

# Aurumin tuulivoimapuisto

Rajausneuvottelun ja Seveso-neuvottelun kuulemispohja

3.5.2023



eolus™

## Hallinnolliset tiedot

<b>Hakija:</b>	Aurum Offshore AB
<b>Y-tunnus:</b>	559349 – 7380
<b>Postiosoite:</b>	c/o Eolus Vind AB Box 95 281 21 Hässleholm
<b>Kotisivu:</b>	<a href="http://www.eolusvind.com">www.eolusvind.com</a>
<b>Yhteyshenkilö:</b>	Susanna Gelin
<b>Puhelin:</b>	+46 (0) 761 19 14 95
<b>Sähköposti:</b>	<a href="mailto:samrad.aurum@eolusvind.com">samrad.aurum@eolusvind.com</a>
<b>Ympäristökonsultti:</b>	DGE Mark och Miljö AB Monika Walfisz, tehtävävastaava Josefin Åkerström, projektityöntekijä
<b>Laillinen edustaja:</b>	Lakiasiaintoimisto Åberg & Co AB Björn Hellman, asianajaja Nils Karlsson Green, avustava lakimies Emma Söderlind, avustava lakimies

*Kuulemispohjan on laatinut DGE Mark och Miljö AB.  
Kartat ja kuvat on luonut Eolus Vind AB, jos toisin ei ole ilmoitettu.*

*Karttojen sisältö on noudettu viranomaisten kotisivuilta. Näitä viranomaisia ovat muun muassa Ruotsin lääninhallitus, merenkulkuvirasto, ympäristönsuojeluvirasto, maatalousvirasto, liikennevirasto, meri- ja vesistöviranomainen sekä kulttuuriperintö- ja kulttuuriympäristöviranomainen.*

## Projektin kotisivu

Tietoa projektista on saatavana kotisivulla: <https://www.eolusvind.com/aurum>

### MIELIPITEIDEN ESITTÄMINEN KUULEMISESTA

Lausunnot kuulemisesta esitetään projektin kotisivulla olevalla mielipidelomakkeella tai sähköpostitse osoitteeseen [aurum@eolusvind.com](mailto:aurum@eolusvind.com)

Mielipiteet voi esittää myös kirjeitse osoitteeseen

Aurum Offshore AB  
Att. Samråd Aurum  
c/o Eolus Vind AB  
Torsgatan 5B  
411 04 Göteborg SVERIGE

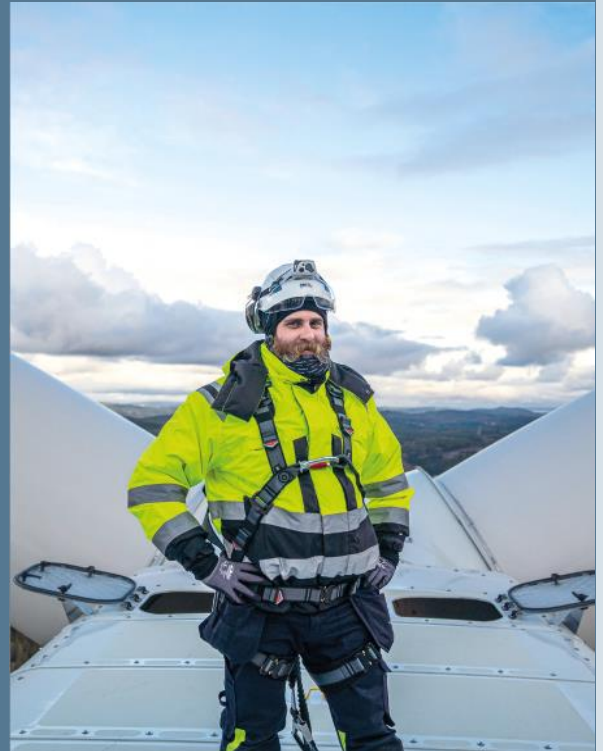
Merkitse sähköpostiviestiin tai kirjeeseen ”Samråd Aurum”.

## TIETOA EOLUKSESTA

### Katseemme on ollut tulevaisuudessa jo kauan

Eolus Vind AB (Eolus) oli vuonna 1990 Ruotsin ensimmäinen kaupallinen tuulivoimasuunnittelija. Nykyään olemme johtava toimija useilla markkina-alueilla, ja tuotamme tuulivoiman lisäksi aurinkoenergiaa ja energianvarastointiratkaisuja. Aurum Offshore AB on Eolus Vind AB:n kokonaan omistama projektiryitys.

Siirtyminen kestävään yhteiskuntaan on aikamme tärkeimpiä aiheita. Haluamme edistää sitä myös tulevaisuudessa. Ajattelemme kaukonäköisesti ja pyrimme toteuttamaan kestäviä projekteja ja edistämään paikallisten toimialojen ja toimintojen kehitystä luomalla uusiutuvaa energiaa.



### Aurumin tuulivoimapuisto

Suunniteltu tuulivoimapuisto sijaitsee Ruotsin aluevesillä Selkämerellä noin 3 kilometrin etäisyydellä Västerbottenin läänistä sijaitsevista Robertsforsin ja Skellefteån kunnista.

Tuulivoimapuiston selvitysalue on jaettu kahteen alueeseen. Pohjoinen selvitysalue on noin 152 km<sup>2</sup>:n ja eteläinen selvitysalue noin 198 km<sup>2</sup>:n laajuinen. Näille kahdelle alueelle Eolus suunnittelee enintään 147 tuulivoimalaa, joiden suurin kokonaiskorkeus on 365 metriä. Asennetun tehon arvioidaan olevan noin 2 200 MW, joka tuottaisi vuosittain noin 8,4 TWh uusiutuvaa sähköä Ruotsin sähköverkkoon. Tätä voi verrata Västerbottenin läänin sähkönkulutukseen, jonka ilmoitettiin olleen 4,1 TWh vuonna 2020. Yksi vaihtoehto on käyttää sähkö kokonaan tai osittain siihen, että sillä tuotetaan enintään 170 000 tonnia vuodessa uusiutuvaa vetyä.

Västerbottenin läänin energiantarpeen odotetaan kasvavan seuraavien 20 vuoden aikana muun muassa teollisuuden ilmastosiirtymän seurauksena. Melkein kaikissa Västerbottenin läänin kunnissa on maailman johtavia yrityksiä, ja uusiutuvan energian tarve on suuri. Edullisen sähkön saatavuus riittävän suuressa laajuudessa on edellytys Ruotsin elinkeinoelämän jatkuvalle kehitykselle ja kilpailukyvyille.



<b>1 Johdanto .....</b>	<b>6</b>
1.1 Eolus Vind AB:n esittely .....	6
1.2 Konsultti.....	7
<b>2 Tausta .....</b>	<b>8</b>
2.1 Motiivi.....	8
<b>3 Ympäristönkuvaus .....</b>	<b>10</b>
3.1 Sijoittaminen.....	10
3.2 Kaavaolosuhteet.....	14
3.3 Kunnalliset suunnitelmat.....	18
3.4 Alueiden suojelu .....	21
3.5 Valtakunnalliset merkitykset .....	27
3.6 Ympäristölaatumormit.....	29
3.7 Tuuliolosuhteet .....	31
3.8 Geologia .....	31
3.9 Meritiede.....	32
3.10 Merelliset luontoarvot .....	32
3.11 Linnut.....	38
3.12 Lepakot.....	39
3.13 Merelliset kulttuuriarvot .....	40
3.14 Mantereen luonto- ja kulttuuriarvot .....	41
3.15 Ulkoilu.....	43
3.16 Asutus.....	43
3.17 Puolustusvoimat .....	43
3.18 Muut edut.....	44
<b>4 Toiminnan kuvaus .....</b>	<b>50</b>
4.1 Laajuus.....	50
4.2 Rakenne.....	50
4.3 Meteorologinen laitteisto.....	56
4.4 Mittaus-, valvonta- ja viestintätorni .....	57
4.5 Sähköverkko .....	57
4.6 Vety .....	60
4.7 Estemerkki .....	65
4.8 Tuulivoimapuiston eri vaiheet .....	66
<b>5 Ulkopuolisten tapahtumien riski ja vaikutus.....</b>	<b>68</b>
5.1 Merivahinko ja tulipalo.....	68
5.2 Jäätyminen .....	68
5.3 Saasteiden leviäminen.....	68
5.4 Räjähämätön ammus .....	69
5.5 Vedyntuotanto .....	69
<b>6 Ympäristövaikutukset.....</b>	<b>71</b>

6.1 Merelliset luontoarvot .....	71
6.2 Linnut .....	72
6.3 Lepakot.....	73
6.4 Merelliset kulttuuriarvot .....	73
6.5 Mantereen luonto- ja kulttuuriarvot .....	74
6.6 Ulkoilu.....	74
6.7 Maisemakuva .....	74
6.8 Melu.....	76
6.9 Varjot.....	76
6.10 Lähellä sijaitsevat toiminnot ja kumulatiivinen vaikutus 77	
6.11 Maanpuolustus.....	77
<b>7 Kuuleminen .....</b>	<b>77</b>
<b>8 Ympäristövaikutusten arviointimenettely.....</b>	<b>78</b>
<b>9 Viitteet .....</b>	<b>80</b>

# 1 Johdanto

Esillä oleva kuulemispohja on laadittu yhteistyössä DGE Mark och Miljö AB:n kanssa. Asiakirja muodostaa pohjan rajausneuvottelun läpikäynnille Ruotsin ympäristölain (Miljöbalken) 6. luvun mukaisesti koskien merellä olevaa Aurumin tuulivoimapuistoa, joka sijaitsee Robertsforsin ja Skellefteån kuntien aluevesillä. Tuulivoimapuistosta vedetään liityntäkaapelit mantereella sijaitsevaan sähköverkkoon.

Kuuleminen kattaa tuulivoimapuiston rakentamisen, käytön ja käytöstäpoiston sekä tuulivoimapuistoon asennettavan sisäisen kaapeliverkoston vetämisen, ylläpidon ja käytöstäpoiston. Kuuleminen kattaa myös liityntäkaapelien asentamisen tuulivoimapuistosta mantereelle kolmen vaihtoehdoisen käytävän kautta kolmeen vaihtoehtoiseen liitännäspisteeseen mantereella. Vaihtoehtoiset siirtokaapeleiden selvityskäytävät kulkevat Robertsforin kunnan ja Uumajan kunnan alueilla Västerbottenin läänissä. Lisäksi kuuleminen kattaa tuulivoiman kahden osaselvitysalueen välisen siirtokaapelin.

Kuuleminen kattaa myös sen vaihtoehdon, että suunnitellun tuulivoimapuiston tuottama energia käytetään kokonaan tai osittain merelle tuulivoimapuiston selvitysalueelle sijoitettavassa vedyn tuotantolaitoksessa. Tässä tapauksessa kuuleminen kattaa lisäksi putkien asentamisen tuulivoiman selvitysalueelta mantereella sijaitsevaan vastaanottopisteeseen. Putket sisältyvät liityntäkaapeleiden selvityskäytäviin.

Kuulemispohja on tarkoitettu kuulemisen perustaksi ennen hakemusten jättämistä Ruotsin mannerjalustaa ("KSL") koskevan lain (1966:314), ympäristölain (1998:808), sähkölain (1997:857), tiettyjä putkituksia koskevan lain (1978:160) sekä vakavien kemikaalionnettomuuksien ehkäisemiseen ja rajoittamiseen tähtäviä toimenpiteitä koskevan lain (1999:381) (Seveso-lainsäädäntö) mukaisesti.

Tämän kuulemisen myötä Eolus toivoo voivansa tehdä projektissa mahdollisia tuulivoimapuiston selvitysalueen ja kaapelien selvityskäytävien aluerajauksia sekä vähentää tulevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn liittyvää työtä.

## 1.1 Eolus Vind AB:n esittely

Aurum Offshore AB on Eolus Vind AB:n kokonaan omistama tytäryhtiö.

Eolus on merkittävä toimija muutoksessa kohti uusiutuvan energian tuotantoa. Yritys on vuodesta 1990 alkaen kehittynyt yhdeksi Pohjoismaiden johtavista tuulivoiman suunnittelijoista. Eoluksen pääasiallista toimintaa on uusiutuvan energian tuotantolaitosten ja energianvarastoinnin suunnittelu ja toteutus. Eolus on edistänyt yli 660 tuulivoimalaitoksen toteutusta. Laitosten kokonaisteho on 1 400 MW. Tämän lisäksi Eoluksella on toteutukset käynnissä Ruotsissa, Norjassa ja Yhdysvalloissa. Eolus on toteuttanut noin 13 prosenttia Ruotsissa rakennetusta tuulivoimasta.

Projektit toteutetaan enimmäkseen myymällä voimalaitokset avaimet käteen -periaatteella. Eolus tarjoaa sekä paikallisille että kansainvälisille sijoittajille

kiinnostavia ja kilpailukykyisiä sijoituskohteita. Eolus harjoittaa toimintaa paikan päällä Pohjoismaissa, Baltian maissa, Puolassa ja Yhdysvalloissa.

Eolus on sitoutunut projektikehitykseen useissa merelle sijoitetuissa tuulivoimaprojekteissa niissä maissa, joissa se harjoittaa toimintaa. Merelle sijoitetun tuulivoiman toteutuskustannusten laskiessa Eolus pyrkii olemaan osa arvoketjua tässä segmentissä kehittämällä houkuttelevia merelle sijoitettavia tuulivoimaprojekteja.

Suunnittelun ja toteutuksen lisäksi Eoluksella on myös käyttöorganisaatio, jonka hallinnointiin kuuluu nykyään yli 900 MW tuulivoimaa. Eolus toimittaa kokonaisvaltaisia käyttö- ja hallinnointipalveluita antaakseen sijoittajille mielenrauhan joko Eoluksen tai muiden toimijoiden rakentamien tuulivoimalaitosten omistamisen osalta.

## 1.2 Konsultti

Vuonna 2004 perustettu DGE Mark och Miljö AB on ympäristöasioihin keskittynyt konsulttiyritys, jolla on monipuolinen osaaminen ja pitkä kokemus esimerkiksi tuulivoiman ympäristöselvityksistä, säännöllisistä katselmuksista, saastuneista alueista, kestävyysasioista, johtamisjärjestelmistä, vesikemiasta ja ilmastopäästöistä. DGE:llä on asiakkaita useilta eri aloilta, kuten elintarviketeollisuudesta, selluteollisuudesta, energia-alalta, konepajateollisuudesta sekä julkiselta sektorilta, kuten kunnista ja alueilta.

## 2 Tausta

Aurum Offshore AB selvittää lupahakemuksen edellytyksiä Ruotsin ympäristölain ja mannerjalustalain mukaisesti uusiutuvan sähkön tuottamisen mahdollistamiseksi tuulivoimalla aluemerellä. Yhtiö suunnittelee tälle alueelle enintään 147 tuulivoimalaa, joiden suurin kokonaiskorkeus on enintään 365 metriä. Kuuleminen kattaa molemmat edellä mainitut hakemukset.

Esillä olevan kuulemisen tarkoitus on myös selvittää, millainen luvanvarainen vaikutus tulevalle Natura 2000 -alueella on Ruotsin ympäristölain 7. luvun 28a §:n mukaisesti.

Mahdollisen vedyn tuotannon vuoksi kuuleminen kattaa myös sen selvittämisen, miten voidaan ehkäistä ja rajoittaa vakavia kemikaalionnettomuuksia (nk. Seveso-kuuleminen).

Lopuksi kuuleminen kattaa linjan tulevan verkkolupahakemuksen Ruotsin sähkölain (SFS 1997:857) mukaisesti siirtokaapeleille ja lupahakemuksen tiettyjä putkituksia koskevan lain (1978:160) mukaisesti vetykaasuputkille voimalaitoksen ja maayhteyspisteen välillä sekä siirtokaapeleille/-putkille voimalaitosten välillä asiaan kuuluvine asennuksineen ja laitteineen Robertsforsin ja Uumajan kuntien alueilla Västerbottenin läänissä.

Kuuleminen mantereen liityntäjohtojen osalta suoritetaan myöhemmin erillisessä prosessissa Ruotsin sähkölain mukaisesti.

### 2.1 Motiivi

Ruotsin valtiopäivät ovat päättäneet, että Ruotsin sähköntuotanto käyttää 100-prosenttisesti uusiutuvaa energiaa vuoteen 2040 mennessä. Tämä vaatii muun muassa tuulivoiman rakentamisen jatkamista koko maassa. Vuonna 2021 Västerbottenin läänin 476 voimalaa olivat käytössä 1 357 MW:n asennetulla kokonaisteholla, ja ne tuottivat kaikkiaan 2 501 GWh sähköä tuulivoimalla (Energimyndigheten Statistiskdatabas, 2022), mikä on 61 prosenttia läänin sähkönkulutuksesta. (SCB:n tilastotietokanta, 2022)

Västerbottenin läänin energiantarpeen odotetaan kasvavan seuraavien 20 vuoden aikana muun muassa teollisuuden ilmastosiirtymän seurauksena. Melkein kaikissa Västerbottenin läänin kunnissa on maailman johtavia yrityksiä, ja uusiutuvan energian tarve on suuri. Muun muassa Skellefteån kuntaan rakennettavan Northvoltin akkutehtaan energiankäyttö kuusinkertaistuu vuoteen 2030 mennessä (Svenskt näringsliv, 2021). Yksinomaan Northvoltin tehtaan sähköntarpeen odotetaan olevan kaksinkertainen Skellefteån kunnan vuoden 2021 sähkönkulutukseen verrattuna (Skellefteån kunta, 2021). Edullisen sähkön saatavuus riittävän suuressa laajuudessa on edellytys Ruotsin elinkeinoelämän jatkuvalla kehitykselle ja kilpailukyvyille.

Norrbottenin läänin fossiilittomaan teräksentuotantoon tekemien investointien ja alueella olevien lukuisten datakeskusten vuoksi sähköntarpeen arvioidaan kasvavan runsaan 8 TWh:n tasolta (2019) noin 107 TWh:n tasolle vuoteen 2050 mennessä.



Suuri osa arvioidusta sähköntarpeesta liittyy myös vedyn tuotantoon. (Norrbotenin seutu, 2022)

Västerbottenissa ja Norrbottenissa on edellytyksiä myös tulevaisuudessa tarjota saataville uusiutuvaa sähköä vakaalla tavalla ja kilpailukykyiseen hintaan. Västerbottenin ja Norrbottenin kauppakamarien mukaan Norlannin rannikolla tehdään lähivuosina useita investointeja vihreään teollisuuteen, infrastruktuuriin ja elinkeinoelämään. Investointien kokonaisarvo on yli 300 miljardia kruunua.

Aurumin tuulivoimapuisto tulee antamaan noin 8,4 TWh lisää uusiutuvaa energiaa vuodessa Ruotsin sähköverkkoon. Tätä voi verrata Västerbottenin läänin sähkönkulutukseen, jonka ilmoitettiin olleen 4,1 TWh vuonna 2020. (SCB:n tilastotietokanta) Tuulivoimapuistolla voi tämän myötä olla merkittävä tehtävä alueen tulevan energiantarpeen täyttämässä. Kolme vaihtoehtoista liityntäkaapelin maayhteyspistettä antavat myös mahdollisuuden paikallisesti tuotetun uusiutuvan sähkön suoratoimitukseen alueen teollisuudenaloille ja toimintaan pienillä kustannuksilla.

Suoraan suunnitellun tuulivoimapuiston yhteydessä tapahtuva vedyn tuotanto mahdollistaa uusiutuvan ja varastoitavissa olevan energian vakaan toimituksen. Vetyä voidaan tuottaa jopa 170 000 tonnia vuodessa suunnitellun tuulivoimapuiston yhteydessä, ja se voi olla tärkeä tekijä kuljetusten ja toimialojen sähköisessä siirtymässä.

Aurumin tuulivoimapuiston sijoittaminen suurimmaksi osaksi Robertsforsin kuntaan edistää kunnan yleissuunnitelman mukaan ydinvoimavapaata ja kestävää energiahuoltoa ja luo edellytyksiä elinkeinoelämän kasvulle ja laajenemiselle. Lisäksi Aurumin tuulivoimapuisto luo paljon työmahdollisuuksia, jotka puolestaan houkuttelevat uusia asukkaita kuntaan. Tämä tukee kunnan tavoitetta saavuttaa 7 500 asukasta.

## 3 Ympäristönkuvaus

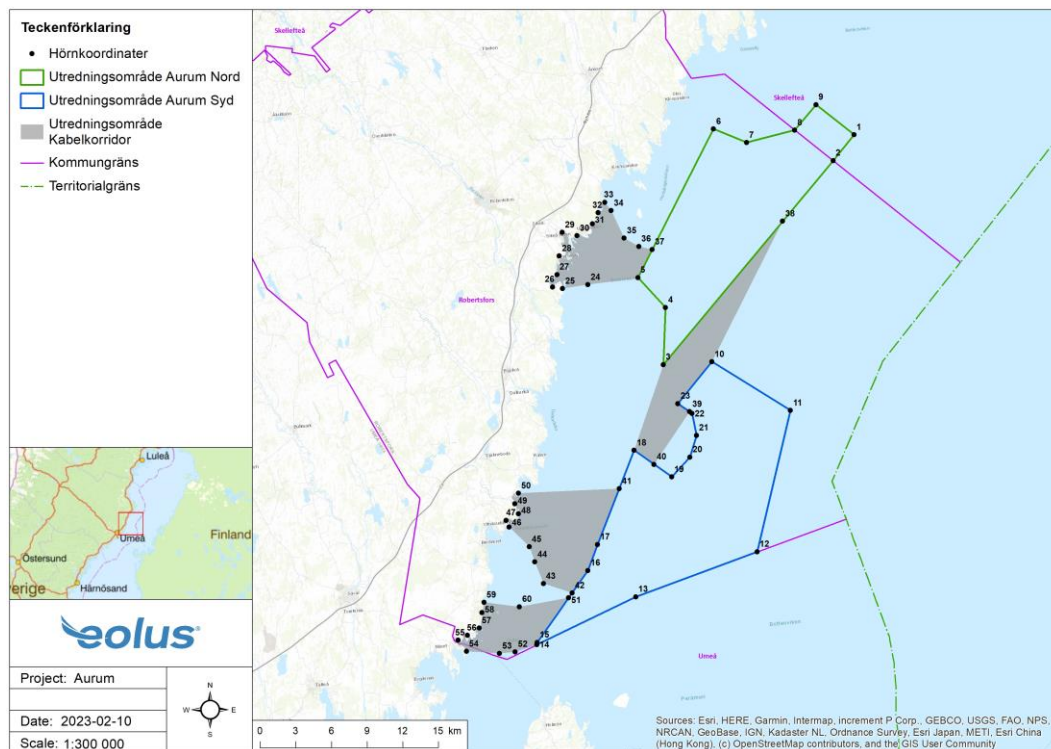
Seuraavassa luvussa selvitetään toiminnan sijoittamista sekä alueen kaavaolosuhteita ja edellytyksiä.

### 3.1 Sijoittaminen

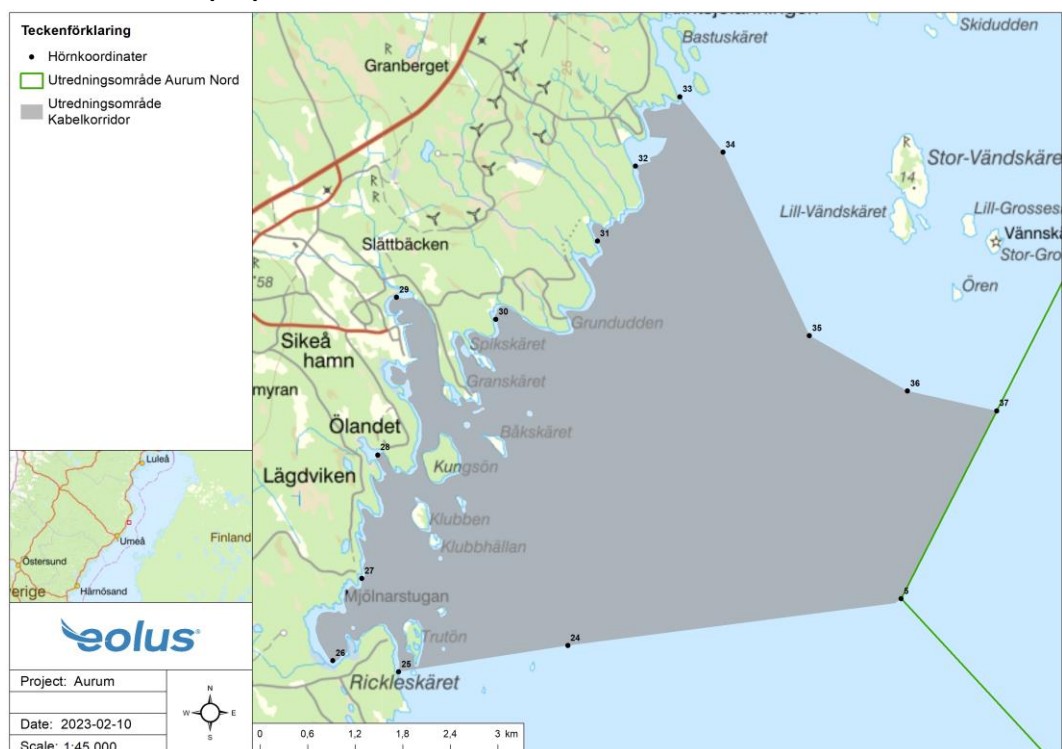
Tuulivoimapuiston selvitysalue sijaitsee lähimmillään noin 3 kilometrin etäisyydellä rannikosta Robertsforsin ja Skellefteån kuntien alueella Västerbottenin läänissä. Siirtokaapeleiden vaihtoehtoiset selvityskäytävät kulkevat tuulivoimapuiston selvitysalueelta mantereelle Robertsforsin kunnassa. Pieni osa siirtokaapelin eteläistä selvityskäytävää on myös Uumajan kunnan alueella. Katso Kuva 1.

Tuulivoimapuiston selvitysalue on jaettu kahteen alueeseen. Pohjoinen alue on noin 152 km<sup>2</sup>:n ja eteläinen alue noin 198 km<sup>2</sup>:n laajuinen. Kaapelien selvityskäytävät ovat noin 7 kilometrin (pohjoinen selvityskäytävä), 8 kilometrin (keskimmäinen selvityskäytävä) ja 7 kilometrin (eteläinen selvityskäytävä) pituisia valitun reitityksen mukaan. Tuulivoimapuiston kahden selvitysalueen välissä on lisäksi noin 8 kilometrin pituinen kaapelin selvityskäytävä. Vedensyvyys tuulivoimapuiston selvitysalueella on noin 10–70 metriä ja kaapelien selvityskäytävissä noin 0–70 metriä.

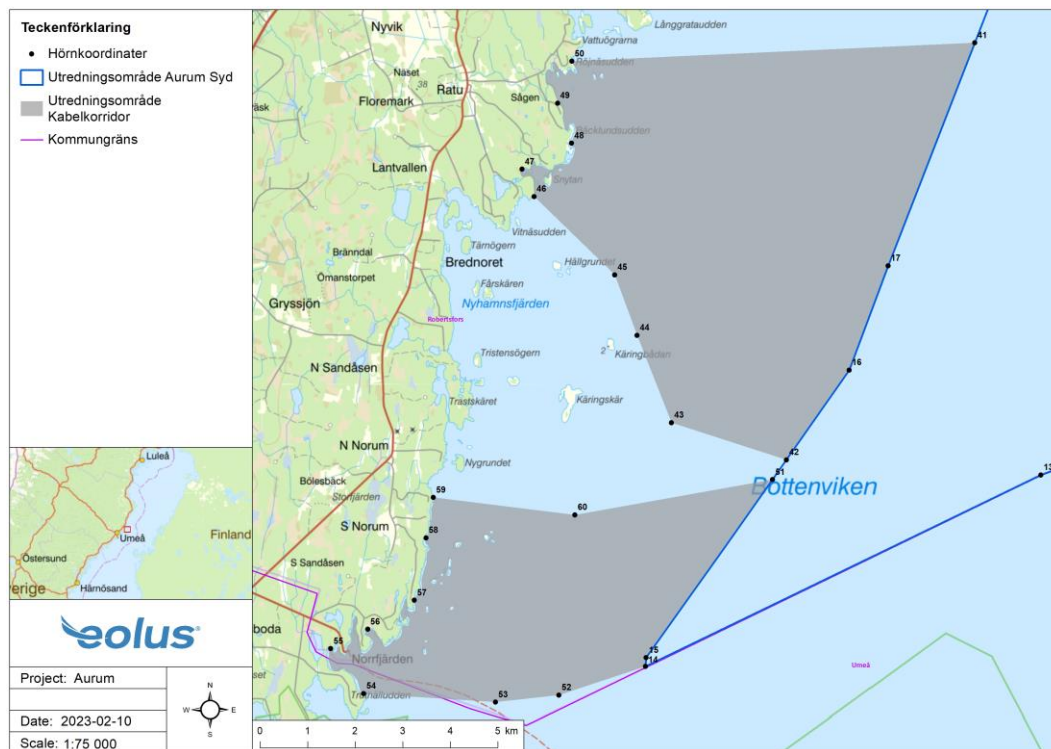
Nykyvaiheessa tuulivoimapuiston rajojen selvitysalue on määritetty karttatutkimuksilla. Kulmakoordinaatit on esitetty taulukoissa (Taulukko 1 ja Taulukko 6), mikä koskee myös kaapeleiden ehdotettuja selvityskäytäviä. Vaihtoehtoiset maayhteyspisteet on valittu käyttämällä alustavaa verkkoyhteystutkimusta, jolla on selvennetty yleisiä edellytyksiä liittämiseen mantereella olevaan verkkoon.



Kuva 1 Yleiskartta Aurumin tuulivoimapuiston selvitysalueen sijainnista ja liityntäkaapeleiden vaihtoehtoisista selvityskäytävistä.



Kuva 2 Yleiskartta rannikon läheisyydessä olevista kaapeleiden pohjoisen selvityskäytävän alueista.



Kuva 3 Yleiskartta rannikon läheisyydessä olevista kaapeleiden keskimmäisen ja eteläisen selvityskäytävän alueista.

Taulukko 1 Tuulivoimapuiston pohjoisen selvitysalueen kulmakoordinaatit kohteessa SWEREF99 TM.

Tunnus	X (East)	Y (North)	Tunnus	X (East)	Y (North)
1	814716	7136919	6	802898	7137401
2	812959	7134749	7	805671	7136258
3	798667	7117607	8	809721	7137300
4	798865	7122403	9	811509	7139438
5	796533	7124916			

Taulukko 2 Tuulivoimapuiston eteläisen selvitysalueen kulmakoordinaatit kohteessa SWEREF99 TM.

Tunnus	X (East)	Y (North)	Tunnus	X (East)	Y (North)
10	802761	7117843	17	793147	7102506
11	809372	7113764	18	796224	7110416
12	806563	7101893	19	799380	7108179
13	796359	7098114	20	800915	7109836
14	788042	7094096	22	801097	7113519
15	788058	7094278	23	799893	7114335
16	792331	7100317			

Taulukko 3 Tuulivoimapuiston selvitysalueen välissä olevan selvityskäytävän kulmakoordinaatit kohteessa SWEREF99 TM.

Tunnus	X (East)	Y (North)	Tunnus	X (East)	Y (North)
3	798667	7117607	38	808709	7129652
10	802761	7117843	39	800890	7113660
18	796224	7110416	40	797889	7109235
23	799893	7114335			

Taulukko 4 Kaapeleiden pohjoisen selvityskäytävän valitut koordinaatit kohteessa SWEREF99 TM.

Tunnus	X (East)	Y (North)	Tunnus	X (East)	Y (North)
24	792328	7124326	31	792701	7129421
25	790195	7123995	32	793183	7130365
26	789363	7124136	33	793744	7131239
27	789730	7125171	34	794285	7130540
28	789929	7126728	35	795376	7128228
29	790167	7128714	36	796614	7127533
30	791419	7128434	37	797740	7127283

Taulukko 5 Kaapeleiden keskimmäisen selvityskäytävän valitut koordinaatit kohteessa SWEREF99 TM.

Tunnus	X (East)	Y (North)	Tunnus	X (East)	Y (North)
41	794967	7107185	46	785699	7103959
42	791006	7098430	47	785450	7104533
43	788589	7099212	48	786490	7105081
44	787865	7101045	49	786194	7105921
45	787396	7102317	50	786497	7106801

Taulukko 6 Kaapeleiden eteläisen selvityskäytävän valitut koordinaatit kohteessa SWEREF99 TM.

