



# Miljökonsekvensbeskrivning

Aurora

Bilaga B





## Administrativa uppgifter

<b>Sökande:</b>	AUR Energipark AB
<b>Organisationsnummer:</b>	559347-9461
<b>Adress:</b>	c/o OX2 Lilla Nygatan 1, Box 2299, 103 17 Stockholm
<b>Tel växel:</b>	08 – 559 310 00
<b>Kontaktperson:</b>	Projektledare Kristina Nilsson Bromander E-post: aurora@ox2.com
<b>Berört vattenområde:</b>	Sveriges ekonomiska zon, Egentliga Östersjön
<b>Prövningsmyndighet:</b>	Regeringen (Miljödepartementet)

Miljökonsekvensbeskrivningen har upprättats av: Selma Pacariz, Karin Lundström, Daniel Rasmusson, Olof Liungman, Lisa Palm, AFRY, med bidrag från Olov Tiblom, Marcus Öhman, Eva Stensland Isaeus, Frida Seger, Mathilda Karlsson, AquaBiota, Maria Wilson, Mark Mikaelson, NIRAS, Richard Ottvall, Ottvall Consulting, Henrik Skov, DHI, André Cocuccio, Ryan Horrocks, Marico Marine.

Beställare: OX2 AB

Datum: 2022-06-23

Miljökonsekvensbeskrivningen har granskats av: Kristina Nilsson Bromander (OX2), Elina Cuéllar (OX2), Emelie Zakrisson (OX2), Selma Pacariz (AFRY) och AquaBiota. De avsnitt som beskriver den ansökta verksamhetens konsekvenser har även granskats av författarna till de bilagor som utgjort huvudsakligt underlag till respektive avsnitt.

Miljökonsekvensbeskrivningen har godkänts av: Emelie Zakrisson, OX2



## Om sökanden

AUR Energipark AB är ett helägt dotterbolag till OX2 AB (publ.) OX2 utvecklar, bygger och säljer land- och havsbaserad vindkraft och solkraft. OX2 erbjuder även förvaltning av vind- och solparker efter färdigställande. OX2:s utvecklingsportfölj består av både egenutvecklade och förvärvade projekt i olika faser. Företaget är också aktivt inom teknikutveckling kopplad till förnybara energislag, som vätgas och energilagring. OX2 har verksamhet på elva marknader i Europa: Sverige, Norge, Finland, Litauen, Estland, Polen, Rumänien, Frankrike, Spanien, Italien och Grekland. Under 2021 omsatte OX2 cirka 5 miljarder kronor. Företaget har mer än 300 medarbetare med huvudkontor i Stockholm. OX2 är noterat på Nasdaq Stockholm sedan 2022.

OX2:s verksamhetsmål är att bidra till omställningen mot ett förnybart energisystem med en nettopositiv påverkan på naturkapitalet senast år 2030. Målsättningen är därför att de vind- och solparker som OX2 utvecklar och anlägger ska skapa en så stor klimatnytta som möjligt, samtidigt som biologisk mångfald skyddas eller stärks genom projekten.

I linje med verksamhetsmålet har OX2 tagit fram en strategi för biologisk mångfald. I denna har OX2 arbetat med målet om naturpositiva vind- och solkraftsparker till 2030. Även om målet är satt till 2030 så pågår arbetet redan idag. Att bidra till biologisk mångfald är en viktig del i utvecklingen av OX2:s samtliga vind- och solkraftsprojekt.



# Icke teknisk sammanfattning

## Sökt verksamhet

AUR Energipark AB, vilket är ett helägt dotterbolag till OX2 AB (sökanden benämns i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning "OX2"), planerar att anlägga en storskalig havsbaserad vindpark i Egentliga Östersjön (Västra Gotlandshavet), utanför Kalmar och Gotlands läns kuster, inom Sveriges ekonomiska zon. Den planerade vindparken benämns Aurora.

Det övergripande syftet med vindpark Aurora är att producera förnybar el och på så sätt bidra till att nå Sveriges energi- och klimatmål, samt till att förse samhälle och näringsliv, framför allt i södra Sverige, med konkurrenskraftig el. Den planerade vindparken Aurora kommer att ha en uppskattad maxeffekt om cirka 5 500 MW och omfatta upp till 370 vindkraftverk med en totalhöjd om maximalt 370 meter.

För att nå Sveriges klimatmål behöver det svenska samhället ställas om. En central del i omställningen till ett fossilfritt samhälle är en elektrifiering av transporterna och av industrin. Efterfrågan på el ökar därför enormt och det finns ett stort antal prognoser och scenarier som indikerar en mycket kraftigt ökad elanvändning i Sverige. Parallellt med detta närmar sig de befintliga kärnkraftverken, vilka tillsammans står för cirka 40 % av dagens svenska elproduktion, slutet av sin livslängd. Sverige behöver således en omfattande utbyggnad av ny elproduktion i närtid.

Vindkraften har genomgått en mycket snabb teknisk utveckling under den senaste tioårsperioden, med sänkta produktionskostnader och ökad elproduktion från varje enskilt vindkraftverk. Den havsbaserade vindkraften är särskilt kraftfull och robust, både på grund av möjligheten att bygga större vindkraftverk jämfört med på land, och på grund av starkare och stabilare vindar till havs. Havsbaserad vindkraft kan därför möjliggöra ett betydande tillskott av förnybar elproduktion i närtid, vilket är vad som behövs för att nå klimatmålen.

Den kontinuerliga teknikutveckling som den havsbaserade vindkraften genomgår medför bland annat att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Vindparkens utformning, inklusive placering av fundament, vindkraftverk, transformator- och/eller omriktarstationer, plattformar, mätmaster och kablar, kommer därför att anpassas efter områdets förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar, miljöpåverkan samt geotekniska förutsättningar. Den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer därför att bestämmas utifrån den mest lämpliga teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån en optimering av elproduktionen.

Den planerade vindparken Aurora ligger inom Sveriges ekonomiska zon och det interna kabelnätet inom vindparken kommer helt eller delvis att anläggas på havsbotten. OX2 ansöker om tillstånd enligt lag (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon (SEZ). Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har tagits fram för att utgöra en del av denna tillståndsansökan.



Den verksamhet vars konsekvenser bedöms i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning är anläggande, drift och avveckling av vindkraftverk, fundament, transformator- och omriktarstationer, plattformar, mätmaster, samt de kablar som anläggs mellan vindkraftverken och stationerna (det interna kabelnätet). Även undersökningar av havsbotten omfattas.

De anslutningskablar som kommer att anläggas från vindparken prövas i särskild ordning i ett senare skede när anslutningspunkter har fastställts, men beskrivs översiktligt i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning såsom följdverksamhet. Även fartygstrafiken till och från vindparken beskrivs som en följdverksamhet.

Den planerade vindparken kräver även ett tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken (Natura 2000-tillstånd) avseende Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna (SPA/SCI, SE0330308). En ansökan om tillstånd har skickats in i början av mars 2022 och kommer att prövas av Länsstyrelsen i Gotlands län.

## Lokalisering

Det område i Egentliga Östersjön inom vilket den planerade vindparken Aurora är tänkt att anläggas är synnerligen lämpligt för en etablering av en havsbaserad vindpark. Området uppfyller de grundläggande tekniska förutsättningarna och de verksamhetsspecifika kraven med avseende på starka och stabila vindar, samt lämpliga vattendjup och geotekniska förhållanden.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena, på grund av framför allt vattendjupet och ljusförhållandena i kombination med periodvis syrefattiga eller helt syrefria förhållanden, är i stort sett obefintliga. Genomförda undersökningar och utredningar har visat på att förekomsten av fisk är mycket ringa. Avsaknaden av större mängder fisk medför att fiskätande marina däggdjur som tumlare och säl inte förekommer inom området i någon större utsträckning. De relativt stora djupen och den generella avsaknaden av fisk innebär även att området inte utgör ett lämpligt födosöksområde för fågelarter vars kost till stor del består av fisk och/eller musslor.

Den planerade vindparken Aurora angränsar i söder till Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna, men avståndet från vindparken till de känsliga utsjöbankarna inom Natura 2000-området uppgår till cirka 10 kilometer för Norra Midsjöbanken respektive cirka 12 kilometer för Hoburgs bank.

I den planerade vindparkens närområde förekommer utpekade riksintressen för naturmiljön, Totalförsvaret, sjöfarten, luftfarten, yrkesfisket, kulturmiljön och friluftslivet. Verksamhetsområdet för den planerade vindparken ligger inom MSA-yta för Kalmar Öland Airport, men överlappar i övrigt inte med några andra riksintressen. Den planerade vindparken är även förenlig med antagna havsplaner.



## Kunskapsunderlag

Inom ramen för projektet har ett antal olika projektspecifika inventeringar, utredningar, modelleringar och beräkningar, med avseende på bland annat tumlare, sediment, skuggor, ljud, fåglar och fisk utförts. Därutöver har fotomontage och visualiseringar tagits fram för att åskådliggöra hur vindkraftverken syns i det omgivande landskapet. Övrigt underlag som använts vid upprättandet av miljökonsekvensbeskrivningen utgörs av befintliga data från olika inventeringar och karteringar, vilka utförts av bland annat HaV, SGU och Naturvårdsverket, vetenskaplig litteratur, forskningsresultat, miljörapporter, tekniska rapporter samt kunskap och information från olika myndigheter.

Resultaten från de genomförda inventeringarna, utredningarna, modelleringarna och beräkningarna stämmer väl överens med befintliga data från tidigare utförda undersökningar. Tillgängligt underlag med information om områdets förutsättningar och tillstånd har beaktats i den mån det har ansetts vara tillämpligt för Aurora. Resultaten stämmer även överens med relevanta vetenskapliga artiklar och rapporter. Det kunskapsunderlag som tagits fram för vindpark Aurora bedöms därför vara tillräckligt omfattande och av tillräckligt god kvalitet för att tillförlitliga bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser ska kunna göras.

## Konsekvenser av ansökt verksamhet

### Klimatpåverkan och klimatnytta

Etableringen av vindpark Aurora kommer att innebära en viss klimatpåverkan i form av de utsläpp som genereras under framställningen av vindparkens olika material och komponenter, samt under själva anläggandet av vindparken. Baserat på beräkningar av utsläpp av växthusgaser per kWh producerad el, som gjorts för såväl havs- som landbaserad vindkraft, förväntas vindpark Aurora generera utsläpp av växthusgaser som understiger 8 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

Elproduktionen från vindpark Aurora beräknas medföra 45 gånger mindre koldioxidutsläpp jämfört med samma genomsnittliga produktion av energi i Norden. Jämfört med den genomsnittliga energiproduktionen i Europa skulle produktionen från Aurora innebära cirka 60 gånger mindre koldioxidutsläpp. I jämförelse med utsläppen av koldioxid som uppstår vid elproduktion från en rimlig ersättningsmix kan vindpark Aurora minska utsläppen av koldioxid med 14 miljoner ton/år. Därav bedöms vindpark Aurora vara en essentiell del i Sveriges nationella arbete för att uppnå klimatmålet om en helt förnybar elproduktion år 2040 och noll nettoutsläpp av växthusgaser senast 2045.

Vindpark Aurora bedöms kunna bidra mycket positivt till arbetet med att ersätta fossil elproduktion och därigenom bidra till storskalig reducering av växthusgasutsläpp.



## Bottenflora och bottenfauna

Till följd av de relativt stora djupen inom det område som utgör den planerade vindparken, där bottenarna till stora delar utgörs av mjukbottenar och sandbottenar, samt då det inom området periodvist förekommer syrefria och/eller syrefattiga förhållanden, förväntas inga utbredda vegetationsklädda bottenar eller särskilt skyddsvärda habitat förekomma.

Under anläggningsfasen är det framför allt den fysiska störningen av havsbotten, vid installation av fundament, erosionsskydd och internkabelnät, som kan komma att påverka bottenfaunan inom området. Bottenfaunan består i huvudsak av vanligt förekommande organismer som inte är känsliga för de halter av suspenderat sediment och den sedimentation som kan uppkomma vid anläggningsarbetena. Spridningen av miljögifter eller näringsämnen genom sedimentsuspension och sedimentation förväntas vara begränsad. Därav bedöms verksamhetens påverkan vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenserna för bottenflora och bottenfauna, från fysisk påverkan på havsbotten, sedimentsuspension, sedimentation, miljögifter och näringsämnen samt främmande arter under anläggningsfasen, vara försumbara.

Under driftsfasen, när vindparkens komponenter är på plats, kan följande faktorer påverka bottenflora och bottenfauna: elektromagnetiska fält, främmande arter, fysisk påverkan på havsbotten och hydrografiska förändringar. När vindparken är i drift kommer fundamenten att erbjuda nya hårbottenytor för fastsittande organismer där även främmande arter kan etableras. Med beaktande av barlastkonventionen och gällande lagstiftning bedöms verksamheten inte medföra risk för spridning av främmande arter. Påverkan från elektromagnetiska fält och hydrografiska förändringar är liten och lokal och bedöms därmed vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenserna för bottenflora och bottenfauna, från elektromagnetiska fält, främmande arter, fysisk påverkan på havsbotten och hydrografiska förändringar under driftsfasen, vara försumbara.

Avvecklingen av vindparken kommer jämfört med anläggningsfasen att generera små mängder sediment. Delar av de fundament som installeras i botten kan eventuellt komma att lämnas kvar. Spridningen av miljögifter eller näringsämnen genom sedimentsuspension och sedimentation förväntas vara mycket liten. Risken för att främmande arter sprids till det område som omfattas av vindparken avfärdas, detta då fartygen som används vid avvecklingen förväntas omfattas av barlastkonventionen.

## Fisk

Inom vindparksområdet är förekomsten av fisk mycket låg och området anses inte utgöra viktiga lekområden för fisk. Det faktum att syrefattiga eller syrefria bottenar återfinns inom vindparken spelar troligen en viktig roll för förekomsten av fisk, både eftersom tillgången till föda är låg och då fiskar undviker syrefattiga miljöer. Fältundersökningar som utfördes under 2021 samt fångstdata från ICES och HaV visar generellt sett mycket låg förekomst av fisk inom området där vindpark Aurora planeras. Det är främst skarpsill, strömming, storspigg och torsk som kan påträffas inom parkområdet. Även yrkesfiskets omfattning och utbredning inom den planerade vindparken och dess omedelbara närområde har under många år minskat, som en följd av bland annat dåliga fångster.

Resultaten från modelleringen av undervattensljud visar att ljudnivåer som uppstår vid installation av fundament potentiellt kan innebära en temporär hörselnedsättning inom en radie av 3,9 - 7 kilometer för strömming och 4,5 - 11,7 kilometer för torsk. Suspenderat sediment i halter om 100 mg/l som varar i mer än två veckor omfattar endast ett mindre område. Suspenderade sediment är främst koncentrerade till bottenvattnet, vilket medför en liten påverkan på fisk. Även om undervattensljud och suspenderat sediment kan medföra en viss påverkan på fisk på individnivå så bedöms det inte medföra betydande påverkan på fiskbestånden. Det är sannolikt att fisk simmar bort från platser där arbeten pågår. Sammantaget bedöms påverkan från vindparkens anläggningsfas på fisk, både adult fisk och fisk i de tidiga levnadsstadierna, vara obetydlig och konsekvensen försumbar.

Sammantaget bedöms den planerade vindparken medföra en obetydlig påverkan under driftsfasen när det gäller undervattensljud, elektromagnetiska fält, reveffekter, främmande arter och indirekt påverkan av marint skräp, detta då förekomsten av fisk är låg och då den sammanvägda känsligheten är liten. Konsekvenserna som vindparken medför under driftsfasen bedöms vara försumbara.

Under avvecklingsfasen ökar fartygstransporterna till och från området då vindparkens komponenter monteras ner och transporteras bort. Påverkan bedöms vara temporär och begränsad. I jämförelse med anläggningsfasen är påverkan på fisk från undervattensljud och sediment som resuspenderas obetydlig.

## Tumlare

Det område som omfattas av den planerade vindparken anses inte vara ett viktigt område för tumlare. Tumlare förekommer endast sporadiskt i vindparken, med ett fåtal registrerade detektioner vid de undersökningar som utfördes med hjälp av tumlardetektorer under augusti 2020 – december 2021. Antalet detektionspositiva minuter är väldigt lågt även då tumlare har detekterats. Detta kan tyda på att tumlarna inte uppehåller sig i området för vindparken under längre tid och inte heller i stora antal, utan att det snarare är några enstaka individer som tillfälligt passerar genom området. Den låga förekomsten av tumlare kan förklaras av att det är ont om fisk i området, vilket både det genomförda provfisket och den låga förekomsten av yrkesfiske bekräftar. Inom området förekommer nära anoxiska bottenförhållanden på djup som överstiger 70 meter, vilket kan vara en del av förklaringen till avsaknaden av fisk.





Undervattensljud under anläggningsfasen anses vara den viktigaste källan för potentiell påverkan på tumlare då tumlare är känsliga för höga impulsiva undervattensljud. Med tillämpning av mjuk uppstart vid genomförande av geofysiska undersökningar bedöms det som osannolikt att tumlare skulle utsättas för ljudnivåer som skulle orsaka hörselnedsättning, varför risken för PTS och TTS bedöms som försumbar. I worst case scenariot kan tumlare uppvisa undvikandebeteende inom 2 150 meter från undersökningsfartyget. Som en extra skyddsåtgärd kommer undersökningar som kan medföra undvikandebeteende inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna undvikas under perioden maj-augusti, för att skydda tumlare under deras mest känsliga period. Med föreslagna skyddsåtgärder bedöms de geofysiska undersökningarna medföra liten konsekvens för tumlare.

Ljudnivåer som kan orsaka PTS eller TTS hos tumlare uppstår, med föreslagna skyddsåtgärder, inom korta avstånd från den plats där pålning pågår (mindre än 90 meter). Föreslagna skyddsåtgärder anses tillräckliga för att tumlare ska hinna avlägsna sig från anläggningsområdet innan de högsta ljudnivåerna genereras och därmed bedöms risken för hörselskador hos tumlare vara försumbar. Ljudnivåer som medför att tumlare undviker området (undvikandebeteende) bedöms för worst case scenariot förekomma inom cirka nio kilometer från pålningsplatsen. Eftersom tätheterna av tumlare i området är låga är risken att en tumlare påverkas vid ett enskilt pålningstillfälle låg. Endast en mycket liten del av populationen (0,02 procent av populationen) bedöms riskera att påverkas av ljudnivåer som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende vid ett pålningstillfälle. Som en extra skyddsåtgärd kommer pålningsarbeten som kan medföra undvikandebeteende inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna undvikas under maj-augusti, för att skydda tumlare under deras mest känsliga period. Konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms bli små till försumbara.

Potentiell påverkan på tumlare förknippad med driftsfasen bedöms som försumbar till mycket liten. Detta gäller undervattensljud från vindkraftverken i drift och underhållstrafiken till och från vindparken, liksom elektromagnetiska fält från kablar samt permanenta förändringar av habitatet i och med införandet av hårda bottensubstrat vid vindkraftverkens fundament.

Under avvecklingsfasen kan undervattensljud förekomma vid nedmonteringen av fundament och från den ökade fartygstrafiken i området. Ljudnivåerna förväntas dock vara lägre än under anläggningsfasen eftersom det inte förekommer några pålningsarbeten. För andra potentiella effekter under avvecklingsfasen förväntas de vara mindre eller jämförbara med påverkan under anläggningsfasen. Påverkan under avvecklingsfasen bedöms ha mycket liten konsekvens för tumlare.

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora bedöms ha begränsad påverkan på tumlare med små konsekvenser varför varken tumlarnas populationsutveckling, livsmiljöer eller utbredningsområde i Östersjön bedöms påverkas på kort eller lång sikt. Vindpark Aurora bedöms inte påverka tumlarnas förutsättningar att nå en gynnsam bevarandestatus på vare sig lokal eller biogeografisk nivå.



## Säl

Vindparksområdet anses inte vara ett viktigt födosöksområde för knobbsäl och gråsäl. På grund av den låga bytestillgängligheten, och nära anoxiska bottenförhållanden på djup som överstiger 70 meter, bedöms verksamhetsområdet vara av ringa betydelse för arten.

Vid anläggning av vindpark Aurora har sedimentsuspension och undervattensljud identifierats som de främsta påverkansfaktorerna. Säl har goda förutsättningar att lokalisera och fånga sitt byte även i grumligt vatten och påverkas därför inte negativt av tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment i vattenkolumnen. Ljudnivåer som kan orsaka TTS eller PTS hos säl uppstår inom ett mycket kort avstånd från ljudkällan vid pålning, mindre än 50 meter, och risken för hörselskador hos säl bedöms vara extremt liten. Föreslagna skyddsåtgärder anses tillräckliga för att säl som upplever sig störda av anläggningsaktiviteter ska hinna avlägsna sig från området innan de högsta ljudnivåerna genereras, och därigenom förhindra att hörselskador som TTS eller PTS uppstår. Endast en mycket liten del av populationen bedöms påverkas av ljudnivåer över tröskelvärdet för undvikandebeteende. Konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms bli mycket små till försumbara.

Under driftsfasen av vindpark Aurora bedöms påverkan på knobbsäl och gråsäl vara av obetydlig karaktär avseende identifierade påverkansfaktorerna undervattensljud, reveffekter, ljud och elektromagnetiska fält. Den samlade bedömningen är därför att konsekvenser för säl blir försumbara under vindparkens driftsfas.

Den samlade bedömningen för avvecklingsfasen är att påverkan av identifierade påverkansfaktorerna sedimentsuspension och sedimentation, miljögifter och näringsämnen samt undervattensljud innebär en avsevärt mindre påverkan än vid anläggning och därför medför en obetydlig påverkan för knobbsäl och gråsäl. Den sammanvägda konsekvensen blir därför försumbar.

## Fågel

Vindpark Aurora är lokaliserad till ett havsområde mellan Öland och Gotland med djupare vatten. Området är därmed inte betydande som livsmiljö för sjöfåglar som söker föda på grundare vatten än 30 meter. I området förekommer övervintrande alkor och alfågel i begränsad omfattning.

Ett stort antal fåglar passerar havsområdet mellan Öland och Gotland under flyttning vår och höst. Genomgång av studier med satellitsändare på fågelindivider, utförda landbaserade sträckräkningar och flyginventering med digital kamera och LiDAR under 2021 indikerar att vindparksområdet omfattas av en betydande fågelmigration vår och höst av framför allt sjöfåglar och nattmigrerande småfåglar. Överlag bedöms denna migration passera på bred front relativt jämnt fördelat mellan Öland och Gotland. Fågelmigrationens geografiska fördelning är dock väderberoende och vindförhållanden spelar särskilt stor roll. Vid vissa vädersituationer kan betydande antal av fåglar passera verksamhetsområdet. Den största påverkan finns under vindparkens driftsfas för påverkansfaktorerna kollisionsrisk, undanträngningseffekter och barriäreffekter. Rovfåglar har en måttlig känslighet



för kollisionsrisk under driftsfasen och ejder har måttlig känslighet för undanträngningseffekt under driftsfasen. Övriga arter som bedömts har liten känslighet för samtliga påverkansfaktorer under samtliga faser.

Kollisionsrisker har beräknats baserat på bästa tillgängliga kunskap gällande både fågelarters migration, flygbeteende och olika arter/artgruppers undvikandegrad. För samtliga bedömda fågelarter och artgrupper så bedöms påverkan av kollisionensrisken vara obetydlig och konsekvensen försumbar. För några artgrupper bedöms det dock vara motiverat att vidare undersöka vindparkens påverkan i ett undersökningsprogram.

Undanträngningseffekt kan uppkomma då vissa arter väljer att nyttja vindparken som livsmiljö i lägre utsträckning. Denna påverkan är bedömd för bland annat alkor och alfågel. Påverkan bedöms vara obetydlig eftersom Aurora inte utgör ett betydande område för födosök, och undanträngningen till andra områden bedöms vara mycket begränsad. Konsekvenser av undanträngningseffekt bedöms vara försumbar.

För sjöfåglar, som har en dokumenterad förmåga att inte flyga i närheten av vindkraftverk, finns risk för påverkan i form av barriäreffekt. Om fåglarna väljer att flyga runt vindparken i stället för igenom, så tillkommer en längre flygsträcka och därmed högre energikostnader. Denna extra flygsträcka bedöms utgöra maximalt 3,6 procent av den totala flygsträckan för migrationen och bedöms innebära försumbara konsekvenser.

Den samlade konsekvensbedömningen är att kollisionensrisken, undanträngningseffekten och barriäreffekten för migrerande och rastande fåglar är försumbar i anläggnings-, drift- och avvecklingsfas.

### Fladdermöss

Vindparksområdet bedöms inte vara ett viktigt vistelse- eller födosöksområde för fladdermöss på grund av det stora avståndet till Öland och Gotlands kuster. Inga observationer av fladdermöss har gjorts i verksamhetsområdet och utifrån befintlig kunskap bedöms närvaron av födosökande stationära arter vara låg inom Auroras verksamhetsområde.

Under en begränsad tidsperiod under april/maj och mellan 15 augusti- 15 oktober kan det potentiellt ske migration av fladdermöss genom vindparksområdet. Migrationen sker generellt vid gynnsamma väderförhållanden med låg vind. Det är inte klarlagt huruvida migrationsstråken sker via samma rutt eller om migrationsvägarna är mer diffusa och varierar. Det finns dock flera uddar utmed Gotlands norra kust där sträckan över öppet vatten mellan Gotland och Öland är betydligt kortare än en passage genom Aurora. De observationer av fladdermöss som gjorts ute till havs har visat att de generellt är lågflygande, under 10 meters höjd, med få observationer av individer som flyger i navhöjd. Inga fladdermöss detekterades i vindparksområdet under de två inventeringstillfällena gjorda under sensommaren 2020.



Under förutsättning att ett undersökningsprogram under driftsfasens första år genomförs och att det vid betydande risk för kollision för fladdermöss införs en driftsreglering av vindkraftverken, är den samlade bedömningen att det inte uppstår någon negativ påverkan på fladdermöss. Därmed blir konsekvenserna försumbara för de fladdermöss som kan förekomma i vindparksområdet.

### Landskapsbild och Kulturmiljö

Landskapet och dess olika miljöer kommer främst att påverkas visuellt av vindparken. Den visuella påverkan kommer i varierande grad att påverka hur de olika kulturmiljöerna och landskapsbilden på Öland och Gotland upplevs. Hinderbelysningen inom vindparken kommer även den att påverka det visuella intrycket och då speciellt efter mörkrets inbrott. Öland och Gotland är välbesökt av turism och dess miljöer och utkiksplatser har ett värde för ett natur- och kulturinriktat friluftsliv.

På grund av det stora avståndet från vindparken till Öland och Gotland går det under anläggningsfasen sannolikt inte att urskilja från land de båtar, pråmar med mera som arbetar i verksamhetsområdet. Däremot ökar påverkan på kulturmiljön och landskapsbilden allt eftersom anläggningen av vindkraftverken succesivt fortskrider. Även påverkan från hinderbelysningen kommer successivt att öka. Sammantagna konsekvensen under anläggningsfasen bedöms bli ökande, från försumbar till liten, beroende på var i landskapet man befinner sig och allt eftersom fler vindkraftverk installeras.

Under driftsfasen av vindpark Aurora uppstår sammanfattningsvis en liten påverkan på kulturriksintressena och landskapsbilden på Öland och Gotland. Även världsarvet på Öland påverkas i förhållandevis liten utsträckning. Världsarvet täcker dock ett stort område och påverkan varierar mellan de olika områdena.

Vid avveckling av vindpark Aurora kommer visuell påverkan och konsekvenserna för landskapsbilden och kulturmiljön att minska allt eftersom nedmontering av vindkraftverken fortgår. Konsekvenserna under avvecklingsfasen minskar från liten till försumbar.

### Marinarkeologi

En marinarkeologisk förstudie av verksamhetsområdet har utförts och den kategori av marina fornlämningar som kan förväntas påträffas inom vindpark Aurora är fartygslämningar. Inom den planerade vindparken förekommer två registrerade fartygslämningar.

Om marinarkeologiska objekt identifieras inom området ska dessa så långt möjligt undvikas vid utformning av vindparken och det interna kabelnätet.

Vidare kommer arbetsområdena att anpassas för att undvika påverkan på lämningarna. Som skyddsåtgärd upprättas en buffertzonen vid behov i samband med anläggning, drift och avveckling. Under anläggningsfasen bedöms det inte föreligga någon risk för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika lämningarna. Konsekvensen bedöms vara försumbar under anläggningsfasen avseende marinarkeologiska lämningar.



Driftsfasen och avvecklingsfasen förväntas inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska lämningar eftersom dessa undviks redan under anläggningen, och därmed är placeringar av fundament och kablar redan anpassade för att undvika lämningar. Konsekvensen bedöms därför vara försumbar med avseende på marinarkeologi under drift och avveckling av vindpark Aurora.

#### Boendemiljö, rekreation och friluftsliv

Vindpark Aurora ligger inte inom riksintresse för rörligt friluftsliv eller områden som är särskilt utpekade som värdefulla för rekreation och friluftsliv. Därav bedöms det inte föreligga risk för en direkt påverkan på rekreation och friluftsliv. Påverkan på rekreation och friluftsliv under samtliga tre faser av projektet är nära kopplat till påverkan på landskapsbild och kulturmiljö och därigenom skulle en indirekt påverkan kunna uppstå.

Med utgångspunkt i det stora avståndet från kusten, stora djupen inom området och mycket begränsad förekomst av fisk, bedöms det inte föreligga risk för påverkan från anläggningsarbeten på rekreation och friluftslivsområden längs med Öland och Gotlands kuster. Konsekvenser under anläggningsfasen bedöms vara försumbara.

Under driftsfas uppstår en viss visuell påverkan för kustnära boendemiljö på Öland och Gotland. På grund av det stora avståndet till kusten bedöms påverkan av den visuella effekten samt luftburet ljud bli obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen för boendemiljö under driftsfasen bli liten till försumbar och utgöras av den visuella påverkan som uppstår av hindersbelysningen. Den indirekta påverkan på rekreation och turism som kan uppstå under driftsfas bedöms bli obetydlig då förutsättningarna för dessas fortsatta varande inte påverkas eller begränsas som följd av vindpark Aurora. Sammanfattningsvis finns det inga intresseområden som är avsedda för rekreation och friluftsliv inom Aurora, påverkan bedöms vara obetydlig och konsekvensen under driftsfasen bedöms därmed vara försumbar avseende rekreation och friluftsliv.

Avvecklingsfasen bedöms innebära liknande konsekvenser som för anläggningsfasen men i mindre omfattning. Avveckling av vindparken bedöms därför innebära försumbara konsekvenser avseende boendemiljö, rekreation och friluftsliv.

#### Yrkesfiske

Den planerade vindparken överlappar inte med något område som är utpekade som riksintresse för yrkesfisket, och inte heller med något område som är utpekade som användningsområde för yrkesfiske i havsplanerna. Det område som omfattas av den planerade vindparken har endast marginell betydelse för yrkesfisket och fiskenäringen. Bottnarna inom den planerade vindparken är till stora delar syrefattiga eller syrefria, vilket tillsammans med andra faktorer som fiskekvoter och populationsutveckling för kommersiellt viktiga arter innebär att det demersala fisket är, och under lång tid har varit, i stort sett obefintligt. Det pelagiska fisket inom den planerade vindparken har skett sporadiskt och fångsterna motsvarar endast en mycket liten del av de totala fångsterna i Västra Gotlandshavet. Vidare



visar modelleringar av det svenska fisketrycket att det område som omfattas av den planerade vindparken även historiskt har varit av betydligt mindre betydelse för fisket i jämförelse med andra, närliggande områden.

Den lokala påverkan som vindparken ger upphov till i form av minskad yta som är tillgänglig för fiske bedöms innebära försumbara konsekvenser för yrkesfisket. Med framtida förändringar av fiskekvoter kan bedömningen komma att ändras, men med tanke på nuvarande populationsstatus och förväntad populationsutveckling för kommersiellt viktiga arter som sill och torsk, är det sannolikt att den trend med mycket restriktiva kvoter som varit, och råder, kommer att fortgå under överskådlig tid.

Bedömningen av den planerade vindparkens konsekvenser för yrkesfisket utgår från ett worst case, vilket innebär att yrkesfiske inte kommer att kunna bedrivas inom vindpark Aurora. Antaget worst case är i detta fall konservativt, då delar av den planerade vindparken troligtvis kommer att kunna fortsätta att användas för visst yrkesfiske. Förekomsten av fundament, erosionsskydd, bottenförlagda kablar och eventuella förankringslinor måste dock särskilt beaktas vid eventuellt fortsatt yrkesfiske inom vindparken.

### Sjöfart

Under anläggningsfasen föreligger en viss risk för konflikter mellan installationsfartyg och övrig fartygstrafik, samt för att fartyg av misstag kommer in i arbetsområdet. Under anläggningsarbetena kommer åtgärder för att undvika sjöfartsrelaterade risker att vidtas, bland annat genom att all fartygstrafik kommer att övervakas av en projektspecifik marine koordinator, genom att arbetsområdena kommer att märkas ut på ett tydligt sätt och genom att fortlöpande information ges via olika sjöfartsbulletiner. Särskilda, ändamålsenliga områden kommer att användas för korsning av fartygsstråken.

Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög. Med vidtagna skyddsåtgärder och försiktighetsmått bedöms påverkan under anläggningsfasen vara obefintlig, vilket innebär en försumbar konsekvens. Liknande förhållanden som under anläggningsfasen förväntas råda under avvecklingsfasen. Dock med reservation för att avvecklingsfasen ligger väldigt långt fram i tiden.

Under driftsfasen beräknas den planerade vindparken, utan beaktande av särskilda riskreducerande åtgärder, medföra en ökning av sannolikheten för incidenter och olyckor (framför allt allisioner). Beräkningarna tyder inte på att vindparken kommer att påverka sannolikheten för kollisioner i någon större utsträckning. En viss ökning av kollisionssannolikheten kan uppstå i det fall vindparken innebär att fartygstrafiken som idag passerar på fartygsstråken i direkt närhet till vindparken väljer en rutt något längre från vindparken, i syfte att hålla ett större avstånd till vindparken, och om det därigenom uppstår en hopträngning av fartygstrafiken. Dock rör det sig endast om en liten ökning från vad som i dagsläget är väldigt låga nivåer.



Med de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som OX2 kommer att vidta kan sannolikheten för incidenter och olyckor reduceras. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög och med en viss ökad sannolikhet för olyckor bedöms påverkan till följd av vindparken vara liten, vilket sammantaget innebär en måttlig negativ konsekvens.

I dagsläget passerar ett litet antal fartyg genom det område som kommer att tas i anspråk av den planerade vindparken. Detta bedöms kunna ske även efter det att vindparken har anlagts. Sjötrafikens känslighet för att inte kunna utnyttja detta område bedöms som liten och även påverkan bedöms som liten, vilket sammantaget innebär en liten negativ konsekvens.

En vindpark kan orsaka radarstörningar, med falska ekon och skugg effekter. Sjöfartens känslighet för de radarstörningar som en havsbaserad vindpark kan orsaka kan ses som måttlig. I samband med slutgiltig positionering av vindkraftverken kommer riskerna för påverkan på sjöfarten genom radarstörning att undersökas. Vid behov kommer erforderliga åtgärder att vidtas, exempelvis genom att en extra radar installeras. Med dessa åtgärder bedöms påverkan som liten vilket innebär en liten negativ konsekvens.

Att effektiva och säkra miljöaneringar och räddningsinsatser kan utföras är väsentligt för sjöfarten. Den planerade vindparken kan, genom de fysiska hinder som vindkraftverken utgör, eventuellt försvåra sådana insatser. Samtidigt kan vindparken i viss utsträckning bistå vid sådana insatser, exempelvis vid händelse av att fartyg från vindparken kan vara på plats snabbt eller genom att olyckor eller utsläpp kan upptäckas tidigt. En beredskapsplan kommer att tas fram för att på ett effektivt och säkert sätt hantera olyckor. Vindparkens negativa påverkan och dess positiva påverkan antas därför i denna del innebära konsekvenser som tar ut varandra. Härigenom blir vindparkens konsekvens försumbar.

## Luftfart

En flyghinderanalys från Luftfartsverket visar att Kalmar Öland Airports MSA-yta (Minimum Sector Altitude) och TAA-yta (Terminal Arrival Altitude) påverkas av vindpark Aurora. Bolaget har i en dialog med Kalmar Airport uttryckt att det finns goda möjligheter att höja MSA-ytan för två olika punkter, samt anpassa TAA-ytan. Dialogen är pågående och en anpassning av de hinderbegränsande ytorna är en förutsättning för att vindparken ska komma till stånd.

Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer under vindparkens alla faser.

Den sammantagna bedömningen är att vindpark Aurora kan byggas utan negativ inverkan på luftfarten under förutsättning att anpassningar av flygplatsens hinderbegränsande ytor görs.



### Totalförsvarets intressen

Den planerade vindparken Aurora tangerar sjöövningssområdet Martin (TM0304). Vidare har Försvarsmakten i samrådet för vindpark Aurora uttryckt att uppförande av den planerade vindparken skulle medföra påtaglig skada på riksintresse för Totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess.

Sammantaget kan vindpark Aurora komma att påverka och/eller delvis störa Totalförsvarets intressen. För anläggningsfasen är det främst den ökade fartygstrafiken som kan tänkas påverka sjöövningssområdet och eventuella militära fartyg, både över och under vatten. För driftsfasen kan signalstörningar, radarekon och svårigheter att bevaka från anläggningar på fastlandet såsom Öland och Gotland utgöra det största hindret.

