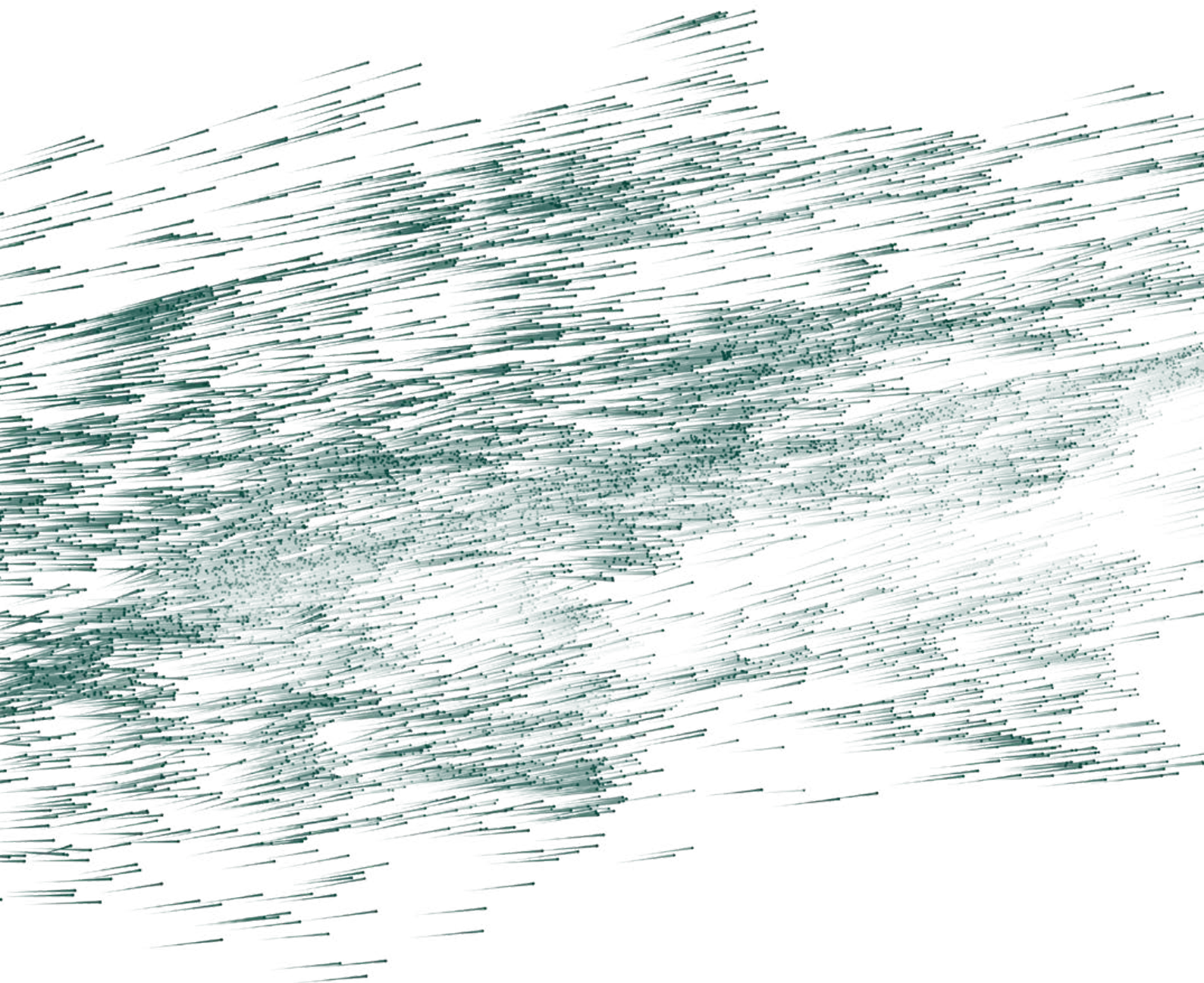


Vindpark Aurora

Underlag till underrättelse enligt artikel 3
Esbokonventionen

November 2021



Administrativa uppgifter

Verksamhetsutövare

OX2 AB
Lilla Nygatan
Box 2299
103 17 STOCKHOLM

Organisationsnummer: 556675-7497
Kristina Nilsson Bromander, Projektledare
E-postadress: aurora@ox2.com
Telefon: + 46 70 995 50 19

Miljökonsult

AFRY (ÅF Infrastructure AB)
Selma Pacariz, Uppdragsledare
E-postadress : selma.pacariz@afry.com
Telefon : +46 72 185 49 39

Juridiskt ombud

Mannheimer Swartling Advokatbyrå
Madeleine Edqvist, Advokat
E-postadress: madeleine.edqvist@msa.se

Projektuppgifter

Projektnamn: Vindpark Aurora
Projekthemsida: <https://www.ox2.com/projects/aurora/>
Rapport: Vindpark Aurora – Underrättelse enligt Esbo-konventionen
Upprättad av: OX2 och AFRY
Granskad av: Elina Cuéllar, OX2
Godkänd av: Kristina Nilsson Bromander, OX2

Om underrättelsen

Konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang, Esbokonventionen, är en miljöskyddskonvention för Europa, Kanada och USA om samarbete för att förebygga gränsöverskridande miljöeffekter.

Enligt Esbokonventionen ska upphovsparten till en verksamhet med potentiellt gränsöverskridande påverkan informera och bjuda in berörda parter (dvs. andra länder) som kan antas påverkas av verksamheten att delta i förfarandet avseende en miljökonsekvensbedömning.

Denna underrättelse är framtagen för att ge en övergripande beskrivning av projektet, verksamhetsområdet samt en preliminär redogörelse för den kommande Esbo-miljökonsekvensbeskrivningens omfattning och innehåll, vilken särskilt tar sikte på förväntad gränsöverskridande påverkan.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	1
1.1 Inledning	1
1.2 Om behovet av havsbaserad vindkraft	1
1.3 Om OX2.....	2
2. Tillståndsprövningar enligt svensk lag	3
3. Verksamhetsbeskrivning	4
3.1 Lokalisering	4
3.2 Vindparken.....	5
3.3 Anslutningskablar.....	6
3.4 Omfattning och utformning	7
3.5 Aktiviteter i projektets olika faser	24
3.6 Preliminär tidplan	30
4. Områdesbeskrivning.....	32
4.1 Geologi och djupförhållanden.....	32
4.2 Meteorologi	33
4.3 Hydrografi	33
4.4 Naturmiljö.....	34
4.5 Kulturmiljö.....	43
4.6 Naturresurshållning	43
4.7 Klimat.....	45
4.8 Geologisk koldioxidlagring	46
4.9 Infrastruktur och planförhållanden	46
5. Preliminär miljöpåverkan.....	51
5.1 Geologi och bottenförhållanden	51
5.2 Hydrografi	52
5.3 Naturmiljö.....	52
5.4 Landskapsbild	59
5.5 Kulturmiljö	59
5.6 Rekreation och friluftsliv	60
5.7 Fiske	60
5.8 Miljö kvalitetsnormer	61
5.9 Klimat.....	61
5.10 Infrastruktur och planförhållanden	61
5.11 Kumulativa effekter	63
6. Potentiell gränsöverskridande påverkan.....	64
6.1 Fågel.....	64

6.2	Marina däggdjur	64
6.3	Fiske	64
6.4	Sjöfart	65
6.5	Kumulativa effekter	65
7.	Referenser	66

Sammanfattning

OX2 AB är en av de ledande aktörerna inom storskalig vindkraft i Europa och planerar nu för en etablering av en vindpark till havs i Sveriges ekonomiska zon i Östersjön, öster om Öland och sydväst om Gotland. Vindparken benämns Aurora och förväntas generera omkring 24 TWh el per år, vilket motsvarar elanvändningen för upp emot fem miljoner hushåll. Det aktuella projektområdet är cirka 1 045 km² stort och ligger drygt 30 km från Öland och drygt 20 km från Gotland. Vindparken kommer troligtvis att byggas ut i flera etapper.

Vindparken planeras bestå av totalt cirka 220 - 370 vindkraftverk samt tillhörande utrustning såsom transformator-/omriktarstationer, sjökablar och plattformar (bostadsplattformar samt eventuella plattformar för energilagring eller energiomvandling via exempelvis vätgas) . Vindkraftverkens högsta totalhöjd är 370 meter över havsytan och vindparkens första etapp beräknas kunna vara i drift år 2030.

Avståndet från den planerade vindparken Aurora till Åland (vilket tillhör Finland) är cirka 380 km mätt från själva vindparken och cirka 290 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Avståndet från vindparken till det finländska fastlandet är cirka 450 km mätt från själva vindparken och cirka 370 km från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Vindparken ligger cirka 280 km från den estniska ön Saaremaa och cirka 390 km från det estniska fastlandet. Avståndet från vindparken till Lettland är cirka 190 km och avståndet till Litauen är cirka 205 km. Avståndet till den ryska exklaven Kaliningrad är cirka 230 km.

Till Polen är avståndet från den planerade vindparken cirka 190 km mätt från själva vindparken och cirka 160 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Avståndet från vindparken till den danska ön Bornholm är cirka 200 km mätt från själva vindparken och cirka 130 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Slutligen är avståndet från vindparken till den tyska ön Rügen cirka 300 km mätt från själva vindparken och cirka 240 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor.

Enligt Esbokonventionen ska upphovsparten till en verksamhet med potentiellt gränsöverskridande påverkan informera och bjuda in berörda parter (dvs. andra länder) som kan antas påverkas av verksamheten att delta i förfarandet avseende en miljökonsekvensbedömning. Denna underrättelse är framtagen för att ge en övergripande beskrivning av projektet, verksamhetsområdet samt en preliminär redogörelse för den kommande Esbo-miljökonsekvensbeskrivningens omfattning och innehåll, vilken särskilt tar sikte på förväntad gränsöverskridande påverkan.

De primära slutsatserna är att den påverkan, inom Sveriges ekonomiska zon, som den planerade verksamheten ger upphov till förväntas vara begränsad, vilket innebär att även den eventuella gränsöverskridande påverkan kan förväntas vara begränsad.

Begrepp och definitioner

För att underlätta för läsaren har OX2 här sammanställt specifika begrepp och definitioner som vi använder oss av när vi beskriver den planerade verksamheten och redogör för projektets förutsättningar och förväntade miljöeffekter.

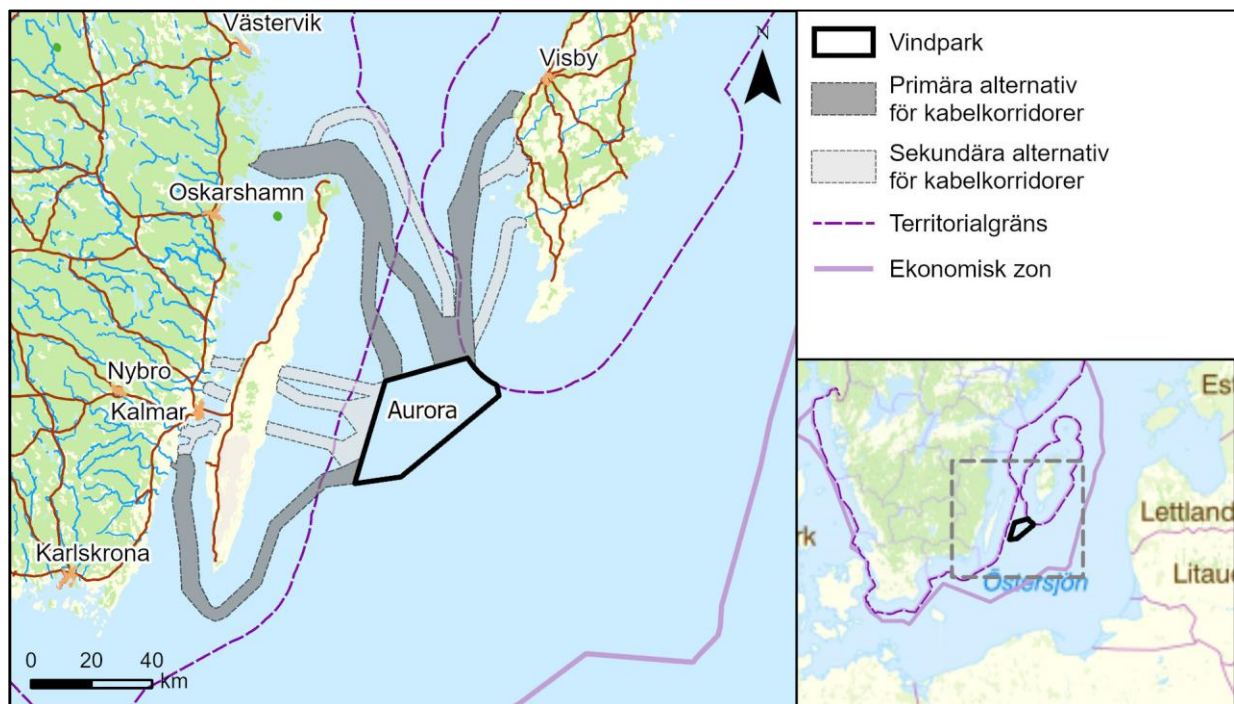
Effekt	Hastigheten för energiomvandling. Installerad effekt mäts bland annat i kilowatt (kW) och dess multipelenheter; 1 000 kW = 1 megawatt (MW), 1 000 MW = 1 gigawatt (GW), 1 000 GW = 1 terawatt (TW).
Kabelkorridor	Området eller områdena inom vilket vindparkens anslutningskablar (även kallade exportkablar), dvs. de kablar som överför den producerade elektriciteten från vindparken till en eller flera anslutningspunkter på land, är lokaliserade.
Miljökonsekvensbeskrivning	Ett dokument som bifogas ansökan om tillstånd. Det ska beskriva direkta och indirekta miljöeffekter på människors hälsa och miljön samt möjliggöra en samlad bedömning av de konsekvenser som uppstår till följd av planerad verksamhet.
Projektområde	Området inom vilket vindparken med vindkraftverk, transformator-/omriktarstationer, internt kabelnät, plattformar samt eventuella anläggningar för produktion, lagring och distribution av vätgas och plattformar (bostadsplattformar samt plattformar för energilagring eller energiomvandling via exempelvis vätgas) anläggs.
Samrådsunderlag	Ett dokument som innehåller information om det planerade projektet och på ett övergripande plan redogör för de miljöeffekter som planerad verksamhet bedöms kunna ge upphov till.
Skyddsåtgärd	Med skyddsåtgärder avses de åtgärder som vidtas för att undvika, minimera och återställa negativa miljöeffekter.
Totalhöjd	Vindkraftverkets höjd upp till bladspetsen när denna står som högst.

1. Bakgrund

1.1 Inledning

OX2 AB (nedan OX2) planerar en etablering av en vindpark till havs i Egentliga Östersjön (Västra Gotlandshavet), utanför Kalmar och Gotlands läns kuster i Sveriges ekonomiska zon (Figur 1). Den planerade vindparken benämns Aurora.

Fullt utbyggd har Aurora potential att generera en årsproduktion om cirka 24 TWh, vilket motsvarar årsförbrukningen av el för upp emot fem miljoner hushåll. Etableringen av vindparken kommer troligtvis att ske i form av en utbyggnad av olika delområden i flera etapper.



Figur 1. Översiktsbild över lokaliseringsalternativ för vindparken Aurora i Egentliga Östersjön. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket]

1.2 Om behovet av havsbaserad vindkraft

Sveriges energipolitiska mål är att svensk elproduktion senast år 2040 ska vara 100 % förnybar och att inga nettoutsläpp av växthusgaser ska ske till atmosfären år 2045. För att kunna verka på en framtida marknad ställer allt fler företag och industriella verksamheter om till fossilfri produktion och verksamhet, vilket medför en stor efterfrågan på både förnybar el och fossilfria bränslen, såsom vätgas, framställda med hjälp av förnybar el.

En ökad elektrifiering av samhället, industrin och transportsektorn kräver alltså en ökad tillgång på el. En prognos för Sveriges framtida elbehov för år 2045 uppgår till mellan cirka 240 TWh och cirka 310 TWh per år (Energiforsk & Profu, 2021), vilket ska jämföras med dagens behov som ligger på cirka 140 TWh per år.

Flera av dagens befintliga elproduktionsanläggningar börjar nå slutet av sin livslängd och kommer att behöva ersättas. I södra Sverige sjunker elproduktionen när till exempel kärnkraftsreaktorer tas ur drift. Samtidigt begränsas möjligheterna till försörjning med förnybar el från norra Sverige av en ansträngd överföringskapacitet i transmissionsnätet (tidigare benämnt stamnätet), samt av en allt högre efterfrågan på förnybar el i norr. Sveriges goda förutsättningar för vindkraft och förnybar elproduktion möjliggör energiomställningen och även elexport till andra länder, vilket bidrar till möjliga utsläppsminskningar på andra marknader när elproduktion från kol- och gaskraftverk kan ersättas av förnybar svensk el.

Havsbaserad vindkraft har störst potential att tillgodose den större efterfrågan på förnybar el till konkurrenskraftigt pris. Installation av ny vindkraft i större skala på land i södra Sverige försvåras av hög befolkningstäthet och konkurrens om markanvändningen. Störst potential att bidra med ny kapacitet och samtidigt utnyttja befintligt elnät så effektivt som möjligt har havsbaserad vindkraft vid Sveriges södra kust. Jämfört med vindparker på land kan vindparker till havs byggas med större vindkraftverk med en högre effekt. Förutsättningarna för vindkraft till havs är också bättre då vindhastigheten är högre och vindarna blåser jämnare, vilket bidrar till en mer stabil och effektiv elproduktion. Havsbaserad vindkraft kan också nyttjas för framställning av vätgas eller så kallade e-bränslen (exempelvis ammoniak eller metanol) för fossilfri försörjning av bränslen till industri, sjöfart och jordbruk. Den förväntade utvecklingen av dessa tekniska lösningar för energiomvandling har tagit fart i Sverige och i världen i övrigt, vilket möjliggör lagring av energi och en stabilare och säkrare elförsörjning.

1.3 Om OX2

OX2 utvecklar och säljer vind- och solkraftsparker och bolagets verksamhet bidrar till omställningen mot ett förnybart energisystem. Inom storskalig landbaserad vindkraft har OX2 de senaste 16 åren intagit en ledande position efter att ha utvecklat och realiserat cirka 2,5 GW i Sverige, Finland, Polen och Norge och har idag en stark projektportfölj. Under perioden 2014 till 2020 realiserade OX2 mer landbaserad vindkraft i Europa än någon annan utvecklare. OX2 har verksamhet i Sverige, Finland, Polen, Frankrike, Litauen, Norge, Spanien, Italien och Rumänien med huvudkontor i Stockholm. Omsättningen uppgick 2020 till 5,2 miljarder kronor. OX2 är noterat på Nasdaq First North Premier Growth Market.

2. Tillståndsprövningar enligt svensk lag

Uppförande och drift av vindkraftverk och tillhörande anläggningar, inklusive anläggningar för produktion och lagring av vätgas i Sveriges ekonomiska zon kräver tillstånd från den svenska regeringen enligt lag (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon ("SEZ").

Tillstånd från regeringen krävs även enligt lag (1966:314) om kontinentalsockeln ("KSL") för nedläggning av undervattenskablar och rörledningar på kontinentalsockeln, innefattande såväl undervattenskablar inom vindparken som anslutning till land samt rörledningar för vätgas.

För de åtgärder som avses vidtas inom svenskt territorium, dvs. anläggande av kablar och rörledningar för anslutning av vindparken till en eller flera anslutningspunkter på land, krävs även tillstånd enligt bland annat miljöbalken (1998:808), ellagen (1997:857) och rörledningslagen (1978:160).

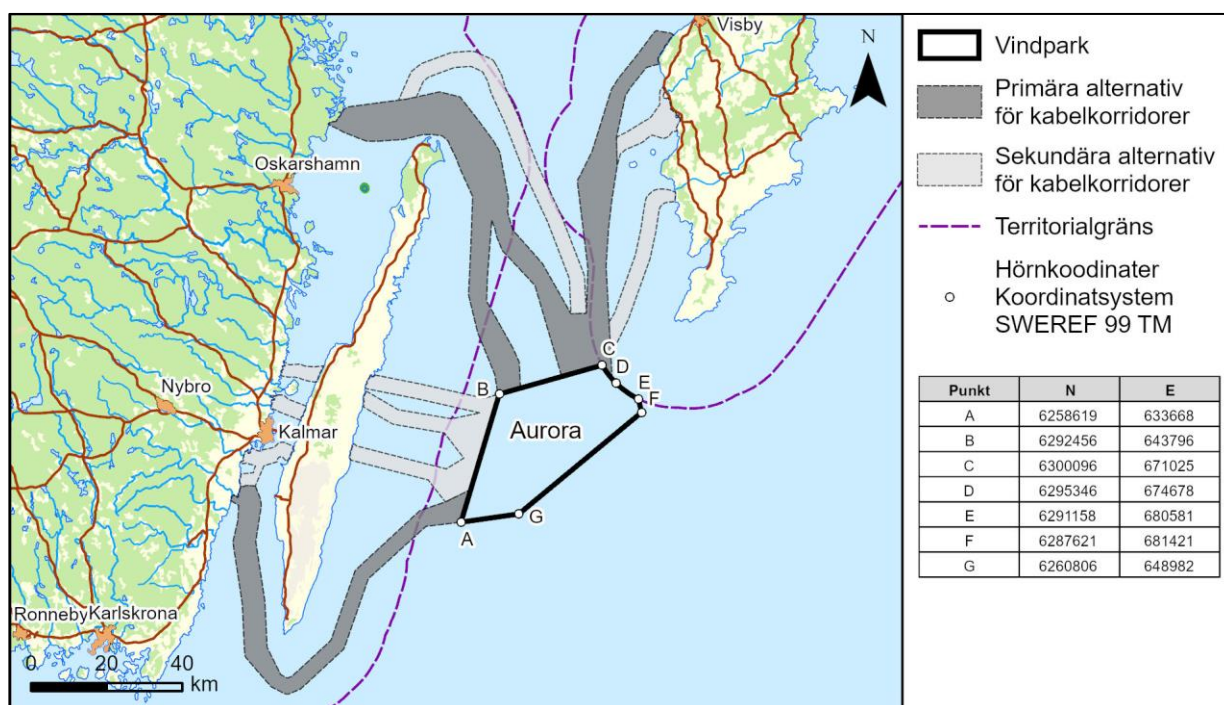
För verksamheter och åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka Natura 2000-områden krävs även ett särskilt Natura 2000-tillstånd enligt 7 kap. 28a § miljöbalken. För verksamheter inom Sveriges ekonomiska zon är det länsstyrelsen i det län som ligger närmast den ansökta verksamheten till havs som ansvarar för prövningen, dvs. i föreliggande ärende Länsstyrelsen i Gotlands län.

Med hänsyn till eventuell gränsöverskridande påverkan ska även information om den planerade verksamheten ges till grannländer och samråd hållas enligt Esbokonventionen.

3. Verksamhetsbeskrivning

3.1 Lokalisering

Den planerade vindparken Aurora ligger i Sveriges ekonomiska zon i Egentliga Östersjön (Figur 1), drygt 30 km öster om Öland och drygt 20 km sydväst om Gotlands södra spets. Projektområdet avgränsas av hörnpunkter med koordinater som redovisas i Figur 2, koordinatsystem SWEREF99TM. Området är cirka 1 045 km² stort och vattendjupet varierar mellan 43 och 88 meter.



Figur 2. Koordinater för projektområdets hörnpunkter. © [Lantmäteriet] 2021

Området bedöms ha gynnsamma förhållanden för etablering av vindkraft med en medelvind på cirka 9,5 m/s (på en höjd av 100 meter över havet). Området innehåller inga öar utan består av öppet hav.

Bottensubstratet inom vindparken domineras av lera och gyttja tillsammans med en blandning av sand, grov sand, småsten och grus. I mindre områden i vindparkens centrala, norra och nordöstra delar utgörs bottensubstraten av sten och stenblock.

Avståndet från den planerade vindparken Aurora till Åland (vilket tillhör Finland) är cirka 380 km mätt från själva vindparken och cirka 290 km mätt från det närmst liggande primära alternativet

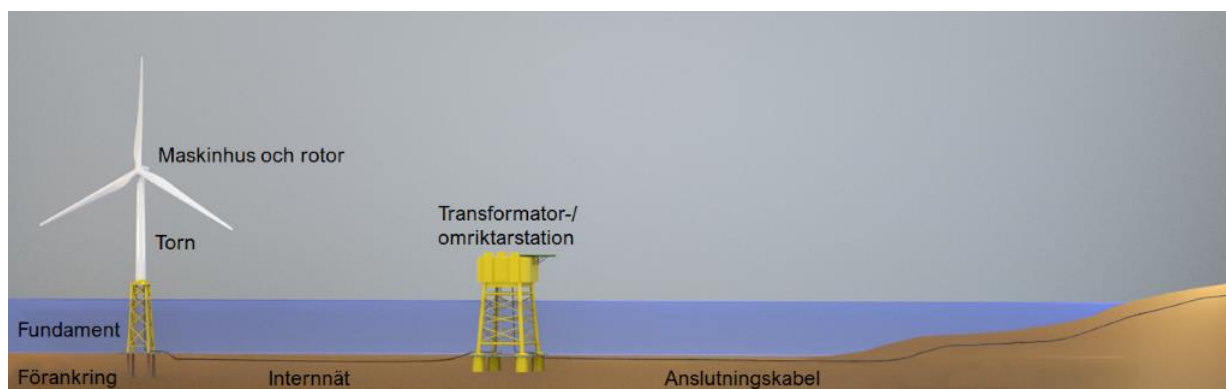
för kabelkorridor. Avståndet från vindparken till det finländska fastlandet är cirka 450 km mätt från själva vindparken och cirka 370 km från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Vindparken ligger cirka 280 km från den estniska ön Saaremaa och cirka 390 km från det estniska fastlandet. Avståndet från vindparken till Lettland är cirka 190 km och avståndet till Litauen är cirka 205 km. Avståndet till den ryska exklaven Kaliningrad är cirka 230 km.

