

ENNEN RUOTSIN TALOUSVYÖHYKELAIN JA MANNERJALUSTALAIN MUKAISEN LUVAN HAKEMISTA

KUULEMISASIAKIRJA

Bothnia offshore KAPPA -TUULIPUISTO JA SIIHEN LIITTYVÄ SISÄINEN
KAAPELIVERKKO RUOTSIN TALOUSVYÖHYKKEELLÄ
ITÄMERELLÄ

19.6.2022

Toiminnanharjoittaja

Njordr Offshore Wind AB

Kungsgatan 7
652 24 Karlstad

www.njordroffshorewind.com

Yhtiön rekisteröintinumero: 559308-6019

Åsa Karlberg, hankejohtaja

asa.karlberg@njordroffshorewind.eu

Konsultti

Ecogain AB

Pääkonttori:
Östra Strandgatan 26 A
903 33 UMEÅ

www.ecogain.se

Yhtiön rekisteröintinumero: 556761-6668

Hanketiedot

Bothnia Offshore Kappa

Hankkeen omistaja: Njordr Offshore Wind AB – Vindkraft Värmlandin ja Njordrin yhteistyö

Raportti: Ennen Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukaisen luvan hakemista –
Kuulemisasiakirja – Bothnia Offshore Kappa -tuulipuisto ja siihen liittyvä sisäinen
kaapeliverkko

Laatijat: Anna Bergström ja Charlotta Ruuskanen, Ecogain, sekä Niklas Sondell ja Rolf-Erik
Keck, Njordr Offshore Wind AB.

Tarkastanut: Åsa Karlberg, Njordr Offshore Wind AB.

Taustakarttoihin sovelletaan Ruotsin maanmittauslaitoksen (© Lantmäteriet) avointa dataa.

Muiden maantieteellisten tietojen lähde: EMODnet, Ruotsin energiavirasto, Ruotsin
puolustusvoimat, Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HELCOM, Ruotsin lääninhallitus,
Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, Ruotsin geologinen tutkimuslaitos SGU, Ruotsin
metsähallitus, Ruotsin liikennevirasto ja Vindlov.

Kansikuva: Merituulipuisto.

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	6
1.1 Taustatiedot	6
1.2 Voimassa oleva lainsäädäntö ja kuuleminen	7
1.2.1 Kuulemisen rajaaminen.....	8
1.3 Hallinnolliset tiedot	11
2. Sijaintitutkimus ja hankkeen kuvaus	11
2.1 Sijaintitutkimus	11
2.1.1 Sijainnin valinta	11
2.2 Päävaihtoehdon kuvaus	13
2.2.1 Suunnitteluvaihtoehdot	18
2.3 Nollavaihtoehto	18
2.4 Tuulipuiston laajuus ja suunnittelu	18
2.4.1 Tuulivoimat ja niiden sijoittelu	19
2.4.2 Perustukset ja ankkurointi	22
2.4.3 Pohjaan ankkuroidut perustukset	22
2.4.4 Sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät	23
2.4.5 Esteiden merkintä	24
2.4.6 Kokoonpano-/rakentamisvaihe.....	24
2.4.7 Käyttövaihe	25
2.4.8 Purkaminen ja käytöstä poistaminen.....	25
3. Aluetta koskevat oletukset ja ennakoituvat ympäristövaikutukset	27
3.1 Suunnitteluolosuhteet	27
3.1.1 Merialuesuunnitelma	27
3.1.2 Meriympäristön hallinta ja ympäristölaatu-normit.....	29
3.1.3 HELCOMin Itämeren toimintasuunnitelma	29
3.2 Lähellä sijaitsevat tuulipuistot	30
3.3 Tuulivoimavarat	32
3.4 Kaapelit ja putket	33
3.5 Kansallisesti merkittävät alueet	35
3.6 Maisemakuva	41

3.7	Merentutkimus ja merigeologia	45
3.7.1	Vaikutus merivirtoihin ja niiden sekoittumiseen.....	45
3.8	Luonnonympäristö	47
3.8.1	Suojelualueet.....	48
3.8.2	Merenpohjan eliöstö.....	50
3.8.3	Kalat.....	51
3.8.4	Merinisäkkäät.....	52
3.8.5	Linnut	53
3.8.6	Lepakot.....	54
3.8.7	Lajien suojelu ja luonnon monimuotoisuus	54
3.9	Kulttuuriympäristö	55
3.10	Ulkoilu ja virkistys	57
3.11	Luonnonvarat	57
3.11.1	Ammattikalastus.....	57
3.12	Meriliikenne	59
3.13	Melu	61
3.13.1	Matalat taajuudet ja infraäänit	63
3.13.2	Vedenalainen melu.....	63
3.14	Varjot	63
3.15	Riskit ja turvallisuus	64
3.16	Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys	67
4.	Tulevat työt	67
4.1	Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)	67
4.2	Suunnitellut tutkimukset ympäristöluvan myöntämiseen saakka.....	68
4.3	Suunnitellut tutkimukset annetun ympäristöluvan mukaisesti.....	70
4.4	Alustava aikataulu ja toteutus	71
	Lähdeluettelo	73
	Liite 1. Käsitteet ja määritelmät	80
	Liite 2. Kuulemiskierros	81
	Liite 3. Melulaskelmat Nord2000	84
	Liite 4. Melulaskelmat (Tanskan malli)	84
	Liite 5. Kuvaesitys	84

TIIVISTELMÄ

Njordr Offshore Wind AB aikoo hakea Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) ja Ruotsin mannerjalustalain (1966:314) mukaista lupaa Bothnia Offshore Kappa -tuulipuiston rakentamiseen Ruotsin talousvyöhykkeelle. Suunnitteilla on enintään 74 tuulivoimalaa, joiden enimmäiskorkeus on 330 metriä.

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

Bothnia Offshore Kappa -hankealue sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä. Hankealueen pohjoisosa sijaitsee Perämeren merialueella ja eteläosa Selkämeren pohjoisosan ja Merenkurkun merialueella. Lähimmälle saarelle eli hankealueen lounais-/länsipuolella sijaitsevalle Stora Fjäderäggin saarelle on matkaa noin 23 kilometriä. Stora Fjäderägg kuuluu Holmöarnan saariryhmään, ja lähin Holmönin saari on noin 24 kilometrin päässä. Lähin mitattu matka mantereelle on (Rataskärin lähellä sijaitsevaan) Ratanin kylään. Ratan on Bygdeån eteläpuolella Robertsforsin kunnassa, noin 36 kilometrin päässä. Uumajaan on matkaa noin 55 kilometriä. Noin 30 kilometriä hankealueen eteläpuolella on Suomelle kuuluva, Merenkurkun saaristossa sijaitseva Björkönin saari. Hankealue on avomerta, jolla ei ole saaria.

Ympäristövaikutusten arviointia koskevan työn yhteydessä tehdään perusteellisia tutkimuksia, jotka koskevat pääasiassa merenpohjan olosuhteita, luontoarvoja, linnustoa ja meriarkeologiaa. Selvitykset ja kuulemisen lausumot muodostavat perustan lupahakemusta varten tehtävälle tuulipuiston lopulliselle suunnittelulle ja ympäristövaikutusten arvioinnille.

Tällä hetkellä saatavilla olevien tietojen perusteella arvioimme, että hankkeen merkittävimpiä kielteisiä ympäristövaikutuksia ovat mahdolliset vaikutukset merieläimiin ja muuttolintuihin. Arvio voi muuttua suunniteltujen tutkimusten tulosten perusteella.

Hankkeella odotetaan olevan myös monia myönteisiä ympäristövaikutuksia. Tärkein niistä on se, että tuulipuisto tuottaa suuren määrän uusiutuvaa sähköä, mikä edistää ilmastonmuutokseen sopeutumista. Tämän lisäksi meriliikenteen aiheuttamat häiriöt eläimistöille ja mahdollinen troolaus hankealueella voivat vähentyä.

1. JOHDANTO

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

1.1 Taustatiedot

Ruotsi on laatinut energiapoliittiset tavoitteet, joissa todetaan muun muassa, että Ruotsin sähköntuotannon olisi oltava 100-prosenttisesti uusiutuvaa vuoteen 2040 mennessä ja että kasvihuonekaasujen nettopäästöjen ilmakehään olisi poistuttava vuoteen 2045 mennessä. Tuulivoimalla voi olla tärkeä merkitys siirryttäessä ekologisesti kestävämpään yhteiskuntaan, sillä se tehostaa sähkönkäyttöä ja uusiutuvien energiamuotojen käyttöönottoa ympäristön kannalta hyväksyttävän tekniikan avulla.

Vuonna 2021 tuulivoiman osuus Ruotsin sähköntuotannosta oli 17 prosenttia eli 27 terawattituntia (Energimyndigheten, 2021a), mutta Ruotsin energiaviraston Energimyndighetenin mukaan merituulivoiman suunnitellun osuuden pitäisi olla noin 50 terawattituntia, jotta energiapoliittiset tavoitteet voidaan saavuttaa (Havs- och vattenmyndigheten, 2022a). Vuonna 2018 merituulivoimaa tuotettiin noin 0,67 terawattituntia (Energimyndigheten, 2019). Tällä hetkellä merituulipuistoja on kolme: Lillgrund, Bockstigen ja Kårehamn.

Hallitus laati tammikuussa 2022 sähköistämistrategian, jonka tavoitteena on luoda perusta ilmastotavoitteiden saavuttamista edistävän kattavan sähköistämisen toteuttamiselle. Siinä kuvataan useita pitkän aikavälin skenaarioita sähköjärjestelmän kehittämiseksi vuoteen 2045 mennessä tulevaisuuden sähkönkäytön eri tasoilla. Skenaariot, joissa sähköistysaste on korkein, viittaavat sähkön kysynnän mahdolliseen kaksinkertaistumiseen nykyisestä 140 TWh:sta noin 280 TWh:iin vuonna 2045. Lisääntyneestä sähkönkysynnästä noin 75 prosenttia arvioidaan johtuvan teollisuuden sähköistämisestä, jossa pelkästään fossiilitonta rauta- ja terästuotantoa koskevat suunnitelmat voivat lisätä sähkönkysyntää 75–80 TWh vuoteen 2045 mennessä (hallitus, 2022). Suuri osa uudesta sähköntarpeesta on Pohjois-Ruotsissa, esimerkiksi Bodenin, Jällivaaran ja Kiirunan suurten teollisuusinvestointien vuoksi.

Hallitus päätti helmikuussa 2022 hyväksyä Ruotsin ensimmäiset kansalliset merisuunnitelmat. Merialuesuunnitelmissa osoitetaan alueita, jotka mahdollistavat 20–30 TWh:n merituulivoiman tuotannon. Merisuunnitelmia koskevan päätöksen yhteydessä hallitus on myös antanut Ruotsin energiavirastolle, Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirastolle sekä useille muille keskusviranomaisille tehtäväksi laatia yhdessä suunnittelukehyksen, jonka avulla merituulivoimaa voidaan tuottaa yhteensä 120 TWh (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022b).

Njordr Offshore Wind AB tutkii nyt mahdollisuutta tuottaa tuulivoimaa Ruotsin talousvyöhykkeellä Perämeren ja pohjoisen Selkämeren/Merenkurkun raja-alueella, joka sijaitsee Stora Fjäderäggin (noin 23 kilometrin päässä) ja Holmönin (noin 24 kilometrin päässä) saarten itä-/koillispuolella ja noin 36 kilometrin päässä mantereella sijaitsevan, Robertsforsin kuntaan kuuluvan Ratanin kylän itäpuolella. Uumajaan on matkaa noin 55 kilometriä. Noin 30 kilometriä hankealueen eteläpuolella on Suomelle kuuluva, Merenkurkun saaristossa sijaitseva Björkönin saari.

Turbiinien sijoituspaikoissa veden syvyys vaihtelee noin 45–65 metrin välillä, mutta koko hankealueella veden syvyys on enimmillään noin 80 metriä.

Hankkeella on sijaintinsa ansiosta hyvät mahdollisuudet vastata uusiutuvan energian kasvavaan tarpeeseen alueella, jolla sähköistäminen on lisääntynyt.

1.2 Voimassa oleva lainsäädäntö ja kuuleminen

Suunniteltu tuulipuisto edellyttää Ruotsin hallituksen lupaa Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaisesti. Lupahakemusmenettelyssä sovelletaan Ruotsin ympäristölain lukuja 2–4 sekä luvun 5 pykälä 3–5 ja 18. Asiasta tehdään erityinen ympäristöarviointi, ja toiminnanharjoittaja laatii YVA:n, ks. Tabell 1.

Mannerjalustalain (1966:314) mukaan hallituksen lupa tarvitaan myös tuulipuiston sisäiseen kaapeliverkkoon sekä tutkimuksiin ennen vedenalaisten kaapelien ja putkistojen asettamista mannerjalustalle ja sen aikana, ks. Tabell 1. Tämä kuulemisasiakirja koskee siten sekä tuulipuistoa että sisäistä kaapeliverkkoa.

Ympäristöarvioinnista annetun asetuksen (2017:966) 6 §:n mukaan suunnitelluilla toimilla oletetaan olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia, mikä tarkoittaa, että toteutetaan rajauskuuleminen. Sen vuoksi tutkivaa kuulemista ei ole järjestetty.

Tämä asiakirja muodostaa perustan rajauskuulemiselle. Ruotsin ympäristölain 6 luvun 30 §:n mukaan kuuleminen suoritetaan lääninhallituksen, valvontaviranomaisen ja sellaisten henkilöiden kanssa, joihin toiminnan oletetaan vaikuttavan erityisesti, sekä muiden valtion viranomaisten, kuntien ja kansalaisten kanssa, joihin toiminnan voidaan olettaa vaikuttavan.

Ruotsin talousvyöhykelain (1992:1140) mukaan hakemuksen käsittelystä vastaa sen läänin lääninhallitus, jossa Ruotsin merialue on lähimpänä suunniteltua toimintaa. Bothnia Offshore Kappa -hankkeessa tämä on Västerbottenin läänin lääninhallitus. Koska hanke sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä ja alueella, joka voi vaikuttaa muiden maiden etuihin, neuvotteluja käydään myös valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskevan yleissopimuksen (Espoon sopimus) mukaisesti. Kuulemisen piiriin kuuluviksi määritellyt toimijat on lueteltu liitteessä 2.

Erityinen ympäristöarviointi tarkoittaa, että toiminnanharjoittaja järjestää kuulemisen ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) laajuudesta ja yksilöi, arvioi ja dokumentoi suunniteltujen toimenpiteiden ympäristövaikutukset YVA:ssa, ja että luvan myöntävä viranomainen täydentää YVA:n tämän jälkeen. Lupaprosessin eri vaiheet esitetään kaaviona Figur 1.

Kuulemismenettelyn avulla viranomaiset, organisaatiot ja suuri yleisö voivat antaa lisätietoja ja esittää näkemyksiään suunnitelluista toimista.

Njordr Offshore Wind aikoo nyt hankkia tietoja ja näkemyksiä YVA:n sisällöstä ja suunnittelusta sekä hankkeen sijainnista, laajuudesta ja suunnittelusta sekä sen suorista ja välillisistä ympäristövaikutuksista. Ympäristövaikutukset voivat olla myönteisiä tai kielteisiä, tilapäisiä tai pysyviä, ja ne voivat ilmetä lyhyellä, keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä seuraavien seikkojen osalta:

- väestön ja ihmisten terveys
- eläin- tai kasvilajit, jotka on suojeltu Ruotsin ympäristölain 8 luvun mukaisesti, ja muu luonnon monimuotoisuus
- maanpinta, maaperä, vesi, ilma, ilmasto, maisemat ja kulttuuriympäristöarvot
- maa- ja vesialueiden sekä yleisen fyysisen ympäristön hoito
- muu kotitalouksien materiaalien, raaka-aineiden ja energian hallinta
- muut ympäristön osat.

Suunnitelluista toimista kerrotaan tarkemmin luvussa 2.

1.2.1 Kuulemisen rajaaminen

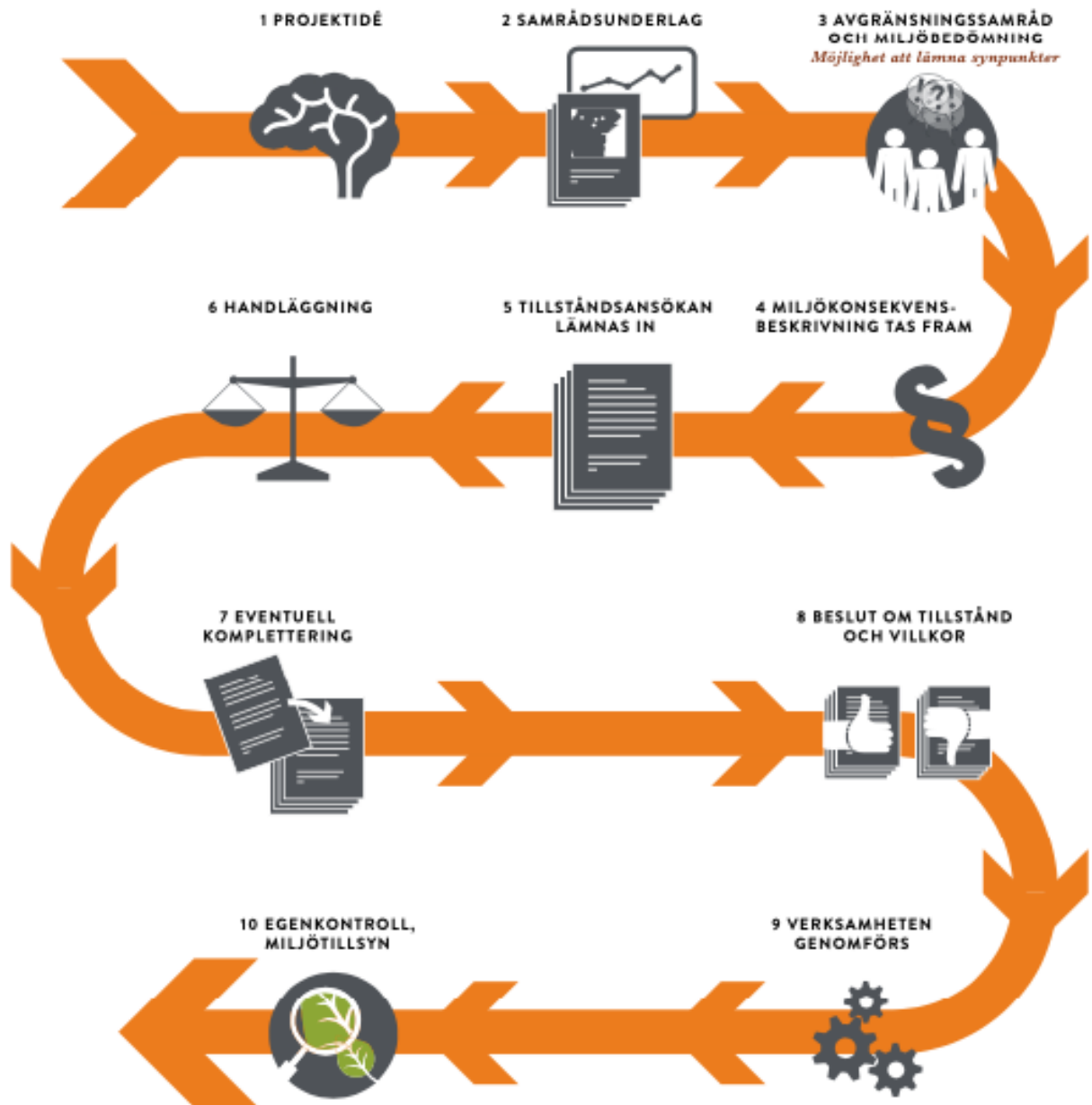
Bothnia Offshore Kappa -tuulipuiston perustaminen edellyttää myös muita kuin kohdassa 1.2 *Voimassa oleva lainsäädäntö* mainittuja lupia. Nämä luvat haetaan ja harkitaan erikseen, eikä niitä käsitellä tässä kuulemisasiakirjassa. Taulukossa 1 on kuvattu tähän kuulemisasiakirjaan sisältyvät asiat ja kuulemisasiakirjan ulkopuolelle rajatut asiat.

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

Toiminta	Lain edellyttämät luvat	Ajankohta
Tuulipuisto	Ruotsin talousvyöhykelaki (1992:1140). Lupahakemusprosessissa sovelletaan Ruotsin ympäristölain lukuja 2–4 ja luvun 5 pykälä 3–5 ja 18. Lisäksi tehdään erityinen ympäristöarviointi ja toiminnanharjoittajan on laadittava YVA.	Tämä kuuleminen ja sitä seuraava lupahakemus

Tuulipuistoon kuuluvat sisäiset kaapeliverkot	Mannerjalustalaissa (1966:314) määrätään tutkimuksista ennen vedenalaisten kaapelien ja putkistojen asettamista mannerjalustalle ja sen aikana.	Tämä kuuleminen ja sitä seuraava lupahakemus
Merenpohjan kartoitukset	Lupahakemus mannerjalustalain (1966:314) mukaan tai ilmoitus Ruotsin geologiselle tutkimuslaitokselle (SGU).	Erillinen hakemus/ilmoitus
Tuulipuiston yhdistäminen Ruotsin alueen ulkopuoliseen maa-alueeseen	Mannerjalustalaissa (1966:314) määrätään mannerjalustalla sijaitsevien, tuulipuistosta (sähköasemalta) maalla sijaitseviin ilmajohtoihin kytkettävien kaapelien sulkemisesta ja käytöstä Ruotsin talousvyöhykkeellä ja aluevesillä.	Erillinen hakemus
Tuulipuiston yhdistäminen Ruotsin alueella sijaitsevaan maa-alueeseen	Ruotsin sähkölaki (1997:857; toimilupa) yhdyskaapelien ja/tai ilmajohtojen käytöstä poistamisesta ja käytöstä Ruotsin alueella.	Erillinen hakemus
Yhdyskaapelien ja/tai ilmajohtojen käytöstä poistaminen ja käyttö Ruotsin alueella	Ruotsin ympäristölaki (1998:808)	Erillinen hakemus
Kytkeä Ruotsin kantaverkkoon	Lupa ja kyky kytkeytyä pääsähköverkkoon.	Erillinen hakemus

TILLSTÅNDSPROCESSEN



Figur 1 Lupahakemusprocessens kaavio. Tätä kuulemisasiakirjaa käytetään rajaamiskuulemisen perustana (kohta 3).

1.3 Hallinnolliset tiedot

Tabell 2 esittää hallinnolliset tiedot, joihin tämä kuulemisasiakirja perustuu.

Tabell 2 Hallinnolliset tiedot

Toiminnanharjoittaja	Njordr Offshore Wind AB
Yhtiön rekisteröintinumero	559308-6019
Postiosoite (pääkonttori)	Kungsgatan 7, 652 24 Karlstad
Yhteyshenkilö	Åsa Karlberg, hankejohtaja, Njordr Offshore Wind AB
Puhelinnumero	0703- 82 65 81
Voimalaitoksen nimi	Bothnia Offshore Kappa
Sijainti	Perämeren ja pohjoisen Selkämeren merialueet sekä Merenkurkun osa-alue B101, Ruotsin talousvyöhyke

2. SIJAINNITUTKIMUS JA HANKKEEN KUVAUS

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

2.1 Sijaintitutkimus

Koska suunnitelluilla toimilla oletetaan automaattisesti olevan merkittäviä ympäristövaikutuksia, tulevaisuuden ympäristövaikutusten arvioinneissa on mahdollisuuksien mukaan ilmoitettava vaihtoehtoiset sijaintipaikat ja eri suunnitteluvaihtoehdot, joita on tutkittu hankkeen yhteydessä. Lisäksi on esitettävä nollavaihtoehto. Luvussa 2.1.1 *Sijainnin valinta* kuvattu valintaprosessi on toteutettu sopivimman paikan kartoittamiseksi tuulivoimapuiston rakentamista varten. Sijainnin valintamenetelmä kuvataan tarkemmin YVA:ssa.

Ruotsin ympäristölain johdannossa todetaan, että maata, vettä ja fyysistä ympäristöä on käytettävä siten, että varmistetaan ekologiselta, sosiaaliselta, kulttuuriselta ja sosioekonomiselta kannalta hyvä pitkän aikavälin hallinta. Lisäksi Ruotsin energiapoliittisissa tavoitteissa todetaan, että tuulivoimaa laajennetaan huomattavasti ja että laajentumisen on tapahduttava useissa paikoissa samaan aikaan.

2.1.1 Sijainnin valinta

Tuulivoiman kehittämiseen soveltuva alue edellyttää hyviä tuuliolosuhteita ja vähän etuvastakohtia, mutta myös hyviä mahdollisuuksia laajamittaiseen toimintaan yhteisten kustannusten kattamiseksi esimerkiksi verkkoyhteyksien osalta.

Bothnia Offshore Kappa -hankkeen ehdotettu sijoituspaikka perustuu Itämeren Ruotsille kuuluvan osan, Selkämeren ja Pohjanlahden kattavaan soveltuvuusarvioon, jossa on huomioitu tulevat energiantarpeet, tekninen ja kaupallinen toteutettavuus, ympäristöolosuhteet sekä ympäristövaikutukset ja muut, mahdollisesti vastakkaiset intressit. Tavoitteena on ollut tunnistaa ne harvat alueet, jotka maksimoivat ilmasto- ja ympäristöhyödyt ja samalla minimoivat vaikutukset luontoon ja ympäristöön sekä mahdolliset kielteiset vaikutukset ihmisten terveyteen.

Analyysi perustuu mahdollisten tuulivoimavarojen (ks. kohta 3.3 *Tuulivoimavarat*), teknisen ja kaupallisen toteutettavuuden sekä etuvastakohtien peruskartoitukseen. Etäisyys maahan, merenpohjan syvyys ja taloudelliset olosuhteet ovat myös olleet tärkeitä näkökohtia sijainnin valinnassa.