För att minimera risken för påverkan på Försvarsmaktens intressen, såväl offentligt redovisade som sekretessbelagda, åtar sig Bolaget att stå för Försvarsmaktens kostnader för tillkommande utrustning och de anpassningsåtgärder som Försvarsmakten behöver vidta till följd av vindpark Auroras etablering. Bolaget föreslår att det villkorsvis föreskrivs att bolaget ska betala ett belopp om upp till 200 miljoner kronor för erforderliga anpassningsåtgärder. Utöver den ekonomiska kompensationen avser Bolaget samråda med Försvarsmakten gällande planering avseende den närmare placeringen av vindkraftverken.

### Risk och säkerhet

Utöver risker för sjöfarten, vilka redogjorts för tidigare, kan den planerade vindparken ge upphov till andra oplanerade händelser under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Riskerna kan bestå av miljörisker (exempelvis utsläpp av olja), olycksrisker (exempelvis torn som faller), arbetsmiljörisker (exempelvis arbeten på hög höjd) och risker till följd av yttre händelser (exempelvis extrema väderförhållanden eller oexploderad ammunition).

Risker som verksamheten kan ge upphov till kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser, upprättandet av en arbetsmiljöplan samt implementerandet av olika skyddsåtgärder och rutiner. Den ansökta verksamheten bedöms därmed inte ge upphov till någon oacceptabel risk.

Risker som orsakas av yttre händelser som geologiska risker, oexploderad ammunition och klimatanpassning hanteras genom anpassning (exempelvis genom att vindparken utformas på ett sådant sätt att den klarar extremväder), genom en riskmedveten planering av verksamheten samt genom riskanalyser.





## Ekosystemtjänster och grön infrastruktur

Ekosystemtjänster används som ett samlingsbegrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Påverkan på ekosystemtjänster i den planerade vindparkens närområde uppstår framför allt under anläggningsfasen i form av sedimentsuspension, sedimentation, undervattensljud och avstängningar som minskar tillgängligheten till området, denna påverkan är dock begränsad geografiskt och i tid. Dessutom är vindparken lokaliserad på ett relativt långt avstånd från land vilket minskar omfattningen av påverkan ytterligare. Verksamheten bedöms medföra försumbara konsekvenser på ekosystemtjänster.

## Hushållning med resurser

Anläggningen av vindpark Aurora medför användning av resurser. Utvinning och framställning av metaller och andra material, installation, transport, nedmontering och avfallshantering/återvinning krävs under ett vindkraftverks hela livscykel. De material som används går till största delen att återvinna eller återanvända, vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande. Sammantaget bedöms konsekvenserna för hushållning med resurser vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur även att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. Vindparken bedöms därför i sin helhet innebära ett effektivt nyttjande av energi och material samt vara ett hållbart sätt att nyttja vindenergiressursen.

## Lagring av koldioxid och materialutvinning

Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande finns inga kända aktuella eller planerade projekt för lagring av koldioxid inom den planerade vindparken eller i dess närområde. Sökanden har heller ingen kännedom om pågående eller planerade projekt i svenskt vatten. Den planerade vindparken ligger inte inom ett område som pekats ut som lämpligt för geologisk lagring av koldioxid. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för lagring av koldioxid.

Vindpark Aurora berör ingen pågående eller planerad materialutvinning. Den planerade vindparken berör inte heller några områden som pekats ut som områden för sandutvinning eller utredningsområden för sandutvinning. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för materialutvinning från havsbotten.



## Kumulativa effekter

Kumulativa effekter kan uppstå med andra befintliga eller planerade verksamheter inom vindpark Auroras närområde. Vid bedömningen av kumulativa effekter har befintliga havsbaserade vindparker samt sjöfart och yrkesfiske beaktats. Vidare har även planerade havsbaserade vindparker beaktats i den mån det är möjligt, dock med reservation för att betydande osäkerheter föreligger kring planerade projekt.

Kumulativa effekter bedöms inte uppstå med befintliga havsbaserade vindparker, varken under anläggningsfasen eller under driftsfasen. De kumulativa effekter som uppstår med sjöfarten och yrkesfisket bedöms vara försumbara, för såväl anläggningsfasen som driftsfasen.

Vid händelse av att vindpark Auroras anläggningsfas helt eller delvis överlappar med en eller flera närliggande planerade vindparker kan begränsade kumulativa effekter avseende sedimentsuspension, sedimentation och undervattensljud uppstå. Dessa effekter bedöms dock sammantaget vara försumbara. Den kumulativa påverkan på landskapsbilden, om både Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark skulle anläggas, har bedömts bli liten till måttlig och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö bedöms bli små till måttliga.

## Alternativ och nollalternativ

Den valda lokaliseringen för den sökta verksamheten har bedömts som lämplig utifrån en omfattande alternativutredning, vilken har utförts med beaktande av olika förekommande intressen samt utifrån tekniska, miljömässiga och ekonomiska förutsättningar. Den omfattande alternativutredningen har resulterat i det valda lokaliseringalternativet för vindpark Aurora, vilket har synnerligen goda förutsättningar för etablering av vindkraft.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena, på grund av framför allt vattendjupet i kombination med syrefattiga eller helt syrefria förhållanden, är i stort sett obefintliga. Eftersom inget solljus når ner till botten saknar området bottenflora. Bottenmiljöerna är präglade av de syrefattiga eller syrefria förhållanden som dominerar i de djupa områdena, vilket innebär en avsaknad av bottenfauna inom de syrefria områdena och en låg biologisk mångfald med få individer inom de syrefattiga områdena.

Genomförda undersökningar har visat på att förekomsten av fisk är mycket ringa. Avsaknaden av större mängder fisk medför att fiskätande marina däggdjur som tumlare och säl inte förekommer inom området i någon större utsträckning. De relativt stora djupen och den generella avsaknaden av fisk innebär även att området inte utgör ett lämpligt födosöksområde för fågelarter vars kost till stor del består av fisk och/eller musslor.

Den planerade vindparken ligger inom MSA-yta för Kalmar Öland Airport, men överlappar i övrigt inte med några utpekade riksintressen för naturmiljön, Totalförsvaret, sjöfarten, yrkesfisket, kulturmiljön eller friluftslivet. Vindparken överlappar inte



heller med några Natura 2000-områden eller naturreservat. Vindparken ligger inte inom område som utgör utpekade minriskområden och den berör inga kända dumpningsplatser för stridsmedel. Den planerade vindparken är även förenlig med framtagna förslag på havsplaner. Vidare ligger den planerade vindparken så pass långt från land att dess visuella påverkan blir relativt begränsad.

Vindpark Aurora är lokaliserad cirka 30 kilometer från Öland och cirka 20 kilometer från Gotland. En lokalisering närmare land skulle placera vindparken inom områden som utgör riksintressen för bland annat obruten kust och rörligt friluftsliv. En placering närmare land skulle även medföra en större påverkan på landskapsbilden samt medföra potentiella intressekonflikter med bland annat sjöfart, yrkes- och fritidsfiske samt militära sjöövningsområden.

Det tillgängliga områdets storlek möjliggör även anläggandet av en relativt stor vindpark, vilket medför såväl miljömässiga som tekniska och ekonomiska fördelar.

Nollalternativet innebär att den ansökta verksamheten inte kommer till stånd. Därmed kommer den planerade vindparken Auroras bidrag till Sveriges behov av storskalig utbyggnad av förnybar elproduktion att utebli, vilket medför konsekvenser för bland annat den nationella elförsörjningen, förutsättningarna för en omställning av samhället och industrin samt för klimatet. Nollalternativet innebär alltså att det aktuella området förblir oförändrat jämfört med idag, och att de positiva långsiktiga klimat- och miljöeffekterna som den ansökta verksamheten kommer att medföra, går förlorade.



## Innehållsförteckning

<b>1. Inledning .....</b>	<b>26</b>
1.1 Bakgrund och syfte .....	26
1.2 Miljöbedömning vid tillståndsprövning enligt SEZ .....	28
1.3 Utgångspunkter för prövningen .....	28
<b>2. Avgränsningar .....</b>	<b>31</b>
2.1 Avgränsningar i förhållande till övriga prövningar och dokument.....	31
2.2 Avgränsning av verksamheten .....	33
2.3 Geografisk avgränsning .....	33
2.4 Miljöaspekter .....	34
2.5 Avgränsningar i tid.....	35
2.6 Definitioner .....	35
<b>3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning .....</b>	<b>36</b>
3.1 Lokalisering .....	36
3.2 Anslutning.....	37
3.3 Havsplaner .....	37
3.4 Natura 2000 .....	39
3.5 Övriga riksintressen .....	42
3.6 Naturresevat och marina naturresevat .....	45
3.7 Geologiska förutsättningar och djupförhållanden.....	46
3.8 Hydrografi och vindförhållanden.....	50
3.9 Närliggande verksamheter .....	52
<b>4. Verksamhetsbeskrivning .....</b>	<b>60</b>
4.1 Vindparkens komponenter .....	60
4.2 Teknikutveckling inom vindkraften.....	61
4.3 Anslutning.....	62
4.4 Omfattning och utformning .....	63
4.5 Vindkraftverk .....	65
4.6 Mätning av meteorologiska parametrar .....	68
4.7 Fundament.....	68
4.8 Erosionsskydd .....	72
4.9 Transformator- och omriktarstationer.....	72
4.10 Internt kabelnät .....	73
4.11 Anslutningskablar (exportkablar) .....	76
4.12 Verksamhetens faser .....	77
4.13 Preliminär tidplan för anläggningsarbetena .....	80



<b>5.</b>	<b>Förutsättningar och metodik för bedömningar av konsekvenser .....</b>	<b>82</b>
5.1	Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden.....	82
5.2	Metodik för konsekvensbedömningar .....	83
5.3	Förutsättningar för konsekvensbedömningar .....	87
5.4	Osäkerheter i bedömningen .....	92
<b>6.</b>	<b>Påverkansfaktorer till följd av sökt verksamhet.....</b>	<b>93</b>
6.1	Bedömda påverkansfaktorer .....	93
6.2	Sedimentsuspension .....	94
6.3	Sedimentation .....	95
6.4	Miljögifter och näringsämnen .....	95
6.5	Undervattensljud .....	96
6.6	Luftburet ljud.....	97
6.7	Elektromagnetiska fält.....	98
6.8	Skuggor .....	99
6.9	Reveffekter.....	101
6.10	Främmande arter.....	101
6.11	Indirekt påverkan av marint skräp.....	102
6.12	Undanträngning.....	102
6.13	Barriäreffekter .....	103
6.14	Kollisioner .....	103
6.15	Utsläpp till vatten .....	103
6.16	Fysisk påverkan på havsbotten .....	104
6.17	Fysisk störning i luftrummet.....	104
6.18	Visuell effekt .....	105
6.19	Hydrografiska förändringar .....	105
6.20	Nautiska risker .....	106
6.21	Klimat .....	106
<b>7.</b>	<b>Modellering .....</b>	<b>107</b>
7.1	Sedimentsuspension och sedimentation.....	107
7.2	Undervattensljud.....	111
7.3	Kollisionsrisk.....	118
<b>8.</b>	<b>Effekter och konsekvenser.....</b>	<b>119</b>
8.1	Klimatnytta och klimatpåverkan.....	119
8.2	Bottenflora och bottenfauna.....	123
8.3	Fisk .....	132
8.4	Tumlare .....	141
8.5	Säl.....	143
8.6	Fågel.....	153
8.7	Fladdermöss .....	176
8.8	Landskapsbild och kulturmiljö.....	182
8.9	Marinarkeologi.....	197



8.10 Boendemiljö, rekreation och friluftsliv .....	202
8.11 Yrkesfiske .....	206
8.12 Sjöfart.....	221
<b>8.13 Luftfart.....</b>	<b>250</b>
8.14 Totalförsvarets intressen .....	253
8.15 Risk och säkerhet .....	261
8.16 Ekosystemtjänster .....	269
8.17 Hushållning av resurser .....	272
8.18 Lagring av koldioxid och materialutvinning.....	276
<b>9. Effekter och konsekvenser av följdverksamhet.....</b>	<b>278</b>
9.1 Anslutningskablar .....	278
9.2 Transporter .....	282
<b>10. Kumulativa effekter.....</b>	<b>283</b>
10.1 Förutsättningar.....	283
10.2 Anläggningsfas.....	286
10.3 Driftsfas .....	291
10.4 Avvecklingsfas .....	297
<b>11. Alternativredovisning.....</b>	<b>298</b>
11.1 Inledning.....	298
11.2 Alternativ utformning.....	309
11.3 Alternativa sätt att nå samma syfte .....	310
11.4 Alternativa komponenter och arbetsmetoder .....	311
11.5 Nollalternativ .....	311
<b>12. Skyddsåtgärder .....</b>	<b>315</b>
<b>13. Samlad bedömning .....</b>	<b>319</b>
13.1 Samlade konsekvenser .....	319
13.2 Natura 2000 .....	323
13.3 Riksintresse.....	324
13.4 Miljökvalitetsnormer .....	326
13.5 Miljö- och klimatmål .....	337
<b>14. Uppföljning och kontroll .....</b>	<b>341</b>
<b>15. Samråd .....</b>	<b>341</b>
15.1 Avgränsningssamråd .....	341
15.2 Esbosamråd.....	342
<b>16. Sakkunskap .....</b>	<b>343</b>
16.1 OX2:s Projektorganisation .....	343
16.2 Sakkunniga på uppdrag av OX2 .....	343
<b>17. Referenser .....</b>	<b>346</b>





## Bilagor (SEZ)

Bilaga B.1 Seismic interpretation at Aurora, Offshore Sweden, GEO, 2022

Bilaga B.2 Vindpark Aurora – Modellering av sedimentspridning och bedömning av hydrodynamisk påverkan. AFRY och NIRAS, 2022.

Bilaga B.3.A Aurora OWF – Underwater noise prognosis for construction and operation. NIRAS, 2022.

Bilaga B.3.B Aurora OWF – Underwater noise prognosis for seismic survey activities. NIRAS, 2022.

Bilaga B.3.C Aurora OWF - Screening of underwater noise from geotechnical investigations. NIRAS, 2021.

Bilaga B.4 Vindpark Aurora - Klimatnytta och klimatpåverkan. Structor och OX2, 2022.

Bilaga B.5 Bottenmiljöer och havsbaserad vindkraft i Egentliga Östersjön – Vindpark Aurora. AquaBiota Consulting, 2022.

Bilaga B.6 Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön – Vindpark Aurora. AquaBiota Consulting, 2022.

Bilaga B.7 eDNA-inventering av fisk och marina däggdjur – Vindpark Aurora. AquaBiota Water Research, 2021.

Bilaga B.8 Tumlare i Östersjön och havsbaserad vindkraft – vindpark Aurora. AquaBiota Consulting och NIRAS, 2022.

Bilaga B.9 Fågelrapport för Vindpark Aurora i Östersjön mellan Öland och Gotland. Ottvall Consulting, AFRY, AquaBiota Consulting och DHI, 2022.

Bilaga B.10 Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid vindpark Aurora. Enviroplanning, 2022.

Bilaga B.11 Kulturmiljöanalys – Vindpark Auroras påverkan på kulturmiljöer på Öland och Gotland. Museiarkeologi sydost – Kalmar läns museum, 2022.

Bilaga B.12.A –Vindpark Aurora - Visualisering. Norconsult, 2022.

Bilaga B.12.B –Ljudberäkning av ljud från vindkraft – Vindpark Aurora. OX2, 2022.





Bilaga B.12.C – Skuggutbredning Vindpark Aurora. OX2, 2022.

Bilaga B.13 Desktopstudie marinarkeologi – Vindkraftpark Aurora. Nordic Maritime Group, 2022.

Bilaga B.14 Yrkesfiske i Västra Gotlandshavet - Vindpark Aurora. AquaBiota Water Research, 2022.

Bilaga B.15.A Safety distance analysis for the Aurora wind farm: Calculating distances between offshore wind farms and shipping lanes. Marine and Risk Consultants Ltd., 2022.

Bilaga B.15.B Guidelines for distances between offshore wind farms and shipping lanes. Marine and Risk Consultants Ltd., 2022.

Bilaga B.16 Flyghinderanalys gällande Uppförandet av Vindpark Aurora. LFV, 2021.

Bilaga B.17 Samrådsredogörelse Aurora inklusive bilagor.

# 1. Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

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

Det övergripande syftet med vindpark Aurora är att producera förnybar el och på så sätt bidra till att nå Sveriges energi- och klimatmål, samt till att förse samhälle och näringsliv, framför allt i södra Sverige, med konkurrenskraftig el. Den planerade vindparken förväntas generera en årsproduktion om cirka 24 TWh, vilket motsvarar årsförbrukningen av el för upp emot fem miljoner hushåll<sup>1</sup>.

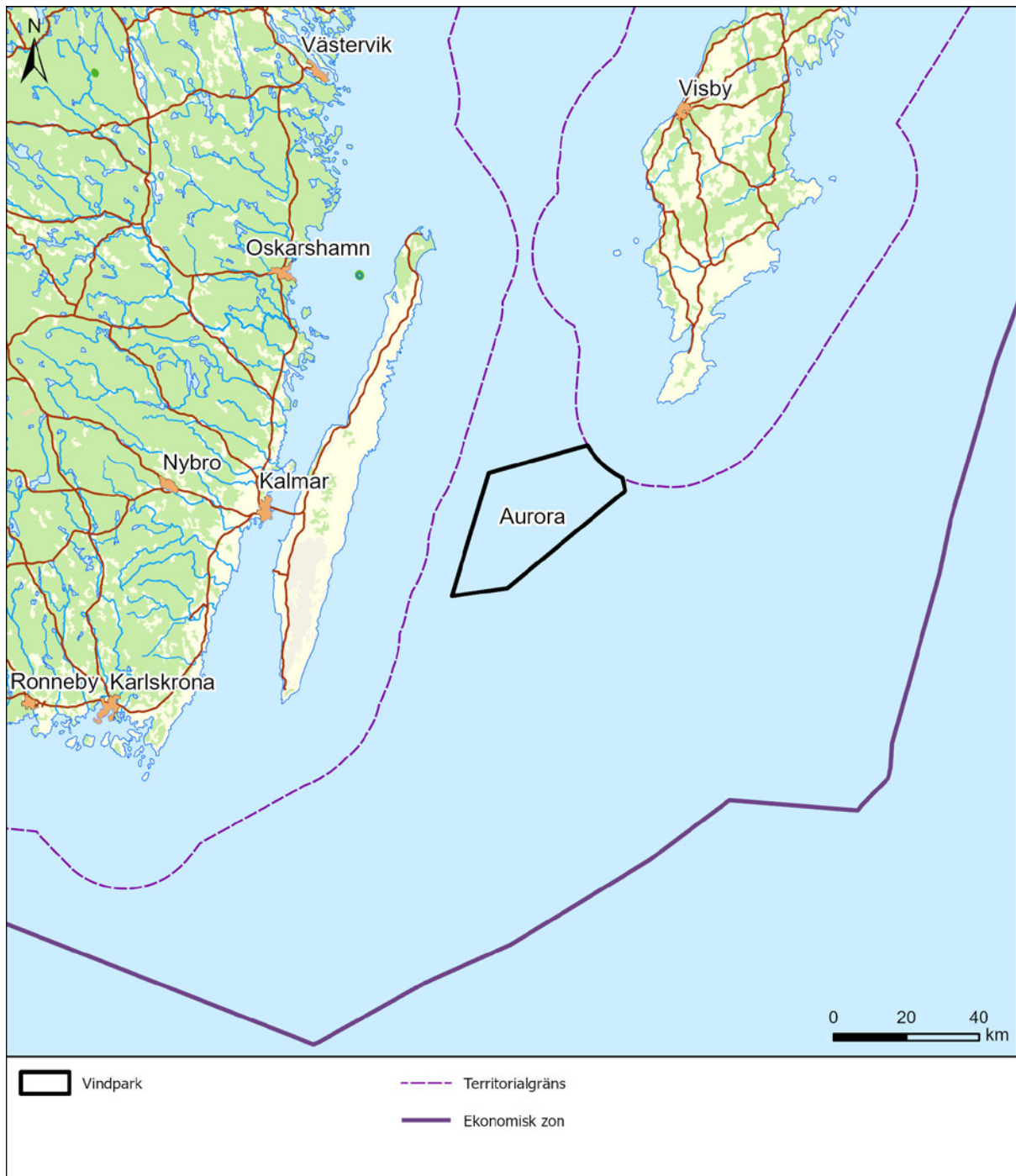
För att nå Sveriges klimatmål behöver det svenska samhället ställas om, vilket innebär att efterfrågan på el kommer att öka kraftigt till följd av denna omställning. För att kunna bidra till att uppfylla Sveriges klimatmål krävs därför storskalig förnybar elproduktion som kan byggas ut i närtid. Vindpark Aurora kommer att vara en viktig del i Sveriges och Europas process för att ställa om till förnybara energikällor. Den planerade vindparken kommer även att på ett betydande sätt bidra till att uppfylla Sveriges energipolitiska mål, vilka bland annat anger att svensk elproduktion till år 2040 ska vara 100 procent förnybar och att inga nettoutsläpp av växthusgaserna ska ske till atmosfären år 2045.

Det område i Egentliga Östersjön inom vilket den planerade vindparken Aurora är tänkt att anläggas är synnerligen lämpligt för en etablering av en havsbaserad vindpark. Området uppfyller de grundläggande tekniska förutsättningarna och de verksamhetsspecifika kraven med avseende på starka och stabila vindar, samt lämpliga vattendjup och geotekniska förhållanden.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena, på grund av framför allt vattendjupet och ljusförhållandena i kombination med syrefattiga eller helt syrefria förhållanden, är i stort sett obefintliga. Genomförda undersökningar och utredningar har visat på att förekomsten av fisk är mycket ringa. Avsaknaden av större mängder fisk medför att fiskätande marina däggdjur som tumlare och säl inte förekommer inom området i någon större utsträckning. De relativt stora djupen och den generella avsaknaden av fisk innebär även att området inte utgör ett lämpligt födosöksområde för fågelarter vars kost till stor del består av fisk och/eller musslor.

I den planerade vindparkens närområde förekommer utpekade riksintressen för naturmiljön, Totalförsvaret, sjöfarten, luftfarten, yrkesfisket, kulturmiljön och friluftslivet. Verksamhetsområdet för den planerade vindparken ligger inom MSA-yta för Kalmar Öland Airport, men överlappar i övrigt inte med några andra riksintressen. Den planerade vindparken är även förenlig med antagna havsplaner.

<sup>1</sup> Vid en uppskattad årsförbrukning om cirka 5 000 kWh per hushåll.



Figur 1. Översikt bild över lokaliseringen av den planerade vindparken Aurora i Egentliga Östersjön samt alternativ för kabelkorridorer. © [Lantmäteriet] 2021

Då den planerade verksamheten är belägen inom Sveriges ekonomiska zon ansöker OX2 om tillstånd enligt 5 § lag (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon (SEZ). Tillståndet (kallat SEZ-tillstånd) söks hos regeringen. Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har tagits fram för att utgöra en del av OX2:s ansökan om tillstånd enligt SEZ (Ansökan).



## 1.2 Miljöbedömning vid tillståndsprövning enligt SEZ

Av 6 § lag (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon (SEZ) följer att vid prövning av SEZ-tillstånd ska 2 - 4 kap. och 5 kap. 3 - 5 och 18 §§ miljöbalken (1998:808) tillämpas. Enligt 6 a § SEZ ska en ansökan om tillstånd innehålla den miljökonsekvensbeskrivning som krävs enligt 6 kap. miljöbalken, på samma sätt som om ansökan avser en verksamhet i Sverige. Om verksamheten bedöms medföra betydande miljöpåverkan ska en specifik bedömning göras enligt 6 kap. 28 - 46 §§ miljöbalken. Det har antagits att den ansökta verksamheten medför en betydande miljöpåverkan och därmed har en specifik miljöbedömning genomförts, vilken redovisas i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

Utläggning av undervattenskablar och genomförande av undersökningar av havsbotten för framtagande av detaljprojektering och konstruktionsunderlag, samt under själva anläggandet av vindparken, är direkt kopplade till och en integrerad del av anläggandet av en havsbaserad vindpark. Dessa verksamheter omfattas därför också av föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

## 1.3 Utgångspunkter för prövningen

Följande utgångspunkter gäller för sökt tillstånd för vindpark Aurora:

- Den verksamhet som Ansökan avser kommer att omfatta upp till 370 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 370 meter. Vindkraftverken kommer att placeras inom det sökta området baserat på fundaments- och teknikval samt med hänsyn till förekommande intressen och platsspecifika bottenförhållanden.
- Den tekniska utvecklingen av bland annat fundament och vindkraftverk är mycket snabb och det är inte möjligt att vid tidpunkten för detta dokument upprättande avgöra vilken teknisk lösning, med avseende på tillverkning, installation, miljöpåverkan och produktion, som kommer att vara mest lämplig när vindparken ska anläggas. Med anledning av detta beskrivs den miljöpåverkan som verksamheten potentiellt kan orsaka utifrån ett worst case (värsta fall). Med worst case avses att beskriven påverkan och bedömda konsekvenser aldrig kan bli större än vad som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning. Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön. För vindpark Aurora har OX2 valt att utgå från ett utformningsscenario som utgör ett dubbelt worst case, det vill säga ett maximalt antal vindkraftverk (370 stycken) med den maximala höjden (370 meter).

I Tabell 1 nedan redovisas vad som utgör worst case för olika påverkansfaktorer kopplat till berörda mottagare. En mer utförlig beskrivning av worst case återfinns i avsnitt 5.3 och en mer utförlig beskrivning av påverkansfaktorer återfinns i avsnitt 6. I kapitel 2 beskrivs gjorda avgränsningar för denna miljökonsekvensbeskrivning mer detaljerat.

Tabell 1. Worst case-antaganden som använts i modelleringar/beräkningar för respektive påverkansfaktor kopplad till identifierade mottagare.

Påverkansfaktorer	Worst case	Mottagare
<b>Sedimentsuspension</b>	<p>Installation av monopilefundament med 14,3 meter i diameter.</p> <p>Samtliga monopilefundament installeras, i det worst case scenario som legat till grund för modelleringen, genom borring. Monopilefundament borras ner till sitt maximala förankringsdjup och utsläpp av sediment sker 2 meter ovanför havsbotten.</p> <p>Vid nedläggning av internt kabelnät och anslutningskablar utgår bedömningarna från att kablarna förläggs via spolning, detta då spolning är den metod som orsakar störst sedimentsuspension.</p>	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
<b>Sedimentation</b>	Samma som för "Sedimentsuspension".	Bottenflora och bottenfauna
<b>Miljögifter och näringsämnen</b>	Samma som för "Sedimentsuspension". Antagandet är att alla föroreningar som kan lösa sig i vatten också gör det.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
<b>Undervattensljud</b>	<p>Worst case scenario för tumlare och säl:</p> <p>Installation av fackverksfundament (med pinpiles), 4,5 meter i diameter, genom pålning, i mars månad när ljudutbredningen är som störst. Användning av ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin och mjuk uppstart utgör förutsättningar för modelleringen.</p> <p>Worst case scenario för fisk:</p> <p>Installation av monopilefundament med 14,3 meter i diameter genom pålning, i mars månad när ljudutbredningen är som störst. Användning av dubbel bubbelgardin, hydro sound damper och mjuk uppstart utgör förutsättningar för modelleringen.</p>	Marina däggdjur, fisk
<b>Luftburet ljud</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 m i diameter) och med högst totalhöjd (370 m).	Boendemiljö, rekreations- och friluftsområden, marina däggdjur
<b>Elektromagnetiska fält</b>	<p>Internkabelnät (dynamiska kablar, 1 200 A): 1 370 µT och 1 125 µT runt kabelns yttermantel för enkelarmerad kabel. Under 0,4 µT på avstånd om 7,6 meter från kabelns centrum för enkelarmerad kabel.</p> <p>Övriga kablar, internt kabelnät och anslutningskablar (både växelström och likström) är begravnade eller täckta och avger under 40 µT vid havsbotten.</p>	Marina däggdjur, fisk, bottenfauna
<b>Skuggor</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 m i diameter) och med högst totalhöjd (370 m).	Marina däggdjur, fisk
<b>Reveffekter</b>	Reveffekt bedöms inte utifrån ett worst case då inga negativa effekter förväntas uppkomma till följd av reveffekter.	
<b>Främmande arter</b>	För främmande arter går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle byggas på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
<b>Indirekt påverkan av marint skräp</b>	För indirekt påverkan av marint skräp går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle byggas på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Marina däggdjur, fisk



<b>Undanträngning</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter). Minsta möjliga avstånd (1 150 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar
<b>Barriäreffekter</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter). Minsta möjliga avstånd (1 150 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar
<b>Kollisioner</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter). Minsta möjliga avstånd (1 150 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar, fladdermöss
<b>Utsläpp till vatten</b>	För utsläpp till vatten går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle byggas på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, fåglar
<b>Fysisk påverkan på havsbotten</b>	1,15 km <sup>2</sup> (cirka 0,1 %) av vindparkens totala yta om 1 045 km <sup>2</sup> tas i anspråk varaktigt av fundament med tillhörande erosionskydd.  13 km <sup>2</sup> (cirka 1,26 % av vindparkens totala yta) påverkas tillfälligt av kabelförläggningen av internkabelnätet samt genom användandet av så kallade jack-up fartyg vid anläggningsarbetena.	Bottenflora och bottenfauna
<b>Fysisk störning i luftrummet</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter).	Luftfart
<b>Visuell effekt</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter).	Landskapsbild, boendemiljö
<b>Hydrografiska förändringar</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med de fundament som ger upphov till störst hydrografiska förändringar. I föreliggande fall monopile med en bottendiameter om 14,3 meter.	Bottenflora och bottenfauna
<b>Nautiska risker</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter).	Sjöfart
<b>Klimat</b>	Vindparken anläggs inte och kommer ej bidra till uppnående av klimatmålen.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, fåglar



## 2. Avgränsningar

### 2.1 Avgränsningar i förhållande till övriga prövningar och dokument

För etablering av en vindpark till havs, med tillhörande kablar och anläggningar, krävs tillstånd enligt SEZ för uppförande av vindkraftverk, stationer och andra anläggningsdelar. Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning ligger till grund för tillståndsansökan enligt SEZ.

Utöver förevarande Ansökan kräver etableringen av den planerade vindparken även ett antal andra tillstånd, vilka kommer att ansökas om och prövas i separata tillståndsansökningar:

- Tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken (Natura 2000-tillstånd) avseende Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna (SPA/SCI, SE0330308). En ansökan har skickats in i början av mars 2022 och kommer att prövas av Länsstyrelsen i Gotlands län.
- Tillstånd enligt lag om kontinentalsockeln för anläggande av undervattenskablar (internt kabelnät) på kontinentalsockeln, inom ekonomisk zon.
- Tillstånd enligt lag om kontinentalsockeln för anläggande av undervattenskablar (anslutningskablar) på kontinentalsockeln, inom både ekonomisk zon och Sveriges sjöterritorium.
- Tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken (vattenverksamhet) för nedläggning av anslutningskablar inom Sveriges sjöterritorium.
- Koncession (tillstånd) enligt ellagen (1997:857) för anläggning och drift av anslutningskablar inom Sveriges sjöterritorium.

I Tabell 2 redovisas vilka tillståndskrav som gäller för etableringen av vindparken med tillhörande anläggningar och installationer enligt olika lagstiftningar, samt vilka myndigheter som ansvarar för respektive prövning. Den prövning som omfattas av föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har markerats med blå-grå skuggning i tabellen.

Tabell 2. De tillståndskrav som gäller för etableringen av vindpark Aurora enligt olika lagstiftningar samt de myndigheter som ansvarar för respektive prövning. Den prövning som omfattas av föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har markerats med blå-grå skuggning.

Typ av tillstånd, samt den myndighet som ansvarar för respektive prövning					
	Lag om Sveriges ekonomiska zon. Regeringen (Miljödep.)	Lag om kontinentalsockeln Regeringen (Näringsdep.)	Miljöbalken (Natura 2000) Länsstyrelsen i Gotlands län	Miljöbalken (vattenverksamhet) Mark- och miljödomstolen vid Växjö tingsrätt	Ellagen Energimarknadsinspektionen (EI)
Vindpark, med tillhörande anläggningar	X		X		
Internt kabelnät		X	X		
Anslutningskablar i ekonomisk zon		X	X		
Anslutningskablar i territorialvatten		X	X	X	X

Internkabelnätet inom vindparken prövas i särskild ordning. Även tillstånd för nedläggning av anslutningskablar från vindparken till anslutningspunkter på land prövas i särskild ordning när anslutningspunkter och kabelsträckningar har fastställts. Om den verksamhet som utgörs av nedläggning av anslutningskablar bedöms medföra risk för påverkan på andra skyddade områden (exempelvis naturreservat eller andra Natura 2000-områden än Hoburgs bank och Midsjöbankarna) inom svenskt sjöterritorium, kommer erforderliga tillstånd och dispenser att sökas i särskild ordning.

Den planerade verksamhetens potentiella gränsöverskridande påverkan bedöms inte i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning. Denna påverkan beaktas inom ramen för en pågående Esboprocess, det vill säga den process (se avsnitt 15.2) som genomförs tillsammans med andra berörda länder i enlighet med konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang (Esbokonventionen). En särskild Esborapport som redogör för de bedömda gränsöverskridande effekterna av vindpark Aurora kommer att tas fram.

Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning hänvisar till underlagsrapporter som dels ligger som bilagor till dokumentet (Bilaga B.1 - B.17), dels till referensrapporter som tagits fram inom ramen för projektet. Bilagor och referensrapporter är i huvudsak gemensamma för samtliga prövningar enligt SEZ, KSL och Natura 2000, men utgör inte i alla delar underlag för SEZ-prövningen.





## 2.2 Avgränsning av verksamheten

### 2.2.1 Sökt verksamhet

Verksamheten som konsekvensbedöms i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning är vindparken, vilken ingår i prövningen enligt SEZ, samt det interna kabelnätet som dels prövas som en följdverksamhet enligt SEZ och dels prövas separat enligt KSL. Även förberedande undersökningar inför anläggandet av vindparken konsekvensbedöms.

Påverkan och konsekvenser till följd av både vindparken och det interna kabelnätet beskrivs i miljökonsekvensbeskrivningen, vilken är upplagd så att det ska vara enkelt att utläsa konsekvenserna av vindparken respektive det interna kabelnätet samt de samlade konsekvenserna av både vindparken och det interna kabelnätet. För en mer detaljerad beskrivning av den sökta verksamheten hänvisas till kapitel 4 samt Bilaga C till Ansökan.

### 2.2.2 Följdverksamhet

Följdverksamheter till vindparken utgörs i huvudsak av anläggning av anslutningskablar till land och fartygstrafiken till och från vindparken under de olika faserna, vilka är verksamheter som också beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning. Som angetts ovan kommer tillstånd för det interna kabelnätet att prövas enligt KSL. Anslutningskablar från vindparken till land att prövas separat enligt 11 kap. miljöbalken, KSL och ellagen.

I ett tidigare skede av projektet beaktades fler olika alternativ för möjliga kabelkorridorer för anslutningskablar till land, vilka benämndes som sekundära alternativ för kabelkorridorer. OX2 har sedermera fattat beslut om att endast gå vidare med de alternativ som utgjorde de primära alternativen för kabelkorridorer och det är dessa som utgör följdverksamhet i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning. Tidigare upprättade handlingar i processen (exempelvis samrådsunderlag) samt vissa bilagor kan innehålla figurer eller text som är hänförlig till de sekundära alternativen.

## 2.3 Geografisk avgränsning

Konsekvensbedömningarna omfattar det geografiska område som kan påverkas av den sökta verksamheten och som bedömts vara relevant att utreda. Detta innefattar såväl det direkta påverkansområdet där verksamheten bedrivs och där fysiska åtgärder vidtas, som kringliggande områden där en påverkan kan påvisas, exempelvis anslutande havsområden, närliggande farleder för sjöfarten och kuststräckan varifrån vindparken kan uppfattas visuellt. Den geografiska avgränsningen varierar beroende på vilken aspekt och vilket intresse som studeras. Som grund för den geografiska avgränsningen ligger de underlagsutredningar som tagits fram för respektive påverkansfaktor och intresse.

## 2.4 Miljöaspekter

De miljöaspekter som beskrivs och bedöms i miljökonsekvensbeskrivningen listas i Tabell 3. Miljökonsekvenser beskrivs för anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Vilka faser som bedömts relevanta för respektive aspekt ses i tabellen, liksom om påverkan och konsekvenser uppkommer till följd av vindparken och/eller det interna kabelnätet.

Tabell 3. Miljöaspekter som beskrivs och bedöms i miljökonsekvensbeskrivningen och vilken fas som dessa konsekvensbedöms, samt om konsekvenser som uppkommer till följd av vindparken och/eller det interna kabelnätet.

Aspekt	Vindpark (V), internt kabelnät (IK)	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Klimatnytta och klimatpåverkan	V	X	X	X
Bottenflora och bottenfauna	V, IK	X	X	X
Fisk	V, IK	X	X	X
Tumlare	V, IK	X	X	X
Säl	V, IK	X	X	X
Fågel	V	X	X	X
Fladdermöss	V	X	X	X
Landskapsbild och kulturmiljö	V, IK	X	X	X
Marinarkeologi	V, IK	X	X	X
Boendemiljö, rekreation och friluftsliv	V	X	X	X
Yrkesfiske	V, IK	X	X	
Sjöfart	V, IK	X	X	X
Luftfart	V	X	X	X
Totalförsvarets intressen	V, IK	X	X	X
Risk och säkerhet	V, IK	X	X	X
Lagring av koldioxid och materialutvinning	V, IK		X	
Ekosystemtjänster	V	X	X	X
Hushållning med resurser	V, IK	X	X	X



Kumulativa effekter bedöms där risk finns för att påverkan från verksamheten sammanfaller med påverkan från andra närliggande projekt och verksamheter, se kapitel 10 och kapitel 13.

