

Pleione energy farm

Documentation for notification pursuant to
Article 3 of the Espoo Convention
Espoon yleissopimuksen 3 artiklan mukaisen ilmoituksen pohja.

December 2023



Hallinnolliset tehtävät

Toimija

Pleione Energipark AB

Box 2299

103 17 STOCKHOLM

Yritystunnus: 556675-7497

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: Energiapuisto Pleione

Hankkeen verkkosivut: <https://www.ox2.com/projects/pleioneran/>

Raportti: Energiapuisto Pleione – Espoon yleissopimuksen mukainen ilmoitus

Laatinut: 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

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

OX2 AB (julkisesti noteerattu), on yksi Euroopan johtavista suuren mittakaavan tuulivoima-alan toimijoista ja se suunnittelee nyt energiapuisto Pleionen perustamista. Energiapuisto sijaitsee Itämeren pääaltaalla, noin 37 kilometriä Gotlannista itään.

Pleionen energiapuiston puistoala on noin 194 km², ja se sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä noin 40 kilometriä Gotlannista itään. Pleionen energiapuisto koostuu noin 42–70 tuulivoimalasta sekä vetylaitoksista tietyillä alustoilla tai tuulivoimaloiden perusteilla. Hankkeeseen sisältyy siihen liittyviä laitteistoja, kuten muuntaja-/suuntaaja-asemia ja merikaapeleita.

Energiapuistoon 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 370 metriä.

Pleionen energiapuiston odotetaan tuottavan sähköä yhteensä noin 5 TWh vuodessa, mikä vastaa yhteensä jopa miljoonan kotitalouden sähkönkulutusta. Tuulivoimapuiston odotetaan olevan toiminnassa vuoteen 2030 mennessä.

Suunnitellusta Pleionen energiapuistosta Manner-Latviaan on matkaa noin 103 km, Liettuaan noin 166 km ja Viroon kuuluvaan Saarenmaahan noin 144 km. Etäisyys Venäjän erillisalueelle Kaliningradiin on noin 259 km, Suomeen noin 317 km, Puolaan noin 289 km ja Tanskaan kuuluvaan Bornholmiin noin 366 km. Etäisyys manner-Saksaan on noin 507 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 yleiskuvaus 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 talousvyöhykkeellä odotetaan olevan rajallinen, mikä merkitsee, että myös mahdollisten rajat ylittävien vaikutusten voidaan odottaa olevan rajallisia. Merenkulkuun liittyvä törmäysriski kasvaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä haittaavien tekijöiden ja vedyn tuotantoon liittyvän kasvaneen onnettomuusriskin vuoksi, minkä vuoksi laaditaan merenkulun riskianalyysi. Mahdollisista lintuihin liittyvistä vaikutuksista tehdään lisätutkimuksia vuonna 2023, minkä jälkeen vaikutukset lintuihin kuvataan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Sisältö

1. Taustaa	10
1.1 Esittelyssä OX2.....	10
1.2 Pleione.....	10
1.3 Tietoja fossiilivapaan energian tarpeesta	11
2. Ruotsin lainsäädännön mukainen luvitus.....	12
2.1 Energiapuiston rakentamis- ja käyttöluvat	12
2.2 Luvat sisäisten merenalaisten kaapeleiden ja putkistojen rakentamiseen.....	12
2.3 Natura 2000 -luvat.....	12
2.4 Seveso-lainsäädäntö.....	13
2.5 Yhteenveto	13
3. Toiminnan kuvaus.....	13
3.1 Sijainti	13
3.2 Energiapuiston rakenne ja laajuus.....	14
3.3 Toiminta hankkeen eri vaiheissa.....	28
3.4 Alustava aikataulu	33
4. Alueen kuvaus	33
4.1 Geologia ja syvyysolosuhteet.....	33
4.2 Hydrografia ja meteorologia	34
4.3 Luontoympäristö	35
4.4 Maisemakuva	44
4.5 Luonnonvarat.....	44
4.6 Ilmasto.....	47
4.7 Infrastruktuuri ja suunnitteluedellytykset.....	47
5. Riskit ja turvallisuus.....	52
5.1 Tuuli- ja energiapuistoihin liittyvät yleiset riskit ja turvallisuus.....	52
5.2 Kemikaalien laajamittaiseen käsittelyyn liittyvät riskit ja turvallisuus.....	52
6. Alustava ympäristövaikutus.....	54

6.1	Geologia ja pohjan olosuhteet	54
6.2	Hydrografia	54
6.3	Luontoympäristö	55
6.4	Maisemakuva	61
6.5	Kalastus	62
6.6	Ilmasto.....	62
6.7	Infrastruktuuri ja suunnitteluedellytykset.....	62
6.8	Resurssien hallinta.....	63
6.9	Kumulatiiviset vaikutukset	63

7. Mahdolliset rajat ylittävät vaikutukset..... 64

7.1	Linnut.....	64
7.2	Merinisäkkäät.....	64
7.3	Biodiversiteetti	64
7.4	Maisemakuva	65
7.5	Kalastus	65
7.6	Merenkulku	65
7.7	Kumulatiiviset vaikutukset	65

8. Viitteet..... 66

8.1	Tekstiviitteet.....	66
8.2	Karttojen tietopohjien viitteet.....	70

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 energiapuiston yhdyskaapelit ja putkistot yhteen tai useampaan maaliitäntäpisteeseen.
Liitäntäkaapelit	Sähkökaapelit, jotka siirtävät energiapuistossa ja tuulivoimapuistossa tuotetun sähkön yhteen tai useampaan liitäntäpisteeseen maalla.
Liitäntäputkistot	Putkistot, jotka siirtävät energiapuistosta tuotetun vedyn yhteen tai useampaan maalla sijaitsevaan liitäntäpisteeseen.
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).
Energiapuisto	Tuuliturbiinit, vedyn tuotannon laitososat, sisäiset kaapeliverkot, sisäiset putkiverkot, muuntaja- ja suuntaaja-asetat, mittausmastot ja niihin liittyvät osat, jotka sijaitsevat Pleionen puistoalueella.
Halokliini eli suolaisuuden harppauskerros	Raja suolapitoisuudeltaan erilaisten vesimassojen välillä. Pinta- ja pohjaveden suolapitoisuuden ero johtaa kerrostuneisuuteen, joka vaikeuttaa eri kerrosten sekoittumista.
Sisäinen kaapeliverkosto	Energiapuiston sisäisten sähkökaapeleiden verkosto.
Sisäinen putkiverkosto	Sisäisten putkistojen verkosto vedyn kuljettamiseksi energiapuistossa.
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 energiapuisto on suunniteltu ja jota rajaavat seuraavat koordinaatit Kuva 1.
Seveso-lainsäädäntö	Seveso-lainsäädäntö sisältää Ruotsin lain (1999:381), asetuksen (2015:236) ja asetuksen (MSBFS 2015:8) toimenpiteistä vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi sekä ympäristölain (1998:808) ja lain onnettomuuksien torjunnasta (2003:778)
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.

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.

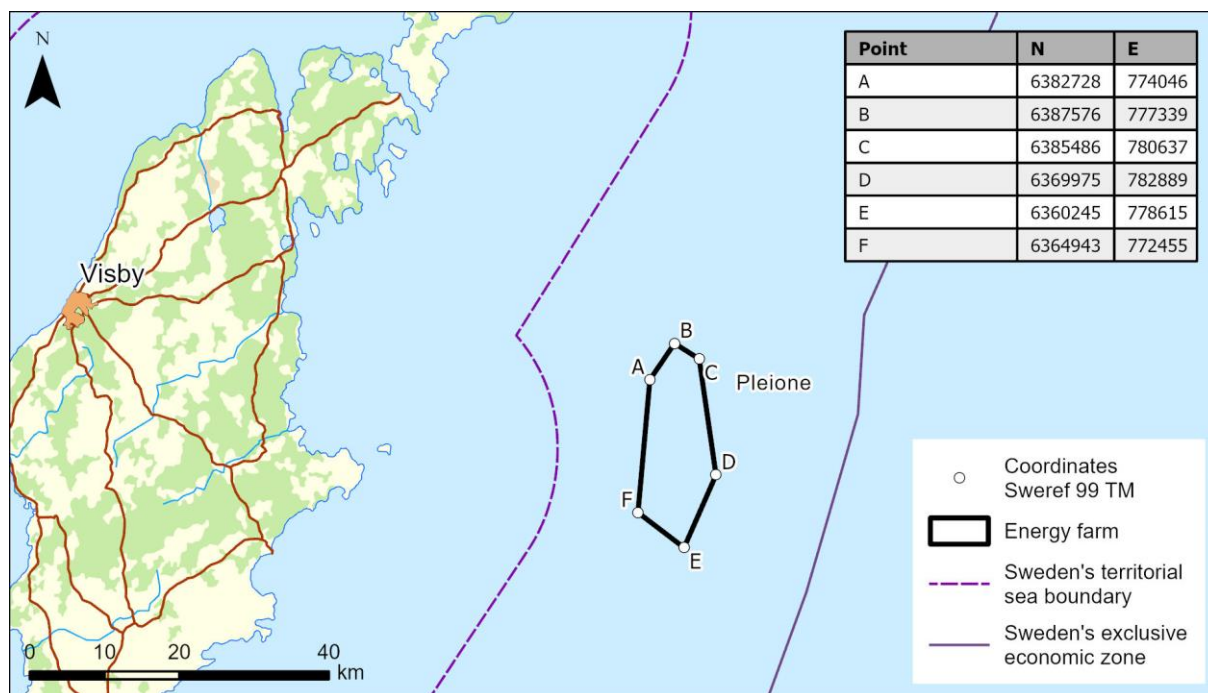
OX2:n liiketoiminnan tavoitteena on nopeuttaa siirtymistä fossiilittomaan energiajärjestelmään, jolla on nettopositiivinen vaikutus luontopääomaan viimeistään vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteena onkin, että OX2:n kehittämät ja rakentamat tuulivoima-, aurinko- ja energiapuistot tuottavat mahdollisimman 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 ilmastomuutokseen että luonnon monimuotoisuuteen.

1.2 Pleione

OX2:n (julkisesti noteerattu) tytäryhtiö Pleione Enerigpark AB suunnittelee nyt Pleionen energiapuiston perustamista. Puisto sijaitsee Itämeren pääaltaalla, 37 kilometriä Gotlannista itään, Ruotsin talousvyöhykkeellä. Sijainti ilmoitetaan SWEREF99TM-koordinaattijärjestelmän mukaisesti, ja se näkyy kohdassa Kuva 1.

Energiapuisto Pleionen puistoala on noin 194 km². Toteutuessaan energiapuisto koostuu yhteensä 42–70 tuulivoimalasta, joiden kokonaiskorkeus on enintään 370 metriä ja joissa roottorin halkaisija on 240–340 metriä. Tuulivoimapuiston asennetun kapasiteetin arvioidaan olevan noin 1,0 GW, ja sen odotetaan pystyvän tuottamaan noin 5 TWh uusiutuvaa energiaa vuodessa.

Suunniteltu energiantuotanto mahdollistaisi vedyn tuotantomääräksi noin 120 000 tonnia vuodessa ja hapen tuotantomääräksi noin 965 000 tonnia vuodessa.



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

1.3 Tietoja fossiilivapaan energian tarpeesta

Suunniteltu energiapuisto on osa laajaa energiamurrosta sekä Ruotsissa että muualla Euroopassa siirryttäessä fossiilista 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. Merituulivoimaa voidaan käyttää myös tuottamaan vetyä, jota voidaan käyttää teollisuudessa, ajoneuvoissa ja liikenteessä, sähköverkon tarvitseman energian varastointiin ja myös energiavarastona jatkojalostuksessa muiksi synteettisiksi polttoaineiksi nk. sähköpolttoaineiksi.

1.3.2 Vety

Vetyä voidaan tuottaa monin eri tavoin. Nykyään suurin osa vedystä tuotetaan kasviuonekaasupäästöjä aiheuttavilla menetelmillä (Euroopan komissio, 2020; Lara, et al., 2021). Uusiutuvalla energialla toteutetulla elektrolyysillä tuotettu vety

puolestaan on täysin fossiilivapaata. Fossiiliton vety on ratkaisevan tärkeää teollisuuden, merenkulun ja maatalouden ilmastosiirtymälle, kun käyttökohdetta ei voida sähköistää.

Vedyllä on etunaan myös se, että se voi toimia energian varastona. Tuulivoima, aurinkovoima ja aaltovoima ovat luonteeltaan olosuhteista riippuvaisia, joten tuotanto vaihtelee ajan myötä. Suotuisissa olosuhteissa sähköä voi olla liikaa, kun taas epäedullisemmissä olosuhteissa sähköä ei välttämättä tuoteta riittävästi kysyntään nähden. Jotta sähkön ylijäämä ei menisi hukkaan, vaihtoehtona on välivarastointi, esimerkiksi muuntamalla sähköenergia vedyksi. Kaasumaisilla energiavarastoilla, kuten vedyllä, voi olla tärkeä rooli uusiutuvilla energialähteillä toimivan sähköjärjestelmän tasapainottamisessa energiaa varastoimalla (Lara, et al., 2021).

Energian muuntamisen teknisten ratkaisujen kehittäminen on edennyt nopeasti Ruotsissa ja muualla maailmassa. Euroopan komissio on asettanut tavoitteeksi asentaa EU:hun uusiutuvan vedyn tuotannon elektrolyytilaitteita, joiden teho on vähintään 6 gigawattia vuoteen 2024 mennessä ja 40 gigawattia vuoteen 2030 mennessä. Vety onkin tärkeä osa tulevaisuuden energiajärjestelmää.

2. Ruotsin lainsäädännön mukainen luvitus

Pleionen energiapuisto vaatii useita lupia, jotka on kuvattu tarkemmin alla olevissa kappaleissa.

2.1 Energiapuiston rakentamis- ja käyttöluvat

Pleionen energiapuisto sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä, jossa sovelletaan Ruotsin talousvyöhykelakia (SEZ) (1992:1140). Energiapuisto tarvitsee näin ollen Ruotsin talousvyöhykelain (SEZ) 5 §:n mukaisen luvan tuulivoimaloiden ja niihin liittyvien laitteistojen rakentamiseen ja käyttämiseen, mukaan lukien vedyn ja hapen tuotanto- ja varastointilaitokset. Ruotsin hallitus tutkii SEZ-lain mukaisen hakemuksen.

2.2 Luvat sisäisten merenalaisten kaapeleiden ja putkistojen rakentamiseen

Pleionen energiapuiston sisäisten kaapeliverkkojen ja sisäisten vetyputkistojen rakentaminen edellyttää Ruotsin mannerjalustalain (1966:314) (KSL) 3 §:n mukaista lupaa, jonka saamisen edellytykset Ruotsin hallitus tarkastaa.

2.3 Natura 2000 -luvat

Toiminta tai toimenpiteet, joilla voi olla merkittäviä ympäristövaikutuksia Natura 2000 -alueella, edellyttävät Ruotsin ympäristökaaren 28 a § 7 luvun mukaista niin sanottua Natura 2000 -lupaa. Pleionen ja nykyisten Natura 2000 -alueiden välisen etäisyyden vuoksi suunnitellulla energiapuistolla ei katsota olevan merkittävää vaikutusta jo olemassa oleviin Natura 2000 -alueisiin. Pleione Energipark AB katsoo näin ollen, että olemassa oleville Natura 2000 -alueille ei tarvitse hakea Natura 2000 -lupaa.

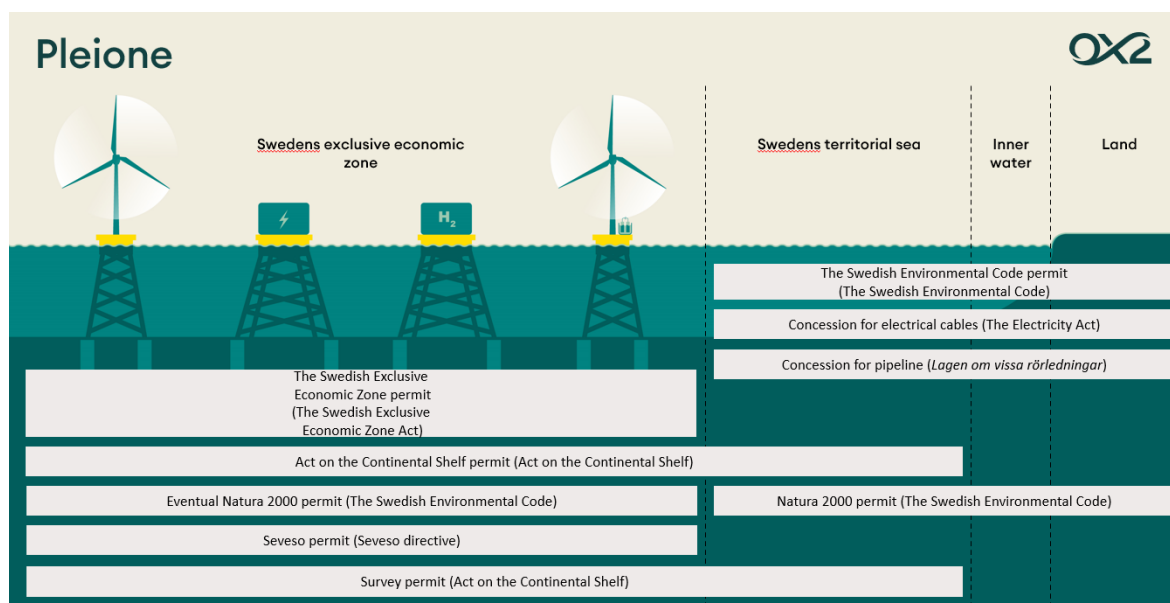
Ruotsin hallitukselle on lähetetty pyyntö uuden Natura 2000 -alueen perustamisesta Gotlannin itärannikolle. Jos alue perustetaan, yritys hakee Natura 2000 -lupaa.

2.4 Seveso-lainsäädäntö

Energiapuiston vedyntuotanto merkitsee, että toimenpiteistä vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi annetun lain (1999:381) (Seveso-laki) mukaiset kysymykset ovat merkityksellisiä. SEZ-laki viittaa ympäristölain säännöksiin, jotka koskevat Seveso-lainsäädännön mukaista kuulemista. Tämä kuuleminen kattaa näin ollen myös Seveso-lainsäädännön mukaiset vaatimukset toiminnasta aiheutuvien vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi. Pleione Energipark AB aikoo sisällyttää Seveso-arvioinnin tulevaan SEZ-hakemukseen ja siihen liittyvän ympäristövaikutusten arvioinnin.

2.5 Yhteenveto

Alla oleva Kuva 2 on havainnekuva Energy Farm Pleionen edellyttämistä luvista.

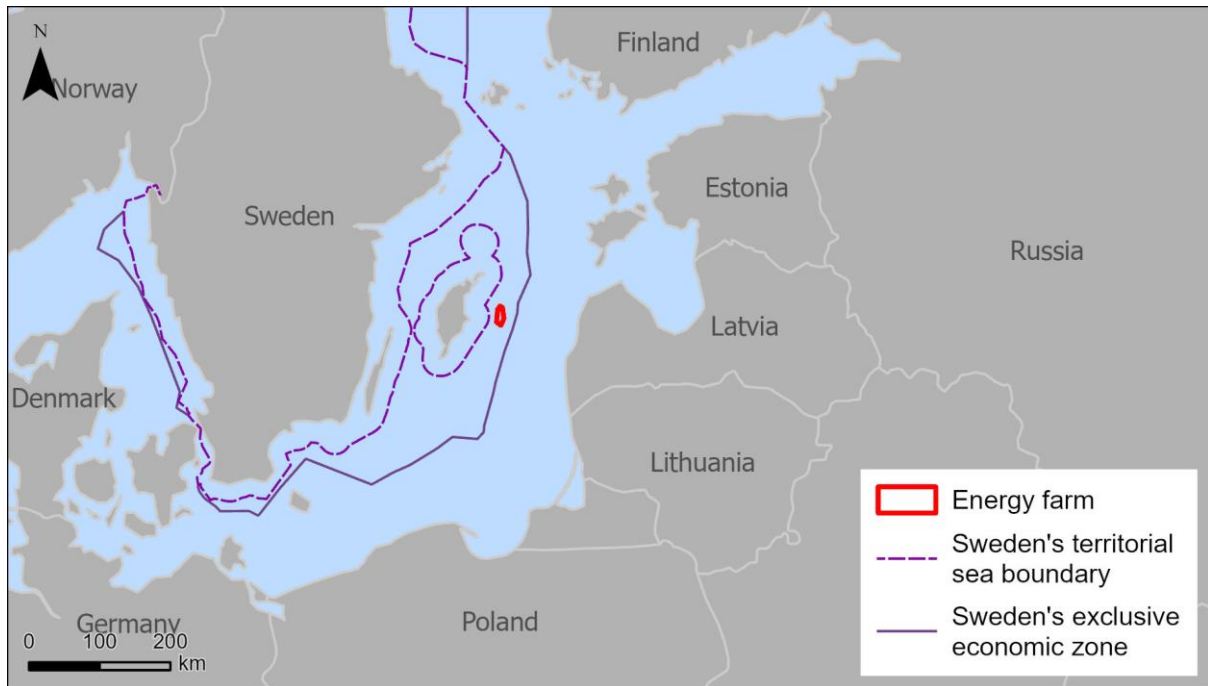


Kuva 2. Havainnekuva energiapuisto Pleionen tarvitsemista luvista. Kuvittaja: Nina Fylkegård

3. Toiminnan kuvaus

3.1 Sijainti

Pleionen energiapuisto sijaitsee itäisellä Gotlanninmerellä Itämeren pääaltaalla, Kuva 3. Alue on avomerta eikä sillä ole saaria. Pleione sijaitsee noin 37 kilometriä Gotlannista itään, Ruotsin talousvyöhykkeellä ja on kooltaan noin 194 km². Puiston alueella veden syvyys vaihtelee 30 ja 140 metrin välillä.



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

Suunnitellusta Pleionen energiapuistosta Manner-Latviaan on matkaa noin 103 km, Liettuaan noin 166 km ja Viroon kuuluvaan Saarenmaahan noin 144 km. Etäisyys Venäjän erillisalueelle Kaliningradiin on noin 259 km, Suomeen noin 317 km, Puolaan noin 289 km ja Tanskaan kuuluvaan Bornholmiin noin 366 km. Etäisyys Saksaan on noin 507 km.

Pleionen energiapuistossa katsotaan olevan suotuisat olosuhteet tuulivoimalle, sillä keskimääräinen tuulennopeus on noin 9,25 m/s (150 metrin korkeudella merenpinnasta) (New European Wind Atlas, 2023).

3.2 Energiapuiston rakenne ja laajuus

Alla olevassa taulukossa Taulukko 1 on yhteenveto Pleionen rakenteesta ja laajuudesta.