Njordr Offshore Wind laatii aina lukuisia erilaisia parametreja, joihin koko Itämeren ja Pohjanlahden kattava sijaintipaikkaprosessi perustuu. Näitä ovat muun muassa seuraavat:

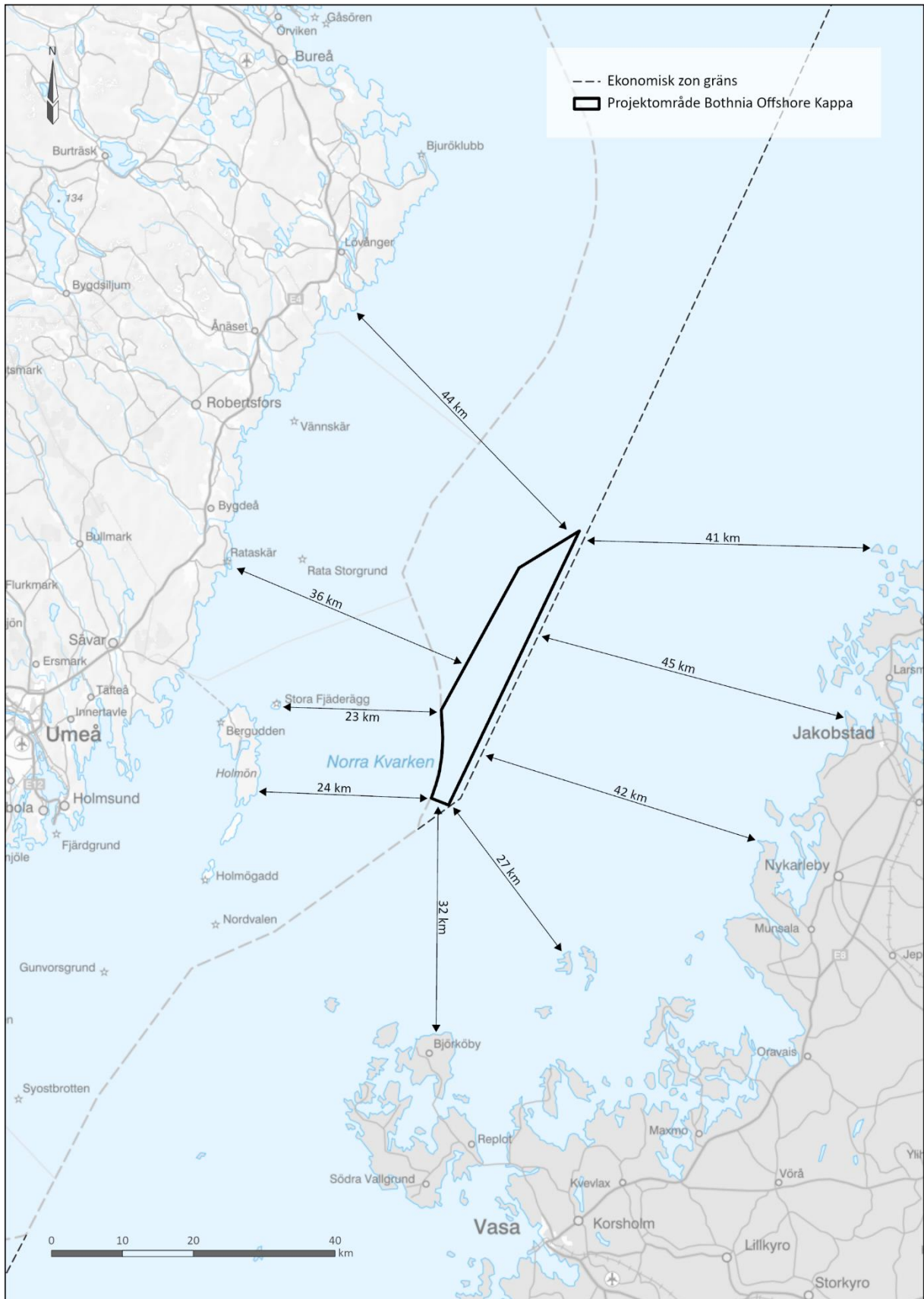
- Meriliikenne – painopiste todelliseen meriliikenteeseen sopeutumisessa
- Puolustus – tunnettuja pysähdysalueita, harjoitusalueita ja kansallisia etuja on vältetty
- Kalastus – vältetään ristiriidat kansallisten etujen kanssa
- Verkkokalastus – alueita, joilla on suuri intensiteetti, on vältetty
- Merinisäkkäät – merinisäkkäille vähemmän tärkeät alueet
- Alli ja riskilä – arvioitu esiintyvyys merilinnuille tärkeiden alueiden edustajana
- Hankealueen ulkopuoliset luontoa koskevat rajoitukset (Natura 2000, luonnonsuojelualueet ym.) ja niihin liittyvät puskurivyöhykkeet
- Ilmailu – ilmailuun tarvittavien alueiden ulkopuolella
- Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto – merisuunnitelmia käytetään alueristiriitojen välttämiseksi
- Meren syvyys – syvempään veteen kelluvat tai pohjaan ankkuroidut perustukset
- Happivaje – suositaan alueita, joilla on ajoittaista tai jatkuvaa happivajetta
- Tuulivoimavarat – yksityiskohtainen tuulikartoitus
- Pääsähköverkko – strateginen sijainti suhteessa tarpeisiin ja liitännät muihin maihin
- Energiantarve – erityisesti alueilla, joilla on tulevaisuudessa merkittävää tuotantovajetta
- Näkyvyys – mahdollisimman moni tuulivoimala piilotetaan horisontin alapuolelle
- Yleisölle aiheutuvat häiriöt – etäinen sijainti merellä vähentää paitsi näkyviä, myös muita häiriöitä

- Kaupallinen toteutettavuus – etäinen sijainti merellä syvässä vedessä edellyttää suuria tuulipuistoja

2.2 Päävaihtoehdon kuvaus

Bothnia Offshore Kappa -hankealue sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, Perämeren ja pohjoisen Selkämeren/Merenkurkun merialueella. Lähin mitattu matka mantereelle on (juuri ennen Rataskäriä sijaitsevaan) Ratanin kylään, joka on Bygdeån eteläpuolella Robertsforsin kunnassa, noin 36 kilometrin päässä, ks. kuva 2. Uumajaan on matkaa noin 55 kilometriä. Noin 30 kilometriä hankealueen eteläpuolella on Suomelle kuuluva, Merenkurkun saaristossa sijaitseva Björkönin saari. Suomen puoleiselle mantereelle on matkaa vähimmillään 41 kilometriä. Hankealue on avomerta, jolla ei ole saaria.

Hankealueen pinta-ala on noin 210 neliökilometriä. Turbiinien sijoituspaikoissa veden syvyys vaihtelee noin 45–65 metrin välillä, mutta koko hankealueella veden syvyys on enimmillään noin 80 metriä. Koko hankealueen keskisyvyys on noin 60 metriä. Pohjasedimentti koostuu todennäköisesti pääasiassa postglasiaalisavesta ja liejusavesta sekä glasiaalisavesta, jossa on mukana silttiä ja hiekkaa (SGU, 2022b).

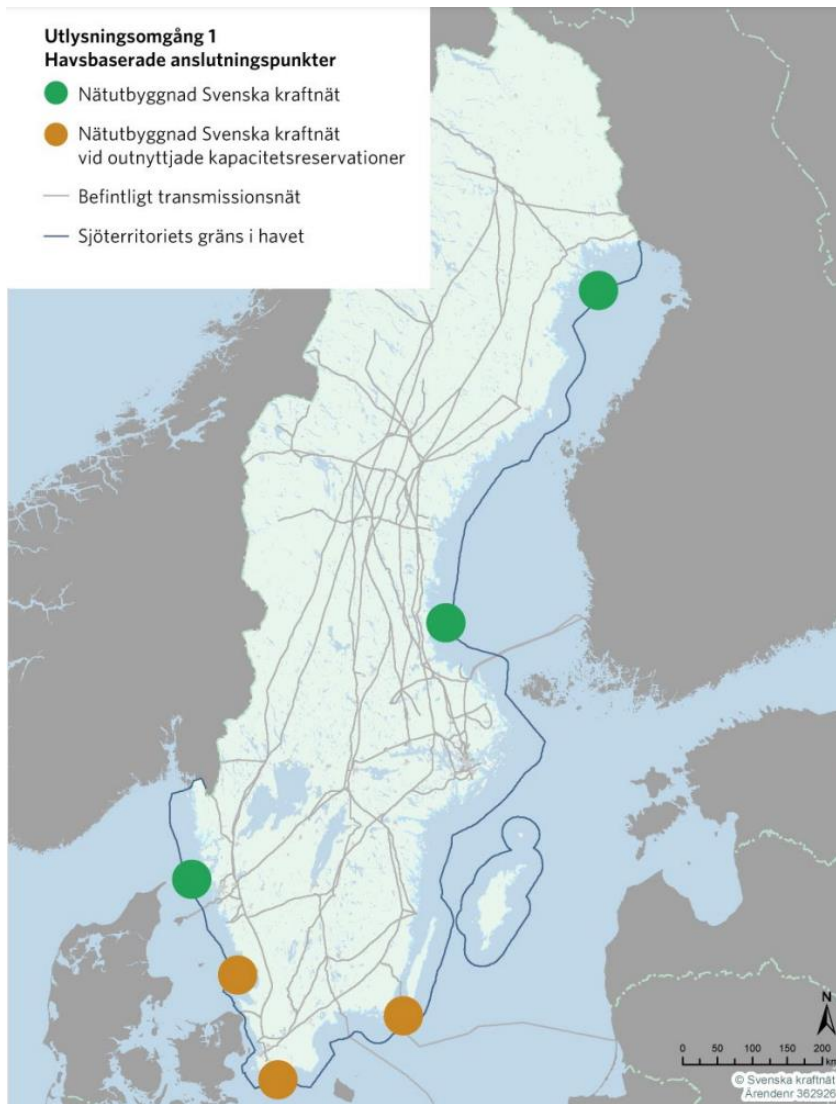


Figur 2 Hankealueen sijainti Perämerellä ja pohjoisella Selkämerellä/Merenkurkussa. Harmaa katkoviiva osoittaa Ruotsin aluerajan.. Lähinnä sijaitsee Stora Fjäderäggin saari, joka on noin 23 kilometriä hankelueen länsi-/lounaispuolella. Holmönin saari sijaitsee noin 24 kilometriä hankealueelta länteen/lounaaseen. Lähimpänä mantereella, juuri ennen Rataninkylää sijaitsevaan Robertsforsin kuntaan Ratanin kylään on matkaa noin 36 kilometriä. Suomen puoleiselle mantereelle on matkaa vähimmillään 41 kilometriä.

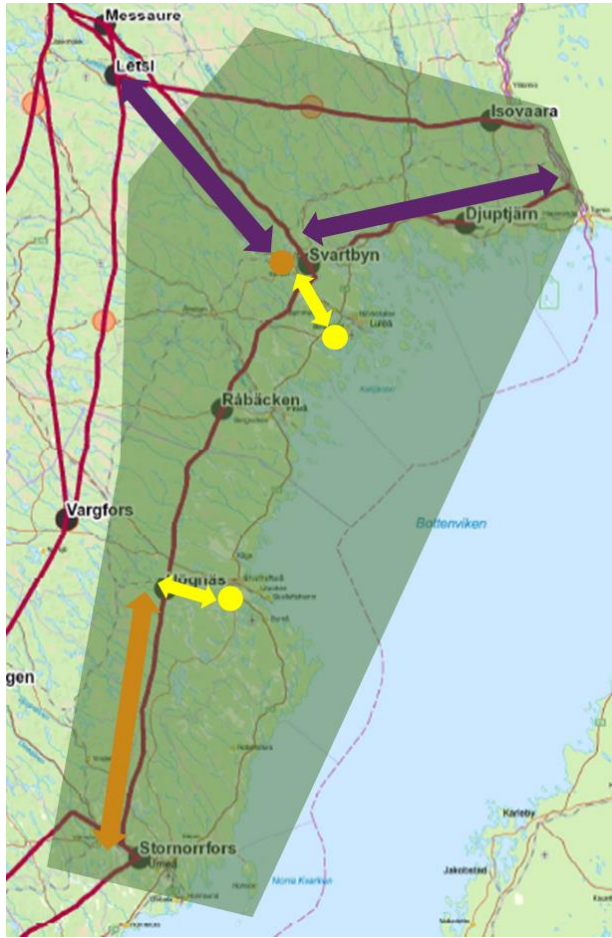
Svenska kraftnät on uudistanut merituulipuistojen liityntäpisteiden jonotusjärjestelmän. Jonotusjärjestelmä korvataan eri osa-alueiden intressiyhteenliittymillä. Merellä sijaitsevien liityntäpisteiden ensimmäisellä hakukierroksella lähin liityntäpiste on Malörenin ja Rönnskärin välisen alueen pohjoispuolella, ks. kuva 3. Etäisyyttä tähän pisteeseen pidetään tällä hetkellä liian suurena, jotta se olisi hankkeen ensisijainen vaihtoehto, ja tästä syystä suoraa maayhteyttä pidetään todennäköisempänä.

Svenska kraftnät on tiedottanut toteuttavansa kaksi kantaverkon vahvistushanketta Norlannin rannikolla. Toinen hankkeista on nimeltään Kustpaketet, jonka yhteydessä vanhat johdot korvataan kaksinkertaisilla 400 kV:n johdoilla. Hankkeen tarkoitus on vastata Sundsvallin, Tukholman, Uppsalan ja Mälardalenin alueiden kasvaneeseen sähkönkulutukseen ja lisätä tuulivoiman syöttökapasiteettia Etelä-Norlannin rannikolla (Svenska kraftnät, 2022a). Toinen hanke on nimeltään Norrlandskusten (ks. kuva 4), joka kattaa kolme uutta järjestelmää vahvistavaa 400 kV:n johtoa. Näitä ovat Letsi-Svartbyn, Högnäs-Stornorrfors sekä Svartbynin-Keminmaan vahvistus tai uudelleeninvestointi. Hankkeeseen sisältyy lisäksi kolme 400 kV:n asemaa (Högnäs 2, Hertsön ja Svartbyn 2) sekä 400 kV:n yhdysputket, jotka kulkevat Svartbynin ja Hertsönin sekä Högnäsin välillä (Svenska kraftnät, 2022b). Stornorrfors sijaitsee noin 15 kilometriä Uumajasta luoteeseen (Ruotsin toiseksi suurimman vesivoimalan yhteydessä), ja uusi Högnäsin asema on noin 30 kilometriä Skellefteåsta länteen. Tämä luo hyvät edellytykset merituulivoiman liittämiseksi alueelle.

Ruotsin pohjoisosien teollistuminen ja muutos vauhdittavat myös vetyputkistojen kehittämistä Pohjanlahden ympäri. Ensimmäinen vaihe valmistuu jo vuonna 2030 ja lisää merituulipuiston ylijäämäenergialla paikallisesti tuotetun vedyn hyödyntämismahdollisuuksia. Lisätietoja kaasuverkkoa koskevasta aikataulusta on kuvassa 5.

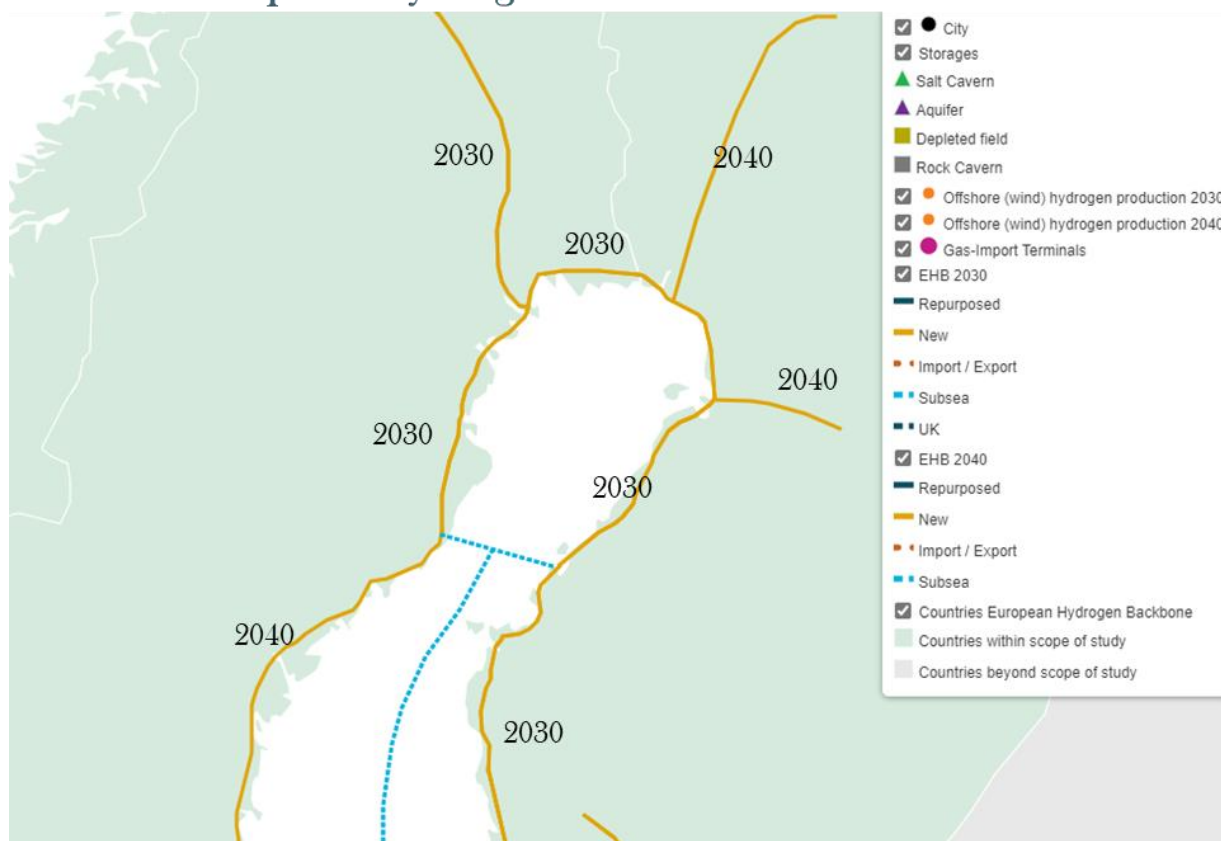


Figur 3 Merellä olevat liittämispisteet Ruotsin kantaverkkoyhtiön ensimmäisessä ilmoituksessa. Hankealuetta lähinnä oleva liittämispiste sijaitsee Malörenin ja Rönnskärin välisen alueen pohjoispuolella (karttaan merkitty pohjoisin vihreä piste). Lähde: Svenska kraftnät



Figur 4 Yleiskuva Norrlandskusten-toimenpidepaketista. Toimenpidepaketti luo hyvät edellytykset merituulivoiman liittämiseen alueelle. Lähde: Svenska kraftnät (2022b)

European Hydrogen Backbone



Figur 5 Suunnitelmat ja päivämäärät vetyverkon rakentamiseksi Pohjois-Ruotsissa ja Suomessa. Lähde: Baltic Wind EU (2022)

2.2.1 Suunnitteluvaihtoehdot

Tuulivoimalaitoksen rakennetta eli tuulivoimaloiden ja niihin liittyvän infrastruktuurin sijainteja optimoidaan jatkuvasti koko hankkeen ajan, jotta niillä olisi mahdollisimman vähän ympäristövaikutuksia. Suunnitteluvaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi tuulivoimaloiden erilainen sijoittelu, voimaloiden eri mitat tai erilaiset perustukset. Kuulemisvaiheessa esitelty sijoittelu (ks. kohta 2.4 *Tuulipuiston laajuus ja suunnittelu*) on tarkoitettu siksi vain esimerkinomaiseksi kuvaukseksi tuulipuiston mahdollisesta kokoonpanosta.

Tulevissa ympäristövaikutusten arvioinneissa tehdään yhteenveto tutkituista erilaisista suunnitteluvaihtoehtoista.

2.3 Nollavaihtoehto

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

2.4 Tuulipuiston laajuus ja suunnittelu

Hankkeen odotettu asennuskapasiteetti on noin 1 240 MW ja oletettu vuosituotanto noin 4,86 TWh. Suurempia turbiineja käytettäessä tarvitaan vähemmän turbiineja, sillä suuremmat turbiinit pystyvät tuottamaan suuremman kokonaistehon. Hankkeen turbiinien enimmäismäärä on 74, jolloin tehoksi arvioidaan vain 1 110 MW, ks. taulukko 4.

Turbiinien lukumäärä ja siten myös niiden sijainnit suhteessa toisiinsa suunnitellaan rakennuspäätöksen tekohetkellä käytettävissä olevan tekniikan perusteella. Eri vaihtoehdot on kuvattu taulukossa 4. Kohdassa 2.4.1 *Tuulivoimalat ja niiden sijoittelu* on malli sijoittelusta.

Merituulivoimaloiden perustukset voidaan ankkuroida pääasiassa kahdella tavalla: suoraan pohjaan (pohjaan ankkuroitu perustus) tai kaapelilla (kelluva perustus). Tuulipuiston sijainnin aiheuttaman mahdollisen jään muodostumisen vuoksi Bothnia Offshore Kappa -tuulipuistossa voidaan käyttää vain pohjaan ankkuroitavia perustuksia. Tarkka kuvaus erilaisista pohjaan kiinnitettävistä perustuksista on kohdassa 2.4.2 *Perustukset ja ankkurointi*.

Tuulivoimalaitoksen voimat yhdistetään sisäiseen kaapeliverkkoon, joka kytketään vähintään yhteen merimuuntoasemaan. Niistä sähkö siirretään edelleen maihin vähintään yhdellä yhdyskaapelilla, ks. tarkempi kuvaus kohdasta 2.4.4 *Sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät*.

Tabell 3 Suunnitellun Bothnia Offshore Kappa -tuulipuiston mitat.

<i>Tuulivoimaloiden lukumäärä</i>	Enintään 74
<i>Kunkin voimalan teho</i>	Noin 20 MW, tuotanto noin 80 GWh/vuosi (esimerkkivoimala)
<i>Kokonaiskorkeus</i>	Enintään 330 metriä

Tabell 4 Tehon ja voimaloiden koon ja keskinäisen etäisyyden parametrit toteutettavien voimaloiden lukumäärän mukaan. Sijoittelumalleissa sekä tuotanto- ja tehoprofiilien laskennassa voimaloiden lukumäärä on 62 ja niiden yksikköteho 20 MW (ks. kohta 2.4.1).

Voimaloiden lukumäärä	Teho [MW]	Roottorin halkaisija (m)	Kokonaisteho [MW]	Keskietäisyys (m)
74	15	230	1110	1800
62	20	263	1240	2000
53	25	295	1325	2150

2.4.1 Tuulivoimalat ja niiden sijoittelu

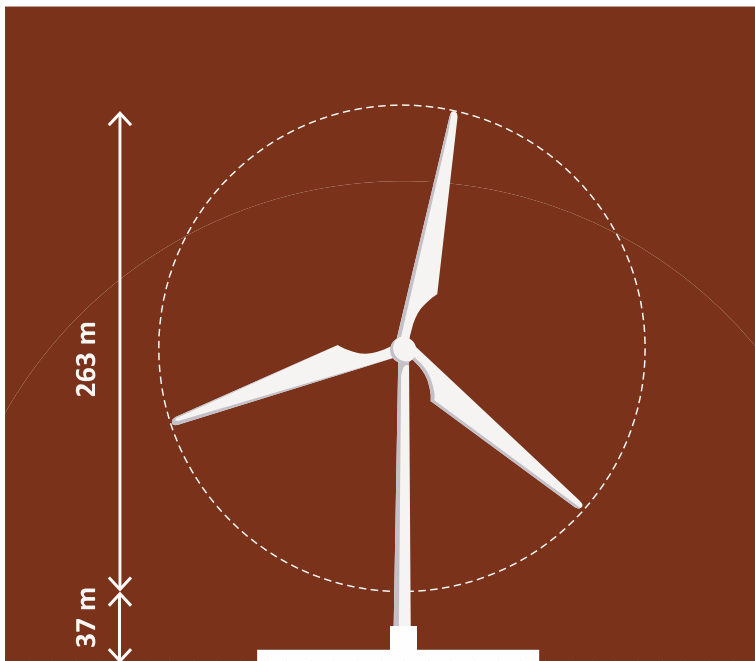
Koska merituulivoiman käyttöönottoprosessit ovat verrattain pitkiä ja tuulivoimateollisuus kehitty nopeasti, tällä hetkellä ei ole mahdollista kuvata yksityiskohtaisesti niitä tuulivoimaloita, jotka voidaan lopulta rakentaa. Nykyisen aikataulun mukaan Bothnia Offshore Kappa valmistuu todennäköisesti aikaisintaan vuosina 2032–2034, ks. kohta 4.4 *Alustava aikataulu ja toteutus*.

Tällä hetkellä on olemassa merituulivoimaloita, joiden asennettu teho on 15 MW, ja toimialan ennusteiden mukaan 20 MW:n turbiineja on todennäköisesti olemassa vuoden 2025 tienoilla. Hankeen tuotantoanalyysi perustuu esimerkkituulivoimalaan, jonka asennettu teho on 20 MW. Käytetty arvio teknologian tulevasta kehityksestä vuoteen 2032–2034 mennessä on varovainen. Esimerkkituulivoimalan roottorin halkaisija on 263 metriä ja kokonaiskorkeus 300 metriä, ks. kuva 6. Huomaa kuitenkin, että hakemuksessa tuulivoimalan enimmäiskorkeus on 330 metriä.

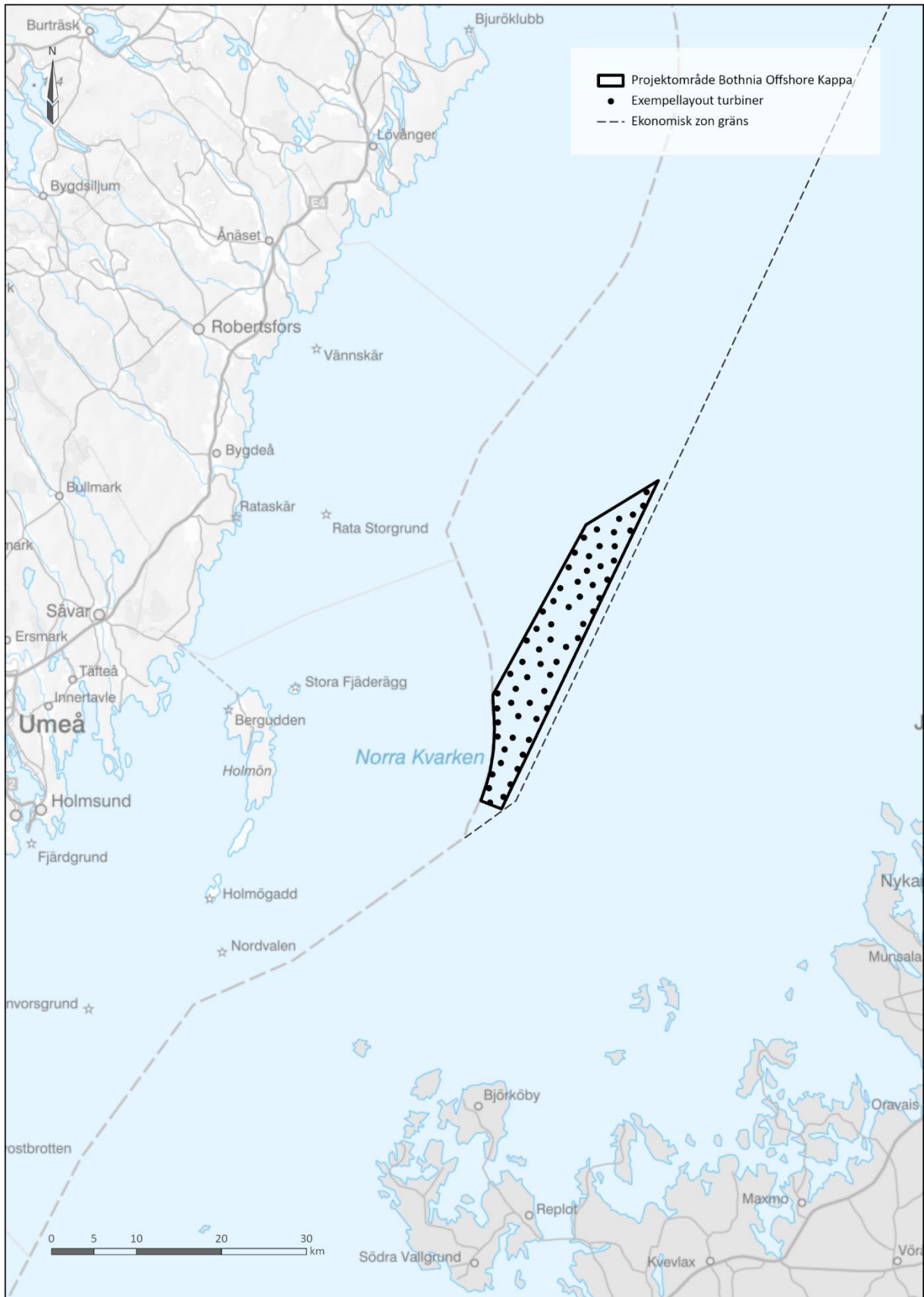
Tuulivoimaloiden sijoittelua hankealueella ohjaavat paikalliset olosuhteet, kuten geotekniikka, syvyysolosuhteet, merenkulku, luontoarvot ja kulttuuriarvot sekä tuuliolosuhteet. Tuulivoimalat on myös sijoitettava noin kahden kilometrin päähän toisistaan, jotta ne eivät vaikuta toistensa tuotantoon ja jotta niiden turvallisuus säilyy hyvänä. Kuvassa 7 on esitelty esimerkkituulivoimalan sijoittelu, jossa on 62 tuulivoimalaa.

Oheistoiminta

Tuulipuiston rakentamisen ja käytöstäpoiston yhteydessä voi ilmetä tilapäisiä häiriöitä, kuten lisääntynyttä alusliikennettä ja ankkuriperustusten paalutusta.



