää alueelle.

Reitin laajentamisen kokonaisvaikutukset meriliikenteeseen toiminnan aikana arvioidaan vähäisiksi.

Käytöstäpoistovaihe

Käytöstäpoistovaiheen aikana meriliikenteeseen kohdistuvien vaikutusten odotetaan olevan pääosin samanlaisia kuin rakennusvaiheen aikana. Käytöstäpoistovaiheen oletetaan kuitenkin kestävän lyhyemmän ajan, minkä vuoksi ympäristövaikutusten arvioidaan olevan pieniä. Kokonaisvaikutuksen katsotaan näin ollen olevan pieni.

9.4.3 Kokonaisvaikutusten arviointi

Seuraavassa taulukossa 9-13 esitetään yhteenveto meriliikenteen vaikutustenarvioinneista.

Taulukko 9-13 Yleisarvio meriliikenteeseen kohdistuvista vaikutuksista.

| Vaikuttava tekijä | Ympäristövaikutuksen suuruusluokka | Ympäristöarvo | Johdonmukaisuus |
|--|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Rakennusvaihe | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Kohtalainen | Pieni | Pieni |
| Toiminnan aikana | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Kohtalainen | Pieni | Pieni |
| Käytöstäpoistovaihe | | | |
| Fyysiset vaikutukset merenpinnan yläpuolella | Pieni | Pieni | Pieni |

10. Seurantatoimien arviointi

Tuulipuiston perustaminen synnyttää liitännäistoimintoja. Niihin sisältyvät valmistelututkimukset, rakentaminen, käyttö ja sähköntuotantoon tarkoitettujen kaapeleiden asennus ja purkaminen, kuljetukset satamiin ja satamista, lisääntynyt toiminta satamissa, joita käytetään rakennussatamina, sekä mahdollinen maamassojen käsittely ja merenpohjan kaivutöistä johtuva massan käsittely ja läjittäminen mereen. Näistä toiminnoista voi aiheutua vaikutuksia ja seurauksia eri tahoille. Näille toiminnoille haetaan tarvittaessa erikseen lupia.

10.1 Valmistelevat kartoitukset

Yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä voidaan tehdä geoteknisiä ja täydentäviä geofysikaalisia tutkimuksia. Näistä tutkimuksista voi aiheutua vedenalaista melua. Geoteknisistä tutkimuksista aiheutuva vedenalainen melu on arvioitu. Äänen leviämisen kannalta arvioituja toimintoja ovat pohjaa läpäisevä kaikuluotain (SBP, bottom penetrating sonar), porauksen paineistus (CPT, cuttings pressure testing) ja poraaminen. Monikeilaikakuotain (MBES) ja sivukaikuluotain (SSS) voivat myös

olla merkityksellisiä geoteknisissä tutkimuksissa, mutta koska ne lähettävät ääntä vain taajuuksilla, jotka ovat kalojen ja merinisäkkäiden kuuloalueen ulkopuolella, näitä toimintoja ei ole arvioitu tarkemmin vedenalaisen melun osalta. SBP:n osalta on tehty mallinnus, kun taas muut toiminnot (CTP ja poraus) on arvioitu saatavilla olevan kirjallisuuden perusteella. SBP:tä koskeva mallinnus on tehty kahdessa edustavassa paikassa (paikat 3 ja 5 merialueella, Kuva 7-7). **Error! Reference source not found.** Ainoastaan merinisäkkäisiin kohdistuvat vaikutukset on arvioitu, koska kaloihin kohdistuvia vaikutuksia ei yleensä pidetä merkityksellisinä tämällyyppisissä toiminnoissa. Useimpien kalojen kuulokyky vaihtelee <100 Hz:stä useisiin satoihin hertzeihin, mikä on huomattavasti tavallisesti käytettävien laitteiden toimintataajuusalueen alapuolella.

Kunkin geoteknisen tutkimustoiminnan arvioidut vaikutusetäisyydet esitetään seuraavassa taulukossa. Kun suojaustoimenpiteenä käytetään pehmeää käynnistystä, vedenalaisen melun ei arvioida vaikuttavan hylkeisiin, koska ne pystyvät siirtymään pois alueelta, joten pysyviä tai tilapäisiä kuulovaurioita ei synny. Vedenalaisen melun vaikutuksen arvioidaan olevan hyvin paikallinen ja vähäisempi kuin tuulipuiston rakennustöiden aikana.

Taulukko 10-1 Seismisten tutkimusten vaikutusetäisyydet metreinä tutkimustyypeittäin. PTS- ja TTS-etäisyydet ilmoittavat etäisyyden tutkimusaluksesta (SBP), CPT:stä tai porauspisteestä, jolla merinisäkkäiden on oltava tutkimuksen alussa välttääkseen vastaavan vaikutuksen.

| Tutkimus | Asema | Vaikutusetäisyys (m etäisyydellä toiminnasta) | |
|----------|--------------|---|--------|
| | | EL ,cum,24h,PCW | |
| | | TTS | PTS |
| SBP | 3 | < 25 m | < 25 m |
| | 5 | < 25 m | < 25 m |
| Poraus | Kirjallisuus | < 25 m | < 25 m |
| CPT | Kirjallisuus | N/A | N/A |

* Vaikutusetäisyyttä ei ole määritetty, mutta sen oletetaan olevan pienempi kuin tutkimusalusten vaikutusetäisyys.

Geoteknisiin tutkimuksiin kuuluu myös sedimenttinäytteenotto vibrocore- ja CPT-näytteenotolla sekä geotekninen poraaminen, johon voi liittyä pieni paikallinen sedimentin hajotus ja mahdollisen kasviston ja eläimistön poistaminen alueelta. Geoteknisillä tutkimuksilla on siis vain paikallisia vaikutuksia merenpohjaan näytteenottoaikan välittömässä läheisyydessä. Jäljelle jäävät reiät ovat kuitenkin hyvin pieniä, ja merenpohjan olosuhteiden odotetaan palautuvan ennalleen pian tutkimuksen päättymisen jälkeen. Tutkimusten aiheuttama sedimentin leviäminen on paikallista ja vähäistä, eikä sillä ole kielteisiä vaikutuksia merenpohjan kasvistoon, eläimistöön tai kaloihin.

Kaiken kaikkiaan geoteknisten ja geofysikaalisten tutkimusten vaikutuksilla ei katsota olevan merkittäviä kielteisiä seurauksia.

Valtioneuvosto myönsi huhtikuussa 2022 yhtiölle luvan mannerjalustan tutkimiseen (valtioneuvoston päätös N2020/02723), johon sisältyy geoteknisten kairausten lisäksi edellä kuvatut tutkimukset. Aikaisemmissa luvissa määrättyt suojaustoimenpiteet ja ne toimenpiteet, jotka Yhtiö sitoutuu tekemään myös tulevassa lupahakemuksessa, arvioidaan estävän merkittävien haittavaikutusten syntymisen.

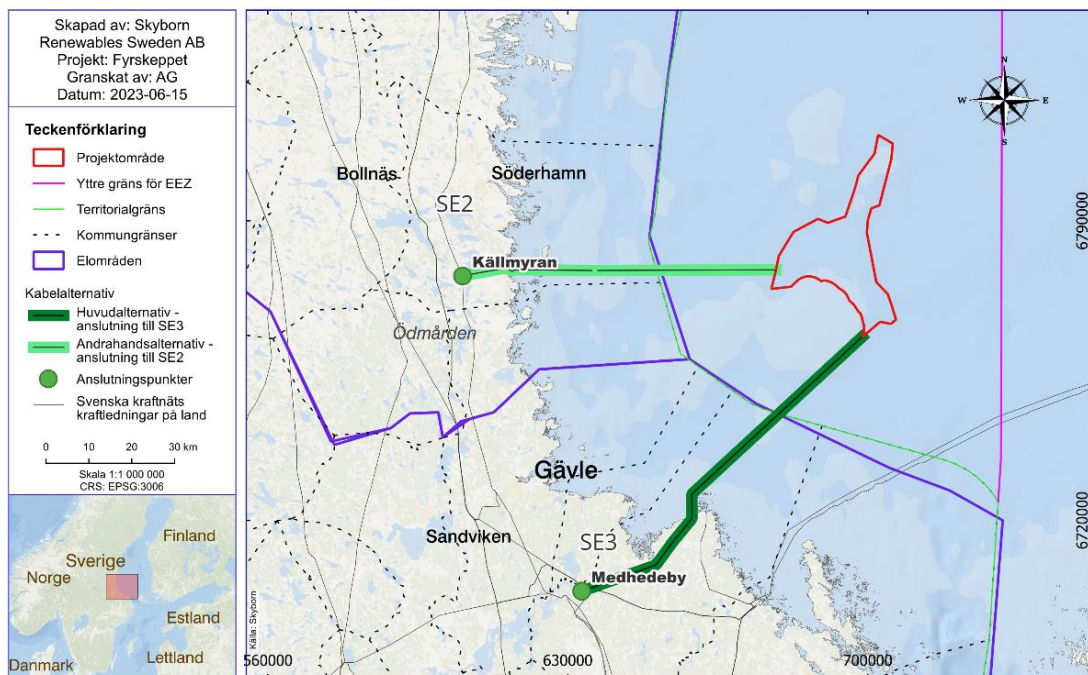
10.2 Vientikaapeleiden rakentaminen, käyttö ja käytöstä poistaminen

Tuulipuiston ja maalla sijaitsevan liitäntäpisteen välille rakennettavat vientikaapelit ovat toimenpiteitä, joka edellyttää erillisiä lupia. Vientikaapeleiden rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen vaikutustekijät, joihin ne vaikuttavat ja jotka on arvioitava, ovat pääosin samat kuin sisäisen kaapeliverkon osalta kuvatut ja arvioidut näkökohdat. Vaikutuksiin kuuluvat muun muassa suspendoituneen sedimentin leviäminen ja siihen liittyvä sedimentaatio, merenpohjaan kohdistuvat fyysiset vaikutukset ja sähkömagneettisten kenttien aiheuttamat vaikutukset. Lisäksi vientikaapeleiden sijainnista riippuen ne voivat vaikuttaa erilaisiin suojeltuihin alueisiin, kuten luonnonsuojelualueisiin ja Natura 2000 -alueisiin, jotka vaativat erityistä huomiota. Vientikaapeleiden rakentaminen sijoittuu Natura 2000 -alueiden ulkopuolelle ja sellaiselle etäisyydelle näistä alueista, että merkittävää vaikutusta suojeltuihin luontotyyppeihin ja niille tyypillisiin lajeihin ei aiheudu.

Ympäristövaikutusten arvioidaan vaikuttavan pääasiassa pohjaeläimistöön, pohjakasvillisuuteen ja muihin meren eliöihin. Rakentamisen yhteydessä pohjaeläimistö ja pohjakasvillisuus häviävät väliaikaisesti kyseiseltä alueelta, niiden odotetaan uudelleenkolonisoivan alueet lyhyessä ajassa. Kaloihin voi kohdistua vaikutuksia sameuden ja sedimentaation seurauksena, jolloin erityisesti mäti ja poikaset voivat kärsiä. Sameuden ja sedimentaation vaikutukset arvioidaan kuitenkin lyhytaikaisiksi. Kun sopiva reitti valitaan, vaikutusten arvioidaan olevan kaiken kaikkiaan lyhytaikaisia ja seurausten merieläimiin kohdistuvien vaikutusten arvioidaan olevan pieniä ja vähäisiä. Rannikkoalueilla tarvittaessa vaikutukset voidaan minimoida vaakaporauksen avulla herkkien biotooppien häiritsemiseksi.

Jotta vältettäisiin vaikutukset erityyppisiin olemassa oleviin kaapeleihin, pohjainfrastruktuurin tarkistus on tarpeen. Jos vientikaapelireitin varrella on olemassa olevia kaapeleita, on tehtävä sopimukset siitä, miten nämä kaapelit ylitetään.

Esimerkkejä mahdollisista liitäntäpisteistä ja vientikaapeleiden reiteistä esitetään seuraavassa asiakirjassa kuvassa (Kuva 10-1).



Kuva 10-1 Esimerkkejä vientikaapelin mahdollisista reiteistä ja liitäntäpisteistä.

10.3 Meriliikenteen ja satamatoiminnan lisääntyminen

Vielä ei ole päätetty, mitä satamia käytetään Fyrskppetin tuulipuiston rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa. Useissa Selkämeren satamissa, kuten Gävlen ja Orrskärin satamissa, on kuitenkin hyvät olosuhteet raskaiden komponenttien ja alusten käsittelyyn nykyisessä satamainfrastruktuurissa.

Käytetyissä satamissa meriliikenne ja lastinkäsittely lisääntyvät. Tämä koskee sekä satamiin ja satamista suuntautuvaa liikennettä että lisääntynyttä liikennettä satama-alueella. Lisääntynyt lastinkäsittely satamissa voi merkitä lisääntynyttä melulle altistumista ympäröivällä alueella ja lisääntyneitä ilman epäpuhtauspäästöjä, jotka voivat johtaa muun muassa typen oksidien ja hiukkasten pitoisuuksien kasvuun ympäröivässä ilmassa. Lisääntynyt satamatoiminta voidaan sisällyttää 9 luvun mukaisiin satamien toimilupiin. MB, mikä tarkoittaa, että satamatoiminnan sallittavuudesta on jo päätetty. Jos satamatoimintaa on laajennettava siinä määrin, että tarvitaan uusi ympäristölupa Ruotsin ympäristölain 9 luvun mukaisesti, tämä tutkitaan erikseen.

Tuulivoimapuiston ja satamien välinen meriliikenne voi lisätä ilmassa kulkevaa melua ja ilmansaastepäästöjä. Lisäksi liikenne hankealueelle ja hankealueelta voi aiheuttaa sedimentin sameutta matalilla alueilla ja häiritä ihmistoiminnalle herkkiä lajeja. Yritys sitoutuu siksi välttämään mahdollisuuksien mukaan liikennöintiä Finngrundetin Östra-, Västra ja Norra bankenilla sijaitsevien Natura 2000 -alueiden läpi, jotta vältettäisiin häiriöt esimerkiksi alleille.

Jotta voidaan varautua erilaisiin onnettomuusskenaarioihin, tuulipuiston rakentamista ja toimintaa varten laaditaan ympäristö- ja pelastussuunnitelma. Suunnitelma laaditaan yhteistyössä asianomaisten viranomaisten kanssa.

Kaiken kaikkiaan meriliikenteen ja satamatoiminnan lisääntymisen vaikutuksilla ei katsota olevan merkittäviä seurauksia.

10.4 Ylijäämämassojen käsittely

Tuulipuiston rakentamisen yhteydessä voi syntyä ylijäämämaterialleja/massoja perustamistyyppistä riippuen. Jos esimerkiksi merenpohjassa joudutaan suorittamaan kaivu- tai poraustöitä, saattaa syntyä suuria määriä massoja. Tällöin voi syntyä massoja, joita ei voida käsitellä suoraan rakentamisen yhteydessä ja jotka on poistettava. Pohjasedimentistä koostuvia ylimääräisiä massoja on pidettävä jätteenä ja ne on hävitettävä. Ylijäämämassojen arvioitu enimmäismäärä WCS:ssä on noin 1 200 000 m³. Koska rakennustapa voidaan määrittää vasta yksityiskohtaisessa suunnitteluvaiheessa, vasta silloin voidaan päättää, tarvitaanko kaivuuta ja missä laajuudessa.