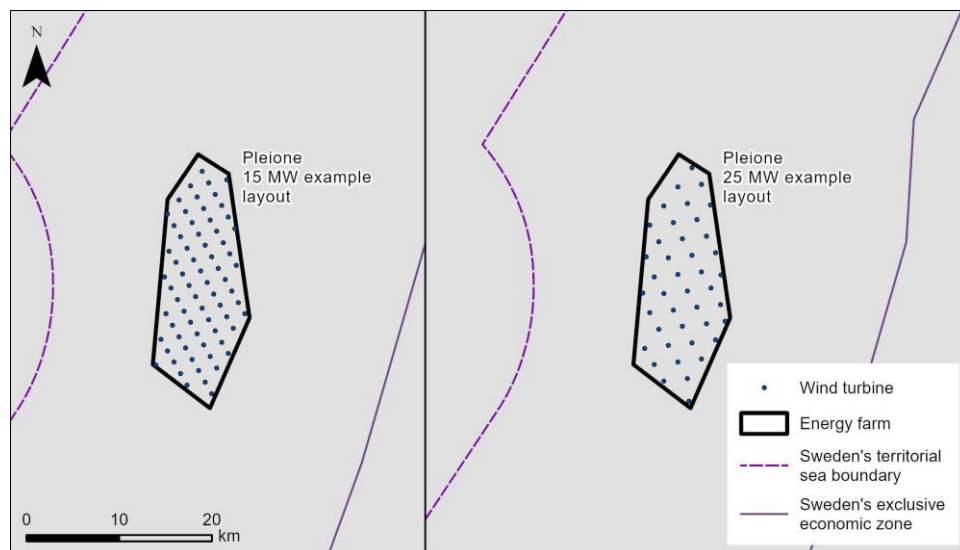
Taulukko 1. Yhteenveto Pleionen rakenteesta ja laajuudesta.

Nimi	Pleione
Koko	194 km ²
Tuulivoimaloiden lukumäärä	42–70
Vedyn tuotanto	Kyllä
Perustuksen tyyppi	Pohjaan kiinnitetyt ja kelluvat

Pleionen energiapuisto koostuu kahdesta pääosasta: tuulivoiman tuotannosta ja vedyn tuotannosta. Tuulivoimapuistoon tulee tuulivoimaloiden koosta riippuen noin 42–70 tuulivoimalaa, ja sen asennettu teho on 1 040–1 050 MW. Jopa 100 prosenttia tuulivoimaloiden kokonaiskapasiteetista voitaisiin käyttää vedyn tuotantoon. Puiston sähkön- ja vetytuotannon välinen jakauma määräytyy yksityiskohtaisen suunnitteluvaiheen aikana.

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 25 MW. Sijoittelusuunnitelmat osoittavat, miten puisto voitaisiin toteuttaa. On huomattava, että nämä ovat vain sijoittelumalleja ja että lopullinen toteutus voi olla erilainen.



Kuva 4. Esimerkki Pleionen puistoalueen mahdollisesta puistosuunnitelmasta, jossa vasemmalla on 15 MW:n tuulivoimalat ja oikealla 25 MW:n tuulivoimalat. Peruskartta: © Sjöfartsverket (Ruotsin merenkululaitos)

Pleionen energiapuistoon voidaan rakentaa myös laitoksia esimerkiksi energian varastointia ja/tai muuntamista varten. Suunniteltu vedyn tuotanto tapahtuu elektrolyysin kautta. Puistoalueen elektrolyysilaitteistojen lopullinen määrä riippuu muun muassa teknologian valinnasta, vedyntuotannon määrästä ja tekniikan kehittämisestä. Kuvassa Kuva 5 on konseptiluonnos eri osista, joista energiapuisto koostuu.

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

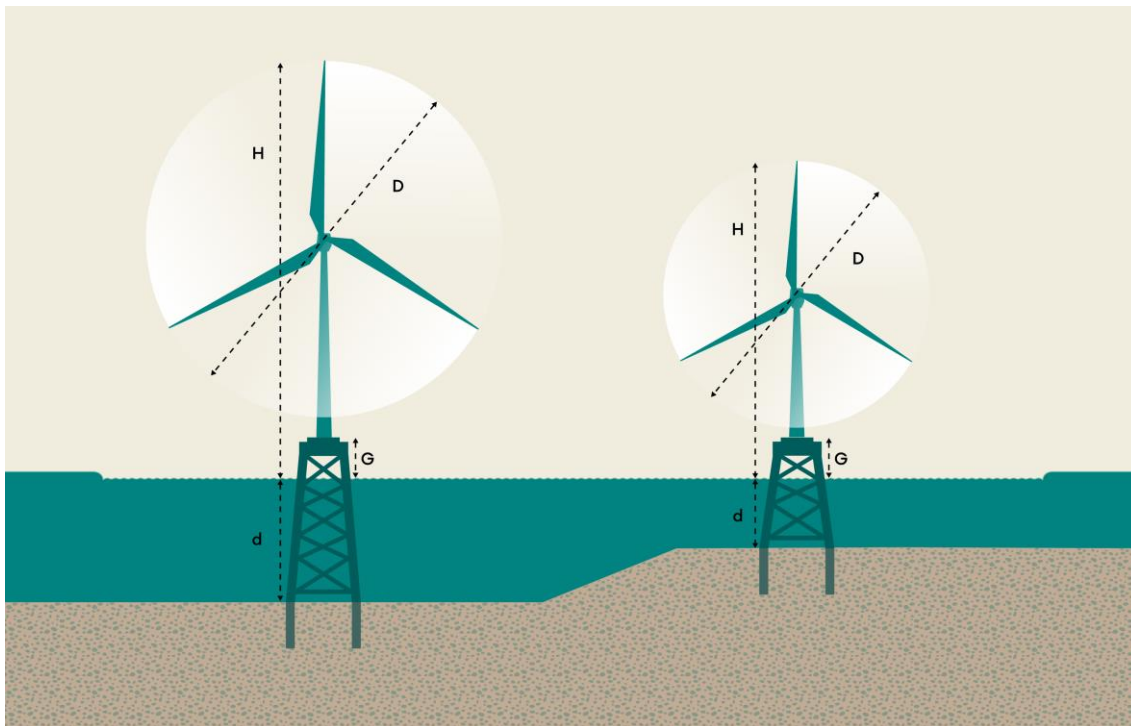


Kuva 5. Konseptiluonnos eri osista, joista energipuisto (keskitetty sijoittelupiirros) yleensä koostuu. Kuvittaja: Tobias Green.

3.2.1 Tuulivoimala

Tuulivoimala koostuu tornista, konehuoneesta ja roottorin lavasta, ja se asennetaan merenpohjaan ankkuroidulle perustukselle. Torni sisältää myös sähkökomponentteja. Konehuoneen pääkomponentit ovat vaihteisto, generaattori ja kääntömoottorit. Muuntaja sijaitsee joko konehuoneessa tai tornissa. Kunkin tuulivoimalan tuottama sähkö siirretään sisäisen kaapeliverkon kautta muuntaja-/suuntaaja-asetalle. Puisto voi koostua useista muuntaja-/suuntaaja-asetista suunnittelusta ja kapasiteetista riippuen.

Energipuiston tuulivoimalat toteutetaan todennäköisesti perinteisellä mallilla, jossa on kolme roottorilapaa vaaka-akselilla, katso Kuva 6. Roottorin halkaisijan odotetaan olevan 240–340 metriä, ja tuulivoimaloiden suurimman kokonaiskorkeuden odotetaan olevan 370 metriä merenpinnan yläpuolella. Lavan kärjen ja vedenpinnan välinen vapaa tila on noin 30 metriä.



Kuva 6. 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

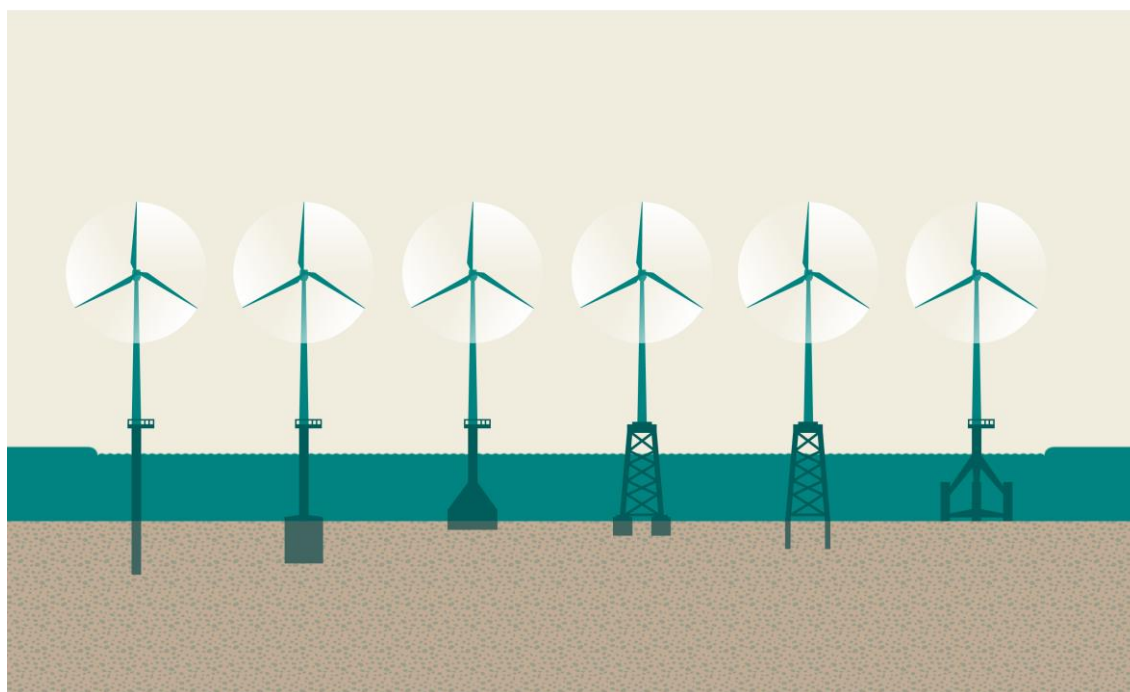
Energiapuistoon tarvitaan perustukset lauttojen ja tuulivoimaloiden kiinnittämiseksi merenpohjaan. Perustustavan valinta riippuu useista eri tekijöistä: ensisijaisesti veden syvyydestä, geologisista olosuhteista, tuuli- ja aalto-olosuhteista sekä ympäristönäkökohdista ja kustannuksista. Koska sekä veden syvyys että geologiset olosuhteet vaihtelevat puistoalueen sisällä, erityyppiset kiinteät tai kelluvat perustukset voivat tulla kyseeseen eri yhdistelmissä. Vedyntuotantolautojen ja muuntaja-/suuntaaja-asemien perustustyypit ja asennusmenettelyt voivat olla samanlaisia kuin tuulivoimaloiden perustuksissa, mutta mitoitus tehdään lautan tarpeiden mukaan. Alla on lyhyt kuvaus erityyppisistä kiinteistä ja kelluvista perustuksista, joiden odotetaan tulevan käyttöön.

Alueen geologisten olosuhteiden ja nykyisin käytettävissä olevan tekniikan perusteella sekä pohjaperustukset että kelluvat perustukset tulevat kyseeseen Pleionen energiapuistossa. Teknologian nopea kehitys merkitsee, että myös muunlaisia perustuksia voidaan käyttää.

Pohjakiinnitteiset perustukset

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 pohjakiinnitteisiä perustuksia käytetään myös keinotekoisina riuttoina. OX2 on suunnitellut yhteistyössä Blue Centre Gotlandin kanssa pilottitestejä Pleioneen, jossa puistoalueelle lasketaan betonista valmistettuja tekoriuttoja. Näin nähdään, houkutteleeko 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 7. Perustukset ankkuroidaan merenpohjaan yleensä paaluttamalla. Esimerkiksi merenpohjaan ankkuroiduissa perustuksissa voidaan käyttää myös suction bucket -rakenteita (imukauhoja).



Kuva 7. Perustustavat vasemmalta edeten: yksipaaluiset , yksipaaluiset imukauhoilla, painovoimaperustukset, ristikot imukauhoilla, ristikot tappipaaluilla ja tripodiperustukset tappipaaluilla. Kuvitukset: Fredrik Folkesson.

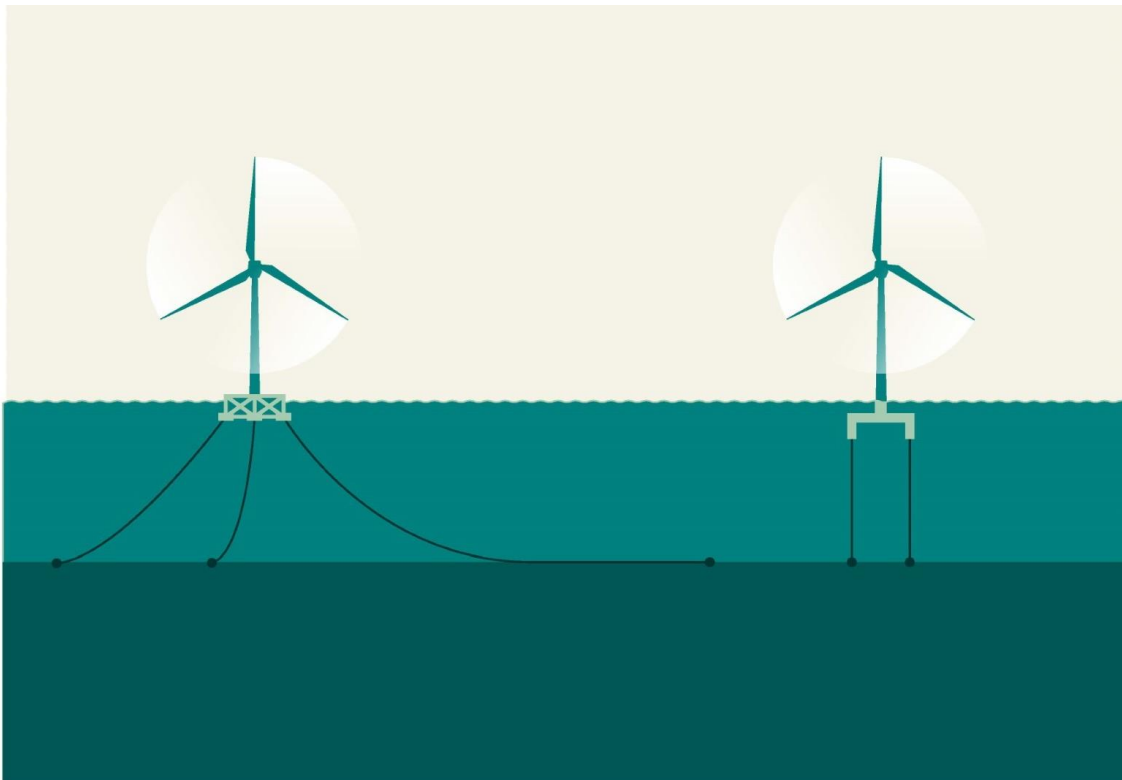
Kelluva perustus

Yksi kehitteillä oleva tekniikka, jonka odotetaan kehittyvän nopeasti tulevina vuosina, on kelluvat perustukset. Tämä tekniikka mahdollistaa asennukset syvempiin vesiin.

Kelluvia perustuksia on erilaisia, jotka voidaan jakaa neljään luokkaan. Spar, proomu ja puolikelluva ovat kolme eri vaihtoehtoa, joissa on suuret perustukset, jotka ankkuroidaan merenpohjaan pitkillä ketjuilla tai pitoköysillä, jotka on kiinnitetty jonkinlaiseen ankkuriin. Neljännessä versiossa eli tension leg -lautassa on pienempi lautta, joka on ankkuroitu merenpohjaan pystysuorin köysin. Tämä tekniikka vaatii erittäin vahvat ankkurointiköydet ja kiinteän kiinnitystavan pohjaan. Katso kelluvat perustukset: Kuva 8.

Pleionen energiapuiston syvempiin osiin puolikelluvia perustuksia pidetään tällä hetkellä sopivimpina kelluvista perustusratkaisuista, mutta myöskään spar- ja tension leg -vaihtoehtoja ei voida sulkea pois.

Kaikki kelluvat perustukset on ankkuroitava merenpohjaan pitkillä pitoköysillä/ketjuilla. Kaikissa kelluvissa perustuksissa on kolmesta kuuteen ankkuriköyttä. Ankkuriköydessä on "in-line-kiristin", jotta ankkuriköyden kireyttä voidaan säätää. Ankkurointiratkaisut, joissa ankkuri on haudattava hieman pohjaan kiinnityksen saavuttamiseksi, asettavat suurempia vaatimuksia pohjan olosuhteille. Painovoima-ankkurointi on tekniikka, joka riippuu vähiten pohjan olosuhteista, mutta tämän toteutustavan haittana on, että sen toteutus on materiaali-intensiivinen. Tarvittaessa kiinnityspisteiden ympärille asennetaan eroosiosuojaus.



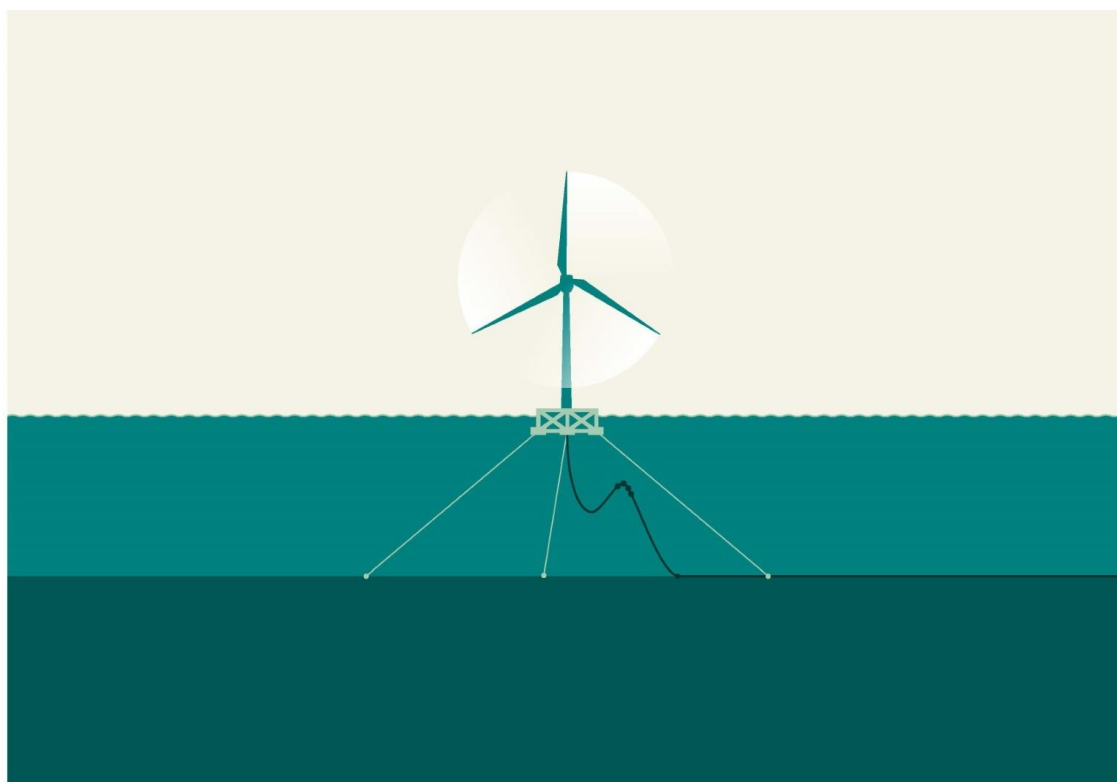
Kuva 8. Kuvan vasemmalla puolella on puolikelluva perustus, jossa on pitkät merenpohjaan ulottuvat ankkuriköydet. Kuvan oikealla puolella on tension leg -lauttaversio, joka on ankkuroitu pohjaan pystysuorilla ankkuriköysillä. Kuvittaja: Tobias Green.

3.2.3 Sisäinen kaapeliverkosto

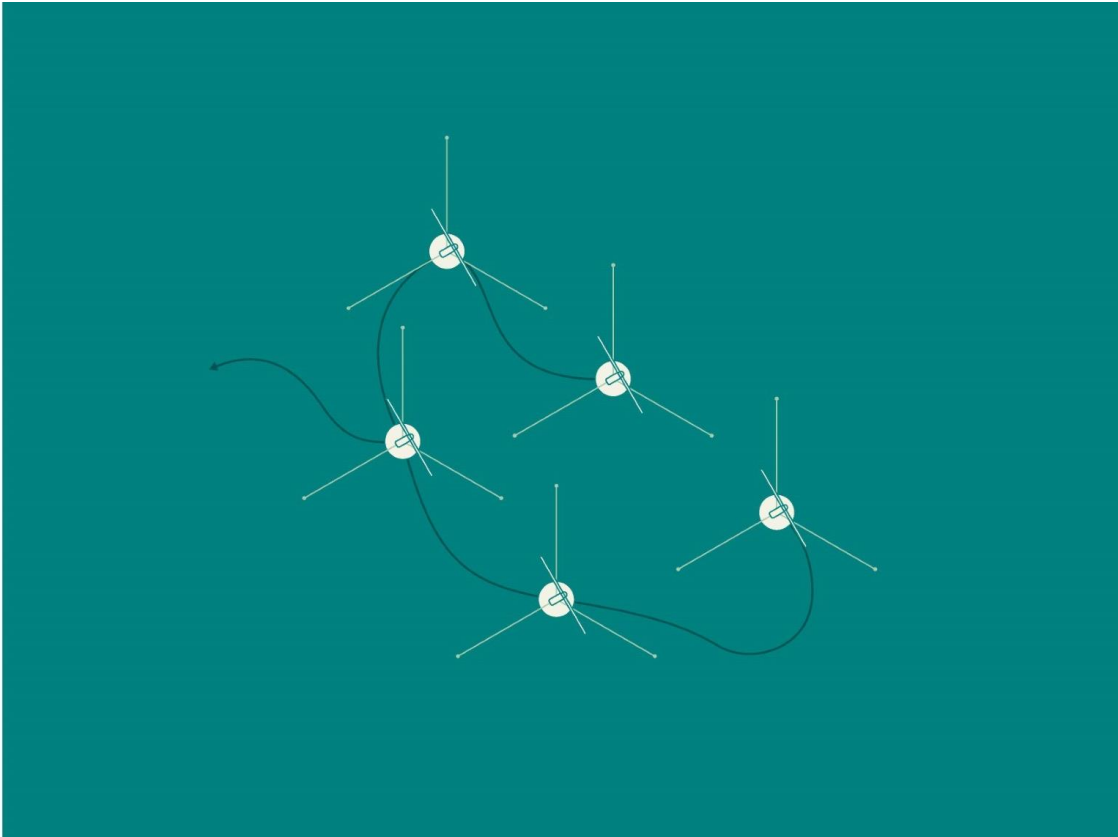
Sisäinen kaapeliverkosto yhdistää tuulivoimalat muuntaja-/suuntaaja-asemien kanssa (offshore substations, "OSS") yhdistämällä yksittäiset tuulivoimalat ryhmiksi (radiaalit), jotka sitten liitetään vastaavaan muuntaja-/suuntaaja-asemaan.