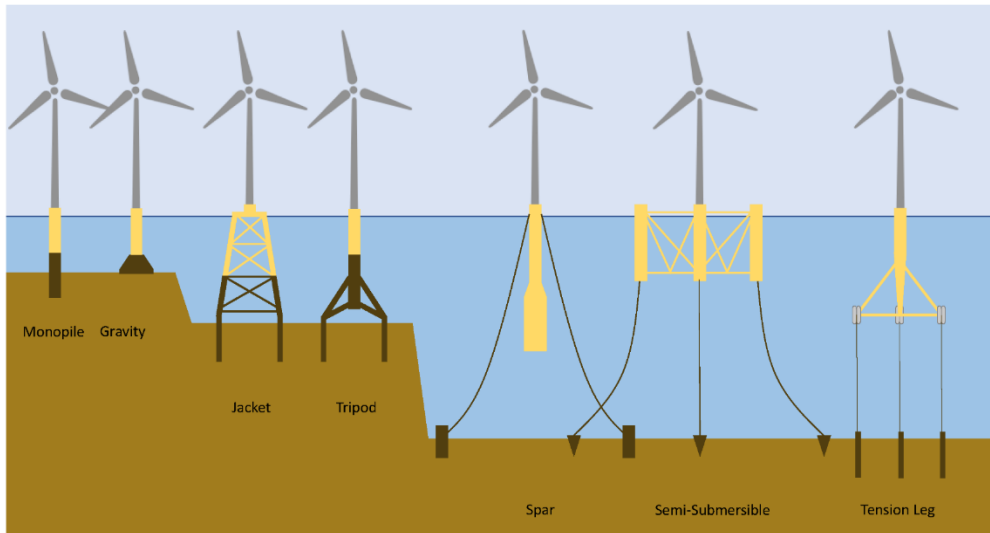
Figur 6 Esimerkkilaitoksen koko, 300 metriä, vedenpinnan yläpuolella Bothnia Offshore Kappan alustavan tuotantoanalyysin mukaan.



Figur 7 Esimerkki tuulipuiston sijoittelusta.

2.4.2 Perustukset ja ankkurointi

Merituulivoimalat voidaan sijoittaa pohjaan ankkuroiduille tai kelluville perustuksille, ks. kuva 8. Tuulipuistossa on sekä ilmakehän jäätyminen että merijään vaara. Siksi on erittäin tärkeää, että perustukset ja tuulivoimalat kestävät jäätyksen aikana mahdollisesti syntyvät kuormat. Nykyisten teknisten määrittysten perusteella arvioidaan, että vain pohjaan ankkuroidut perustukset ovat tarkoituksenmukaisia hankkeen kannalta.



Figur 8 Yleiskatsaus merituulivoimaloiden perustustyyppeihin. Neljä vasemmanpuoleista perustustyyppiä ovat pohjaan ankkuroituja, tässä hankkeessa käyttökelpoisia perustuksia. Lähde: Dornhelm et al. (2019).

2.4.3 Pohjaan ankkuroidut perustukset

Pohjaan ankkuroitavissa perustuksissa käytetään pääasiassa neljää tekniikkaa.

Monopile

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

Painovoimainen perustus

Painovoimaisesti toimiva perustus koostuu merenpohjaan laskettavasta pyöreästä betonirakenteesta, joka täytetään painolastilla. Torni kiinnitetään perustukseen ja tuulivoimalaa

pysyy pystyssä painovoiman avulla. Menetelmä on yksinkertainen ja kustannustehokas, ja se sopii useimpiin merenpohjatyyppeihin. Haittapuolena on se, että tekniikan käyttöalue rajoittuu suhteellisen mataliin vedensyvyyksiin; yleinen pohjan enimmäissyvyys on 30 metriä.

Putkiristikko

Jacket-perustukset koostuvat putkiristikkorakenteesta, joka on ankkuroitu pohjaan.

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

Kolmijalka

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

Kyseisessä hankkeessa on pääasiassa kahdenlaisia pohjaan ankkuroituja perustuksia, jotka nykytekniikalla ovat ajankohtaisia. Näitä vaihtoehtoja ovat putkiristikoperustukset ja kolmijalkatekniikka. Monopile-tekniikka voi tulla ajankohtaiseksi joidenkin matalammalla sijaitsevien turbiinien kohdalla tai jos kehitetään tekniikka, jossa perustus menee syvemmälle. Nykyisiä painovoimaisia perustuksia ei tällä hetkellä pidetä ajankohtaisina 60 metrin ja sitä suuremmissa merisyvyyksissä.

2.4.4 Sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät

Tuulivoimalat liitetään sisäiseen kaapeliverkkoon tuotetun energian siirtoa ja tiedonsiirtoa varten. Nykyisten sisäisten kaapelijärjestelmien jännite on yleensä 66 kV, mutta Bothnia Offshore Kappa -merituulipuistossa voidaan tarvita suurempia jännitetasoja. Tuulivoimaloiden välinen viestintä on tärkeää sekä yksiköiden että järjestelmän toiminnan seurannan ja kuormanhallinnan kannalta.

Sisäinen kaapeliverkko kytketään yhteen tai useampaan merisähköasemaan (ns. OSS, Offshore Substation). Asemat muuntavat voimaloiden tuottaman sähkönsuurjännitesähköksi, todennäköisesti suurjännitteiseksi tasavirraksi (HVDC), jotta siirtohäviö on mahdollisimman pieni sähkönsuorjännitteen siirtoa varten yhden tai useamman yhdyskaapelin kautta.

Massojen upottamista ei ole suunnitteilla, mutta pohjaan kaivetaan kuitenkin kanava kaapelien laskemista varten.

Svenska Kraftnätille on jätetty erillinen hakemus, joka koskee kytkemistä kansalliseen verkkoon, ks. taulukko 1 ja kohdan 4.2 *Suunnitellut tutkimukset* sähköliitännästä koskeva osio.

2.4.5 Esteiden merkintä

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

Konehuoneen ja tornin estevalojen lisäksi tarvitaan Ruotsin kuljetusviraston merimerkkejä koskevien määräysten ja yleisten ohjeiden mukaiset (TSFS 2017:66) meriliikenteen merkkivalot.

2.4.6 Kokoonpano-/rakentamisvaihe

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

Koska hankealue on laaja, rakennusaika on vähintään kaksi vuotta, ks. kohta 4.4 *Alustava aikataulu ja toteutus*. Turbiinit asennetaan samanaikaisesti muutamalla asennusaluksella. Tämä tarkoittaa, että häiriöitä esiintyy paikallisesti suhteellisen lyhyen aikaa rakennusprosessin aikana.

Pohjaan ankkuroidut tuulivoimalat

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

Molemmat perustustyypit kootaan maalla ja kuljetetaan hankealueelle aluksella. Työmaalla rakenteet lasketaan nosturilla merenpohjaan ja kiinnitetään jollakin edellä mainituista tekniikoista. Olosuhteiden ja perustusrakenteen mukaan eroosiosuojaus voidaan tehdä joko ennen perustuksen asennusta tai sen jälkeen. Eroosiosuojaus estää perustusta ympäröivän

pohjan eroosiota ja ankkuroinnin heikkenemistä. Eroosiosuojat koostuvat yleensä alemmasta sorakerroksesta ja ylemmästä sekalaisesta kivikerroksesta.

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

Merisähköasema (OSS)

Merisähköaseman asentamiseen perustuksen päälle käytetään yleensä nosturialusta.

Merisähköaseman ja perustuksen rakenne voi myös sallia kelluvana hinaamisen tai muunlaisen, esimerkiksi tukijalka-aluksen varassa tehtävän noston.

Sisäinen kaapeliverkko ja yhdyskaapelit

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

2.4.7 Käyttövaihe

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

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

2.4.8 Purkaminen ja käytöstä poistaminen

Merituulipuiston oletettu käyttöikä on nykyään 30–35 vuotta. Sen jälkeen tuulipuisto poistetaan käytöstä ja alue ennallistetaan. Käytöstä poistamisen yhteydessä tuulivoimalat, perustukset, muuntoasemat ja muut vedenalaiset komponentit puretaan ja kuljetetaan pois alueelta. Joissakin

tapauksissa voi olla hyödyksi jättää perustukset, pohjakiinnitykset ja kaapelit pohjalle keinotekoisiksi riutoiksi (Andersson ja Öhman 2010). Jos näin päätetään toimia hankealueella sen jälkeen, kun asiasta on ensin neuvoteltu vastaavien viranomaisten kanssa, kyseiset osat jätetään pohjaan. Paikka ennallistetaan viranomaisten vaatimusten mukaisesti purkamisen yhteydessä.

3. ALUETTA KOSKEVAT OLETUKSET JA ENNAKOIDUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti alueen olosuhteet ja todennäköiset ympäristövaikutukset, joita tuulipuiston katsotaan voivan aiheuttaa. Tulevassa YVA:ssa näitä ympäristövaikutuksia tutkitaan ja niistä raportoidaan yksityiskohtaisemmin.

3.1 Suunnitteluolosuhteet

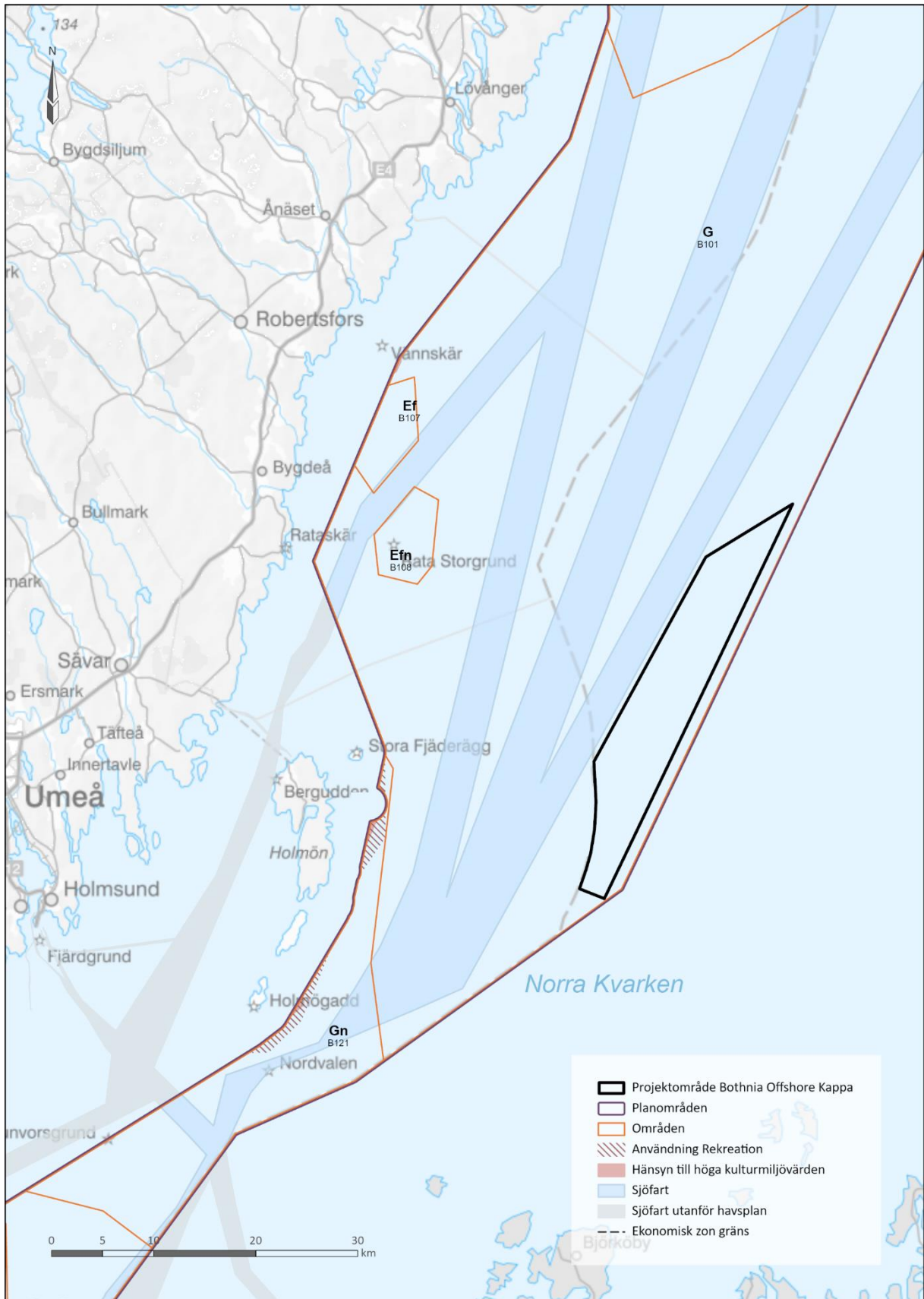
Valtameriä ei ole juurikaan tutkittu, vaikka ne ovat monin tavoin tärkeitä, esimerkiksi laivaväylien, ilmastonmuutoksen hillitsemisen, luonnon monimuotoisuuden, ruoantuotannon ja virkistyskäytön kannalta. Jotta voimme käyttää meriä pitkäjänteisellä ja kestäväällä tavalla niitä vahingoittamatta, on tärkeää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

Kyseinen hankealue sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, joten Ruotsin valtio vastaa alueen suunnittelusta merialuesuunnittelun ja meriympäristön hallinnan osalta. Etäisyys hankealueelta Suomen talousvyöhykkeelle on noin 1 kilometriä.

3.1.1 Merialuesuunnitelma

Hankealue sijaitsee Ruotsin meri- ja vesiviranomaisen merialuesuunnitelmassa (Havs- och vattenmyndigheten, 2022a) Perämeren sekä pohjoisen Selkämeren ja Merenkurkun merialueilla, osa-alueella B101, joka on määritelty *yleistä käyttöä* ja *merenkulkua* varten, ks. kuva 9. *Yleiskäyttö* tarkoittaa sitä, että mikään erityinen käyttö alueella ei ole etusijalla. Meriliikenteen kannalta erityisen merkittävillä alueilla suositaan tällaista käyttöä, mutta tämä ei koske hankealuetta. Osa-alueella B101 on kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota korkeisiin kulttuuriympäristöarvoihin, jotka liittyvät pääasiassa rannikon merisuunnitelma-alueen ulkopuolisiin kulttuuriympäristöihin. Erityistä huomiota kiinnitetään maisemakuvaan, ks. kohta 3.6 Maisemakuva ja liite 5 Kuvaesitys, jossa on käsitelty laajemmin kohteen näkyvyyttä.

Merialuesuunnitelmiin sisältyvissä uusissa energia-alueita koskevissa ehdotuksissa (Energimyndigheten 2023), jotka on julkaistu 31.3.2023, kyseinen hankealue on määritelty energia-alueeksi soveltuvaksi. Päivitetyin merialuesuunnitelman tarkastetun version arvioitu julkaisuajankohta on syyskuussa 2023.



Figur 9 Merialuesuunnitelmakartta, jossa hankealue näkyy osa-alueella B101. Osa-alue on osoitettu yleiseen käyttöön ja meriliikenteelle (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a).

3.1.2 Meriympäristön hallinta ja ympäristölaatonormit

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

EU:n meriympäristödirektiivin (2008/56/EY) mukainen meriympäristön hallinta

Meriympäristöä koskevalla direktiivillä (meristrategiapuitedirektiivi 2008/56/EY) pyritään saavuttamaan tai säilyttämään ympäristön hyvä tila Euroopan merillä. Ruotsissa direktiivi on pantu täytäntöön meriympäristöasetuksella (havsmiljöförordningen 2010:1341), jonka mukaan meriympäristön hallinta tarkoittaa, että Pohjanmerellä ja Itämerellä saavutetaan tai säilytetään ympäristön hyvä tila. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto on viranomainen, joka vastaa meriympäristön hallinnan toteuttamisesta. Tähän kuuluu ympäristölaatonormien ja niiden mittarien kehittäminen ympäristön hyvän tilan saavuttamisen tai säilyttämisen arvioimiseksi. Lisäksi kehitetään ja toteutetaan ohjelmia ympäristölaatonormien noudattamisen valvomiseksi sekä toimenpiteitä ympäristön hyvän tilan säilyttämiseksi tai saavuttamiseksi. Ympäristölaatonormit ja indikaattorit on määritelty HVMFS 2012:18:n liitteessä 3. Ympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi Ruotsissa on vahvistettu meriympäristölle yksitoista ympäristölaatonormia. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston laatimassa toimintaohjelmassa esitetään toimenpiteet meriympäristön ympäristölaatonormien noudattamiseksi ja meriympäristön hyvää tilaa koskevien tavoitteiden saavuttamiseksi (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2021). Toimenpiteet on jaettu eri teemoihin. Suunnitellun tuulivoimalaitoksen katsotaan vaikuttavan kolmeen teemaan, jotka ovat merenpohjan eheys, vedenalainen melu ja luonnon monimuotoisuus.

3.1.3 HELCOMin Itämeren toimintasuunnitelma

Itämeren suojelukomissio HELCOM on kaikkien Itämerta ympäröivien maiden järjestö, jonka tavoite on suojella Itämeren meriympäristöä kaikenlaiselta pilaantumiselta. Vuonna 2007 HELCOM laati Itämeren toimintasuunnitelman (Baltic Sea Action Plan), joka sisältää toimenpiteitä Itämeren hyvän tilan edistämiseksi (HELCOM, 2007). Toimintasuunnitelmassa luetellaan useita Itämereen kohdistuvia uhkia ja toimenpiteitä, joiden toteuttamiseen Itämeren alueen maat ovat sitoutuneet. Siinä kuvataan muun muassa, miten haitallisten aineiden aiheuttamaa pilaantumista voidaan vähentää, Itämeren ainutlaatuisia murtovesiekosysteemejä säilyttää, pitkäaikainen kalastus varmistaa sekä turvallista ja ympäristöystävällistä merenkulkua edistää. Suunnitelma ei koske suoraan tuulivoimaa, eikä suunniteltu tuulivoimatoiminta ole ristiriidassa minkään HELCOMin toimintasuunnitelman osan kanssa, jos se toteutetaan tavalla,

joka ei esimerkiksi vaikuta luonnon monimuotoisuuteen ja jolla varmistetaan, ettei rakentamisen tai käytön yhteydessä leviä vaarallisia aineita.

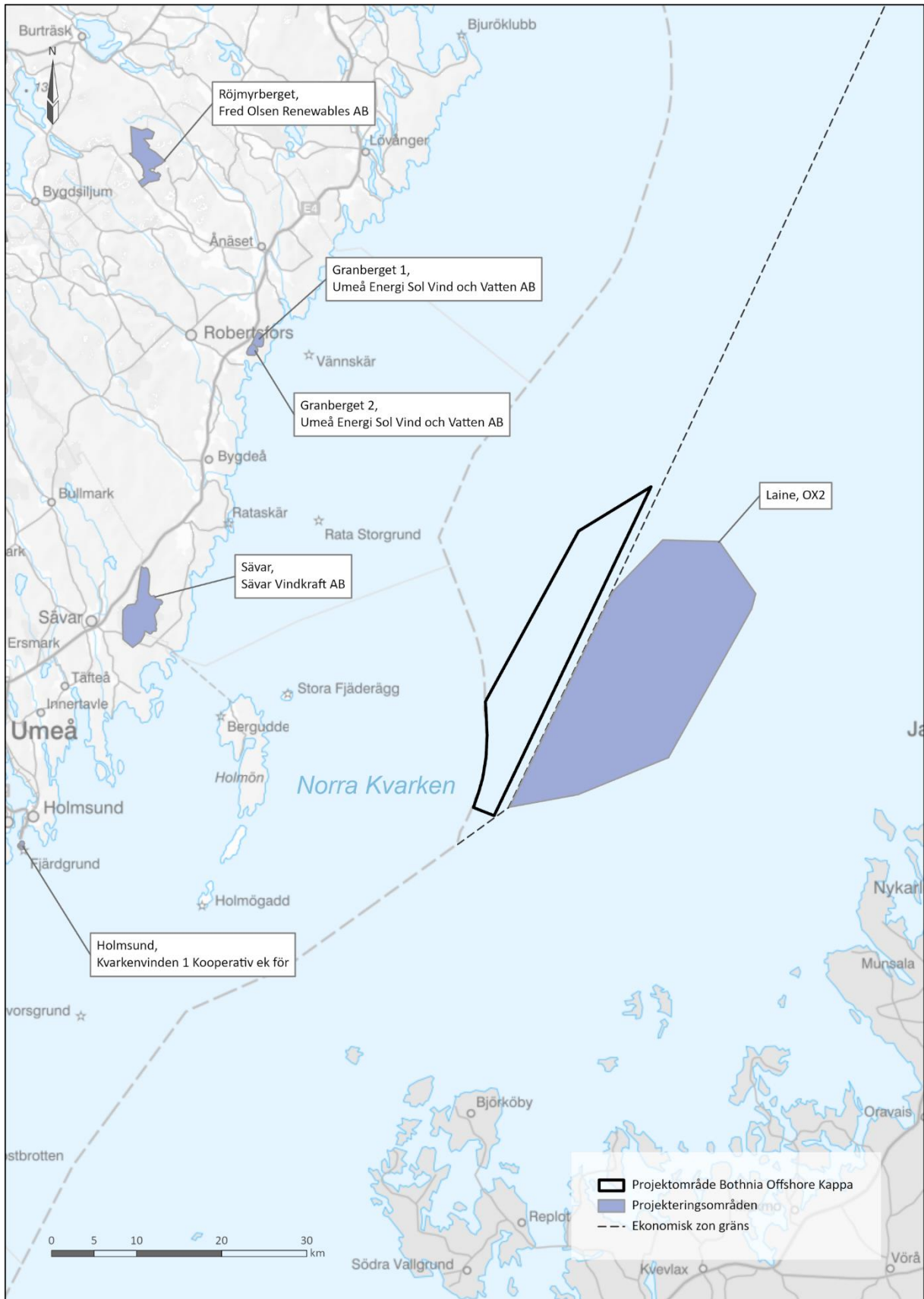
3.2 Lähellä sijaitsevat tuulipuistot

Kuvassa 10 ja taulukossa 5 on kuvattu tuulipuistot, jotka on rakennettu tai jotka ovat saaneet vaihtoehtoisen rakennusluvan tai jotka on suunniteltu 60 kilometrin säteelle hankealueesta. Tällä etäisyydellä on neljä rakennettua tuulipuistoa tai rakennusluvan saanutta tuulipuistoa ja yksi vireillä oleva tuulipuisto. Kaikki näistä puistoista sijaitsevat maalla.

Suomen vesialueelle noin kilometrin päähän tästä hankealueesta on suunnitteilla kaksi tuulipuistoa: Laine (OX2 Finland) ja Reimari (Skyborn Renewables Offshore Finland Oy). Reimarin hankealuetta ei ole merkitty kuvaan 10, koska kyseisen hankealueen tietoja ei ole saatavilla. Reimarin hankealue on lähes identtinen kuvassa 10 näkyvän OX2 Finlandin Laine-tuulipuiston hankealueen kanssa.

Huomaa, että lähellä sijaitsevien tuulipuistojen ja suunniteltujen alueiden selvitys perustuu nykytilanteeseen, ja tilanne voi muuttua ajan myötä. Tiedot tulevat Vindlovin Vindbrukskollenkarttapalvelusta (2022), jota toiminnanharjoittajat itse päivittävät. Suomen puolelta saadut tiedot ovat peräisin maailmanlaajuisesta offshore-kartasta (4C Offshore Ltd, 2022).

Hankkeen mahdollisia kertautuvia vaikutuksia esimerkiksi lintuihin, kaloihin ja merenkulkuun kuvataan ja arvioidaan tulevissa ympäristövaikutusten arvioinneissa, joiden perusteella muita hankkeita suunnitellaan tai muille hankkeille on myönnetty lupa.



Figur 10 Kartta hankkeen läheisyydessä sijaitsevista tuulivoimalaitoksista.

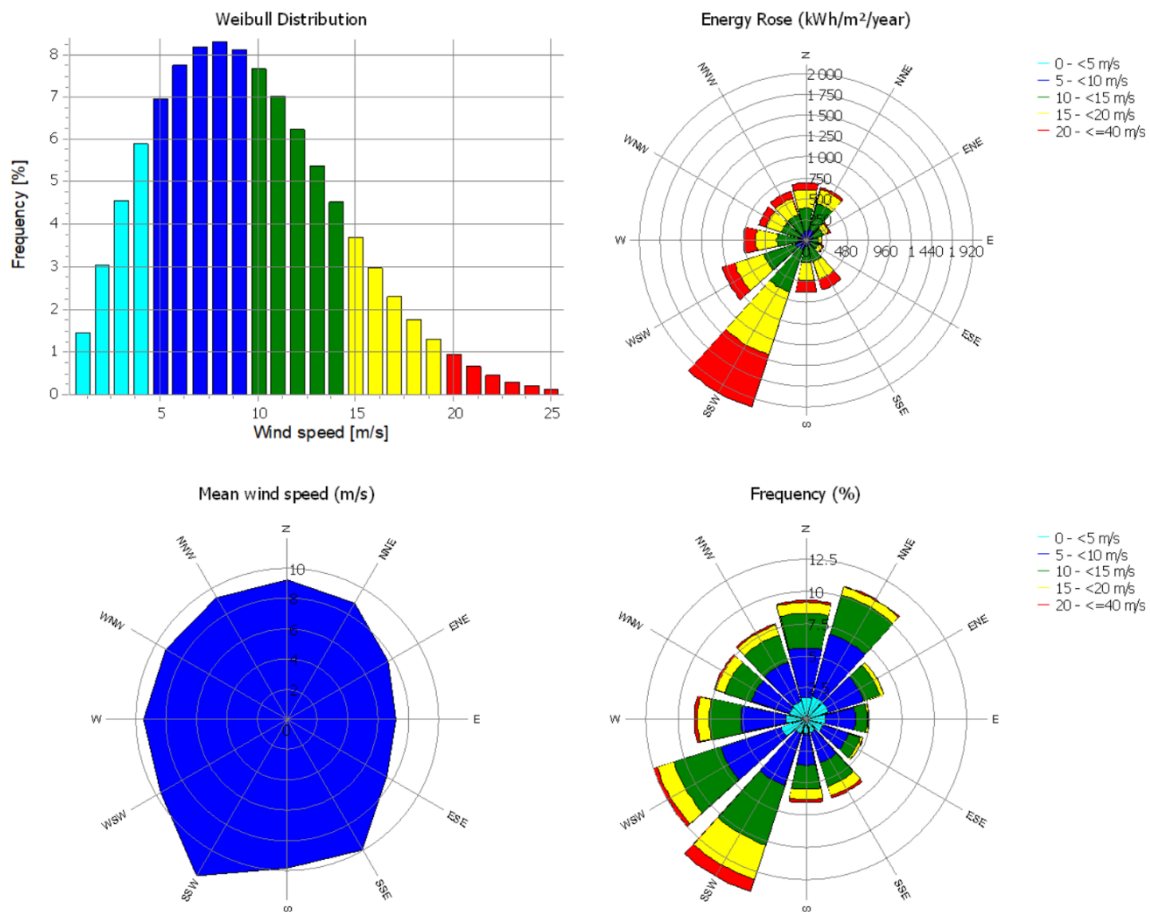
Tabell 5 Yhteenveto 60 kilometrin säteellä sijaitsevista tuulipuistoista ja niiden etäisyyksistä hankealueeseen.

<i>Laitos</i>	<i>Toiminnanharjoittaja</i>	<i>Laajuus/kokonaiskorkeus</i>	<i>Tilanne</i>	<i>Etäisyys</i>
<i>Laine</i>	OX2 Finland	tuntematon	suunnitteilla	noin 1 km
<i>Reimari*</i>	Skyborn Renewables Offshore Finland Oy	tuntematon	suunnitteilla	noin 1 km
<i>Granberget 1</i>	Umeå Energi AB	tuntematon	valmis	noin 40 km
<i>Granberget 2</i>	Umeå Energi AB	tuntematon	valmis	noin 40 km
<i>Sävar</i>	Sävar vindkraft AB	200 m	lupa myönnetty	noin 40 km
<i>Kvarkenvinden 1</i>	Kvarkenvinden ekonomiska förening	tuntematon	valmis	noin 50 km
<i>Röjmyrberget</i>	Fred Olsen AB	250 m	Käsittelyssä	noin 60 km

*Ei merkitty kuvaan 10, koska kyseisen hankealueen tietoja ei ole saatavilla. Reimari-tuulipuiston hankealue on lähes identtinen OX2 Finlandin Laine-tuulipuiston hankealueen kanssa.

3.3 Tuulivoimavarat

Hankealueen tuulivoimavarat ovat suhteellisen hyvät. Keskimääräinen tuulen nopeus on 9,4 m/s 160 metrin korkeudella merenpinnasta. Kuvassa 11 on esitetty tuulen nopeuden ja suunnan taajuusjakauma, keskituuli eri tuulensuunnissa ja mahdollisen energian osuus eri tuulensuunnissa. Kuvaus perustuu ME-WAM-mallin mukaisesti tehtyihin pitkän aikavälin korjattuihin korkean resoluution simulaatioihin paikallisista tuuliolosuhteista (Keck ja Sondell, 2020). Alla olevista tiedoista voidaan päätellä, että länsi- ja lounaistuulet ovat vallitsevia tuulensuuntia. Näillä tuulensuunnilla on myös suurin keskimääräinen tuulennopeus, ja ne muodostavat siten suuren osan alueen mahdollisista tuulivoimavaroista.

