

Ran wind farm

Documentation for notification pursuant to
Article 3 of the Espoo Convention

Espoon yleissopimuksen 3 artiklan mukaisen ilmoituksen pohja.

December 2023



Hallinnolliset tehtävät

Toimija

Ran Vindpark AB

Box 2299

103 17 STOCKHOLM

Yritystunnus: 559422-9105

Elina Cuéllar, projektipäällikkö

Sähköpostiosoite: pleioneran@ox2.com

Puhelin: +46 702 24 34 67

Ympäristökonsultti

Structor Miljöbyrån Stockholm AB

Petra Adrup, projektipäällikkö

Sähköpostiosoite: petra.adrup@structor.se

Katarina Helmersson, apulaisprojektipäällikkö

Sähköpostiosoite: katarina.helmersson@structor.se

Laillinen edustaja

Mannheimer Swartling Advokatbyrå

Therese Strömshed, asianajaja

Sähköpostiosoite: therese.stromshed@msa.se

Hanketehtävät

Hankkeen nimi: Ran-tuulivoimapuistohankkeen verkkosivut: <https://www.ox2.com/projects/pleioneran/Raportti>: Vindpark

Ran – Espoon yleissopimuksen mukainen ilmoitus

Laatija: OX2, Structor Miljöbyrån, Structor Miljöteknik ja NIRAS

Tarkastanut: Elina Cuéllar, OX2

Hyväksynyt: Emelie Zakrisson, OX2

Tietoja ilmoituksesta

Espoon yleissopimus on Euroopan, Kanadan ja Yhdysvaltojen välinen ympäristönsuojelusopimus, joka koskee yhteistyötä rajat ylittävien ympäristövaikutusten ehkäisemiseksi.

Espoon yleissopimuksen mukaan sellaisen toiminnan alkuperäosapuolen, jolla on mahdollisesti rajat ylittäviä vaikutuksia, on tiedotettava asiasta ja kutsuttava asianomaiset osapuolet (eli muut maat), joihin toiminta todennäköisesti vaikuttaa, osallistumaan ympäristövaikutusten arvioinnin menettelyyn.

Tämä ilmoitus on laadittu tarjoamaan yleiskuvaus hankkeesta, hankealueesta sekä alustava kuvaus tulevan Espoon yleissopimuksen mukaisten ympäristövaikutusten arvioinnin laajuudesta ja sisällöstä, jossa keskitytään erityisesti odotettavissa oleviin rajat ylittäviin vaikutuksiin.

Yhteenveto

Ran Vindpark AB omistavat OX2 (julkisesti noteerattu) ja Ingka Investments, joka on osa Ingka Group.

Ran Vindpark AB, OX2 AB:n (julkisesti noteerattu) tytäryhtiö, on yksi Euroopan johtavista suuren mittakaavan tuulivoima-alan toimijoista ja se suunnittelee nyt tuulivoimapuiston Ran perustamista. Ranin tuulivoimapuiston puistoalue on noin 327 km² ja se sijaitsee Ruotsin aluevesillä noin 12 kilometriä Gotlannista itään. Ran-hanke koostuu 90–121 tuulivoimalasta. Tuulivoimapuistoon sisältyy siihen liittyviä laitteistoja, kuten muuntaja-/suuntaaja-asemia ja merikaapeleita.

Tuulivoimapuistoon rakennettavien tuulivoimaloiden määrä riippuu tuulivoimaloiden koosta. Suuremmat tuuliturbiinit vievät enemmän tilaa, mutta niiden teho on suurempi, kun taas pienemmillä turbiineilla on pienempi teho, mutta ne vievät vähemmän tilaa. Tuulivoimaloiden suurimman kokonaiskorkeuden arvioidaan olevan jopa 310 metriä.

Ranin tuulivoimapuiston odotetaan tuottavan sähköä yhteensä noin 8 TWh vuodessa, mikä vastaa yhteensä jopa miljoonan kotitalouden sähkönkulutusta. Tuulivoimapuiston odotetaan olevan toiminnassa vuoteen 2030 mennessä.

Suunnitellusta Ranin tuulivoimapuistosta manner-Latviaan on matkaa noin 126 km, Liettuaan noin 200 km ja Viroon kuuluvaan Saarenmaahan noin 150 km. Etäisyys Venäjän erillisalueelle Kaliningradiin on noin 285 km, Suomeen noin 304 km, Puolaan noin 300 km ja Tanskaan kuuluvaan Bornholmiin noin 361 km. Etäisyys manner-Saksaan on noin 473 km.

Espoon yleissopimuksen mukaan sellaisen toiminnan alkuperäosapuolen, jolla on mahdollisesti rajat ylittäviä vaikutuksia, on tiedotettava asiasta ja kutsuttava asianomaiset osapuolet (eli muut maat), joihin toiminta todennäköisesti vaikuttaa, osallistumaan ympäristövaikutusten arvioinnin menettelyyn. Tämä ilmoitus on laadittu tarjoamaan yleiskuvas hankkeesta, hankealueesta sekä alustava kuvaus tulevan Espoon yleissopimuksen mukaisten ympäristövaikutusten arvioinnin laajuudesta ja sisällöstä, jossa keskitytään erityisesti odotettavissa oleviin rajat ylittäviin vaikutuksiin.

Alustava päätelmä on, että suunniteltujen toimien vaikutuksen Ruotsin aluevesillä odotetaan olevan rajallinen, mikä merkitsee, että myös mahdollisten rajat ylittävien vaikutusten voidaan odottaa olevan rajallisia. Merenkulkuun liittyvä törmäysriski kasvaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä haittaavien tekijöiden vuoksi, minkä vuoksi laaditaan merenkulun riskianalyysi. Mahdollisista lintuihin liittyvistä vaikutuksista tehdään lisätutkimuksia vuonna 2023, minkä jälkeen vaikutukset lintuihin kuvataan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa. Vaikutukset kaupalliseen kalastukseen kuvataan myös tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Sisältö

1. Taustaa	9
1.1 Esittelyssä OX2.....	9
1.2 Ran	9
1.3 Tietoja fossiilivapaan energian tarpeesta	10
2. Ruotsin lainsäädännön mukainen luvitus.....	11
2.1 Tuulivoimapuiston rakentamis- ja käyttöluvat	11
2.2 Lupa sisäisen kaapeliverkoston rakentamiseen	11
2.3 Natura 2000 -luvat.....	11
2.4 Yhteenvedo	11
3. Toiminnan kuvaus.....	12
3.1 Sijainti	12
3.2 Tuulivoimapuiston suunnittelu ja laajuus	13
3.3 Toiminta hankkeen eri vaiheissa.....	18
3.4 Alustava aikataulu	22
4. Alueen kuvaus	23
4.1 Geologia ja syvyysolosuhteet	23
4.2 Hydrografia ja meteorologia	24
4.3 Luontoympäristö	25
4.4 Maisemakuva	34
4.5 Luonnonvarat	34
4.6 Ilmasto.....	37
4.7 Infrastrukturi ja suunnitteluedellytykset.....	37
5. Riskit ja turvallisuus.....	42
6. Alustava ympäristövaikutus.....	42
6.1 Geologia ja pohjan olosuhteet	43
6.2 Hydrografia	43
6.3 Luontoympäristö	43

6.4	Maisemakuva	49
6.5	Kaupallinen kalastus	49
6.6	Ilmasto.....	49
6.7	Infrastruktuuri ja suunnitteluedellytykset.....	50
6.8	Resurssien hallinta.....	51
6.9	Kumulatiiviset vaikutukset	51
7.	Mahdolliset rajat ylittävät vaikutukset.....	51
7.1	Linnut.....	52
7.2	Merinisäkkäät.....	52
7.3	Maisemakuva	52
7.4	Kalastus	52
7.5	Merenkulku	52
7.6	Kumulatiiviset vaikutukset	52
8.	Viitteet.....	53
8.1	Tekstiviitteet.....	53
8.2	Karttojen tietopohjien viitteet.....	57

Käsitteet ja määritelmät

Luettavuuden helpottamiseksi on koottu yhteen erityisiä käsitteitä ja määritelmiä, joita käytetään suunniteltujen toimintojen kuvaamisessa ja hankkeen olosuhteiden ja odotettujen ympäristövaikutusten kuvaamisessa.

Yhdistävä käytävä	Alue(et), jolla (joilla) sijaitsevat tuulivoimapuiston yhdyskaapelit ja putkistot yhteen tai useampaan maaliitäntäpisteeseen.
Liitäntäkaapelit	Sähkökaapelit, jotka siirtävät tuulivoimapuistossa tuotetun sähkön yhteen tai useampaan liitäntäpisteeseen maalla.
Vaikutus	Energian muuntamisnopeus. Tuotantokapasiteetti mitataan kilowatteina (kW) ja sen monikertayksikköinä; 1 000 kW = 1 megawatti (MW), 1 000 MW = 1 gigawatti (GW), 1 000 GW = 1 terawatti (TW).
Energia	Tehon ja ajan kerrannainen. Tuotettu energia mitataan kilowattitunteina (kWh) ja sen monikertayksikköinä; 1 000 kWh = 1 megawattitunti (MWh), 1 000 MWh = 1 gigawattitunti (GWh), 1 000 GWh = 1 terawattitunti (TWh).
Halokliini eli suolaisuuden harppauskerros	Raja suolapitoisuudeltaan erilaisten vesimassojen välillä. Pinta- ja pohjaveden suolapitoisuuden ero johtaa kerrostuneisuuteen, joka vaikeuttaa eri kerrosten sekoittumista.
Sisäinen kaapeliverkosto	Tuulivoimapuisto sisäisten sähkökaapeleiden verkosto.
Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)	Lupahakemukseen liitetty asiakirja. Tässä asiakirjassa on kuvattava ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvat suorat ja välilliset ympäristövaikutukset, ja sen perusteella on voitava tehdä kokonaisarviointi suunnitelluista toimista aiheutuvista seurauksista.
Puistoalue	Alue, jolle tuulivoimapuisto on suunniteltu ja jota rajaavat seuraavat koordinaatit Kuva 1.
Suojelutoimenpide	Suojelutoimenpiteillä tarkoitetaan toimenpiteitä, joihin ryhdytään haitallisten ympäristövaikutusten välttämiseksi ja minimoimiseksi.
Ruotsin talousvyöhyke	Ruotsin talousvyöhyke sijaitsee alueilla, joilla merialueen meriraja ei ulotu kyseisten naapurimaiden kanssa sovittuun rajaan.
Aluevedet	Ruotsin aluevedet koostuvat vesialueista, jotka sijaitsevat perusviivan ulkopuolella 12 meripeninkulmaan asti perusviivasta laskettuna.
Kokonaiskorkeus	Tuulivoimalan korkeus lavan kärkeen asti, kun lapa on korkeimmillaan merenpinnan yläpuolella.
Tuulivoimapuisto	Tuulivoimalat, sisäiset kaapeliverkostot, muuntamo- ja suuntaaja-asetat, mittausmastot ja niihin liittyvät osat puistoalueella.

1. Taustaa

1.1 Esittelyssä OX2

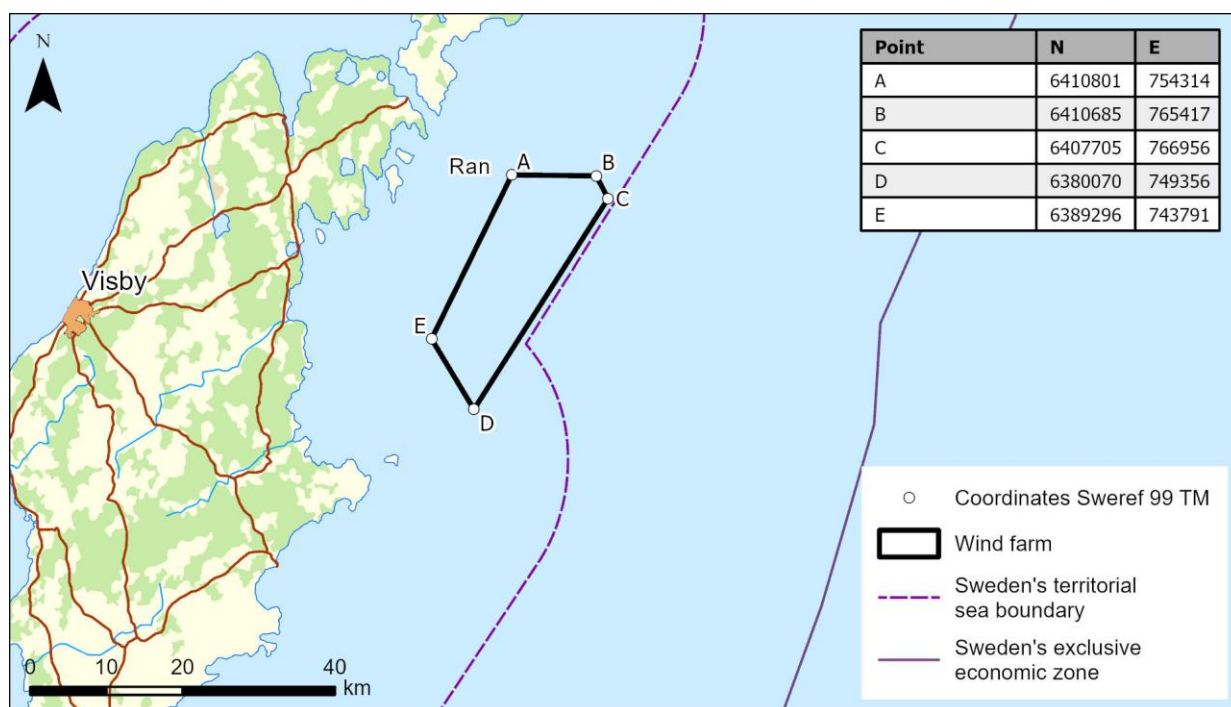
OX2 AB (julkisesti noteerattu) on yksi Euroopan suurimmista tuulivoimayhtiöistä, joka kehittää, rakentaa ja myy suuren mittakaavan uusiutuvan energian ratkaisuja. OX2 tarjoaa myös tuuli- ja aurinkopuistojen hallinnointipalveluita niiden valmistuttua. OX2:n kehitysportfolio koostuu sekä itse kehitetyistä että hankituista hankkeista maa- ja merituulivoiman, aurinkoenergian ja energian varastoinnin eri vaiheissa. Ruotsin hallitus myönsi 19. toukokuuta 2023 luvan Galenelle, yhdelle OX2:n merituulivoimapuistoista Kattegatissa, Ruotsin talousvyöhykkeellä. Yhtiö kehittää myös uusiutuviin energialähteisiin, kuten vetyyn, liittyvää teknologiaa. OX2 toimii yhdellätoista eri markkina-alueella Euroopassa ja on toiminut myös Australiassa vuodesta 2023 lähtien. Vuonna 2022 OX2:n liikevaihto oli noin 7,6 miljardia Ruotsin kruunua. Yhtiöllä on noin 500 työntekijää, ja sen pääkonttori sijaitsee Tukholmassa Ruotsissa. OX2 on ollut listattuna Nasdaq Stockholm -markkinapaikalla vuodesta 2022 lähtien.

OX2:n liiketoiminnan tavoitteena on nopeuttaa siirtymistä fossiilitomaan energiajärjestelmään, jolla on nettoposiitivinen vaikutus luontopääomaan viimeistään vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteena onkin, että OX2:n kehittämät ja rakentamat tuulivoima-, aurinko- ja energiapuistot tuottavat mahdollisimman paljon ilmastohyötyä ja samalla suojelevat tai vahvistavat hankkeiden kautta luonnon monimuotoisuutta. Liiketoimintatavoitteen mukaisesti OX2:n tavoitteena on perustaa luontovaikutukseltaan positiivisia tuulivoimapuistoja vuoteen 2030 mennessä vaikuttaakseen positiivisesti sekä ilmastonmuutokseen että luonnon monimuotoisuuteen.

1.2 Ran

OX2:n (julkisesti noteerattu) tytäryhtiö Ran Vindpark AB suunnittelee nyt Ranin tuulivoimapuiston perustamista. Puisto sijaitsee Itämeren pääaltaalla, 12 kilometriä Gotlannista itään, Ruotsin aluevesillä. Sijainti ilmoitetaan SWEREF99TM-koordinaattijärjestelmän mukaisesti, ja se näkyy kohdassa Kuva 1.

Ranin tuulivoimapuiston puistoalue on noin 327 km². Toteutuessaan tuulivoimapuisto koostuu yhteensä 90–121 tuulivoimalasta, joiden kokonaiskorkeus on enintään 310 metriä ja joissa roottorin halkaisija on 240–280 metriä. Tuulivoimapuiston asennetun kapasiteetin arvioidaan olevan noin 1,8 GW, ja sen odotetaan pystyvän tuottamaan noin 8 TWh uusiutuvaa energiaa vuodessa.



Kuva 1. Puiston kulmapisteiden koordinaatit. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2023 (Ruotsin maanmittauslaitos)

1.3 Tietoja fossiilivapaan energian tarpeesta

Suunniteltu tuulivoimapuisto on osa laajaa energiamurrosta sekä Ruotsissa että muualla Euroopassa siirryttäessä fossiilisista energialähteistä täysin fossiilivapaaseen, vihreään ja kestäväan teknologiaan perustuvaan energiantuotantoon. Teknologista kehitystä ohjaavien ympäristö- ja ilmastotavoitteiden sekä uusiutuviin energialähteisiin tehtävien investointien lisäksi on suuri tarve luoda uutta ja fossiilivapaata sähköntuotantokapasiteettia nopeasti ja kustannuksin, joilla sähkön tuotanto on kilpailukykyistä. Vuoteen 2045 mennessä sähkön kysynnän ennustetaan olevan Ruotsissa vähintään 300 TWh, mikä merkitsee nykyisen sähkönkulutuksen kaksinkertaistumista.

1.3.1 Merituulivoima

Etelä- ja Keski-Ruotsin rannikolla sijaitsevalla merituulivoimalla on hyvät mahdollisuudet tuottaa uusiutuvaa sähköä, ja olemassa olevia sähköverkkoja voidaan hyödyntää tehokkaasti. Tämä sijainti vahvistaa myös alueen omavaraisuutta ja energiavakautta, sillä alueella on tällä hetkellä Ruotsin vähiten sähkön omaa tuotantokapasiteettia (Lara ym., 2021).

Lisäksi maatuulivoimapuistoihin verrattuna merituulivoimapuistoja voidaan toteuttaa suuremmilla ja tehokkaammilla tuuliturbiineilla. Merituulivoiman olosuhteet ovat myös suotuisat, sillä tuulen nopeus on suurempi ja tuulet puhaltavat tasaisemmin, mikä osaltaan edistää vakaampaa ja tehokkaampaa energiantuotantoa.

2. Ruotsin lainsäädännön mukainen luvitus

Ranin tuulivoimapuisto vaatii useita lupia, jotka on kuvattu tarkemmin alla olevissa kappaleissa.

2.1 Tuulivoimapuiston rakentamis- ja käyttöluvut

Ruotsin aluevesillä sijaitsevan Ranin tuulivoimapuiston ja siihen liittyvien laitosten, mukaan lukien sisäiset kaapeliverkostot, rakentamiseen ja käyttöön tarvitaan lupa ympäristölle vaaralliseen toimintaan ja vesitaloustoimintaan Ruotsin ympäristökaaren 9 luvun 11 luvun mukaisesti. Luvan myöntää maankäyttö- ja ympäristöoikeus. Luvan myöntäminen edellyttää myös kunnan eli tässä tapauksessa Region Gotlandin hyväksyntää.

2.2 Lupa sisäisen kaapeliverkoston rakentamiseen

Ranin tuulivoimapuiston sisäisten kaapeliverkkojen rakentaminen edellyttää Ruotsin mannerjalustalain (1966:314) (KSL) 3 §:n mukaista lupaa ja ympäristökaaren 11 luvun mukaista vesitaloustoiminnan lupaa.

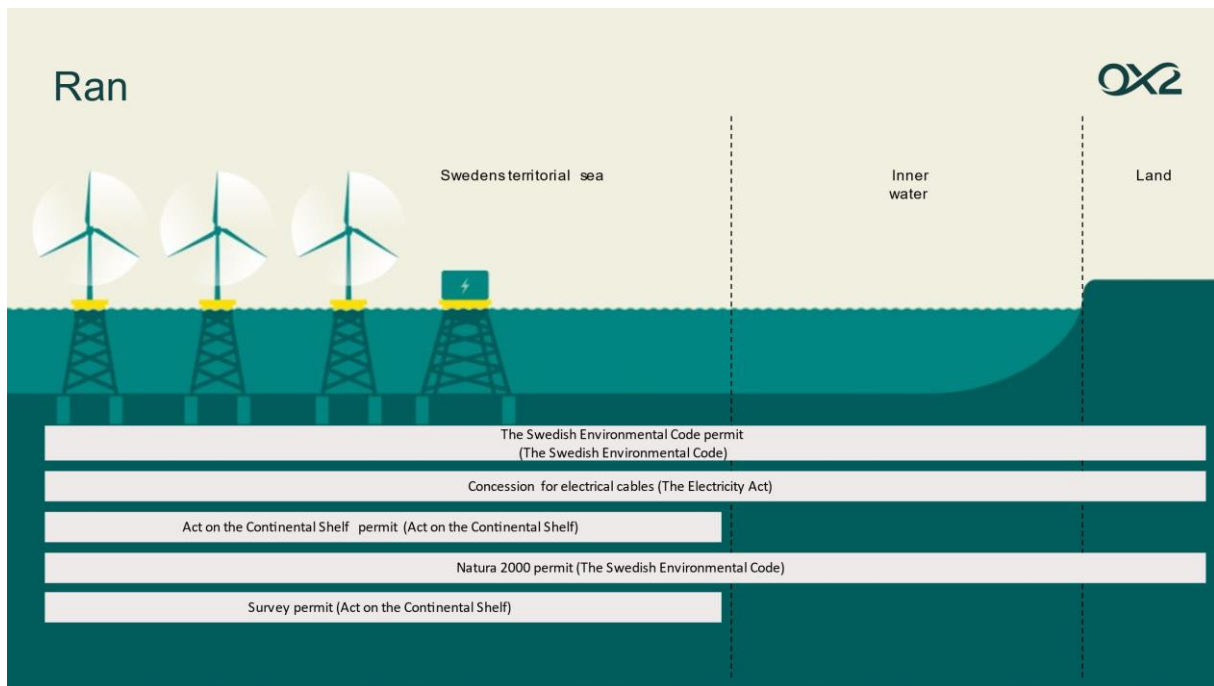
2.3 Natura 2000 -luvut

Ranin tuulivoimapuisto sijaitsee lähellä Gotlannin rannikkoa, ja sillä arvioidaan alustavasti olevan jonkin verran vaikutusta tiettyihin lintudirektiivin nojalla läheisillä Natura 2000 -alueilla esiintyviin nimettyihin lintulajeihin, jotka etsivät pelagisesti ravintoa puistoalueella ja sen läheisyydessä. Näin ollen haetaan Natura 2000 -lupaa. Natura 2000 -lupahakemukset käsitellään ympäristölle vaarallisen toiminnan ja vesitaloustoiminnan lupamenettelyssä.

Nykyisten Natura 2000 -alueiden lisäksi hallitus on antanut kahdelletoista lääninhallitukselle tehtäväksi ehdottaa uusia erityissuojelualueita Natura 2000 -verkostoon lisättäviksi. Gotlannin läänissä uusiksi lintualueiksi ehdotetaan Karlsöar-saaria ympäröiviä merialueita ja Gotlannin itärannikkoa, mukaan lukien merialue rantaviivasta vähintään 25 metrin syvyyteen Gotlannista itään. Jos Gotlannin itärannikolla sijaitseva alue nimetään uudeksi Natura 2000 -alueeksi, nykyiset Natura 2000 -alueet lakkaavat ja ne sisällytetään uuteen Natura 2000 -alueeseen. Tässä tapauksessa Ran Vindpark AB aikoo hakea Natura 2000 -lupaa uudelle alueelle.

2.4 Yhteenveto

Alla kuvassa Kuva 2 kuvataan Ranin tuulivoimapuiston edellyttämiä lupia.

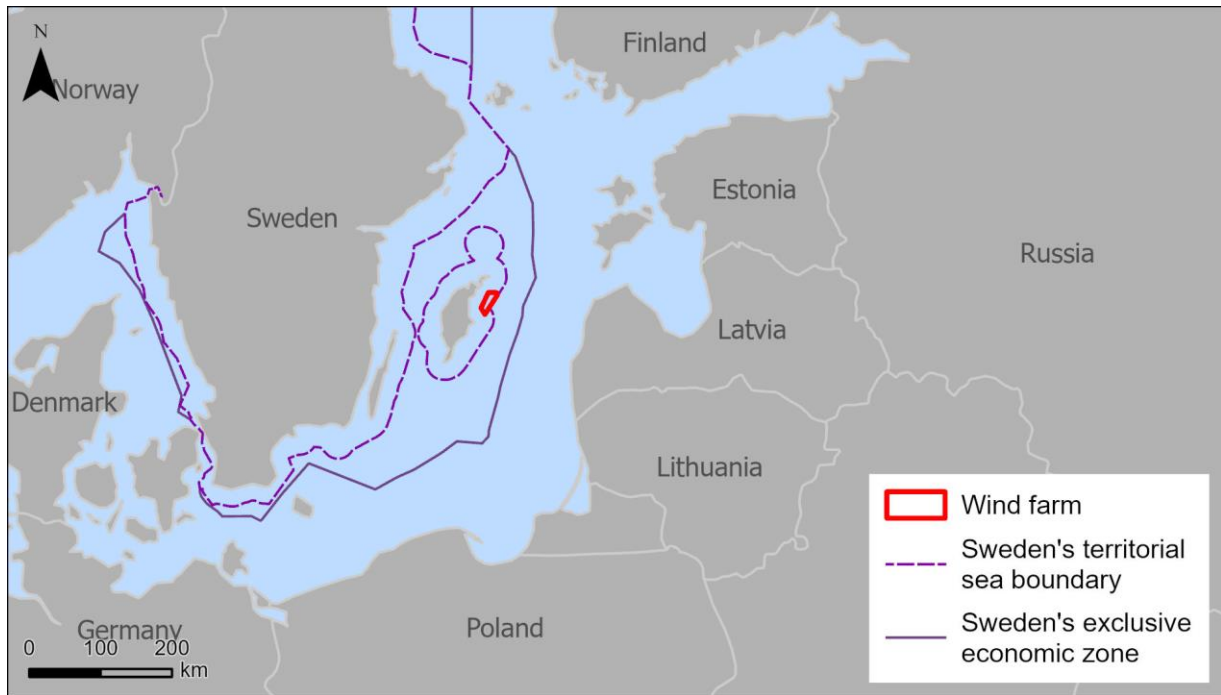


Kuva 1 kuvitus Ranin tuulivoimapuiston tarvitsemista luvista. Kuvittaja: Nina Fylkegård

3. Toiminnan kuvaus

3.1 Sijainti

Ranin tuulivoimapuisto sijaitsee itäisellä Gotlanninmerellä Itämeren pääaltaalla, katso Kuva 3. Alue on avomerta eikä sillä ole saaria. Ran sijaitsee noin 12 kilometriä Gotlannista itään Ruotsin aluevesillä ja on kooltaan noin 327 km². Puiston alueella veden syvyys vaihtelee 40 ja 85 metrin välillä.