Jos massoja joudutaan siirtämään työmaalta, on hyvät edellytykset siirtää ne sopivaan paikkaan hankealueella. Hankealue on laaja ja paikoin myös hyvin syvä. Mieluiten valitaan alue, jonka sedimenttityyppi on samankaltainen kuin kaivettavan materiaalin sedimenttityyppi, toisin sanoen "samanlainen samanlaisen vastineeksi" -periaatteella. On myös suotavaa, jos alue on sedimentin kerääntymisalue. Hankkeen puitteissa on tehty yleistutkimus mahdollisista alueista, joille massat voitaisiin sijoittaa. Sedimenttityyppi, pohjan kaltevuus, alueen koko, sedimentin syvyys ja morfologia ovat ratkaisevia valittaessa massojen läjitykseen sopivaa aluetta teknisestä näkökulmasta, että läjitetyt massat pysyvät siellä, minne ne on läjitetty:

- > Sedimenttityyppi - alueita, jotka on luokiteltu jääkauden jälkeisen saven sedimenttityyppiin, pidetään soveltuvimpina, koska se tarkoittaa, että alueella on jo jonkin verran sedimentaatiota eli kyseessä on kerrostumispohja.
- > Pohjan kaltevuus - mitä pienempi kaltevuus, sitä parempi, ja päinvastoin, jos kaatopaikan läheisyydessä on kaltevia pintoja, sitä voidaan pitää suotuisana.
- > Alueen koko - mitä suurempi alue on, sitä parempi käytännön syistä ja siksi, että on hyödynnettävä vain vähän alueita.
- > Sedimentin syvyys - suurempi sedimentin paksuus ja homogeeninen materiaali ovat suotuisia, koska ne osoittavat, että sedimentti pystyy pidättämään kaatopaikalle läjitettyjä sedimenttejä.
- > Morfologia - liittyy usein kaltevuuskriteereihin. Jos on olemassa jokin piirre, joka jotenkin suojaaa tai toimii luonnollisena rajana virtauksille, se on yleensä suotuisaa.

Teknisten parametrien lisäksi on otettava huomioon elinympäristöt ja nykyiset meren biologiset olosuhteet.

Hankealueella on määritetty neljä mahdollista aluetta, joita voitaisiin hyödyntää ja jotka kattavat odotettavissa olevien massojen hävittämistarpeen. Ehdotetut läjitysalueet on esitetty seuraavassa kuvassa-. On kuitenkin huomattava, että alueita voidaan muuttaa, kun saadaan lisää tietoa. Saattaa olla tarpeen etsiä sopivia sijoituspaikkoja myös hankealueen ulkopuolelta.

Kaivettua materiaalia, jota ei käytetä uudelleen hankkeessa, pidetään jätteenä. Jos tällaiset massat aiotaan upottaa mereen, 15 luvun mukainen poikkeus upottamiskiellosta on voimassa. MB. Tällöin poikkeuslupaa haetaan hankkeen yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä.

Teckenförklaring

Projektområde

Potentiella dumpningsområde

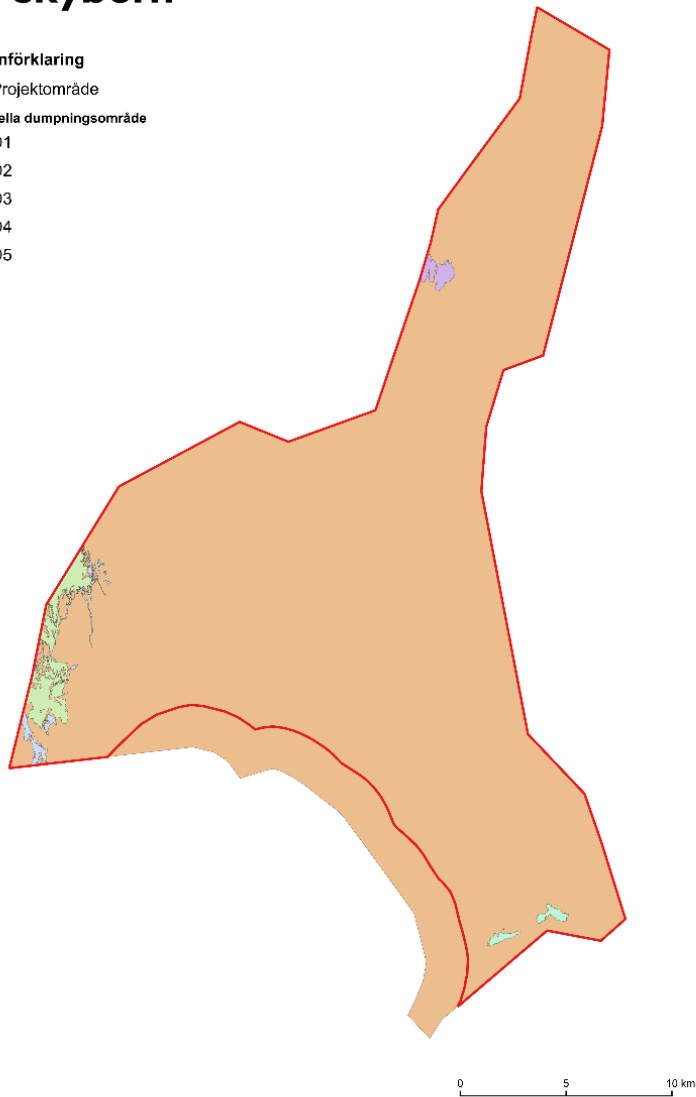
D1

D2

D3

D4

D5



Kuva 10-2 Mahdolliset läjityspaikat. D1-D4-alueita pidetään sopivampina, kun taas D5-alueita pidetään vähemmän sopivana.

Massojen käsittelyn odotetaan aiheuttavan seuraavia vaikutuksia: suspendoituneiden sedimenttien leviäminen ja siihen liittyvä sedimentaation lisääntyminen, merenpohjaan kohdistuvat fyysiset vaikutukset, jotka johtuvat siitä, että kaivetut massat peittävät luonnollisen merenpohjan, sekä syvyys- ja virtausolosuhteiden muuttuminen. Suurinta osaa mahdollisesti kaivettavasta materiaalista ei pidetä pilaantuneena.

Valittujen alueiden saastumisasteen arvioidaan olevan korkeampi kuin toimitettujen massojen. Tämä johtaa siihen, että sedimentit, joissa on korkeampi epäpuhtauspitoisuus, peitetään puhtaammilla materiaaleilla.

Vaikutusten ympäristövaikutukset on selvitettävä, kuvattava ja arvioitava soveltuvaksi todetun alueen osalta erillisen arvioinnin yhteydessä. Kaatopaikaksi määritellyn alueen osalta tarvitaan suspendoituneen sedimentin analyysit sameuden ja sedimentaation arvioimiseksi.

Ympäristövaikutusten odotetaan vaikuttavan pääasiassa pohjaeläimistöön ja mahdolliseen pohjaeläimistöön ja muihin meren eliöihin. Kaatopaikan sijoittamisen yhteydessä pohjaeläimistö häviää väliaikaisesti kyseisiltä alueilta.

Merenpohjan täydellisen uudelleenkolonisoinnin voidaan odottaa tapahtuvan 3–5 vuoden kuluessa. Vaikutuksia voi esiintyä kaloille sameuden ja sedimentaation seurauksena. Sameuden ja sedimentaation vaikutusten odotetaan kuitenkin olevan lyhytaikaisia. Kun sopiva paikka valitaan, kokonaisvaikutusten odotetaan olevan lyhytaikaisia ja vaikutusten meren eliöstöön odotetaan olevan pieniä ja vähäisiä.

10.5 Valtioiden rajat ylittävät vaikutukset

Tuulipuiston perustamiseen liittyvät jälkitoimet voivat aiheuttaa vaikutuksia ja seurauksia eri tahoille. Näitä toimia ovat valmistelevat tutkimukset, vientikaapelit, lisääntynyt meriliikenne ja toiminta satamissa sekä ylijäämämassojen käsittely. Kaikkien lieventämistoimenpiteiden avulla arvioidaan, että eri toiminnoista aiheutuvat vaikutukset ja seuraukset ovat vähäisiä tai vähäisiä ja rajallisia eivätkä aiheuta merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia.

11. Natura 2000

11.1 Natura 2000 -alueet

Finngrundetin Östra-, Västra- ja Norra banken on nimetty EU:n luontotyyppidirektiiviin kuuluvaksi Natura 2000 -alueeksi (SCI). Lähin Natura 2000 -alue on Finngrundet Östra Banken (SE0630260), jonka etäisyys hankealueesta on 2 km. Noin 4 km:n päässä hankealueesta sijaitsee Finngrundet - Norra Banken (SE0630263) ja Finngrundet - Västra Banken (SE0630262), jonka etäisyys hankealueesta on noin 12,5 km, ks. Kuva 11-1 ja Taulukko 11-1.

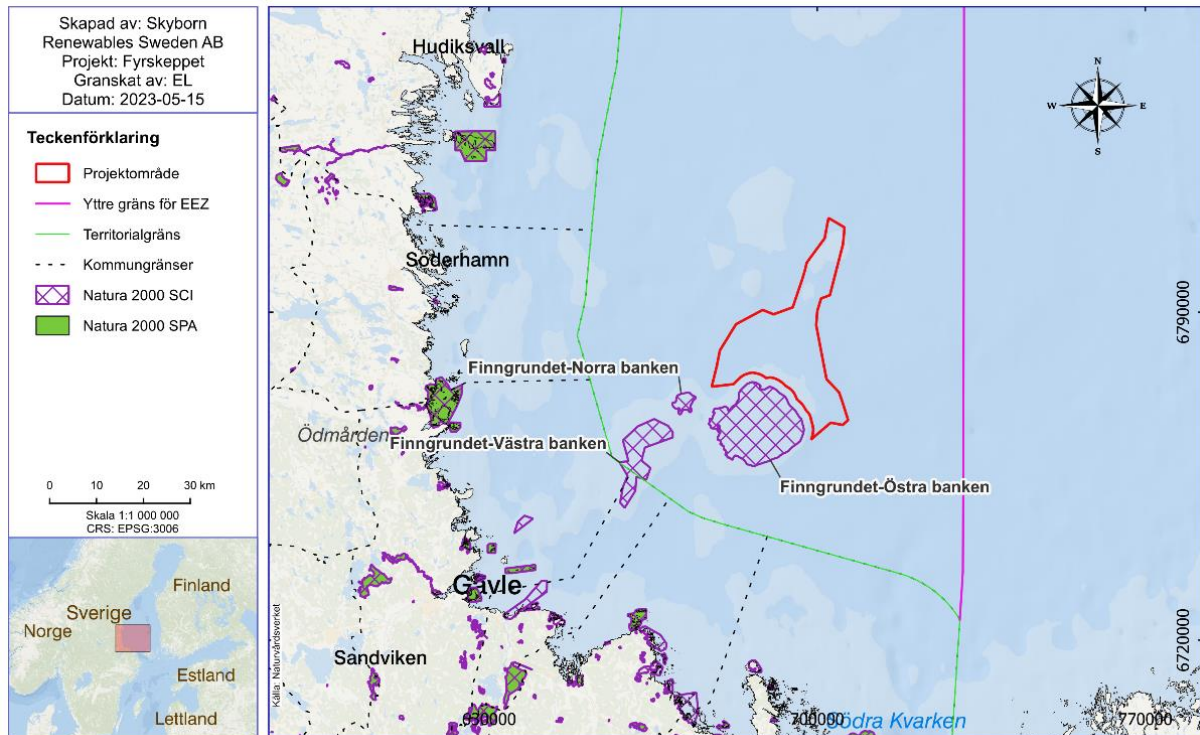
Taulukko 11-1. Lähimmät etäisyydet Finngrundetin Natura 2000 -alueisiin. Aluetiedot on otettu suojelusuunnitelmista. (Länsstyrelsen Gävleborg, 2016; Länsstyrelsen Gävleborg, 2018).

| Natura 2000 -alue | Lähin etäisyys Fyrskeppetin tuulivoimapuistoon | Lähin etäisyys maasta | Alue |
|---|--|-----------------------|------------------------|
| Finngrundet -Östra banken (SE0630260) | 2 kilometriä | 55 kilometriä | 231,62 neliökilometriä |
| Finngrundet - Norra banken (SE0630263) | 4 kilometriä | 48 kilometriä | 13,38 neliökilometriä |
| Finngrundet - Västra banken (SE0630262) | 12,5 kilometriä | 28 kilometriä | 83,15 neliökilometriä |

Geologisesti ja ekologisesti Finngrundetia on pidettävä laajempänä yhtenäisenä alueena, joten tuulivoimapuiston voidaan tyypillisesti katsoa vaikuttavan kaikkiin kolmeen alueeseen. Selkeyden

vuoksi Natura 2000-alueita käsitellään kolmena erillisenä alueena, koska ne on nimetty ja perustettu kolmeksi erilliseksi Natura 2000 -alueeksi.

Rannikon läheiset Natura 2000 -alueet Kuva 11-1 on jätetty pois arviosta, koska niihin ei katsota kohdistuvan vaikutuksia. Tuulivoimapuiston merkittävät vaikutukset eivät ulotu näille alueille, minkä vuoksi hanke ei vaikuta luontotyyppeihin tai suojeltuihin lajeihin.



Kuva 11-1 Natura 2000 -alueet (Naturvårdsverket, 2023b).

Gävleborgin lääninhallitus on laatinut suojelusuunnitelmat kolmelle alueelle, yhteisen suojelusuunnitelman Natura 2000 -alueille Finngrundet - Norra Banken ja Finngrundet - Västra Banken sekä erillisen suojelusuunnitelman Finngrundet Östra bankenille. Hyväksytyistä suojelusuunnitelmista käy ilmi, että kaikki kolme rannikon edustalla sijaitsevaa aluetta on luokiteltu luonnontilaisiksi ja luonnonarvoiltaan arvokkaiksi, ja ne sijaitsevat hyvin kaukana mantereesta. Näin ollen ne muodostavat matalia alueita, jotka ovat erillään matalista rannikkoalueista ja muodostavat ainutlaatuisia alueita avoimessa merimaisemassa. Avomerellä sijaitsevissa matalikoissa on parempi vedenlaatu ja suuri näkösyvyys, mikä mahdollistaa kasvillisuuden leviämisen syvemmälle, koska valo pääsee tunkeutumaan syvemmälle vesipatsaaseen. (Länsstyrelsen Gävleborg, 2016; Länsstyrelsen Gävleborg, 2018).