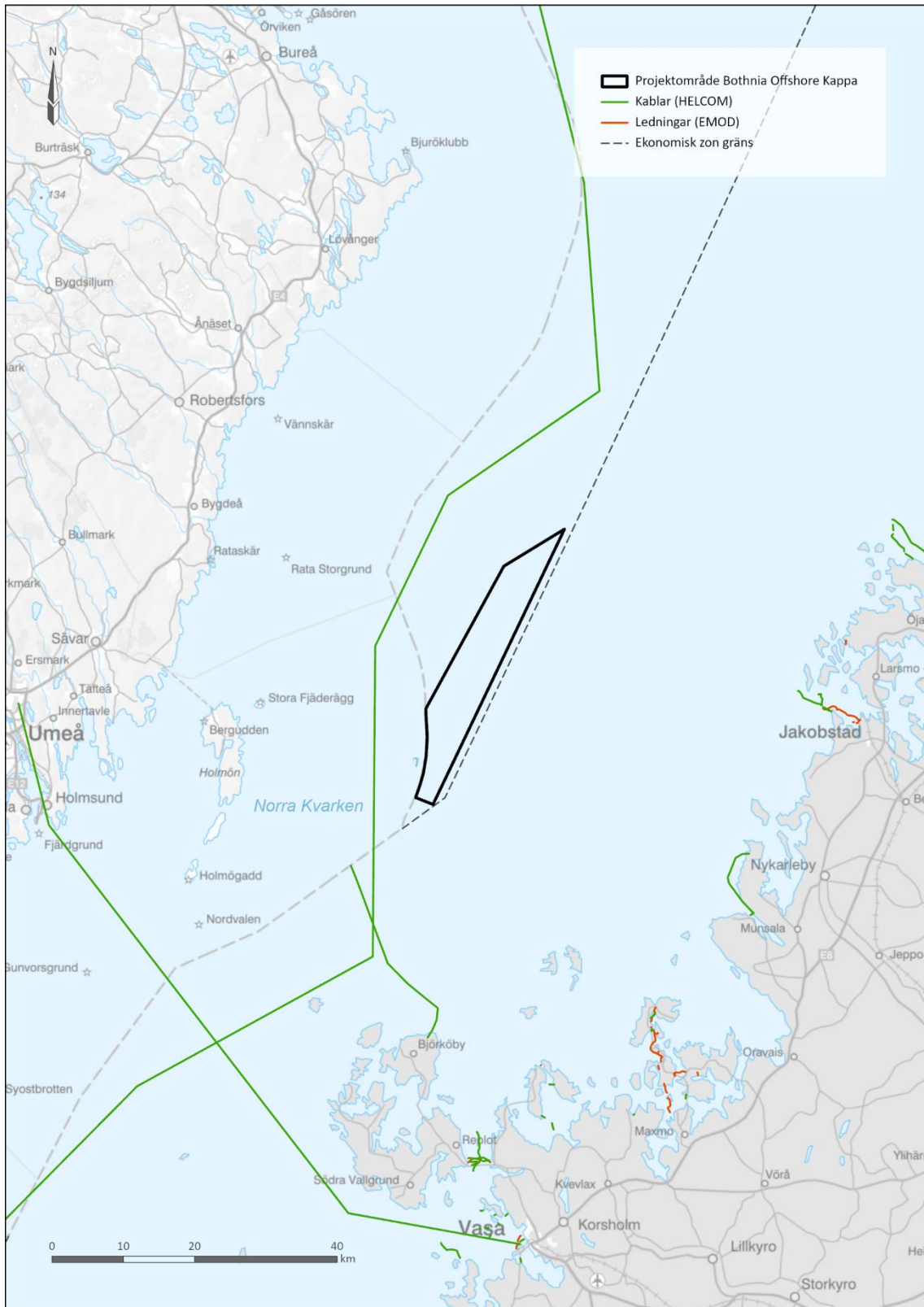


Figur 11 Bothnia Offshore Kappa -hankkeen alueella vallitseva tuulensuunta on lounainen. Tämä perustuu paikallisten tuuliolosuhteiden pitkän aikavälin tarkistettuihin korkean resoluution simulaatioihin ME-WAM-mallin mukaan (Keck ja Sondell, 2020).

Alueen hyvät tuulivoimavarat yhdistettynä siihen, että meren yllä on harvoin tyyntä, johtavat tasaisempaan vuosituotantoon.

3.4 Kaapelit ja putket

Perämerellä ja pohjoisella Selkämerellä/Merenkurkussa on useita kaapeleita ja putkia, joista suurin osa on tarkoitettu alueelliseen viestintään ja sähkönsiirtoon. Suurin osa putkista kulkee itä-länsisuunnassa Ruotsin, Suomen ja Viron välillä. Käytävissä olevien tietojen mukaan hankealueella ei ole kaapeleita tai putkia, ks. kuva 12. Noin seitsemän kilometrin päähän hankealueen länsipuolelle, Luulajan ja Gävlen välille, on suunniteltu pohjoisesta etelään kulkeva kaapeli, joka tunnetaan nimellä Maritime Assessment 2016. Hankkeen suunnittelun aikana kerätään päivitettyt tiedot olemassa olevista ja suunnitelluista hankealueeseen liittyvistä kaapeleista ja putkista, ja ne kuvataan YVA:ssa.



Figur 12 Kartta hankealueen lähistön tunnetuista kaapeleista ja putkista (HELCOM, 2018 ja EMODnet, 2017). Luulajan ja Gävlen välille on suunniteltu kaapeli, joka kulkee noin seitsemän kilometrin päässä hankealueesta sen länsipuolelta.

3.5 Kansallisesti merkittävät alueet

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

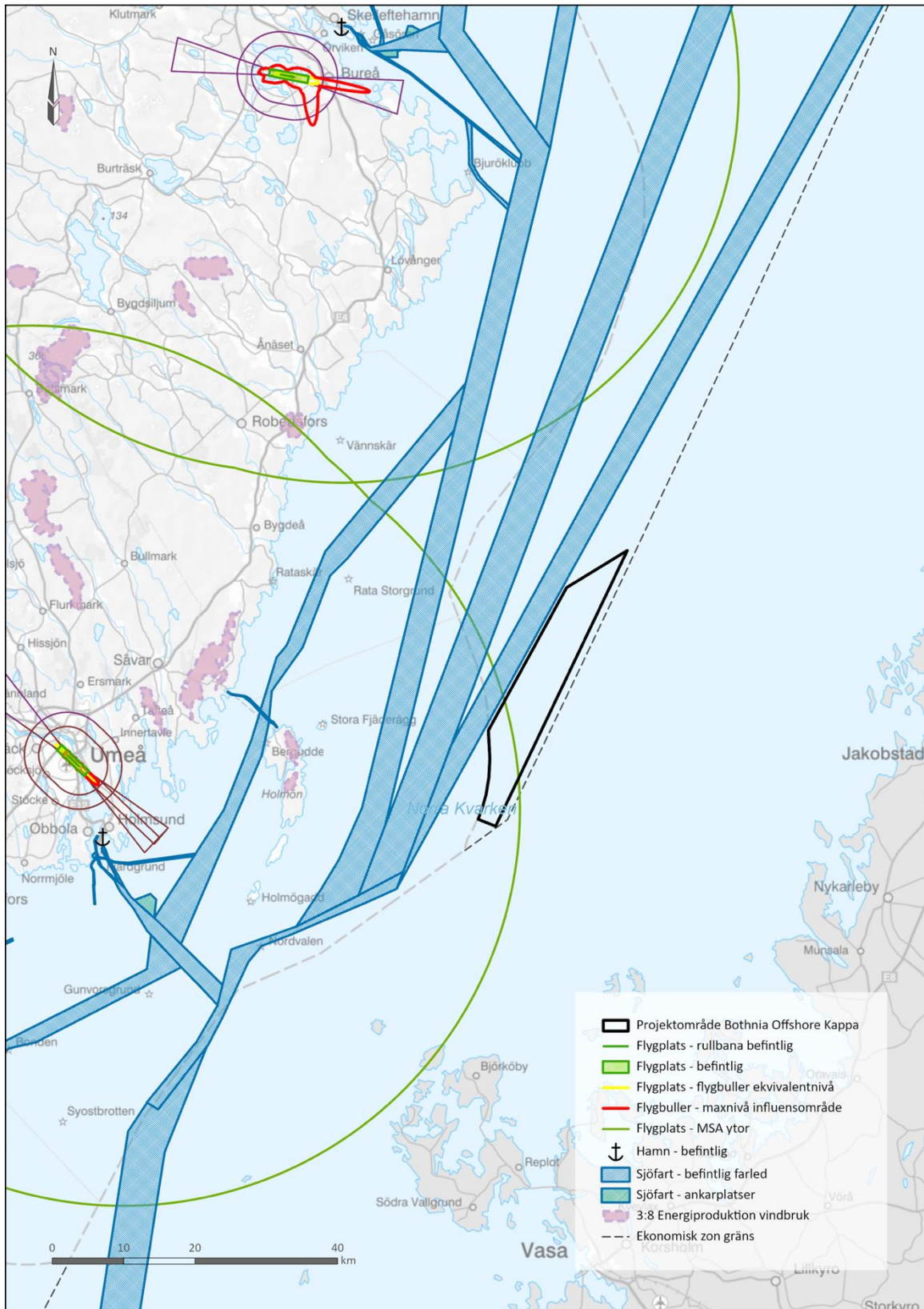
Viestinnän kannalta kansallisesti merkittäviä kohteita ovat länsipuolella sijaitseva väylä sekä Uumajan lentoaseman MSA-vyöhyke hankealueen lounaisosassa, ks. kuva 13. Nordvalen-Kemi-meriväylä kulkee samansuuntaisesti hankealueen kanssa sen länsipuolella pohjois-eteläsuunnassa. Etäisyys hankealueen uloimmasta linjasta väylälle on noin 500 metriä. Lisäksi alueen länsipuolella on useita kansallisesti merkittäviä väyliä. Uumajan lentoaseman MSA-vyöhyke sijaitsee limittäin hankealueen kanssa alueen lounaisosassa. Hankealue sijaitsee enimmillään kuusi kilometriä limittäin MSA-vyöhykkeen kanssa. Noin 50 neliökilometrin kokoinen osa hankealueesta sijaitsee Uumajan lentoaseman MSA-vyöhykkeellä.

Ruotsin puolustusvoimilla ei ole nimettyjä, maanpuolustuksen kannalta kansallisesti merkittäviä alueita hankealueella tai sen yhteydessä, ks. kuva 14.

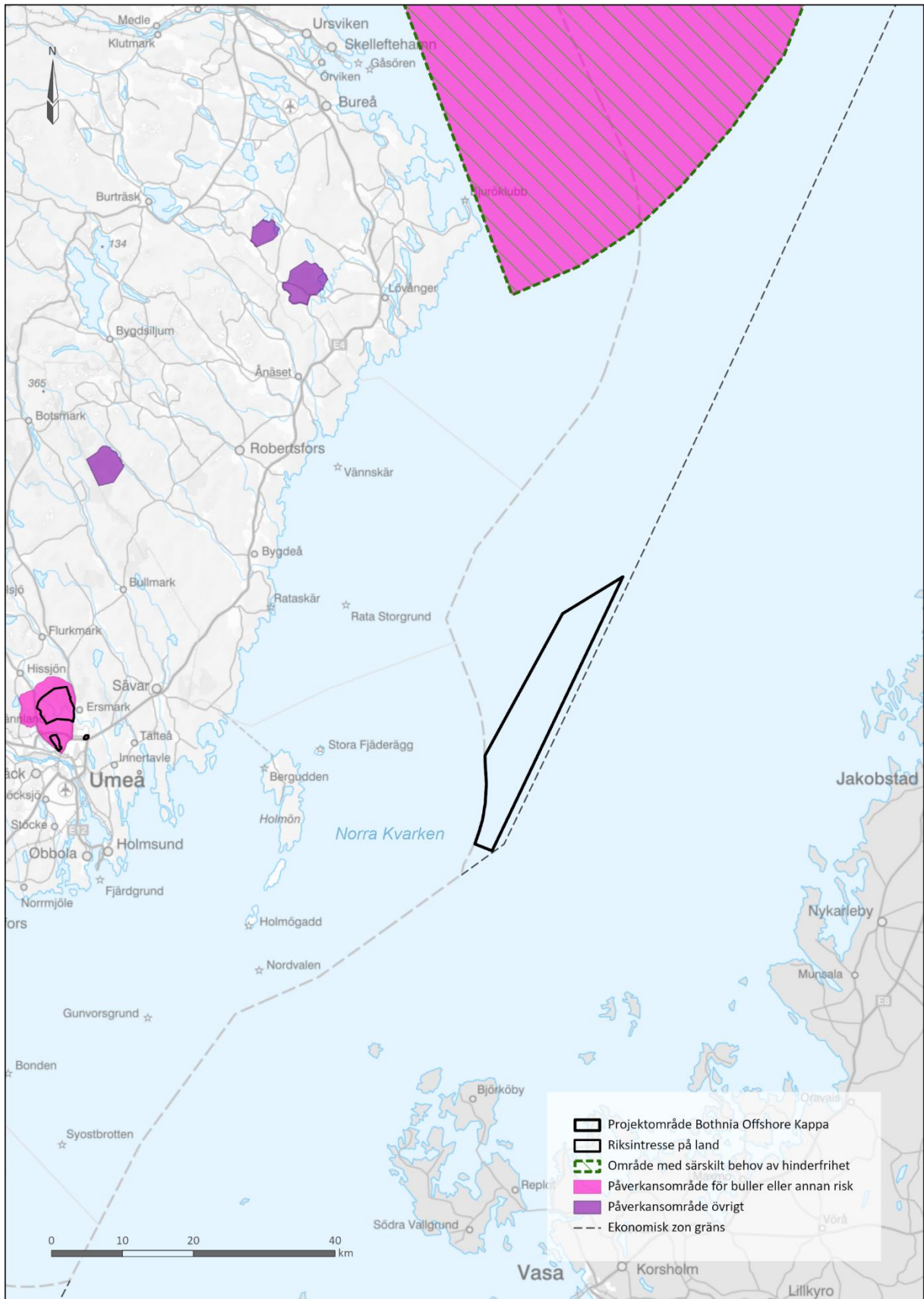
Hankealueella tai sen yhteydessä ei ole luonnonsuojelun kannalta kansallisesti merkittäviä alueita eikä Natura 2000 -alueita. Lähin tällainen alue on Holmöarkipelagen/Holmöarna. Tämä saaristoalue sijaitsee noin 20 kilometrin päässä hankealueesta länteen. Holmöarna on määritelty luonnonsuojelun kannalta merkittäväksi kansalliseksi alueeksi ja Natura 2000 -alueeksi sekä luonto- että lintudirektiivien mukaisesti (SCI ja SPA). Kuvassa 15 on yleiskuvaus kaikista lähellä sijaitsevista, luonnonsuojelun kannalta merkittävistä kansallisista alueista ja Natura 2000 -alueista. Suomen puolella Merenkurkun saaristossa Vaasan edustalla sijaitsee Merenkurkun saariston Natura 2000 -alue (SCI ja SPA), joka on noin 30 kilometriä hankealueesta etelään. Alue on myös Unescon maailmanperintökohde, koska se yhdessä Ruotsin puolella sijaitsevan Korkean rannikon kanssa on maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen paikka maankohoamisen kokemiseen.

Hankealue ei rajoitu kulttuuriympäristöjen ja ulkoilun kannalta kansallisesti merkittäviin alueisiin, ks. kuva 16. Lähin ulkoilun kannalta kansallisesti merkittävä alue on Holmöarna, jolla on erityisen hyvät olosuhteet luonnon- ja kulttuurimaisemaan tutustumiseen sekä ulkoiluun maalla ja merellä (Västerbottenin lääninhallitus, 2014). Lähin kulttuuriympäristöjen suojelun kannalta kansallisesti merkittävä alue on Holmöarkipelagenin saaristossa sijaitseva Stora Fjäderäggin luoto, jolla on erityistä keskiaikaista suojeluarvoa (RAÄ, 2019). Stora Fjäderägg sijaitsee noin 22 kilometrin päässä hankealueen länsipuolella.

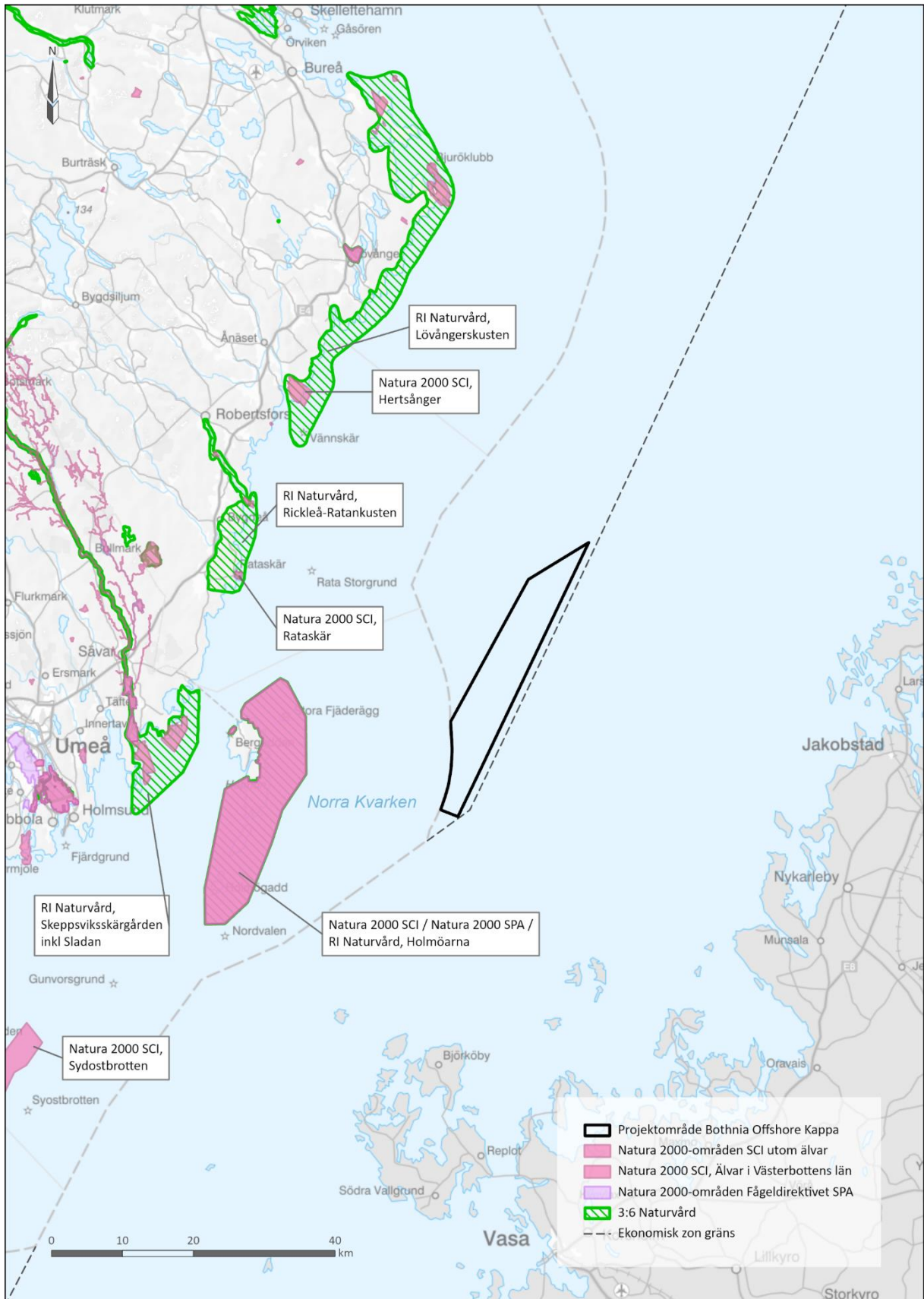
Kuvassa 17 on yleiskuvaus ammattikalastuksen ja energiantuotannon kannalta kansallisesti merkittävistä alueista. Hankealueella tai sen yhteydessä ei ole tällaisia alueita. Lähin tällainen alue on Holmönin rannikkovyöhyke, joka on noin 22 kilometriä hankealueesta länteen.



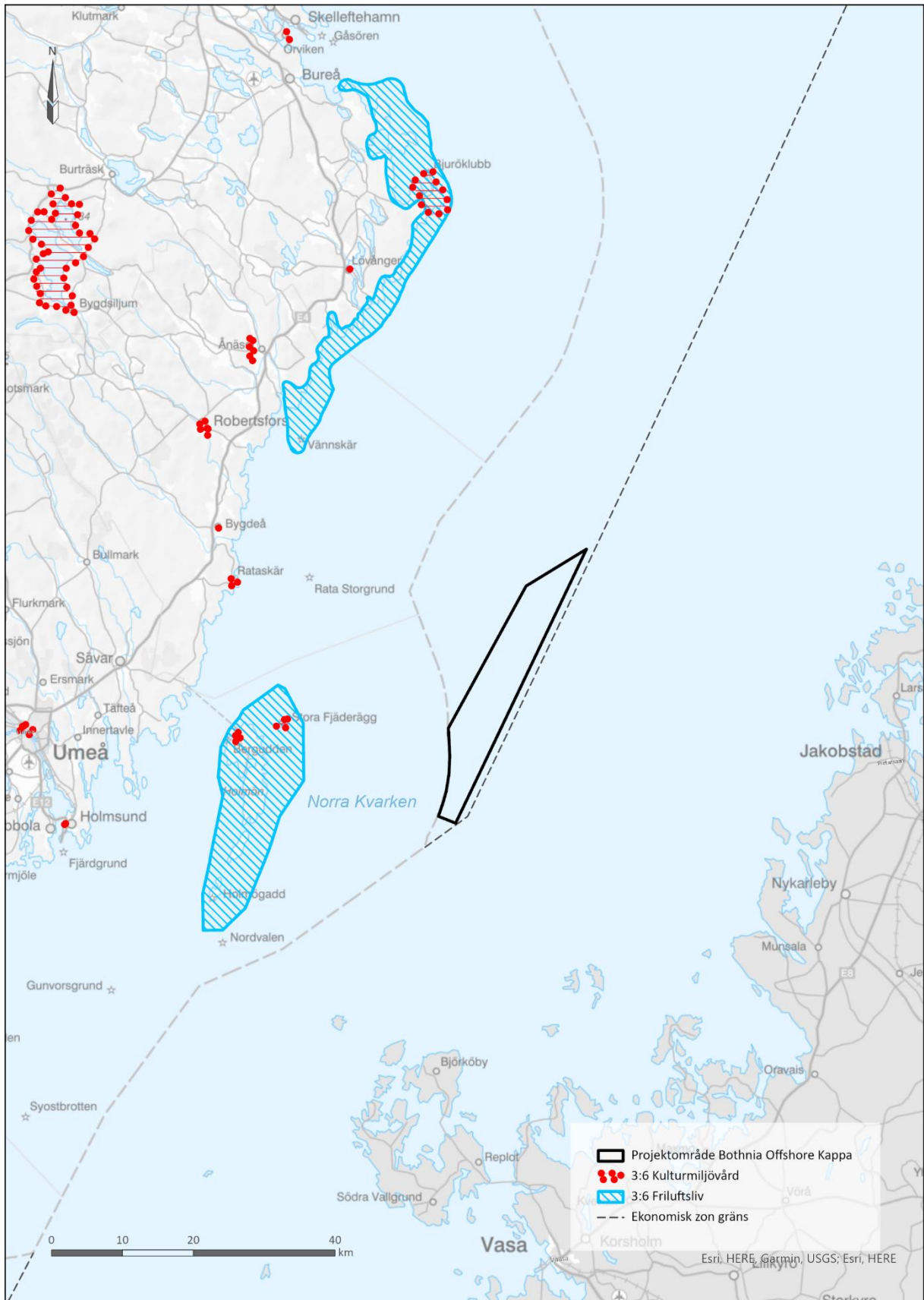
Figur 13 Viestiliikennettä koskevat kansalliset edut noin 80 kilometrin säteellä hankealueesta: merenkulku, satamat ja lentokentät. Hankealue sijaitsee osittain Uumajan lentoaseman MSA-vyöhykkeellä ja rajautuu lännessä Nordvalen–Kemin meriliikenneväylään.



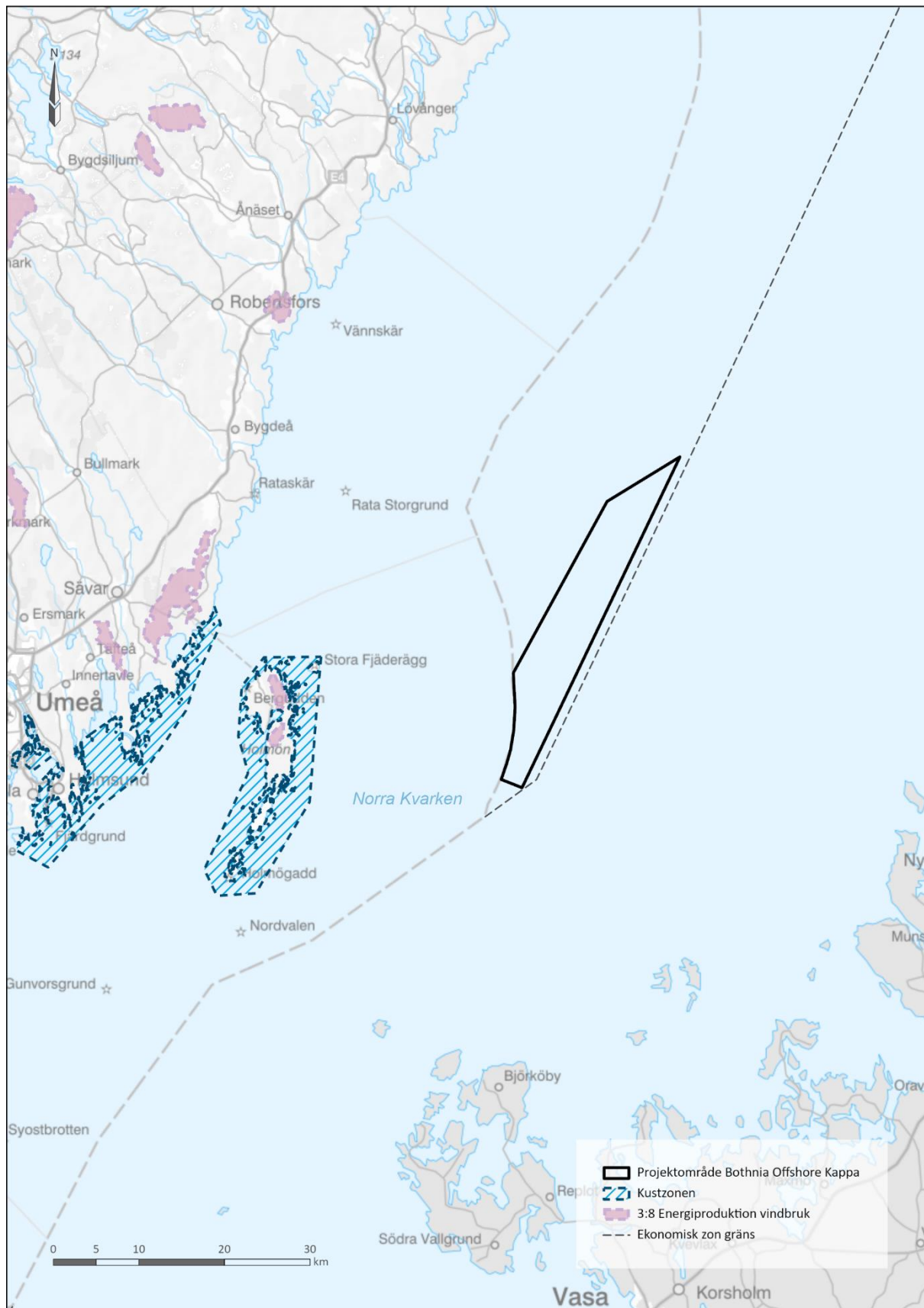
Figur 14 Maanpuolustuksen kannalta merkittävät kansalliset kohteet noin 80 kilometrin säteellä hankealueesta. Hankealueella tai sen yhteydessä ei ole maanpuolustuksen kannalta kansallisesti merkittäviä kohteita.