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 energiapuistoon voidaan toteuttaa myös lisäkaapeleita järjestelmän vikasietoisuuden kehittämiseksi ja sähkönsyötöksi mahdollisille lautoille.

Jos käytetään kelluvia perustuksia, sisäinen johdinverkosto koostuu kahden tyyppisistä kaapeleista, dynaamisista ja staattisista kaapeleista. Dynaaminen kaapeli on kaapelin löysänä roikkuva osa kelluvan perustuksen ja merenpohjan välillä. Kelluvien perustusten liikkeen vuoksi liitäntäkaapelit on suunniteltava kestäväksi tämä. Kaapelilla on yleensä "lazy wave"-toteutustapa, jonka ansiosta se voi muuttaa muotoaan ja liikkua sopusoinnussa perustuksen kanssa, katso Kuva 9. Alhaalla merenpohjassa dynaaminen kaapeli kytkeytyy yleensä staattiseen kaapeliin, joka voidaan haudata merenpohjaan suojaustarkoituksessa, katso Kuva 10. Tämä puolestaan kytkeytyy pohjakiinnitteiseen muuntaja-asemaan.



Kuva 9. Kelluva perustus, joka on kytkeyty dynaamiseen kaapeliin, joka kestä perustuksen liikkeen. Kuvittaja: Tobias Green.



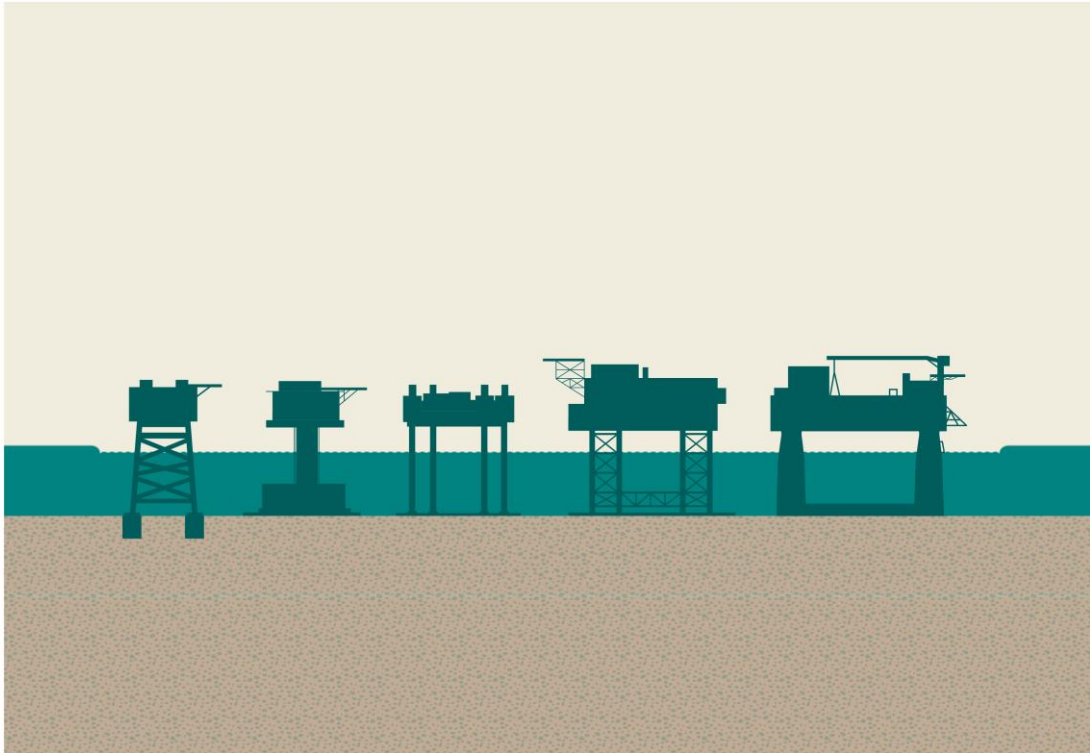
Kuva 10. Ylhäältä otettu kuva, jossa näkyy, miten tuulivoimalat ja niihin liittyvät ankkuriköydet voidaan kytkeä sisäisen johdinverkon kautta. Kuvittaja: Tobias Green

3.2.4 Lautat

Puistoalueelle asennetaan yksi tai useampi muuntaja-/suuntaaja-asema, johon tuulivoimaloiden tuottama sähkö johdetaan sisäistä kaapeliverkostoa pitkin. Muuntaja-/suuntaaja-asemalta lähtevät liitäntäkaapelit vievät sähkön maalla oleviin liitäntäpisteisiin. Muuntaja-/suuntaaja-asetat sisältävät sähkölaitteita, mukaan lukien muuntajiat, jotka muuntavat sisäisen kaapeliverkon 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 laskeutumista paikka. Lautta on esivalmistettu ja asennetaan moduuleina yhdelle tai useammalle perustukselle. Myös itseasentuvat ja itseasentuvat lautat voivat tulla kyseeseen puistoalueella.

Jos vedyn tuotanto Pleionen energiapuistossa toteutetaan hajautetun konseptin mukaisesti, katso kappale 3.2.6, tarvitaan keruuasema/kompressoriasema sisäisen putkiverkon liittämiseksi ja mahdollisesti kaasun paineen nostamiseksi. Keruu-/kompressoriasema tarvitsee oman lautan. Jos vedyn tuotanto Pleionen energiapuistossa tapahtuu keskitetyn konseptin mukaisesti, katso kappale 3.2.6, tarvitaan sen sijaan erityisiä lauttoja vedyn tuotannolle. Näille lautoille asennetaan suurempi elektrolyysijärjestelmä. Kuvassa Kuva 11 on joitain esimerkkejä siitä, miten lautta ja perustukset voidaan toteuttaa.



Kuva 11. Esimerkkejä merelle toteutetuista muuntaja-/suuntaaja-asemista/vetyasemista ja niihin liittyvistä perustuksista. Vasemmalta edeten: ristikkoperustukset, painovoimaperustukset, tukijalkaperustukset, ristikkoperustukset ("float-over"-asennustavalla), itseasentuvat painovoimaperustukset.

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

3.2.5 Meteorologisten parametrien mittaukset

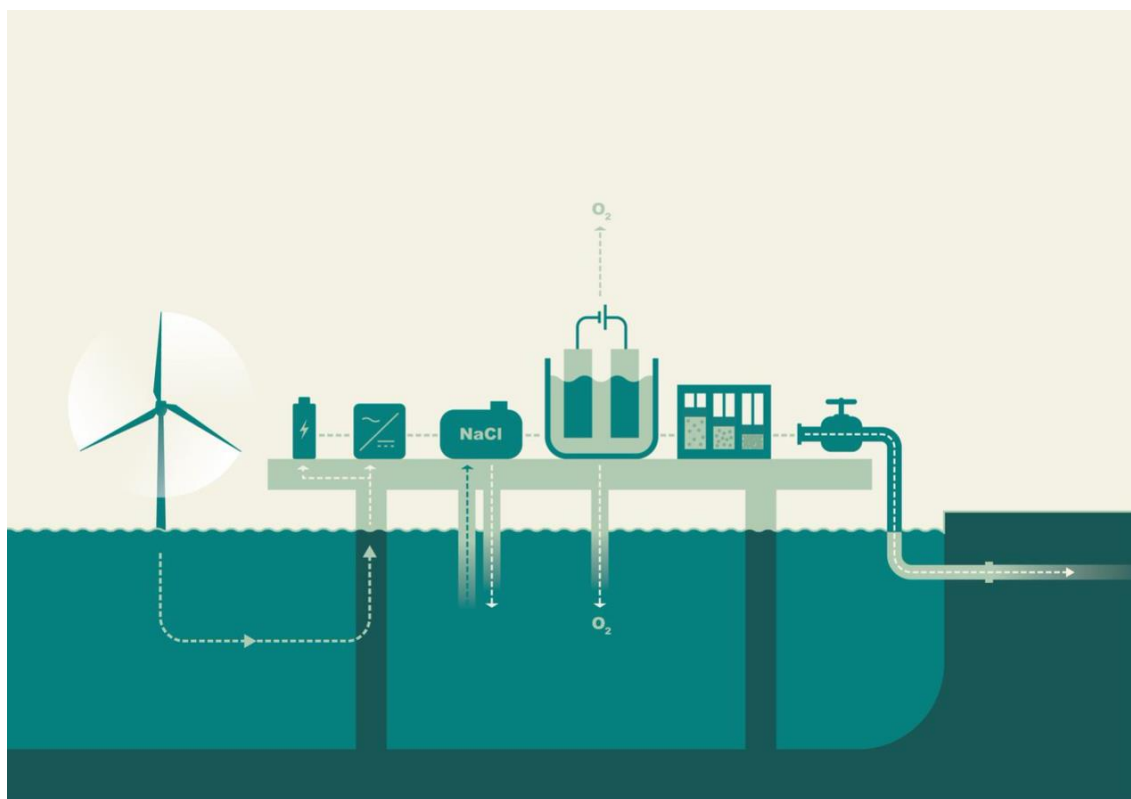
Voidaan asentaa yksi tai useampi mittausmasto täydentämään alueelta saatavilla olevia tuulitietoja ja muodostamaan perusta tarkalle suunnittelulle sekä turbiinien ja niiden sijoittelun valinnalle. Mittausmaston korkeus on yleensä suunnilleen sama kuin tuulivoimaloiden napakorkeus. Masto asennetaan samalla 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 energiapuiston 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-teknikka käyttää lasersäteitä tuulen nopeuden mittaamiseen merenpinnalla, joten se ei vaadi mastoa. Laitteisto voidaan sijoittaa joko pohjaan ankkuroidulle alustalle tai kelluvalle lautalle. Tällä hetkellä tätä mittaustekniikkaa ei ole sertifioitu käytettäväksi kuormituslaskelmien perustana, mutta tulevaisuudessa tämän odotetaan olevan mahdollista.

3.2.6 Vedyntuotanto

Pleionen energiapuistoonsuunnitellaan vedyntuotantoa. Vedyn tuotantoon tarkoitettu energianmuuntolaitos voi muuntaa tuuliturbiinien sähköenergian vedyksi, katso konseptiluonnos: Kuva 12. Tuulivoimaloiden tuottamalla sähköllä käytetään elektrolysaattoreita, jotka hajottavat veden (H_2O) vedyksi (H_2) ja hapeksi (O). Menetelmässä käytetään suolatonta merivettä, joka vaatii suolanpoistojärjestelmän suolan poistamiseen ($NaCl$). Tuotetun vedyn odotetaan tulevan teollisuuden tai liikenteen käyttöön ja toimivan energiavarastona.



Kuva 12. Havainnekuva vedyntuotannosta. Kuvittaja: Nina Fylkegård.

Tällä hetkellä vedyn tuottamiseksi sähköllä on useita erilaisia tekniikoita. Tekniikat, joita pidetään Pleionen energiapuiston kannalta tärkeimpinä, esitetään tiivistetysti taulukossa Taulukko 2.

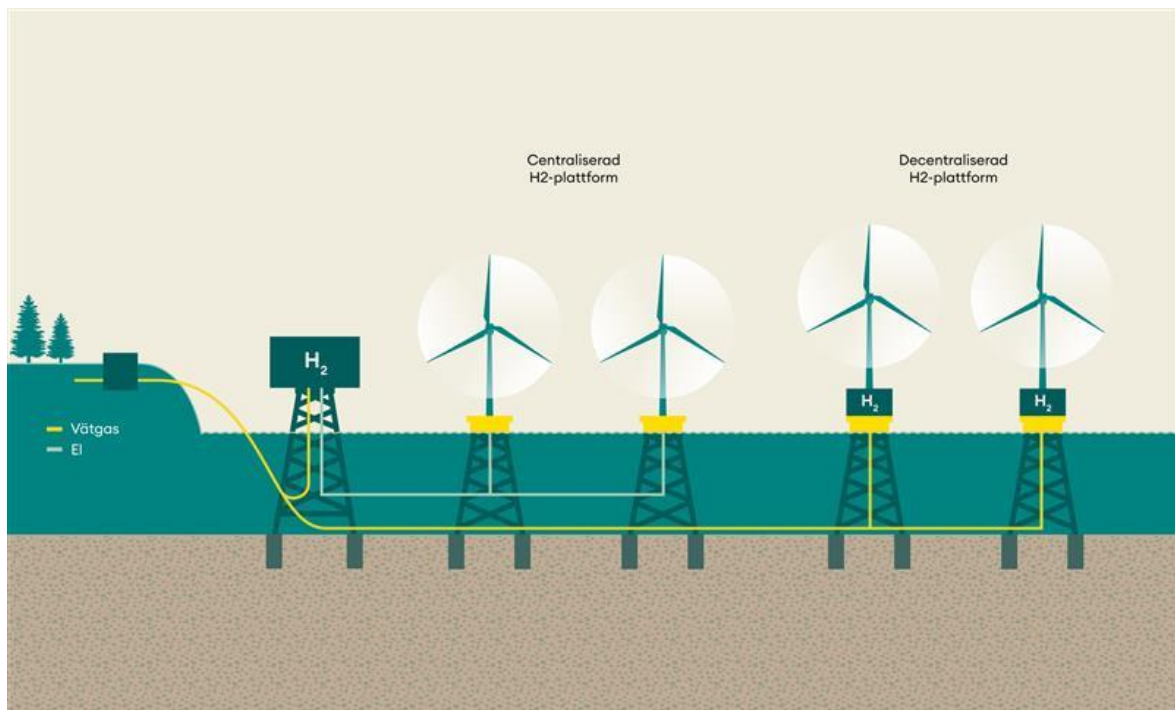
Taulukko 2. Tekniikat vedyn tuottamiseen sähköllä.

Tekniikka	Etuna	Haitta
PEM (Polymer Electrolyte Membrane, polymeerielektrolyttikalvo)	Tuotantoa/kuormaa voidaan muuttaa muutamassa sekunnissa. Elektrolysaattoreiden korkea paine. Laaja toiminta-alue. Soveltuu tuulivoimaloiden vaihtelevaan tuotantoon.	Ei yhtä testattua menetelmää kuin emäksiin perustuva elektrolyysi.
Emäksiin perustuva elektrolyysi	Koeteltu ja vakiintunut tekniikka.	Käytetään lipeää. Matala paine.
SOEC (Solid oxide electrolyser cell, kiinteän oksidin elektrolyysikemeno)	Tällä hetkellä tekniikasta ei ole saatavilla riittävästi tietoa.	Tällä hetkellä tekniikasta ei ole saatavilla riittävästi tietoa.
AEM (Anion exchange membrane, anionin vaihtokalvo)	Tällä hetkellä tekniikasta ei ole saatavilla riittävästi tietoa.	Tällä hetkellä tekniikasta ei ole saatavilla riittävästi tietoa.

Vedyntuotanto PEM-elektrolysaattoreilla on tässä kuulemisvaiheessa arvioitu sopivimmaksi tekniikaksi jatkotutkimuksia varten muun muassa siksi, että se soveltuu tuulivoiman vaihtelevaan tuotantoon. Vetyä tuotetaan elektrolyysin avulla joko suoraan kunkin tuulivoimalan perustuksilla (hajautettu vedyntuotanto) tai tietyillä puiston lautoilla (keskitetty vedyntuotanto). Katso nämä kaksi käsitettä, kuva: Kuva 13.

Elektrolyysi voidaan toteuttaa myös maalla sijaitsevalla laitoksella. Vedyntuotanto maalla voi joissakin tapauksissa olla toimiva vaihtoehto. Sähköverkon tämänhetkisestä kysynnästä riippuen voidaan osa tuulivoimapuiston tuulivoimasähköstä käyttää vedyntuotantoon. Tätä ei tällä hetkellä tutkita Pleionen energiapuiston kohdalla, mutta vaihtoehtoa ei ole suljettu pois mahdollisen tulevan teknologiakehityksen kannalta. Vedyn kaikkien suorien käyttötarkoitusten lisäksi on olemassa myös muita mahdollisuuksia korvata fossiilisia tuotteita vedyllä. Niin sanotun Ptx-tekniikan avulla ilmasta talteen otettu hiilidioksidi tai tyyppi yhdessä vihreän vedyn kanssa voidaan jalostaa kemiallisin prosessein uusiutuviksi polttoaineiksi, lannoitteiksi jne.

Vedyntuotanto merellä olevilla elektrolyysilaitteilla tuottaa myös happea, jäähdystysvettä ja suolavettä, josta muodostuu "saltlake" eli suolainen vesi. Alla esitetyt vedyn, hapen, jäähdystysveden ja suolaveden määrät perustuvat skenaarioon, jossa 100 % Pleionen energiapuiston tuulivoimaloiden tuottamasta energiasta käytetään vedyn valmistamiseen. Energiapuistolla tuotetaan todennäköisesti sekä sähköä että vetyä, jolloin syntyvä vedyn, hapen, jäähdystysveden ja suolaveden määrä on pienempi kuin vedyn maksimaalisen tuotannon skenaariossa. Vedyntuotantoon käytettäviä komponentteja voidaan joutua vaihtamaan ja uusimaan energiapuiston elinkaaren mittaan.



Kuva 13. Kaavamainen esitys keskitetystä (vasemmalla) sekä hajautetusta (oikealla) vedyntuotannosta. Kuvittaja: Nina Fylkegård.

Hajautettu vedyntuotanto

Vedyn tuottamista elektrolyysilaitteilla kussakin tuulivoimalassa kutsutaan hajautetuksi vedyntuotannoksi. Hajautettu vedyntuotanto on energiatehokkain tapa tuottaa vetyä, mutta se on myös vasta kehitteillä olevaa teknologiaa. Kussakin tuulivoimalassa tuotettu vety johdetaan puistoalueen putkistoa pitkin keruuasemalle/kompressoriasemalle, joka kokoaa useita putkistoja vientiputkeen ja nostaa paineen, tai useisiin yhdysputkistoihin, jotka kuljettavat vedyn mereltä maalle. Maalla vetyä voidaan esimerkiksi varastoida, siirtää kaasuverkon kautta tai muuntaa synteettiseksi sähköpolttoaineeksi. Pleionen energiapuiston hajautetun vedyntuotannon ja siihen liittyvän kompressorin, elektrolyysilaitteiston, puskurisäiliön ja sisäisen putkiverkoston kokonaisjärjestelmässä on noin 30 tonnia vetyä kerrallaan. Lisäksi kompressoriaseman viereen saatetaan tarvita 10 tonnin puskurisäiliö vedylle. Kompressoriasemalta vety kuljetetaan yhdysputkistoja pitkin maalle. Itse yhdysputkistot sisältävät noin 100 tonnia vetyä, mikä tarkoittaa enintään 140 tonnin vetyvarastoa.

Taulukko 3. Hetkellisten vetymäärien yhteenveto Pleionen energiapuistossa hajautetussa vedyntuotannossa.

Sisäinen putkiverkosto	30 tonnia
Puskurivarasto kompressoriasemalle	10 tonnia
Yhdysputkisto	100 tonnia
Kokonaismäärä, varastoitu vety	hetkellisesti 140 tonnia

Keskitetty vedyntuotanto

Keskitettyssä vedyntuotannossa tuulivoimaloiden energia johdetaan elektroneilla (vaihtovirtakaapeleilla) yhdelle tai useammalle puistoalueen lautalle, jossa sähköstä vedyksi muuntaminen tapahtuu. Lautoilla on suurempi elektrolysaattorijärjestelmä, joka pystyy vastaanottamaan energiaa useista tuulivoimaloista, mistä johtuu nimitys "keskitetty vedyntuotanto".

Lautat varustetaan myös kaikilla tarvittavilla vedyntuotannon apujärjestelmillä, kuten kompressoriasemalla, johon voi kuulua myös noin 10 vetytonnin puskurisäiliö. Lautoilta vety kuljetetaan sitten yhdysputkistoja pitkin maalle. Pelkästään yhdysputkistot sisältävät noin 100 tonnia vetyä, mikä tarkoittaa enintään 110 tonnin vetyvarastoa.

Taulukko 4. Yhteenveto: hetkelliset vetymäärät Pleionen energiapuistossa keskitetyssä vedyntuotannossa.

Puskurivarasto kompressoriasemalle	10 tonnia
Yhdysputkisto	100 tonnia
Kokonaismäärä, varastoitu vety	hetkellisesti 110 tonnia

Sisäinen putkiverkosto

Jos vedyntuotanto tapahtuu hajautetusti jokaisen tuulivoimalan perustuksissa, tarvitaan vedylle sisäinen putkiverkosto. Putkistot yhdistävät tuuliturbiinit joko säteittäin tai tähtimuodossa keruuasemaan, joka yhdistää kaikki putkistot ja puristaa vedyn korkeampaan paineeseen. Keruuasema voidaan sijoittaa tuulivoimalan perustuksen yhteyteen, erilliselle lautalle tai merenpohjaan. Sisäinen putkisto voi kulkea samoja reittejä kuin sisäiset sähkökaapelit. Tarkkaa putkiston vetoreittiä tutkitaan parhaillaan.

Muut vedyntuotannon sivutuotteet

Vedyntuotannossa syntyy myös suolavettä, happea elektrolyysilaitteista ja jäähdytysvettä prosessista, nämä kaikki sivutuotteet kuvataan lyhyesti alla. Lisäksi on todettava, että määritellyt pitoisuudet vaihtelevat sen mukaan, kuinka suuri osuus Pleionen energiapuistossa tuotetusta sähköstä käytetään vedyntuotantoon. Alla ilmoitetut arvot perustuvat enimmäistilanteeseen, jossa 100 % Pleionen energiapuiston tuulivoimaloiden tuottamasta sähköstä muunnetaan vedyksi.

Suolavesi

Erottelussa käytetään merivettä, josta suola on poistettu. Järjestelmän tarvitsema meriveden vuotuinen määrä on jopa 120 miljoonaa tonnia. Ennen kuin merivettä voidaan käyttää erottelussa, siitä on poistettava suola. Suolanpoistossa käsitteilyyn otettu merivesi erotellaan. Osasta merivettä poistetaan suola tiivistämällä kaikki suola prosessoitavan meriveden toiseen osaan. Meriveden ensimmäisestä osasta poistetaan siten suola. Prosessiin otetun meriveden toisella osalla on korkeampi suolapitoisuus kuin ottohetkellä, ja sitä kutsutaan suolaiseksi vedeksi (engl. "saltlake"). Useimmat markkinoilla olevat elektrolyysilaitteistojen suolanpoistolaitokset tuottavat 45–65 % suolatonta vettä ja 35–55 % suolaista vettä. Vähempisuolaisen veden prosenttiosuus tarkoittaa, että suolainen vesi on suolaisempaa, ja suurempi prosenttiosuus tarkoittaa, että suolainen vesi on vähemmän suolaista. Meriveden ottokohdan sijainti (syvyys ja sijainti) ja suolaisen veden purkupaikka voidaan mukauttaa luomaan ihanteelliset olosuhteet ympäristölle.