Kuva 3. Tuulivoimapuiston sijainti suhteessa ympäröiviin maihin. Peruskartta: © [Natural Earth] 2023

Suunnitellusta Ranin tuulivoimapuistosta manner-Latviaan on matkaa noin 126 km, Liettuaan noin 200 km ja Viroon kuuluvaan Saarenmaahan noin 150 km. Etäisyys Venäjän erillisalueelle Kaliningradiin on noin 285 km, Suomeen noin 304 km, Puolaan noin 300 km ja Tanskaan kuuluvaan Bornholmiin noin 361 km. Etäisyys Saksaan on noin 473 km.

Ranin tuulivoimapuistossa katsotaan olevan suotuisat olosuhteet tuulivoimalle, sillä keskimääräinen tuulennopeus on noin 8,86 m/s (150 metrin korkeudella merenpinnasta) (New European Wind Atlas, 2023).

3.2 Tuulivoimapuiston suunnittelu ja laajuus

Alla olevassa taulukossa Taulukko 1 on yhteenveto Ranin tuulivoimapuistosta, sen suunnittelusta ja laajuudesta.

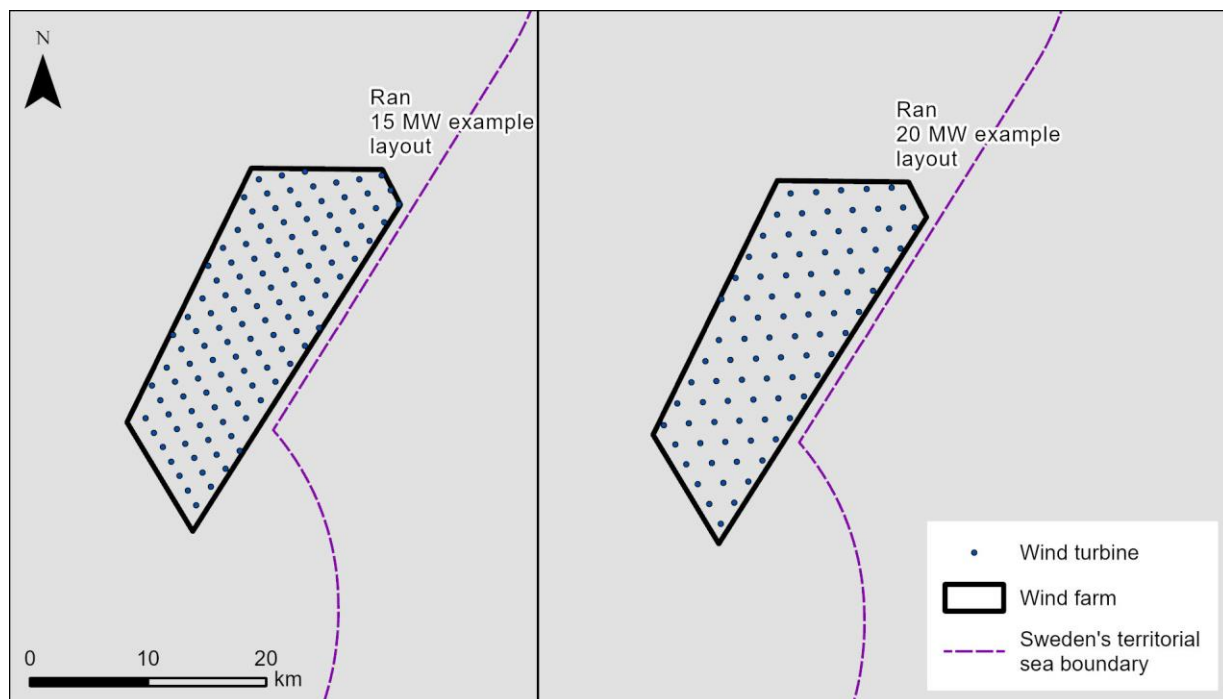
Taulukko 1. Yhteenveto Ranin tuulivoimapuistosta, sen suunnittelusta ja laajuudesta.

Nimi	Ran
Koko	327 km ²
Tuulivoimaloiden lukumäärä	90–121
Perustuksen tyyppi	Pohjakiinnitteiset

Ranin tuulivoimapuiston asennettu kapasiteetti on noin 1 800 MW ja siihen mahtuu noin 90–121 tuulivoimalaa tuulivoimaloiden koosta riippuen.

Tuulivoimalat ankkuroidaan perustuksiin ja liitetään sisäiseen kaapeliverkkoon. Sisäinen kaapeliverkko yhdistää tuuliturbiinit muuntaja- tai suuntaaja-asemiin, joita käytetään sähkön siirtämiseen rannalle joko vaihtovirtana (sähköasemat) tai tasavirtana (muuntaja- ja suuntaaja-asemat).

Kuvassa Kuva 4 on esimerkkejä puistoalueen mahdollisista puiston sijoittelusuunnitelmista, joissa tuulivoimaloiden teho on 15 MW ja 20 MW. Sijoittelusuunnitelmat osoittavat, miten puisto voitaisiin toteuttaa. On huomattava, että nämä ovat vain sijoittelumalleja ja että lopullinen toteutus voi olla erilainen.



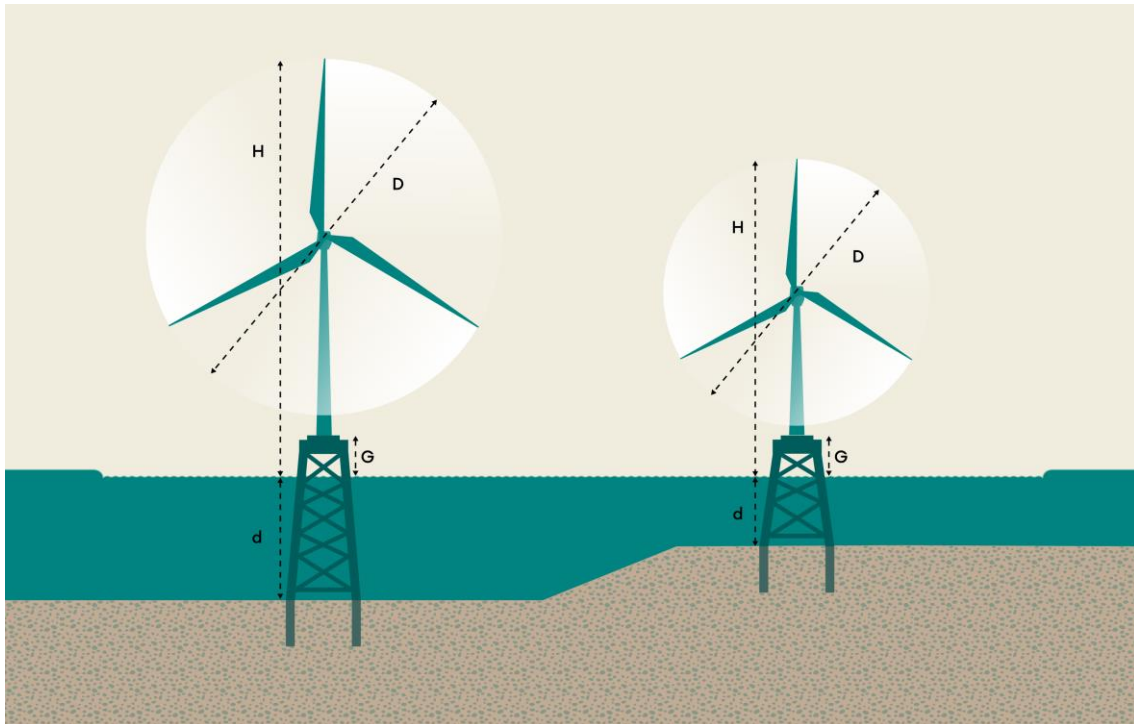
Kuva 4. Esimerkki Ranin puistoalueen mahdollisesta puistosuunnitelmasta, jossa vasemmalla on 15 MW:n tuulivoimalat ja oikealla 20 MW:n tuulivoimalat. Peruskartta: © Sjöfartsverket (Ruotsin merenkululaitos)

Lisäksi tuulivoimapuistoon voidaan rakentaa yksi tai useampi masto meteorologisia mittauksia varten, tai LiDAR-järjestelmä (Light Detection and Ranging), sekä asentaa poijut aaltojen ja virtausten mittaamiseen.

3.2.1 Tuulivoimala

Torni sisältää myös sähkökomponentteja. Konehuoneen pääkomponentit ovat vaihteisto, generaattori ja kääntömootorit. Muuntaja sijaitsee joko konehuoneessa tai tornissa. Kunkin tuulivoimalan tuottama sähkö siirretään sisäisen kaapeliverkon kautta muuntaja-/suuntaaja-asemalle. Tuulivoimapuisto voi koostua useista muuntaja-/suuntaaja-asemista suunnittelusta ja kapasiteetista riippuen.

Tuulivoimapuiston tuulivoimalat toteutetaan todennäköisesti perinteisellä mallilla, jossa on kolme roottorilapaa vaaka-akselilla, katso Kuva 5. Roottorin halkaisijan odotetaan olevan 240–280 metriä, ja tuulivoimaloiden suurimman kokonaiskorkeuden odotetaan olevan 310 metriä merenpinnan yläpuolella. Lavan kärjen ja vedenpinnan välinen vapaa tila on noin 30 metriä.



Kuva 5. Esimerkkejä tuulivoimaloista. D = roottorin halkaisija, H = kokonaiskorkeus, G = vapaa tila, d = veden syvyys. Kuvitus: Fredrik Folkesson

Tuulivoimaloiden odotetaan tuottavan sähköä noin 3 m/s:n tuulennopeudella ja saavuttavan maksimituotannon tuulennopeuksilla 10–14 m/s. Kun tuulen nopeus ylittää noin 30 m/s, tuulivoimala kytkeytyy automaattisesti pois päältä ja käynnistyy taas automaattisesti uudelleen, kun tuulen nopeus alenee.

Tuulivoimalat, mukaan lukien mittausmastot, merkitään ilmailua ja merenkulkua koskevien voimassa olevien määräysten mukaisesti, mukaan lukien Ruotsin liikenneviraston määräykset ja yleiset ohjeet ilmailulle mahdollisesti vaarallisten ja ilmailua estävien kohteiden merkitsemisestä (TSFS 2020:88).

Muut meriturvallisuusmerkinnät voivat olla tarpeen riippuen tuulivoimapuiston sijainnista suhteessa väyliin ja liikenneväyliin. Tässä otetaan huomioon esimerkiksi Ruotsin liikenneviraston määräykset ja yleiset ohjeet mukaan merikohteiden merkitsemisestä merenkulun turvalaitteilla (TSFS 2017:66). Lisäksi tuulivoimalat voidaan varustaa tutkalla, sumutorvella ja automaattisella tunnistusjärjestelmällä. Lisäksi asianomaisten viranomaisten kanssa käydään keskustelua tarvittavista turvallisuutta parantavista toimenpiteistä.

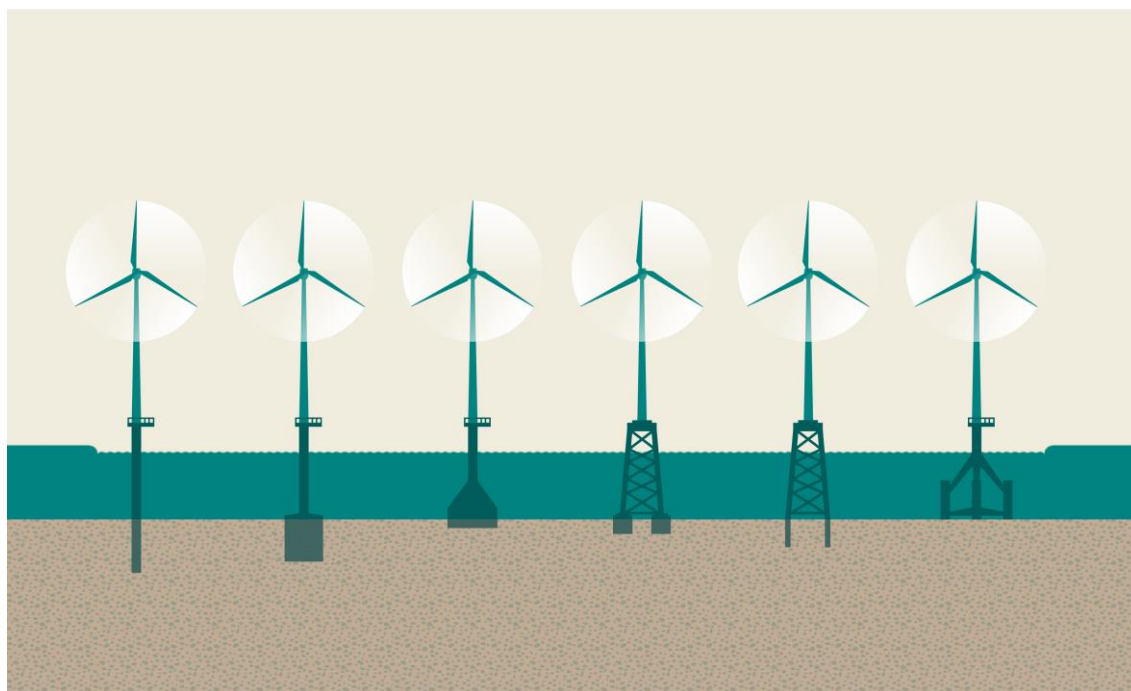
3.2.2 Perustukset

Tuulivoimapuistoon tarvitaan perustukset lauttojen ja tuulivoimaloiden kiinnittämiseksi merenpohjaan. Perustustavan valinta riippuu useista eri tekijöistä: ensisijaisesti veden syvyydestä, geologisista olosuhteista, tuuli- ja aalto-olosuhteista sekä ympäristönäkökohdista ja kustannuksista. Koska sekä veden syvyys että geologiset olosuhteet vaihtelevat tuulivoimapuiston sisällä, erityyppiset kiinteät tai kelluvat perustukset voivat tulla kyseeseen eri yhdistelmissä. Alla on lyhyt kuvaus erityyppisistä perustuksista, joiden odotetaan tulevan käyttöön.

Alueen geologisten olosuhteiden ja nykyisin käytettävissä olevan tekniikan perusteella pohjaperustukset tulevat kyseeseen Ranin tuulivoimapuistossa. Teknologian nopea kehitys merkitsee, että myös muunlaisia perustuksia voidaan käyttää.

Pohjakiinnitteiset perustukset koostuvat kolmesta pääosasta; alaosa, joka kiinnittää kiinnityspisteen pohjaan, osa, joka ulottuu vedenpinnan yläpuolelle, ja siirtymäkappale, joka on perustuksen ja tornin välillä sen varmistamiseksi, että torni pysyy pystysuorana. Perustusten yhteydessä merenpohjaan rakennetaan eroosiosuojaus, joka suojaa perustuksia eroosioreikien muodostumiselta perustusten ympärille. Eroosiosuojauksen tarve vaihtelee aalto-olosuhteiden, virtausten ja pohjasedimentin tyyppin mukaan. Yleisin eroosiosuojauksen tyyppi on erikokoiset kivi-, sora- ja hiekkakerrokset, jotka lasketaan perustuksen pohjan ympärille ja joilla voidaan luoda riittarakenteita. Ne lisäävät biologista monimuotoisuutta, ja tätä kutsutaan myös luonnon huomioon ottavaksi suunnitteluksi. Eroosion torjunnan lisäksi pohjakiinnitteiset perustukset tarjoavat myös riittävaikutuksen. OX2 on suunnitellut yhteistyössä Blätt Centrum Gotlandin kanssa Ranissa tehtäviä pilottikokeita, joissa puistoalueelle toteutetaan betonista tehtyjä tekoriuttoja. Näin nähdään, houkuttelee se turskaa ja muita kaloja. Lisäksi OX2 ja Ecopelag ovat aloittaneet yhteistyön kehittääkseen konseptin sinisimpukoiden laajamittaiseen viljelyyn merituulivoimapuistoissa.

Pohjakiinnitteisistä perustuksista puiston kannalta oleellisia ovat pääosin yksipaaluiset perustukset ja paalutetut ristikkoperustukset, katso kuvat näistä: Kuva 6. Perustukset ankkuroidaan merenpohjaan yleensä paaluttamalla. Esimerkiksi merenpohjaan ankkuroiduissa perustuksissa voidaan käyttää myös suction bucket -rakenteita (imukauhoja).



Kuva 6. Perustustavat vasemmalta edeten: yksipaaluiset, yksipaaluiset imukauhoilla, painovoimaperustukset, ristikot imukauhoilla, ristikot tappipaaluilla ja tripodiperustukset tappipaaluilla. Kuvitukset: Fredrik Folkesson.

3.2.3 Sisäinen kaapeliverkosto

Sisäinen kaapeliverkosto yhdistää tuulivoimalat muuntaja-/suuntaaja-asemien kanssa (offshore substations, "OSS") yhdistämällä yksittäiset tuulivoimalat ryhmiksi (radiaalit), jotka sitten liitetään vastaavaan muuntaja-/suuntaaja-asemaan.

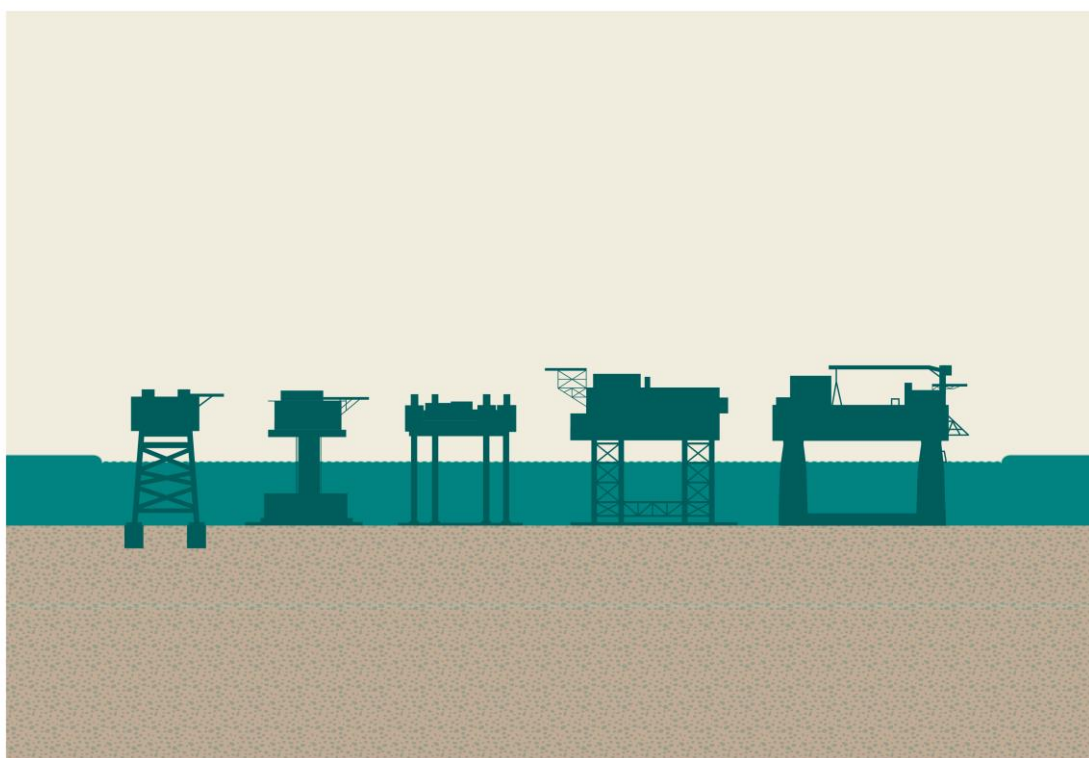
Esimerkiksi nykyisellä kaapeliteknologialla sisäinen kaapeliverkosto voi koostua 66 kV:n kaapeleista, jotka voivat siirtää yhteensä noin 80–90 MW tehoa kaapelia kohti. Tämä tarkoittaa, että jopa kuusi 15 MW:n tuulivoimalaa voidaan liittää samaan

radiaaliin. Sisäisen kaapeliverkoston jännitetason odotetaan nousevan noin 170 kV:iin seuraavien viiden tai kymmenen vuoden aikana. Tämä kasvattaisi kunkin kaapelin kokonaissiirtokapasiteettia, mikä vähentäisi radiaalien määrää ja siten kaapeleiden kokonaispituutta. Tuulivoimaloita yhdistävien kaapeleiden lisäksi tuulivoimapuisto voidaan toteuttaa myös lisäkaapeleita järjestelmän vikasietoisuuden kehittämiseksi ja sähkönsyötöksi mahdollisille lautoille.

3.2.4 Lautat

Puistoalueelle asennetaan yksi tai useampi muuntaja-/suuntaaja-asema, johon tuulivoimaloiden tuottama sähkö johdetaan sisäistä kaapeliverkostoa pitkin. Muuntaja-/suuntaaja-asetalta lähtevät liitäntäkaapelit vievät sähkön maalla oleviin liitäntäpisteisiin. Muuntaja-/suuntaaja-asetat sisältävät sähkölaitteita, mukaan lukien muuntajat, jotka muuntavat sisäisen kaapeliverkoston jännitteen suuremmaksi. Jos maaliitäntä tehdään tasavirralla, sähkölaitteistoon kuuluu myös suuntaajia. Näitä asemia kutsutaan yleensä suuntaaja-asemiksi.

Muuntaja-/suuntaaja-asema on lautta, jossa on yksi tai useampi kansi ja joskus myös helikopterin laskeutumiskaipa. Lautta on esivalmistettu ja asennetaan moduuleina yhdelle tai useammalle perustukselle. Myös itsekelluvat ja itseasentuvat lautat voivat tulla kyseeseen puistoalueella. Kuvassa Kuva 7 on joitain esimerkkejä siitä, miten lautta ja perustukset voidaan toteuttaa.



Kuva 72 Esimerkkejä merelle toteutetuista muuntaja-/suuntaaja-asetista ja niihin liittyvistä perustuksista. Vasemmalta edeten: ristikkoperustukset, painovoimaperustukset, tukijalkaperustukset, ristikkoperustukset ("float-over"-asennustavalla), itseasentuvat painovoimaperustukset. Kuvitukset: Fredrik Folkesson.

Lauttojen tarkka lukumäärä, suunnittelu ja sijainti määritellään tuulivoimapuiston yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä tuulivoimaloiden koon ja määrän, pohjan olosuhteiden ja ihanteellisen kaapelointireitin perusteella. Ranin tuulivoimapuiston lauttojen enimmäismäärä on neljä. Lautat merkitään lento- ja meriliikennettä koskevien määräysten mukaisesti.

3.2.5 Meteorologisten parametrien mittaukset

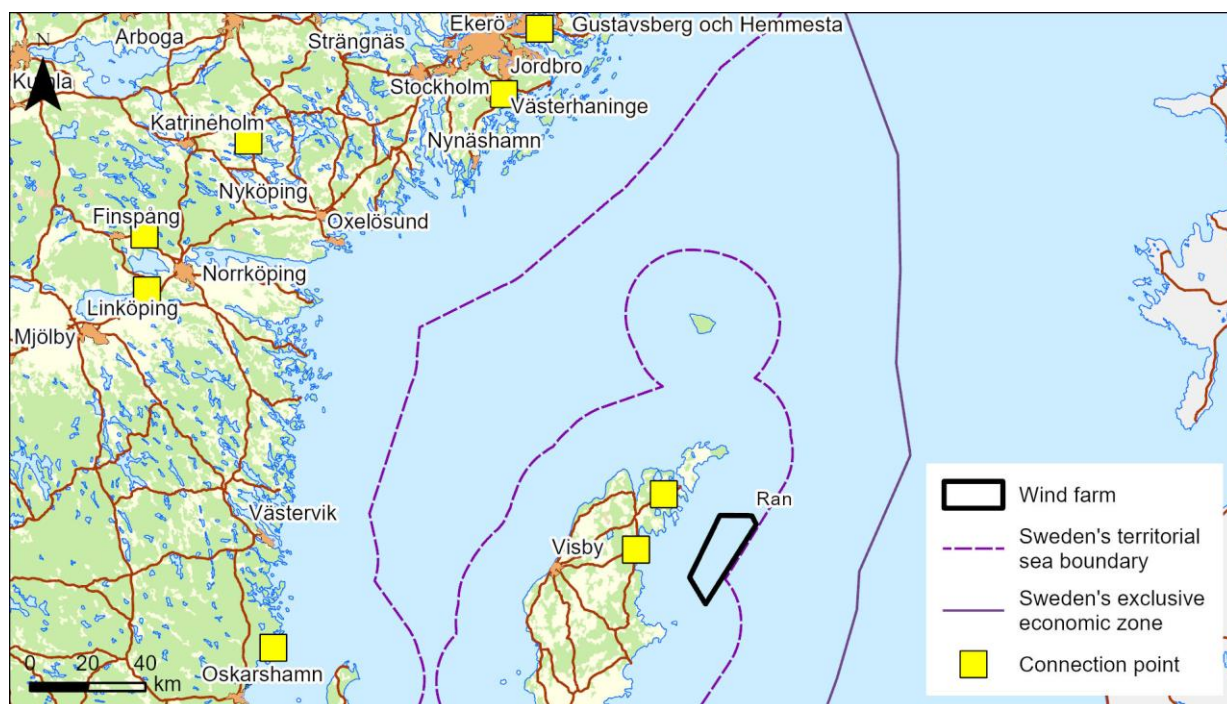
Yksi tai useampi mittausmasto voidaan asentaa täydentämään alueelta saatavilla olevia tuulitietoja ja muodostamaan perusta tarkalle suunnittelulle sekä turbiinien ja niiden sijoittelun valinnalle. Mittausmaston korkeus on yleensä suunnilleen sama kuin tuulivoimaloiden napakorkeus. Masto asennetaan samalla tavalla kuin tuulivoimala, jonka perustus on ankkuroitu pohjaan. Mittausmaston perustus on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin tuulivoimalan.

Mittausmastoista saatavilla tiedoilla voidaan myös seurata asennuksen aikana olosuhteita eri nosto-operaatioille, joissa voi olla vaatimuksia tuulen enimmäisnopeuksien osalta. Myöhemmin tietoja voidaan käyttää tuulivoimapuiston tuotannon seurantaan. Lisäksi mittausmastoista saatavia tietoja tuulen nopeudesta, turbulenssista ja puuskista jne. voidaan käyttää kuormituslaskelmien pohjana. Kuormituslaskenta tehdään turbiinien, turbiinitornien, perustusten ja ankkuroinnin mitoitusta varten.

Eräs nopeasti kehittyvä teknologia, jolla on potentiaalia korvata mittausmastot, on LiDAR. Lidar-tekniikka käyttää lasersäteitä tuulen nopeuden mittaamiseen merenpinnalla, joten se ei vaadi mastoa. Tällä hetkellä tätä mittaustekniikkaa ei ole sertifioitu käytettäväksi kuormituslaskelmien perustana, mutta tulevaisuudessa tämän odotetaan olevan mahdollista.

3.2.6 Liitäntäkaapelit

Kun tuulivoimapuiston sähkö on ensin tuotettu merellä, se kuljetetaan maalle yhden tai useamman yhdyskaapeleista koostuvan yhdyskäytävän kautta. Maaliitäntäkaapeleiden mahdolliset liitäntäpisteet on esitetty kuvassa Kuva 8.