Till Polen är avståndet från den planerade vindparken cirka 190 km mätt från själva vindparken och cirka 160 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Avståndet från vindparken till den danska ön Bornholm är cirka 200 km mätt från själva vindparken och cirka 130 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor. Slutligen är avståndet från vindparken till den tyska ön Rügen cirka 300 km mätt från själva vindparken och cirka 240 km mätt från det närmst liggande primära alternativet för kabelkorridor.

3.2 Vindparken

Den planerade vindparken Aurora kommer att ha en installerad effekt om cirka 5 500 MW och inrymmer cirka 220 - 370 vindkraftverk, beroende av storleken på vindkraftverken. Vindkraftverken förankras på fundament och kopplas samman i ett internt kabelnät som förbinder vindkraftverken med ett antal transformator- eller omriktarstationer, vilka används för överföring till land med växelström (transformatorstationer) eller likström (transformator- och omriktarstationer).

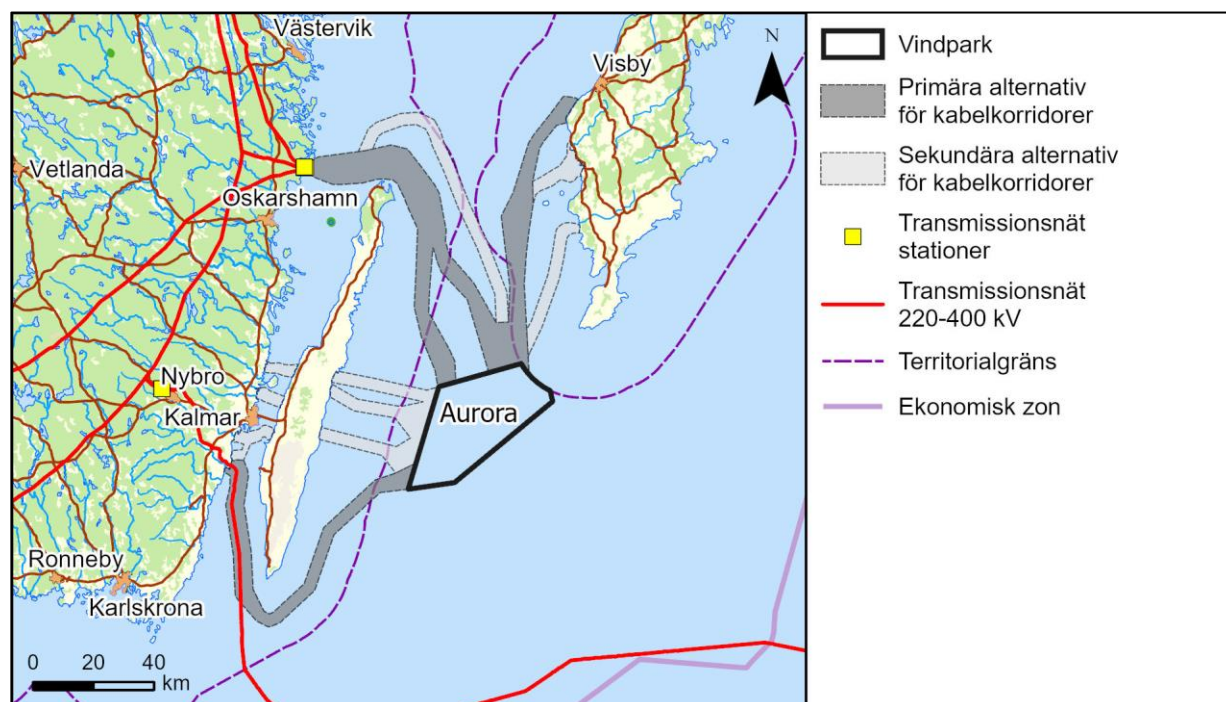
Från varje delområde inom vindparken överför ett eller flera förband med anslutningskablar den producerade elektriciteten från respektive transformator-/omriktarstation till en anslutning på land. Därtill kan det anläggas en eller flera master för meteorologiska mätningar och bojar för våg- och strömningsmätning. Inom vindparken kan även bostadsplattformar och plattformar för exempelvis energilagring och/eller energiomvandling anläggas. I Figur 3 redovisas en principskiss över de olika delar som en vindpark generellt sett består av.



Figur 3. De olika delar som en vindpark generellt sett består av.

3.3 Anslutningskablar

Utredning pågår avseende vindpark Auroras olika möjligheter gällande nätanslutning. På grund av parkens storlek och att den troligtvis kommer att byggas ut i flera etapper, kan flera anslutningspunkter bli aktuella (Figur 4). Framtagandet av de olika alternativen för kabelkorridorer har framför allt styrts av framkomligheten och möjliga anslutningspunkter. OX2 har genomfört en framkomlighetsstudie för de olika korridorerna.



Figur 4. Alternativ för kabelkorridorer, befintliga transmissionsnätstationer samt befintligt transmissionsnät. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Svenska kraftnät]

Alternativen för kabelkorridorer har delats in i primära (föreslagna) alternativ respektive sekundära alternativ, baserat på den framkomlighetsstudie som utförts och de parametrar (tekniska, miljömässiga, ekonomiska etc.) som ingick i studien. Baserat på kommande utredningar, framtida teknikutveckling och andra faktorer kan ett eller flera av såväl de primära alternativen som de sekundära alternativen bli aktuella för anslutningskablar och/eller eventuella rörledning för vätgas.

Ett av de primära alternativen för anslutning är en direkt förbindelse med transmissionsnätet på land, där anslutningspunkt i station Nybro i Nybro kommun eller station Ekhyddan i Oskarshamns kommun är tänkbara alternativ. Andra anslutningsmöjligheter utgörs exempelvis av att delar av Aurora kopplas in via Gotland som en del av en framtida handelslänk mellan länderna kring Östersjön.

Som ett komplement till en traditionell nätanslutning undersöks möjligheterna att anlägga plattformar för energilagring och/eller energiomvandling, i syfte att etablera tekniska lösningar för att kunna omvandla den producerade elektriciteten till e-bränslen så som vätgas eller ammoniak samt andra energilagringssystem. En sådan teknik (så kallad "power-to-X") är under pågående utveckling i branschen. Energin kan exempelvis genom vätgasproduktion lagras och transporteras med rörledningar inom projektområdet och till land, vilket möjliggör effektiv energilagring och förbättrad balans i elkraftssystemet, samt kan fungera som ett alternativ eller komplement till nätanslutning.

Vilken lösning som kommer att väljas för respektive etapp vid aktuell tidpunkt, kommer att bero på lämpliga anslutningspunkter för el, avtappningsmöjligheter för vätgas och dess respektive kapacitet.

Slutligen bör det noteras att utredningskorridorerna i de figurer som ingår i samrådsunderlaget är cirka 4 - 6 km breda, detta i syfte att kunna hitta en sträckning med goda tekniska förutsättningar och minsta möjliga påverkan. I själva verket tar en enskild anslutningskabel endast ett fåtal meter på bredden i bottenanspråk vid själva förläggningen. En anslutningskabel som grävs eller plöjs ner i havsbotten tar ingen bottenyta i anspråk under driftfasen.

3.4 Omfattning och utformning

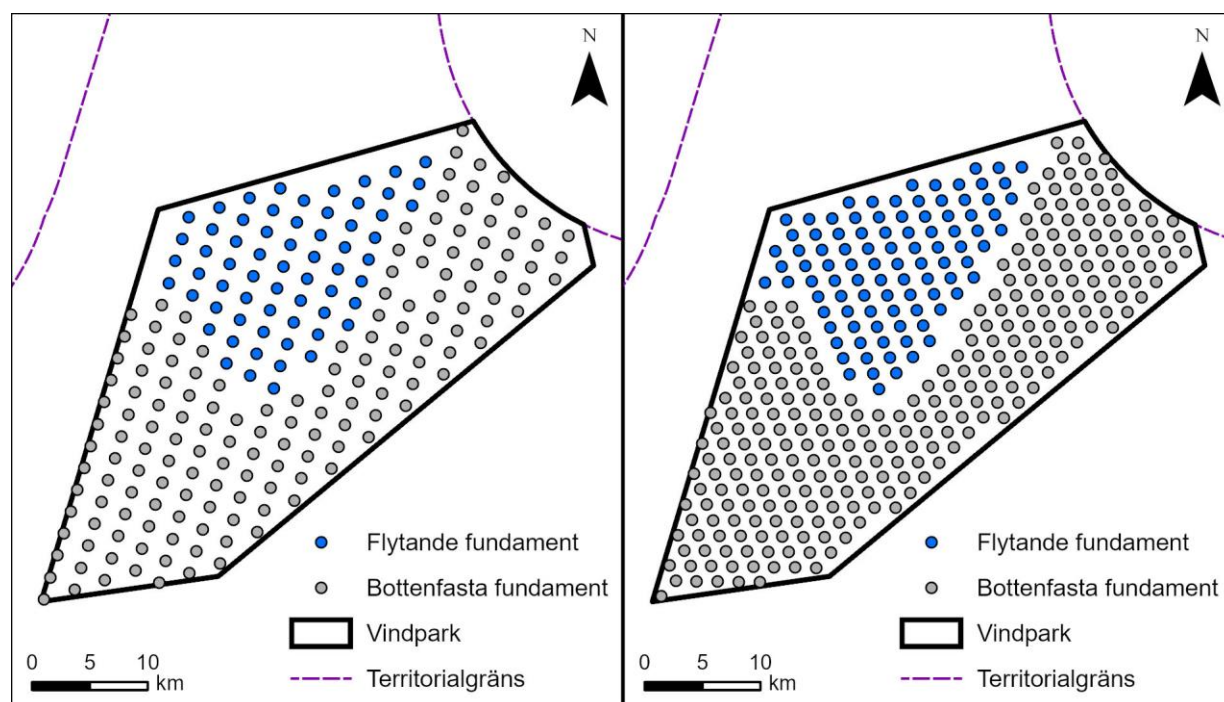
Tillståndsprocessen och byggprocessen för en vindpark till havs tar lång tid (se preliminär tidplan i avsnitt 3.6). Samtidigt sker en snabb och kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik succesivt blir tillgänglig. De senaste åren har vindkraftsindustrin kontinuerligt ökat vindkraftverkens rotorstorlek från omkring 170 meter i diameter till mer än 235 meter, vilket medför en högre produktion och ett mer effektivt nyttjande av ytan. Samtidigt krävs det större avstånd mellan vindkraftverken för att maximera verkningsgraden i vindparken. Omkring år 2030 förväntas rotorstorleken vara uppemot 340 meter.

Vindparkens utformning, inklusive placering av kablar, transformator-/omriktarstationer och eventuella övriga plattformar och anläggningsdelar, kommer att anpassas efter platsens förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar, miljömässigt hänsynstagande, samt geotekniska egenskaper. OX2 kommer därför att söka tillstånd som innebär flexibilitet ifråga om placering, utformning och teknikval. Den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer därför att bestämmas utifrån den teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån optimering av elproduktionen. Vindkraftverkens

storlek och antal resulterar i olika alternativ som kommer att belysas och utvärderas utifrån den tillgängliga vindresursen i området.

Tekniken för fundament optimeras löpande vilket också öppnar upp för nya möjligheter, likaså optimeras teknik för överföring av el till land. Utformningen av vindparken som presenteras i detta underlag ska därför ses som ett exempel i och med att tillgänglig teknik kan hinna förändras innan byggstart.

I Figur 5 presenteras två exempel på möjliga parklayouter för Aurora, med mindre respektive större vindkraftverk, samt med flytande respektive bottenfasta fundament. Antalet vindkraftverk förväntas vara maximalt 370 stycken och storleken på vindkraftverken kan komma att variera inom vindparken mellan de olika etapperna, vilket innebär att olika stora vindkraftverk kan komma att användas för de olika etapperna. Layouterna visar hur vindparken skulle kunna utformas inom projektområdet. Det ska framhållas att detta endast är exempellayouter och att den slutgiltiga utformningen kan komma att se annorlunda ut. Eventuella avgränsningar vad gäller fundamentstyp inom parkens olika delar kommer att beskrivas närmare i miljökonsekvensbeskrivningen.



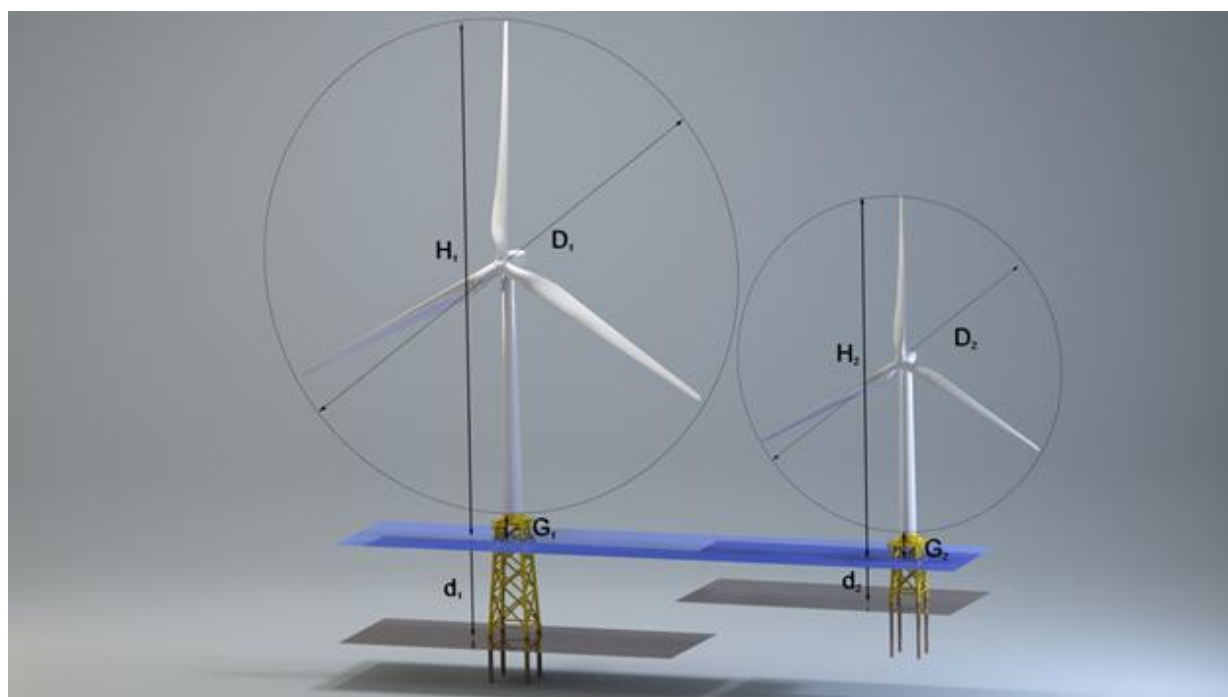
Figur 5. Två exempel på möjliga parklayouter för vindpark Aurora, med större respektive mindre vindkraftverk, samt med flytande respektive bottenfasta fundament.

3.4.1 Vindkraftverk

Ett vindkraftverk består av torn, maskinhus samt rotor och installeras på ett fundament som är förankrat i havsbotten. Den el som varje vindkraftverk producerar överförs via ett internt kabelnät till en eller flera transformator-/omriktarstationer.

Vindkraftverk kan vara antingen vertikal- eller horisontalaxlade med två eller tre rotorblad. Ett horisontalaxlat vindkraftverk har sin rotor ned- alternativt uppvind. Den typ av vindkraftverk som har utvecklats snabbast och som det har uppförts flest av hittills, är de trebladiga horisontalaxlade.

I ett senare skede kommer vindkraftverksmodell för vindpark Aurora att väljas utifrån platsens egenskaper och den tekniska utveckling som har skett fram till dess att det är aktuellt att börja bygga vindparken. Det kommer med största sannolikhet att bli en traditionell modell med tre rotorblad på en horisontell axel. Rotordiametern förväntas att vara mellan 240 till 340 meter och vindkraftverkens högsta totalhöjd förväntas vara 370 meter över havsytan. Frigången mellan bladspets och vattenyta är cirka 20 - 30 meter. I Figur 6 respektive i Tabell 1 visas exempel på dimensioner för vindkraftverk till havs.



Figur 6. Exempel på vindkraftverk. D = rotordiametern, H = totalhöjd, G = frigång, d = vattendjup.

Tabell 1. Exempel på dimensioner för vindkraftverk

	Exempel 1	Exempel 2
Effekt per vindkraftverk (MW)	15	25
Antal vindkraftverk	370	220
Rotordiameter (m)	240	340
Totalhöjd (m)	270	370
Minimifrigång (m)	20 - 30	20 - 30

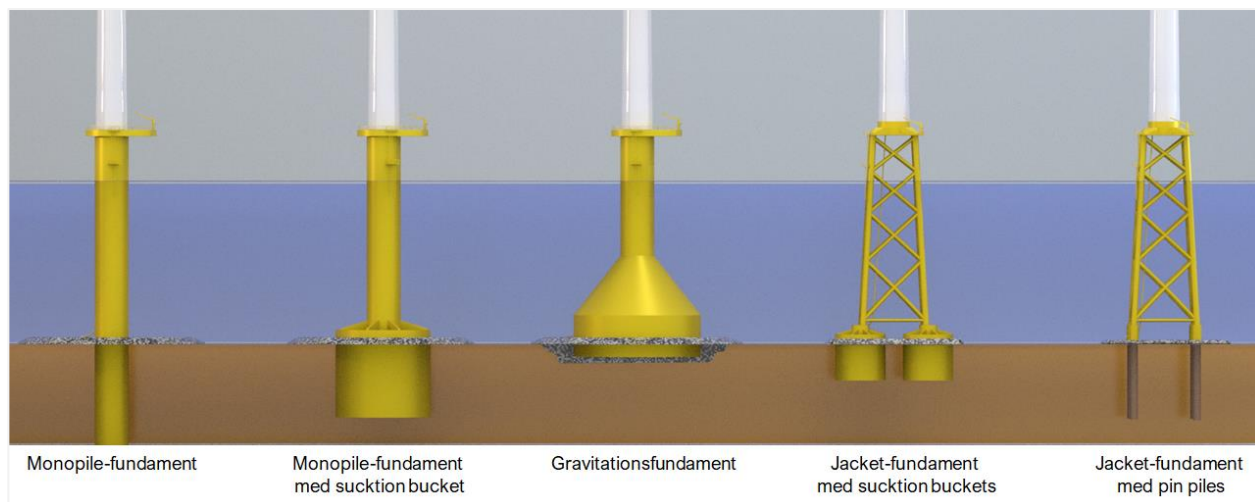
Ett vindkraftverks rotorblad är normalt sett tillverkade av i huvudsak glasfiber- eller kolfiberförstärkta polymerkompositer, medan tornen oftast utgörs av sektioner i stålrör. Vindkraftverket förväntas producera el vid vindhastigheter från cirka 3 m/s och uppnå maximal produktion vid vindhastigheter mellan 10 och 14 m/s. När vindhastigheten överstiger cirka 30 m/s stängs vindkraftverket av för att åter automatiskt starta när vindhastigheten är lägre.

Vindkraftverken inklusive mätmaster kommer att märkas ut för luft- och sjöfart enligt gällande regelverk och föreskrifter. Därutöver kommer en dialog att föras med berörda myndigheter om erforderliga säkerhetshöjande åtgärder.

3.4.2 Fundament

Val av fundament beror på ett flertal olika faktorer: primärt vattendjup, geologi, vind- och vågförhållanden samt miljömässigt hänsynstagande och kostnader. Eftersom både vattendjup och geologiska förutsättningar varierar inom vindparken kan olika typer av fasta eller flytande fundament bli aktuella. Nedan följer en redogörelse för de olika typer av fasta respektive flytande fundament som bedöms kunna bli aktuella.

Utifrån den teknik som är tillgänglig idag är det framförallt tre olika typer av fasta fundament som bedöms bli aktuella: gravitationsfundament, monopilefundament och fackverksfundament, vidare kallat jacketfundament. Dessa tre grundtyper kan även kombineras som ett hybridfundament. Fundamenten, som förankras i havsbotten, kan till exempel använda så kallade suction buckets (sugkassuner) eller en alternativt flera piles (stålpålar). Exempel på de olika alternativa fundamenttyperna illustreras i Figur 7. Fundamentens indikativa dimensioner kommer att redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen efter att områdets platsförutsättningar har undersökts i erforderlig omfattning.



Figur 7. Exempel på olika typer av fasta fundament.

På toppen av fundamentet monteras vanligtvis ett övergångsstycke (en så kallad transition piece) varpå vindkraftverkets torn monteras. I anslutning till fundamenten anläggs ett erosionsskydd på havsbotten, för att skydda fundamenten mot uppkomst av erosionshål runt fundamenten. Behovet av erosionsskydd varierar beroende på vågor, strömmar och typen av bottensediment. Den vanligaste typen av erosionsskydd är lager av sten, grus och sand i varierande storlek som läggs runt basen på fundamentet.

Gravitationsfundament

Gravitationsfundament (Figur 8) är stora konstruktioner som står på havsbotten och som håller vindkraftverket upprätt genom sin storlek och tyngd. Gravitationsfundamentet tillverkas vanligen som en betongkassun eller stålbehållare, som fylls med ballast.



Figur 8. Gravitationsfundament. Illustration COWI

Gravitationsfundament förutsätter en jämn botten och är ofta fördelaktiga vid jordarter med god bärförmåga samt vid begränsade vattendjup. Med ökande vattendjup blir konstruktionen större och tyngre, särskilt med dagens ökande storlek av vindkraftverk. Inför installationen behöver bottenytan förberedas genom muddring och ett bärlager behöver anläggas för att säkerställa en jämn botten. Muddringsarbetet innebär att en fördjupning grävs ut i havsbotten. Om stora stenblock förekommer kan de behöva avlägsnas. Efter avslutad muddring anläggs en plan bädd av stenkross för fundamentet att vila på. Då stenbädden är anlagd förs fundamentet på plats med hjälp av ett kranfartyg och fylls med ballast.

Ett gravitationsfundament beräknas för Aurora ha en bottendiameter på cirka 45 - 60 meter. Runt fundamentets bas anläggs ett erosionsskydd.

Monopilefundament

Monopilefundament (Figur 9) består av en enkel stålcylander (en "pile") som försänks djupt ned i botten genom pålning eller borrar, alternativt en kombination av pålning och borrar. Fundamentets diameter och förankringsdjup dimensioneras bland annat efter belastningen från vindkraftverket, geotekniska förhållanden, vattendjup samt vind- och vågförhållanden.

Monopiletekniken är relativt enkel och kräver i regel inte någon förbehandling av botten, däremot krävs fartyg med stor lyftkapacitet under installationen. Pålen försänks i havsbotten genom att

en hydraulisk hammare pålar ner fundamentet i havsbotten. Styrka och slagfrekvens för hammaren anpassas efter rådande förhållanden.



Figur 9. Monopilefundament. Illustration COWI

Tekniken med monopilefundament är välbeprövad och vanligt förekommande på befintliga havsbaserade vindparker i drift runt om i världen. I närheten av svenskt vatten har monopilefundament bland annat använts vid Ørstedes park Anholt, vid Vattenfalls projekt Kriegers flak på danskt vatten och i EnBW:s Baltic 2 (del av Kriegers flak) i tyskt vatten på gränsen till Sverige, samt RWE:s park Arkona, sydväst om Rönne. Fördelarna med monopilefundament är att det är en välbeprövad struktur som är relativt enkel att tillverka, transportera och installera. I driftsfasen är strukturen lätt att inspektera. Fundamentstypen kräver begränsad preparering av botten innan installation, tar förhållandevis liten bottenyta i anspråk och installationen är relativt snabb.

Ett monopilefundament, som är svagt koniskt, beräknas för Aurora ha en maximal diameter om cirka 15 meter. För att uppnå tillräcklig stabilitet kan monopilefundamentet pålas ner cirka 50 - 60 meter i havsbotten. Runt fundamentet anläggs erosionsskydd, med en förväntad storlek på fyra gånger pålens diameter, dvs. maximalt cirka 60 meter.

Jacketfundament

Jacketfundament (Figur 10) är en fackverkskonstruktion av stålrör/balkar med tre eller fyra ben. Tekniken härstammar från olje- och gasindustrin och är beprövad på stora djup, vanligen över 40 meter. Stålrören i nätverket fixeras som regel i varandra genom svetsning eller med hjälp av gjutna hylsor.



Figur 10. Jacketfundament. Illustration COWI

Jacketfundament med pin piles förankras i botten genom att tre till fyra stålrör pålas fast i bottensedimentet varefter hela stålkonstruktionen kan monteras i ett stycke. På hårbotten kan även borring förekomma. Pålningen föregår på liknande sätt som för monopilefundament. För Aurora förväntas diametern på de enskilda pålarna att vara som mest cirka 4,5 meter och med ett penetrationsdjup på cirka 45 - 65 meter.

Suction bucket-fundament

Suction buckets är uppochnedvända behållare, ihåliga stål cylindrar, som kan monteras antingen på monopiles (då benämnd monobucket) eller på en jacket. Vid installation placeras behållaren på botten varefter vattnet pumpas ur behållaren och skapar ett undertryck. Undertrycket gör att behållaren sugs ner i sedimenten. Anläggning av suction buckets kräver ingen pålning eller borring, däremot kräver tekniken viss sedimentbeskaffenhet för att den ska kunna användas.