Happi

Kun vesi erotellaan, prosessin sivutuotteena muodostuu happea. Elektrolyysilaitteet tuottavat jopa 965 000 tonnia happea vuodessa edellyttäen, että 100 % Pleionen energiapuistossa tuotetusta sähköstä muunnetaan vedyksi. Pleione Energipark AB tutkii parhaillaan mahdollisuuksia yhdistää vedyntuotanto hapetusvaiheeseen, jossa happipitoinen vesi johdetaan pohjaveteen. Tämä tehdään siksi, että Itä-Gotlannin altaassa on syvän veden hapenpuutetta alle 80 metrin syvyydessä. Tästä syystä yhtiö tutkii kahta vaihtoehtoista sopivaa hapetuspaikkaa Itä-Gotlannin altaassa. Ensimmäinen vaihtoehto on, että happi kuljetetaan putkistoa pitkin ja vapautetaan puiston itäkärjessä, jossa meriveden syvyys on noin 145 metriä. Toinen vaihtoehto on, että vedyn tuotannosta saatu happi johdetaan puistoalueen ulkopuolelle ja vapautetaan noin 20 kilometrin päähän puistosta suunnilleen itäkoilliseen suuntaan. Vaihtoehtoisesti happi voidaan vapauttaa ilmakehään tai kuljettaa käytettäväksi esimerkiksi teollisuudessa ja terveydenhuollossa. Toiminnan yhteydessä ei ole tarkoitus varastoida happea lukuun ottamatta happiputkistojen sisältämää 400 tonnin määrää.

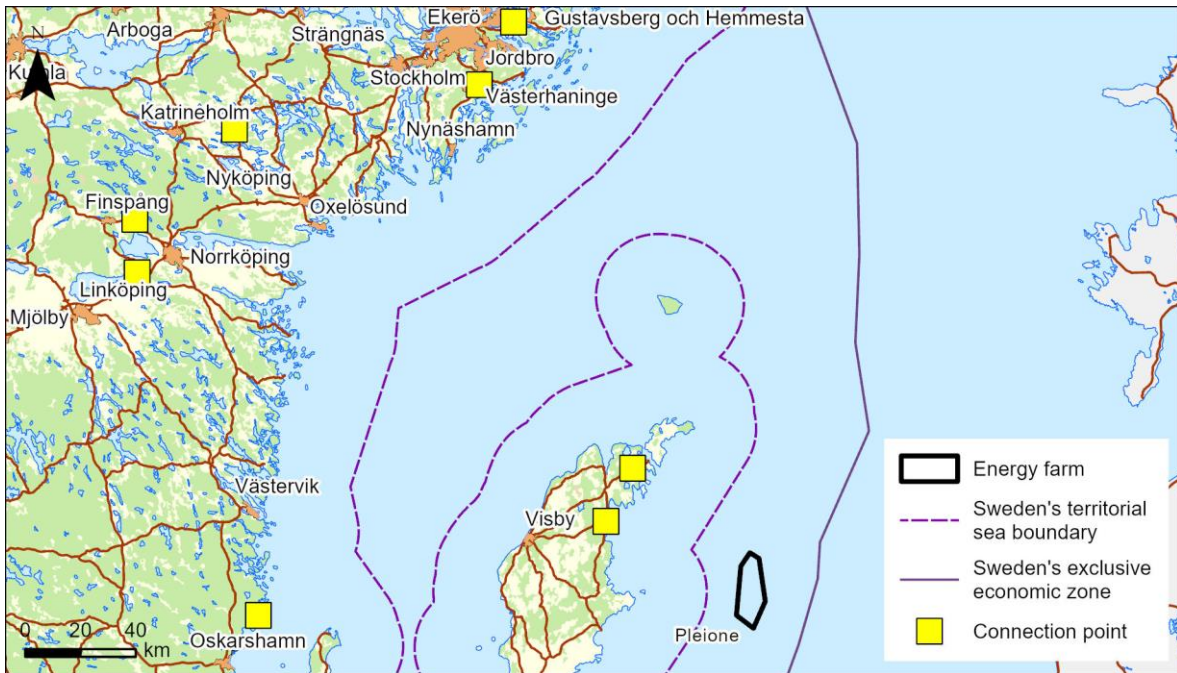
Itämeren happiköyhän pohjaveden hapettamisen on muissa kokeiluhankkeissa osoitettu mahdollisesti sitovan fosforia, mutta se voi myös edistää pohjaeläinten kantojen toipumista, mikä puolestaan voi edistää kalantuotantoa. Katso myös kappale 6.3.7

Jäähdytysvesi

Jäähdytysvettä käytetään pitämään järjestelmä ihanteellisessa käyttölämpötilassa etenkin elektrolyysilaitteissa. Vedyn enimmäistuotannossa merestä voidaan ottaa vuosittain enintään 120 miljoonaa tonnia merivettä esimerkiksi elektrolyysilaitteiden jäähdyttämiseksi suljetun lämmönvaihtimen kautta. Jäähdytyksen yhteydessä jäähdytysvesi lämpenee ja lähtevän jäähdytysveden arvioidaan olevan noin 15 °C lämpimämpää kuin tulevan jäähdytysveden. Myös muita tekniikoita tutkitaan, kuten ilmajäähdytystä jäähdytystornien kautta sekä mahdollisuutta optimoida kuuman jäähdytysveden uudelleenkäyttö suolanpoistoprosessissa, mikä parantaisi myös järjestelmän yleistä hyötyastetta.

3.2.7 Liitänkäapelit ja -putkistot

Kun energiapuiston sähkö ja vety on ensin tuotettu merellä, se kuljetetaan maalle yhden tai useamman yhdyskaapelista ja putkistosta koostuvan yhdyskäytävän kautta. Maaliitänkäapeleiden mahdolliset liitännäpisteet on esitetty kuvassa Kuva 14. Vetyä voidaan kuljettaa Pleionen energiapuistosta maalle myös jo käytössä olevia kaasuputkia pitkin puistoa ympäröiviin Itämeren maihin.



Kuva 14. Yhteyspisteet, jotka voidaan liittää puistoon. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos)

3.2.8 Vedyn varastointi maalla

Pleionen energiapuistosta peräisin oleva vety voidaan varastoida erityislaitoksiin maalla ennen sen kuljettamista loppuasiakkaalle. Tähän haetaan erillistä lupaa vaaditussa järjestyksessä.

3.2.9 Vedyn kuljetus ajoneuvolla

Vety kuljetetaan mahdollisista maalla sijaitsevista varastoista todennäköisesti rautateitse tai kuorma-autoilla. Jos teknologinen kehitys helpottaa vedyn suoria kuljetuksia erikoisaluksilla, tätä vaihtoehtoa harkitaan, minkä vuoksi sitä ei ole täysin suljettu pois.

3.3 Toiminta hankkeen eri vaiheissa

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

3.3.1 Rakennusvaihe

Energiapuisto rakennetaan usean vuoden aikana. Rakennusvaihe kattaa puiston valmistelun ja asennukset.

Rakennusvaiheen selvitykset

Ennen energiapuiston, sisäisten kaapeliverkoston ja sisäisen putkiverkoston rakentamista merenpohjan tila kartoitetaan merenpohjan geologisten ominaispiirteiden ja sedimentin tarkempaa selvittämistä varten. 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 energiapuiston asennukset voidaan toteuttaa. Yleisenä tavoitteena on, että asennukset tehdään yhtäjaksoisesti tietyn vuodenajan mittaan ja keskeytyksettä talvella.

Energiapuiston suunniteltu asennusjärjestys on asentaa ensin perustukset, muuntaja-/suuntaaja-asetat ja vetylautat kansirakenteineen. Tämän jälkeen asennetaan yhteys maalle, sisäinen kaapeliverkosto ja sisäinen putkiverkosto. Lopuksi kootaan tuulivoimalat (mukaan lukien hajautetun vedyntuotannon vetyyn liittyvät komponentit) torneilla, konehuoneilla ja roottorin lavoilla. Pleionen energiapuiston kelluvassa perustamistavassa tuulivoimala asennetaan kokoonpanosatamassa perustukseensa, minkä jälkeen se hinataan puistoon ja asennetaan paikan päällä. Heti kun tuulivoimaloiden asennus on valmis, käyttöönotto ja koeajot suoritetaan ennen kuin voimala luovutetaan käyttöorganisaatiolle hyväksytyjen testien jälkeen.

Laivaliikenne

Asennuksen aikana energiapuiston pääkomponentit (tuulivoimalat, muuntaja-/suuntaaja-asetat, lautat, mittausmastot, perustukset ja kaikki vedyn tuotantoon, varastointiin ja jakeluun tarkoitetut laitoksen osat) kuljetetaan kyseiselle alueelle, sijoitetaan paikoilleen 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.

Energiapuiston 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 riskien minimoimiseksi.

Joissakin töissä voidaan käyttää tukijalka-alusta (ns. jack-up-alusta) tai tukijalkalauttaa, katso Kuva 15. 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 15. 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 vene, joka suojaa asennusaluetta 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 näiden menetelmien yhdistelmällä.

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 teräspalkit 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 betonisylinterillä, joka imetään merenpohjaan alipaineella.

Kelluvat perustukset hinataan paikalle yleensä valmiiksi kootulla tuulivoimalalla. Perustus ankkuroidaan paikalleen samoin peruseriaattein kuin pohjaan kiinnitetyissä perustuksissa sillä erotuksella, että voidaan käyttää myös erilaisia pohjaan uppoavia ankkureita.

Sisäinen kaapeliverkosto ja sisäinen putkistoverkosto

Ennen sisäisten sähkökaapeleiden ja putkistojen 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.

Putkistot ja kaapelit kuljetetaan suurille keloille rullattuina puistoalueelle erikoisasennusaluksilla. Kaapelit ja putkistot 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 tai putkistot lasketaan suoraan merenpohjaan, ne voidaan suojata peittämällä esimerkiksi kivi- tai betonipatjoilla tai putkituksin.

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

Tuulivoimala

Tuulivoimaloiden pääkomponentit voidaan kuljettaa energiapuistoon 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 sekä sisäiseen kaapeliverkostoon että sisäiseen putkistoverkostoon (hajautetun vedyntuotannon tapauksessa). Tämän jälkeen tuulivoimalat koekäytetään.

Kelluvia perustuksia käytettäessä tuulivoimala asennetaan kokoonpanosatamassa perustukseensa ja hinataan sitten Pleionen energiapuistoon. Satamassa asentamalla minimoidaan esimerkiksi aalto- ja tuuliolosuhteiden vaikutukset.

Elektrolyysilaitteet

Vedyntuotannon elektrolyysilaitteet asennetaan joko suoraan tuulivoimaloiden perustuksiin, ylityskappaleeseen tai erillisille lautoille. Kun asennetaan suoraan tuulivoimaloiden perustuksiin, asennus tapahtuu sen jälkeen, kun turbiini on koottu valmiiksi.

Vedyntuotantolautat vastaavat ulkoisesti muuntaja-/suuntaaja-asemien lauttoja, mutta ovat mahdollisesti suurempia. Koska elektrolyysilaitteet ovat painavampia ja vaativat enemmän pinta-alaa kuin vastaavat lautat, vedyn tuotannossa on todennäköisesti tarkoituksenmukaisempaa käyttää suurempia lauttoja. Näin Pleionen energiapuiston yksittäisten lauttojen määrä jää pienemmäksi.

Kun elektrolyysilaitteet on asennettu joko perustuksiin tai lautoille, ne liitetään sisäiseen putkistoon.

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

Lopullinen käyttö- ja kunnossapitostrategia määritellään myöhemmin. Maalle perustetaan todennäköisesti käyttö- ja huoltokeskus. Todennäköisesti huoltotyöt toteutetaan ensisijaisesti miehistönkuljetusaluksilla (Crew Transfer Vessel, CTV) tai suuremmalla huoltotoiminta-aluksella (SOV, Service Operation Vessel). Laajemmissa huoltotoimissa, esimerkiksi vaihdettaessa suurempia osia, voidaan käyttää tukijalka-aluksia.

3.3.3 Käytöstäpoistovaihe

Energiapuiston odotetaan saavuttaneen käyttöikänsä lopun noin 45 vuoden kuluttua, ja sen jälkeen puisto poistetaan käytöstä. Käytöstäpoisto tapahtuu silloin voimassa olevan alan käytännön ja lainsäädännön mukaisesti. Tuulivoimalat, perustukset, muuntaja-/tasaaja-asetat sekä vedyn tuotantoon, varastointiin ja jakeluun tarkoitetut laitososat puretaan ja perustusten rakennuspaikat kunnostetaan tarvittavassa laajuudessa.

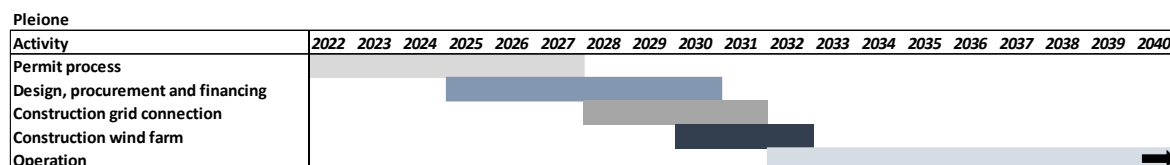
Laitososat on purettava, ellei näiden yksittäisten rakenteiden poistamisesta aiheudu suurempia ympäristövaikutuksia kuin osien paikalleen jättämisestä aiheutuisi. Koska tekniikka ja alan tietämys ja osaaminen muuttuvat nopeasti, puiston tarkka käytöstäpoisto on tarkoitus toteuttaa yhteistyössä valvontaviranomaisen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

On todennäköistä, että merenpohjan yläpuolella olevat rakenteet puretaan. Esimerkiksi yksipaaluinen perustus tai ristikkoperustus voidaan katkaista muutama metri merenpohjan alapuolelta ja yläosa nostaa pois. Kelluvat perustukset ja niihin liittyvät tuulivoimalat irrotetaan ankkuriköysistä/-ketjuista ja hinataan sitten satamaan kierrätettäväksi/romutettaviksi. Tietyt laitososat, kuten sisäiset kaapelit ja putkistot, voidaan jättää paikoilleen käytöstäpoiston jälkeen.

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

3.4 Alustava aikataulu

Pleionen energiapuiston aikataulu on esitetty alla olevassa kuvassa. Kuva 16 Aikatauluun voi vaikuttaa useita eri tekijöitä, jolloin sitä voidaan joutua muuttamaan töiden edetessä. Aikataulua on sen vuoksi pidettävä suuntaa-antavana ja alustavana. Puiston koko rakentamisvaiheen odotetaan kestävän jopa kuusi vuotta.

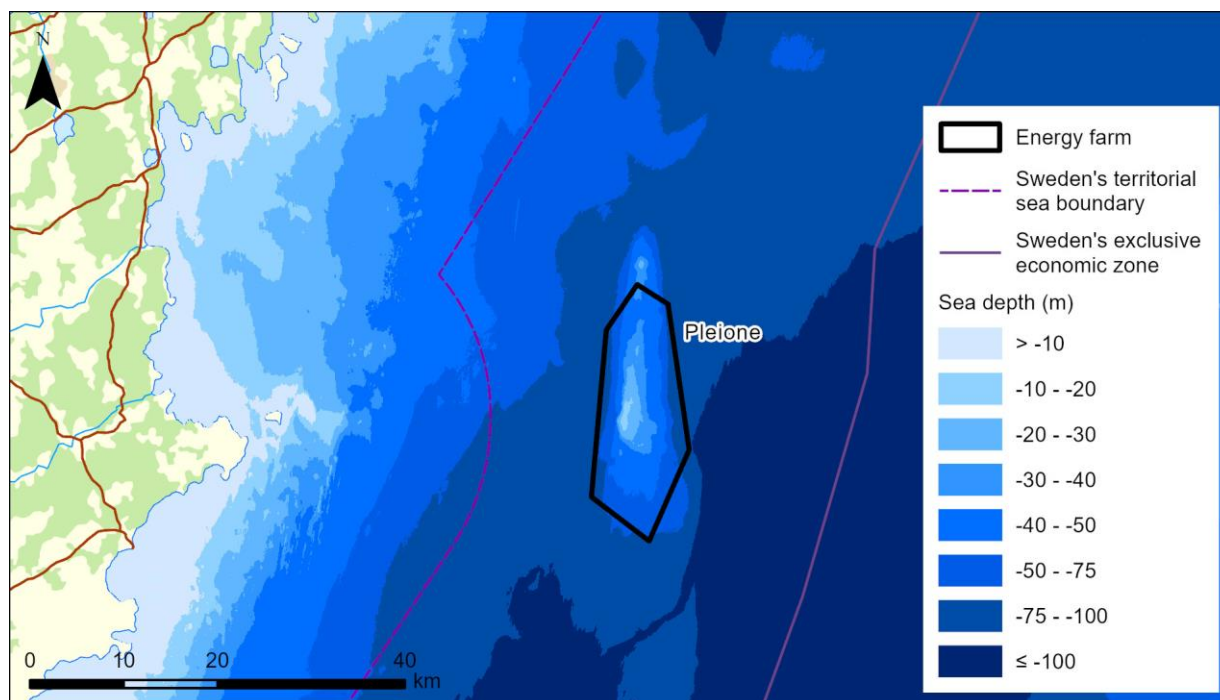


Kuva 16. Puiston alustava aikataulu.

4. Alueen kuvaus

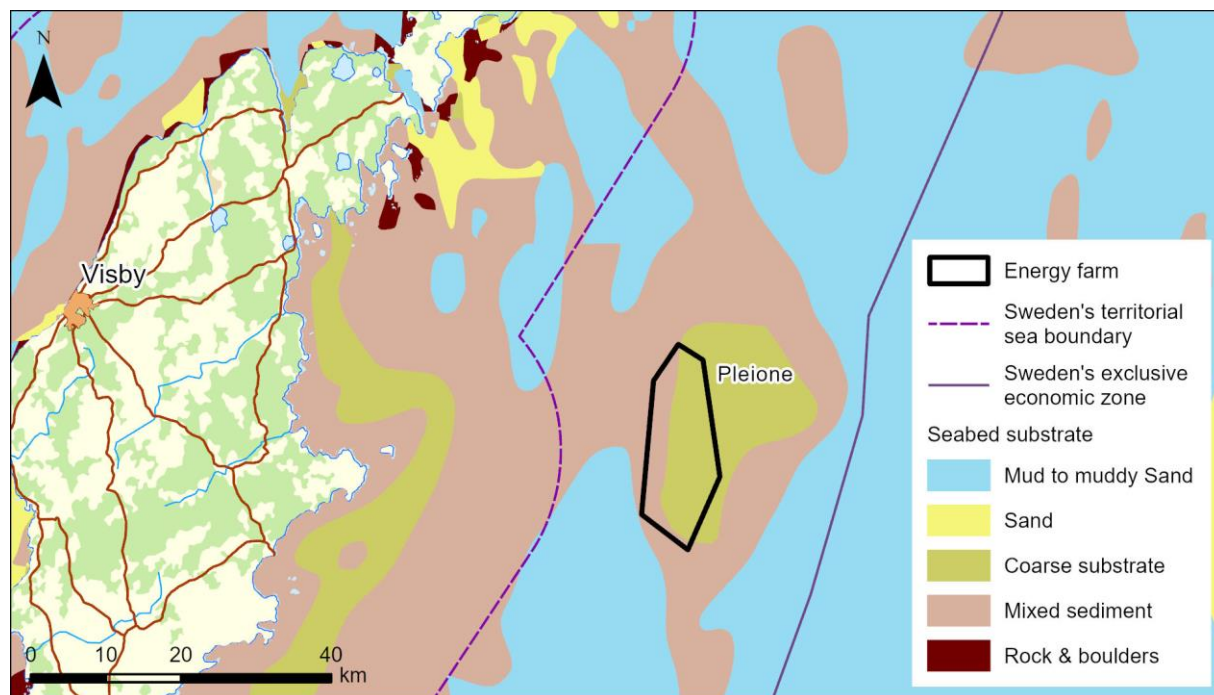
4.1 Geologia ja syvyysolosuhteet

Pleionen energiapuisto sijaitsee noin 37 kilometriä Gotlannista itään, Ruotsin talousvyöhykkeellä ja sen aluevesien rajojen ulkopuolella. Veden syvyys puistoalueella vaihtelee noin 30 ja 140 metrin välillä, keskimääräisen syvyyden ollessa noin 79 metriä (EMODnet, 2018), katso Kuva 17 Puistoalueella ei ole saaria, vaan se on pelkkää avomerta.



Kuva 17. Syvyysolosuhteet puistoalueella. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 (Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja])

EMODnetin mukaan substraattikerrostietojen mukaan pohjasubstraatti koostuu suurelta osin karkearakeisesta substraatista sekä sekoitesedimentistä. Karkeammat substraattiluokat, kuten suuret kivet ja lohkat, ovat yleisempiä matalammissa vesissä (Didrikas & Tano, 2018) (Kuva 18).



Kuva 18 Pohjasubstraatti puistoalueella. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 (Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja])

4.2 Hydrografia ja meteorologia

Pleionen energiapuisto on suunniteltu itäiselle Gotlanninmerelle, 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. Meren 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 kerros pinnalla olevan makean veden ja pohjassa olevan suolaisen veden välillä. Vedessä oleva happi kuluu pohjassa, kun orgaaninen aines hajoaa. Suolan kerrostuneisuus vaikeuttaa happipitoisen pintaveden vajoamista pohjaan ja veden hapettumista siellä. Lisäksi koska Juutinrauma on niin kapea ja matala, 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 puisto 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).

Energiapuisto 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.