Tunnus	X (East)	Y (North)	Tunnus	X (East)	Y (North)
51	790715	7098017	56	782203	7094874
52	786222	7093494	57	783183	7095485
53	784889	7093346	58	783428	7096796
54	782117	7093526	59	783584	7097641
55	781424	7094468	60	786562	7097278

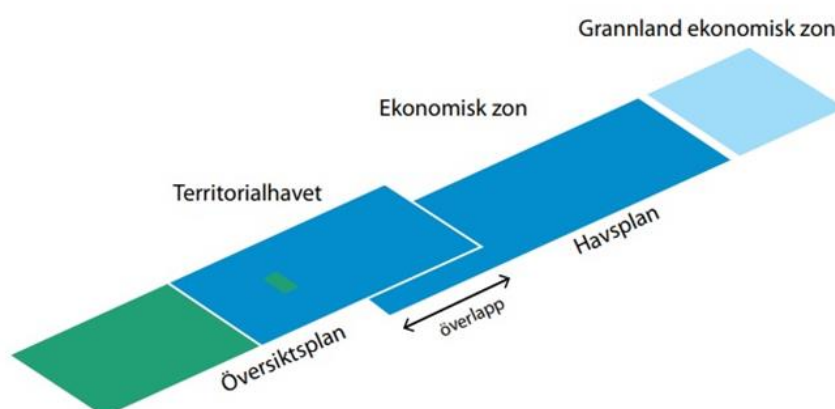
## 3.2 Kaavaolosuhteet

### 3.2.1 Merialuesuunnitelmat

Hallitus on helmikuussa 2022 tehnyt päätöksen merialuesuunnitelmista, jotka ovat ohjeellisia sen osalta, miten Ruotsi ja Ruotsin kunnat käyttävät vesialueitaan. Merialuesuunnitelmat ovat ohjeellinen pohja myös lupaselvityksille ja muille Ruotsin ympäristölain (1998:808) mukaisille asioille.

Merialuesuunnitelmat kattavat Ruotsin talousvyöhykkeen ja Ruotsin aluemerен, lukuun ottamatta lähimpänä rannikkoa olevaa meripeninkulmaa, joka muodostaa perusviivan. Ruotsin valtio jakaa suunnitteluvastuun kuntien kanssa aluemerellä, joka ulottuu enintään 12 meripeninkulmaa (noin 22 km) peruslinjasta. Talousvyöhykkeellä suunnitteluvastuu on yksinomaan valtiolla. Katso kuvitus: Kuva 4.

Alueella, joka kuuluu päätetyn merialuesuunnitelman piiriin, lääninhallituksen työn tulee perustua merialuesuunnitelmaan Ruotsissa maa- ja vesialueiden taloudesta annetun asetuksen (1998:896) 3 §:n mukaisesti. Kunnan tulee laatia yleissuunnitelma koko kunnalle, aluemi mukaan lukien, Ruotsin suunnittelu- ja rakennuslain (2010:900) mukaisesti. Merialuesuunnitelmien tulee olla ohjeellisia kunnallisen suunnittelun osalta.



Kuva 4 Kuvassa esitetään valtion ja kunnan välinen vastuunjako meren eri hallinnollisissa rajoissa. Lähde: Havs- och vattenmyndigheten, Förslag till havsplaner, 2019



Merialuesuunnitelmia varten on laadittu kymmenen suunnittelutavoitetta, jotka ovat ohjanneet suunnitelmien valmistelua:

**Yleistavoite:**

- Hyvän meriympäristön ja kestävä kasvun edistäminen.

**Edellytysten luominen:**

- Alueellinen kehitys, virkistystoiminta ja kulttuuriarvojen säilyttäminen
- Merellinen vihreä infrastruktuuri ja ekosysteemipalveluiden edistäminen
- Kestävä merenkulku
- Hyvä saatavuus
- Kehittynyt energiansiirto ja uusiutuvan sähkön tuotanto meressä
- Kestävä ammattikalastus
- Vastuu ja turvallisuus

**Valmiuden luominen:**

- Mineraalien talteenotto ja hiilidioksidin varastointi tulevaisuudessa
- Kestävän vedenkäytön toteutus tulevaisuudessa

### 3.2.2 Merisuunnittelualueet

Tuulivoimapuiston selvitysalue sijaitsee Perämeren aluemerellä ja kuuluu merisuunnittelualueen B101 piiriin sekä pienempien merisuunnittelualueiden B107 (Ricklegrundet) ja B108 (Rata Storgrund) piiriin.

Merisuunnittelualue B101 ulottuu Perämeren suurten alueiden yli Skellefteån, Robertsforsin, Uumajan, Kalixin ja Luulajan kuntien alueilla. Alueen kahta pienempää merisuunnittelualueita B107 ja B108 on rajoitettu erityisen käytön tai syyn vuoksi.

Alueesta B101 todetaan yleinen käyttö sekä käyttö merenkulkuun. Alueella kulkee useita laivaväyliä. Erityistä huomiota vaaditaan tärkeille kulttuuriympäristöarvoille. Minkään käytön ei katsota olevan etusijalla alueella. Katso Taulukko 7.

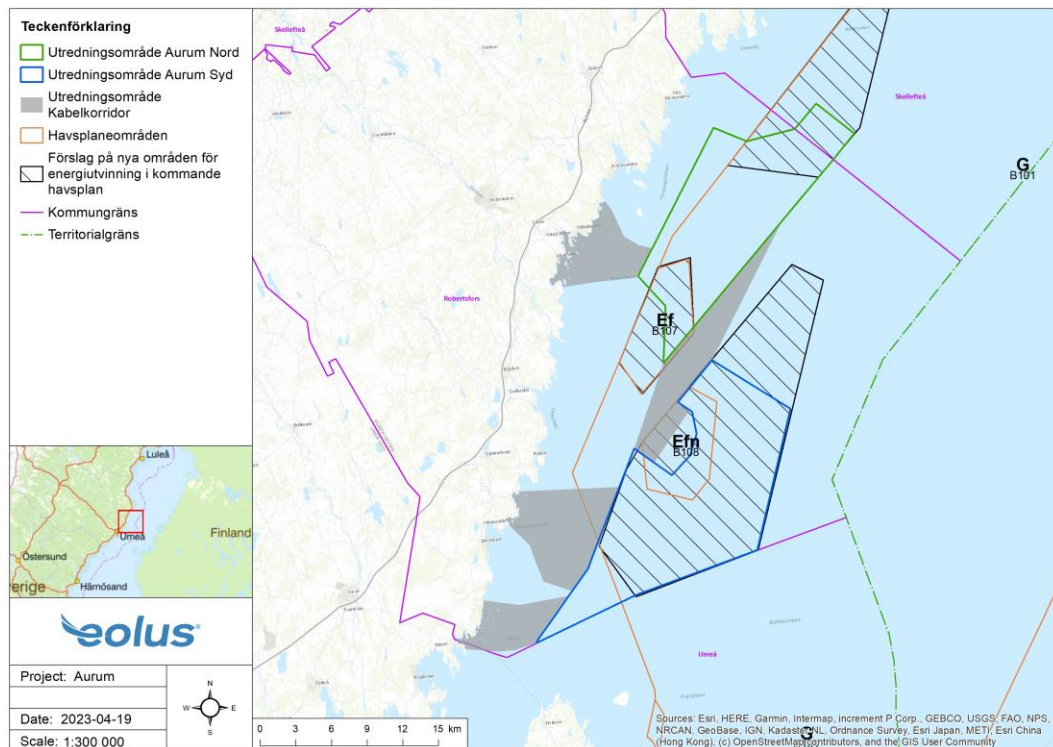
Alue B107 on tarkoitettu käytettäväksi energian talteenotossa ja merenkulussa erityishuomion ollessa maanpuolustuksessa. Minkään käytön ei katsota olevan etusijalla alueella. Katso Taulukko 7.

Alue B108 on tarkoitettu käytettäväksi energian talteenotossa ja merenkulussa erityishuomion ollessa maanpuolustuksessa ja korkeissa luontoarvoissa, joilla tässä tarkoitetaan riittaympäristön ja kalojen kutemisalueen muodostavaa Rata Storgrundia. Minkään käytön ei katsota olevan etusijalla alueella. Katso Taulukko 7.



Taulukko 7 Yhteenveto merialuesuunnitelman osa-alueista.

Osa-alue	Käyttötarkoitukset	Erityinen huomio
B101	Yleinen käyttö Merenkulku	Korkeat kulttuuriympäristöarvot
B107	Energian talteenotto Merenkulku	Maanpuolustuksellinen etu
B108	Energian talteenotto Merenkulku	Maanpuolustuksellinen etu Korkeat luontoarvot: Riuttaympäristö ja kalojen kutemisaalue.



Kuva 5 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä nykyinen merisuunnitelma osa-alueineen (B101, B107 ja B108) ja ehdotus uusiksi alueiksi energian talteenottoon tulevassa merisuunnitelmassa (EB12, EB13 ja EB14).

Ruotsin meri- ja vesistöviranomaisen on tätä kuulemisprosessia toteutettaessa uudessa suunnitteluprosessissa, joka sisältää kolme kertaa enemmän merelle sijoitettavaa tuulivoimaa. Uuden merisuunnitelman ehdotus esitellään tiettävästi joulukuussa 2024. Prosessin ensimmäisenä vaiheena Ruotsin energiaviranomainen on yhdessä Svenska kraftnätin, Ruotsin puolustusvoimien, Ruotsin meri- ja vesistöviranomaisen, Ruotsin ympäristöviranomaisen, Riksentikvarieämbetet-viraston, Ruotsin merenkululaitoksen, Ruotsin maatalousviraston ja Ruotsin geologisen tutkimuslaitoksen kanssa 31. maaliskuuta 2023 päivättyssä raportissa osoittanut merelle sijoitettavan tuulivoiman potentiaalisia alueita, jotka mahdollistavat lisäksi 90 TWh. Raportissa osoitetaan 53 aluetta, joiden käsittelyä jatketaan uusissa merisuunnitelmissa. Kolme osoitettua aluetta (EB12, EB13 ja EB14) menevät päällekkäin Aurumin tuulivoimapuiston selvitysalueiden kanssa. Katso Kuva 5. Osoitetuilla alueilla on erittäin hyvät edellytykset merelle sijoitettavalle tuulivoimalle tuulen, syvyyden, mantereelle suuntautuvan etäisyyden,

sähkötarpeen ja sähköverkkoon liittämiskelpoisuuden ansiosta, mutta alueilla on eturistiriitoja. Raportin mukaan näillä alueilla on otettava huomioon vaikutus luonnonarvoihin, ulkoiluun ja kulttuuriarvoihin sekä kumulatiiviset vaikutukset, joiden piiriin myös Suomen projektin pitäisi kuulua. Merenkulkuala on myös ilmoittanut, että vaikutus talvimerenkulkuun on selvitettävä ennen rakentamisen sallimista. Silakan kutualueet on myös selvitettävä. (Energimyndigheten, 2023)

### 3.3 Kunnalliset suunnitelmat

Tuulivoimapuiston selvitysalue sijaitsee edellä mainitun mukaisesti aluemerellä Robertsforsin ja Skellefteån kuntien alueella. Liityntäkaapeleiden selvityskäytävät ja maayhteyspisteet ovat Robertsforin ja Uumajan kuntien alueilla Västerbottenin läänissä.

Kuntien alueella ei ole osoitettuja valtakunnallisesti merkittäviä etuja merellä tapahtuvan tuulivoiman käytön osalta. Sen sijaan Robertsforsin kunnassa on neljä kunnallisesti merelle sijoitettavalle tuulivoimalle osoitettua aluetta. Niitä ei ole Skellefteån tai Uumajan kunnassa. Kaikki kunnallisesti osoitetut alueet perustuvat kuitenkin enintään noin 30 metrin syvyysehtoon. Merelle sijoitettavaan tuulivoimaan liittyvä tekniikka on kuitenkin kehittynyt kunnallisten tuulivoimasuunnitelmien laatimisen jälkeen, joten nykyään on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista rakentaa tuulivoimaa myös syvempään veteen ja kauemmas rantaviivasta.

#### 3.3.1 Robertsforsin kunta

Suurin osa tuulivoimapuiston selvitysalueesta ja kaapelien kolme selvityskäytävää sijaitsevat aluemerellä Robertsforsin kunnan alueella.

Robertsforsin kunnan yleissuunnitelma on hyväksytty vuonna 2019, ja se ulottuu vuoteen 2030. Kunnan kokonaisvaltainen visio on ”Ruotsin paras kunta vuonna 2030”. Yleissuunnitelmassa on tunnistettu neljä näkökohtaa (infrastruktuuri, elinkeinoelämä ja kauppa, hyvä elinympäristö sekä houkutteleva asuminen), jotka muodostavat suunnitelman perustan. Kunnan suunnittelualaue koskee myös rannikkoa ja merta.

Robertsforsin kunta kuvaa yleissuunnitelmassa, että yhteensä 230 kilometrin pituista rantaviivaa hyödynnetään paremmin väestön kehityksessä. Sen vuoksi suunnitelmissa on tarjota houkuttelevia asuinympäristöjä vesistön läheisyydessä. Suuret osat rannikosta ovat asuinrakentamisen kehitysalueita. Robertsforsin kunta on laatinut Yhdessä Uumajan seudun muiden kuntien – Bjurholmin, Nordmalingin, Uumajan, Vindelmin ja Vännäsin – kanssa rantojen suojelua koskevan temaattisen liitteen yleissuunnitelmaan. Liitteessä on osoitettu nk. LIS-alue (rantasuoja-alueelle rakentaminen), ja näillä alueilla on suuremmat mahdollisuudet poiketa rantojensuojelumääräyksistä. Osoitettuja LIS-alueita on pitkin rannikkoa Granöuddenissa, Långvikenissä/Lillsjöbergetissä, Sikeåhamnissa, Borgarskäretissä, Nyhamnsfjärdenissä, Vuttingenissa, Vargvikenissä ja Norrfjärdenissä.

Majoitus- ja ravitsemisala on kunnalle tärkeä, ja se tulee selkeiden tavoitteiden ja strategioiden kautta kasvamaan vuoteen 2030 mennessä. Rannikolla on suojeltavia

kulttuuri- ja luontoympäristöjä, joilla on suuri kehityspotentiaali majoitus- ja ravitsemisalana osalta, millä on myönteisiä seurauksia myös elinkeinoelämään.

Elinkeinoelämä on tärkeässä asemassa kunnassa, ja se luo edellytyksiä kasvulle ja laajenemiselle. Ympäristöä häiritseviä toimintoja ei kuitenkaan sijoiteta esimerkiksi asuntojen tai herkkien maa- ja vesialueiden yhteyteen. Yleissuunnitelmassa määritetään, että poroelinkeino- ja ammattikalastuksen kanssa suoritetaan kuuleminen niihin vaikuttavien toimintojen osalta. Ulkoilua edistetään ja valtakunnalliset merkitykset suojataan ja otetaan huomioon kaikessa suunnittelussa.

Robertsforsilla on valtakunnallinen merkitys kulttuuriympäristön, luontoympäristön, viestinnän, ammattikalastuksen, poronhoidon, merenkulun, suunnitellun rautatien ja energiantuotannon osalta. Lisäksi seitsemän aluetta osoitettiin Natura 2000 -alueiksi ja suojeltaviksi alueiksi Ruotsin ympäristölain 3. luvun mukaisesti. Robertsforsin kunnassa on myös maa-alue, jolla on merkitystä Ruotsin puolustusvoimille.

Robertsforsin kunta sanoo yleissuunnitelmassa, että kunta pyrkii kestäväan energiahuoltoon ilman ydinvoimaa. Mantereella on useita energiantuotannon (tuulivoima) kannalta valtakunnallisesti merkittäviä alueita. Niitä ei ole merellä. Robertsforsin kunta on kuitenkin yhdessä muiden Uumajan seudun kuntien – Bjurholmin, Nordmalingin, Uumajan, Vindelnin ja Vännäsin – kanssa laatinut yleissuunnitelmaan tuulivoimaa koskevan temaattisen liitteen, nk. tuulivoimasuunnitelman. Tuulivoimasuunnitelma hyväksyttiin vuonna 2010, ja se kattaa rakentamisalueen ja yhteiset ohjeistukset tuulivoiman perustamiselle alueella.

Tuulivoimasuunnitelmassa on käytetty useita valintakriteerejä sopivien alueiden löytämiseksi tuulivoimalle, kuten vähintään yhden kilometrin etäisyyttä lähimpään asutukseen ja alueen sadan hehtaarin vähimmäiskokoa. Merelle sijoitettavan tuulivoiman etäisyys mantereeseen on oltava vähintään kolme kilometriä. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan on määrätty, että vältetään alueita, joihin liittyy kilpailevia etuja. Koko Uumajan seudun käsittävissä tuulivoimasuunnitelmassa on osoitettu mereltä neljä 15 000 hehtaarin aluetta, jotka kaikki ovat Robertsforsin kunnan alueella. Kaikki perustuvat kuitenkin enintään 30 metrin syvyysehtoon.

Tuulivoimasuunnitelmassa määritetään, että neljän osoitetun merialueen osalta suoritetaan hyödyntämistä koskeva kuuleminen merenkulkualan ja Ruotsin puolustusvoimien kanssa ja tehdään tutkan vahvistamista koskevat toimenpiteet. Lisäksi tietämystä tuulivoiman vaikutuksesta kaloihin ja kalastukseen selvitetään. Ratanin itäpuolisilla alueilla selvitetään vaikutusta kulttuuriympäristöön.

Tuulivoimasuunnitelmassa kuvataan kahta näkemäaluetta – etelässä ja pohjoisessa. Västerbottenin lääninhallituksen raportissa ”Tuulivoiman ja kulttuuriympäristön hoidon strategia” (Strategi för vindbruk och kulturmiljövård) lääninhallitus määrittää, että näkemäalue on alue, ”jolla ei saa olla näkyvissä yhtään tuulivoimalaa”. Lääninhallitus kuvaa myös, että etäisyys kulttuuriympäristöön määrittää siihen kohdistuvan vaikutuksen laajuuden, ja määrää noin 15 kilometrin yleisen harkintaetäisyyden kulttuuriympäristön ydinarvoihin. (Västerbottenin lääninhallitus, 2011)

Tuulivoimasuunnitelma sisältää kuntakohtaisia ohjeistuksia, kuten sen, että rannikko vapautetaan mahdollisimman suurella laajuudella tuulivoiman hyödyntämiseltä johtuen suuresta virkistysarvosta ja lintujen muuttoreitistä.

Robertsforsin kunnalta saadun tiedon mukaan käynnissä on tuulivoimasuunnitelman päivitys.

Kunnalle on myönnetty valtiollista tukea KOMPIS-avustuksena Ruotsin meri- ja vesistöviranomaiselta, ja lisäksi on laadittu raportti ”Robertsforsin kunnan rannikkoinventointi” (Kustinventering Robertsfors kommun), joka ei sisälly yleissuunnitelmaan. Robertsforsin kunta kuvaa kuitenkin yleissuunnitelmassa, että raportin pohjalta laaditaan rannikkoa ja merta koskeva temaattinen liite. Robertsforsin kunnan rannikkoinventointiraportti sisälsi 40 valittua kohdetta, jotka ovat saaneet luonnonarvoluokituksen. Kunnan mukaan alueet, jotka ovat saaneet luonnonarvoluokituksen II–III, pitäisi vapauttaa hyödyntämisestä kaikilta osin. Raportissa on osoitettu viisi suurempaa aluetta, joiden luonnonarvot, kulttuuriarvot ja ulkoilualueet kuuluvat tehostetun suojelun piiriin: Juviken-Långskäret-Gövikén, Gumbodaholmen-Högskäret-Vändskären, Utterhålet-Fagerviksudden, Rataskär-Långrataudden ja Rataskär-Långrataudden. (Robertsforsin kunta, 2008)

### 3.3.2 Skellefteån kunta

Tuulivoimapuiston selvitysalueen pohjoisin osa sijaitsee aluemerellä Skellefteån kunnan alueella.

Skellefteån kunnan yleissuunnitelma on hyväksytty vuonna 1991. Yleissuunnitelmassa määritetään ainoastaan vesivoima kunnan sähköntuotantolähteeksi. Koska yleissuunnitelma on suhteellisen vanha ja myöhemmin on laadittu useita perusteellisia yleissuunnitelmia, joiden katsotaan olevan asiayhteyden paremmin soveltuvia, painopiste on siirretty niiden tarkasteluun.

Skellefteån kunnassa on 12 valtakunnallisesti merkittävää asiaa tuulivoiman käytön kannalta. Niistä jotkin ulottuvat osittain myös Robertsforsin ja Piitimen kuntien alueelle. Kaikki osoitetut alueet ovat mantereella. Kunta on vuonna 2020 tehnyt päätöksen merialuetta koskevasta perusteellisesta yleissuunnitelmasta. Siinä kunta päättää, että mitään merialuetta ei osoiteta tuulivoimalle.

### 3.3.3 Uumajan kunta

Pieni osa kaapelien eteläisestä selvityskäytävästä sijaitsee aluemerellä Uumajan kunnan alueella.

Uumajan kunnan yleissuunnitelma on hyväksytty vuonna 2018. Tuulivoimaa käsitellään Uumajan seudun tuulivoimaa koskevassa temaattisessa liitteessä.

Uumajan kunta on yhdessä muiden Uumajan seudun kuntien – Bjurholmin, Nordmalingin, Robertsforsin, Vindelnin ja Vännäsän – kanssa laatinut yleissuunnitelman tuulivoimaa koskevan temaattisen liitteen, nk. tuulivoimasuunnitelman. Tuulivoimasuunnitelma hyväksyttiin vuonna 2010, ja se kattaa rakentamisalueen ja yhteiset ohjeistukset tuulivoiman perustamiselle alueella. Lisätietoja on kohdassa 3.3.1.

Muuttuneiden valtakunnallisten merkitysten, kuten Holmön valtakunnallisen merkityksen lisäyksen, ja teknisen kehityksen luomien uusien edellytysten seurauksena Uumajan kunta on vuonna 2016 antanut tehtäväksi Enetjärn Natur AB:lle laatia kunnan tuulivoiman tarkistuksen. Tässä tarkistuksessa suositellaan muun muassa, että tuulivoiman temaattisessa liitteessä osoitettu Holmöarna-saariryhmän tuulivoiman selvitysalue poistetaan. Uumajan kunnassa ei ole muita kunnallisesti osoitettuja merelle sijoitettavia tuulivoima-alueita.

### 3.4 Alueiden suojelu

Tuulivoimapuiston selvitysalueelle ja kaapelien selvityskäytäviin ei tule mitään Ruotsin ympäristölain 7. luvun mukaisesti suojeltuja alueita, lukuun ottamatta rantojensuojelua.

Noin kolme kilometriä luoteeseen tuulivoimapuiston pohjoisesta selvitysalueesta sijaitsee Hertsånger, joka on osoitettu luontotyyppidirektiivin mukaiseksi Natura 2000 -alueeksi ja luonnonsuojelualueeksi. Hertsånger on etelässä sijaitsevan Gumbodafjärdenin ja pohjoisessa sijaitsevan Långviksfjärdenin välinen leveä niemi, jossa on paljon pieniä soita, kuusimetsiä, kalliometsiä ja avointa moreenirannikkoa merelle päin. (Västerbottenin lääninhallitus, 2016)

Noin seitsemän kilometriä pohjoiseen tuulivoimapuiston selvitysalueesta sijaitsee luonnonsuojelualueeksi osoitettu Avanäset, joka koostuu suuresta koskemattomasta rannikkoalueesta metsineen ja meriympäristöineen. (Västerbottenin lääninhallitus, 2023)

Noin kaksi kilometriä etelään tuulivoimapuiston eteläisestä selvitysalueesta sijaitsee Holmöarna-saariryhmä, joka on osoitettu luontotyyppidirektiivin ja lintudirektiivin mukaiseksi Natura 2000 -alueeksi sekä luonnonsuojelualueeksi. Holmöarna on monimuotoisista ympäristöistä koostuva saariryhmä, joissa on mukulakivikenttiä, kanerva- ja variksenmarjanummiä, kuivia kalliometsiä, lehteviä suometsiä, pieniä soita, kosteikkoja, lampia, matalia merenlahtia ja rantaniittyjä sekä suuria aarniometsiksi luokiteltuja kuusi- ja havusekametsiä. (Västerbottenin lääninhallitus, 2016)

Kaapelien pohjoista selvityskäytävää lähimmät suojellut alueet ovat Killingsanden (Natura 2000 -alue), Klubben-Rickleån (Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue) sekä Hertsånger (Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue).

Keskimmäistä selvityskäytävää lähimmät suojellut alueet ovat Ratu I, Ratu II, Ratu III ja Ratu IV (vesiensuojelualue) (katso Kuva 16) sekä Rataskär (Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue).

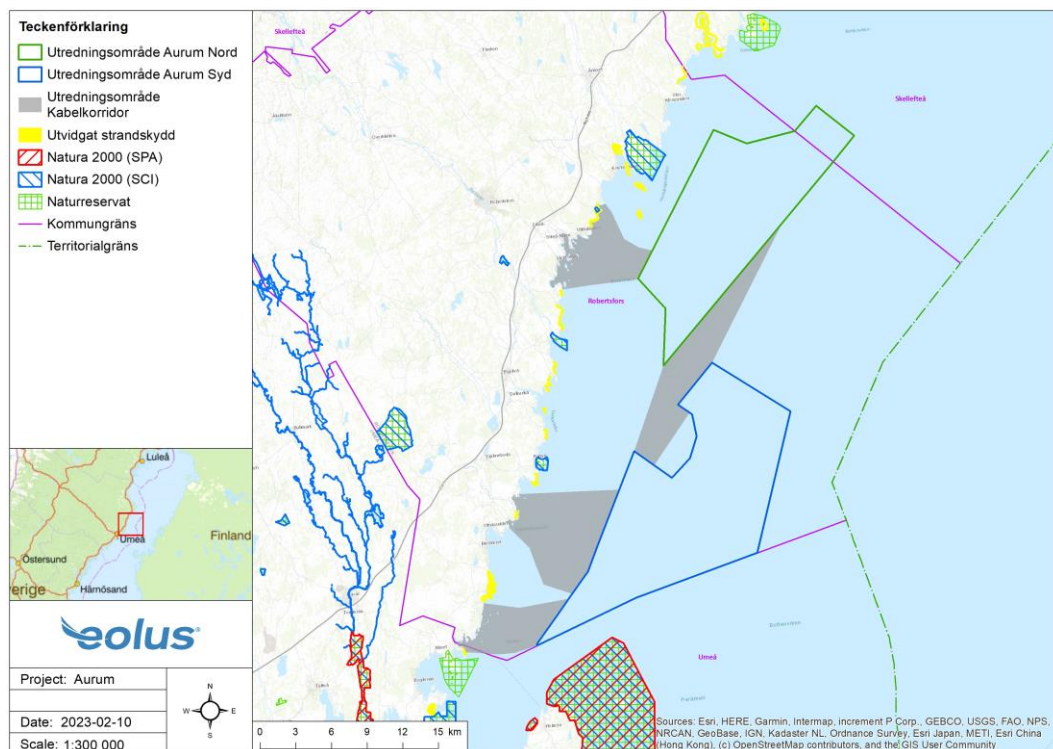
Eteläistä selvityskäytävää lähimmät suojellut alueet ovat Sladan (luonnonsuojelualue), Ostnäs (Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue) sekä Holmöarna (Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue).

Kaikkien maayhteysalueiden tietyissä osissa on voimassa laajennettu 300 metrin rantojensuojelu (keltainen alue: Kuva 6-Kuva 8).

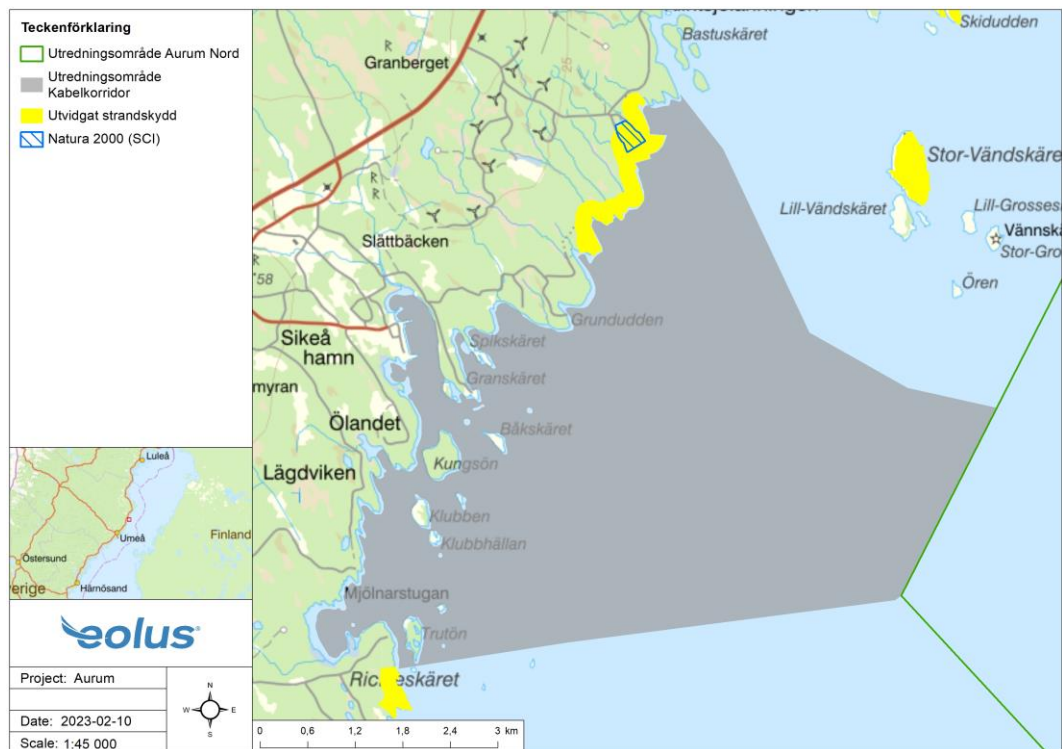
21.5.1979 päivätyssä päätöksessä lääninhallitus on määrittänyt tietyt yleiset poikkeukset rantojensuojelusta Västerbottenin läänissä. Ne vahvistettiin hallituksen päätöksessä 14.9.1989. Siltä osin kuin uusi rantojensuojelulainsäädäntö

vuodelta 2009 ei kumoa hallituksen päätöksen mukaisia yleisiä poikkeuksia yleiset rantojensuojelun poikkeukset ovat yhä voimassa. Päätös koskee etupäässä poikkeamaa yleisestä rantojensuojelusta virtaavien vesistöjen varrella. Rannikon varressa ja sen ulkopuolella sijaitsevilla saarilla sovelletaan yleistä rantojensuojelua tai laajennettua rantojensuojelua.

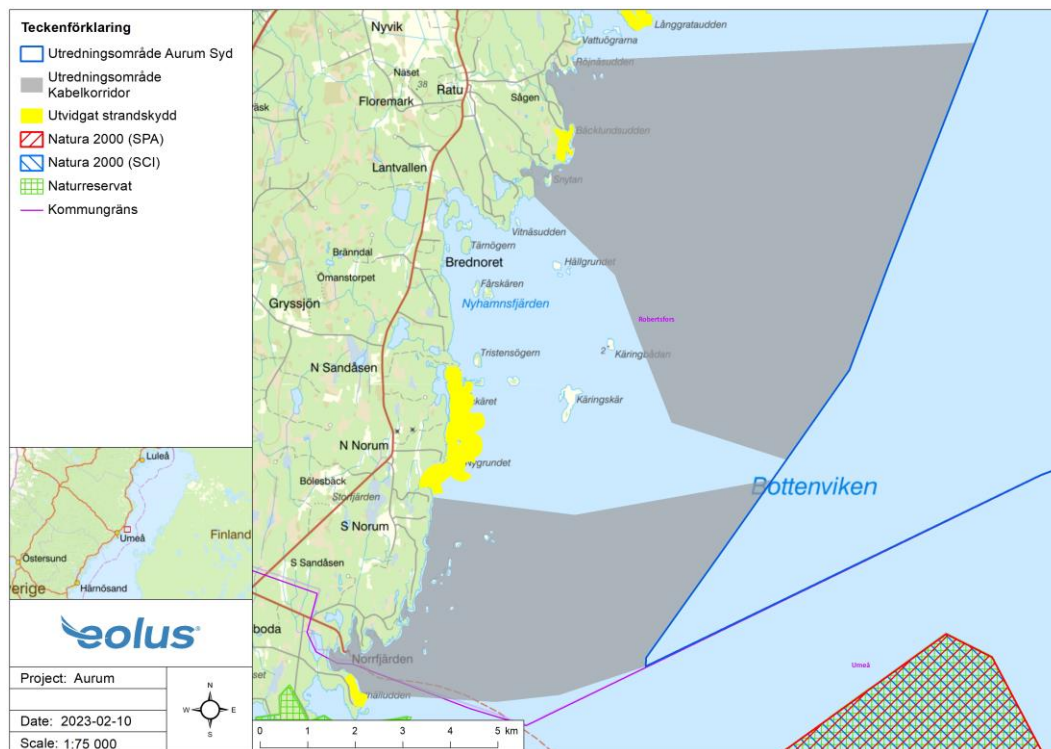
Suojellut alueet on osoitettu kartassa (Kuva 6-Kuva 8) sekä taulukossa (Taulukko 8) suojamuodon osalta, mukaan lukien suojeluarvot ja etäisyys tutkimusalueeseen tai selvityskäytävään.