## 2.5 Avgärnsningar i tid

Miljökonsekvensbeskrivningen beskriver ett tidsperspektiv inom vilket de förväntade konsekvenserna bedöms uppstå. Bedömningen av miljökonsekvenserna omfattar anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen och de tidshorisonter som är aktuella för respektive fas. För en beskrivning av respektive fas, se kapitel 4.12 samt Bilaga C till ansökan.

## 2.6 Defintioner

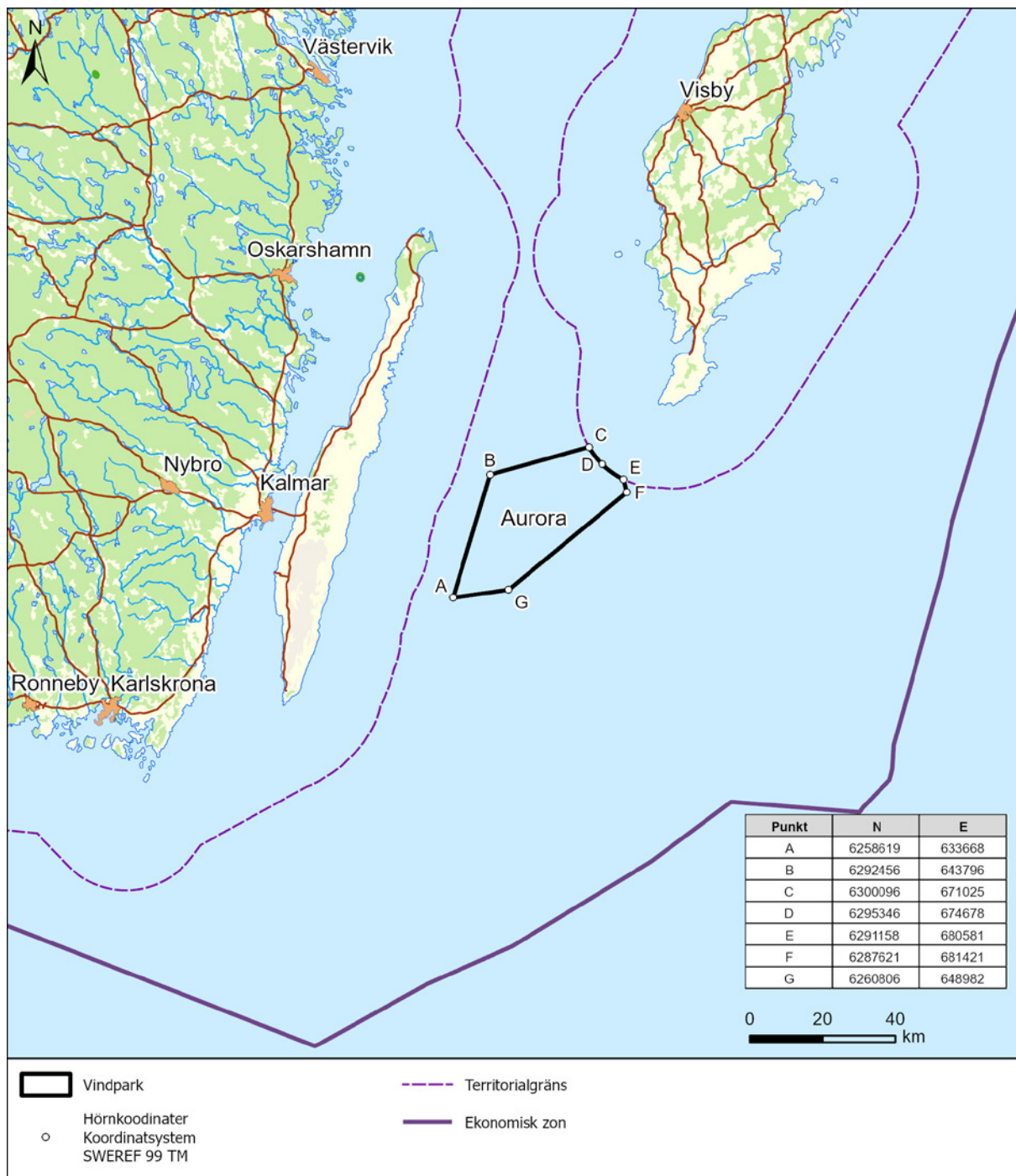
I miljökonsekvensbeskrivningen och tillhörande bilagor används benämningarna vindpark, vindpark Aurora, vindparksområde, parkområde och verksamhetsområde synonymt. Med dessa benämningar avses det område inom vilket fundament, vindkraftverk, stationer, plattformar, mätmaster och det interna kabelnätet anläggs.

Utöver de benämningar som anges ovan används även begreppet projektområde, vilket avser det havsområde som är kopplat till projektet, det vill säga både området för själva vindparken och områdena för tillhörande kabelkorridorer.

### 3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning

#### 3.1 Lokalisering

Den planerade vindparken Aurora ligger i Sveriges ekonomiska zon i Egentliga Östersjön (Figur 1), drygt 30 kilometer öster om Öland och drygt 20 kilometer sydväst om Gotlands södra spets. Verksamhetsområdet avgränsas av hörnpunkter med koordinater som redovisas i Figur 2. Området är cirka 1 045 km<sup>2</sup> stort och vattendjupet varierar mellan 43 och 88 meter. Området saknar öar och består helt av öppet hav.



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

Det område i Egentliga Östersjön inom vilket den planerade vindparken Aurora är tänkt att anläggas är synnerligen lämpligt för en etablering av en havsbaserad vindpark. Området uppfyller de grundläggande tekniska förutsättningarna och de verksamhetsspecifika kraven med avseende på starka och stabila vindar, samt lämpliga vattendjup och geotekniska förhållanden.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena, på grund av framför allt vattendjupet i kombination med syrefattiga eller helt syrefria förhållanden, är i stort sett obefintliga. Eftersom inget solljus når ner till botten saknar området bottenflora. Bottenmiljöerna är präglade av de syrefattiga eller syrefria förhållanden som dominerar i de djupa områdena, vilket innebär en avsaknad av bottenfauna inom de syrefria områdena och en låg biologisk mångfald med få individer inom de syrefattiga områdena.

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 helt 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.

### 3.2 Anslutning

Svenska kraftnät har fått i uppdrag att bygga ut transmissionsnätet till havs inom Sveriges sjöterritorium, inom områden där det finns förutsättningar för att ansluta havsbaserad vindkraft. Vidare besked från Svenska kraftnät avseende vindpark Aurora väntas under 2022. OX2 genomför parallellt, egna undersökningar om lämpliga anslutningspunkter och har identifierat ett antal preliminära anslutningspunkter till transmissionsnätet på land. Simpevarp, Nybro och Ygne har tagits upp som möjliga alternativ. Vilka sträckningar som slutligen kommer väljas bestäms efter att Svenska kraftnät valt anslutningspunkt och efter det att bottenundersökningar och marinbiologiska undersökningar har genomförts.

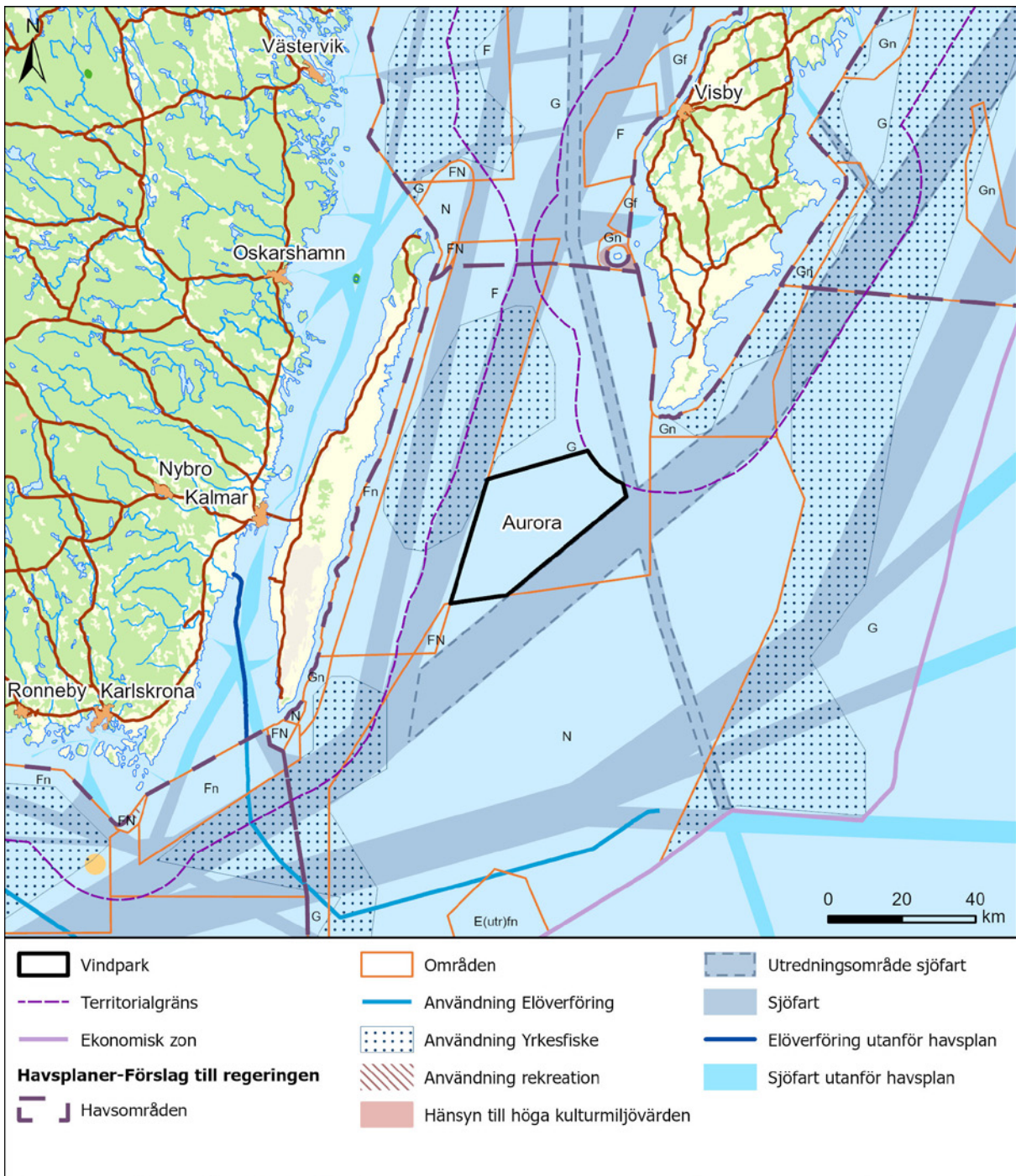
### 3.3 Havspaner

Havs- och vattenmyndigheten har i uppdrag från regeringen att förbereda och genomföra svensk statlig havspanering enligt havspaneringsförordningen (2015:400). Planerna ska visa statens samlade syn på hur havet ska användas. Havs- och vattenmyndighetens förslag på havspaner lämnades till regeringen i december 2019 och regeringen tog beslut om antagande av havspanerna den 10 februari 2022.

I samband med antagandet av havspanerna gav regeringen Energimyndigheten i uppdrag att tillsammans med andra berörda myndigheter peka ut lämpliga områden för att möjliggöra etablering av ytterligare 90 TWh elproduktion till havs (Regeringskansliet, 2022a). Utifrån Energimyndighetens underlag ska Havs- och

vattenmyndigheten därefter föreslå ändringar i havsplanerna. Energimyndighetens uppdrag ska redovisas senast i mars 2023. Havs- och vattenmyndighetens förslag till ändringar i havsplanerna ska lämnas till regeringen senast i december 2024.

Därutöver har regeringen även gett Havs- och vattenmyndigheten i uppdrag att utreda konkurrerande vindparker till havs (Regeringskansliet, 2022b). Myndigheten ska utreda ett system för hur aktörer ska kunna tilldelas ensamrätt att etablera havsbaserad vindkraft i specifika områden. Myndigheten ska redovisa uppdraget senast 30 november 2022.



Figur 3. Havsplaneområden inom vindpark Auroras närområde. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Havs- och vattenmyndigheten]

Enligt de antagna havsplanerna (Havs- och vattenmyndigheten, 2022) ligger vindpark Aurora inom området Sydväst Gotland, Ö242 (Figur 3), i havsområde Sydöstra Östersjön och inom havsplan Östersjön. Området Sydväst Gotland är utpekade för generell användning (G), sjöfart, utredningsområde sjöfart samt yrkesfiske, där ingen särskild användning har företräde. Vindpark Aurora ligger mellan tre olika utpekade farleder för sjöfart, men den planerade vindparken överlappar inte med någon av dem.

### 3.4 Natura 2000

#### 3.4.1 Hoburgs bank och Midsjöbankarna

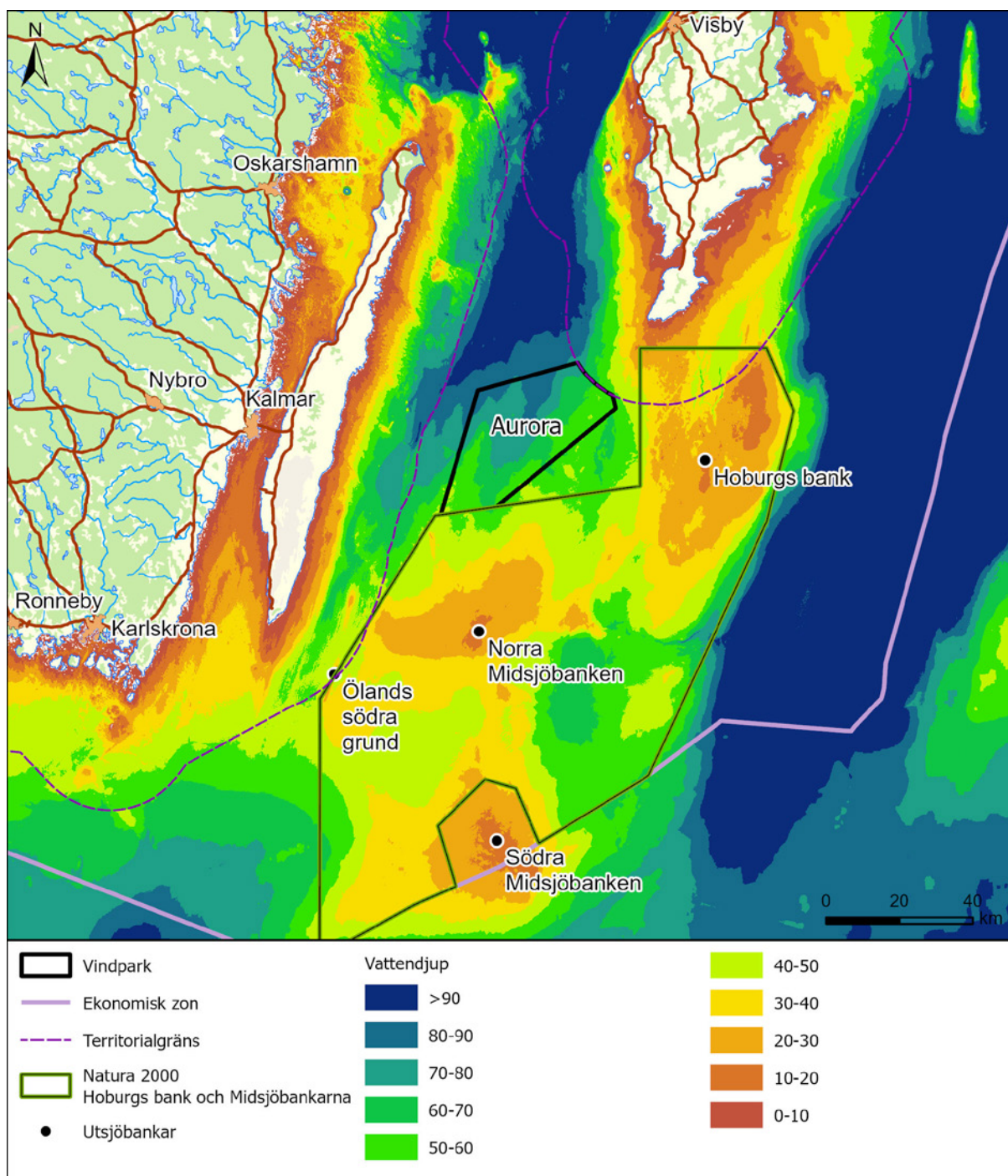
Den planerade vindparken angränsar i söder till Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna (SPA/SCI, SE0330308). I öster är det minsta avståndet från den planerade vindparken till Natura 2000-områdets gräns cirka 6,5 kilometer.

Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna utgörs av öppet hav och omfattar en area om cirka 10 511 km<sup>2</sup>. Cirka 370 km<sup>2</sup> ligger inom Gotlands län, cirka 20 km<sup>2</sup> ligger inom Kalmar län och resterande del ligger inom svensk ekonomisk zon. Djupet inom området varierar mellan 9 och 78 meter, där de grundare områdena framför allt förekommer på och runt utsjöbankarna (Figur 4).

Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna är utpekade enligt art- och habitatdirektivet (92/43/EEG, SCI) för Natura 2000-naturtyperna rev (1170) och sublittorala sandbankar (1110) samt arten tumlare (Phocoena, 1351) (östersjöpopulationen), och enligt fågeldirektivet (2009/147/EC, SPA) för fågelarterna alfågel (Clangula hyemalis, A064) och tobisgrissla (Cepphus grylle, A202), se Tabell 4 (Länsstyrelsen, 2021).

Tabell 4. Utpekade Natura 2000-naturtyper och arter enligt art- och habitatdirektivet (SCI) respektive utpekade fågelarter enligt fågeldirektivet (SPA) för Hoburgs bank och Midsjöbankarna (Länsstyrelsen, 2021).

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



Figur 4. Djupförhållanden i Natura-2000 området Hoburgs bank och Midsjöbankarna samt inom Auroras närområde. Grundare områden förekommer framför allt på och runt utsjöbankarna. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket och EMODnet]

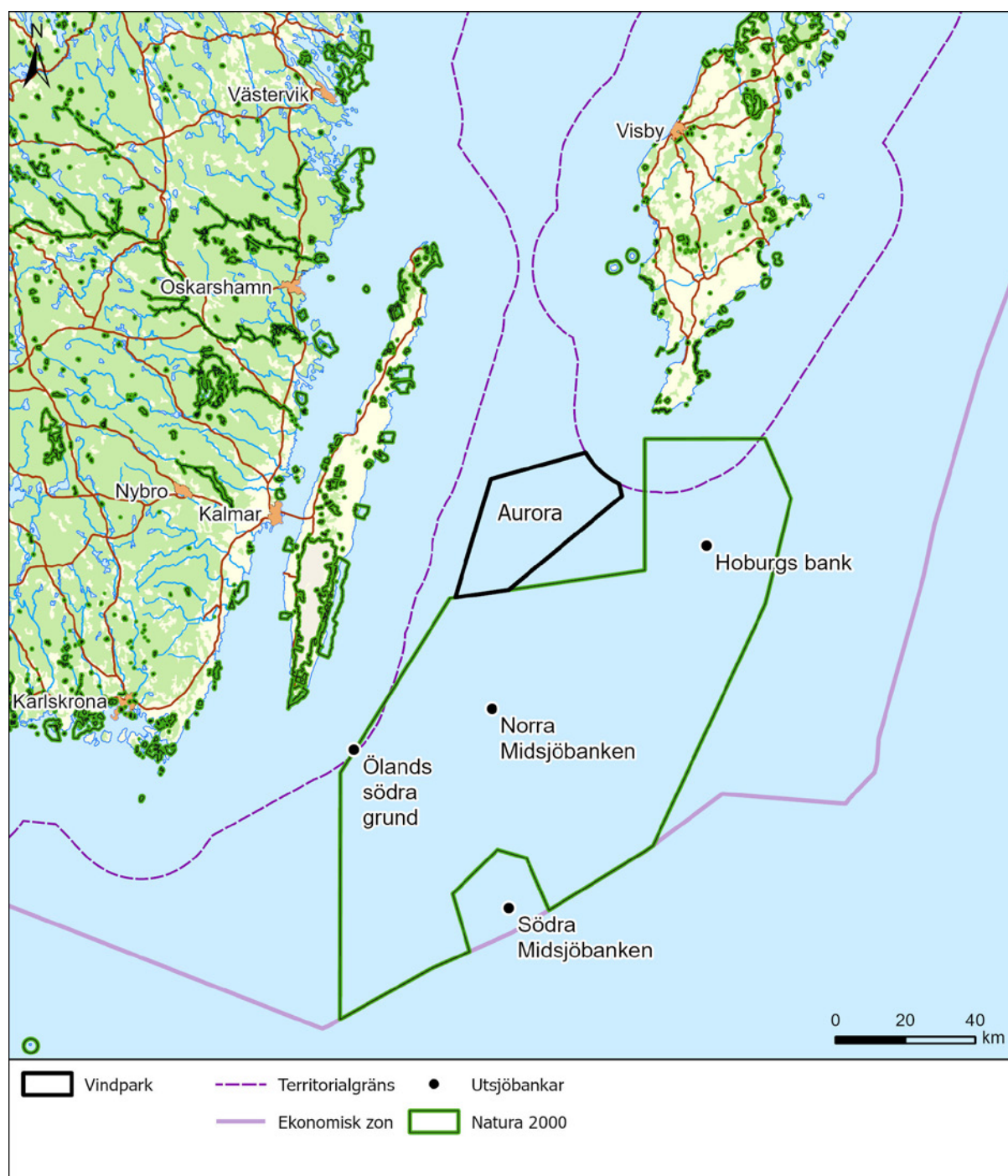
De utpekade Natura 2000-naturtyperna förekommer huvudsakligen på eller i nära anslutning till de inom Natura 2000-området förekommande utsjöbankarna (Figur 4). Detta innebär att avstånden mellan den planerade vindparken Aurora och de utpekade naturtyperna är relativt stora. Avståndet från den planerade vindparken Aurora till de inom Natura 2000-området förekommande utsjöbankarna är betydligt större än avstånden mellan vindparken och Natura 2000-områdets gräns. Den närmsta utsjöbanken är Norra Midsjöbanken, vilken ligger på ett avstånd om cirka 10 kilometer från Aurora. Avståndet till Hoburgs bank från vindpark Aurora är cirka 12 kilometer.



Som framgår av avsnitt 2.1 har en ansökan om Natura 2000-tillstånd avseende Hoburgs bank och Midsjöbankarna skickats in i början av mars 2022. Ansökan kommer att prövas av Länsstyrelsen i Gotlands län inom ramen för en separat tillståndsprövning.

### 3.4.2 Övriga Natua 2000-områden

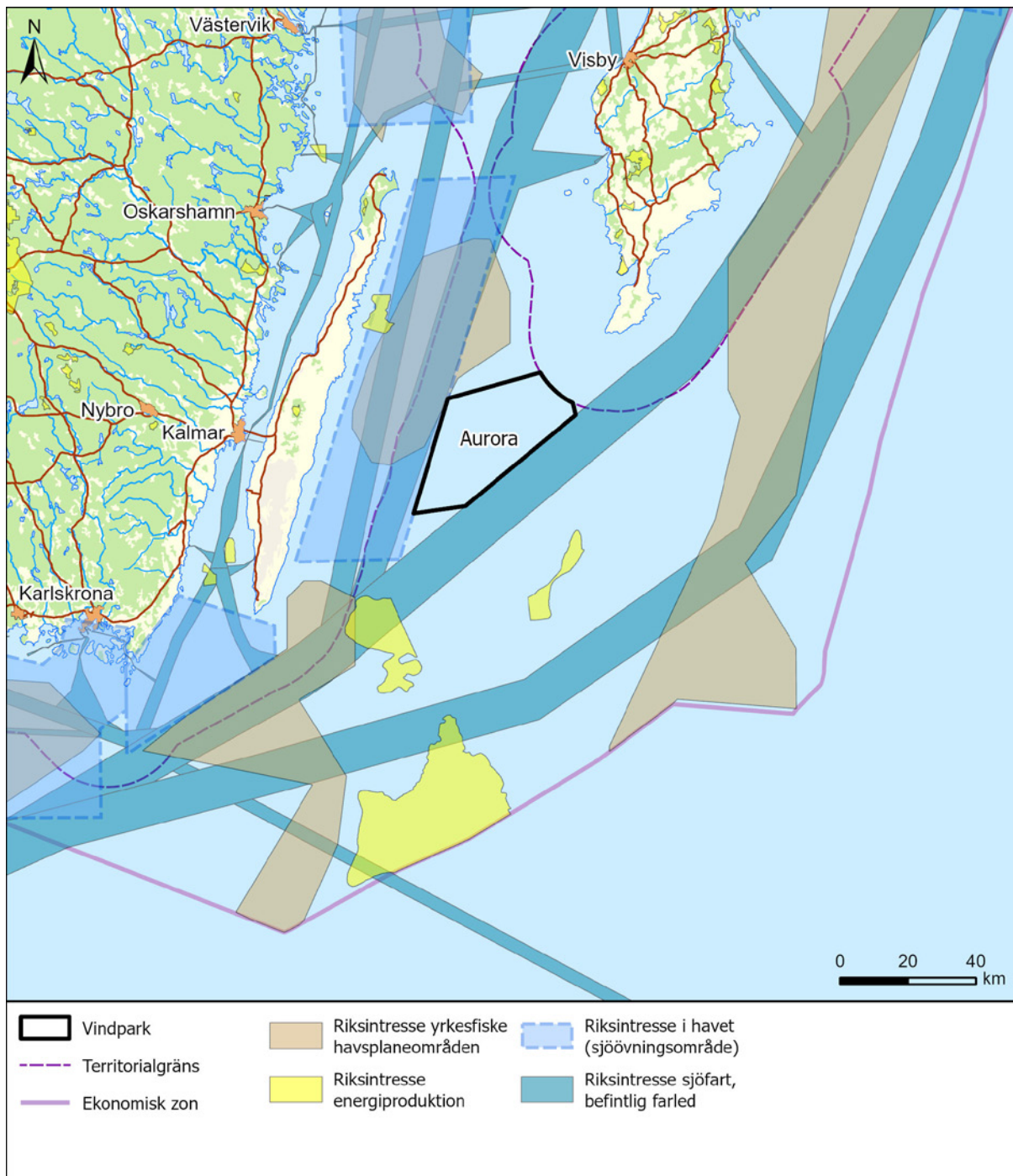
Ett antal olika Natura 2000-områden förekommer på och omkring Öland, på och omkring Gotland samt längs med Smålandskusten (Figur 5). Sedan 1 juli 2001 är alla Natura 2000-områden klassade som riksintressen. Ingrepp får bara göras om de inte påtagligt skadar områdenas natur- och kulturvärden.



Figur 5. Natura 2000-områden. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket]

### 3.5 Övriga riksintressen

I den planerade vindparken Auroras närområde förekommer ett antal olika områden som utgör riksintressen (Figur 6). I området förekommer en intensiv fartygstrafik och det finns flera utpekade farleder av riksintresse. Dessa farleder leder bland annat till och från de inre delarna av Östersjön. Den absoluta merparten av fartygstrafiken i närområdet följer de utpekade farlederna och det är endast ett mycket litet antal fartyg som passerar inom verksamhetsområdet.



Figur 6. Riksintressen för yrkesfiske, energiproduktion, Försvarsmakten och sjöfart. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Energimyndigheten, Försvarsmakten, Trafikverket, Havs- och vattenmyndigheten och EMODnet]



I området förekommer fartygstrafik och det finns flera utpekade farleder av riksintresse. Dessa farleder leder bland annat till och från de inre delarna av Östersjön. Den absoluta merparten av fartygstrafiken i närområdet följer de utpekade farlederna och det är endast ett litet antal fartyg som passerar inom verksamhetsområdet.

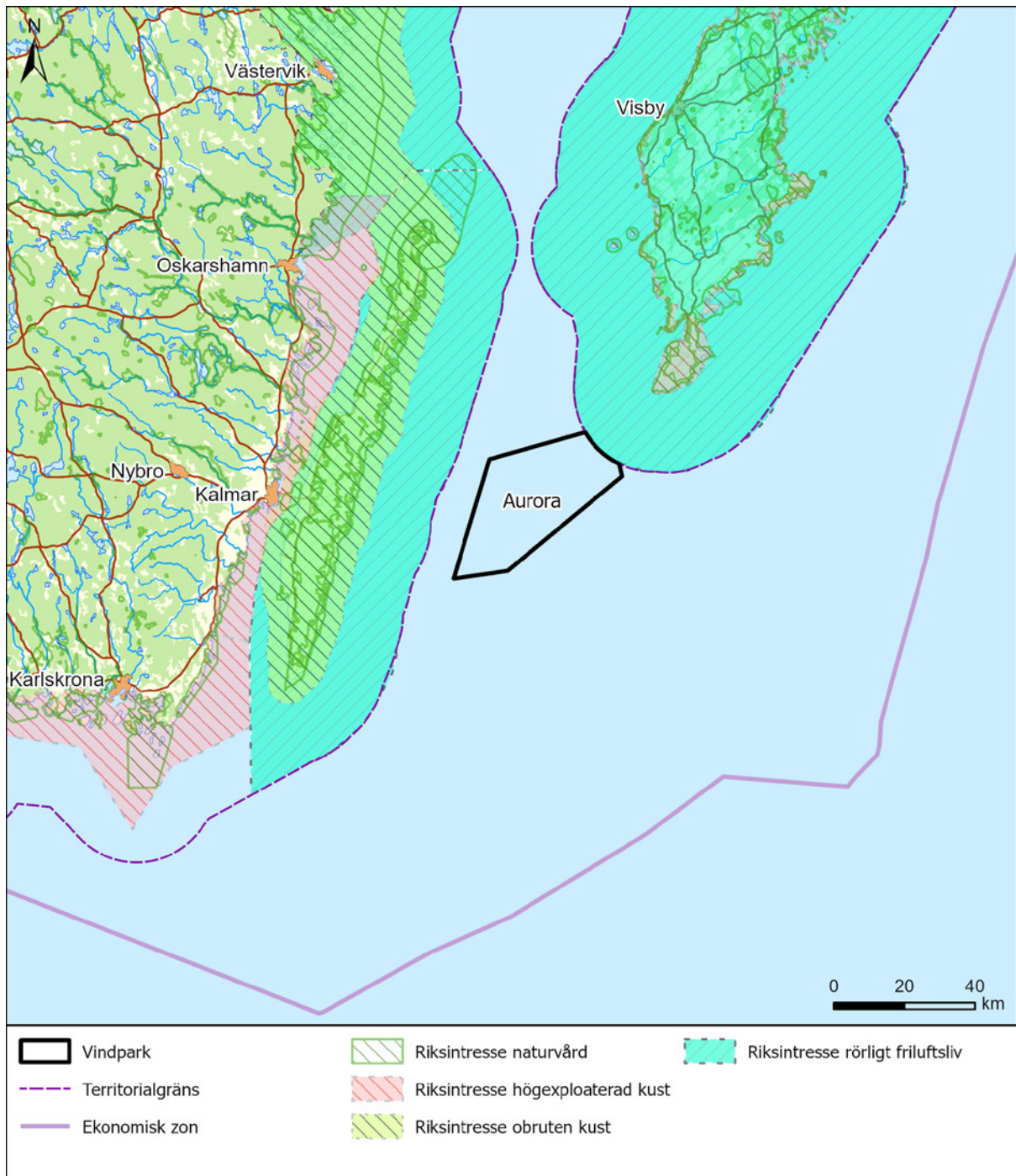
Ett riksintresse för yrkesfiske (fångstområde) förekommer väster och nordväst om den planerade vindparken. Övriga riksintressen för yrkesfisket ligger på större avstånd från vindparken.

I direkt anslutning till Auroras västra del finns ett av Försvarets riksintressen (Sjöövningssområde Martin). Även andra riksintressen för Försvaret än de som redovisas ovan kan förekomma i den planerade vindparkens närområde.

Söder och väster om Aurora finns utpekade riksintressen för energiproduktion. Därutöver förekommer, som tidigare nämnts, ett antal olika Natura 2000-områden inom Auroras närområde.

Närmare och utmed Gotlands och Ölands kuster finns riksintresseområden för naturvård och för rörligt friluftsliv (Figur 7). Längs Gotlands kust finns även riksintresse för högexploaterad kust, medan det längs Ölands kust finns riksintresse för obruten kust. Den planerade vindparken överlappar inte heller med något av dessa riksintressen.

Den planerade vindparken ligger inom MSA-yta (Minimum Sector Altitude) för Kalmar Öland Airport. En MSA-yta är en cirkel med en radie om cirka 55 - 60 kilometer där det finns en fastställd lägsta flyghöjd vid inflygning. Den fastställda lägsta flyghöjden baseras på höjden hos förekommande höga objekt plus en säkerhetsmarginal om 300 meter.

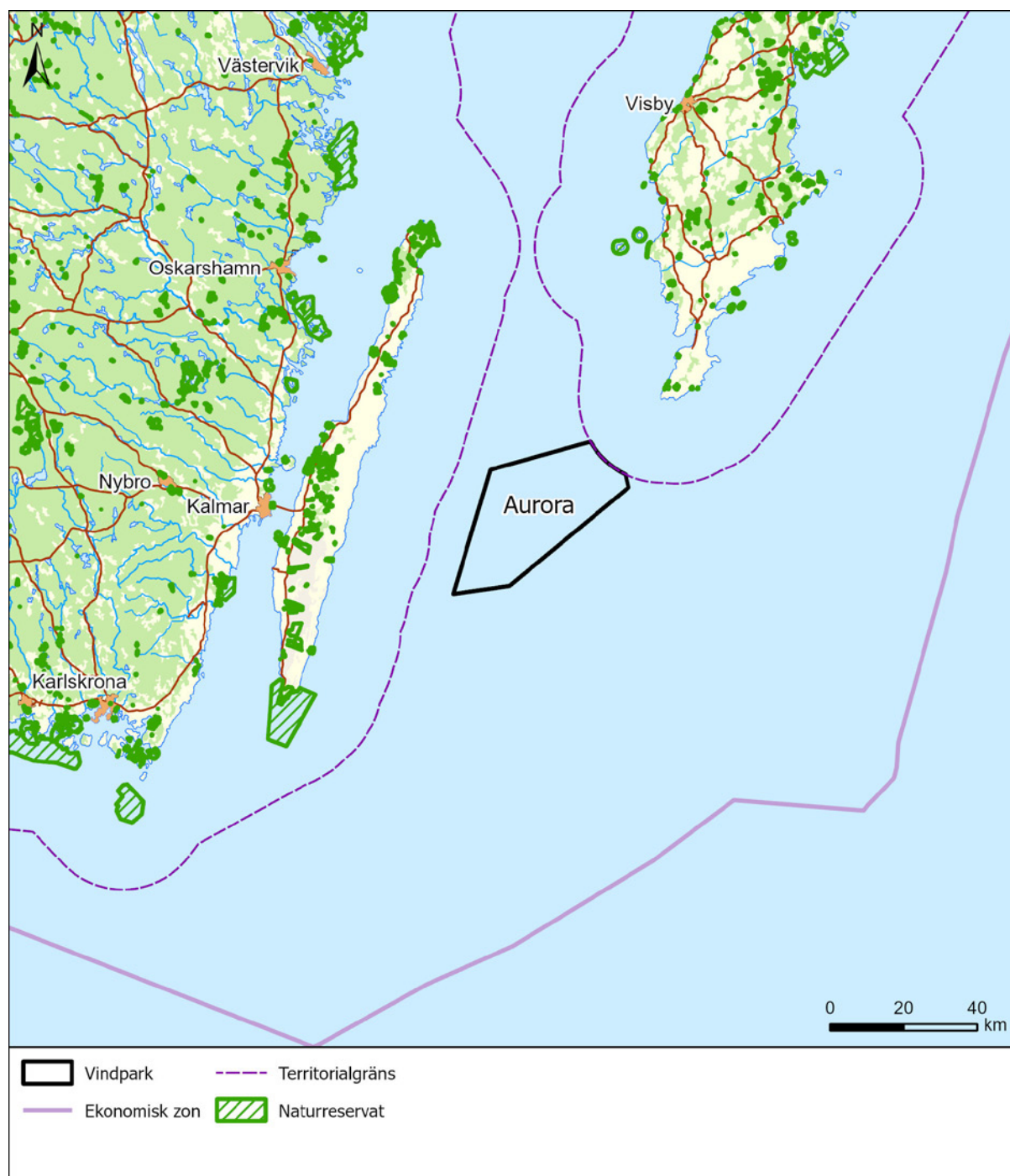


Figur 7. Riksintressen för naturvård, högexploaterad kust, obruten kust och rörligt friluftsliv.  
 © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket, länsstyrelsen]

### 3.6 Naturreservat och marina naturreservat

Naturreservat och marina naturreservat förekommer på och omkring Öland, på och omkring Gotland samt längs med Smålandskusten (Figur 8).

De marina naturreservaten skiljer sig från andra naturreservat genom att deras syfte, beskrivning av värden, föreskrifter och skötselområden utgår från de marina förhållandena.



Figur 8. Naturreservat och marina naturreservat. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Naturvårdsverket]

### 3.7 Geologiska förutsättningar och djupförhållanden

Beskrivningen av geologiska förutsättningar och djupförhållanden inom vindpark Aurora är avgränsad till djupförhållanden och bottentopografi, bottensubstrat samt den djupare geologin.