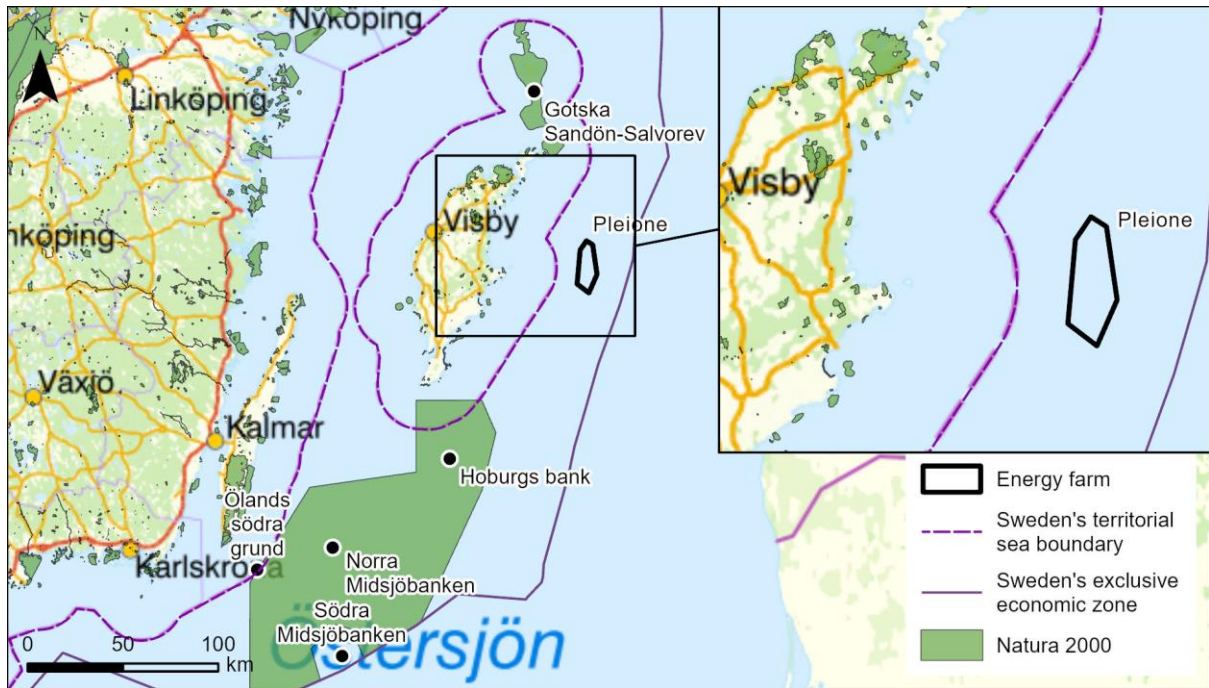
Syvänmeren virtaukset etenevät lounaan salmista koilliseen Itämerelle. Syvänmeren virtaukset liikkuvat pintavesivirtauksia hitaammin, ja suolaisen veden kulku salmista Gotlannin syvyyksiin kestää noin puoli vuotta (SYKE, 2020).

AquaBiota Water Research (nykyisin NIRAS) tutki happiolosuhteita kesä- ja syyskuussa 2021 Pleionen energiapuistossa. Molemmissa tutkimuksissa todettiin hyvä happitilanne noin 65 metrin syvyyteen asti. Sen jälkeen hapen määrä laskee nopeasti, ja jo 70–75 metrin syvyydessä vesi on täysin hapetonta.

4.3 Luontoympäristö

4.3.1 Natura 2000 -alueet

Energiapuistoa ympäröivällä alueella on nimettyjä Natura 2000 -alueita niin maalla kuin merelläkin, katso Kuva 19. Gotlannin rannikolla ja lähisaarilla on useita pienempiä Natura 2000 -alueita. Lähin maalla sijaitseva Natura 2000 -alue sijaitsee noin 44 kilometriä energiapuistosta länteen.



Kuva 19. Yleiskatsaus puistoalueen sijaintiin Itämeren pääaltaalla ja läheisillä Natura 2000 -alueilla. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Naturvårdsverket (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto)])

Gotlannin läheisyydessä sijaitsevat Natura 2000 -alueet Hoburgs bank ja Midsjöbankarna (SE0330308) sekä Gotska Sandön-Salvorev (SE0340097), ks Kuva 19 Natura 2000 -alue Hoburgs bank ja Midsjöbankarna sijaitsee noin 70 kilometriä Pleionesta katsottuna lounaaseen. Ne on nimetty suojelualueiksi sekä EU:n luontotyyppidirektiivin (nk. yhteisön tärkeänä pitämä alue) että lintudirektiivin (nk. erityissuojelualue) nojalla. Gotska Sandön-Salvorev sijaitsee puolestaan noin 47 kilometriä energiapuustosta luoteeseen, ja se on nimetty vain yhteisön tärkeänä pitämäksi alueeksi (Naturvårdsverket, 2023, Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto).

Natura 2000 -alue Hoburgs bankin ja Midsjöbankarna ensisijaiset suojeluarvot ovat Itämeren pyöriäislajit, alli ja riskilä sekä riuttojen ja hiekkasärkien luontotyypit sekä näille luontotyypeille tyypilliset lajit ja biologinen monimuotoisuus (Taulukko 5). Kalmarin lääninhallitus ja Gotlannin lääninhallitus ovat laatineet Hoburgs bankin ja Midsjöbankarnan alueelle suojelusuunnitelman. Pyöriäiset kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.3.7 ja linnut kappaleessa 4.3.5.

Natura 2000 -alueen Gotska Sandön-Salvorev ensisijaisia suojeluarvoja ovat eläinlajit harmaahylje ja lahokapo sekä luontotyypit hiekkasärkät, riutat, Itämeren hiekkarannat, valkoiset dyynit, harmaadyynit, puustoiset dyynit, dyynikosteikot, alankojen heinäniityt ja lehtimetsäniityt. Hylkeet kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.3.7.

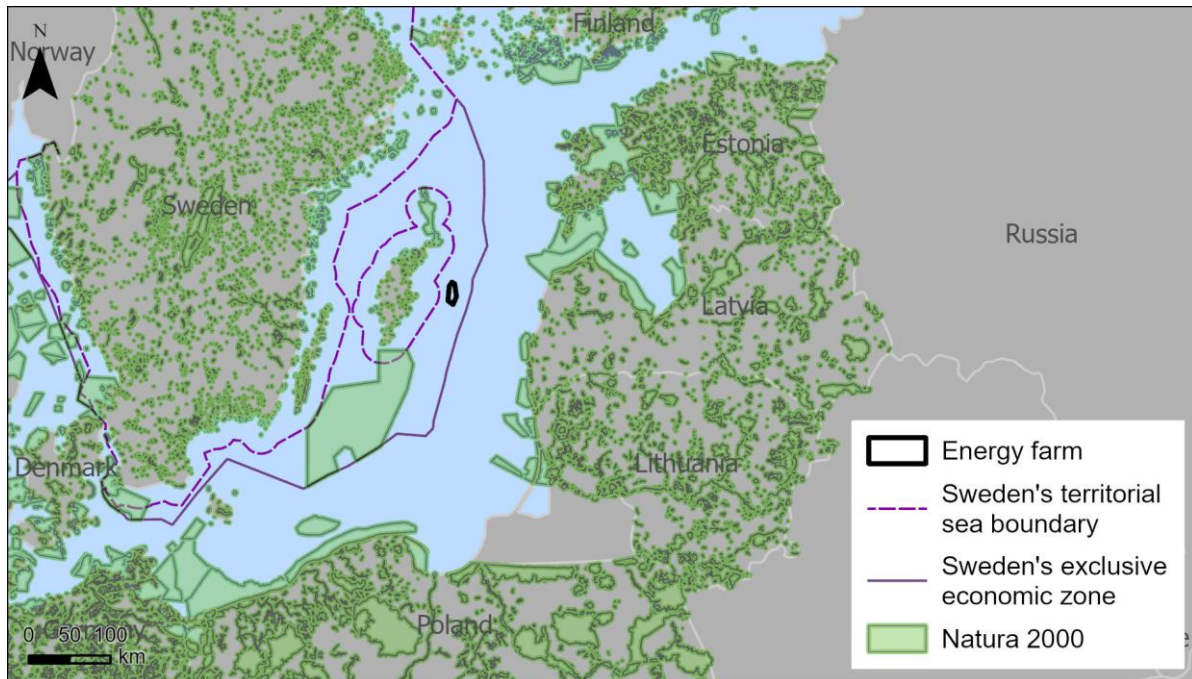
Taulukko 5. Luontotyyppidirektiivin ja lintudirektiivin mukaisesti nimetyt luontotyypit Hoburgs Bankille ja Midsjöbankarnalle sekä Gotska Sandön-Salvoreville (Gotland lääninhallitus & Kalmarin lääninhallitus 2021).

Luontotyypit	Lajit
Hoburgs bank ja Midsjöbankarna	
1170 – Riutta	1351 – Pyöriäiset
1110 – Hiekkasärkät	A202 – Riskilä

Luontotyytit	Lajit
	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 ympärysvaltioihin kuuluvat Natura 2000 -alueet (lukuun ottamatta Venäjän erillisalue Kaliningradia, jossa ei ole Natura 2000 -alueita) sijaitsevat sekä merellä että eri valtioiden rannikoilla, katso Kuva 20. Lähimpänä suunniteltua energiapuistoa olevat Itämeren valtioiden Natura 2000 -alueet ovat Irbes saurums (Latvia), noin 70 km itään, ja Akmensrags (Latvia), noin 90 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 yli 90 kilometrin etäisyydellä energiapuistosta.



Kuva 20. Kartta kaikista Natura 2000 -alueista keskisellä ja eteläisellä Itämerellä. Peruskartta: © [Natural Earth] 2021, [pohja: Euroopan ympäristökeskus]

4.3.3 Pohjan kasvisto ja eläimistö

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 Pleione sijaitsee, lajikirjoa edustavat pääasiassa muutamat 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.

Vuosina 2011–2012 Oceana-järjestö tutki Klintin ranta-alueita ja Gotlannin itäpuolisia vesialueita ja ehdotti aluetta myöhemmin mahdolliseksi meriluonnonsuojelualueeksi. Alueen uskottiin olevan muun muassa mahdollinen turvapaikka tietyille lajeille pitkien happivajejaksojen ajoiksi ympäröivillä syvillä alueilla (Oceana, 2014). Gotlannin lääninhallitus havaitsi matalan veden alueen kartoituksessa neljä alueelle juurtunutta lajia/elioryhmää, joista kaikki olivat matalakasvuisia (Didrikas & Tano, 2018). Organismit, joiden levinneisyys oli suurin, olivat sinisimpukka ja vesieläimet, jotka keskittyivät pääasiassa Klintin ranta-alueen matalimpiin osiin.

Ruotsin meri- ja vesistöviraston merialuesuunnittelussa Klintin ranta-alueella (alue Ö233) arvioidaan olevan mahdollisesti merkittävä luontoarvo, joka liittyy sinisimpukoiden ilmastonmuutoksen aiheuttamaan siirtymiseen (Ruotsin meri- ja vesistövirasto, merialuesuunnittelu, 2023). Sinisimpukkamuodostelmat rannat ovat tärkeä ravinnonlähde sekä kaloille että merilinnuille, ja ne luovat myös kovia pintoja, jotka ovat tärkeitä kasvupaikkoja muille eliöille (Norling & Kautsky, 2008).

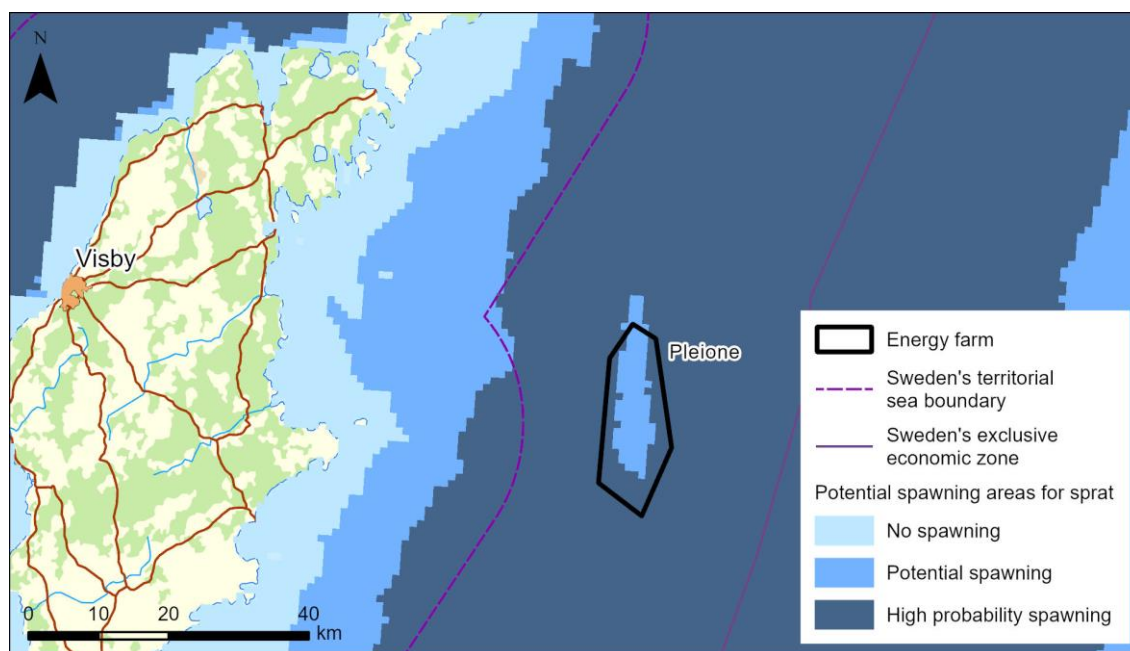
4.3.4 Kalat

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.

Pleionen 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 21) (HELCOM 2020). Pleionen itäpuolella sijaitseva Gotlannin syväkko on historiallisesti ollut tärkeä kutualue turskalle. Vuonna 2018 kutualueen arvioitiin passivoituneen, koska sen happi- ja suolaolosuhteet olivat liian huonot kudun onnistumiseen (Viklund 2018). Lajin odotetaan esiintyvän satunnaisesti puistoalueella, kuten myös ankeriaan ja lohen (Ruotsin meri- ja vesistövirasto 2022c).

Vuonna 2018 Gotlannin lääninhallitus tutki Klintin ranta-alueen. Tutkimuksessa todettiin muutamia kalalajeja. Yleisin laji oli teisti, joka eli sinisimpukan esiintymäalueilla noin 30 metrin syvyydessä. Muita havaittuja kalalajeja olivat isosimppu ja turska, mutta niiden yksilötiheys oli hyvin pieni (Didrikas & Tano 2018).



Kuva 21. Kartta kilohailin kutualueiden todennäköisyydestä Pleionessa. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: HELCOM])

4.3.5 Linnut

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 energiapuiston 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. Pleione on keväällä ja syksyllä muuttavien lintujen yhden "pääreitien" varrella. Kevät- ja syysmuuton tutkimusten tulokset kootaan yhteen ja analysoidaan tarkemmin syksyllä 2023.

Talvisin lajit, kuten pieni osa talvehtivista alleista, liikkuvat Itämeren eri alueiden välillä ja voivat siten liikkua Pleionen 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 Pleionen 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.

Arvioiden mukaan vain muutama laji todennäköisesti hakee ravintoa Pleionen puiston alueelta kesäisin. Pesivät lokit ja tiirat hakevat ravintoa pelagisesti kaukana avomerellä. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi selkälokki, lapintiira ja kalatiira, mutta Pleionen ja maa-alueen välisen etäisyyden vuoksi näiden lajien yksilötiheys on todennäköisesti pieni hankealueella. Klintsin ranta-alueella, Pleionen puistoalueella, vesi on matalampaa ja siellä esiintyy sinisimpukoita, tosin simpukoiden yksilötiheys on suhteellisen pieni, katso kappale 4.3.3. Klintin rannan matalimmat osat ovat kuitenkin noin 28 metriä syviä, minkä vuoksi sukeltajasorsien ei odoteta hakevan sieltä ravintoa suuressa määrin. Katso yllä.

Talvisin monet lintulajit talvehtivat Gotlannin itärannikolla. Klintin rannan laivalta käsin tehdyssä inventoinnissa ei havaittu talvehtivia alleja tai ruokkeja (Larsson 2018). Sukeltajasorsien ei odoteta käyttävän Klintin ranta-aluetta suuressa määrin edes talvisin, katso kappale 6.3.4).

Alueelta voidaan löytää ruokkeja (lintusuku, johon kuuluvat lajit riskilä, ruokki ja etelänkiisla) sekä muita lintulajeja, kuten lokkeja, jotka voivat myös käyttää ravintonaan pelagisia kaloja (kuten kilohailia tai muita avovedessä eläviä lajeja). Ilmasta käsin tehdyissä inventoinneissa on vaikea nähdä, mistä ruokkilajista on kyse, minkä vuoksi tässä käytetään yleisnimitystä ruokki. Inventointeja on tekeillä lisää lajien liikkumismallien dokumentoimiseksi Gotlannin itäpuolella.

4.3.6 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 muuttoreittien tuntemus on hyvin vajaata. Pikkulepakko-nimisen lajin muuttoreitti kuitenkin tunnetaan. Kyseessä on laaja-alainen muuttoreitti, jossa lepakot lentävät hajallaan. Siksi tämän reitin läpi lentäessään lepakot voivat kulkea Pleionen läpi. Ei voida sulkea pois sitä, 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.

Pleionen puistoalue on niin kaukana maalta, että on epätodennäköistä, että alue olisi lepakoiden ravinnonhakualue. On mahdollista, että lepakot lentävät puistoalueen läpi kevät- tai syysmuuton aikana.

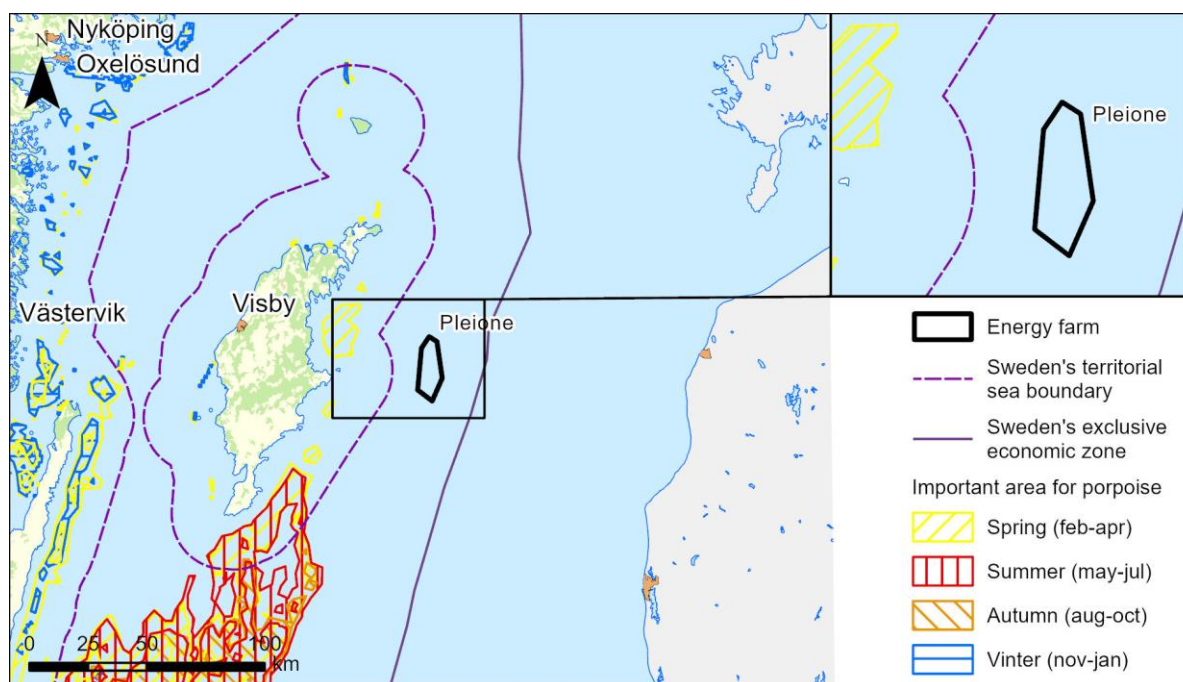
4.3.7 Merinisäkkäät

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 ympäristömyrkköjen uskotaan olevan syynä 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) käytettiin pyöriäisen korkeataajuisia naksahdusäänien havainnointiin äänitunnistimia (C-PODS) mallintamaan lajin levinneisyyttä Itämerellä. Tutkimuksessa tunnistettiin keskeisiä alueita, joilla pyöriäisten tiheys on suurempi eri vuodenaikoina, Kuva 22. 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, Kuva 22). Lähin SAMBAH-hankkeessa suojelun arvoiseksi määritelty alue on Hoburgs bank ja Midsjöbankarna.

Pleione ei mene päällekkäinen minkään sellaisen alueen kanssa, joka tunnistettiin tärkeäksi SAMBAH-hankkeessa.

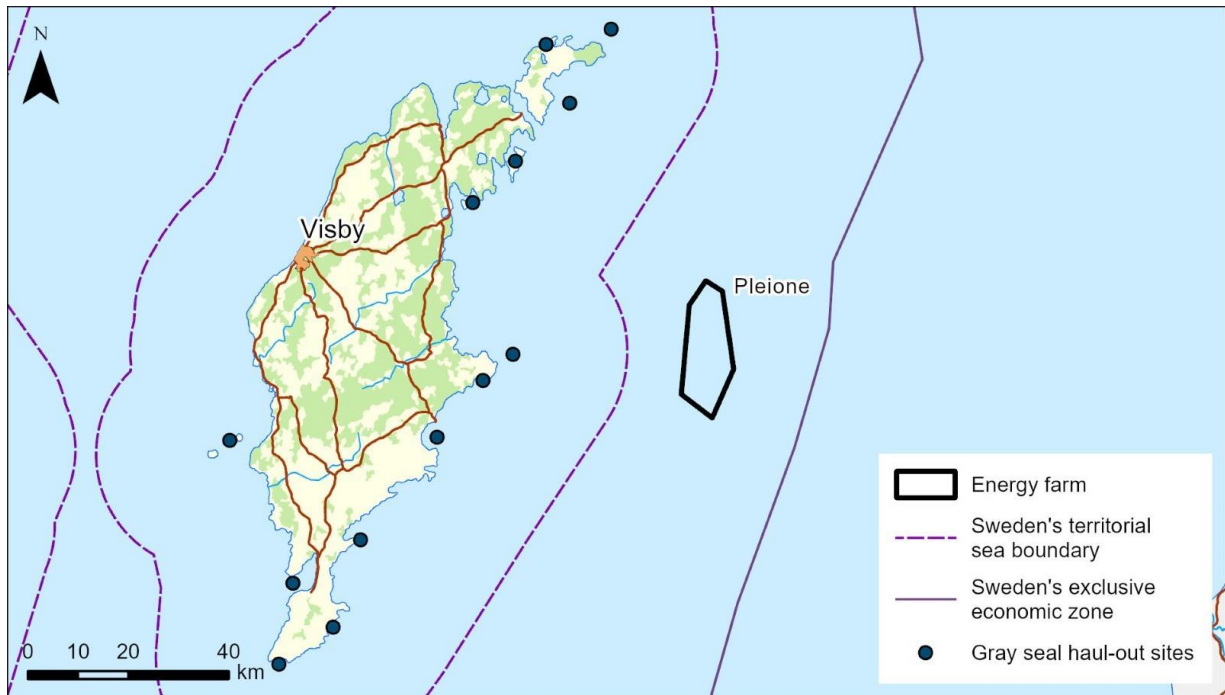


Kuva 22. Pyöriäisille tärkeitä alueita puiston läheisyydessä eri vuodenaikoina. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Carlström ja Carlén, 2016].

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. Pleionea lähimpänä olevat alueet sijaitsevat Gotlannin itärannikolla (HELCOM, 2018a). Harmaahylje on nimetty laji Natura 2000 -alueen Gotska Sandön-Salvorev suojelusuunnitelmassa (katso kappale 4.3.1). 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, Riianlahti ja Viron rannikkovedet. Jälkimmäisen alapopulaation yksittäisiä yksilöitä voi mahdollisesti esiintyä molemmilla puistoalueilla ja niiden 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.