Kuva 6 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä Ruotsin ympäristölain 7. luvun mukainen alueiden suojelu. SPA ja SCI ovat lintudirektiivin ja luontotyyppidirektiivin englanninkieliset lyhenteet.



Kuva 7 Detaljkartta kaapeleiden pohjoisesta selvityskäytävästä sekä Ruotsin ympäristölain 7. luvun mukaisesta alueiden suojelusta. SPA ja SCI ovat lintudirektiivin ja luontotyyppidirektiivin englanninkieliset lyhenteet.



Kuva 8 Detaljkartta kaapeleiden keskimmäisestä ja eteläisestä selvityskäytävästä sekä Ruotsin ympäristölain 7. luvun mukaisesta alueiden suojelusta. SPA ja SCI ovat lintudirektiivin ja luontotyyppidirektiivin englanninkieliset lyhenteet.

Taulukko 8 Ruotsin ympäristölain 7. luvun mukainen alueiden suojele.

	Suojamuoto	Kuvaus	Alue	Etäisyys
<b>Hertsånger</b>	Natura 2000 (luontotyyppidirektiivi) Luonnonsuojelualue	Hertsångerissa on paljon pieniä soita, kuusimetsiä ja kalliometsiä sekä avoin moreenirannikko merelle päin. Alueella on tavallisimpia rannikkolintuja, kuten valkoviklo, rantasipi ja meriharakka. Näkinpartainen on palannut Långvikeniin.	Tuulivoimapuiston selvitysalue (pohjoinen) Selvityskäytävä (pohjoinen)	Noin 3 km
<b>Avanäset</b>	Luonnonsuojelualue	Avanäset muodostaa suuren koskemattoman rannikkoalueen metsineen ja meriympäristöineen. Alueella on kalliometsiä ja rannikkoalueen kuusimetsiä. Yleisesti esiintyy vanhoja puita ja paljon naavaa. Luonnonsuojelualueen merellinen osa koostuu paljastuneista särkistä, koskemattomista luodoista ja pienistä saarista sekä matalista lahdista, joissa on runsaasti näkinpartaista. Nämä ympäristöt ovat tärkeitä kalojen kutualueita sekä lintujen tärkeitä tauko- ja pesimipaikkoja. Luonnonsuojelualueella on myös paljolti hydrologisesti koskemattomia kosteikkoja sekä lampia ja vesistöjä.	Tuulivoimapuiston selvitysalue (pohjoinen)	Noin 7 km



Suojamuoto	Kuvaus	Alue	Etäisyys	
<b>Holmöarna-saariryhmä</b>	Natura 2000 (luontotyyppi- ja lintudirektiivi) Luonnonsuojelualue	Holmöarna-saarilla on monimuotoisia ympäristöjä, joissa on muun muassa mukulakivikenttiä, kanerva- ja variksenmarjanummiä, kuivia kalliometsiä, lehteviä suometsiä, pieniä soita, kosteikkoja, lampia, matalia merenlahtia ja rantaniittyjä sekä suuria aarniometsiksi luokiteltuja kuusi- ja havusekametsiä. Vesiympäristöissä on runsaasti matalia sisälahtia, merenlahtia ja laguuneja ja lisäksi paljastuneita särkkiä ja hiekkasärkkiä. Alueella on tärkeitä kutu- ja kasvupaikkoja monille kylmän veden kalalajeille, kuten silakalle, siialle ja harjukselle, sekä lämpimän veden kalalajeille, kuten ahvenelle ja hauelle. Holmöarna-saarilla on merkittävä lintukanta, johon kuuluvat esimerkiksi riskilä, karikukko, kaakkuri ja pilkkasiipi. Ilmoitettuja lajeja ovat harmaahylje, norppa ja luhtakultasiipi.	Tuulivoimapuiston selvitysalue (etelä) Selvityskäytävä (eteläinen)	Noin 2 km
<b>Killingsanden</b>	Natura 2000 (luontotyyppi-direktiivi)	Killingsanden on boreaalibalttilainen hiekkaranta, jota hallitsee monivuotinen kasvillisuus. Ranta on mäntymetsän ympäröimä, ja se on ainutlaatuinen, koska se on vapautettu hyödyntämisestä rakennuksia ja veneiden rantautumispaikkoja varten. Alue on yksi harvoista koskemattomista rannoista Västerbottenin läänissä.	Selvityskäytävä (pohjoinen)	Noin 1 km

Suojamuoto	Kuvaus	Alue	Etäisyys	
<b>Klubben-Rickleån</b>	Natura 2000 (luontotyyppi-direktiivi) Luonnonsuojelualue	Rickleånin laskukohdan kattava Klubben-Rickleån on pitkänomainen merelle ulottuva niemi, jossa on kallioita, mukulakivikenttiä, kivisiä rantoja ja lisäksi yksittäisiä pieniä hiekkarantoja. Alueella on luonnonmetsää, jossa kasvaa kuusia ja mäntyjä. Linnustossa on luonnonmetsissä eläviä lajeja, kuten palokärki, pyy, helmipöllö ja teeri, sekä vesilintuja, kuten kalatiira, harmaalokki, rantasipi, koskeloita ja pilkkasiipi. Alueella on hyvät edellytykset kutu- ja kasvuympäristöksi lohelle ja meritaimenelle.	Tuulivoimapuiston selvitysalue (pohjoinen ja etelä) Selvityskäytävä (pohjoinen)	Noin 5 km
<b>Rataskär</b>	Natura 2000 (luontotyyppi-direktiivi) Luonnonsuojelualue	Rataskär on saari, joka koostuu suurelta osin kallioista ja mukulakivikentistä. Ydin on vanhaa havumetsää, jossa kasvaa kuusia, mäntyjä ja katajia, ja rannat ovat lehtomaisempaa harmaaleppäaluetta. Joillakin alueilla kasvaa lehtipuita, kuten koivuja, haapoja ja raitoja. Rataskäret on historiallisesti tärkeä paikka, ja siellä on paljon muinaisjäänteitä.	Tuulivoimapuiston selvitysalue (etelä) Selvityskäytävä (keskimmäinen)	Noin 7 km
<b>Ratu I, II, III, IV</b>	Vesiensuojelualue	Vesiensuojelualue pohja- tai pintaveden suojaamiseksi. Pohja- tai pintavettä käytetään tai oletetaan käytettävän vedenottoon.	Selvityskäytävä (keskimmäinen)	Noin 200 m
<b>Sladan</b>	Luonnonsuojelualue	Sladanin alueella tapahtuu luonnonmukaisia kasvillisuuden sukkessioita. Alueella on matalia vesistöjä, avoimia kosteikkoja, reunustavia lehtipuukaistaleita ja kuusimetsiä.	Selvityskäytävä (eteläinen)	Noin 2 km

	Suojamuoto	Kuvaus	Alue	Etäisyys
Ostnäs	Natura 2000 (luontotyyppi-direktiivi) Luonnonsuojelualue	Ostnäs on suhteellisen koskematon rannikkoalue, jossa on luonnonmetsätyypisiä maankohoamismetsiä, koskemattomia kosteikkoja sekä rantaa ja vesiympäristöjä. Alueella on monipuolinen linnusto, johon kuuluu muun muassa tikka, kuikka ja kaakkuri. Alueella tiedetään olevan useita uhanalaisia jäkälälajeja ja puulla eläviä sienitä. Merelliset osat muodostuvat suojeiluista matalista lahdista ja paljastuneista särkistä ja luodoista. Matalissa lahdissa kasvaa lajeja, kuten hapsivita, kalvasärviä ja useita näkinpartaisen lajeja, joihin kuuluu jokseenkin epätavallinen punanäkinparta. Alue on tärkeä kutu- ja kasvuympäristö kaloille, kuten harjukselle ja siialle.	Selvityskäytävä (eteläinen)	Noin 6 km

### 3.5 Valtakunnalliset merkitykset

Asiaan liittyvien kuntien alueella ja tuulivoimapuiston selvitysalueen läheisyydessä ei ole valtakunnallisesti merkittäviä alueita merellä tapahtuvan energiantuotannon osalta. Sen sijaan mantereella on useita valtakunnallisesti merkittäviä alueita energiantuotannon osalta – kaksi sijaitsee rannikolla ja kaksi Holmöarna-saarilla.

Tuulivoimapuiston eteläinen ja pohjoinen selvitysalue rajoittuu Holmögadd–Rata Storgundin (Västra Kvarken) laivaväylään, joka on valtakunnallisesti merkittävä merenkululle Ruotsin ympäristölain 3. luvun 8 §:n mukaisesti. Kaapelien eteläinen ja keskimäinen selvityskäytävä risteää tämän laivaväylän kanssa. Eteläinen selvitysalue rajoittuu Nordvalen–Skellefteå/Nygrånin laivaväylään.

Rannikon eteläisimpien osien Robertsforsin kunnassa on osoitettu olevan valtakunnallisesti merkittävät ammattikalastukselle Ruotsin ympäristölain 3. luvun 5 §:n mukaisesti. Alue ulottuu Uumajan kunnan alueelle ja kattaa puolet kunnan rannikosta. Kaapelien eteläinen selvityskäytävä kulkee tämän alueen kautta. Holmöarna-saariyhmän ympäristön on myös osoitettu olevan valtakunnallisesti merkittävä ammattikalastukselle. Lähimmät osoitetut valtakunnalliset merkitykset

satamille Ruotsin ympäristölain 3. luvun 8 §:n mukaisesti ovat Uumajassa ja Skellefteåssa.

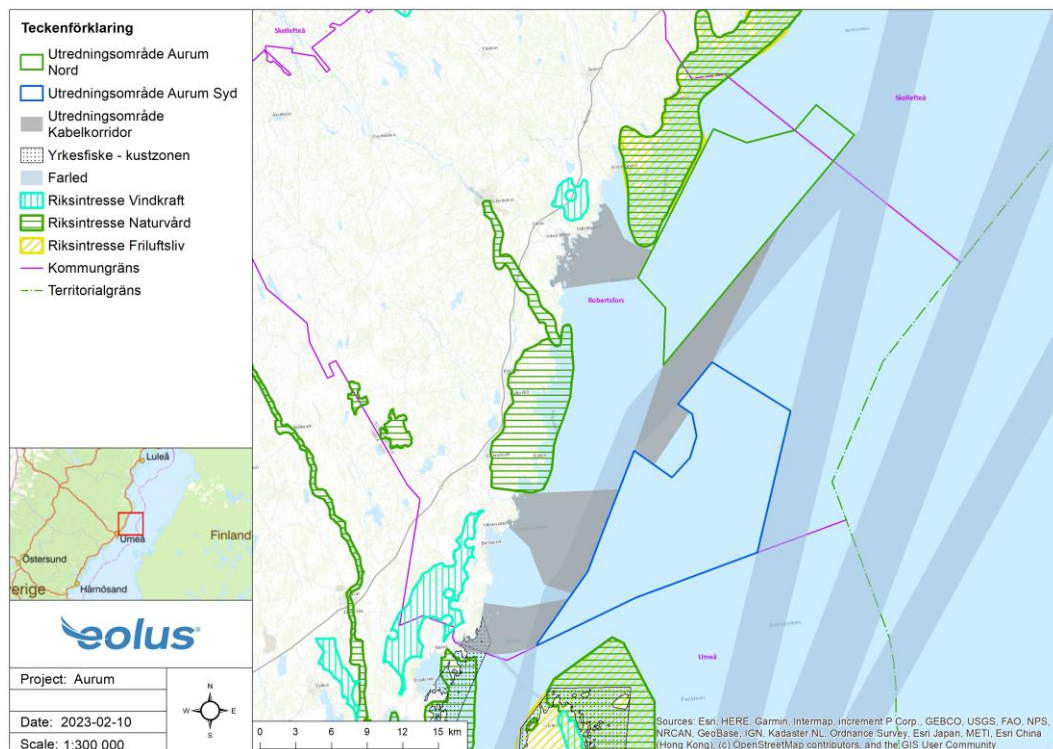
Lövångerin rannikon on osoitettu olevan valtakunnallisesti merkittävä alue luonnonsuojelulle Ruotsin ympäristölain 3. luvun 6 §:n mukaisesti. Alue muodostaa noin 50 kilometrin pituisen kaistaleen Västerbottenin rannikolla ja kattaa Skellefteån kunnan eteläiset osat ja Robertsforsin kunnan pohjoiset osat sekä ympäröivän vesialueen. Tuulivoimapuiston pohjoinen selvitysalue rajoittuu tähän alueeseen Robertsforsin kunnassa. Holmöarna-saariryhmä on myös osoitetusti valtakunnallisesti merkittävä luonnonsuojelulle, ja se sijaitsee lähimmillään noin kaksi kilometriä etelään tuulivoimapuiston eteläisestä selvitysalueesta. Myös Ricklå-Ratankusten on osoitetusti valtakunnallisesti merkittävä alue luonnonsuojelulle Ruotsin ympäristölain 3. luvun 6 §:n mukaisesti, ja se sijaitsee lähimmillään noin kuusi kilometriä tuulivoimapuiston eteläisestä selvitysalueesta. Alue rajoittuu kaapelien keskimmäiseen selvityskäytävään. Myös Rickleån on osoitetusti valtakunnallisesti merkittävä alue luonnonsuojelulle. Uumajan kunnan pohjoisrannikolla on Skeppsvikin saaristo, joka on valtakunnallisesti merkittävä alue luonnonsuojelulle. Se noin yhden kilometrin päässä kaapelien eteläisestä selvityskäytävästä.

Lövångerin rannikko ja Holmöarna-saariryhmä ovat myös valtakunnallisesti merkittäviä ulkoilun kannalta Ruotsin ympäristölain 3. luvun 6 §:n mukaisesti, ja niitä on suojeltava toimenpiteiltä, joista voi koitua merkittävää haittaa alueiden arvolle.

Ratan, joka on ollut merenkulun merkittävä solmukohta jo 1600-luvulta alkaen, on kulttuuriympäristöarvoltaan valtakunnallisesti merkittävä alue Ruotsin ympäristölain 3. luvun 6 §:n mukaisesti. Sama koskee Stor-Fjäderäggia ja Holmönin kylää Holmöarna-saarilla Uumajan kunnassa.

Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapelien selvityskäytävät eivät ole valtakunnallisesti merkittäviä maanpuolustuksen kannalta Ruotsin ympäristölain 3. luvun 9 §:n mukaan. Robertsforsin kunnan yleissuunnitelmassa on alue, jonka julkisesti ilmoitetaan olevan Ruotsin puolustusvoimille merkittävä mantereella. Skellefteån kunnassa puolustusvoimilla on valtakunnallisesti merkittävä alue, Tåmen ampuma-alue, joka on sotilaallinen harjoituskenttä. Ampuma-alue ulottuu 17,5 kilometriä merelle yleisenä suojelukohdealueena ja 72 kilometriä merelle laajennettuna suoja-alueena. Skellefteån kunnassa on yleissuunnitelman mukaan myös puolustusvoimien salassa pidettäviä alueita.

Katso maanpuolustusta lukuun ottamatta kaikki valtakunnalliset merkitykset: Kuva 9.



Kuva 9 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä valtakunnalliset merkitykset Ruotsin ympäristölain 3. luvun mukaisesti, pois lukien valtakunnallinen merkitys maanpuolustukselle.

### 3.6 Ympäristölaatumormit

Perämeri on hyvässä tilassa rehevöitymisen ja planktonyhteisön osalta. Norppien ja joidenkin kalalajien tilanne on kuitenkin ongelmallinen. Sedimentissä ja monissa kalalajeissa esiintyy korkeita saastepitoisuuksia, etenkin raskasmetalleja, jotka ovat kerääntyneet vuosien mittaan. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Rannikkolinjan vesialueet on jaettu eri vesimuodostumiin yksittäisillä tila-arvioinneilla ja kiinteillä ympäristölaatumormeilla. Tuulivoimapuiston selvitysalueeseen ja kaapelien selvityskäytäviin sovelletaan vesimuodostumia S Bottenvikens kustvatten (WA99659978) ja N n Kvarkens kustvatten (WA16072643), jotka koostuvat Ruotsin ympäristölain 5. luvun mukaisista ympäristölaatumormeista. Katso soveltuvat vesimuodostumat: Taulukko 9 ja Taulukko 10. (VISS, Vatten informationssystem Sverige)

Tuulivoimapuiston selvitysalueeseen ja kaapelien selvityskäytäviin sovelletaan myös vesimuodostumia Del av Bottenhavets utsjövattnen (osat WA80550971) ja Del av N n Kvarkens utsjövattnen (WA17542006). Vesimuodostumissa ei ole ympäristölaatumormeja, mutta kemiallisella tilalla on luokitus, joka ei saavuta hyvää tasoa. Sen sijaan kemiallinen tila ilman kokonaisvaltaisesti ylittäviä aineita on hyvä, ts. ilman bromattuja difenyyliettereitä ja elohopeaa, jotka ovat kokonaisvaltaisesti ylittäviä. Katso vesimuodostumien kuvitus: Kuva 10. (VISS, Vatten informationssystem Sverige)

Taulukko 9 Tuulivoimapuiston pohjoisen selvitysalueen ja kaapelien keskimmäisen ja pohjoisen selvityskäytävän rannikkovesimuodostumat (selvitys tarkoittaa hallintojaksoa 3, 2017–2021).

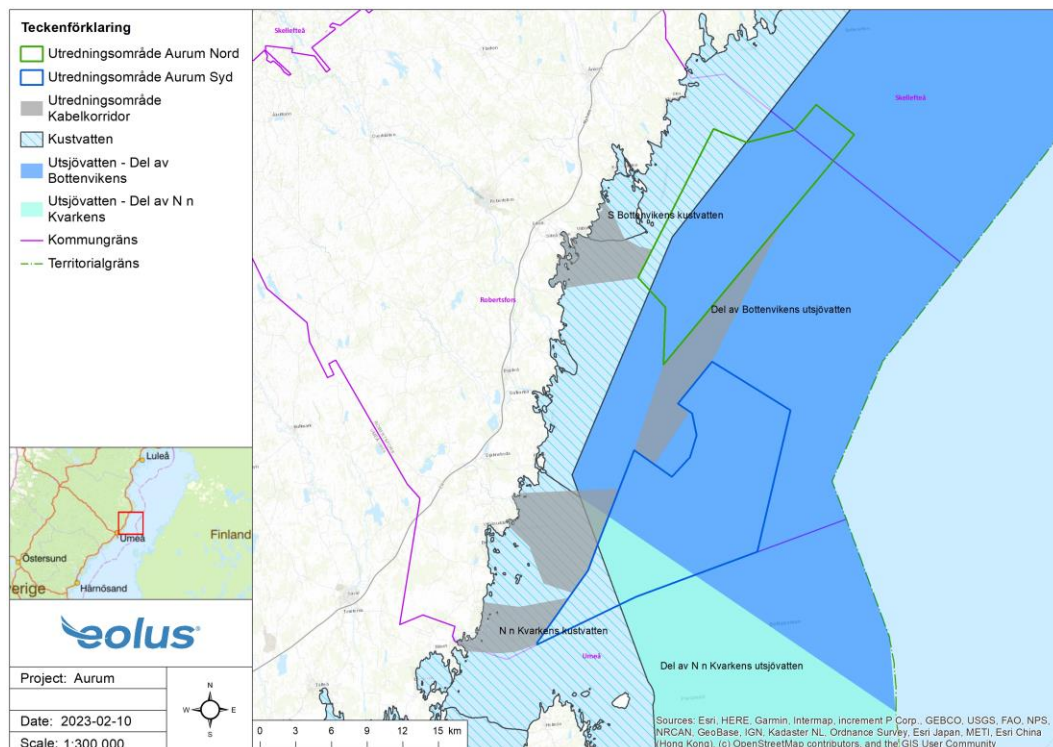
Nimi	Tunnistenumero	Ekologinen tila	Kemiallinen tila	Ympäristölaatumormien mukainen ekologinen tila	Ympäristölaatumormien mukainen kemiallinen tila
<b>S Bottenvikens kustvatten</b>	WA99659978	Hyvä	Ei saavuta hyvää	Hyvä ekologinen tila	Hyvä kemiallinen pintaveden tila*

\*Pois lukien bromattu difenyylietteri ja elohopea. Dioksiinit, hyvä kemiallinen tila 2027.

Taulukko 10 Tuulivoimapuiston eteläisen selvitysalueen ja kaapelien keskimmäisen ja pohjoisen selvityskäytävän rannikkovesimuodostumat (selvitys tarkoittaa hallintojaksoa 3, 2017–2021).

Nimi	Tunnistenumero	Ekologinen tila	Kemiallinen tila	Ympäristölaatumormien mukainen ekologinen tila	Ympäristölaatumormien mukainen kemiallinen tila
<b>N n Kvarkens kustvatten</b>	WA16072643	Hyvä	Ei saavuta hyvää	Hyvä ekologinen tila	Hyvä kemiallinen pintaveden tila*

\*Pois lukien bromattu difenyylietteri ja elohopea. Dioksiinit, hyvä kemiallinen tila 2027.



Kuva 10 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä tulevat vesimuodostumat päätetyillä ympäristölaatumormeilla. Kartassa näkyvät myös ulkomeren vesimuodostumat, joilla ei ole päätettyjä ympäristölaatumormeja.

### 3.7 Tuuliolosuhteet

Suunnitellun tuulivoimapuistoalueen tuuliolosuhteet ovat erittäin hyvät. WRF-säämallin (Weather Research and Forecasting) – tarkemmin sanottuna EMD-WRF Europe+, joka on erittäin tarkka EMD:stä kehitetty mesomalli – mukaan keskituuli on noin 9 m/s 170 metrin korkeudessa. Vallitseva tuulensuunta on etelälounas. Ennen lopullisten tuulivoimaloiden sijaintien vahvistamista tuuliresurssit on mitattava suunnitellun tuulivoimapuiston alueella tuulimittaustasman tai kelluvan tuulimittaustasman avulla. Lisätietoja on kohdassa 4.3.

### 3.8 Geologia

SGU:n mukaan tuulivoimapuiston pohjoisen selvitysalueen kallioperä koostuu pääosin metagrauvakasta, kiilleliuskeesta, grafiitti-/sulfidipitoisesta liuskeesta, paragneisistä, migmatiitista, kvartsiitista ja amfiboliitista, joka kattaa myös kolme kaapelien selvityskäytävää. Keskimmaisessä käytävävaihtoehdossa lähempänä mannerta on myös graniitti- ja pegmatiittialue. Tuulivoimapuiston eteläinen selvitysalue koostuu pääosin hiekkakivestä, konglomeraatista, silttikivestä ja saviliuskeesta, jolla on vulkaaninen ja sedimenttinen alkuperä. (SGU, 2022)

Maantieteellisten tietojen suojasta annetun lain (2016:319) mukaisten rajoitusten vuoksi SGU:n karttapalvelussa näytetään ainoastaan aluerajan ulkopuolisen merialueen sedimenttitiedot, joita ei voi soveltaa selvitysalueisiin. Koko Perämeren alueella esiintyvän sedimentin kuvaus on kuitenkin julkinen, ja sen mukaan moreenia on runsaasti pohjan pinnassa rannikolla ja lähellä rannikkoa. Yleisesti moreenia on aivan kallioperän päällä. Alueilla, joilla moreeni ei ole pinnassa, se on sedimentin alla suurissa osissa Perämeren. Perämerellä on lasiaalisilttiä ja hienohiekkaa vain vähän pohjan pinnalla, usein jäätikkökjokikerrostumien yhteydessä. Jääkauden aikaista savea tavataan pinnalla suurissa osissa etenkin paikallisissa laaksoissa tai notkelmissa ja syvemmissä osissa, ja sen päällä on usein ohut kerros hiekkaa ja soraa. Perämerellä on myös jääkauden jälkeistä hiekkaa, kiviä ja soraa, jotka voivat olla myös pohjan pinnalla jääkauden aikaisen saven ja moreenin päällä. Jääkauden jälkeinen siltti on päämaalaji Perämeren kaakkoisosassa. Perämerellä on jääkauden jälkeisiä savia, liejusavia ja saviliejua suuren vedensyvyyden alueilla. (SGU, 2016) Aluerajan ulkopuolella on moreenia, jääkauden aikaista ja jälkeistä savea, liejusavea ja saviliejua. (SGU, 2022)

Rata Storgrund on yksi kolmesta Perämeren alueen ulkomerenpohjasta, ja se rajoittuu tuulivoimapuiston eteläiseen selvitysalueeseen. Rata Storgrund koostuu pääosin moreenista ja pienistä paljaista kiteisistä kallioista. Moreeni on suureksi osaksi asettunut kapeiksi pitkänomaisiksi selänkeiksi pohjoisluode-eteläkaakosuunnassa. Pohjan sivustojen syvemmissä kohdissa on jääkauden jälkeistä liejusavea. Pohja-alueen suurissa osissa on myös ohuita kerroksia jääkauden jälkeistä hiekkaa ja soraa sekä helposti liikkuvaa jääkauden jälkeistä hienohiekkaa. (SGU, 2016)

Skellefteån kunnassa tehtyjen tutkimusten mukaan pohjat koostuvat ohuista kerroksista jääkauden aikaista ja jälkeistä savea, jotka muuttuvat savimoreeniksi noin 3–10 metrin syvyyteen asti. Saven syvyys on noin 6–11 metriä kiinteään kalliioon asti. (Skellefteån kunta, 2020)

Tarkat tiedot tutkimusalueen kallioperäolosuhteista ja sedimentistä saadaan geofyysisillä ja geoteknisillä tutkimuksilla, jotka suunnitellaan suoritettavaksi tulevassa työssä ympäristövaikutusten arviointimenettelyllä.

### 3.9 Meritiede

Tutkimusalueet sijaitsevat eteläisellä Perämerellä, joka on osa Pohjanlahtea. Pohjanlahti koostuu pohjoisesta etelään Perämerestä, Selkämerestä, pohjoisesta Ahvenanmerestä ja pohjoisesta Saaristomerestä. Perämeren keskisyvyys on 43 metriä, ja suurin syvyys on 148 metriä. Tuulivoimapuiston selvitysalueella syvyys on noin 10–60 metriä ja kaapeleiden vaihtoehtoisilla selvityskäytävillä 0–60 metriä. (Havsmiljöinstitutet, 2022)

Perämeri on matala ja tulovirtauksen hallitsema merialue, jossa on matala suolapitoisuus ja hyvä happitilanne. Keskisuolapitoisuus on noin 2–4 promillea sekä pinnassa että syvemmissä osissa. Matalan suolapitoisuuden vuoksi järvilajit hallitsevat eläimistöä ja kasvistoa lähes täysin. Perämeressä on ainoastaan joitakin merilajeja, kuten kilohaili ja tuulenkala. Maan kohoaminen on selkeästi vaikuttanut Perämereen, ja sen saaristorannikolla on suuria jokisuualueita. (Havsmiljöinstitutet, 2022) Maa kohoaa Perämerellä noin 8,5 millimetriä vuodessa. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Perämeri on jään peitossa 4–6 kuukautta vuodessa, mikä vaikuttaa siellä eläviin lajeihin johtuen vähentyneestä auringonsäteilystä ja alhaisista lämpötiloista (Havsmiljöinstitutet, 2022). Tavanomaisen talven aikana jää on enimmillään levinnyt peittämään koko Pohjanlahden ja Itämeren pohjoiset osat. Käynnissä oleva ilmastonmuutos vähentää kuitenkin umpijään leviämistä, ja Pohjanlahden pohjoisilla osilla on yhä suurempi ratkaiseva merkitys esimerkiksi valoa käyttäville leville ja norpille. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

### 3.10 Merelliset luontoarvot

Monet asiat vaikuttavat lajien levinneisyyteen meressä, kuten suolapitoisuus, lämpötila, jääpeite, virtaukset, tuulet, aallot, veden kiertoaika, syvyysolosuhteet ja pohjan tyyppi.

#### 3.10.1 Ulkomialue

Perämeren ulkomialueella on pitkään vallinnut hyvä tila pohjaeläimistön osalta, mutta lajien määrä on pieni, etenkin pohjoisissa osissa, joissa tyypillinen pohjaeläimistö koostuu noin kymmenestä lajista (Sveriges vattenmiljö, 2022 ja Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Pohjan koostumuksella ja syvyydellä on yleisesti suuri merkitys kasvien ja eläinten yhdistelmän kannalta. Tuulivoimapuiston selvitysalueen pohja koostuu moreenista, jääkauden aikaisista ja jälkeisistä savista sekä liejusavesta ja saviliejusta. Jääkauden aikaista ja jälkeistä silttiä ja hienohiekkaa voi myös esiintyä.

Perämeren ulkomerien pohjaeläimistö koostuu pääosin meiofaunasta (pieniä sedimentissä eläviä eläimiä) ja kilkistä (kaaskainen). Perämeren jäänmuodostus



antaa hyvät edellytykset myös jäähän erikoistuneelle planktonille. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Pehmeiden pohjien kasvillisuutta esiintyy usein 4–6 metriin. Pohjissa elää muun muassa simpukoita, kotiloita, surviaissääskiä ja liejukatkoja. Syvissä pehmeissä pohjissa, jotka ovat tavallisimpia esiintymiä Pohjanlahdella, on vähän eläimistöä. Auringonsäteet eivät ulotu yli 20 metrin syvyyteen. Tavallisimmat eläinlajit ovat valkokatka ja liejusimpukka, joka on kuitenkin epätavallinen Uumajan pohjoispuolella. Kylmän veden lajit, kuten härkäsimppu, hakeutuvat myös syvemmille alueille. (Norrbottenin, Västerbottenin, Gävleborgin ja Uppsalan lääninhallitukset, 2020.)

Matalilla kovapohjaisilla alueilla ylimpien metrien hallitseva laji on yksivuotias rihmalevä, kuten viherahdinparta. Sen alapuolella kovapohjia hallitsee monivuotiset rihmalevät, kuten pohjankivisuti. Matalien kovapohjien pohjia hallitsevat karkea sora, kivet ja lohkarieet. Tiedot syvistä kovapohjista, kuten myös syvistä pehmeistä pohjista, joita on sekä aluemerellä (alue saariston ulkopuolella perusviivan ja aluerajan välissä) että talousalueella, ovat kuitenkin jatkuvasti puutteelliset. (Norrbottenin, Västerbottenin, Gävleborgin ja Uppsalan lääninhallitukset, 2020.)

Perämeren ulkomerenpohjassa on vähän lajeja, mikä johtuu muun muassa talvikauden ankarista jääolosuhteista, eikä siellä ole lainkaan merilevää tai sinisimpukoita matalan suolapitoisuuden vuoksi. Laji, joka todennäköisesti täyttää saman ekologisen tarkoituksen kuin sinisimpukka, on aluetta hallitseva murtovesisieni (*Ephydatia fluviatilis*). (Naturvårdsverket, 2008)

Perämeren ulkomerimatalikoiden kasvillisuus on lähes yksinomaan yksivuotista, koska harvat kasvit selviytyvät talvikauden kylmistä olosuhteista. Näin ollen yhtenäisen ja rakenteellisen monivuotinen kasvillisuus puuttuu. Perämerellä on ulkomerialueet Marakallen, Klockgrundet/Tärnans Grund ja Rata Storgrund, joista Rata Storgrund on lähimpänä tuulivoimapuiston selvitysalueetta ja rajoittuu eteläiseen selvitysalueeseen. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Itämeren ulkomerenpohjan lajien ja luontotyyppien levinneisyyttä koskevaan mallinnustutkimukseen sisältyi Rata Storgrund, joka rajoittuu tuulivoimapuiston eteläiseen selvitysalueeseen. Ulkomerenpohjalle voidaan antaa yleinen arvo johtuen erityisestä ympäristöstä, johon aallot ja jää vaikuttavat paljon, mutta ihmisen toiminta vain vähän. Yksi merkki siitä, että näiden ympäristöjen sijainti kaukana rannikosta suojaa niitä monenlaiselta häirinnältä, on se, että levien suurin syvyysjakauma on suurempi ulkomerenpohjassa kuin lähempänä rannikkoa. Rata Storgrundin matalia alueita hallitsevat hienorihmaiset levät, kun taas syvempiä alueita hallitsevat punalevä ja eläimet. Matalilla alueilla kasvillisuus oli usein piilevän peitossa. Piilevä peitti osin 100 prosenttia pohjasta. Yksittäisiä punaleväesiintymiä löydettiin jopa 20 metrin syvyydestä ja syvimmällä kasvavat viherlevien taimet löydettiin 19 metrin syvyydestä. (Naturvårdsverket, 2008)

Pohjanlahdessa esiintyy etenkin turskaa, silakkaa ja kilohailia ja myös lohta, meritaimenta ja ankeriasta. Makean veden lajeja, kuten ahventa ja särkeä, esiintyy lähempänä rannikkoa. Perämeren siikakanta on vakaa ja silakan tilanne on parantunut. Luonnonvaraisen lohen tilanne Perämerellä on myös parantunut,

mutta sitä vastoin meritaimenen tilanne on huonompi johtuen muun muassa joutumisesta sivusaaliiksi verkkoihin rannikolla sekä vaellusratojen esteistä. Perämeren muikkukanta on vahva, ja punaisella listalla oleva kivinilkka on tavallinen laji merialueella. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Sedimentin ja monien eläinlajien saastepitoisuudet Perämeressä ovat korkeita etenkin raskasmetallien osalta. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Tarkemmat tiedot tutkimusalueiden luontoarvoista saadaan muun muassa merellisten luontoarvojen inventoinnilla, joka on tarkoitettu tehdä ennen projektin ympäristövaikutusten arviointimenettelyn laatimista.