Taulukossa 111 kuvataan Finngrundet Östra Banken Natura 2000 -alueen pinta-ala on noin 231,6 km. Näin ollen Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000 -alueen pinta-ala on yli kaksi kolmasosaa kolmen alueen kokonaispinta-alasta. Finngrundet Östra Banken sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, noin 55 kilometrin päässä rannikosta. Finngrundet - Västra Banken ja Finngrundet - Norra Banken ovat lähempänä rannikkoa, noin 28 km ja 48 km päässä mantereesta. ²Länsiranta on osittain Ruotsin

talousvyöhykkeellä ja osittain Ruotsin aluevesillä, ja sen pinta-ala on noin 83,2 km². Pohjoispuoli sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, ja sen pinta-ala on 13,4 km.

11.2 Yleisarviointi Natura 2000

Koska tuulivoimapuisto sijaitsee vähintään 2 kilometrin etäisyydellä Östr bankenin Natura-alueesta, joka on lähin Natura 2000 -alue, vaikutustekijöiden v, joten vaikutukset ovat vähäisiä. Etäisyyden vuoksi sedimentin leviäminen tai vedenalaisen melun leviäminen eivät ulotu alueelle merkittävässä määrin. Mallinnuksen mukaan merenkulku ei myöskään muutu Natura 2000 -alueilla.

Suurin ja laajin vaikutus kohdistuu alueelle tyypillisiin lintulajeihin. Yhtiön toteuttamien suojelutoimenpiteiden ansiosta myös Finngrundetin linnustoon kohdistuvat vaikutukset vähenevät, mikä tarkoittaa, ettei Finngrundet Östra Banken -nimisellä Natura 2000 -alueella ole häiriöitä, jotka voisivat aiheuttaa merkittäviä haittoja allipopulaatioille.

Huolimatta siitä, että Finngrundetin Natura 2000 -alueilla sijaitsevilla riutoilla (1170) on tärkeitä ympäristöarvoja, kuten levävyöhykkeitä, sinisimpukoita, silakkaa ja silakan kutua, ei katsota aiheutuvan häiriöitä, jotka voisivat merkittävästi haitata luontotyyppille tyypillisten lajien säilymistä, eikä siten myöskään vahinkoa luontotyyppille. Vaikutuksia luontotyyppiin tai suojeltuihin lajeihin ei katsota aiheutuvan. Tämä tarkoittaa myös sitä, että ei ole vaaraa, että riutan tai sen tyypillisten lajien suotuisan suojeluaseman saavuttamisen tai säilyttämisen mahdollisuus heikkenee millään itä-, länsi- tai pohjoisrannikon Natura 2000 -alueella. Fyrskepetin tuulivoimapuiston ei katsota aiheuttavan sellaisia yhteisvaikutusriutan luontotyyppille tai häiriötä, joka voisi merkittävästi haitata luontotyyppille tyypillisten lajien säilymistä.

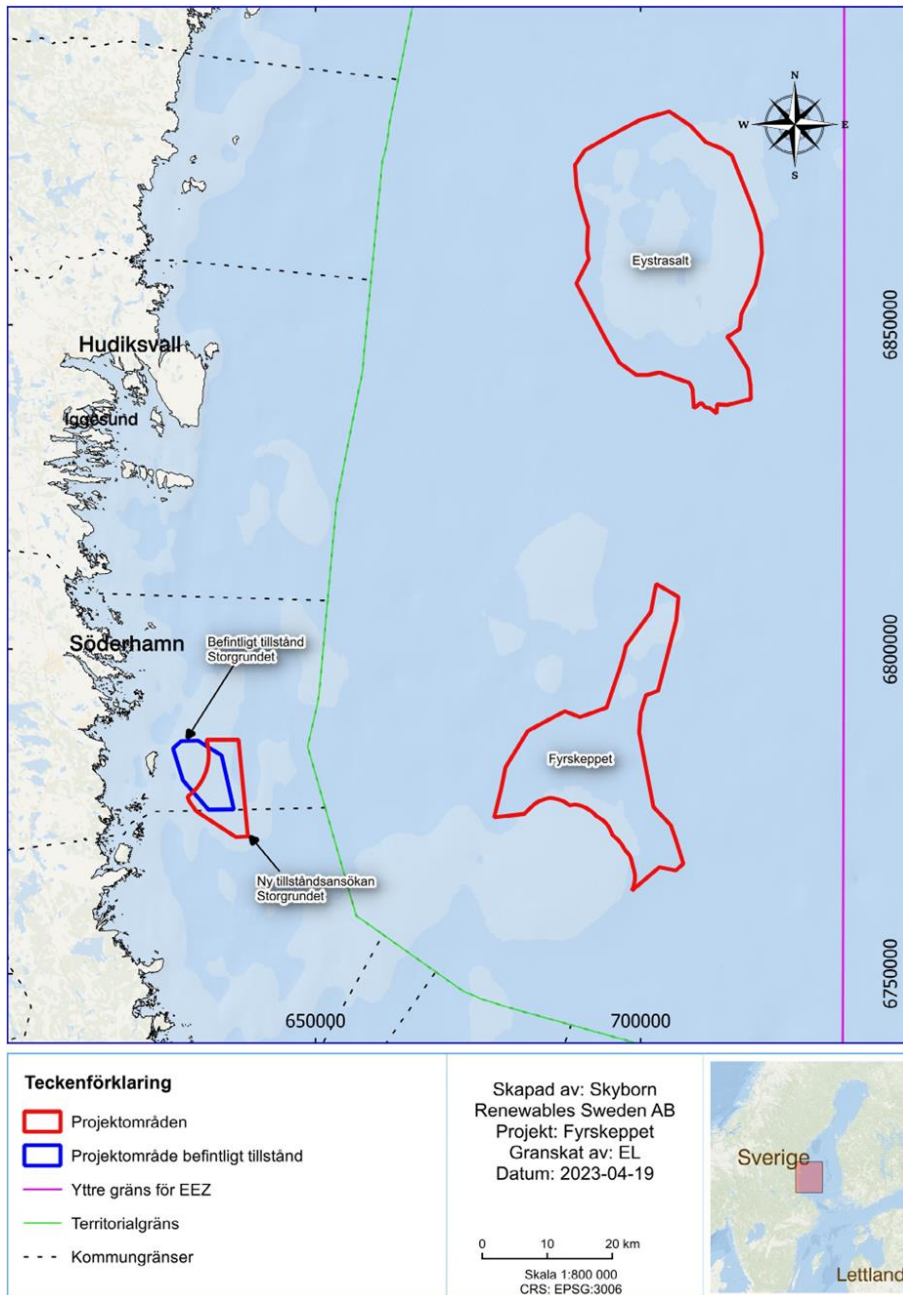
Sublitoraalisiahiekkasärkkiä (1110) esiintyy vain Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000 -alueella ja paljon vähäisemmässä määrin kuin riuttoja. Ympäristöarvot ovat suurimmat lähinnä tyypillisille kala- ja lintulajeille. Riuttojen luontotyyppin osalta etäisyys Natura 2000 -alueeseen ja vaikutustekijöiden, kuten vedenalaisen melun ja sedimentin leviämisen, rajallinen laajuus merkitsevät sitä, että vaikutukset ovat vähäisiä. Suunnitellun toiminnan ei odoteta aiheuttavan häiriöitä, jotka voisivat merkittävästi haitata luontotyyppille tyypillisten lajien suojelua. Toimien ei katsota vaikuttavan haitallisesti tyypillisten lajien suojelun tasoon, eikä se merkitse sitä, että näiden lajien suotuisaa suojelun tasoa ei voida saavuttaa tai säilyttää. Huolimatta siitä, että Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000 -alueen sublitoraalisilla hiekkasärkillä on suuria ympäristöarvoja, kuten silakan kutualueet, luontotyyppille ei katsota aiheutuvan vahinkoa. Suunniteltujen toimien ei katsota vaikuttavan luontotyyppin suojelun tasoon eikä edellytyksiin, joiden täyttyessä luontotyyppi voi saavuttaa tai säilyttää suotuisan suojelun tason. Fyrskepetin tuulivoimapuiston ei katsota aiheuttavan sellaisia yhteisvaikutuksia, jotka voisivat aiheuttaa vahinkoa sublitoraaliselle hiekkasärkkien luontotyyppille tai häiriötä, joka voisi merkittävästi haitata luontotyyppille tyypillisten lajien säilymistä.

Kaiken kaikkiaan suunnitellun toiminnan ei odoteta aiheuttavan vahinkoa määritetyille luontotyypeille riutat ja hiekkasärkät, tai häiriöitä, jotka voisivat merkittävästi haitata luontotyypeille tyypillisten lajien säilymistä. Arvioiduille Natura 2000 -alueille ei aiheudu vahinkoa tai merkittävää häiriötä, joten hanke se ei myöskään vaikuta Natura 2000 -verkostoon Suomessa tai muissa maissa.

12. Yhteisvaikutukset

Sen lisäksi, että Fyrsköppetin tuulipuiston arvioidaan aiheuttavan vaikutuksia, on arvioitava, voivatko lähialueen muiden hankkeiden ja toimijoiden vaikutukset aiheuttavat yhteisvaikutuksia. Muilla hankkeilla ja toimilla ei välttämättä ole yksinään merkittävää vaikutusta, mutta jos niitä tarkastellaan yhdessä muiden toimien vaikutusten kanssa, niistä voi aiheutua yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutusten arvioinnissa lähtökohtana on, että otetaan huomioon olemassa olevat ja hyväksytyt hankkeet, joiden laajuus, edellytykset ja sijainti tunnetaan. Natura 2000 -arvioinnissa arvioidaan myös suunniteltuja tuulivoimapuistoja, joille on jätetty lupahakemus.

Tällä hetkellä Selkämerellä on toiminnassa vain yksi merituulivoimapuisto. Se sijaitsee Porin edustalla Suomen rannikolla, eikä sen katsota aiheuttavan yhteisvaikutuksia suuren etäisyyden vuoksi. Kyseisellä alueella Selkämeren eteläosassa Skybornilla on lupa Storgrundet-nimiselle tuulipuistolle ja se suunnittelee uutta tuulivoimapuistoa samalle alueelle. Skyborn on myös jättänyt lupahakemuksen Eystrasaltin tuulivoimapuistolle. Nämä suunnitellut tuulivoimapuistot Selkämerellä on esitettykuvassa Kuva 12-1 ja ne on otettu huomioon yhteisvaikutusten arvioinnissa.



Kuva 12-1 Skybornin nykyiset, hyväksytyt ja suunnitellut hankkeet Selkämerellä.

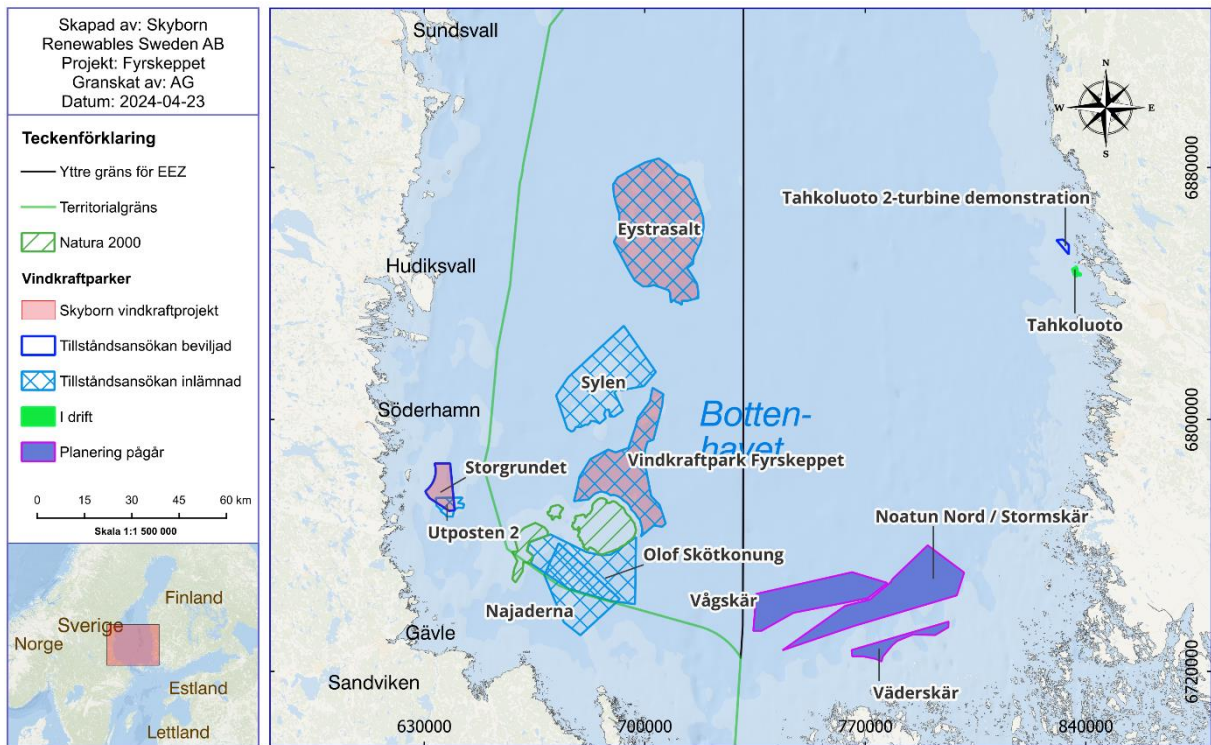
Taulukko 12-1 esittää tietoja Skybornin kahdesta muusta nykyisestä hankkeesta Selkämerellä: Storgrundetista ja Eystrasaltista. Storgrundetin tuulipuistolla on voimassa oleva lupa, mutta se hakee lupaa korkeammille tuulivoimaloille. Eystrasaltin tuulipuiston osalta on järjestetty kuulemiset, ja lupahakemus jätettiin 13. huhtikuuta 2023.

Taulukko 12-1 Muut suunnitellut tuulivoimahankkeet Fyrskeppetin tuulivoimapuiston läheisyydessä.

| Hanke | Hankkeen kehittäjä | Tila | Arvioitu vuotuinen energiantuotanto | Turbiinien kokonaiskorkeus (enintään) | Voimaloiden lukumäärä (enintään) |
|-------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Storgrundet | Skyborn | Toimilupahakemus jätetty | 3-3,5 TWh | 290 m | 51 |
| Eystrasalt | Skyborn | Toimilupahakemus jätetty | 15 TWh | 370 m | 256 |

Muuten alueella ei ole muita (muiden tuulivoiman kehittäjien hyväksymiä) tuulivoimapuistoja. Yhteisvaikutusten arvioinnissa yhtiö on kuitenkin mahdollisuuksien mukaan ottanut huomioon myös Selkämerelle suunnitellut hankkeet, vaikka on erittäin epäselvää ja epätodennäköistä, että kaikki Selkämerelle Ruotsissa ja Suomessa suunnitellut hankkeet toteutuvat. Natura 2000 -alueisiin kohdistuvien yhteisvaikutusten arvioinnissa yhtiö on ottanut huomioon Selkämeren välittömällä alueella sijaitsevat tuulivoimahankkeet, joille on jätetty lupahakemus.