Pleione sijaitsee noin 34 kilometrin päässä lähimmästä harmaahylkeiden levähdyspaikasta ja noin 48 kilometrin päässä Gotska Sandön-Salvorevin Natura 2000 -alueelta, jossa harmaahylkeet ovat nimetty laji, Kuva 23.

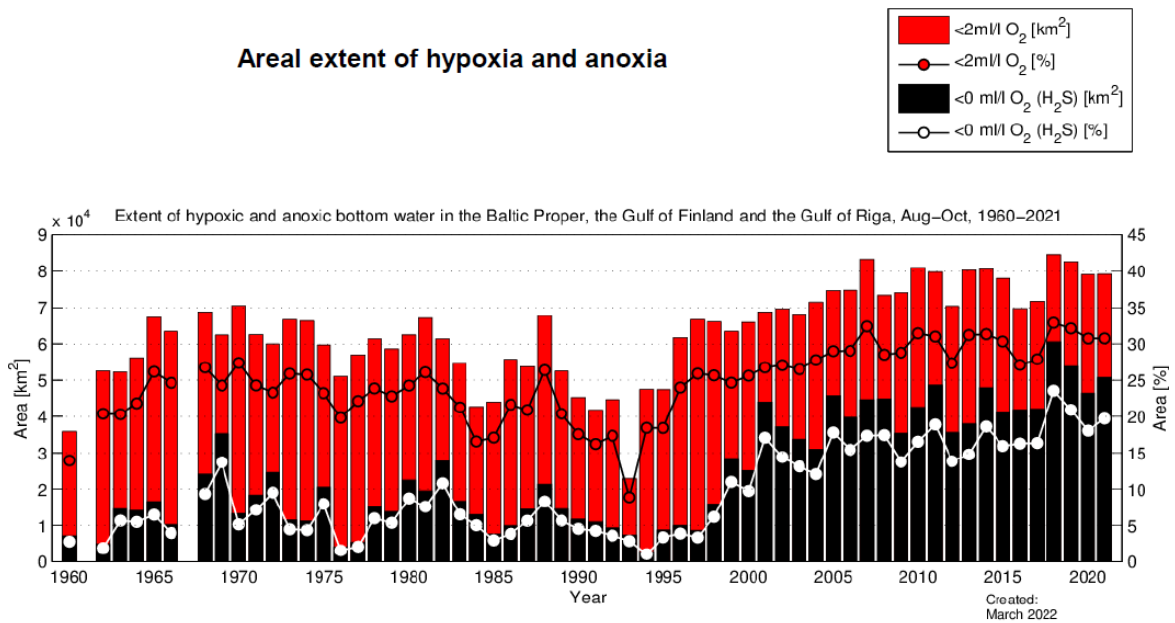


Kuva 23. Kartta harmaahylkeiden levähdyspaikoista. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: HELCOM]).

4.3.8 Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden vihreä infrastruktuuri

Itämeren biologinen monimuotoisuus on yleisesti heikentynyt viime vuosikymmeninä, samoin kuin joidenkin kala-, lintu- ja merinisäksälajien. Samalla elinympäristöjen terveydentila on heikentynyt. Itämeren nykyiseen huonoon tilaan vaikuttavat pohjaveden heikko happitilanne, joka johtuu muun muassa suolaisen ja happipitoisen Pohjanmeren veden epäsäännöllisestä virtauksesta, ilmastonmuutos ja rehevöityminen. Katso vähähappisten ja hapettomien olosuhteiden kehitys Itämeren päältäan pohjassa: Kuva 24.

Areal extent of hypoxia and anoxia



Kuva 24. 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. Klintsin ranta-alueella, joka on osa suunniteltua Pleionen puistoaluetta, on suuri sinisimpukkatiheys, ja se voi toimia säätelevänä ekosysteemipalveluna vettä puhdistamalla.

Ekosysteemipalvelut ovat tuotteita ja palveluja, joita luonto tarjoaa ihmiselle ja jotka edistävät hyvinvointiamme ja elämänlaatuaamme. 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 on vähän värejä ja vähän vaihtelua. Vähäinen maisemakuvan struktuuri koostuu yleensä vain pienistä metsäisistä saarista, luodoista ja aalloista. Aluetta, jolle energiapuistoa suunnitellaan, hallitsevat meren avoimet ulapat. 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

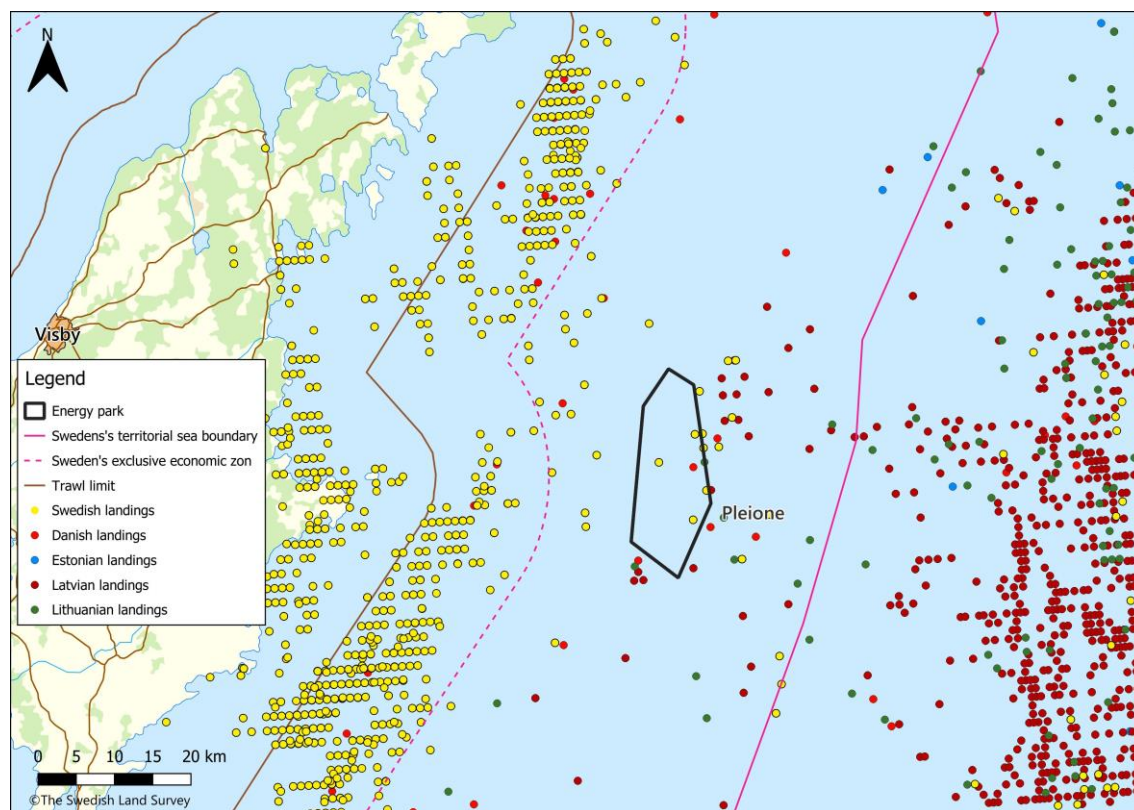
4.5.1 Kaupallinen kalastus

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

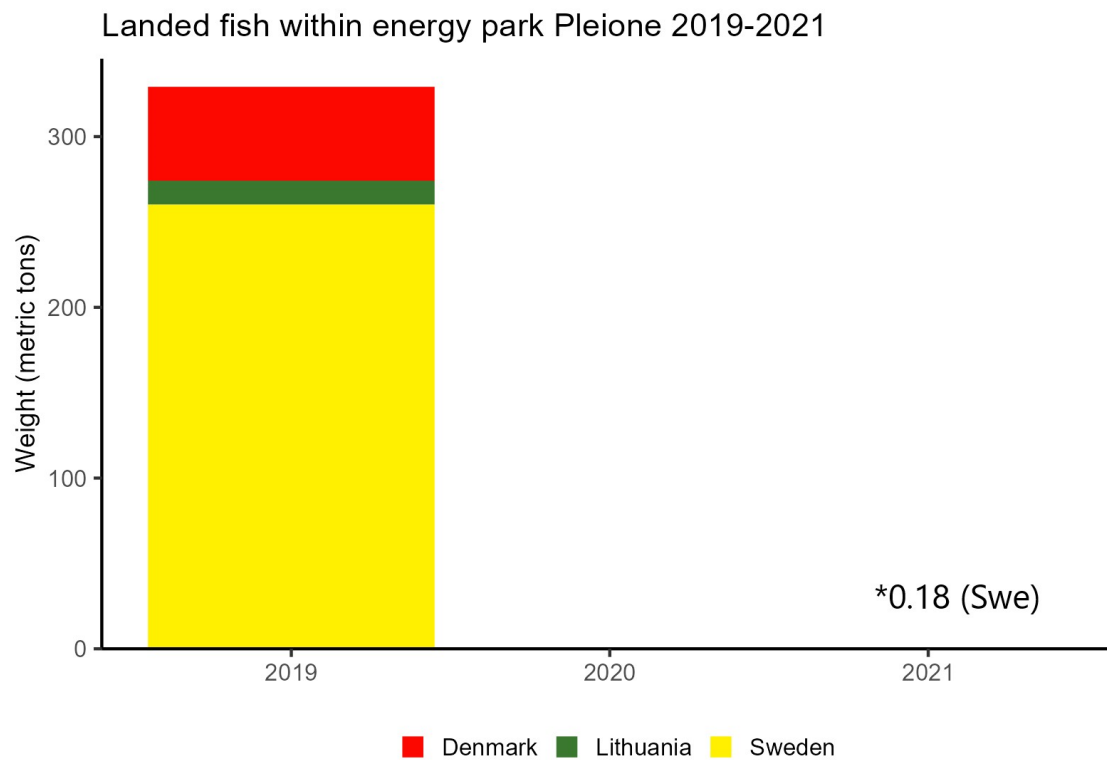
pääasiassa silliin ja kilohailiin (Ruotsin maataloushallitus ja Ruotsin meri- ja vesihuoltovirasto, 2016). Juuri tämä kalastus tuottaa alueen suurimmat saaliit painon mukaan (ICES, 2021; Ruotsin meri- ja vesistövirasto, 2022b). Tärkein pohjakalastusmuoto on pohjatroulaus, jonka saalislajeja ovat turska 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.

Pleione sijaitsee ICESin merialueella 27.3.d.28.2. Tämä on kansainvälinen alue, jossa kirjataan kaupallisen kalastuksen purettavat saaliit. Tällä merialueella Ruotsin osuus saalismäärästä oli vuosina 2006–2019 (41 prosenttia) ja Latvian 33 prosenttia, joten näiden maiden osuudet olivat suurimmat. Saalismäärästä 99 prosenttia koostui kilohailista ja silakasta. Myös tanskalaiset ja liettualaiset alukset pyytävät alueella, mutta näiden maiden pyyntimääriä puistoalueella pidetään rajallisina. Katso Kuva 25 ja Figur 26.

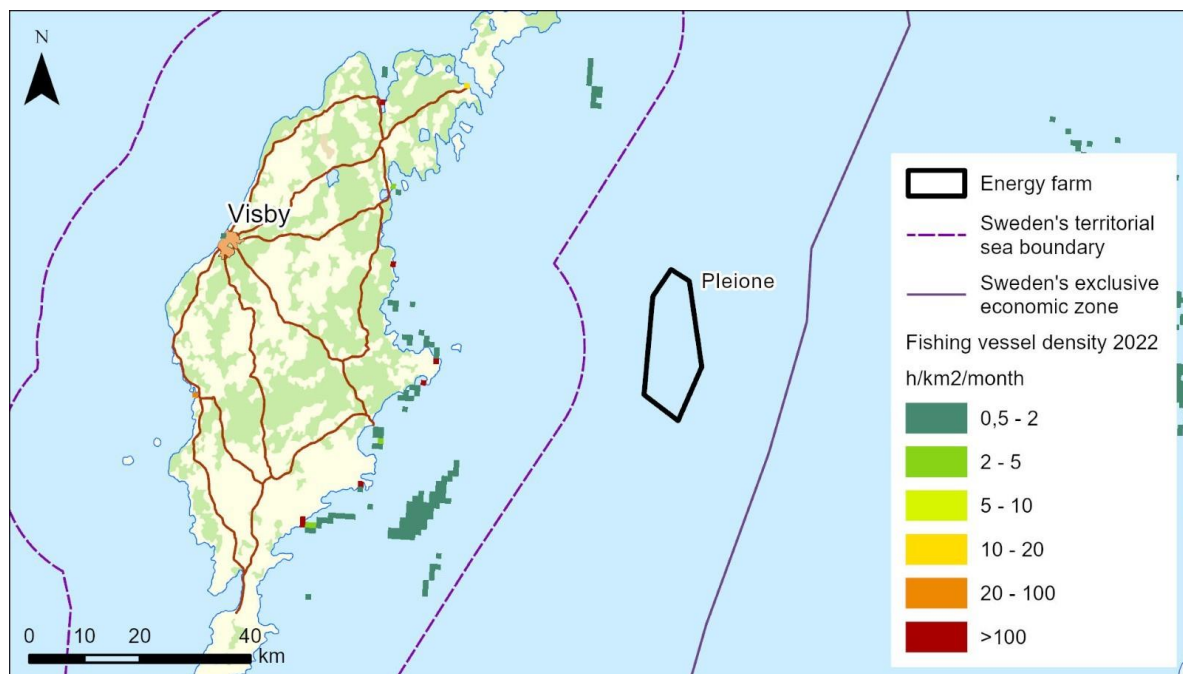
Ruotsin meri- ja vesistöviraston tiedot ruotsalaisten alusten troolauksesta vuosilta 2013–2022 osoittavat, että pohjakalastus ja pelaginen troolikalastus on voimakkainta lähempänä rannikkoa troolausrajan ulkopuolisilla aluevesillä. Kauempana avomerellä troolauksella on vähäisempää, ja Pleionen puistoalueella troolauksella ei ole näinä vuosina harjoitettu juuri lainkaan.



Kuva 25 Rekisteröidyt pyyntipisteet vuosina 2018–2021). Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2022 [pohja: Ruotsin meri- ja vesistövirasto sekä vastaavat viranomaiset Latviassa, Liettuaassa, Virossa ja Tanskassa]



Figur 26. Kaavio Pleionen energiapuistossa puretusta saaliista. Vuonna 2020 kalastusta ei ilmoitettu lainkaan, ja vuonna 2021 Ruotsin saaliiksi ilmoitettiin 180 kg. (Lähde: pohja, Ruotsin meri- ja vesistövirasto sekä vastaavat viranomaiset Latviassa, Liettuassa, Virossa ja Tanskassa)



Kuva 27. 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

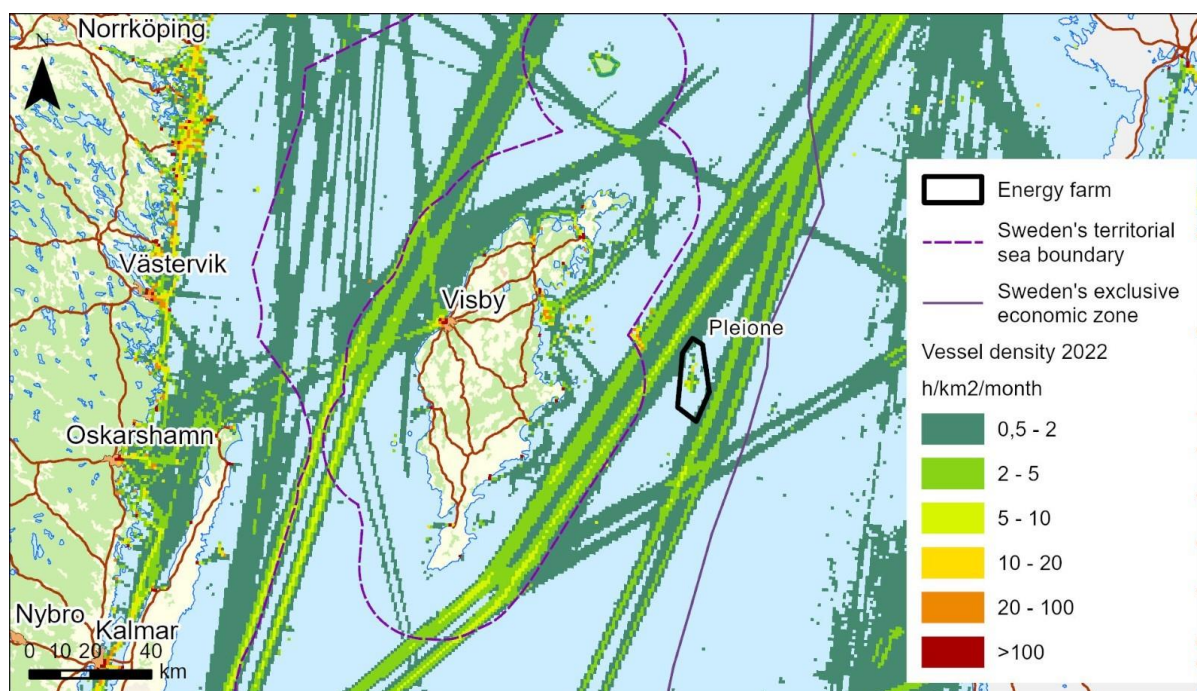
Itämeren ympäristöön kohdistuu tällä hetkellä useita stressitekijöitä, kuten rehevöityminen, ympäristömyrkyt ja liikkakalastus. Ilmastonmuutos voi pahentaa jo olemassa olevia ongelmia. Mallinnuksen mukaan meren lämpötilan ennustetaan nousevan tällä vuosisadalla (HELCOM, 2021), mikä aiheuttaisi vuotuisten leväkukintojen alkamisen aikaisemmin keväällä. Tämä johtaa orgaanisen aineskuormituksen lisääntymiseen pohjassa, 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. Energiapuisto auttaa siten osaltaan rajoittamaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia niin maailmanlaajuisesti kuin paikallisestikin.

4.7 Infrastrukturi ja suunnitteluedellytykset

4.7.1 Merenkulku

Pleionen itä- ja länsirajan vieressä on kaksi suurta laivaväylää. 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 puiston alueella matkallaan Itämerelle ja sieltä muualle (Kuva 28). Merkittävä osa energiapuiston ulkopuolisesta alusliikenteestä on raskasta merirahtiliikennettä.



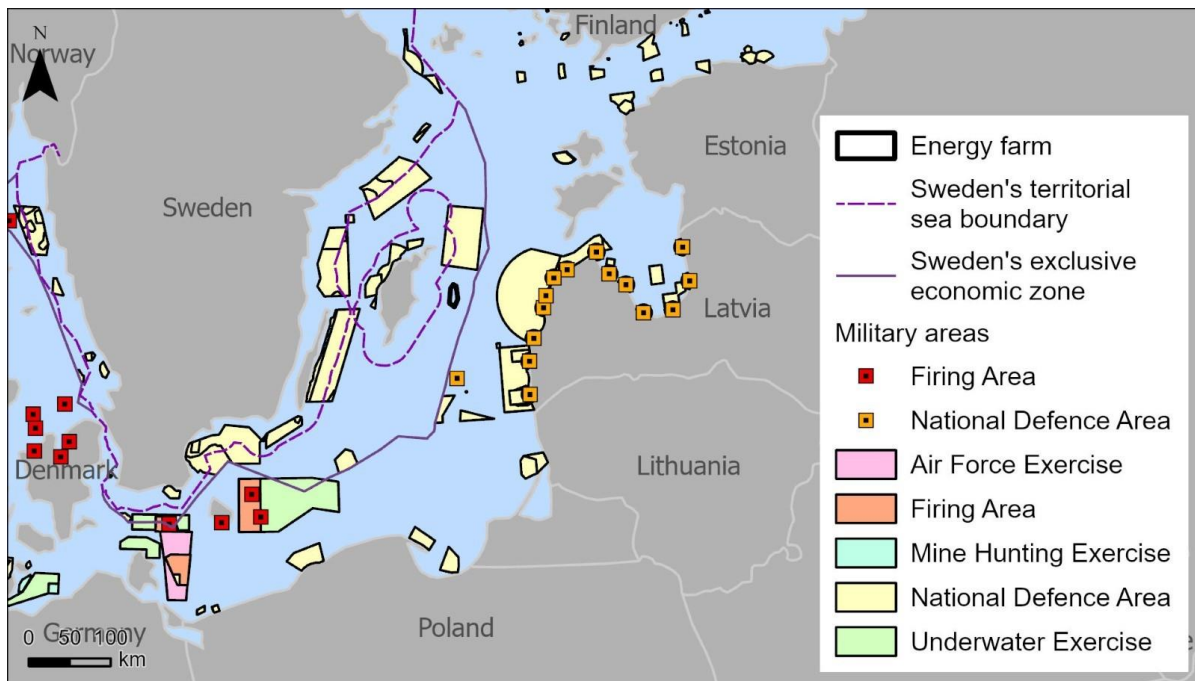
Kuva 28. Kartta kaikesta meriliikenteestä vuonna 2022 tunteina 1×1 km:n ruutua kohden kuukaudessa sekä puiston läheisyydessä olevat väylät. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 [Ruotsin maanmittauslaitos [EMODnet-pohja]

4.7.2 Ilmailu

Puistoa lähimpänä oleva lentokenttä on Visbyn lentokenttä, joka sijaitsee noin 77 kilometriä puistoalueesta länteen. Lentokenttä toimii sekä puolustusvoimien että siviili-ilmailun käytössä Lentokentän MSA-alue (Minimum Safe Altitude) muodostuu ympyrästä, jonka säde on 55 kilometriä lentoaseman laskeutumispuliteista. 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). MSA-alue ja hankealue eivät ole päällekkäisiä.