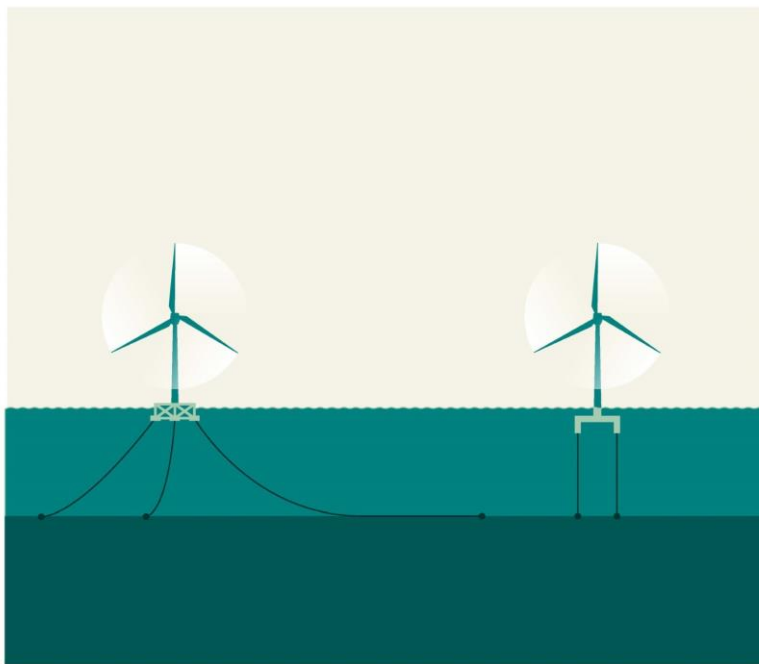
Flytande fundament med förankring

En teknik som är under utveckling är flytande fundament. I dagsläget finns det en rad olika pilotprojekt runt om i världen men ännu inga kommersiellt utbyggda vindparker som använder sig av flytande fundament. Tekniken förväntas dock ha en snabb utveckling under de kommande åren. Flytande fundament förekommer inom olje- och gasindustrin där man använt sig av dessa för att komma åt oljereservoarer på djupt vatten. Därför kan denna teknik komma att bli aktuell för Aurora i områden av vindparken med större vattendjup.

Tekniken möjliggör installationer på större vattendjup, djupare än 60 meter, än de traditionella bottenfasta fundamenten. Dessutom är bottenförhållandena mindre viktiga och även den miljömässiga påverkan på bottenmiljön och det marina livet på grund av borring/pålning kan minskas tack vare den flytande tekniken.

Det finns olika varianter av flytande fundament, vilka kan delas upp i fyra kategorier. Spar, barge och semiflytande (Figur 11) är tre varianter med stora fundament som förankras vid havsbotten med hjälp av långa kedjor eller staglinor som förtöjs i någon form av ankare. Den fjärde varianten, TLP (tension leg platform, Figur 11), har en mindre plattform och är förankrad i havsbotten med vertikalt löpande linor. Denna teknik kräver mycket starka förankringslinor och en gedigen fästanordning på botten.

Oavsett vilken fundamentstyp som används kan olika förankringslösningar med linor och ankare användas. Vad som avgör vilka tekniklösningar som tillämpas beror bland annat på botten- och sedimentsförhållanden.



Figur 11. Till vänster i figuren illustreras ett semiflytande fundament med långa förankringslinor till havsbotten. Till höger i figuren illustreras varianten TLP (tension leg plattform) som förankras i botten med vertikala förankringslinor.

Sparfundament

Sparfundament är en beprövad teknisk lösning inom till exempel olje- och gasindustrin. Den ger stabilitet tack vare en vertikal flytande boj med låg tyngdpunkt. Fundamentslösningen består av en cylinder med en relativt liten kontaktyta med vattenytan jämfört med andra grundtekniker. Cylindern är fylld med ballast för att förskjuta fundamentets tyngdpunkt nedanför flytpunkten. Den kan vara konstruerad av stål, betong eller en kombination av dessa. På grund av sparbojens storlek finns det utmaningar med transporten ut till parken samt vid installationen då monteringen antingen måste göras ute vid parkområdet eller i en hamn med ett väldigt stort vattendjup.

Bargefundament

Bargefundament har en stor flytande plattform som får sin statiska stabilitet genom att nyttja flytkraftens egenskaper och plattformens stora area i det så kallade vattenplanet. Tack vare plattformens konstruktion skapas stabilitet genom att kontaktytan med vattnet förskjuts från tornets centrum till den omgivande plattformen, vilket minskar påfrestningar från vågrörelser. Konstruktionen är mindre materialintensiv än den tidigare nämnda sparlösningen och är därmed en enklare och billigare variant. Fundamentet förankras i havsbotten med hjälp av långa, löst hängande förankringslinor.

Fördelarna med bargefundament är att all montering och testning kan utföras på land innan bogsering ut till parkområdet. På grund av plattformens utbredning krävs det stora ytor i hamnen för att monteringen ska vara möjlig, men istället kan dyra kostnader för långa havsinstallationer minimeras. Den stora plattformen underlättar för allt underhållsarbete som görs under drifttiden.

Semiflytande fundament

Semiflytande fundament är en kombination av teknikerna som används för barge- och sparfundament. Den består av en plattform som delvis är nedsänkt under vattenytan och som har en utformning likt ett bargefundament som ger en mer horisontell utbredning än sparfundament. Likväl som för bargefundament kan monteringen av det semiflytande fundamentet utföras på land. Det som behöver utföras på plats är själva förankringen som görs till redan förinstallerade ankare vid havsbotten, samt anslutning till internnätsskablar.

Tension leg platform

Tension leg platform (TLP, Figur 11) är en mindre vanlig teknik som till skillnad från de tidigare nämnda lösningarna upprätthåller sin stabilitet med hjälp av spända förankringskedjor mot havsbotten. Fundamentet består av en relativt liten plattform med stark flytkraft som är helt nedsänkt under vattenytan. Tekniken kräver en gedigen förankringslösning med stora gravitationsankare eller motsvarande för att klara av påfrestningen på de spända förankringslinorna. Fördelen med denna förankringslösning är att linorna har en vertikal sträckning från plattformen ner till havsbotten. Det gör lösningen relativt billig att skala upp till större vattendjup.

TLP-fundamenten kan vara mindre och lättare jämfört med de andra alternativen tack vare dess tekniska konstruktion. Däremot har denna lösning en mindre inneboende stabilitet och de relaterade riskerna till att en av förankringslinorna går av är större jämfört med för övriga typer av flytande fundament. Vid installationen krävs ett särskilt utformat fartyg som assisterar i monteringen.

Precis som för bottenfasta system så anpassas lösningarna efter de lokala förutsättningarna. Den tekniska utvecklingen har medfört att bottenfasta fundamentet kan byggas på allt djupare vatten. På liknande sätt bidrar den snabba utvecklingen av flytande fundament till att allt grundare vatten kan användas.

Bottenförankring

Alla flytande fundament behöver förankras i havsbotten med hjälp av långa staglinor/kedjor. Dessa förtöjs i någon form av ankare. Beroende på botten- och sedimentförhållanden samt andra lokala omständigheter, väljs vilken förankringstyp som är bäst lämpad. De förankringslösningar som har ett ankare som behöver grävas ner en bit i botten för att fästa ställer högre krav på bottenförhållandena. Gravitationsförankring är den teknik som är minst beroende av vilka bottenförhållanden som råder, men nackdelen med denna variant är att den har en materialkrävande framställning. Förankring med pålar kräver ofta pålning som genererar undervattensljud.

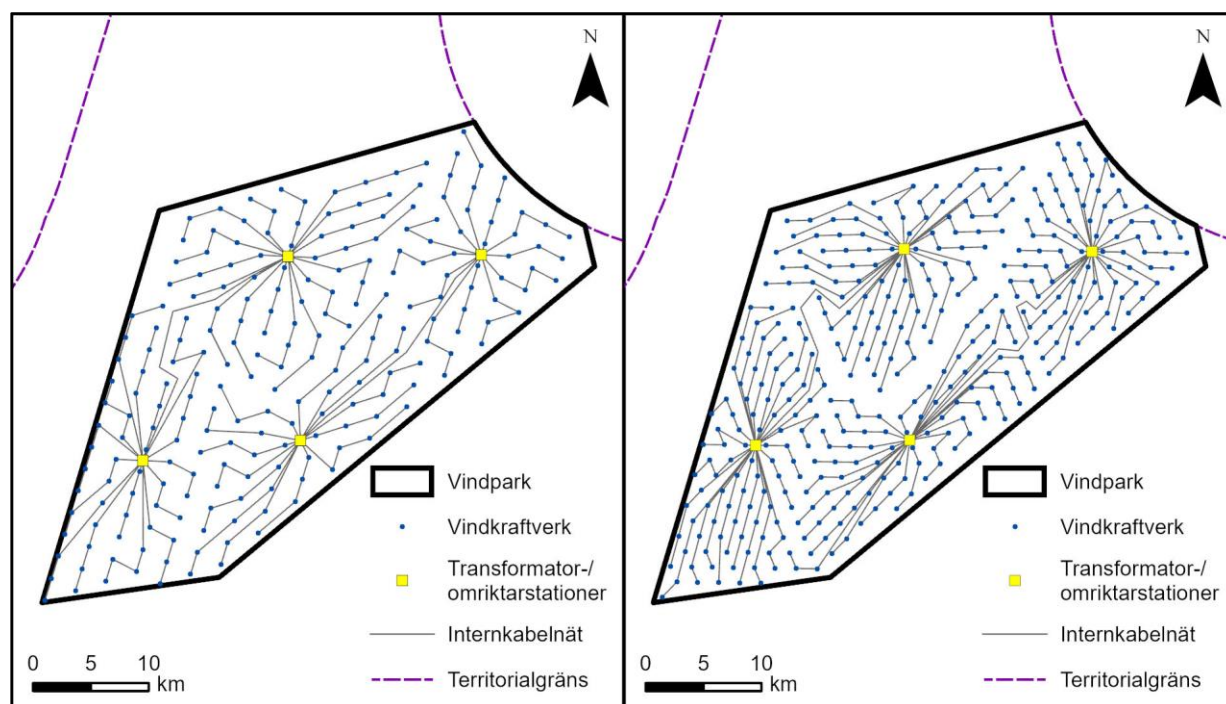
Oavsett fundamentslösning har anordningen tre eller fler förankringslinor till botten. Bottenfästet för förankringslinorna kan nyttjas av mer än en lina/kedja. En förankringslina på varje vindkraftverk är utrustad med en "in-line tension" för att kunna justera spänningen på förankringslinan. Detta utnyttjas framför allt i installationsfasen men kan även justeras under driftsfasen vid behov.

3.4.3 Internkabelnät

Det interna kabelnätet binder samman vindkraftverken med transformator-/omriktarstationerna, genom att sammankoppla enstaka vindkraftverk i grupper (radialer) som sedan kopplas till respektive transformator-/omriktarstation. Vanligtvis består det interna kabelnätet av en armerad treledarkabel, med tre faskablar av vald dimension. Kärnan består av en koppar- eller aluminiumledare som är isolerad med PEX (plast) eller EPR (gummi). Ytterst har faskablarna en skärm som skyddas av ett PE-lager (plast). Hålutrymmena mellan faserna fylls upp för att göra kabeln rund och därefter skyddas kablarna med armering, vilket vanligtvis utgörs av galvaniserade ståltrådar. Ytterst läggs ett transportskydd av garn eller PE. I ett av hålutrymmena placeras en tub med optofiber.

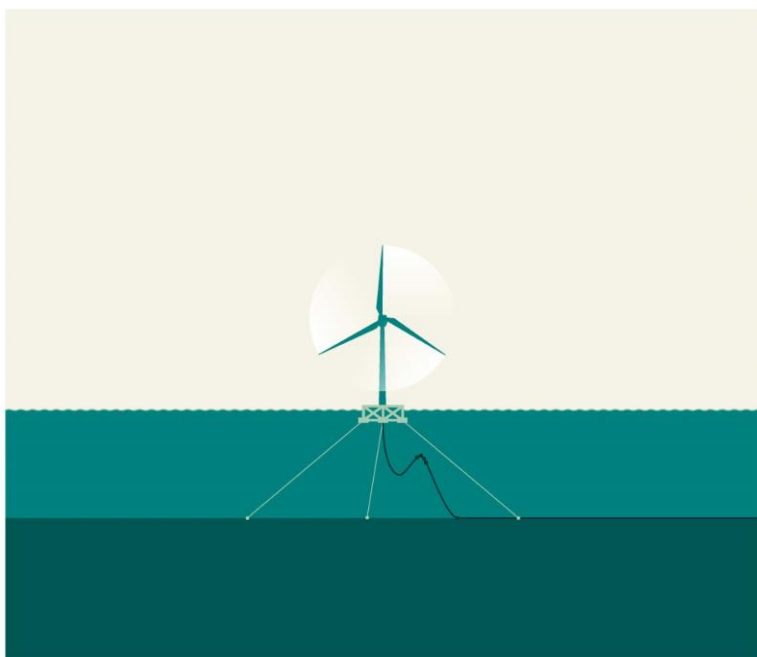
Utifrån den kabelteknik som finns tillgänglig i dag, kan internkabelnätet exempelvis bestå av 66 kV-kablar, vilka kan överföra en samlad effekt på runt 80 - 90 MW per kabel. Det betyder att sex 15 MW vindkraftverk kan anslutas längs samma radial. Spänningsnivån hos internnätsskablar förväntas stiga upp till cirka 170 kV de närmsta fem till tio åren. Detta skulle göra att den totala överföringskapaciteten för varje kabel ökar och på så sätt reduceras antalet radialer och därmed den totala längden kablar. Utöver kablarna som förbinder vindkraftverken kan det inom vindparken även komma att etableras ytterligare kablar för att skapa redundans i systemet samt för kraftförsörjning till eventuella plattformar.

I Figur 12 visas två exempel på möjliga layouter för internkabelnätet för vindpark Aurora, med större respektive mindre vindkraftverk, samt med flytande respektive bottenfasta fundament.



Figur 12. Två exempel på möjliga layouter för internkabelnätet för vindpark Aurora, med större respektive mindre vindkraftverk, samt med flytande respektive bottenfasta fundament.

Till skillnad från bottenfasta fundament utgörs internkabelnätet för flytande fundament av två typer av kablar, dynamiska och statiska kablar. Den dynamiska kabeln är en löst hängande del av kabeln mellan det flytande fundamentet och havsbotten. På grund av de flytande fundamentens rörelse behöver de anslutande kablarna vara utformade för att kunna hantera detta. Kabeln har vanligtvis en "lazy wave"-utformning (Figur 13), som gör att den kan formas och röra sig i harmoni med fundamentet. Nere vid havsbotten ansluter den dynamiska kabeln vanligtvis till en statisk kabel (Figur 14) som kan grävas ner i havsbotten för skydd. Den ansluter i sin tur till en bottenfast transformatorstation.



Figur 13. Flytande fundament anslutet med dynamisk kabel som kan hantera fundamentets rörelser.



Figur 14. Bild ovanifrån som visar hur vindkraftverken med tillhörande förankringslinor är sammankopplade via internkabelnätet.

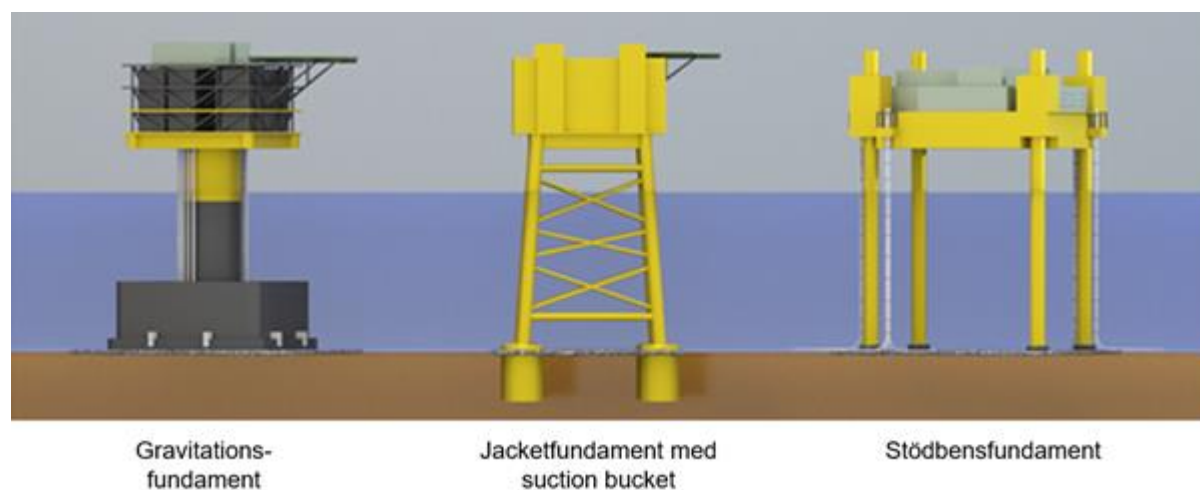
3.4.4 Havsbaserade transformator- och omriktarstationer

Inom vindparksområdet installeras en eller flera transformator-/omriktarstationer (offshore substations, "OSS") dit elen som produceras av vindkraftverken leds via internkabelnätet. Från transformator-/omriktarstationen går anslutningskablar som exporterar elektriciteten till anslutningspunkter på land. Transformator-/omriktarstationen innehåller elektrisk utrustning,

bland annat transformatorer som transformerar spänning från internkabelnätet till högre spänning. Sker landanslutningen med likström ingår även omriktare som en del av den elektriska utrustningen, dessa stationer benämns då som regel omriktarstationer. Beroende på teknikval kan det även vara möjligt att placera utrustning för transformering till högre spänning på samma fundament som ett vindkraftverk.

Transformator-/omriktarstationen är en plattform med ett eller flera däck, ibland med landningsplats för helikopter. Plattformen prefabriceras och installeras i moduler på ett eller flera fundament.

Fundamentstyper för transformator-/omriktarstationer är i grunden samma som för vindkraftverken men dimensionerade med hänsyn till de laster som stationernas utformning ger upphov till. Detta betyder att flera fundament kan användas till en plattform eller att till exempel jacket-fundamenten har ett större antal ben än för fundamenten till vindkraftverken. I Figur 15 visas några exempel på hur plattformen och fundamenten kan vara utformade.



Figur 15. Exempel på havsbaserade transformator-/omriktarstationer med tillhörande fundament.

Exakt antal, utformning och placering av transformator-/omriktarstationerna kommer att bestämmas under vindparkens detaljprojektering, och baseras på storlek och antal vindkraftverk, bottenförhållanden och optimal dragning av kablar.

Plattformarnas dimensioner varierar mellan olika tillverkare samt beroende på kapacitet och på vilka komponenter plattformen innehåller. Plattformen eller plattformarna kommer att märkas ut i enlighet med gällande regelverk för båt- och flygtrafik.

3.4.5 Anslutningskablar

När elektriciteten transformerats och eventuellt omriktats från växelström till likström överförs denna via en eller flera anslutningskablar (så kallade exportkablar) till en anslutningspunkt på land. Kablarnas antal och utformning beror bland annat på vilken teknik (HVAC, dvs. högspänd växelström eller HVDC, dvs. högspänd likström) som kommer att användas samt spänningsnivå. Anslutningskablarnas sträckning samt längd beror på slutlig anslutningspunkt samt områdesförutsättningar (till exempel geologin samt olika förekommande allmänna eller enskilda intressen).

De anslutningspunkter och korridorer som för närvarande utreds av OX2 visas i Figur 4. Även andra anslutningspunkter kan komma att bli aktuella.

3.4.6 Bostadsplattformar

Vindparken kan även inkludera en bostadsplattform för personer som arbetar med drift och underhåll av vindparken. Plattformen utrustas med funktioner för bland annat mat och vatten, sovplatser, tvätt, verkstäder, förvaring samt kontor. Fundamentstyper och installationsförfarande för bostadsplattformar motsvarar de som är beskrivna för transformator-/omriktarstationen men de är dimensionerade med hänsyn till de laster en bostadsplattform ger upphov till.

3.4.7 Plattformar för energilagring/energiomvandling

I takt med ökad efterfrågan på fossilfria bränslen och ett ökat behov av att kunna lagra energi kan det bli aktuellt att inom vindparken anlägga plattformar för energilagring och/eller energiomvandling. En energiomvandlingsplattform kan omvandla elektrisk energi från vindkraftverken till så kallade e-bränslen så som vätgas, ammoniak eller metanol. Plattformen utrustas med bland annat elektrolysör. Transport av bränslet från plattformen kan ske genom nya eller planerade gasledningar, alternativt via fartyg. En energilagringsplattform kan även utrustas med batterier för lagring av el. Under perioder med låg vind kan vindparken då fortsätta att leverera el.

Varje enstaka energiomvandlingsplattform uppskattas kunna hantera en elektrolysör med en kapacitet om cirka 300 - 350 MW. Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande antas en total effekt på upp till 2000 - 2500 MW kunna tas i bruk för energiomvandling via elektrolysörer.

Fundamentstyper och installationsförfarande för plattformar för energilagring eller energiomvandling är motsvarande de beskrivna för vindkraftverken samt transformator-/omriktarstationen men dimensionerade med hänsyn till de laster som plattformens behov ger

upphov till. En plattform kan därför ha exempelvis ett jacketfundament med fler ben än vad ett enskilt vindkraftverk skulle ha, alternativt ha två stycken jackets.

Ett alternativ till att anlägga energiomvandlingsplattformar är att montera elektrolysörer direkt på vindkraftfundamentets övergångsstycke. Denna tekniska lösning kan vara applicerbar på fundament med tillräckligt mycket tillgänglig yta för installation av de nödvändiga komponenter som hör till elektrolysören. Vätgasen som produceras vid varje enskilt vindkraftsfundament leds via ett internt rörledningsnät inom vindparken till den rörledningsinfrastruktur som vindparken är ansluten till för att därifrån transportera gasen till land.

Elektrolysör

En elektrolysör mottar växelström, som omvandlats till likström, från vindkraftverket och demineraliserar havsvattnet som pumpas upp till systemet. Därefter spjälkas vattnets väteatomer från dess syreatomer genom elektrolys. Om elektrolysörer är installerade på enskilda vindkraftsfundament kommer vätgasen som produceras att ledas via ett internt rörledningsnät inom vindparken till den rörledningsinfrastruktur som vindparken är ansluten till för att därifrån transportera gasen till land.

I nuläget finns två typer av elektrolysörer tillgängliga på marknaden för kommersiellt bruk, dessa kallas "Alkaline Electrolyzer" (AEL) och "Proton Exchange Membrane Electrolyzer" (PEMEL). En ytterligare typ av elektrolysör som är under utveckling men som ännu inte kan appliceras för kommersiellt bruk är en så kallad "Solid Oxide Electrolyzer" (SOE).

AEL, den alkaliska elektrolysören, är väl beprövad och är i dagsläget den mest ekonomiska teknologin som har den längsta produktlivstiden. I AEL används ofta kaliumhydroxid (KOH) som vätska i elektrolysprocessen. Under systemnedstängning- och underhållsperioder så tillförs kväve till systemet för att spola och rensa elektrolysören. Utgående kväve som har använts ventileras därefter ut från systemet till atmosfären.

De restprodukter som vätgasproduktion via elektrolysprocess resulterar i är utgående saltvatten, som har en högre koncentration av natriumklorid än ursprungligt ingående havsvatten, syre som har separerats från väteatomerna i processen samt värme. Syret kan antingen ventileras ut till atmosfären eller lagras och transporteras till potentiella användningsområden.

Enligt preliminära beräkningar som OX2 har tagit fram kan årliga vätgasvolymen upp till cirka 250 000 ton produceras för 2 000 - 2 500 MW elektrolysörskapacitet. Denna årliga volym skulle kräva cirka 4 500 000 m³ ingående havsvatten i systemet.

3.4.8 Rörledningar

Vätgasen som produceras på energiomvandlingsplattformarna kommer att behöva transporteras till land, alternativt överförs till fartyg för vidare transport. Transport av vätgasen till land kan antingen utföras genom att ny infrastruktur för gasrörledningar etableras eller genom att vätgasen injiceras i befintliga operativa gasledningar.

Vid vätgasinjicering till befintlig infrastruktur kommer en separat plattform, så kallad "tie-in"-plattform, att behövas installeras vertikalt över sammankopplingspunkten. Vätgas från energiomvandlingsplattformarna leds till "tie-in"-plattformen för att senare via ledningsrör, så kallade "risers", injiceras till befintliga operativa gasledningar.

Rörledningar kan också komma att löpa mellan vindkraftverken om elektrolysör placeras i anslutning till vindkraftverkens fundament.

3.4.9 Mätmaster

En eller flera meteorologiska master kan komma att installeras för mätning av vindhastighet, vindriktning, temperatur, fuktighet med flera parametrar. Från masten kan även oceanografiska förhållanden som vågor, strömningar och vattentemperaturer mätas. Inom projektområdet kan det även uppföras master för kommunikationsutrustning.

3.5 Aktiviteter i projektets olika faser

I detta avsnitt ges en sammanfattning av de aktiviteter som sker under de förberedande undersökningarna, anläggningen, driften och avvecklingen av vindpark, kablar och eventuella rörledningar.

3.5.1 Förberedande undersökningar

Inför anläggning av park, kablar och eventuella rörledningar kommer undersökningar av havsbottenförhållandena att genomföras för att närmare utreda bottenens geologi och sediment. Syftet med undersökningarna är att erhålla detaljerad information inför slutlig design av fundament samt detaljutformningen av park och kabel- och eventuella rördragningar, inklusive exakt placering av vindkraftverk. Geofysiska undersökningar som sidescan sonar (SSS, sidoavsökande sonarer) och multibeam echo sounder (MBES, multistråleekolod) samt olika former av seismiska undersökningar (2D och 3D), ger högupplöst batymetrisk information om havsbottens sediment och dess geologiska sammansättning ner till cirka 70 meter under havsbotten, samt om förekomsten av naturliga och artificiella objekt på botten och eventuella gasfickor.