Figur 15 Luonnonsuojelua koskevat kansalliset edut ja Natura 2000 -alueet noin 80 kilometrin säteellä hankealueesta. Hankealueella tai sen yhteydessä ei ole maanpuolustuksen kannalta kansallisesti merkittäviä kohteita eikä Natura 2000 -alueita.



Figur 16 Kulttuuriympäristön hoitoa ja ulkoilua koskevat kansalliset edut noin 80 kilometrin säteellä hankealueesta. Hankealueella tai sen yhteydessä ei ole kulttuuriympäristön hoidon tai ulkoilun kannalta kansallisesti merkittäviä kohteita.



Figur 17 Ammattikalastukseen ja tuulivoiman tuotantoon liittyvät kansalliset merkittävät alueet noin 80 kilometrin säteellä hankealueesta. Hankealueella tai sen yhteydessä ei ole ammattikalastuksen tai tuulivoiman tuotannon kannalta kansallisesti merkittäviä kohteita.

3.6 Maisemakuva

Maisemakuva ja tuulipuiston vaikutukset ovat subjektiivisia ja perustuvat ihmisen kokemuksiin maisemasta. Yleisesti ottaen on väistämätöntä, että tuulipuisto vaikuttaa maisemaan, mutta se, miten muutokset koetaan, vaihtelee ja liittyy havainnoijan odotuksiin maisemasta ja asenteisiin uusiutuvaa energiaa kohtaan.

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

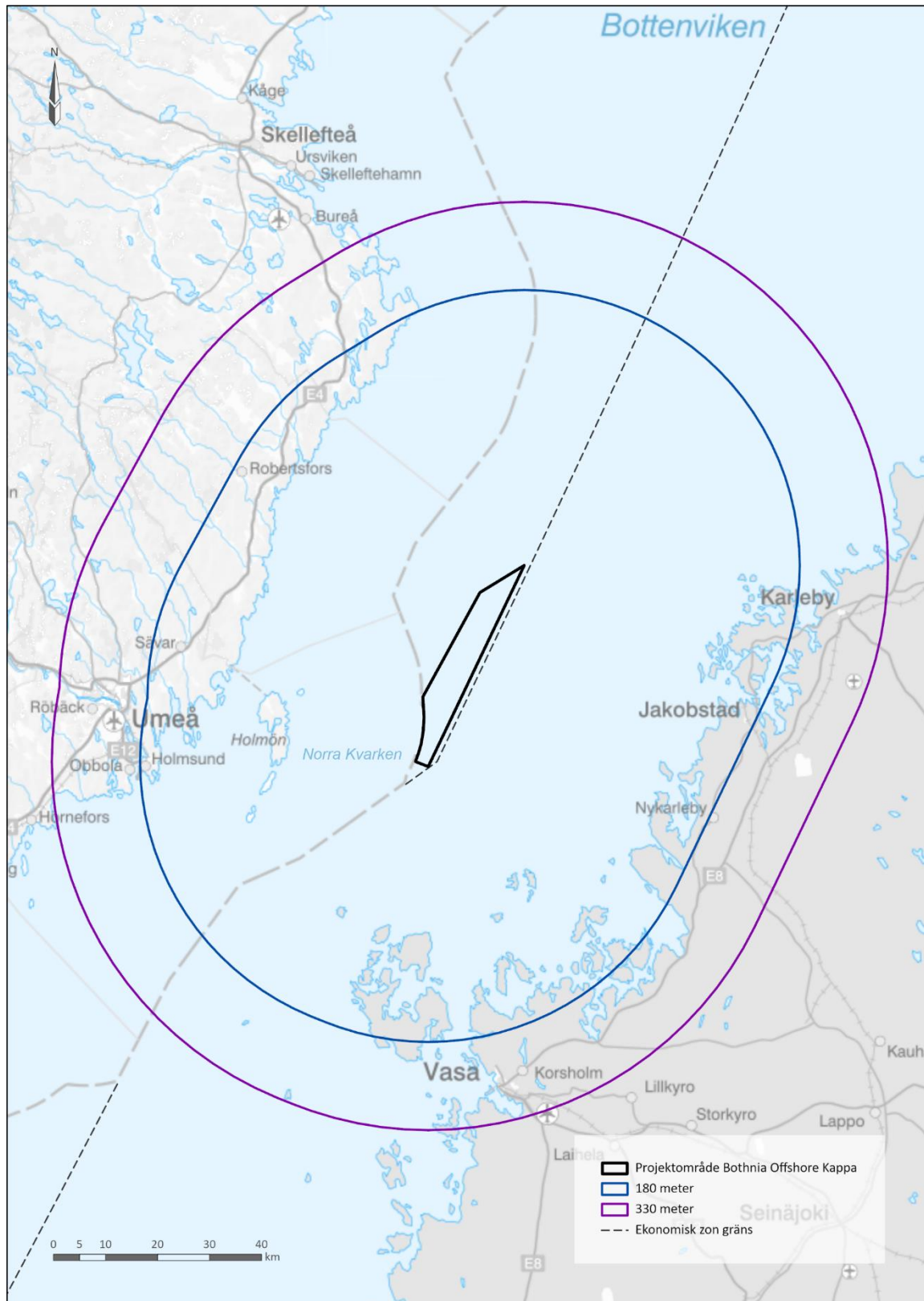
Bothnia Offshore Kappa -hankealue sijaitsee avomerellä. Lähimmälle saarelle eli hankealueen lounais-/länsipuolella sijaitsevalle Stora Fjäderäggin saarelle on matkaa noin 23 kilometriä. Stora Fjäderägg kuuluu Holmöarnan saariryhmään, ja lähin Holmönin saari on 24 kilometrin päässä hankealueelta. Hankealueen länsipuolella sijaitsevat myös Rataskärin ja Klubbenin luonnonsuojelualueet, jotka ovat noin 35 ja 45 kilometrin päässä hankealueelta. Uumajaan on matkaa noin 55 kilometriä. Noin 30 kilometrin päässä, hankealueen eteläpuolella on Suomelle kuuluva Björkönin saari.

Bothnia Offshore Kappan näkyviä vaikutuksia on analysoitu näkyvyysanalyysien ja valokuvamontaasin avulla. Näkyvyysanalyysit osoittavat tuulivoimaloiden teoreettisen näkyvyyden ennen niiden katoamista horisontin alapuolelle maan kaarevuuden takia (kuva 18), ja valokuvamontaasilla pyritään antamaan todenmukainen kuva voimaloiden visuaalisesta vaikutuksesta.

Suunniteltujen tuulivoimaloiden näkyvyyteen kullakin paikalla vaikuttaa pääasiassa kolme seikkaa.

- 1) **Maan kaarevuus** määrää, kuinka pitkälle tuulivoimalat on teoreettisesti mahdollista nähdä. Esimerkiksi 300 metriä korkea tuulivoimala voi näkyä noin 60 kilometrin päähän, ennen kuin se katoaa kokonaan horisontin alapuolelle.
- 2) **Näkyvyys** määrittää käytännön mahdollisuuden nähdä tuulivoimalat. Kaikissa tämän asiakirjan kuvaesityksissä näkyvyys vastaa näkyvyyttä 20 kilometrin etäisyydeltä kirkkaana päivänä, jolloin pilvisuus vaihtelee.
- 3) **Mittakaavan vaikutus** on tärkeää ottaa huomioon, jotta saadaan käsitys siitä, miten suurina voimalat koetaan silloin, kun ne ovat käytännössä nähtävissä. Esimerkiksi 50 kilometrin päässä sijaitseva, 300 metriä korkea tuulivoimala vastaa kokemusta 2,5 kilometrin päässä sijaitsevasta ja 15 metriä pitkistä lipputangosta tai 5 millimetriä pitkistä hiuskarvasta, joka on käsivarren etäisyydellä.

Tämä osoittaa, miten kauas tuulivoimalat on teoriassa mahdollista nähdä näkyvyyden ollessa täysin esteetön, kun otetaan huomioon maan kaarevuus. Sisempi viiva osoittaa etäisyyden, jolta 180 metriä merenpinnan yläpuolella sijaitseva estevalo näkyy horisontin yläpuolella merenpinnan tasolla. Ulompi viiva osoittaa saman näkyvyyden tuulivoimalan lavan kärkeen 330 metrin korkeudella merenpinnasta.



Figur 18 Viivat osoittavat teoreettisen etäisyyden merenpinnan tasolla, jolla estevalo näkyy 180 metrin korkeudella horisontin yläpuolella (sininen viiva) ja tuulivoimalan lavan kärki näkyy 330 metrin korkeudella merenpinnasta (violettiviiva).

Kuvissa 19 ja 20 on esimerkkejä siitä, miten turbiinit näkyvät Lövångerin Stånguddenista, joka on noin 50 kilometriä Skellefteåsta etelään. Etäisyys lähimpään turbiiniin on 45 kilometriä. Ensimmäinen valokuvamontaasi on tehty 45 mm:n kameraoptiikalla, joka vastaa suunnilleen ihmissilmää. Kyseistä kuvaa on tarkkailtava etäisyydeltä, joka vastaa kaksi kertaa kuvan korkeutta, jotta se vastaa paikan päällä saatavaa kokemusta. Toinen kuva on samasta pisteestä mutta 315 mm:n kameraoptiikalla. Tätä kuvaa on tarkkailtava etäisyydeltä, joka vastaa 13 kertaa kuvan korkeutta, jotta se vastaa paikan päällä saatavaa kokemusta. Kuvassa 21 on esitetty kuvan 20 valokuvamontaasin teoreettinen näkyyysanalyysi. Analyysistä voidaan päätellä, että lähimpien turbiinien roottori on teoriassa mahdollista nähdä kiiikareilla lähes kokonaan kirrkaalla säällä. Lisää valokuvamontaaseja on liitteessä 5 sekä osoitteessa www.njordroffshorewind.eu/pagaende-projekt/Kappa.



Figur 19 Valokuvamontaasi turbiinien näkyydestä Lövångerista.



Figur 20 Kuvaesitys yllä olevan kuvan katkoviivalla merkityn ruudun suurennoksesta.



Figur 21 Edellä olevan kuvaesityksen näköyhteysanalyysi. Keltaisen horisonttiviivan alapuolella oleva osa jää piiloon horisontin taakse, ja punaiset viivat osoittavat turbiinien pintaa.

YVA:ssa esitetään tarkempia näkyvyysanalyyskejä tuulivoimaloiden näkyvyydestä. Hanketta varten laadittujen valokuvamontaasien (ks. liite 5) lisäksi laaditaan estevaloanimaatioita, jotka

havainnollistavat, miltä suunniteltu tuulipuisto voi näyttää tietyistä tuulipuiston ympäristössä olevista paikoista.

3.7 Merentutkimus ja merigeologia

Perämeri ja pohjoinen Selkämeri/Merenkurkku muodostavat osan Pohjanlahdesta.

Hankealueen syvyys vaihtelee muutaman paikan noin 40 metristä aina syvimpien paikkojen 80 metriin. Suunniteltujen tuuliturbiinien kohdalla pohjan syvyys vaihtelee 45–65 metrin välillä. Hankealueen pohjamateriaali on tällä merialueella todennäköisesti lähinnä postglasiaalisavea ja liejusavea, jossa on mukana silttiä ja hiekkaa. Hankealueen pinta-aines on lähinnä pehmeää savea, hiekkaa, soraa ja kiveä sekä hienoa hiekkaa (SGU, 2022b).

Perämeren ja pohjoisen Selkämeren/Merenkurkun alueilla maankohoamisen vaikutukset ovat selkeästi näkyvissä. Alueella on saaristolle tyypillinen rannikko suurine jokisuistoineen. Näille merialueille ominaista on alueen suurista joista tulevan makean veden sekoittuminen meriveteen. Keskimääräinen suolapitoisuus hankealueen ympärillä on noin 2,5–4,3 promillea sekä pintavedessä että syvällä meressä, sillä suolan kerrostuminen Perämerellä ja pohjoisella Selkämerellä/Merenkurkussa on heikkoa. Suolapitoisuusmittaukset on tehty vuosina 2010–2021 hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä (Sveriges vattenniljö, 2022; SMHI, 2022a). Hankealueen eri syvyyksistä vuosina 2010–2021 mitattu happipitoisuus oli 7,95–9,91 ml/l. Happipitoisuudessa ei ollut suurta vaihtelua näytteenottosyvyyksien välillä. Happipitoisuustiedot on mitattu hankealueelta 0–65 metrin syvyydestä (SMHI, 2022a). Hankealueen pohjassa olevan liuenneen hapen osuutta koskevat mittaukset on tehty vuosina 2000–2020. Mittausten keskiarvo vaihteli mittausjakson aikana suunnilleen välillä 7–9,5 ml/l (Bothnia Bio Hindcast, 2022).

Vuosien 1993–2020 perusteella tuotetun malliaineiston mukaan hankealueen suurimman merkitsevän aallonkorkeuden arvioidaan olevan 6,5–7 metriä. Suurin simuloitu aallonkorkeus on arviolta 11–11,5 metriä (Copernicus Marine Service, 2020). Myrskyjen ja siten myös aaltojen voimakkuuden odotetaan kuitenkin lisääntyvän ja voimistuvan ilmastonmuutoksen vuoksi (IPCC, 2022), ks. myös luvun 3.15 kohta *Kuluminen ja äärisääät*.

Meriveden korkeus vaihtelee esimerkiksi tuulten, ilmanpaineen ja maan kohoamisen vaikutuksesta. Meriveden korkeuden vaihteluväli on ollut noin 0,8 metriä alle ja 1,3 metriä yli keskivedenkorkeuden (mittauspaikka: Holmsund, huhtikuu 2007 - marraskuu 2022, RH2000). Koko tänä aikana merenpinta oli keskimäärin 10 cm keskimääräisen vedenkorkeuden yläpuolella (SMHI, 2022b).

Alueella tehtävien tutkimusten tulokset lisäävät tietoa syvyydestä, pohjasedimenttien happipitoisuudesta, pohjamateriaaleista sekä pohjaominaisuuksien levinneisyydestä ja vaikuttavuudesta. Lue lisää suunnitelluista tutkimuksista luvusta 4.

3.7.1 Vaikutus merivirtoihin ja niiden sekoittumiseen

Pohjaan ankkuroidut merituulivoimalat, ks. kuva 22, joissa on merenpohjaan ulottuva torni, voivat mahdollisesti vaikuttaa kerrostuneiden vesimassojen sekoittumiseen, millä puolestaan voi teoriassa olla vaikutusta suola- ja happipitoisuuteen (ks. myös kohta 2.4.2 *Perustukset ja ankkurointi*).

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

Vastaava tutkimus pohjaan ankkuroiduista tuulivoimaloista Saksalle kuuluvalla Pohjanmeren alueella (Carpenter et al., 2016) on linjassa edellä mainitun tutkimuksen kanssa:

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

Hankealueen ja sen ympäristöolosuhteiden sekä nykytietämyksen perusteella on odotettavissa, että vaikutukset merivirtoihin ovat hyvin pieniä ja pohjaan ankkuroitujen tuulivoimaloiden aiheuttama sekoittuminen on hyvin vähäistä.



Figur 22 Yleiskatsaus merituulivoimaloiden perustustyyppeihin. Lähde: Illustration Joshua Bauer, NREL 49055.

3.8 Luonnonympäristö

Meriekosysteemeihin vaikuttavat esimerkiksi suolapitoisuus, lämpötila, virtaukset, tuulet, aallot, syvyyssolosuhteet ja pohjan koostumus. Tuulivoimaloiden perustaminen merelle voi vaikuttaa kasveihin ja eläimiin pääasiassa aiheuttamalla meluhaittaa, vaikutuksia pohjan eliöstöön ja törmäysriskin lentäville eläimille (Vindval, 2021). Pääasiassa käyttövaiheessa voi aiheutua lentäviin eläimiin kohdistuvia haitallisia vaikutuksia esimerkiksi törmäysriskin vuoksi, ks. kohdat 3.8.5 *Linnut* ja 3.8.6 *Lepakot*. Suurin kielteinen vaikutus vedenalaisen elämään aiheutuu rakentamisvaiheessa, jolloin alueella on enemmän toimintaa ja häiriötekijöitä, ks. kohdat 3.8.2 *Merenpohjan eliöstö*, 3.8.3 *Kalat* ja 3.8.4 *Merinisäkkäät*.

Hankealueen luonnonympäristöllä ei tällä hetkellä katsota olevan korkeita luonnonarvoja suhteessa ympäristöön, mutta alue ei ole kovin hyvin inventoitu. Nykyisen merisuunnitelman mukaan hankealue ei sijaitse millään alueella, joka on nimetty korkeiden luontoarvojen huomioon ottamiseksi (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a). Meriympäristöön kohdistuvia kertautuvia vaikutuksia on arvioitu Symphony-suunnittelutyökalun avulla (Havs- och vattenmyndigheten, 2018a). Pohjanlahden kertautuvia ympäristövaikutuksia hallitsevat tällä hetkellä saastuminen ja rehevöityminen. Sedimenttien metallisaasteet ja lannoitefosfori ovat pääasialliset rasisitteet, mutta ympäristövaikutukset ovat Pohjanlahdella yleensä vähäiset, erityisesti ulkomerellä. Ympäristövaikutusten lisäksi suunnittelutyökalu luo myös yhteenvedon meren luonnonarvojen laajasta kuvasta. Symphony-hankkeessa tuotetun vihreän kartan mukaan yhdistetyt luontoarvot ovat todennäköisesti suhteellisen pienet hankealueella. Aluetta koskeviin tietoihin liittyy kuitenkin paljon epävarmuutta (Havs- och vattenmyndigheten, 2018a). Tulevien tutkimusten avulla voidaan osoittaa, mitä luonnonarvoja hankealueella tarkalleen on, ks. 4.2 *Suunnitellut tutkimukset*.

3.8.1 Suojelualueet

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole suojeltuja luonnonympäristöalueita, ks. kuva 23.

Hankealuetta lähimpänä oleva suojeltu alue on Holmöarnan saaristoalue (noin 20 kilometriä hankealueen länsi-/lounaispuolella). Holmöarna-saaristo muodostaa Natura 2000 -alueen (SCI ja SPA), luonnonsuojelun kannalta kansallisesti merkittävän alueen, luonnonsuojelun alueen, Helcomin suojelun alueen ja rannikkoympäristöjen arvoalueen. Holmöarna-saaristoalueella on maankohoamisen leimaamaa nuorta ja vaihtelevaa luontoa.

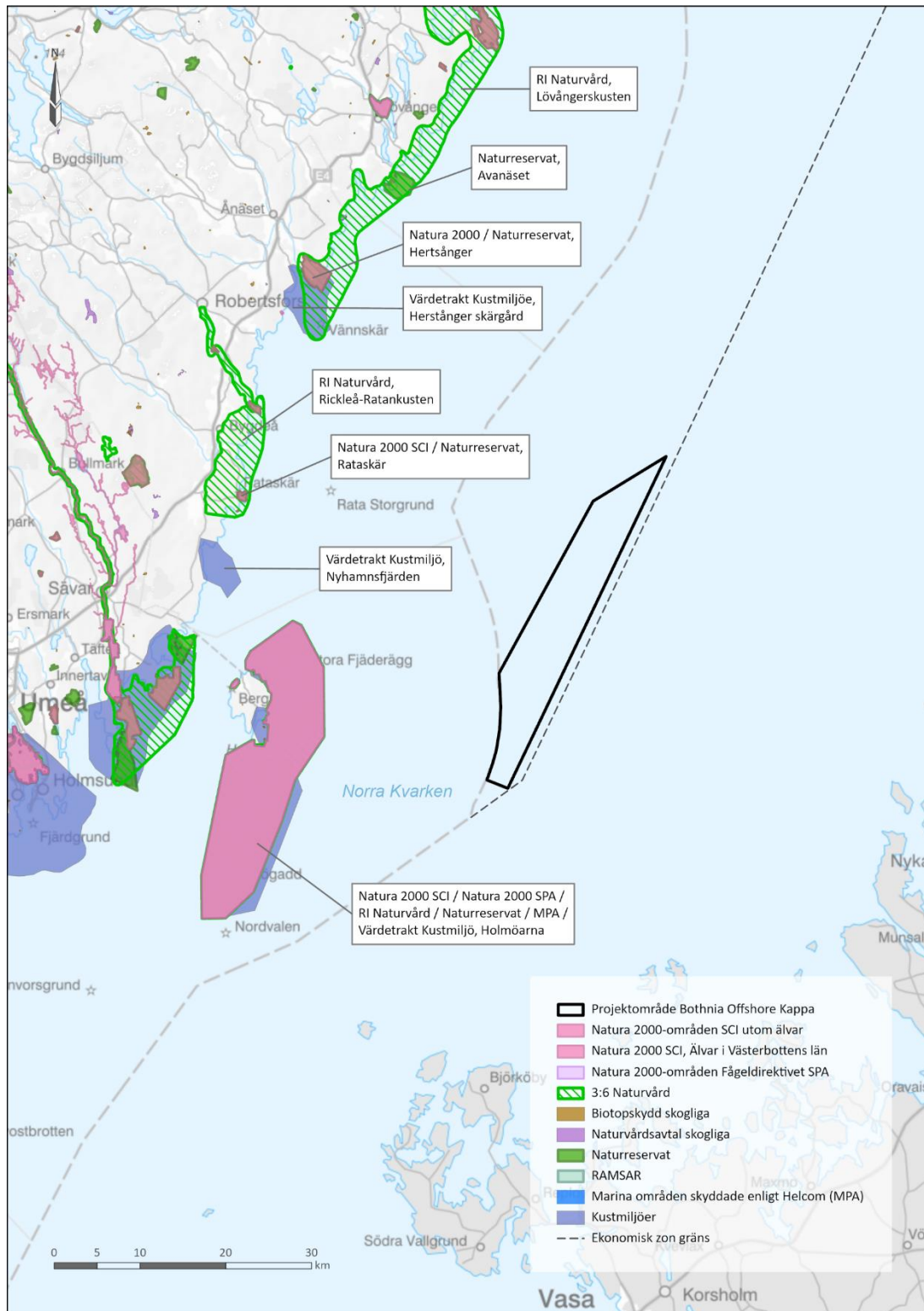
Suuria osia Uumajan ja Skellefteån välisestä mannerrannikosta on määritetty luonnonsuojelun kannalta kansallisesti merkittäväksi alueeksi. Rannikolla on myös useita Natura 2000 -alueita, luonnonsuojelun alueita ja rannikkoympäristöjen arvoalueita.

Suomenpuoleinen Merenkurkun saaristo (noin 30 kilometriä hankealueesta etelään) on UNESCO:n maailmanperintökohde ja Natura 2000 -alue. Alueella on myös Helcomin ja Ramsar-sopimuksen mukaisia suojelun alueita. Merenkurkun saariston Natura 2000 -alueella on lisäksi Snipansgrund-Medelkallan hylkeidensuojelun alue.

YK:n biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen vuoden 2018 osapuolikokouksessa on määritetty yhdeksän Itämeren aluetta biologisen monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeiksi alueiksi. Suomen ja Ruotsin välissä (heti hankealueen eteläpuolella) sijaitseva Merenkurkun saaristo on tällainen alue, joka sisältyy myös maailmanlaajuiseen EBSA-alueiden (Ecologically or Biologically Significant marine Areas) tietokantaan (Havs- och Vattenmyndigheten, 2018b ja HELCOM, 2022). Alue on määritetty erityisen tärkeäksi, sillä se

muodostaa tärkeän alueen kala- ja lintulajeille sekä tärkeän siirtymisväylän vaeltaville siioille ja meritaimenille (Havs- och Vattenmyndigheten, 2018b).

Suojelualueille ei arvioida tällä hetkellä koituvan mitään kielteisiä vaikutuksia.



Figur 23 Luonnonympäristön ja muiden luontoarvojen perusteella suojellut alueet. Suunnitellun tuulipuiston välittömässä läheisyydessä ei ole suojeltuja alueita. Hankealuetta lähinnä oleva alue muodostuu Holmöarna-saariryhmästä (Natura 2000, luonnonsuojelualue, luonnonsuojelun kannalta kansallisesti merkittävä alue ja rannikkoympäristöjen arvoalue).

3.8.2 Merenpohjan eliöstö

Hankealueen merensyvyys vaihtelee joidenkin kohtien noin 40 metristä syvimpien kohtien noin 80 metriin. Syvemmät alueet sijaitsevat hankealueen keski- ja pohjoisosissa, ja matalimmat alueet ovat hankealueen luoteis- ja eteläosissa.

Hankealueella tai sen läheisyydessä ei ole tehty näkösyvyysmittauksia. Skellefteån edustalla (noin 90 kilometriä hankealueesta pohjoiseen) tehtiin vuosina 2011–2021 pohjasyvyydeltään 120 metrin syvyisellä alueella mittauksia, jotka osoittivat rajoitetun näkösyvyyden olevan 4–7 metriä (StationsID F3/A13). Myös Holmsundin edustalla (noin 40 kilometriä hankealueesta länteen) vuosina 2010–2021 noin 30 metrin syvyisellä alueella tehdyt mittaukset osoittivat rajoitetun näkösyvyyden olevan 4–8 metriä (StationsID UKV1; SMHI, 2022a).

Alhainen suolapitoisuus vaikuttaa osaltaan siihen, että limniset lajit hallitsevat kasvistoa ja eläimistöä. Talvikuukausina suuri osa Perämerestä ja pohjoisesta Selkämerestä/Merenkurkusta on jään peitossa, mikä vaikuttaa myös alueella eläviin lajeihin alhaisten lämpötilojen ja veteen pääsevän vähentyneen auringonvalon säteilyn kautta (Sveriges vattenmiljöer, 2022). Sen sijaan ilmastonmuutoksen myötä jääpeite on pienentynyt ja jäätä on nyt lyhyemmän aikaa kuin ennen.

Hankealue sijaitsee sekä pohjoisella Selkämerellä/Merenkurkussa että Perämerellä. Perämeren ulkokeri on pohjaeläinten osalta yksi lajiköyhimmistä alueista maailmassa. Yksi selitys merialueen vähäiselle lajien monimuotoisuudelle on alhainen suolapitoisuus. Pohjaveden happipitoisuudet ovat kuitenkin hyvät, eikä suuria muutoksia näy. Perämeren ulkomerialueilla pohjaeläimistön yksilötiheys, biomassa ja BQI-arvo (pohjaeläimistöindeksi) ovat vaihdelleet ilman selkeää suuntaa viimeisen kymmenen vuoden aikana. Pohjoisen Selkämeren ulkokerellä pohjaeläinten yksilötiheys, biomassa ja BQI-arvo ovat kaiken kaikkiaan kasvaneet kymmenen vuoden aikana (Sveriges vattenmiljö, 2021).

Perämeren ja Selkämeren ulkomerialueilla eläviä benttisiä (pohjassa eläviä) lajeja ovat muun muassa nivelmadot, itämerensimpukka, valkokatka ja invasiivisten nivelmatojen sukuun kuuluvat liejuputkimadot. Itämerensimpukka ja valkokatka elävät muutaman senttimetrin verran hautautuneina pehmeisiin merenpohjiin, ja niitä tavataan eri syvyyksissä. Itämeren simpukka on yleinen 30 metrin syvyyteen asti, mutta sitä esiintyy jopa 140 metrin syvyudessa. Valkokatkaa tavataan parin metrin syvyydestä aina 70 metriin asti (lajitietopankki, 2022a; lajitietopankki, 2022b). Monien Itämeressä elävien lajien, kuten sinisimpukan ja rakkolevän, pohjoisin levinneisyysraja on Selkämeressä (havet.nu, 2022). Tulevien tutkimusten avulla voidaan osoittaa, mitä lajeja hankealueella tarkalleen on, ks. 4.2 *Suunnitellut tutkimukset*.

Hankealueen pohjamateriaali on todennäköisesti lähinnä postglasiaalisavea ja liejusavea, jossa on mukana silttiä ja hiekkaa. Hankealueen pinta-aines on lähinnä pehmeää savea, hiekkaa, soraa ja kiveä sekä hienoa hiekkaa (SGU, 2022b). Hankealueen hienorakeinen pohjan

koostumus voi aiheuttaa voimakasta sameutta tuulipuiston rakentamisen ja louhintatyön aikana, millä voi myös olla kielteisiä vaikutuksia eläimiin ja kasveihin rakentamisvaiheessa.