Kuva 12-1 esittää Selkämeren nykyiset ja suunnitellut tuulivoimahankkeet:



Kuva 12-2 Luvan saaneet tai suunnitellut tuulivoimapuistot Selkämeren eteläosassa.

Lähialueen muu nykyinen toiminta koostuu pääasiassa merenkulusta ja kaupallisesta kalastuksesta. Näiden toimintojen katsotaan aiheuttavan jonkin verran vedenalaista melua, mutta niiden merkitys on vähäinen, sillä liikenne on vähäistä ja melutaso alhainen. Kaupallinen kalastus on todennäköisesti suurin kalakuolleisuuden aiheuttaja Selkämerellä.

Mahdollisten yhteisvaikutusten arvioinnin lähtökohtana on ollut se, että Fyrskeppetin tuulivoimapuistosta aiheutuvien seurausten on oltava eri vaikutuskohteiden kannalta merkityksellisiä. Tämä tarkoittaa sitä, että jos rakentamisen tai toiminnan vaikutuksia pidetään vähäisinä, niiden ei katsota voivan aiheuttaa yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden tai tuulivoimapuistojen kanssa. Yhteisvaikutuksia ei ole arvioitu käytöstäpoistovaiheen osalta, koska käytöstäpoisto on kaukana tulevaisuudessa ja siihen liittyy liian paljon epävarmuustekijöitä.

Ympäristötekijät, joiden on todettu voivan aiheuttaa yhteisvaikutuksia Fyrskeppetin tuulivoimapuistosta ja joilla voi olla vaikutuksia muihin valtioihin, esitetään taulukossa Taulukko 12-1 Seuraavissa luvuissa kuvataan näiden ympäristötekijöiden ja hankkeen vaiheiden mahdollisia yhteisvaikutuksia.

Taulukko 12-2 Yhteisvaikutusten arvioinnissa arvioidut ympäristötekijät ja vaikutuskohteet.

| Ympäristötekijät ja vaikutuskohteet | |
|-------------------------------------|---|
| Rakennusvaihe | Kalat ja kaupallinen kalastus - vedenalainen melu sekä suspendoitunut sedimentti ja sedimentaatio (sedimentin leviäminen) Merenkulku - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella |
| Toimintavaihe | Kalasto - vedenalainen ääni Kaupallinen kalastus - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella Linnut - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella Merenkulku - fyysinen vaikutus merenpinnan yläpuolella |

12.1 Rakennusvaihe

12.1.1 Tuulivoimapuistojen samanaikainen rakentaminen

Rakentamisvaiheessa voi esiintyä yhteisvaikutuksia, jos töitä tehdään samanaikaisesti muiden tuulivoimapuistojen kanssa. Hankkeista voi aiheutua samanaikaisesti vedenalaista melua sekä sedimenttien leviämistä ja laskeutumista. Tässä vaiheessa ei tiedetä, mitkä hankkeet hyväksytään. Ainoa luvan saanut hanke lähialueella on Skybornin oma Storgrundet-hanke. Skyborn-konsernin suunnittelemat hankkeet voidaan sovittaa yhteen Fyrskeppet Offshore -yhtiön kanssa mahdollisten yhteisvaikutusten välttämiseksi rakennusvaiheiden aikana.

12.1.2 Kalasto ja kaupallinen kalastus

Vedenalainen melu ja sedimentin leviäminen voivat aiheuttaa kalastolle merkittäviä vaikutuksia. Samanaikaisilla rakennustoimilla voi olla merkitystä Fyrskeppetin ja Storgrundetin merituulivoimapuistojen osalta. Suunniteltujen tuulivoimapuistojen välinen etäisyys on noin 38 km. Sedimentin leviäminen ja sedimentaatio, eivät ulotu niin kauas, että sedimentin leviäminen johtaisi hankkeiden vuorovaikutuksen takia suurempiin pitoisuuksiin.

On arvioitu, että hanke ei aiheuta merkittäviä muutoksia alueen nykytilaan sedimenttien leviämisen kautta eikä Finngrundetin Natura-luontotyyppeihin. Yhteisvaikutuksia ei katsota syntyvän näiltä osin. Fyrskeppet Offshore -hankkeen rakentamisvaiheen aikana tapahtuva sedimentin leviäminen on mallinnettu ja se on arvioitu hyvin paikalliseksi ja lyhytkestoiseksi, minkä vuoksi toiminnalla ei ole rakentamisvaiheen aikana yhteisvaikutuksia, jotka liittyvät sedimentin leviämiseen ja sen vaikutuksiin kaloihin, myös silakkaan. Sedimentin pitoisuudet ja aika, jonka suspendoitunut sedimentti on vesimassassa, on kuitenkin arvioitu hyvin vähäisiksi ja lyhytkestoisiksi, kun taas sedimentin leviäminen on erittäin vähäistä, erityisesti kun otetaan huomioon Natura 2000 -alueiden suojavyöhyke. Tästä syystä on arvioitu, että silakka ei altistu häiriöille, jotka voisivat vaikuttaa merkittävästi lajin suojeluun alueella. Sen vuoksi silakkaa ja suspendoituneen sedimentin ja sedimentaation vaikutuskohteessa suhteen ei uskota aiheutuvan yhteisvaikutuksia.

Myös Fyrskeppet Offshore -hankkeen rakentamisvaiheen aikaisesta melusta on tehty mallinnuksia. Vedenalainen melu, joka aiheuttaa TTS:ää silakalle ulottuu enintään noin 7 kilometrin etäisyydelle äänilähteestä. Yhteisvaikutuksia ei odoteta olevan. TTS:n kynnyksarvon ylittävät äänitasot eivät myöskään ulotu Finngrundet Östra Bankenin alueelle, mikä tarkoittaa, että nämä äänitasot eivät ulotu Itämeren silakan mahdollisille kutualueille. Vedenalaisen melun perustana olevan mallinnuksen perusteella vedenalaisen melun ei katsota vaikuttavan silakan suojelun tasoon alueella.

Vedenalaisen melun osalta voi mahdollisesti syntyä yhteisvaikutus, jos Fyrskeppetin rakentamisaika osuu päällekkäin jonkin muun lähellä sijaitsevan tuulivoimapuiston, kuten Olof Skötkonungin tai Najadernan, kanssa. Nämä hankkeet ovat vasta alkuvaiheessa, minkä vuoksi on vaikea tehdä johtopäätöksiä siitä, toteutuvatko ne, ja jos toteutuvat, niin millaisin suunnitelmin ja ehdoin. Edellytykset yhteisvaikutusten täydelliselle arvioinnille ei siis ole. Fyrskeppetin ei kuitenkaan katsota aiheuttavan silakalle haitallisia äänitasoja, koska TTS:n äänitasot ulottuvat vain hieman hankealueen ulkopuolelle, Finngrundet Östra Bankenin, eivätkä siten aiheuta yhteisvaikutuksia.

Vedenalaisesta melusta tai suspendoituneesta sedimentistä ja sedimentaatiosta ei odoteta aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia kaloihin tai kaupalliseen kalastukseen niiden vaikutusten lisäksi, jotka on jo mainittu Tämän Espoon raportin luvuissa 9.1 ja 9.3. Tilapäisestä kuulon heikkenemisestä ja mahdollisista käyttäytymisen muutoksia kaloille aiheutuvien vaikutusten katsotaan olevan täysin toissijaisia kaupallisen kalastuksen aiheuttamaan kalakuolleisuuteen nähden, eikä samanaikaisesta kalastuksesta ja rakennustoista johtuvia merkittäviä yhteisvaikutuksia katsota esiintyvän.

12.1.3 Meriliikenne

Fyrskeppetin tuulivoimapuiston perustamisen aikaiset vaikutukset merenkulkuun rajoittuvat pääasiassa hankealueen kautta nykyisin kulkeviin aluksiin, ja ne koskevat lähinnä Iggesundiin/Hudiksvalliin ja Sundsvalliin suuntautuvaa ja sieltä lähtevää alusliikennettä. Rakennusvaiheen aikana rakentamisessa käytettävien alusten liikennöinti tapahtuu tukisatamiksi

valittujen satamien välillä. Tämä tarkoittaa, että myös hankealueen ulkopuoliseen meriliikenteeseen saattaa kohdistua vaikutusta rakennusvaiheen aikana. Jos esimerkiksi tukisatamat sijaitsevat Ruotsin rannikolla, myös hankealueen länsipuolella sijaitsevilla väylillä liikennöiviin aluksiin voi kohdistua vaikutuksia. Fyrskeppetin tuulivoimapuistolla voi olla sama tukisatama kuin Storgrundetin tuulivoimapuistolla. Tämän vuoksi Fyrskeppet Offshoren ja Storgrundet Offshoren rakennustyömaille suuntautuva ja sieltä lähtevä rakentamisliikenne voi vaikuttaa tähän tukisatamaan johtavilla väylillä oleviin aluksiin. Alusliikenne Selkämerellä on kuitenkin vähäistä, ja kun otetaan huomioon rakentamisvaiheessa toteutetut merenkulun suoja-toimenpiteet, ks.luku "Rakennustyöt" 14.1, merenkulkuun ei odoteta kohdistuvan yhteisvaikutuksia.

12.2 Toimintavaihe

12.2.1 Kalasto

Toimintavaiheen aikana tuulivoimaloiden aiheuttaman vedenalaisen melun arvioidaan voivan vaikuttaa alueen kalastoon korkeintaan paikallisesti, mutta vaikutus kalastoon on vähäinen. Vedenalaisen melun ei arvioida aiheuttavan merkittäviä yhteisvaikutuksia kalastoon toimintavaiheen aikana.

12.2.2 Kaupallinen kalastus

Fyrskeppetin tuulivoimapuiston rakentaminen merkitsee, että kaupallinen kalastus troolaamalla ei ole mahdollista tuulivoimapuiston alueella, mutta muut kalastusmuodot ovat mahdollisia. Kalastusalukset voivat edelleen kulkea puiston läpi. Jos Selkämerelle perustetaan useita tuulivoimaloita, kaupalliseen kalastukseen kohdistuu yhteisvaikutuksia, mutta niiden laajuuden arviointi sisältää epävarmuuksia. On epävarmaa, mihin tuulivoimapuistoja perustetaan ja vaikuttaako se kaupalliseen kalastukseen. Fyrskeppetin alueella harjoitettava kaupallinen kalastus on kuitenkin hyvin vähäistä, eikä merkittäviä yhteisvaikutuksia näin ollen katsota syntyvän.

12.2.3 Linnut

Lintuja koskevassa yhteisvaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon Fyrskeppet Offshore -yhtiön ja Skyborn Renewablesin omien Storgrundetin ja Eystrasaltin tuulipuistojen lisäksi läheiset Selkämeren tuulivoimapuistot, joille on jätetty lupahakemukset. Viimeksi mainittuja ovat Najadernan ja Olof Skötkonungin tuulipuistot sekä Sylen. Selkämerellä on myös haettu lupaa Utposten 2 - tuulivoimapuistolle, joka sijaitsee samalla alueella kuin Storgrundetin hanke. Suomeen suunnitellut tuulivoimapuistot ovat hyvin kaukana, mutta myöhemmin esitetyt yleiset arvioinnit yhteisvaikutuksista koskevat myös näitä alueita. Yleisarvio on, että muuttaviin merilintuihin, pikkulintuihin, petolintuihin tai kurkiin ei kohdistu merkittäviä yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutuksia ei odoteta esiintyvän minkään lajin osalta estevaikutusten seurauksena. Yöllä muuttavien pikkulintujen ja tuulivoimaloihin törmäysten aiheuttama kuolleisuuden lisääntymisen riski on pieni. Tällaisella mahdollisella lisääntyneellä kuolleisuudella ei kuitenkaan arvioida olevan vaikutusta populaatioihin edes yhteisvaikutusten näkökulmasta

Yleistä muuttolintuihin merellä kohdistuvista riskeistä

Merituulivoiman aiheuttamien riskien on yleisesti ottaen pienempi muuttolinnuille kuin tuulipuistojen merialueilla säännöllisesti esiintyville linnuille. Tämä johtuu siitä, että törmäysriskin kannalta on tärkeää altistumisaika, ja muuttolintujen odotetaan ohittavan tuulipuiston vain kerran tai

mahdollisesti kaksi kertaa vuodessa. Muuttolinnut eivät yleensä ruokaile meren yli lentämisen aikana, ja tuulivoimapuistot aiheuttavat siksi harvoin muuttolintujen siirtymistä pois tärkeiltä avomerellä sijaitsevilta ruokailualueilta. Tämä koskee erityisesti maalla muuttavia lintuja (suurin osa muuttolinnuista), jotka eivät voi laskeutua vesialueelle. Siirtymisestä aiheutuvia vaikutuksia ei sen vuoksi pidetä muuttolintujen kannalta merkityksellisinä. Muuttolintujen lajiryhmät, joihin kohdistuvien yhteisvaikutusten riskiä on arvioitava, ovat merilinnut, pikkulinnut, petolinnut ja kurjet. Petolinnut ja kurjet, jotka ovat törmäyksille herkempiä lajeja, lentävät harvoin pitkiä matkoja Selkämeren yli, joten näihin lajeihin kohdistuva riski on erittäin pieni.

Muuttavat merilinnut

Merilinnut, kuten kuikat, joutsenet, hanhet ja sorsat, välttävät muuttoaikana lentämistä merituulivoimaloiden läheisyydessä. Tutkimukset osoittavat, että tämä käyttäytyminen saa suurimman osan merilinnuista muuttamaan lentoreittiään ja lentämään koko tuulivoimapuiston ympäri. Tämä tarkoittaa, että syntyy ns. este, mutta periaatteessa törmäysriskiä ei ole. Pienempi osa merilinnuista saattaa lentää tuulipuiston läpi. Näissä tilanteissa merilinnut muuttavat lentokorkeuttaan ja sijaintiaan suhteessa tuulivoimaloiden törmäysriskin minimoimiseksi. Fehmarnin Beltin, Öresundin, Kalmarsundin ja Suomen rannikolla Selkämerellä sijaitsevista tuulivoimapuistoissa tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että lintujen välttämiskäyttäytyminen on selvästi havaittavissa.

Väistämiskäyttäytymistä koskevia tutkimuksia on tehty tuulivoimapuistoissa, joissa on vähemmän ja matalampia tuulivoimaloita, ja jotka ovat olleet lähempänä toisiaan kuin Fyrskeppet Offshore -hankkeeseen suunnitellut tuulivoimalat. Jos tuulivoimaloiden väliset etäisyydet ovat kuitenkin suuremmat ja suurempi osa merilinnuista päättää lentää tuulipuiston läpi, väistämiskäyttäytymisen katsotaan silti olevan yhtä selvää tuulipuiston sisällä muuttavien merilintujen keskuudessa. Näin ollen törmäysriskin ei odoteta kasvavan edes yhteisvaikutukset mukaan lukien. Tuulivoimaloiden kiertäminen voi johtaa hieman pidempään lentoreittiin. Pidemmällä lentoreitillä ei ole biologista merkitystä linnuille, koska lisääntynyt energiankulutus on marginaalinen. Vaikutuksen katsotaan siksi olevan vähäinen. Tästä syystä on myös arvioitu, että estevaikutuksista ei aiheudu yhteisvaikutuksia, jos Selkämerelle rakennetaan useita tuulivoimapuistoja.