De geotekniska undersökningarna innefattar exempelvis geoteknisk borrhning, spetstryckssondering och vibrocores som leder till slutsatser om bland annat bärighet och därmed design av fundament samt ger information inför val av installationsmetoder. Magnetometri behövs för att säkerställa att anläggningsarbetena kan utföras utan risk för exempelvis påträffande av eventuella minor eller andra odetonerade stridsmedel (så kallade UXO, unexploded ordnance eller OXA, oexploderad ammunition).

3.5.2 Anläggningsfas

Vindparken Aurora kommer troligtvis att anläggas i flera etapper, vilket kommer att ske under en period om flera år. Anläggningsfasen för varje etapp innefattar moment som berör förberedelser inför och installation av vindparken. Nedan beskrivs översiktligt hur installation av en vindpark kan ske. Ofta försöker man genomföra installationsarbeten kontinuerligt under en säsong och utan avbrott för vintern (så långt möjligt vill man undvika arbete till havs under vinterperioden), men ibland kan det ske en uppdelning över flera säsonger.

En vanlig ordning vid installationen till havs är att först installera fundamenten för vindkraftverk, transformator-/omriktarstationer samt övriga plattformar, inklusive deras överbyggnad. Därefter installeras anslutningskablar, det interna kabelnätet och eventuella rörledning. Slutligen monteras vindkraftverk med torn, maskinhus och rotorblad. Allt eftersom vindkraftverken är färdiginstallerade sker driftsättning och provkörning innan verket efter godkända tester överlämnas till driftorganisationen.

Slutmonteringshamn

Huvudkomponenterna skeppas ut från respektive tillverkningshamn och transporteras antingen till en slutmonteringshamn (en så kallad pre-assembly harbour) eller direkt till vindparksområdet. Dagliga transporter av personal och mindre komponenter sker från en närliggande installationshamn. Vid sidan om fartygstransporter kan även helikoptertransporter förekomma.

Fartygstrafik

Vid installation ska vindparkens huvudkomponenter (vindkraftverk, transformator-/omriktarstationer, plattformar, mätmaster, fundament samt eventuella anläggningsdelar för produktion, lagring och distribution av vätgas) transporteras till området, positioneras och installeras. Under installationen av vindparken kommer ett flertal installationsfartyg och arbetsplattformar av olika slag att verka i området. Troligtvis kommer flera installationsmoment ske parallellt men i olika delar av projektområdet. Det kan även behövas ett antal stödfartyg för

utrustning och personal, samt bogserbåtar. All fartygstrafik övervakas av en marine coordinator. Runt pågående installationsarbeten kan en säkerhetszon etableras för att minimera risker.

För vissa arbeten kan ett stödbensfartyg (ett så kallat jack-up fartyg, Figur 16), eller en stödbensplattform, komma att användas. Dessa sänker ner sina stödben för att stå på botten. Med en bottenyta av cirka tio gånger tio meter står stödbenen på havsbotten. Beroende på bottenens beskaffenhet kan stödbenen även sjunka ner i havsbotten. Själva fartygskroppen eller plattformen höjs upp så att den står väl över högsta våghöjd och därmed inte längre påverkas av vågrörelserna. Som ett alternativ kan även semi-jack-up-fartyg användas. På semi-jack-up förblir skrovet flytande, samtidigt som stödben sänks ner i havsbotten för att säkerställa stabilitet.



Figur 16. Montering av vindkraftverk med ett fartyg av typen jack-up. Källa: COWI

Så kallade Crew Transfer Vessels (CTV) kommer att användas för persontransporter och transport av mindre komponenter. Dessa fartyg kommer att utgå från en närlägen installationshamn.

Utöver ovan nämnda fartyg kan ytterligare specialfartyg operera i området, exempelvis för olika undersökningar eller akuta insatser. Under byggnation kan det även förekomma en eller flera mindre båtar som säkrar installationsområdet från annan trafik.

Fundament

Vid installation av ett gravitationsfundament förbereds botten på den plats där fundamentet ska placeras, exempelvis genom att befintligt material i det översta lagret av havsbotten ersätts med ett homogent och jämnt lager grus. Fundamenten transporteras sedan ut till platsen flytande med hjälp av bogserbåtar alternativt på en pråm eller ett fartyg. Fundamenten sänks sedan ned på grusbädden med vinschar/kran eller genom att varsamt fyllas med vatten, varefter det väl på plats fylls med barlast.

Monopilefundament transporteras ut till vindparken flytande i vattnet eller ombord på ett installationsfartyg alternativt en pråm. Monopilefundamentet placeras på havsbotten, antingen från en stödbensplattform eller flytande kranfartyg. Därefter drivs det ned i havsbotten genom pålning, vibrationer eller borring. Beroende på förutsättningarna kan installationen ske genom en kombination av dessa metoder.

Jacketfundament kräver att havsbotten är relativt plan, vilket medför att utjämning kan krävas före installation. Fundamentet transporteras till platsen på en pråm eller ett installationsfartyg och placeras på havsbotten från en stödbensplattform eller kranfartyg. Om pin piles används, pålas, vibreras eller borrar dessa stålrör vid fundamentets respektive hörn ned i havsbotten. Dessa pin piles förenas sedan med fundamentet genom att de gjuts ihop alternativt genom mekanisk förankring. Om geologin samt övriga förutsättningar gör det möjligt kan jacketfundament förankras i havsbotten med sugkassuner, en stål- eller betongcylinder som med hjälp av undertryck sugas ned i havsbotten.

Efter installation av fundament anläggs vid behov erosionsskydd för att förhindra att vattenströmmar längs med botten förändrar förutsättningarna omkring fundamentet och underminerar förankringen. Erosionsskydden består vanligen av ett undre lager av grus och ett övre lager av sten av blandad storlek. Avslutningsvis sker montering av övriga delkomponenter, exempelvis övergångsstycke, stegar, reling, kran med mera.

För flytande fundament så bogseras dessa ut på platsen, vanligtvis med ett färdigmonterat vindkraftverk. Fundamentet förankras på sin plats enligt samma grundprinciper som för bottenfasta fundament förutom att även olika former av dragankare kan användas.

Internt kabelnät och anslutningskablar

Innan installation av kablar kan påbörjas genomförs vanligen en magnetometerundersökning av kabelsträckningen för att säkerställa att det inte förekommer oexploderad ammunition inom det aktuella området. Det genomförs även förberedande arbeten för att säkerställa en säker och obehindrad kabelläggning och installation. Det förberedande arbetet inkluderar att röja klippblock och stenblock på havsbotten, ta bort främmande föremål på havsbotten så som fiskenet, linor och dylikt. Røjningen innebär en viss penetration av havsbotten. Det kan även förekomma utjämning av havsbotten om det finns sandvågor eller annan lättrörlig havsbotten som inte kan undvikas, eller på platser med branta partier.

Kablarna, upprullade på stora spolar, transporteras till projektområdet med särskilda installationsfartyg. Kablarna läggs på havsbotten och begravs sedan vanligen till ett djup på mellan en till två meter under havsbotten för att skydda kablarna från skador från fiskeredskap, ankare och annat. Det slutgiltiga förläggningsdjupet beror på de geologiska förhållandena och den skyddsnivå man vill uppnå. En analys av detta görs under detaljprojekteringen. Förläggningsdjupet kan också variera över projektområdet. Vanligen begravs kablarna genom spolning eller pløjning.

I de fall de geologiska förutsättningarna inte tillåter att kablar förläggs i havsbotten kan de skyddas genom att täckas med exempelvis sten, betongmadrasser eller genom att de läggs i rör. Om en kabel behöver korsa en existerande kabel eller annan existerande infrastruktur måste både existerande och nya kablar skyddas. Kabelskydden kan till exempel bestå av betongmadrasser, stål- eller betongbryggor. Detaljerna gällande korsningen fastställs och i ett korsningsavtal som tas fram av parterna.

Förläggning och installation av anslutningskablar genomförs på samma sätt som för det interna kabelnätet men förläggningsdjupet för anslutningskablar är generellt sett något djupare, cirka 1 - 3 meter, detta då riskerna för och konsekvenserna av ett kabelbrott generellt sett är större utanför vindparken.

Vindkraftverk

Vid installation av vindkraftverk används vanligen stödbensfartyg eller flytande kranfartyg. Huvudkomponenterna till vindkraftverken kan komma att transporteras till vindparken med installationsfartyget eller med ett separat transportfartyg. Transporten kan ske direkt från en hamn nära tillverkaren för vindkraftverken eller från en installationshamn. De olika

komponenterna installeras därefter med hjälp av en kran, normalt inom en dag om väderförhållandena är gynnsamma.

Vindkraftverken monteras sannolikt i delar ute till havs. Installation av vindkraftverk kräver hög precision och begränsas därmed av våg- och vindförhållanden. Med vindkraftverken installerade kan komponenterna anslutas till det interna elnätet, varefter vindkraftverken provkörs.

Transformator-/omriktarstation, bostadsplattform och andra plattformar

En transformator-/omriktarstation, liksom bostadsbyggnader eller andra överbyggnader, installeras normalt på sitt fundament med hjälp av ett kranfartyg. Beroende på hur transformator-/omriktarstationerna samt dess fundament utformas kan de även flytas ut eller installeras med andra lyftmetoder, exempelvis med egna stödben. Alternativt kan fundamentet anläggas först, varefter överbyggnaden lyfts på plats. När transformator-/omriktarstationen är installerad ansluts det interna kabelnätet till stationen.

Rörledningar

Rörledningar installeras med särskilda fartyg, där man beroende på rörets dimension kan tillämpa olika metoder för förläggning. Rörledningar läggs antingen direkt på botten alternativt så kan ett dike grävas, i vilket röret förläggs och därefter täcks över.

3.5.3 Driftsfas

Vindkraftverk, transformator-/omriktarstationer och eventuella anläggningsdelar för produktion, lagring och distribution av vätgas är fjärrövervakade och obemannade under normal drift. Dock sker kontinuerligt underhåll av vindparken, vilket fordrar att personal och material transporteras dit med servicebåt, fartyg eller helikopter. Alternativt sker transportererna till en bostadsplattform och därifrån inom parken. Kablar och eventuella rörledningar inspekteras vid behov för att exempelvis säkerställa att kablarnas och de eventuella rörledningarnas skydd vid respektive vindkraftverks fundament är oförändrat. Vid fall av skada på kabel repareras denna genom att kabelsektionen som är skadad lyfts upp av ett kabelfartyg för reparation varefter kabeln åter förläggs i botten med samma metod som under anläggningsfasen. För att skydda kablarna och de eventuella rörledningarna från att skadas är det olämpligt att bedriva bottentrålning inom projektområdet samt över anslutningskablarna.

Den slutgiltiga strategin för drift och underhåll kommer att bestämmas i ett senare skede. Det kommer sannolikt att etableras en passande landbaserad drift- och servicebas från vilken övervakning sker och där mindre reservdelar tillhandahålls. Troligtvis kommer driften primärt

ske med hjälp av Crew Transfer Vessels (CTV), men helikoptrar kan också komma att användas. Under större underhållsperioder kan Service Operation Vessels (SOVs), hotellskepp, där personalen typiskt är stationerade under längre tid, användas. För vissa större underhållsåtgärder kan det komma att krävas att ett stödbensfartyg används. Någon gång under en anläggnings livstid sker en mer omfattande underhållsinsats där större komponenter kan bytas ut, då kan stödbensfartyg komma att användas.

3.5.4 Avvecklingsfas

Efter cirka 40 - 45 år förväntas vindparken ha nått sin livslängd, därefter kommer den att avvecklas. Avvecklingen kommer att ske enligt den praxis och lagstiftning som är gällande vid tiden för avveckling. Vindkraftverk, fundament, transformator-/omriktarstationer och eventuella anläggningsdelar för produktion, lagring och distribution av vätgas demonteras och platser för fundament återställs i erforderlig omfattning.

Generellt gäller att anläggningsdelarna demonteras om inte bortplockande av dessa enskilda strukturer medför en större miljöpåverkan än vad som är effekten av att låta dem vara kvar. Eftersom tekniken och kunskapsläget förändras snabbt planeras den detaljerade avvecklingen av vindparken lämpligen i dialog med tillsynsmyndigheten.

Troligen kommer de strukturer som finns ovanför bottenytan att avvecklas. Exempelvis kan gravitationsfundament lyftas bort, monopile- eller jacketfundament kapas några meter under havsbotten och den övre delen lyfts av. Vissa anläggningsdelar kan eventuellt lämnas kvar efter avveckling, till exempel interna kablar, rörledningar och anslutningskablar.

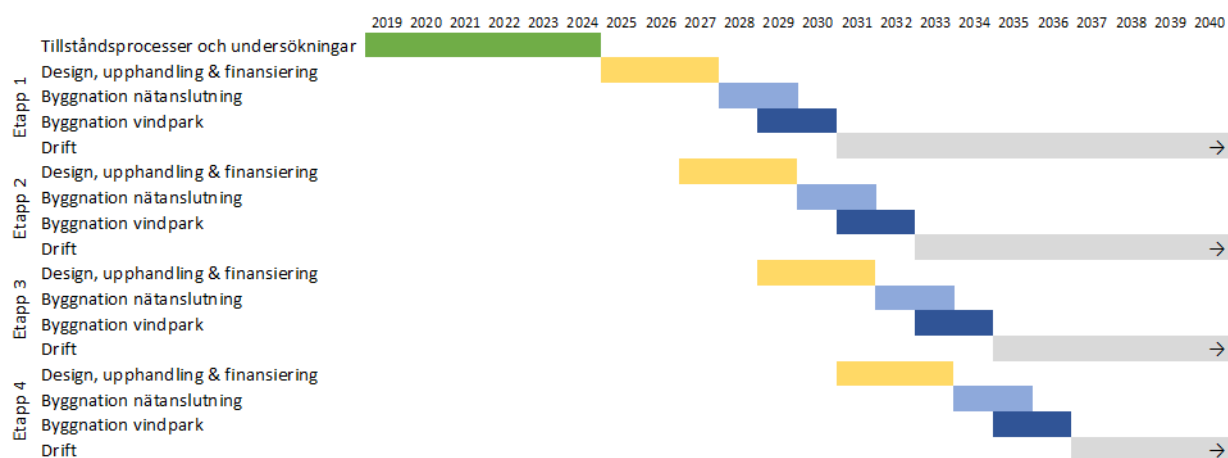
En anledning till att lämna kvar en del strukturer är att dessa kan ha blivit värdefulla artificiella rev. Om kablar och/eller rörledningar behöver tas bort, friläggs dessa varefter de lyfts upp. Sten som använts för att täcka kablar och/eller rörledningar lämnas troligtvis kvar på havsbotten likaså de skydd som använts vid korsningar. Under avvecklingen kommer återigen en temporär säkerhetszon att etableras runt platsen för aktiviteterna för att skydda personal, utrustning och säkerhet för tredje part.

Mot bakgrund av att vindparken troligtvis anläggs i flera etapper kan även avvecklingen av vindparken komma att ske i olika etapper.

3.6 Preliminär tidplan

Tidplanen för projektet redovisas i Figur 17 nedan. Tidplanen, såväl som etappindelningen, bör beaktas som överskådlig och preliminär. Flera olika faktorer kan komma att påverka tidplanen,

vilket gör att den kan behöva justeras under projektets gång. Exempelvis kan det bli aktuellt att bygga flera olika etapper parallellt. Den fullständiga utbyggnaden av vindparken bedöms kunna ta upp till 15 år.

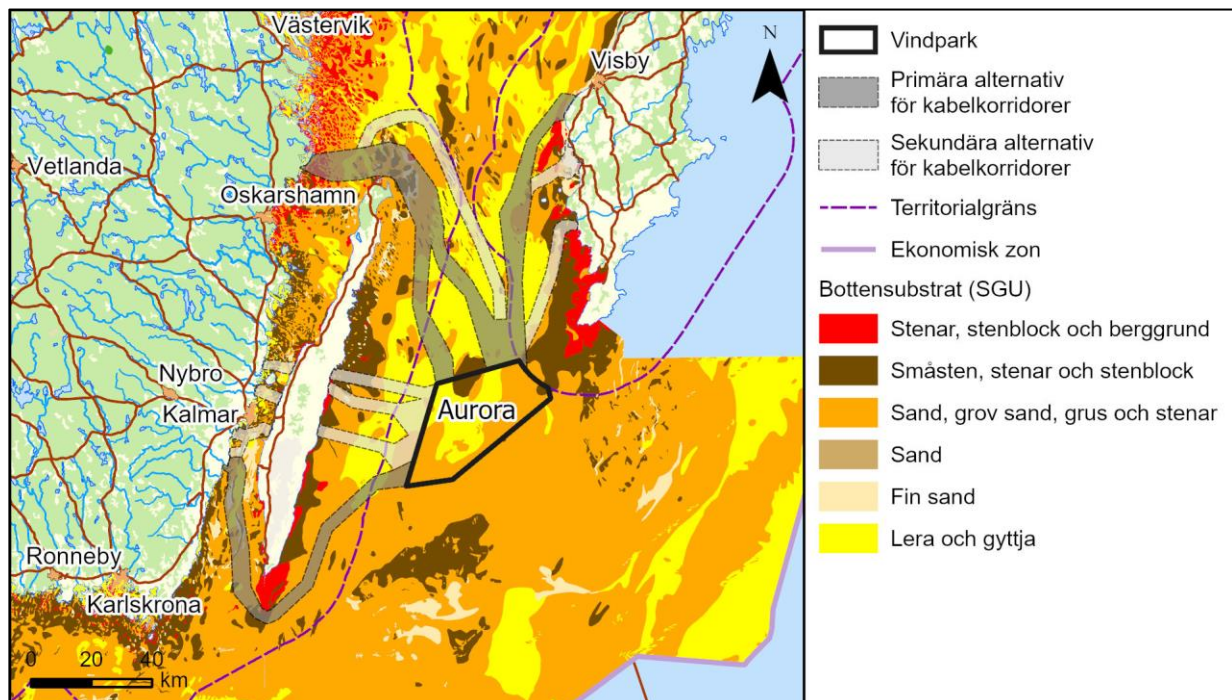


Figur 17. Preliminär tidplan för projektet.

4. Områdesbeskrivning

4.1 Geologi och djupförhållanden

Inom området för den planerade vindparken är kännedomen om geologi och djupförhållanden generellt sett god, särskilt längst i väster där djupdata från så kallade multibeam-mätningar finns. Bottensubstratet domineras av lera och en blandning av sand, grov sand, småsten och grus, med ett undantag för ett litet område i parkens nordöstra del som består av sten och stenblock (Figur 18). De djupare lagren domineras av postglacial och glacial lera. Vattendjupet i området varierar mellan 43 – 88 meter (Figur 19).



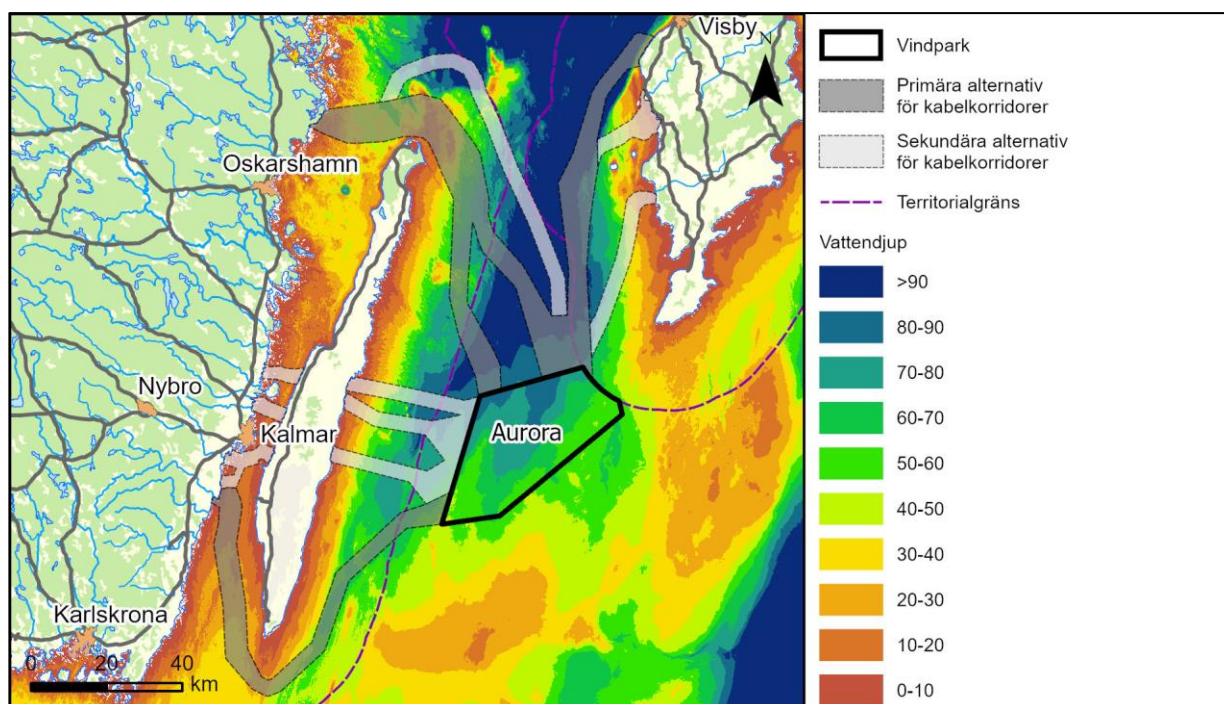
Figur 18. Karta över geologin inom den planerade vindparken. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: SGU]

Inom de primära och sekundära alternativ för kabelkorridorer som är belägna norr om vindparken domineras substratet inledningsvis främst av lera med inslag av sand. När de alternativ som är belägna norr om vindparken närmar sig kusterna (Öland, Gotland och fastlandet) övergår substratet till att bestå av sand, grov sand, grus och stenar, samt stenar, stenblock och berggrund närmast själva kustlinjerna.

För de sekundära alternativ för kabelkorridorer som går västerut från vindparken och som korsar Öland består bottensubstratet inledningsvis främst av lera med inslag av sand. Ungefär

halvvägs mellan vindparken och Öland övergår substratet till att domineras av sand, grov sand, grus och stenar med inslag av småsten, stenar, stenblock och berggrund.

Inom det södra primära alternativet för kabelkorridor består substratet mestadels av sand, grov sand, stenar och grus. Runt Ölands södra spets går kabelkorridoren även igenom ett område med hårbottenytor.



Figur 19. Karta över djupförhållanden inom den planerade vindparken. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: EMODnet]

4.2 Meteorologi

I vindparken bedöms den genomsnittliga vindhastigheten uppgå till cirka 9,5 m/s, på 100 meters höjd över havet. Vindriktningen domineras av vindar från sydväst, cirka 42 % av tiden (ERA5).

4.3 Hydrografi

Variationer hos vattenståndet styrs främst av vinden och av in- och utflödet av vatten via de danska sunden. Påverkan från månen och solen betraktas som obetydlig. Under normala omständigheter kommer ytvattennivån att variera mellan +1,5 och -1,5 meter från medelvattenståndet. Vid extrema händelser kan dessa nivåer över- eller underskridas.

I likhet med vinden domineras vågklimatet av vågor från västliga och sydvästliga riktningar, vilket också är intervallet med de största vågorna. Den genomsnittliga signifikanta våghöjden är cirka 1,1 meter med ett årligt maxvärde över 6 meter (ERA5). Den rådande strömmen flyter mot nord

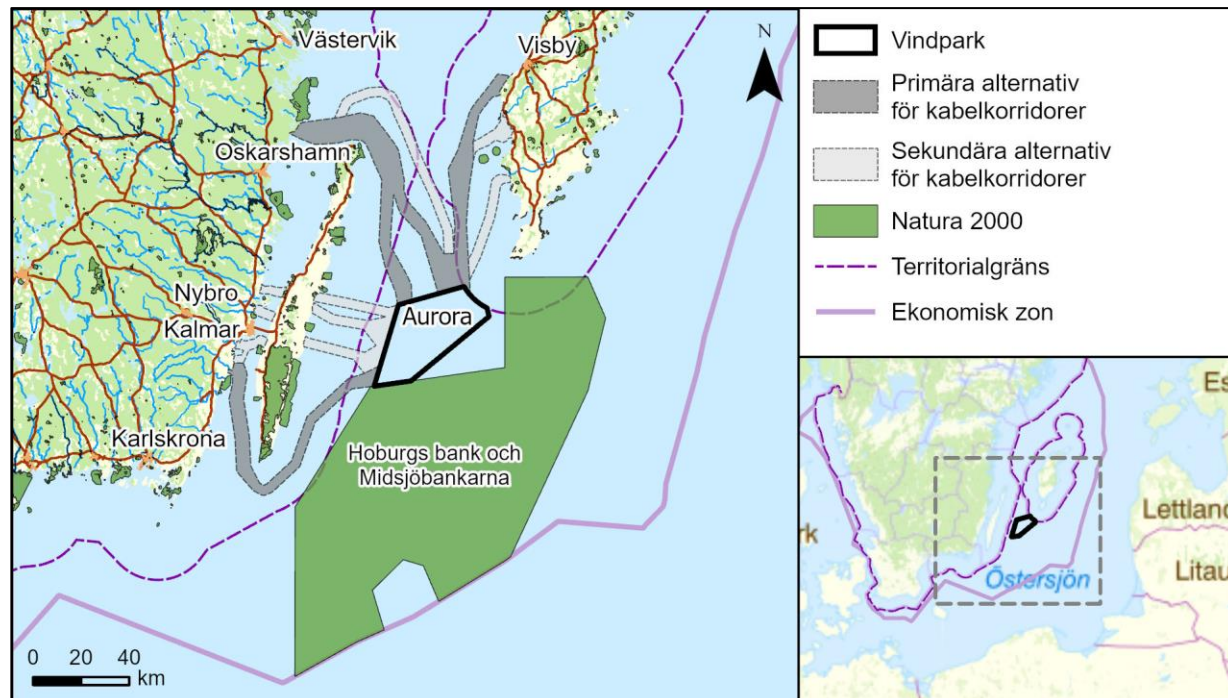
och syd, 26 % respektive 28 % av tiden. Strömhastigheten är låg, i genomsnitt mindre än 0,1 m/s, med ett årligt maximum på cirka 0,4 m/s (ERA5).