4.7.3 Sotilaskäytön alueet

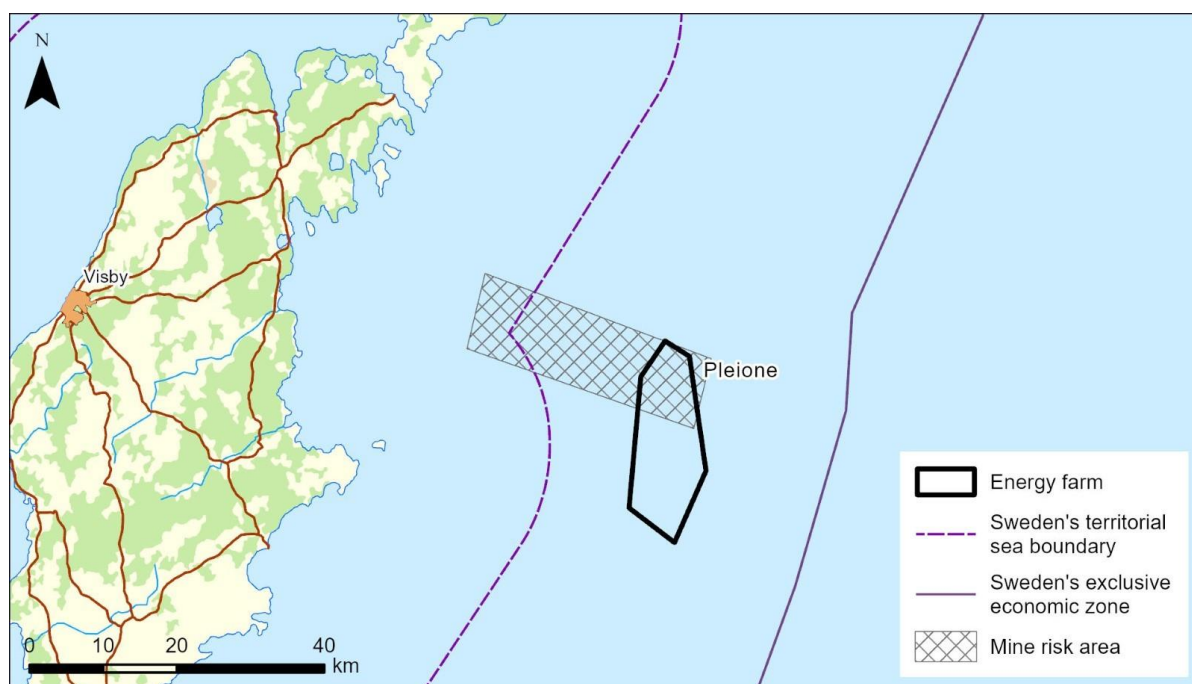
Ruotsin puolustusvoimien valtiollisiin intresseihin kuuluva merivoimien harjoitusalue sijaitsee noin 21 km pohjoiseen puistoalueesta (Kuva 29). Gotlannissa, Hemsén lähellä, on Ase (TM0091) -säätutka, joka kuuluu valtiollisiin intresseihin kokonaispuolustuksen sotilaallisen suorituskyvyn kannalta. Ase-säätutkaa ympäröivät säteeltään 5 kilometrin tuulivoiman liikkumiskieltoalue sekä säteeltään 50 kilometrin säätutkan vaikutusalue. Visbyn lentokenttä on myös yksi Ruotsin puolustusvoimien valtiollisen intressin kohteista, koska se on sotilaslentokenttä, jota voidaan käyttää kohonneessa valmiustilassa tai sotatilanteessa. Energiapuisto ei muutoin ole muiden merivoimien harjoitusalueiden vieressä, mutta noin 44 km itään energiapuistosta on Latvialle kuuluva merivoimien harjoitusalue (Kuva 29).



Kuva 29. Itämeren eri valtioiden 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). Pleionen sisäpuolella on tunnettu alue, jolla upotettujen miinojen riski on kohonnut (Ruotsin merenkululaitos, 2023) (Kuva 30).



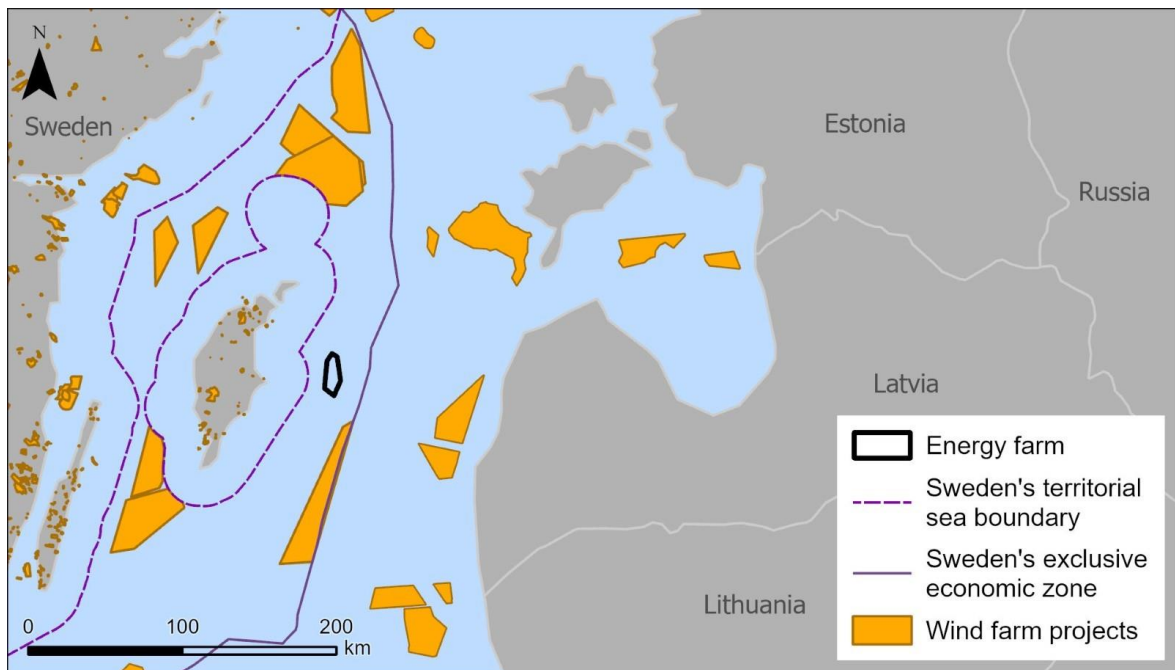
Kuva 30. Vähimmäisriskialueet. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos, [pohja: Ruotsin merenkulkulaitos, Ruotsin meri- ja vesistövirasto])

4.7.5 Muu toiminta

Energiapuiston 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 eli Ruotsin ensimmäinen merituulivoimapuisto, joka sijaitsee Gotlannin länsipuolella.

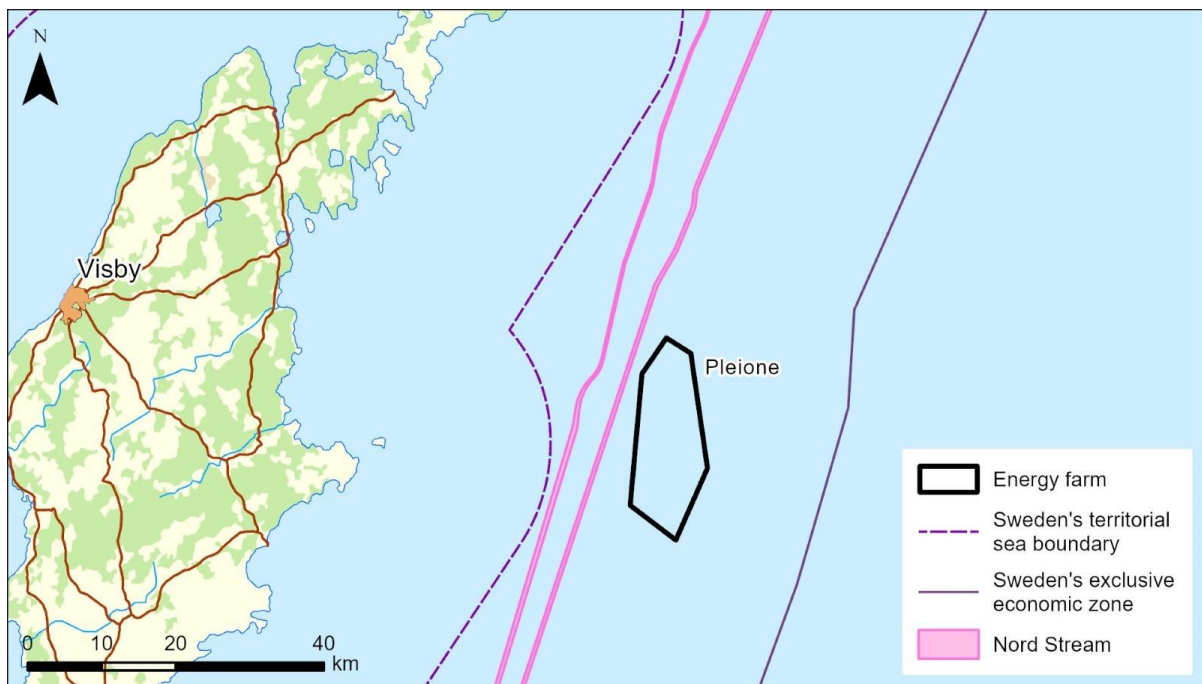
OX2 suunnittelee Ran-nimistä tuulivoimapuistoa noin 20 kilometriä Pleionesta länteen. Hanke on tällä hetkellä lausuntokierroksella. Deep Wind Offshore -niminen yhtiö suunnittelee tuulivoimapuistoa 32 kilometriä Gotska Sandöstä pohjoiseen eli Pleionen pohjoisrajalta luoteeseen. Tuulivoimapuiston ehdotettu 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, joka sijaitsee Pleionesta kaakkoon, ja Skidbladner, joka sijaitsee Pleionesta luoteeseen. Molemmat hankkeet ovat varhaisessa suunnitteluvaiheessa (Simply Blue Group, 2023). OX2 suunnittelee Aurora-nimistä tuulivoimapuistoa hieman yli 90 kilometriä Pleionesta lounaaseen. Natura 2000 -hakemus jätettiin maaliskuussa 2022 ja SEZ-lupahakemus kesäkuussa 2022. Latvian aluevesille suunnitellaan ainakin kahta tuulivoimapuistoa, ja etäisyys lähimpään tuulivoimapuistoon on noin 63 kilometriä Pleionesta. Hankkeiden tilanne ja aikataulu ovat epäselvät (The Windpower, 2023).

Alla oleva Kuva 31 esittää lähimmät suunnitellut puistoalueet.



Kuva 31. Pleiionen puistoalue ja sen lähelle suunnitellut toiminnot. Peruskartta: © [Natural Earth] 2021, [pohja: EMODnet].

Pleionesin puistoalueen vieressä kulkevat maakaasuputket Nord Stream 1 ja 2, katso Kuva 32. Nord Stream -kaasuputket kulkevat Venäjän Viipurista Saksan Lubminiin. Putkisto valmistui kokonaisuudessaan vuonna 2012 (Nord Stream).



Kuva 32. Energiapuiston alue sekä maakaasuputket Nord Stream 1 ja 2. Peruskartta: © [Lantmäteriet] 2021 (Ruotsin maanmittauslaitos)

5. Riskit ja turvallisuus

5.1 Tuuli- ja energiapuistoihin liittyvät yleiset riskit ja turvallisuus

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

Ihmisten terveydelle aiheutuvia riskejä on tarkasteltava esimerkiksi korkealla tehtävässä työssä, raskaita nostoja sisältävässä työssä tai työssä, jossa käsitellään sähkölaitteita. Ympäristöriskejä voivat olla öljyn tai muiden kemiallisten tuotteiden päästöt, rakennustyön aikana sekoittuvien pohjasedimenttien leviäminen, häiritsevä melu esimerkiksi rakentamisen ja perustusten toteuttamisen yhteydessä tai vedyn tuotantoon ja käsittelyyn liittyvät riskit. Julkiselle tai yksityiselle omaisuudelle voi aiheutua vahinkoriskejä esimerkiksi alusten liikkussa puistoalueella tai käsiteltävässä raskaita osia. Mereen upotetut ammuksot 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 tulee välttää välttämällä vaarallinen työtehtävä kokonaan tai korvaamalla se vähemmän riskialttiilla toteutustavalla. Seuraava vaihe on käyttää teknisiä tai hallinnollisia toimenpiteitä riskitapahtuman todennäköisyyden ja seurausten pienentämiseksi ja valmistautua toimenpiteisiin riskin toteutumisen varalta.

Riskianalyysyjä 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. Riskejä kuvataan tarkemmin tulevassa Espoo-raportissa.

5.2 Kemikaalien laajamittaiseen käsittelyyn liittyvät riskit ja turvallisuus

Pleionen puistoalueelle suunnitellussa toiminnassa tuotetaan ja käsitellään suuria määriä vetyä ja happea, mikä aiheuttaa onnettomuusriskin. Toiminnassa käsiteltävän hapen ja vedyn määrä merkitsee, että Pleionea koskevat Seveso-lainsäädännön korkeammat vaatimukset. Energiapuiston suunnittelussa kiinnitetään huomiota turvallisuusnäkökohtiin. Lisäksi puiston suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota onnettomuuksien ennaltaehkäisyyn. Parhailaan kartoitetaan riskejä ja arvioidaan riskien vähentämisen toimenpiteitä, jotka on toteutettava ympäristölle ja terveydelle aiheutuvien riskien minimoimiseksi.

Koska toiminta kuuluu korkeampaan vaatimustasoon, lupahakemukseen liitetään myös turvallisuusselvitys, jossa kuvataan turvallisuusperiaatteet ja toiminnan riskienhallinta sekä pelastustoiminnan omavalvontasuunnitelma.

5.2.1 Tunnistetut riskit

Seveso-lainsäädännön näkökulmasta vedyn, hapen ja dieselöljyn käsittelyyn liittyviä riskejä pidetään merkityksellisimpinä. Tarkka riskikuva vaihtelee kaasuntuotannon lopullisesta toteutustavasta riippuen. Energiapuiston putkistot ja puskurisäiliöt altistuvat muun muassa laivaliikenteelle, sään ääri-ilmiöille sekä maanjäristyksille. Lisäksi energiapuiston tietyillä lautoilla sijaitsevien vetyä sisältävien puskurisäiliöiden riskit voivat kasvaa paikallisesti ottaen huomioon yhdessä ja samassa paikassa

sijaitsevan vedyn määrä. Hakemus kattaa myös happiputkistot merenpohjan mahdolliseen hapettamiseen muualla kuin määritellyllä puistoalueella. Siksi myös nämä putkistot analysoidaan nykyisen luvan puitteissa.

Mitoitettujen riskiskenaarioiden tunnistamiseksi on laadittu karkea riskianalyysi. Mahdollisten seurausten laaja-alaisuuden vuoksi mitoitusriskit ihmisille ovat seuraavat: suihkuavat liekit, kaasupilvipalot ja palamaan syttyneen vetyvuodon aiheuttama räjähdys. Suihkuava liekki vaikuttaa yleensä lähiympäristöönsä muutaman sadan metrin säteellä ja pääasiassa suihkuliekien pituussuunnassa, kun taas kaasupilvipalo ja räjähdys voivat vaikuttaa kaikkiin suuntiin. Suureen happivuotoon liittyy pääasiassa dominovaikutusten riski kohonneiden happipitoisuuksien kautta koneissa ja prosessilaitteissa ja niiden ympäristössä, mikä voi voimistaa jo käynnissä olevaa tulipaloa. Diesel- ja öljypäästöt ovat ympäristön kannalta mitoitettuja onnettomuusskenaarioita, ja niiden katsotaan voivan syntyä yhteentörmäyksen, allision-törmäyksen (aluksen ja paikallaan olevan kohteen yhteentörmäys), tulipalon tai muun ulkoisen onnettomuuden tai kielteisen tapahtuman seurauksena.

Mitoitettujen riskiskenaarioiden lisäksi merkityksellisiksi skenaarioiksi on tunnistettu myös tulipalo ja fyysiset vahingot laivoille ja tuulivoimaloille, kun paikalla on ihmisiä. Koska dieselpolttoainetta, muuntajaöljyä ja esimerkiksi turbiiniöljyä käsitellään, myös lättäköpalot ovat tunnistettuja riskejä. Riskillä on kuitenkin vain paikallisia seurauksia elämälle ja terveydelle, ja sitä selvitetään esimerkiksi allision-törmäyksen, tulipalon tai vetyonnettomuuden aiheuttamana dominovaikutuksena.

5.2.2 Riskiä vähentävät toimenpiteet

Alustavia ja yleistason riskiä vähentäviä toimenpiteitä ovat muiden muassa turvavälit läheisille väylille ja laitoksen sisällä, ympäristölle vaarallisia aineita sisältävien aineiden turvavallitus, palontorjuntatoimenpiteet sekä hyvät käyttö- ja huoltorutiinit. Ympäröivällä alueella ei ole muita Seveso-laitoksia, jotka voisivat vaikuttaa energiapuistoon tai joihin energiapuisto voisi vaikuttaa. Lupa-alueella sijaitsevat kuitenkin maakaasuputket Nordstream 1 ja 2. Lisäksi alueella on upotettujen ammusten ja muiden taisteluvälineiden vaara. Tätä tutkitaan tulevan hakemuksen yhteydessä, joka koskee dominovaikutuksia mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Lisäksi samalla tavalla jatkoselvitetään vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyviä riskejä.

Energiapuisto on suunniteltava siten, että edellä mainitut ohikulkeviin rahti- ja/tai matkustaja-aluksiin kohdistuvat riskit ovat vähäiset suojaetäisyyksien ja/tai muiden riskiä pienentävien toimenpiteiden ansiosta. Energiapuistossa työskentelevän käyttöhenkilöstön osalta varmistetaan, että heillä on kattavat tiedot riskeistä ja he saavat tarvittavan koulutuksen muun muassa onnettomuustilanteessa toimimiseen. Koska Pleionen energiapuisto sijaitsee noin 40 kilometrin etäisyydellä taajamista, kolmansille osapuolille maalla olevien ihmisten muodossa aiheutuvaa riskiä pidetään vähäisenä.

Osana turvallisuusselvitystä laaditaan sisäinen pelastussuunnitelma yhteistyössä alan viranomaisten kanssa. Tiivistä yhteistyötä alan viranomaisten kanssa edellytetään, ja OX2 tukee toimenpiteitä, joilla täydennetään julkisten pelastuspalvelujen toimintakykyä onnettomuustapauksissa. Turvallisuusselvityksen puitteissa riskiselvityksessä annetaan myös kokonaisselvitys syttyvistä ja räjähtävistä aineista annetun lain (2010:1011) mukaisista vaatimuksista laitoksen suunnittelulle. Selvityksessä raportoidaan myös ympäristöön ja terveyteen vaikuttavista onnettomuusriskeistä sekä suunnitelluista turvallisuustoimenpiteistä vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseksi ja niiden vaikutusten rajoittamiseksi.

6. Alustava ympäristövaikutus

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

Tässä kappaleessa käsitellään energiapuiston mahdollisia eri ympäristövaikutuksia, jotka on siksi otettava huomioon tulevassa prosessissa. Mahdolliset rajat ylittävät vaikutukset esitetään kappaleessa 7. Vain ne vaiheet, joilla katsotaan olevan vaikutusta, tuodaan esiin kunkin ympäristönäkökohdan kuvauksessa alla. Tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa ympäristövaikutuksia ja niiden seurauksia kuvataan ja arvioidaan tarkemmin. Ympäristövaikutusten ja niiden seurausten arviointi perustuu kunkin vastaanottajaryhmän kannalta pahimpaan mahdolliseen skenaarioon (worst case). Esimerkiksi vedenalaisen äänen vaikutuksia merinisäkkäisiin arvioidaan perustuen siihen perustustyyppiin, joka tuottaa suurimmat rakentamiseen liittyvät melutasot. Vastaavasti ympäristövaikutuksia pohjakasvistoon ja pohjaeläimistöön arvioidaan sedimentin leviämisen suhteen käyttämällä sitä perustustyyppiä, joka aiheuttaa suurimmat suspendoituneen aineksen pitoisuudet.

6.1 Geologia ja pohjan olosuhteet

Energiapuiston perustamisen tärkeimmät ympäristövaikutukset geologiaan ja merenpohjan olosuhteisiin ovat olemassa olevan substraatin häviäminen sekä kovan alustan ja kovien 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. Kelluvat perustukset vievät vähemmän tilaa pohjassa, koska perustukset tarvitsee ankkuroida vain pohjaan. 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 pystysuoraan 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 hydrografisiin muutoksiin muualla kuin pienemmällä vesialueella kuten kapeilla vesiväylillä. Tuulivoimaloiden ympärillä

havaitut aalto- ja virtausmallien muutokset ovat olleet marginaalisia (Hammar et al., 2008a). Kelluvilla perustuksilla odotetaan olevan vähäinen vaikutus. Koska lauttojen perustukset ovat luonteeltaan samanlaisia kuin tuulivoimaloissa, vaikutuksen katsotaan olevan sama kuin tuulivoimaloiden perustusten. Kun merivettä pumpataan elektrolyytilaitteeseen ja happi sekä kuuma suolavesi palautetaan sitten mereen vedyn tuotannossa, tämä voi vaikuttaa hydrografiaan paikallisesti. Mahdolliset vaikutukset selvitetään ja kuvataan tarkemmin ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Koska Pleionen energiapuisto ei sijaitse kapeassa vesiväylässä vaan avomerellä, ja sen syvyys merenpohjaan on merkittävä, rakennus-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheiden vaikutuksen hydrografiaan odotetaan olevan vähäisiä.

6.3 Luontoympäristö

6.3.1 Natura 2000 -alueet

Toiminnan odotettuja vaikutuksia läheisiin Natura 2000 -alueisiin (katso Kuva 19) tutkitaan tarkemmin ennen tulevaa ympäristövaikutusten arviointia.

Natura 2000 -alueilla on useita nimettyjä lajeja ja luontotyyppejä. Alustavan arvion mukaan Pleionen rakentamisen, toiminnan ja käytöstä poistamisen ei odoteta aiheuttavan riskiä vaikutuksista läheisillä Natura 2000 -alueilla sijaitseviin ravintoa hakeviin lintuihin. Suunnitellun puiston 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 sellaisella etäisyydellä Natura 2000 -alueesta, että toiminnasta aiheutuvalla melulla eikä sen suojelutoimenpiteillä 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. Kyseinen Natura 2000 -alue sijaitsee myös sellaisella etäisyydellä puistosta, ettei toteutetuilla suojelutoimenpiteillä eikä toiminnan aiheuttamalla melulla odoteta vaikuttavan harmaahylkeisiin sen alueella. Puistoaluetta ei myöskään pidetä erityisen tärkeänä harmaahylkeiden ravinnon haun alueena, eikä tilapäisellä siirtymisellä pois puistoalueelta odoteta olevan merkittävää vaikutusta harmaahylkeisiin tai Natura 2000 -alueen suojeluarvoihin.

Linnut

Rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa lintuihin vaikuttaa pääasiassa lisääntynyt veneliikenteen määrä, mikä voi aiheuttaa esteitä tai siirtymistä pois. Energiapuiston suurin vaikutus tapahtuu yleensä puiston käyttövaiheessa, katso lisää kappaleesta 6.3.4.

Laaditut inventaariot osoittavat, että riskilä ja alli, jotka ovat nimettyjä lajeja Hoburgs bankin ja Midsjöbankarnan suojelusuunnitelmassa, oleskelevat vain satunnaisesti Klintin ranta-alueella. Larssonin (2018) tekemässä inventaarioissa ei havaittu alleja tai riskilöitä Klintin ranta-alueella. Tämä johtunee siitä, että lintujen kannalta ei katsota olevan energiataloudellisesti kannattavaa sukeltaa ravinnoksi simpukoita ja vastaavia lajeja Klintin ranta-alueella, koska ravinto on liian syvällä. Suhteellisen suuren veden syvyyden ja talvella havaittujen lintujen puuttumisen vuoksi Pleionen puistoaluetta ei pidetä tärkeänä ja merkityksellisenä ravinnonhaun alueena näille lajeille. Toiminnan tai Pleionen sijainnin

erityissuojelualueeseen nähden ei odoteta vaikuttavan merkittävästi riskilän ja allin mahdollisuuksia päästä Natura 2000 -alueelle, Hoburgs bankiin ja Midsjöbankarnaan ja niistä pois tai käyttää niitä talvehtimispaikkoina.