Lajit, jotka eivät pysty siirtymään pois rakentamispaikalta, voivat olla vaarassa vahingoittua tai hävitä tilapäisesti. Vaikutukset ovat kuitenkin paikallisia, ja ne ilmenevät vain rakentamisvaiheessa. Pohjaeliöiden uudelleenkolonisaatio vaihtelee lajeittain, mutta seuraantoprosessit ovat yleensä hitaampia syvissä pohjissa verrattuna mataliin pohjiin (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2021). Jopa meluhaitta voi vaikuttaa paikallisesti pohjan eliöstöön. Kun perustukset ovat paikoillaan, rakenteet voivat toimia keinoriuttoina (Vindval, 2021). Pohjaeliöt voivat käyttää rakenteita kasvualustoina ja elää lähempänä pintaa. Tutkimukset osoittavat kuitenkin, että riuttavaikutus on suurempi merissä, joissa on korkeampi suolapitoisuus (Vindval, 2022). Perämeren ja pohjoisen Selkämeren/Merenkurkun riuttavaikutuksen arvioidaan siten jäävän vähäiseksi.

Tuulivoimalat voivat tietyiltä osin olla este sekä ammattikalastukselle että linnuille, mikä voi luoda suojeltuja ympäristöjä sekä simpukoille että muille pohjaeliöille.

3.8.3 Kalat

Perämerellä elää noin 25 kalalajia, joista silakka, kilohaili, tuulenkala ja hietatokko katsotaan merikaloiksi. Perämerellä tavataan niin vähän merilajeja, koska suolapitoisuus on niin alhainen (Vindval, 2022). Monien Itämeressä elävien lajien pohjoisin levinneisyysraja on Selkämeressä (havet.nu, 2022). Hankealue sijaitsee sekä Perämerellä että pohjoisella Selkämerellä/Merenkurkussa, joten on todennäköistä, että hankealueella elää sekä Selkämerelle että Perämerelle tyypillisiä kalalajeja kuten lohi, siika ja taimen. Holmöarnan saaristoalueen ja Suomen Merenkurkun saariston erittäin matalat alueet ovat hyvin tärkeitä monille kalalajeille ja muodostavat niille tärkeitä kutupaikkoja. Holmöarnan saaristoalue muodostaa yhden Pohjanlahden harvoista tunnetuista kutupaikoista meressä kutevalle harjukselle (Länsstyrelsen Västerbotten, u.å ja Fortsstyrelsen, u.å).

Pääasiallinen vaikutus kaloihin on todennäköisesti äänivaikutus, kun kalat havaitsevat ääniaaltojen aiheuttamia hiukkasmuutoksia. Kalat, joilla ei ole uimarakkoa tai joilla se on hyvin pieni, havaitsevat ääniä, joiden taajuus on alle pari sataa hertsiä. Kalat, joilla on uimarakko tai muita ilmatäytteisiä onteloita, pystyvät havaitsemaan myös korkeampia taajuuksia. Jotkin kalat havaitsevat jopa 100 kHz:n taajuuksia (Schack et al., 2019). Kalat voivat kuitenkin usein siirtyä pois väliaikaisten äänien lähetyviltä, ja erityisesti uhattujen tai heikkojen populaatioiden lisääntymisympäristöihin kohdistuvat äänivaikutukset aiheuttavat kielteisiä lyhytaikaisia seurauksia.

Useilla kaloilla on heikkoja sähkövirtoja ja tärinää aistiva elin, kylkiviiva, jota ne käyttävät muun muassa ravinnon etsimiseen. Sähkökaapelienvälikenttien ympärille syntyy sähkömagneettinen kenttä, joka voi vaikuttaa kalojen sähkösignaaleihin perustuviin aisteihin, ja sähkökaapelienvälikenttien signaalit voivat

sekoittua saaliseläimiin (Vindval, 2021). Vaelluskalat, kuten ankerias ja lohi, voivat havaita magneettikenttiä merikaapeleista. Vaeltavia ankeriaita koskevat tutkimukset osoittavat, että vaihto- tai tasavirtamerikaapelit eivät ole este vaellukselle, mutta joidenkin ankerioiden vaellus voi viivästyä jonkin verran tai ne voivat tilapäisesti eksyä ylittäessään kaapelia (Vindval, 2021).

Tuulivoimaloiden perustusten luomat keinotekoiset riutat voivat joissain tapauksissa hyödyttää kaloja tarjoamalla niille suojaa ja tuottamalla ravintoa kaloille rakenteissa elävien pohjaeliöiden muodossa. Tutkimukset osoittavat kuitenkin, että riuttavaikutus on suurempi merissä, joissa on korkeampi suolapitoisuus (Vindval, 2022). Perämeren ja pohjoisen Selkämeren riuttavaikutuksen arvioidaan siten jäävän vähäiseksi. Näiden riuttarakenteiden kielteinen vaikutus voi kuitenkin olla se, että haitalliset vieraslajit voivat mahdollisesti levitä helpommin "saarelta saarelle". Mustatäplätokko on Västernorrlandin läänissä sijaitsevan Husumin edustalla hiljattain tavattu tulokaskalalaji, joka näyttää leviävän kohti pohjoista. Kalalaji elää pääosin matalalla (enintään noin 20 metrin syvyydessä) erilaisissa pohjatyypeissä, joissa on runsaasti simpukoita ja kotiloita, jotka ovat sen pääravintoa (Artdatabanken, 2022c). Koska tuulipuisto suunnitellaan rakennettavaksi syvemmälle merialueelle (45–65 metrin syvyyteen), sen ei katsota olevan houkutteleva elinympäristö tälle tulokaskalalajille.

Kalastuksen estäminen joksikin aikaa ja se, että linnut saattavat karttaa tuulipuistoa, voi pitkällä aikavälillä merkitä sitä, että kalalajit voivat olla turvassa ja hyötyä siitä.

3.8.4 Merinisäkkäät

Perämerellä eläviä merinisäkkäitä ovat harmaahylje ja norppa (Havs- och vattenmyndigheten, 2018).

Hallin kanta on Ruotsin kolmesta hyljelajista suurin (Ruotsin vesiympäristö, 2021).

Lajitietopankin (2022d) mukaan Itämeren harmaahyljepopulaatio arvioidaan elinvoimaiseksi. Harmaahylkeitä voi liikkua laajoilla alueilla, ja niitä esiintyy koko Itämerellä, missä ne kulkevat ja etsivät ravintoa. Yleisimmin niitä tavataan varsinaisen Itämeren pohjoisosassa, Selkämerellä ja Perämerellä (HELCOM, 2017 ja Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019).

Harmaahylkeet parittelevat huhtikuun lopulla, ja poikaset syntyvät ajanjaksolla, joka kestää helmikuun lopusta seuraavan vuoden huhtikuun alkuun (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2019).

Norppa on Ruotsin kolmesta hyljelajista pienin. Norppa on leimallisesti arktinen laji, ja se on riippuvainen merijäätiköistä karvanvaihtoa ja kuuttien syntymistä varten. Jäättömänä vuodenaikana norpat elävät meressä ja saattavat satunnaisesti hakeutua pienemmille kiville lepäämään (lajitietopankki, 2022e). Itämerellä suurin osa norpista tavataan Perämerellä.

Harmaahylkeen tavoin norppa voi liikkua laajoilla alueilla. Itämeren kantaa on pitkään pidetty haavoittuvana ja lähes uhanalaisena, mutta se on kasvanut viime vuosina ja sitä pidetään nyt elinvoimaisena (Artdatabanken, 2022e). Helmi- ja toukokuun välisenä aikana norppa on

haavoittuvaisimmillaan, sillä se parittelee huhtikuun lopussa ja synnyttää kuuttinsa helmi-maaliskuussa (Vindval, 2022).

Suomen puolella Merenkurkun saaristossa Vaasan edustalla sijaitsee Snipansgrund-Medelkallan hylkeidensuojelualue (noin 30 kilometriä hankealueen eteläpuolella). Hylkeidensuojelualueen tarkoitus on suojella pääasiassa harmaahyljettä (Metsähallitus, u.äb).

Sekä harmaahylkeen että norpan suurimpana uhkana pidetään ilmastonmuutosta, joka on johtanut talven jääpeitteen vähenemiseen ja hyljelajin kantojen jakautumiseen pienempiin ryhmiin, mikä vaikeuttaa poikasten saamista.

Tuulipuiston rakentamisvaiheessa vaikutus riippuu paljon rakennettavien perustusten tyypistä. Yleisesti ottaen suurin vaikutus rakentamisvaiheessa syntyy rakentamismelusta, lisääntyneestä sameudesta ja sedimentaatiosta sekä suorasta vaikutuksesta pohjaan. Hylkeet ovat erittäin liikkuvia ja voivat välttää sekä lisääntyneen sameuden että suoran vaikutuksen pohjaan.

Rakentamismelua pidetään tekijänä, joka voi aiheuttaa rakennusvaiheessa suurimmat haittavaikutukset, kuten käyttäytymisen muutoksia ja kuulovaurioita, ks. myös 3.13 *Melu*. Tällä hetkellä ei ole vahvistettu raja-arvoja vedenalaiselle melulle merinisäkkäiden suojelemiseksi, mutta niitä kehitetään parhaillaan. Melun torjumiseksi kehitetään jatkuvasti keinoja, esimerkiksi meluverhoja, jotta melua ei kantautuisi veteen. Tätä kehitystä seurataan ennen Bothnia Offshore Kappa -tuulipuiston perustamista. Käyttövaiheessa melun vaikutus on paljon pienempi, ks. kohta 3.13 *Melu*.

Hylkeet ovat haavoittuvaisempia tiettyinä vuodenaikoina, ja toiseen aikaan ne ovat todennäköisesti eri puolilla merta. Jos alueella on hylkeitä, otetaan käyttöön asianmukaiset suojoitimenpiteet, ja häiritsevät sekä hylkeitä eri tavoin stressaavat työvaiheet siirretään toiseen ajankohtaan, jolloin niiden vaikutukset ovat vähäisempiä. YVA:n valmisteluun kuuluu perusteellisia tutkimuksia (alustava aineistotutkimus ja tutkimustarpeiden selvitykset). Näiden tutkimusten avulla selvitetään, tarvitaanko toimenpiteitä, joilla merinisäkkäitä ja niiden elinympäristöjä suojataan näiltä vaikutuksilta, ks. kohta 4.2 *Suunnitellut tutkimukset*.

3.8.5 Linnut

Eri lintulajit käyttävät eri merialueita eri tavoin. Tiettyjä merialueita käytetään talvehtimiseen, kuten kevään ja syksyn levähdysalueita, sekä ruokailuun. Lintujen lentoreitin etuosa on usein hyvin leveä, ja siihen vaikuttaa sää ja tuuli. Rannikon yli kulkee usein lentoreittejä. Tunnettu vesilintujen muuttoreitti kulkee pohjoisen Selkämeren/Merenkurkun ja Perämeren kautta. Länsituulussa reitti siirtyy itään ja suurempi osa linnuista seuraa Suomen länsirannikkkoa. Itätuulussa reitti siirtyy länteen ja seuraa enemmän Ruotsin itärannikkkoa. Suunniteltu tuulipuisto voi vaikuttaa kuikkien, sorsien, kahlaajien ja hanhien sekä myös kihujen, tiirojen, lокkien ja muiden lajien lentoreitteihin.

Holmönin (noin 24 kilometriä hankealueesta länteen) ja Suomen Valassaarten (noin 30 kilometriä hankealueesta lounaaseen) välillä kulkee esimerkiksi petolintujen ja kurkien tunnettu muuttoreitti (Hansson, 2019 ja Hansson, 2020). Muuttoreitin tarkkaa laajuutta ei tiedetä, mutta suunnitellulla tuulipuistolla voi olla vaikutusta muuttoreittiin.

Holmöarnan saaristoalueella on merkittäviä lintukantoja, kuten riskilä-, karikukko-, kaakkuri- ja pilkkasiipikantoja (Länsstyrelsen 2016). Stora Fjäderäggin saarella on lintujen rengastusasema. Holmöarnan saaristo ja Suomen puolella sijaitseva Merenkurkun saaristo ovat tärkeitä saariston lintujen pesimä- ja talvehtimisalueita (HELCOM, 2022). Kalaa syövät linnut, kuten selkälokit, räyskät, ruokit ym., voivat kulkea kymmeniä kilometrejä joka päivä etsiessään ruokaa.

Merituulivoiman vaikutus lintuihin riippuu siitä, missä ne ovat ja miten ne käyttävät aluetta. Tietyt lintulajit ovat vaarassa törmätä tuulivoimaloihin, ja monet lajit näyttävät välttävän tuulipuistoja. Tuulivoiman rakentaminen voi aiheuttaa elinympäristön häviämisen, mutta tämä vaikutus riippuu siitä, miten linnut käyttävät kyseistä aluetta eri vuodenaikoina (Vindval, 2021).

Jotta saataisiin tarkempi kuva siitä, miten eri lintulajit käyttävät hankealuetta ja sen ympäristöä, suunnitteilla on lintukantojen kartoituksia, ks. kohta 4.2 *Suunnitellut tutkimukset*. Tulosten perusteella varotoimiksi ehdotetaan tarvittaessa teknisiä ratkaisuja, kuten tutkaa, jonka avulla turbiini sammutetaan, jos lintujen lentoreitti kulkee kyseisestä kohdasta.

3.8.6 Lepakot

Lepakot voivat lentää pitkiä matkoja. Pikkulepakoiden on kuvattu ylittävän Itämeren Holmönin saaren ja Suomen Valassaarten väliltä (Västerbottenin lääninhallitus, 2018). Lepakot ylittävät meren todennäköisesti mieluiten siellä, niiden lentoreitti on mahdollisimman lähellä avovettä (Västerbottenin lääninhallitus 2018). Lepakoiden liikkumisessa meren yli on kuitenkin vielä paljon sellaista, mitä ei tiedetä. Etelä-Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa 11 tutkituista 18 lepakkolajista lensi jopa 14 kilometriä merelle etsimään ruokaa (Ahlén et al., 2009). Tätä voidaan verrata siihen, että lähin saari (Fjäderägg) on 23 kilometrin päässä hankealueesta ja manner (Ratan) noin 36 kilometrin päässä. Lepakot lentävät yleensä alle kymmenen metrin korkeudella merenpinnasta, mikä tarkoittaa, että ne lentävät roottorin lapojen ali. Metsästävä lepakko voi kuitenkin muuttaa korkeutta nopeasti ja olla siten vaarassa törmätä lapoihin.

Hankealueen ja maan välinen etäisyys tarkoittaa, että ensisijaisesti on otettava huomioon muuttavat lepakot. Tyynemmällä säällä tuulivoimaloihin voi kerääntyä hyönteisiä, mikä voi houkuttaa lepakkoita. Lepakoiden mahdollista muuttoa hankealueen poikki selvitetään aineistotutkimuksella, jossa aikaisemmat havainnot, tiedot ja todennäköisyydet tarkastaa lepakkoasiantuntija. Tutkimuksen avulla pyritään myös selvittämään mahdollisten suojatoimien tarvetta.

3.8.7 Lajien suojelu ja luonnon monimuotoisuus

Kaikista Itämeren kalalajeista 14 prosenttia on uhanalaisia ja 22 prosenttia punaisen kirjan lajeja (SLU, 2020a). Itämerellä elävät lajit ovat sopeutuneet alueen murtovesien erityisolosuhteisiin, mikä tarkoittaa, että monien Itämeren lajien kantojen voidaan olettaa muodostavan ainutlaatuisia populaatioita. Tietyissä tapauksissa nämä arvioidaan erikseen (riski yksittäisten lajien katoamisesta Ruotsissa) lajin muualla maassa esiintyvistä kannasta.

Meressä elävien selkärangattomien tuntemusta on lisättävä, jotta niiden tilanteesta saadaan varmaa tietoa. Tällä hetkellä 14 lajin tilanne on kriittinen ja 442 lajia ovat elinvoimaisia. Yhteensä 157 lajin tilanne on jossain näiden kahden välillä (SLU, 2020b). Jotta meressä elävien selkärangattomien lajien elinvoimaisuutta voidaan parantaa, on suojeltava alueita pohjatroulaukselta ja muulta vastaavalta käytöltä, vähennettävä ravinne- ja ympäristömyrkkypäästöjä sekä tehostettava ilmastonmuutosta hillitseviä toimia.

Laskennoista saadaan tietoa lajien suojelumääräyksen alaan kuuluvista lajeista, ja tulevien ympäristövaikutusten arviointien perustaksi tehdään vaikutustenarviointi. Tutkimus perustuu muun muassa Ruotsin lajirekisteriportaalista (Artportalen) saatuun tietoon sekä laskentojen ja muiden tutkimusten yhteydessä tehtyihin havaintoihin.

Ilmastonmuutos on listattu kolmanneksi suurimmaksi luonnon monimuotoisuuden uhaksi. Tuulienergian lisääminen on tärkeä ilmastotoimenpide, koska se voi nopeasti auttaa vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Mitä aikaisemmin tuulienergiaa lisätään, sitä suurempi on ilmastohyöty. Jotta tuulienergiaa voidaan laajentaa kestävästi sekä maalla että merellä, on otettava huomioon kielteiset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen (Bergström et al., 2021).

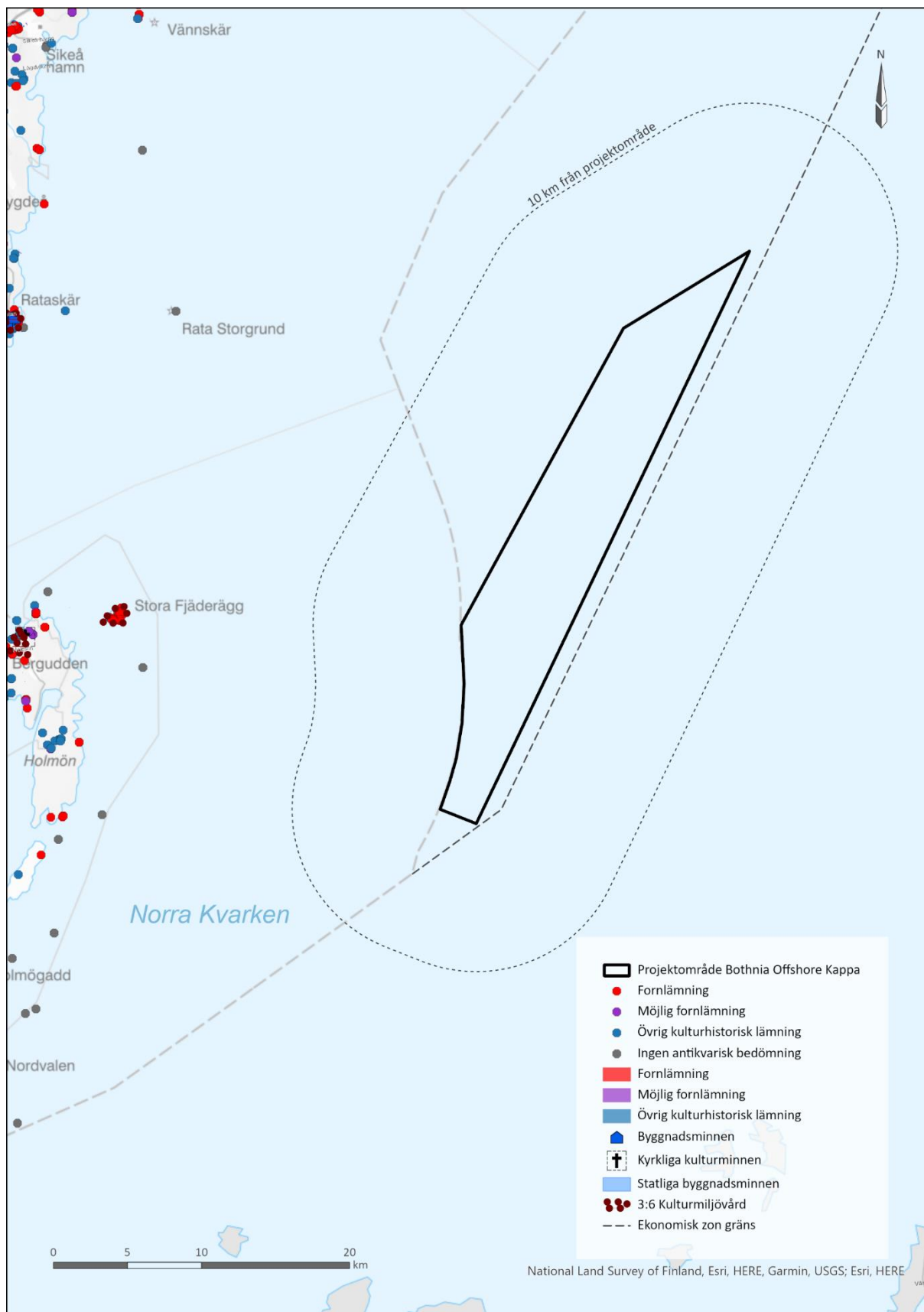
Lajien suojelusta annetun asetuksen mukaisten suojeltujen lajien, punaisen kirjan lajien ja muiden suojelun arvoisten lajien (jotka eivät sisälly punaisen kirjan lajeihin mutta joiden määrä on vähenemässä), tuulipuiston vaikutusta näihin lajeihin sekä asianmukaisia suojatoimenpiteitä selvitetään ennen tulevaa ympäristövaikutusten arviointia.

3.9 Kulttuuriympäristö

Kymmenen kilometrin säteellä hankealueesta ei ole tunnettuja kulttuurihistoriallisia jäännöksiä Ruotsin kulttuuriympäristöön ja kulttuuriperintöön liittyvistä asioista vastaavan viranomaisen (Riksantikvarieämbetet, 2022) mukaan, ks. kuva 24.

Stora Fjäderäggin saari ja Holmönin saarella sijaitseva Holmönin kylä on nimetty kulttuuriympäristön suojelun kannalta kansallisesti merkittäviksi alueiksi, ks. kuva 24.

Tulevassa YVA:ssa tehdään meriarkeologinen tutkimus. Tutkimusten tai rakentamisen aikana tehdyistä mahdollisista jäännöslöydöistä neuvotellaan Ruotsin lääninhallituksen kanssa.



Figur 24 Kulttuuriarvokartta. Kulttuurihistoriallisia jäännöksiä ei ole rekisteröity kymmenen kilometrin säteellä hankealueesta.

3.10 Ulkoilu ja virkistys

Tuulipuiston vaikutus ulkoiluun ja virkistyskäyttöön voi koostua fyysisestä haitasta ja arvokkaiden ulkoilu- ja virkistysalueiden käytöstä sekä horisontissa näkyvän maiseman muutoksista ja arvon kokemisen muuttumisesta ympäröivillä alueilla. Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei tunneta ulkoiluun liittyviä kansallisesti merkittäviä alueita.

Holmöarnan saaristoalue on ulkoilun kannalta kansallisesti merkittävä alue, ks. kuva 15. Kansallisesti merkittävät alueet sijaitsevat lähimmillään noin 23 kilometriä hankealueesta länteen.

3.11 Luonnonvarat

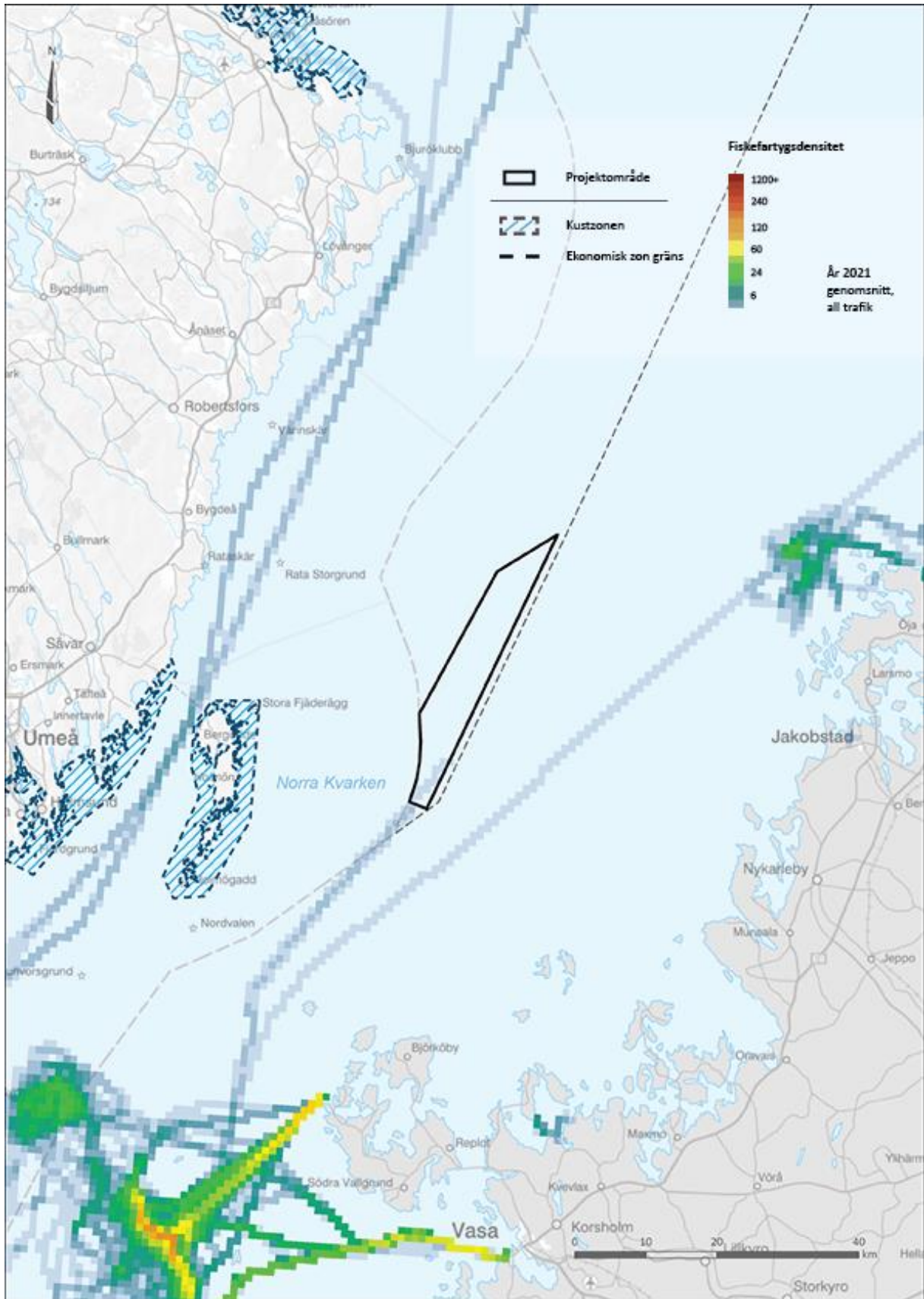
Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole alueita, joita pidetään luonnonvarojen kannalta merkittävänä.

3.11.1 Ammattikalastus

Ammattikalastus on merielinkeino, jolla on merkitystä elintarviketurvan ja elintarviketuotannon kannalta. Ammattikalastus vaatii suhteellisen suuria alueita, koska eri kalastusmenetelmiin ja kohdelajeihin liittyy erilaisia kalastusalueita, jotka vaihtelevat vuodenajasta ja vuodesta toiseen ja pidemmän ajan kuluessa (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a). Merisuunnitelman mukaan hankealuetta ei ole erityisesti tarkoitettu ammattikalastukseen, vaan yleiseen käyttöön ja merenkulkuun (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a). Västerbottenin alueella kalastetaan pääasiassa siikaa, ahventa ja lohta enimmäkseen passiivisilla pyydyksillä (Länstyrelsen Västerbotten, 2023).

Hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole ammattikalastukselle osoitettua aluetta. Lähin ammattikalastuksen kannalta kansallisesti merkittävä alue on Holmön, joka on noin 20 kilometriä hankealueesta länteen. EMODnetin (2022) mukaan hankealueella ja sen läheisyydessä kulkevien kalastusalusten määrä on erittäin rajallinen, ks. kuva 25. Hankealueen eteläisimmässä osassa on jonkin verran kalastusalusliikennettä. Tulevaa ympäristövaikutusten arviointia varten laaditaan analyysi hankealueen ja sen lähialueiden saalistilastoista.