Inom området för den planerade vindparken finns kännedomen om geologi och djupförhållanden, särskilt i den västra delen där data från seismiska undersökningar finns, vilka har utförts av SGU.

#### 3.7.1 Djupförhållanden och bottentopografi

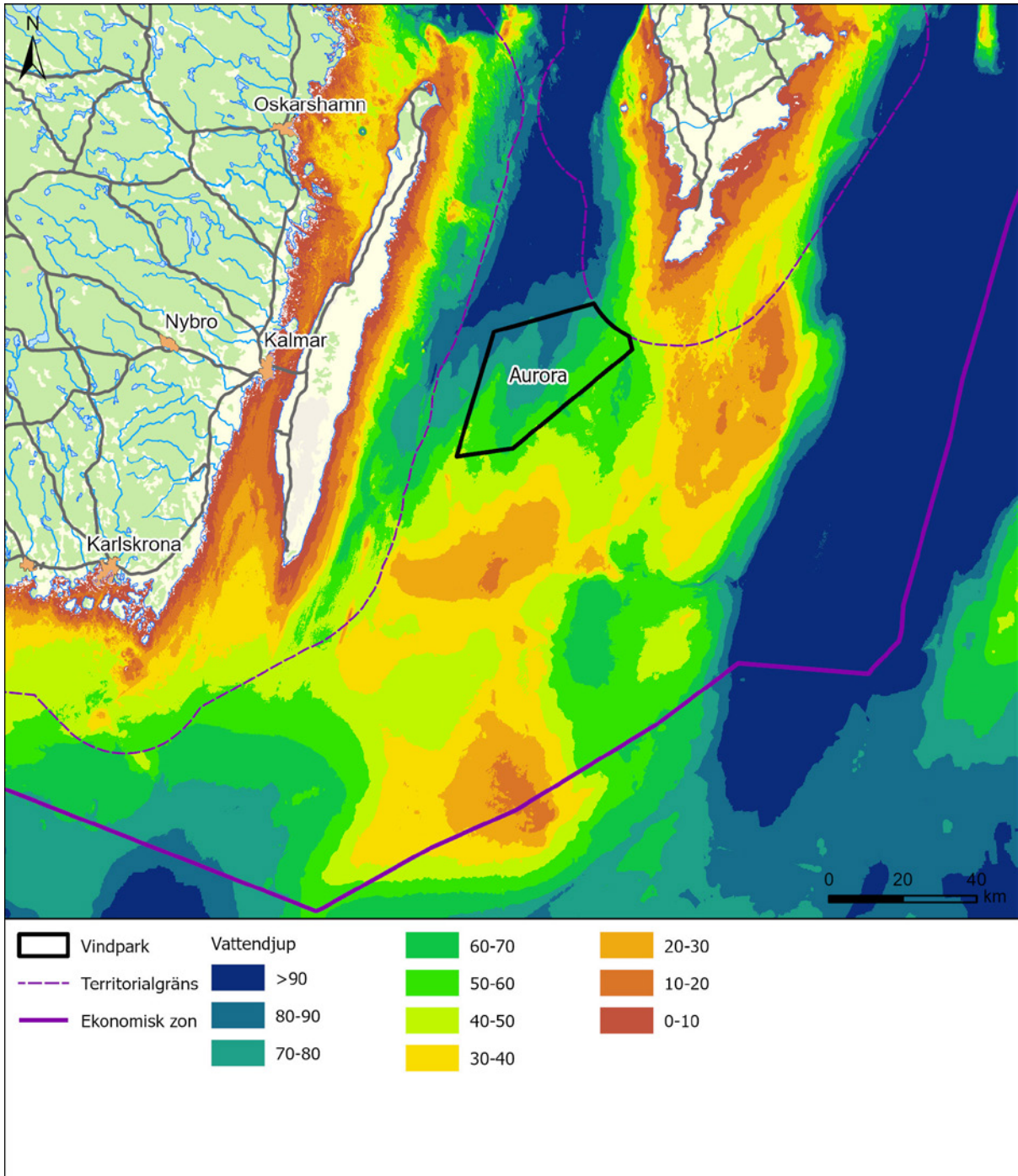
Östersjön är ett grunt hav som kännetecknas av grunda sund och djupa havsbassänger. Medeldjupet är 54 meter och den djupaste punkten är 459 meter. Vindpark Aurora kommer att anläggas i västra Gotlandsbassängen, vars medeldjup är 71 meter och i vilken Östersjöns djupaste punkt återfinns. Parkens östliga spets angränsar till östra Gotlandsbassängen.

Djupdata för det område som omfattas av den planerade vindparken har hämtats från EMODnet och ger en god överblick av djupförhållandena inom vindparken. Vattendjupet i området varierar mellan 43 – 88 meter och djupet ökar mot parkens nordliga och nordvästliga delar (Figur 9). Medelvattendjupet inom vindparken är cirka 67 meter. Parkens nordvästliga område är i så kallade djupvatten medan de södra, östliga och nordöstliga delarna är i så kallade övergångsvatten (Geo Subsurface Expertise, 2020a). Havsbotten inom den planerade vindparken lutar åt riktningen nord-nordväst (Geo Subsurface Expertise, 2020b).

#### 3.7.2 Bottensubstrat

För den planerade vindparken har SGU:s maringeologi 1:500 000 använts för att beskriva bottensubstraten inom vindparken.

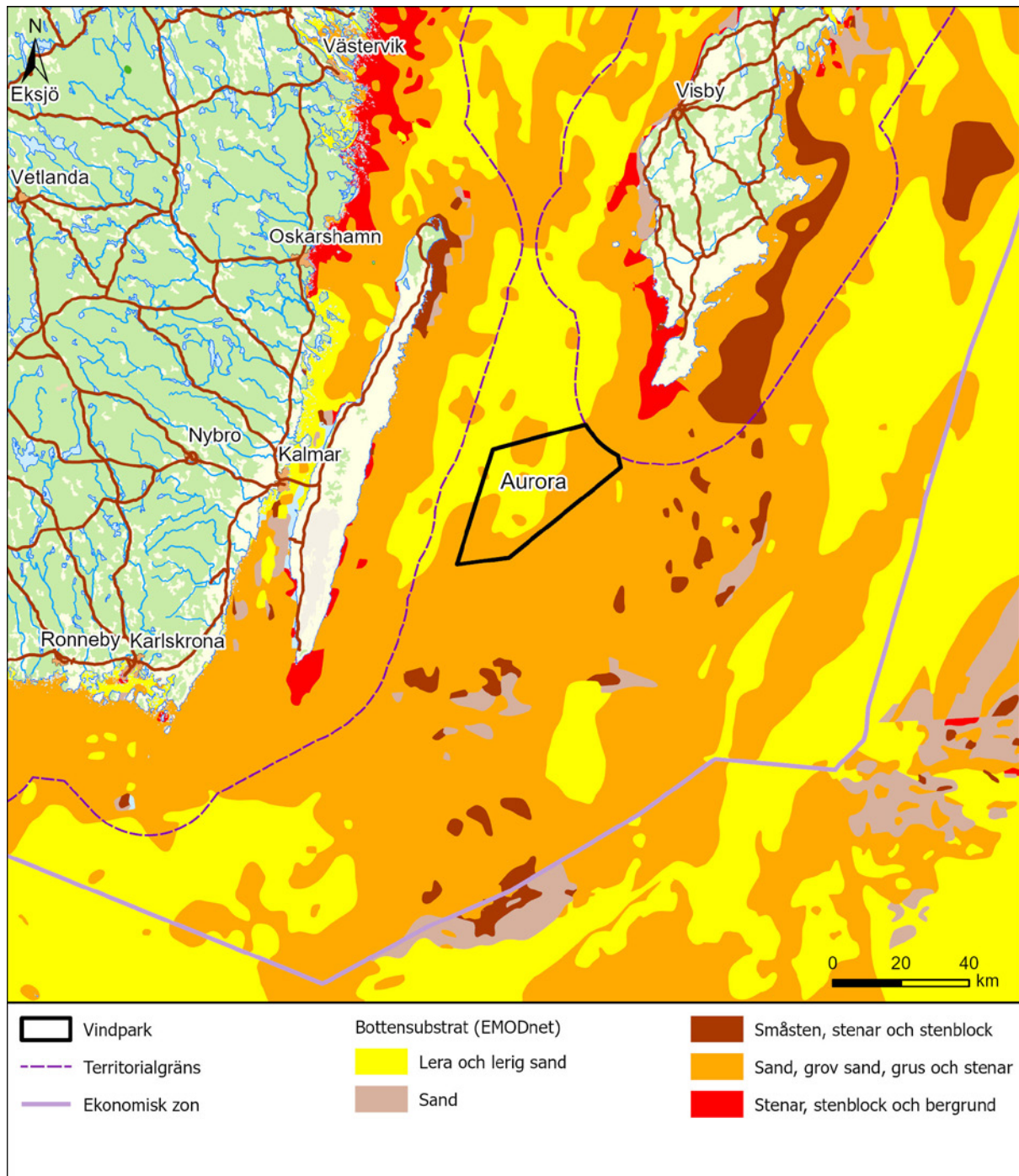
Bottensubstratet inom vindparken domineras av lera och en blandning av sand, grov sand, småsten och grus, med ett undantag för ett litet område i parkens nordöstra del som består av sten och stenblock (Figur 10). De djupare lagren domineras av postglacial och glacial lera.



Figur 9. Karta över djupförhållanden inom den planerade vindparken och i dess närområde.  
 © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: EMODnet]

### 3.7.3 Geologi

Baserat på maringeologiska kartor och den analys OX2 har låtit genomföra av SGU:s geologiska profiler, kan det konstateras att ett antal jordtyper förekommer inom den planerade vindparken, se Tabell 5. Analysen är baserad på de undersökningar som SGU har låtit genomföra i området, vilka innehåller två seismiska dataset med sex Sparker-linjer och sex Sleevegun-linjer inom eller i direkt anslutning till den planerade vindparken (SGU, 2004). Inom vindparken förekommer variationer i utbredning och tjocklek av de fem identifierade jordtyperna, tabellen ska därmed



Figur 10. Karta över geologin inom den planerade vindparken och dess närområde. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: EMODnet]





inte tolkas gälla över hela området utan för några valda punkter. I Tabell 5 presenteras tre olika sammansättningar och dess tjocklekar, vilka också beskrivs mer utförligt nedan. Jordarterna återfinns under havsbotten.

Generellt för vindparken förväntas de översta 0 - 6 meterna under havsbotten vara blandade sediment, främst lera, gyttja och gyttjig sand. Därefter följer lager med kvartära avlagringar (enhet 2-4 i Tabell 5 nedan). Utifrån befintliga data utgörs de kvartära avlagringarna inom parken av tre olika jordenheter bestående av lera och lermorän av olika kompositioner. Tjockleken av de kvartära avlagringarna varierar mellan 6 - 71 meter över parkområdet. I nordvästra delen av den planerade vindparken, i de kvartära avlagringarna, har en väst-östlig fördjupning observerats vilken kan vara fylld av pre-kvartära avlagringar.

De pre-kvartära avlagringarna inom parkområdet förväntas vara silur finkorniga och lerhaltiga karbonater (kalksten), (se enhet 5 i Tabell 5 nedan).

I Tabell 5 presenteras tre olika sammansättningar som är representativa för olika delar av den planerade vindparken. Sammansättning 1 är representativ för den västra delen av vindparken och innehåller samtliga identifierade jordtyper. Första lagret utgörs av gyttja och gyttjig sand (enhet 1) med en tjocklek om cirka 1,5 - 5,5 meter. Första lagret har enbart identifierats i ett begränsat område i vindparkens västra del och återfinns således enbart i sammansättning 1. Därefter följer ett lager med lera och lerig sand (enhet 2), cirka 1 - 3 meter tjockt. Under leran följer två lager av lermorän (enhet 3 och 4), cirka 4 - 7 respektive cirka 11 - 21 meter tjockt. Under lermoränen återfinns kalksten (enhet 5).

Sammansättning 2 är representativ för nordöstra och delar av centrala delen av vindparken och innehåller fyra identifierade jordtyper. Första lagret utgörs av lera och lerig sand (enhet 2), cirka 0,5 meter tjockt. Därefter följer två lager med lermorän (enhet 3 och 4), cirka 2,5 - 4 meter respektive 5 - 19 meter tjockt, innan kalksten återfinns.

Sammansättning 3 är representativ för södra och delar av centrala delen av parken och innehåller fyra identifierade jordtyper. Lera och lerig sand (enhet 2) återfinns som första lager och är cirka 0,5 - 3 meter tjockt. Efterföljande två lager utgörs av lermorän (enhet 3 och 4) med varierande tjocklek, cirka 1,5 - 2 meter respektive 11 - 55 meter tjockt. Därefter återfinns kalksten.

Det noteras att minst en gasficka förekommer inom vindpark Aurora i det tolkade materialet. Grunda gasfickor är lätta att identifiera med hjälp av seismiska data och kommer att kartläggas före anläggningsfasen.

Tabell 5. Tabellen visar de jordarter som kan förekomma inom den planerade vindparken.

Enhet	Litologi	Tjocklek Sammansättning 1	Tjocklek Sammansättning 2	Tjocklek Sammansättning 3
Enhet 1: Gyttja/ Gyttjig sand	Marina insättningar bestående av lera, sand och gyttja (organiska sediment). Mjuk lera	1,5 - 5,5 m	Ingen förekomst	Ingen förekomst
Enhet 2: Lera / Lerig sand	Fast lera / Medeltät sand	1 - 3 m	0,5 m	0,5 - 3 m
Enhet 3: Lermorån	Styv till hård lera	4 - 7 m	2,5 - 4 m	1,5 - 4 m
Enhet 4: Lermorån	Styv till hård lera	11 - 21 m	5 - 19 m	11 - 55 m
Enhet 5: Silur finkorniga och lerhaltiga karbonater (kalksten)	Svag kalksten	-	-	-

### 3.8 Hydrografi och vindförhållanden

#### 3.8.1 Strömförhållanden

Den övergripande långsiktiga cirkulationen i Östersjön utgörs av ett utåtriktat flöde av färskare ytvatten, vilket härstammar från de älvar och floder vilka mynnar i Östersjön, och ett motriktat inflöde av saltare djupvatten från Kattegatt och Skagerrak. Jordens rotation påverkar vattenmassornas rörelse och gör att strömmar viker av mot höger på norra halvklotet. Detta resulterar i en storskalig långsam kustström i ytvattnet som rör sig söderut längs den svenska Östersjökusten. Denna ströms mäktighet varierar med avrinningen till Östersjön och därmed säsongen.

På kortare tidskalor kan strömmen variera mycket, både rumsligt och i tiden. De smala inloppen till Östersjön via Stora och Lilla Bält samt Öresund, tillsammans med Östersjöns begränsade storlek, innebär att strömmarna i Östersjön inte påverkas av tidvattnet. Istället är det vinden, vattenståndsförändringar på grund av vind och lufttryck, samt skiktningen som styr strömförhållandena på kort sikt. Överlag är strömhastigheterna relativt låga om man jämför med områden som påverkas av tidvatten, i genomsnitt mindre än 0,1 m/s med ett årligt maximum på cirka 0,4 m/s (ERA5, 2020). I den del av Östersjön som avses här är strömriktningen typiskt nordlig eller sydlig drygt hälften av tiden.

#### 3.8.2 Vattenstånd och vågor

Variationer hos vattenståndet styrs främst av vinden, lufttrycket, avrinningen från land och in- och utflödet av vatten via de danska sunden. Påverkan från tidvatten betraktas som obetydlig (se avsnitt 3.8.1). Normalt är att vattenståndet varierar mellan +1,5 och -1,5 meter från medelvattenståndet. Vid extrema händelser såsom kraftiga stormar kan dessa nivåer över- eller underskridas lokalt.

I likhet med vinden domineras vågklimatet av vågor från västliga och sydvästliga riktningar, vilket också ger de största vågorna. Den genomsnittliga signifikanta våghöjden är cirka 1,1 meter med ett årligt maxvärde över 6 meter (ERA5, 2020).

### 3.8.3 Temperatur

Under sommaren värms ytvattnet i Östersjön av solinstrålning och värmeutbyte med atmosfären, vilket ger upphov till ett temperatursprångskikt. Under hösten och vintern kyls vattnet i ytlagret vilket leder till att temperatursprångskiktet försvagas och till slut försvinner så att vattenmassan blir välomblandad ner till det permanenta saltsprångskiktet (se avsnitt 3.8.4). Temperatursprångskiktet hindrar blandningen mellan ytvatten och djupvatten, vilket påverkar till exempel syre- och näringshalter (se avsnitt 3.8.5). Data från SMHI:s mätboj BY38 (SMHI, 2021a), som ligger några tiotal kilometer norr om vindparksområdet (N 57,1167, O 17,6667), visar att medeltemperaturen för åren 2001–2015 var 7 °C från ytan till 30 meter vattendjup och 5 °C från 30 till 50 meter. Bottenvattnets medeltemperatur, på ett djup större än 50 meter, var cirka 5 °C.

OX2 har under 2020 och 2021 låtit genomföra CTD-mätningar av vertikala profiler av salthalt, temperatur och syre i ett antal punkter inom den planerade vindparken. Sammanfattningsvis visar de genomförda mätningarna på en säsongsvariation av ytvattentemperaturen medan djupvattentemperaturerna är mer eller mindre konstanta. Ett grundare temperatursprångskikt uppstår under sommaren med höga temperaturer i ytan. Resten av året åtskiljs de två vattenmassorna av det permanenta saltsprångskiktet.

### 3.8.4 Salthalt

Salthalten bestäms av den i stort sett kontinuerliga tillrinningen av färskvatten från land och de mer episodiska inflödena av salt vatten från Kattegatt och Skagerrak. Data från SMHI:s mätboj BY38 (SMHI, 2021a) för åren 2001 - 2015 visar att salthalten hade ett medelvärde om 7 PSU mellan ytan och 30 meters djup för att sedan öka till 10 PSU mellan 30 och 80 meters djup. För djupare vatten än 80 meter var salthaltens medelvärde 10 PSU. Detta tyder på ett saltsprångskikt mellan cirka 30 och 80 meter. På samma sätt som temperatursprångskiktet medför saltsprångskiktet att omblandningen mellan ytvatten och djupare vatten begränsas.

Mätningarna under 2021 visar på mycket mindre variationer i salthaltsprofilerna jämfört med temperaturprofilerna. Det välblandade ytvattnets salthalt ligger kring 7 PSU under samtliga månader, medan därunder ökar salthalten gradvis till mellan 8 och 10 PSU. Samtliga månader återfinns saltsprångskiktet mellan 40 och 60 meters djup. I augusti gör temperatursprångskiktet så att salthalten börjar öka något redan på 20 meters djup. Sammantaget stämmer de lokala mätningarna väl med medelförhållandena som observerats vid BY38.

### 3.8.5 Syrehalt

Vid mätningar gjorda av SMHI under 2018 och 2019 har det visat sig att syreförhållandena i Östersjön har försämrats, då både syrefattiga samt syrefria områden har fått en större utbredning. Västra Gotlandsbassängen, som den planerade vindparken Aurora är belägen intill, har länge präglats av både syrefattiga och syrefria förhållanden. Omblandningen av vattenpelaren, vilket för ner syre från ytvattnet till bottenvattnet, är otillräcklig för att ersätta syrekonsumtionen i djupvattnet. Data

från SMHI:s mätboj BY38 (SMHI, 2021a) för åren 2001 – 2015 visar att syrgashalten i medeltal är 8 ml/l från ytan ned till 30 meters djup och 0 ml/l från 30 till 80 meters djup. Under detta djup förekommer svavelväte.

Mätningarna under 2021 inom vindparksområdet visar på samma situation. Ovanför saltsprångskiktet är vattnet i stort sett mättat på syre med halter mellan 7 och 8 mg/l. Syrehalterna sjunker sedan drastiskt genom saltsprångskiktet under 40 meters djup ner till noll eller nära noll runt 60 meters djup. I augusti kan man se ett lokalt minimum på cirka 5 mg/l strax under 20 meter, det vill säga i temperatursprångskiktet, med högre halter på mellan 5,5 och 7 mg/l därunder tills saltsprångskiktet nås strax under 40 meter.

### 3.8.6 Siktdjup

I en undersökning som gjordes av SMHI på stationer i Västra Gotlandsbassängen under april 2021 fastställdes att siktdjupet var 8 meter (SMHI, 2021b). Tröskelvärdet för siktdjup i Västra Gotlandshavet är 8,4 meter (Havs- och vattenmyndigheten, 2012a). Siktdjup är ett mått på genomskinlighet i sjö- och havsvatten och används främst för att undersöka övergödning då förekomsten av plankton och/eller humusämnen kan uppskattas. Siktdjupet i Västra Gotlandsbassängen uppnår kvalitetsnivån.

### 3.8.7 Havsis

Havs is kan förekomma under vintrar med lägre temperaturer, under -5 till -10 °C. Isens tjocklek beror även på salthalten. SMHI:s kartor för maximal isutbredning visar inget år med is i området de senaste 20 åren. Två år (2011 och 2018) visar på en isutbredning utmed Gotlands södra kust, där isen klassades som nyis (SMHI, 2020a).

### 3.8.8 Vindförhållanden

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 procent av tiden (Muñoz-Sabater, 2019) (Muñoz-Sabater, 2021).

## 3.9 Närliggande verksamheter

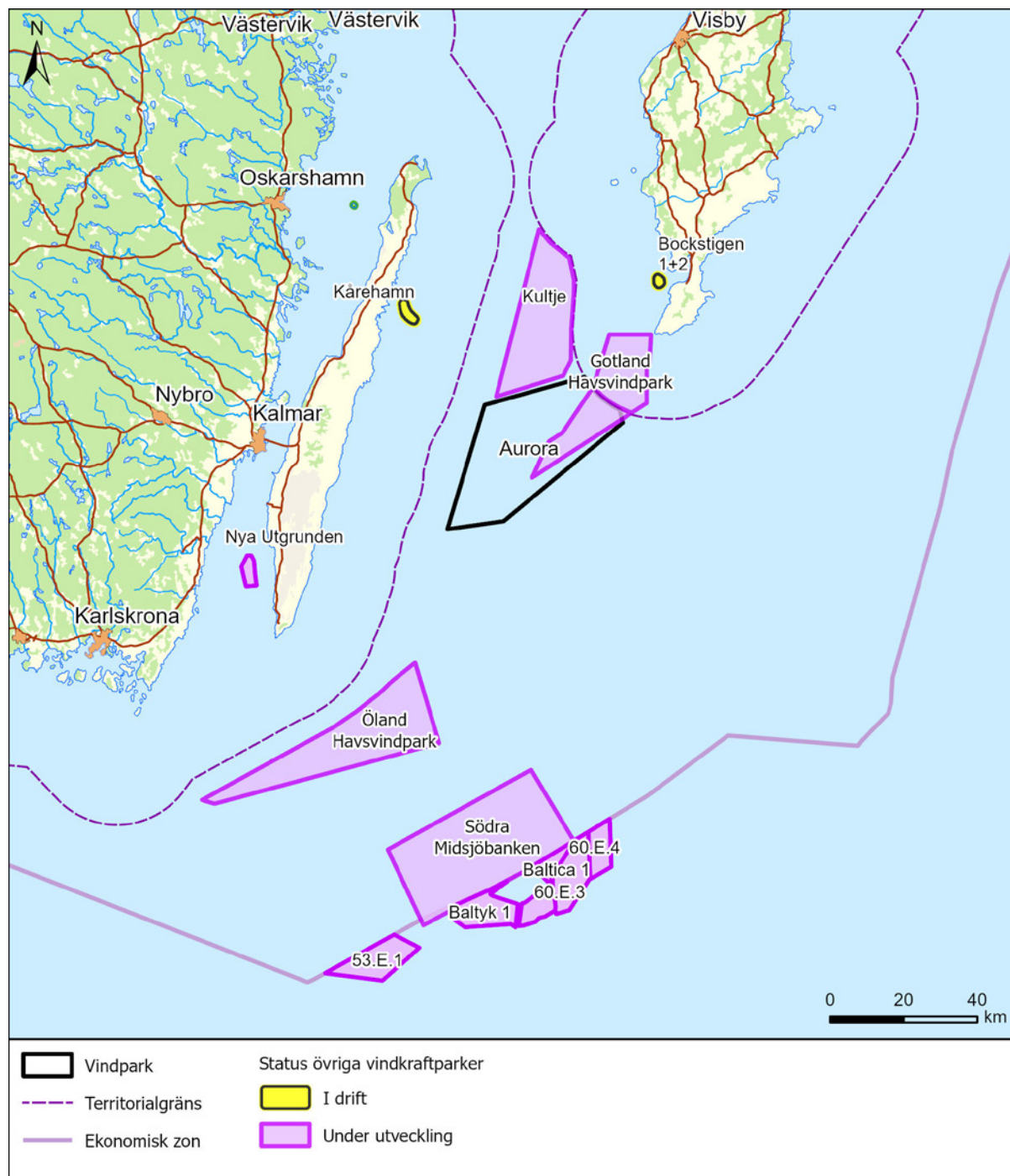
### 3.9.1 Närliggande vindparker och projekt

Inom den planerade vindparken Auroras närområde förekommer två befintliga svenska havsbaserade vindparker, Kårehamn och Bockstigen I, vilka vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande är i drift. Därutöver förekommer ett antal olika planerade projekt, både inom och utanför svensk ekonomisk zon. De planerade projektens status varierar, för vissa av dem har samråd genomförts, medan andra projekt befinner sig i ännu tidigare skeden.

I Figur 11 samt i Tabell 6 redovisas befintliga vindparker samt planerade projekt inom Auroras närområde.

Bockstigen etablerades redan 1998, vilket gjorde den till Sveriges första havsbase-  
rade vindpark. Parken, som består av fem 660 kW vindkraftverk och drivs av dan-  
ska Momentum Gruppen, ligger cirka 34 kilometer nordost om Aurora, cirka tre  
kilometer väster om Gotland. Under 2018 moderniserades de fem vindkraftverken  
genom att befintliga naceller, rotorblad och kontrollsystem byttes ut.

Kårehamn ägs av RWE Renewables och ligger cirka 35 kilometer nordväst om  
Aurora, cirka fyra kilometer öster om Kårehamn på den öländska östkusten.  
Kårehamn består av 16 3 MW vindkraftverk. Vindparken togs i drift under 2013.



Figur 11. Befintliga vindparker samt planerade projekt inom Auroras närområde. © [Lantmäteriet] 2021.

Tabell 6. Befintliga vindparker samt planerade projekt inom vindpark Auroras närområde.

Vindpark / projekt	Projektets status	Avstånd till Aurora (km)	Byggår
Bockstigen I	I drift sedan 1998	34	1998
Kårehamn	I drift sedan 2013	35	2013
Kultje havsvindpark, Sverige	Under utveckling	Den planerade vindparken angränsar till Aurora	-
Bockstigen II, Sverige	Under utveckling	25 - 30	-
Öland havsvindpark, Sverige	Under utveckling	37,5	-
Gotland havsvindpark, Sverige	Under utveckling	Den planerade vindparken överlappar delvis med Aurora	-
Södra Victoria (tidigare Södra Midsjöbanken), Sverige	Under utveckling	75	2026- 2028
Nya Utgrunden, Sverige	Under utveckling	53,5	-
Baltyk 1, Baltica 1, Baltex 4, Baltex 5 och Sea Wind Kilwer (Utanför svensk ekonomisk zon)	Under utveckling	90 - 150	-

Kultje havsvindpark planeras av Hexicon och är planerad att anläggas inom ett område norr om den planerade vindparken Aurora. Kultje havsvindpark planeras bestå av maximalt 220 vindkraftverk med en rotordiameter om 330 meter och en maximal totalhöjd om 350 meter. Kultje havsvindpark planeras ha en yta om 553 km<sup>2</sup> och en uppskattad årlig elproduktion om 11 TWh. Kultje havsvindpark är planerad att anläggas enbart med flytande fundament. Ett samråd genomfördes under sommaren och hösten 2021 (Hexicon AB, 2021).

Bockstigen II är en planerad utbyggnad av den befintliga vindparken Bockstigen I och är belägen inom samma övergripande område. Vindparken planeras av danska Momentum gruppen. Den planerade vindparkens exakta utbredning är oklar men baserat på placeringen av Bockstigen I förväntas avståndet från Bockstigen II till den planerade vindparken Aurora bli cirka 25 - 30 kilometer.

Öland havsvindpark planeras av Ørsted och är tänkt att ligga på delar av Ölands södra grund och Norra Midsjöbanken, cirka 37,5 kilometer sydväst om den planerade vindparken Aurora och till stora delar inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna. I juni 2019 meddelade regeringen avslag på ansökan om undersökningstillstånd på grund av bristande underlag. En ny och kompletterad ansökan har, så vitt känt, inte skickats in. Projektets nuvarande status är oklar.

Gotland havsvindpark planeras av Ørsted och är planerad att anläggas inom ett område som delvis överlappar med den planerade vindparken Aurora. Gotland havsvindpark planeras ha en yta om cirka 370 km<sup>2</sup> och en uppskattad kapacitet om 1 500 MW. Projektet befinner sig för närvarande i en tidig utvecklingsfas (Ørsted, 2021).



Södra Victoria (tidigare Södra Midsjöbanken) planeras av RWE Renewables och är planerad att anläggas inom ett område söder om den planerade vindparken Aurora, där avståndet mellan de planerade vindparkerna är cirka 75 kilometer. Södra Victoria planeras bestå av maximalt 120 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 295 m. Södra Victoria planeras ha en yta om 200 km<sup>2</sup> och en total installerad kapacitet om upp till 1 600 MW. Södra Victoria planeras byggas under 2026 - 2028. Planerad driftstart är 2029 (RWE Renewables, 2021a). Undersökningstillstånd för projektet har erhållits, ansökan om Natura 2000-tillstånd har skickats in, arbete med framtagande av övriga tillståndsansökningar pågår.

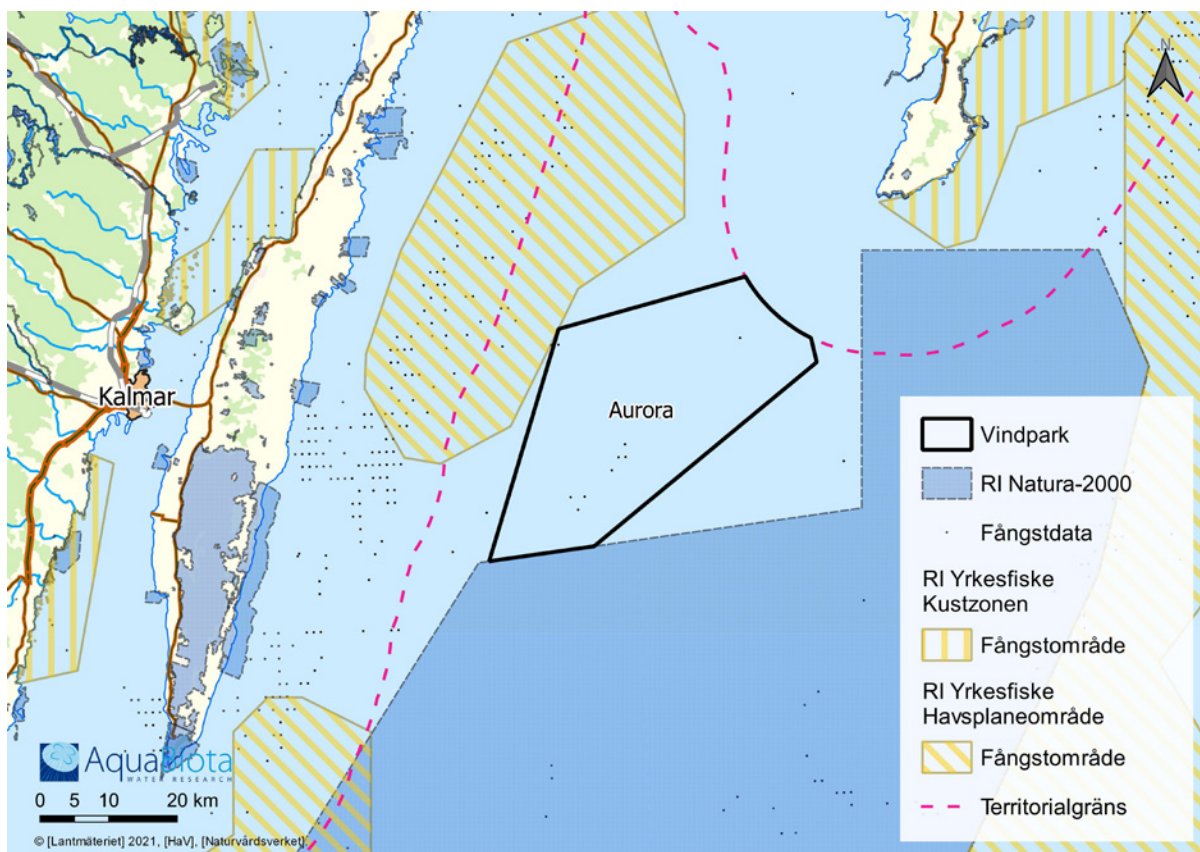
Nya Utgrunden planeras av MarCon Windpower och är planerad att anläggas inom ett område i Kalmarsund, väster om Öland och cirka 53,5 kilometer sydväst om den planerade vindparken Aurora. Nya Utgrunden planeras bestå av upp till 17 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om upp till 275 meter. Nya Utgrunden planeras ha en yta om cirka 26 km<sup>2</sup> och en uppskattad årlig elproduktion av 1,2 TWh per år (MarCon Windpower, 2021).

Utanför svensk ekonomisk zon, i anslutning till Södra Midsjöbanken och i sydväst-nordostlig riktning utanför gränsen till Hoburgs bank och Midsjöbankarna, ligger ett långsmalt kluster av planerade vindparker (Baltyk 1, Baltica 1, Baltex 4, Baltex 5 och Sea Wind Kilwer) samt ett antal utredningsområden inom samma kluster. Avstånden från dessa planerade vindparker och utredningsområden till den planerade vindparken Aurora är cirka 90 – 150 kilometer.

### 3.9.2 Fiske

Den planerade vindparken ligger utanför trålgränsen, vilket innebär att det är tillåtet att tråla i området. Den planerade vindparken överlappar däremot inte med något riksintresse för yrkesfisket, se Figur 12. Östra och Centrala Östersjön har historiskt sett varit viktiga områden för yrkesfisket där de tre arter som dominerat den landade fångsten varit torsk, sill/strömning och skarpsill. Mängden kommersiellt landad torsk och sill/strömning har successivt minskat till följd av olika regleringar (kvoter och/eller förbud), så att det i dagsläget är begränsat till bifångster för torsk och rekordlåga kvoter för sill/strömning. Skarpsill har dock kunnat fortsätta fiskas i oförändrade volymer.

Inom den planerade vindparken har fisket sedan 2005 varit av liten omfattning, med endast enstaka år med större fångster. Huvuddelen av fisket i närområdet sker framför allt väster om den planerade vindparken närmare den öländska kusten, där det också finns ett utpekade riksintresseområde för yrkesfisket (Östra Öland, RI YF 6). Det fiskas sporadiskt inom den planerade vindparken, men befintliga fiskedata tyder på att området inte är av större betydelse för yrkesfisket. I Figur 13 visas tråldrag inom och omkring den planerade vindparken Aurora under perioden 2012 - 2019.



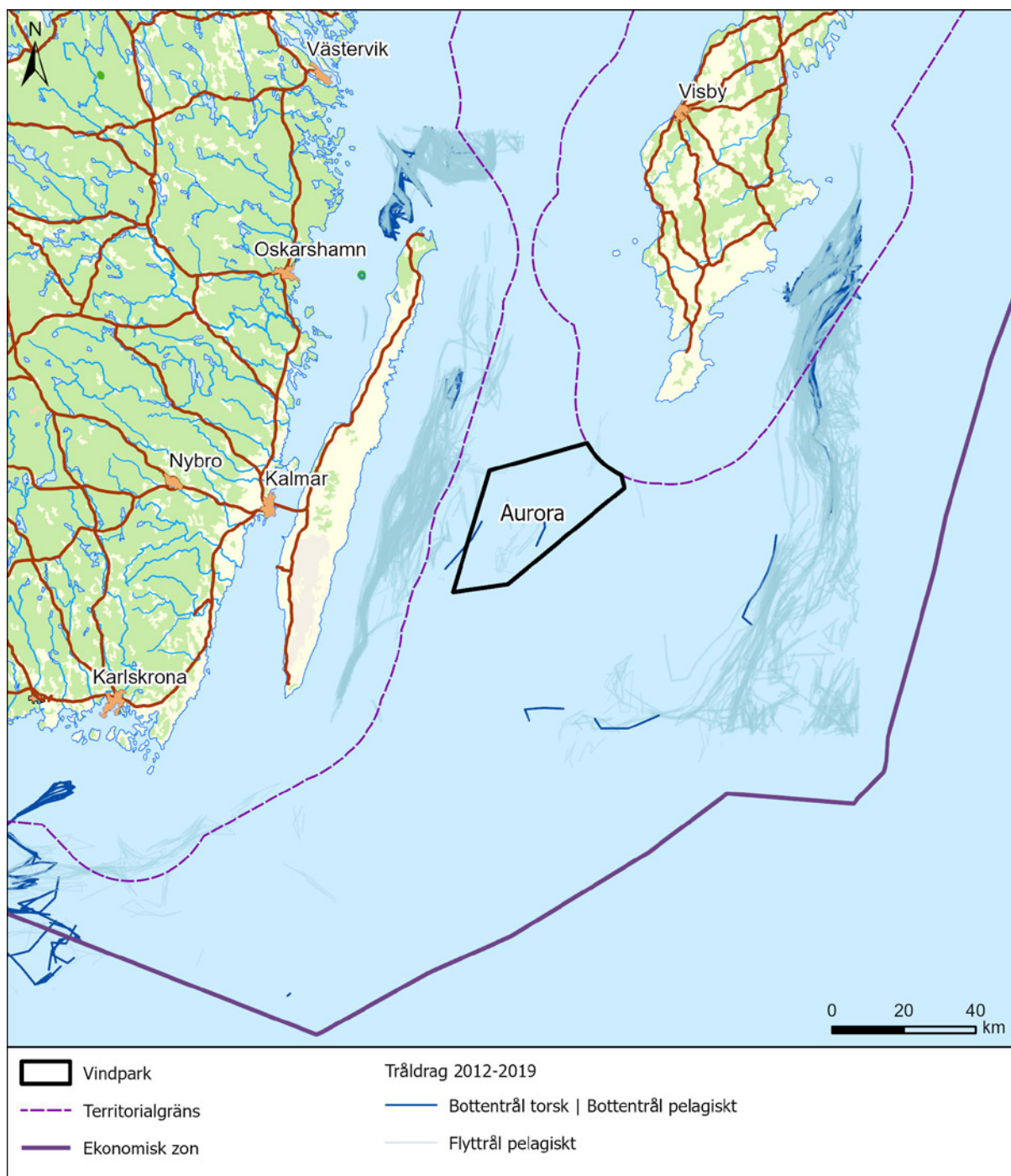
Figur 12. Vindpark Aurora med omgivande utpekade fiskeområden av riksintresse, trålgränsen och Natura 2000-områden.