Havsis kan förekomma under vintrar med lägre temperaturer, under -5 till -10 grader. Isens tjocklek beror på salthalten som varierar mellan 6 och 8 % i och nära vindparkens områden. SMHI:s kartor för maximal isutbredning visar inget år med is i området för Aurora de senaste 20 åren. Två år (2011 och 2018) visar på en isutbredning utmed Gotlands södra kust, där isen klassades som nyis (SMHI 2020).

4.4 Naturmiljö

Natura 2000-områden

Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna, som har pekats ut som skyddsområde enligt både EU:s art och habitatdirektiv (SCI) och fågeldirektiv (SPA) är beläget söder och öster om den planerade vindparken (Figur 20). Natura 2000-området omfattar en area om cirka 1 051 000 hektar, vilket motsvarar cirka 10 510 km². Djupet inom området varierar mellan 17 och 80 meter med grundare områden i anslutning till de inom området förekommande utsjöbankarna (Figur 21).

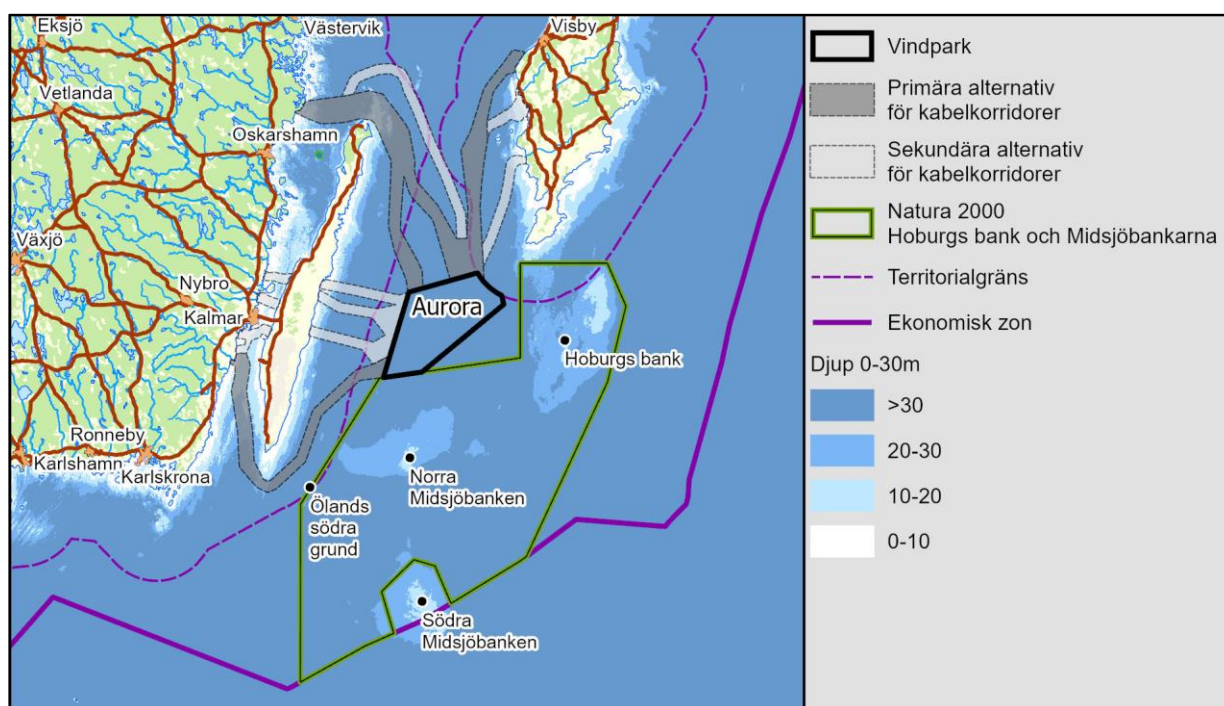


Figur 20. Översiktsskild över lokaliseringsområdet för vindparken Aurora i Östersjön, utredningskorridorer för anslutningskablar samt närliggande Natura 2000-områden. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket]

De prioriterade bevarandevärdena i Natura 2000-området är arterna tumlare, alfågel och tobisgrissla vilka utnyttjar hela eller delar av området samt naturtyperna rev och sandbankar och

de arter och den biologiska mångfald som är typiska för dessa habitat (Tabell 2). En fastställd bevarandeplan för Hoburgs bank och Midsjöbankarna saknas men är under framtagande av Länsstyrelsen i Kalmar län och Länsstyrelsen i Gotlands län.

Det finns även flera mindre Natura 2000-områden på Gotlands öst- respektive västkust. De största är Stora och Lilla Karlsö (SE0340023 respektive SE0340025), vilka är betydligt mindre än Hoburgs bank och Midsjöbankarna. Flisviken (SE0340162) är beläget närmast det planerade vindparksområdet, längs Gotlands södra kust och består av kustnära gräsland. Flisviken är ett viktigt häckningsområde för många sjöfåglar och är skyddat enligt både art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet. Även ett mindre område, Heligholmen (SE0340121), utanför Gotlands sydostkust är skyddat enligt fågeldirektivet då det är ett viktigt häckningsområde för måsar och trutar, samt undergruppen tärnor (Naturvårdsverket, u.å).



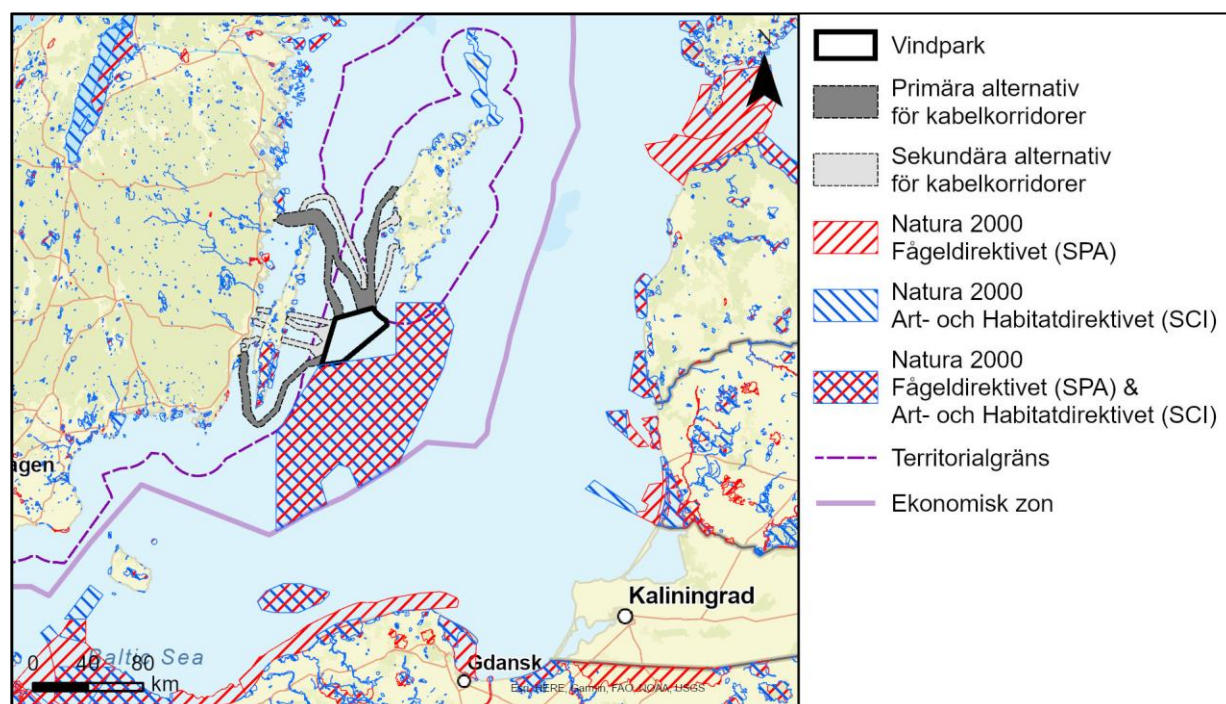
Figur 21. Grundare områden med djup mellan 0 - 30 m i Natura-2000 området Hoburgs bank och Midsjöbankarna samt Auroras närområde, ljusare blå färg indikerar grundare områden. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket och EMODnet]

Tabell 2. Utpekade naturtyper och arter enligt art- och habitatdirektivet samt fågeldirektivet för Hoburgs bank och Midsjöbankarna (Länsstyrelsen i Kalmar län 2016).

Naturtyper	Arter
Rev (1170)	Tumlare (1351)
Sandbankar (1110)	Tobisgrissla (A202)
	Alfågel (A064)

4.4.1 Natura 2000-områden tillhörande andra länder

Natura 2000-områden tillhörande länderna kring Östersjön (med undantag för den ryska exklaven Kaliningrad) finns både till havs och längs med de olika ländernas kuster (Figur 22). Det Natura 2000-område som ligger närmast den planerade vindparken, Ławica Słupska (Polen), ligger cirka 160 km söder om vindparken och cirka 110 km från det södra av de primära alternativen för kabelkorridorer. Övriga Natura 2000-områden tillhörande länderna kring Östersjön är belägna på större avstånd från vindparken.



Figur 22. Natura 2000-områden tillhörande länderna kring Östersjön. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Europeiska miljöbyrån (EEA)]

4.4.2 Bottenflora och fauna

Området för vindparken Aurora domineras av mjuk- och sandbotten, med ett högt inslag av lera och blandad sand, grov sand, småsten och grus, samt ett mindre område med inslag av sten. Bentiska djurgrupper som dominerar i denna del av Östersjön är framför allt musslor (*Macoma balthica*), havsborstmaskar (*Pygospio elegans*, *Bylgides sarsi*, *Marenzelleria*) och kräftdjur (till

exempel *Monoporeia affinis*). Generellt är antalet bentiska arter lågt och starkt korrelerat med syrekonzentrationen på botten. Områden med en syrekonzentration över 4 mg/l har normalt 6 - 10 arter medan områden med en syrekonzentration under 4 mg/l vanligtvis har 0 - 3 arter (DHI 2016, Gogina m.fl. 2016).

Syrehalten inom Aurora förväntas variera med syrefria och syrefattiga (< 4 mg/l) botten i områdets norra och västra delar och syresatta botten i övriga områden (SMHI 2019, Gogina m.fl. 2016). I de områden som eventuellt är totalt syrefria förekommer ingen makrofauna. På grund av det stora vattendjupet i området för Aurora (över 50 meter) är ljusförhållandena på botten dåliga och ingen marin bottenvegetation förväntas därför förekomma, varken på de syresatta eller de syrefria och syrefattiga bottenarna.

I den nordöstra delen av Aurora förekommer ett litet område med hårbotten på omkring 50 m djup (Figur 18). I detta område kan djurlivet skilja sig åt från vad som är typiskt för lerbotten. Där kan epibentiska organismer som använder sig av det hårda substratet för att sitta fast finnas, till exempel blåmusslor (*Mytilus edulis*).

Inom kabelkorridorerna från vindparksområdet och in mot fastlandet, varierar botten substratet mellan lera, sand, grov sand och enstaka stenblock. I dessa områden kan bottenfloran och faunan bestå av både organismer som lever nedgrävda i sedimentet samt epibentiska organismer som använder sig av det hårda substratet för att sitta fast, till exempel blåmusslor (*Mytilus edulis*), och vegetation, så som rödalgsarterna Rhodophyta spp., kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) och brunalgsarter som blåstång (*Fucus vesiculosus*). Vegetationen förekommer främst närmare land, där mycket hårbottenytor förekommer. Det gäller framförallt det alternativ norr om Aurora som går in mot fastlandet. Bottenmiljön inom kabelkorridoren söder om Aurora skiljer sig främst omkring Ölands södra udde, där hårbottenytor förekommer och epibentiska arter förväntas finnas.

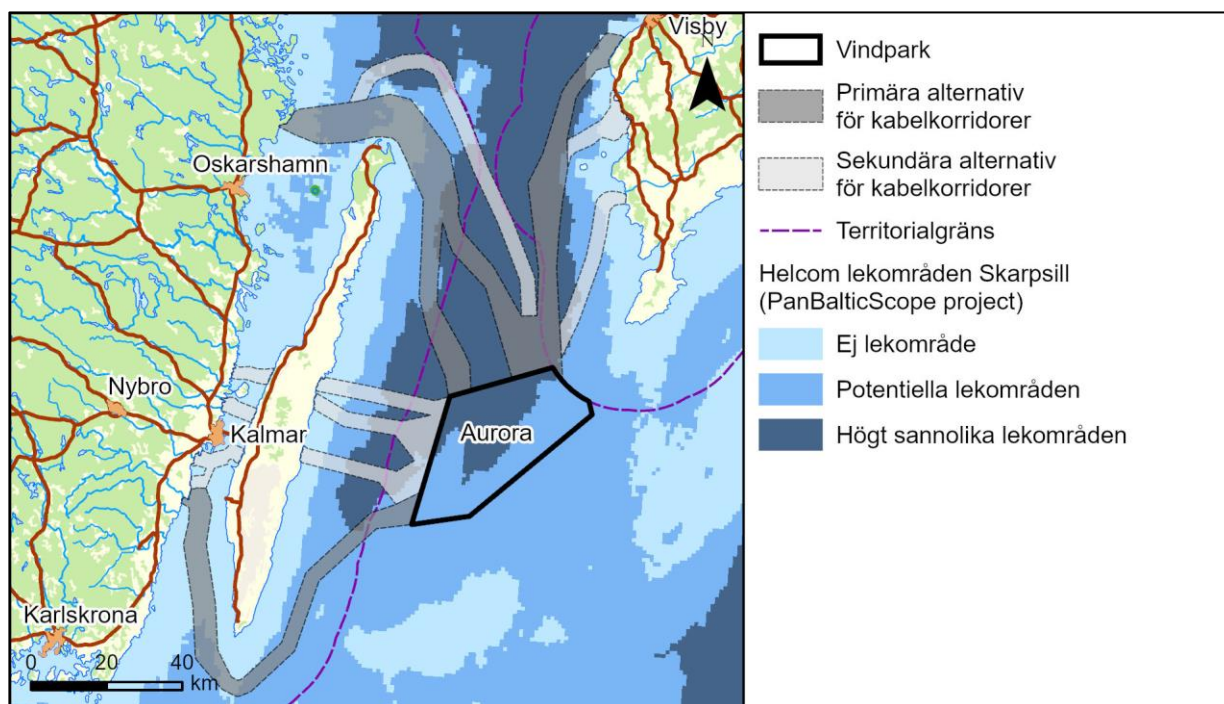
4.4.3 Fisk

I Östersjön lever en blandning av salt- och sötvattensarter, då det är ett grunt brackvattenshav, med periodvisa inflöden av saltvatten via Bälthavet och kontinuerlig tillförsel av sötvatten via floder och älvar som mynnar ut i Östersjöns norra delar. På grund av detta domineras fiskfaunan i Östersjöns sydvästra delar främst av saltvattensarter medan de nordöstra delarna består av en kombination av både salt- och sötvattensarter.

Eftersom vindparksområdet domineras av mjukbotten och salthalten i denna del av Östersjön är låg, omkring 5–10 ‰, är olika plattfiskearter, däribland skrubbskädda, piggvar och rödspätta, troligt förekommande. Förekomsten kan dock påverkas av låga syrehalter inom

vindparksområdet där plattfiskar kan komma att undvika områden med låga syrehalter (Switzer m.fl. 2009). Även andra fiskarter som skarpsill och strömming är vanligt förekommande i området (HaV 2020). Aurora överlappar med potentiella och högst sannolika lekområden för skarpsill (Figur 23) (HELCOM 2016). Potentiella lekområden för torsk ligger som närmst cirka 90 km från Aurora (HELCOM 2020) men arten förväntas förekomma sporadiskt i området, tillsammans med europeisk ål och lax (HaV 2020). Grundområden i Östersjön anses utgöra ett viktigt habitat för uppväxande torsk, vilket gäller bland annat för Midsjöbankarna (Bergström m.fl. 2011, Hinrichsen m.fl. 2009).

Fiskfaunan i områdena för kabelkorridorerna in mot land kan också inkludera icke-kommersiella fiskarter såsom lerstubb, sandstubb, spigg och simpor då bottensubstratet varierar mer med blandad sand och hårbotten. På grund av den låga saliniteten längs kusten kan även sötvattensarter som abborre och gädda förekomma (HaV 2020).



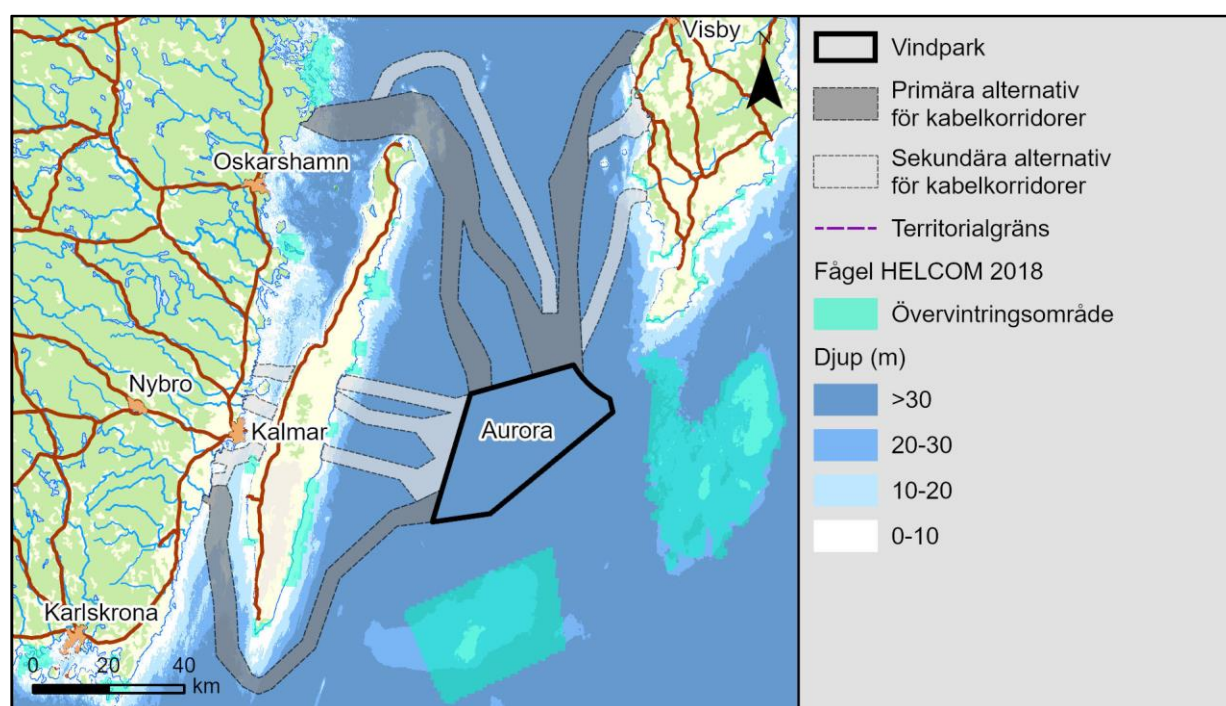
Figur 23. Karta över sannolikheten för skarpsillslek inom Aurora. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: HELCOM]

4.4.4 Fågel

Havsområden i centrala Östersjön används av flera sjöfågelarter som både övervintrings-, häcknings- och födosöksområden. Sjöfågelfaunan i området utgörs av bland annat ejder, alfågel, svärta, sjöorre samt olika arter av alkor, lommar och måsfåglar. Larsson (2018) har identifierat flera havsområden i områdena runt Gotland och Öland som betydelsefulla för sjöfåglar men här ingår inte det planerade vindparksområdet.

Sillgrisslor och tordmular som huvudsakligen fångar pelagisk fisk kan förväntas förekomma i Aurora-området i låga tätheter under vintertid. Utanför sommarens häckningsperiod finns alkorna utspridda över större havsområden och är inte knutna till några specifika områden (Larsson 2018).

Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna, beläget söder och öster om Aurora, är ett viktigt övervintringsområde för sjöfåglar i Östersjön (Figur 24). Utsjöbankarna är av särskild betydelse för den starkt hotade nordeuropeiska och ryska populationen av alfåglar (Larsson 2016, Larsson 2018). Alfåglar och även ejdrar födosöker huvudsakligen omkring relativt grunda områden, på jakt efter bottenlevande organismer, så som musslor och maskar. Därmed anses området för Aurora inte som ett viktigt och relevant födosöksområde för dessa arter på grund av det relativt stora vattendjupet (över 50 m).



Figur 24. Karta över övervintringsområden för fågel i Auroras närhet, tillsammans med utsjöbankar. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: HELCOM]

Ett stort antal sjöfåglar passerar på bred front genom centrala Östersjön under flyttperioderna på våren och hösten. I samband med denna flyttningsrörelse kan fåglar passera i anslutning till det planerade vindparksområdet.

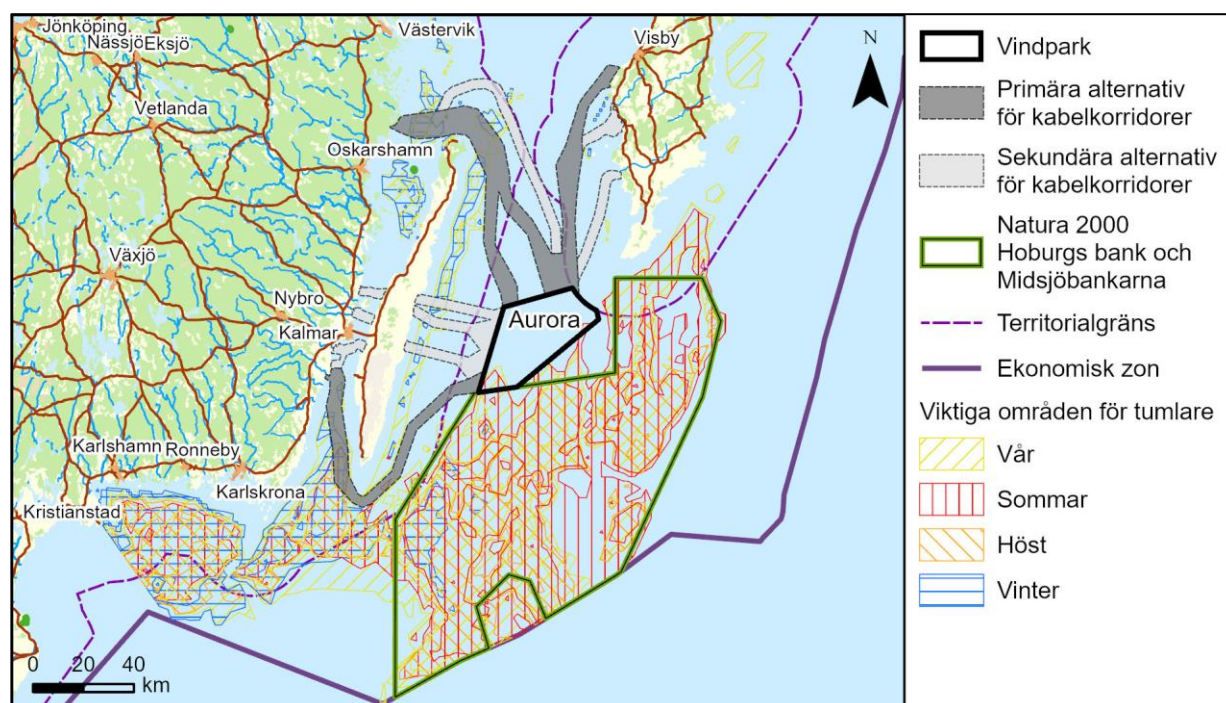
4.4.5 Marina däggdjur

4.4.5.1 Tumlare

Tumlare är en utpekad art för Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna (Länsstyrelsen Kalmar 2016). Det finns tre populationer i Östersjön som skiljer sig genetiskt från

varandra: Skagerakpopulationen, Bälthavspopulationen och Östersjöpopulationen. I och omkring Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna förekommer endast tumlare från Östersjöpopulationen.

Undersökningar av tumlarnas förekomst i Östersjön visar på att de uppehåller sig främst runt utsjöbankar i Egentliga Östersjön under maj-oktober medan de sprider ut sig mer under november-april (Carlén m.fl. 2018, Figur 25). Detta beror troligtvis på att de samlas vid utsjöbankarna under parningssäsongen som pågår under tiden juni-augusti. Speciellt vid Midsjöbankarna har det påvisats högre koncentrationer av tumlare under denna tid (SAMBAH 2016). Inom Aurora är densiteten av tumlare låg, trots att det ligger nära Midsjöbankarna. Under sommartid uppskattas tumlarna till en förekomst av 0–0,0005 individer per km² (SAMBAH 2016).