### 3.10.2 Rannikkoalue

Rantaviiva varsinaisella alueella on tasaista moreenirannikkoa, jossa on vain vähän harjanteita. Rannikolla tapahtuu paljon maankohoamista, ja siellä on useita matalia lahtia ja jatkuva mataloituminen käynnissä etenkin eteläisissä osissa. Pohjoisessa tavallisempia ovat nykyään rantoja seurailevat kalliot syvemmissä vesissä. (Robertsforsin kunta, 2008)

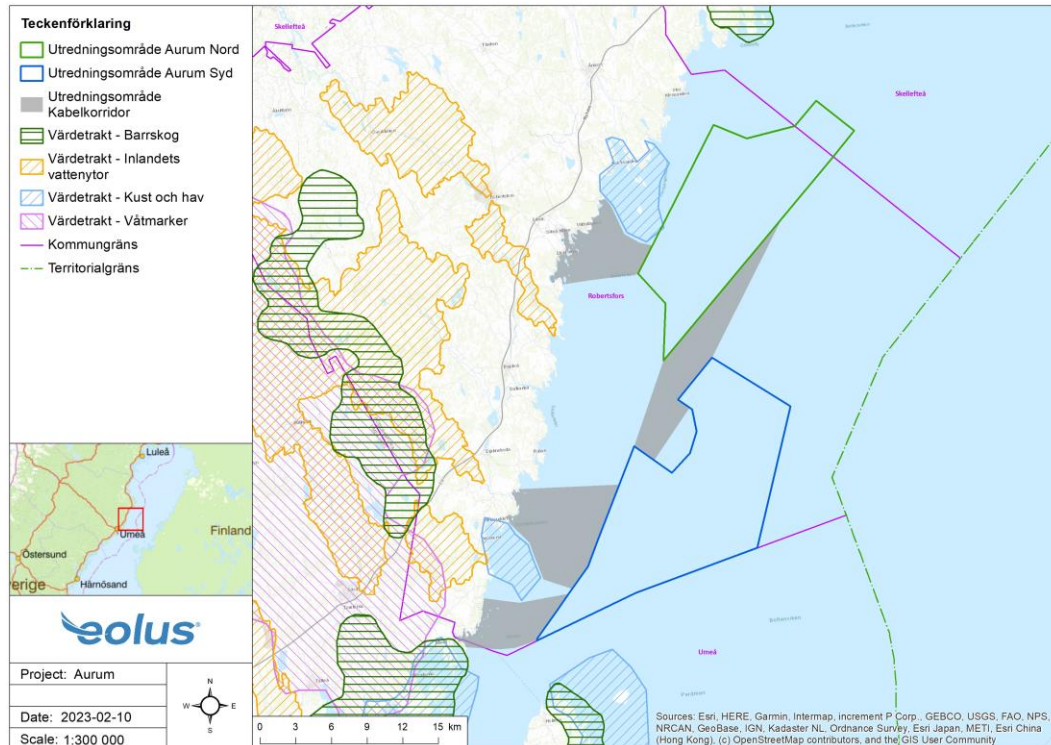
Rannikon lähellä olevilla matalilla alueilla pohjaeläimistö on huonossa tai kohtuullisessa tilassa. (Norrbottenin, Västerbottenin, Gävleborgin ja Uppsalan lääninhallitukset, 2020.)

Ruotsin meri- ja vesistöviranomaisen on vuosina 2016–2018 kartoittanut merelliset luontoarvot Västerbottenin läänissä Nationell marin kartering (NMK) -projektissa. Vastuu projektin toteutuksesta on ollut Aquabiota water research ABWR AB:lla, kun taas Västerbottenin lääninhallitus on vastannut projektin paikallisesta ja alueellisesta ankkuroinnista. Laadituista kartoista nähdään, että rannikkovesistössä jonkin matkan päässä rannikosta voi olla ruskokivitupsuja ja sienieläimiä. Pitkin rannikkoa voi esiintyä näkinpartaista, rihmamaisia leviä ja korkeita näkinpartaisia. Laadittujen karttojen mukaan merenlahdissa on uposvesitähtiä, lahnaruohoa, hapsivitaa, ahvenvitaa, letkulevää ja surviaissääskiä. Suurissa osissa ulkovesiä voi esiintyä valkokatkoja, nivelmatoja (liejuputkimatoja) ja kilkkejä (kaaskaisia). Merilevää on ainoastaan läänin kaikkein eteläisimmillä alueilla, ja liejusimpukkaa vain Robertsforsin rajalle asti. Kartat perustuvat inventoimalla, sukeltamalla ja snorklaamalla saatuihin tietoihin, joten muitakin lajeja voi esiintyä. Kartoituksen suurimmat luontoarvot löytyivät rannikoiden läheisyydestä, jossa paikannettiin putkilokasvien ja näkinpartaisten suuren peittoasteen alueita. Kovapohjaisilta alueilta paikannettiin ruskokivitupsua vähän matkan päässä rannikosta, ja tällä alueella on myös korkeita luontoarvoja. (Havs- och vattenmyndigheten, 2018)

Alueelle laskee useita vesistöjä, kuten Hertsångerälven, Rickleån ja Dalkarlsån. Rannikkoalueet ovat sen vuoksi myös tärkeitä vaellusreittejä kaloille, kuten lohelle, meritaimenille ja siialle.

Uhka rannikkovesistön luontoarvoja kohtaan on muun muassa rehevöityminen vesistöjen kautta tapahtuvien ravinnevuotojen, teollisuudesta ja veneistä tapahtuvien päästöjen sekä ruoppauksen ja muiden sellaisten toimien vuoksi, jotka muuttavat pohjan olosuhteita tai estävät kalojen kutumisen. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Västerbottenin läänissä ei ole alueellisesti osoitettuja luonnonsuojeluohjelmia, mutta siellä on Ruotsin ympäristölain 3. luvun mukaisia valtakunnallisesti merkittäviä alueita ja 7. luvun mukaisia suojeltuja alueita. Lisäksi siellä on alueellisesti osoitettuja arvoalueita; katso Kuva 11.



Kuva 11 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä alueelliset luontoarvoalueet.

## Arvoalueet

Ruotsin lääninhallitukset ovat hallituksen vuonna 2015 antaman tehtävän pohjalta laatineet arvoalueet läänin luontoarvoihin liittyvien olemassa olevien tietojen perusteella. Arvoalueet ovat lääninhallituksen kulmakiviä vihreän infrastruktuurin parissa tehtävän työn osalta<sup>1</sup>. Arvoalue on maisemaosio, jolla on erityisen korkeat ekologiset suojeluarvot ja jolla on erityisen korkea arvoytimien tiheys (yhtäjaksoinen luontoalue, jolla on korkeat luontoarvot olemassa olevan luonnontilan osalta) eläin- ja kasvikunnalle, mukaan lukien biologisesti tärkeät rakenteet, toiminnot ja prosessit verrattuna ympäröivän maiseman sisältöön. Arvoalueina kuvatuissa luontotyypeissä on rannikkoa ja merta, järviä ja vesistöjä, kosteikkoja, viljelymaata ja metsää, ja ne muodostavat pohjan maa- ja metsätalouteen tehtävien panostusten priorisoinnille ja luonnonsuojeluun tehtäville panostuksille sekä toimivat testauksen ja suunnittelun pohjana. Päätetyt alueelliset arvoalueet julkaistaan muun muassa kansallisessa karttapalvelussa ”Nationella kartskikt med värdeområden”.

<sup>1</sup> Vihreä infrastruktuuri on ekologisesti toimiva verkosto, joka muodostetaan ja jota käytetään ja hallinnoidaan siten, että biologinen moninaisuus säilytetään ja tärkeitä ekosysteemipalveluita edistetään koko maakunnassa (SLU Artdatabanken: <https://www.artdatabanken.se/arter-och-natur/biologisk-mangfald/vad-ar-gron-infrastruktur/>).

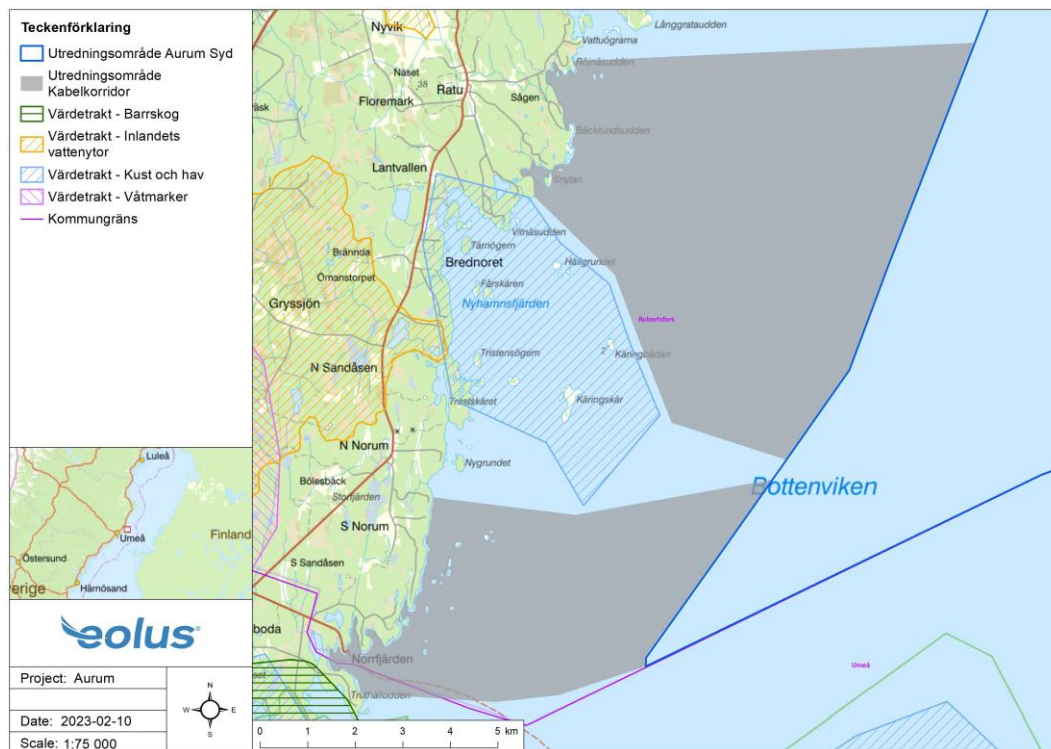
Hertsångerin saaristo ja Nyhamnsfjärden ovat Robersforsin kunnan osoitettuja arvoalueita mantereen rannikkoympäristöille. Tuulivoimapuiston pohjoinen selvitysalue rajoittuu Hertsångerin saariston arvoalueeseen. Kaapeleiden keskimmäinen selvityskäytävä kulkee Nyhamnsfjärdenin arvoalueella. Kunnassa on myös useita arvoalueita sisämaan vesistöille, havumetsille ja kosteikoille.

Skellefteån kunnassa on osoitettuja arvoalueita mantereen rannikkoympäristöille, sisämaan vesistöille, havumetsille ja kosteikoille. Tuulivoimapuiston selvitysalue ei rajoitu mihinkään osoitettuun arvoalueeseen kunnassa.

Uumajan kunnassa on osoitettuja arvoalueita mantereen rannikkoympäristöille, Holmöarna-saarten havumetsille ja pitkin kunnan pohjoisrannikkoa. Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävä ei rajoitu mihinkään osoitettuun arvoalueeseen kunnassa.



Kuva 12 Detaljkartta kaapeleiden pohjoisesta selvityskäytävästä sekä alueellisista luontoarvoalueista.



Kuva 13 Detaljkartta kaapeleiden keskimmaisesta ja etelaisesta selvityskäytävästä sekä alueellisista luontoarvoalueista.

### 3.10.3 Merinisäkkäät

Itämeressä on harmaaahylkeitä, norppia ja pyöriäisiä. Kaikkiin kolmeen lajiin sovelletaan luontotyyppidirektiiviä sellaisella unionin edulla, että erityiset suojelalueet on osoitettava. Lisäksi pyöriäiset on mainittu luontotyyppidirektiivin liitteessä 4, mikä tarkoittaa, että laji vaatii suojelua. Ruotsin lainsäädännössä pyöriäisiin sovelletaan lajiensuojeluasetuksen 4 §:ää.

#### Harmaahylje

Itämeressä arvioidaan olevan noin 12 000 harmaaahyljettä. Harmaaahylje on luontotyyppidirektiivissä listattu laji sellaisella unionin edulla, että erityiset suojelalueet on osoitettava. Kanta Ruotsissa pienentyi 1980-luvun puoliväliin asti, mutta sen jälkeen kanta on kolminkertaistunut. Lisääntymisvauhti on ollut hitaampi eteläisellä Itämerellä kuin Pohjanlahdella. Laji arvioidaan elinvoimaiseksi ruotsalaisen punaisen listan mukaan. Populaation keskusta on nykyään Tukholman saaristossa ja Ahvenanmaalla, mutta lajia esiintyy myös Selkämerellä ja Perämerellä, jossa puuttomat luodot muodostavat erityisen tärkeitä pesäpaikkoja harmaaahyljeelle.

Itämerellä harmaaahyljenaaras synnyttää poikasen (kuutin) helmikuun ja maaliskuun vaihteessa. Monet harmaaahylkeen kuutit syntyvät jäälle Perämerellä, pohjoisessa Merenkurkussa tai Suomenlahdella, mutta suuri määrä kuutteja syntyy myös maalle Tukholman saaristossa, Ahvenanmaalla tai Virossa. Harmaaahylkeen kuuttia imetetään vajaat kolme viikkoa. Imetyskauden loputtua alkaa parittelukausi.

Tämän seuraavan kauden kesäkuuhun asti harmaahylkeet viettävät enimmäkseen jäällä tai kareilla ja luodoilla.

Artdatabankenin mukaan harmaahylkeen pääasialliset uhat ovat metsästys, ympäristömyrkyt ja kalanpyydysten sivusaaliiksi joutuminen.

### **Norppa**

Pohjanlahdella on myös norppia. Norppa on pelaginen laji, ts. se elää avomerellä ja on riippuvainen kiinteästä jästä poikasten synnyttämiseksi.

Norpan Itämeren populaatio on runsaat 10 000 eläintä. Kanta Pohjanlahdella kasvaa nykyään lähes 5 prosenttia vuodessa. Kannan kasvu on kuitenkin heikkoa, sillä yli 30 prosenttia naaraista on steriilejä ympäristömyrkyjen vaikutuksesta. Norppa on kuitenkin arvioitu elinvoimaiseksi ruotsalaisen punaisen listan mukaan. Norppa on myös luontotyypidirektiivissä listattu laji.

Artdatabankenin mukaan norpan pääasiallinen uhka on ympäristömyrkyt, jotka ovat lisänneet kuolleisuutta ja heikentäneet lisääntymiskykyä. Leudot talvet ovat toinen vakava uhka norpille, koska jää murtuu ja ajautuu maihin aiemmin, joten useampien yksilöiden täytyy ahtautua saarille ja luodoille synnyttämään. Leudot talvet aiheuttavat myös sen, että kalastuksessa lohien ajoverkot voidaan laskea aiemmin, joten vieroitettuja kuutteja jää niihin kiinni ja kuolee.

### **Pyöriäinen**

Pyöriäisten Itämeren populaatio ulottuu eteläiseltä Itämereltä Bornholmin itäpuolelta Tukholman saaristoon. Erityisen tärkeitä alueita kannalle ovat Hanöbukten, Öölannin eteläpuolinen alue, Midsjöbankarna ja Hoburgs bank sekä Pohjois-Öölantia ympäröivä alue. Ruotsin ympäristönsuojeluviraston synteisiraportin 6488 mukaan pyöriäiset ja muut valaat ovat erittäin epätavallisia Pohjanlahdella.

## **3.11 Linnut**

Merilintuja oleilee mielellään matalien pehmeiden tai kovien pohjien yläpuolella, koska siellä on ravintoa. Puuttomat luodot ovat yleisesti tärkeitä pesimispaikkoja sekä rannikkoon että mereen liittyville lajeille. Tuulivoimapuiston selvitysalue sijaitsee merellä aluemerен alueella. Koska toiminta suunnitellaan pääasiassa suhteellisen syvään veteen, tuulivoimapuiston selvitysalueella odotetaan olevan säännöllisesti suurelta osin ainoastaan kaloja syöviä vesilintuja ja merilintuja.

Rata Storgrund on ulkomerimatalikko, ja se rajoittuu tuulivoimapuiston eteläiseen selvitysalueeseen. Noin 10–60 metrin syvyinen selvitysalue ei kuitenkaan ole ulkomerimatalikko, joten alueella ei todennäköisesti ole vastaavia edellytyksiä talvehtimis- tai lepopaikoiksi.

Pohjanlahden tavallisimpia pesimälintuja ovat haahka, mustalintu ja pilkkasiipi, mutta useita muita sukeltajasorsia ja lorkkilintuja tavataan myös suuressa laajuudessa. Pohjanlahdella on myös monia talvehtivia merilintukantoja, joiden hallitsevia lajeja ovat sukeltajasorsat, kuten tukkasotka ja alli. Myös ruokit talvehtivat yhdessä monien lorkkilajien kanssa. Pohjanlahden rannikkoalueen

tavallisimpia muuttolintuja ovat lapintiira, kalatiira, räyskä ja riskilä. Merikotka on myös tyypillinen laji Pohjanlahdella. (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

Tuulivoimapuiston selvitysalueen läheisyydessä, noin 2 kilometriä sen eteläpuolella, on Holmöarnan lintualue. Holmöarna on Natura 2000 -alue muun muassa merilintujen suojelun vuoksi. Alueella on monipuolinen ja hyvin dokumentoitu linnusto, johon kuuluu muun muassa kaakkuri, kuikka, merikotka, kurki, lapintiira, kalatiira, räyskä, riskilä, laulujoutsen ja mustakurkku-uikku. Kaikki nämä lajit ovat muuttolintuja, ja ne viipyvät alueella ainoastaan pesimäkauden. (Västerbottenin lääninhallitus, 2016)

Vuosina 2010–2020 tehty Pohjanlahden pesiviä rannikkolintuja koskevan tutkimuksen mukaan lajien, kuten kyhmyjoutsen, valkuposkihanhi ja riskilä, kanta oli kasvussa. Muiden lajien, kuten pilkkasiiven, kalatiiran ja lapintiiran, kanta oli vakaa alueella. Lisäksi tutkimusten mukaan muun muassa härkälinnun, kuikan, mustakurkku-uikun, haahkan, kalalokin ja selkälokin kanta on pienentynyt. (Länsinhalitukset, 2021)

Selvitysalueen läheisyydessä on myös Rataskär, joka on Natura 2000 -alue. Alueella on paljasta hiekkaa ja savipohjia, jotka ovat tärkeitä ravintoa kerääville sorsille ja kahlaajalinnuille. (Västerbottenin lääninhallitus, 2016)

Uumajan seudun muuttoreiteistä on suhteelliset hyvät tiedot, mukaan lukien tiedot eri lintulajien levinneisyydestä kauden aikana. Uumajan seudulla on etenkin kaksi suurta muuttoreittiä. Toinen kulkee luode-kaakkoisuunnassa sisämaasta Merenkurkun yli ja Holmöarna-saariryhmän vierestä Suomea kohti ja edelleen kaakkoon päin. Toinen kulkee lounas-koillisuunnassa pitkin rannikkoa ja meren päällä ollen tiheimmillään Bjuröklubbissa, noin 23 kilometriä tuulivoimapuiston pohjoisesta selvitysalueesta. Uumajan seudun kahden suuren muuttoreitin vuoksi alueella on kausittain suuri määrä muuttolintuja. (Robertsforsin kunta, 2010) (Enetjärn Natur AB, 2016)

### 3.12 Lepakot

Tuulivoimala voi tunnetusti muodostaa riskin lepakoille. Tutkimuksella on kartoitettu, mitkä lajit ovat eniten riskialttiita ja milloin. Korkean riskin lajeja ovat nopeat ja pitkälle lentävät lepakot, jotka metsästävät vapaassa ilmassa. Näitä lajeja ovat etenkin isolepakko, pohjanlepakko ja kääpiölepakko ja lisäksi metsälepakko, kimolepakko, etelänlepakko, pikkulepakko ja vaivaislepakko. Mantereella olevalla tuulivoimalalla on pysäytysääntöjen muodossa oleva ohjeistus, joka koskee lämpimiä ja vähätuulisia loppukesän öitä, jos alueella on havaittu korkean riskin lajeja. Merelle sijoitetulle voimalaitokselle ei ole vastaavia oheistuksia. (Vindval, 2017)

Tuulivoimapuiston selvitysalue sijaitsee merellä, lähimmillään noin 3 km rannikosta. Ruotsissa on toteutettu aiemmin kaksi valvontaohjelmaa merelle sijoitetuille tuulivoimapuistoille. Tutkimusten mukaan korkean riskin lajeiksi luokitelluista lajeista lepakkoa tavataan merellä 8 kilometrin etäisyydellä mantereesta. Joidenkin tutkimusten mukaan lepakko voi edetä kauemmas merellä muuton yhteydessä (Vindval, 2017).

Artdatabankenin löydöskartan mukaan lepakkoa on havaittu alueen rannikolla ja Holmöarna-saarilla noin 5 kilometrin päässä tuulivoimapuiston selvitysalueesta. (Artdatabanken, 2023)

### 3.13 Merelliset kulttuuriarvot

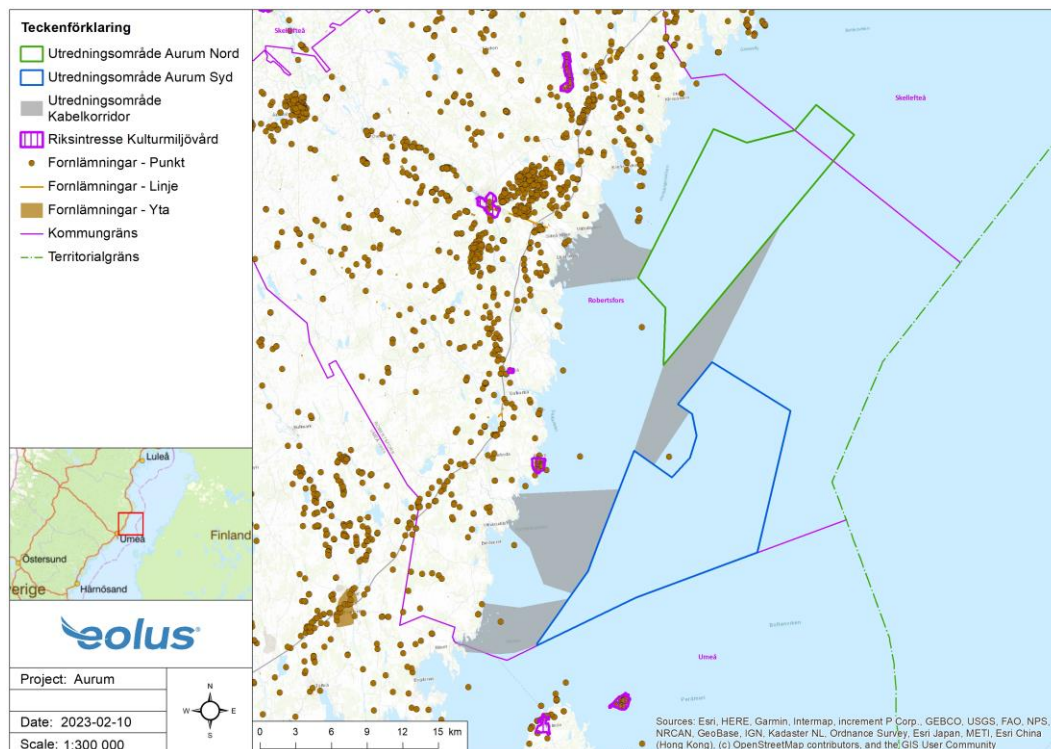
Pohjanlahden vesiolosuhteisiin kuuluvat matala suolapitoisuus ja alhainen veden lämpötila, joten kulttuurihistorialliset jäänteet ovat usein hyvin säilyneitä. Nykyään tuulivoimapuiston selvitysalueella tai kaapeleiden selvityskäytävissä ei ole osoitettu Ruotsin ympäristölain 3. luvun 6 §:n mukaisia kulttuuriympäristöarvolle valtakunnallisesti merkittäviä alueita. Tuulivoimapuiston selvitysalueella ei ole nykytiedon mukaan myöskään tunnettuja laivanjäänteitä tai muita muinaisjäänteitä. Alueiden ulkopuolella on nykytiedon mukaan kaksi tunnettua laivanjäännettä. Toinen on Rata Storgrundissa (RAÄ-numero: A FÖR 8497) ja toinen tuulivoimapuiston selvitysalueen eteläpuolella (RAÄ-numero: A FÖR 8496). Katso Kuva 14. Riksantikvarieämbetet-viraston muinaismuistorekisterin mukaan jäänteitä ei ole vahvistettu kentällä.

Kaapeleiden pohjoisessa selvityskäytävässä on nykytiedon mukaan kaksi tunnettua laivanjäännettä tai muita muinaisjäänteitä (RAÄ-numero: Bygdeå 619 ja Bygdeå 617) ja kaapeleiden eteläisessä selvityskäytävässä on nykytiedon mukaan yksi laivanjäännettä (RAÄ-numero: Bygdeå 536). Katso Kuva 14. Riksantikvarieämbetet-viraston muinaismuistorekisterin mukaan jäänteitä ei ole vahvistettu kentällä.

Kaapeleiden keskimmaisessä selvityskäytävässä ja tuulivoimapuiston selvitysalueiden välisessä kaapeleiden selvityskäytävässä ei nykytiedon mukaan ole laivanjäänteitä tai muita muinaisjäänteitä.

Vuotta 1850 edeltävältä ajalta peräisin olevat kulttuurijäänteet luokitellaan muinaisjäänteeksi, ja ne ovat Ruotsin kulttuuriympäristölain suojaamia. Vuoden 1850 jälkeiseltä ajalta peräisin olevat kulttuurihistorialliset jäänteet luokitellaan muiksi kulttuurihistoriallisiksi jäänteiksi, joilla ei ole samaa suojausta, mutta jotka on otettava huomioon suurimmassa mahdollisessa laajuudessa. Lääninhallitus voi kuitenkin yksittäisessä tapauksessa päättää muinaismuistorekisterin tekemisestä nuoremmalle jäänteelle, jos siihen on erityinen syy jäänteen kulttuurihistoriallisen arvon vuoksi. Lääninhallitus päättää myös muinaisjäännealueen laajuudesta, ts. muinaisjäännettä ympäröivästä alueesta, jolla on sama suoja ja joka on osa muinaisjäännettä. Tämä tehdään kuulemisasioiden ja lupa-asioiden yhteydessä.





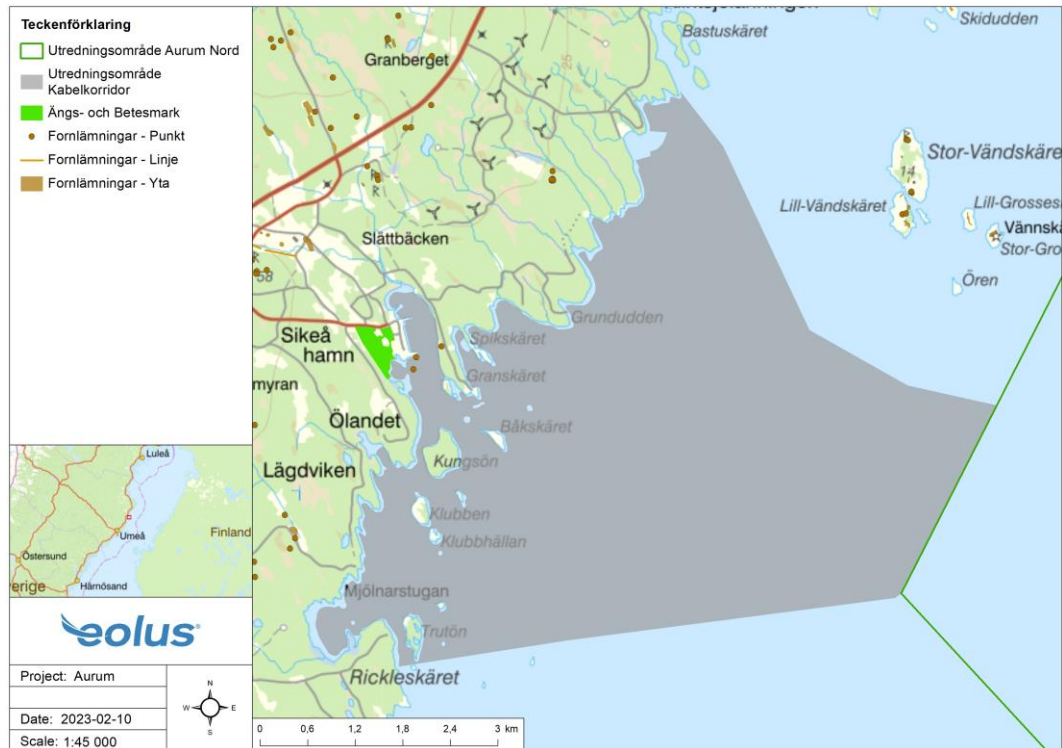
Kuva 14 Tuulivoimapauston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä tulevat muinaisjäänneet ja muut kulttuurihistorialliset jäänneet.

### 3.14 Mantereen luonto- ja kulttuuriarvot

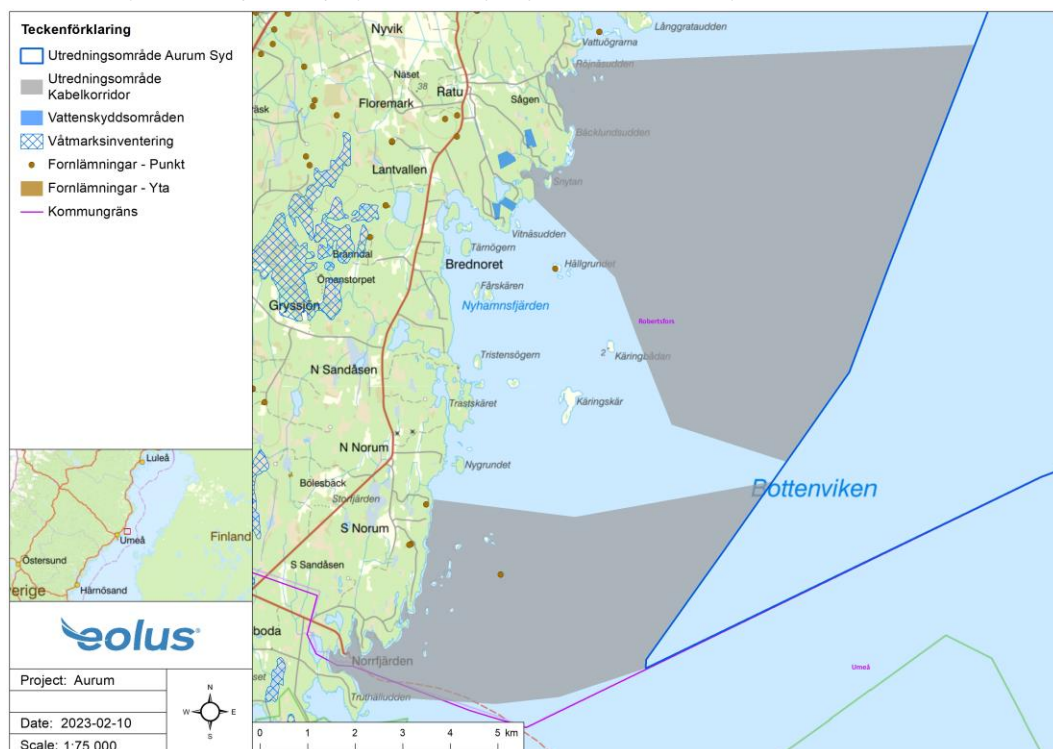
Kaapeleiden pohjoisessa selvityskäytävässä on edellä kuvattujen kahden laivanjäänteen lisäksi myös maalla oleva muinaismuisto telakan muodossa (RAÄ-numero: Bygdeå 282:1), joka rajoittuu selvitysalueeseen. Katso Kuva 15. Riksantikvarieämbetet-viraston muinaismuistorekisterin mukaan muinaisjännös oli laivanveistäjä 1700- ja 1800-luvuilla. Kaapelien pohjoisessa selvityskäytävässä on myös selvitysalueeseen rajoittuva alue, joka on osoitettu niitty- ja laidunmaaksi.