De landade fångsterna inom den planerade vindparken har varierat från år till år, men har stadigt minskat över tid. Enstaka år med större fångster beror till stor del på att pelagiska trålare (trålare som fiskar i den fria vattenmassan) fiskar där de hittar fiskstim, vars geografiska förekomst och utbredning kan variera från år till år.

Den planerade vindparken är lokaliserad inom ett område där bottenarna till stora delar är hypoxiska (syrefattiga) eller anoxiska (syrefria) (SMHI, 2019a), vilket medför att förekomsten av demersala fiskarter (arter som lever på eller nära botten) inom området är begränsad. De syrefattiga eller syrefria bottenarna i kombination med fiskestoppet för torsk har resulterat i att fisket efter demersala arter inom den planerade vindparken och dess närområde är nästintill obefintligt. Mot bakgrund av den fortsatta negativa utvecklingen för torskbeståndet i Östersjön samt utbredningen av syrefattiga och syrefria bottenar är det sannolikt så att fisket efter demersala arter inte kommer att återupptas inom överskådlig tid.

Det finns inget som tyder på att det pågår något fritidsfiske inom den planerade vindparken eller i dess närområde. Fritidsfisket är uteslutande koncentrerat till kusterna.



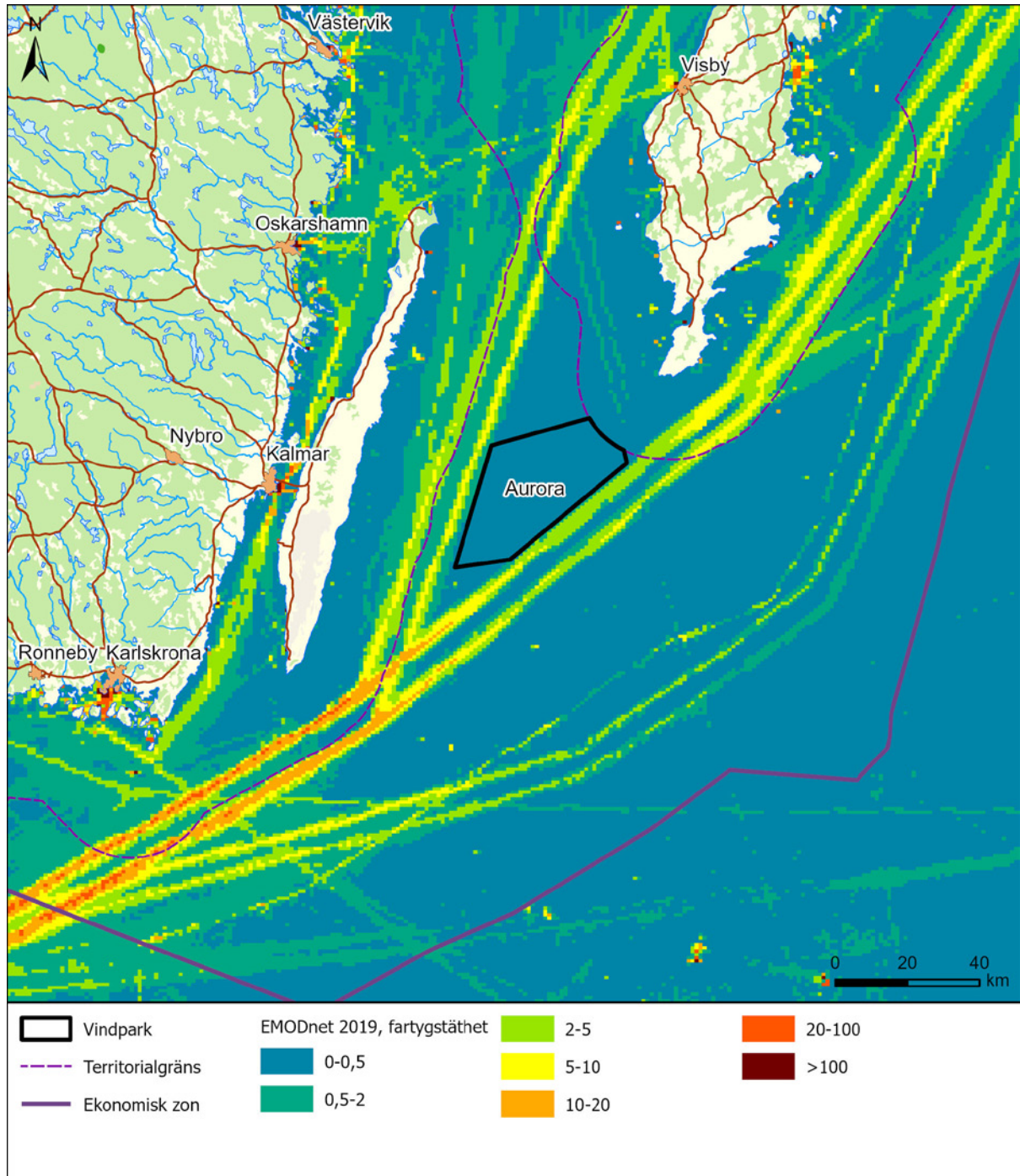


Figur 13. Tråldrag inom och omkring den planerade vindparken Aurora under perioden 2012 - 2019. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Havs- och vattenmyndigheten]

### 3.9.3 Sjöfart

Längs Auroras västra och sydöstra sidor passerar två olika farleder för sjöfarten, vilka utgör riksintressen (se Figur 14, avsnitt 5.3). Den sydöstra av dessa farleder, det vill säga den farled som ligger omedelbart sydost om Aurora, passerar delar av Hoburgs bank och Norra Midsjöbanken. Ytterligare en farled, vilken också är utpekad som riksintresse (Figur 14), passerar mellan Norra och Södra Midsjöbanken och sydost om Hoburgs bank. Den sistnämnda farleden utgör en djupvattenled (DW-rutt) och är en rekommenderad rutt för fartyg med ett djupgående större än 12 meter.

Merparten av fartygstrafiken i området följer i huvudsak de förekommande farlederna, ett undantag från detta är fiskefartygen, vilka vanligtvis rör sig till och från olika fiskeområden som skiljer sig åt beroende på målart och säsong. Sjötrafiken inom området spåras med hjälp av AIS (Automatic Identification System). I Figur 14 visas AIS-data från 2019 som visar fartygsrörelserna inom den planerade vindparkens närområde.



Figur 14. Karta över all sjöfart under 2019 i timmar per 1 x 1 kilometers ruta per månad i den planerade vindparkens närområde. © [Lantmäteriet] 2020, [underlag: EMODnet 2020]



#### 3.9.4 Militära övningsområden

Vindpark Aurora berör inte något område för Försvarsmaktens som redovisas öppet. Däremot angränsar den planerade vindparkens västra del till Försvarsmaktens sjöövningsområde Martin (se Figur 6).

#### 3.9.5 Miljöfarliga objekt och dumpningsområden

Det finns inga miljöfarliga vrak inom vindpark Aurora eller inom den planerade vindparkens närområde. Det finns inte heller några utpekade riskområden för minor inom vindpark Aurora.

## 4. Verksamhetsbeskrivning

Föreliggande kapitel innehåller en översiktlig beskrivning av den ansökta verksamheten (den planerade vindparken) och dess huvudkomponenter, samt projektets olika faser (anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas). För en mer detaljerad och utförlig beskrivning av den ansökta verksamheten, dess komponenter och de olika faserna hänvisas till den tekniska projektbeskrivningen, Bilaga C till Ansökan.

Som nämnts i avsnitt 1.3 är en utgångspunkt för Ansökan att de yttre ramarna för den planerade vindparken definieras och att miljöpåverkan beskrivs utifrån ett så kallat worst case (se avsnitt 5.3.1). Detta för att möjliggöra olika tekniska lösningar, ta höjd för framtida teknikutveckling och för att minimera projektets miljöpåverkan. Flera aspekter, inklusive de exakta placeringarna av vindkraftverken inom vindparken, vindkraftverkens totalhöjd, val av fundamentstyper och exakta installationstekniker kommer därmed att beslutas först inför byggnationen av vindparken, för att möjliggöra användning av vad som vid denna tidpunkt utgör bästa möjliga teknik.

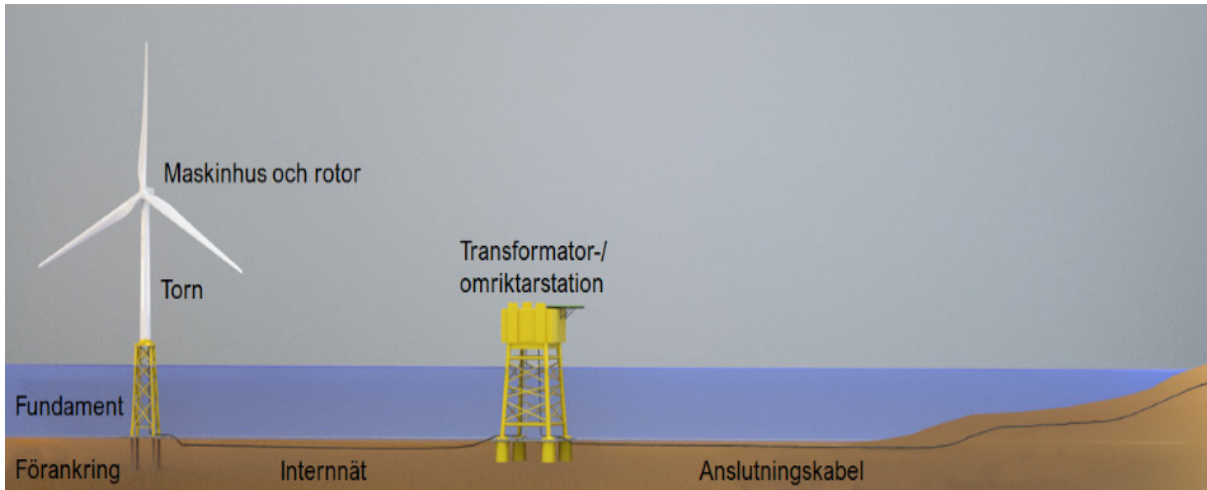
Med detta som bakgrund beskrivs i detta kapitelexempel på utformning av vindparkens layout, design av fundament och vindkraftverk samt installationsmetoder. Andra strukturer och tekniska lösningar kan bli aktuella att använda, dock begränsade av de ramar som tillståndet för verksamheten sätter utifrån tillståndsgivna dimensioner och villkor.

### 4.1 Vindparkens komponenter

Den planerade vindparken Aurora kommer att ha en installerad effekt om cirka 5 500 MW och vindparken inrymmer maximalt 370 vindkraftverk, beroende av storleken på de enskilda vindkraftverken. Vindkraftverken förankras på fundament, vilka kan vara förankrade i havsbotten på olika sätt, och kopplas samman i ett internt kabelnät som förbinder vindkraftverken med ett antal transformator- i och/eller omriktarstationer. På havsbotten runt fundamenten anläggs (vid behov) erosionsskydd.

Från vindparken överförs förband med anslutningskablar (även kallade exportkablar) den producerade elektriciteten från respektive transformator-/omriktarstation till anslutningspunkter på land. I strandkanten övergår undervattenskablar till markkablar fram till den valda anslutningspunkten, där gällande elnätskrav ska uppfyllas. Vid anslutningspunkten anläggs vanligen en transformatorstation för att anpassa spänningen till transmissionsnätet.

Därtill kan det anläggas en eller flera master för meteorologiska mätningar och bojar för våg- och strömningsmätningar. I Figur 15 redovisas en principskiss över de olika delar som en havsbaserad vindpark generellt sett består av.



Figur 15. Principskiss över de olika delar som en havsbaserad vindpark generellt sett består av.

## 4.2 Teknikutveckling inom vindkraften

Den havsbaserade vindkraftsindustrin är ingen ny industri, men den fortsätter att präglas av en omfattande teknisk utveckling gällande vindkraftverk, fundament och ökad storlek på rotor. Detta gör att det i nuläget är svårt att förutse exakt vilken teknik som kommer att finnas tillgänglig och vad som kommer att vara den bästa möjliga lösningen vid tiden då den planerade vindparken anläggs.

De senaste åren har vindkraftverken kunnat byggas allt större och därmed mångfaldigt effektivare, vilket är fördelaktigt då det möjliggör en större elproduktion på samma yta som tidigare. Ökad effekt kräver i regel större rotordiameter, vilket medför ett behov av en ökad totalhöjd (se Figur 16). Större rotorerna kräver också större avstånd mellan vindkraftverken för att vindresursen ska kunna utnyttjas optimalt.

Även undersökningsmetoder, utformning och storlek på vindkraftverkens fundament samt dess installationstekniker utvecklas, effektiviseras och förbättras ständigt. Kapaciteten i överföringskablar har ökat och det har även blivit möjligt att konstruera allt större transformatorstationer. Utvecklingen av likströmsöverföringslösningar har framskridit, vilket kan övervägas som ett alternativ till växelströmsöverföring. Genom kontinuerlig utveckling i alla tekniska områden av en vindpark har kostnaden för att producera och överföra elektricitet (LCOE, levelized cost of energy) med havsbaserad vindkraft sjunkit kraftigt.



Figur 16. Illustration av historisk och förväntad utveckling av havsbaserade vindkraftverk.

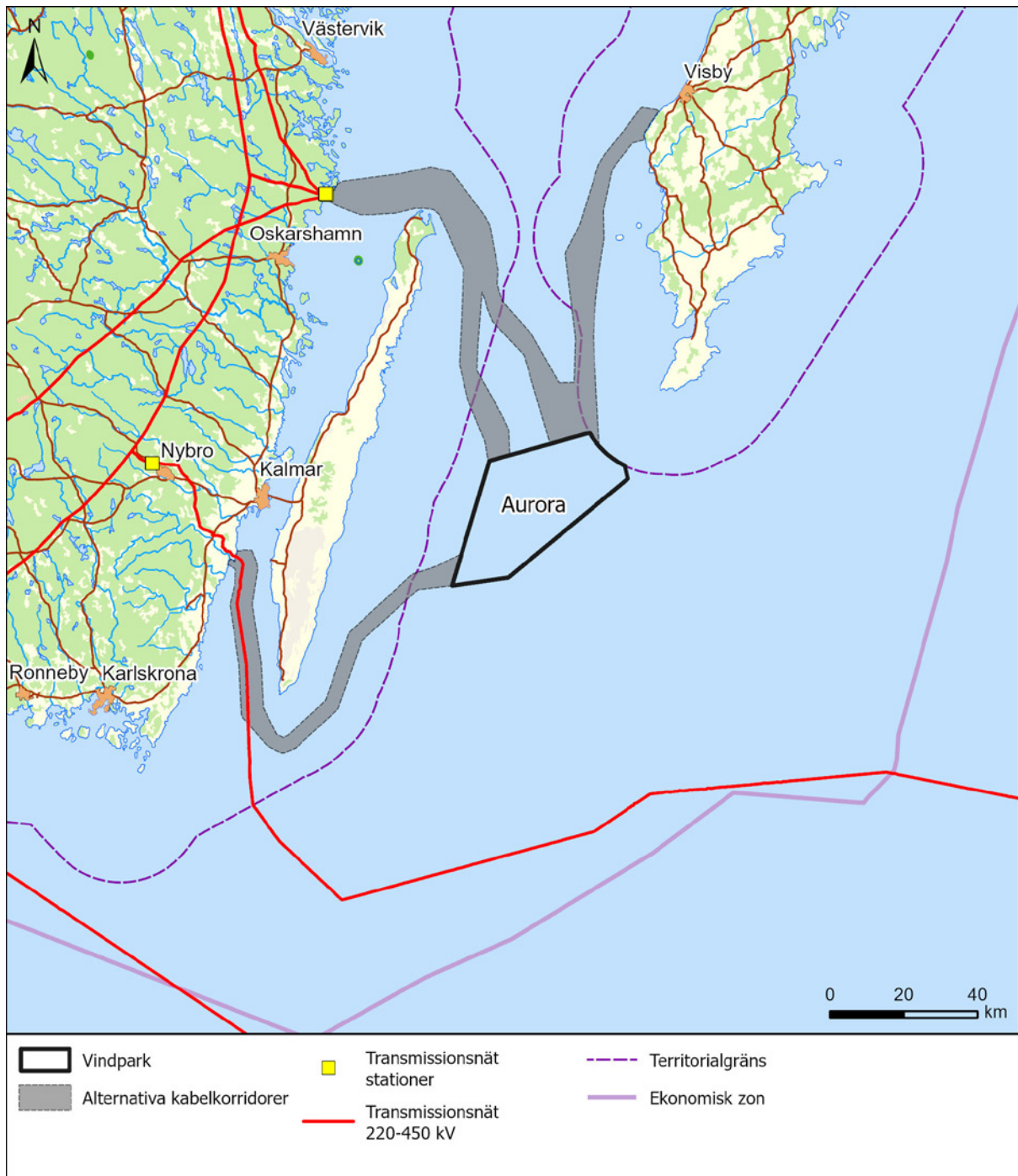
### 4.3 Anslutning

Utredning pågår avseende vindpark Auroras olika möjligheter gällande nätanslutning. På grund av vindparkens storlek kan flera olika anslutningspunkter bli aktuella (se Figur 17). Framtagandet av de olika alternativen för kabelkorridorer har framför allt styrts av framkomligheten och möjliga anslutningspunkter.

Inom ramen för projektet har en framkomlighetsstudie utförts, där lämpliga kabelkorridorer har valts ut. Alternativen för kabelkorridorer utgår från de parametrar (tekniska, miljömässiga, ekonomiska etcetera) som ingick i framkomlighetsstudien. Kabelkorridorerna anses som preliminära och är exempel på hur vindpark Aurora kan komma att anslutas till land. Den slutgiltiga designen, den totala effekten och vindparkens utbyggnadstakt påverkar antalet anslutningskablar som krävs.

Baserat på kommande utredningar, framtida teknikutveckling och andra faktorer kan ett eller flera av alternativen för anslutningskablar bli aktuella.

Slutligen bör det noteras att kabelkorridorerna är cirka 4 - 6 kilometer breda. Detta i syfte att kunna hitta kabelsträckningar med goda tekniska förutsättningar och minsta möjliga miljöpåverkan. I själva verket tar en enskild anslutningskabel endast ett fåtal meter på bredden i bottenanspråk vid själva förläggningen. En anslutningskabel som grävs, plöjs eller spolas ner i havsbotten tar ingen bottenyta i anspråk under driftsfasen.



Figur 17. Alternativ för kabelkorridorer, befintliga transmissionsnätstationer samt befintligt transmissionsnät. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Svenska kraftnät]

#### 4.4 Omfattning och utformning

Tillståndsprocessen och byggprocessen för en vindpark till havs tar lång tid och verksamheten är föremål för flera olika prövningar i olika instanser. 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 rotordiameter till mer än 235 meter, vilket medför en högre produktion och ett mer effektivt nyttjande av ytan. Samtidigt



krävs det större avstånd mellan de enskilda vindkraftverken för att maximera verkningsgraden i vindparken. Omkring år 2030 förväntas rotordiametern vara uppe mot 340 meter.

Vindparkens utformning, inklusive placering av kablar, transformator-/omriktarstationer, mätmaster och eventuella övriga plattformar och anläggningsdelar, kommer att anpassas efter platsens förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar, miljömässiga hänsynstaganden, samt geotekniska egenskaper. OX2 kommer därför att ansöka om ett tillstånd som innebär flexibilitet ifråga om placering, utformning och teknikval. Den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer att bestämmas utifrån den teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån en 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 kontinuerligt vilket också öppnar upp för nya möjligheter, likaså optimeras tekniken för överföring av elektrisk ström till land. Utformningen av vindparken som presenteras i detta underlag ska därför ses som ett exempel, i och med att tillgänglig teknik kan förväntas förändras och utvecklas innan planerad byggstart.

Grundläggande uppgifter om vindparken redovisas i Tabell 7. Frigången mellan vattenyta och rotorspets kommer aldrig vara mindre än 30 meter. Minsta avstånd mellan vindkraftverken är cirka fem rotordiametrar.

Tabell 7. Grundläggande uppgifter om vindparken.

Grundläggande uppgifter om vindpark Aurora	
Maximalt antal vindkraftverk	370
Vindkraftverkens maximala totalhöjd	370 meter
Vindkraftverkens maximala rotordiameter	340 meter
Förväntat minsta avstånd mellan vindkraftverken	5 x rotordiameter
Frigång mellan vattenyta och rotorspets	30 meter
Estimerad kabellängd (internkabelnät)	Cirka 1 250 kilometer
Maximalt antal transformatorplattformar	9
Maximalt antal anslutningskablar	14
Vindparkens yta	Cirka 1 045 km <sup>2</sup>
Vattendjup	43 – 88 meter
Uppskattad total installerad effekt	Cirka 5 500 MW
Uppskattad årlig elproduktion	Cirka 24 TWh



## 4.5 Vindkraftverk

Vindkraftverk fångar och omvandlar vindens rörelseenergi till elektrisk kraft. Vindens rörelseenergi överförs till en axel som får vridmoment för att driva generatoren som alstrar ström. Generatoren består av en roterande del (rotor) och en stationär del (stator). I rotorn finns permanentmagneter eller en lindning som alstrar ett magnetfält när ström leds igenom den. Då vindturbinen initierar en rörelse i rotorn roteras alltså magnetfältet och när detta rör sig igenom statorns lindningar induceras spänningar i dessa.

### 4.5.1 Vindkraftverkets komponenter

Översiktligt består ett vindkraftverk av tre delar; ett torn, en nacell och rotorblad. I tornet finns hiss och stege för att kunna nå upp till nacellen. I tornet finns även elektriska komponenter. Huvudkomponenterna i nacellen är växellåda, generator och girmotorer.

Vindkraftverk kan vara antingen vertikal- eller horisontalaxlade med två eller tre rotorblad. Ett horisontalaxlat vindkraftverk har sin rotor ned-, alternativt uppvind i förhållande till vindkraftverkets nacell. Den typ av vindkraftverk som har utvecklats snabbast och som det har uppförts flest av hittills är de trebladiga horisontalaxlade uppvindsturbinerna (se exempel på vindkraftverk i olika storlekar i Figur 18). Vertikalaxlade vindkraftverk är idag inte kommersiellt gångbara.

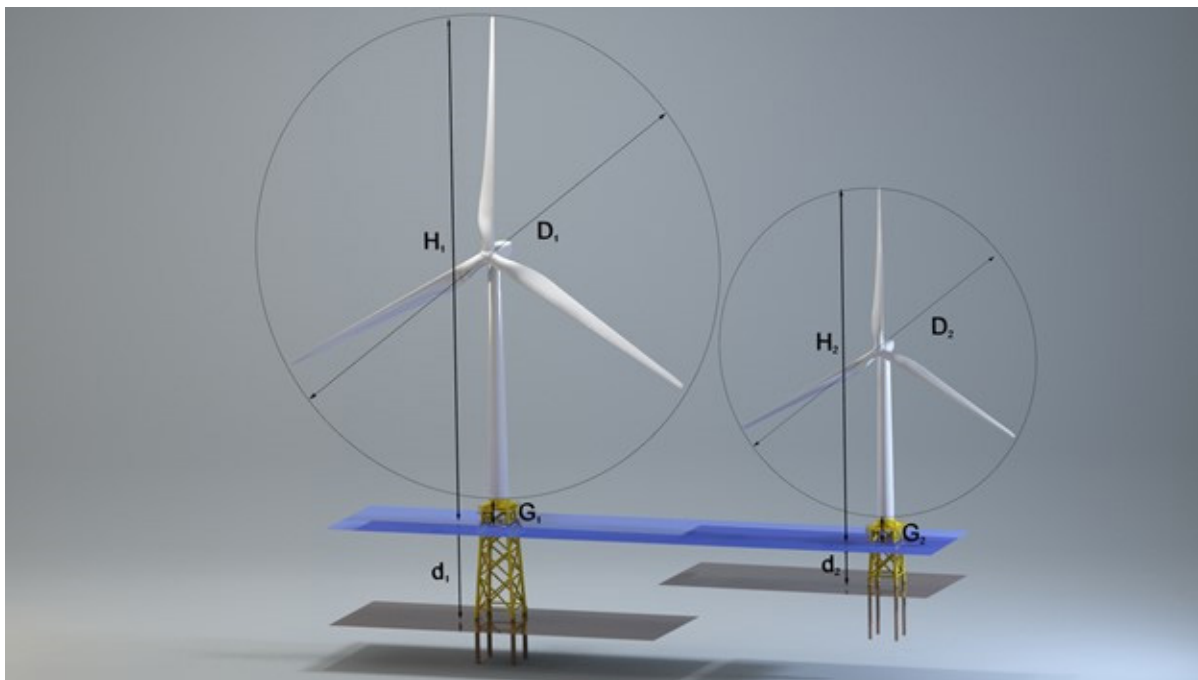
Ett vindkraftverks rotorblad är normalt tillverkade av i huvudsak kompositmaterial, medan tornen oftast utgörs av sektioner i stålrör. Vindkraftverk förväntas producera el vid vindhastigheter från cirka 3 m/s och uppnå maximal produktion vid vindhastigheter mellan 10 och 14 m/s. När vindarna (vid sällsynta tillfällen) överstiger cirka 30 m/s stängs vindkraftverket av för att automatiskt starta när vindhastigheten är lägre.

Antalet och storleken på vindkraftverken som kan komma att bli aktuella för vindpark Aurora är exemplifierat i Tabell 8. I exemplen har vindkraftverken en effekt på 25 MW respektive 15 MW, vilka har antagits ha en totalhöjd om 370 meter respektive 260 meter, med en rotordiameter på 340 meter respektive 230 meter. De vindkraftverk som sannolikt kommer att vara aktuella vid tiden för upphandling och byggnation av vindpark Aurora förväntas ha en livslängd på cirka 40 - 45 år.

Tabell 8. Exempel på dimensioner för vindkraftverk med en effekt om 15 respektive 25 MW samt antalet verk som kan bli aktuella för respektive exempelmodell.

	Exempel 1	Exempel 2
Effekt per vindkraftverk (MW)	15	25
Antal vindkraftverk	370	220
Rotordiameter, D (m)	230	340
Totalhöjd, H (m)	260	370
Frigång <sup>1</sup> , G (m)	30	30

<sup>1</sup>Höjd ovan vattenytan är i förhållande till medelvattenståndet (MSL).



Figur 18. Exempel på trebladiga horisontalaxlade uppvindsturbiner.  $D$  = rotordiameter,  $H$  = totalhöjd,  $G$  = frigång,  $d$  = vattendjup.

I vindkraftverkets nacell finns förutom växellådsolja bland annat kylarvätska, hydrauloljor, smörjoljor och batterivätskor. Därtill kommer exempelvis koldioxid eller andra gaser vilka ingår i brandsläckningsutrustningen. I de komponenter där olja/vätskor förekommer är systemen slutna för att förhindra läckage. Skulle läckage uppstå samlas det upp i avsedda uppsamlingstråg som rymmer hela den potentiella kemikalievolymen.

En del oljor byts ut i intervaller under driftfasen, beroende på vindkraftverkets drifttimmar och vilken typ av olja som används. Avfallsfettet som uppkommer i smörjprocessen kan samlas upp i speciella fettuppsamlingstankar och avlägsnas som en del av underhållsarbetet. Den totala mängden olja och vätskor som förväntas finnas i ett enskilt vindkraftverk uppgår till cirka 20 – 25 m<sup>3</sup>.

#### 4.5.2 Installation

Ett vindkraftverk installeras vanligen i delar, med flera lyft där man utnyttjar ett kranfartyg. Vindkraftverkets komponenter kan transporteras på pråm ut till vindparken och monteras på fundamenten med hjälp av en stödbensplattform (Figur 19) eller ett flytande kranfartyg, alternativt kan komponenterna transporteras ut på själva installationsfartyget. Efter installation av tornet lyfts och monteras nacellen på tornet och därefter monteras de tre rotorbladen. Denna installation är väderkänslig. Det förekommer utveckling av lösningar där montering av vindkraftverk sker i en hamn och där konstruktionen därefter bogseras ut till platsen.

När vindkraftverken är installerade kan komponenterna anslutas till det interna kabelnätet.



Figur 19. Montering av vindkraftverk med ett fartyg av typen stödbensplattform (jack-up). Källa: COWI.

#### 4.5.3 Utmärkning av vindkraftverken

Vindkraftverk och mätmaster kommer att märkas ut för luft- och sjöfart enligt gällande regelverk och föreskrifter vid tidpunkten för byggnation. Enligt nu gällande regelverk (Transportstyrelsen, 2020) inom Sveriges Sjöterritorium (TSFS 2020:88) ska vindkraftverk med en höjd över 150 meter, och som är placerade i parkens ytterkant, förses med högintensivt vitt blinkande ljus på nacellen. Vindparker som är bredare än fyra kilometer behöver dessutom utrustas med ett högintensivt ljus inuti parken och övriga vindkraftverk behöver utrustas med ett lågintensivt rött ljus. Vid en totalhöjd över 315 meter kan ytterligare belysning behövas.

Ett sätt att begränsa påverkan på fåglar från hinderbelysning är att tillämpa behovsstyrd hinderbelysning eller siktbaserad dimning. För behovsstyrd hinderbelysning är ljusen släckta när inget flygplan är i närheten. Med siktbaserad dimning kan ljuset dämpas vid god sikt. Båda tekniker finns tillgängliga i andra länder. I Sverige finns ett fåtal verk med radarstyrd hinderbelysning.

## 4.6 Mätning av meteorologiska parametrar

En eller flera mätmaster kan komma att installeras för att komplettera tillgängliga vinddata från området och för att utgöra underlag vid detaljprojektering och val av turbiner och layout. En mätmast har vanligen en höjd som motsvarar vindkraftverkens navhöjd och installeras på samma sätt som ett vindkraftverk, med ett fundament som förankras i botten. Fundamentet för en mätmast är dock betydligt mindre än fundamentet för ett vindkraftverk. Data från mätmaster kan även användas för att under installation följa upp förutsättningarna för olika lyft, där det kan finnas krav på maximala vindhastigheter, och senare för uppföljning av vindparkens produktion. Data från mätmaster kan även användas för att göra underlag för lastberäkningar för vindkraftverkens fundament.

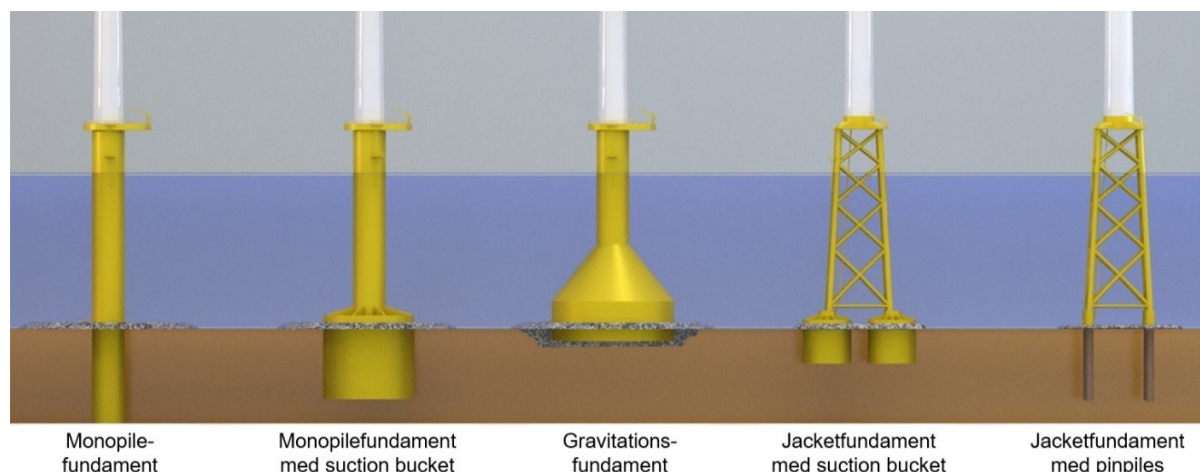
En teknik som utvecklas snabbt och som har potential att ersätta mätmaster är LiDAR (Light Detection and Ranging). Lidartechnologin använder laser för att mäta vindhastigheten över havsytan och kräver således ingen mast. Utrustningen kan placeras antingen på ett bottenförankrat fundament eller på en flytande plattform.

## 4.7 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 den planerade vindparken kan olika typer av bottenfasta eller flytande fundament bli aktuella.

Bottenfasta fundament förankras i eller stabiliseras på havsbotten antingen genom pålning, undertryck applicerat på sugkassuner (suction buckets), eller med hjälp av gravitationskraften i det fall gravitationsfundament används. Den tekniska utvecklingen har medfört att bottenfasta fundament kan byggas på allt djupare vatten. Exempel på olika typer av bottenfasta fundament redovisas i Figur 20.

Ett alternativ till de idag använda bottenfasta fundamentstyperna är en flytande fundamentslösning, vilket växer fram som ett alternativ för områden med ett större vattendjup (djupare än 60 - 70 meter). Tekniken är tillämpad i olje- och gasindustrin där man använt sig av flytande fundament för att komma åt oljereservoarer på



Figur 20. Exempel på olika typer av bottenfasta fundament.

djupt vatten. Flytande fundament kan huvudsakligen delas in i fyra olika koncept: bargefundament, semi-flytande (semi-submersible) fundament, sparfundament och TLP (tension-leg platform).

Flera olika typer av fundament kan komma att användas inom den planerade vindparken. Utifrån geologiska förhållanden på platsen och den teknik som är tillgänglig idag är det följande fundament som bedöms vara aktuella för vindpark Aurora: monopilefundament, fackverksfundament med pålar, samt flytande fundament. De två grundtyper av bottenfasta fundament kan även kombineras som olika hybridlösningar, exempelvis fundament som kallas för tripods. Bottenanspråket från eventuella hybridfundament är desamma som för fackverksfundament. Varken typen gravitationsfundament eller förankring med monobucket eller suction bucket bedöms som lämpliga för Aurora och behandlas därför inte närmare.

Nedan följer en kort beskrivning av de fundamentstyper som kan bli aktuella för den planerade vindparken.

#### 4.7.1 Monopilefundament

Ett monopilefundament är svagt koniskt och består av en enkel stålcylander (pile) (se Figur 21) som normalt försänks i botten genom pålning eller borrar, alternativt genom en kombination av pålning och borrar. Fundamentets diameter och förankringsdjup dimensioneras bland annat efter belastningen från vindkraftverket, geotekniska förhållanden, vattendjup samt förekommande vind och vågförhållanden.

Monopilefundament passar bäst vid bottensubstrat med stenblandad lera, med ett fast underliggande skikt. Tekniken är olämplig vid bergig botten, vid hög förekomst av block eller vid mjuk botten (Hammar, et al., 2008). För att förhindra erosion anläggs ett erosionskydd runt fundamentet.

För att optimera fundamentens storlek och mängden material anpassas vanligen varje fundament efter platsens specifika förutsättningar. Den monopile som kan bli aktuell vid vindpark Aurora för ett vindkraftverk med en rotor på 340 meter bedöms ha en maximal diameter om upp till 14,3 meter och ett penetrationsdjup på upp till 60 meter. Erosionskyddets diameter beräknas vara maximalt 60 meter med en tjocklek på cirka 1,5 meter.

För en mer detaljerad beskrivning av monopilefundament, installationsmetoder, pålning och borrar hänvisas till Bilaga C till Ansökan.