Tuulipuistot ja muut kiinteät laitokset voivat vaikeuttaa ammattimaista troolausta (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a). Geoteknisten tutkimusten, rakentamisen ja käytöstäpoistamisen aikana sameutta aiheuttavat työt voivat vaikuttaa veden laatuun sekä kalojen käyttäytymiseen ja pyydystettävyyteen. Ammattikalastusta harjoitetaan pääasiassa rannikolla, eikä hankealue vaikuta ammattikalastuksen kannalta kansallisesti merkittävään alueeseen.

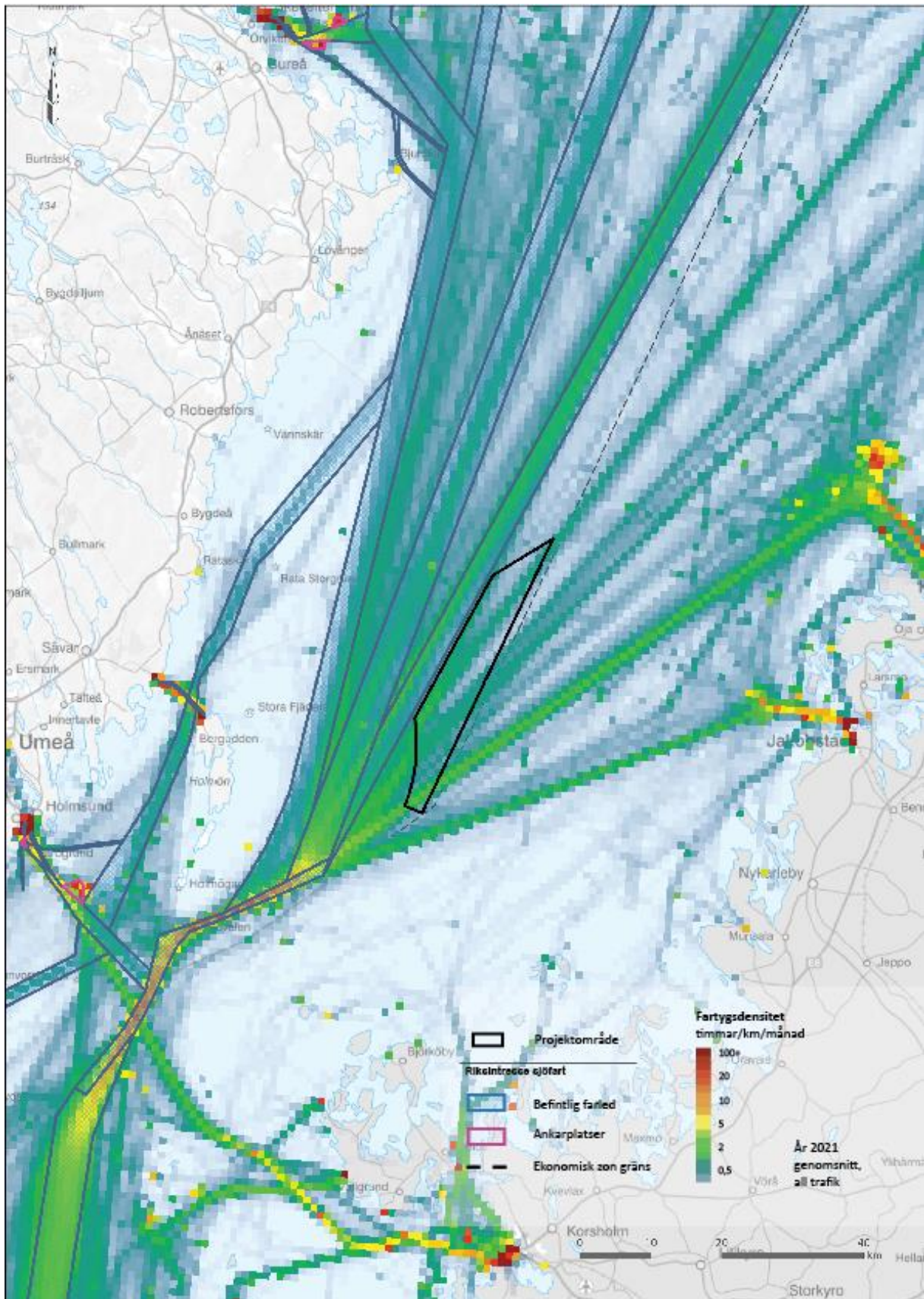


Figur 25 Kansallisesti merkittävät rannikkovyöhykkeen ammattikalastusalueet ja kalastusastiheys.

3.12 Meriliikenne

Perämeren ja pohjoisen Selkämeren/Merenkurkun rannikoilla on useita merkittäviä satamia, ja vesiliikenne on tärkeää teollisuudelle (Havs- och vattenmyndigheten, 2022a). Vesiliikenne suuntautuu sekä omalle rannikkoalueelle että etelään Itämerelle ja pohjoiseen Ruotsin ja Suomen Perämeren satamiin. Vesiliikenne ohjataan pohjoisen Merenkurkun läpi käyttämällä turvallisuussyistä reittijakojärjestelmää, sillä kulkuväylä on ahdas ja matala, mikä rajoittaa alusten kulkua alueella. Ruotsin Uumajasta kulkee Suomen puolelle Vaasaan Merenkurkun ylitse (noin 40 kilometriä hankealueen eteläpuolelta) Eurooppatie E12 lauttalinjan kautta (Havs- och vattenmyndigheten, 2022a).

Hankealue rajautuu lännessä kansallisesti merkittäviin meriliikenneväyliin, jotka muodostuvat Nordvalen–Kemin meriväylästä. Suurin osa hankealueen ja sen ympäristön laivaliikenteestä kulkee läheisillä meriväylillä, mutta osa liikenteestä kulkee hankealueen eteläosan kautta Suomeen, ks. kuva 26. Tuulipuisto muodostaa vesiliikenteelle tietynlaisen esteen sekä asennus- että käyttövaiheessa. Suurten alusten on kierrettävä mahdollisesti tuulipuiston ympäri. Merenkulkuun liittyvistä riskeistä laaditaan tulevaa ympäristövaikutusten arviointia varten analyysi, joka perustuu alueen sijaintiin merenkulun näkökulmasta, ks. kohta 4.2 *Suunnitellut tutkimukset*. Analyysia laadittaessa otetaan huomioon myös muihin (olemassa oleviin tai suunniteltuihin) merituulipuistoihin liittyvät kerrannaisvaikutukset.



Figur 26 Merenkulkuun ja muihin liikennemuotoihin liittyvää kansallista etua kuvaava kartta ja alusten liikkumistiheys alueella.

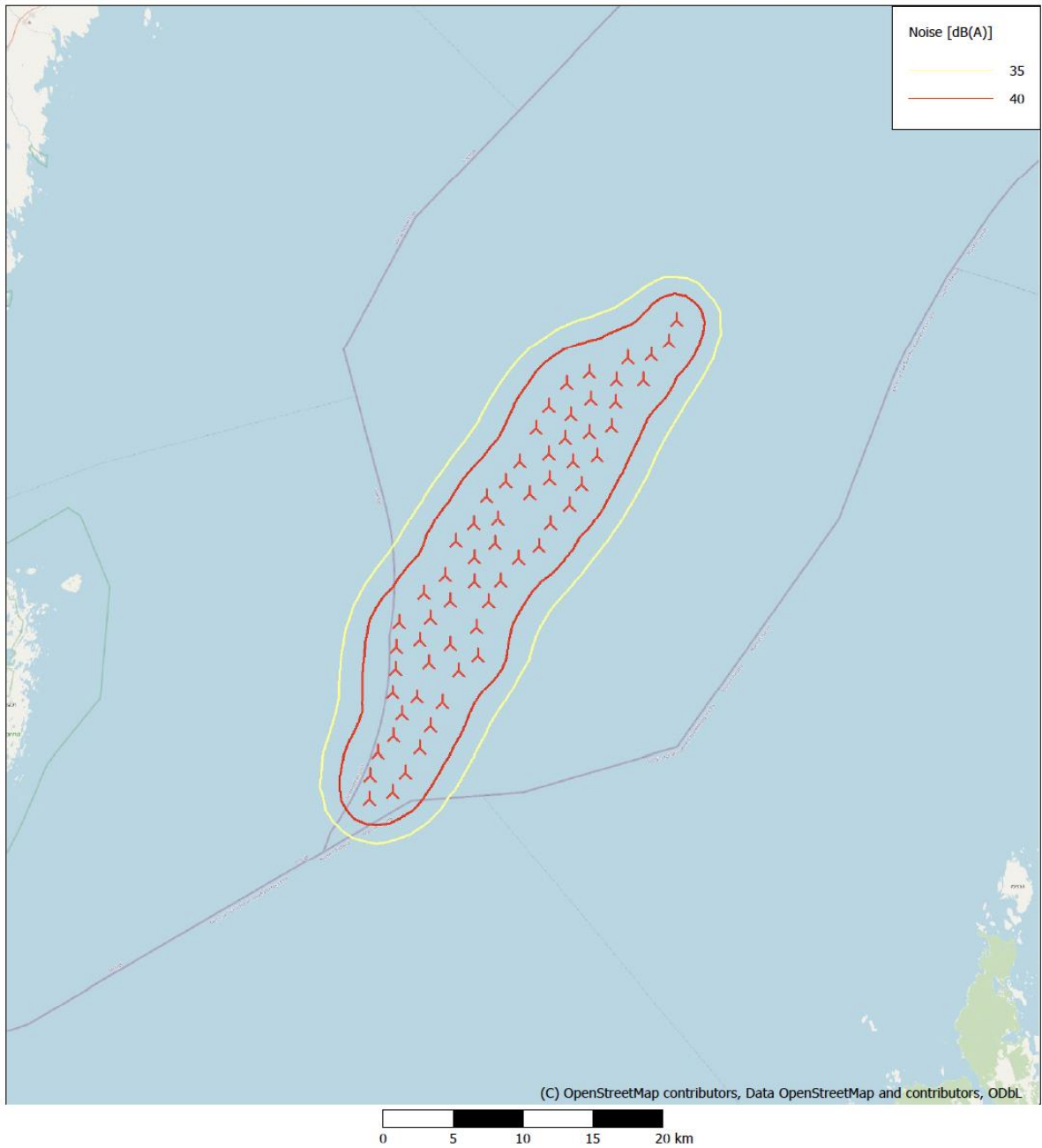
3.13 Melu

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

Tuulivoimamelun laskemiseen on käytettävissä useita laskentamalleja. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto suositaa joko ruotsalaista tuulivoiman laskentamallia tai Nord2000-mallia. Ruotsalainen laskentamalli on suhteellisen yksinkertainen, kun taas Nord2000 on paljon kehittyneempi laskentamalli ja edellyttää erikoisohjelmistoa. Botnia Offshore Kappan alustavat melupäästöt on analysoitu Nord2000:lla ja WindPRO-laskentaohjelmalla. Laskelma on tehty ”huonoimman vaihtoehdon” havainnollistamiseksi käyttämällä pienintä mahdollista melunvaimennusta, ks. liite 3.

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

Tanskan laskentamallin tulosten mukaan uloimpien tuulivoimaloiden ja lasketun 40 dB(A) -linjan välinen etäisyys on enintään noin 2 kilometriä ja etäisyys 35 dB(A) -linjaan on noin 3–4,5 kilometriä. Nord2000:lla tehdyn laskelman tulokset osoittavat äänen leviämisen lyhyemmälle matkalle, mikä tarkoittaa, että vain merituulivoimaloiden lähellä olevat kuulevat äänen, ks. kuva 27.



Figur 27 Nord2000-laskentamallilla tehtyjen Bothnia Offshore Kappa -hankkeen melupäästölaskelmien tulokset. Punainen viiva osoittaa 40 dB:n (A) rajan ja keltainen viiva 35 dB:n (A) rajan.

3.13.1 Matalat taajuudet ja infraäänit

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

Merituulivoiman tuottama matalataajuinen melu vaikuttaa erityisen todennäköisesti merinisäkkäisiin ja kaloihin, mutta tällä hetkellä ei ole tietoa pitkän aikavälin jatkuvan matalataajuisen melun vaikutuksista (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022).

3.13.2 Vedenalainen melu

Merituulivoiman suurin meluvaikutus syntyy rakentamisvaiheessa. Melua voivat aiheuttaa laivat ja tutkimustyöt. Paalutus, erityisesti monopile- ja muiden perustusten rakentamisen yhteydessä, tuottaa kovia ääniä, jotka voivat kulkea pitkiä matkoja vedessä. Aiheutuva ääni määräytyy käytetyn perustustyyppin mukaan. Useista pienistä paaluista koostuvat perustukset tuottavat vähemmän melua kuin yhdestä suuresta paalusta koostuvat. Pohjaan kaivettavien tai porattavien perustusten asentamisesta ei muodostu lainkaan vedenalaista melua (Havs- och vattenmyndigheten, 2022a). Paalutuksen aiheuttama melu voi vaikuttaa merieläimiin. Vaikutus vaihtelee äänen etäisyyden mukaan. Katso myös kohta 3.8.4 *Merinisäkkäät*.

Melun vaikutuksen minimoimiseksi voidaan valita perustustapa, joka vaatii vähemmän tai ei lainkaan paaluttamista, jonka voima ja paalutusmelu voimistuvat asteittain (jotta suuremmat eläimet pelästyvät ja poistuvat alueelta) tai jossa käytetään melua vaimentavia rakenteita (esim. työpatoja) (Västra Götalandin lääninhallitus, 2014). Toinen melua vaimentava rakenne on ns. kuplaverho (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a). Se tarkoittaa, että putkeen johdetaan ilmaa, joka virtaa ulos venttiilien kautta muodostaen merenpintaan kuplavirran. Kuplat hajottavat ääniaallot ja vaimentavat melua.

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

3.14 Varjot

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

Hankealue sijaitsee avomerellä kaukana maasta, joten varjoja näkevät vain merituulivoimaloita läheisyydessä oleskelevat ihmiset. Hankealueen huonon syvyysnäkyvyyden vuoksi varjot yltyvät todennäköisesti enintään noin 4–8 metrin syvyyteen asti (SMHI, 2022b), joten kaloille tai merinisäkkäille ei arvioida aiheutuvan varjojen aiheuttamia haittavaikutuksia. Etäisyys maahan tarkoittaa, että varjo vaikutukset ihmisiin ovat olemattomia.

3.15 Riskit ja turvallisuus

Törmäysvaara

Ilmatila on jaettu valvottuun ja valvomattomaan ilmaan. Valvotussa ilmatilassa käytetään lentoliikenteen hallintajärjestelmää, joka viestii lentäjien kanssa ja ohjaa lentoliikennettä. Valvomattomassa ilmatilassa lentäjä on vastuussa törmäysten välttämisestä, mutta lennonvarmistuspalvelu voi antaa tietoja (Ruotsin ilmailuvirasto, 2022). Hankealue sijaitsee Ruotsin lentotiedotusalueella (FIR), jonka ilmatilasta vastaa Ruotsi, mutta se on myös lähellä Suomen lentotiedotusalueita. Jos hankealueeseen tulee muutoksia, tämä seikka tarkistetaan.

Hankealueen lounaisosa sijaitsee osittain Uumajan lentoaseman MSA-vyöhykkeellä.

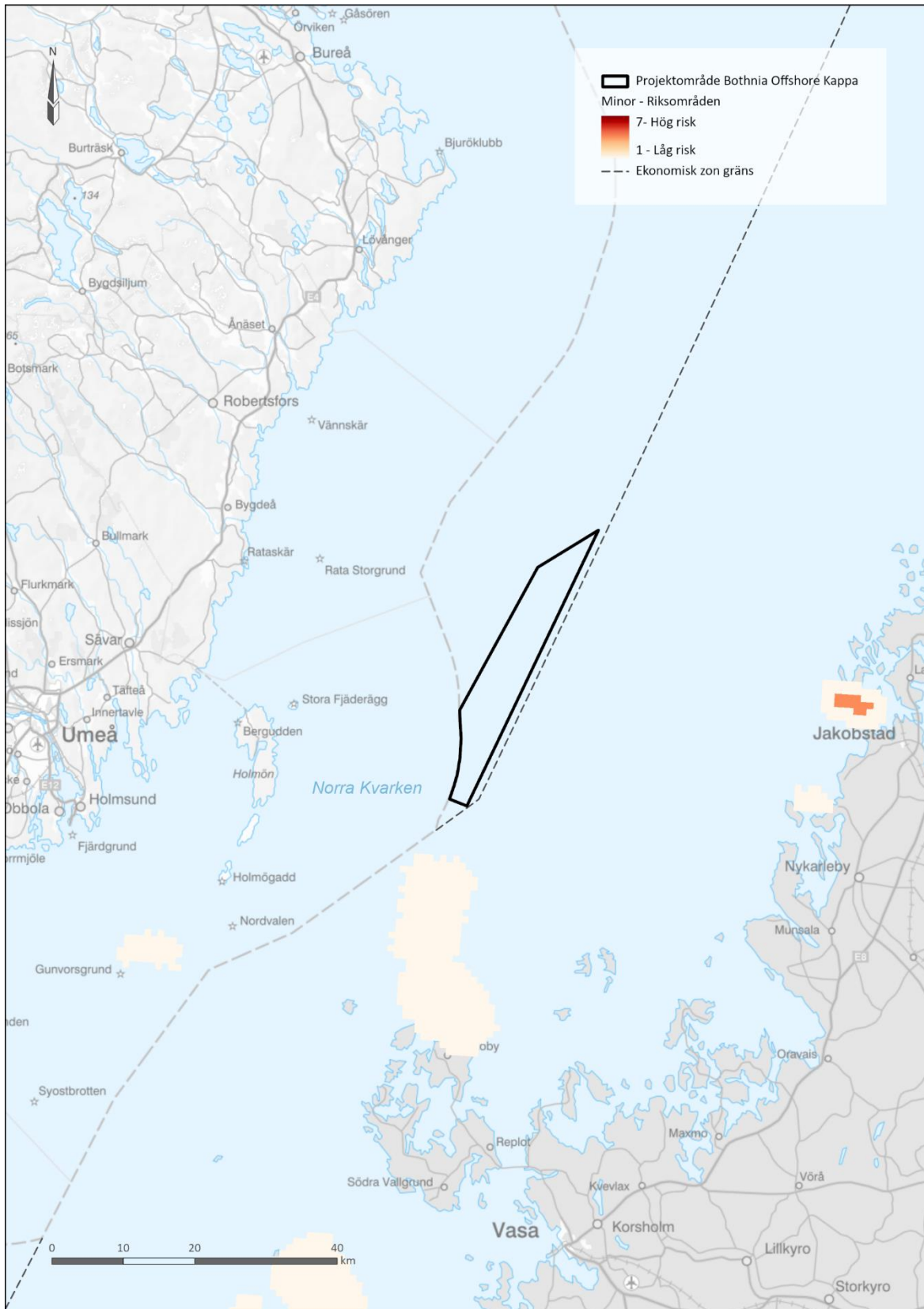
Hankealue sijaitsee Itämerellä, joka on yksi maailman vilkkaimmista meristä (Havs- och vattenmyndigheten, 2022a) ja jossa laivat ja veneet aiheuttavat törmäysvaaran. Törmäyksiä voi tapahtua, jos alukset/veneet törmäävät tuulipuiston rakenteisiin tai ajavat niiden yli. Koska matka maihin on pitkä, avun saapuminen voi kestää kauan.

YVA:n yhteydessä laaditaan riskianalyysi, jossa selvitetään muun muassa törmäysriskiä ja sitä, mitä tapahtuu, jos tuulivoimalaa romahtaa, esimerkiksi jos se uppoaa tai irtoaa. Myös rakentamisen aikaisten onnettomuuksien hätä- ja varotoimet selvitetään.

Miinat ja upotetut ampumatarvikkeet

Itämerellä, mukaan lukien Perämeri, on alueita, joilla voi olla upotettuja ampumatarvikkeita ja toisen maailmansodan aikaisia uponneita miinoja (Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, 2022a). Lisäksi miinojen esiintyminen ei ole kattavaa, vaan on olemassa riskejä liittyen tuntemattomiin alueisiin, joilla on upotettuja ampumatarvikkeita ja miinoja.

Hankealueella ja sen lähialueilla ei ole havaittu uponneiden miinojen tai ammusten aiheuttamaa vaaraa, ks. kuva 28. Lähin tunnettu alue, jolla on uponneita miinoja, sijaitsee noin kymmenen kilometrin päässä hankealueen eteläpuolella, Suomen rajalla. Bothnia Offshore Kappa -tuulipuiston tulevan suunnittelun yhteydessä tehdään koetutkimuksia mahdollisten hankealueella tai sen läheisyydessä olevien ammusten ja miinojen tunnistamista varten.



Figur 28 Kartta toisen maailmansodan aikaisten miinojen uppoamisalueista. Asteikko kulkee matalasta tasosta (1) – korkean vaaran (7) tasoon. Noin kymmenen kilometriä hankealueen eteläpuolella on luokkien 1–2 mukaisia vaara-alueita (HELCOM, 2019).

Kuluminen ja äärimmäiset sääolosuhteet

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

Tuuli- ja meriolosuhteet (virtaukset, aallot) sekä niiden välinen vuorovaikutus mitataan ja mallinnellaan yksityiskohtaisesti voimaloiden, tornien ja perustusten lopullista valintaa varten. Tuulivoimalan kiinnitys suunnitellaan äärimmäisten kuormien mukaan, jotka perustuvat äärimmäiseen tuuleen ja aaltoihin sekä näiden äärimmäisiin yhdistelmiin.

Väsytytkuormituksessa tämä määräytyy suurelta osin ilman turbulenssin ja tuulen jakautumisen perusteella, mutta myös aallot ja aaltojen vuorovaikutus vaikuttavat asiaan. Tuulipuiston lopullisille suunnitelmille hankitaan hyväksyntä ja sertifiointi.

Roottorin lapojen materiaalit voivat syöpyä, kun ne altistuvat tuulelle, alloille, sateelle, lumelle ja jäälle. Viime vuosina on esitetty kysymys siitä, vaikuttavatko tuulivoimalat mikromuovien ja hormonitoimintaa häiritsevän aineen bisfenoli A:n leviämiseen. Norjassa tehdyt tutkimukset osoittavat, että lapojen keventyminen johtuu pääasiassa maalista ja että tuulivoimaloiden mikromuovipäästöt ovat olemattomia (Svensk Vindenergi, 2021). Roottorin lavat sisältävät pieniä määriä hormonitoimintaa häiritsevää bisfenoli A -nimistä ainetta. Vaikka kaikki roottorin lapojen bisfenoli A päätyisi mereen (mikä on vain teoreettista eikä käytännössä mahdollista), se tarkoittaisi mitättömiä pitoisuuksia, joilla ei ole kielteisiä vaikutuksia ympäristöön tai ihmisten terveyteen.

Tulipalo

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

Jäänmuodostus ja jääkuorma

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

Nykyisissä jään putoamista koskevissa ohjeissa todetaan, että tavallisesta 330 metrin tuulivoimalasta voi irrota jäätä korkeintaan 600 metrin päähän. Hankealueen tuulivoimaloiden välisten pitkien etäisyyksien ansiosta tuulipuistossa voi liikkua vaara-alueen ulkopuolella. Ihmisille mahdollisesti vahinkoa aiheuttavaa jäätä koskevan riskin katsotaan olevan hyvin pieni. Tarvittaessa voidaan asentaa turvatoimia, kuten varoitusjärjestelmiä putoavan jään aiheuttamien vaarojen varalta.

Sähkömagneettiset kentät

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

Kaikki sähkökaapelit tuottavat sähkömagneettisia kenttiä, jotka voivat vaikuttaa merieliöihin eri tavoin. Vaikutuksen määrää kaapelin tyyppi, siirrettävän sähkön määrä ja altistuva eläin. Vaikutuksia voidaan minimoida erilaisin varotoimin, kuten käyttämällä erikoiskaapeleita ja kaivamalla kaapeli merenpohjaan.

3.16 Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys

Ruotsalaisten sääntöjen ja standardien mukaisesti toteutetun tuulipuiston katsotaan edistävän maailmanlaajuisten kestävyystavoitteiden ja Ruotsin ympäristötavoitteiden saavuttamista. Tulevassa YVA:ssa analysoidaan suunnitellun tuulipuiston yhteensopivuutta tavoitteiden kanssa.

Myös tuulipuiston ilmastohyötyä sekä päästöjen vähentämistä ja uusiutuvan energian tuotannon lisäämistä koskevien tavoitteiden saavuttamista tarkastellaan syvällisemmin.

4. TULEVAT TYÖT

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

4.1 Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)

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

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

Tulevan YVA:n sisältö ja laajuus

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

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

- Luonnonympäristö – kielteiset vaikutukset lintuihin, merinisäkkäisiin ja lepakoihin sekä äänten/melun ja vesialueiden samentumisen vaikutukset
- Merenkulku – merialueiden käyttöönotto
- Ilmasto – uusiutuvan energian tuotannon myönteinen vaikutus alueella, jolla tulevaisuuden kysyntä ylittää nykyisen tuotannon

Nämä asiat tutkitaan ja kuvataan tarkemmin YVA:ssa.

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

4.2 Suunnitellut tutkimukset ympäristöluvan myöntämiseen saakka

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

Merenpohja- ja vesitutkimukset

Jotta merenpohjan ympäristöä voitaisiin arvioida ympäristövaikutusten arviointia varten, alueelta otetaan useita erilaisia pohjanäytteitä. Suunnitelluilla tutkimuksilla pyritään analysoimaan infaunaa (merenpohjaan kaivautuneena eläviä lajeja) ja epifaunaa (merenpohjan päällä eläviä lajeja) sekä pohja-aineksen raekokoa ja koostumusta. Sedimentinäytteet otetaan kahmarilla ja infaunan näytteet kairalla, esimerkiksi HAPS-laitteella. Tätä täydennetään DDV-videotutkimuksilla (drop-down video).

Lisäksi mitataan pohjan happipitoisuus ja tuotetaan mallinnustietoja alueen merivirroista ja suolapitoisuudesta. Kerätyistä sedimentinäytteistä analysoidaan epäpuhtaudet ja yleinen ainekoostumus.

Mahdollisista löydöistä, kuten kulttuuriympäristökohteista, miinoista tai muista esineistä, on ilmoitettava asianomaiselle lääninhallitukselle. Myös meriekologian asiantuntijoita konsultoidaan.

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

Luonto- ja kulttuuriarvoja koskevat selvitykset

- Infaunasta otettavilla näytteillä tutkitaan merenpohjan päällä ja sisällä elävää eliöstöä. Sedimentinäytteiden avulla voidaan määrittää pohjan raekoko, koostumus ja happipitoisuus. Tätä voidaan käyttää arvioitaessa elämän jatkumisen mahdollisuuksia ja ympäristömyrkköjen leviämisen riskiä sekä myöhemmin osana geofysikaalisen kartoituksen kalibrointia.
- Kalat ja selkärangattomat.
- Pohjatutkimukset pohjan eläimistöä ja kasvistosta.
- Merinisäkkäät: alustava aineistotutkimus alueen merkittävyyden selvittämiseksi harmaahylkeen ja norpan osalta sekä tutkimusten tarpeen selvittämiseksi.
- Linnut: Tutkimuksia tehdään eri vuodenaikoina riippuen kyseisen lajin elintavoista. Tiheys voidaan määrittää lentokoneesta, veneestä tai GPS:n avulla.
- Lepakot: aineistotutkimus, jossa aiemmat havainnot, tiedot ja todennäköisyydet tarkastetaan hankealueen kautta tapahtuvan muutoksen osalta.
- Meriarkeologinen tutkimus.

Visualisointeja, mittauksia ja mallinuksia koskevat selvitykset/analyysit

- Näkyvyysanalyysi.
- Valokuvaesitys.
- Estevaloanimaatio.
- Äänilaskelmat, mukaan lukien matalataajuuksisten äänten leviäminen vedenpinnan alla.
- Hankkeen kertautuvat vaikutukset yhdistettynä muihin vaikutuksiin esimerkiksi muista tuulivoimalaitoksista ja merenkulusta.
- Analyysi mahdollisista tuulipuistoa koskevista yhteisvaikutuksista veden kierrossa, happipitoisuudessa ja rehevöitymisessä tapahtuvien muutosten osalta.