Kaapelien keskimmaisessa selvityskäytävässä on neljä osoitettua vesiensuojelualuetta (Ratu I, Ratu II, Ratu III ja Ratu IV) noin 200 metrin päässä selvitysalueesta sekä osoitettu kosteikkoalue, jolla on suuri luontoarvo (luokka 2) noin neljän kilometrin päässä selvitysalueesta. Katso Kuva 16.

Kaapelien eteläisessä selvityskäytävässä on osoitettu kosteikkoalue, jolla on tietyt luontoarvot (luokka 3) noin yhden kilometrin päässä selvitysalueesta sekä kosteikkoalue, jolla on erittäin suuri luontoarvo (luokka 1) noin kolmen kilometrin päässä selvitysalueesta. Katso Kuva 16.



Kuva 15 Detaljkartta kaapeleiden pohjoisesta selvityskäytävästä sekä luonto- ja kulttuuriarvoista.



Kuva 16 Detaljkartta kaapeleiden keskimmaisesta ja eteläisestä selvityskäytävästä sekä luonto- ja kulttuuriarvoista.

### 3.15 Ulkoilu

Rannikolla ja saaristolla on suuri merkitys ulkoilulle ja turismille. Ulkoilu on ennen kaikkea sidottu rannikkoon ja saaristoon, ja se koostuu uinnista, kalastuksesta, metsästyksestä, vaeltamisesta, retkeilystä ja veneilystä sekä moottorikelkkailusta jäällä talvisin. Rannikolla harrastetaan myös vapaa-ajankalastusta ja huviveneilyä. (Robertsforsin kunta, 2008)

Robertsforsin kunnassa on useita luonnonsuojelualueita, joista kolme sijaitsee rannikolla: Hertsånger, Klubben ja Rataskär. Ricklejoen suulla sijaitseva Klubben on kunnan suosituin luonnonsuojelualue (Robertsforsin kunta, 2023). Holmöarna-saariryhmä on myös suosittu vierailukohde, jossa on tarjolla useita vaihtoehtoisia vapaa-ajan aktiviteetteja.

Muita tärkeitä rannikon solmukohtia, joissa monet viettävät aikaa, ovat Norrfjärden, Ratan, Sikeå ja Gumboda. (Robertsforsin kunta, 2008)

### 3.16 Asutus

Tuulivoimapuiston pohjoinen selvitysalue on lähimmillään noin kolme kilometriä itään rannikolla olevasta Näsuddenin ja Långviksuddenin asutuksesta Robertsforsin kunnassa. Stor-Vändskäretin ja Lill-Vändskäretin saarilla on asutusta noin kahden kilometrin etäisyydellä selvitysalueesta. Stor-Grosseskäretissa on miehittämätön Vännskärin majakka noin yhden kilometrin päässä tuulivoimapuiston pohjoisesta selvitysalueesta. Skellefteån kunnassa rannikon lähimmät asuinrakennukset ovat Pålholmenilla noin yhdeksän kilometrin päässä selvitysalueesta.

Tuulivoimapuiston eteläinen selvitysalue on lähimmillään noin viisi kilometriä itään rannikolla olevasta Näsuddenin ja Långviksuddenin asutuksesta Robertsforsin kunnassa. Käringsbådan ja Käringskärin saarilla on asutusta myös noin viiden kilometrin etäisyydellä. Uumajan kunnassa lähimpänä sijaitseva asutus rannikolla on Truthälluddenissa ja Holmöarna-saarilla noin kuuden kilometrin päässä selvitysalueesta.

Vuonna 2021 Robertsforsin kunnassa oli 6 786 asukasta, joista suurin osa asui Robertsforsin, Bygdeån ja Änäsetin taajamissa. Rannikko on harvaan asuttu ja vapaa-ajan asutuksen hallitsema.

### 3.17 Puolustusvoimat

Eolus on Parachute Consulting AB:n kanssa varhaisessa vaiheessa tunnistanut, mitä maanpuolustuksellisia etuja tuulivoimapuiston selvitysalueella ja sen läheisyydessä on.

Aurumin tuulivoimapuisto ei todennäköisesti merkittävästi vaikuta Ruotsin puolustusvoimien lentotoimintaan tuulivoimapuistoon liittyvillä lentoharjoitusalueilla monista syistä. Suurin osa Aurumin tuulivoimapuistosta sijaitsee harjoitussektorilla ES V 12, jota käytetään lentoharjoitukseen vain poikkeustapauksissa, koska se on Uumajan terminaali-alueeseen kuuluvan siviili-ilmatilan kohdalla. Ne Aurumin tuulivoimapuiston osat, jotka ovat harjoitussektorin ES V62 eteläisten osien kohdalla, ovat aluetta, jota käytetään suhteellisen harvoin.

Kun lentotoimintaa tapahtuu harjoitussektorin ES V62 eteläisissä osissa, sitä ei normaalisti suoriteta matalalla korkeudella, joten se ei myöskään aiheuta ristiriitaa suunnitellun tuulivoimapuiston kanssa.

Mahdollisen ampuma-alueen, johon perustaminen voi vaikuttaa, osalta Aurumin tuulivoimapuisto sijaitsee riittävällä etäisyydellä sekä Tåme TM0065:stä että D-alueesta, joka on tapana tilapäisesti perustaa D-184-alueelle ja käyttää Brynjanian maaliinammunnassa.

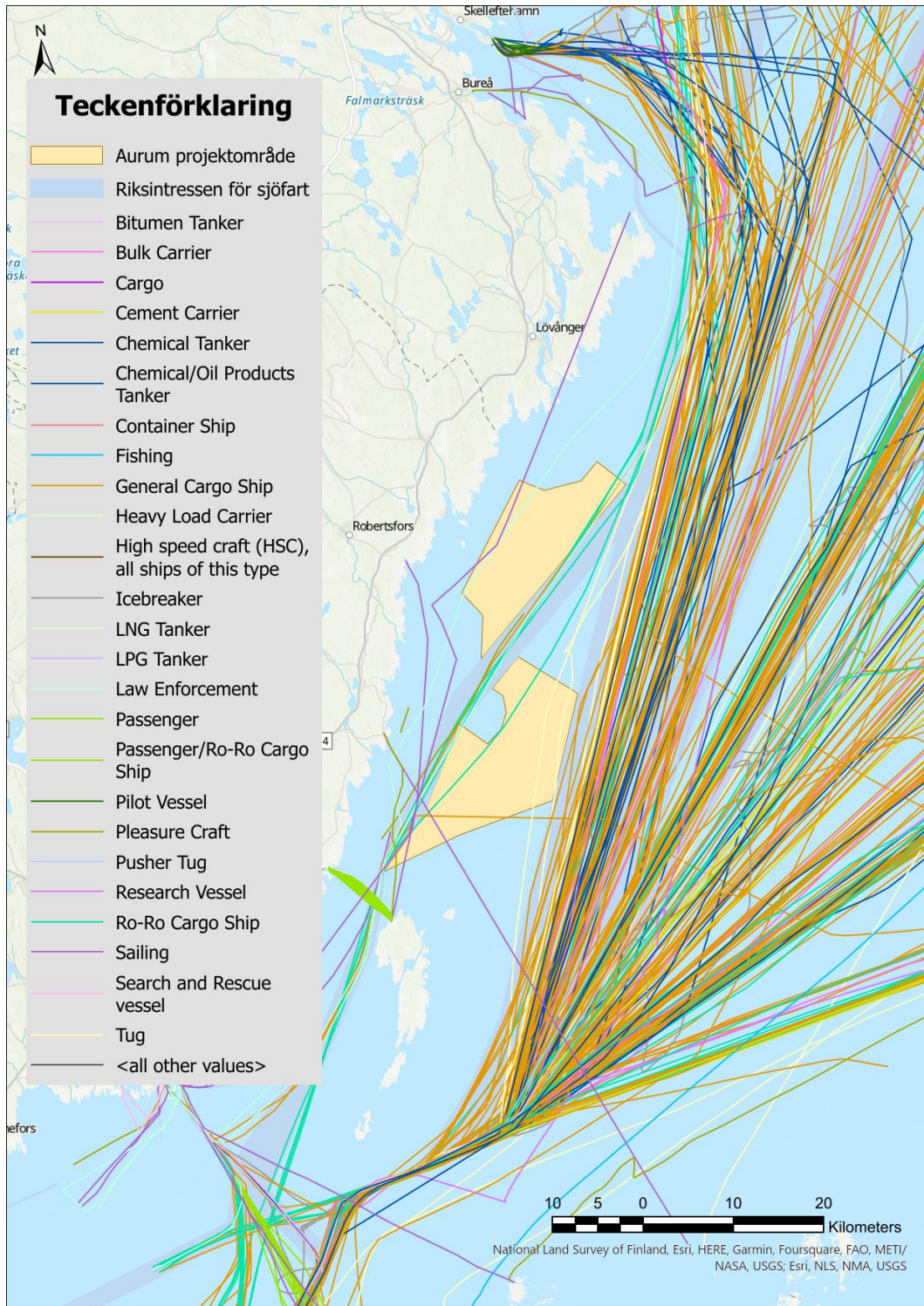
Aurumin tuulivoimapuiston odotetaan olevan toiminnassa vasta vuonna 2032. Monet Ruotsin puolustusvoimien teknisistä järjestelmistä vaihdetaan tai päivitetään sellaisiin, joihin tuulivoimalat eivät vaikuta samassa laajuudessa kuin nykyisiin järjestelmiin (Parachute Consulting AB, 2022). Ruotsin ja Suomen välisen puolustusyhteistyön arvioidaan myös olevan vuonna 2032 entistä syvempää nykyiseen verrattuna, joten puolustustoiminnan tarve alueella voi vähentyä.

### 3.18 Muut edut

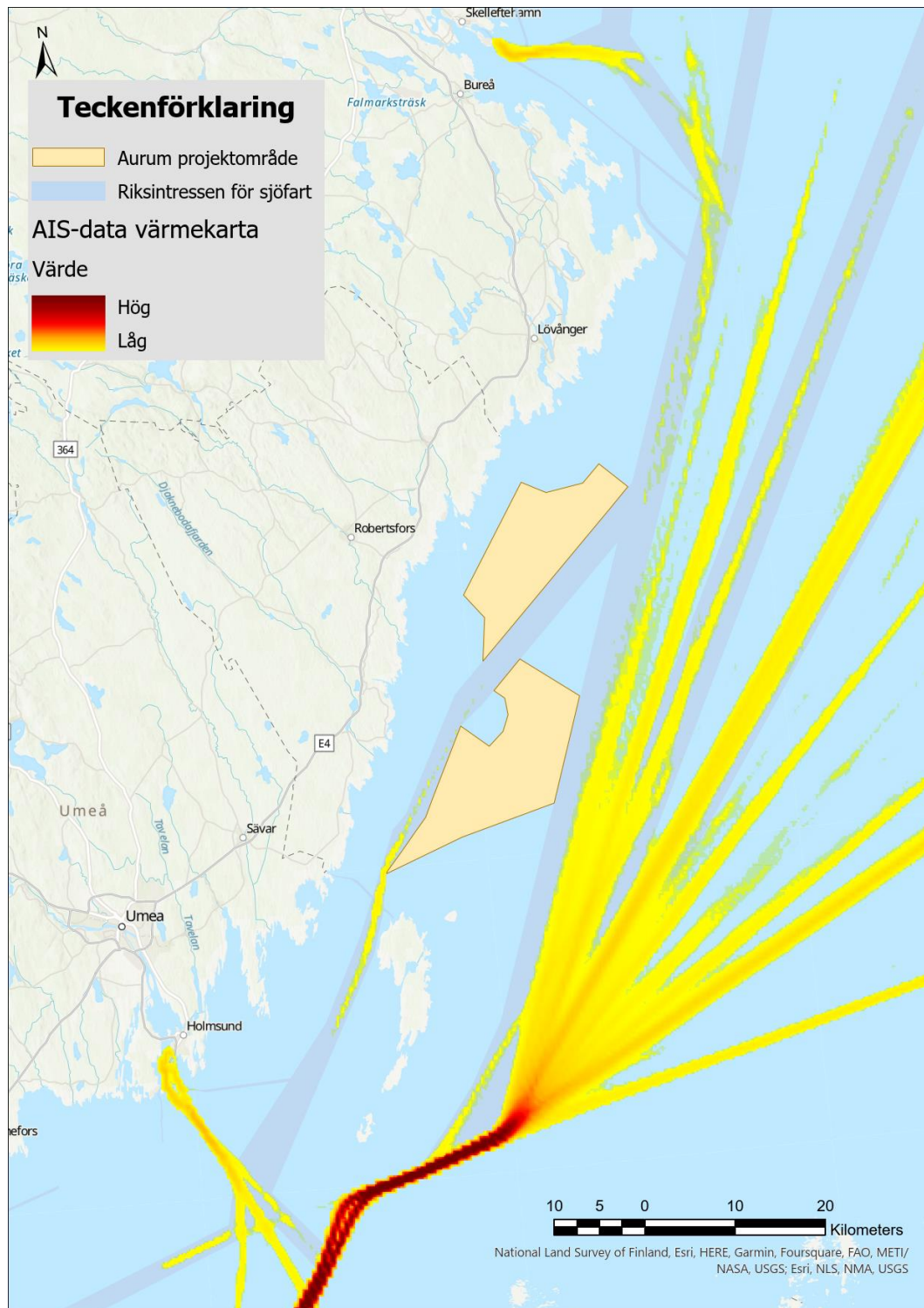
Suunnitellun tuulivoimapuiston lähialueella kulkee erilaisia säiliö-, kalastus- ja matkustaja-aluksia matkallaan kauemmas pohjoiseen ja itään. Norrlannissa on muun muassa useita teollisuudenaloja, jotka järjestävät kuljetuksensa meritse. Tärkeitä satamia Perämeren rannikolla ovat muun muassa Skellefteån satama ja Luulajan satama. Talvikauden aikana Perämerellä on paksu ja kattava merijää, mutta siellä vallitsee erityiset edellytykset merenkululle, joka tarvitsee suurta pintaalaa liikennöitävyyden varmistamiseksi. Alueella voidaan harrastaa myös urheilukalastusta ja huviveneilyä. (Havs- och vattenmyndigheten, 2022) Tuulivoimapuiston selvitysalue ei sijaitse merenkululle valtakunnallisesti merkittäviksi osoitettujen laivaväylien alueella, mutta se rajoittuu niihin. Katso Kuva 9. Skellefteån kunnan perusteellisessa yleissuunnitelmassa kuvataan valtakunnallisesti merkittävien laivaväylien lisäksi sisäistä laivaväylää, joka sijaitsee tuulivoimapuiston pohjoisen selvitysalueen sisäpuolella Skellefteån kunnassa.

Pohjanlahdella ammattikalastus on pääasiassa pienimuotoista ja ulkomerellä hyvin vähäistä. Suurin osa ulkomerikalastuksesta tapahtuu suomalaisilla kalastusaluksilla Selkämeren eteläosissa. Yleisintä kalastusta on rannikon läheisyydessä passiivisilla välineillä tapahtuva kalastus. (Havs- och vattenmyndigheten, 2022) Muikunmätien vuoksi tapahtuvalla muikunkalastuksella on suurin taloudellinen merkitys Perämerellä, jossa kalastetaan myös silakkaa ja lohikaloja (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Tuulivoimapuiston selvitysalueella ei ole osoitettu valtakunnallisesti merkittäväksi alueeksi ammattikalastukselle. Kaapeleiden eteläinen selvityskäytävä on osittain rannikon läheisyydessä tapahtuvalle ammattikalastukselle valtakunnallisesti merkittäväksi osoitetulla alueella. Katso Kuva 9.

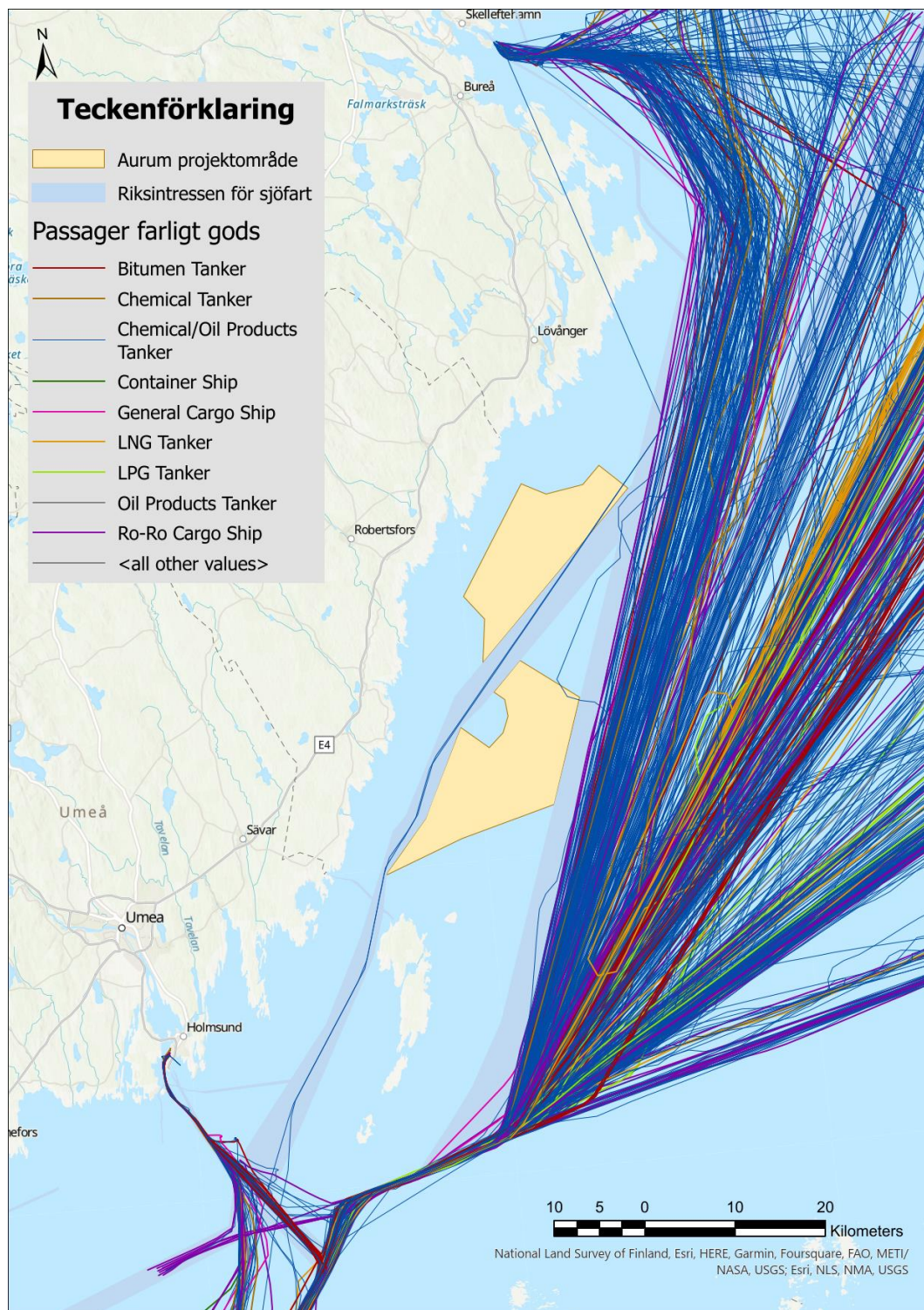
Kuva 17–Kuva 20 esittävät tuulivoimapuiston selvitysalueetta ympäröivän alueen liikennemallia vuodelta 2022. Kuvista nähdään, että suurin osa laivaliikenteestä tapahtuu tuulivoimapuiston selvitysalueen ulkopuolella. Vain vähäinen osa liikenteestä sijoittuu tuulivoimapuiston selvitysalueelle, eniten eteläiselle selvitysalueelle.



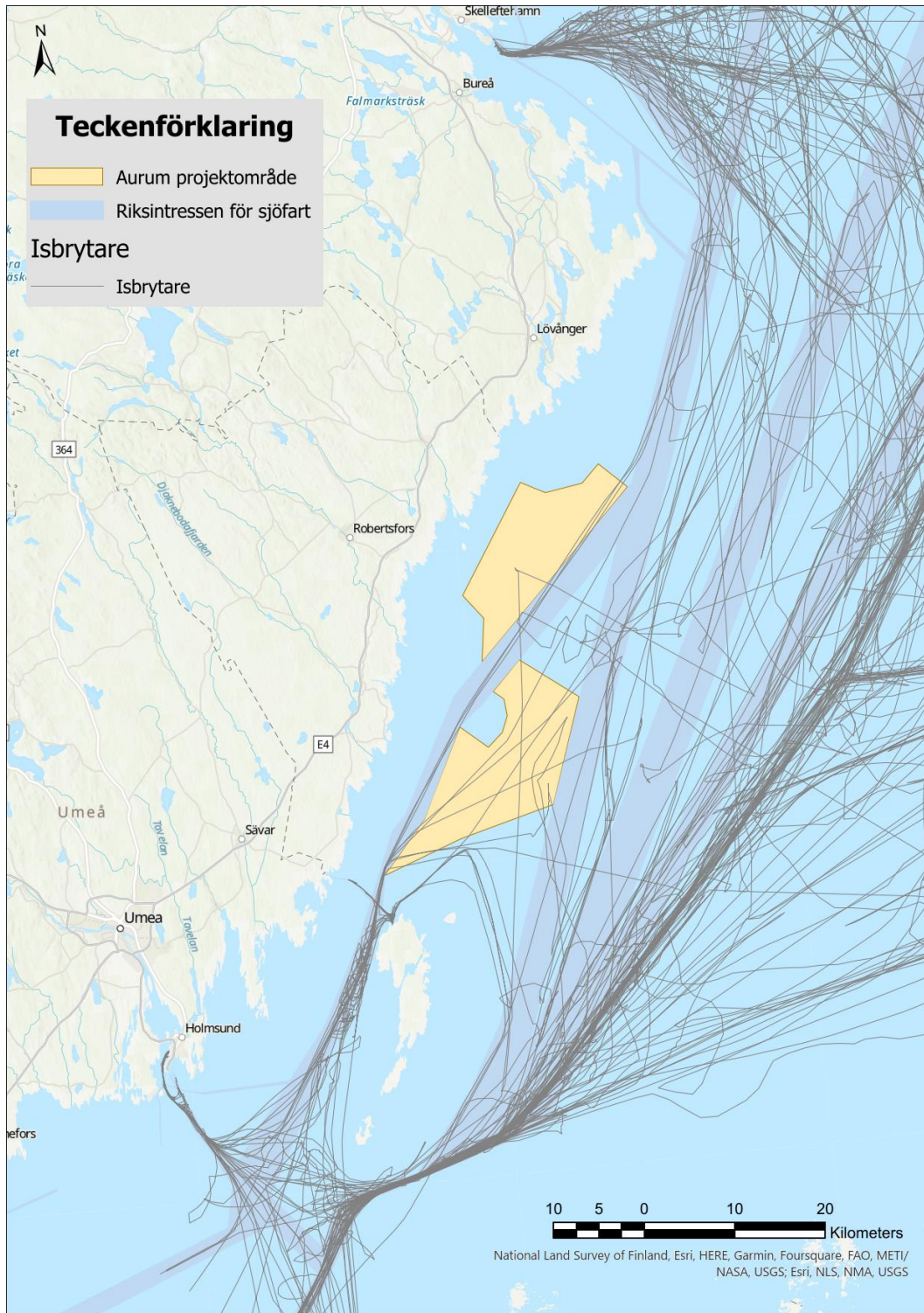
Kuva 17 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja laivaliikenne puistoalueella ja sen ulkopuolella. Laivat jaetaan eri laivatyyppiin. Linjaliikenteen osuus on viisi prosenttia (satunnaisesti valittu) kaikista väylistä viitevuoden aikana. (Kuva: Sweco, 2023)



Kuva 18 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja lämpökartta kaikesta laivaliikenteestä. Kartta osoittaa laivaväylien keskittymän (alueen, jossa niitä kulkee eniten). Voimakas liikennevirta on osoitettu punaisella ja vähäinen liikennevirta keltaisella värillä. (Kuva: Sweco, 2023)



Kuva 19 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja laivaväylät (AIS-tiedot) öljyä ja/tai kemikaaleja puistoalueen läheisyydessä kuljettavien laivojen osalta. (Kuva: Sweco, 2023)



Kuva 20 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja puistoalueella ja sen läheisyydessä kulkevien jäänmurtaajien laivaväylät (AIS-tiedot). (Kuva: Sweco, 2023)

### Muut tuulivoimapuistot

Nykytiedon mukaan Perämerelle on suunnitteilla neljä muuta tuulivoimapuistoa. Lähin tuulivoimahanke on Bothnia Offshore Kappa – Njordr Offshore Wind AB neuvottelee 60 tuulivoimalan tuulivoimapuistoa noin 36 kilometrin etäisyydelle



Rataskäristä ja 24 kilometrin etäisyydelle Holmöarna-saarista pitkälle ja kapealle alueelle Ruotsin talousvyöhykkeellä. Bothnia Offshore Kappan selvitysalue ei mene päällekkäin Aurumin tuulivoimapuiston selvitysalueen kanssa. Hankealueiden välinen etäisyys on noin 15 kilometriä.

Lisäksi Piitimen ja Luulajan kunnan rannikkoalueen ulkopuolelle on suunnitteilla kolme tuulivoimapuistoa. Bores Krona, jota selvittää Svea Vind Offshore AB, sijaitsee Piitimen ja Luulajan kuntien aluerajan sisäpuolella. Njordr Offshore Wind AB selvittää myös Bothnia Offshore Omegaa, joka sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä. Polargrund Offshore, jota selvittää Polargrund Offshore AB, sijaitsee sekä aluerajan että Ruotsin talousvyöhykkeen sisäpuolella.

## 4 Toiminnan kuvaus

Seuraavassa jaksossa kuvataan toiminnan rakenne ja laajuus.

### 4.1 Laajuus

Tuulivoimapuiston selvitysalue on 350 km<sup>2</sup>:n laajuinen ja jaettu kahteen alueeseen. Pohjoinen alue on noin 152 km<sup>2</sup>:n ja eteläinen alue noin 198 km<sup>2</sup>:n laajuinen. Kaapelien selvityskäytävät ovat noin 30 kilometrin (pohjoinen kaapelikäytävä), 51 kilometrin (keskimmäinen kaapelikäytävä) ja 25 kilometrin (eteläinen kaapelikäytävä) pituisia valitun reitityksen mukaan. Tuulivoimapuiston kahden selvitysalueen välissä on lisäksi noin 47 kilometrin pituinen kaapelin selvityskäytävä. Kaapelikäytävien leveyden osalta selvitetään optimaalinen mukautus alueen edellytyksiin, mutta ne suunnitellaan selvityskäytävien leveyden puitteissa.

Selvitysalueelle odotetaan mahtuvan enintään 147 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on 260–365 metriä. Tällä hetkellä saatavilla olevien tietojen mukaan kokonaiskorkeuden arvioidaan todennäköisesti olevan kuitenkin 330 metriä ja tuulivoimaloiden määrän enintään 110 voimalaa. Asennetun tehon odotetaan voivan olla noin 2 200 MW, joka vastaa noin 8,4 TWh:n tuotantoa vuodessa.

Merelle sijoitettavan tuulivoiman tekninen kehitys etenee nopeasti, joten nykyään on vaikea määrittellä tarkasti, mikä tekniikan ulottuvuus tulee olemaan saatavilla ja parhaiten soveltuva suunnitellulle tuulivoimapuistolle toteutusajankohtana.

Aurumin tuulivoimapuistossa tuotetulle sähkölle on kaksi vaihtoehtoista käyttötappaa. Ensimmäinen vaihtoehto on perinteinen tapa, jossa sähkö käytetään heti mantereelle toimittamisen jälkeen. Tämä vaihtoehto vaatii tuulivoimapuiston ja perustuksen lisäksi sisäisen kaapeliverkon, muuntaja-aseman, liityntäkaapelit ja maayhteyden alue- tai runkoverkkoon. Liityntäjohtoa mantereelle tullaan tässä vaihtoehdossa käsittelemään erillisenä toimilupa-asiana Ruotsin sähkölain mukaisesti.

Toisessa vaihtoehdossa tuotettu sähkö käytetään vedyn tuotantoon. Vety voidaan joko tuottaa ja varastoida merellä ja sen jälkeen kuljettaa mantereelle laivoilla tai toimittaa suoraan mantereelle putkistolla. Tämä vaihtoehto vaatii merellä käytettävän vedyn tuotantolaitteiston ja siihen kuuluvat varusteet, kuten elektrolysaattori, veden- ja kaasunpuhdistin ja muita komponentteja.

### 4.2 Rakenne

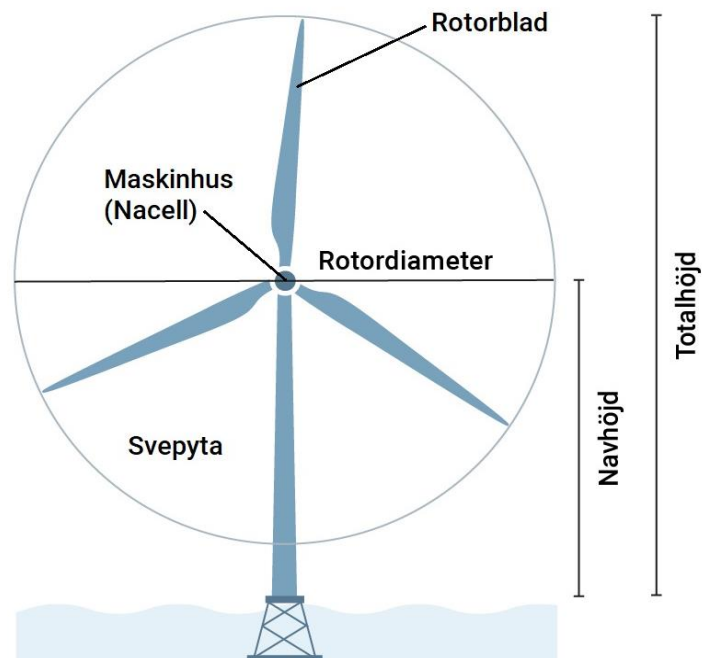
Tuulivoimapuiston selvitysalueelle suunnitellaan rakennettavat tuulivoimalat ja alustat. Alustat suunnitellaan kestäväksi erilaisia laitteistoja, kuten muuntaja- ja suuntaaja-asemia, joita tarvitaan tuulivoimapuiston käyttämiseksi.