Yöllä muuttavat pikkulinnut

Pikkulinnut muodostavat selvän enemmistön muuttolintujen kokonaismäärästä. Selkämeren yli muuttavien pikkulintujen määrän arvioidaan olevan suhteellisen pieni. Yöllä muuttavien pikkulintujen tiheys kasvaa etelämpänä Ruotsissa. Maalinnut lentävät muuton aikana yleensä maan yli tai seuraavat rannikkoa niin pitkälle kuin mahdollista. Sääutkalla tehdyt tutkimukset ja lintujen radiolähettimillä tehdyt tutkimukset osoittavat, että muuttavien pikkulintujen tiheys pienenee etäisyyden kasvaessa rannikosta, ks. Nilsson ym. (2019) ja Brust & Hüppop (2022). Suurimman osan pikkulinnuista odotetaan noudattavan muita lentoreittejä Ruotsin ja Suomen rannikkoa pitkin ja Ahvenanmeren kautta sen sijaan, että ne lentäisivät Selkämeren yli.

Selkämeren yli muuttomatoillaan kulkevilla pikkulinnuilla on korkea luonnollinen kuolleisuus, lyhyt elinikä ja nopea lisääntyminen. Siksi ne eivät ole herkkiä törmäyksille, joita voi mahdollisesti tapahtua merituulivoimaloiden kanssa. Monet pikkulinnut muuttavat yöllä, yleensä lentokorkeudella, joka on huomattavasti nykyisten tuulivoimaloiden enimmäiskorkeuden yläpuolella. Maalla sijaitsevien

tuulivoimaloiden luona tehdyissä tutkimuksissa ei ole pystytty osoittamaan, että yöllä muuttavat pikkulinnut altistuisivat suuremmalle törmäysriskille kuin muina aikoina muuttavat linnut.

Yleensä pikkulinnut lentävät myötätuulella ja kirkkaalla säällä, kun näkyvyys on hyvä. Tämä koskee sekä päivä- että yömuuttoa. Kevät- ja syysmuuton aikana linnut muuttavat muutamana yönä, jolloin sääolosuhteet ovat optimaaliset. Pikkulinnut voivat kuitenkin kohdata muita säätilanteita, joissa näkyvyys on heikentynyt ja sadetta voi esiintyä. On jonkin verran epävarmuutta siitä, miten pikkulinnut selviytyvät huonommista näkyvyysolosuhteista, ja siitä, liittykö niihin lisääntynyt riski törmätä tuulivoimaloihin. Tällaisia epäsuotuisia tilanteita esiintyy kuitenkin vain muutaman tunnin ajan vuodessa. Saksan merialueella Itämeren merituulipuistoissa tehtyjen tutkatutkimusten (Welcker & Vilelassa (2019)) mukaan muuttavien pikkulintujen suuri aktiivisuus osui yhteen heikentyneen näkyvyyden, kuten sumun, kanssa noin kahdeksan tunnin ajan vuodessa olemassa olevilla tuulipuistoilla.

Fyrskeppet-hankkeen rakennettavat tuulivoimalat ovat korkeampia kuin edellä mainituissa maalla tehtävissä tutkimuksissa mukana olleet tuulivoimalat. Pikkulinnut lentävät muuttoaikana vaihtelevalla korkeudella, joten on todennäköistä, että linnut voivat lentää korkeampienkin tuulivoimaloiden yli. Jos pikkulinnut sen sijaan lentävät tuulivoimapuiston läpi, törmäysriski voi kasvaa lähinnä huonon näkyvyyden aikana. Tätä ei kuitenkaan pidetä merkittävänä populaatiomäärän kannalta eikä yhteisvaikutusten näkökulmasta. On kuitenkin korostettava, että koska merituulivoimarakentamisen laajuudesta on suurta epävarmuutta, on vaikea arvioida täysin yhteisvaikutusta yöllä muuttaviin pikkulintuihin.

Muuttavat petolinnut ja kurjet

Petolinnuilla ja kurjilla on pieni törmäysriski muuttaessaan mantereen yli, sillä ne voivat hyvin välttää tuulivoimaloiden läheisyydessä lentämistä, pääasiassa käyttämällä lämmintä nousevaa ilmaa. Tätä mahdollisuutta ei ole kaukana merellä. Saatavilla olevat vähäiset tutkimukset petolintujen ja kurkien käyttäytymisestä merituulipuistojen läheisyydessä osoittavat, että törmäysriski merellä voi olla suurempi kuin maalla, koska tuulivoimalat ovat suurempia. Petolinnut ja kurjet lentävät kuitenkin harvoin pitkiä matkoja Selkämeren yli, sillä niiden muuttoreitit kulkevat pääasiassa mantereen ja Ahvenanmaan saariston kautta. Sen vuoksi on arvioitu, että Selkämerellä sijaitsevien tuulivoimaloiden ei arvioida vaikuttavan näihin lintuihin merkittävästi myöskään yhteisvaikutusten kautta.

12.2.4 Meriliikenne

Toimintavaiheessa Fyrskeppet-hanke vaikuttaa pääasiassa Sundsvallin ja Iggesundin/Hudiksvallin laivaväyliin. Yhteisvaikutus voi syntyä, jos lisätoiminnot vaikuttavat laivaliikenteeseen näillä reiteillä. Kuten luvussa 12.1.3 esitetään, Fyrskeppetin tuulipuiston vaikutuspiiriin kuuluvat laivaväylät eivät kulje minkään Skybornin muiden tuulipuistojen (Storgrundet tai Eystrasalt) ohi. Näin ollen Storgrundetin tai Eystrasaltin aiheuttamat uudet reitin pidennykset eivät vaikuta laivaliikenteeseen, jonka reittiä joudutaan pidentämään Fyrskeppetin kiertotien vuoksi. Tältä osin merenkulkuun ei arvioida kohdistuvan merkittäviä yhteisvaikutuksia. Suunnitelluista tuulipuistoista yleisesti aiheutuvien yhteisvaikutusten osalta viitataan RISE:n selvitykseen merenkulkuun liittyvistä kysymyksistä, joka sisältyy yhtiön Ruotsin talousvyöhykelain mukaisen lupahakemuksen täydennykseen, ks. liitteen E6 kohdat 1.2, 1.6 ja 1.7.

13. Riskit ja turvallisuus

Tuulivoimapuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana syntyy riskejä merenkululle. Yksi yleisimmistä suomalaisilta lausunnonantajilta saaduista kommenteista koski meriturvallisuutta, ja se esitetään myöhemmin raportissa.

13.1 Merenkulkuun kohdistuvat riskit - rakennusvaihe

Tuulivoimapuiston rakentamiseen voi liittyä riskejä. Rakentamisen aikana lisääntyvä rakennusalusliikenne hankealueella aiheuttaa lisääntyneitä riskejä merenkululle. Merenkulkuun liittyvien riskien tunnistamiseksi ja arvioimiseksi yhtiö on teettänyt merenkulun riskianalyysin tuulivoimapuiston rakennusvaihetta varten.

Rakentamisvaihe on suhteellisen lyhyt verrattuna tuulipuiston toimintavaiheeseen. Perustaminen merkitsee lisääntyneitä liikennettä alueella, ja se voi vaikuttaa alueen merenkulkuun.

Perustaminen kestää todennäköisesti kaksi vuotta/kaksi sesonkia, ja työpäivien määrä riippuu muun muassa sääolosuhteista. Töiden voidaan olettaa kestävän 7 kuukautta eli, yhteensä 426 päivää.

Rakentamisen aikainen lisäliikenne koostuu erikokoisista aluksista, kuten miehistö- ja valvonta-aluksista, perustusten kuljetukseen tarkoitetuista proomuista, ruoppausaluksista, kaapelinlaskualuksista, tukialuksista ja muunlaisista offshore-huoltoaluksista. Nämä yksiköt liikkuvat eri tiheydellä ja mahdollisesti eri reittejä tuulivoimapuistoalueelle, ja niillä on siten erilaisia vaikutuksia muuhun meriliikenteeseen. Ne eroavat toisistaan myös kokonsa ja ohjattavuutensa suhteen. Miehistövene on pieni, noin 15–25 metriä pitkä alus, jolla on hyvä ohjattavuus, kun taas esimerkiksi perustusten ja turbiinien kuljettamiseen tarkoitettu proomu voi olla kokonaispituudeltaan noin 250 metriä pitkä ja suhteellisen hidas ja verkkainen.

Eri alustyyppien alusliikkeiden määrä on arvioitu perustuen asennettavien tuulivoimaloiden enimmäismäärään ja keskimäärin seitsemään tai kahdeksaan alusliikkeeseen hankealueelle ja sieltä pois päivässä.

Rakentamisvaiheessa havaituista riskeistä kriittisimpinä pidetään riskejä, jotka liittyvät lisääntyneeseen liikennemäärään ja vakiintuneiden laivaväylien ylittämiseen. Muiden rakennusvaiheen tunnistettujen vaarojen, kuten törmäykseen tuulivoimaloiden rakenteiden kanssa tai asennuksessa käytettyjen alusten kanssa (esim. tuulipuistoon ajautuva tai purjehtiva alus) todennäköisyys arvioidaan vähäisemmäksi. Myös seurausten arvioidaan olevan useimmissa tapauksissa lievempiä.

Riskien vähentämiseksi toteutetaan toimenpiteitä, joilla rakennustyöstä tiedotetaan selkeästi ja usein Ufs:n ja NtM:ien välityksellä. Tämän oletetaan vaikuttavan useimpiin tunnistettuihin vaaroihin. Toimenpiteiden, kuten alueen visuaalinen merkitseminen Racon- tai tutkaheijastimilla varustetuilla poijuilla ja alueen selkeä määrittely ja merkitseminen merikarttoihin, katsotaan myös olevan tehokkaita riskien vähentämistoimenpiteitä, joilla voidaan välttää useimmat tunnetut riskit.

Naapurialueen laivaväylien läheisyydessä sijaitsevien lauttojen häikäisyvaikutuksen rajoittamiseksi työalusten ja lauttojen työvalot olisi mahdollisuuksien mukaan peitettävä ohikulkevalta liikenteeltä.

Tuulipuiston rakentamiseen osallistuvat alukset kulkevat valmistus- tai huoltosatamiin, materiaalin varastosatamiin ja asennussatamiin ja sieltä pois. Asennussatamasta käsin harjoitetaan matkustajaliikennettä sekä pienempien osien kuljetusta. Asennussatamaan ja tästä satamasta käsin ajetaan eniten hankealueelle ja takaisin

Suurin osa tästä liikenteestä koostuu miehistön veneistä. Käytettäviä satamia ei ole vielä määritelty, mutta Gävlen ja Orrskärin satama ovat tällä hetkellä mahdollisia vaihtoehtoja. Arvioitaessa sellaisen tilanteen todennäköisyyttä, jossa rakennusalukset ja risteävillä reiteillä kulkevat alukset kulkevat risteäviä kursseja, oletetaan, että kaikki rakennusliikenne lähtee Gävlestä. Rakennusliikenne ylittää Gävlen satamasta pienemmän laivaväylän, joka ulottuu tuulipuiston lounaispuolelle. Kaikkiaan reitti voidaan ylittää noin 6 400 kertaa kahden rakennusvuoden aikana. Tämän perusteella ja Fyrskeppetin tuulipuiston lounaispuolella sijaitsevan laivaväylän liikennetilastojen perusteella on arvioitu todennäköisyys tilanteelle, jossa rakennusalukset ja laivaväylällä kulkevat alukset risteävät.

Rakennusaluksen ja laivareitillä liikennöivien alusten risteävien kurssien todennäköisyyden arvioidaan olevan noin kaksi kertaa vuodessa. Jos oletetaan, että rakennusvaihe kestää kaksi vuotta, tilanteita, joissa aluksilla on risteäviä kursseja, voidaan odottaa esiintyvän rakennusvaiheen aikana yhteensä noin neljä kertaa. Yhteentörmäys on kuitenkin hyvin epätodennäköinen, koska väistämismelvollinen alus muuttaa kurssiaan tai nopeuttaa välttääkseen alusten läheisen kohtaamisen.

13.2 Merenkulkuun kohdistuvat riskit - toimintavaihe

13.2.1 Onnettomuuksien todennäköisyys

Tuulipuiston perustaminen vähentää meriliikenteen tilaa alueella. Meriliikenne ohjataan harvemmille ja rajoitetummille reiteille, joten törmäysriski kasvaa. Tuulipuisto tuo mukanaan uudenlaisen törmäysriskin.

Merenkulkuun tuulipuiston käytön aikana kohdistuvien riskien selvittämiseksi on tehty merenkulun riskianalyysi. Seuraavassa esitetään yhteenveto Fyrskeppetin tuulipuiston perustamisesta aiheutuvien onnettomuuksien arvioidusta todennäköisyydestä.

Fyrskeppetin tuulivoimapuiston alueen läpi ja sen ympäristössä on meriliikennettä, joka jakautuu useisiin laivaväyliin, joiden liikennemäärät ovat vähäisiä tai erittäin vähäisiä, ks. luku 9.4.1. Suunnitellun tuulipuiston lounaispuolella ja myös Finngrundetin lounaispuolella on liikennettä esimerkiksi Iggesundin ja Södra Kvarkenin välisellä reitillä. Tuulivoimapuiston perustaminen ei vaikuta suoraan tähän liikenteeseen, eikä tämän liikenteen onnettomuustodennäköisyyksiin ole merkittävää vaikutusta.

Hankealueen läpi nykyisin kulkeva liikenne joutuu perustamisen jälkeen valitsemaan toisen reitin. Finngrundetin ja tuulivoimapuistoalueen länsipuolella liikennettä rajoittaa kapea väylä ja mataluus. Södra Kvarkenista pohjoiseen suuntautuvan liikenteen oletetaan kulkevan tuulipuiston itäpuolella ja kääntyvän sitten joko länsiluoteeseen kohti esimerkiksi Iggesundin/Hudiksvallin sisäänkäyntiä Agönin kohdalla tai luoteeseen kohti Sundsvallin sisäänkäyntiä Brämönin kohdalla.

Etelään suuntautuvan meriliikenteen oletetaan siis kulkevan Agön/Brämönistä itäkaakkoon/kaakkoon ja kääntyvän etelään Fyrskeppetin tuulipuiston pohjoiskärjen kohdalla.