Kuva 83 Yhteispisteet, jotka voidaan liittää Ranin tuulivoimapuistoon. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos)

3.3 Toiminta hankkeen eri vaiheissa

Tässä osassa esitetään yhteenveto tuulivoimapuiston rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheille suunnitelluista toimista. Ympäristövaikutusten arviointi tehdään kaikista kolmesta vaiheesta.

3.3.1 Rakennusvaihe

Tuulivoimapuisto rakennetaan usean vuoden aikana. Rakennusvaihe kattaa tuulivoimapuiston valmistelun ja asennukset.

Rakennusvaiheen selvitykset

Ennen tuulivoimapuiston ja sisäisten kaapeliverkoston rakentamista merenpohjan olosuhteet kartoitetaan merenpohjan geologian ja sedimentin selvittämiseksi. Selvitysten tarkoituksena on saada tarkkaa tietoa perustusten lopullista suunnittelua sekä puiston ja kaapelien ja putkien reitityksen yksityiskohtaista suunnittelua varten, mukaan lukien tuulivoimaloiden tarkat paikat. Geofysikaaliset tutkimukset, kuten viistokaikuluotaus (SSS) ja monikeilakaikuluotaus (MBES), sekä erilaiset seismiset tutkimukset (sekä 2D että 3D) tarjoavat korkearesoluutioista batymetristä tietoa merenpohjan sedimentistä ja sen geologisesta koostumuksesta ulottuen noin 80 metriä merenpohjan alapuolelle. Selvitykset antavat myös tietoa luonnollisten ja keinotekoisien kohteiden esiintymisestä merenpohjassa ja mahdollisista kaasutaskuista.

Geoteknisiä tutkimuksia ovat esimerkiksi geotekniset kairaukset, kartiopainekokeet (CPT) ja ytimen tärytykset. Näiden selvitysten tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä muun muassa kantavuudesta ja sitä kautta perustusten suunnitteluvaatimuksista sekä asennustapojen valinnasta. Magnetometrialla varmistetaan, että rakennustyöt voidaan suorittaa ilman esimerkiksi miinojen tai muiden räjähtämättömien ammusten riskiä.

Asennukset

Alla on lyhyt kuvaus siitä, miten tuulivoimapuiston asennukset voidaan toteuttaa. Yleisenä tavoitteena on, että asennukset tehdään yhtäjaksoisesti tietyn vuodenajan aikana ja ilman talvesta johtuvaa keskeytystä.

Tuulivoimapuiston suunniteltu asennusjärjestys on asentaa ensin perustukset ja muuntaja-/suuntaaja-asetat. Tämän jälkeen asennetaan yhteys maalle, sisäinen kaapeliverkosto ja sisäinen putkiverkosto. Lopuksi tuulivoimalat kootaan torneilla, konehuoneilla ja roottorin lavoilla. Heti kun tuulivoimaloiden asennus on valmis, käyttöönotto ja koeajot suoritetaan ennen kuin voimala luovutetaan käyttöorganisaatiolle hyväksytyjen testien jälkeen.

Laivaliikenne

Asennusvaiheessa tuulivoimapuiston pääkomponentit (tuulivoimalat, muuntaja-/suuntaaja-asetat, lautat, mittastornit) kuljetetaan paikalle, sijoitetaan ja asennetaan. Pääkomponentit laivataan niiden valmistussatamista joko lopulliseen kokoonpanosatamaan, niin sanottuun esikokoonpanosatamaan tai suoraan puistoalueelle.

Henkilöstö ja pienet komponentit kuljetetaan päivittäin läheisestä asennussatamasta. Laivakuljetusten lisäksi voidaan käyttää myös helikopterikuljetuksia.

Tuulivoimapuiston asennuksen aikana alueella toimii useita erilaisia asennusaluksia ja käytössä on erilaisia rakennustelineitä. Lisäksi voidaan tarvita useita tukialuksia laitteille ja henkilöstölle sekä hinaajia. Kaikkea alusliikennettä valvoo nk. *marine coordinator* (meriliikennekoordinaattori). Käynnissä olevien asennustyökohteiden ympärille voidaan muodostaa turvavyöhyke alusliikenteen riskien minimoimiseksi.

Joissakin töissä voidaan käyttää tukijalka-alusta (ns. jack-up-alusta) tai tukijalkalauttaa, katso Kuva 9 Kuva 94 Nämä laskevat tukijalkansa, joiden varassa ne seisovat merenpohjassa. Itse aluksen runkoa tai lauttaa nostetaan siten, että se on selvästi suurimman aallonkorkeuden yläpuolella eivätkä aaltojen liikkeet siten enää vaikuta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös

semi-jack-up-aluksia. Semi-jack-up-aluksissa runko pysyy pinnalla, kun taas tukijalat lasketaan merenpohjaan vakauden varmistamiseksi.



Kuva 94 Tuulivoimaloiden asennus jack-up-tyypin aluksella. Lähde: COWI

Edellä mainittujen alusten lisäksi alueella voi toimia myös muita erikoisaluksia, joita käytetään esimerkiksi erilaisiin selvityksiin tai hälytystehtäviin. Rakentamisen aikana alueella voi toimia myös yksi tai useampi pienempi alus, joka suojaa asennusalueetta muulta liikenteeltä.

Perustusten asennus

Yksipilariperustus kuljetetaan paikoilleen vesiteitse asennusaluksella tai proomulla. Yksipilariperustus asetetaan merenpohjaan joko tukijalkalautalta tai kelluvasta nosturialuksesta käsin. Perustus juntataan sitten merenpohjaan paaluttamalla, täryttämällä tai poraamalla. Olosuhteista riippuen asennus voidaan tehdä yhdistelemällä näitä menetelmiä.

Ristikkoperustukset edellyttävät, että merenpohja on suhteellisen tasainen, joten tasaaminen voi olla tarpeen ennen asennusta. Perustus kuljetetaan paikalle proomulla tai asennusaluksella ja asetetaan merenpohjaan tukijalkalautalta tai nosturialukselta käsin. Jos käytetään tappipaaluja, nämä teräsputket tärytetään tai porataan perustuksen vastaaviin kulmiin merenpohjaan. Tappipaalut liitetään sitten perustukseen valamalla ne yhteen tai mekaanisesti ankkuroimalla. Jos geologia ja muut olosuhteet sen mahdollistavat, ristikkoperustukset voidaan ankkuroida merenpohjaan imukauhoilla eli teräs- tai betonisynterillä, joka imetään merenpohjaan alipaineella.

Sisäinen kaapeliverkosto

Ennen sisäisten sähkökaapeleiden asennuksen aloittamista tehdään valmistelutyöt turvallisen ja esteettömän asennuksen varmistamiseksi. Valmistelutöihin kuuluvat kivien ja lohkareiden raivaaminen merenpohjasta sekä merenpohjassa olevien vierasesineiden, kuten kalastusverkkojen, siimojen ja vastaavien poistaminen. Raivaus edellyttää tunkeutumista tiettyyn merenpohjan syvyyteen. Pohjan tasaaminen voi olla tarpeen myös silloin, kun merenpohjassa on hiekkadyynejä tai muuta helposti liikkuvaa merenpohja-ainesta, jota ei voida välttää, tai paikoissa, joissa on jyrkästi kaareutuvia osuuksia.

Kaapelit kuljetetaan suurille keloille rullattuina puistoalueelle erikoisasennusaluksilla. Kaapelit lasketaan merenpohjaan ja haudataan sitten yleensä 1–3 metrin syvyyteen merenpohjan alapuolelle. Näin ne ovat suojassa kalanpyyntivälineiden, ankkurien ja muiden kohteiden aiheuttamilta vaurioilta. Jos kaapelit lasketaan suoraan merenpohjaan, ne voidaan suojata peittämällä esimerkiksi kivi- tai betonipatjoilla tai putkituksin.

Jos kaapelin on kuljettava olemassa olevan kaapelin, putkiston tai muun olemassa olevan infrastruktuurin läpi, on sekä nykyinen että uusi kaapeli- tai putkistoverkosto suojattava. Suojaukseen voidaan käyttää esimerkiksi betonipatjoja sekä teräs- tai betonilaitureita. Tämän tyyppisen risteymäkohdan tarkat tiedot määrittämään kaapelin ja/tai putkien omistajien laatimassa risteymäkohtasopimuksessa.

Tuulivoimala

Tuulivoimaloiden pääkomponentit voidaan kuljettaa puistoalueelle asennusaluksella tai erillisellä kuljetusaluksella. Kuljetus voidaan tehdä suoraan tuulivoimaloiden valmistajan lähellä olevasta satamasta tai asennussatamasta. Tämän jälkeen eri komponentit asennetaan nosturilla yleensä yhden työpäivän aikana, jos sääolosuhteet ovat suotuisat.

Tuulivoimaloissa, joissa on pohjakiinnitteiset perustukset, tuulivoimalan osat kootaan vuorotellen merellä. Tuulivoimaloiden asennus vaatii suurta tarkkuutta, joten aalto- ja tuuliolosuhteet asettavat omat rajoituksensa. Kun tuulivoimalat on asennettu, komponentit voidaan liittää sisäiseen kaapeliverkostoon. Tämän jälkeen tuulivoimalat koekäytetään.

Muuntaja-/tasaaja-asema

Muuntaja-/tasaaja-asema asennetaan yleensä perustukselleen nosturilaivaa käyttäen. Muuntaja-/suuntaaja-asemien rakenteesta ja niiden perustuksista riippuen ne voidaan hinata ulos merelle tai asentaa myös muilla nostomenetelmillä, kuten omia tukijalkoja käyttäen. Vaihtoehtoisesti perustus voidaan asentaa ensin, minkä jälkeen päällirakenne nostetaan paikalleen. Kun muuntaja-/tasaaja-asema on asennettu, sisäiset sähkökaapelit liitetään asemaan.

3.3.2 Käyttövaihe

Tuulivoimalat ja muuntaja-/suuntaaja-asetat ovat etävalvottuja ja miehittämättömiä normaalissa käytössä. Tuulivoimapuistoa huolletaan ja ylläpidetään kuitenkin jatkuvasti, mikä edellyttää henkilöstön ja materiaalien kuljettamista huoltoveneellä, laivalla tai helikopterilla. Kaapelit tarkastetaan tarpeen mukaan esimerkiksi sen varmistamiseksi, että niiden tuulivoimaloiden perustuksissa olevat suojaukset ovat kunnossa. Jos kaapeli vaurioituu, se korjataan nostamalla vaurioitunut osa erikoisaluksella korjattavaksi. Korjattu kaapeli tai putki lasketaan takaisin merenpohjaan samalla menetelmällä kuin rakennusvaiheessa.

Lopullinen käyttö- ja kunnossapitostrategia määrittämään myöhemmin. On todennäköistä, että perustetaan maalla toimiva esti käyttö- ja huoltokeskus. Huoltotyöt on suunniteltu tehtäväksi ensisijaisesti miehistönkuljetusalusten avulla (Crew Transfer

Vessel, CTV) tai suuremmalla huoltotoiminta-aluksella (SOV, Service Operation Vessel). Laajemmissa huoltotöissä, esimerkiksi vaihdettaessa suurempia osia, voidaan käyttää tukijalka-aluksia.

3.3.3 Käytöstäpoistovaihe

Tuulivoimapuiston odotetaan saavuttaneen käyttöikänsä lopun noin 45 vuoden kuluttua, ja sen jälkeen puisto poistetaan käytöstä. Käytöstäpoisto tapahtuu käytöstäpoiston ajankohtana voimassa olevan alan käytännön ja lainsäädännön mukaisesti. Tuulivoimalat, perustukset ja muuntaja-/suuntaaja-asetat puretaan ja perustusten rakennuspaikat kunnostetaan tarvittavassa laajuudessa.

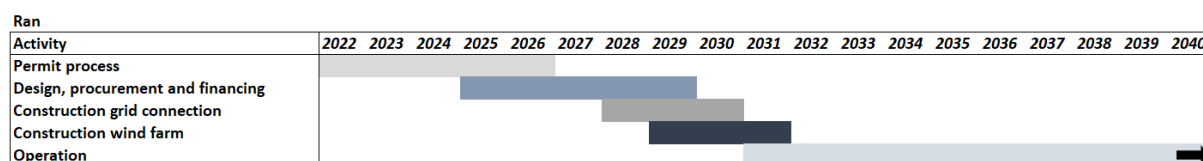
Laitososat on purettava, ellei näiden yksittäisten rakenteiden poistamisesta aiheudu suurempia ympäristövaikutuksia kuin osien paikalleen jättämisestä aiheutuisi. Koska tekniikka ja alan tietämys ja osaaminen muuttuvat nopeasti, on tuulivoimapuiston yksityiskohtainen käytöstäpoisto tarkoitus toteuttaa yhteistyössä valvontaviranomaisen kanssa.

On todennäköistä, että merenpohjan yläpuolella olevat rakenteet puretaan. Esimerkiksi yksipaaluinen perustus tai ristikkoperustus voidaan katkaista muutama metri merenpohjan alapuolelta ja yläosa nostaa pois. Tietyt laitososat, kuten sisäiset kaapelit, voidaan jättää paikoilleen käytöstäpoiston jälkeen.

Eräs syy joidenkin rakenteiden paikoilleen jättämiseen on se, että niistä on saattanut muodostua osa arvokkaita keinoriuttoja. Jos kaapelit on irrotettava, ne vapautetaan ja nostetaan sitten ylös. Kaapeleiden peittämiseen käytetty kiviaines jää todennäköisesti merenpohjaan, samoin kuin risteymäkohdissa käytetyt suojaukset. Käytöstäpoiston toimenpidealueen ympärille muodostetaan väliaikainen suojavyöhyke henkilöstön ja laitteiden suojaamiseksi sekä kolmansien osapuolten turvallisuuden varmistamiseksi.

3.4 Alustava aikataulu

Ranin tuulivoimapuiston aikataulu on esitetty alla olevassa kuvassa 10. Aikatauluun voi vaikuttaa useita eri tekijöitä, jolloin sitä voidaan joutua muuttamaan töiden edetessä. Aikataulua on sen vuoksi pidettävä suuntaa-antavana ja alustavana. Tuulivoimapuiston koko rakentamisvaiheen odotetaan kestävän jopa kuusi vuotta.



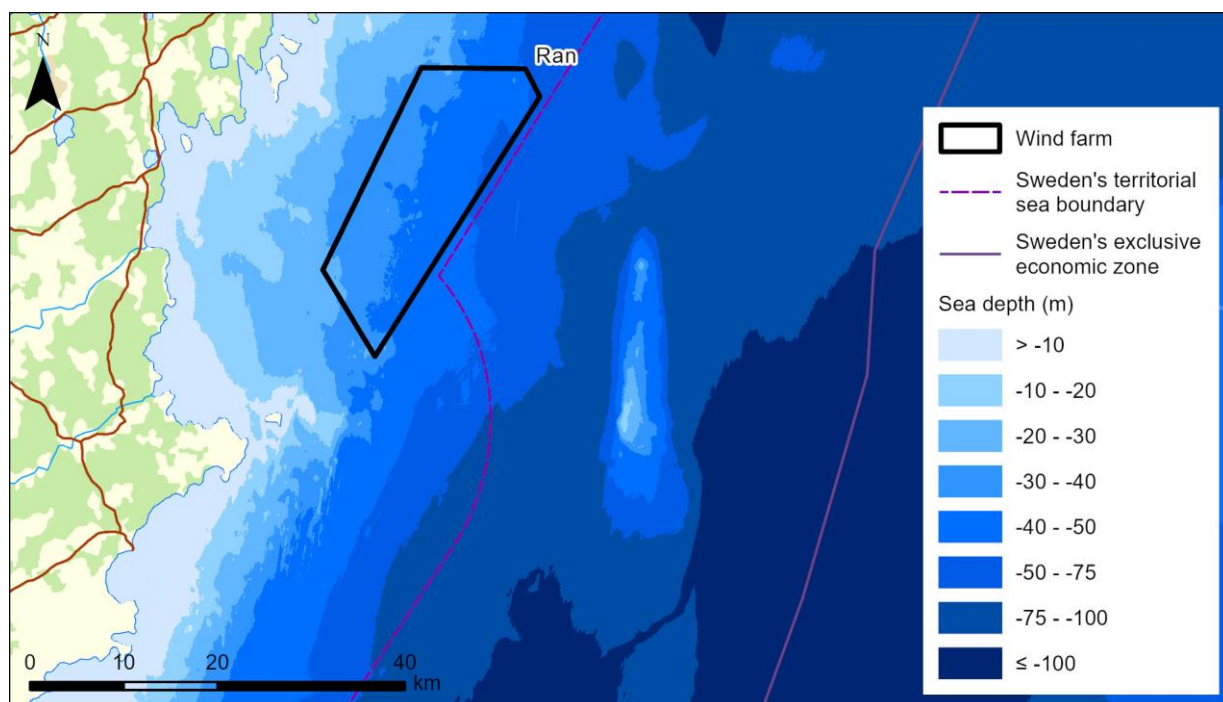
Kuva 105 Tuulivoimapuiston alustava aikataulu.

4. Alueen kuvaus

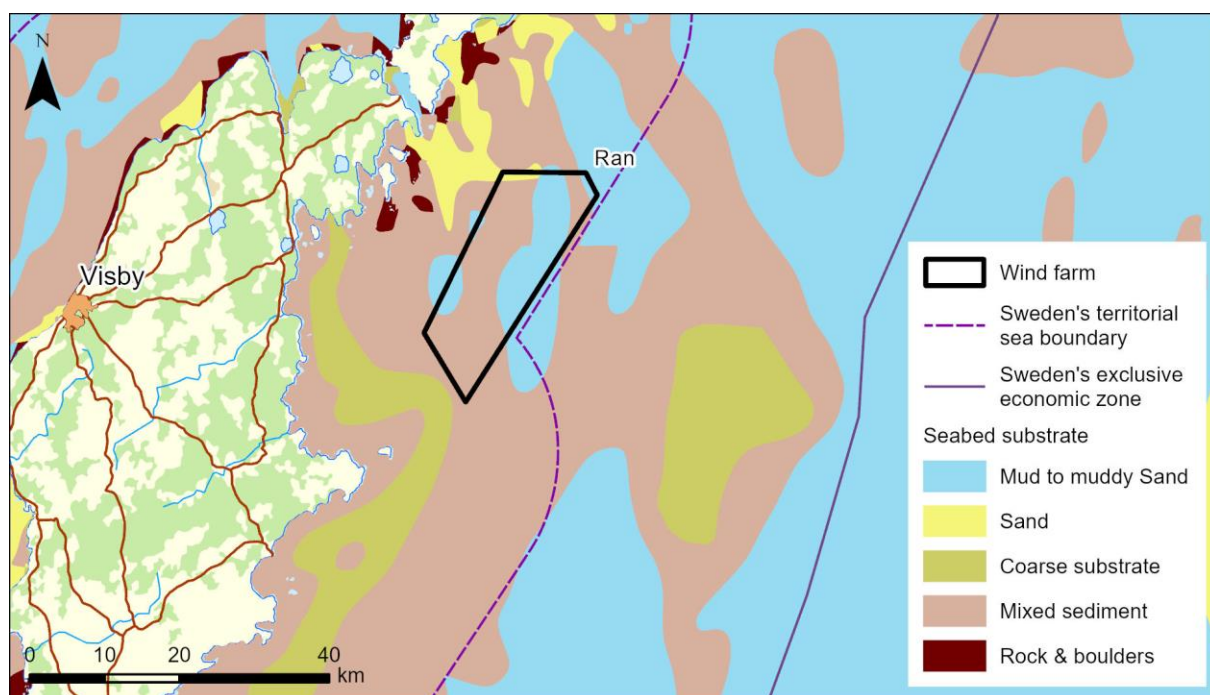
4.1 Geologia ja syvyyssolosuhteet

Ranin tuulivoimapuisto sijaitsee noin 12 kilometriä Gotlannista itään Ruotsin aluevesien rajojen sisäpuolella. Veden syvyys alueella vaihtelee noin 40 ja 85 metrin välillä keskimääräisen syvyyden ollessa noin 54 metriä (Kuva 11). Puistoalueella ei ole saaria, vaan se on pelkkää avomerta.

Puistoalueen pohjasubstraatti on pääasiassa sekasedimenttiä, jossa on savea ja savimaista hiekkaa (Kuva 12).



Kuva 11. Syvyyssolosuhteet puistoalueella. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 (Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja])



Kuva 126 Pohjasubstraatti puistoalueella. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 (Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja])

4.2 Hydrografia ja meteorologia

Ranin tuulivoimapuisto on suunniteltu itäiselle Gotlannimerelle, jossa pintaveden suolapitoisuus on noin 6–7 PSU-yksikköä (Practical Salinity Unit). Veden lämpötila vaihtelee eri vuodenaikoina. Lämpötilat ovat korkeammat kesällä ja matalammat talvella. Keskimääräinen pintalämpötila on kesällä noin 18–19 °C ja talvella noin 1–3 °C (Snoeijs-Leijonmalm & Andrén 2017).

Itämeri on murtovesimeri, jolle on suurelta osin ominaista pohjois-eteläsuuntainen suolapitoisuuden gradientti. Suolapitoisuuteen vaikuttavat suolaisen veden pulssit Tanskan salmien ja Juutinrauman kautta lounaassa sekä makean veden virtaamat Itämeren laajan valuma-alueen vesistöistä. Suolapitoisuuden gradientti, jossa pohjoisen makeampi vesi muuttuu suolaisemmaksi etelässä, näkyy eliölajien levinneisyydessä siten, että makean veden lajeja on enemmän pohjoisessa ja suolaisen veden lajeja etelässä (Snoeijs-Leijonmalm & Andrén 2017).

Koska suolainen vesi on tiheämpää kuin makea vesi, vesi on myös suolaisempaa lähempänä pohjaa kuin pinnalla. Itämerellä on selkeä porrastuma pinnalla olevan makean veden ja pohjassa olevan suolaisen veden välillä. Meren pohjalla veden happi kuluu johtuen orgaanisten yhdisteiden hajoamisesta. Suolan kerrostuneisuus vaikeuttaa happipitoisen pintaveden vajoamista pohjaan ja veden hapettumista siellä. Juutinrauma on myös niin kapea ja matala, että suuret happipitoisen suolaisen veden virtaukset sieltä ovat harvinaisia. Tämän vuoksi Itämeren syvempiin osiin muodostuu laajoja alueita, joilla vesi on vähähappista tai täysin hapetonta – mukaan lukien Itä-Gotlannin allas, jonne tuulivoimapuisto on suunniteltu rakennettavaksi.

New European Wind Atlas -tuulikartaston (New European Wind Atlas, 2023) mukaan keskimääräinen vuotuinen tuulen voimakkuus 100 metrin korkeudessa puistoalueella on noin 9 m/s ja tuulen voimakkuus enimmillään noin 28 m/s. Tuulen suunta on pääosin eteläinen/lounainen (SMHI, 2022a).

Tuulivoimapuisto sijaitsee Itämeren osassa, joka on vain osittain jääpeitteinen talvina, jotka SMHI luokittelee ankariksi jäätalviksi. Muina vuosina alue on jäätön. Jään muodostuminen puiston alueella on harvinaista, ja SMHI:n jääkarttojen mukaan puistoalueella ei olekaan viimeisten 10 vuoden aikana esiintynyt jäätä (SMHI, 2022b).

Itämeren merivedenkorkeuteen vaikuttavat pääasiassa ilmanpaine ja voimakkaat tuulet (Snoeijs-Leijonmalm & Andrén 2017). Säävaikutuksesta johtuen merivedenkorkeus voi erityisolosuhteissa vaihdella nopeasti, paikoin jopa metrin verran saman vuorokauden aikana (Snoeijs-Leijonmalm & Andrén 2017). Lähin merivedenpinnan mittausasema sijaitsee Visbyn satamassa. Keskimääräinen merivedenpinta asemalla vuosina 2012–2021 oli +12,2 senttimetriä. Suurin arvo samalla ajanjaksolla oli +84,30 senttimetriä ja pienin -44,52 senttimetriä (SMHI, 2022c).

Itämeren pintavesivirtaukset ovat seurausta muun muassa Coriolis-ilmiön, tuulen ja pohjan topografian monimutkaisista vuorovaikutussuhteista. Coriolis-ilmiö merkitsee, että maan pyörimisnopeus on suurin päiväntasaajalla ja pienenee napoja kohti, mikä johtuu siitä, että maapallon ympärysmitta on suurempi päiväntasaajalla kuin navoilla. Tämä vaikuttaa siihen, miten tuuli liikkuu maan pinnalla ja siten myös pintavesivirtauksiin. Virtaukset ovat siis epäsäännöllisiä, mutta liikkuvat yleensä vastapäivään Itämeren eri suurosa-alueilla (Snoeijs-Leijonmalm & Andrén 2017). Pintavesivirtaukset ovat yleensä heikkoja, noin 5 m/s, mutta voivat myrskyjen aikana nousta tasolle 50–100 m/s.

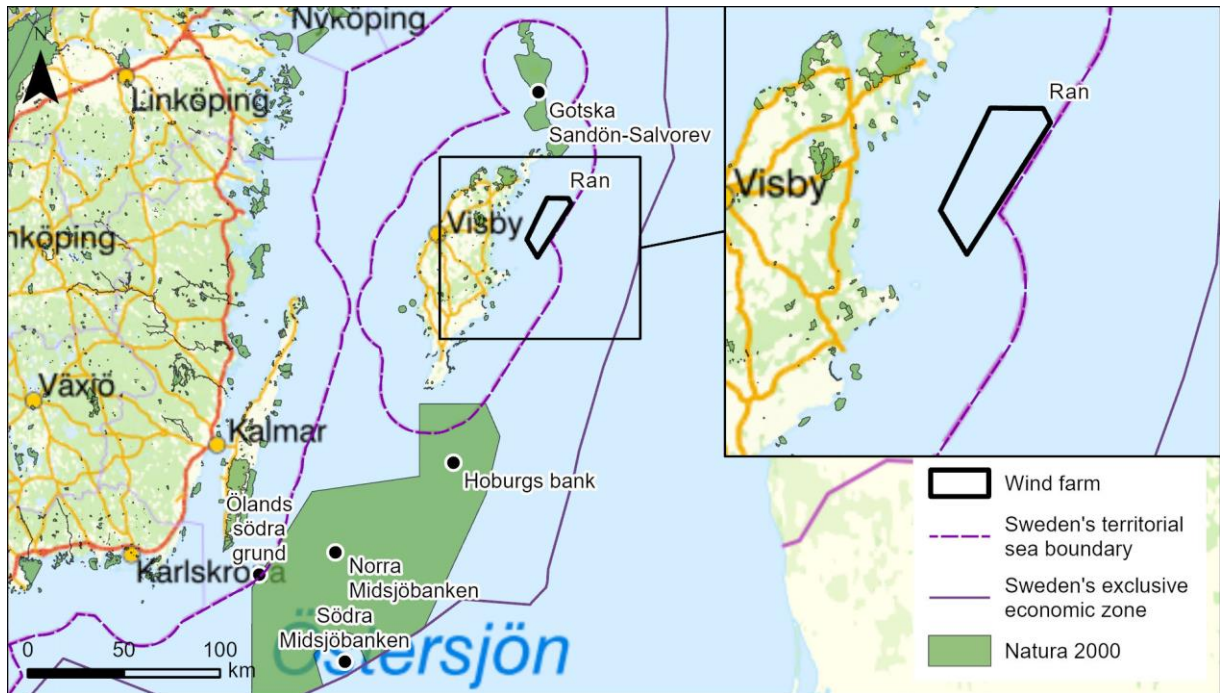
Syvänmeren virtaukset etenevät lounaan salmista koilliseen Itämerelle. Syvänmeren virtaukset liikkuvat pintavesivirtauksia hitaammin, ja suolaisen veden kulku salmista Gotlannin syvyyksiin kestää noin puoli vuotta (SYKE, 2020).