Perinteisen merellä toimivan tuulivoimapuiston tuulivoimalat ja alustat kytketään yhteen merikaapeleilla sisäisessä kaapeliverkossa. Puistosta lähtevät

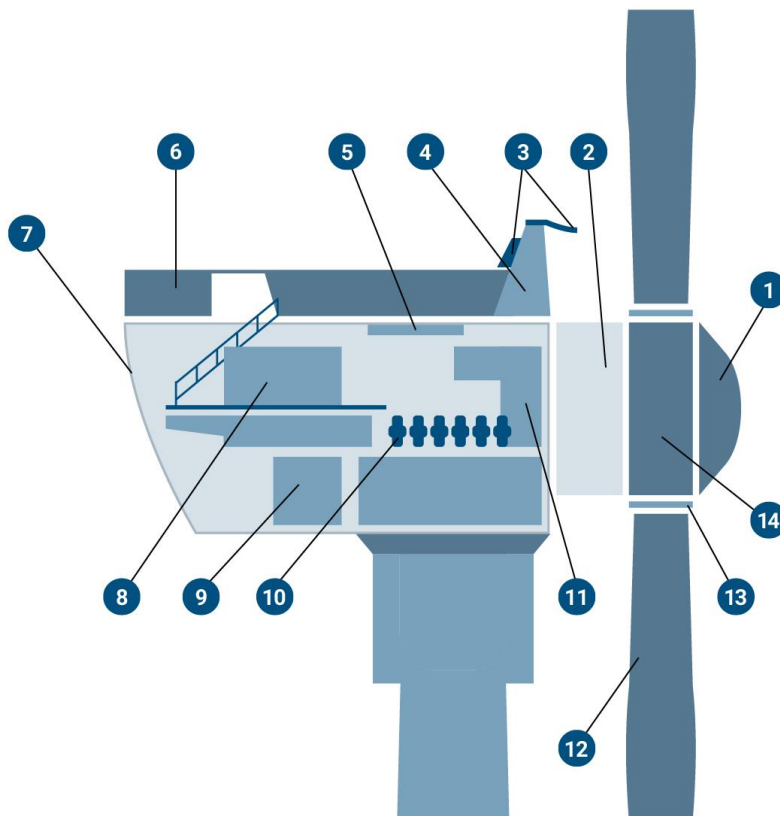
liityntäkaapelit asennetaan merenpohjaan ja kytketään yhteen maakaapelilla mantereella olevan liitäntäpisteen kautta.

#### 4.2.1 Tuulivoimala

Nykyään tavallisimpia tuulivoimaloita sekä maalla että merellä ovat kolmilapaiset vaaka-akseliset tuulivoimalat. Tuulivoimala koostuu konehuoneesta (nacelle), navasta ja rottorinlavasta sekä tornista, joka asennetaan perustukseen. Katso merelle sijoitettavan tuulivoimalan kaaviokuva: Kuva 21. Seuraavassa kuvataan konehuoneen pääkomponentit. Katso Kuva 22.



Kuva 21. Tuulivoimalan osat ja nimitykset.



- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| 1 Rotor                         | 8 Omvandlare (2 st) |
| 2 Generator                     | 9 Transformator     |
| 3 Instrument och hinderljus     | 10 Girsystem        |
| 4 Aktiva och passiva kylsystem  | 11 Huvudarm         |
| 5 Servicekran för maskinhus     | 12 Blad             |
| 6 Landningsplats för helikopter | 13 Lager för blad   |
| 7 Skyddshölje för maskinhus     | 14 Nav              |

Kuva 22. Konehuoneen kaaviokuva kytkemättömästä tuulivoimalasta.

Merelle sijoitettavan tuulivoimalan teknisen kehityksen odotetaan jatkuvan nopeana myös tulevina vuosina. Hankkeessa, jonka rakentaminen alkaa vuoden 2028 tienoilla, hankitaan nykyään turbiineja, joiden teho on 15 MW, napakorkeus 145 metriä, roottorin läpimitta 230 metriä ja kokonaiskorkeus 260 metriä. Ajateltavissa oleva kehitys lähimmälle kymmenelle vuodelle on tuulivoimala, jonka teho on yli 20 MW, napakorkeus 175 metriä, roottorin läpimitta 290 metriä ja kokonaiskorkeus 365 metriä.

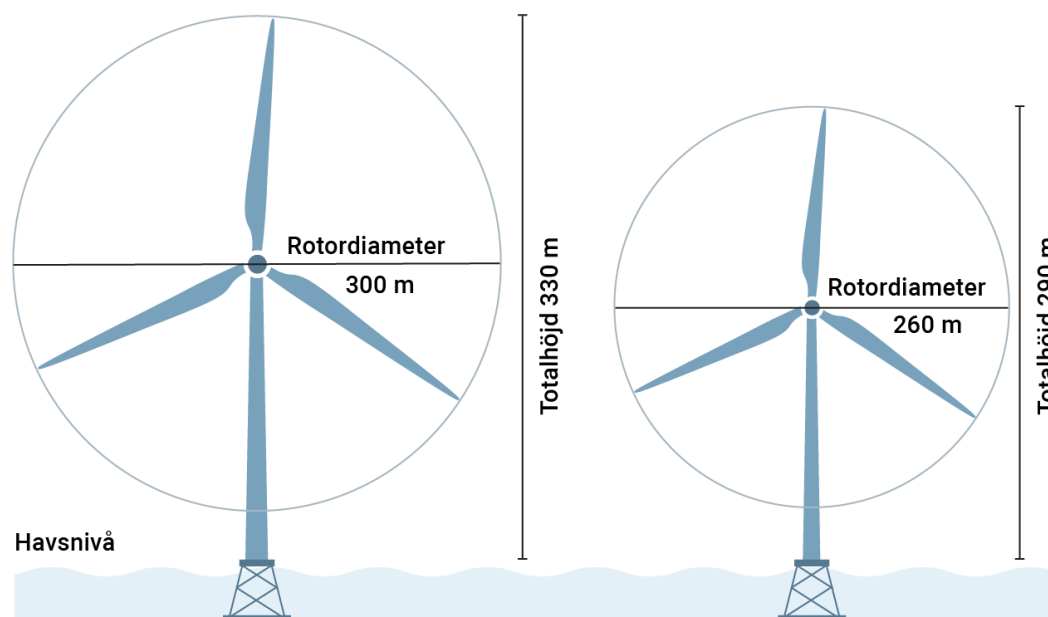
Esillä olevassa kuulemispohjassa selvitetään esimerkki pohjasta ja turbiinin koosta 365 metrin kokonaiskorkeudella, kuten Eolus nykyään saatavilla olevan tiedon pohjalta arvioi sopivaksi alueelle ottaen huomioon teknisen kehityksen. Tuulivoimamallin lopullinen valinta on mahdollinen vasta, kun muun muassa pohjaolosuhteita, perustusvaihtoehtoja, meri- ja vesiolosuhteita, ympäristövaikutuksia ja tuulen suuntaa koskevat selvitykset on tehty. Taulukko 11 esittää vaihtoehtoisia tuulivoimapuiston rakenteita, joita Eolus selvittää.

Taulukko 11 Tuulivoimapuiston vaihtoehtoisia rakenteita.

	Vaihtoehto A (todennäköinen vaihtoehto)	Vaihtoehto B (nykyinen tekniikka)	Vaihtoehto (Maks. vaihtoehto)
<b>Tuulivoimaloiden määrä</b>	Pohjoinen alue: 50 kpl Eteläinen alue: 60 kpl	Pohjoinen alue: 67 kpl Eteläinen alue: 80 kpl	Pohjoinen alue: 30 kpl Eteläinen alue: 40 kpl
<b>Kokonaiskorkeus</b>	330 m	260 m	365 m
<b>Roottorin läpimitta</b>	290 m	230 m	330 m
<b>Kapasiteetti per turbiini</b>	20 MW	15 MW	30 MW

Kunkin yksittäisen tuulivoimalan asennettu kapasiteetti määräytyy tuulivoimapuiston toteutuksen aikaan käytettävissä olevan tekniikan mukaan. Nykytiedon mukaan sen arvioidaan olevan 15–30 MW, mutta todennäköisesti 20 MW.

Katso merelle sijoitettavan tuulivoimalan ja esimerkkimittojen kaaviokuva: Kuva 23.



Kuva 23. Tuulivoimalan kaaviokuva ja kahden esimerkkivoimalan suhteelliset mitat.

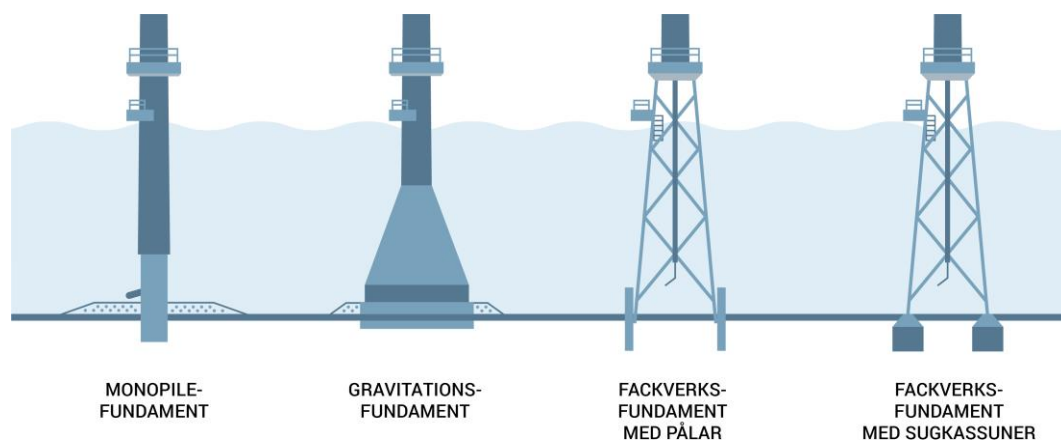
## 4.2.2 Perustus

Perustuksen valinta perustuu useisiin eri tekijöihin, kuten tuulivoimalan mittoihin, vedensyvyyteen, pohjan olosuhteisiin, kustannuksiin sekä sää- ja meriolosuhteisiin. Ennen perustustyyppin lopullista valintaa suoritetaan yksityiskohtaisia tutkimuksia. Vedensyvyys tuulivoimapuiston selvitysalueella on 10–70 metriä, ja pohjan odotetaan koostuvan moreenista. Muuntaja-asemalle käytetään normaalisti samaa perustusratkaisua kuin tuulivoimalalle, mutta hieman suuremmilla mitoilla.

Suunnitellulle tuulivoimapuistolle arvioidaan pohjaan kiinnitettävän perustuksen olevan sopiva. Seuraavassa kuvataan tavallisimpia pohjaan kiinnitettäviä perustustyyppejä, jotka ovat saatavilla merelle sijoitettavalle tuulivoimalalle. Teknisen kehityksen etenemisen mukaan myös kelluva perustus voi olla alueelle sopiva.

### Pohjaan kiinnitettävä perustus

Pohjaan kiinnitettäviä perustuksia on kolmea tyyppiä: monopile-paaluperustus, painovoimaperustus ja jacket-perustus (tunnetaan myös ristikkoperustuksena). Lisäselvityksiä on tehtävä, mutta nykyään saatavilla olevan tiedon perusteella painovoimaperustus arvioidaan alueelle parhaiten sopivaksi. Sitä ei voida sulkea pois, että tekninen kehitys ja kustannusten tehostaminen lähitulevaisuudessa voivat mahdollistaa myös muunlaisten perustusten käytön.



Kuva 24 Kaaviokuva merelle sijoitettavan tuulivoimalan pohjaan kiinnitettävästä perustuksesta.

**Monopile-paaluperustus** on nykyään tavallisin merelle sijoitettavien tuulivoimapuistojen perustustyyppi. Perustustyyppi koostuu ontoista teräsputkista, jotka upotetaan merenpohjaan paaluttamalla, tärissyttämällä tai poraamalla ja sovitamalla nykyisellä saatavilla olevalla tekniikalla. Menetelmä soveltuu parhaiten 60 metrin vedensyvyyteen asti.

Teräsputkien paksuus ja pituus määräytyvät pääosin pohjan olosuhteiden, tuulivoiman aiheuttaman kuorman, vedensyvyyden sekä aaltojen ja virtausten mukaan. Se, miten syvälle ne täytyy upottaa pohjasedimenttiin, määräytyy pohjan geologian mukaan kussakin yksittäisessä kohdassa.

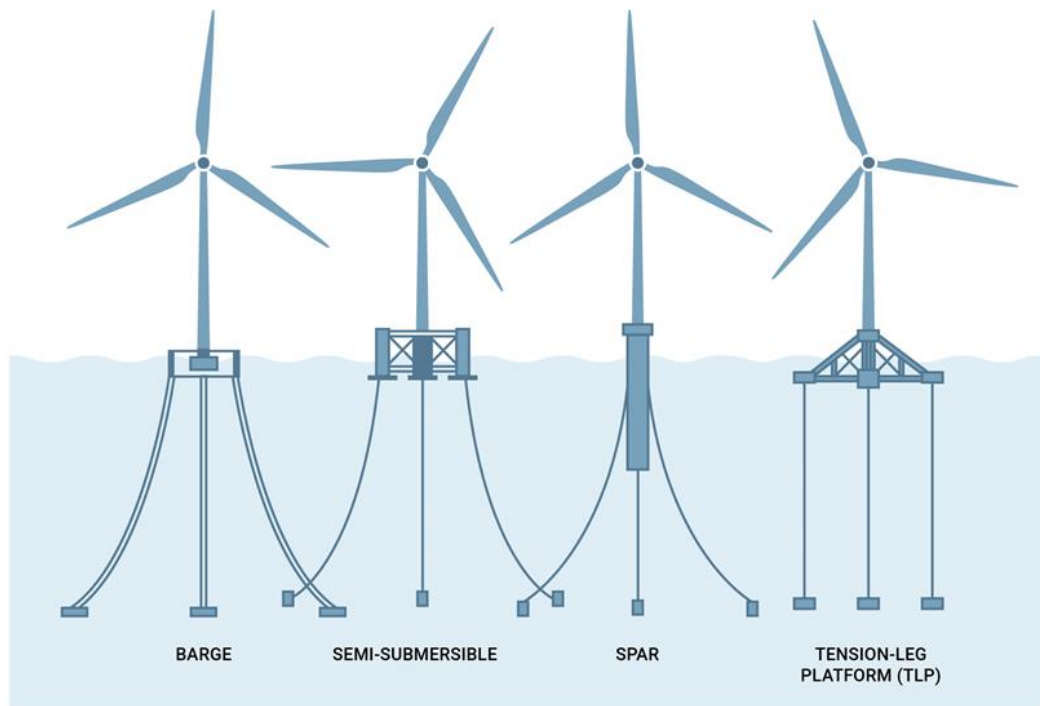
Monopile-paaluperustuksen asentaminen on usein suhteellisen nopeaa ja tapahtuu kelluvalla nostokurjella tai jack-up-aluksella. Perustus kuljetetaan paikalle laivalla, proomulla tai hinaamalla.

**Painovoimaperustus** on nykyään tavallinen perustusratkaisu noin 30 metrin vedensyvyyteen asti. Sen rakenne vaihtelee paikkakohtaisten olosuhteiden mukaan. Painovoimaperustus koostuu tavallisesti ontosta teräksellä vahvistetusta betonirakenteesta, jossa on kartionmuotoinen alaosa ja sen jälkeen sylinterinmuotoinen rakenne. Painovoimaperustus upotetaan merenpohjaan ja vakautetaan rakenteellaan ja omapainollaan merenpohjan yläpuolella. Perustus täytetään paikan päällä esimerkiksi soralla, hiekalla tai rautapelleiteillä sen mukaan, mikä paino perustuksen on saavutettava. Painovoimaperustus voidaan valmistaa mantereella ja kuljettaa asennuspaikalle proomulla, hinaamalla tai asennuslaivalla. Sen jälkeen perustus upotetaan merenpohjaan nostokurjella, vinsillä tai täyttämällä rakenne vedellä.

**Ristikkoperustus** on mahdollista asentaa suurempaan pohjasyvyyteen kuin monopile, ja se soveltuu alueille, joilla vedensyvyys ylittää 40 metriä. Ristikkoperustus koostuu kolmen tai neljän tukijalan varassa olevasta teräsrungosta. Teräs on tavallisimmin käytetty materiaali, mutta muita materiaaleja, kuten hiilikuitua ja alumiinia, voidaan myös käyttää. Perustuksen jalat tuetaan paikalleen poratuilla tai lyödyillä paaluilla, jotka tukevat rakennetta ja auttavat jakamaan kuormituksen tasaisesti perustukselle. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää imukasuuniperustustekniikkaa, jossa imukasuuniperustus ankkuroidaan ontossa terässylinterissä olevalla alipaineella. Perustuksessa käytettävien imukasuunien määrä määräytyy päälle asennettavan tuulivoimalan koon ja painon mukaan. Kuva 24 kuvaa kahdella eri perustustekniikalla toteutettua ristikkoperustusta. Ristikkoperustus kuljetetaan asennuspaikalle tavallisesti proomuilla tai asennuslaivalla ja asennetaan kelluvalla nostokurjella tai jack-up-laivalla.

### **Kelluva perustus**

Kelluva perustus on suhteellisen uusi tekniikka, jonka kehityksen uskotaan tapahtuvan nopeasti. Sen vuoksi ei voida täysin poissulkea sitä, että myös kelluvaa perustusta voidaan käyttää suunnitellussa tuulivoimapuistossa. Markkinoilla on useita erilaisia teknisiä ratkaisuja: proomu (barge), puolikelluva (Semi-Submersible), spar ja TLP (lyhenne englanninkielisistä sanoista Tension Leg Platform). Katso Kuva 25.



Kuva 25 Erilaisia merelle sijoitettavien tuulivoimapuistojen kelluvia perustuksia.

### 4.2.3 Eroosiosuojaus

Eroosiosuojausta käytetään suojaamaan perustusta virtojen ja aaltojen aiheuttamalta eroosiolta. Eroosiosuojaus koostuu soran muodostamasta alakerroksesta ja erikokoisten kivien muodostamasta yläkerroksesta. Suojatun alueen koko määräytyy hydrodynaamisten olosuhteiden mukaan. Paaluperustusta ei tarvitse erityisesti eroosiosuojata, koska se voidaan räätälöidä eroosionkestäväksi. Räätälöinti tapahtuu siten, että kutakin paalua pidennetään saman verran kuin eroosion arvioidaan kuluttavan pois. Painovoimaperustus suojataan aina eroosiolta, koska pienikin pohjan altasyöpyminen aiheuttaa epävakautta.

### 4.3 Meteorologinen laitteisto

Tuulivoimapuiston meteorologista laitteistoa käytetään mittaamaan ja valvomaan tuulivoimapuiston läheisyydessä vallitsevia sääolosuhteita. Meteorologisen laitteiston tarkoitus on kerätä tietoja sääolosuhteista, kuten tuulen nopeudesta, ilmentösteudesta, lämpötilasta ja ilmanpaineesta puiston käytön optimoimiseksi sekä turvallisuuden ja tehon parantamiseksi. Tuulenmittaus tapahtuu joko pohjaan kiinnitettyllä mittausmastolla, johon tuulenmittauslaitteisto asennetaan, tai poijuun asennetulla laitteistolla. Aurumin tuulivoimapuistossa käytettävä tapa päätetään tuonnempana.

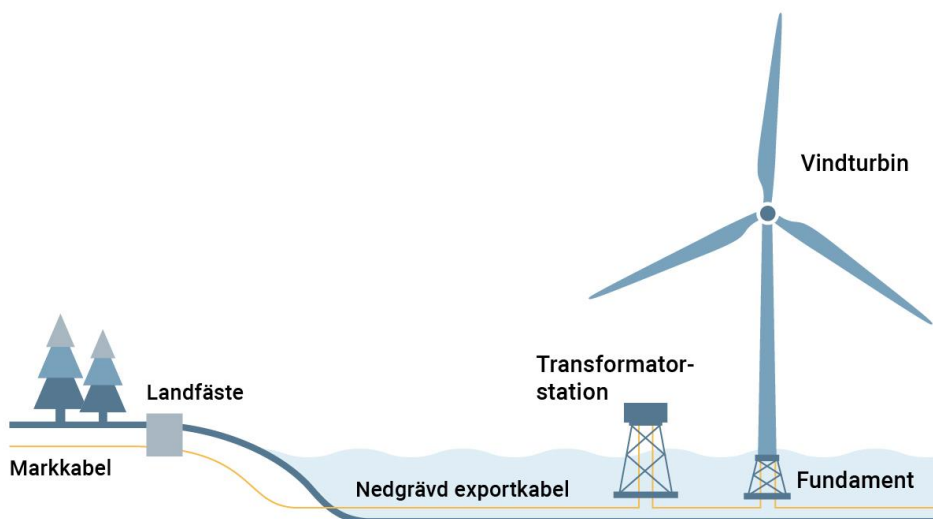


## 4.4 Mittaus-, valvonta- ja viestintätorni

Tuulivoimaloiden lisäksi on asennettava enintään kaksi tornia ympäristön olosuhteiden valvontaa tai viestintää varten. Kokonaiskorkeus ei ylitä tuulivoimaloiden enimmäiskorkeutta, joka on 330 metriä. Rakenne koostuu tavallisesti teräksestä. Perustukset ovat todennäköisesti samat kuin tuulivoimaloilla, mutta pienemmät, koska mittausmasto on kevytrakenteisempi.

## 4.5 Sähköverkko

Merelle sijoitettavan tuulivoimapuiston sähköjärjestelmä koostuu sisäisestä kaapeliverkosta, merelle sijoitettavasta muuntaja-asemasta, liityntäkaapeleista ja maayhteyspisteestä, jossa siirtokaapeli vaihtuu maakaapeliksi, joka sitten liitetään alue- tai runkoverkkoon. Katso Kuva 26. Liityntäkaapelit voidaan toteuttaa vaihtovirralla (HVAC) tai tasavirralla (HVDC), mutta HVAC on nykyään todennäköisempi. Puiston rakenne ja mahdollinen tekninen kehitys ovat ratkaisevia tekijöitä siirtokaapelin valinnassa.



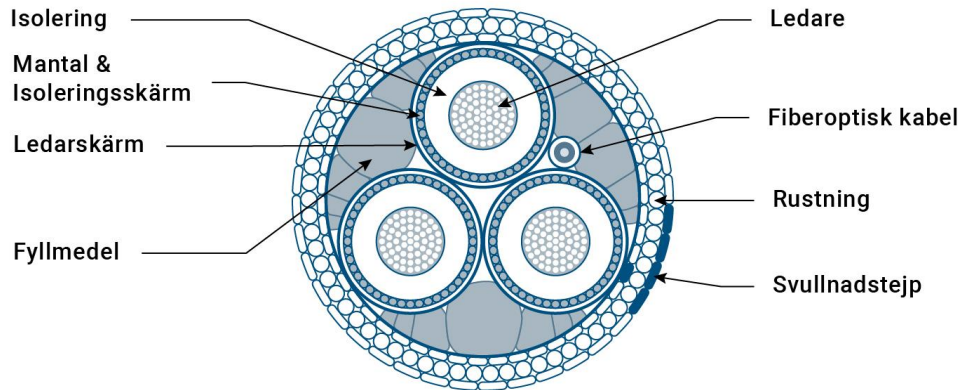
Kuva 26 Esimerkki tuulivoimapuiston sähköverkosta.

### 4.5.1 Sisäinen sähköverkko

Merelle sijoitettavan tuulivoimapuiston sisäinen kaapeliverkko koostuu kaapeleista, jotka kytkevät tuuliturbiinit toisiinsa ryhmissä ja siirtävät sähkön turbiineista vähintään yhteen muuntaja-asemaan tuotetun sähkön viemiseksi mantereelle. Sisäisen kaapeliverkon kaapelien koko mitoitetaan tuulivoimaloiden määrän ja niiden kapasiteetin mukaan.

Sisäinen sähköverkko asennetaan merenpohjaan kaapelinasennusaluksen avulla. Kaapelien asennus määräytyy merenpohjan olosuhteiden ja kaapelien tarvitseman suojausasteen mukaan. Pehmeässä pohjassa kaapelit voidaan upottaa 1–2 metrin syvyyteen sedimenttiin auraamalla, hautaamalla tai puolaamalla. Kovissa pohjissa, joissa kaapeleiden hautaaminen ei ole mahdollista, kaapelit asetetaan suoraan

merenpohjaan ja suojataan peittämällä ne soralla, kivillä tai betonilla. Tätä suojausta käytetään myös kohdissa, joissa kaapelit menevät toistensa yli.

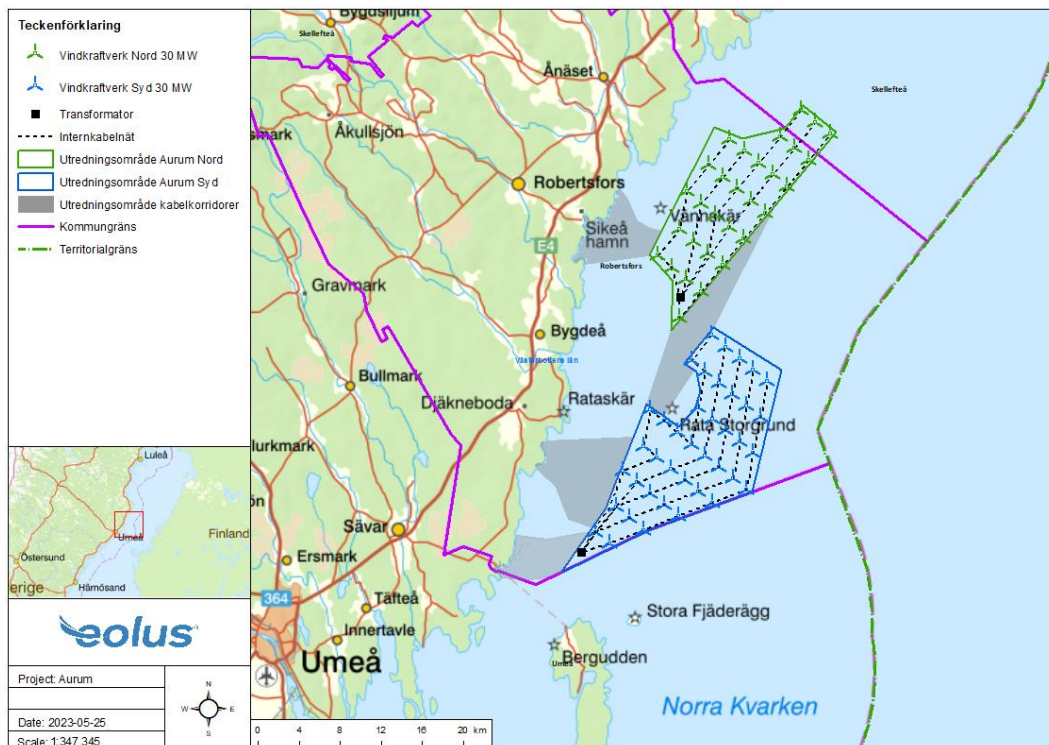


Kuva 27. Merikaapelin ja sen osien läpileikkaus.

Merenpohjaan asennettavien sisäisten kaapeleiden kokonaispituus määräytyy tuulivoimaloiden sijainnin, pohjan olosuhteiden ja muuntaja-aseman sijainnin mukaan. Karkeasti arvioituna se on noin 105 kilometriä (tuulivoimapuiston pohjoinen selvitysalue) tai noin 150 kilometriä (tuulivoimapuiston eteläinen selvitysalue).

Katso esimerkki Aurumin tuulivoimapuiston sisäisen kaapeliverkon rakenteesta:

Kuva 28.



Kuva 28 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapeleiden selvityskäytävät sekä sisäisen sähköverkon esimerkipohja.

#### 4.5.2 Merelle sijoitettava muuntaja-asema

Sisäinen sähköverkko liitetään merelle sijoitettaviin muuntaja-asemiin, joissa tuotettu sähkö muunnetaan korkeammaksi jännitteeksi siirrettäväksi edelleen liityntäkaapeilla. Lähtökohdaksi arvioidaan 1–2 muuntajaa joko pohjoisen tai eteläisen selvitysalueen keskelle sijoitettavalla asemalla, jotta tuulivoimapuisto on mahdollinen. Vaihtoehtoisesti muuntajat voidaan sijoittaa mantereelle, mutta tämä kuuleminen ei kata kuitenkaan tätä vaihtoehtoa, vaan se suoritetaan myöhemmin eri prosessissa. Muuntaja-asemien lopullinen sijoitus ratkaistaan muun muassa tuulivoimaloiden sijoituksen ja pohjan olosuhteiden mukaan.

#### 4.5.3 Liityntäkaapelit

Tuotettu sähkö siirretään liityntäkaapeilla olemassa olevan sähköverkon yhteyspisteeseen. Liityntäkaapelit ovat merikaapeleita, jotka vedetään mantereelle maayhteyspisteen kautta ja siitä eteenpäin voimajohtojilla, jotka ovat maahan sijoitettuja kaapeleita tai ilmajohtoja. Mantereen liityntäjohtoon lupaa tullaan käsittelemään erillisenä toimilupa-asiana Ruotsin sähkölain mukaisesti.

Siirtokapasiteetin, jännitteen ja tuulivoimapuiston asennetun tehon mukaan voidaan tarvita useita rinnakkaisia kaapeleita. Liityntäkaapeleiden jännitetaso on tavallisesti 130–330 kV. Pohjan olosuhteiden mukaan kaapelit sijoitetaan rinnakkain toisiinsa nähden ja haudataan ojaan tai sijoitetaan suoraan pohjaan ja peitetään sitten kaapelisuojalla. Kaapelien vetämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat pohjan olosuhteet, syvyys, suoja-alueet, laivanhylät ja korkeat luontoarvot.

Liityntäkaapeleihin kytketyn merikaapelin kokonaispituudeksi arvioidaan 7–8 km.

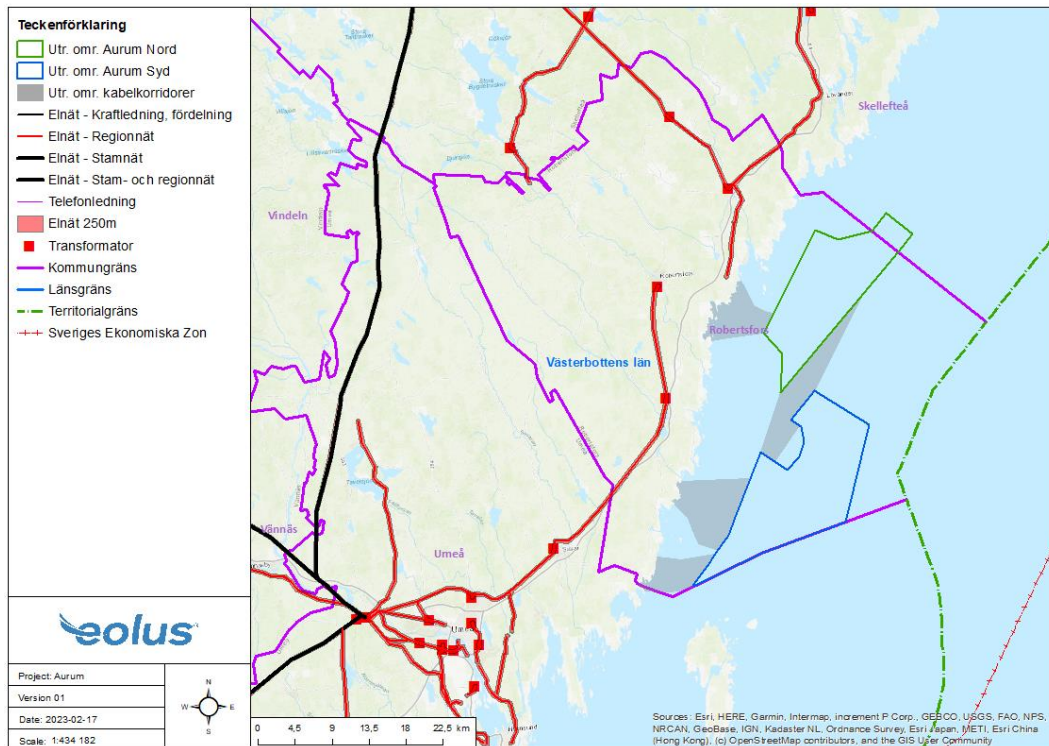
Liityntäkaapeleiden maayhteyspisteen tulee olla paikallisten edellytysten mukaan haudattu tai porattu rantaviivan alapuolelle, ja sen tulee liittää merelle sijoitettu sähköjärjestelmä mantereella olevaan järjestelmään siirtopisteessä. Siirtymäkohta sijoitetaan maalle paikkaan, jossa voidaan toteuttaa vakaa ja turvallinen vyöhyke. Jännite muunnetaan tarvittaessa maayhteyspisteessä siirrettäväksi edelleen voimajohtoa pitkin olemassa olevaan verkkoon.

#### 4.5.4 Liitäntäpisteet

Kolme mahdollista vaihtoehtoista liitäntäpistettä on tunnistettu; katso Kuva 29. Keskustelu alueen verkonomistajan kanssa on aloitettu. Ainoastaan yhden liitäntäpisteen arvioidaan tulevan käyttöön, mutta edellytyksiä kaikille vaihtoehdoille selvitetään.

Merikaapelin rakennetta ohjaavia parametreja ovat muun muassa merenpohjan olosuhteet, luontoarvot, meren laivaväylät ja toiminnot, suojelualueet ja mahdolliset maayhteyspisteet. Eolus arvioi, että kaikki kaapeleiden selvityskäytävät (Kuva 29) on etujen mukaista selvittää.

Mantereelle sijoitettava osa kaapeleista, jotka lähtevät maayhteyspisteistä, ei sisälly tähän kuulemiseen. Mantereelle sijoitettavan kaapelin käytävä määritetään ja käsitellään erillisenä asiana myöhemmässä vaiheessa Ruotsin sähkölain mukaisesti.