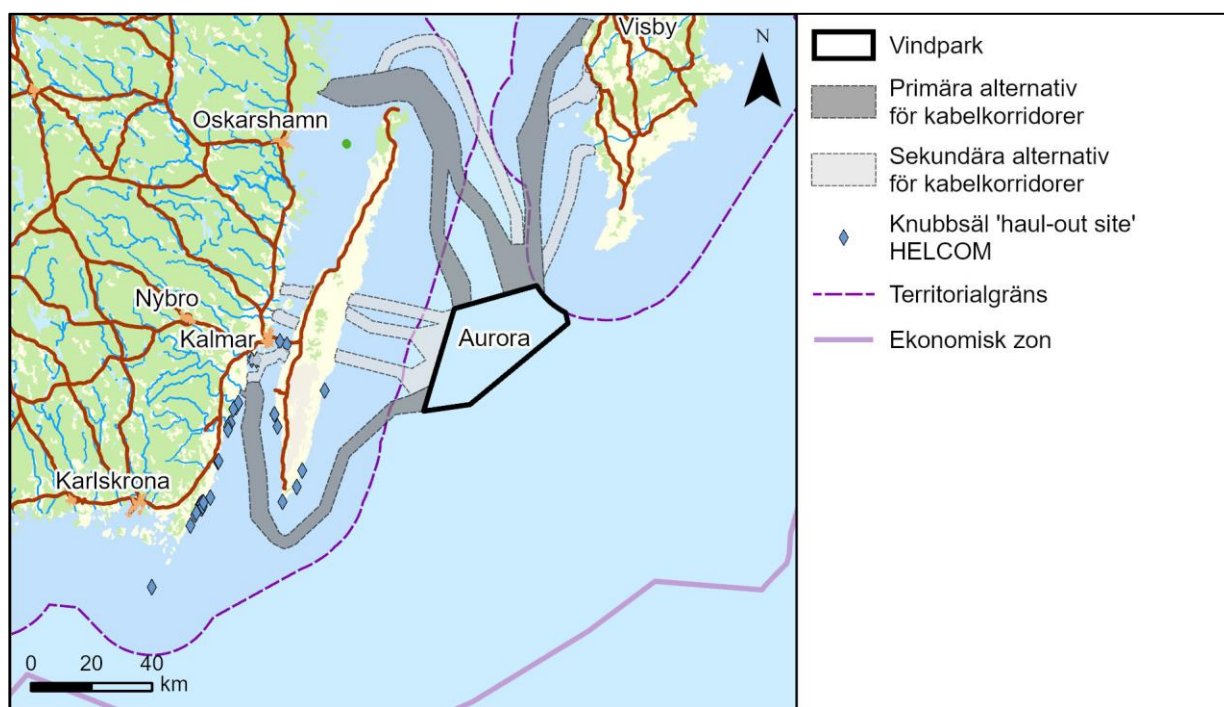
Figur 25. Viktiga områden för tumlare i vindparken Auroras närområde, per säsong. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Carlström och Carlén, 2016]

Östersjöpopulationen har uppskattats bestå av cirka 500 individer (SAMBAH 2016) och är listad som akut hotad (CR) enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020). Bifångst och miljögifter under 1900-talet tros vara orsaken till den kraftiga minskningen av populationen, vilket lett till det låga individantalet. Idag är bifångster fortfarande ett hot mot populationen tillsammans med undervattensbuller och minskad tillgång till byten.

4.4.5.2 Säl

Knubbsäl är indelad i tre subpopulationer i Östersjön, Kattegatt, sydvästra Östersjön och södra Kalmarsund. Kalmarsundspopulationen är den population som möjligen kan förekomma inom vindparksområdet för Aurora (SAMBAH 2016). Denna subpopulation beräknas bestå av cirka 1 000 individer (HELCOM 2018a) och är listad som sårbar (VU) enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020). Baserat på inventeringsdata mellan åren 2003 - 2016 har Kalmarsundspopulation ökat årligen med 7,9 % (HELCOM, 2018a).

Vanligtvis håller sig populationen mestadels i sundet eller nära Ölands sydöstra kust (SAMBAH 2016), där också deras viktiga liggplatser är belägna (Figur 26). Till vilken utsträckning knubbsäl nyttjar området för utsjöbankarna är oklart. Inga observationer av knubbsälar har dock gjorts på utsjöbankarna (Naturvårdsverket 2010, HELCOM u,å). Arten är skyddad genom EU:s art- och habitatdirektiv i bilaga 2 och 4 samt den svenska artskyddsförordningen (2007:845) men knubbsälspopulationen i Kalmarsund är inte en utpekad art inom Natura-2000 området Hoburgs bank och Midsjöbankarna (Naturvårdsverket u,å).



Figur 26. Viktiga områden för knubbsäl i Östersjön. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: HELCOM]

Gråsäl är den vanligast förekommande sälarten i hela Östersjön. Baserat på inventering av gråsäl genomförd år 2014, uppskattades populationen till cirka 40 000 individer (HELCOM 2015) och är bedömd som livskraftig (LC) enligt den svenska rödlistan (SLU ArtDatabanken 2020) och har nått en god status enligt HELCOM (HELCOM 2018a).

Gråsälar kan röra sig över stora områden i Östersjön. Spårning av elva sälar som blivit taggade utanför Skånes södra kust visade att gråsälar kan simma så långt som upp till Upplandskusten. Dokumenterade ligg-områden där gråsälar byter päls (så kallade "haul-out sites"), finns både på Öland och Gotland. Det område som ligger närmst Aurora är beläget på södra Gotland, cirka 30 km från vindparksområdet (HELCOM 2018d).

4.4.6 Fladdermöss

Fladdermöss kan befinna sig ute till havs i samband med säsongsmigration (Hatch m.fl. 2013) och har observerats upp till 14 km från kusten i Kalmarsund (Ahlén m.fl. 2009), men inga observationer har gjorts inom Aurora vindparksområde. Gotlands södra spets, belägen drygt 20 km nordost om Aurora, har dock observerats vara ett startområde för migrerande fladdermöss (Ahlén m.fl. 2009; Ahlén m.fl. 1997).

På Gotland och Öland förekommer bestånd av vattenfladdermus (*Myotis daubentonii*) som ofta lever vid kust eller sjöar. Gråskimlig fladdermus (*Vespertilio murinus*) har tidigare observerats till havs i Kalmarsund, vilket troligtvis berodde på flytt för övervintring. Även dammfladdermus (*Myotis dasycneme*) har observerats under flytt över hav samt Öland och Gotland, dock är arten ovanlig och förekomst av fasta kolonier är inte säkerställt (Ahlén m.fl. 2011). Andra vanligt förekommande arter verkar mest hålla sig till fastlandet men kan möjligtvis förekomma till havs om de flyttar för övervintring.

4.4.7 Ekosystemtjänster och grön infrastruktur

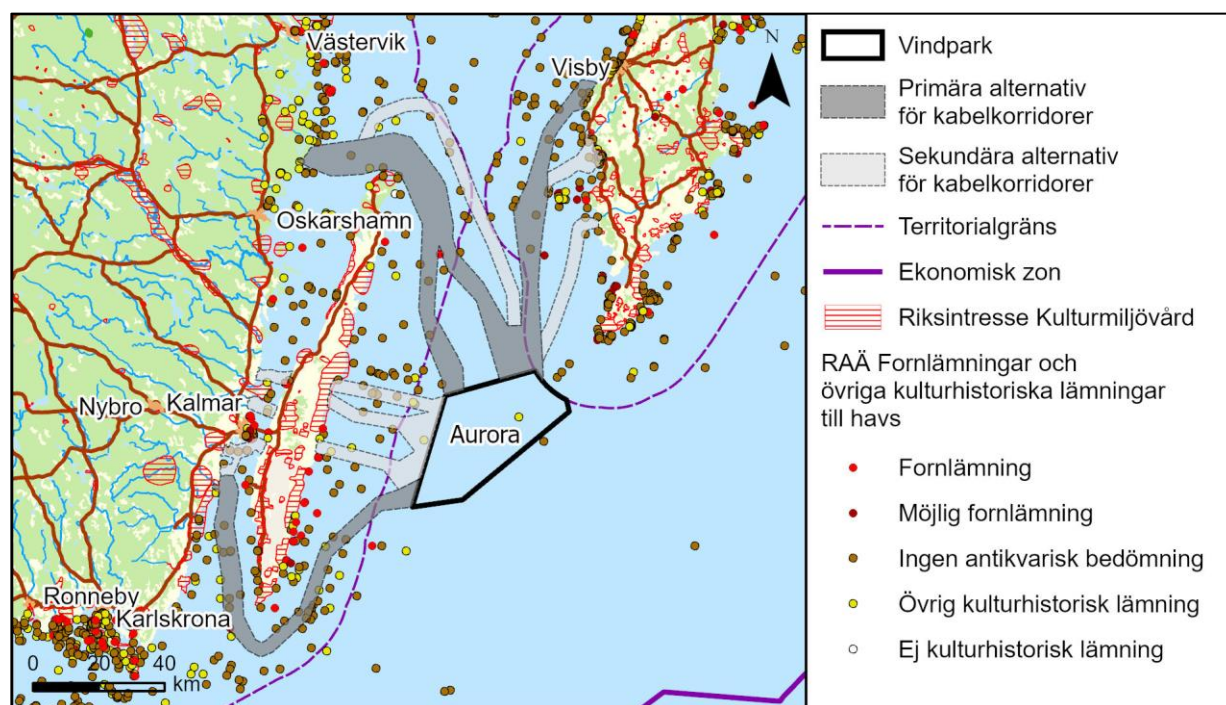
En ekosystemtjänst syftar på en produkt eller tjänst som naturens ekosystem ger människan och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet. Exempel på detta är naturlig vattenreglering, naturupplevelser och naturresurser. Grön infrastruktur definieras som ekologiskt funktionella nätverk av livsmiljöer, strukturer och naturområden samt de faktorer som bidrar med att tillhandahålla olika ekosystemtjänster.

Utsjöbankarna, som ligger inom Natura 2000-området angränsande till det planerade vindparksområdet, kan erbjuda bland annat ekosystemtjänster som bidrar till rekreationsvärden som till exempel naturupplevelser för friluftsliv. Även områden kring utsjöbankarna med högre tätheter av blåmusslor kan bidra som reglerande ekosystemtjänst såsom vattenrening. Naturresurser nyttjas även i området i form av yrkesfiske.

4.5 Kulturmiljö

Aurora ligger långt ut till havs, drygt 20 km söder om Gotland och drygt 30 km öster om Öland och saknar helt kulturmiljöer som hör landområden till. I Riksantikvarieämbetets söktjänst Fornsök som innehåller information om alla kända registrerade fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar i Sverige, finns inga kända fornlämningspunkter i projektområdet (Figur 27) (Riksantikvarieämbetet 2019).

Enligt Fornsök finns flera vrak registrerade i samtliga planerade utredningskorridorer för anslutningskablar. Norr om Aurora är vraken främst belägna nära land och nära anslutningspunkterna på land, medan det i området för kabelkorridoren söder om Aurora istället finns fler registrerade vrak längre ifrån land och inga i området för anslutningspunkten på land. (Riksantikvarieämbetet 2019).



Figur 27. Riksintressen för kulturmiljövård och befintliga fornlämningar i närområdet. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Länsstyrelsen, Riksantikvarieämbetet]

4.6 Naturresurshållning

4.10.1 Fiske

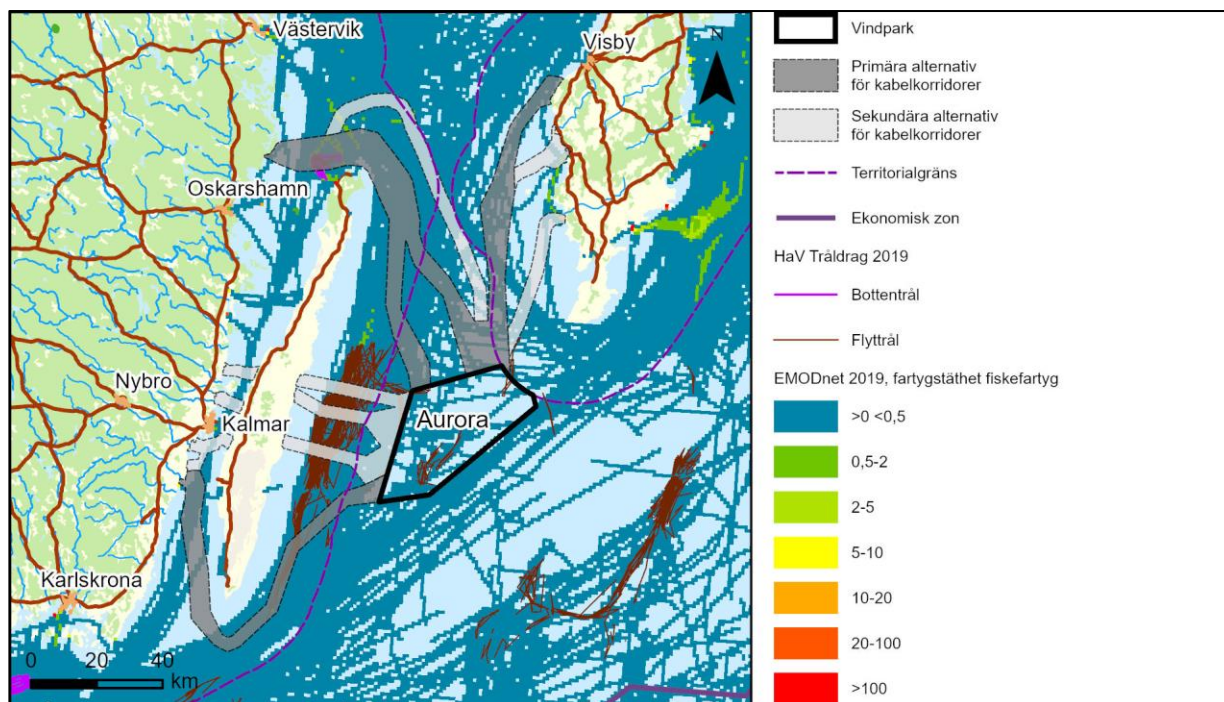
Det kommersiella fisket i Östersjön är i huvudsak inriktat på ett fåtal arter. Torsk, strömming och skarpsill utgör uppemot 95 % av de totala fångsterna (ICES, 2018). Det pelagiska fisket (framförallt pelagisk trålning), vilket är utspritt i hela Östersjön, är främst inriktat på strömming och skarpsill (Jordbruksverket och Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Det är detta fiske som

bidrar med de största fångsterna räknat i vikt i regionen (Havs- och vattenmyndigheten 2018). Det viktigaste bottennära fisket är bottentrålning inriktat på torsk och plattfisk, framförallt skrubbskädda och rödspätta, som är koncentrerat i södra och västra Östersjön, dock inte i området för Aurora. Andra arter som har lokal och säsongsmässig ekonomisk betydelse är lax, sandskädda, slätvar, piggvar, gös, gädda, abborre, sik, ål och havsöring. Kustnära fiske (staknät/sättgarn, ryssjor och andra typer av stationära redskap) är sporadiskt spritt beroende på målart.

Aurora är beläget inom ICES så kallade statistiska rektangel 42G7, vilket ligger inom ICES delområden 27.3.D.25 och 27.3.D.27. Detta är ett internationellt område där landningar från kommersiellt fiske registreras (ICES Statistical Rectangles u.å.). I de utvalda ICES-delområdena fiskar totalt nio olika länder, varav Polen är det land som landar mest fångst. Sverige landar näst mest fisk, därefter följer Danmark på en betydligt lägre nivå, följt av Tyskland, Estland, Litauen och Finland.

Inom området omkring Aurora fiskas det sparsamt inom det kommersiella fisket. Svenska fiskeriövervakningsenheten (VMS), som övervakar svenska fiskeflottan i realtid (Havs- och vattenmyndigheten 2013) visar att väldigt lite fiske pågår inom området för Aurora.

Data från VMS visar att nästan allt fiske som bedrivs öst respektive väst om Aurora genomförs med trålning i mellanvattnet (Figur 28), vilket leder till att fisket troligtvis fokuseras på strömming och skarpsill i dessa områden (Havs- och vattenmyndigheten 2021). Det förekommer även kustnära fiske längs Ölands västra kust, Oskarshamns och Kalmars kust, samt havsbaserat fiske utanför Ölands nordöstra kust och vid sydspetsen i höjd med Gräsgård och söderut (Havs- och vattenmyndigheten 2014). Längs kusten är det möjligt att det bedrivs fiske med staknät/sättgarn, ryssjor samt bottentrålning.



Figur 28. Det kommersiella fisket i området under 2019. Tråldrag från svenska trålare. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Havs- och vattenmyndigheten]

Den primära kabelkorridoren planerad söder om Aurora in mot fastlandet går igenom ett område utpekad som riksintresse för yrkesfisket. Den mesta trålningen här bedrivs dock i mellanvattnet men det är inte uteslutet att bottentrålning kan förekomma på platsen.

4.10.2 Materialutvinning

Materialutvinning från havsbotten innebär att material i form av till exempel sand och grus avlägsnas från havsbotten för att främst användas i produktion av byggnadsmaterial (Havs- och vattenmyndigheten 2019a). Det finns ingen pågående eller planerad mineralutvinning inom projektområdet för Aurora eller i utredningskorridorerna för anslutningskablar (Havs- och vattenmyndigheten 2019a). Därmed förväntas ingen påverkan på dessa intressen.

4.7 Klimat

Östersjöns miljö är idag utsatt för flera stressfaktorer som bland annat övergödning, miljögifter och överfiske. Klimatförändringar har potential att försämra de redan existerande problemen. Genom modellering beräknas temperaturen stiga under detta århundrade (HELCOM 2007), vilket skulle medföra att de årliga algbloomingarna börjar blomma tidigare på våren vilket leder till ökad belastning av organiskt material till bottenarna som riskerar att expandera syrefattiga/syrefria bottnar (Hjerne, m.fl., 2019; Meier, m.fl., 2012).

Detta kan leda till mindre lyckad rekrytering av bentiska fiskar och blir botten helt syrefri kan endast vissa typer av bakterier överleva i denna miljö (Tallqvist m.fl. 1999, Hermans m.fl., 2019). Livsvillkoren kan förändras för flera arter i Östersjön då ljusgenomträngning, utbyte av näringsämnen i vattenkolumnen och syrehalt kan minska och därför mycket sannolikt ha en effekt på biogeokemiska processer som i sin tur påverkar hela ekosystemet (Andersson, m.fl., 2015).

Vindkraften är en central del i de nationella åtgärderna för att begränsa kommande klimatförändringar och till att förverkliga Sveriges klimatmål att landet inte ska ha något nettoutsläpp av växthusgaser år 2045. Vindparken utgör således ett bidrag till att begränsa den påverkan som klimatförändringarna har globalt sett och med detta även påverkan på arterna i det specifika området.

4.8 Geologisk koldioxidlagring

Geologisk lagring av koldioxid i berggrunden är ett sätt att minska utsläppen av koldioxid till atmosfären och tekniken lyfts bland annat fram i handlingsplanerna för att nå klimatmålen. Idag förekommer ingen lagring tills havs i Sverige.

Det är den lokala geologin som ger förutsättningarna för ett koldioxidlager. I Sverige är det framför allt havsområden i sydöstra Östersjön och intill sydvästra Skåne som bedöms som lämpliga för lagring av koldioxid. Ofta utnyttjas sedimentär berggrund för lagring av koldioxid, till exempel porösa sandstenar. I Europa är det vanligt med sedimentära bergarter som sandsten och kalksten.

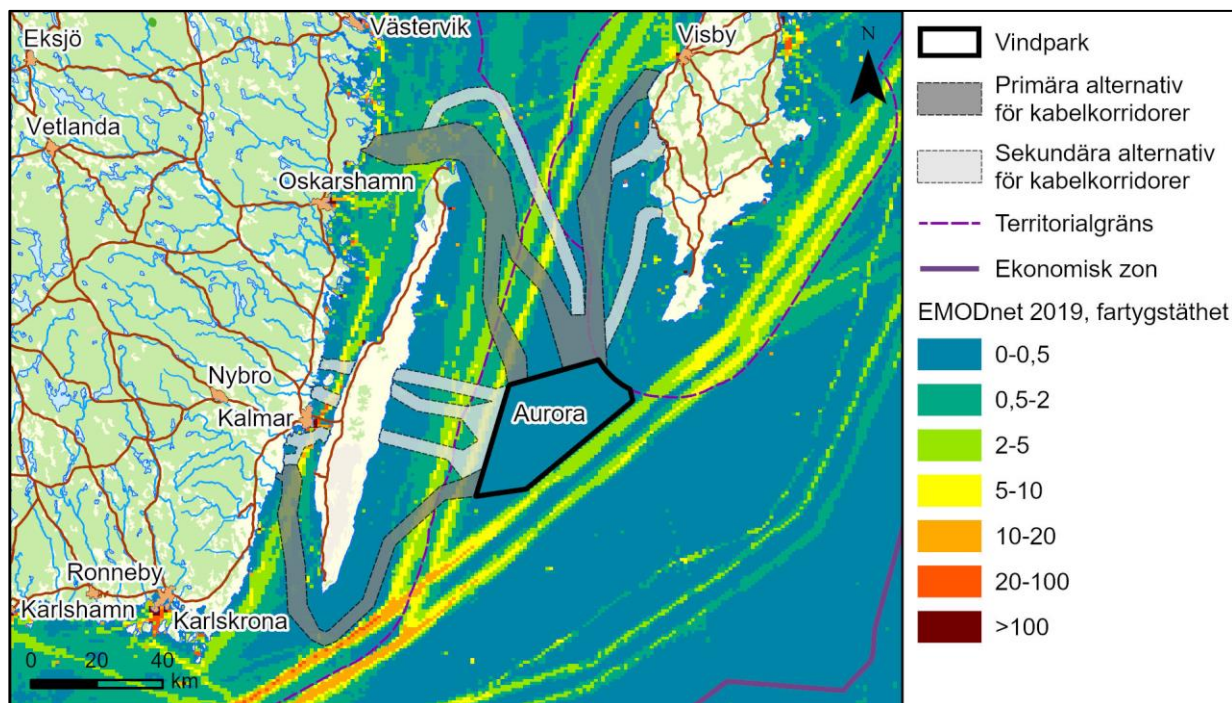
Projektområdet för Aurora ligger inom ett område med sedimentär berggrund, den så kallade Faluddensandstenen. Delar av detta område har pekats ut som en potentiell lagringsenhet för koldioxid. Aurora ligger dock inte inom det område som pekats ut som en potentiell lagringsenhet.

4.9 Infrastruktur och planförhållanden

4.9.1 Sjöfart

Två stora sjöfartsleder passerar Auroras östra gräns samt delar av dess västra gräns (Figur 29) (Havs och vattenmyndigheten, 2019a). Dessa farleder leder bland annat till och från de inre delarna av Östersjön. Det är dock en mycket liten del fartygstrafik som passerar inom parkområdet. Rörelserna av en stor mängd fartyg (last-, container-, fiske-, passagerar-, service- och tankfartyg med flera) spåras med hjälp av AIS (Automatic Identification System). AIS-data

från år 2017 och 2018 visar att denna typ av fartyg passerar längs vindparken på väg in och ut ur Östersjön. Fiskefartygs rörelsemönster är mer utspridda då fiskeområdena skiljer sig beroende på målart.



Figur 29. Karta över all sjöfart under 2019 i timmar per 1 x 1 km ruta per månad, samt farleder i vindparkens närområde. © [Lantmäteriet] 2020, [underlag: EMODnet 2020]

De olika alternativen för anslutningskablar passerar genom flera farleder samt regelbundet nyttjade sträckningar för segelbåtar och mindre motorbåtar.

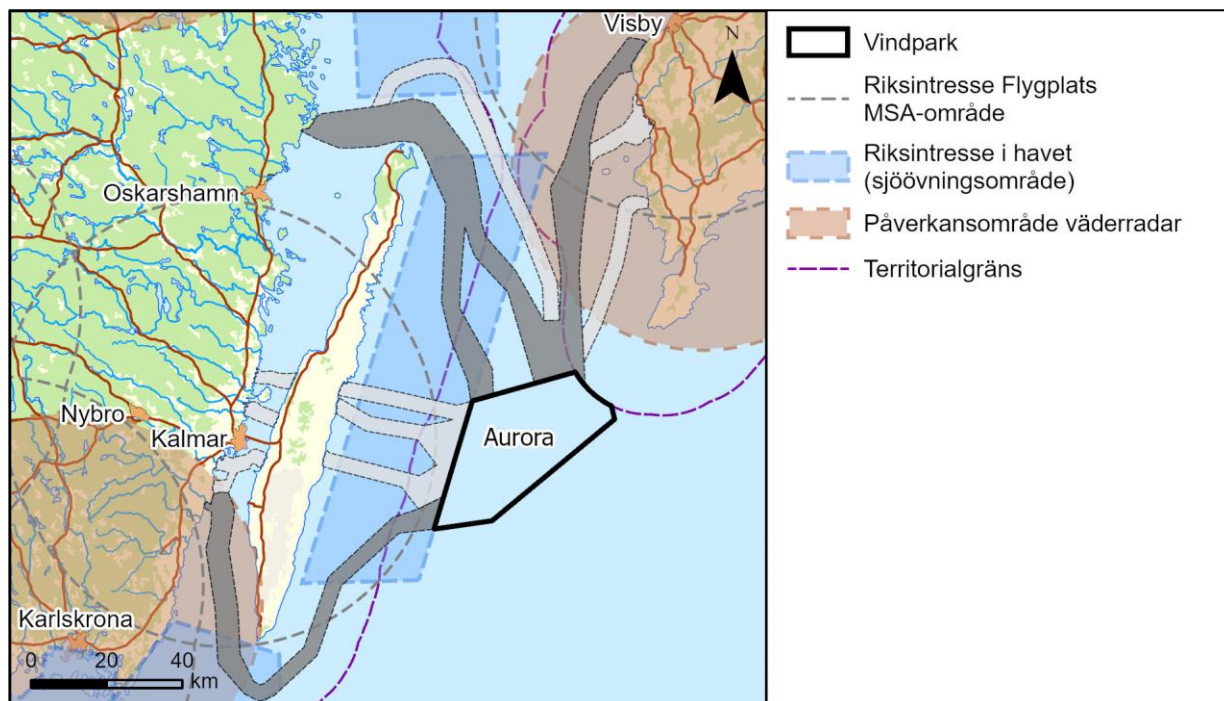
4.14.2 Luftfart

Den närmsta flygplatsen till Aurora är Kalmar Öland Airport, belägen cirka 60 km väster om projektområdet. En flygplats MSA-yta (Minimum Sector Altitude) utgörs av en cirkel med en radie på 55 km från flygplatsens landningshjälpmedel. Ytan är uppdelad i fyra sektorer där den lägsta tillåtna flyghöjden är 300 meter över varje sektors högsta fysiska hinder. Flygplan har med andra ord en säkerhetsmarginal på 300 meter till det högsta objektet i varje sektor (Trafikverket 2020). Då Aurora är planerat cirka 60 km från flygplatsen innebär det att MSA-ytan och projektområdet inte överlappar.