Meriliikennettä koskeva selvitys

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

Maanpuolustusta koskeva selvitys

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

Sähköliitäntä ja sisäinen kaapeliverkko

Svenska kraftnät on uudistanut merituulipuistojen liityntäpisteiden jonotusjärjestelmän. Jonotusjärjestelmä korvataan eri osa-alueiden intressiyhteenliittymillä. Merellä sijaitsevien liityntäpisteiden ensimmäisellä hakukierroksella lähin liityntäpiste on Malörenin ja Rönnskärin välisen alueen pohjoispuolella, ks. kuva 4. Etäisyyttä tähän pisteeseen pidetään tällä hetkellä liian suurena, jotta se olisi hankkeen ensisijainen vaihtoehto, ja tästä syystä suoraa maayhteyttä pidetään todennäköisempänä. Tämä selvitetään erillisessä kuulemismenettelyssä ja lupahakemuksessa.

Sisäisen kaapeliverkon ja sähköasemien mahdolliset vaikutukset kasveihin ja eläimiin sekä rakentamisvaiheen että käytön aikana analysoidaan ja selvitetään YVA:ssa, ja ne sisältyvät onnettomuuksien tai sabotaasin riski- ja haavoittuvuusanalyysiin.

4.3 Suunnitellut tutkimukset annetun ympäristöluvan mukaisesti

Tuulenmittaus

Alueen tuuliolosuhteita tutkitaan rakentamalla vähintään yksi mittausmasto tai vaihtoehtoisesti käyttämällä laserlaitteita (LIDAR) tuotanto- ja kuormituslaskelmien tarkkuuden parantamiseen.

Merenpohjan kartoitukset

Ennen hakemuksen lähettämistä tehtyjen merenpohjan kartoitusten perusteella perustusten ja kiinnitysten lopullinen suunnittelu edellyttää lisätutkimuksia, kunhan ympäristölupa on saatu.

Näiden laajuus määräytyy tutkimusten tulosten ja valittavan tuulivoimaloiden ankkurointi- ja perustustekniikan mukaan.

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

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

Samaan aikaan geofysikaalisen tutkimuksen kanssa tehdään myös meriarkeologinen kartoitus mahdollisista voimaloiden sijoituspaikoista ja johtokäytävistä. Meriarkeologisista löydöksistä neuvotellaan lääninhallituksen kanssa.

Jotta merinisäkkäät eivät häiriintyisi, tehdään ennen merenpohjan kartoitusta passiivinen ääniseuranta (passive-acoustic monitoring, PAM) neljällä työalukseen asennetulla hydrofonilla. Kun on varmaa, ettei alueella ole merinisäkkäitä, pohjatutkimuslaitteet käynnistetään pehmeästi, jotta mahdolliset merinisäkkäät pysyvät loitolla ennen häiritsevempiin taajuuksiin siirtymistä.

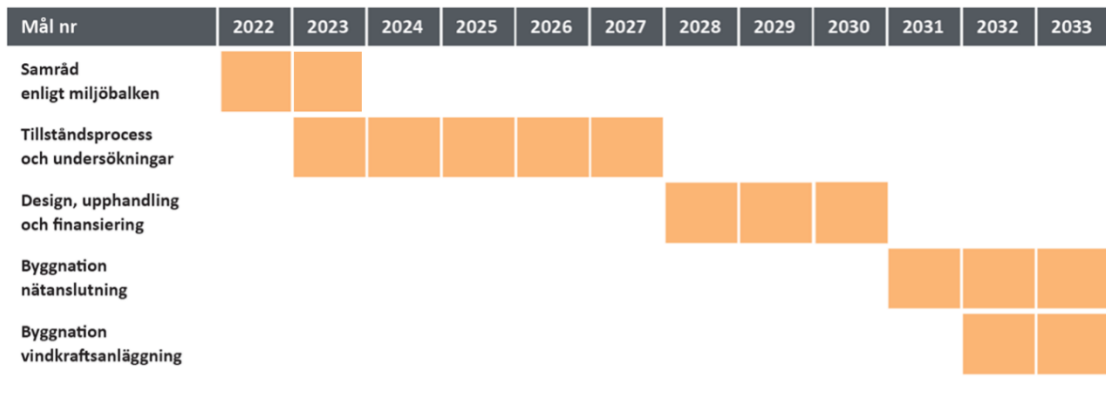
Korkean amplitudin äänipulssit, joita käytetään pohjanalaiseen profilointiin, esimerkiksi Innomarin SBP (Innomar, 2016), voivat vaikuttaa merinisäkkäiden kuuloon. Riskiarviossa on huomiotava äänenpainetaso (SPL), äänialtistustaso (SEL) ja näiden rajat. Yleisesti käytetyillä lyhyillä äänipulsseilla ja parametrinen pohjan profiloinnin kapealla pulssin suuntauksella merinisäkkäisiin kohdistuvien haittojen riski on paljon pienempi kuin perinteisellä (lineaarisella) akustiikalla (boomer-, sparker- ja chirp-järjestelmät) tai seismisillä energialähteillä, kuten ilmatykeillä. Innomarin SBP:n osalta voidaan todeta, että sen tuottama SPL tai SEL ei ylitä mitään tilapäisen kuulonaleneman tunnettua rajaa yli 20 metrin vaakasuoralla etäisyydellä anturista. Vaikka on epätodennäköistä, että aluksen lähellä olisi nisäkkäitä, kun SBP kytetään päälle, se joutuu hyvin nopeasti tämän alueen ulkopuolelle. Tästä syystä suositeltavaksi menetelmäksi on valittu parametrinen pohjan alainen profilointilaitte, esimerkiksi Innomarin SBP.

4.4 Alustava aikataulu ja toteutus

Bothnia Offshore Kappa -tuulipuiston toteutusajataulun arvioidaan olevan runsaat 11 vuotta, ks. kuva 29.

Tavoite on, että Njordr Offshore Wind AB jättää Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukaisen lupahakemuksen suunnitellun tuulipuiston rakentamisesta ja toiminnasta vuonna 2024 tai 2025.

Edellä kuvatut perusteelliset tutkimukset on suunniteltu tehtäväksi keväisin ja kesäisin vuosina 2023–2027. Tutkimukset ovat pohjana suunnitellun tuulipuiston sijoittelulle, ja ne ja tulokset liitetään kokonaisuudessaan tulevaan ympäristövaikutusten arviointiin ja lupahakemukseen.



Figur 29 Bothnia Offshore Kappan alustava aikataulu

LÄHDELUETTELO

4C Offshore Ltd (2022). Offshore wind. <https://map.4coffshore.com/offshorewind/> (haettu 12.7.2022)

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

Andersson, Mathias & Öhman, Marcus (2010). *Fish and sessile assemblages associated with wind turbine constructions in the Bothnia Sea*. Marine and Freshwater Research. 61. 642-650. 10.1071/MF09117.

Lajitietopankki (2022a). *Itämerensimpukka*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/106766> (Haettu 12.12.2022)

Lajitietopankki (2022b). *Valkokatka*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/monoporeia-affinis-233408> (Haettu 12.12.2022).

Lajitietopankki (2022c). *Mustatäplätokko*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/233631> (haettu 12.12.2022)

Lajitietopankki (2022d). *Harmaahylje*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/halichoerus-grypus-100068> (haettu 12.12.2022)

Lajitietopankki (2022e). *Norppa*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/pusa-hispida-100104> (Haettu 12.12.2022)

Baltic Wind EU (2022). *The European Hydrogen Backbone (EHB) initiative*. <https://balticwind.eu/the-nordic-hydrogen-route-in-the-gulf-of-bothnia-region-will-be-developed-wind-turbines-play-an-important-role/> (haettu 8.12.2022)

Baltic Bio Hindcast (2022). *Bothnia Offshore Delta- Andel syre löst i botten (ml/l), medeltal mellan 2000-2020*.

Bergström L., Bergström U., Cole S., Hasselström L., Kraufvelin P., Moksnes P-O., Sundblad G., Söderqvist T. ja Wisktröm S. (2021). *Ekologisk kompensation i kustmiljön*. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto. Rapport 6994.

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

Copernicus Marine Service (2020). *Bothnia Sea Wave Hindcast*. https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/BOTHNIASEA_REANALYSIS_WAV_003_015/INFORMATION

Dornhelm et al. (2019). *Vindby—A Serious Offshore Wind Farm Design Game*. *Energies* 2019, 12(8), 1499; <https://doi.org/10.3390/en12081499>. Open access article distributed under the Creative Commons Attribution License.

EMODnet (2022). *Human activities*. The European Marine Observation and Data Network. www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php Haettu 6.10.2022.

Ruotsin energiavirasto (2019). *Vindkraftsstatistik 2018. Nationell, länsvis- och kommunal statistik*. ER 2019:10.

Ruotsin energiavirasto (2021a). *Ökning av förnybar elproduktion under 2020*. www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/okning-av-fornybar-elproduktion-under-2020 (Haettu 20.9.2022)

Ruotsin energiavirasto (2021b). *Nationell strategi för en hållbar vindkraft. Rapporten är utarbetad i samarbete med Ruotsin miljöförvaltningsmyndigheten*. ER 2021:2.

Ruotsin energiavirasto (2023). *Förslag på lämpliga energiutvinningsområden för havsplanerna*. ER 2023:12.

Metsähallitus (u.åa). *Merenkurkun saariston luonto*. <https://www.luontoon.fi/merenkurkku/luonto> (haettu 12.12.2022)

Metsähallitus (u.åb). *Hylkeidensuojelualueet ylläpitävät hyljekantoja*. <https://www.metsa.fi/maatja-vedet/suojelualueet/muut-luonnonsuojelualueet/hylkeidensuojelualueet/> (haettu 12.12.2022)

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2018a). *Symphony, Integrerat planeringsstöd för statlig havsplanering utifrån en ekosystemsats*. Rapport 2018:1.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2018b). *EBSA-områden i Östersjön*. <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/internationellt-samarbete-och-konventioner/konventioner/cbd--konventionen-om-biologisk-mangfald/ebsa-omraden-i-ostersjon.html> (haettu 12.12.2022)

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2019). *Nationell förvaltningsplan för gråsäl (*Halichoerus grypus*) i Östersjön*. Tarkistettu 2019. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston raportti 2019:24.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2021). *Marin strategi för Nordsjön och Östersjön-Åtgärdsprogram för havsmiljön 2022-2027 enligt havsmiljöförordningen*. Rapport 2021:20

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2022a). *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet*. Statlig planering i territorialhav och ekonomisk zon.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2022b). *Regeringen fattar beslut om Sveriges första havsplaner*. <https://www.havochvatten.se/arkiv/aktuellt/2022-02-15-regeringen-fattar-beslut-om-sveriges-forsta-havsplaner.html> (Haettu 6.9.2022)

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto (2014). *Siklöja*. www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/sikloja.html (haettu 29.9.2022)

Havet.nu (2022). *Fakta om bottniska viken* www.havet.nu/-bottniska-viken (haettu 27.9.2022)

Hansson P. (2019). *Koncentrationer av hotade termikflyttande fåglar i Fennoscandia*. ARCUM - Arctic Research Centre at Umeå University.

Hansson P. (2020). *Flaskhalsar för flyttande rovfåglar i Fennoscandia*. ARCUM - Arctic Research Centre at Umeå University.

HELCOM (2007). *HELCOM Bothnia Sea Action Plan*.

HELCOM (2017). *Distribution of Baltic seals*. HELCOM core indicator report. Heinäkuu 2017.

HELCOM (2022). Map and data service. <https://maps.helcom.fi/website/mapservice/index.html> (haettu 12.12.2022)

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

IPBES (2019). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Sixth Assessment Report. www.ipcc.ch/report/ar6/wg2 (Haettu 29.3.2022).

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

Ruotsin ilmailuvirasto (2022). *Luftrum*. www.lfv.se/tjanster/luftrumstjanster/flyghinderanalys/luftrum (Haettu 20.9.2022)

Västerbottenin läänin lääninhallitus (2016). *Bevarandeplan för Natura 2000-området Holmöarna*. Diariennr. 512-7784-2016

Västerbottenin lääninhallitus (2018). *Liten fladdermus gör långa flyttningar över havet*. www.pressmachine.se/pressrelease/view/liten-fladdermus-gor-langa-flyttningar-over-havet-9443 (Haettu 12.9.2022)

Västerbottenin lääninhallitus (2014). *Område av riksintresse för friluftsliv i Västerbottens län: FAC 08 Holmöarna*. Dnr. 500-1521-2013

Västerbottenin lääninhallitus (u.å). *Holmöarna*.

<https://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/besoksmal/naturreservat/holmoarna.html?sv.target=12.382c024b1800285d5863a8a9&sv.12.382c024b1800285d5863a8a9.route=/&searchString=&counties=&municipalities=&reserveTypes=&natureTypes=&facilities=&sort=none> (haettu 12.12.2022)

Länsi-Götanmaan lääninhallitus (2014). *Tumlare i Kattegatt*. PM i mål M 2036-12 angående anläggande och drift av en havsbaserad vindkraftpark ytanför Falkenberg, Kattegatt Offshore.

Västerbottenin lääninhallitus (2023). *Yttrande i avgränsningssamråd för vindpark Bothnia Offshore Kappa*.

Miljøstyrelsen (2021). *Støj fra vindmøller. Vejledning fra Miljøstyrelsen*. Vejledning nr. 51, helmikuu 2021. www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2021/02/978-87-7038-275-5.pdf

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2020). *Tuulivoimaloiden melua koskevat ohjeet 2020-12-01*.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto. (2010). *Undersökning av utsjöbankar. Inventering, modellering och naturvärdesbedömning*. Rapport 6385.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto. (2021). *Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv - En syntesrapport om kunskapsläget 2021*. Raportti 7049

Petersen, E. L., Mortensen, N. G., Landberg, L., Højstrup, J. ja Frank, H. P., (1998) *Wind Power Meteorology*. Part I: Climate and Turbulence, Wind Energy, 1 2-22.

Riksantikvarieämbetet (2019). *Riksintressen för kulturmiljövården - Västerbottens län (AC)*. AC län beslut RAÄ 1997-11-17, päivitetty 4.9.2019. Riksantikvarieämbetet.

Riksantikvarieämbetet (2022). *Fornsök*. <https://app.raa.se/open/fornsok/> (haettu 19.12.2022)

Hallitus (2022). *Nationell strategi för elektrifiering - en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning*. Bilaga till beslut II 4 vid regeringssammanträde den 3 februari 2022, I 2022/00299.

Rennau, H, Schimmels, S, Burchard, H. (2012). *On the effect of structure-induced resistance and mixing on inflows into the Bothnia Sea: A numerical model study*. Coastal Engineering 60 (2012) 53-68.

Ruotsin pelastuslaitos (2007). *Nya olyckor i ett framtida energisystem*. Tilausnumero 199-161/07.

Schack, H., Ruiz, M., Andersson, M., Zweifel, U.L. (2019). *Noise sensitivity of animals in the Bothnia Sea*. BSEP 167. Helcom.

SGU (2022a). *Kontinentalsockellagen* www.sgu.se/samhallsplanering/marin-miljo/kontinentalsockellagen/ (Haettu 9.4.2022)

SGU (2022b). *Visningstjänster för maringeologi*. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-i-visningstjanster-wms/visningstjanster-for-maringeologi/> (haettu 7.12.2022)

SLU (2020a). *Rödlistade arter i Sverige 2020*. SLU Uppsala

SLU (2020b). *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer - rödlistade arter i Sverige 2020*. Rapport nr 24.

SMHI (2022a). *Sharkweb*. <https://sharkweb.smhi.se/hamta-data/> (haettu 29.11.2022)

SMHI (2022b) *Ladda ner oceanografiska observationer*. www.smhi.se/data/oceanografi/ladda-ner-oceanografiska-observationer#param=seatemperature,stations=all (Haettu 29.11.2022)

Ruotsin vesiympäristö (2021) *Så mår våra vatten: Mätvariabler*. <https://www.sverigesvattenmiljo.se/sa-mar-vara-vatten/2021/variabelgrupper/85/17/104> (Haettu 25.11.2022)

Svensk Vindenergi (2021). *Felaktiga uppgifter om vindkraft underblåser oro*. <https://svenskvindenergi.org/debattinlagg/felaktiga-uppgifter-om-vindkraft-underblaser-oro> (Haettu 20.11.2022)

Svenska kraftnät (2022a). *Svenska kraftnät vill investera över åtta miljarder vid Norrlandskusten*. <https://www.svk.se/press-och-nyheter/press/svenska-kraftnat-vill-investera-over-atta-miljarder-vid-norrlandskusten---3314499/> (haettu 8.12.2022)

Svenska kraftnät (2022b). *Regeringen ger klarteckning till investeringarna längs Norrlandskusten*. <https://www.svk.se/press-och-nyheter/nyheter/allmanna-nyheter/2022/regeringen-ger-klartecken-till-investeringarna-langs-norrlandskusten/> (haettu 8.12.2022)

Svenska kraftnät (2022c). *Svenska kraftnät bygger ut transmissionsnätet till havs*. <https://www.svk.se/press-och-nyheter/press/svenska-kraftnat-bygger-ut-transmissionsnatet-till-havs---3325128/> (haettu 8.12.2022)

Vindval (2021). *Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv- En syntesrapport*. Rapport 7049.

Vindval (2022). *Ekologiskt hållbar vindkraft i Östersjön*. Rapport 7055

Maantieteelliset tiedot

Ruotsin energiavirasto (2015). Tuulivoiman kansalliset edut, karttamateriaali.
www.energimyndigheten.se/fornybart/riksintressen-for-energiandamal/riksintressen-for-vindbruk/kartmaterial Haettu 21.1.2022.

European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (2021). Fishing intensity.
<https://www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Fishing+Intensity> (Haettu 19.9.2022)

European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (2019). Vessel density.
www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Vessel+Density (Haettu 19.9.2022).

European Marine Observation and Data Network (EMODnet) (2017). Pipelines.
www.emodnet-humanactivities.eu/search-results.php?dataname=Pipelines (Haettu 19.9.2022).

Ruotsin puolustusvoimat (2019). Kansalliset edut ja vaikutusalueet 2019 sis. sisällysluettelon.
www.forsvarsmakten.se/siteassets/4-om-myndigheten/samhallsplanering/shapefiler/2019/riksintressen-och-paverkansomraden-2019-inkl-innehallsbeskrivning.zip Haettu 21.1.2022 Geodata-portaalista.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HAV (2021). Ammattikalastusta koskeva kansallinen etu.
www.havochvatten.se/download/18.473751eb16fd38f6a804e34f/1580470208033/rikintresse-for-yrkesfiske.zip Haettu 16.8.2021 Haettu 7.7.2022

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HAV (2022). Merisuunnittelu, maantieteelliset tiedot. <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/kartor-och-gis/karttjanster/karttjanster-fran-oss/havsplanering---geografiska-data.html> (Haettu 19.9.2022).

HELCOM (2018). HELCOM HOLAS II Dataset: Cables (2018).
<http://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/c0e73e71-cafb-4422-a3a3-115687fd5c49> (Haettu 19.9.2022).

HELCOM (2019). Mines sunk in the World War II - Risk areas.
<https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/d424a749-6dba-4c54-89b1-abbfc3c5be53> (Haettu 19.9.2022).

Lääninhallitus (2021). RAÄ Kulttuuriympäristön hoitoa koskeva kansallinen etu. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/RAA.RAA_RI_kulturmiljovard_MB3kap6.zip Haettu 7.7.2022 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). Ulkoilua koskeva kansallinen etu, Ruotsin ympäristölaki luku 2.
http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_Rorligt_friluftsliiv_MB4kap2.zip Haettu 21.1.2022 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). Koskematonta rannikkoa koskeva kansallinen etu, Ruotsin ympäristölaki 4 luku 3. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_Obruten_kust_MB4kap3.zip Haettu 21.1.2022 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). Erittäin hyödynnettyä rannikkoa koskeva kansallinen etu, Ruotsin ympäristölaki 4 luku 4. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.Lst_RI_Hogexploateradkust_MB4kap4.zip Haettu 21.1.2022 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Lääninhallitus (2021). Kansallista kaupunkipuistoa koskeva kansallinen etu, Ruotsin ympäristölaki 4 luku 7. http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/gemensamt/geodata/ShapeExport/LST.LST_RI_Nationalstadspark_MB4kap7.zip Haettu 21.1.2022 lääninhallituksen Geodata-luettelosta.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Ulkoilua koskeva kansallinen etu. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/RI_Friluftsliv.zip Haettu 21.1.2022 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Valtakunnallinen SCI-alue. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/SCI_Rikstackande.zip Haettu 7.7.2022 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Valtakunnallinen SPA-alue. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/SPA_Rikstackande.zip Haettu 7.7.2022 ympäristötietoportaalista.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). NP. <http://gpt.vic-metria.nu/data/land/NP.zip> (Haettu 7.7.2022 ympäristötietoportaalista).

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Muut luonnonsuojelusopimukset ympäristötietoportaalista. <http://gpt.vic-metria.nu/data/land/NVA.zip> Haettu 7.7.2022.

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). NVO. <http://gpt.vic-metria.nu/data/land/NVO.zip> (Haettu 21.1.2022 ympäristötietoportaalista).

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). VSO. <http://gpt.vic-metria.nu/data/land/VSO.zip> (Haettu 7.7.2021 ympäristötietoportaalista).

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). PS HELCOM. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/PS_HELCOM.zip (Haettu 21.1.2022 ympäristötietoportaalista).

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2021). Biosfäärialueet. <http://gpt.vic-metria.nu/data/land/biosfarsomraden.zip> (Haettu 21.1.2022 ympäristötietoportaalista).

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (2014). Luonnonsuojelua koskeva kansallinen etu. http://gpt.vic-metria.nu/data/land/RI_Naturvard.zip (Haettu 7.7.2022 ympäristötietoportaalista).

Ruotsin merenkulkuvirasto (2022). Gräns för ekonomisk zon.
<https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/havsgranser/grans-for-ekonomisk-zon/> (Haettu 19.9.2022).

Ruotsin metsähallitus (2021). Biotooppisuoja.
<http://geodpags.skogsstyrelsen.se/geodataport/data/sksBiotopskydd.zip> (Haettu 7.7.2022).

Ruotsin liikennevirasto (2021). Kansallisia etuja koskevat kartat. Kansalliset edut.
<https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Riksintressen/Kartor-over-riksintressen/> (haettu 21.1.2022)

Vindlov, Vindbrukskollen (2022).
www.energimyndigheten.se/fornybart/vindkraft/vindlov/vindbrukskollen (Haettu 19.9.2022).

LIITE 1. KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

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

Teho	Energian muunt nopeus. Tuotantokapasiteettia mitataan kilowatteina (kW) ja sen kerrannaisina: 1 000 kW = 1 megawatti (MW) 1 000 MW = 1 gigawatti (GW) 1 000 GW = 1 terrawatti (TW)
Energia	Voiman ja ajan tuote. Tuotettua energiaa mitataan kilowattitunteina (kWh) ja sen kerrannaisina: 1 000 kWh = 1 megawattitunti (MWh) 1 000 MWh = 1 gigawattitunti (GWh) 1 000 GWh = 1 terrawattitunti (TWh)
Oheistoiminta	Yhteinen nimi tuulivoimaloiden edellyttämille toiminnoille: tuulipuiston sisäiset sähkölinjat, sähköyhteydet maihin, paalutus ja perustusten rakentaminen sekä osien kuljettaminen laivalla tuulipuistoihin.
Ympäristövaikutukset	Ruotsin ympäristölain 6 luvun 2 §:n mukaan ihmisten terveydelle ja ympäristölle aiheutuvat vaikutukset. Yksityiskohtaisempi selitys on kohdassa 1.2 <i>Voimassa oleva lainsäädäntö</i> .
Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)	Lupahakemukseen liitettävä asiakirja. Asiakirjassa on kuvattava ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvat suorat ja välilliset ympäristövaikutukset, ja sen avulla on voitava tehdä kokonaisarvio suunniteltujen toimien seurauksista.

Hankealue	Alue, jossa tuulivoimaurakoitsija on arvioinut tuulivoimaloiden rakentamishankkeen toteutuvan.
Kuulemisasiakirja	Suunniteltua hanketta koskevia tietoja sisältävä asiakirja, jossa kuvataan yleisesti ne ympäristövaikutukset, joita suunnitelluilla toimilla katsotaan olevan.
Varotoimet	Toimenpiteet, joilla haitalliset ympäristövaikutukset vältetään, minimoidaan, ennallistetaan tai kompensoidaan.
Kokonaiskorkeus	Turbiinin/voimalan napakorkeus (tornin korkeus) lisättyinä roottorin lavan pituudella eli tuulivoimalan korkeus lavan kärkeen asti, kun lapa on yläasennossa.

LIITE 2. KUULEMISKIERROS

Estekysely

Hankkeen estekysely on lähetetty seuraaville tahoille:

- 3G Infrastructure Services
- Hi3G Access
- Ruotsin ilmailuvirasto
- Ruotsin valmiusvirasto
- Ruotsin posti- ja telehallitus
- Ruotsin liikennevirasto
- Ruotsin kuljetusvirasto
- Ruotsin merenkulkuvirasto
- Tele2
- Telenor
- Telia
- Teracom
- Uumajan lentoasema

Ehdotus kuulemiskierrokseksi

Ehdotettu kuulemiskierros sisältää seuraavat tahot:

- Batlife Sverige
- Birdlife Sverige
- Bottenvikens Skärgård
- Ruotsin asumis-, rakennus- ja suunnitteluvirasto

- Ruotsin energiamarkkinoiden tarkastusvirasto
- Ruotsin energiavirasto
- Ruotsin merenkulkuyhdistys
- Ruotsin puolustusvoimat
- Greenpeace
- Meri- ja rannikkokalastajien tuottajaorganisaatio
- Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto
- Ruotsin meriympäristöinstituutti
- Holmönin kehitysfoorumi (HUF)
- Ruotsin maatalousvirasto
- Kammarkollegiet
- Ruotsin kuninkaallinen pursiseura (KSSS)
- Ruotsin rannikkovartiosto
- Norrbottenin lääninhallitus
- Västerbottenin lääninhallitus
- Västernorrlandin lääninhallitus
- MSB
- Ruotsin luonnonhistoriallinen museo
- Robertsforsin luonnonsuojeluyhdistys
- Skellefteån luonnonsuojeluyhdistys
- Uumajan luonnonsuojeluyhdistys
- Västerbottenin läänin luonnonsuojeluyhdistys
- Ympäristönsuojeluvirasto
- Nordmalingin kunta
- OX2 Finland
- Ruotsin kansallisperintölautakunta
- Robertsforsin kunta
- Ruotsin merenkulkuvirasto
- Meripelastusseura RS Holmsund
- Meripelastusseura RS Skellefteå

- Skellefteån kunta
- Skeppsvikin saaristoyhdistys
- Skyborn renewable Offshore Finland Oy
- SLU Aqua
- SMHI
- Urheilukalastajat
- Urheilukalastuskerho Blåknuten Umeå
- Ruotsin merenkulun ja liikennehistorian museot
- Ruotsin veneliitto
- Ruotsin kantaverkkoyhtiö
- Ruotsin risteily-yhdistys
- Ruotsin luonnonsuojeluyhdistys
- Ruotsin matkailuyhdistys
- Ruotsin kalantuottajien järjestö (SFPO)
- Ruotsin geologinen tutkimuslaitos (SGU)
- Ruotsin geotekninen instituutti (SGI)
- Tuottajajärjestö Swedish Pelagic Federation (SPFPO)
- Ruotsin liikennevirasto
- Ruotsin satamien kuljetusyrietykset
- Ruotsin kuljetusvirasto
- Uumajan sukellusseura
- Uumajan ilmailukerho
- Uumajan lintuyhdistys
- Uumajan kunta
- Umeå Marine Sciences Centre (UMF)
- Uumajan purjelentokerho
- Visit Umeå
- Maailman luonnonsäätiö (WWF)
- Västerbottenin veneilyjärjestö
- Västerbottenin urheilukalastusyhdistys

- Västerbottenin kauppakamari
- Västerbottenin ornitologinen yhdistys
- World Maritime University

Kansainväliset

- Kaikki asianosaiset maat Espoon sopimuksen perusteella (käsitellään yhteistyössä Ruotsin ympäristönsuojeluviraston kanssa).

LIITE 3. MELULASKELMAT NORD2000

Erillinen raportti

LIITE 4. MELULASKELMAT (TANSKAN MALLI)

Erillinen raportti

LIITE 5. KUVAESITYS

Erillinen raportti