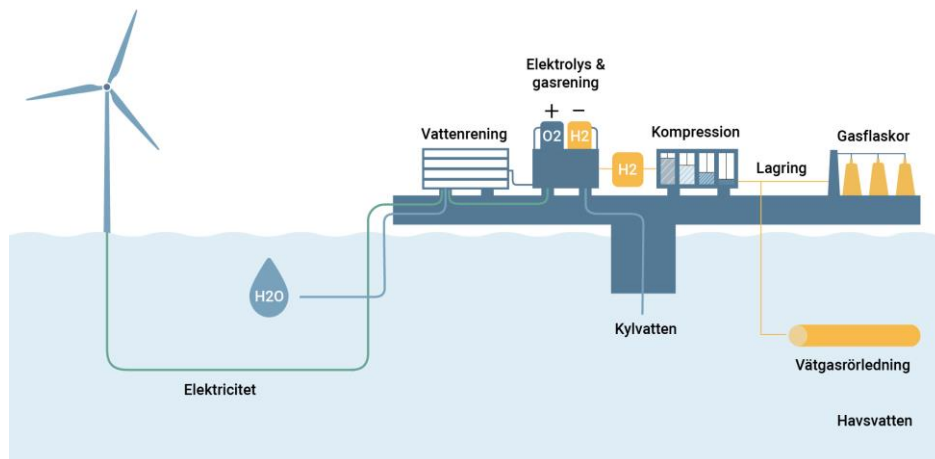


Kuva 29 Tuulivoimapuiston selvitysalue ja kaapelien vaihtoehtoiset selvityskäytävät. Kartassa näkyy myös liityntäjohto maalla.

## 4.6 Vety

Merelle sijoitettavaa tuulivoimapuistoa voidaan käyttää vedyn tuottamiseen elektrolyysiprosessilla. Tuulivoimalan tuottamalla sähköllä käytetään elektrolysaattoreita, jotka pilkkovat vesimolekyylit rakenneosiinsa vedeksi ja hapeksi. Tuotettaessa vetyä elektrolysaattoreilla muodostuu myös sivutuotteita, kuten happea, jäähdytysvettä ja suolaväkevöitettä, joita kuvataan jäljempänä. Kuva 30 on kaaviokuva merelle sijoitettavassa vedyntuotannossa tarvittavista komponenteista.

Tuulivoimapuistossa tapahtuvaa mahdollista vedyntuotantoa selvitetään.



Kuva 30 Kaaviokuva merelle sijoitettavasta vedyntuotantolaitteistosta.

#### 4.6.1 Elektrolyysi

Vedyn tuottamiseksi elektrolyysillä vesi pilkotaan elektrolysaattorilla, joka sisältää kaksi elektrodia: positiivisen (anodi) ja negatiivisen (katodi). Kun elektrolysaattorin läpi kulkee sähkövirta, vesimolekyylit pilkotaan rakenneosiinsa vedyksi ( $H_2$ ) ja hapeksi ( $O_2$ ). Vety kerääntyy katodiin ja happi vapautuu anodissa.

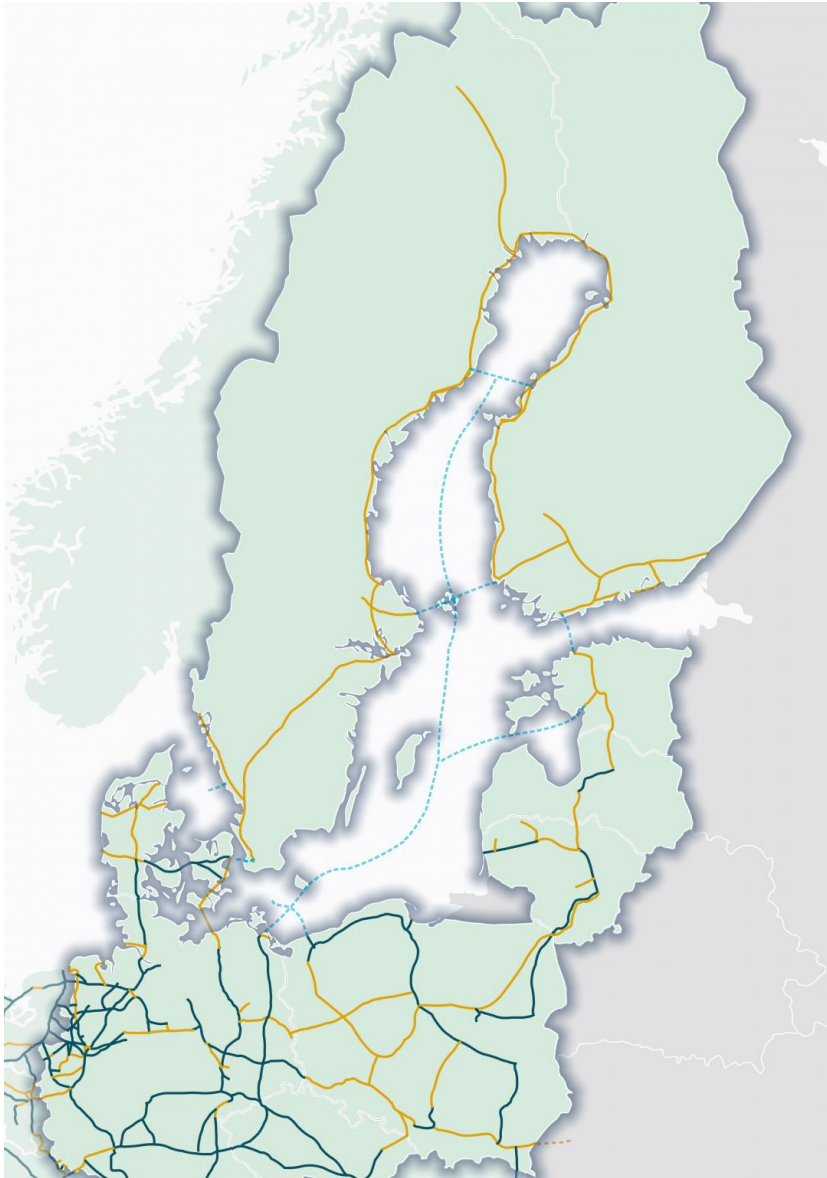
Nykyään on pääsääntöisesti kolme erilaista elektrolyysitekniikkaa vedyn tuottamiseksi vedestä:

- ALK (alkalielektrolyysi) on vanhin ja eniten käytetty menetelmä, jossa käytetään alkalielektrolyyttiä, kuten kalium- tai natriumhydroksidia. Tämä tekniikka vaatii korkeita käyttölämpötiloja ja korkeita sähkövirtoja.
- PEM-elektrolyysi on toinen tekniikka, jossa käytetään protoninvaihtokalvoa (PEM) elektrolyyttinä. Tämä tekee prosessista entistä energiatehokkaamman ja joustavamman, ja lisäksi käyttölämpötila ja paine ovat alhaisemmat kuin alkalielektrolysaattoria käytettäessä. Korkean lämpötilan PEM on toinen tekniikka, jossa käytetään PEM-kalvoja korkeammassa käyttölämpötiloissa kuin tavallisia PEM-elektrolysaattoreita.
- SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell) on korkean lämpötilan elektrolysaattori, jossa käytetään kiinteää oksidielektrolyyttiä. Tämä tekniikka on hyvin tehokas korkeissa lämpötiloissa, ja siinä voidaan käyttää jäte- ja sivutuotteita polttoaineena.

#### 4.6.2 Vedyn jakelu

Tuotettu vety voidaan jakaa käyttäjille pääasiassa kahdella menetelmällä: putkistolla tai varastoimalla se paikan päällä ja kuljettamalla sitten mantereelle laivalla. Vedyn jakelu putkistoa pitkin on tavallisin menetelmä. Putkisto on erittäin edistynyt järjestelmä kaasujen ja öljyjen siirtoon, ja vetyä voidaan siirtää samalla

tavalla. Tämä vaatii kuitenkin investointeja putkistoinfrastruktuuriin, ja sen rakentaminen voi olla lähtökohtaisesti kallista. Vetykaasuputkien rakentamisesta Aurumin tuulivoimapuiston läheisyyteen on jo suunnitelmia olemassa. Katso Kuva 31.



Kuva 31 Vetykaasuputkien rakentamissuunnitelmat. (Baltic Wind, 2023)

Toinen tapa siirtää vetyä on varastoida se paikan päälle ja kuljettaa sitten mantereelle laivoilla. Vety voidaan varastoida paikan päällä siten, että se tiivistetään ja varastoidaan painesäiliöihin tai että se muunnetaan nesteeksi ja varastoidaan kylmäsäiliöihin. Tämä on sopiva tapa, kun tuotanto tapahtuu kaukana käyttäjistä tai kysyntää ei ole niin paljon, että putkiston rakentaminen olisi kannattavaa. Tämä tapa voi olla joustavampi ja kustannustehokkaampi, mutta se vaatii myös riittävän suuren sataman, jonka syvyys riittää vastaanottamaan laivan.

### 4.6.3 Konseptisuunnittelu

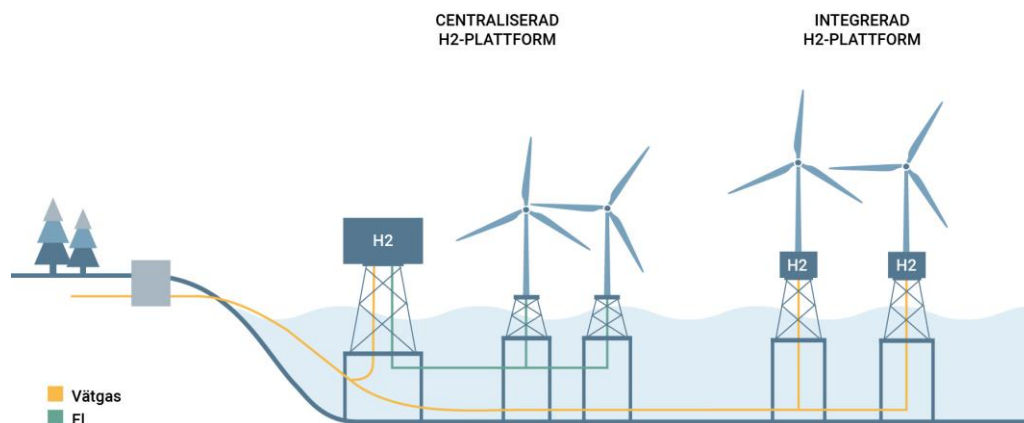
#### Keskittetty vedyntuotanto

Keskittetty merelle sijoitettava vedyntuotanto viittaa tuotantomalliin, jossa vedyn tuotanto tapahtuu keskeisellä paikalla tuulivoimapuistossa sijaitsevassa suuressa laitteistossa. Tämä tuotantomalli mahdollistaa korkean standardointiasteen ja tuotannon optimoinnin, mikä voi parantaa kustannustehokkuutta ja tuotantoprosessin hallintaa.

#### Integroitu vedyntuotanto

Integroitu merelle sijoitettava vedyntuotanto tarkoittaa, että vedyn tuotanto tapahtuu pienissä elektrolysaattoreissa, jotka asennetaan alustoihin jokaisen tuulivoimalan yhteyteen. Tämä tuotantomalli voi mahdollistaa suuremman joustavuuden.

Kahden mallin väliset suurimmat erot ovat siis vedyn tuotantopaikassa ja jakelutavassa. Keskittetty laitteisto voi olla kustannustehokkaampi tuotettaessa suuria määriä vetyä ja hyödynnettäessä mittakaavaetuja, kun taas integroitu malli voi olla joustavampi ja paremmin mukautettavissa pienemmille määrille. Katso esimerkki vedyntuotannon toteutuksesta: Kuva 32.



Kuva 32 Esimerkki keskitetyn ja integroidun vedyntuotannon toteutuksesta.

### 4.6.4 Elektrolyysiin tarvittava vesi ja sähkö

Elektrolyysi käyttää raaka-aineena vettä. Alkalielektrolyysi on vanhin ja eniten käytetty tekniikka. Se vaatii vettä tavallisesti peräti noin yhdeksän litraa tuotettua vetykaasukuutiometriä kohti. Tämä johtuu siitä, että alkalielektrolyysi käyttää vesipitoista elektrolyyttiliuosta, joka on tavallisesti natrium- tai kaliumhydroksidia.

Sen sijaan protoninvaihtokalvoa (PEM) hyödyntävät elektrolysaattorit käyttävät paljon vähemmän vettä, tavallisesti vain 1–2 litraa tuotettua vetykaasukuutiometriä kohti. Tämä johtuu siitä, että PEM-elektrolysaattorit käyttävät kiinteää polymeerikalvoa, joka vaatii vain hyvin vähän vettä toimiakseen. Elektrolyysin

vedentarve voi vaihdella johtuen eri tekijöistä, kuten käyttölämpötilasta, paineesta ja vedenlaadusta.

Elektrolyysin tarvitsema sähkönkulutus yhden vetykaasukilon tuottamiseen voi vaihdella elektrolyysiprosessin tehon mukaan. Elektrolyysillä tapahtuvan kaupallisen vedyntuotannon todellinen sähkönkulutus on tavallisesti 50–60 kWh kilogrammaa kohti erikoisteknologian ja käyttöolosuhteiden mukaan.

Vedyntuotantoteknologiaa todennäköisesti kuitenkin kehitetään lisää tulevaisuudessa, mikä voi tuottaa jopa 30 prosentin säästön energiankulutuksessa. Näin merkittävä vähennys parantaisi vedyntuotannon vastuullisuutta ja energiatehokkuutta.

#### 4.6.5 Vedyntuotanto

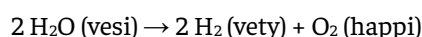
Suunnitellun tuulivoimatuotannon pitäisi kattaa enintään 8,4 TWh:n vuosituotanto. Energiahäviöistä ja toiminnan muiden komponenttien energiatarpeesta johtuen elektrolyysiprosessiin voi olla esimerkin osoittamaan määrää vähemmän sähköä käytettävissä. Tämä voisi vähentää enimmäistuotantokapasiteettia ja vuosituotantoa. Taulukko 12 on esimerkki arvioituista vetymääristä.

Taulukko 12 Arvioitu vedyntuotanto.

	Tuulivoimalaa kohti	Tuulivoimapuisto
Arvioitu vuosituotanto	1 300–1 600 tonnia	140 000–170 000 tonnia

#### 4.6.6 Hapen tuotanto

Vesimolekyylin pilkonnassa muodostuu happea positiiviseen elektrodiin (anodi) ja vetyä negatiiviseen elektrodiin (katodi) seuraavasti:



Tuotetulla hapella ei yleensä ole mitään suoraa käyttötarkoitusta, vaan tavallisesti se vapautetaan ilmaan sivutuotteena. Joissakin tapauksissa happea voidaan käyttää eri tarkoituksiin, kuten lääketieteellisiin sovelluksiin, korkeita happipitoisuuksia vaativiin prosesseihin tai happipolttokennoihin.

Taulukko 13 on esimerkki arvioituista happimääristä.

Taulukko 13 Arvioitu hapen tuotanto.

	Tuulivoimalaa kohti	Tuulivoimapuisto
Arvioitu vuosituotanto	10 400–12 800 tonnia	1 120 000–1 360 000 tonnia

#### 4.6.7 Jäähdytysvesi

Jäähdytysvettä käytetään elektrolyytin ja elektrolyysikammion jäähdytykseen, koska ne kuumenevat vedyn tuotantoprosessin yhteydessä muodostuvan sähkövirran vaikutuksesta. Elektrolysaattorien käyttölämpötila on tavallisesti 50–80 °C. Jäähdytysvettä voidaan käyttää suoraan elektrolyysikammiossa tai se voidaan kierrättää jäähdytysvastuksessa, joka on upotettu elektrolyyttiin lämmön pienentämiseksi ja laitteiston vaurioitumisen ja tehohäviöiden ehkäisemiseksi.



Jäähdytysvedessä ei ole lisäaineita, ja se voidaan palauttaa mereen sen kuljettua jäähdytysjärjestelmän läpi.

#### 4.6.8 Vedenpuhdistus

Vesi on tarpeen esikäsitellä ja puhdistaa elektrolyysin tekemiseksi ja elektrolysaattorin korroosion minimoimiseksi.

Ensin otetaan merivettä sopivasta syvyydestä ja suodatetaan se karkeiden epäpuhtauksien, kuten suolan, hiekan ja soran, poistamiseksi. Sen jälkeen vesi esikäsitellään, jotta orgaaniset epäpuhtaudet, kuten liuotetut kaasut ja ei-toivotut hiukkaset, poistuvat. Tähän kuuluvia vaiheita ovat muun muassa hiekkasuodatus, mekaaninen suodatus, koagulointi ja flokkulointi.

Vesi voidaan vedyn tuotannossa puhdistaa eri menetelmillä:

- Tislaus: Suolaepäpuhtauksia sisältävä vesi lämmitetään ja höyrytetään, jolloin vesi haihtuu ja kerääntyy lauhduttimeen. Suolaepäpuhtaudet jäävät pannuun.
- Ioninvaihdin: Ioninvaihdinta käytettäessä suolaionit vaihtuvat muihin ioneihin, jolloin suolaepäpuhtaudet poistuvat vedestä. Ioninvaihdinta voidaan käyttää poistamaan tiettyjä suolaepäpuhtauksia vedestä.
- Käänteisosmoosi: Käänteisosmoosissa vesi puristetaan puoliläpäisevän kalvon läpi suolaepäpuhtauksien poistamiseksi. Kalvo suodattaa suolaionit veden kulkiessa kalvon läpi säiliöön.

Vedenpuhdistusprosessissa muodostuu sivutuotetta, kuten suolaväkevöitettä eli väkevöityä liuosta, joka koostuu pääasiassa suolavedestä, jolla on korkeampi suolapitoisuus kuin merivedellä. Suolaväkevöite on tavallisesti natrium- ja kloridionien yhdistelmä, jossa voi olla muita kemiallisia epäpuhtauksia riippuen käytetystä vedenpuhdistusmenetelmästä. Sivutuotteen käsittelemiseksi tutkitaan eri menetelmiä, ja ne esitellään tulevassa ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

### 4.7 Estemerkki

Tuulivoimalat varustetaan estevalaistuksella voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti. Kuljetushallituksen voimassa olevien ohjeiden (TSFS 2020:88) mukaan tuulivoimala, joka muodostaa tuulivoimapuiston ulkorajan, merkitään valkoisella värillä ja varustetaan suuritehoisella valkoisella vilkkuvalolla konehuoneen päältä. Myös ne tuulivoimalat, jotka sijaitsevat tuulivoimapuiston ulkorajan sisäpuolella ja joita mikään ulommalla rajalinjalla olevista tuulivoimaloista ei kata, varustetaan suuritehoisella vilkkuvalolla. Muihin tuulivoimaloihin asennetaan pienitehoinen punainen valo.

## 4.8 Tuulivoimapuiston eri vaiheet

### 4.8.1 Ennen toteutusta

Tuulivoimaloiden ja kaapelireittien sopivien sijaintien varmistamiseksi on tehtävä geofyysisiä ja geoteknisiä tutkimuksia ennen rakennustöiden aloittamista. Rakentamista valmistelevien tutkimusten tarkoitus on hankkia tietoa perustusolosuhteista perustusten ja mahdollisten valmistelutoimenpiteiden suunnittelemiseksi ennen perustusten rakentamista ja kaapelinvetoa. Pohjan edellytysten tarkka kartoitus esimerkiksi pohjaan tukeutuvalla kaikuluotauksella voi olla tarpeen. Myös geotekniset edellytykset voi olla tarpeen kartoittaa esimerkiksi poraamalla. Lisäksi mahdollisten miinojen esiintyminen on kartoitettava.

### 4.8.2 Valmistelutoimenpiteet

Tämä vaihe sisältää sähköjärjestelmän valmistelutyöt merenpohjassa, perustuksen asennuksen, tuulivoimalat ja merelle sijoitettavat muuntaja-asetat. Valmistelutyöt voivat sisältää pohjan ruoppausta ja tasoitusta perustusten paikkojen sekä kaapelireittien ympäriltä. Kaapeleiden syvyysasennuksen yhteydessä voi muodostua ylimääräistä kaivumaata, mutta tavallisesti suurin osa maasta vajoaa johtokanavaan ja vain pieni osa jää kanavan viereen.

Perustusten asennuksen vaatima ruoppauksen määrä määräytyy pohjan ominaisuuksien ja perustustyypin mukaan.

Muodostuneen kaivumaan sopiva käsittelytapa määräytyy sekä määrän että saastumistilanteen mukaan. Jos kaivumaan määrä ja saastumiskuormitus ovat vähäisiä, ne voidaan tasoittaa niiden muodostumispaikan välittömään läheisyyteen, kun taas suuremmat määrät on käsiteltävä muualla. Hankkeen puitteissa tutkitaan sopivia kasausalueita, jonne kaivumaat voidaan kuljettaa. Mutamassat, joiden saastumiskuormitus on korkea, on tavallisesti aina käsiteltävä alueen ulkopuolella.

### 4.8.3 Perustaminen

Merelle sijoitettavan tuulivoimalan suunnitteluvaiheessa hanke suunnitellaan siten, että tekniset, ympäristölliset ja taloudelliset vaatimukset täyttyvät. Sen jälkeen tuulivoimala valmistetaan ja testataan tuotantolaitoksella mantereella ennen sen kuljettamista merelle. Asennusprosessi vaihtelee tuulivoimalan mallin, perustuksen tyypin ja asennuslaivan mukaan. Tuulivoimapuiston rakentamisen arvioidaan vievän noin kaksi vuotta. Merellä tapahtuvan asennuksen yhteydessä merenpohjaan sijoitetaan perustus. Sen jälkeen perustuksen päälle asennetaan itse tuulivoimala ja tuulivoimalasta vedetään sähkökaapelit merelle sijoitettavaan muuntaja-asemaan.

Kun tuulivoimala on paikallaan, sähkökaapelit kytketään yhteen tuulivoimalassa ja vedetään sieltä yhteen tai useampaan muuntaja-asemaan ja edelleen mantereelle. Asennuksen ja sähköverkkoon kytkennän jälkeen suoritetaan testit sen varmistamiseksi, että tuulivoimala toimii tarkoitetulla tavalla. Kun testit on hyväksytty, tuulivoimala otetaan käyttöön.



*Kuva 33. Tuulivoimalan pystytys jack-up-aluksen avulla.*

#### **4.8.4 Käyttö**

Merelle sijoitettavan tuulivoimapuiston käyttöä valvotaan etäältä ohjauskeskuksesta. Tuulivoimaloita on huollettava säännöllisesti, ja suunnitellun tuulivoimapuiston ohjauskeskus on toteutettava helppopääsyiseksi.

#### **4.8.5 Käytöstä poistaminen**

Suunnitellun tuulivoimapuiston käyttöään arvioidaan olevan noin 45 vuotta. Sen jälkeen tuulivoimapuisto voidaan poistaa käytöstä irrottamalla osat ja lähettämällä ne kierrätykseen.

Sähköjärjestelmä, joka koostuu sisäisestä kaapeliverkosta ja liityntäkaapeleista, voidaan lopulta jättää haudatuksi merenpohjaan, jos ympäristövaikutukset katsotaan pienemmiksi kuin pohjasta noudettaessa. Perustus nostetaan pois ja usein leikataan hieman merenpohjan yläpuolella. Loput perustuksesta ja kaapelit käsitellään voimassa olevien viranomaisvaatimusten mukaisesti.

## 5 Ulkopuolisten tapahtumien riski ja vaikutus

### 5.1 Merivahinko ja tulipalo

On hyvin epätavallista, että koko tuulivoimala tai osia siitä irtoaa. Mahdollisia syitä voivat sellaisissa tapauksissa olla rakennevika, virheellinen asennus, puutteellinen huolto tai tulipalo. Yksi tapa minimoida riskit on pakollisen omavalvonnan puitteissa huolellisesti ja säännöllisesti suoritettava tarkastus, kunnossapito ja huolto tuulivoimalan koko toiminta-ajan sekä siitä huolehtiminen, että tarkastukset ja huollot suorittavalla henkilöstöllä on oikea koulutus tehtävään.

Tulipalon riski arvioidaan pieneksi, mutta se voi syntyä esimerkiksi puutteellisen huollon ja kunnossapidon, vuodon tai virheellisten osien seurauksena. Teknisen koulutuksen saaneen huoltoteknikon säännöllisesti suorittamalla huollolla ja valvonnalla voidaan minimoida tulipalon kehittymisen riski. Tuulivoimalan konehuoneessa on myös palonsammutin käytettävissä nopeaa toimintaa varten tulipalon ja savun kehittyessä.

Myös salamanisku voi aiheuttaa tulipaloriskin. Salamaniskun riski tuulivoimalassa ei eroa kuitenkaan muihin korkeisiin rakenteisiin liittyvästä riskistä, ja nykyaikaiset tuulivoimalat toimitetaan ukkosuojausjärjestelmällä varustettuna.

### 5.2 Jäätyminen

Tietyissä sääolosuhteissa tuulivoimalan torniin ja roottorinlapoihin voi muodostua jäätä. Jään muodostuminen edellyttää sitä, että usvaa ja sumua seuraa kylmä ja heikko tuuli. Jää on vaarassa pudota, jos näitä olosuhteita seuraa nopea sulaminen ja tuulen voimistuminen.

Tuotannollisista syistä tuulivoimalaan toivotaan mahdollisimman vähän jäänmuodostusta. Nykyiset tuulivoimalat on varustettu jäätunnistusjärjestelmällä, joka sammuttaa voimalan välittömästi havaitessaan tärinää ja epätasapainoa, joka syntyy mahdollisesta jäänmuodostuksesta roottorinlapoihin. Tuulivoimala käynnistyy uudelleen, kun jää on pudonnut pois.

#### 5.2.1 Jääkenkä

On tärkeä huolehtia siitä, että hankealueen perustukset, muuntaja-asetat ja tuulivoimalat kestävät sekä ilmakehälle ominaisen jään että merijään aiheuttamia kuormituksia. Näiden rakenteiden vaurioitumisen riskin ehkäisemiseksi voidaan käyttää erilaisia tekniikoita. Yksi sellainen tekniikka on asentaa perustukseen jääkenkä, joka johtaa jään pois rakenteesta.

### 5.3 Saasteiden leviäminen

Merelle sijoitettavan tuulivoimapuiston rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheessa tapahtuu paljon laivakuljetuksia. Kuten kaikkien kuljetusten yhteydessä, myös näihin kuljetuksiin liittyy tietty polttoaineen ja öljyn vuotamisen riski. Ennen käyttöönottoa käsitellään suuria tai pieniä öljymääriä valitun tekniikan mukaan.

Käytön aikana on pieni kemikaalien ja saasteiden leviämisen riski. Herkin tilanne on öljyn käsittely vaihdettaessa vaihteistopohjaisen tuulivoimalan öljy.

Perustuksen rakentamisen ja kaapelinvedon yhteydessä voi irrota ja siirtyä pohjan pinta-ainesta. Jos pohja-aines sisältää saasteita, ne voivat levitä. Geoteknisiä tutkimuksia suoritetaan tiedon keräämiseksi pohjasedimentin materiaalin koostumuksesta ja kerrostuneisuudesta. Geoteknisiä tutkimuksia käytetään myös pohjakemian ja mahdollisten saasteiden tutkimuksiin merenpohjan yläkerroksesta.

## 5.4 Räjähämätön ammus

Tuulivoimapuiston selvitysalueella ja selvityskäytävissä ei ole tunnistettuja miinavaara-alueita. Meritutkimuksissa selvitetään, onko tarpeen suorittaa räjähtämättömien ammusten inventointi merenpohjasta. Jos sellaisia tutkimuksia tarvitaan, ne suoritetaan magneettikenttätutkimuksilla ja tuloksia käytetään ennaltaehkäisevissä toimenpiteissä ennen suunnittelun ja rakennustyön aloittamista.

## 5.5 Vedyntuotanto

Suunnitellun laitteiston kannalta soveltuviksi riskeiksi arvioidaan ne, jotka liittyvät vedyn ja hapen käsittelyyn. Lopullisesta vedyntuotantolaitteistosta riippuen käsittelyyn liittyy erilaisia riskejä.

### 5.5.1 Vety

Vetyä koskevat suurimmat riskit liittyvät varastointiin, joskin riskejä liittyy myös vetytekniikan muihin osiin. Etenkin tuotannon alussa, jolloin vetyä käsitellään korkeassa paineessa, vety on erittäin palovaarallista.

Vedyn ominaisuudet eroavat muista kaasuista, kuten nestekaasusta ja metaanista. Näille kaasuille tiivistetyt materiaalit eivät toimi vedyllä, jonka molekyylit ovat pienempiä. Säilytyksessä vaaditaan korkea painetta ja räätälöityä materiaalia, koska vety voi muun muassa haurastuttaa terästä. Vedyllä on korkea energiasisältö, matala syttymisenergia ja suuri syttymisalue. Liekki on lähes näkymätön. Vetyä ei voi nähdä, maistaa tai haistaa, ja ulkona se häviää nopeasti ilmakehään keveytensä vuoksi. (MSB, 2022 ja Brandskyddsforeningen, 2021)

Käynnissä on projekti, jossa tutkitaan millaisia vedyn riskejä pienentäviä toimenpiteitä voidaan käyttää ja miten tehokkaita ne ovat. Projektissa käsitellään myös vedyntuotantolaitokseen liittyviä pelastustehtäviä (MSB, 2022). Lundin yliopiston julkaisussa mainitaan ääni-ilmaisimet mahdollisena vetyvuodon tunnistusvaihtoehtona ja että vedylle räätälöidyt liekki-ilmaisimet toimivat samalla tavalla kuin muiden palovaarallisten kaasujen liekki-ilmaisimet. Muita mainittuja riskejä pienentäviä toimenpiteitä ovat muun muassa syttymislähteiden vähentäminen, ilmanvaihto, inertointi, hypoksinen ilmajärjestelmä, turvaetäisyys ja fyysiset esteet. (Kuha ja Zubac, 2022)

## 5.5.2 Happi

Happi on maapallon yleisin alkuaine ja myös voimakas paloa ylläpitävä kaasu, ts. se ei pala itsestään, mutta edistää palamista. Jos ilman normaali happipitoisuus nostetaan 21 prosentista esimerkiksi 24 prosenttiin, palamisnopeus voi kaksinkertaistua. Palavat materiaalit, kuten pöly, öljy ja rasva, voivat hapen kanssa kosketuksiin joutuessaan muuttua hyvin helposti syttyviksi tai räjähtäviksi. Sen vuoksi happilaitteisto on pidettävä puhtaana sekä vapaana öljystä ja rasvasta, jotka eivät ole tarkoitukseen hyväksytyjä. (Air Liquide, 2023)

Hapen säilytyksessä on käytettävä oikeaa materiaalia ja laitteiston on koostuttava hyväksytyistä osista ja lisäksi ne on asennettava ammattimaisesti. Happi on väritöntä ja hajutonta, joten vuodon havaitsemiseksi tarvitaan kaasuilmaisimia. (Air Liquide, 2023)

## 6 Ympäristövaikutukset

Suunnitellusta toiminnasta voi syntyä vaikutuksia ihmisille ja ympäristölle. Seuraavassa esitellään pääasialliset ympäristövaikutukset, joita odotetaan syntyvän suunnitellun toiminnan eri vaiheissa.

### 6.1 Merelliset luontoarvot

Merellisiin luontoarvoihin kohdistuvan vaikutuksen odotetaan syntyvän enimmäkseen rakentamisvaiheessa ja tietyssä määrin käytöstäpoistovaiheessa korkeina äänitasoina ja sedimentin leviämisenä. Molempien vaiheiden aikana myös alueen laivaliikenne kasvaa. Molemmat vaiheet ovat kuitenkin ajan osalta rajallisia, ja vaikutuksen arvioidaan olevan lyhytaikainen.

Paalutuksella asennettavasta perustuksesta voi syntyä suuria äänitasoja, jotka voivat pelottaa ja jopa fyysisesti vahingoittaa kaloja ja merinisäkkäitä. Missään tutkimuksissa ei ole toistaiseksi osoitettu negatiivisia vaikutuksia Ruotsin hyljelajeille. Vaikutus selkärangattomiin eläimiin vaihtelee eri lajien välillä. Asennuksen yhteydessä voidaan tehdä melua vaimentavia toimia, kuten käyttää ilmakuplaverhoja tai pehmeää käynnistystä.