Uusiin reitteihin liittyy uusia kääntöpaikkoja, mikä yleensä tarkoittaa, että törmäysten todennäköisyys kasvaa jonkin verran liikenteen solmukohdissa, joissa väylä kaartaa. Uusien kääntöpaikkojen aiheuttama riskin kasvu kompensoituu kuitenkin sillä, että Södra Kvarkenin kääntöpaikka häviää hankealueen kautta nykyisin kulkevalta liikenteeltä, koska liikenne jatkaa sen sijaan pohjoiseen. Södra Kvarkenin kääntöpaikka on alue, jossa monet laivaväylät kerääntyvät, ja kääntöpaikan poistaminen tällaisesta kohdasta vaikuttaa suuresti törmäystodennäköisyyteen solmupisteessä. Tässä tapauksessa törmäyksen todennäköisyys pienenee (-77 %).

Samanlainen vaikutus on havaittavissa arvioidussa törmäystodennäköisyydessä solmupisteissä, joissa laivojen reitit lähenevät toisiaan. Törmäyksen todennäköisyys pienenee 85 prosenttia. Tämän katsotaan johtuvan siitä, että törmäys- ja karilleajotaajuudet eivät eroa eteläisen Merenkurkun pohjoispuolella sijaitsevien eri reittien välillä, vaan ne lähtevät solmupisteestä samaa väylää pitkin. Uudelleenreititys tarkoittaa, että liikenteen määrä tuulipuiston itäpuolella kasvaa, mikä osaltaan lisää arvioitua todennäköisyyttä törmäykselle vastaantulevien alusten välillä tai ohituksen yhteydessä. Liikenteen määrä mallinnetulla alueella on pieni, mikä tarkoittaa, että törmäyksen todennäköisyys alueella on tällä hetkellä pieni. Laskelmissa tuulivoimapuiston myötä muuttunut liikennemalli ja pienemmät törmäystodennäköisyydet väylän vaihtaessa kurssia tai lähestyessä tarkoittavat, että törmäysten kokonaistodennäköisyys pienenee verrattuna nollavaihtoehtoon, eli mikäli tuulivoimapuistoa ei rakennettaisi.

Alueen merenkulun kokonaisriskitaso kuitenkin kasvaa, koska törmäyksen todennäköisyys on suurempi kuin aiemmin. Suurin osa yhteentörmäyksistä johtuu tilanteesta, jossa alus ajautuu tuulipuistoon. Kaikki mallinnetut törmäykset hankealueella eivät kuitenkaan johda törmäykseen tuulivoimalan kanssa, jolla olisi vakavia seurauksia. Tuulivoimaloiden välinen etäisyys on noin 1,3 M-1,6 M (2–3 km), mikä tarkoittaa, että alukset voivat ajelehtia tuulivoimaloiden välissä ja että jotkut alukset ajelehtivat tuulipuiston läpi törmäämättä mihinkään tuulivoimalaan. Todennäköisyys sille, että alus purjehtii tuulivoimalaan, on suurin luoteiskärjessä, koska liikenne saattaa kulkea tuulipuiston tämän osan läheltä kääntyäkseen länteen kohti rannikon satamia.

Nykyisellä liikennemäärällä yhteenlaskettu onnettomuustodennäköisyys on noin 10-kertainen verrattuna nykytilanteeseen ilman tuulipuistoa. Tämä vastaa palautumisaikaa (onnettomuuksien väliset vuodet), joka kasvaa nykytilanteen 649 vuodesta 58 vuoteen.

Jos liikenne lisääntyy 20 prosenttia, ero tuulivoimapuiston puuttumisen ja laajennetun tuulivoimapuiston välillä on hieman pienempi kuin nykyisellä liikenteellä, eli noin 8-kertainen. Tämä johtuu siitä, että liikenteen 20 prosentin lisäys lisää törmäystodennäköisyyttä noin 44 prosenttia, kun taas törmäystodennäköisyys kasvaa vain noin 20 prosenttia.

Suoritettavat laskelmat osoittavat, että karilleajon todennäköisyys pienenee hieman, kun Fyrskeppetin tuulipuisto otetaan mukaan laskelmiin. Tämä johtuu suurelta osin siitä, että osa aluksista, jotka laskelmissa ilman tuulipuistoa ajautuvat kauas ja ajavat karille Finngrundetissa, ajautuvat nyt tuulipuistoalueelle, eli tapahtuu törmäys. Käytännössä tuulipuiston ei kuitenkaan odoteta vaikuttavan merkittävästi karilleajon todennäköisyyteen.

13.2.2 Jääolosuhteet

Jään vaikutuksesta merenkulkuun ja tuulipuiston vaikutuksesta jäähän ja merenkulkuun jäässä viitataan RISE:n selvitykseen merenkulkuun liittyvistä kysymyksistä, joka on liitetty yhtiön Ruotsin talousvyöhykelain mukaiseen lupahakemukseen, ks. liite E6 osa 1.1. Yleisesti ottaen Fyrskeppetin hankealue voi olla talvella ajoittain jään peitossa, ja tuulivoimaloiden läsnäolo voi vaikuttaa mahdollisuuteen murtaa jäätä, jotta aluksia voidaan tuoda läheisiin satamiin. Normaalina jäätalvena Fyrskeppetin hankealue ei kuitenkaan ole erityisen altismerijäälle, vaikka jäälauttoja saattaa ajautua rannikolta, ja leutoina jäätalvina merijäätä ei ole lainkaan. Vaikeina jäätalvina (joita odotetaan esiintyvän kerran kymmenessä vuodessa) tuulivoimapuisto saattaa lisätä jäänmuodostusta ja jäänmurtotarvetta, mikä voi lyhytaikaisesti vaikuttaa laivaliikenteen kulkuyhteyksiin ja rajoittaa tilapäisesti pääsyä alueen satamiin.

13.3 Merenkulkuun kohdistuvat riskit - käytöstäpoistovaihe

Käytöstäpoiston aikana merenkulkuun kohdistuvien tunnistettujen riskien katsotaan olevan pääosin samoja kuin rakennusvaiheessa kuvatut riskit. On kuitenkin epävarmaa, kuinka suurta laivaliikenne on käytöstäpoiston aikana, ja uusi arviointi voi olla tarpeen tehdä ennen tuulipuiston purkamista.

Yhteenvedona voidaan todeta, että merenkulun ei odoteta aiheuttavan merkittäviä riskejä, joilla olisi valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia alueella.

14. Suojelutoimenpiteet ja muut sitoumukset

Ympäristövaikutusten ja siten kielteisten seurausten lieventämiseksi, välttämiseksi tai minimoimiseksi yhtiö toteuttaa useita suojatoimenpiteitä ja varotoimia tuulipuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana. Nämä suojatoimenpiteet ja muut tuulipuistoa koskevat sitoumukset merkitsevät myös sitä, että rajat ylittäviä vaikutuksia lievennetään, vältetään tai minimoidaan, mikä tarkoittaa, että eri vaikutuksiin liittyviä merkittäviä vaikutuksia ei aiheudu eri edunsaajille. Tässä esitetyt rakentamista ja toimintaa koskevat suojelutoimenpiteet ovat yhtiön sitoumuksia lupahakemuksen puitteissa. Useita suojelutoimenpiteitä on ehdotettu myös Ruotsin talousvyöhykelain mukaisen tuulipuiston luvan ja Natura 2000-luvan ehdoiksi. Ehdotetut ehdot on esitetty liitteessä E7. Suojatoimenpiteet ja muut sitoumukset on myös esitetty tiivistetysti jäljempänä.

Tuulipuiston käytöstä poistaminen on vielä kaukaista. On epävarmaa, mitkä menetelmät ovat tuolloin käytettävissä ja mitkä ovat ympäristön kannalta sopivimpia, miten ympäristöolosuhteet ovat muuttuneet ja mitä lainsäädäntöä tuolloin sovelletaan. Käytöstäpoistoa koskevia suojatoimia on sen vuoksi pidettävä suuntaa antavina eikä lopullisina sitoumuksina. Käytöstäpoistovaihetta koskevat suojatoimenpiteet on parasta kehittää yhteistyössä sääntelyviranomaisen kanssa.

14.1 Rakennusvaiheen suojelutoimenpiteet

Yleiset tiedot

- Yhtiö kuulee Ruotsin liikennevirastoa (Transportstyrelsen) ja Ruotsin merenkulkuhallitusta (Sjöfartsverket) hyvissä ajoin ennen rakennus- ja maansiirtotöiden aloittamista tarvittavista toimenpiteistä, joilla rajoitetaan vaikutuksia merenkulkuun.

- Yrityksen on ilmoitettava Uppsalan lääninhallitukselle, Ruotsin merenkululaitokselle, Ruotsin liikennevirastolle, Ruotsin puolustusvoimille ja Ruotsin rannikkovartiostolle rakennustöiden alkamisajankohta ennen niiden aloittamista. Viranomaisille on tiedotettava työn etenemisestä ympäristö- ja turvallisuusnäkökulmasta sekä siitä, milloin työ on saatu päätökseen.
- Rakennustöitä koskevat tiedot toimitetaan viimeistään kuusi viikkoa ennen töiden aloittamista julkaistavaksi "Underrättelse för sjöfarare (Ufs)/Notice to mariners" -lehdessä.
- Yhtiö ilmoittaa asiasta asianomaisille kalastajille hyvissä ajoin ennen rakennustöiden aloittamista, jotta he voivat suunnitella ja mukauttaa kalastustoimintaansa rakennusaikana.
- Tiedot kunkin tuulivoimalan ja muiden laitosten tarkasta sijainnista toimitetaan rannikkovartiostolle, Uppsalan lääninhallitukselle, Ruotsin merenkululaitokselle ja Ruotsin liikennevirastolle.

Meriturvallisuus jne.

- Ennen rakennus- ja maansiirtotöiden aloittamista on laadittava varautumis- ja pelastussuunnitelma Uppsalan lääninhallituksen, merenkululaitoksen ja rannikkovartioston sekä lääninhallituksen harkinnan mukaan muiden asianomaisten viranomaisten ja kuntien kanssa neuvottelun jälkeen. Suunnitelman on sisällettävä tiedot meripelastustoiminnasta, pelastustoiminnasta ja mahdollisten loukkaantuneiden pelastamisesta, ympäristönsuojelusta öljyvahingon sattuessa ja vaurioituneiden alusten pelastamisesta. Suunnitelmassa on myös kuvattava vastuunjako, käytettävissä olevat pelastusresurssit ja hinaajakapasiteetti hankealueen läheisyydessä. Hätätilanne- 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 niitä aluksia varoitetaan, joilla on riski navigoida väärin suhteessa tuulipuistoon.
- Rakennusvaiheen aikana työalue merkitään selvästi törmäysten välttämiseksi. Yhtiö aikoo perustaa 500 metrin valvontavyöhykkeen rakennustyössä käytettyjen alusten ympärille, jotta ohikulkeville aluksille voidaan ilmoittaa asiasta.
- Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana ja ennen rakentamista tehdään tutkimuksia magnetometreillä tai muilla vastaavilla laitteilla ja tarvittaessa videotutkimuksia ROV-kameroilla sen varmistamiseksi, että suunnitellun tuulipuiston alueella ei ole räjähtämättömiä räjähteitä. Jos räjähtämättömiä räjähteitä löytyy, niistä ilmoitetaan ja ne käsitellään säädetyllä tavalla.

Meriarkeologia

- Jos työalueelta löydetään meriarkeologisia jäännöksiä, löydöksistä on ilmoitettava Uppsalan läänin hallitukselle. Lääninhallitusta on kuultava, jos rakennustöitä suunnitellaan tehtäväksi lähempänä kuin 50 metrin etäisyydellä arkeologisen muinaisjäännöksen tai merkin ulkoreunasta.

Vedenalainen melu

- Paalutustyön yhteydessä käytetään akustisia karkotinlaitteita sekä pehmeää käynnistystä ja ramp up -menetelmää, jotta kalat ja merinisäkkäät eivät altistuisi haitallisille äänitasoille. Paalutus aloitetaan pehmeällä käynnistyksellä (30 min), jonka jälkeen vasaraniskujen voimaa lisätään asteittain, niin sanotulla ramp up-tekniikalla (30 min), jotta kalat ja merinisäkkäät voivat siirtyä pois paikoilta, joissa ne voivat altistua haitalliselle äänelle.
- Perustusten paalutuksesta aiheutuvaa melua rajoitetaan käyttämällä kaksinkertaisia kuplaverhoja tai vastaavia välineitä.
- Paalutuksesta aiheutuvaa melua on rajoitettava siten, että silakan TTS-kynnysarvot ylittävä melu ei leviä Natura 2000 -alueille.
- Jos tutkimuksissa käytetään tutkimuslaitteita, joiden ääni on alle 200 kHz:n taajuudella, käytetään pehmeää käynnistyskäytäntöä. Pehmeää käynnistystä sovelletaan myös yli 40 minuuttia kestävien keskeytysten jälkeen.

Jätteet ja kemikaalit

- Öljyä ja muita kemikaaleja sisältävät säiliöt on varustettava vuotosuojalla, joka estää vuotamisen mereen. Turbiinien ja muuntajien öljyvuotojen keräämiseksi on oltava laitteet. Öljyä tai muita ympäristölle haitallisia aineita sisältävissä laitoksissa on oltava kaksoisesteet, jos se on teknisesti mahdollista. Muussa tapauksessa vuotojen havaitsemiseksi on oltava vuotovalvontalaitteet.
- Sekä kiinteät että nestemäiset jätteet ja jäämät on lajiteltava niiden syntypaikalla ja varastoitava siten, että pilaantumis- tai muiden haittojen riski on mahdollisimman pieni, ja ne on kuljetettava maihin hävitettäväksi.

Meriliikenne

Välttääkseen häiriöitä Finngrundet Östra Bankenilla sijaitsevilla Natura 2000 -alueilla yhtiö välttää mahdollisuuksien mukaan kulkemasta näiden alueiden läpi.

14.2 Suojelutoimenpiteet käyttövaiheen aikana

Linnusto

- Finngrundet Östra Banken -nimiseen Natura 2000 -alueeseen kohdistuvien vaikutusten välttämiseksi tuulivoimaloita ei sijoiteta 2 km:n etäisyydelle Natura 2000 -alueen rajasta.
- Jotta vältettäisiin allien siirtyminen pois niiden ruokailualueilta, tuulivoimaloita ei sijoiteta alle 30 metrin syvyyteen 5 kilometrin etäisyydelle Finngrundet Östra Bankenista ja 2 kilometrin puskurivyöhykkeelle alle 30 metrin syvyydestä viereisistä alueista.
- Yhtiö tekee kolmen vuoden ajan tuulipuiston käyttöönoton jälkeen tutkimuksia, joissa selvitetään tuulipuiston vaikutuksia yöllä muuttaviin pikkulintuihin.
- Tutkimusjakson aikana tuulivoimaloita on väliaikaisesti säädeltävä pitämällä lavat paikallaan tai roottori joutokäyntiasennossa auringonlaskun ja auringonnousun välisenä aikana, jos kyseisen tuulivoimalan ohi kulkee suuri määrä yöllä muuttavia lintuja, jolloin myös lintujen törmäysriski tuulivoimalan roottorin lapoihin kasvaa.
- Yöllä muuttavia pikkulintuja on valvottava toiminnallisesti enintään keskimäärin 16 tuntia vuodessa kutakin tuulivoimalaa kohti.