NIRAS selvitti Ranin tuulivoimapuiston happiolosuhteita kesäkuussa 2023. Pintaveden happiolosuhteet olivat hyvät, ja happipitoisuus oli 7,1–7,8 ml/l aina noin 70 metrin syvyyteen saakka. Sen jälkeen happipitoisuus laskee huomattavasti ja noin 80 metrin syvyydessä havaittiin hapenpuutetta (hypoksiaa).

4.3 Luontoympäristö

4.3.1 Natura 2000 -alueet

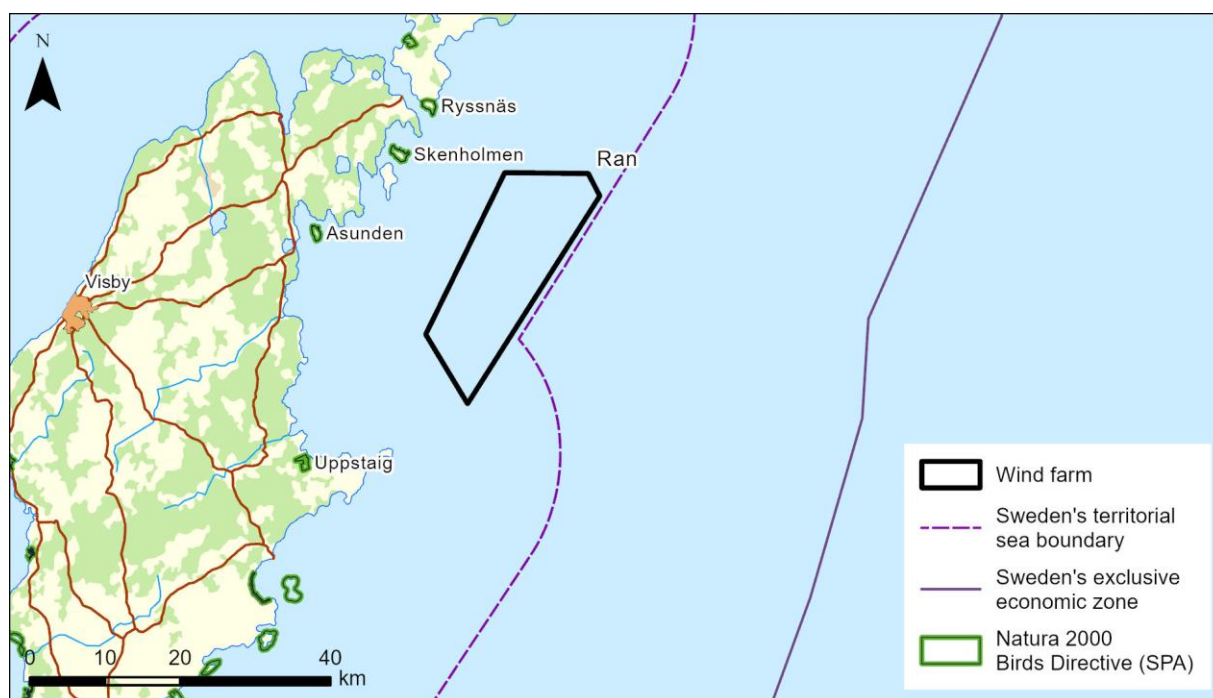
Tuulivoimapuistoa ympäröivällä alueella on nimettyjä Natura 2000 -alueita niin maalla kuin merelläkin, katso Kuva 13. Näitä kuvataan tarkemmin jäljempänä olevissa kappaleissa.



Kuva 13. Yleiskatsaus puistoalueen sijaintiin Itämeren päältä ja läheisillä Natura 2000 -alueilla. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Naturvårdsverket (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto)])

Maalla

Gotlannin rannikolla ja lähisaarilla on useita pienempiä Natura 2000 -alueita. Kuvassa Kuva 14 esitellään EU:n lintudirektiivin nojalla nimetyt Natura 2000 -alueet eli niin sanotut erityissuojelualueet (SPA, Special Protection Area). Natura 2000 -alueet, jotka sijaitsevat lähimpänä Ranin puistoaluetta ja joihin vaikutukset voivat kohdistua, ovat Ryssnäs (SE0340155), Skenholmen (SE0340127) ja Åsunden (SE0340154) (Naturvårdsverket, Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2023). Nämä Natura 2000 -alueet sijaitsevat noin 10–17 kilometriä Ranista katsottuna länteen.



Kuva 14. Katsaus puistoalueen sijaintiin Itämeren pääaltaalla ja lintudirektiivin mukaisilla Natura 2000 -alueilla Gotlannin pääsaarella ja lähisaarilla. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Naturvårdsverket (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto)])

Kunkin Natura 2000 -alueen nimetyt lajit on esitetty taulukossa Taulukko 2.

Taulukko 2. Lintudirektiivin perusteella nimetyt lajit läheisille Natura 2000 -alueille maalla (Naturvårdsverket, Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2023).

Ryssnäs	Skenholmen	Åsunden
Kurki	Valkoposkihanhi	Valkoposkihanhi
Kalatiira	Avosetti	Avosetti
Lapintiira	Kapustarinta	Suokukko
Pikkutiira	Suokukko	Räyskä
Palokärki	Räyskä	Riuttatiira
Kangaskiuru	Riuttatiira	Kalatiira
Pikkulepinkäinen	Kalatiira	Lapintiira
	Lapintiira	Pikkutiira
	Pikkutiira	Suosirri
	Suosirri	

Kaikille näille alueille on laadittu suojelusuunnitelmat (Naturvårdsverket, Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2023). Linnut kuvataan tarkemmin kappaleessa 6.3.1. Suunnitellun tuulivoimapuiston ei katsota vaikuttavan Uppstaigin Natura 2000 -alueeseen eikä sen nimettyihin lajeihin. Lintudirektiivissä nimetyt lajit ovat helmipöllö ja palokärki, jotka ovat metsissä eläviä ja lisääntyviä lintulajeja. Arvion mukaan ei ole vaaraa, että Ranin tuulivoimapuisto vaikuttaisi merkittävästi näihin lajeihin.

Merellä

Gotlannin läheisyydessä sijaitsevat Natura 2000 -alueet Hoburgs bank ja Midsjöbankarna (SE0330308) sekä Gotska Sandön-Salvoren (SE0340097), ks. Kuva 13. Natura 2000 -alue Hoburgs bank ja Midsjöbankarna sijaitsee noin 80 kilometriä lounaaseen Ranista katsottuna, ja se on nimetty suojelualueeksi sekä EU:n laji- ja luontotyyppidirektiivin (ns. SCI-alue) että lintudirektiivin

mukaisesti, kun taas Gotska Sandön-Salvorev sijaitsee noin 22 kilometriä pohjoiseen Ranin tuulivoimapuistosta ja se on nimetty vain SCI-alueeksi (Naturvårdsverket, Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto, 2023).

Natura 2000 -alue Hoburgs bankin ja Midsjöbankarnan ensisijaiset suojeluarvot ovat Itämeren pyöriäislajit, alli ja riskilä sekä riuttojen ja hiekkasärkien luontotyypit sekä näille luontotyypeille tyypilliset lajit ja biologinen monimuotoisuus (Taulukko 3). Kalmarin lääninhallitus ja Gotlannin lääninhallitus ovat laatineet Hoburgs bankin ja Midsjöbankarnan alueelle suojelusuunnitelman. Pyöriäiset kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.3.6 ja linnut kappaleessa 7.1.

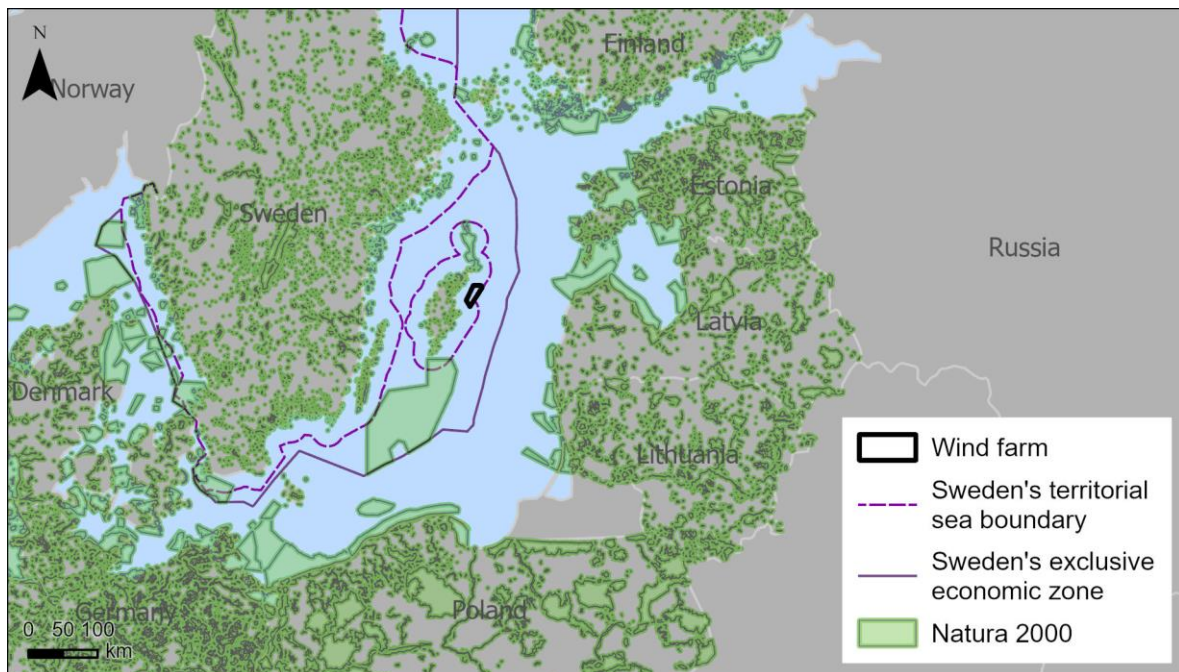
Natura 2000 -alueen Gotska Sandön-Salvorev ensisijaisia suojeluarvoja ovat eläinlajit harmaaahylje ja lahokapo sekä luontotyypit hiekkasärkät, riutat, Itämeren hiekkarannat, valkoiset dyynit, harmaadyynit, puustoiset dyynit, dyynikosteikot, alankojen heinäniityt ja lehtimetsäniityt. Hylkeet kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.3.6.

Taulukko 3. Luontotyyppidirektiivin ja lintudirektiivin mukaisesti nimetyt luontotyypit Hoburgs Bankille ja Midsjöbankarnalle sekä Gotska Sandön-Salvoreville (Gotland lääninhallitus & Kalmarin lääninhallitus, 2021).

Luontotyypit	Lajit
Hoburgs bank ja Midsjöbankarna	
1170 – Riutta 1110 – Hiekkasärkät	1351 -Pyöriäiset A202 – Riskilä A604 – Alli
Gotska Sandön-Salvorev	
1110 – Hiekkasärkät 1170 – Riutta 1640 – Itämeren hiekkarannat 2110 – Dyynit 2120 – Valkoiset dyynit 2130 – Harmaat dyynit 2180 – Metsäiset dyynit 2190 – Dyynikosteikot 6510 – Alankojen heinäniityt 6530 – Lehtimetsien niityt	1364 – Harmaa hylje 1920 – Lahokapo

4.3.2 Muihin valtioihin kuuluvat Natura 2000 -alueet

Itämeren ympäröivävaltioihin kuuluvat Natura 2000 -alueet (lukuun ottamatta Venäjän erillisalue Kaliningradia, jossa ei ole Natura 2000 -alueita) sijaitsevat sekä merellä että eri valtioiden rannikoilla, katso Kuva 15. Lähimpänä suunniteltua tuulivoimapuistoa olevat Itämeren valtioiden Natura 2000 -alueet ovat Irbes saurums (Latvia), noin 106 km itään, ja Akmensrags (Latvia), noin 127 km kaakkoon. Irbes saurums on nimetty EU:n lintudirektiivin mukaiseksi suojelualueeksi, kun taas Akmensrags on nimetty suojelualueeksi sekä EU:n luontotyyppidirektiivin että lintudirektiivin perusteella. Muut Itämeren alueen valtioihin kuuluvat Natura 2000 -alueet sijaitsevat kauempana tuulivoimapuistosta.



Kuva 157 Kartta kaikista Natura 2000 -alueista keskisellä ja eteläisellä Itämerellä. Peruskartta: © [Natural Earth] 2021, [pohja: Euroopan ympäristökeskus].

4.3.3 Pohjakasvillisuus ja pohjaeläimistö

Merenpohjalla ja pohjan sisällä elävien eläin- ja kasvipopulaatioiden koostumus riippuu useista eri tekijöistä, kuten meriveden syvyydestä, suolapitoisuudesta, happipitoisuudesta ja pohjasubstraatista (pehmeät pohjat, sekapohjat, kovat pohjat jne.). Kovat ja pehmeät pohjat sekä pohjakasvillisuus ovat kaikki elinympäristöjä, jotka tarjoavat suojaa useille vesieliöille. Itämeren siinä osassa, jossa Ran sijaitsee, lajikirjoa edustavat pääasiassa muutamia harvasukasmadot ja monisukasmadot sekä useat simpukat ja äyriäiset, jotka elävät sedimentin pinnalla ja sen sisällä. Pohjaeläimet ja -kasvit ovat suoraan tai välillisesti tärkeä ravinnonlähde kaloille, nisäkkäille ja ravintoketjussa ylempänä oleville linnuille.

NIRAS selvitti puiston alueella pohjakasvillisuutta ja eläimistöä kesäkuussa 2023. Yleisimmät selvityksissä löydetty pohjaeläinlajit olivat merikuoppa, itämerensimpukka ja valkokatka. Tehtiin myös havaintoja vähäisistä määristä sinisimpukoita.

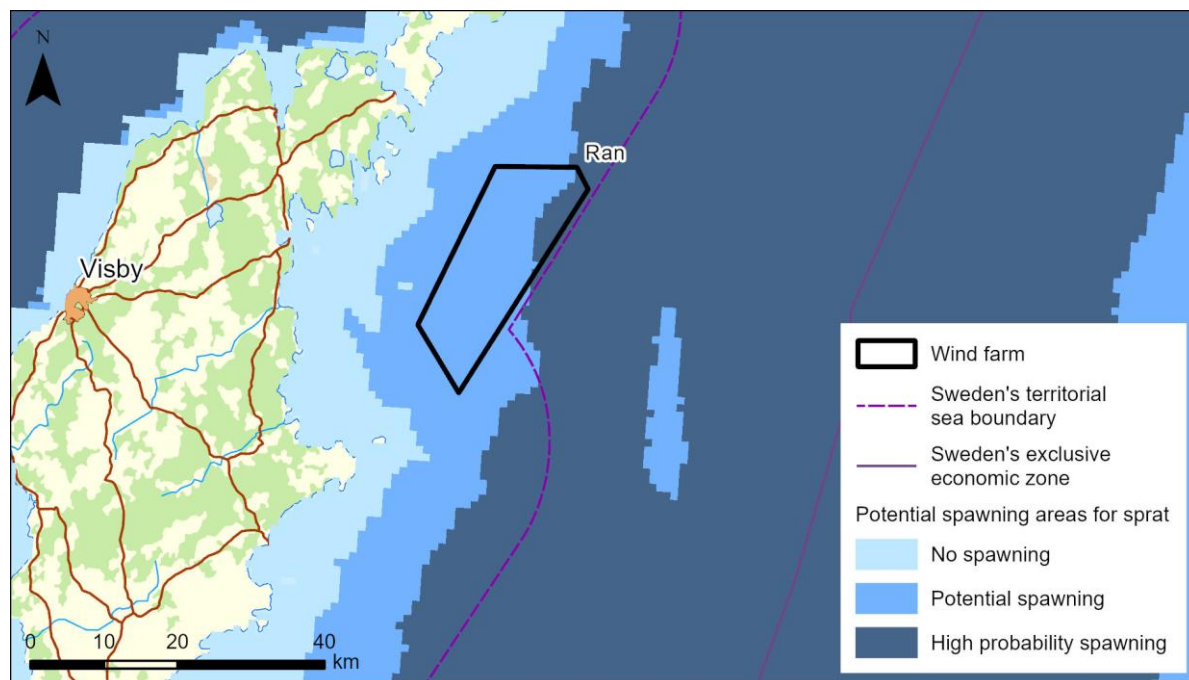
4.3.4 Kalat

Itämeressä elää sekä suolaisen että makean veden lajeja, sillä Itämeri on matala murtovesimeri. Tämän vuoksi Itämeren lounaisosien kalakantoja hallitsevat pääasiassa suolaisen veden lajit, kun taas koillisosissa elää sekä suolaisen että makean veden lajeja.

Puistoalueella on vaihtelevia pohjatyyppejä, joissa on vähähappisia/hapettomia alueita noin 70 metrin syvyydestä alkaen. Näin ollen on todennäköistä, että puiston syvemmissä osissa (>70 metriä) esiintyy vain vähän tai ei lainkaan pohjakalalajeja. Puistoalueen happitilanteeltaan hyvissä osissa voi esiintyä joitakin yleisiä kampelakalalajeja. Nämä lajit ovat kampela ja itämerenkampela (Jokinen ym. 2019) sekä piikkikampela ja punakampela. Itäisen Itämeren alhaisen suolapitoisuuden (noin 5–10 ‰) vuoksi näiden lajien yksilötiheys on siellä yleensä pienempi kuin esimerkiksi Pohjanmerellä. Pelagiset kalalajit, kuten kilohaili ja silakka, ovat alueella yleisiä (Ruotsin meri- ja vesistövirasto 2022c, HELCOM 2020).

Puistoalue on pääosin päällekkäinen kilohailin mahdollisten kutualueiden ja vähemmässä määrin kilohailin erittäin todennäköisten kutualueiden kanssa (Kuva 16) (HELCOM 2020). Ranin itäpuolella sijaitseva Gotlannin syväntö on historiallisesti ollut tärkeä kutualue turskalle. Vuonna 2018 kutualueen arvioitiin passivoituneen, koska sen happi- ja suoloolosuhteet olivat liian huonot kudun onnistumiseen (Viklund 2018). Lajin odotetaan esiintyvän satunnaisesti puistoalueella, kuten myös ankeriaan ja lohen (Ruotsin meri- ja vesistövirasto 2022c).

ICESin vuosina 2010–2020 raportoimissa troolausselvityksissä silakka ja kilohaili olivat hankealueen ylivoimaisesti yleisimmät lajit ja seuraavaksi yleisimmät olivat härkäsimppu, kampela ja kivinilikka.



Kuva 16. Kartta kilohailin kudun todennäköisyydestä Ranin alueella. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: HELCOM])

Useat merilintulajit käyttävät keskisen Itämeren merialueita talvehtimis-, pesimä- ja ravinnonsaantialueina. Keskisen Itämeren läpi lentää suuri määrä merilintuja kevään ja syksyn muuttoaikoina. Muuttoliikkeen yhteydessä linnut voivat lentää suunnitellun tuulivoimapuiston läheisyydessä.

Kevätmuuton aikana suurin osa lajeista lentää koilliseen Gotlannin itäpuolelle. Syysmuuton aikana suurin osa lintulajeista lentää pääasiassa etelästä lounaaseen Gotlannin itä- ja kaakkoispuolella. Useille lajeille Gotlanti on este, minkä vuoksi linnut lentävät joko saaren pohjois- tai eteläpuolelta. Toisille lajeille Gotlanti taas ei ole este, joten ne voivat lentää suoraan saaren poikki. Gotlanti on myös tärkeä levähdyspaikka monille lajeille. Lintujen lentoreitit kevät- ja syysmuuton aikana Gotlannin itäpuolella vaihtelevat eri lajien välillä. Tätä yleistä lentoreittien kuvausta ei siis voida soveltaa kaikkiin lajeihin. Vuonna 2023 jo tehtyjen ja vielä tekeillä olevien tutkimusten odotetaan antavan tarkempaa tietoa muuttolintujen liikkeistä sekä kevään että syksyn muutoissa kaikkien puistoalueella tai sen läheisyydessä esiintyvien lajien lentosuunnan, lentokorkeuden ja lintujen lukumäärän osalta. Tämä koskee sekä päivällä että yöllä muuttavia lajeja.

Talvisin lajit, kuten pieni osa talvehtivista alleista, liikkuvat Itämeren eri alueiden välillä ja voivat siten liikkua Ranin alueen läpi esimerkiksi lentäessään Baltian puolen rannikolle Gotlannista tai sieltä takaisin.

Kesäisin Gotlannin rannikolla pesii paljon lintuja. Pesivät lokit ja tiirat hakevat ravintoa avovesistä (ns. pelagiset lajit, jotka eivät ole riippuvaisia tietyistä syvyydestä) kaukana avomerellä. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi selkälokki, lapintiira ja kalatiira. Pesivät sorsalinnut hakevat ravintoa sukeltamalla simpukoita ja muita pohjaeläimiä matalammassa vedessä. Monet sukeltajasorsat sukeltavat usein pohjaan 10–25 metrin syvyyteen. Vain harvoin ne sukeltavat 25–35 metrin syvyyteen, koska se ei ole energiataloudellisesti kannattavaa (Larsson, 2018). Tekeillä on lisäselvitys siitä, käytetäänkö Ranin puistoaluetta ravinnonhakualueena pesimäaikana ja mitä lajeja tämä koskee ja missä määrin sitä käytetään ravinnonhakualueena.

Useiden Gotlantia ympäröiviä vesiä hyödyntävien lintulajien populaatiokehitys on laskeva. Siksi ne ovat Ruotsin punaisella listalla, HELCOMin punaisella listalla ja IUCN:n eurooppalaisten lajien punaisella listalla. Näitä ovat haahka, alli, riskilä, kaakkuri, kuikka ja selkälokki. Lintudirektiivin liitteessä 1 mainitaan myös useita lajeja, kuten uivelo, kaakkuri ja kuikka.

Puistoalue sijaitsee lähellä Gotlannin itärannikkoa, joten linnut voivat käyttää aluetta ravinnon hakuun pesimä-, muutto- ja talvehtimisaikoina. Ranissa esiintyy kilohailia, joka on useiden lintulajien, kuten etelänkiisan ja ruokin, pääravintoa. Selkälokkien voidaan odottaa etsivän ravintoa hankealueella pesimäkaudella. Sama pätee myös lapintiirihin, riuttatiirihin ja katiirihin. Sorsalinnut sukeltavat simpukoita ja muuta pohjaeläimistöä ravinnoksi matalammassa vesissä kuin pelagisesti kalastavat lajit ja käyvät harvoin Ranin alueella esiintyvissä syvyyksissä.

Puistoalue sijaitsee yhden Itämeren tärkeimmän lintujen talvehtimisalueen eli Sliten saariston lähellä (Durinck 1994, Larsson 2018). Sliten saaristo on tärkeä alue esimerkiksi tukkasotkien ja lapasotkien talvehtimiseen.

Keväällä esimerkiksi kuikan ja kaakkurin muuttoreitit kulkevat puistoalueen läpi (Hjernquist 2022).

4.3.5 Lepakot

Lepakoiden on havaittu etsivän ravintoa mereltä jopa 20 kilometrin päässä maasta (Ahlén ym. 2009), mutta lepakot voivat olla merellä myös kausimuuttoliikkeen yhteydessä (Hatch et al. 2013). Lepakoiden muuttoreitit tunnetaan huonosti. Pikkulepakko-nimisen lajin Ranin läpi kulkeva muuttoreitti kuitenkin tunnetaan. Kyseessä on laaja-alainen muuttoreitti, jossa lepakot lentävät hajallaan. On mahdollista, että puistoalueen läpi tai sen läheisyydessä kulkee enemmänkin muuttoreittejä. Lepakoiden ravinnonhaku merellä ja muutto meren yli tapahtuu suhteellisen lämpimissä ja tuulettomissa olosuhteissa.

Ruotsissa esiintyvistä 19 lajista yhteensä 17 lajia on raportoitu Artportalenissa itäisessä Gotlannissa vuosina 2000–2022. Havainnot on tehty maalta käsin. Kaksi ilmoittamatonta lajia, bechsteinin lepakko (*Myotis bechstenii*) ja nymfilepakko (*Myotis alcathoe*), ovat molemmat harvinaisia lajeja.

Ran on niin lähellä Gotlannin rannikkoa, että lepakot voivat mahdollisesti käyttää puistoaluetta ravinnon hakuun. Lepakot voivat myös lentää puistoalueen läpi kevät- ja syysmuuton yhteydessä.

4.3.6 Merinisäkkäät

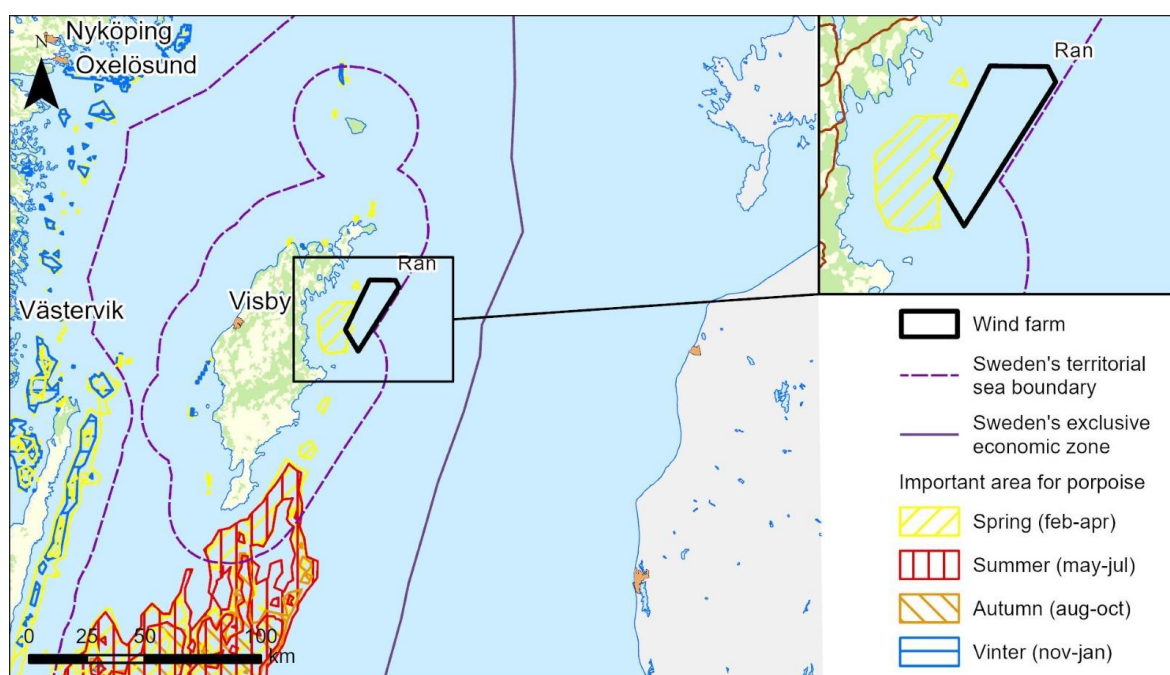
Pyöriäinen

Itämerellä on kaksi pyöriäispopulaatiota, jotka eroavat toisistaan geneettisesti: Tanskan salmien ja Itämeren populaatiot. Itämeren populaation pyöriäisiä tavataan pieninä yksilötiheyksinä puistoalueella ja sen läheisyydessä. Itämeren populaation on arvioitu koostuvan noin 500 yksilöstä (SAMBAH 2016) ja se on kirjattu äärimmäisen uhanalaiseksi (CR) Ruotsin punaisen listan mukaan (ArtDatabanken 2020). 1900-luvun sivusaalistamisen ja ympäristömyrkyjen uskotaan olevan syytä

populaation voimakkaaseen laskuun. Nykyään sivusaaliiksi joutuminen on edelleen uhka populaatiolle vedenalaisen melun ja ravinnon saatavuuden vähenemisen ohella. Pyöriäiset ovat nimettyjä lajeja Natura 2000 -alueella Hoburgs bank ja Midsjöbankarna (Gotlannin ja Kalmarin lääninhallitukset, 2021), joka sijaitsee noin 80 kilometriä puistoalueelta lounaaseen.