Figur 21. Till vänster: illustration av ett färdigt installerat monopilefundament. Till höger: tillverkning av monopilefundament. I bakgrunden syns färdiga övergångsstycken. Källa: COWI

#### 4.7.2 Fackverksfundament

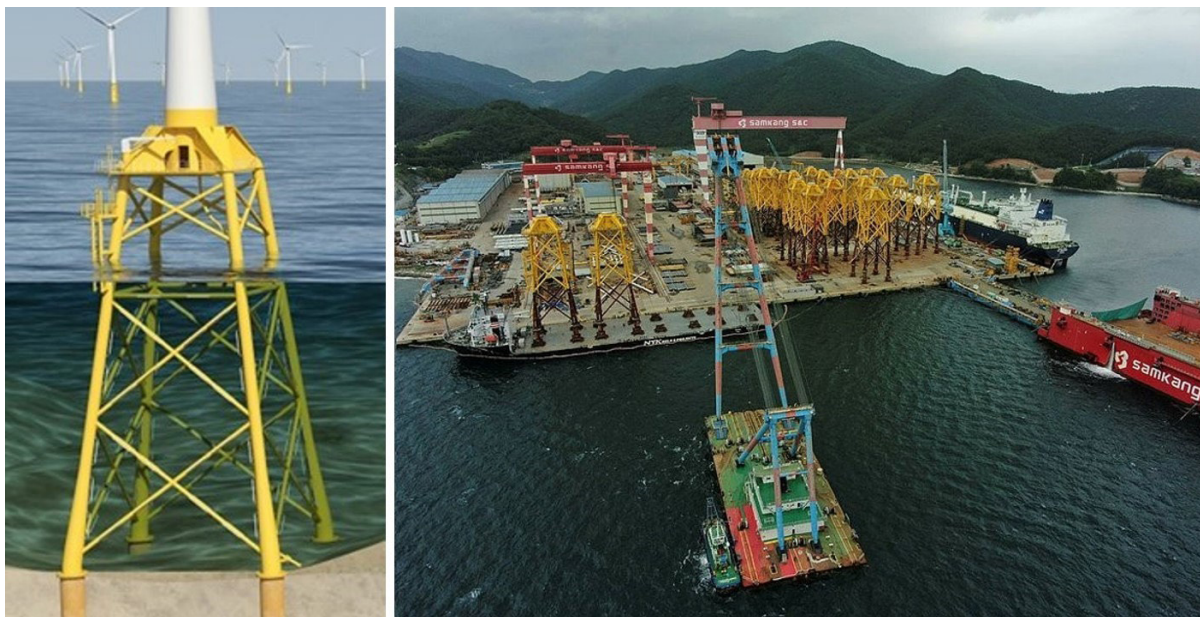
Fackverksfundament är en nätverkskonstruktion av stålrör/balkar (Figur 22), som normalt förankras i botten genom pålning. Ett fackverksfundament för vindpark Aurora har en bottenbredd på upp till 55 meter. Tekniken härstammar från oljeindustrin och är därför anpassad till och beprövad på stora djup, ofta över 40 meter. Stålrören i konstruktionen fixeras vanligen i varandra genom svetsning eller med hjälp av gjutna hylsor. Om botten är av hård karaktär kan även borring krävas.

Fackverksfundament till vindkraftverk har idag vanligen tre eller fyra ben. Mellan fundamentet och tornet placeras ett övergångsstycke. Fackverksfundament bedöms primärt kunna bli aktuellt inom de delar av Aurora med vattendjup ner till 70 meter.

Fackverksfundament förankras i botten genom att 3 till 4 stålrör (pinpiles) pålas fast i bottensedimentet, varefter hela stålkonstruktionen kan monteras i ett stycke. Alternativt kan man först ställa hela fackverksstrukturen på botten och därefter slå ner pålarna. Både pålningen och borringen genomförs på liknande sätt som för monopile. Pålarna beräknas ha en maximal diameter på cirka 4,5 meter och ett penetrationsdjup om ner till cirka 60 meter.

Behovet av erosionsskydd i form av sten eller motsvarande kommer att utredas senare i projektet och kan tillkomma och läggs i sådana fall inom ett avstånd om cirka 4 till 6 meter från varje stålrör.

För en mer detaljerad beskrivning av fackverksfundament, installationsmetoder, pålning och borring hänvisas till Bilaga C till Ansökan.



Figur 22. Till vänster: illustration av fackverksfundament). Till höger: färdigmonterade 4-bens-fackverksfundament inklusive övergångsstycke redo att transporteras till havs. Källa: COWI

#### 4.7.3 Flytande fundament

En teknik som är under utveckling är flytande fundament och denna teknik förväntas göra stora framsteg under de kommande åren. Flytande fundament har under en längre tid använts i olje- och gasindustrin.

Tekniken möjliggör installationer på större vattendjup än de traditionella bottenfasta fundamenten. Dessutom är bottenförhållandena mindre avgörande i jämförelse med för bottenfasta fundament. Även miljöpåverkan på bottenmiljö och marint liv som kan orsakas av borrning/pålning kan minskas tack vare den flytande tekniken. Flytande fundament består förenklat av tre delar, en flytstruktur, på vilken vindkraftverket är monterat, förankringslinor, samt förankringar som fäster förankringslinorna i botten.

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

Inom vindpark Aurora bedöms semiflytande fundament vara mest sannolikt att tas i bruk utav de flytande fundamentslösningarna. Spar och TLP bedöms vara minst passande för vindparken då dessa är anpassade för större vattendjup. Oavsett vilken fundamentstyp som används kan olika förankringslösningar med linor och ankare komma att användas.



Flytande fundament skiljer sig från bottenfasta fundament i installations-, drifts- och avvecklingsfasen. Installationsprocesserna skiljer sig även inom de olika typerna av flytande fundament, beroende på om det är sparfundament, barge, semiflytande eller TLP.

För en mer detaljerad beskrivning av de olika typerna av flytande fundament, installationsmetoder, förankring och förankringslinor hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

#### 4.8 Erosionsskydd

I anslutning till de bottenfasta fundamenten och de flytande fundamentens förankringspunkter anläggs vanligen erosionsskydd för att förhindra erosion, det vill säga underminering och utgrävning av havsbotten kring anläggningsdelarna.

Utformningen och behovet av erosionsskydd varierar beroende på fundamentstyp, material, strömmar samt rådande bottenförhållanden. Den vanligaste typen av erosionsskydd består av lager av sten, grus och sand i varierande storlek som läggs runt basen på fundamentet. Installation sker vanligtvis med ett ändamålsenligt fartyg som placerar materialet på platsen. Utformning och val av erosionsskydd fastställs slutgiltigt under detaljprojekteringen i ett senare skede av projektet.

#### 4.9 Transformator- och omriktarstationer

Inom verksamhetsområdet installeras havsbaserade transformator- och omriktarstationer. Kablarna från vindkraftverken förs samman till transformatorstationerna. Den lägre spänningen från vindparken transformeras till en högre spänningsnivå inför utmatning till anslutningskabeln. Den högre spänningsnivån är viktig för att minska förluster som uppstår vid överföring av elektricitet över längre distanser. Från transformatorstationen utgår anslutningskablar som överför elektriciteten från vindparken till anslutningspunkten på land.

Om överföringen till land sker med högspänd likström istället för växelström ingår omriktare som en del av den elektriska utrustningen. Denna station benämns då vanligen omriktarstation och liknar till sin utformning en större transformatorstation. Omriktarstationen konverterar växelströmmen som genereras vid vindkraftverken till likström. Omriktarstationer kan användas ensamma eller i kombination med transformatorstationer.

Transformatorstationer består av ett eller flera fundament och en överbyggnad. De tillgängliga fundamentstyperna för plattformen är i princip samma som för vindkraftverken. Överbyggnaden tillverkas på land och innehåller elektrisk utrustning och annan nödvändig utrustning.

Dimensionen av överbyggnaden varierar beroende av till exempel leverantörer, effekt och vilka komponenter som plattformen ska rymma. Plattformarna kan vara stora och det finns exempel på plattformar med en längd på 100 meter och en bredd på 100 meter och med en höjd ovanför vattenytan på upp till 100 meter. Frigången mellan plattformen och vattenytan ska säkerställa att vågor inte kan slå upp i botten. Plattformen eller plattformarna kommer att märkas i enlighet med gällande regelverk så att de blir synliga för båt- och flygtrafik.

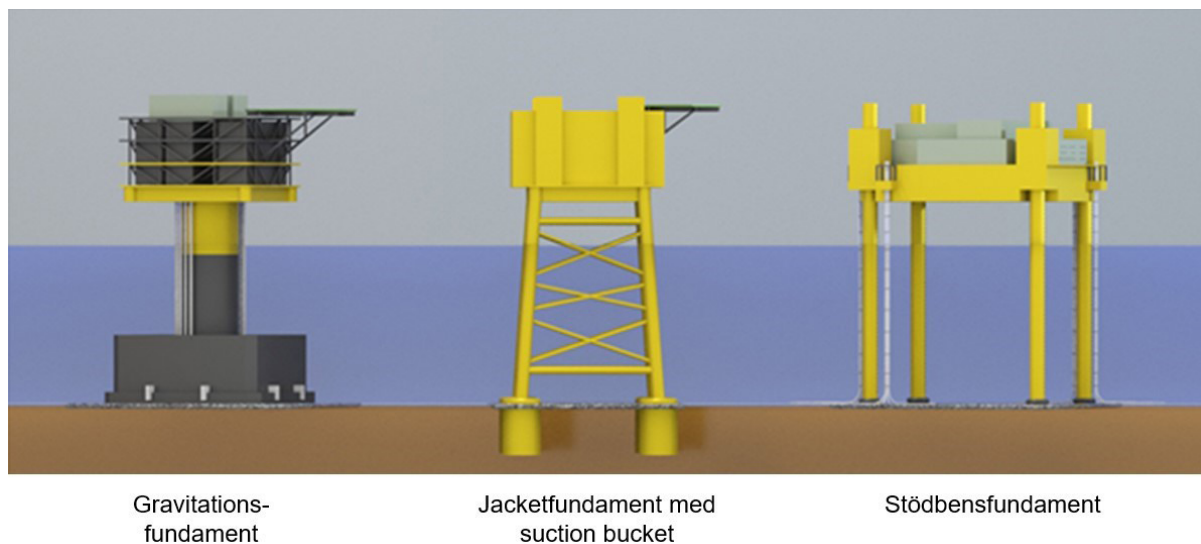


#### 4.9.1 Fundament för transformator- och omriktarstationer

De fundamentstyper som finns tillgängliga för havsbaserade transformatorstationer är i grunden samma som finns för vindkraftverken. I båda fallen är de dimensionerade med hänsyn till de laster som utformningen och miljön ger upphov till. Figur 23 illustrerar några exempel på hur plattformen och fundamenten kan vara utformade. Det kan även finnas landningsplats för helikopter på plattformen.

Slutligt antal, utformning och placering av transformatorstationerna kommer att bestämmas under vindparkens detaljprojektering och baseras på bästa tillgängliga teknik för strömöverföring, storlek och antal vindkraftverk, bottenförhållanden och optimal dragning av kablar. Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande utreds alternativa placeringar för transformatorstationer för att optimera internkabelnätets och anslutningskabelns längd och samtidigt identifiera en plats med passande geologi.

För en mer detaljerad beskrivning av de olika typerna av transformator- och omriktarstationer samt installationen av dessa hänvisas till Bilaga C till Ansökan.



Figur 23. Exempel på transformator- och omriktarstationers plattformar med tillhörande fundament.

#### 4.10 Internt kabelnät

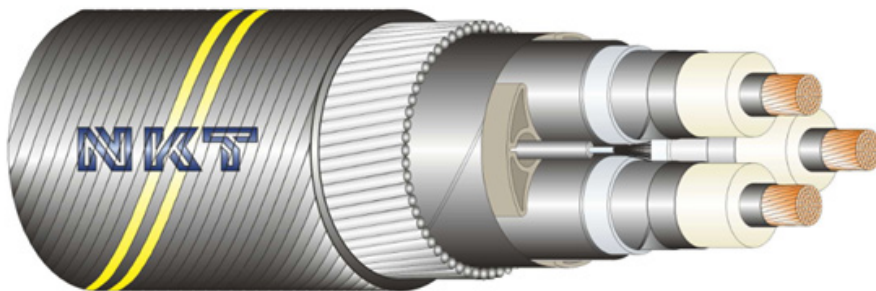
Det interna kabelnätet binder samman vindkraftverken med de havsbaserade transformatorstationerna, genom att sammankoppla enstaka vindkraftverk i grupper som sedan kopplas till transformatorstationen. Normalt sammankopplas vindkraftverk i radialer (i serie) men det kan även vara lämpligt med andra konfigurationer, som exempelvis en stjärnutformning på internkabelnätet. Stjärnutformning kan framförallt bli lämplig för flytande vindkraftverk som behöver anslutas med dynamiska kablar.

#### 4.10.1 Kabelns uppbyggnad

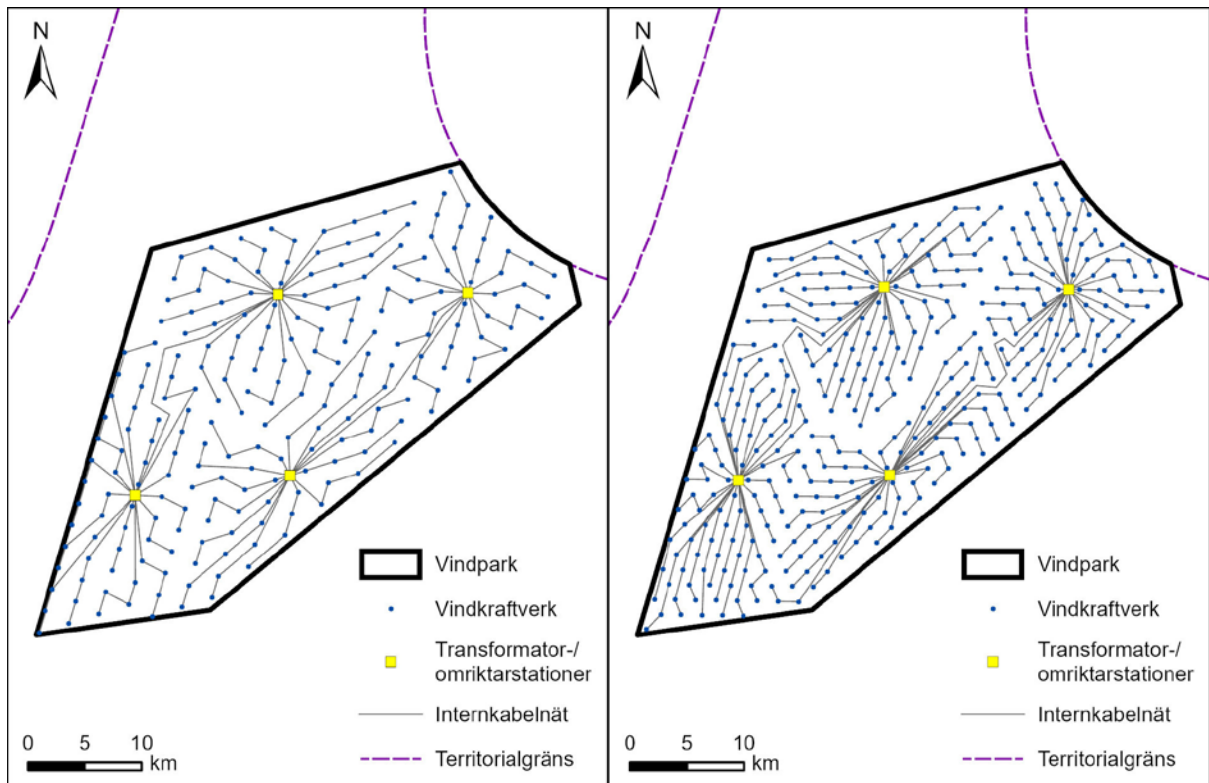
Vanligtvis består det interna kabelnätet av en armerad treledarkabel, med tre faskablar av vald dimension (Figur 24). Kärnan består av en koppar- eller aluminiumledare som är isolerad med PEX (plast) eller EPR (gummi). Ytterst har faskablarna en skärm som skyddas av ett PE (plast)-lager. Hålrummen mellan faserna fylls upp av profiler eller garn för att göra kabeln rund och därefter skyddas kablarna med armering, vilken vanligtvis utgörs av galvaniserade ståltrådar. Ytterst läggs ett transportskydd av garn eller PE.

Den sammanlagda längden på det interna kabelnätet beror på vindkraftverkens spänningsnivå, effekt och antal. Även andra faktorer, som till exempel botten beskaffenhet, kan påverka kabelnätets längd. Det vill säga att om botten är väldigt kuperad eller det finns områden som av någon anledning ska undvikas krävs mer kabellängd. Faktorerna påverkar val av kablar och kabeltyp eftersom det avgör hur många vindkraftverk som kan förbindas via samma radial.

Utifrån den kabelteknik som finns tillgänglig i dag, kan internkabelnätet exempelvis bestå av 66 kV-kablar, vilka kan överföra en samlad effekt på cirka 100 MW per radial. Det betyder att fyra 25 MW vindkraftverk kan anslutas längs samma radial. Spänningsnivån hos internnätsskablar förväntas stiga upp till 170 kV de närmsta åren (pågående utveckling sker av 132 kV kablar). Detta skulle göra att den totala överföringskapaciteten för varje kabel ökar och på så sätt reduceras antalet radialer och därmed den totala längden kablar. I Figur 25 visas exempel på parkutformningar och tillhörande internkabelnät, bestående av 66 kV-kablar.



Figur 24. Tvärsnitt av en undervattenskabel. Källa: NKT.



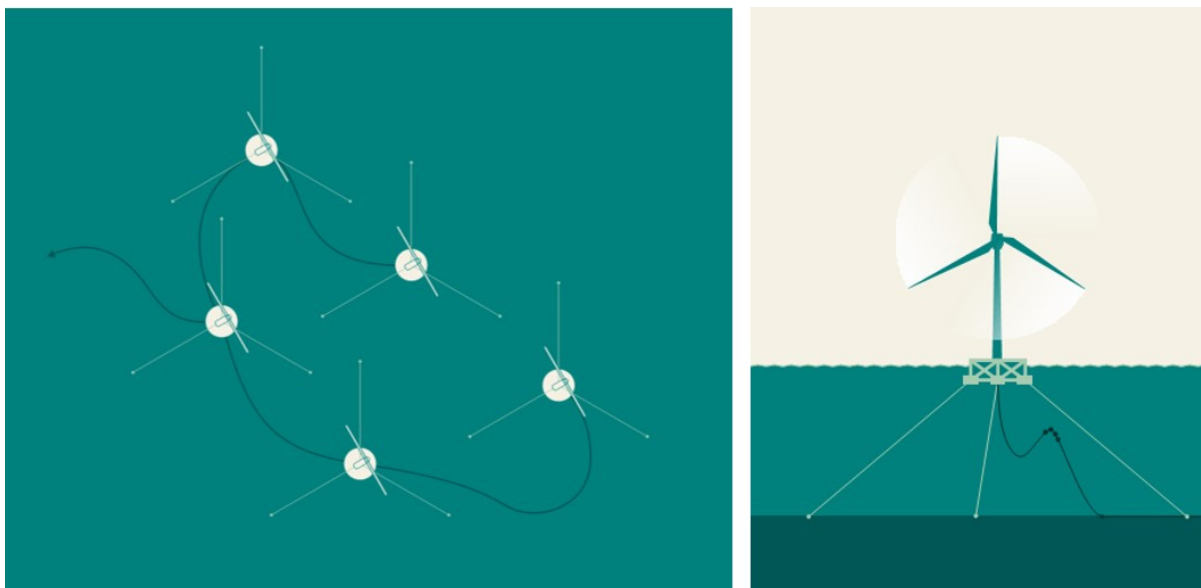
Figur 25. Exempel på layout av internkabelnät inom vindparken Aurora. Exemplet till vänster visar 220 vindkraftverk, med 66 kV-kablar och fyra transformatorstationer. Exemplet till höger visar 370 vindkraftverk, med 66 kV-kablar och fyra transformatorstationer. Kabellängden i exemplen är cirka 1 250 kilometer.

#### 4.10.2 Dynamiska kablar

Ett internkabelnät för flytande fundament utgörs av två typer av kablar, dynamisk- och statisk kabel, där den dynamiska kabeln är en löst hängande del av kabeln mellan det flytande fundamentet och havsbotten. På grund av de flytande fundamentens rörelser behöver de anslutande kablarna vara utformade för att kunna hantera detta. Det finns olika lösningar för hur den dynamiska kabeln kan designas och vilken teknisk lösning som är bäst lämpad beror på en rad olika faktorer så som kabeltvärsnittet, plattformens dynamiska rörelser, vattendjupet, den marinbiologiska miljön samt havsströmmarna.

Vad som är gemensamt för de olika lösningarna är att det finns en mittendel av kabeln som har en flytkraftsmodul (Figur 26). Kabeln har vanligtvis en sinusformad utformning 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 som kan grävas ner i havsbotten för skydd. Den statiska kabeln ansluter i sin tur till en transformator-/omriktarstation.

I statiska undervattenskablar finns det ett sedan länge beprövat sätt att skapa en vattenbarriär (en vattentät inkapsling av kabeln), exempelvis att anlägga en blymantel på kabeln. Men en blymantel kan inte böjas för att rymma rörelsen av en dynamisk kabel under vindparkens livstid. Därför har de dynamiska kablarna



Figur 26. Exempel på uppsättning av vindparkens interna kabelnät (vänster) samt kabelns flytkraftmodul (höger). Källa: OX2

en annan uppbyggnad, som en metallfolie eller polymersandwich, lämpliga att applicera på många kilometer långa kablar. Denna barriär måste vara tillräckligt tjock för att ge ett tillförlitligt skydd, men inte så tjock att den motstår kabelns rörelse.

För en mer detaljerad beskrivning av det interna kabelnätet, de olika typerna av kablar, installationsmetoder och elektromagnetiska fält hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

#### 4.11 Anslutningskablar (exportkablar)

När elektriciteten transformerats och eventuellt omriktats överförs denna via en eller flera anslutningskablar till en anslutningspunkt på land. Kablarnas antal och utformning beror bland annat på vilken teknologi (HVAC - high voltage alternating current, högspänd växelström eller HVDC - high voltage direct current, högspänd likström) som används, samt på spänningsnivån.

##### 4.11.1 Anslutningskablarnas uppbyggnad

Antalet kabelförband för Aurora kommer att bestämmas utifrån vindparkens slutgiltiga kapacitet och med vilken spänningsnivå som elektriciteten kan överföras samt om överföringen sker med likström eller växelström. Det kan också bli aktuellt att föra en eller flera kablar direkt till land från vindparken utan att transformera spänning på en transformatorstation.

För en växelströmsanslutning har varje kabelförband till havs en diameter på cirka 30 centimeter (cirka 1 000 mm<sup>2</sup> ledararea) och utgörs av ett högspännings-växelströms-(HVAC) transmissionssystem med en spänning på upp till 220 kV. Det förekommer även utveckling hos kabeltillverkare som syftar till att öka spänningen även på undervattenskablar.



Likströmsöverföring används vanligen vid överföring mellan länder och för längre sträckor, samt vid överföring av stora effekter, då förlusterna blir mindre än vid växelström. Vid en likströmsanslutning kommer överföring ske med tvåpoliga kablar

(+ och -) med en ungefärlig ledararea på cirka 1 000 - 2 500 mm<sup>2</sup> och en ytterdiameter på 15 - 20 centimeter. För vindpark Aurora är det troligt att eventuell likströmsöverföring kommer att ske med 525 kV-teknik. I dagsläget sker överföring normalt sett med 320 kV-teknik.

För en mer detaljerad beskrivning av de olika typerna av anslutningskablar, installationsmetoder och elektromagnetiska fält hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

## 4.12 Verksamhetens faser

Etableringen av vindparken kommer att ske i olika faser. Projektet befinner sig för närvarande i tillståndsfasen vilken efterföljs av anläggningsfasen, driftsfasen och slutligen av avvecklingsfasen. I detta avsnitt beskrivs aktiviteterna inom de olika faserna i stora drag.

### 4.12.1 Anläggningsfas

Anläggningsfasen innehåller detaljprojektering, tillverkning och installation. I detaljprojekteringen ingår undersökningsaktiviteter som behövs för den detaljerade designen av till exempel fundament och inför anläggandet av vindparken.

I detaljprojekteringen tas en slutlig utformning av parken fram. Komponenterna anpassas utifrån tekniska krav samt utifrån platsspecifika förutsättningar såsom geologi, hydrologi och väderförhållanden och dimensioneras för att klara extremfall för temperatur, vindhastigheter, våghöjd med mera enligt gängse standard. Därtill kommer att beaktas vad de pågående klimatförändringarna kan innebära för förändringar, i form av exempelvis havsytans nivå, temperatur och vindklimat, såväl den genomsnittliga vindhastigheten som förekomsten och styrkan av extrema vindhändelser. Den slutliga designen ska även säkerställa en minimal miljöpåverkan.

#### 4.12.1.1 Anläggningsundersökningar

Under detaljprojekteringen och installationen av vindparken genomförs undersökningar av parkområdet (anläggningsundersökningar). Syftet med dessa undersökningar är att erhålla detaljerad information inför detaljprojektering, slutliga konstruktionshandlingar och för kontroll av anläggningsarbetena.



De typiska undersökningsmetoder som kan komma att bli aktuella är:

- Geofysiska undersökningar för att kartlägga bottenförhållanden, vilket kan innefatta sidescan sonar (SSS, sidoavsökande sonarer), multibeam echo sounder (MBES, multistråle ekolod som karterar havsbotten) och seismiska undersökningar (2D, 3D).
- Geotekniska undersökningar som innefattar geotekniska borrhningar och sedimentundersökningar (genom till exempel spetstryckssondering och vibrocorer).
- Magnetometri som används för att undersöka botten efter framför allt artificiella objekt så som vrak, dumpade föremål och lämnad odetonerad ammunition (UXO).
- Vågmätning som innebär att en boj läggs ut för att få högupplöst information om våg och strömförhållanden på siten. Även vindmätning kan bli aktuellt.
- Miljöprovtagning, exempelvis avseende bottensediment.
- Filmning, till exempel med hjälp av en så kallad fjärrstyrd undervattensfarkost, ROV (Remotely Operated Underwater Vehicle)

För en mer detaljerad beskrivning av de undersökningar som kan komma att bli aktuella hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

#### 4.12.1.2 Installation

När den slutgiltiga utformningen av vindparken är på plats, och komponenter har upphandlats och tillverkats kan installationen av vindparken påbörjas.

Installationen av en havsbaserad vindpark genomförs vanligtvis säsongsvis och är i viss mån beroende av väderförhållanden (generellt sett vill man så långt möjligt undvika arbeten till havs under vinterperioden). Olika komponenter kan komma att installeras under olika säsonger, exempelvis kan fundament och kablar installeras under en säsong och vindkraftverken under en annan säsong.

En vanlig ordning vid installationen till havs är att först installera fundament, transformatorstation och anslutningskablar. Därefter installeras det interna kabelnätet. Slutligen monteras alla vindkraftverk, med torn, nacell och blad. Allt eftersom vindkraftverken är färdiginstallerade sker driftsättning och provkörning innan de efter godkända tester överlämnas till driftorganisationen.

Installationen av landkablar startar normalt innan arbetet till havs. Denna är inte lika styrd av väder som installationerna till havs. Hela systemet bör vara klart när vindkraftverken installeras så att de kan spänningssättas. Installationsaktiviteter sker normalt parallellt med varandra.

Under installationen av vindparken kommer ett flertal installationsfartyg och arbetsplattformar av olika slag att operera i området, för installation av komponenter



och för transport till och från området. Därutöver kommer även en rad mindre servicefartyg vara verksamma. Troligtvis kommer flera installationsmoment ske parallellt med varandra men i olika delar av projektområdet.

För en mer detaljerad beskrivning av installationsfasen hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

#### 4.12.2 Driftsfas

Under driftsfasen kommer regelbunden tillsyn och underhåll av vindparken ske under hela parkens livstid. Vindkraftverken förväntas att vara i drift i upp till 45 år.

##### 4.12.2.1 Service och underhåll

Både vindkraftverk och transformatorstationer fjärrövervakas och är obemannade under normal drift. Dock sker kontinuerligt underhåll av vindparken, vilket kräver att personal och material transporteras till vindparken med mindre servicebåtar, fartyg eller helikoptrar. Det kommer sannolikt att etableras en passande landbaserad bas från vilken övervakning sker och där mindre reservdelar tillhandahålls.

För varje vindkraftverk genomförs en årlig serviceinsats då verket är avstängt under en eller några dagar. Denna service utförs så långt möjligt under sommarhalvåret, när vädret är bättre och elbehovet mindre. Därtill kommer fortlöpande förebyggande underhållsåtgärder, icke-planerade underhållsåtgärder samt olika former av uppgraderingar. Normalt innebär även dessa insatser att ett enskilt verk är taget ur drift under några dagar per år. Någon gång under en anläggnings livstid sker en mer omfattande underhållsinsats där större komponenter kan bytas ut. Under driftsfasen kan undersökningar av havsbotten förekomma för att inspektera anläggningen samt inför förberedelser av större underhållsinsatser med stödbensfartyg.

##### 4.12.2.2 Kabelbrott

Under driftstiden kan kabelbrott uppstå. För att lösa detta kommer det krävas en reparationsfog eller att den byts ut i sin helhet för att lösa problemet. För att kunna skapa en reparationsfog behöver man lyfta upp kabeln till ytan och kapa den på ett ställe där kabeln är oskadd och inget vatten har penetrerat själva kabeln. Ett nytt stycke kabel kommer att anslutas i närheten av den skadade delen av internkabeln.

##### 4.12.2.3 Utbyte av större komponenter

Under parkens livstid kan större komponenter behöva bytas, exempelvis växellåda och rotorblad på enstaka eller flera verk. Större underhållsåtgärder kan komma att kräva stödbensfartyg. På transformatorstationer kan utbyte av utrustning förekomma.

För en mer detaljerad beskrivning av driftsfasen hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

### 4.12.3 Avvecklingsfas

När vindparken nått sin livslängd kommer den att avvecklas genom att vindkraftverk, fundament och transformatorstationer demonteras och platsen för fundament återställs i erforderlig omfattning. Cirka två år innan demontering kommer en avvecklingsplan att tas fram med syfte att minimera effekterna på miljön samt för att säkerställa att området ska vara säkert för fartyg och annan framtida användning.

Enligt nuvarande kunskapsläge gäller generellt att avvecklingssekvensen är omvänd till installationssekvensen. Exempelvis kan avvecklingen ske genom att vindkraftverk och transformatorstationer demonteras med hjälp av ett kranfartyg. Fundament med pålar kan skäras av strax under havsbotten, och därefter lyftas från platsen. För strukturer under havsbotten (delar av fundament samt kablar) och erosionsskydd görs bedömningen i samråd med berörda myndigheter närmare tidpunkten för avveckling om huruvida miljöskadan som ett bortplockande av strukturerna medför är högre än miljönyttan. Komponenter kommer att återvinnas i den mån det är möjligt. Enligt nuvarande förväntningar tar avvecklingen cirka ett till två år.

Metoden för avveckling kommer att ske enligt branschpraxis och enligt den lagstiftning som gäller vid tiden för avveckling. Eftersom tekniken och kunskapsläget förändras snabbt (och livslängden för en vindpark är upp till 45 år) är det dock osäkert exakt hur avvecklingen kommer att ske och exakt vilka delar som kommer att monteras ned i slutänden. I takt med erfarenheterna ökar och kunskapsläget förbättras avseende avveckling av havsbaserade vindparker förväntas marknaden mogna och utvecklas. Detta kan till exempel leda till att nya och mer effektiva och ändamålsenliga fartyg kan finnas på marknaden eller att det kan finnas bättre möjligheter och förutsättningar för att återvinna material.

För en mer detaljerad beskrivning av avvecklingsfasen hänvisas till Bilaga C till Ansökan.

## 4.13 Preliminär tidplan för anläggningsarbetena

En övergripande tidplan som beskriver principerna för anläggningsarbetena för vindparken visas i Figur 27. För att ge en förståelse för helheten beskrivs även planering och upphandling i tidplanen. Tidplanen visar storleksordningen på anläggningsarbetena samt när de olika anläggningsdelarna planeras i förhållande till varandra. Vindparken planeras att byggas ut successivt under en period om flera år.

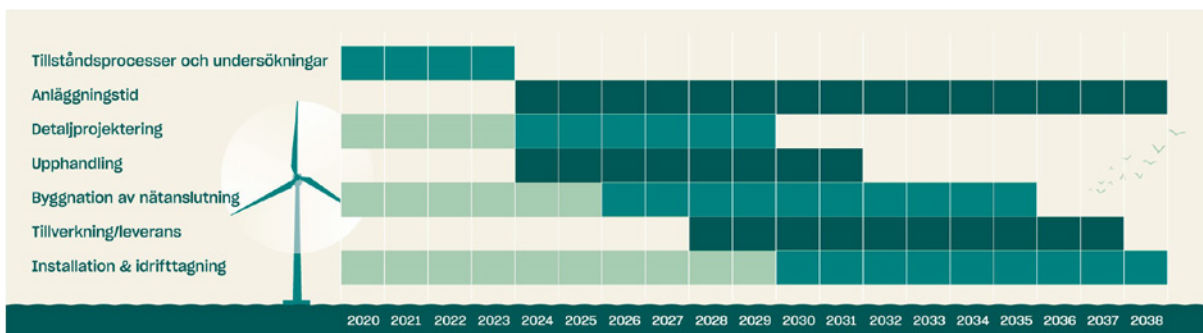
Anläggningsfasen, som innefattar detaljprojektering av designen för vindparken, design av fundament, val av vindkraftverk, kablar och plattform samt upphandling med tillhörande ledtider för de tekniska komponenterna, kommer att pågå under flera år. Även möjlighet till elanslutning och koordinering med Svenska kraftnäts tidplan måste tas med i beräkningen. Varje moment fram till dess att själva installationen (byggfasen) kan påbörjas, är därmed omfattande och tar, var för sig, flera år i anspråk, inte minst på grund av långa ledtider. Själva installationen av vindkraftverken är det moment under anläggningsfasen som tar kortast tid i anspråk.



Anläggningsfasen, intill dess att vindparken är driftsatt i sin helhet, beräknas sammanlagt uppgå till cirka 15 år.

Installation av ett monopilefundament tar vanligen ett till två dygn, där själva pålningen vanligen tar cirka sex timmar per fundament. Övrig tid när pålning inte sker inkluderar ompositionering och förflyttning av fartyg samt eventuella skyddsåtgärder samt förberedelser inför lyft av pålarna med mera. Den effektiva pålningstiden av monopiles inom vindparken, räknat på 370 vindkraftverk, uppgår till cirka 90 dygn, medan den totala installationen av fundament pågår i cirka 1 till 2 år, delvis beroende på under vilken säsong installationen sker, samt hur mycket borring som krävs. Installationsarbete till havs kräver marginaler då vädret kan vara nyckfullt och då det är viktigt att upprätthålla en säker arbetsmiljö.

Installation av ett fackverksfundament tar vanligen två till tre dygn, där själva pålningen vanligen tar cirka tre till sju timmar per påle. Varje fundament har antingen tre eller fyra ben. Övrig tid inkluderar, på samma sätt som för installation av monopiles, ompositionering och förflyttning av fartyg samt eventuella skyddsåtgärder samt förberedelser inför lyft av pålarna med mera. Den effektiva pålningstiden för vindparken, räknat på 370 vindkraftverk, förväntas att vara drygt 14 månader, medan installationen av fundament kan pågå i cirka 3 år, beroende på vilken säsong installationen sker.



Figur 27. Preliminär installationstidplan för Aurora.

## 5. Förutsättningar och metodik för bedömningar av konsekvenser

I föreliggande kapitel beskrivs vilka förutsättningar som konsekvensbedömningarna utgår från, samt den metodik som använts vid bedömningarna.

### 5.1 Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden

Beskrivningen av rådande förhållanden har utgått från information och resultat som erhållits från ett antal olika projektspecifika undersökningar, mätningar, inventeringar, utredningar, modelleringar och beräkningar, vilka har omfattat bland annat tumlare, sediment, ljud, fåglar och fisk, se Tabell 9.

Därutöver har även befintliga data från olika inventeringar och karteringar, vetenskaplig litteratur, forskningsresultat, miljörapporter, tekniska rapporter samt kunskap och information från olika myndigheter beaktats.

Tabell 9. De utredningar, inventeringar, modelleringar och undersökningar som genomförts specifikt för vindpark Aurora och som utgjort underlag för miljökonsekvensbeskrivningen.

Utredning/undersökning	Utförd	Metod	Författare
Modellering av sedimentspridning	November 2021	Modellering	NIRAS, 2021
Sedimentspridnings- rapport Vindpark Aurora	Januari 2022		AFRY, 2022
Fågelrapport Vindpark Aurora	2022	Befintliga data samt underlag från utförda inventeringar	AFRY, Ottvall Consulting AB, Structor och DHI, 2022
Fågelinventeringar	Januari-mars, sommar samt december 2021	Flyginventering med observatör, båtinventering	Ottvall Consulting AB, 2021
Modellering av undervattensljud	2021-2022	Modellering	NIRAS, 2021
Syrehalt, salinitet och temperatur	2020-2021	CTD-mätningar	AquaBiota, 2021
Inventering av tumlare	Augusti 2020-pågående	Akustiska tumlardetektorer, F-pods	AquaBiota, 2021
Tumlare i Östersjön och havsbaserad vindkraft	2021-2022		AquaBiota och NIRAS, 2022
Naturtyper i Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna	2021-2022	Litteraturstudie, befintlig data	AquaBiota, 2022
Inventering av fisk och marina däggdjur	Augusti 2020 samt mars, juni, september 2021	eDNA-inventering, provfiske, befintlig data	AquaBiota, 2022
Kulturmiljöanalys	April 2022	Befintliga data samt underlag från utförda utredningar	Museiarkeologi Sydost, 2022
Skuggor och luftburet ljud	Oktober 2021	Modellering	OX2, 2021
Visualisering	September 2021	Fotomontage	Norconsult, 2021



Det samlade kunskapsunderlaget vilket, som nämnts ovan, utgörs av vetenskapliga studier, litteratur, inventeringar och karteringar, beräkningar, undersökningar, modelleringar med mera, bedöms vara av sådan omfattning att tillförlitliga, robusta och vetenskapligt underbyggda beskrivningar av rådande förhållanden, samt bedömningar av den planerade verksamhetens effekter och konsekvenser, kan göras.