- Tutkimusohjelman tulosten perusteella on arvioitava, tarvitaanko operatiivista valvontaa edelleen vai onko operatiivista valvontaohjelmaa mukautettava yöllä muuttavien pikkulintujen suojelun optimoimiseksi.

Meriliikenne

- Välttääkseen häiriöitä Finngrundet Östra Bankenissa sijaitsevilla Natura 2000 -alueilla yhtiö välttää mahdollisuuksien mukaan kulkemista näiden alueiden läpi.

Lepakot

- Yhtiö sitoutuu laatimaan tutkimusohjelman lepakoiden mahdollisen esiintymisen selvittämiseksi hankealueella kolmen vuoden ajan tuulipuiston käyttöönoton jälkeen.
- Tutkimusjakson aikana tuulivoimaloita ohjataan tilapäisesti pitämällä lavat paikallaan tai roottori tyhjäkäynnillä auringonlaskusta auringonnousuun edellyttäen, että 10 minuutin keskimääräinen tuulen nopeus roottorin korkeudella on <6 m/s ja lämpötila on samaan aikaan > 14 celsiusastetta tuulivoimalassa. Kovan sateen tai sumun sattuessa tuulivoimaloita ei kuitenkaan tarvitse säädellä tällä tavoin.
- Tutkimusohjelman tulosten perusteella on arvioitava, tarvitaanko operatiivista valvontaa edelleen vai onko valvontaohjelmaa mukautettava lepakoiden suojelun optimoimiseksi.

Tuulivoimaloiden merkitseminen

- Tuulivoimalat ja muut laitososat varustetaan esteiden merkinnöillä Ruotsin liikenneviraston ja Ruotsin merenkululaitoksen määräysten mukaisesti.
- Lisäksi yhtiö sitoutuu kuulemaan Ruotsin merenkulkuhallitusta ja Uppsalan lääninhallitusta seuraavista riskien vähentämistoimenpiteistä käyttövaiheen aikana, jotka asianomaiset viranomaiset käsittelevät:
- Tuulipuisto merkitään merikarttoihin ja muihin paikkoihin voimassa olevien suositusten mukaisesti.
- Ankkurointikielto tuulipuiston alueella.
- Yhtiön kustantamat kohtuulliset ja välttämättömät toimenpiteet, jotka liittyvät majakoiden uudelleen sektorointiin, valopojujen siirtämiseen ja muiden merenkulun turvalaitteiden mukauttamiseen, joihin toiminta vaikuttaa (SSA).

14.3 Suojatoimenpiteet käytöstäpoistovaiheen aikana

Ympäristövaikutusten rajoittamiseksi käytöstäpoistovaiheessa toteutetaan pääosin samat suojatoimenpiteet kuin rakennusvaiheessa. Lisäksi yhtiö sitoutuu käytöstäpoistovaiheessa erityisesti seuraaviin toimiin:

- Yrityksen on viimeistään kuusi kuukautta ennen käytöstäpoistotöiden aloittamista toimitettava vastuuviranomaiselle kirjallinen työ- ja aikataulusuunnitelma käytöstäpoistotöitä varten. Suunnitelmassa on kuvattava, miten käytöstäpoisto aiotaan toteuttaa, ja esitettävä kuvaus eri vaiheista. Suunnitelmassa on kuvattava myös suojatoimenpiteet.

- Yhtiö kuulee hyvissä ajoin ennen tuulipuiston käytöstäpoistotoimenpiteisiin ryhtymistä Ruotsin liikennevirastoa, Ruotsin merenkululaitosta, Ruotsin liikennevirastoa ja Ruotsin rannikkovartiostoa tai vastaavia viranomaisia tarvittavista toimenpiteistä merenkulkuun kohdistuvien vaikutusten torjumiseksi ja meripelastustoimia varten.

15. Yleisarvio valtioiden rajat ylittävistä vaikutuksista

Ympäristövaikutusten arvioinnissa ja tässä Espoon raportissa on kuvattu ja arvioitu Fyrskeppet Offshore -hankkeen mahdollisia vaikutuksia valtioiden rajat ylittävästä näkökulmasta. Fyrskeppetin tuulivoimapuiston rakentamisesta aiheutuvien rajat ylittävien vaikutusten arvioidaan olevan mahdollisia vain Suomessa. Espoon kuulemisessa suomalaisten asianomaisten kommentit ovat koskeneet pääasiassa valtion rajat ylittäviä vaikutuksia sekä vaikutuksia kaloihin, lintuihin, kaupalliseen kalastukseen, merenkulkuun ja meriturvallisuuteen.

Rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa suunniteltujen toimintojen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa hankealueelle. Koska etäisyys Suomeen on suuri, vaikutustekijöiden vaikutukset eivät pääosin aiheuta rajat ylittäviä vaikutuksia yhdellekään vastaanottajalle. Vedenalaisella melulla on rakennusvaiheessa rajoitettu paikallinen vaikutus kaloihin ja merinisäkkäisiin, kun otetaan huomioon toteutetut suojaustoimenpiteet. Sedimenttien leviäminen on myös paikallista ja väliaikaista hankealueella. Kaiken kaikkiaan ainoa valtioiden rajat ylittävän vaikutuksen uskotaan olevan visuaalinen vaikutus, sillä tuulivoimapuisto näkyy kaukana merellä Suomen talousvyöhykkeen alueen merenkulkijoille.

Lintujen osalta vaikutukset arvioidaan vähäisiksi tai merkityksettömiksi, ja erityistä huomiota kiinnitetään Natura 2000 -alueisiin ja matalampiin alueisiin, joilla voi esiintyä alleja, kun otetaan huomioon suuret suojaetäisyydet. Lisäksi tuulivoimaloiden vaikutuksesta yöllä muuttaviin pikkulintuihin laaditaan arviointiohjelma, ja törmäysriskin kasvaessa tuulivoimaloiden toimintaa valvotaan. Lintuihin ei odoteta kohdistuvan merkittäviä valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia. Sama koskee lepakoita, joiden osalta toteutetaan suojaustoimenpiteitä, jotta vältetään vaikutukset hankealueella mahdollisesti esiintyviin lepakoihin.

Sekä ruotsalaisen että suomalaisen kaupallisen kalastuksen osalta vaikutuksen katsotaan olevan vähäinen, koska kaupallisen kalastuksen merkitys hankealueella on vähäinen ja sillä katsotaan olevan vähäinen ympäristöarvo. Kalastusalusten kulkumahdollisuudet ja kalastus muilla kalastusmenetelmillä kuin troolauksella säilyvät alueella nykyisen kaltaisina. Merenkulun ja merenkulun riskien ei myöskään katsota aiheuttavan merkittäviä rajat ylittäviä vaikutuksia tai riskejä, koska merenkulkuun kohdistuvia seurauksia pidetään yleisesti ottaen vähäisinä. Merenkulkuun kohdistuvien kielteisten vaikutusten välttämiseksi toteutetaan useita suojaustoimenpiteitä. Hankealueella tapahtuva liikenne, johon mahdollinen reitin laajentaminen voi vaikuttaa, on hyvin vähäistä, ja liikenne vaikuttaa Suomeen erittäin vähäisessä määrin. Yhteenvedona voidaan todeta, että merkittäviä valtioiden rajat ylittäviä vaikutuksia ei katsota syntyvän.

16. Valvonta ja seuranta

ohjelma laaditaan yhteistyössä valvontaviranomaisten ja muiden asiaankuuluvien viranomaisten kanssa. Seurantaohjelma laaditaan rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaihetta varten.

Seurantaohjelman tarkoituksena on varmistaa, että suojaustoimenpiteet toimivat suunnitellulla tavalla,

että lupaehtoja noudatetaan ja että saadaan tietoa ympäristövaikutusten vähentämiseksi mahdollisimman paljon. Seurantaohjelman avulla voidaan myös seurata ympäristössä tapahtuvia muutoksia, jotka voivat aiheutua toiminnan seurauksena.

Ehdotus valvontaohjelmaksi laaditaan toiminnan yksityiskohtaisen suunnittelun aikana, ja sen suunnittelusta ja laajuudesta neuvotellaan hyvissä ajoin ennen rakennustöiden aiottua aloittamista. Seurantaohjelmassa määritellään, miten toiminnan tarkastus ja valvonta toteutetaan, käytettävät mittausmenetelmät, mittaustiheys ja arviointimenetelmät.

Valvontaohjelma perustuu lupapäätökseen ja sen ehtoihin. Laadittava valvontaohjelma perustuu seuraaviin seikkoihin:

- > Mitä pidetään toiminnan aiheuttamana merkittävänä vaikutuksena.
- > Kokemus vastaavista toimista.
- > Suojatoimenpiteitä ja varotoimenpiteitä koskevat määrätyt sitoumukset.

16.1 Valvonta paalutuksen aikana

Paalutustyöt aiheuttavat korkeita melutasoja, joita valvotaan ja seurataan sen varmistamiseksi, että melu ei ylitä vaikutusten arvioinnissa oletettuja tasoja, ottaen huomioon melunvaimennuslaitteet, jotka ovat tuplakuplaverhoja tai vastaavia.

Vedenalaisen melun seurantaohjelman on perustuttava seuraavaan tai vastaavaan menetelmään:

1. Ennen rakentamista laaditaan päivitetty vedenalainen melulaskelma tuulipuiston lopullista suunnittelua varten. Tämän laskelman on perustuttava todellisiin rakentamisen lähtötietoihin (mukaan lukien tuulivoimaloiden tarkka sijainti, käytetty paalutusenergia ja paalujen mitat). Vedenalaisen melun laskennassa on myös vahvistettava, että vaikutusten arvioinnissa käytetyt oletukset ja laskelmat voidaan täyttää lopullisen tuulipuistosuunnitelman ja todellisten perustusten paalutuspanosten avulla.

2. Yhtiön on mitattava paalujen asennuksesta aiheutuva vedenalainen melu neljässä ensimmäisessä perustuksessa. Vedenalaisen melun mittausta on suoritettava neljällä eri etäisyydellä Finngrundet Östra Bankenin Natura 2000 -alueeseen nähden (esim. 1 km, 2 km, 4 km ja 8 km etäisyydellä äänilähteestä tai muulla sopivalla etäisyydellä).

3. Jokaisen paalun lyönnin jälkeen on laskettava PTS/TTS-vaikutusalue kaloille ja hylkeille.

²²Kynnysarvo silakoille (TTS) on $LE_{cum,24h,painottamaton} = 186 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa s}$ ja kynnysarvo hylkeille (TTS) on $LE_{cum,24h,PCW} = 170 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa s}$.

4. PTS/TTS-vaikutusalueen tuloksia verrataan päivitettyyn vedenalaisen melun laskentaan (vaihe 1). Jos tulokset osoittavat, että todellinen vedenalainen melu ei ylitä PTS/TTS-laskelmaa, tarkistus on valmis.

5. Jos laskennan ja mittauksen välillä esiintyy poikkeamia, yrityksen on mukautettava asennustyöt siten, että PTS/TTS-tasot eivät ylitä laskettuja äänitasoja. Seurantamittaukset tehdään sen varmistamiseksi, että äänitasot eivät ylitä.

17. Alustava aikataulu

Alla on esitetty Fyrskeppetin tuulipuiston perustamisen alustava aikataulu, ks. Taulukko 17-1. Tuulivoimapuiston odotetaan olevan toiminnassa vuosien 2030–2031 aikana, mutta aikataulu on alustava, koska monet aikatauluun vaikuttavat tekijät ovat yhtiön vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella, kuten lupaprosessien viivästyminen, ja se milloin Svenska kraftnät aikanaan mahdollistaa verkkoon liittymisen, ja paikkakohtaiset geologiset olosuhteet, jotka tunnetaan täysin vasta geoteknisten koeporausten jälkeen.

Taulukko 17-1. Fyrskeppetin tuulipuiston alustava aikataulu. Sinisellä värillä viitataan toteutettavuustutkimusten ja lupaprosessien vaiheisiin ja vihreällä värillä rakentamisen ja käyttöönoton vaiheisiin

| Toiminta | Aloitusvuosi | | | | | | | | | |
|---|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | |
| 1. Tuulipuiston ja sisäisen kaapeliverkon lupaprosessi | ■ | | | | | | | | | |
| 2. Natura 2000 -verkostoa koskeva lupamenettely | ■ | | | | | | | | | |
| 3. Lupaprosessi tuulipuistoalueen lisärakennusteknisiä tutkimuksia varten | | ■ | | | | | | | | |
| 4. Vientikaapeleiden katsastusten lupamenettely ja niiden toteuttaminen | ■ | | | | | | | | | |
| 5. Vientikaapeleiden lupamenettely | | | ■ | | | | | | | |
| 6. Muut liitäntäkaapeleita koskevat luvat ja poikkeukset | | | | ■ | | | | | | |
| 7. Paikkakohtaiset geotekniset tutkimukset perustusten valintaa varten | | | | ■ | | | | | | |
| 8. Yksityiskohtainen suunnittelu, rahoitus, hankinnat | | | | ■ | | | | | | |
| 9. Verkkoyhteyden rakentaminen | | | | | | ■ | | | | |
| 10. Tuulivoimapuiston rakentaminen | | | | | | ■ | | | | |
| 11. Käyttöönotto | | | | | | | | ■ | | |

18. Viitteet

- Andersson, M., & Öhman, M. (2010). Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research*, 61, 642-650.
- Andersson, M., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B., Hammar, J., Persson, L., . . . Wikström, A. (2016). *Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning. Vindval rapport 6723*. Naturvårdsverket.
- Andersson, M., Sigray, P., & Persson, L. (2011). *Ljud från vindkraftverk i havet och dess påverkan på fisk. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6436*.
- Aneer, G. (1989). Herring (*Clupea harengus* L.) spawning and spawning ground characteristics in the Baltic Sea. *Fisheries Research*.
- Aneer, G., Florell, G., Kautsky, U., Nellbring, S., & Sjöstedt, L. (1983). In-situ observations of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) spawning behaviour in the Askö-Landsort area, northern Baltic proper. *Marine Biology*.
- AquaBiota. (2022b). *Fältundersökningar inom Fyrskeppet 2022*. AquaBiota.
- AquaBiota. (2023c). *Nulägesbeskrivning för fisk och marina däggdjur*. AquaBiota.
- AquaBiota. (2023d). *Undersökning av strömmingslek med eDNA metodik vid Finngrunders Östra bank*. AquaBiota.
- Artdatabanken. (2019). *Artfakta*. SLU Artdatabanken.
- Artdatabanken. (2022). Hämtat från www.artdatabanken.se
- Backer och Frias. (2013). *Planning the Bothnian sea*. Hämtat från <https://helcom.fi/media/publications/Planning-the-Bothnian-Sea.pdf>
- Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Ohlsson, H., Wahlberg, M., Rosenberg, R., & Åstrand Capetillo, N. (2012). *Vindkraftens effekter på marint liv. En syntesrapport. Vindval Rapport 6488*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Bergström, L., Lagenfelt, I., Sundqvist, F., Andersson, I., Andersson, M., & Sigray, P. (2013b). *Fiskundersökningar vid Lillgrund vindkraftpark – Slutredovisning av kontrollprogram för fisk och fiske 2002–2010. På uppdrag av Vattenfall Vindkraft AB. Havs och Vattenmyndigheten, Rapport nummer 2013:18,*
- Bergström, L., Sundqvist, F., & Bergström, U. (2013a). Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series*, 485, 199–210.
- Bergström, L., Öhman, M., Berkström, C., Isaeus, M., Kautsky, L., Nyström Sandman, A., . . . Wahlberg, M. (2022). *Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv – En syntesrapport om kunskapsläget 2021. Vindval*.