Vuosina 2011–2013 toteutetussa eurooppalaisessa yhteistyöhankkeessa (SAMBAH 2016) mallinnettiin pyöriäisen levneisyyttä Itämerellä käyttämällä kuuntelulaitetta (C-POD), joka tallentaa pyöriäisen lähettämät kaikuluotausnaksahdukset. Tutkimuksessa tunnistettiin keskeisiä alueita, joilla pyöriäisten tiheys on suurempi eri vuodenaikoina, katso Kuva 17. Tulokset osoittavat, että pyöriäisiä kerääntyy Itämeren pääaltaassa Hoburgs Bankin ja Midsjöbankarnan ympärille touko–lokakuussa, kun taas marras–huhtikuussa ne ovat enemmän hajallaan (Carlén ym. 2018). Lähin SAMBAH-hankkeessa suojelun arvoiseksi määritelty alue on Hoburgs bank ja Midsjöbankarna.

Puistoalueen lounaiskulma on päällekkäinen SAMBAH-hankkeessa pyöriäiselle keväällä tärkeäksi nimetyin alueen kanssa.



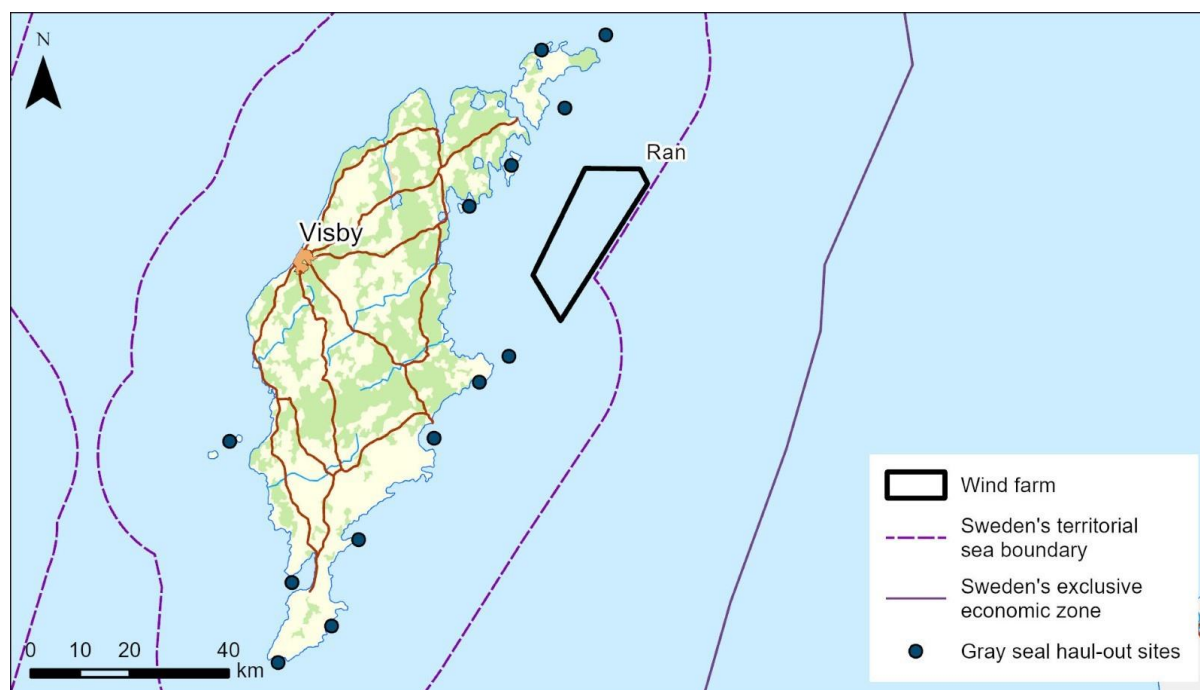
Kuva 17. Pyöriäisille tärkeitä alueita tuulivoimapaiston läheisyydessä eri vuodenaikoina. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Carlström ja Carlén, 2016].

Hylje

Itämerellä elää kolme hyljelajia: harmaahylje, kirjohylje ja norppa. Näistä kolmesta lajista puiston alueella esiintyy pääasiassa harmaahylkeitä, mutta satunnaisesti alueella voi esiintyä myös kahden muun lajin yksittäisiä yksilöitä. Kaikki kolme lajia on suojeltu luontotyyppidirektiivin liitteiden 2 ja 5 perusteella. Harmaahylje on Itämeren runsaslukuisin hyljelaji. Kanta on arvioitu elinvoimaiseksi (LC) Ruotsin punaisen listan mukaan (ArtDatabanken, 2020) ja kanta on saavuttanut hyvän tilan HELCOMin mukaan (HELCOM, 2018b). Dokumentoituja levähdyspaikkoja, joissa harmaahylkeet vaihtavat turkkinsa (ns. ”haul-out sites”), on sekä Öölannissa että Gotlannissa. Rania lähimpänä olevat alueet sijaitsevat Gotlannin itärannikolla (HELCOM, 2018a). Harmaahylje on nimetty laji Natura 2000 -alueen Gotska Sandön-Salvorev suojelusuunnitelmassa (katso kappale 6.3.1.). Kirjohylkeet on jaettu kahteen Itämeren alapopulaatioon: Lounais-Itämeren ja Kalmarin salmen populaatioihin. Kalmarin salmen populaation yksilöitä voi mahdollisesti esiintyä puistoalueella. Tämä alapopulaatio on listattu vaarantuneeksi (VU) Ruotsin punaisen listan mukaan (ArtDatabanken, 2020). Lähimmät tunnetut kirjohylkeiden levähdyspaikat ovat Öölannin

rannikolla (HELCOM, 2018a). Itämeren norppapopulaatio koostuu kolmesta alapopulaatiosta: Pohjanlahti, Suomenlahti, Riiianlahti ja Viron rannikkovedet. Jälkimmäisen alapopulaation yksittäisiä yksilöitä voi mahdollisesti esiintyä puistoalueella ja sen ympäristössä jäätömänä aikana (HELCOM 2018a). Alapopulaation yksilömäärä väheni vuosien 1996 ja 2003 välillä, eikä tiedetä, miten kehitys on sen jälkeen edennyt. Ilmastonmuutoksen aiheuttama jääpeitekauden lyheneminen on suuri uhka norppapopulaatiolle. Norppa on luokiteltu elinvoimaiseksi (LC) Ruotsin punaisella listalla, mutta vaarantuneeksi (VU) HELCOMin punaisella listalla.

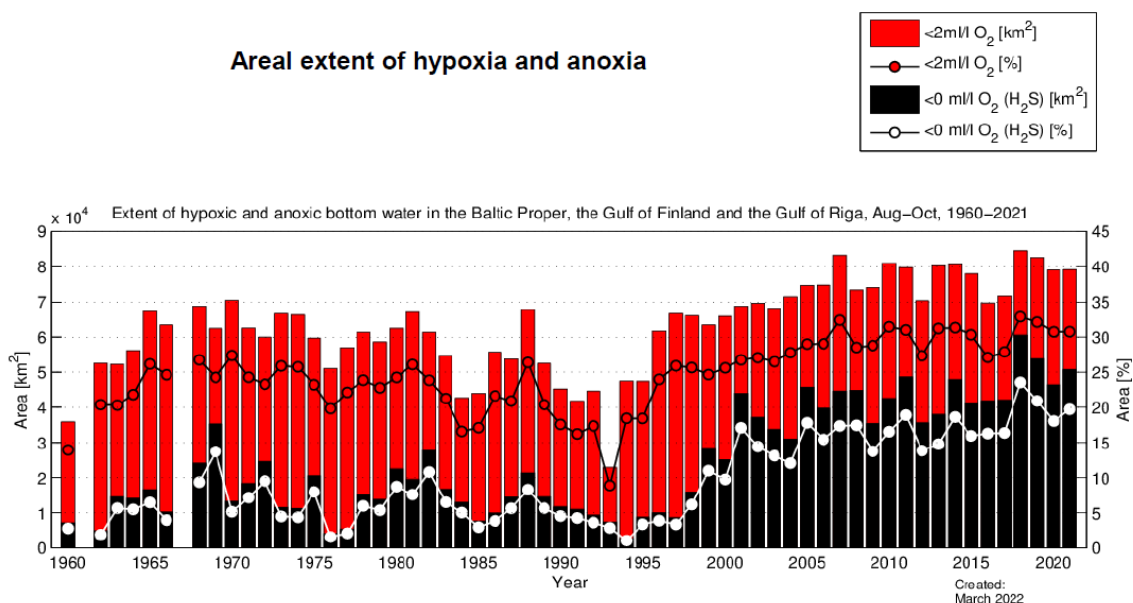
Ran sijaitsee noin 12 kilometrin päässä lähimmästä harmaahylkeiden levähdyspaikasta ja noin 22 kilometrin päässä Gotska Sandön-Salvoren Natura 2000 -alueelta, jossa harmaahylkeet ovat nimetty laji, katso Kuva 18.



Kuva 18. Kartta harmaahylkeiden levähdyspaikoista. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: HELCOM]).

4.3.7 Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden vihreä infrastruktuuri

Itämeren biologinen monimuotoisuus, samoin kuin joidenkin kala-, lintu- ja merinisäksälajien, on yleisesti heikentynyt viime vuosikymmeninä. Samalla elinympäristöjen tila on heikentynyt. Itämeren nykyiseen huonoon tilaan vaikuttavat pohjaveden heikko happitilanne, joka johtuu muun muassa suolaisen ja happipitoisen Pohjanmeren veden epäsäännöllisestä virtauksesta, ilmastonmuutoksista ja rehevöitymisestä. Katso vähähappisten ja hapettomien olosuhteiden kehitys Itämeren päältäan



Kuva 19.8 Kehitys ajan mittaan vuosina 1960–2020: vähähappisten pohjaolosuhteiden kehittyminen pinta-alana (punainen, ≤ 2 ml/l) ja hapettomien olosuhteiden kehittyminen pinta-alana (musta, 0 ml/l) Itämeren pääaltaassa (Hansson & Viktorsson, 2021).

Luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi sekä ekosysteemipalvelujen ja niiden ilmastonmuutoksen sietokyvyn edistämiseen tarvitaan toimiva vihreä infrastruktuuri. Vihreä infrastruktuuri määritellään ekologisesti toimiviksi elinympäristöjen, rakenteiden ja luontoalueiden verkostoiksi sekä tekijöiksi, jotka edistävät luonnon monimuotoisuuden säilymistä ja yhteiskunnalle tärkeiden ekosysteemipalvelujen tuottamista.

Ekosysteemipalvelut ovat tuotteita ja palveluja, joita luonto tarjoaa ihmiselle ja jotka edistävät hyvinvointiamme ja elämänlaatuamme. Esimerkkejä ovat luonnollinen vesien sääntely, ilmaston sääntely ja luonnonvarat. Kyse voi olla myös esteettisistä arvoista sekä tutkimus- ja virkistysresursseista.

4.4 Maisemakuva

Maisemakuva voidaan määritellä ihmisen visuaaliseksi vaikutelmaksi maisemasta. Visuaaliseen vaikutelmaan puolestaan vaikuttavat myös emotionaaliset näkökohdat ja aiemmat miellelyhtymät, mikä tarkoittaa, että arvio voi olla erittäin subjektiivinen. Merimaisemakuvalla ovat ominaisia tasaiset, vaakasuorat pinnat, joissa esiintyy vain vähän värejä ja vaihtelua. Maisemakuvan vähäiset muodot ovat yleensä vain pieniä metsäisiä saaria, luotoja ja aaltoja. Alue, jolle tuulivoimapuistoa suunnitellaan, on enimmäkseen avomerta. Maisemakuvan kokemuksen visuaalisen muutoksen suuruus riippuu maiseman luonteesta, mittakaavasta ja käytöstä. Vaikutuksen suuruus riippuu muun muassa tuulivoimaloiden koosta, etäisyydestä tuulivoimaloihin, maiseman herkkyydestä uuden elementin suhteen, valaistuksesta ja myös sääolosuhteista.

4.5 Luonnonvarat

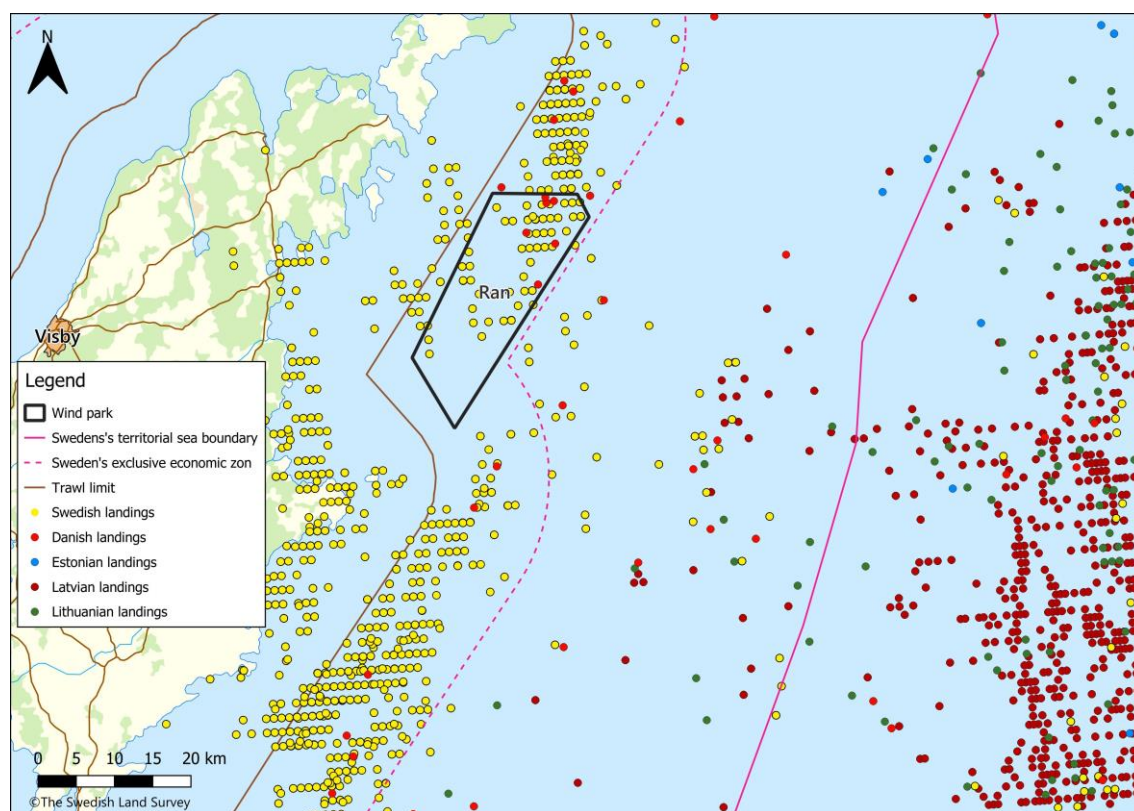
4.5.1 Kaupallinen kalastus

Itämeren kaupallinen kalastus keskittyy pääasiassa muutamaan lajiin. Turskan, sillin ja kilohailin osuus kokonaissaaliista on lähes 95 prosenttia (ICES, 2023). Pelaginen kalastus (erityisesti pelaginen troolaus), jota harjoitetaan koko Itämerellä, keskittyy

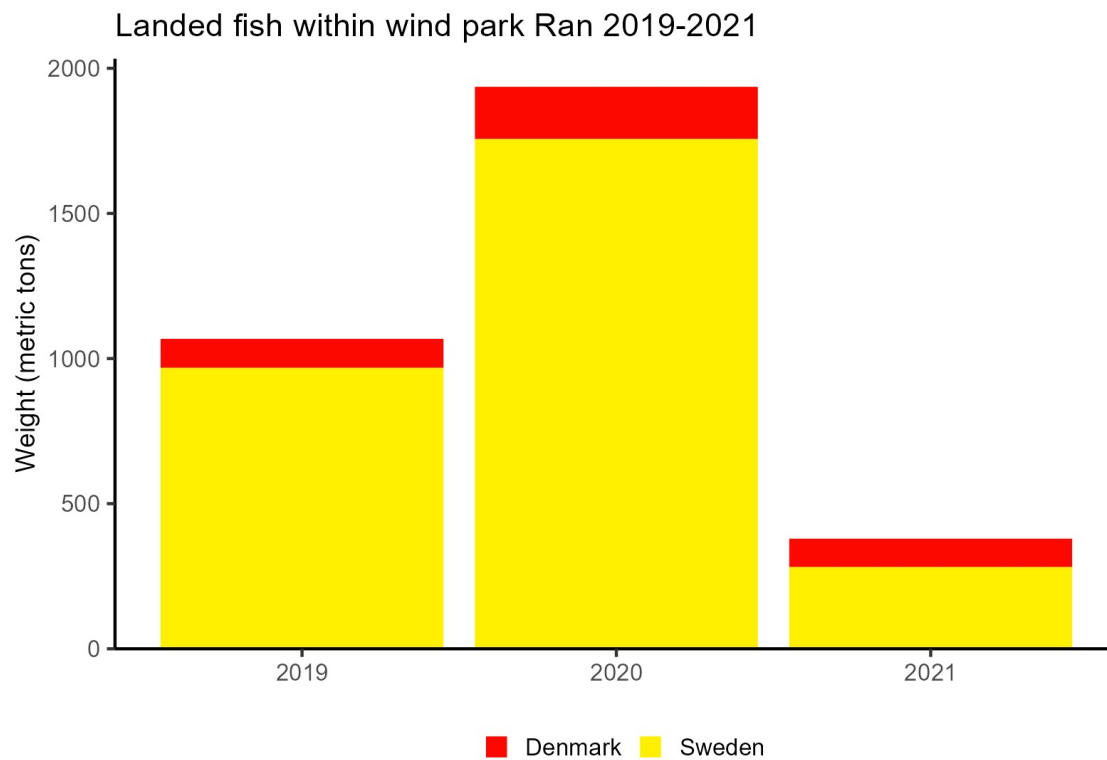
pääasiassa silliin ja kilohailiin (Ruotsin maataloushallitus ja Ruotsin meri- ja vesihuoltovirasto, 2016). Juuri tämä kalastus tuottaa alueen suurimmat saaliit painon mukaan (ICES, 2021; Ruotsin meri- ja vesistövirasto, 2022b). Tärkein pohjakalastusmuoto on pohjatroulaus, jonka saalislajeja ovat turska ja kampelakalat, erityisesti kampela ja punakampela, jotka ovat keskittyneet eteläiselle ja läntiselle Itämerelle. Muita paikallisesti ja kausiluonteisesti taloudellisesti merkittäviä lajeja ovat lohi, hietakampela, silokampela, piikkikampela, kuha, hauki, ahven, siika, ankerias ja meritaimen. Rannikkokalastus (paaluverkot/poijuverkot, rysät ja muut kiinteät pyydykset) jakautuu satunnaisesti saalislajin mukaan.

Ran sijaitsee ICESin merialueella 27.3.d.28.2. Tämä on kansainvälinen alue, jossa kaupallisen kalastuksen saalismäärät rekisteröidään. Tällä merialueella Ruotsin osuus saalismäärästä oli 41 prosenttia ja Latvian 33 prosenttia vuosina 2006–2019, joten näiden maiden osuudet olivat suurimmat. Saalismäärästä 99 prosenttia koostui kilohailista ja silakasta. Myös tanskalaiset ja saksalaiset alukset kalastavat alueella, katso kuva Kuva 20.20.

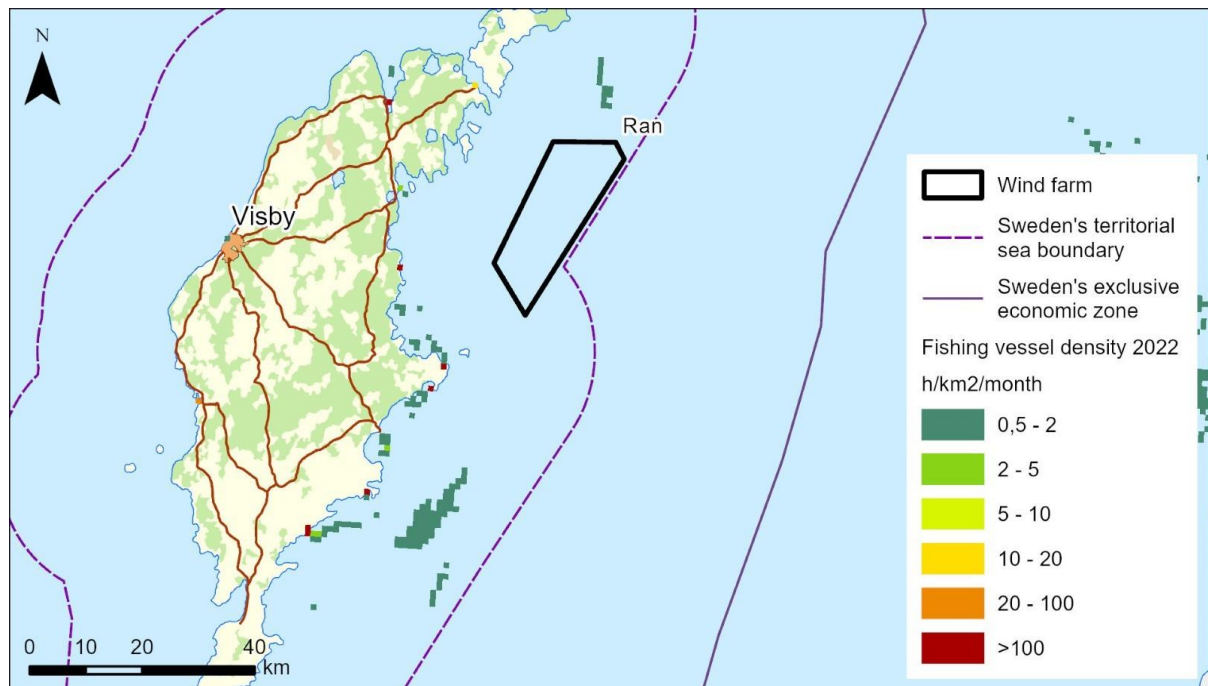
Ruotsin meri- ja vesistöviraston tiedot ruotsalaisten alusten troolauksesta vuosilta 2013–2022 osoittavat, että suuressa osassa Ranin puistoalueesta on harjoitettu voimakasta troolausta kauden aikana, katso Kuva 21–22.



Kuva 20. Rekisteröidyt pyyntipisteet vuosina 2018–2021. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 [pohja: Ruotsin meri- ja vesistövirasto sekä vastaavat viranomaiset Latviassa, Liettuassa, Virossa ja Tanskassa]



Kuva 21 Kaavio Ranin tuulivoimapuistossa puretusta saalista. (Lähde: pohja, Ruotsin meri- ja vesistövirasto sekä vastaavat viranomaiset Latviassa, Liettuassa, Virossa ja Tanskassa)



Kuva 22 Kalastusalusten esiintymistiheys (tuntimäärä 1 x 1 kilometrin ruutua kohti kuukaudessa). Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 (Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja])

4.5.2 Materiaalin hyödyntämisotto

Materiaalin otto merenpohjasta hyödyntämistarkoituksessa merkitsee, että hiekan ja soran kaltaiset materiaalit nostetaan merenpohjasta käytettäväksi pääasiassa rakennusmateriaalien valmistukseen. Merialuesuunnitelmissa alueella ei ole nimetty hiekanoton kannalta kiinnostavaa aluetta (Ruotsin meri- ja vesistövirasto, 2022a).

4.6 Ilmasto

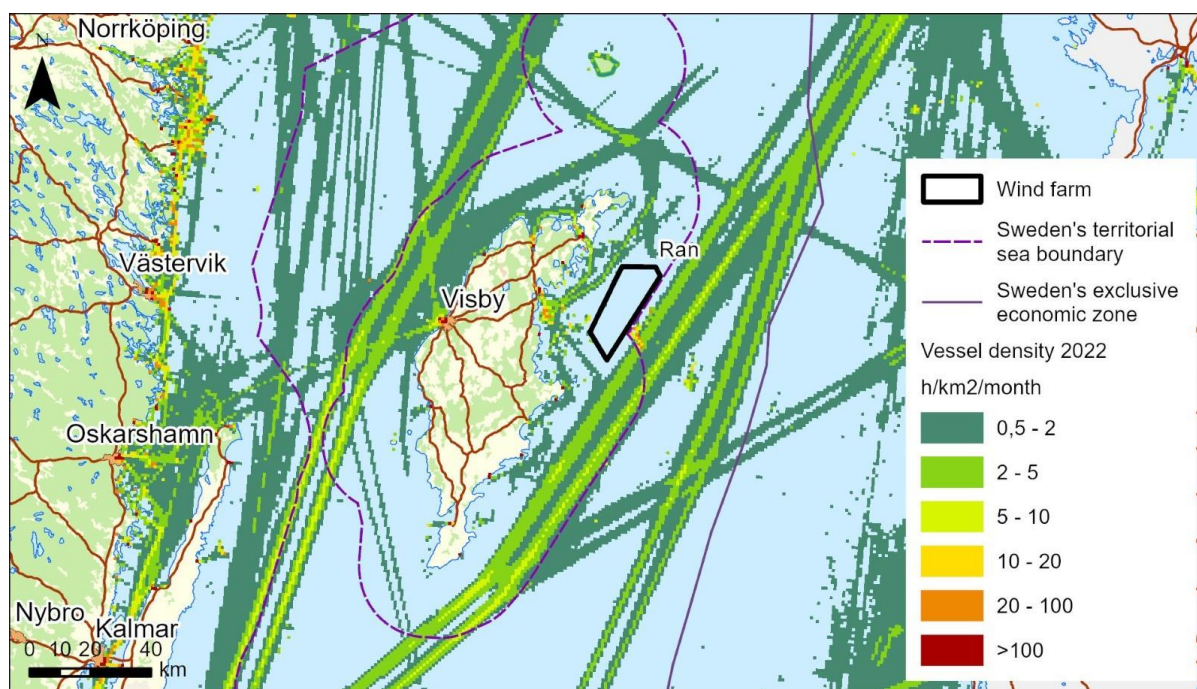
Itämeren ympäristöön kohdistuu tällä hetkellä useita stressitekijöitä, kuten rehevöityminen, ympäristömyrkyt ja liikkakalastus. Ilmastonmuutos voi pahentaa jo olemassa olevia ongelmia. Mallinnuksen mukaan meren lämpötilan ennustetaan nousevan tällä vuosisadalla (HELCOM, 2021), mikä aiheuttaisi vuotuisten leväkukintojen alkamisen aikaisemmin keväällä. Tämä johtaa orgaanisen aineskuormituksen lisääntymiseen merenpohjassa, mikä uhkaa laajentaa vähähappisia ja hapettomia pohja-alueita (Hjerne ym., 2019). Tämä voi johtaa pohjakalojen kudun huononemiseen, ja jos pohjasta tulee täysin hapeton, vain tietyntyyppiset bakteerit voivat elää siellä (Tallqvist ym. 2019; Hermans ym., 2019). Useiden Itämeren lajien elinolosuhteet voivat muuttua, kun valon läpäisy, ravinnekierto vesikerroksissa ja happipitoisuus voivat vähentyä ja siten hyvin todennäköisesti vaikuttaa biogeokemiallisiin prosesseihin, jotka puolestaan vaikuttavat koko ekosysteemiin (Andersson ym., 2015).