Resultat från inventeringar och modelleringar som gjorts med avseende på till exempel sjöfågel, tumlare, naturtyper och fisk stämmer väl överens med resultat från tidigare inventeringar och det underlag som inhämtats och analyserats från myndigheter, vetenskaplig litteratur och forskning.

I respektive underlagsrapport beskrivs närmare vilka metoder, modelleringar, undersökningar med mera som ligger till grund för beskrivningar av rådande förhållanden och konsekvensbedömningar.

## 5.2 Metodik för konsekvensbedömningar

Ett systematiskt arbetssätt har använts för att identifiera och bedöma den planerade verksamhetens potentiella påverkan, effekter och konsekvenser för olika miljöaspekter samt för att beskriva skyddsåtgärder för att undvika, minimera eller minska påverkan. Metodiken nedan används för den sökta verksamhet som ingår i föreliggande prövning, för följdverksamheterna görs konsekvensbedömningen mer översiktligt.

I arbetet med konsekvensbedömningen vägs värdet och känsligheten hos berörda intressen samman med påverkan och effekten från den planerade verksamheten för att slutligen ge en konsekvens. Konsekvensbedömningen sker i tre steg: påverkan, effekt och konsekvens.

I miljökonsekvensbeskrivningen används benämningarna känslighet, påverkan, effekt och konsekvens.

- **Känslighet** – mottagarens känslighet för aktuell påverkan. I konsekvensbedömningen får känsligheten således betydelse för den sammanlagda storleken hos konsekvensen, vilket beskrivs vidare nedan.

Känsligheten eller värdet av en miljöaspekt beskrivs utifrån områdets befintliga förutsättningar och kan utföras av objekt och/eller områden samt samband inom eller mellan dessa. Känslighet/värde beror bland annat på egenskaper såsom storlek, robusthet och koppling till omgivningen.

- **Påverkan** – är den förändring av fysiska förhållanden som projektets genomförande medför. Det kan handla om exempelvis ljud, utsläpp av föroreningar, förlust av värdefulla naturmiljöer, ökat antal transporter i området och så vidare. Påverkan kan vara lokal, regional eller nationell samt vara permanent eller temporär.



- **Effekt** – beskriver den betydelse som påverkan (förändringen) bedöms få för förekommande värden i omgivningen, det vill säga påverkans storlek och omfattning. Direkta effekter uppkommer som en omedelbar följd av till exempel fysiskt intrång, ljud eller påverkan på vatten. Indirekta effekter uppkommer sekundärt till följd av en åtgärd.

Vilken/vilka effekter som uppstår till följd av en påverkan måste relateras till områdets specifika förutsättningar, det vill säga vilka värden som förekommer och utsätts för påverkan, och deras känslighet. I ett område med få värden kan således effekterna förväntas bli av mindre skala, medan effekterna på en plats med höga värden eller värden med hög känslighet förväntas bli större. Värderingen av effekten görs med hänsyn till relevanta bestämmelser, exempelvis miljöbalkens hushållningsbestämmelser, vedertagna rikt- eller gränsvärden och gällande miljö kvalitetsnormer.

- **Konsekvens** – är en värdering av vad miljöeffekterna medför för de intressen som berörs, till exempel klimatet, människors hälsa eller biologisk mångfald. Vid värderingen av konsekvenserna utgår bedömningen ifrån hur många som är berörda, miljövärdets betydelse samt hur stor förändringen bedöms bli. Vid värderingen av miljökonsekvenser görs bedömningen mot ett jämförelsealternativ, ett så kallat nollalternativ. Nollalternativet beskriver den förväntade framtida utvecklingen om de ansökta åtgärderna inte genomförs.

Inledningsvis görs en avgränsning av påverkan; vilken typ av påverkan kan verksamheten medföra och vilket slags påverkan är särskilt viktig med avseende på området och de värden som förekommer där. För att göra den samlade bedömningen av effekter och konsekvenser görs en bedömning av mottagarens känslighet. Därefter bedöms graden av påverkan och effekt på mottagaren som antas uppstå till följd av verksamheten. Bedömningen av miljökonsekvenserna för respektive värde/mottagare görs genom en sammanvägning av mottagarens känslighet och omfattningen av påverkan och effekten.

Utifrån detta bedöms slutligen vilka konsekvenser, om några, som verksamheten kan medföra och om/hur dessa påverkar de intressen och värden som identifierats. I följande avsnitt beskrivs respektive steg i konsekvensbedömningen mer utförligt.

### 5.2.1 Beskrivning av potentiella påverkansfaktorer

Verksamhetens påverkansfaktorer har identifierats i form av när, var och hur verksamheten kan ge upphov till en påverkan på de utpekade miljöaspekterna.

I kapitel 6 beskrivs närmare vilka påverkansfaktorer som påverkar respektive mottagare samt under vilken fas (anläggning, drift, avveckling) som påverkan uppstår.



### 5.2.2 Bedömning av (mottagarens) känslighet/värde

I ett andra steg bedöms och beskrivs mottagarens känslighet, alternativt värde. Mottagare i detta fall är de som kan påverkas av verksamheten och kan till exempel avse en artgrupp, naturtyp eller andra intressen så som yrkesfiske eller landskapsbild. För de biologiska värdena används mottagarens känslighet och för andra intressen används känslighet/värde.

En mottagares känslighet bedöms utifrån:

- Mottagarens status (exempelvis populationstrender, förekomst och det aktuella områdets betydelse för mottagaren).
- Mottagarens känslighet och anpassningsbarhet för den påverkansfaktor som avses (till exempel sedimentation eller undervattensljud).
- Mottagarens känslighet under olika perioder av året (till exempel kan mottagaren vara mer känslig under parningssäsong eller migrationsperiod).
- Mottagarens skyddsvärde

Mottagarens känslighet utvärderas för relevanta påverkansfaktorer under den planerade verksamhetens olika faser, det vill säga anläggnings-, drifts- och avvecklingsfas, enligt en tregradig skala: liten, måttlig eller hög.

### 5.2.3 Påverkans storlek och omfattning (effekt)

Effekten är en bedömning av påverkans storlek och omfattning (Tabell 10) och bedöms utifrån; geografisk utbredning, varaktighet i tid, storlek (magnitud) för påverkansfaktorn och sannolikheten för att påverkan inträffar. Påverkan utvärderas för relevanta påverkansfaktorer under den planerade verksamhetens olika faser enligt följande skala: ingen/obetydlig, liten, måttlig eller stor. Påverkan anges som positiv eller negativ.

Tabell 10. Beskrivning av nivåer av påverkans betydelse för mottagaren.

Påverkans storlek och omfattning (effekt)	Beskrivning
<b>Ingen/obetydlig</b>	Påverkan ger inte upphov till några effekter, eller ger endast upphov till små effekter som har begränsad utbredning, som är mindre komplexa och som är kortvariga.
<b>Liten</b>	Påverkan ger upphov till effekter med viss utbredning och komplexitet samt med en viss varaktighet.
<b>Måttlig</b>	Påverkan ger upphov till effekter av antingen en relativt stor omfattning eller som är långvariga (exempelvis sådana effekter som är bestående under hela vindparkens livslängd).
<b>Stor</b>	Påverkan ger upphov till effekter av stor omfattning eller sådana effekter som är långvariga och som förekommer ofta.

## 5.2.4 Bedömning av konsekvens

För bedömningen av verksamhetens konsekvenser vägs värdet för mottagarens känslighet samman med värdet av påverkans storlek och omfattning (effekt), vilket resulterar i en sammanfattande bedömning av konsekvensen. Konsekvensens betydelse bedöms enligt skalan; ingen/försumbar, mycket liten, liten, måttlig, stor eller mycket stor och konsekvenserna kan vara antingen positiva eller negativa, se Tabell 11.

Det bör noteras att bedömningsskalorna inte utgör någon exakt mall för bedömning. I varje enskilt fall görs det en närmare bedömning av de specifika omständigheterna och vilken typ av påverkan som bedöms. För att göra en värderande bedömning så objektiv som möjligt är det viktigt att för varje miljöaspekt redovisa på vilka grunder påverkan motiverats/värderats.

Tabell 11. Beskrivning av nivåer för konsekvensens betydelse för mottagaren.

Påverkans storlek och omfattning (effekt)	Beskrivning
<b>Ingen/obetydlig</b>	Ingen eller försumbar konsekvens för mottagaren. Ingen/ringa störning på ytor och/eller funktioner/populationer.
<b>Mycket liten</b>	Ringa konsekvens för mottagaren. Mycket små ytor och/eller funktioner och/eller mycket liten del av populationen störs. Utan påverkan som är oåterkallelig.
<b>Liten</b>	Liten konsekvens för mottagaren. Små ytor och/eller funktioner och/eller liten del av populationen störs, utan påverkan som är oåterkallelig.
<b>Måttlig</b>	Måttlig konsekvens för mottagaren. Yta, strukturer och/eller funktioner och/eller del av population skadas. Kan orsaka lokala irreversibla effekter, exempelvis förlust av bevarandevärden. Konsekvenser som kan kräva skyddsåtgärder.
<b>Stor</b>	Stor konsekvens för mottagaren. En stor yta, stor del av strukturer och/eller funktioner och/eller stor del av population skadas påtagligt, med möjlighet att orsaka betydande oåterkallelig påverkan. Konsekvenserna klassificeras som allvarliga, vilket innebär att förändringar i verksamheten eller tillämpningen av skyddsåtgärder bör övervägas för att minimera påverkan.
<b>Mycket stor</b>	Mycket stor konsekvens för mottagaren. Effekterna klassificeras som mycket allvarliga, vilket innebär att förändringar i verksamheten eller tillämpning av skyddsåtgärder bör genomföras för att minska påverkan.

I Tabell 12 redovisas den samlade skalan för känslighet och värde samt effekt och vilken konsekvens som sammantaget bedöms uppstå för respektive aspekt.

Tabell 12. Utvärderingsmatris avseende konsekvensernas nivåer.

Konsekvensens betydelse		Effekt (påverkans storlek och omfattning)						
		Stor negativ	Måttlig negativ	Liten negativ	Obetydlig	Liten positiv	Måttlig positiv	Stor positiv
Mottagarens känslighet och värde	Liten	Måttlig	Liten	Mycket liten	Försumbar	Mycket liten positiv	Liten positiv	Måttlig positiv
	Måttlig	Stor	Måttlig	Liten	Försumbar	Liten positiv	Måttlig positiv	Stor positiv
	Hög	Mycket stor	Stor	Måttlig	Försumbar	Måttlig positiv	Stor positiv	Mycket stor positiv

För några miljöaspekter är det mindre lämpligt att tillämpa bedömningsmetodiken enligt ovan då det som är relevant är huruvida en negativ påverkan sker eller ej. De miljöaspekter där bedömningsmetodiken inte följs fullt ut är luftfart, risk och säkerhet, samt intressen för Totalförsvaret.

### 5.3 Förutsättningar för konsekvensbedömningar

I detta avsnitt beskrivs de förutsättningar som ligger till grund för bedömningarna av konsekvenserna för identifierade mottagare.

#### 5.3.1 Bedömningar utifrån ett worst case

Den tekniska utvecklingen av bland annat fundament och vindkraftverk är mycket snabb och det är inte möjligt att vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande avgöra vilken teknisk lösning, med avseende på tillverkning, installation, miljöpåverkan och produktion, som kommer att vara mest lämplig när vindparken ska anläggas. Med anledning av detta beskrivs den miljöpåverkan som verksamheten potentiellt kan orsaka utifrån ett worst case. Med worst case avses att beskriven påverkan och bedömda konsekvenser aldrig kan bli större än vad som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning. Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön.

Worst case-ansatsen gör att den slutliga miljöpåverkan av anläggningen kan vara mindre omfattande men aldrig mer omfattande än vad som beskrivs i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning med tillhörande underlagsutredningar. Ansatsen gör det möjligt att bedöma vilka skyddsåtgärder och hänsynstaganden som behövs till skydd för miljön.

OX2 har tagit fram två representativa exempel på hur den planerade vindparken kan komma att utformas. Dessa exempel utgår från vindkraftverk med en effekt om 15 MW (utgår från 370 vindkraftverk) respektive 25 MW (utgår från 220



vindkraftverk). Med ökad effekt per verk ökar i regel också rotordiametern. Detta medför en ökad totalhöjd och att det krävs ett större avstånd mellan vindkraftverken. Vindkraftverkens effekt är inte styrande, men den används för att få en realistisk storlek på framtida vindkraftverk.

En utmaning med den använda metoden med representativa exempel på hur den planerade vindparken kan komma att utformas, är att båda exempelutformningarna leder till olika effekter för olika påverkansfaktorer. I realiteten kan utformningen och därmed påverkan från en framtida vindpark hamna mellan dessa exempel. Det kan också betyda att viss påverkan sammantaget kan bli större än i exempelutformningarna, till exempel kan turbinstorleken möjliggöra ett antal vindkraftverk som ligger mitt i intervallet för antalen i exempelutformningarna, men att valda fundament i detta alternativ kan medföra att den sedimentspridning som uppstår kan bli högre än i någon av exempelutformningarna. Därav beskriver två exempelutformningar inte nödvändigtvis ett worst case.

För att inte underskatta påverkan och samtidigt utforma relevanta villkor för verksamheten har maximal påverkan därför bedömts genom en kombination av ovan nämnda utformningar. Genom att applicera det största vindkraftverket på den exempelutformning som har det största antalet verk (det vill säga 370 vindkraftverk med en 340 meters rotor och en totalhöjd om 370 meter) har grunden till vad som utgör ett worst case lagts. Därutöver är det för varje påverkansfaktor definierat ett worst case baserat på den presenterade tekniken.

I praktiken är dock inte detta ett realistiskt scenario då det skulle vara såväl ekonomiskt olönsamt som ineffektivt att anlägga den planerade vindparken på ett sådant sätt, men det innebär samtidigt att den bedömda miljöpåverkan baseras på mycket konservativa antaganden.

I Tabell 13 anges vilket worst case som bedömningarna utgår från när det gäller påverkan på identifierade mottagare.



Tabell 13. Worst case-antaganden som använts i modelleringar/beräkningar för respektive påverkansfaktor kopplad till identifierade mottagare.

Påverkansfaktorer	Worst case	Mottagare
<b>Sedimentsuspension</b>	<p>Installation av monopilefundament med 14,3 meter i diameter.</p> <p>Samtliga monopilefundament installeras, i det worst case scenario som legat till grund för modelleringen, genom borring. Monopilefundament borras ner till sitt maximala förankringsdjup och utsläpp av sediment sker 2 meter ovanför havsbotten.</p> <p>Vid nedläggning av internt kabelnät och anslutningskablar utgår bedömningarna från att kablarna förläggs via spolning, detta då spolning är den metod som orsakar störst sedimentsuspension.</p>	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
<b>Sedimentation</b>	Samma som för "Sedimentsuspension".	Bottenflora och bottenfauna
<b>Miljögifter och näringsämnen</b>	Samma som för "Sedimentsuspension". Antagandet är att alla föroreningar som kan lösa sig i vatten också gör det.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
<b>Undervattensljud</b>	<p>Worst case scenario för tumlare och säl:</p> <p>Installation av fackverksfundament (med pinpiles), 4,5 meter i diameter, genom pålning, i mars månad när ljudutbredningen är som störst. Användning av ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin och mjuk uppstart utgör förutsättningar för modelleringen.</p> <p>Worst case scenario för fisk:</p> <p>Installation av monopilefundament med 14,3 meter i diameter genom pålning, i mars månad när ljudutbredningen är som störst. Användning av dubbel bubbelgardin, hydro sound damper och mjuk uppstart utgör förutsättningar för modelleringen.</p>	Marina däggdjur, fisk
<b>Luftburet ljud</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 m i diameter) och med högst totalhöjd (370 m).	Boendemiljö, rekreations- och friluftsområden, marina däggdjur
<b>Elektromagnetiska fält</b>	<p>Internkabelnät (dynamiska kablar, 1 200 A): 1 370 µT och 1 125 µT runt kabelns yttermantel för enkelarmerad kabel. Under 0,4 µT på avstånd om 7,6 meter från kabelns centrum för enkelarmerad kabel.</p> <p>Övriga kablar, internt kabelnät och anslutningskablar (både växelström och likström) är begravnade eller täckta och avger under 40 µT vid havsbotten.</p>	Marina däggdjur, fisk, bottenfauna
<b>Skuggor</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 m i diameter) och med högst totalhöjd (370 m).	Marina däggdjur, fisk
<b>Reveffekter</b>	Reveffekt bedöms inte utifrån ett worst case då inga negativa effekter förväntas uppkomma till följd av reveffekter.	
<b>Främmande arter</b>	För främmande arter går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle byggas på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
<b>Indirekt påverkan av marint skräp</b>	För indirekt påverkan av marint skräp går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle byggas på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Marina däggdjur, fisk



<b>Undanträngning</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter). Minsta möjliga avstånd (1 150 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar
<b>Barriäreffekter</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter). Minsta möjliga avstånd (1 150 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar
<b>Kollisioner</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter). Minsta möjliga avstånd (1 150 meter) mellan vindkraftverken.	Fåglar, fladdermöss
<b>Utsläpp till vatten</b>	För utsläpp till vatten går det inte att definiera ett worst case. Anledningen till detta är att ett worst case skulle byggas på många olika antaganden och därmed bli väldigt spekulativt.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, fåglar
<b>Fysisk påverkan på havsbotten</b>	1,15 km <sup>2</sup> (cirka 0,1 %) av vindparkens totala yta om 1 045 km <sup>2</sup> tas i anspråk varaktigt av fundament med tillhörande erosionskydd.  13 km <sup>2</sup> (cirka 1,26 % av vindparkens totala yta) påverkas tillfälligt av kabelförläggningen av internkabelnätet samt genom användandet av så kallade jack-up fartyg vid anläggningsarbetena.	Bottenflora och bottenfauna
<b>Fysisk störning i luftrummet</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter).	Luftfart
<b>Visuell effekt</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter).	Landskapsbild, boendemiljö
<b>Hydrografiska förändringar</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med de fundament som ger upphov till störst hydrografiska förändringar. I föreliggande fall monopile med en bottendiameter om 14,3 meter.	Bottenflora och bottenfauna
<b>Nautiska risker</b>	Maximalt antal vindkraftverk (370) med störst rotor (340 meter i diameter) och med högst totalhöjd (370 meter).	Sjöfart
<b>Klimat</b>	Vindparken anläggs inte och kommer ej bidra till uppnående av klimatmålen.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, fåglar

### 5.3.2 Skyddsåtgärder

Som en förutsättning för den sökta verksamheten kommer ett antal skyddsåtgärder att vidtas för att minska den planerade vindparkens effekter och konsekvenser. De skyddsåtgärder som kommer att vidtas redovisas i kapitel 12. och omfattar bland annat följande skyddsåtgärder vilka utgjort utgångspunkter för konsekvensbedömningarna:

- Geofysiska undersökningar med metoderna sidavsökande sonar och multist-råleekolod kommer att operera i frekvenser överstigande 200 kHz för att ligga utanför tumlares hörselspann.
- Vid undersökningar med seismisk utrustning tillämpas skyddsåtgärder genom soft-start, passiv akustisk övervakning och observatörer.
- Tekniker som minskar ljudspridning som exempelvis dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper eller motsvarande kommer att användas vid pålning.
- Pålning ska inledas med mjuk uppstart (soft start), varefter styrkan i hammarslagen succesivt trappas upp (ramp-up). Även akustiska metoder ska användas för att mota bort fisk och marina däggdjur innan perioden med soft-start och ramp-up inleds.
- Frigången mellan vattenytan och rotorbladen har satts till 30 meter, vilket har betydelse för området sjöfågel samt eventuella migrerande fladdermöss. De flesta sjöfåglar i området flyger lågt vilket innebär att en högre frigång medför en lägre kollisionsrisk. Migrerande fladdermöss har observerats flyga på öppet vatten på låg höjd (<10 meter).
- Utmärkning av vindparken sker i enlighet med gällande riktlinjer.
- Vindparkens utbredning ska framgå tydligt i sjökort.

Utöver de skyddsåtgärder som beskrivs kortfattat ovan kommer även skyddsåtgärder som fallit ut till följd av konsekvensbedömningarna att vidtas inom ramen för planerad verksamhet. Dessa redovisas, tillsammans med ovanstående, i kapitel 12.

### 5.3.3 Kumulativa effekter

Kumulativa effekter bedöms där risk föreligger för att påverkan från vindpark Aurora sammanfaller med, eller kan adderas till, påverkan från andra projekt och verksamheter. Vid bedömning av kumulativa effekter har projekt eller andra aktiviteter som har en potential att leda till påverkan under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen för verksamheten inkluderats.



Befintliga och planerade verksamheter har tagits i beaktande för den kumulativa bedömningen. Projekt som planeras och som befinner sig i utredningsstadiet är sällan tillräckligt väldefinierade för att det ska gå att göra en kumulativ bedömning med hög grad av säkerhet och tillförlitlighet. Dessa projekt kommer därför endast, i den mån det är möjligt, att ingå i den kumulativa bedömningen och baseras utifrån vad som är känt om de planerade projekten vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande.

#### **5.4 Osäkerheter i bedömningen**

Föreliggande miljökonsekvensbeskrivning bygger på information från myndigheter, vetenskaplig litteratur, miljörapporter och tekniska rapporter, undersökningar, modelleringar av påverkan, samt beräkningar och modelleringar för bland annat sediment- och ljudutbredning. Beräkningar och modelleringar bygger på uppskattningar utifrån ett worst case. Den bedömda miljöpåverkan bygger på konservativa antaganden och miljöpåverkan underskattas därmed inte. Miljöpåverkan kommer att vara av mindre omfattning än den antagna men inte mer omfattande än vad som beskrivits.

I respektive underlagsutredning redovisas mer specifik information kring antaganden i underlag och bedömningar, se bilagor till MKB:n.



## 6. Påverkansfaktorer till följd av sökt verksamhet

I detta kapitel beskrivs de miljöeffekter som den planerade vindparken kan ge upphov till, samt de påverkansfaktorer och förutsättningar som ligger till grund för konsekvensbedömningen. I kapitel 8 beskrivs hur de förändringar som planerad verksamhet kan ge upphov till påverkar de olika mottagarna.

De påverkansfaktorer som bedömts relevanta att beskriva och som ingår i konsekvensbedömningen beskrivs i avsnitt 6.1 till 6.20.

### 6.1 Bedömda påverkansfaktorer

De påverkansfaktorer som beaktas i miljöbedömningen för den planerade vindparkens olika faser (anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas) redovisas i Tabell 14. Urvalet av bedömda påverkansfaktorer baseras dels på ett antal olika påverkansfaktorer som är direkt eller indirekt relaterade till havsbaserade vindparker, och dels på de yttranden som har inkommit vid genomförda samråd.

Tabell 14. De påverkansfaktorer som beaktats i miljöbedömningen för den planerade vindparkens olika faser. Påverkansfaktorer som ingår i bedömningarna indikeras med **X** för respektive fas.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Sedimentsuspension	X		X
Sedimentation	X		X
Miljögifter och näringsämnen	X		X
Miljögifter och näringsämnen	X		X
Undervattensljud	X	X	X
Elektromagnetiska fält		X	
Artificiellt ljus		X	
Skuggor		X	
Reveffekter		X	
Främmande arter	X	X	X
Indirekt påverkan av marint skräp		X	
Undanträngning	X	X	X
Barriäreffekter	X	X	X
Kollisioner	X	X	X
Utsläpp till vatten	X	X	X
Fysisk påverkan på havsbotten	X	X	X
Fysisk störning i luftrummet	X	X	X
Visuell effekt	X	X	X
Hydrografiska förändringar		X	
Nautiska risker	X	X	X
Klimat		X	

## 6.2 Sedimentsuspension

Under framför allt anläggningsfasen, men även i ringa omfattning under avvecklingsfasen, kommer den planerade verksamheten att ge upphov till en viss uppslamning av konsoliderat bottensubstrat (vid borring och/eller pålning genom fast material) samt resuspension av bottensediment (genom störning av de lösa bottensedimenten). Resuspension innebär att små partiklar av organiskt och oorganiskt material som tidigare sedimenterat på havsbotten rörs upp i vattenkolumnen och hamnar i suspension. Halten suspenderat material, det vill säga mängden material som förekommer suspenderat i vattenkolumnen, är ett mått på grumligheten och mäts i mg/l. Under driftsfasen förväntas endast mycket begränsad resuspension av sediment uppstå, exempelvis vid eventuella åtgärder på de bottenförlagda kablarna.



Under anläggningsfasen ger installationen av fundament, erosionsskydd och bottenförlagda kablar (internt kabelnät) upphov till sedimentsuspension. Förankring av flytande fundament och eventuell nedsänkning av förankringslinor sker kontrollerat och medför endast en mycket begränsad sedimentsuspension. Under anläggningsfasen genomförs geotekniska undersökningar inklusive provborring och spetstrycksondering, vilka är moment som kan ge upphov till en liten och ytterst lokal sedimentsuspension.

Mängden suspenderat material i vattenkolumnen, grumligheten, kan påverka till exempel fiskar genom beteendeförändringar och försämrade sikt. Även bottenfauna såsom filtrerande djur kan påverkas genom att höga halter av suspenderat material och/eller långa exponeringstider kan täppa igen filtrationsmekanismen. Hur känsliga fiskar och bottenlevande organismer är, och i vilken utsträckning de påverkas av suspenderat sediment, varierar mellan olika arter.

### 6.3 Sedimentation

Sedimentationen mäter tjockleken på det lager av uppslammat material och resuspenderat sediment som till slut lägger sig på botten och överlagrar bottenytan. Sedimentation är en naturligt förekommande process, men mänskliga aktiviteter både på land och till havs kan ge upphov till förändringar av sedimentationen, med avseende på mängd material som sedimenterar, samt sedimentens sammansättning och utbredning.

Sediment som slammats upp eller resuspenderat under anläggnings- och (i ringa omfattning) under avvecklingsfasen för den planerade vindparken, kommer med tiden att sedimentera på havsbotten. Sedimentationen kan framför allt påverka olika bottenlevande organismer negativt, där de helt eller delvis kan komma att täckas över av sediment. Påverkan på de bottenlevande organismerna varierar beroende på bland annat sedimentationens omfattning och organismernas känslighet. Sedimentationen kan även påverka förhållanden på havsbotten, exempelvis om hårbotten överlagras av sediment (vid omfattande sedimentation) och därmed förlorar sina karakteristiska egenskaper.

### 6.4 Miljögifter och näringsämnen

Under anläggningsfasen kan miljögifter och näringsämnen som förekommer bundna i bottensedimenten frigöras och spridas vid borring och/eller pålning (se även avsnitt 6.2 och 6.3). De bottnar där bottensubstraten utgörs av lera och silt, inom det område som omfattas av den planerade vindparken, utgör så kallade ackumulationsbottnar, vilka är de delar av havsbotten där det material som sedimenterar förblir liggande. Ackumulationsbottnarna utgör därmed "slutstationen" för det sedimenterade materialet.

De flesta miljögifter (organiska samt oorganiska) och näringsämnen ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material och kan därmed ansamlas på ackumulationsbottnarna. Så länge ingen störning av bottnarna förekommer ligger sedimentpartiklarna, och därmed även eventuella bundna miljögifter och



näringsämnen, kvar på ackumulationsbottnarna. Eftersom sedimentation sker mer eller mindre kontinuerligt på ackumulationsbottnarna kan sedimenterade miljögifter och näringsämnen därmed överlagras efterhand.

Utsläpp av olika miljögifter och näringsämnen har skett under mycket lång tid och i varierande omfattning från exempelvis industrier, hamnar, tätorter och jordbruk. Samtliga ytliga sediment i utsjön kring Sveriges kust innehåller miljögifter och näringsämnen, men halterna varierar beroende på område. Högre halter av miljögifter är vanligare närmare kusten än längre ut till havs.

Miljögifter och näringsämnen i bottensedimenten kan potentiellt spridas i vattenkolumnen eller med sedimenten, och därmed eventuellt påverka marina organismer i samband med anläggnings- och (i ringa omfattning) avvecklingsfasen. Miljögifter och näringsämnen ackumuleras i tunna skikt. En eventuell spridning följer spridningen av sedimentpartiklar och därmed är spridningens utbredning begränsad till det område där den fysiska störningen av botten sker.

I vattenkolumnen sker normalt sett en naturlig omblandning av vatten på grund av bland annat strömmar. Beroende på om det förekommer ett starkt eller svagt språngskikt kan omblandningen ibland vara begränsad till att endast ske i en avgränsad del av vattenkolumnen. Den naturliga omblandningen medför att det sker en snabb utspädning av eventuella miljögifter och näringsämnen i vattenkolumnen.

## 6.5 Undervattensljud

Undervattensljud avser antropogent (människt) genererat ljud som kan uppstå vid den planerade verksamheten under anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen. Det är framför allt under anläggningsfasen, vid geofysiska undersökningar av havsbotten samt vid anläggandet av vindparkens fundament, som ljudalstrande moment som alstrar impulsivt undervattensljud kan förväntas förekomma.

Undervattensljud, främst impulsiva ljud, kan påverka marina däggdjur och fisk genom att orsaka olika beteendeförändringar, eller genom att orsaka tillfällig (TTS) eller permanent hörselnedsättning (PTS). Olika beteendeförändringar hos marina däggdjur och fisk kan även uppstå på grund av naturliga orsaker, till exempel vid en rovdjursattack.

Påverkan från undervattensljud är beroende av vilken frekvens ljudet har, samt av hur högt och långvarigt ljudet är. Med beteendeförändringar avses framför allt ett undvikandebeteende som kan variera från en liten förändring, till exempel en kortvarig störning i födosökandet, till ett regelrätt flyktbeteende.

Utöver de ljud som förekommer vid olika arbetsmoment under anläggningsfasen uppstår även ljud från de fartyg som används för att utföra de olika arbetsmomenten samt för att transportera komponenter till eller från vindparken. Under driftsfasen är det framförallt ljud från de fartyg som används för att utföra underhåll och service i vindparken samt ljud från själva vindkraftverken som kan uppstå.





Ljudet från vindkraftverken härrör från aerodynamiskt ljud (från de roterande rotorbladen) och från ett mekaniskt ljud. Överföring av ljud från luft till vatten är begränsad då merparten av ljudet reflekteras på vattenytan (Richardson, et al., 1995). Vibrationer från ett vindkraftverk, främst skapade i den eventuella växellådan, kan föras via tornet ner i fundamentet varifrån det kan spridas som ett lågfrekvent ljud (Tougaard & Mikaelson, 2018).

## 6.6 Luftburet ljud

Vindkraftverk i drift avger två typer av ljud; mekaniskt och aerodynamiskt. Det mekaniska ljudet alstras från bland annat generator, fläktsystem och i förekommande fall växellåda. I moderna vindkraftverk har man lyckats eliminera det mekaniska ljudet i stor utsträckning genom isolering av maskinhuset och elastisk montering av växellådan. Det aerodynamiska ljudet utgör den dominerande delen av ljudet från ett vindkraftverk och uppstår av rotorbladens passage genom luften. Vid nära avstånd uppfattas detta vanligtvis som ett väsande eller svischande ljud, medan det på större avstånd ändrar karaktär och ljudet blir dovare. Det aerodynamiska ljudet bestäms bland annat av bladspetsens hastighet, bladformen samt luftens turbulens. Av denna anledning har varje turbinmodell en specifik ljudeffektnivå (källljud). Ljudspridningen från olika vindkraftverk och leverantörer är således inte samma vid samma vindhastighet.

Ljudnivån avtar med avståndet från vindkraftverken. Ljudets hörbarhet och utbredningsförmåga beror på meteorologiska förhållanden, främst vindhastighet, fuktighet och lufttemperatur. Dessutom påverkas ljudutbredningen av markens egenskaper i form av markdämpning. Vatten är akustiskt hårt, vilket medför att ljudvågorna har en god reflexionsförmåga och dämpningen blir mindre över hav jämfört med över land.

Enligt Naturvårdsverket är riktvärdena avseende A-vägd ekvivalent ljudnivå 40 dBA utomhus för bostäder och 35 dBA för områden med låga bakgrundsljud eller där låga ljudnivåer bör eftersträvas, exempelvis utomhus inom friluftsområden. För större vindkraftverk rekommenderas även att man beaktar förekomsten av lågfrekvent buller, vilket är ljud i frekvensområdet 20 – 200 Hz.

För riktvärden och bedömning av lågfrekvent ljud hänvisar Naturvårdsverket till Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13 (Folkhälsomyndigheten, 2014). Riktvärdena presenteras i Tabell 15.

Tabell 15. Riktvärden för lågfrekvent ljud enligt FoHMFS 2014:13.

Frekvens (Hz)	Ljudtrycksnivå (dB)
31,5	56
40	49
50	43
63	42
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

Svenska studier visar på att så länge buller från vindkraftverk inte överskrider riktvärdet 40 dBA utomhus är risken liten att riktvärdena för lågfrekvent buller inomhus överskrider, förutsatt att husen är byggda enligt Svensk byggstandard utan särskilt ljudisolerande fönster (Naturvårdsverket, 2020).

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus har utförts av OX2 i modellen Nord2000 i enlighet med praxis. Det innebär att beräkningarna har utförts för medelvinden 8 m/s på 10 meter höjd. Därtill har en preliminär utredning av lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5 – 200 Hz genomförts. Beräkningen kan anses som preliminär eftersom ett antal punkter längs kusten valdes ut för beräkning av lågfrekvent ljud inomhus. Dessa punkter motsvarar inte befintliga bostäder, utan symboliserar ett "worst-case" då de är belägna precis vid kusten. Vidare har beräkningen baserats på konservativa antaganden. För beräkningarna har ett fiktivt 25 MW vindkraftverk använts som referens med en navhöjd på 195 meter. Eftersom denna typ av vindkraftverk i dagsläget inte finns på marknaden har OX2 uppskattat ljudeffektnivåer och motsvarande frekvensspektrum för det fiktiva vindkraftverket utifrån tillgängliga data från befintliga vindkraftverk.

## 6.7 Elektromagnetiska fält

Inom den planerade vindparken Aurora kommer ett internt kabelnät att anläggas. Det interna kabelnätet kommer att bestå av statiska kablar, alternativt en kombination av statiska och dynamiska kablar (se avsnitt 4.10 samt Bilaga C till Ansökan). Kring elkablar bildas elektriska och magnetiska fält, samlat benämnt som elektromagnetiska fält. Både växelströms- och likströmskablar genererar elektromagnetiska fält. Växelström genererar ett växlande magnetfält medan likström genererar ett statiskt magnetfält.



Kring undervattenskablar är det elektriska fältet avskärmat av kablarnas isolering samt, för kablar som ligger i havsbotten, överlagrande bottensubstrat. Det magnetiska fältet mäts i mikrotlesa ( $\mu\text{T}$ ) och styrkan hos fältet i en given punkt beror på flera faktorer som exempelvis den momentana variationen i strömbelastningen och hur djupt kabeln är nedgrävd i botten. Även spänningsnivå och fasernas placering i förhållande till varandra påverkar styrkan. Styrkan hos fältet avtar snabbt med avståndet från kabeln.

Flertalet fiskarter har förmågan att känna av magnetiska fält (Öhman, 2007) och det jordmagnetiska fältet används för navigering (Putman, et al., 2013; Putman, et al., 2014; Naisbett-Jones, et al., 2017). Detta visar sig fysiologiskt genom att fisk kan ha magnetiskt material i kroppen (Hanson, et al., 1984; Hanson & Westerberg, 1987; Walker, 1984).