Utredningskorridorerna för anslutningskabel överlappar däremot med flygplatsens MSA-yta, men kommer inte påverka luftfarten då de inte utgör någon höjd över havet.

4.14.3 Militära områden

Aurora angränsar till Försvarsmaktens sjöövningsområde av riksintresse, Martin (TM0304) (Figur 30). Vid Ölands nord- och sydspets finns också militära områden.



Figur 30. Försvarsmaktens områden av betydelse samt påverkansområde för väderradar. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Försvarsmakten, Trafikverket, EMODnet]

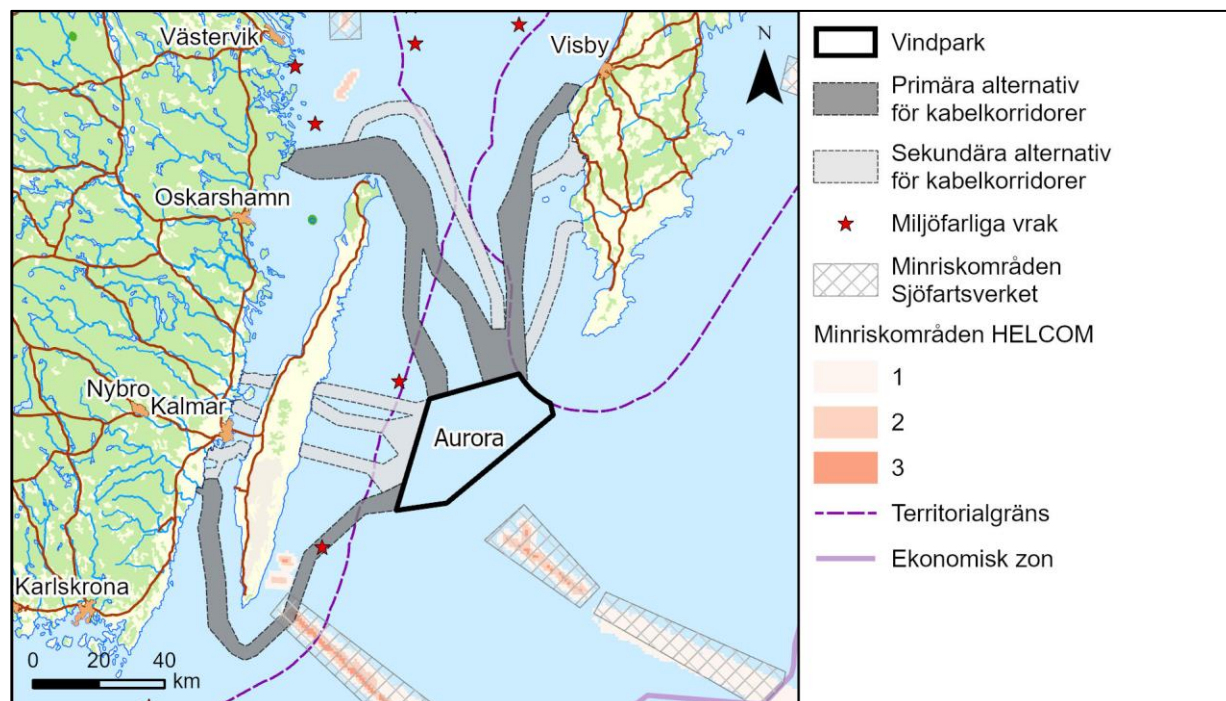
De primära och sekundära alternativ för kabelkorridorer som går norrut mot Gotlands västkust, korsar inte det militära området. Övriga primära och sekundära alternativ norr om Aurora, med anslutningspunkt på fastlandet, passerar däremot genom Försvarsmaktens sjöövningsområde. De sekundära alternativ som korsar Öland passerar igenom det militära området. Det primära alternativ som går söder från Aurora passerar genom det sjöövningsområde som gränsar till Aurora samt även ytterligare ett sjöövningsområde söder om Öland (Havs- och vattenmyndigheten 2019a). OX2 känner inte till att det finns några militära övningsområden tillhörande andra länder som berörs av vindparken eller av alternativen för kabelkorridorer.

4.14.4 Miljöfarliga objekt och dumpningsområden (minriskområden)

Inom Aurora eller i nära anslutning till projektområdet förekommer inga kända dumpningsområden. Det finns inte heller några miljöfarliga objekt inom projektområdet. Cirka 15 km öster om Aurora, respektive cirka 40 km söder om Aurora finns två olika utpekade minriskområden (Figur 31).

Inom alternativet för kabelkorridoren söder om Aurora kommer den troligen passera igenom ett minriskområde öster om Öland. Det miljöfarliga vrak som tidigare varit beläget öster om Öland

har bärgats och utgör därmed ingen fara för kabelkorridoren. Inget av alternativen som är planerade norr eller väster om Aurora riskerar att passera igenom varken ett minriskområde eller stöta på något dokumenterat miljöfarligt vrak (Sjöfartsverket 2019).



Figur 31. Minriskområden samt akut miljöfarliga vrak. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Sjöfartsverket, HELCOM, Havs- och vattenmyndigheten]

4.14.5 Övriga verksamheter

Två befintliga vindparker är belägna i närheten av Aurora: Kårehamn och Bockstigen Offshore. Kårehamn är belägen 5 km utanför Kårehamns hamn, vid nordöstra Öland. Bockstigen Offshore är belägen vid Gotlands sydvästra kust. Kårehamns område är 7 km² stort och utgörs utav 16 vindkraftsverk och har en totaleffekt på 48 MW (E.ON, 2012). Parken har varit i drift sedan 2013. Bockstigen Offshore utgörs av fem vindkraftverk (totaleffekt 3,3 MW) och har varit i drift sedan 1998 (Länsstyrelsen, 2012).

Företaget Hexicon planerar en vindkraftspark i nära anslutning till Auroras norra gräns. Vindparkens föreslagna yta är 553 km². Projektet befinner sig i ett tidigt stadie inför tillståndsansökan (Hexicon, 2021).

Ytterligare en vindkraftspark är planerad på Södra Midsjöbanken av RWE Renewables, 100 km från den svenska kusten, på gränsen till Polen. Projektet befinner sig i förberedelsestadie inför tillståndsansökan för Natura 2000 och förutsatt att nödvändiga tillstånd erhålls förväntas vindparken kunna tas i drift kring 2027 (RWE Renewables, 2021).

Det danska energibolaget Örsted projekterar två vindparker i närheten av Aurora: Gotland havsvindpark, som delvis överlappar med Aurora, och Öland havsvindpark, belägen söder om Aurora. Båda projekten befinner sig i ett tidigt planeringsstadium (Ramboll, 2018). Längre söderut om Aurora finns ett antal polska planerade vindparker, bl.a. Baltyk 1 och Baltica 1. Alla projekten befinner sig i ett tidigt planeringsstadium. Det finns också tre potentiella polska områden för havsbaserade vindkraftverk i samma område som de övriga polska vindparkerna (4offshore Wind, 2020), inom dessa områden finns dock, så vitt känt, inga planerade vindparker.

Utöver befintliga och planerade vindkraftsparker finns även andra verksamheter i området kring Aurora, till exempel sjöfart, kablar och rörledningar. Sjöfarten i området beskrivs ytterligare i avsnitt 4.9.1 Sjöfart.

5. Preliminär miljöpåverkan

Påverkan från havsbaserad vindkraft kan uppstå vid de fyra olika faser som redovisas i verksamhetsbeskrivningen i avsnitt 3.4, förberedande undersökningar, anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Påverkan på det marina livet är i regel som störst under anläggningsfasen, detta då arbetena kan ge upphov till bland annat undervattensbuller och spridning av sediment.

Detta avsnitt behandlar de olika potentiella miljöeffekter som vindparken Aurora kan medföra och som således måste beaktas i den kommande processen. De potentiella gränsöverskridande effekterna redovisas i nästföljande avsnitt. I kommande miljökonsekvensbeskrivning kommer miljöeffekter och konsekvenser att beskrivas och bedömas mer djupgående. Bedömningarna av uppkomna miljöeffekter och konsekvenserna av dessa kommer grunda sig på ett worst-case scenario för respektive mottagargrupp. Som exempel kommer effekter på marina däggdjur med avseende på buller bedömas utifrån den fundamentstyp som genererar de högsta ljudnivåerna i samband med anläggning, i detta fall pålning av monopilefundament. På motsvarande sätt kommer bedömda miljöeffekter på bottenflora- och fauna med avseende på sedimentspridning baseras på användning av den fundamentstyp som orsakar de högsta koncentrationerna av suspenderat material.

Det kan nämnas att påverkan på skyddade arter och livsmiljöer inom det intilliggande Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna, kommer att beskrivas och bedömas inom ramen för Natura 2000-miljökonsekvensbeskrivningen.

5.1 Geologi och bottenförhållanden

Den främsta miljöeffekten på geologi och bottenförhållanden som uppstår vid etableringen av vindparken utgörs av förlust av existerande substrat samt en tillförsel av hårt substrat och hårda strukturer vid anläggandet av fundamenten. Hur stor denna påverkan är beror framför allt på valet av fundament. Till exempel är gravitationsfundament den metod som upptar störst bottenyta och medför den största tillförseln av hårt substrat och hårda strukturer.

Monopile- och jacketfundament upptar inte lika stor bottenyta men kräver istället förankring mellan 45-65 m ner i botten, och kräver därmed också erosionsskydd, vilket istället leder till en påverkan på geologin i vertikal riktning. Hur långvarig förändringen på bottenytan blir beror dels på vindparkens livslängd, dels huruvida fundamenten tas bort eller lämnas kvar i samband med

avvecklingen. Påverkan på geologi och bottenförhållanden förväntas under anläggning-, drift- och avvecklingsfas vara försumbar då bottenytan som berörs av fundamenten är mycket liten.

5.2 Hydrografi

Förändring av hydrografen kan delas in i strömmar, vågor och vertikal omblandning av yt- och bottenvatten. Hydrologiska förändringar genom vertikal omblandning beror främst på strömhastighet, en starkare ström ger en ökad omblandning, språngskiktets styrka samt om vindkraftsverkets fundament är djupare än språngskiktet (Hammar m.fl., 2008a).

Flera utredningar av hydrografen har gjorts i samband med anläggandet av marina konstruktioner i Sverige, exempelvis för vindparken Lillgrund samt för Öresundsbron (Øresundskonsortiet 2000, Møller och Edelvang 2001, Karlsson m.fl. 2006). Vindkraftverk förväntas inte påverka de hydrografiska förändringarna förutom i mindre vattenytor som t.ex. i smala vattenpassager (Hammar m.fl. 2008a). De förändringar i våg- och strömmönster som observerats kring vindkraftverk har varit marginella (Hammar m.fl. 2008a). Då Aurora är belägen långt från kusten förväntas påverkan på hydrografen under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen bli mycket begränsad.

5.3 Naturmiljö

5.3.1 Bottenflora och fauna

Påverkan på bottenflora och fauna utgörs främst av de fysiska störningar på havsbotten som uppstår i samband med installation av fundament, erosionsskydd och internkabelnät. Förutom risken för direkt skada på sessila djur (dvs. djur som lever fästa på ett underlag) så kan anläggandet av vindkraftverkens fundament ge upphov till tillfällig spridning av suspenderade partiklar. Vissa organismer kan komma att täckas av sediment, vilket kan vara störande för en del arter. Installationen av internkabelnätet och rörledningar kan också medföra en lokal sedimentspridning.

Havsbotten inom området för vindpark Aurora domineras av mjuk- och sandbotten, vilket innebär att den bentiska faunan domineras av djur som lever nedgrävda i sedimentet, så kallad infauna. Vanligtvis påverkas inte sådana arter särskilt negativt av en ökad mängd suspenderat sediment och ökad sedimentation, då de är anpassade till stora mängder suspenderat sediment samt övertäckning orsakad av sedimentering. Många marina organismer har också förmågan att återkolonisera ett stort område snabbt efter att störningen har upphört. Vidare är de djurarter som dominerar i Aurora inga ovanliga arter, utan finns i stor mängd i denna del av Östersjön, till

exempel östersjömusslan (*Macoma balthica*) och kräftdjuret vitmärkla (*Monoporeia affinis*). Dessa arter förväntas inte påverkas negativt av en ökning av suspenderade partiklar eller en ökad sedimentation då de lever i sedimentet. Det finns även indikationer på syrefria förhållanden på botten inom parkområdet, vilket betyder en avsaknad av bentisk fauna (Gogina m.fl. 2016, Josefsson m.fl. 2020).

Med tanke på det stora djupet, det mjuka bottensubstratet samt en eventuell utbredning av syrefattiga eller helt syrefria bottnar inom och omkring Aurora förväntas ingen vegetation i området som skulle kunna påverkas av skuggning eller ökad sedimentation.

Under driftsfasen kommer den primära påverkan på bottenlevande organismer vara störningar och förlust av habitat där utgrävningar av botten gjorts samt där fundament och erosionsskydd installerats och ersatt befintliga livsmiljöer. Hur stor habitatförlusten blir beror på utformningen av parken, dvs storlek samt antal vindkraftverk och fundament. Förlust av mjukbottenhabitat förväntas bli mycket liten i relation till återstående mängd mjukbottenhabitat. Därutöver finns det ingen känd typ av livsmiljö eller arter av bottenlevande djur inom Aurora som hyser höga naturvärden. Därmed förväntas ingen påtaglig påverkan på bottensamhället. När fundamenten är på plats erbjuder dessa även tillgång till en hård yta som alger och djur kan fästa på. Dessa fundament skapar därmed förutsättningar för en så kallad reveffekt, då hårbottenarter kan etablera sig lokalt i anslutning till vindkraftverken och öka den biologiska mångfalden (Lu m.fl. 2020). Under avvecklingen av fundament och kablar kan viss sedimentspridning förekomma, dock inte av samma omfattning som under installationen.

Anläggningen av kabelkorridorerna förväntas också bidra till en ökad sedimentspridning i det aktuella området. Däremot tros dessa effekter bli lokala och mycket kortvariga. I dessa områden kommer dock en påverkan genom förändrat bottensubstrat inte att ske, då kablarna grävs ner och mjukbottensubstrat förblir.

Sedimentspridningsmodeller kommer att tas fram för att uppskatta spridningsmönstret i samband med anläggningen av vindparken. Sedimentspridningsmodellerna kommer att ligga till grund för djupare analyser av sedimentspridningens effekter på bottenflora och fauna i kommande miljökonsekvensbeskrivning.

5.3.2 Fisk

Suspenderat sediment i vatten sker naturligt under längre eller kortare perioder. Under anläggningsfasen kan ökad sedimentspridning medföra påverkan på fisk (särskilt fiskägg och yngel) då suspenderade partiklar under vissa förhållanden kan fastna i gälar, täcka ägg och resultera i försämrade förutsättningar för överlevnad. Det är störst risk att partiklar fastnar i

juvenila fiskars gälar då vuxna individer sannolikt kommer flytta på sig och undvika grumliga områden (Bergström m.fl. 2012). Anläggningsskedet är dock en relativt kort fas och halten suspenderat material från till exempel borring kan reduceras på olika sätt, till exempel genom att det material som suspenderas släpps ut vid botten och inte i de övre vattenlagrena. Effekten blir då att materialet sedimenterar snabbare. Partiklar transporteras även bort med strömmar, detta medför att påverkan anses vara begränsad (Didrikas & Wijkmark 2009). Vid behov kan det vidtas tekniska skyddsåtgärder eller andra försiktighetsmått för att minimera effekter på fisk, bland annat genom att under anläggningsfasen undvika grumlande och bullrande arbeten under lekperioder (Anon 2001).

Under anläggningsfasen kan även förhöjda ljudnivåer uppkomma vilket skulle kunna påverka fiskars orientering, byteslokalisering, kommunikation och rekrytering. Vissa undersökningar inför anläggningsfasen kan medföra ett tillfälligt undvikande beteende hos vissa arter så som torsk i undersökningsfartygets närområde. Ljud från anläggningsfasen anses medföra störst påverkan på torsk under lekperioden (Hammar m.fl. 2014). Inom och i Auroras närområde finns inga kända lekplatser (HELCOM 2018c) och eventuell påverkan bör vara låg.

Under drift avges ljud (<700 Hz) från vindkraftverken som kan medföra vissa beteendereaktioner hos fisk och maskera fiskars egna ljud (Popper och Hawkins 2019). Den ansamling av fisk som observerats kring fundament vid vindkraftsetablering indikerar däremot att potentiell påverkan av ljud under driftsfasen är av mindre betydelse.

Anläggning av fundament kan innebära habitatförändringar som kan påverka fisksamhällets sammansättning positivt genom att det blir en så kallad reveffekt. Fiskar attraheras i regel av strukturer (Wright m.fl. 2020) och mängden fisk som ansamlas har visats korrelera positivt med strukturens komplexitet (Hammar m.fl. 2008b). En eventuell ökad ansamling av fisk under driftsfasen kan bero på en omfördelning av fisk i området och/eller att det blir en ökad produktion av nya fiskar (Andersson och Öhman 2010, Bergström m.fl. 2012). Det finns ett flertal studier som visar att om marina områden skyddas från fiske uppstår tydliga mätbara effekter med ökade mängder fisk (Öhman m.fl. 1997, Roberts m.fl. 2001, Kamukuru m.fl. 2004, White m.fl. 2008). Vindparken skulle även, i viss mån, kunna skydda fiskpopulationer inom området speciellt om de saknar fiskereglering (Naturvårdsverket 2011).

Under driftsfasen uppstår elektromagnetiska fält kring sjökablar som skulle kunna påverka fiskar såsom ål (Öhman m.fl. 2007; Rølvåg m.fl. 2020). Vid studier av kablars påverkan på ål i vindparken Lillgrund kunde ingen beteendeändring påvisas, men en viss tendens mot en ökad förflyttningstid vid högre strömstyrka i kabeln observerades. En studie på öring visar att fiskägg

kan påverkas negativt av elektromagnetiska fält men att påverkan på larver är marginell (Fey m.fl. 2009). Andra studier har inte heller kunnat påvisa någon betydande effekt av sjökablar på fisk (Dunlop m.fl., 2016). Den totala påverkan från sjökablar på fisk förväntas bli begränsad.

5.3.3 Fågel

Under anläggningsfasen och i samband med eventuella undersökningar kan fåglar tillfälligt trängas undan av en ökad fartygstrafik och bullrande arbeten som kan förekomma i området. Störningen är dock begränsad i tid och kommer ske inom mindre delområden, vilket innebär att stora ytor utan undanträngande verksamhet kommer finnas tillgängliga under hela processen.

Det är främst under driftsfasen som det finns en potentiell påverkan på fågel. Vindkraftens påverkan på fåglar under drift kan i huvudsak delas upp i tre faktorer: undanträngningseffekter, barriäreffekter och kollisionsrisker.

Undanträngningseffekter innebär att en art undviker vindparken eller dess närområde. Påverkan av undanträngningseffekter varierar mellan arter där exempelvis alfåglar har visats undvika vindparker i hög utsträckning medan andra sjöfågelarter tycks opåverkade (Nilsson och Green 2011; Fox och Petersen 2019). Alfågel i området förekommer framför allt vid de grundare utsjöbankarna och förväntas endast förekomma i en begränsad omfattning inom det planerade vindparksområdet. Detta då Aurora-området domineras av djupa mjukbottnar (>50 m djup) och utbredningen av blåmusslor bedöms vara låg. Alfåglar födosöker främst på botten djup <25 meter, tillfälligt på något större djup, men sällan på mer än 30 meter djup (Žydelis och Ruškytė 2005; Nilsson 2016; Nilsson m.fl. 2016).

För alkorna sillgrissla och tordmule är den allmänna bilden att dessa undviker en vindpark i viss omfattning de första åren efter en etablering. En jämförelse som gjorts mellan olika vindparker visar på undanträngningseffekter i vissa vindparker samtidigt som påverkan har saknats i andra vindparker eller att antalet till och med har ökat (Dierschke m.fl. 2016).

Kollisionsrisk innebär att fåglar skadas eller avlider som direkt följd av en kollision med vindkraftverkens rotorblad eller av turbulensen som uppkommer bakom rotorbladen. En viktig faktor när det gäller att bedöma risken för kollision är de olika arternas flyghöjd. Marina dykänder flyger normalt lågt och undviker därmed kollision. Generellt är risken för att sjöfåglar ska kollidera med vindkraftverk liten, då de parerar flygkurser på ett betryggande avstånd från vindparker. Vidare undviker arter som smålom (Petersen m.fl. 2014; Mendel m.fl. 2019; Vanermen och Stienen 2019) och alfågel (Petersen m.fl. 2011) att flyga in i vindparker, vilket även minskar risken för kollision.

Den tredje påverkansfaktorn är barriäreffekten som innebär att vindparken utgör ett hinder för förbipasserande fåglar. Denna effekt minskar visserligen risker för kollision, men ökar i stället fåglarnas energiförbrukning eftersom de riskerar att behöva flyga omvägar förbi parken. Dock kan den eventuella extra flygsträckan anses som försumbar i relation till den totala flygsträckan vid migration under höst och vår.

Aurora passeras av fåglar under flyttperioderna men flertalet sjöfåglar undviker kollisioner med vindkraftsverk antingen genom att flyga runt vindparken eller genom att flyga mitt emellan rader med verk inne i parken (Fox & Petersen 2019). Dessutom flyger många sjöfåglar lågt över vattenytan under flyttningen. Ett undvikande av att flyga genom parken betyder endast en mycket ringa omväg i relation till den totala längden av flyttningen för de sjöfåglar som passerar Aurora. Påverkan förväntas bli begränsad då det inte förekommer några sjöfågelkolonier i närheten eller kända stråk där fåglar flyger fram och tillbaka vid födosök.

5.3.4 Marina däggdjur

Undervattensljud kan påverka marina däggdjur. Hur de påverkas beror på flera olika faktorer så som ljudets intensitet och frekvens, om ljudkällan är impulsiv eller kontinuerlig, vattnets salthalt, bottenförhållanden, avstånd till ljudkällan samt djurens hörselspektra och känslighet. Högre ljudnivåer kan medföra undvikande beteende hos marina däggdjur. Om marina däggdjur inte avviker från området och istället exponeras kontinuerligt för höga ljudnivåer finns risk för tillfälliga hörselskador (TTS) och därefter permanenta hörselskador (PTS).

Anläggningsfasen är den period som kommer generera mest ljud. Under och inför anläggningsfasen kan det förekomma ljudemissioner från flertalet olika källor, bland annat från fartyg, undersökningar och arbeten i form av exempelvis pålning.

5.3.4.1 Tumlare

Tumlare har ett välutvecklat hörselsinne vilket gör dem extra känsliga för ljudstörningar. Det gäller särskilt kraftiga impulsiva ljud, t.ex. pålningsljud, som kan uppstå i samband med anläggning av vindkraftsfundament. Avståndet som tumlare kan detektera ljud på beror på ljudets källstyrka och frekvens. Spridningen korrelerar dels med källstyrkan, dels med frekvensen, då låga frekvenser färdas en längre sträcka i vattnet.

Det finns olika nivåer för hur tumlare påverkas av undervattensljud. Ju högre ljudnivå desto större påverkan. I första steget uppfattar tumlaren ljudet men det påverkar inte beteendet, även kallat detektion. Högre ljudnivåer kan medföra en beteendepåverkan, då tumlare störs av bullret och avlägsnar sig från området. I de fall tumlaren inte avviker utan istället exponeras

kontinuerligt för höga ljudnivåer finns risk för fysiska tillfälliga eller även permanenta skador på individens hörsel. Vidare kan höga ljud även störa tumlarens födosöksförmåga och förmåga att kommunicera med andra tumlare för parning (Villadsgaard m.fl. 2007).

Pålning under anläggningsarbetet genererar de största bullernivåerna, arbetet pågår dock under en begränsad tid och kommer ske inom mindre delområden vilket innebär att stora ytor utan undanträngande verksamhet kommer finnas tillgängliga under hela anläggningsfasen. För att minimera störningen finns det flera olika skyddsåtgärder som kan tillämpas för att bland annat begränsa spridningen av ljud vid anläggningsarbeten. Med skyddsåtgärder förväntas ingen signifikant påverkan uppkomma hos tumlare.

I fyra av fem undersökta vindparker har tumlare återvänt i samma antal under driftsfasen som innan (Vallejo m.fl. 2017). De lågfrekventa ljud som vindkraftverken genererar i drift kan sannolikt detekteras av tumlare och säl men studier har påvisat varierande beteendepåverkan. I vissa fall har tumlartätheten varit högre i parkområdet under drift än innan, troligtvis till följd av en ökad tillgång på föda då fundamenten attraherar fisk (Scheidat m.fl. 2011). Minskad fartygstrafik kan också ha en påverkan.

Avvecklingsaktiviteterna kommer också att medföra ljudemissioner till luft och vatten, till exempel i samband med skärande när fundament och vindkraftverk avlägsnas. Ljudemissionerna kan potentiellt störa tumlare men förväntas vara mer begränsade än de som kan ske under anläggningsfasen.

Inför framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen kommer påverkan från ljud på marina däggdjur att utredas med hjälp av ljudmodellering.