Tuulivoima on keskeinen osa kansallisia toimia, joilla rajoitetaan tulevaa ilmastonmuutosta ja toteutetaan Ruotsin ilmastotavoitetta, jonka mukaan maassa ei ole lainkaan kasvihuonekaasujen nettopäästöjä vuoteen 2045 mennessä. Tuulivoimapuisto auttaa siten osaltaan rajoittamaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia niin maailmanlaajuisesti kuin paikallisestikin.

4.7 Infrastrukturi ja suunnitteluedellytykset

4.7.1 Merenkulku

Ranin itärajaan rajoittuu suuri merenkulun laivaväylä. Monien eri alustyyppien (rahti-, kontti-, kalastus-, matkustaja-, huolto- ja säiliöalusten jne.) kulkua voidaan seurata AIS-järjestelmällä (Automatic Identification System), ja AIS-tiedot vuodelta 2022 osoittavat, että tämäntyyppiset alukset kulkevat tuulivoimapuiston alueella matkallaan Itämerelle ja sieltä muualle (Kuva 23). Merkittävä osa tuulivoimapuiston ulkopuolisesta alusliikenteestä on raskasta merirahtiliikennettä.



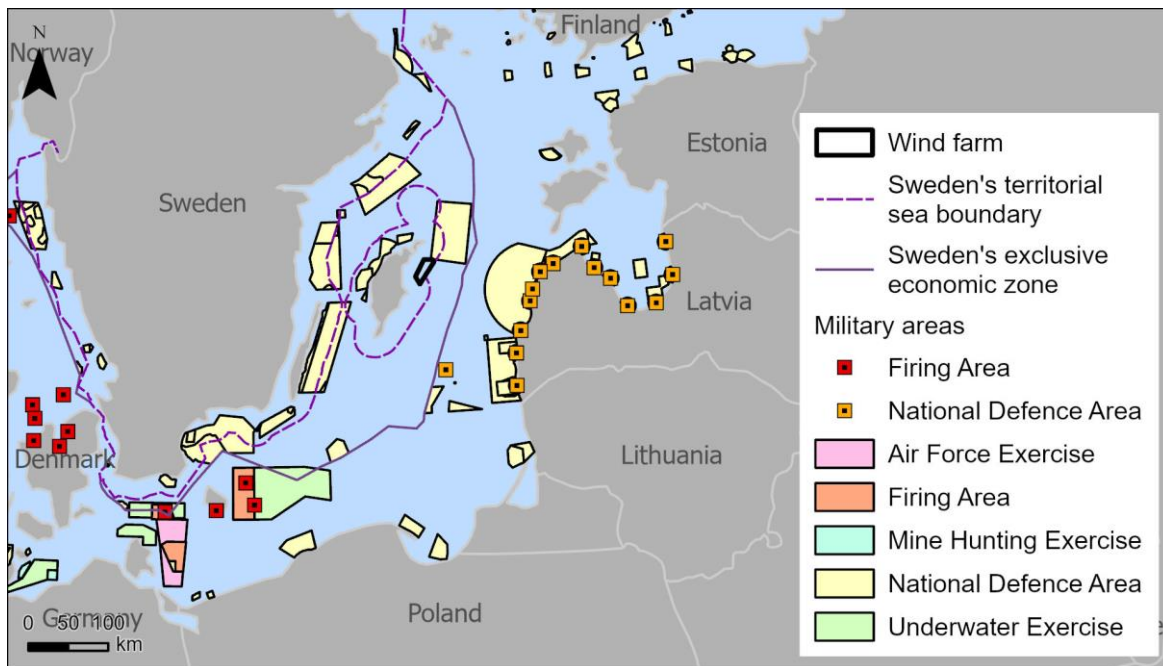
Kuva 23. Kartta kaikesta meriliikenteestä vuonna 2022 tunteina 1 x 1 km:n ruutua kohden kuukaudessa sekä tuulivoimapaiston läheisyydessä olevat väylät. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja])

4.7.2 Ilmailu

Tuulivoimapaistoa lähimpänä oleva lentokenttä on Visbyn lentokenttä, joka sijaitsee noin 50 kilometriä Ranin puistoalueesta länteen. Lentokenttä palvelee sekä puolustusvoimia että siviili-ilmailua. Lentokentän MSA-alue (Minimum Safe Altitude) muodostuu ympärystä, jonka säde on 55 kilometriä lentoaseman laskeutumispulanteista. Alue on jaettu neljään sektoriin, joilla pienin sallittu lentokorkeus on 300 metriä kunkin sektorin korkeimman fyysisen esteen yläpuolella. Tämä merkitsee, että lentokoneiden turvamarginaali on 300 metriä kunkin sektorin korkeimpaan kohteeseen (Ruotsin liikennevirasto, 2014). Ranin puistoalueen lounaiskulma on päällekkäinen MSA-alueen kanssa.

4.7.3 Sotilaskäytön alueet

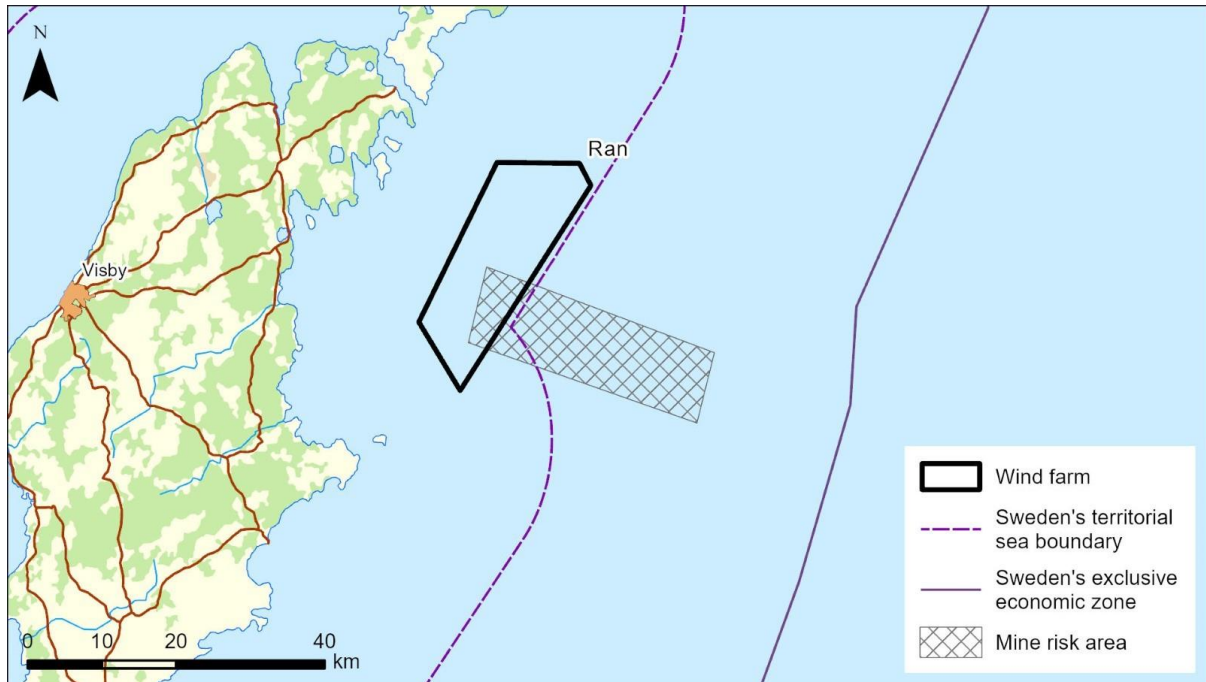
Ran sijaitsee Ruotsin merivoimien kansallisen edun alaisen harjoitusalueen läheisyydessä. Harjoitusalue on heti tuulivoimapaiston alueen pohjoispuolella. Gotlannissa, Hemsén lähellä, oleva Ase (TM0091) -säätutka on Ruotsin kansallisen puolustuksen kannalta tärkeä osa. Ase-säätutkaa ympäröivät säteeltään 5 kilometrin tuulivoiman liikkumiskieltoalue sekä säteeltään 50 kilometrin säätutkan vaikutusalue, joka rajoittuu Ranin puistoalueeseen. Visbyn lentokenttä on myös yksi Ruotsin puolustusvoimien valtiollisen intressin kohteista, koska se on sotilaslentokenttä, jota voidaan käyttää kohonneessa valmiustilassa tai sotatilanteessa. Muutoin tuulivoimapaisto ei rajoitu merivoimien harjoitusalueisiin (Kuva 24).



Kuva 24. Kansainväliset sotilasalueet. Peruskartta: © [Natural Earth] 2021, [pohja: EMODnet]

4.7.4 Ympäristölle vaaralliset kohteet ja jätteenpurkupaikat (vähimmäisriskialueet)

Toisen maailmansodan jälkeen Itämereen upotettiin suuria määriä kemiallisia ja tavanomaisia taisteluvälineitä siinä määrin, että Itämeri on nykyään todennäköisesti maailman suurin miinojen, ammusten ja kemiallisten taisteluvälineiden keskittymä (Havet.nu, 2023). Monet näistä kohteista ovat edelleen vaarallisia kosketuksessa. Siksi on määritetty useita riskialueita, joilla on erityisen paljon upotettuja ammuksia (Ruotsin puolustusvoimat). Mereen upotettuja vaarallisia kohteita voi olla myös merkittyjen alueiden ulkopuolella, jonne ne on saatettu upottaa tai siirtää epäasianmukaisesti, esimerkiksi troolauksalastusaluksilla hinaamalla (Havet.nu, 2023). Ranin sisäpuolella on tunnettu alue, jolla upotettujen miinojen riski on kohonnut (Sjöfartsverket, Ruotsin merenkululaitos, 2023) (Kuva 25).



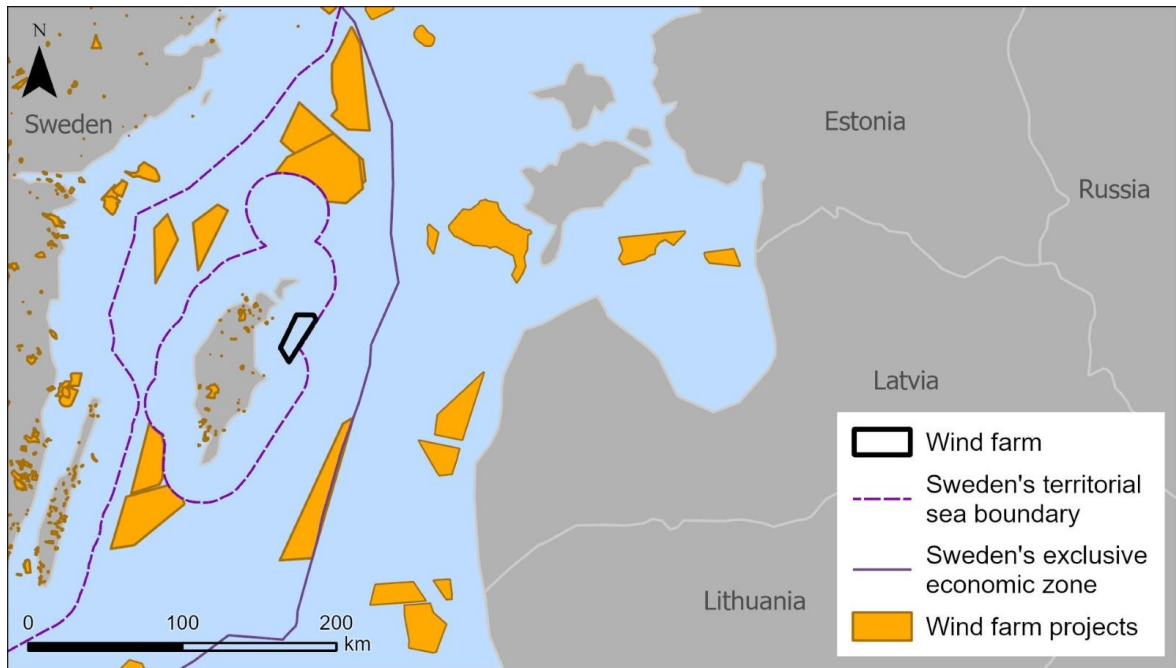
Kuva 25. Vähimmäisriskialueet. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Ruotsin merenkulkulaitos, Ruotsin meri- ja vesistövirasto])

4.7.5 Muu toiminta

Tuulivoimapuiston läheisyydessä ei ole toiminnassa olevia merituulivoimapuistoja, vaan lähimmät toiminnassa olevat tuulivoimapuistot ovat maalla Gotlannin koillisrannikolla. Nämä ovat Smöjenin tuulivoimapuisto 1 ja Rute Furillen Slitevind XI & XII. Smöjenin tuulivoimapuisto 1 koostuu 11 tuulivoimalasta, joiden kokonaisteho on 11,6 MW (Slitevind, 2022). Puisto on ollut toiminnassa vuodesta 1995. Rute Furillen Slitevind XI & XII muodostuu kahdesta tuulivoimalasta (Vindbrukskollen, 2022). Lähin merituulivoimapuisto on Bockstigen 1, Ruotsin ensimmäinen merituulivoimapuisto, joka sijaitsee Gotlannin länsipuolella.

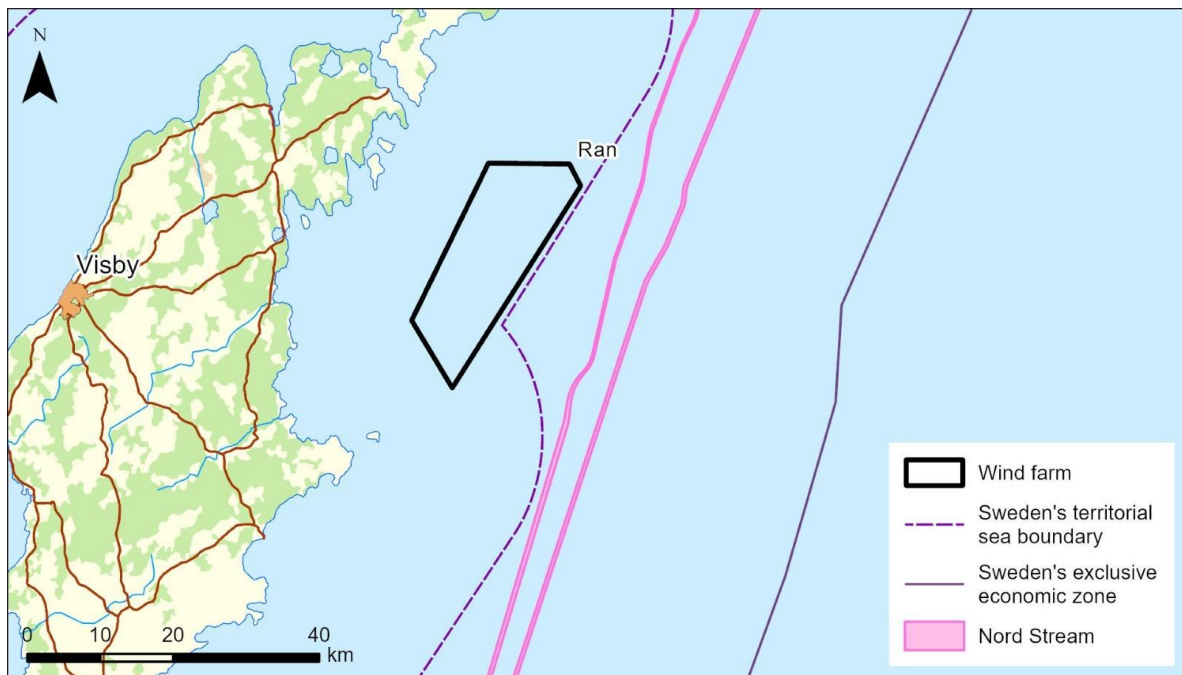
OX2 suunnittelee Pleione-nimistä tuulivoimapuistoa noin 20 kilometriä Ranista itään. Hanke on tällä hetkellä lausuntokierroksella. Deep Wind Offshore -niminen yhtiö suunnittelee tuulivoimapuistoa 32 kilometriä Gotska Sandöstä pohjoiseen eli Ranin pohjoisrajalta luoteeseen. Tuulivoimapuiston ehdotettu pinta-ala on 1 098 km². Hankkeen lausuntokierros on päättynyt, ja lupahakemusta varten laaditaan YVA (Deep Wind Offshore, 2022). Njordr Offshore Wind suunnittelee tuulivoimapuistoa myös noin 31 kilometriä Gotska Sandöstä koilliseen. Puiston pinta-ala on 678 km², ja hanke on lupahakemuksen valmisteluvaiheessa. Tavoitteena on jättää lupahakemus vuonna 2024 (Njordr Offshore Wind, 2022). Irlantilainen Simply Blue Group suunnittelee puistoalueen läheisyyteen kahta tuulivoimapuistoa: Hercules, suunniteltu sijainti kaakkoon Ranista, ja Skidbladner Ranin pohjoispuolella. Molemmat hankkeet ovat varhaisessa suunnitteluvaiheessa (Simply Blue Group, 2023). OX2 suunnittelee Aurora-nimistä tuulivoimapuistoa hieman yli 110 kilometriä Ranista lounaaseen. Natura 2000 -hakemus jätettiin maaliskuussa 2022 ja SEZ-lupahakemus kesäkuussa 2022. Latvian aluevesille suunnitellaan ainakin kahta tuulivoimapuistoa joiden etäisyys lähimpään tuulivoimapuistoon on noin 100 kilometriä Ranista. Hankkeiden tilanne ja aikataulu ovat epäselvät (The Windpower, 2023).

Alla oleva Kuva 26 esittää lähimmät suunnitellut puistoalueet.



Kuva 26. Ranin puistoalue ja lähelle suunnitellut toiminnot. Peruskartta: © [Natural Earth] 2021, [pohja: EMODnet].

Puistoalueen läheisyydessä kulkevat maakaasuputket Nord Stream 1 ja 2, katso Kuva 27. Nord Stream -kaasuputket kulkevat Venäjän Viipurista Saksan Lubminiin. Putkisto valmistui kokonaisuudessaan vuonna 2012 (Nord Stream).



Kuva 27. Nord Stream 1 ja 2 -maakaasuputkien ja tuulivoimapuiston alueet. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos)

5. Riskit ja turvallisuus

Tuulivoimapuiston rakentaminen avomerelle asettaa korkeat turvallisuusvaatimukset. Turvallisuuden tulee olla etusijalla hankkeiden kaikissa vaiheissa. Suuren mittakaavan tuulivoimapuistoon liittyvät riskit voidaan jakaa karkeasti ihmisten terveydelle aiheutuviin riskeihin, ympäristöriskeihin sekä yksityiselle tai julkiselle omaisuudelle aiheutuviin riskeihin.

Ihmisten terveydelle aiheutuvia riskejä on tarkasteltava esimerkiksi korkeissa paikoissa työskentelyssä, raskaita nostoja sisältävässä työssä tai työssä, jossa käsitellään sähkölaitteita. Ympäristöriskejä voivat olla öljyn tai muiden kemiallisten tuotteiden päästöt, rakennustyön aikana sekoittuvien pohjasedimenttien leviäminen ja häiritsevä melu esimerkiksi rakentamisen ja perustusten toteuttamisen yhteydessä. Julkiselle tai yksityiselle omaisuudelle voi aiheutua vahinkoriskejä esimerkiksi alusten liikkua puistoalueella tai käsiteltäessä raskaita osia. Mereen upotetut ammuksiset tai muut taisteluvälineet aiheuttavat erityisen riskin, joten näiden kohteiden mahdollinen esiintyminen puistoalueella on kartoitettava geofysikaalisilla tutkimuksilla.

Yleistä riskienhallintaa voidaan kuvata niin sanotulla toimenpidehierarkialla. Ensisijaisesti riski pyritään poistamaan välttämällä kokonaan riskialtista työvaihetta tai korvaamalla se vähäriskisemmällä vaiheella. Seuraava askel on vähentää riskitapahtuman todennäköisyyttä ja seurauksia teknisillä tai hallinnollisilla toimenpiteillä ja varautua toimenpiteisiin, jos riski realisoituu.

Riskianalyysijä laaditaan jatkuvasti projektin kaikissa vaiheissa. Tunnistettu riski on aina arvioitava ja tarvittaessa sitä on hallittava riskiä pienentävillä toimenpiteillä. Hankinnoissa varmistetaan, että toimittajat noudattavat projektin korkeita turvallisuusvaatimuksia ja riskien minimoinnin periaatetta. Riskit kuvataan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa ja Espoo-raportissa.

6. Alustava ympäristövaikutus

Merituulivoimapuiston vaikutukset voivat toteutua kolmessa eri vaiheessa: rakennusvaiheessa, käyttövaiheessa ja käytöstäpoistovaiheessa.

Tämä kappale käsittelee erilaisia mahdollisia ympäristövaikutuksia, joita tuulipuisto voi aiheuttaa ja jotka on siten otettava huomioon tulevassa prosessissa. Ranin puiston alustavat rajojen yli ulottuvat vaikutukset esitetään kappaleessa 7. Vain ne vaiheet, joilla katsotaan olevan vaikutusta, tuodaan esiin kunkin ympäristönäkökohdan kuvauksessa alla. Puiston ympäristövaikutuksia ja niiden seurauksia kuvataan ja arvioidaan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa. Ympäristövaikutusten ja niiden seurausten arviointi perustuu kunkin vastaanottajaryhmän kannalta pahimpaan mahdolliseen skenaarioon (worst case). Esimerkiksi vedenalaisten äänien vaikutusten arvioinnissa merinisäkkäisiin käytetään perustustyyppiä, joka tuottaa suurimmat rakentamiseen liittyvät melutasot. Vastaavasti pohjaelämän ja pohjaeläimistön ympäristövaikutukset arvioidaan sedimentin leviämisen osalta perustuen siihen perustustyyppiin, joka aiheuttaa korkeimmat pitoisuudet suspendoidusta materiaalista.

6.1 Geologia ja pohjan olosuhteet

Tuulivoimapuiston perustamisen tärkeimmät ympäristövaikutukset geologiaan ja merenpohjan olosuhteisiin ovat olemassa olevan substraatin häviäminen sekä kovan alustan ja koviin rakenteiden lisääminen perustusten rakentamisvaiheessa sekä kaapelit ja putket, mukaan lukien niiden eroosiosuojaus. Tämän vaikutuksen suuruus riippuu ensisijaisesti perustustavan valinnasta. Yksipaaluiset perustukset ja vaippaperustukset vievät eri määrän tilaa pohjassa ja vaativat ankkuroinnin pohjaan 50–95 metrin syvyyteen. Tämä edellyttää myös eroosiosuojausta, mikä johtaa geologiavaikutukseen pystysuunnassa. Pohjan pinnan muutoksen vaikutusaika riippuu osittain puiston elinkaaresta ja osittain siitä, puretaanko perustukset vai jätetäänkö ne paikoilleen käytöstäpoiston yhteydessä.

Kaiken kaikkiaan kokonaisvaikutuksen geologiaan ja pohjan olosuhteisiin rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoiston vaiheessa odotetaan olevan vähäinen, koska perustusten kokonaispinta-ala pohjassa on pieni.

6.2 Hydrografia

Hydrografian muutokset voidaan jakaa virtauksiin, aaltoihin sekä pinta- ja pohjaveden vertikaaliseen sekoittumiseen. Vertikaalisen sekoittumisen aiheuttamat hydrologiset muutokset riippuvat pääasiassa virtauksen nopeudesta, harppauskerroksen voimakkuudesta ja siitä, onko tuulivoimalan perustus syvemmällä kuin harppauskerros (Hammar et al., 2008a).

Ruotsissa on toteutettu useita hydrografisia selvityksiä merirakenteiden rakentamisen yhteydessä, esimerkiksi Lillgrundin tuulipuiston ja Juutinrauman sillan osalta (Øresundskonsortiet; 2000, Møller ja Edelvang, 2001; Karlsson et al., 2006). Näissä selvityksissä (ja/tai mallinuksissa) on mitattu vain marginaalisia muutoksia aiempiin tausta-arvoihin verrattuna. Lillgrundin tuulivoimapuiston vaikutusten simulointi osoitti, että aaltoenergia ja virtausnopeus laskivat noin 5 % tuulipuistossa, minkä ei katsota vaikuttavan tuulipuiston ulkopuolisiin olosuhteisiin (Edelvang et al., 2001). Tuulivoimaloiden ei odoteta vaikuttavan hydrografiin muutoksiin muualla kuin pienemmällä vesialueella kuten kapeilla vesiväylillä. Tuulivoimaloiden ympärillä havaitut aalto- ja virtausmallien muutokset ovat olleet marginaalisia (Hammar et al., 2008a). Koska lauttojen perustukset ovat luonteeltaan samanlaisia kuin tuulivoimaloissa, vaikutuksen katsotaan olevan sama kuin tuulivoimaloiden perustusten. Mahdolliset vaikutukset selvitetään ja kuvataan tarkemmin ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Koska Ranin tuulivoimapuisto ei sijaitse kapeassa vesiväylässä vaan avomerellä ja sen pohjasyvyys on merkittävä, odotetaan sen vaikutuksen hydrografiaan rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheessa olevan vähäinen.

6.3 Luontoympäristö

6.3.1 Natura 2000 -alueet

Toiminnan odotettuja vaikutuksia läheisiin Natura 2000 -alueisiin (Ryssnäs, Skenholmen ja Åsunden Gotlannin pääsaarella sekä Hoburgs bank ja Midsjöbankarna, avomerellä oleva Gotska Sandön-Salvorev) tutkitaan tarkemmin tulevaa ympäristövaikutusten arviointia varten.