Gotlannin itärannikon erityissuojelualueiden suojelusuunnitelmissa tunnistetut pesimälintulajit elävät lähes yksinomaan maa-alueilla tai rannikkovesistöjen alueilla kaukana puistoalueesta, eikä niihin siten odoteta kohdistuvan vaikutuksia.

Luontotyypit

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

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

6.3.2 Pohjakasvisto ja pohjaeläimistö

Vaikutukset puistoalueen pohjakasvistoon ja pohjan eläimistöön muodostuvat pääosin merenpohjaan kohdistuvista fyysisistä häiriöistä, joita aiheutuu perustusten, eroosiosuojauksen, sisäisten kaapeliverkoston ja sisäisten putkiverkoston asentamisen yhteydessä. Toisaalta pohjaan suoraan kiinnittyneet eläimet voivat vammautua työn aikana, mutta tuulivoimaloiden perustusten rakentaminen aiheuttaa myös haitallisten suspendoituneiden hiukkasten tilapäistä leviämistä. Jotkut organismit voivat olla sedimentin peitossa, mikä voi häiritä joitakin lajeja. Sisäisen kaapeliverkoston ja sisäisen putkiverkoston 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 häiriötilanteen lakkaamisen jälkeen. Osa puistoalueen syvistä pohja-alueista koostuu myös täysin hapettomista pohjista, joten pohjaeläimistöjen 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 on matalampi veden syvyys ja karkeammat pohjasubstraatit, joissa esiintyy eniten merensuojelullisia arvoja pohjakasviston ja pohjaeläimistön muodossa.

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

Toimintavaiheen aikana pohjaeläimiin 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 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 on tällaisia muodostelmia. Perustuksiin lisätään kuitenkin uusia kovia rakenteita, jotka voivat muodostaa uusia

mahdollisia elinympäristöjä, joihin sinisimpukat voivat asettua elämään. Toiminnalla voi siis olla sekä syrjäyttävä että myönteinen vaikutus sinisimpukoille.

Klintin ranta-alueella sijaitseva alue on nimetty Ruotsin merialuesuunnitelma-alueeksi Ö233 yleiseen käyttöön ottaen erityisesti huomioon merkittävät luonnonarvot, mukaan lukien sinisimpukoiden turvapaikka ilmastonmuutoksen edetessä. Koska tuulivoimaloiden perustukset koostuvat kovista rakenteista, joille sinisimpukat voivat asettua elämään, alueen toiminnan ei oleteta vaikuttavan kielteisesti sinisimpukoiden ilmastoturvapaikkana toimimiseen.

Perustusten asentaminen puistoalueelle sekä kelluvien perustusten ankkurit synnyttävät 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 riuttailmiötä, koska kovalla pohjalla elävät lajit voivat asettua elämään paikallisesti tuulivoimaloiden yhteydessä lisäten näin biologista monimuotoisuutta (Wilhelmsson & Langhamer, 2014; Lu et al., 2020).

Vedyntuotannon vaikutus Pleionen energiapuistossa jäädytysveden ja suolaveden päästöinä ilmenee myös käyttövaiheessa. Koska jäädytysvedellä on sama suolapitoisuus kuin ympäröivällä vedellä, mutta jäädytysveden lämpötila on suurempi, vesi nousee pintaan eikä siten vaikuta pohjaympäristöön. Toisaalta suolavesipatsas voi saavuttaa pohjan matalimmissa kohdissa Klintin ranta-alueen ympärillä, mutta suolapitoisuus on sama kuin ympäröivällä vedellä. Alueilla, joilla syvyys ylittää halokliinin (suolapitoisuuden harppauskerros), vesipatsas ei ulotu alas. Vedyntuotanto tuottaa myös happea. Pleione Energipark AB käyttää mahdollisesti tätä syntynyttä happea pohjaveden hapettamiseen, mikä voi mahdollistaa pohjaeläinten asettumisen elämään paikkoihin, joissa on tällä hetkellä vähän happea tai ovat hapettomia. Pohjaeläimet ovat tärkeä ravinnonlähde kaloille, jotka puolestaan tarjoavat ravintoa linnuille, muille kaloille ja merinisäkkäille. Tulevassa Espoo-raportissa analysoidaan tarkemmin mahdollisia vaikutuksia sekä mahdollisia suojaustoimenpiteitä vedyntuotannon mahdollisten vaikutusten minimoimiseksi.

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 ajetaan alas.

6.3.3 Kalat

Demersaalisia kalalajeja 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 jäädä loukkuun kiduksiin, peittää mädin ja heikentää eloonjäämisen olosuhteita. Suurin riski on hiukkasten juuttuminen 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. Partikkelit 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 sijaintiin, viestintään ja nuorten kalojen kasvuun. Jos melutaso on riittävän suuri, se voi aiheuttaa tilapäisiä tai pysyviä vaurioita kuuloelimille ja uimarakolle sekä muille sisäelimille (Andersson et al., 2016). Jotkut rakentamisvaihetta edeltävät selvitykset voivat johtaa tilapäiseen syrjäyttämiseen tutkimusalueksen 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 tuulivoimaloista tulee 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). Puisto voisi jossain määrin suojella kalakantoja vastaavalla tavalla.

Käyttövaiheen aikana merenalaisten kaapeleiden ympärille syntyy sähkömagneettisia kenttiä, jotka voivat vaikuttaa 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 kaapelin suuremmilla virroilla. 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.

Pleionen energiapuiston vedyntuotannon seurauksena Pleione Energipark AB tutkii, voidaanko vedyn tuotannosta syntyvää happea lisätä pohjaveteen voimalan käyttövaiheessa. Näin voidaan mahdollisesti hapettaa syviä hapettomia ja vähähappisia pohjavesiä itäisessä Gotlannin altaassa, joka on Pleionen vieressä. Tämä puolestaan voi johtaa siihen, että pohjalla elävät elävät tai kalat, jotka toistuvasti etsivät tiensä pohjaan, palaavat alueelle ravinnon paremman saatavuuden vuoksi. Suolapitoisuus ja lämpötila voivat myös muuttua, mutta todennäköisesti vain rajoitetusti. Vedyntuotannon vaikutuksia analysoidaan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Käytöstäpoiston vaiheen aikana voi esiintyä vaikutuksia sedimentin leviämisenä, sedimentaationa ja kohonneena melutasona, mutta vähäisemmässä määrin kuin rakentamisvaiheessa. Hapettamisen ja riuttavaikutusten myönteiset vaikutukset häviävät purkamisen yhteydessä.

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 vaikutustekijöitä, jotka liittyvät toiminnan rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoistovaiheisiin. Rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheissa lintuihin vaikuttaa pääasiassa kasvava veneliikenne, 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.

Syrjäyttämisaikutukset tarkoittavat sitä, että laji välttää energiapuistoa tai sen ympäristöä. Syrjäyttämisaikutusten suuruus vaihtelee lajeittain. Esimerkiksi allien on osoitettu välttävän suurelta osin tuulivoimaloita, kun taas muut vesilintulajit eivät näytä tekevän niin (Nilsson & Green, 2011; Fox & Petersen, 2019).

Törmäysvaaralla tarkoitetaan lintujen vammautumista tai kuolemaa suorana seurauksena törmäyksestä tuulivoimaloiden lapoihin tai roottorin lapojen takana esiintyvän turbulenssin seurauksena. Tärkeä tekijä törmäysriskin arvioinnissa on eri lajien lentokorkeus.

Estevaikutus tarkoittaa, että energiapuisto on este ohi lentäville linnuille. Vaikka tämä vaikutus vähentääkin törmäysriskiä, se itse asiassa lisää lintujen energiankulutusta, koska ne saattavat joutua lentämään puiston ohi kiertoteitse.

Keväällä miljoonat linnut ohittavat Gotlannin, erityisesti saaren eteläkärjen, ja lentävät sitten koillisen suuntaan kohti Baltian maita ja Suomenlahtea. Syksyllä tämä muuttolintujen reitti kulkee päinvastaiseen suuntaan. Mahdolliset estevaikutukset ja törmäysriskit kevään ja syksyn aikana selvitetään. Lisäksi selvitetään mahdolliset syrjäyttämisaikutukset, estevaikutukset ja törmäysriskit pesimäaikana ja talvehtivien lintujen osalta.

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.

Pleione on liian kaukana maasta, jotta lepakoiden voitaisiin odottaa käyttävän aluetta ravinnon hakuun. Lepakot voivat kuitenkin mahdollisesti lentää alueen läpi kevät- ja syysmuuton aikana.

6.3.6 Merinisäkkäät

Vedenalainen melu voi vaikuttaa merinisäkkäisiin. Vaikutus merinisäkkäisiin riippuu useista eri tekijöistä, kuten äänen voimakkuudesta ja taajuudesta ja siitä, onko äänilähde impulsiivinen vai jatkuva, veden suolapitoisuudesta, pohjan

olosuhteista, etäisyydestä äänen lähteeseen sekä eläinten kuulon spektristä ja herkkydestä. Suurempi melutaso voi johtaa välttämiskäyttäytymiseen. Jos merinisäkkäät eivät vältä aluetta, vaan altistuvat jatkuvasti korkeille melutasoille, on olemassa tilapäisen kuulonaleneman riski (temporary threshold shift, TTS) ja sitä seuraavasta pysyvästä kuulonalenemasta (permanent threshold shift, PTS).

Rakennusvaiheessa syntyy eniten melua. 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 näyttänyt olevan kielteistä vaikutusta hylkeisiin tai pyöriäisiin, jotka toimintavaiheessa ovat palanneet puistoalueelle vähintään aiemmassa laajuudessa. Käyttövaiheen aikana vedyn tuotanto Pleionen energiapuistossa johtaa jäähdytysveden ja suolaveden päästöihin, mikä voi paikallisesti vaikuttaa veden lämpötilaan ja suolapitoisuuteen. Tämän vaikutuksen odotetaan kuitenkin jäävän minimaaliseksi, koska päästöt laimenevat ympäröiviin vesimassoisiin nopeasti.

Kuten aiemmin on kuvattu, vedyn tuotannossa muodostuu happea, joka voidaan mahdollisesti vapauttaa merenpohjan syviin hapettomiin ja vähähappisiin osiin. Tällä voisi mahdollisesti olla voimakas myönteinen vaikutus pohjaympäristöön ja suolaisen harppauskerroksen alla eläviin kalalajeihin, mikä puolestaan voi vaikuttaa myönteisesti myös merinisäkkäisiin. Kun voimalan perustukset asennetaan, se tarkoittaa, että merenpohjaan tulee kovia substraatteja, jotka voivat edistää pohjaan kiinnittyvien eläinten elinympäristöjä luoden niin sanotun riuttavaikutuksen. Tämä voi houkuttaa kaloja, jotka hakevat ravintoa perustusten ympäriltä. Tämä puolestaan voi houkuttaa myös merinisäkkäitä etsimään ravintoa perustusten ympäriltä (Bergström et al., 2012; Russell et al., 2014).

Käytöstäpoiston vaiheessa vaikutukset ovat samanlaisia kuin rakentamisvaiheessa vedenalaisen melun ja sedimentin leviämisen suhteen, mutta kuitenkin vähäisemmässä määrin. Hapettamisen ja riuttavaikutusten myönteiset vaikutukset häviävät, jos toiminta ajetaan alas.

6.3.7 Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden vihreä infrastruktuuri

Käyttövaiheessa puiston 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.

Hapetus

Pleione Energipark AB tutkii parhaillaan edellytyksiä yhdistää Pleionen energiapuiston vedyntuotanto pohjaveden hapettamiseen itäisessä Gotlannin altaassa, jossa pohjavesi on täysin hapetonta. Aiemmin allas oli yksi turskan lisääntymisalueista Gotlannin läntisen altaan, Bornholmin altaan ja Gdanskin syvänteen lisäksi, mutta nyt turska lisääntyy rajoitetusti Bornholmin altaassa, koska hapettomia syväpohjia on nyt enemmän keskisellä ja eteläisellä Itämerellä.

Itä-Gotlannin altaan hapettamisella odotetaan olevan myönteisiä vaikutuksia biologiseen monimuotoisuuteen, koska se voi edistää pohjaeläinten kantojen palautumista, mikä puolestaan edistäisi kalantuotantoa. Pohjaeläimet ovat tärkeä ravinnon lähde muun muassa turskalle, sillille ja kampelalle. Pohjaveden hapettamisella on myös potentiaalia vähentää fosforin sisäistä lähdettä. Tämä olisi hyödyllistä, koska fosfori on pääasiallinen ravinne, joka aiheuttaa laajamittaista rehevöitymistä Itämerellä. Pohjavettä hapettamalla sedimenttien kykyä pidättää fosforia voidaan parantaa (Stigebrandt, 2021).

Merenpohjan hapettamista tutkitaan tarkemmin ja kuvataan tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Luonnon huomioon ottava suunnittelu

Luonnon huomioon ottavalla suunnittelulla olisi edistettävä kotoperäisten lajien ekologista tehtävää keskittyen uhanalaisten lajien ja luontotyypien vahvistamiseen. Lähtökohtana tässä 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. Tuuli- ja energiapuiston 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 visuaaliseen vaikutelmaan maisemasta, jossa ne sijaitsevat. Pleione sijaitsee meren rannalla, noin 37 kilometrin etäisyydellä Gotlannista. Suunniteltujen voimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 370 metriä. Tuulivoimalat näkyvät siis kauas ympäröivän maiseman avoimista paikoista tai korkeammilta paikoilta sisämaasta. Näkyvyydeltään hyvinä päivinä energiapuisto näkyy Gotlannista käyttövaiheen aikana. Lisäksi tuulivoimalat, joiden kokonaiskorkeus on yli 150 metriä, on merkittävä estevaloin, mikä voi lisätä voimaloiden näkyvyyttä yöllä.

Tuulivoimalat näkyvät Gotlannista käsin riippumatta suunnitteluvaihtoehdoista ja tuulivoimaloiden kokonaiskorkeudesta. Energiapuiston perustamisen jälkeistä odotettua maisemaa havainnollistamaan on tuotettu visualisointeja ja valokuvamontaaseja useista Gotlannin eri pisteistä. Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä tuotetaan myös niin sanottuja näkyvyysanalyyskejä. Niistä käy ilmi, mistä paikoista ympäröivässä maisemassa tuulivoimalat näkyvät.

6.5 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, miltä nykypäivän kalastusvälineet näyttävät. Jos kehitetään uudenlaisia kalastusvälineitä, tuulipuistoalueita voidaan mahdollisesti käyttää kaupalliseen kalastukseen tulevaisuudessa. Pleionessa ei tällä hetkellä harjoiteta juurikaan troolaustoimintaa, joten voimalan ei odoteta johtavan merkittävän kalastusalueen menettämiseen. Käytöstäpoiston vaiheen vaikutuksen odotetaan olevan samanlainen kuin rakentamisvaiheessa, jossa työkohteiden suojaetäisyydet merkitsevät kalastusalueiden menetyksiä ja pidempiä kuljetusmatkoja.

Pleione Energiapark AB tutkii mahdollisuuksia vapauttaa vedyn tuotannossa muodostunutta happea syvillä hapettomilla ja vähähappisilla Pleionen alueilla merenpohjaan, millä voisi olla myönteinen vaikutus kalakantoihin pitkällä aikavälillä. Tämä yhdessä riuttavaikutusten kanssa ja se, että energiapuistoista tulee käytännössä usein samalla pyyntikieltoalueita, voi myös johtaa heijastevaikutuksiin ja hyödyttää kaupallista kalastusta lähialueilla.

Kalastukseen kohdistuvia vaikutuksia kuvataan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.6 Ilmasto

Energiapuiston rakentamisella on tietty ilmastojalanjälki tuulivoimaloiden ja muiden laitosten uudisrakentamisen sekä kuljetus- ja asennustöiden kautta. Käytöstäpoiston vaiheella on myös tietty ilmastojalanjälki, joka liittyy ajoneuvojen käyttöön jne. Nämä toimet ovat kuitenkin ajallisesti ja laajuudeltaan rajoitettuja. Käyttövaiheessa energiapuisto tuottaa sen sijaan fossiilivapaata energiaa. Puiston sähköntuotannon kapasiteetti olisi noin 5 TWh, mikä riittää toimittamaan jopa 1 miljoonalle kotitaloudelle fossiilivapaata sähköä. Energiapuisto on siis keskeinen osa tulevaisuuden ilmastonmuutoksen rajoittamista ja uusiutuvaan sähköjärjestelmään siirtymistä. Puiston ilmastovaikutuksia kuvataan tarkemmin tulevassa ympäristövaikutusten arvioinnissa.

6.7 Infrastrukturi ja suunnitteluedellytykset

6.7.1 Merenkulku

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

Koska energiapuisto ei sijoitu päällekkäin nimettyjen laivaväylien kanssa, konfliktin riskiä käyttövaiheessa pidetään pienenä, ja vaikutusten odotetaan olevan vähäisiä. Voimalaitos voi kuitenkin lisätä törmäysriskiä erityisesti sellaisina päivinä, jolloin näkyvyys on heikko. Puiston uloimmista tuulivoimaloista läheisiin väyliin tulisi määrätä turvaetäisyys, jotta alusturvallisuus ei vaarannu (Ruotsin liikennevirasto, 2023). Koska puistoalue sijaitsee kahden 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. Koska Pleione ei ole päällekkäin minkään Visbyn lentokentältä lähtevän MSA-alueen kanssa, energiapuistolla ei odoteta olevan tältä osin vaikutusta ilmailuun.

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 nimetyin 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

Ruotsin puolustusvoimien merivoimien harjoitusalue, johon liittyy valtiollinen intressi, sijaitsee Pleionen pohjoispuolella. Muutoin energiapuisto ei ole muiden merivoimien Ruotsille tai muille valtioille kuuluvien harjoitusalueiden vieressä.

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 jätteenpurrupaikat

Pleionen sisäpuolella on tunnettu alue, jolla upotettujen miinojen riski on kohonnut. Ennen energiapuiston rakentamista tehdään magneettikenttätutkimukset mahdollisten miinojen varalta. Miinariskien arviointia tarkastellaan tarkemmin tulevassa Espoo-raportissa.

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 energiapuisto 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 energiapuiston 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.

OX2 näkee suuria hyötyjä noin 20 kilometriä Pleionesta länteen sijaitsevien Pleionen ja Ranin puistoalueiden rinnakkaisessa kehittämisessä, koska ympäristövaikutusten arvioinneissa otetaan huomioon yhteiset ympäristövaikutukset ja mahdolliset kumulatiiviset vaikutukset. Ranin tuulivoimapuistosta 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 mahdollinen 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 määrästä. 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 Biodiversiteetti

Luvussa 6.3.7 kuvatulla mahdollisella hapettamisella ja luonnon huomioon ottavalla suunnittelulla voi mahdollisesti olla myös rajat ylittäviä vaikutuksia. Tätä vaikutusta kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.4 Maisemakuva

Vaikutuksia Ruotsin talousvyöhykkeen maisemaan tutkitaan tulevissa näkyvyysanalyysissä. Koska lähin mannermaa Ruotsin talousvyöhykkeen (Latvia) ulkopuolella sijaitsee hieman yli 100 kilometrin etäisyydellä Pleionesta, rajat ylittävien vaikutusten odotetaan kuitenkin olevan vähäisiä. Vaikutukset maisemakuvaan kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.5 Kalastus

Edellä kappaleessa 6.5 raportoiduilla alustavilla ympäristövaikutuksilla voi olla rajat ylittäviä vaikutuksia myös latvialaisiin kalastajiin. Puistoalueen kalastukseen kohdistuvien vaikutusten sekä Ruotsin että kansainvälisen kalastuksen osalta odotetaan olevan vähäisiä, vaikka ei voidakaan sulkea pois mahdollisuutta, että suunnitellulla energiapuistolla voi olla vaikutuksia yksittäisiin kalastajiin. Vaikutuksia kalastukseen kuvataan tulevassa Espoo-raportissa.

7.6 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 energiapuisto sijaitsee kahden laivaväylän vieressä, ja vaarana on vaikutus merenkulkuun vedyn tuotantoon liittyvän törmäys- ja onnettomuusriskin lisääntymisen kautta. Merenkulun riskianalyysi tehdään ja merenkulun riskit selvitetään tulevassa Espoo-raportissa.

7.7 Kumulatiiviset vaikutukset

Kuten kappaleessa 6.9 on kuvattu, puistoalueen läheisyydessä sijaitsevalle olemassa olevalle ja luvanvaraiselle toiminnalle tehdään kumulatiivisten vaikutusten arvioinnit. Espoo-raportti sisältää arvion alueen muiden toimintojen, kuten merenkulun, putkistojen, kaapeleiden ja muiden olemassa olevien tai luvitettujen 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, Sigray 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) Vindkraftspark Erik Segersäll - Samrådsunderlag för samråd med allmänheten och kommuner med kust i riktning mot vindkraftsparken. Mars 2022.

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

Didrikas, T. & Tano, S. (2018). Undersökning av undervattensmiljöer vid Klints bank. Länsstyrelsen i Gotlands län. Rapport: 2018:1.

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

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/>.

Europeiska kommissionen (2020) Meddelande från kommissionen till Europaparlamentet, rådet, Europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt regionkommittén. En vätgasstrategi för ett klimatneutralt Europa.

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

Fox, A.D. & Petersen, I.K. 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 113:86-101.

Försvarsmakten (2019) F 17 Gotland. [F 17 Gotland - Försvarsmakten \(forsvarsmakten.se\)](https://www.forsvarsmakten.se/nyheter/2019/08/17-f-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 Unites 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*.

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 (2019). <https://map.neweuropeanwindatlas.eu/> [hämtat 2023-06-13].

Nilsson, L. & Green, M. (2011). Birds in southern Öresund in relation to the windfarm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2001–2011. Rapport från Biologiska Institutionen, Lunds universitet.

Njordr 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 \(nord-stream.com\)](https://www.nord-stream.com/). Hämtad 2023-08-23.

Norling P & Kautsky N.(2008). Patches of the mussel *Mytilus* sp. are islands of high biodiversity in subtidal sediment habitats in the Baltic sea. *Aquatic Biology* 4:75-87.

Oceana. (2014). Oceana proposal for a Marine Protected Area - Klints Bank and North East of Gotland.

- 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
- 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/Minor). 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.
- Stigebrandt, A. (2021). Syrefritt djupvatten accelererar Östersjöns övergödning (kapitel i bok). *Vårt gemensamma innanhav: finskt och svenskt kring Östersjön*. Bo Lindberg, red.
- 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.se/Baltic-Wind-Park-Latvia-Wind-farms-Online-access-The-Wind-Power). 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, Sigray 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/>

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>

Sjöfartsverket (Ruotsin merenkulkulaitos)

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

Helcom

<https://helcom.fi/>