5.3.4.2 Säl

Sälar är inte lika känsliga för undervattensljud som tumlare (Kastelein m.fl. 2013) och någon större långvarig påverkan har inte observerats i samband med etablering av vindkraft (Tougaard m.fl. 2003, Edren m.fl. 2004). Deras hörsel är som känsligast mellan 1 och 40 kHz (Sills m.fl. 2015), men till skillnad från tumlare, kan sälar även hålla hörselorganen ovanför vattenytan. Buller från anläggningsfasen har dock påvisats ha en undanträngande effekt på sälar då de har påvisats lämna vindparksområden under pålning (Edrén & Andersen, 2010; Brasseur m.fl., 2012). Dock har inga långvariga negativa effekter som beror på vindkraftverken på vare sig knubbsäl eller gråsäl påvisats (Bergström m.fl. 2012; Tougaard m.fl., 2006). Sälar är extra känsliga under pälsbyte och under sommaren när de föder upp sina kutar. Knubbsäl är en relativt stationär art i jämförelse med gråsälen som söker sin föda över stora områden. Båda arter kan dock förflytta sig om de störs under pålning (Havs- och vattenmyndigheten 2012;

Thompson m.fl. 2013). Varken gråsälars eller knobbsälars liggplatser, där de byter päls och föder upp kutar, är belägna i närheten av Aurora; avståndet är över 20 km till närmsta liggplats (Figur 26), vilket minimerar påverkan.

Under driftsfasen ligger ljudet från vindkraftsverk vanligtvis under 0,2 kHz, och kan ibland överstiga 2 kHz (Thomsen m.fl, 2016). Sälar kan producera och höra ljud ner till 0,1 kHz. Lågfrekventa ljud från artificiella källor skulle därför kunna störa sälars kommunikation (Sills m.fl, 2015). Under driftsfasen förväntas dock vindkraftverk inte ha en större påverkan på sälar. Den så kallade reveffekten kan locka till sig mer fisk till området och säl har dokumenterats aktivt jaga fisk vid fundamenten (Bergström m.fl. 2012, Russel m.fl. 2014).

5.3.5 Fladdermöss

Inventeringar ute till havs, flera km från land, har påvisat förekomst av fladdermöss vid vindkraftverk och i områden omkring vindparken (Ahlén m.fl., 2009). Förekomsten av fladdermöss beror troligtvis på tät förekomst av insekter, som lockar till sig fladdermössen (Ahlén m.fl., 2009). Studierna vid Kårehamn och Bockstigen 1 visade ingen större aktivitet av migrerande fladdermusarter. Dessa vindparker har dock inte varit så långt ifrån land som området för Aurora.

Fladdermöss kan migrera över vatten (Hatch m.fl. 2013) och området kring Aurora kan potentiellt användas som migrationsstråk. Erfarenheter från olika studier visar dock att detta sker under begränsade perioder vid låga vindhastigheter när vindkraftverk antingen står stilla eller har liten produktion. Resultat från en studie av fladdermöss rörelse över havet påvisade att vindkraftsetableringar längre ut än cirka 20 km bör ha liten påverkan på fladdermöss (Sjollem m.fl. 2014). En viktig faktor för påverkan på migrerande fladdermöss över havet är flyghöjden. Studier har påvisat att migrerande fladdermöss över Östersjön flyger relativt lågt vilket minimerar risken för kollision med vindkraftsanläggningens rotorblad (Ahlén m.fl., 2009).

Potentiell påverkan/effekt på fladdermöss kommer att beskrivas i kommande miljökonsekvensbeskrivning.

5.3.6 Ekosystemtjänster och grön infrastruktur

Flera olika former av ekosystemtjänster kan förväntas utvecklas kring vindparker. Revbildning kring fundamenten leder till en etablering av filtrerande organismer (Andersson och Öhman 2010), vilket lokalt skulle kunna skapa en potentiellt reglerande ekosystemtjänst i form av en lokalt förbättrad vattenkvalitet (McLaughlan och Aldridge 2013). Ökningen av filtrerande och

fotosyntetiserande organismer kring fundamentet kan bidra till en aggregering av fisk vilket skulle kunna gynna fisket (försörjande ekosystemtjänst) (Grove m.fl. 1989).

Bättre livsmiljöer för kommersiella arter i kombination med minskad trålning skulle gynna det kustnära fisket, vilket även skulle kunna innebära en viktig kulturell ekosystemtjänst för närområdet. Områden kring Aurora nyttjas regelbundet för yrkesfisket och genom en minskad trålning skulle det sannolikt kunna leda till rekrytering av kommersiellt viktiga arter och i längden leda till en spill-over effekt, som gagnar yrkesfisket (Stobart m.fl., 2009).

5.4 Landskapsbild

Vindkraftverk påverkar det visuella intrycket av det landskap de befinner sig i. Hur detta påverkar landskapsbilden och den enskilda betraktaren varierar och kan i hög grad knytas till subjektiva känslor och bedömningar. Aurora är placerad till havs, med cirka 20 km som närmsta avstånd till land och därmed långt ifrån boendemiljöer och annan bebyggelse. De verk som planeras har möjligen en totalhöjd på 370 meter. Vindkraftverken kommer därför att kunna ses på stora avstånd från öppna platser i det omgivande landskapet. Under dagar med god sikt kommer vindparken vara synlig från land under driftsfasen. Vindkraft med en totalhöjd över 150 meter behöver ha varningslampor för flyget vilket kan öka synbarheten för verken nattetid. I kommande miljöbedömning av hur vindparken kommer att påverka landskapsbilden kommer det att tas hänsyn till följande faktorer: vindkraftverkens storlek, antal, utformning, konstruktion, synbarhet och betraktningsavstånd.

Vindkraftverken kommer endast att vara synliga från Sverige oavsett utformningsalternativ och vindkraftverkens totalhöjd.. Inom ramen för miljökonsekvensbeskrivningen kommer även så kallade synbarhetsanalyser tas fram som redovisar från vilka platser i det omgivande landskapet vindkraftverken kommer vara synliga.

5.5 Kulturmiljö

Östersjön har flera vrak vilka kan vara av värde ur arkeologisk synvinkel och eventuell påverkan på något av dessa kommer att tas hänsyn till inför installation av fundament och vid kabeldragning. Driftsfasen förväntas inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska fynd eftersom dessa undviks redan under anläggning.

Om tidigare okända fartygslämningar eller andra kulturhistoriska lämningar påträffas i samband med undersökningar görs en anmälan till svenska myndigheter i enlighet med kulturmiljölagen (1988:950).

5.6 Rekreation och friluftsliv

Rekreation och friluftsliv till havs kan under anläggning och avveckling komma att påverkas av en ökad fartygstrafik, buller och avspärrningar. Under anläggning och avveckling kan även fritidsbåtar behöva ta omvägar till följd av avspärrningar men då parken inte överlappar med några utpekade farleder ses denna påverkan som begränsad. Att vindparken ligger långt ut från kusten kommer vidare begränsa vindparkens negativa inverkan på friluftslivet. Under driftsfasen kan vindparken bidra till ett gynnsamt fritidsfiske, då fundamenten kan attrahera fisk samtidigt som regleringen av trålning inom parkområdet minskar det storskaliga fisketrycket.

5.7 Fiske

Det främsta fisket som sker inom området för Aurora är pelagisk trålning/flyttrålning, som huvudsakligen inriktar sig på torsk, strömming och skarpsill, som sannolikt kommer begränsas inom parkområdet. Däremot är fiskeaktiviteten relativt låg i Aurora-området (AIS-data 2019) vilket leder till att begränsningen av fiskeaktivitet i Aurora inte förväntas resultera i en betydande påverkan på yrkesfisket.

Kombinationen av att vindkraftverk kan skapa en reveffekt med ökad fiskproduktion (Andersson och Öhman 2010, Reubens m. fl. 2011) och att området skyddas från fiske skulle på sikt kunna ha en positiv påverkan på fisket (Fayram och Risi 2007). Det finns ett flertal forskningsstudier som har visat att om ett område skyddas från fiske så kan det leda till både en ökning av fiskbiomassa och på sikt ökade vinster för fiskenäringen (Roberts m.fl. 2001, Gell och Roberts 2003, White m.fl. 2008, Lester m.fl. 2009, Gaines m.fl. 2010). Även i nationella havsplaner har det för flera havsområden angetts att användning energiutvinning och natur kan samexistera med yrkesfisket.

Inom områdena för kabelkorridorerna består fisket mestadels av kustfiske. I dessa områden kan bottentrålning komma att begränsas vilket kan påverka yrkesfisket. De primära kabelkorridorerna in mot fastlandet går igenom riksintressen för yrkesfiske omkring Öland. Även tre av de sekundära alternativen för kabelkorridorer berör områden av riksintresse för yrkesfiske. Områden som tas i anspråk inom kabelkorridorerna är dock väldigt små vilket leder till att yrkesfisket där inte förväntas påverkas nämnvärt.

Det kan inte uteslutas att enskilda fiskare blir påverkade av den planerade vindparken och en motsättning i intressen kan inte uteslutas. Samtal med relevanta intressenter inom det kommersiella fisket är viktiga.

Påverkan på fiske kommer att belysas närmare i kommande miljökonsekvensbeskrivning.

5.8 Miljökvalitetsnormer

Under anläggning- och utvecklingsfas kan arbetsfartyg medföra en ökning i utsläpp av avgaser samt en uppgrumling av sediment och potentiellt frigöra miljögifter under nedläggning av kablar. På så sätt riskeras den kemiska statusen att påverkas negativt. Dock förväntas detta ha en ringa påverkan då vattenförekomstens volym är mycket större än den påverkade ytan. Eventuell påverkan kommer att utredas närmare i kommande miljökonsekvensbeskrivning.

5.9 Klimat

Anläggandet av vindparken kommer innebära ett visst klimatavtryck i form av nyproduktion av vindkraftverk och övriga installationer, transporter och installationsarbete. Även avvecklingsfasen innebär ett visst klimatavtryck kopplat till fordonsdrift m.m. Dessa aktiviteter kommer att vara begränsade i tid och omfattning. Under driftsfasen kommer Aurora istället bidra till att förverkliga Sveriges klimatmål mot noll nettoutsläpp år 2045. Elproduktionen i parken skulle ha en kapacitet på cirka 24 TWh vilket motsvarar en kapacitet av att försörja upp emot fem miljoner hushåll med förnybar el. Vindparken är med andra ord en central del i de nationella åtgärderna för att begränsa kommande klimatförändringar och för att ställa om till ett förnybart elsystem. Vindparkens påverkan på klimatet kommer redogöras ytterligare i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

5.10 Infrastruktur och planförhållanden

5.10.1 Sjöfart

Under anläggningsfasen kan sjöfarten komma att påverkas på grund av ökad båttrafik och eventuella avspärrningar inom anläggningsområdet. Störningarna kommer dock vara tillfälliga och begränsas till tiden för anläggningsarbetet.

Då Aurora är placerat utanför utpekade farleder förväntas påverkan under driftsfasen bli begränsad. En etablering kan dock medföra en ökad kollisionsrisk, framför allt under dagar med försämrade siktförhållanden. En lista över fartygskollisioner och olyckor till havs indikerar att, trots en intensiv fartygstrafik omkring området för Aurora, så har det inte skett några olyckor sedan 2006 (HELCOM 2018).

Som tidigare nämnts kan kommersiellt fiske komma att regleras i projektområdet under driftsfasen vilket kan resultera i att det blir färre fiskefartyg.

Korridorerna för kablar och rörledningar planerade både norr och söder om Aurora passerar farleder. Dock är anläggningen av anslutningskablar och rörledningar högst temporär och förväntas inte ha en betydande påverkan på sjöfarten då de inte heller påverkar fartygstrafiken när de är lagda på botten. Den kommande miljökonsekvensbeskrivningen kommer att innehålla en mer ingående riskanalys för sjöfart.

5.10.2 Luftfart

Nya hinder i en MSA-yta kan få negativa konsekvenser på flygtrafiken och kräva en revidering av flyghöjden i den aktuella MSA-ytan. Etablering av vindkraft kan försvåra flygprocedurer till och från flygplatsen och innebära omvägar för flygplanen, vilket kan motverka flygens miljöförbättrande inflygningsåtgärder. Då Aurora inte överlappar med någon MSA-yta, varken från Kalmar Öland flygplats eller Visby flygplats förväntas vindparken inte ha någon påverkan på luftfarten i detta anseende.

Försvarsmaktens flygverksamhet kan också komma att påverkas i form av restriktioner av bland annat flyghöjd och/eller flygvägar. Aurora överlappar dock inte med något utpekat lågflygningsområde och Försvarsmaktens verksamhet vad gäller luftfart. Därmed bör luftfarten inte påverkas under etableringens olika faser. Potentiell påverkan och samverkan med berörda parter kommer vidare utredas inför kommande miljökonsekvensbeskrivning.

5.10.3 Militära områden

Aurora överlappar inte med några kända militära områden men angränsar till Försvarsmaktens sjöövningsområde av riksintresse, Martin (TM0304).

Objekt högre än 20 m riskerar att påverka totalförsvarets riksintresse. Vindkraftverk kan bland annat inverka negativt på försvarets radarsystem, radiolänkar, signalspaningar, flygverksamhet, samt övnings- och skjutverksamhet. Höga objekt i närheten av väderradaranläggningar riskerar att störa framtagandet av säkra väderprognoser vilket resulterat i att vindkraftverk inte får uppföras inom fem km från en väderradaranläggning och särskilda analyser måste genomföras för vindkraft inom 50 km. Aurora befinner sig utanför båda dessa gränser och förväntas därför inte påverka försvarets väderradarsystem.

Vid Ölands nord- och sydspets finns också militära områden. Kabelkorridoralternativen som går sydväst och nordväst om Aurora in till fastlandet kommer att passera igenom Försvarsmaktens område (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Anslutningskablar förväntas dock inte negativt påverka Försvarsmaktens aktiviteter.

5.11 Kumulativa effekter

Kumulativa effekter avser effekter från andra verksamheter eller åtgärder som kan få miljöeffekter inom påverkansområdet för det aktuella projektet. Kumulativa effekter kan uppstå när flera olika effekter samverkar med varandra, både då olika typer av effekter från en och samma verksamhet samverkar eller om effekter från olika verksamheter samverkar. I miljökonsekvensbeskrivningen kommer en identifiering och bedömning av kumulativa effekter att göras från befintliga och tillståndsgivna verksamheter i området. Kumulativa effekter kan exempelvis utgöras av påverkan på fåglar, fisk och marina däggdjur från olika typer av aktiviteter inom ett relevant geografiskt område.

I dagsläget finns det endast två vindparker, Kårehamn och Bockstigen offshore, i Auroras närområde (E.ON, 2012; Länsstyrelsen, 2012). Därtill finns planer på andra vindparker i Egentliga Östersjön (4offshore wind, 2020) som, beroende på om de erhållit tillstånd vid tidpunkten för miljöbedömningen, kan och bör beaktas vid bedömning av kumulativa effekter. Ytterligare en vindkraftpark 100 km söder om Sveriges kust, på gränsen till Polen, vid Södra Midsjöbanken är i pågående arbete och bör beaktas om tillstånd erhållits vid tidpunkten för miljöbedömningen (RWE Renewables 2021).

Vidare kommer miljökonsekvensbeskrivningen att inkludera potentiella kumulativa effekter från andra verksamheter i området, exempelvis från sjöfart och kablar.

6. Potentiell gränsöverskridande påverkan

I den miljökonsekvensbeskrivning som upprättas i enlighet med artikel 4 i Esbokonventionen kommer den förväntade gränsöverskridande påverkan att bedömas och beskrivas. Den huvudsakliga gränsöverskridande påverkan som eventuellt skulle kunna uppstå redovisas i detta kapitel.

6.1 Fågel

Den potentiella påverkan avseende fåglar som beskrivits i avsnitt 5.3.3 kan sträcka sig utanför gränsen för Sveriges ekonomiska zon, bland annat med hänsyn till att vissa fågelarter rör sig över mycket stora områden och därmed förekommer inom flera olika länders sjöterritorium och maritima zoner. Påverkan på fåglar inom Sveriges ekonomiska zon förväntas vara begränsad, vilket innebär att även den eventuella gränsöverskridande påverkan kan förväntas vara begränsad. Påverkan på fågel kommer att beskrivas i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

6.2 Marina däggdjur

Tumlare, gråsäl och knubbsäl är utpekade arter i flera svenska, polska, tyska och danska Natura 2000-områden. Den potentiella påverkan som beskrivits i avsnitt 5.3.4 kan sträcka sig utanför den svenska gränsen, detta då arternas utbredningsområden kan omfatta delar av flera olika länders territorium. Påverkan på marina däggdjur inom Sveriges ekonomiska zon förväntas vara begränsad, vilket innebär att även den eventuella gränsöverskridande påverkan kan förväntas vara begränsad. Påverkan på marina däggdjur kommer att beskrivas i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

6.3 Fiske

Den potentiella påverkan på fisket som beskrivs i avsnitt 5.7 kan även komma att omfatta yrkesfiskare från andra länder. Påverkan på fisket inom Sveriges ekonomiska zon förväntas vara begränsad, vilket innebär att även den eventuella gränsöverskridande påverkan kan förväntas vara begränsad. Påverkan på fisket kommer att beskrivas i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

6.4 Sjöfart

Den potentiella påverkan som redovisas i avsnitt 5.10.1 kan även ha en gränsöverskridande påverkan, främst i form av eventuell tillfällig påverkan på sjöfarten i området på grund av ökad båttrafik och eventuella avspärrningar inom anläggningsområdet. Som beskrivits ovan är den planerade vindparken dock placerad utanför utpekade farleder varför förväntad påverkan under driftsfasen sannolikt blir begränsad. Påverkan på sjöfarten inom Sveriges ekonomiska zon förväntas vara begränsad, vilket innebär att även den eventuella gränsöverskridande påverkan kan förväntas vara begränsad. Påverkan på sjöfarten kommer att beskrivas i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

6.5 Kumulativa effekter

De möjliga kumulativa effekter som redovisas i avsnitt 5.11 kan potentiellt även ha en gränsöverskridande påverkan. De kumulativa effekterna inom Sveriges ekonomiska zon förväntas vara begränsade, vilket innebär att även den eventuella gränsöverskridande påverkan kan förväntas vara begränsad. De kumulativa effekterna kommer att beskrivas i den kommande miljökonsekvensbeskrivningen.

7. Referenser

ArtDatabanken. 2019. Artfakta.

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

Benke, H., Bräger, S., Dähne, M., Gallus, A., Hansen, S., Honnef, C. G. & Narberhaus, I. 2014. Baltic Sea harbour porpoise populations: status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series*, 495, 275–290.

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

Brandt M. J., Dragon A. C. Diederichs A., Bellmann M.A., Wahl V., Piper W., Nabe-Nielsen J. & Nehls G. 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series*. 596, 213–232.

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

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

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

Energiforsk & Profu. 2021. Efterfrågan på fossilfri el – Analys av högnivåscenario, Slutrapport 2021-04-23

Florén, K, Hansson, P. & Skoglund, S. 2017. Vegetationsklädda bottnar i Gävleborgs läns kustvatten - Trendövervakning 2016. Länsstyrelsen Gävleborg. Rapport 2017:5. 58 sid.

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

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

Hexicon. 2021. Kultje vindkraftspark Samrådsunderlag. Hexicon AB.

Kastelein, R. A., P. J. Wensveen, L. Hoek, W. C. Verboom & J. M. Terhune. 2009. Underwater detection of tonal signals between 0.125 and 100 kHz by harbor seals (*Phoca vitulina*). *Journal of the Acoustical Society of America*, 125:1222-1229.

Kastelein, R.A., Hoek, L., De Jong C.A. & Wensveen P.J. 2010. The effect of signal duration on the underwater detection thresholds of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) for single frequency-modulated tonal signals between 0.25 and 160 kHz. *Journal of the Acoustical Society of America* 128: 3211–3222.

Kastelein, R.A., Van de Voorde, S & Jennings, N. 2018. Swimming Speed of a Harbor Porpoise (*Phocoena phocoena*) During Playbacks of Offshore Pile Driving Sounds. *Aquatic Mammals* 44(1), 92-99.

King, S. 2019. Seabirds: collision. Sid 206–234 i Perrow, M.R. (ed.) 2019. *Wildlife and Wind Farms, Conflict and Solutions*. Volume 3 Offshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter, UK.

Knott, N.A., Underwood, A.J., Chapman, M.G. & Glasby, T.M. 2004. Epibiota on vertical and horizontal surfaces on natural reefs and on artificial structures. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 84: 1117–1130.

- Kullander, S.O., Nyman, L., Jilg, K. & Delling, B. 2012. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeniga fiskar. Actinopterygii. ArtDatabanken, SLU, Uppsala
- Maar, M., Bolding, K., Petersen, J. K., Hansen, J. L., & Timmermann, K. 2009. Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *Journal of Sea Research*, 62(2-3), 159-174.
- Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K. & Tyack, P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Marine Ecology Progress Series* 309: 279–295.
- McConnell, B., Lonergan, M., Dietz, R. 2012. Interactions between seals and offshore wind farms. *The Crown Estate*, 41 pages.
- Naturvårdsverket. 2006. Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar. Stockholm: Naturvårdsverket (5576).
- Naturvårdsverket. 2010. Undersökning av utsjöbankar. Stockholm: Naturvårdsverket. (Rapport 6385).
- Naturvårdsverket. 2011a. Rev, EU-kod 1170. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11.
- Naturvårdsverket. 2011b. Sandbankar, EU-kod 1110. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11.
- Naturvårdsverket. 2016. Hoburgs bank och Midsjöbankarna. Länsstyrelsen i Kalmar län. Skyddad natur, Naturvårdsverket: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>.
- Naturvårdsverket. 2017. Förutsättningar för provningar och tillsyn i Natura 2000-områden. Stockholm. Naturvårdsverket. (Handbok 2017:1).
- Nilsson L. 2016. Changes in numbers and distribution of wintering Long-tailed Ducks *Clangula hyemalis* in Swedish waters during the last fifty years. *ORNIS SVECIA* 26:162-176, 2016.
- Nilsson, L. & Green, M. 2011. Birds in southern Öresund in relation to the windfarm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2001–2011. Rapport från Biologiska Institutionen, Lunds universitet.
- Norling P & Kautsky N. 2007. Structural and functional effects of *Mytilus edulis* on diversity of associated species and ecosystem functioning. *Mar Ecol Prog Ser* 351:163–175. doi: 10.3354/meps07033.
- Näslund, J., Beltran, J., Fyhr, F. & Isaeus, M. 2019. Kartering av naturvärden på Hoburgs bank. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:XX.
- Perkol-Finkel S. & Benayahu Y. 2005. Recruitment of benthic organism onto a planned artificial reef: shifts in community structure one decade post-deployment. *Mar. Environ. Res.* 59: 79-99.
- Perrow, M.R. (ed) 2019. *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Volume 4 Offshore: Monitoring and Mitigation. Pelagic Publishing, Exeter, UK.
- Russell, D. F., S. M. J. M. Brasseur, D. Thompson, Hastie G. D., Janik V. M., Aarts G., McClintock B. T., Matthiopoulos J., Moss S. E.W. & McConnell B. 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology* 24:R638-R639.
- SAMBAH. 2016. Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise (SAMBAH). Final report under the LIFE+ project LIFE08 NAT/S/000261. Kolmårdens Djurpark AB, SE-618 92 Kolmården, Sweden. 81pp.
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J. & Reijnders, P. 2011. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters* 6: 025102.
- SGU. 2021. Geologiska förutsättningar för koldioxidlagring: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/ccs-koldioxidlagring/geologiska-forutsattningar-for-koldioxidlagring/>

Sjöberg, M. & Ball, J.P., 2000. Grey seal, *Halichoerus grypus*, habitat selection around halout sites in the Baltic Sea: bathymetry or central-place foraging? *Canadian Journal of Zoology* 78: 1661–1667.

Skov, H., Heinanen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J.J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H.W., Nilsson, L., Petersen, I.K., Roos, M.M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A., Stipniece, A., Wahl, J., 2011. Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. *TemaNord* 2011:550. Nordic Council of Ministers, Copenhagen

Svane I. & Petersen J.K. 2001. On the Problems of Epibioses, Fouling and Artificial Reefs, a Review. *Mar. Ecol.* 22(3): 169-188.

Tollit, D.J., Black, A.D., Thompson, P.M., Mackay, A., Corpe, H.M., Wilson, B., Van Parijs, S.M., Grellier, K. & Parlane, S. 1998. Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat. *Journal of Zoology*, 244(2), 209-222.

Tougaard J. Wright A.J. & Madsen P.T. 2015. Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. *Marine Pollution Bulletin*, 90, 196–208

Tougaard, J. & Mikaelson, M. 2018. Effects of larger turbines for the offshore wind farm at Kriegers's Flak, Sweden. Assessment of impact on marine mammals. Scientific Report No.286. Aarhus University, NIRAS.

Vallejo, G.C., Grellier, K., Nelson, E.J., McGregor, R.M., Canning, S.J., Caryl, F.M., & McLean, N. 2017. Responses of two marine top predators to an offshore wind farm. *Ecology and evolution*, 7(21), 8698-8708.

Villadsgaard, A., Wahlberg, M. & Tougaard, J. 2007. Echolocation signals of wild harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Journal of Experimental Biology*, 210(1), 56-64.

Wisniewska, D.M.M., Johnson, M., Teilmann, J., Rojano-Doñate, L., Shearer, J., Sveegaard, S., Miller, L.A., Siebert, U. & Madsen, P.T.T. 2016. Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. *Current Biology*, 26(11), 1441–1446.

Referenser för dataunderlag till kartor

Metria

<https://metria.se/>

Lantmäteriet

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

Naturvårdsverket

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

Transportstyrelsen

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

Riksantikvarieämbetet

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

Länsstyrelsen

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

Havs och vattenmyndigheten

<https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/kartor-och-gis/karttjanster.html>

Emodnet

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

Energimyndigheten

<http://www.energimyndigheten.se/>

Sjöfartsverket

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

Europeiska miljöbyrån

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps>

Helcom

<https://helcom.fi/>

BSH

https://www.bsh.de/DE/Home/home_node.html

4COffshore

<https://www.4coffshore.com/>

GeoSeaPortal

<https://www.geoseaportal.de/>

SGU

<https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data>

Vatteninformationssystem Sverige (VISS)

<https://viss.lansstyrelsen.se/>