Painovoimaperustus ja kaapelinveto voivat aiheuttaa sedimentin pölyämistä ja leviämistä vesimassaan. Sedimentin leviämismäärä riippuu sedimenttityypistä, vesivirtauksista ja muokkaustavan valinnasta. Vindvalin synteesiraportin ”Tuulivoiman vaikutus merielämään” (Vindkraftens påverkan på marina livet) (Rapport 2012:6488) mukaan veden lisääntynyt sedimenttipitoisuus voi vaikuttaa ennen kaikkea kalanpoikasiin ja toukkavaiheisiin haitallisesti. Selkärangattomat eläimet ovat usein sopeutuneita sedimentin pölyämiseen, koska se tapahtuu luonnollisella tavalla niiden ympäristössä. Alustaan kiinnittyneet eläinlajit ja eläimet, joiden kyky hautautua sedimenttiin on rajoittunut, voivat kuitenkin tukehtua ollessaan pitkään peitossa (Vindval, 2022b). Sedimentin leviäminen yhdessä tuulivoiman kanssa arvioidaan kuitenkin rajalliseksi ongelmaksi useimmille eläin- ja kasviyhteisöille. Vindvalin synteesiraportissa vuodelta 2022 (Rapport 7028 – Rättsliga förutsättningar för havsbaserad vindkraft) pidetään enintään 100 mg/l -pitoisuutta, enintään kahdessa viikossa, tasona, josta monet lajit selviävät.

Käyttövaiheen aikana ympäristövaikutuksena voi syntyä pääasiassa eristysvaikutus ja muutoksia luonnollisessa ympäristössä. Tuulivoimalan perustus voi myös toimia keinotekoisena särkkänä ja houkuttaa monia eläin- ja kasvilajeja erityisesti eroosiosuojatulle painovoimaperustukselle. Tämä koskee myös turskaa, jota tavallisesti tavataan tuulivoimalan läheisyydestä. Lisäksi tuulivoimapuistojen myötä alueen kalakanta voi pienentyä tai kadota, mikä suosii turskaa. Pohjatroulauksen loppuminen on myös myönteinen asia, koska elämä pohjalla palautuu suuren osan turskan ravinnosta palautuessa. Artdatabankenin (2022) mukaan turska on listattu haavoittuvaiseksi. (Vindval, 2022a)

Käyttövaihe merkitsee myös lisääntynyttä taustamelua huoltotöistä aiheutuvasta vesiliikenteestä ja tuulivoimaloista lähtevän äänen vuoksi. Vindvalin synteesiraportin (Rapport 2012:6488) mukaan suoritettut tutkimukset viittaavat

kuitenkin siihen, että käyttövaiheen aikainen äänivaikutus on pieni useimmille lajeille, myös merinisäkkäille. Sekä myrskyjen ääni että alueen säännöllisestä laivaliikenteestä lähtevät moottorien äänet ylittävät usein tuulivoimaloiden käyttömelun.

Mahdollisen vedyntuotannon yhteydessä käyttövaiheen aikana muodostuva suolaväkeväite voi aiheuttaa lämpötila- ja suolapitoisuusmuutoksia, mikä saattaa vaikuttaa siihen, mitä lajeja lähialueella esiintyy. Tämä voi pakottaa makean ja kylmän veden lajeja pois alueelta ja suosia muita lajeja. Vaikutuksen odotetaan kuitenkin olevan paikallinen päästökohdassa, joka voidaan räätälöidä vaikutuksen minimoimiseksi. Vedyntuotannossa syntyy sivutuotteena myös happea, jota voitaisiin käyttää muun muassa happiköyhien pohjien hapettamiseen, mikä suosii pohjassa eläviä lajeja. Mahdollisen vedyntuotannon vaikutuksia selvitetään laajemmin tulevassa ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

Alueen pohjaolosuhteet ja luontoarvot kartoitetaan geofyysisillä ja geoteknisillä tutkimuksilla ja analyyseillä sekä meren luontoarvojen inventoinneilla, ja niillä esitetään, miten perustaminen voidaan mukauttaa mahdollisten negatiivisten vaikutusten minimoimiseksi alueen merielämään.

Geotekniset tutkimukset voivat muodostaa hyvin paikallisen ja rajallisen samentumisen ja sedimentin leviämisen, joka on kuitenkin laajuudeltaan merkityksetön. Seismisissä tutkimuksissa voi muodostua vedenalaista melua, kun luodaan seisminen ääniaalto, joka leviää sedimenttiin ja vesiympäristöön. Myös geotekniset ja tietyt geofyysiset tutkimusmenetelmät luovat vedenalaista melua. Tuleva ympäristövaikutusten arviointimenettely sisältää melua aiheuttavia toimintoja ja ehdottaa tarvittaessa suojatoimenpiteitä. Tutkimustoiminnan vaikutuksen meriympäristöön odotetaan kokonaisuutena olevan merkityksetön lyhyen toteuttamisajan vuoksi.

Suunniteltujen tutkimusten ei arvioida vaikuttavan myöskään viereisiin suojeltuihin alueisiin merkittävällä tavalla. Lähin luontotyyppidirektiivin mukaisesti osoitettu Natura 2000 -alue sijaitsee noin yhden kilometrin päässä selvitysalueesta.

## 6.2 Linnut

Ruotsissa on tehty lintututkimuksia kolmen merelle sijoitetun tuulivoimapuiston osalta. Laajin tutkimus on tehty Öresundissa maan suurimmassa merelle sijoitetussa tuulivoimapuistossa Lillgrundissa, jossa on 48 tuulivoimalaa. Siinä tutkittiin sekä muuttavia että talvehtivia lintuja vedessä ja puiston ympärillä. Kaksi muuta tuulivoimapuistoa, Utgrundens Kalmarsundissa ja Kårehamn Öölannin itärannikolla, ovat olleet enimmäkseen muuttolintujen parissa tehtävien tutkimusten kohteena. Nämä tutkimukset yhdessä lähes kahdessakymmenessä tuulivoimapuistossa muualla Luoteis-Euroopassa tehtyjen tutkimusten kanssa muodostavat tietopohjan rakentamisvaiheesta ja puistojen aivan ensimmäisten käyttövuosien ajalta. (Vindval, 2017).

Rakentamis- ja käytöstäpoistovaiheen aikana vaikutuksen linnustoon odotetaan syntyvän enimmäkseen kasvaneen ihmisen läsnäolon ja alueen toimintojen vuoksi. Häiriöiden seuraukset tulevat näyttämään erilaisilta sen mukaan, mikä alueen arvo



on eri lajeille. Käynnissä oleva tuulivoimala voi aiheuttaa törmäysvaaran alueella liikkuville linnuille. Aiemmat tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että useimmat muuttomatkalla olevat vesilinnut välttelevät tuulivoimapuistoja ja että linnut, jotka kuitenkin lentävät puiston alueella, välttelevät varsinaisia tuulivoimaloita. Tämä koskee lajeja, kuten kuikkia (merellä), suulia, ruokkeja, joutsenia, hanhia ja kurkia. Maan yli muuttavien petolintujen parissa tehtävät tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet välttelevää käyttäytymistä ja että tuulivoimaloita lähestyvät linnut muuttavat suuntaa. (Vindval, 2017).

Vuoden 2017 Vindvalin synteesiraportissa ei ole mitään, mikä viittaisi siihen, että muuttavien petolintujen keskuudessa ilmenisi erityisen paljon kuolleisuutta tuulivoimaloiden yhteydessä. Asiaa ei ole tutkittu tarkasti, mutta on näyttöä siitä, että muuttavilla petolinnuilla on vähemmän taipumusta törmätä tuulivoimalaan kuin paikallaan pysyvillä lajeilla. Esimerkki tästä on Espanjan Tarifassa sijaitsevat tuulivoimapuistot. Selityksen tähän uskotaan olevan se, että Tarifan tuulivoimapuiston kautta kulkevat petolinnut lentävät korkealla niiden yläpuolella tai että niillä on erittäin välttelevää käyttäytymistä muuton aikana (Vindval, 2017).

Jos tuulivoimapuiston selvitysalue muodostaa tärkeän ydinalueen maakotkalle tai merikotkalle, Vindvalin mukaan on otettava huomioon pesintäpaikkojen vaihtelu ajan mittaan, alueen vilkas lintutoiminta ja tuulivoimalan sijainti suhteessa pesintäpaikkoihin ja lentoreitteihin.

Uumajan seudulla vaikutukset lintuihin merellä koskevat etupäässä kuikkaa, mustalintua ja allia, koska muuton aikana näitä lajeja on alueella kymmeniä tuhansia yksilöitä. Seudun pesivistä linnuista vaikutus on suurin selkälokkiin, räyskään ja ruokkilintuihin etenkin Holmöarna-saariryhmän ympäristössä. (Enetjärn Natur AB, 2016)

Ennen tulevaa lupahakemusta suunnitteilla on muun muassa kevät- ja syysmuuttajiin kuuluvien piekanan ja kurjen sekä kevätkuuttajiin kuuluvan kuikan ja syysmuuttajiin kuuluvien vesilintujen inventoinnit. Suunnitteilla on myös tutkimus tuulivoimapuiston selvitysalueen käyttämisestä lintujen syönnösalueena. Eolus on antanut nämä selvitykset lintuasiantuntijan tehtäväksi hankkeessa.

### 6.3 Lepakot

Tuulivoiman perustaminen voi vaikuttaa lepakoihin elinympäristön häviämisen, häirinnän tai törmäilyn muodossa. Tuulivoimapuiston selvitysalueen läheisyydestä on tiedossa lepakohavaintoja. Ennen tuulivoimapuiston lupahakemusta tehdään selvityksiä mahdollisen lepakkokannan kartoittamiseksi. Eolus on antanut nämä selvitykset lepakkoasiantuntijan tehtäväksi hankkeessa.

Koska tulevat tuulivoimapuistot voivat muuttaa edellytyksiä ja houkuttaa lepakoita, lepakkokannan tutkimukset voivat tulla ajankohtaisiksi myös tuulivoimapuiston toteutuksen jälkeen suojaustoimenpiteiden mahdollisen tarpeen selvittämiseksi.

### 6.4 Merelliset kulttuuriarvot

Merenpohjassa olevat kulttuurijäänteet voivat vaurioitua perustusten rakentamisen ja kaapeliin asentamisen yhteydessä. Tuulivoimapuiston selvitysalueelta ei ole tunnettuja tietoja haaksirikkoutuneista laivoista ja aluksista. Kaapeleiden

selvityskäytävissä on joitakin muinaisjäänteitä. Näitä ei ole kuitenkaan vahvistettu kentällä, ja niistä puuttuu antikvaarinen arviointi. Nykyisen tiedon mukaan meriarkeologisia selvityksiä ei ole tehty.

Ennen lupahakemusta kartoitetaan aiemmin tehdyt selvitykset yhdessä soveltuvien alueiden geofyysisten tutkimusten kanssa kulttuurijäänteiden ja merenpohjan muiden kohteiden esiintymisen kartoittamiseksi. Geofyysisten tutkimusten jälkeen mahdolliset meriarkeologiset kohteet arvioidaan ja tarvittaessa tutkitaan lähemmin filmaamisen avulla. Tuulivoimapuiston ja kaapelikäytävän lopullisessa suunnittelussa otetaan huomioon muinaisjäänteet, ja mahdollisuuksien mukaan niitä vältetään.

## 6.5 Mantereen luonto- ja kulttuuriarvot

Suoraa vaikutusta tai negatiivisia vaikutuksia luontoarvoihin mantereella ei odoteta suunnitellun tuulivoimapuiston seurauksena poikkeuksena liityntäkaapeleiden maayhteyspiste. Itse maayhteyspiste tulee haudata tai porata rannikkolinjan alapuolelle ja liittää alue- tai runkoverkkoon siirtopisteessä turvallisella vyöhykkeellä rantaviivan alapuolella. Tunnettuja luonto- ja kulttuuriarvoja tulee välttää suurimmassa mahdollisessa laajuudessa.

Suunniteltu tuulivoimapuisto voi vaikuttaa myös osoitettuihin kulttuuriympäristöihin mantereella visuaalisesti, mikä voi vaikuttaa kielteisesti alueen viihtyisyyteen. Katso 6.7.

Ennen lupahakemusta on suoritettava selvitykset maayhteys- ja siirtopisteeseen liittyvistä tulevista luonto- ja kulttuuriarvoista.

Jos maayhteys tehdään rantojensuojelualueelle, rantojensuojelun on sisällyttävä tulevaan perustamistutkimukseen kokonaisuudessaan.

## 6.6 Ulkoilu

Rannikkovyöhyke on tärkeä alue ulkoilulle ja turismille. Alueella on muun muassa paljon vapaa-ajan asuntoja ja uimapaikkoja, voimakas huviveneilyliikenne ja luontoalueita. Koska etäisyys tuulivoimaloihin on suhteellisen pitkä, lyhimmillään noin 3 kilometriä rannikosta, arvioidaan vaikutuksen ulkoiluun suunnitellun tuulivoimapuiston seurauksena muodostuvan enimmäkseen vaikutuksesta maisemakuvaan, joka voi vaikuttaa alueen viihtyvyyteen. Katso vaikutus maisemakuvaan kohdasta 6.7. Tietty vaikutus ohittavista huviveneistä sekä olemassa olevasta urheilumerikalastuksesta voi muodostua siitä, että aluetta ei voi käyttää näihin tarkoituksiin.

Suunniteltu tuulivoimapuisto voi vaikuttaa myös rannikkoon melun muodossa. Katso 6.8.

## 6.7 Maisemakuva

Avoimessa maisemassa oleva tuulivoimapuisto voi merkitä maisemakuvan sekä asukkaiden ja vierailijoiden kokemuksen muuttumista visuaalisesti arvokkaassa kulttuuri- ja luontoympäristössä. Tuulivoimaloiden lentokiellon merkkivalo voi

näkyä moneen paikkaan hämärän ja pimeän aikana, ja se voidaan kokea häiritseväksi.

Merkkivalon näkyvyys heikentyy etäisyyden kasvaessa. Kun tuulivoimaloiden ja tarkastelupaikan välinen etäisyys on suuri, sen näkyvyys määräytyy suurelta osin sää- ja näkyvyysolosuhteiden mukaan. Lyhyellä etäisyydellä näkyvyysolosuhteilla on pienempi merkitys. Suunniteltu tuulivoimapuisto tulee sijaitsemaan lähimmillään noin kolmen kilometrin päässä rannikosta.

Eolus on tehnyt valokuvakollaasin 70 voimalasta, joiden teho on 20 MW ja kokonaiskorkeus 365 metriä (suurin vaihtoehto) sen visualisoimiseksi, miten tuulivoimalat tulevat näkymään joillakin edustavilla paikoilla maisemassa. Paikat on valittu sen mukaan, missä tuulivoimaloiden oletetaan olevan eniten näkyvissä. Muita valintakriteereitä ovat olleet osoitetut kulttuuriympäristöt sekä suositut ja/tai merkitykselliset paikat asumisen tai vapaa-ajan näkökulmasta. Katso Taulukko 14. Valokuvakollaasi esitetään liitteessä 1.

Taulukko 14 Kuvauspaikat valokuvakollaasia laadittaessa.

Kuvauspaikka	Etäisyys tuulivoimalaan
Avanäset	Noin 9 km
Killingsanden	Noin 7 km
Sikeån satama	Noin 7 km
Klubben	Noin 9 km
Ratan	Noin 8 km
Holmön	Noin 9 km

Avanäset on luonnonsuojelualue Skellefteån kunnassa, josta avautuu näkymä kauas merelle. Alueella on useita muinaisjäänteitä.

Killingsanden on luontotyyppidirektiivin mukainen Natura 2000 -alue, jossa on suosittu uimaranta ja näkymä merelle.

Sikeån satama on vanha satama-alue ja kesäisin suosittu vierailukohde, jossa on vierassatama, mökkejä ja leirintäalue.

Klubben on luontotyyppidirektiivin mukainen Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue Ricklejoen suulla. Alueella on myös suosittuja vaellusreittejä.

Ratan on kulttuuriympäristöarvoltaan valtakunnallisesti merkittävä alue. Se on pieni kylä, jolla on mielenkiintoinen kulttuurihistoria. Ratan on myös luonnonmukainen syväsatama, joka on nykyään suosittu vierassatama kesäisin. Alueella on myös vaellusreittejä. Ratanin ulkopuolella on Ratanskär, joka on luontotyyppidirektiivin mukainen Natura 2000 -alue ja luonnonsuojelualue.

Holmöarna-saariryhmä on osittain luontotyyppidirektiivin ja lintudirektiivin mukainen Natura 2000 -alue sekä luonnonsuojelualue. Holmönin kylä on myös kulttuuriympäristöarvoltaan valtakunnallisesti merkittävä. Saari on suosittu

vierailukohde kalastuksen ja veneilyn osalta, ja alueella on myös vaellusreittejä ja uimarantoja.

Kuten valokuvakollaasista ilmenee, koko tuulivoimapuisto tulee näkymään Klubbeniin, mutta etäisyys tuulivoimapuistoon heikentää visuaalista vaikutelmaa. Ratanissa suurin osa tuulivoimapuistosta jää Rataskärin peittoon. Myös Sikeån satamassa suurin osa tuulivoimapuistosta jää peittoon, ja lisäksi pitkä etäisyys heikentää visuaalista vaikutelmaa. Muissa kohdissa tuulivoimapuisto on näkyvissä vain osittain, koska rannikkolinjat ja saaret peittävät suurimman osan tuulivoimaloista.

Ennen luvan hakemista laaditaan valokuvakollaasi monista ympäristön paikoista sekä maisema-analyysi, jossa analysoidaan suunnitellun tuulivoimalan vaikutusta maiseman eri arvoihin.

## 6.8 Melu

Rakentamisvaiheen melu syntyy kuljetuksista ja tietyistä rakennustöistä. Rakennusvaihe on toki ajallisesti rajoitettu, ja sen odotetaan kestävän noin 2 vuotta. Samat olosuhteet koskevat tuulivoimapuiston käytöstäpoistoa. Koska etäisyys mantereeseen on pitkä, rakennustyöstä aiheutuvan häiritsevän äänen ei uskota vaikuttavan asumiseen mantereella.

Käytössä oleva tuulivoimala tuottaa kahdenlaista ääntä: koneiden ääntä, joka nykyaikaisen tuulivoimalan ulkopuolella on hyvin rajallinen, sekä aerodynaamisesti ”viuhuvaa” ääntä, joka aiheutuu roottorinlapojen liikkeestä ilmassa. Tuulivoimalan suurista osista, kuten roottorinlavoista ja tornista aiheutuu myös matalataajuisia ääntä.

Ruotsin ympäristönsuojeluviraston suositeltu ohjearvo tuulivoimalan melulle on enintään 40 dB(A) ulkona asumuksen vieressä ja 35 dB(A) ulkona osoitetulla ulkoilualueella. Ennen luvan hakemista tehdään äänilaskelmat tarkoituksena selvittää tuulivoimapuiston äänivaikutus mantereeseen.

Katso meren eläimistöön kohdistuvan äänivaikutuksen riski kohdasta 6.1.

## 6.9 Varjot

Tuulivoimalan roottoreista aiheutuu liikkuvia varjoja, jotka voidaan kokea häiritsevinä. Varjostusvaikutus tapahtuu usein tietyin aikaväleihin aamulla ja iltapäivällä tai illalla varjojen ollessa pisimmillään. Varjoista tulee kuitenkin sitä hajanaisempia mitä pidempi etäisyys tuulivoimaloihin on.

Koska tuulivoimalat sijaitsevat suhteellisen kaukana merellä, lähimmillään noin 3 kilometrin etäisyydellä mantereesta, ja kaukana asumuksista ja useimmista alueen vapaa-ajan aktiviteeteista, varjostuksen ei arvioida vaikuttavan asumiseen mantereella.

## 6.10 Lähellä sijaitsevat toiminnot ja kumulatiivinen vaikutus

Tuulivoimapuiston selvitysalue sijaitsee merialueella, jota käytetään merenkulkuun, ammattikalastukseen ja vapaa-ajan aktiviteetteihin. Tuulivoimapuiston selvitysalue rajoittuu osoitettuihin merenkulun kannalta valtakunnallisesti merkittäviin laivaväyliin, ja laivaväyliä voi olla alueen rajalla tai sen tuntumassa. Merelle sijoitetun tuulivoimapuiston käytön aikana pääsyä puistoalueelle voidaan rajoittaa pääasiassa läpikulun, ankkuroinnin ja pohjatroulauksen osalta. Selvitysalue ei sijaitse ammattikalastuksen kannalta valtakunnallisesti merkittävällä alueella.

Selvitys mahdollisesta vaikutuksesta merenkululle ja ammattikalastukselle tullaan suorittamaan. Selvitys johtaa ehdotukseen riskejä vähentävistä toimenpiteistä ja rinnakaistoiminnan mahdollistavista toimenpiteistä. Kumulatiivista vaikutusta ihmisten terveyteen ja ympäristöön tullaan myös selvittämään lisää tulevassa ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

Selkämerelle suunnitellaan lisäksi useita tuulivoimapuistoja, mutta ne eivät mene päällekkäin Aurumin tuulivoimapuiston alueen kanssa. Yhteisvaikutuksen riskit, joita voi syntyä vaikutuksesta maisemakuvalle, luontoarvoille, merenkululle ja ammattikalastukselle, selvitetään tulevassa ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

## 6.11 Maanpuolustus

Aurumin tuulivoimapuiston toteutus voi aiheuttaa tietyn vaikutuksen valtakunnallisesti merkittävälle maanpuolustuksen sotilaalliselle osalle. Edellytykset ovat kuitenkin hyvät sille, ettei vaikutus ole merkittävä ajatellen Aurumin tuulivoimapuiston maantieteellistä aluetta ja strategista sijaintia. Strategisesta näkökulmasta alueen ei arvella olevan niin tapahtumarikas kuin Itämeren tai napapiirin pohjoispuolen, mistä syystä Aurumin tuulivoimapuiston rakentaminen kyseiselle alueelle aiheuttaa puolustusvoimille vähiten vahinkoa verrattuna Ruotsin rannikon muihin osiin.

Eolus suhtautuu erittäin myönteisesti useiden FOI:n raportissa ”Möjligheter till samexistens mellan Försvarsmaktens verksamhet och utbyggd vindkraft” mainittujen toimenpiteiden suorittamiseen yhteisymmärryksessä puolustusvoimien kanssa sen osalta, että puolustusvoimat voi osallistua ja vaikuttaa puiston rakenteeseen tai että Eolus auttaa korvaavaan tai täydentävään tutkaan tai laitteiston siirtoon liittyvissä asioissa.

# 7 Kuuleminen

Ympäristövaikutusten arvioinnista annetun asetuksen (2017:966) 6 §:ssä ilmoitetaan, millä toiminnoilla ja toimenpiteillä on automaattisesti huomionarvoinen ympäristövaikutus. Tämän säädöksen mukaan suunniteltu tuulivoimalaitos muodostaa sellaisen toiminnan. Tämä tarkoittaa sitä, että Ruotsin ympäristölain 6. luvun 24 §:n mukaista tutkimusneuvottelua ei ole suoritettu vaan

Ruotsin ympäristölain 6. luvun 28 §:n nk. erityinen ympäristövaikutusten arviointi suoritetaan, mikä merkitsee rajausneuvottelun pitämistä ja ympäristövaikutusten kuvauksen laatimista Ruotsin ympäristölain 6. luvun 29–38 §§:n ja ympäristövaikutusten arvioinnista annetun asetuksen 15–19 §§ mukaisesti.

Kuuleminen aloitetaan kokouksella Västerbottenin lääninhallituksen ja asiaan liittyvien kuntien kanssa. Ennen kuulemista avataan projektin kotisivu, jossa on tietoa hankkeesta ja mahdollisuus ladata kuulemispohja. Soveltuvat viranomaiset saavat kutsun kuulemiseen, ja heille lähetetään kuulemispohja. Myös erityisesti soveltuvat tahot saavat henkilökohtaisen kutsun kuulemiseen. Yhtiö on arvioinut, että suunniteltujen kaapeleiden selvityskäytävien sisäpuolella olevien tai niihin rajoittuvien kiinteistöjen omistajat, vuokralaiset, asumisoikeuden haltijat ja muut oikeudenhaltijat kuuluvat ryhmään, johon mainittujen selvityskäytävien läheisyydessä suoritettava toiminta erityisesti vaikuttaa. Toiminta voi aiheuttaa ympäristövaikutuksia, kuten melua, sedimentin leviämistä ja visuaalista vaikutusta. Kuulemisesta ilmoitetaan julkaisuissa Västerbottens Mellanbygd, Västerbottens-Kuriren, Västerbottens Folkblad (Folkbladet) ja Norran (aiemmin Norra Västerbotten).

Kuulemisvaiheen aikana on mahdollisuus esittää näkemyksiä. Esitetyt näkemykset otetaan lopulta huomioon tulevissa lupahakemuksissa ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

## 8 Ympäristövaikutusten arviointimenettely

Ennen tulevia lupahakemuksia suoritettavassa ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä tunnistetaan, kuvataan ja arvioidaan ympäristövaikutuksia, joita otaksutaan koituvan toiminnan tai muiden tapahtumien seurauksena. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn puitteissa Eolus selvittää toiminnan lokalisoinnin, muotoilun, laajuuden ja muut ominaisuudet, joilla voi olla merkitystä suoritettavalle ympäristöarvioinnille. Sen lisäksi esitellään vaihtoehtoisia ratkaisuja ja lokalisointeja (mukaan lukien nollavaihtoehto) ja jätetään ehdotus toimenpiteistä, joilla ehkäistään, estetään, vastustetaan tai korvataan mahdollisia kielteisiä ympäristövaikutuksia ja vältetään Ruotsin ympäristölain 5. luvun mukaisten ympäristölaatunormien noudattamatta jättäminen. Ympäristövaikutusten arviointimenettely sisältää myös ei-teknisen yhteenvedon ja selvityksen kuulemisesta.

Tulevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn pohjana käytetään suurta määrää asiantuntijaselvityksiä. Tällä hetkellä suunnitteilla olevien joukosta voidaan mainita merellisten luontoarvojen inventointi pohjaeläimistön näytteenotolla, sedimentin ympäristömyrkkujen analyysi, epifaunan ja pohjakasvillisuuden videokartoitus, lintujen ja lepakoiden inventointi kohdissa 6.2 ja 6.3 mainitulla tavalla sekä äänen etenemisen selvitys ja vaikutus valtameriolosuhteisiin. Lisäksi

sisällytetään valokuvakollaasi, analyysi vaikutuksesta maisemakuvaan ja meririskianalyysi. Muita selvityksiä voidaan tehdä kuulemisessa esiin tulevien näkökohtien mukaan.

## 9 Viitteet

Air Liquide, 5.4.2023: <https://se.airliquide.com/gaser-alla-branscher/syre-syrgas-o2>

Baltic Wind, 18.4.2023: <https://balticwind.eu/the-nordic-hydrogen-route-in-the-gulf-of-bothnia-region-will-be-developed-wind-turbines-play-an-important-role/>

Brandskyddsföreningen, 27.9.2021:

<https://www.brandskyddsforeningen.se/tidningen-brandsakert/artiklar/vatgas-en-annorlunda-utmaning/>

Eklöf, J, 2022. Fladdermöss och vindkraft till havs utanför Gävlekusten: utredningsområde Najaderna.

Energimyndigheten, 2023. Förslag på lämpliga energiutvinningsområden för havsplanerna (ER 2023:12).

Ruotsin energiaviranomaisen tilastotietokanta (Energimyndigheten Statistikdatabas), 2023-02-02:

[https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Vindkraftsstatistik/Vindkraftsstatistik/EN0105\\_3.px/](https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Vindkraftsstatistik/Vindkraftsstatistik/EN0105_3.px/)

Enetjärn Natur AB, 2016. Översyn Vindkraft 2016. Översyn av förutsättningarna för vindkraft i Umeå kommun.

Gerell, R, 2018. Utvärdering av rapport angående påverkan på fladdermöss vid utbyggnad av en vindkraftpark vid Kriegers Flak inom danskt territorialvatten.

Havet.nu 25.1.2022: <https://www.havet.nu/-bottniska-viken>

Ruotsin meriympäristöinstituutti (Havsmiljöinstitutet) 20.12.2022:

<https://www.sverigesvattenmiljo.se/undersoka-vattenmiljo/bottenviken>.

Ruotsin meri- ja vesistöviranomaisen (Havs- och vattenmyndigheten), 2018.

Kartering av marina naturvärden i Västerbottens län. Rapport 2018:26.

Ruotsin meri- ja vesistöviranomaisen (Havs- och vattenmyndigheten), 2019.

Miljökonsekvensbeskrivning av havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet.

Ruotsin meri- ja vesistöviranomaisen (Havs- och vattenmyndigheten), 2022.

Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. Statlig planering i territorialhav och ekonomisk zon.

Kuhs, J och Zubac, O., 2022. Riskreducerande åtgärder för vätagasläckage. Lundin yliopisto.

Norrbottnen, Västerbottnen, Gävleborgin ja Uppsalan lääninhallitukset, 2020. Plan för marint områdesskydd i Bottniska viken. Regionala mål och prioriteringar.

Västerbottnen lääninhallitus, 21.2.2023: <https://www.robertsfors.se/kultur-fritid/friluftsliv/naturreservat/>

Västerbottnen lääninhallitus, 21.2.2023:

https://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/besoksmal/naturreservat/avanaset.html?sv.target=12.382c024b1800285d5863a8a9&sv.12.382c024b1800285d5863a8a9.route=



&searchString=&counties=&municipalities=&reserveTypes=&natureTypes=&accessibility=&facilities=&sort=none

Västerbottenin lääninhallitus, 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0810010 Holmöarna.

Västerbottenin lääninhallitus, 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0810033 Hertsånger.

Västerbottenin lääninhallitus, 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0810453 Killingsanden.

Västerbottenin lääninhallitus, 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0810456 Klubben-Rickleån.

Västerbottenin lääninhallitus, 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0810031 Rataskär.

Västerbottenin lääninhallitus, 2016. Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0810010 Holmöarna.

Västerbottenin lääninhallitus, 2011. Strategi för vindbruk och kulturmiljövård i Västerbottens län.

Lääninhallitukset, 2021. Häckande kustfåglar i Bottniska viken 2010–2020. Populationstrender, utbredningar och miljöindikatorer.

MSB, 21.1.2022: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/brandfarligt-och-explosivt/brandfarliga-gaser/vatgas/>

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

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto (Naturvårdsverket), 2008. Utbredning av arter och naturtyper på utsjögrund i Östersjön En modelleringsstudie. Rapport 5817.

Norrbottnen seutu, 2022. Norrbottens framtida elbehov. En kartläggning och uppskattning av regionens behov fram till 2050.

Robertsforsin kunta, 21.2.2023: <https://www.robertsfors.se/kultur-fritid/friluftsliv/naturreservat/>

Robertsforsin kunta, 17.10.2022. Planprogram. Utvecklingsområden relaterade till samhällsomvandlingen kopplad till Norrbotniabanans etablering.

Robertsforsin kunta, 2010. Vindkraft i Umeåregionen.

Robertsforsin kunta, 2008. Kustinventering, Robertsfors kommun.

SCB:n tilastotietokanta, 02.2.2023: <https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/>

SGU, 2016. Beskrivning till maringeologiska kartan Bottenviken, K539.

SGU, 20.12.2022: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-maringeologi.html>

Skellefteån kunta, 2021. Noudettu 23.3.2023: <https://skelleftea.se/platsen/naringsliv/naringsliv/stories/2021-11-22-energin-kommer-fran-skelleftea>

Skellefteån kunta, 2020. Havsplan. Fördjupad översiktsplan för Skellefteå kommun.

Skellefteån kunta, 2014. Vindkraft. Tematiskt tillägg till översiktsplan.

SLU Artdatabanken, 2020. Rödlistade arter i Sverige 2020.

Sweco, 15.3.2023. Trafikanalys vindkraftspark Najaderna

Svenskt näringsliv, 29.6.2021:

[https://www.svensktnaringsliv.se/regioner/vasterbotten/sa-ska-skelleftea-kraft-losa-framtidens-energi behov\\_1172282.html](https://www.svensktnaringsliv.se/regioner/vasterbotten/sa-ska-skelleftea-kraft-losa-framtidens-energi behov_1172282.html)

Sveriges vattenmiljö, 20.1.2022:

<https://www.sverigesvattenmiljo.se/artiklar/makrofauna-mjukbotten>

Vindval, 2022a. Rättsliga förutsättningar för havsbaserad vindkraft. Rapport 7028.

Vindval, 2022b. Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv. Rapport 7049.

Vindval, 2017. Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. Uppdaterad syntesrapport 2017. Rapport 6740:2017.

Vindval, 2012. Vindkraftens effekter på marint liv. En syntesrapport. Rapport 6488.

Vatteninformationssystem Sverige (VISS), 2022-12-20: <https://viss.lansstyrelsen.se/>



eolus™

Yhteistyössä

**DGE**