Natura 2000 -alueilla on useita nimettyjä lajeja ja luontotyyppejä. Alustavan arvion mukaan Ranin rakentamisen, toiminnan ja käytöstä poistamisen ei odoteta aiheuttavan vaikutuksia läheisillä Natura 2000 -alueilla sijaitseviin ravintoa hakeviin lintuihin. Suunnitellun tuulivoimapuiston ei alustavasti odoteta aiheuttavan vaikutuksia merinisäkkäille eikä Natura 2000 -merialueisiin kuuluville luontotyypeille, nimetyille lajeille tai elinympäristöille. Tärkeimmät syyt tähän esitetään jäljempänä tiivistetysti.

Merinisäkkäät

Suurinta vaikutusta merinisäkkäisiin odotetaan rakennusvaiheessa. Pyöriäinen on nimetty laji Natura 2000 -alueella Hoburgs bank ja Midsjöbankarna. Puistoalue sijaitsee niin kaukana Natura 2000 -alueesta, että toiminnasta aiheutuvalla melulla ei odoteta olevan vaikutusta alueeseen. Vaikka yksittäisiä pyöriäisiä voi satunnaisesti esiintyä puistoalueella tai sen läheisyydessä, pyöriäisten tilapäisellä siirtymisellä pois näiltä alueilta ei katsota olevan merkittävää vaikutusta pyöriäisiin tai Natura 2000 -alueen suojeluarvoihin. Harmaahylje on Gotska Sandön-Salvoreissa nimetty laji. Myös tämä Natura 2000 -alue on niin kaukana puistosta, ettei toiminnan aiheuttamalla melulla odoteta vaikuttavan harmaahylkeisiin sen alueella. Puistoaluetta ei myöskään pidetä erityisen tärkeänä harmaahylkeiden ravinnonhauille, eikä tilapäisellä siirtymisvaikutuksella puistoalueelta odoteta olevan merkittävää vaikutusta harmaahylkeisiin tai Natura 2000 -alueen suojeluarvoihin.

Linnut

Rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa lintuihin vaikuttaa pääasiassa lisääntynyt laivaliikenne, mikä voi aiheuttaa esteitä tai siirtymisvaikutuksia. Tuulivoimapuiston suurin vaikutus tapahtuu yleensä puiston käyttövaiheessa, katso lisää kappaleesta 6.3.4.

Ran on riittävän lähellä maata toimiakseen ravintoa hakevien pesivien lintujen elinpaikkana. Riuttatiira, lapintiira ja kalatiira voivat etsiä ravintoa Ranin puistoalueella, koska alueella on todennäköisesti ajoittain runsaasti kalaa. Mainitut kolme tiiralajia on nimetty Natura 2000 -alueille Asunden (kalatiira, riuttatiira, lapintiira), Skenholmen (riuttatiira, kalatiira, lapintiira) ja Ryssnäs (kalatiira, lapintiira), jotka sijaitsevat 10–17 kilometrin etäisyydellä Ranista. Lajeja tavataan myös etelämpänä itärannikolla sijaitsevilla Natura 2000 -alueilla, joilla etäisyydet Raniin ovat liian suuret, jotta niillä voisi olla vaikutusta lajeihin. Siksi tuulivoiman rakentamista Raniin ja sen vaikutuksia läheisten Natura 2000 -alueiden lajeihin on tutkittava ja selvitettävä tarkemmin.

Luontotyypit

Luontotyyppidirektiivin nojalla osoitetuilla alueilla (SCI-alueilla) pyritään turvaamaan luonnon monimuotoisuus suojelemalla niillä esiintyviä luontotyyppejä ja lajeja. Kaikki nimetyt luontotyypit Gotlannin saaren Natura 2000 -alueilla sijaitsevat liian kaukana Ranista, jotta toiminnalla voisi olla vaikutuksia niihin.

Gotska Sandön-Salvoreille sekä Hoburgs bankille ja Midsjöbankarnalle tunnistetut merelliset luontotyypit ovat hiekkasärkät ja riutat. Näiden lisäksi Gotska Sandön-Salvoreille on tunnistettu useita maalla olevia elinympäristöjä. Kaikkien näiden elinympäristöjen odotetaan olevan liian kaukana Ranista, jotta vaikutukset olisivat mahdollisia.

6.3.2 Pohjakasvisto ja pohjaeläimistö

Vaikutukset puistoalueen pohjakasvistoon ja pohjaeläimistöön muodostuvat pääosin merenpohjaan kohdistuvista fyysisistä häiriöistä perustusten, eroosiosuojauksen ja sisäisten kaapeliverkoston asentamisen yhteydessä. Toisaalta pohjaan suoraan kiinnittyneet eläimet voivat vammautua rakennustyön aikana, ja tuulivoimaloiden perustusten rakentaminen aiheuttaa myös haitallisten suspendoituneiden hiukkasten tilapäistä leviämistä. Jotkin organismit voivat joutua peitetyiksi sedimentillä, mikä voi olla häiritsevää tietyille lajeille. Sisäisen kaapeliverkoston asentaminen voi myös johtaa paikalliseen sedimentin leviämiseen rakennustavan valinnasta riippuen.

Niissä puistoalueen osissa, joissa pohjasubstraatti koostuu savesta, mudasta ja hiekkapohjasta, pohjan eläimistöä hallitsevat sedimenttiin hautautuneet eläimet eli ns. infauna. Yleensä suspendoituneen sedimentin määrän lisääntyminen ja lisääntynyt

sedimentaatio eivät vaikuta erityisen kielteisesti tällaisiin lajeihin, koska ne ovat sopeutuneet elämään tällaisissa ympäristöissä. Organismeilla on myös kyky uudelleenasettaa suuri alue nopeasti, kun häiriötilanne on ohi. Osa puistoalueen syvistä pohja-alueista on myös täysin hapettomia, joten pohjaeläiden esiintymisen näillä alueilla odotetaan olevan lähes olematonta. Lisääntynyt sedimentaatio voi kuitenkin vaikuttaa alueisiin, joilla pohja koostuu sinisimpukkamuodostelmista. Vaikutusta pohjakasvistoon ja pohjaeläimistöön pidetään siten suurimpana niissä puistoalueen osissa, joissa vesi ei ole kovin syvää ja pohjan koostumus on karkempaa ja josta löytyy eniten merellisiä luontoarvoja pohjakasvien ja pohjaeläimistön muodossa.

Ranin rakentamisen yhteydessä kehitetään sedimenttien leviämismalleja leviämiskuvion arvioimiseksi. Sedimentin leviämismallit muodostavat perustan kattavammille analyyseille sedimentin leviämisen vaikutuksista pohjakasvistoon ja pohjan eläimistöön tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Puiston toimintavaiheen aikana pohjaeläisiin kohdistuu ensisijaisesti häiriöitä ja elinympäristökatoa siellä, missä merenpohjaa on louhittu, ja kun perustuksia ja eroosiosuojauksia on asennettu ja ne ovat korvanneet olemassa olevia elinympäristöjä. Elinympäristökadon laajuus riippuu puiston suunnittelusta eli sen koosta, tuulivoimaloiden määrästä ja perustuksista. Pehmeäpohjaisen elinympäristön kadon odotetaan olevan hyvin vähäistä suhteessa jäljellä olevaan pehmeäpohjaiseen luontotyyppiin. Sinisimpukkamuodostelmiin voi kohdistua vaikutuksia, jos tuulivoimaloiden perustuksia rakennetaan alueille, joilla ne kasvavat. Perustuksiin lisätään kuitenkin uusia kovia rakenteita, jotka voivat muodostaa uusia mahdollisia elinympäristöjä, joihin sinisimpukat voivat asettua elämään. Projektilla voi siis olla sekä syrjäyttävä että myönteinen vaikutus sinisimpukoille.

Perustusten asentaminen puistoalueelle synnyttää uuden substraatin osassa aluetta, jonne kovalla pohjalla elävät lajit voivat asettua. Näistä kovista pohjan pinnoista tulee ainutlaatuisia syvillä pehmeillä pohja-alueilla. Ne edistävät niin sanottua riuttailmiotä, koska kovalla pohjalla elävät lajit voivat asettua elämään paikallisesti tuulivoimaloiden yhteydessä lisäten näin biologista monimuotoisuutta (Wilhelmsson & Langhamer, 2014; Lu et al., 2020).

Perustusten ja kaapeleiden käytöstä poistamisen yhteydessä sedimentti voi levitä jonkin verran, mutta ei samassa määrin kuin asennuksen aikana. Hapettamisen ja riuttavaikutuksen mahdolliset myönteiset vaikutukset häviävät, jos toiminta lakkautetaan.

6.3.3 Kalat

Pohjakaloja eli pohjalla eläviä lajeja ei odoteta esiintyvän merkittävässä määrin puistoalueen syvemmissä osissa pohjan huonon happitilanteen vuoksi. Näiden kalalajien kannat voivat kuitenkin olla runsaampia matalammilla alueilla, joilla pohjan happiolosuhteet ovat paremmat. Kyseiset lajit ovat isosimppu, piikkisimppu, härkäsimppu, kampela, Itämerenkampela, piikkikampela, punakampela ja turska. Pelagisten lajien, kuten kilohailin ja silakan, kantojen odotetaan olevan puistoalueella runsaampia.

Rakennusvaiheessa muun muassa porauksesta, ruoppauksesta ja paalutuksesta aiheutuva sedimentin leviäminen voi vaikuttaa kaloihin. Vaikutusta voi olla erityisesti kalan mätiin ja poikasiin, koska suspendoituneet hiukkaset voivat tietyissä olosuhteissa tarttua kalan kiduksiin, peittää sen mädin ja johtaa selviytymisen kannalta huonontuneisiin elinolosuhteisiin. Suurin riski on hiukkasten tarttuminen nuorten kalojen kiduksiin, koska niillä on huonompi uimataito eivätkä ne pysty välttämään altistuneita alueita, kuten aikuiset kalat todennäköisesti tekevät (Bergström et al., 2012). Rakentamisvaihe on kuitenkin suhteellisen lyhyt ja esimerkiksi porauksesta syntyvän suspendoituneen aineksen pitoisuutta voidaan vähentää monin tavoin. Hiukkaset kulkeutuvat myös virtausten mukana ja leviävät laajemmille alueille, joten vaikutuksen odotetaan olevan rajallinen (Didrikas

& Wijkmark, 2009). Tarvittaessa voidaan toteuttaa teknisiä suojaustoimenpiteitä tai muita varotoimenpiteitä kaloihin kohdistuvien vaikutusten minimoimiseksi.

Rakentamisvaiheessa melutaso voi nousta, mikä vaikuttaa kalojen suunnistamiskykyyn, ravinnon löytämiseen, viestintään ja nuorten kalojen lukumäärään. Jos melutaso on riittävän suuri, se voi aiheuttaa tilapäisiä tai pysyviä vaurioita kalojen kuuloelimille ja uimarakolle sekä muille sisäelimille (Andersson et al., 2016). Jotkut rakentamisvaihetta edeltävät selvitykset voivat johtaa tilapäiseen syrjäyttämiseen tutkimusalueen läheisyydessä tietyillä lajeilla, kuten turskalla. Rakentamisvaiheen melulla katsotaan olevan suurin vaikutus turskaan kutuaikana (Hammar et al., 2014). Puistoalueella ja sen läheisyydessä ei ole aktiivisia turskan kutualueita, joissa vaikutukset olisivat mahdollisia. Puistoalueella on kuitenkin kilohailin tunnettuja kutualueita ja kampelan mahdollisia kutualueita (HELCOM, 2020). Mahdollisia vaikutuksia näihin populaatioihin tutkitaan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Perustusten rakentamiseen voi liittyä elinympäristömuutoksia, joilla voi olla myönteinen vaikutus kalayhteisöön niin sanotun riuttavaikutuksen kautta. Rakenteet yleensä houkuttelevat kaloja (Wright et al., 2020), ja mitä monimutkaisempia rakenteet ovat, sitä enemmän kaloja niihin kertyy (Hammar et al., 2008b).

Käytön aikana tuulivoimalat aiheuttavat melua (<700 Hz), joka voi aiheuttaa kaloissa tiettyjä käyttäytymisreaktioita ja peittää kalan omat äänet (Popper et al., 2019). Toisaalta tuulivoimalan rakentamisen aikana perustusten ympärillä havaittu kalojen kertyminen osoittaa, että käyttövaiheen melun mahdollisen vaikutuksen merkitys on vähäinen (Bergström ym. 2013; Stenberg et al. 2015).

Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että jos merialueita suojellaan kalastukselta, kalakannat kasvavat selvästi ja mitattavasti (Öhman et al., 1997; Roberts et al., 2001; Kamukuru et al.; 2004; White et al., 2008). Tuulivoimapuisto voisi jossain määrin suojella kalakantoja vastaavalla tavalla.

Käyttövaiheen aikana merenalaisten kaapeleiden ympärille syntyy sähkömagneettisia kenttiä, jotka voivat vaikuttaa tiettyihin kaloihin, kuten ankeriaisiin (Öhman et al. 2007; Westerberg et al. 2007; Westerberg ja Lagenfelt 2008). Tutkimuksissa, joissa tutkittiin kaapeleiden vaikutusta ankeriaisiin Lillgrundin tuulivoimapuistossa, käyttäytymismuutoksia ei voitu osoittaa, mutta tutkimuksissa havaittiin tietty taipumus siirtymäaikojen pitenemiseen kan kaapelia käytettiin suuremmilla sähkövirran tehoilla. Taimenilla toteutettu tutkimus osoittaa, että sähkömagneettiset kentät voivat vaikuttaa negatiivisesti kalan mätiin, mutta vaikutus poikasiin on marginaalinen (Fey et al. 2019). Muut tutkimukset eivät ole pystyneet osoittamaan merenalaisilla kaapeleilla olevan merkittävää vaikutusta kaloihin (Dunlop et al., 2016). Merikaapeleiden kokonaisvaikutuksen kaloille odotetaan jäävän vähäiseksi.

Käytöstäpoistovaiheen aikana voi esiintyä vaikutuksia kuten sedimentin leviäminen, sedimentaatio ja kohonnut melutaso, mutta vähäisemmässä määrin kuin rakentamisvaiheessa. Hapettamisen ja riuttavaikutusten myönteiset vaikutukset häviävät kun tuulipuisto puretaan.

6.3.4 Linnut

Tuulivoiman suurimmat vaikutukset lintuihin ovat:

- Estevaikutukset – linnut välttävät tuulivoimala-alueita, jotka luovat maisemaan esteitä, joiden ympäri lintujen on lennettävä.

- Syrjäyttämisaikutukset – linnut välttävät alueita, joilla on tuulivoimaa, ja menettävät siten sopivia alueita ravinnon hakuun, poikasten hoitoon, lepoon jne.
- Törmäykset – linnut törmäävät tuulivoimaloihin ja loukkaantuvat tai kuolevat.

Seuraavassa kuvataan lyhyesti näitä lintuihin kohdistuvia paineita, jotka liittyvät toiminnan rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheisiin. Rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa lintuihin vaikuttaa pääasiassa kasvava laivaliikenne, jolla voi olla jonkin verran este- tai syrjäyttämisaikutuksia. Toisaalta suurin vaikutus syntyy yleensä tuulivoimapuiston käyttövaiheessa, minkä vuoksi mahdollisia vaikutuksia käyttövaiheessa kuvataan jäljempänä. Tulevaa ympäristövaikutusten arviointia varten tehdään inventointeja ja mallinnuksia lintuihin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi.

Useiden Gotlantia ympäröiviä vesiä hyödyntävien lintulajien populaatiokehitys on laskeva. Siksi ne ovat Ruotsin punaisella listalla, HELCOMin punaisella listalla ja IUCN:n eurooppalaisten lajien punaisella listalla. Näitä ovat haahka, alli, riskilä, kaakkuri, kuikka ja selkälokki. Lintudirektiivin liitteessä 1 mainitaan myös useita lajeja, kuten uivelo, kaakkuri ja kuikka. Tuulivoimapuiston rakentamisen mahdollista vaikutusta lajeihin selvitetään edelleen, vaikka suurin osa näistä lajeista hyödyntää pääasiassa rannikkovesialueita.

OX2 on kartoittanut Gotlannin etelä- ja itäpuolisten alueiden linnustoa usean vuoden ajan. Lintujen elämän ja muuttojen kartoitusta jatketaan keväällä, kesällä ja syksyllä maalta ja mereltä muun muassa laivojen, tutkan ja lentokoneiden avulla. Nämä kartoitukset muodostavat osittain tulevien ympäristövaikutusten arviointien perustan. Myös mahdollisia pesintäjaksosyrjäyttämisaikutuksia, estevaikutuksia ja törmäysriskejä tullaan selvittämään tarkemmin.

6.3.5 Lepakot

Toiminnalla ei odoteta olevan vaikutusta lepakoihin rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheissa. Käyttövaiheen aikana lepakoihin voi kohdistua riski, että ne törmäävät roottorin lapoihin ja vammautuvat tai kuolevat. Ruotsissa esiintyvät lepakkolajit lentävät yleensä matalalla valtameren yli, mikä minimoi törmäysriskin tuulipuiston roottorin lapojen kanssa (Ahlén et al., 2009). Korkeampien kohteiden kanssa kosketuksiin joutuvat lepakot voivat kuitenkin lisätä lentokorkeuttaan, mikä lisää törmäysriskiä. Sekä ravinnonhaku että muutto meren yli tapahtuvat suhteellisen lämpimissä ja tuulettomissa olosuhteissa (Ahlén et al. 2007; Ahlén et al. 2009). Ultraäänitunnistimin toteutetut inventoinnit tehdään puistoalueen meribiologisten tutkimusten yhteydessä vuosina 2023 ja 2024.

Ran on riittävän lähellä maata, jotta lepakot voivat elää osassa puistoaluetta ja löytää sieltä ravintonsa. Lepakot voivat myös lentää puistoalueen läpi kevät- ja syysmuuton yhteydessä.

6.3.6 Merinisäkkäät

Vedenalainen melu voi vaikuttaa merinisäkkäisiin. Vaikutus merinisäkkäisiin riippuu useista eri tekijöistä, kuten äänen voimakkuudesta ja taajuudesta, siitä, onko äänilähde ennakoimaton vai jatkuva, veden suolapitoisuudesta, pohjan olosuhteista, etäisyydestä äänen lähteeseen sekä eläinten kuulon spektristä ja herkkyydestä. Suurempi melutaso voi johtaa välttämiskäyttäytymiseen. Jos merinisäkkäät eivät välttä aluetta, vaan altistuvat jatkuvasti korkeille melutasoille, on olemassa tilapäisen kuulonaleneman riski (temporary threshold shift, TTS) ja sitä seuraavasta pysyvästä kuulonalenemasta (permanent threshold shift, PTS).

Melua syntyy eniten rakennusvaiheessa. Melupäästöjä voi syntyä useista eri lähteistä, kuten laivoista, selvityksistä ja esimerkiksi paalutustöistä. Merinisäkkäisiin kohdistuvien vaikutusten rajoittamiseksi voidaan käyttää suojaustoimenpiteitä, kuten kuplamuoviverhoja, laitteistojen pehmeää käynnistystapaa ja rajoitusaikoja. Melutasot mallinnetaan ja mahdolliset vaikutukset sekä suojaustoimenpiteiden tarve selvitetään tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Käyttövaiheen aikana tuulivoimalat voivat lähettää matalataajuisia ääniä. Aiemmissa tutkimuksissa tällä ei kuitenkaan ole arvioitu olevan kielteistä vaikutusta hylkeisiin tai pyöriäisiin, jotka toimintavaiheessa ovat palanneet puistoalueelle vähintään yhtä suurin määrin kuin aikaisemmin.

Kun voimalan perustukset asennetaan, se tarkoittaa, että merenpohjaan lisätään kovia materiaaleja, jotka voivat edistää pohjaan kiinnittyvien eläinten elinympäristöjä luoden niin sanotun riuttavaikutuksen. Tämä voi houkutella kaloja, jotka hakevat ravintoa perustusten ympäriltä. Tämä puolestaan voi houkutella myös merinisäkkäitä etsimään ravintoa perustusten ympäriltä (Bergström et al., 2012; Russell et al., 2014).

Käytöstäpoistovaiheessa vaikutukset ovat samanlaisia kuin rakentamisvaiheessa vedenalaisen melun ja sedimentin leviämisen suhteen, mutta kuitenkin vähäisemmässä määrin. Riuttavaikutusten myönteiset vaikutukset häviävät, jos toiminta lopetetaan.

6.3.7 Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden vihreä infrastruktuuri

Käyttövaiheessa tuulivoimapuiston ympärille voidaan odottaa kehittyvän useita erilaisia ekosysteemipalveluita. Riuttojen muodostuminen perustusten ympärille voi johtaa suodatusorganismien asettumiseen elämään sinne (Andersson & Öhman, 2010), mikä voisi paikallisesti luoda mahdollisesti säätelevän ekosysteemipalvelun paikallisesti parantuneen veden laadun muodossa (McLaughlan & Aldridge, 2013). Suodattavien ja fotosynteesiä hyödyntävien organismien määrän kasvu perustusten ympärillä voi edistää kalojen kerääntymistä, mikä voisi hyödyttää kalastusta (tarjoamalla ekosysteemipalveluja) (Grove et al., 1989).

Kaupallisten lajien paremmat elinympäristöt yhdistettynä troolauksen vähentämiseen hyödyttäisivät rannikkokalastusta. Tämä puolestaan voi tarjota tärkeän kulttuurisen ekosysteemipalvelun paikallisesti. Ympäristövaikutusten arvioinnin valmistelussa selvitetään vaikutukset ekosysteemipalveluihin sekä mahdolliset toimenpiteet vaikutusten minimoimiseksi ja paikallisten ekosysteemien edistämiseksi.

Luonnon huomioon ottava suunnittelu

Luonnon huomioon ottavalla suunnittelulla olisi edistettävä kotoperäisten lajien ekologista tehtävää keskittyen uhanalaisten lajien ja luontotyyppien vahvistamiseen. Lähtökohtana suunnittelussa on, että toimenpiteiden tulee perustua ensisijaisesti saatavilla olevaan tekniikkaan, jota on aiemmin testattu ja josta on saatu hyviä tuloksia. Ekologisia hyötyjä on alkuvaiheessa vaikea kvantifioida, minkä vuoksi suositellaankin toteutuksen jälkeistä seuranta. Suojelumahdollisuuksien ja -tarpeiden määrittämiseen tarvitaan tarkempi analyysi, jolla voidaan tunnistaa paikkakohtainen tarve ja se, mihin lajeihin toimenpiteet tulisi kohdistaa (kohdelajit). Merituulivoima tarjoaa mahdollisuuden edistää luonnon monimuotoisuutta muun muassa luomalla kovia substraatteja eli kasvualustoja samoin eroosiosuojausten ja perustusten ympärille. Tuulivoimapuiston perustukset tarjoavat kovia pintoja, joita pintoihin kiinnittyvät eläimet, kuten simpukat, voivat käyttää elinympäristönään, mikä voi paikallisesti lisätä luonnon monimuotoisuutta. Kalojen on havaittu myös etsivän ravintoa tuulivoimaloiden perustusten ympäriltä.

Luonnon huomioon ottavan suunnittelun lisäksi testataan keinotekoisia riuttoja ja kaloille suunniteltuja rakenteita sekä sinisimpukan kasvatusta. Tätä selvitetään tarkemmin ja kuvataan tulevissa ympäristövaikutusten arvioinneissa.

6.4 Maisemakuva

Tuulivoimalat vaikuttavat paikallisen maiseman visuaaliseen vaikutelmaan. Ran sijaitsee meren rannalla, noin 12 kilometrin etäisyydellä Gotlannista. Suunniteltujen voimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 310 metriä. Tuulivoimalat näkyvät siis kauas ympäröivän maiseman avoimista paikoista tai korkeammilta paikoilta sisämaasta. Kun näkyvyys on hyvä, näkyy tuulivoimapuisto Gotlannista käyttövaiheen aikana. Lisäksi tuulivoimalat, joiden kokonaiskorkeus on yli 150 metriä, on merkittävä estevaloin, mikä voi lisätä voimaloiden näkyvyyttä yöllä.

Molempien puistoalueiden tuulivoimalat näkyvät maalta käsin riippumatta suunnitteluvaihtoehdoista ja tuulivoimaloiden kokonaiskorkeudesta. Tuulivoimapuiston perustamisen jälkeistä odotettua maisemaa havainnollistamaan on tuotettu visualisointeja ja valokuvamontaaseja useista eri paikoista Gotlannissa. Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä tuotetaan myös niin sanottuja näkyvyysanalyyskejä. Niistä käy ilmi, mistä paikoista ympäröivässä maisemassa tuulivoimalat näkyvät.

Tuulivoimapuiston maisemallista vaikutusta selvitetään yhdistetyllä maisema-/kulttuuriympäristöanalyysillä. Analyysi sisältää myös yksityiskohtaisen selvityksen kaikista tekijöistä, joihin tuulipuisto saattaa vaikuttaa, sekä arvion sen vaikutuksista kulttuuriympäristön kokemukseen ja maisemakuvaan.

Kasvava alusliikenteen määrä, melu ja esteet rakentamisen ja käytöstäpoiston aikana voivat vaikuttaa meren virkistyskäyttöön ja huviveneilyyn. Rakentamisen ja käytöstä poistamisen aikana myös huviveneet voivat joutua käyttämään kiertoteitä kulkurajoitusten seurauksena, mutta koska tuulivoimapuisto ei ole päällekkäinen nimettyjen laivareittien kanssa, tätä vaikutusta pidetään vähäisenä. Käyttövaiheessa tuulivoimapuisto voi edistää virkistyskalastusta, sillä perustukset voivat houkuttaa kaloja ja troolauksen rajoittaminen puistoalueella vähentää suurimittaisen kalastuksen aiheuttamaa painetta. Vaikutuksia virkistyskäyttöön ja huviveneilyyn kuvataan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.5 Kaupallinen kalastus

Rakentamisvaiheessa sovelletaan työkohteiden suojaetäisyyksiä, mikä voi vaikuttaa kaupalliseen kalastukseen kalastusmahdollisuuksien menettämisinä ja pidempinä kuljetusmatkoina. Käyttövaiheessa tuulivoimalat yleensä tekevät alueesta pyyntikieltoalueen, vaikka puiston sisällä ei olekaan voimassa virallisia kalastuskieltoja. Tämä johtuu siitä, millaisia nykypäivän kalastusvälineet ovat. Jos kehitetään uudenlaisia kalastusvälineitä, tuulipuistoalueita voidaan mahdollisesti käyttää kaupalliseen kalastukseen tulevaisuudessa. Ran sijaitsee alueella, jossa harjoitetaan intensiivistä troolausta, ja jos alueelle avataan tuulivoimapuisto, odotetaan sen vaikuttavan kaupalliseen kalastukseen Gotlannin itäpuolella. Käytöstäpoistovaiheen vaikutuksen odotetaan olevan samanlainen kuin rakentamisvaiheessa, jossa työkohteiden suojaetäisyydet merkitsevät kalastusalueiden menetyksiä ja pidempiä kuljetusmatkoja.

Kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia kuvataan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.6 Ilmasto

Tuulivoimapuiston rakentamisella on tietty ilmastojalanjälki tuulivoimaloiden ja muiden laitosten uudisrakentamisen sekä kuljetus- ja asennustöiden kautta. Käytöstäpoistovaiheella on myös tietty ilmastojalanjälki, joka liittyy ajoneuvojen käyttöön jne. Nämä toimet ovat kuitenkin ajallisesti ja laajuudeltaan rajoitettuja. Käyttövaiheessa tuulivoimapuisto sen sijaan edistää

Ruotsin ilmastotavoitteen saavuttamista koskien nettonollapäästöjä vuoteen 2045 mennessä. Tuulivoimapuiston sähköntuotannon kapasiteetti olisi noin 8 TWh, mikä riittää toimittamaan jopa 1,7 miljoonalle kotitaloudelle fossiilivapaata sähköä. Tuulivoimapuiston ilmastovaikutuksia kuvataan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.7 Infrastrukturi ja suunnitteluedellytykset

6.7.1 Merenkulku

Tuulivoimapuiston rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa laivaliikenteelle voi aiheutua häiriöitä lisääntyneen laivaliikenteen ja puistoalueen mahdollisten sulkemisten vuoksi. Häiriöt ovat kuitenkin tilapäisiä ja rajoittuvat rakentamistöihin.

Koska tuulivoimapuisto ei ole nimettyjen laivaväylien reiteillä, pidetään konfliktin riskiä käyttövaiheessa pienenä, ja vaikutusten odotetaan olevan vähäisiä. Voimalaitos voi kuitenkin lisätä törmäysriskiä erityisesti sellaisina päivinä, jolloin näkyvyys on heikko. Tuulivoimapuiston uloimmista tuulivoimaloista läheisiin väyliin tulisi määrätä turvaetäisyys, jotta alusturvallisuus ei vaarannu (Ruotsin liikennevirasto, 2023). Koska puistoalue sijaitsee vilkkaasti liikennöidyn laivaväylän vieressä, merenkulun riskejä selvitetään erikseen tarkemmalla merenkulun riskianalyysillä tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.7.2 Ilmailu

Uudet esteet MSA-alueella voivat vaikuttaa kielteisesti lentoliikenteeseen ja edellyttää lentokorkeuden tarkistamista nykyisellä MSA-alueella. Ranin puistoalue sijoittuu marginaalisesti päällekkäin lentokentän MSA-alueen kanssa, joten sillä on todennäköisesti vaikutusta ilmailuun tältä osin. MSA-alueeseen kohdistuvan vaikutuksen määrittämiseksi tehdään ilmailuesteanalyysi.

Visbyn lentokenttä on sotilaslentokenttä ja siten nimetty valtiollinen intressi kokonaispuolustuksen kannalta (Ruotsin puolustusvoimat, 2019).

Ruotsin puolustusvoimien lentotoimintaan voivat vaikuttaa myös muun muassa lentokorkeuden ja/tai lentoreittien rajoitukset. Puistoalue ei kuitenkaan ole päällekkäin minkään nimetyn matalalentoalueen tai Puolustusvoimien ilmailutoiminnan kanssa. Sen vuoksi ilmailuvaikutuksia ei pitäisi olla voimalan toteuttamisen eri vaiheissa. Myös mahdollisia vaikutuksia ja yhteistyötä sidosryhmien suhteen selvitetään tulevaa ympäristövaikutusten arviointia valmisteltaessa.

6.7.3 Sotilaskäytön alueet

Ran rajoittuu Ruotsin puolustusvoimien merivoimien harjoitusalueeseen, johon liittyy valtiollinen intressi. Yli 20 metrin korkeat kohteet voivat vaikuttaa kokonaispuolustuksen valtiolliseen intressiin. Tuulivoimaloilla voi olla kielteisiä vaikutuksia muun muassa puolustusvoimien tutkajärjestelmiin, radioyhteyksiin, signaalitiedusteluun, lentotoimintaan sekä koulutus- ja ampumatoimintaan. Ruotsin puolustusvoimien kanssa keskustellaan rinnakkaiselosta.

6.7.4 Ympäristölle vaaralliset kohteet ja jätteenpurkupaikat

Ranin sisäpuolella on tunnettu alue, jolla upotettujen miinojen riski on kohonnut. Ennen tuulivoimapuiston rakentamista tehdään magneettikenttä tutkimukset mahdollisten miinojen varalta. Miinariskien arviointia tarkastellaan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.8 Resurssien hallinta

Merellä tuulet ovat usein sekä voimakkaampia että tasaisempia, mikä mahdollistaa suurempien ja tehokkaampien puistojen rakentamisen (Boverket, 2022). Merituulivoiman käyttö energiantuotannossa johtaa siten luonnonvarojen hyvään hallintaan.

Tuulivoimalat koostuvat metalleja sisältävistä komponenteista sekä betoniperuksista. Ruotsin energiaviraston (2021) mukaan tuulivoiman kokonaisvaikutus tuotettua kilowattituntia kohti syntyy valmistuksen, raaka-aineiden, asennuksen, huollon, purkamisen ja materiaalien kierrätyksen päästöistä. Maatuulivoimalalta kestää noin kuusi kuukautta tuottaa yhtä paljon energiaa kuin sen valmistaminen kesti (Ruotsin energiavirasto, 2021).

Kun tuulivoimapuisto poistetaan käytöstä, puretut tuulivoimalat voidaan kunnostaa ja myydä uusiokäyttöön, jos kysyntää on, tai tuulivoimaloiden komponentit voidaan kierrättää. Tuulivoimaloiden valmistukseen käytettyjä resursseja voidaan siis hyödyntää myös tuulivoimapuiston käytöstä poistamisen jälkeenkin.

6.9 Kumulatiiviset vaikutukset

Kumulatiivisilla vaikutuksilla tarkoitetaan muiden toimintojen tai toimenpiteiden sellaisia vaikutuksia, joilla voi olla ympäristövaikutuksia kyseisen hankkeen vaikutusalueella. Kumulatiivisia vaikutuksia voi syntyä, kun useat eri vaikutukset ovat vuorovaikutuksessa keskenään, ja silloin, kun saman toiminnan erityyppiset vaikutukset ovat vuorovaikutuksessa. Kumulatiivisiin vaikutuksiin voivat kuulua esimerkiksi lintuihin, kaloihin ja merinisäkkäisiin kohdistuvat vaikutukset, jotka johtuvat erityyppisistä toimista kyseisellä maantieteellisellä alueella.

Kumulatiivisten vaikutusten arvioinnin lähtökohtana on sisällyttää puistoalueen läheisyydessä olevat ja luvan piirissä olevat toiminnot, jotka voivat mahdollisesti vaikuttaa samoihin ympäristönäkökohtiin kuin itse puistot. Myös kahden puiston, Ranin ja Pleionen, väliset kumulatiiviset vaikutukset sekä suunnitelluista ja varhaisessa suunnitteluvaiheessa olevista toiminnoista aiheutuvat vaikutukset kuvataan mahdollisimman tarkasti näistä toiminnoista saatavilla olevien tietojen perusteella.

OX2 näkee suuria hyötyjä Ranin ja Pleionen, joista viimeksi mainittu sijaitsee noin 20 kilometriä itään, puistoalueiden rinnakkaisessa kehittämisessä, koska ympäristövaikutusten arvioinneissa otetaan huomioon yhteiset ympäristövaikutukset ja mahdolliset kumulatiiviset vaikutukset. Pleionen energiapuistosta laaditaan erillinen selvitys ja Espoo-raportti.

Ympäristövaikutusten arvioinneissa otetaan huomioon mahdolliset kumulatiiviset vaikutukset alueen muista toiminnoista, joita ovat merenkulku, putkistot, kaapelit ja muut toiminnot.

7. Mahdolliset rajat ylittävät vaikutukset

Espoon yleissopimuksen 4 artiklan mukaisesti laaditussa Espoo-raportissa arvioidaan ja kuvataan odotettavissa olevat rajat ylittävät vaikutukset. Tärkeimmät mahdolliset rajat ylittävät vaikutukset käydään läpi tässä luvussa.

7.1 Linnut

Edellä 6.3.4 kohdassa kuvattu alustava vaikutus lintuihin voi ulottua Ruotsin talousvyöhykkeen rajojen ulkopuolelle, kun otetaan huomioon, että jotkin lintulajit liikkuvat hyvin laajoilla alueilla ja esiintyvät siten useiden valtioiden alueilla. Vuonna 2023 toteutetaan lisätutkimuksia, joilla saadaan lisätietoa muuttolintujen liikkumisesta kevään ja syksyn aikana hankealueella tai sen läheisyydessä esiintyvien lajien lentosuunnasta, lentokorkeudesta ja lintujen määristä. Vaikutukset lintuihin kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.2 Merinisäkkäät

Pyöriäiset, harmaahylkeet ja kirjohylkeet ovat nimettyjä lajeja useilla Ruotsin, Puolan, Saksan ja Tanskan Natura 2000 -alueilla. Luvussa 6.3.6 kuvatut mahdolliset vaikutukset voivat ulottua Ruotsin rajojen ulkopuolelle, koska lajin levinneisyysalue voi ulottua useiden eri valtioiden alueelle. Ruotsin talousvyöhykkeellä vaikutusten merinisäkkäisiin odotetaan olevan vähäisiä, joten rajat ylittävien vaikutusten voidaan odottaa olevan rajallisia. Vaikutukset merinisäkkäisiin kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.3 Maisemakuva

Vaikutuksia Ruotsin talousvyöhykkeen maisemaan tutkitaan tulevissa näkyvyysanalyysissä. Koska lähin mannermaa Ruotsin talousvyöhykkeen (Latvia) ulkopuolella sijaitsee noin 126 kilometrin etäisyydellä Ranista, rajat ylittävien vaikutusten odotetaan kuitenkin olevan vähäisiä. Vaikutukset maisemakuvaan kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.4 Kalastus

Edellä kappaleessa 6.5 raportoiduilla alustavilla ympäristövaikutuksilla voi olla rajat ylittäviä vaikutuksia myös tanskalaisiin kalastajiin. Vaikutus kaupalliseen kalastukseen voi syntyä käytettävissä olevien kalastusalueiden menetyksestä ja pidentyneistä kuljetusetäisyyksistä. Vaikutuksia kalastukseen kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.5 Merenkulku

Kappaleessa 6.7.1 raportoituun alustaviin ympäristövaikutuksiin voi liittyä myös rajat ylittäviä vaikutuksia tilapäisinä vaikutuksina alueen merenkulkuun lisääntyneen veneliikenteen ja rakentamisvaiheen aikana mahdollisesti hankealueella tapahtuvien kulkuestojen vuoksi. Suunniteltu tuulivoimapuisto sijaitsee laivaväylän vieressä, ja vaarana on vaikutus merenkulkuun törmäysriskin muodossa. Merenkulun riskianalyysi tehdään ja merenkulun riskit selvitetään tulevassa Espoo-raportissa.

7.6 Kumulatiiviset vaikutukset

Kuten kappaleessa 6.9 on kuvattu, puistoalueen läheisyydessä sijaitsevalle olemassa olevalle, suunnitellulle ja luvanvaraiselle toiminnalle tehdään kumulatiivisten vaikutusten arvioinnit. Espoo-raportti sisältää arvion alueen muiden toimintojen, kuten merenkulun, putkistojen, kaapeleiden ja muiden olemassa olevien tai luvittujen toimintojen, kumulatiivisista vaikutuksista.

8. Viitteet

8.1 Tekstiviitteet

Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H. J., & Pettersson, J. (2007). VINDVAL Rapport 5748 - Fladdermöss och havsbaserade vindkraftverk studerade i södra Skandinavien. Naturvårdsverket

Ahlén, I., Baagøe, H. J., & Bach, L. (2009). Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1318-1323.

ArtDatabanken. 2020. Rödlistade arter i Sverige (2020). ArtDatabanken SLU, Uppsala.

Andersson A, Meier H, Ripszam M, Rowe O, Winker J, Haglund P, Eilola K, Legrand C, Figueroa D, Paczkowska J, Lindehoff E, Tysklind M & Elmgren R (2015) Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management. *AMBIO* 44, 345–356.

Andersson MH, Andersson S, Ahlsén J, Brodd Andersson L, Hammar J, Persson LKG, Pihl J, Sigraý P, Wikström A (2016) Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6723

Andersson MH, Öhman MC (2010) Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research* 61: 642–650

Bergström, L., Kautsky L., Malm, T., Ohlsson, H., Wahlberg, M., Rosenberg, R. & Åstrand Capetillo, N. (2012). Vindkraftens effekter på marint liv – En syntesrapport. VINDVAL, rapport 6488.

Bergström L, Sundqvist F, Bergström U (2013) Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series* 485: 199–210

Boverket (2023) <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hav/maritima-naringar/energiproduktion/>. Hämtad 2023-06-27. VINDVAL, rapport 7049.

Boverket (2022) [Riksintressen \(boverket.se\)](https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmannaintressen/hav/maritima-naringar/energiproduktion/). Hämtad 2022-06-09.

Carlén, I., Thomas, L., Carlström, J., Amundin, M., Teilmann, J., Tregenza, N., & Loisa, O. (2018) Basin-scale distribution of harbour porpoises in the Baltic Sea provides basis for effective conservation actions. *Biological Conservation*, 226, 42–53.

Carlström, J. & Carlén, I. (2016). Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten. *AquaBiota Report* 2016:04. 91 sid.

Deep Wind Offshore (2022) Vindkraftpark Erik Segersäll - Samrådsunderlag för samråd med allmänheten och kommuner med kust i riktning mot vindkraftparken. Mars 2022.

Didrikas, T. & Wijkmark, N. (2009): Möjliga effekter på fisk vid anläggning och drift av vindkraftspark på Storgrundet. *AquaBiota Notes* 2009:02.

Dunlop ES, Reid SM, Murrant M (2016) Limited influence of a wind power project submarine cable on a Laurentian Great Lakes fish community. *Journal of Applied Ichthyology* 32: 18-31

Durinck, J., Skov, H., Jensen, F. och Pihl, S., (1994). Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea – EU DG XI Research Contract no. 2242/90-09-01., u.o.: Ornith Consult Report.

Edelvang K., Møller A.L. och Hansen E.A. (2001). DHI. Lillgrund Vindpark, Environmental impact assessment of hydrography and sediment spill. Final Report.

EMODnet (2018). <https://www.emodnet.eu/>

EMODnet (2022). <https://www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php> [hämtat 2022-05-11].

Energimyndigheten (2021) Vindkraftens resursanvändning. https://www.energimyndigheten.se/48ff35/globalassets/fornybart/strategi-for-hallbar-vindkraftsutbyggnad/vindkraftens-resursanvandning_slutversion-20210127.pdf. Hämtad 2022-10-23.

Energimyndigheten, (2023). <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/vindkraft/nya-omraden-for-energiutvinning-i-havsplanerna/>.

Fey, D.P., Jakubowska, M., Greszkiewicz, M., Andrulowicz, E., Otremba, Z. & Urban-Malinga, B. (2019) Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? *Aquat Toxicol.* 209:150–158.

Försvarsmakten (2019) F 17 Gotland. [F 17 Gotland - Försvarsmakten \(forsvarsmakten.se\)](https://www.forsvarsmakten.se/17-gotland) [Hämtad 2023-08-21].

Försvarsmakten (2023) riksintressen för totalförsvarets militära del Gotlands län 2023. FM2022-23088:1 Bilaga 5.

Grove, R. S., Sonu, C. J. & Nakamura, M., (1989). Recent Japanese trends in fishing reef design and planning. *Bulletin of Marine Science*, Volym 44, pp. 984-996.

Hammar, L., Andersson, S. & Rosenberg, R. (2008a). Miljömässig optimering av fundament för havsbaserad vindkraft. Naturvårdsverket. Vindval, rapport 5828.

Hammar L, Wikström A, Börjesson P, Rosenberg R (2008b) Studier på småfisk vid Lillgrund vindpark. Effektstudier under konstruktionsarbeten och anläggning av gravitationsfundament. Naturvårdsverkets rapport 5831

Hammar L, Wikström A, Molander S (2014) Assessing ecological risks of offshore wind power on Kattegatt cod. *Renewable Energy* 66: 414-424

Hansson, M., & Viktorsson, L. (2021). Oxygen Survey in the Baltic Sea 2021 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960-2021. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Göteborg, Sweden, 72, 1–16.

Hatch, S. K. o.a., (2013). Offshore observations of eastern red bats (*Lasiurus borealis*) in the mid Atlantic United States using Multiple Survey methods, u.o.: PLoS ONE 8, e83803.

Havet.nu (2023). Ammunition och kemiska stridsmedel. <https://www.havet.nu/ammunition-och-kemiska-stridsmedel> [hämtad 2023-08-23]

Havs- och vattenmyndigheten. (2022a). Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. Havs och Vattenmyndigheten [hämtad 2022-04-21].

Havs- och vattenmyndigheten. (2022b). Det yrkesmässiga fisket i havet 2021. JO 55 SM 2201.

Havs- och vattenmyndigheten (2022c) Fisk – och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2021: Resursöversikt. Havs- och vattenmyndighetens rapport: 2022:2

Havs- och vattenmyndigheten. (U.å.). <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering/havsplanering-i-sverige-och-internationellt/svensk-havsplanering/havsplaneringsprocessen.html>

HELCOM (2018a) Distribution of Baltic seals. HELCOM core indicator report. Online. [Visad 2022-05-04], [https://helcom.fi/media/core%20indicators/Distribution-of-Baltic-seals-HELCOM-core-indicator-2018.pdf]. ISSN 2343-2543

HELCOM (2018b) Population trends and abundance of seals. HELCOM core indicator report. Online. [Visad 2022-05-04], [https://helcom.fi/media/core%20indicators/Population-trends-and-abundance-of-seals-HELCOM-core-indicator-2018.pdf]. ISSN 2343-2543

HELCOM (2020) <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/>

HELCOM (2021) Climate Change in the Baltic Sea 2021 Fact Sheet. ISSN: 0357-2994.

Hermans, M. et al. (2019) Impact of natural re-oxygenation on the sediment dynamics of manganese, iron and phosphorus in a euxinic Baltic Sea basin. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 246, pp. 174-196.

Hjerne, O., Hajdu, S., Larson, U., Downing, A., & Winder, M. (2019) Climate Driven Changes in Timing, Composition and Magnitude of the Baltic Sea Phytoplankton Spring Bloom. *Frontiers in Marine Science*.

Hjernquist, M., Jonsson L., & Hjernquist M. (2022) Rörelsemönster hos sillgrissla, tordmule och östersjötrut vid Gotland under vår & sommar – Rapport 2 2022. Gotlands Ornitologiska Förening

ICES. (2021). Official Nominal Catches 2006-2019. <https://www.ices.dk/data/Documents/CatchStats/OfficialNominalCatches.zip> [Hämtat 2023-08-24]

ICES. (2023). Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 5:58. 606 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.23123768>

Jokinen H, Momigliano P, Merilä J (2019) From ecology to genetics and back: the tale of two flounder species in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 76: 2267-2275

Jordbruksverket & Havs- och vattenmyndigheten, (2016). Svenskt yrkesfiske 2020 - Hållbart fiske och nyttig mat., u.o.: Havs- och vattenmyndigheten.

Kamukuru, A. T., Mgaya, Y. D., & Öhman, M. C. (2004). Evaluating a marine protected area in a developing country: Mafia Island Marine Park, Tanzania. *Ocean & Coastal Management*, 47(7-8), 321-337.

Karlsson A., Liungman O. och Lindow H. (2006). Överslagsberäkning av vertikalblandning vid Skottarevet vindpark. SMHI, Rapport 2006-52.

Lara, A., Peters, D., Fichter, T. & Guidehouse, (2021). The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonisation pathways 2020-2045. *Energiforsk report 2021:788*, u.o.: Energiforsk.

Larsson, K., (2018). Sjöfåglars utnyttjande av havsområden runt Gotland och Öland: betydelse av marint områdesskydd, u.o.: Länsstyrelsen i Gotlands län, rapport 2018:2.

Lu, Z., Zhan, X., Guo, Y. & Ma, L., (2020). Small-scale effects of offshore wind-turbine foundations on Macrobenthic assemblages in Pinghai bay, China. *Journal of Coastal Research*, Volym 36, pp. 139-147.

Länsstyrelsen Gotland & Länsstyrelsen Kalmar. (2021). Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0330308 Hoburgs bank och Midsjöbankarna.

McLaughlan, C. & Aldridge, D. C., (2013). Cultivation of Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) within their invaded range to improve water quality in reservoirs. *Water research*, Volym 47, pp. 4357-4369.

Møller A.L. och Edelvang K. (2001). DHI. Lillgrund vindpark, Assessment of effects to the zero solution in Öresund. Final Report.

Naturvårdsverket (2023) Skyddad natur (naturvardsverket.se). Hämtad 2023-06-27.

New European wind atlas (2023). <https://map.neweuropeanwindatlas.eu/> [hämtat 2023-06-13].

Njodr Offshore Wind (2022) Samrådshandling VINDKRAFTSANLÄGGNINGEN BALTIC OFFSHORE EPSILON och tillhörande internkabelnät i Sveriges ekonomiska zon, Östersjön. Inför ansökan om tillstånd enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon och lagen om kontinentalsockeln. 2022-05-18.

Nord Stream (u.å.) The Pipeline. [The Pipeline - Nord Stream AG \(nord-stream.com\)](http://The Pipeline - Nord Stream AG (nord-stream.com)). Hämtad 2023-08-23.

Popper AN, Hawkins AD, Sand O, Sisneros JA (2019) Examining the hearing abilities of fishes *The Journal of the Acoustical Society of America* 146: 948-955

Region Gotland (2023) Visby ett levande världsarv - Region Gotland. Hämtad 2023-08-24.

Region Gotland (u.å) Översiktsplan 2040 Samrådsförslag. [Översiktsplan 2040 Samrådsförslag \(arcgis.com\)](http://Översiktsplan 2040 Samrådsförslag (arcgis.com)). Hämtad 2023-08-24.

Roberts, C. M., Bohnsack, J. A., Gell, F., Hawkins, J. P., & Goodridge, R. (2001). Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *science*, 294(5548), 1920-1923.

Russell, D.J.F., Brasseur, S.M.J.M., Thompson, D., Hastie, G.D., Janik, V.M., Aarts, G., McClintock, B.T., Matthiopoulos, J., Moss, S.E.W. & McConnell, B. (2014). Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology Volume 24 Issue 14*. s. 638-639. ISSN 0960-9822. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.033>.

SAMBAH. (2016). Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise (SAMBAH). Final report under the LIFE+ project LIFE08 NAT/S/000261. Kolmårdens Djurpark AB, SE-618 92 Kolmården, Sweden. 81pp.

Simply Blue Group (2023) <https://simplybluegroup.com/news/simply-blue-group-unveils-multi-gigawatt-gw-of-offshore-floating-wind-projects-in-sweden/>. Hämtad 2023-06-16.

Sjöfartsverket (2023) [Minor \(sjofartsverket.se\)](https://www.sjofartsverket.se). Hämtad 2023-06-27.

Slitevind (2022) <https://slitevind.se/plats/smojen/>. Hämtad 2023-08-23.

SMHI. (2022a). Vind i Sverige. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/vind-i-sverige-1.31309> [Hämtat: 2022-04-29]

SMHI. (2022b). Havsis, Havsisobeservationer. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis/1.1893> [Hämtat: 2022-04-29]

SMHI. (2022c). Havsvattenstånd, RH2000. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/ladda-ner-oceanografiska-observationer#param=sealevelrh2000,stations=core,stationid=2080> [Hämtat: 2022-06-22]

Noeijis-Leijonmalm, P., & Andrén, E. (2017). Why is the Baltic Sea so special to live in?. In *Biological oceanography of the Baltic Sea* (pp. 23-84). Springer, Dordrecht.

Stenberg, C., Støttrup, J. G., van Deurs, M., Berg, C. W., Dinesen, G. E., Mosegaard, H., Grome, T. M. & Leonhard, S. B. (2015). Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 528, 257-265.

SYKE. (2020). Vattnets rörelser. https://www.ostersjon.fi/sv-FI/Naturen_och_dess_forandring/Unika_Ostersjon/Vattnets_rorelser [Läst 2022-06-22]

Tallqvist, M., Sandberg-Kilpi, E. & Bonsdorff, E. (2019) Juvenile flounder, *Platichthys flesus* (L.), under hypoxia: effects on tolerance, ventilation rate and predation efficiency. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, pp. 75-93

The Windpower (2023) [Baltic Wind Park \(Latvia\) - Wind farms - Online access - The Wind Power](https://www.windpower.com/latvia). Hämtad 2023-06-16.

Trafikverket (2014) Rapport – Vindkraft och civil luftfart. En modell för prövning av vindkraftverk i närheten av flygplatser. Publikationsnummer: 2014:045.

Transportstyrelsen. (2023). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Sjotrafik-och-hamnar/Vindkraft-och-sjofart/> [Hämtat: 2023-06-27]

Viklund, K. (2018). Historien om Östersjötorsken. Östersjöcentrum, Stockholms Universitet. Rapport: 1/2018.

Vindbrukskollen (2022) [Vindbrukskollen \(lansstyrelsen.se\)](https://www.vindbrukskollen.se). Hämtad 2022-05-25

Westerberg, H., Lagenfelt, I., & Svedäng, H. (2007). Silver eel migration behaviour in the Baltic. *ICES Journal of Marine Science*, 64(7), 1457-1462.

Westerberg H, Lagenfelt I (2008) Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15:369-375.

White, C., Kendall, B. E., Gaines, S., Siegel, D. A., & Costello, C. (2008). Marine reserve effects on fishery profit. *Ecology Letters*, 11(4), 370-379.

Wilhelmsson, D.; Langhamer, O. (2014). The Influence of Fisheries Exclusion and Addition of Hard Substrata on Fish and Crustaceans. In *Humanity and the Sea: Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions*. 49-60. Springer.

Wright, S. R., Lynam, C. P., Righton, D. A., Metcalfe, J., Hunter, E., Riley, A., Garcia, L., Posen, P. & Hyder, K. (2020). Structure in a sea of sand: fish abundance in relation to man-made structures in the North Sea. – ICES Journal of Marine Science, 77: 1206–1218.

Öhman, M. C., Rajasuriya, A., & Ólafsson, E. (1997). Reef fish assemblages in north-western Sri Lanka: distribution patterns and influences of fishing practises. Environmental Biology of Fishes, 49(1), 45-61.

Öhman MC, Sigraý P, Westerberg H (2007) Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. Ambio 36: 630-633

Øresundskonsortiet. (2000). Environmental impact of the construction of the Øresund fixed link. Copenhagen 96 pp.

8.2 Karttojen tietopohjien viitteet

Metria

<https://metria.se/>

Lantmäteriet (Ruotsin maanmittauslaitos)

<https://www.lantmateriet.se/>

Naturvårdsverket (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto)

<https://www.naturvardsverket.se/>

Transportstyrelsen (Ruotsin liikennevirasto)

<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Riksintressen/Kartor-over-riksintressen/>

Länsstyrelsen (Ruotsin lääninhallitus)

<https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>

EMODnet

Tässä kuulemisasiakirjassa käytetyt tiedot on asetettu saataville Euroopan komission meri- ja kalastusasioiden pääosaston rahoittamassa EMODnet-geologiahankkeessa <http://www.emodnet-geology.eu>. Aineiston on kerännyt Geologian tutkimuskeskus, GTK (Suomi).

<https://emodnet.eu/en/bathymetry>

Helcom

<https://helcom.fi/>

Sjöfartsverket (Ruotsin merenkulkulaitos)

<https://www.sjofartsverket.se/sv/>