- Betke, K. (2014). *Underwater construction and operational noise at alpha ventus. s.l.: Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus.*
- Brust, V., & Hüppop, O. (2022). Underestimated scale of songbird offshore migration across the south-eastern North Sea during autumn. *Journal of Ornithology* 163, 51-60.
- Båmstedt, U., Larsson, S., Stenman, Å., Magnhagen, C., & Sigray, P. (2009). *Effekter av undervattensljud från havsbaserade vindkraftverk på fisk från Bottniska viken. Vinval Naturvårdsverket Rapport 5924.*
- Corell, H., Bradshaw, C., & Sköld, M. (2023). Sediment suspended by bottom trawling can reduce reproductive success in a broadcast spawning fish. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 282.
- Cresci, A., Durif, C., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A., & Browman, H. (2022a). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (*Melanogrammus aeglefinus*). *PNAS Nexus*, 1(4).
- Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., . . . Browman, H. (2022b). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). *Marine Environmental Research*, 176.
- CSA. (2019). *Evaluation of Potential EMF Effects on Fish Species of Commercial or Recreational Fishing Importance in Southern New England*. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, Sterling, VA. OCS Study BOEM 2019-049.
- Delling, S. O., & Kullander, B. (2012). *Ryggsträngsdjur: Strålfeniga fiskar*. ArtDatabanken SLU.
- DHI. (2023). *Resolving Key Uncertainties of Seabird Flight and Avoidance Behaviours at Offshore Wind Farms - Final report for the study period 2020-2021*. Vattenfall.
- Edblom Blomstrand, C., Hellström, M., Dahl, M., & Isaeus, M. (2019). *Kompletterande undersökning av fiskförekomst med eDNA, samt undersökning av bentiska arter med Dropvideo, på Finngrundan, Gävleborgs län*. AquaBiota.
- Energiforsk. (2022). *Frågor och svar om EMF*. Hämtat från <https://energiforsk.se/program/elektriska-och-magnetiska-falt/fragor-och-svar/> den 05 12 2022
- 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), 2238-2249.
- Enhus, C., Müller, R., Ogonowski, M., & Isaeus, M. (2017). *Kontrollprogram för vindkraft i vatten. Sammanställning och granskning, samt förslag till rekommendationer för utformning av kontrollprogram. Vindval rapport 6741.*
- Folkhälsomyndigheten. (2014). *Folkhälsomyndighetens allmänna råd (FoHMFS 2014:13)*.
- Fox, A. D., & Petersen, I. K. (2019). *Offshore wind farms and their effects on birds*. Dansk ornithologisk forenings tidsskrift 113: 86–101.

- Geffen, A. J. (2009). Advances in herring biology: from simple to complex, coping with plasticity and adaptability. *ICES Journal of Marine Science*.
- Gollash, S., & Rosenthal, H. (2006). The world's busiest man-made water-way and biological invasions. i S. Gollasch, B. Falil, & A. Cohen, *Bridging Divides: maritime canals as invasion corridors. Monographiae Biologicae 83*. Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5047-3_2
- Green, M., & Nilsson, L. (2007). *Rastande och flyttande fåglar vid Finngrundén 2007. En förstudie inför etablering av vindkraftverk till havs*. Lund: Ekologiska institutionen, Lunds Universitet.
- Haeghele, C., & Schweigert, J. (1985). Distribution and Characteristics of Herring Spawning Grounds and Description of Spawning Behavior. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.
- Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R., & Granmo, Å. (2009). *Miljöeffekter vid muddring och dumpning - En litteratursammanställning. Rapport 5999*. Naturvårdsverket.
- Han, F., Jamsandekar, M., Pettersson, M. E., Leyi, S., Fuentes-Pardo, A. P., Davis, B. W., . . . Andersson, L. (2020). Ecological adaptation in Atlantic herring is associated with large shifts in allele frequencies at hundreds of loci. *eLife*.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2022c). *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. Statlig planering i territorialhav och ekonomisk zon*. Havs- och vattenmyndigheten.
- HELCOM. (2023b). *TACs and Quotas*. Hämtat från <https://helcom.fi/action-areas/fisheries/management/tacs-and-quotas/> den 21 03 2023
- Heliaca Naturvårdskonsulting. (2023a). *Sångsvanars vårsträck över södra Bottenhavet och förbi vindkraftpark Fyrskeppet under 2023*. Heliaca Naturvårdskonsulting.
- Heliaca Naturvårdskonsulting. (2023b). *Rastande fåglar vid vindkraftpark Fyrskeppet från mars 2022 till februari 2023*. Heliaca Naturvårdskonsulting.
- Heliaca Naturvårdskonsulting. (2023c). *Rapport GPS-märkta silltrutar (Larus fuscus fuscus) nyttjande av den planerade vindkraftparken Fyrskeppet*. Heliaca Naturvårdskonsulting.
- Heliaca Naturvårdskonsulting. (2023d). *Sjöfågelsträck vid undersökningsområdet för vindkraftpark Fyrskeppet 2022*. Heliaca Naturvårdskonsulting.
- Heliaca Naturvårdskonsulting. (2024). *Fåglar vid vindkraftpark Fyrskeppet från mars till december 2023*. Heliaca Naturvårdskonsulting.
- Højgård Petersen, A., Clausen, P., Gamfelt, L., Hansen, J., Norling, P., Roth, E., . . . Tunón, H. (2018). The Sound: Biodiversity and ecosystem services in a densely populated and heavily exploited area. i Tunón, *Biodiversity and ecosystem services in Nordic coastal ecosystems: an IPBES-like assessment. Volume 2. The geographical case studies. TemaNord 2018:532*. Nordic Council of Ministers. doi:<https://doi.org/10.6027/TN2018-532>
- ICES. (2020). *Baltic Sea ecoregion – Fisheries overview. ICES Fisheries Overviews, version 2, 3 December 2020*.

- Johansson, A., & Andersson, M. (2012). *Ambient underwater noise levels at Norra Midsjöbanken during construction of the Nord Stream Pipeline. FOI-R-3469-SE.*
- Jong, K. d., Forland, T. N., Amorim, M. C., Rieucou, G., Slabbekoorn, H., & Sivle, L. D. (2020). Predicting the effects of anthropogenic noise on fish reproduction. *Fish Biology and Fisheries*, 30:245–268.
- Karlsson, M., Kraufvelin, P., & Östman, Ö. (2020). *Kunskapsammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En synter av grumlingens dos och varaktighet. Aqua reports 2020:1. Drottningholm Lysekil Öregrund: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser.*
- 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 windfarms in the North Sea. *Environmental Pollution*, 290.
- Krone, R., Gutow, L., Brey, T., Dannheim, J., & Schröder, A. (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.
- Ladich, F. (. (2015). *Sound communication in fishes (Vol. 4).* Springer.
- Larsson, S., Yngwe, R., & Soler, T. (2022). *Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten.* Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.
- 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.
- Länsstyrelsen Gävleborg. (2016). *Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0630262 Finngrundet Västra banken och SE0630263 Finngrundet Norra banken.*
- Länsstyrelsen Gävleborg. (2018). *Bevarandeplan för SE0630260 Finngrundet - Östra banken.*
- Madsen, P., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K., & Tyack, P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: Implications of current knowledge and data needs. *Marine Ecology Progress Series*, 309, 279-295.
- Meekan, M., Speed, C., McCauley, R., Fisher, R., Birt, M., Currey-Randall, L., . . . Parsons, M. (2021). A large-scale experiment finds no evidence that a seismic survey impacts a demersal fish fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(30).
- Methratta, E. T., & Dardick, W. R. (2019). Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*.
- Mueller-Blenkle, C. G. (2010). *Behavioural reactions of cod and sole to playback of pile driving sound. J. Acoust. Soc. Am.* 128, 2331.

- Naisbett-Jones, L., Putman, N., Stephenson, J., Ladak, S., & Young, K. (2017). A magnetic map leads juvenile European eels to the Gulf Stream. *Current Biology*, 27, 1236-1240.
- Naturvårdsverket. (2010). *Undersökning av utsjöbankar - Inventering, modellering och naturvärdesbedömning. Rapport 6385*.
- Naturvårdsverket. (2017). *Förutsättningar för provningar och tillsyn i Natura 2000-områden. Handbok 2017:1, utgåva 1*. Stockholm: Naturvårdsverket. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/publikationer/0100/forutsattningar-for-provningar-och-tillsyn-i-natura-2000-omraden--handbok-20171/>
- Naturvårdsverket. (2023b). *Kartverket Skyddad natur*. Hämtat från <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Nikolopoulos, A., & Wikström, S. A. (2007). *Provfiske av demersal fisk vid Finngrunden maj och augusti 2007*. AquaBiota Water Research.
- Nilsson, C. m. (2019). Revealing patterns of nocturnal migration using the European weather radar network. *Ecography* 42, 876–886.
- Nilsson, C., Dokter, A. M., Verlinden, L., Shamoun-Baranes, J., & Schmid, B. (2019). Revealing patterns of nocturnal migration using the European weather radar network. *Ecography* 42: 876–886. doi: 10.1111/ecog.04003.
- Nilsson, L., & Haas, F. (2016). *Inventeringar av rastande och övervintrande sjöfåglar och gäss i Sverige. Årsrapport för 2015/2016*. Biologiska institutionen, Lunds universitet.
- NOAA. (2018). *Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0)*, NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59. Silver Spring, MD 20910, USA: April, National Marine Fisheries Service.
- Nord Stream 2 AG. (2017). *Espoo Report. Doc. No. W-PE-EIA-POF-REP-805-040100EN-06, 1 April*.
- Nyberg, J., Zillén-Snowball, L., & Strömstedt, E. (2022). Spatial characterization of seabed environmental conditions and geotechnical properties for the development of marine renewable energy in Sweden. *Quarterly Journal of Engineering*, 55.
- Ottvall Consulting. (2023). *Sjöfågelinventeringar från flyg på Finngrunden-Fyrskippet*. Ottvall Consulting, 2023-05-17.
- Ottvall, R. (2022). *Fåglar på Södra Midsjöbanken: fågelförekomst i förhållande till planerad vindkraft*. Ottvall Consulting AB.
- Ottvall, R. (2023b). *Kollisionsriskmodellering av migrerande sångsvan och sädgås vid Fyrskippet Offshore*. Ottvall Consulting AB. Framtagen på uppdrag av Fyrskippet Offshore AB.
- 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. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140, 2913-2922.

- Parmanne, R., Rechlin, O., & Sjöstrand, B. (1994). Status and future of herring and sprat stocks in the Baltic Sea. *Dana*.
- Popper, A., & Hastings, M. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, 75(3), 455-489.
- Popper, A., & Hawkins, A. (2018). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds of fishes. *Journal of Fish Biology*, 94, 692-713.
- Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., & Tavalga, W. (2014). *Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report*.
- Popper, L., & Fay, R. (2011). Rethinking sound detection by fishes. *Hear Res* 273:25-36.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.heares.2009.12.023>
- Putman, N., Jenkins, E., Michielsens, C., & Noakes, D. (2014). Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. *J. R. Soc. Interface*, 11.
- Putman, N., Lohmann, K., Putman, E., Quinn, T., Klimley, A., & Noakes, D. (2013). Evidence for geomagnetic imprinting as a homing mechanism in Pacific Salmon. *Current Biology*, 23, 312-316.
- Sigray, P., Andersson, M., & Fristedt, T. (2009). *Partikelrörelser i vatten vid ett vindkraftverk: akustisk störning på fisk. VINDVAL Rapport 5963-7*.
- Skaret, G., Axelsen, B., Nøttestad, L., Fernö, A., & Johannessen, A. (2005). The behaviour of spawning herring in relation to a survey vessel. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1061-1064.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.05.001>
- Skov, H. H. (2011). *Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- 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 Artdatabanken. (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020*. Uppsala: SLU.
- Smith, M., & Monroe, J. (2006a). Causes and consequences of sensory hair cell damage and recovery in fishes. *Fish hearing and bioacoustics*, 393-417.
- Smith, M., Coffin, A., Miller, D., & Popper, A. (2006b). Anatomical and functional recovery of the goldfish (*Carassius auratus*) ear following noise exposure. *Journal of Experimental Biology*, 209(21), 4193-4202.
- Strøm, J., Thorstad, E., Hedger, R., & Rikardsen, A. (2018). Revealing the full ocean migration of individual Atlantic salmon. *Animal Biotelemetry*, 6(2).
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., & Piper, W. (2006). *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.

- Tougaard, J., Hermannsen, 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>
- Trenkel, V., Huse, G., MacKenzie, B., Alvarez, P., Arrizabalaga, H., Castonguay, M., . . . Speirs, D. (2014). Comparative ecology of widely distributed pelagic fish species in the North Atlantic: Implications for modelling climate and fisheries impacts. *Progress in Oceanography*.
- Urho, L., & Hildén, M. (1990). Distribution patterns of Baltic herring larvae, *Clupea harengus* L., in the coastal waters off Helsinki, Finland. *Journal of Plankton Research*.
- van der Knaap, I., Slabbekoorn, H., Moens, T., Van den Eynde, D., & Reubens, J. (2022). Effects of pile driving sound on local movement of free-ranging Atlantic cod in the Belgian North Sea. *Environmental Pollution*, 300.
- Vandendriessche, S., Derweduwen, J., & Hostens, K. (2015). Equivocal effects of offshore wind farms in Belgium on soft substrate epibenthos and fish assemblages. *Hydrobiologia*, 756, 19-35.
- Wahlberg, M., & Westerberg, H. (2005). Hearing in fish and their reactions to sound from offshore wind farms. *Marine Ecology Progress Series*, 288, 295-309.
- Welcker, J., & Vilela, R. (2019). *Weather-dependence of nocturnal bird migration and cumulative collision risk at offshore wind farms in the German North and Baltic Seas*. Technical report. BioConsult SH, Husum. 70 pp.
- Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, 15, 369-375.
- Westerberg, H., Rönnbäck, P., & Frimansson, H. (1996). Effects of suspended sediments on cod egg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod. *ICES Council Meeting Papers* 13, 13.
- Wilson, B. B. (2004). Pacific and Atlantic herring produce burst pulse sounds. Proceedings of the Royal Society of London. *Series B: Biological Sciences*, 271(suppl_3), S95-S97.