## 6.8 Skuggor

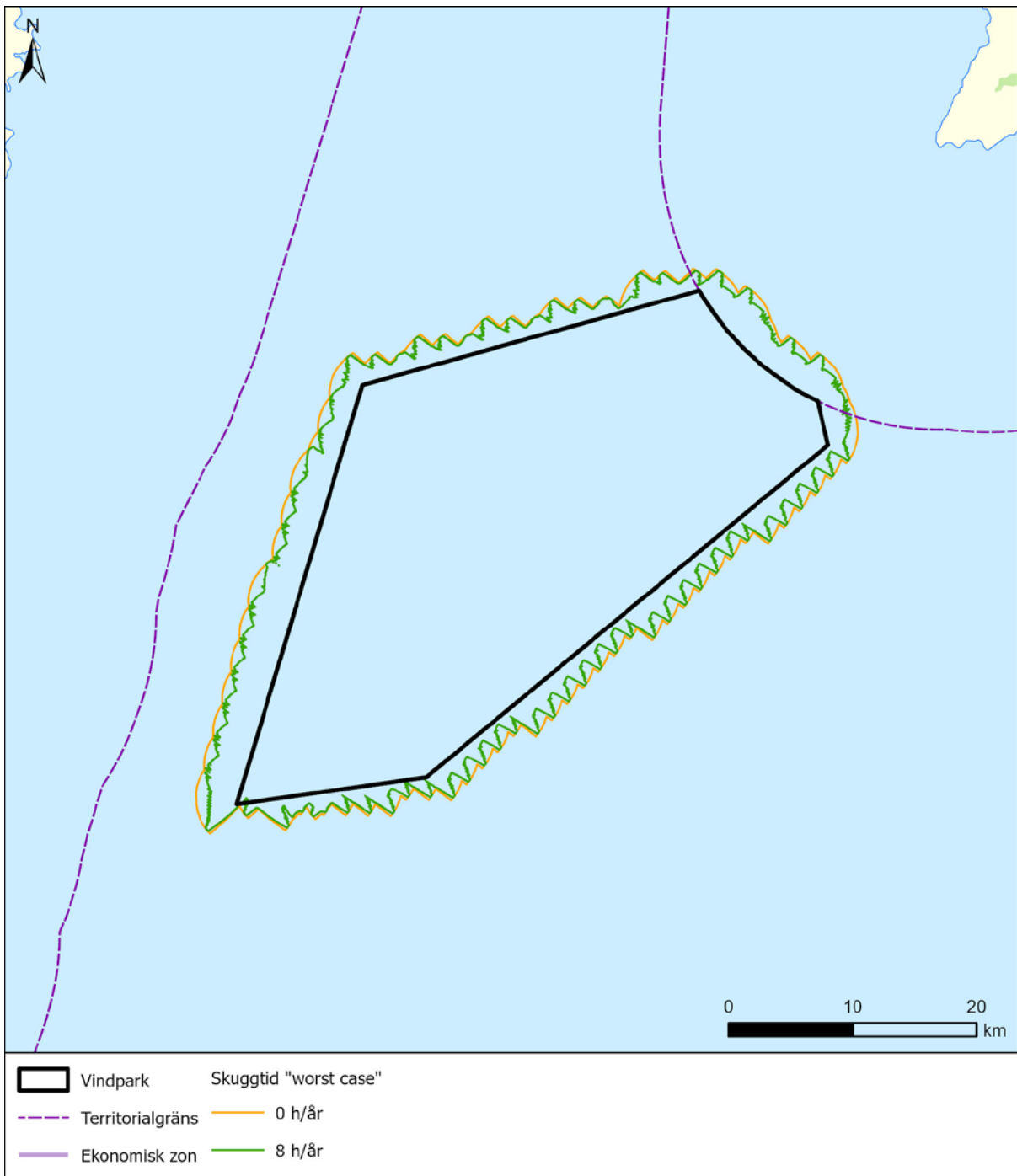
Vid drift kommer vindkraftverken att ge upphov till olika typer av skugg effekter. Den relativt stationära skuggan förekommer runt varje torn och ändrar karaktär efter solens läge i förhållande till tornet, liksom ett solur, och skuggans längd kommer att variera beroende på årstiden. Därtill orsakar vindkraftverkens rotorblad roterande skuggor när verken är i drift. De så kallade roterande skuggorna kan uppfattas som störande för någon som stadigvarande lever eller arbetar i närområdet kring ett vindkraftverk. Skuggorna uppstår om man befinner sig bakom vindkraftverket, det vill säga på motsatt sida i förhållande till solen.

Reflexeffekter kan uppstå beroende på väderförhållanden och på val av färg på vindkraftverken. Dessa uppstår genom att rotorbladen antingen bryter eller reflekterar solstrålar eller artificiell belysning. Idag målas dock rotorbladen på alla moderna verk med en matt antireflexfärg vilket minimerar problemet med reflexer. Störande reflexer kommer således inte vara något problem för vindpark Aurora.

Solens läge på himlen, tidpunkt på dygnet, årstid, väder, siktförhållanden, vindriktning, topografi och vågrörelser i vattnet har betydelse för i vilken utsträckning skuggor uppfattas som störande för omgivningen. Under begränsade perioder kan skuggorna uppfattas på avstånd upp till cirka 2 kilometer, men då endast som diffusa ljusförändringar. Detta sker främst när solen står lågt, vid solnedgång och soluppgång, samt under klara vinterdagar.

Skuggor kan tränga ner i vattnet, men det är endast under sällsynta förhållanden som skuggorna är synliga och då enbart i det övre vattenskiktet. Det begränsade siktdjupet innebär att skuggorna inte kan tränga ner till djupare vatten.

För att utreda skuggpåverkan har skuggberäkningar för den planerade vindparken genomförts med hjälp av datorprogrammet WindPRO. Ett worst case som utgörs av 370 vindkraftverk av storleken 25 MW med 340 meter rotordiameter och 200 meter navhöjd har använts för beräkningen. Antaganden som ligger till grund för simuleringen av skuggning från parken inkluderar att solen alltid skiner mellan soluppgång och solnedgång från molnfri himmel, att vindkraftverken alltid är i drift och orsakar rörlig skugga samt att rotorplanet alltid är vinkelrätt mot solinstrålningen.



Figur 28. Resultat av skuggberäkning för 370 vindkraftverk med storleken 25 MW med 340 meter rotordiameter. De olika färgerna visar hur många timmar per år som ett visst område kommer att vara skuggat.

Resultatet från skuggberäkningarna redovisas i Figur 28. Ur figuren kan det utläsas att inga skuggor kommer att nå några landområden, på grund av de långa avstånden mellan den planerade vindparken och närliggande landområden. Skuggpåverkan på områden längs kusten bedöms som obetydlig. Skuggor kommer endast att uppkomma på vattnet och i vattnets övre skikt. Påverkan på fisk och marina däggdjur bedöms därmed vara obetydlig. Skuggpåverkan kommer därmed inte att beskrivas vidare i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

## 6.9 Reveffekter

Anläggandet av den planerade vindparken medför en introduktion av nya, hårda undervattensstrukturer i form av fundament, erosionsskydd och eventuella förankringslinor inom vindparken. När fundament med tillhörande erosionsskydd anläggs övergår bottenssubstratet vid anläggningsplatsen från mjuk- till hårdbotten. Fundamentens, erosionsskyddens och förankringslinornas hårda strukturer och ytor skapar förutsättningar för etablering av hårdbottenarter och strukturerna kan då komma att fungera som artificiella rev. Att tillgängligt utrymme kolonieras av olika arter är en naturlig process som alltid sker vid introduktion av nya hårda strukturer i havet. Förutsättningarna för kolonisering av de nya strukturerna är beroende av en mängd olika faktorer, bland annat tillgången till ljus, djupförhållanden, salthalten och syrehalten i vattnet samt även på undervattensstrukturernas konstruktion.

Fundamenten i en vindpark är unika jämfört med de flesta andra typer av artificiella rev genom att de bildar vertikala strukturer som penetrerar hela vattenskolumnen och en ny livsmiljö kan därmed teoretiskt sett skapas från havsytan ner till havsbotten. Ljusberoende arter kan etablera sig på de övre delarna av fundamenten och förankringslinorna medan djuplevande organismer kan etablera sig på de nedre delarna eller på de eventuella erosionsskydden. Vid syrefattiga eller syrefria förhållanden vid bottenarna påverkas dock förutsättningarna för att undervattensstrukturerna ska kunna kolonieras av olika organismer negativt.

Det minsta avståndet mellan fundamenten överstiger en kilometer, därmed är det osannolikt att fundamenten och erosionsskydden kan komma att fungera som en sammanhängande revliknande livsmiljö. Reveffekter kan dock uppstå punktvis vid de enskilda fundamenten och kan bidra lokalt till en ökad biologisk mångfald. Det är sannolikt att varje fundament kommer att kolonieras och då främst av sessila organismer, så som havstulpaner, blåmusslor och fintrådiga alger. Enligt de undersökningar som utförts och enligt data från ICES och HaV är mängden fisk inom vindparken generellt sett låg, och de ändringar i substratet som beskrivs ovan kommer sannolikt inte bidra med en betydande förändring av förutsättningarna för fisk eller för marina däggdjur och fåglar högre upp i näringsvävarna.

## 6.10 Främmande arter

I samband med etableringen av vindparken tillförs hårdbottenytorna i form av fundament, erosionsskydd och eventuella förankringslinor till ett område som till stora delar utgörs av mjukbotten. Dessa kan potentiellt utgöra habitat för främmande arter, vilka inte förekommer naturligt inom området. Inom verksamhetsområdet för den planerade vindparken förekommer hårdbotten och förutsättningar för eventuella främmande arter att etablera sig i området finns därmed redan på de befintliga hårdbottenytorna inom verksamhetsområdet.

Under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen förekommer fartyg, vilka använder sig av barlastvatten, inom området. För internationella fartyg kan barlastvattnet medföra en risk för att främmande arter introduceras och sprids. Eftersom de flesta komponenter under anläggningsfasen kommer att fraktas från



en slutmonteringshamn i Östersjön direkt till projektområdet kan en eventuell risk för introduktion och spridning av främmande arter i samband med dessa transporter undvikas.

En del komponenter kan dock komma att fraktas från internationella tillverkare direkt till projektområdet. Dessa fartyg och samtliga övriga fartyg som genomför internationella resor omfattas av barlastkonventionen, vilken inrättats med syftet att förhindra introduktion och spridning av främmande organismer. Konventionen har införts i svensk lagstiftning genom barlastvattenlag (2009:1165), barlastvattenförordning (SFS 2017:74) och Transportstyrelsens föreskrifter om hantering och kontroll av fartygs barlastvatten och sediment (TSFS 2017:73).

Påverkan från spridning av främmande arter bedöms vara obetydlig, med utgångspunkt i att påverkan kan avskrivas för fartygstransporter inom Östersjön, samt med beaktande av barlastkonventionen och gällande lagstiftning. Därmed kommer påverkansfaktor främmande arter inte att beskrivas vidare i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

### **6.11 Indirekt påverkan av marint skräp**

Förlorade/tappade fiskeredskap riskerar att fastna i olika anläggningsdelar, exempelvis fundament och förankringslinor. Förlorade/tappade redskap kallas vanligtvis för spökfiskande redskap eller spökgarn och är en typ av marint skräp. Marint skräp som fastnar i olika anläggningsdelar skulle kunna innebära en risk för marina arter, i synnerhet större arter, som riskerar att fångas i spökgarnen.

Spökfiskande redskap kan fortsätta fiska under lång tid, detta då nedbrytningen av redskapen, som ofta är av plast, i regel går väldigt långsamt (Karlsson, et al., 2022). Förlorade/tappade fiskeredskap kan fastna både på naturligt förekommande strukturer i den marina miljön och strukturer som finns inom vindparken. Marint skräp kan under driftsfasen utgöra en risk för påverkan på marint liv. Under driftsfasen kan olika metoder för övervakning av förekomsten av spökfiskande redskap som fastnat i vindparkens anläggningsdelar komma att tillämpas. Anläggningsdelarna kan vid behov komma att rensas från marint skräp.

Under driftsfasen kan olika metoder för övervakning av förekomsten av spökfiskande redskap inom vindparken tillämpas och anläggningsdelarna kan vid behov rensas från marint skräp.

### **6.12 Undanträngning**

Fåglar kan påverkas av en vindpark genom undanträngning, barriäreffekter och kollisioner.

Undanträngning uppkommer till följd av störningar från omgivningen via exempelvis vindkraftverk i drift (på grund av den fysiska närvaron av vindkraftverken med tillhörande ljud och belysning) eller fartyg. Störningar i exempelvis fåglars födosöksområden kan resultera i undanträngning genom att fåglarna måste söka efter mat på annan plats, vilket kan medföra en ökad konkurrens.

### 6.13 Barriäreffekter

Barriäreffekter innebär att en störning uppkommer i fåglars flygstråk, vilket får till följd att fåglarna kan behöva använda sig av alternativa stråk. Användandet av alternativa stråk kan leda till en ökad energiförbrukning, vilket framför allt kan påverka fåglar som måste passera ett område med en vindpark dagligen, exempelvis för färd mellan födosöksområden och övernattningsplatser (Masden, et al., 2009).

### 6.14 Kollisioner

Etablering av vindkraftverk som står i vägen för naturliga rörelsemönster kan leda till kollisionsrisker. Med kollisionsrisk för fåglar avses risk för att fåglar kolliderar och skadas av vindkraftverkens rotorblad. Kollisionsrisken för fåglar beror bland annat på vindkraftverkens utformning, exempelvis svepyta och rotationshastighet, vilken höjd fågeln flyger på, vilket undvikandebeteende fågeln har, flyghastigheten och antalet passerande individer. Beteendestudier som har utförts avseende i vilken grad fåglar undviker att flyga i närheten av vindparker (makro-undvikande), i närheten av vindkraftverk inom vindparker (meso-undvikande) samt hur fåglarna i sista stund undviker att bli träffade av rotorbladen (mikro-undvikande).

Även fladdermöss kan påverkas av kollisionsrisker från vindparker, om dessa ligger inom stråk som används av fladdermöss.

### 6.15 Utsläpp till vatten

Utsläpp till vatten av miljö- och hälsofarliga ämnen (framför allt oljor och drivmedel) under anläggningsfasen, driftsfasen eller avvecklingsfasen kan uppstå som ett resultat av läckage, olyckor eller haverier och kan komma från fartyg och/eller vindparkens olika komponenter. Skulle ett utsläpp ske inom verksamhetsområdet styr rådande vind- och strömförhållanden vart utsläppet tar vägen.

Hur stor skada ett utsläpp/läckage kan orsaka beror till stor del på utsläppets omfattning och egenskaperna hos det ämne som släppts ut. Tyngre och mer svårslösliga komponenter utgör det allvarligaste hotet eftersom dessa ofta hamnar på bottenarna till slut. Östersjön är särskilt känsligt för utsläpp på grund av en begränsad vattenomsättning, en låg vattentemperatur, förekomsten av många grunda områden samt ett känsligt ekosystem. Den låga salthalten gör att organismer i Östersjön redan är under stor fysiologisk stress och att de därför är sämre rustade för att klara av de ytterligare stressfaktorer som ett utsläpp kan innebära.

Ett eventuellt utsläpp riskerar att medföra toxiska effekter på förekommande djur och växter och kan även påverka reproduktionsförmåga, tillväxt, stresstålighet samt orsaka cancer. Utsläpp av olja drabbar även sjöfåglar då det kan påverka deras förmåga att hålla värmen, flyta och flyga. Ett täckande lager av olja på vattenytan kan orsaka minskad syrekonzentration i vattnet samt hindra solinstrålning från att nå ner i vattenmassan, vilket påverkar bottenvegetationen negativt.

För att förebygga risken för olyckor och begränsa påverkan vid en eventuell olycka kommer en miljö- och räddningsplan att upprättas i samråd med bland annat



Kustbevakningen. I planen kommer bland annat framkomligheten vid eventuella olyckor eller utsläpp, samt möjligheten till sanering av oljeutsläpp eller utsläpp av andra kemiska produkter som kan innebära påverkan på omgivningen att beskrivas. Det kommer under projektets samtliga faser att finnas en hög beredskap och ett eventuellt utsläpp eller läckage förväntas upptäckas och hanteras omedelbart. Ett snabbt omhändertagande av ett utsläpp till vatten minskar avsevärt risken för spridning av utsläppet. Med utgångspunkt i ovanstående kommer påverkansfaktorn utsläpp till vatten inte att beskrivas vidare i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

## 6.16 Fysisk påverkan på havsbotten

Fysisk påverkan på havsbotten uppstår som ett resultat av de konstruktioner som anläggs och/eller de installationsmetoder som används och kan innebära en tillfällig eller mer eller mindre varaktig störning av havsbotten. Den fysiska påverkan på havsbotten uppkommer framför allt under anläggningsfasen, men även i viss mån under drifts- och avvecklingsfasen.

Den planerade vindparken kommer att permanent ta bottenyta i anspråk där fundament och eventuella förankringsanordningar anläggs. Hur stor yta som tas i anspråk beror främst på vilken typ av fundament som kommer att användas, antalet vindkraftverk samt i vilken omfattning som erosionsskydd behöver anläggas. Vindparken berör inga ytor inom närliggande riksintressen.

## 6.17 Fysisk störning i luftrummet

En havsbaserad vindpark med höga vindkraftverk/objekt kan medföra en viss inskränkning av luftrummet för civilt flyg och för Totalförsvarets verksamheter (FOI, 2022). Inom så kallade lågflygningsområden kan förekomsten av vindkraftverk i vissa fall påverka Försvarets maktens möjlighet att bedriva lågflygning. Vindkraftverk kan även påverka radarsystem. Tekniska störningar på sambands- och radarsystem kan ytterligare påverka Totalförsvarets verksamhet negativt. Spaningsradar påverkas på flera sätt: signalen blockeras bakom vindkraftverken, små mål blir svåra att urskilja i vindkraftverkens närhet och reflekterade signaler kan ge upphov till falska så kallade "spökmål". Även väderradar kan påverkas genom blockering av signalen

En flyghinderanalys visar att vindpark Aurora ligger inom Kalmar Öland Airports MSA-yta (Minimum Sector Altitude) och TMA a-yta (terminalyta). Bolaget bedömer, efter dialog med Kalmar Airport, att det finns möjligheter att höja MSA-ytan för två olika punkter, samt anpassa TMA a-ytan. Dialogen är pågående och en anpassning av de hinderbegränsande ytorna är en förutsättning för att vindparken ska komma till stånd. Verken kommer att markeras med hinderbelysning som utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.



## 6.18 Visuell effekt

Uppförande av en havsbaserad vindpark ger upphov till en visuell påverkan. Den visuella påverkan av vindkraftverken minskar med avståndet och är också beroende av landskapets naturgivna förutsättningar. Vindparkens hinderbelysning kommer även att påverka det visuella intrycket, speciellt efter mörkrets inbrott.

I området där vindpark Aurora planeras finns de öppna havsvidderna vilket innebär att det inte finns någon vegetation eller topografi som kan mildra den visuella påverkan som vindkraftverken ger upphov till. Verkens visuella inverkan kan beröra landskapets kulturhistoriska karaktär och landskapets kulturhistoriska innehåll. Karaktär avser landskapet som en helhet, det vill säga naturgeografiska förhållanden ur ett holistiskt perspektiv, övergripande strukturer och enskilda element. Innehåll syftar till mindre områden som en fornlämning, en bymiljö eller ett skeppsvrak. Det är primärt landskapets karaktär som påverkas av vindkraftsanläggningar (Nordström, 2003).

## 6.19 Hydrografiska förändringar

Hydrografiska förändringar innebär att vindparken påverkar ström-, blandnings- och vågförhållandena i området, det vill säga den fysiska miljön. Beroende av förändringarnas omfattning kan detta potentiellt påverka den omgivande miljön. Förändrade hydrografiska förhållanden kan framför allt uppstå under driftsfasen på grund av framför allt fundamentens påverkan på strömning och vågor.

Strömförhållandena påverkas av att fundamenten till viss del blockerar strömningen. Strömning runt en pelare eller cylinder är ett välkänt fenomen där en avgränsad strömvak bildas nedströms fundamenten. Flera studier har visat att denna effekt är liten och lokal (Bilaga B.2) När ett fundament bromsar strömningen övergår rörelseenergi i strömmen till blandningsenergi i form av små virvlar. Detta innebär att blandningen blir något förhöjd i strömvaken. Detta skulle potentiellt kunna leda till att skiktningen påverkas. En genomgång av den vetenskapliga litteraturen samt tidigare studier visar dock att denna blandningseffekt är mycket liten (Bilaga B.2). Slutligen kan vindparken påverka vågklimatet, dels genom reflektion och diffraktion mot fundamenten av vågor som passerar vindparken, dels genom att vindparken ger upphov till en vindvak i lä av parken med lägre vindhastigheter. Detta kan därmed leda till något lägre våghöjder och mindre vågenergi i lä av vindparken.

Studier i Danmark visar på att de hydrografiska förändringarna till följd av en vindpark i drift är minimala och mycket lokala på grund av de stora avstånden mellan verken (Dong Energy, et al., 2006). De hydrografiska förändringarnas påverkan på bottenfauna bedöms vara lokal och obetydlig och fisk och marina däggdjur bedöms inte påverkas.

## 6.20 Nautiska risker

I en så kallad HAZID (HAZard IDentification workshop) har ett antal nautiska risker kopplade till anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora identifierats. Nautiska risker kan vara exempelvis kollisioner mellan fartyg i fartygsstråken eller mellan ett fartyg och en segel-/fiskebåt, grundstötning, allisioner eller radarstörningar. Med allisioner avses primärt att ett fartyg kommer i konflikt med vindparken, det vill säga av misstag kommer in i parken. Detta innebär inte nödvändigtvis en olycka, det vill säga att ett fartyg krockar med ett vindkraftverk.

## 6.21 Klimat

En ökad mängd koldioxid i atmosfären och en ökad temperatur till följd av de stigande halterna av koldioxid och andra växthusgaser påverkar klimatet. En ökning av den globala medeltemperaturen i form av fortlöpande klimatförändringar får konsekvenser som förändrade nederbördsmonster, vindförhållanden, utbredning av is och snö, havsytans nivå, varmare hav med mera (Bogren, et al., 2019). Nämnda konsekvenser får en påverkan på såväl naturliga ekosystem på land och i hav som på det mänskliga samhället. Varmare hav, till exempel, skapar förutsättningar för mer omfattande algblomningar, kan påverka artsammansättningar inom olika områden och bidrar till en ökad försurning av havet, där det sistnämnda exempelvis kan påverka arter som har kalkskelett. Vidare går det att se en markant ökning av antalet katastrofer i världen, betingade av klimatologiska, hydrologiska och meteorologiska faktorer. Oavsett de åtgärder som idag vidtas för att begränsa klimatförändringen, kommer det framtida klimatet att se annorlunda ut än dagens klimat.

Påverkan från vindparken uppkommer genom utsläpp av växthusgaser under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Detta utsläpp kompenseras dock av den fossilfria elproduktion som vindparken medför under drift. Under driftskedet sker dels en lokal påverkan av vindklimatet, dels en indirekt global påverkan till följd av att vindparken kan ersätta fossilbaserad elproduktion.

En vindpark som Aurora kan motverka klimatförändringarna och bidra till omställningen till ett fossilfritt samhälle. Vidare kan vindparken bidra till att Sverige kan uppnå sina klimatmål, det nationella behovet av havsbaserad vindkraft och riksdagens mål om helt förnybar elproduktion år 2040.

## 7. Modellering

För att utreda påverkan från den planerade verksamheten har modelleringar av sedimentsuspension och sedimentation samt undervattensljud tagits fram för anläggningsfasen. Därutöver har modelleringar av kollisionsrisk för fåglar tagits fram för driftsfasen.

### 7.1 Sedimentsuspension och sedimentation

#### 7.1.1 Förutsättningar

OX2 har låtit NIRAS genomföra en numerisk modellering av sedimentspridning, se Bilaga B.2, för att bedöma den sedimentsuspension och sedimentation som kan tänkas uppstå under anläggningsarbetena. Sedimentmodelleringen har utgått från det worst case som presenterats i avsnitt 5.3.1, vilket utgörs av monopilefundament med en diameter om 14,3 meter som förankras ned till ett maximalt djup om 60 meter. I worst case antas att alla fundament anläggs genom borrhning, vilket är ett mycket konservativt antagande då det är högst osannolikt att så kommer att ske. Kablar antas anläggas genom nerspolning i sedimentet, vilket är den installationsteknik som ger upphov till mest omfattande uppslamning. Sedimentmodelleringen omfattar såväl sedimentsuspension (avsnitt 6.2) som sedimentation (avsnitt 6.3).

Simuleringar med sedimentmodellen utfördes för ett representativt delområde i den sydvästra delen av verksamhetsområdet för en fiktiv installationsperiod på nio månader innefattande 96 fundament, sex transformator- eller omriktarstationer, internkabelnät samt anslutningskabel. Den simulerade sedimentspridningen inom delområdet bedöms som representativ för hela verksamhetsområdet, vilket även undersökts genom att simulera och jämföra sedimentspridningen från anläggningen av två enskilda fundament, ett i det sydvästra och ett i det nordöstra hörnet av verksamhetsområdet. För ytterligare detaljer se Bilaga B.2.

Under den simulerade installationsperioden beräknas cirka 1,7 miljoner kubikmeter sediment borraras eller spolras upp, varav knappt 1,2 miljoner kubikmeter antas gå i suspension. Resterande sediment förväntas ha en kornstorlek större än cirka 0,2 millimeter, baserat på tillgängligt underlag avseende förekommande bottensubstrat inom området (SGU, 2020), vilket innebär att de snabbt faller till botten i nära anslutning till den plats där borrhningen eller spolningen genomförs.

I modellen släpps sedimenten från samtliga anläggningsarbeten ut 2 meter ovanför botten, vilket är ett rimligt antagande utifrån de installationstekniker som kan bli aktuella.



Simuleringarna har gjorts med modellverktyget MIKE 21 Flow Model FM och modulerna HD (Hydrodynamic Module) samt PT (Particle Tracking Module). HD-modulen beräknar vattnets rörelser medan PT-modulen simulerar sedimentpartiklarnas spridning. Beteckningen FM står för Flexible Mesh, vilket innebär att de numeriska beräkningarna görs i ett oregelbundet beräkningsnät vars upplösning kan variera. I den aktuella modellen sträcker sig beräkningsnätet från Nordsjön, där upplösningen är cirka 20 kilometer, ända upp till Bottenviken. I området för vindparken är upplösningen cirka 50 - 100 meter. Den hydrodynamiska modellen drivs av vattenståndsförändringarna i Nordsjön, vind och lufttryck, samt tillrinning från de dominerande avrinningsområdena runt Östersjön, Skagerrak och Kattegatt. Data från år 2008 har använts då mätningar visade att detta år var representativt för förhållandena i området för vindparken.

MIKE 21 är en så kallad två-dimensionell strömmodell, vilket innebär att strömfältet saknar vertikal variation. Däremot beräknas partikelspridningen i tre dimensioner då denna inte är beroende av beräkningsnätets upplösning. Strömmodellen har verifierats mot vattenståndsmätningar i Ystad, Kalmar och Visby. För att bedöma den effekt den vertikala skiktningen i Östersjön har på den vertikala partikelspridningen så har två fall simulerats, ett där partiklarnas vertikala dispersionskoefficient satts till noll i modellen (stark skiktning) och ett där modellens standardvärde använts (svag skiktning).

### 7.1.2 Resultat

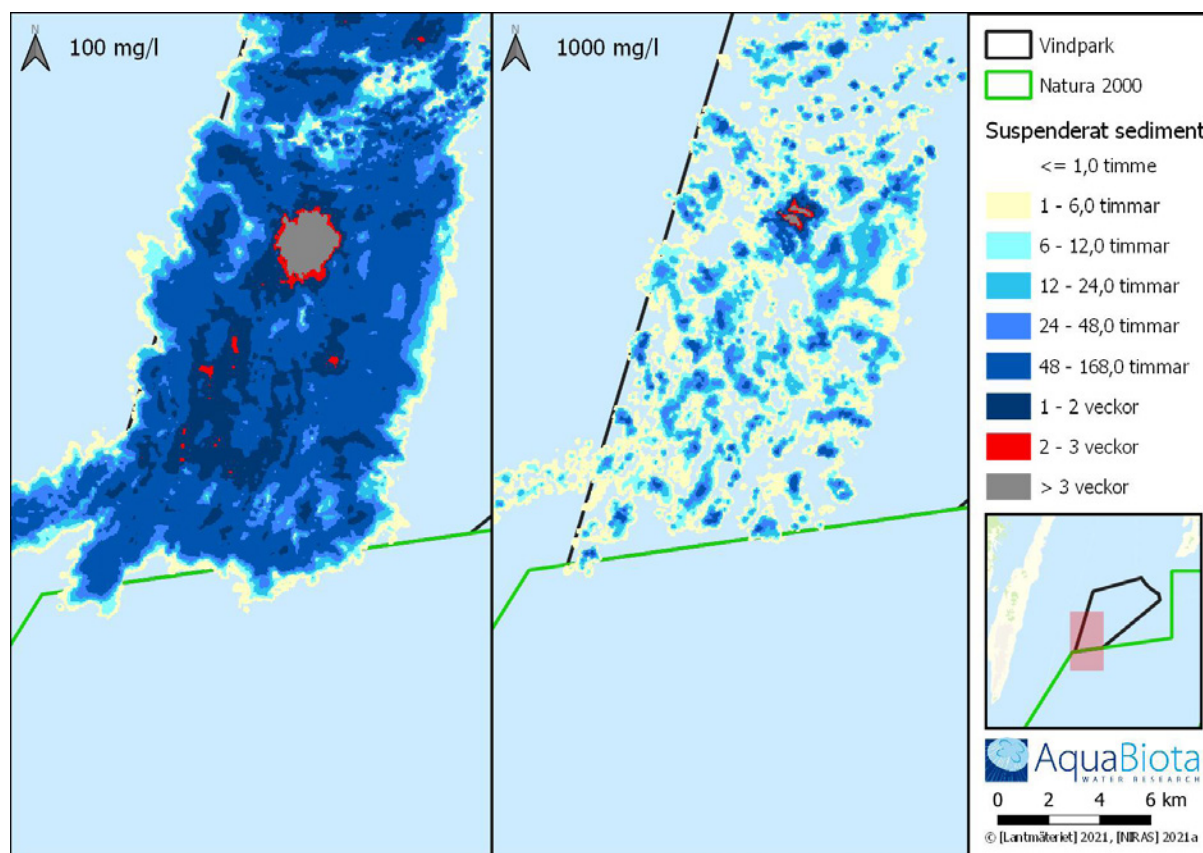
För att sammanställa omfattningen av den simulerade sedimentsuspensionen från anläggningsarbeten har varaktigheten för olika nivåer beräknats. I modellen sker inte anläggningsarbetena för alla fundament i det sydvästra delområdet samtidigt, utan succesivt med fyra parallellt arbetande installationsfartyg eller arbetsplattformar över den cirka nio månader långa installationsperioden. Det betyder att de presenterade resultaten inte visar en ögonblicksbild, utan en bild över hur många timmar under simuleringsperioden som halten av suspenderat sediment överskrider ett visst värde, i detta fall 100 mg/l respektive 1000 mg/l. Dessa värden baseras på att studier har visat att halter på upp till 100 mg/l i upp till två veckor generellt har en liten påverkan på fiskar (Karlsson, et al., 2020). Om exponeringen sker under en kortare tid, från timmar upp till dagar, kan flera fiskarter till och med klara halter uppemot 1000 mg/l.

Vid anläggningen uppstår sedimentsuspension endast i nära anslutning till de platser där anläggningsarbeten för tillfället pågår, medan övriga delar av verksamhetsområdet är fritt från suspenderat sediment. Sedimentsuspensionens varaktighet har beräknats för ett en meter tjockt lager ovan botten, ett ytlager motsvarande de översta 10 metrarna samt som medelvärde över hela vattendjupet. Resultatet blir en karta för varje given koncentrationsnivå och djupintervall som visar under hur många dagar under hela simuleringsperioden som grumlingen överstiger koncentrationsnivån i varje beräkningscell. Nedan presenteras endast kartor för bottenlagret eftersom halterna av suspenderat sediment och varaktigheterna är som störst där, vilket i sin tur beror på att utsläppen av sediment antas ske två meter över botten.

I Figur 29 visas varaktigheten för halterna av suspenderat sediment över 100 respektive 1000 mg/l i ett en meter tjockt lager ovanför botten vid den sydvästra delen av vindparken för fallet med stark skiktning, då detta fall gav de högsta halterna. Det är tydligt att varaktigheten för halter av suspenderat sediment över 1000 mg/l generellt är låg, under 24 timmar, medan varaktigheter över två veckor endast uppstår inom ett mycket begränsat område centralt i delområdet där plattformarna placerats i modellen. Den bottenyta som exponeras för en varaktighet mellan 2 dagar och 1 vecka utgör cirka 7 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 3 procent av delområdets totala yta. För majoriteten av de botten som exponeras för en halt över 1000 mg/l blir varaktigheten endast mellan 1 och 6 timmar, vilket täcker en yta om cirka 60 km<sup>2</sup> motsvarande cirka 26 procent av delområdets totala yta.

Halter på 100 mg/l och högre uppkommer i stort sett över hela delområdet och varaktigheten för halter över 100 mg/l blir längre, dock överlag mindre än två veckor förutom runt plattformarna i mitten av delområdet och i ett fåtal punkter söder om plattformarna. Bottenytan som exponeras för halter över 100 mg/l under 2 dagar upp till en vecka utgör cirka 139 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 59 procent av delområdets totala yta. Varaktigheter mellan 1 och 2 veckor täcker en yta om cirka 43 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar cirka 18 procent av delområdets totala yta.

Observera att varaktigheten inte behöver vara sammanhängande, utan att överskridande av en koncentrationsnivå kan ske vid olika tidpunkter under simuleringsperioden.



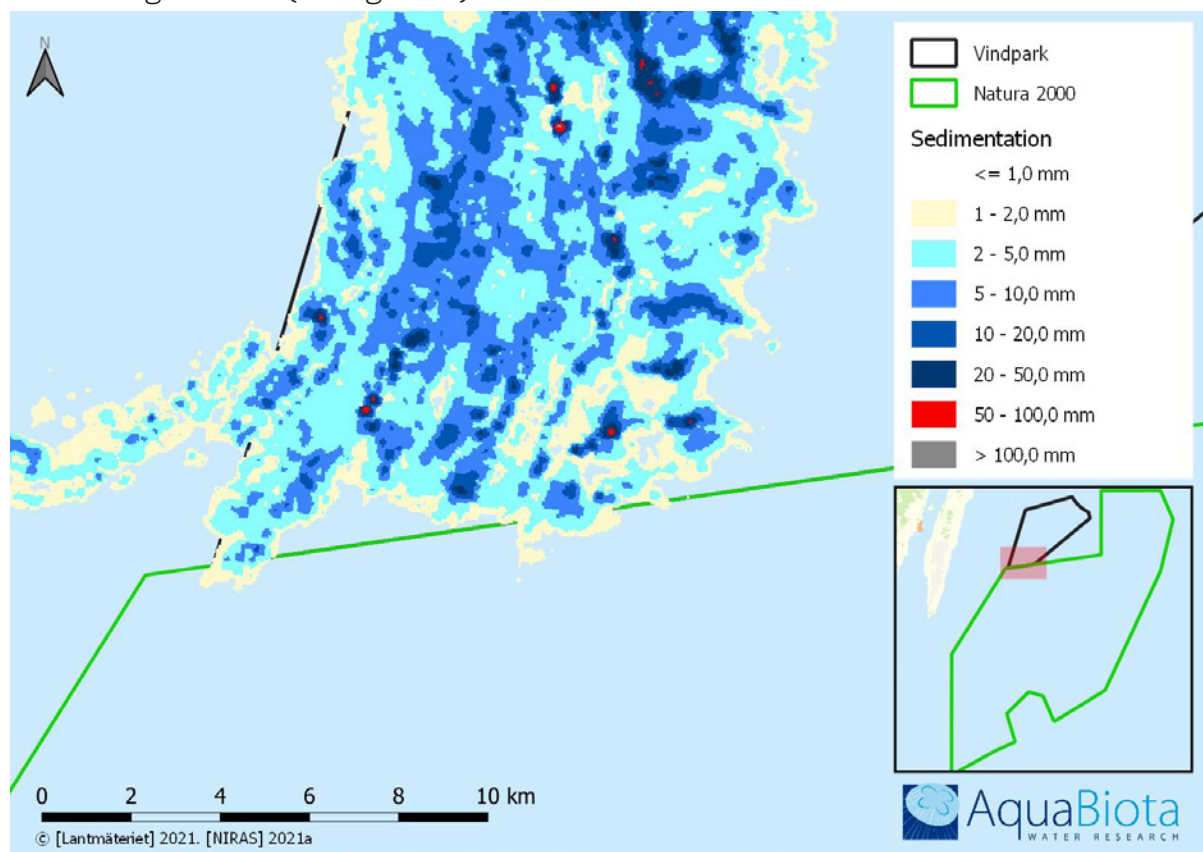
Figur 29. Varaktigheten för koncentrationer av suspenderade sediment över 100 mg/l (vänster panel) respektive 1000 mg/l (höger panel) mellan 1 meter över botten och botten för hela simuleringsperioden. Detalj som visar vindparkens sydvästra del.

Resultaten visar även att suspenderade sediment med halter över 100 mg/l knappt återfinns alls utanför delområdet eller kabelkorridoren

Figur 30 visar den ackumulerade sedimentationen i området, som uppstår på grund av anläggningarbetena, i millimeter sedimenterat material, baserat på en densitet hos det sedimenterade materialet om 1 850 kg/m<sup>3</sup>. Resultaten är för fallet med svag skiktning, då det gav pålagring över störst bottenytor. Allt uppslammat material kommer förr eller senare att sedimentera, vilket ger den distribution som Figur 30 visar.

Enligt sedimentmodelleringen varierar sedimentationen inom delområdet, men är minimal utanför delområdet och kabelkorridoren. Över större delen av delområdet uppgår sedimentationen till cirka 1 - 10 millimeter och i vissa delar upp till 20 millimeter. Den bottenyta som får en pålagring mellan 10 och 20 millimeter uppgår till cirka 13 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar endast cirka 6 % av delområdets totala yta. Vid flera av vindkraftsfundamenten blir den beräknade sedimentationen cirka 50 - 100 millimeter över en yta om cirka 4 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar knappt 2 procent av delområdets totala yta. Vid plattformarna i mitten av delområdet överskrider sedimentationen 100 mm men detta område utgör endast cirka 0,3 procent av det modellerade delområdets yta.

Utanför själva verksamhetsområdet beräknas sedimentationen uppgå till mellan 1 och 10 millimeter inom ett mycket litet område, som mest någon kilometer utanför själva verksamhetsområdet, samt i kabelkorridoren på grund av nedspolningen av anslutningskabeln (se Figur 30).



Figur 30. Maximal sedimentationstjocklek under simuleringsperioden för fallet med svag skiktning. Detalj som visar vindparkens sydvästra del samt början på kabelkorridoren.

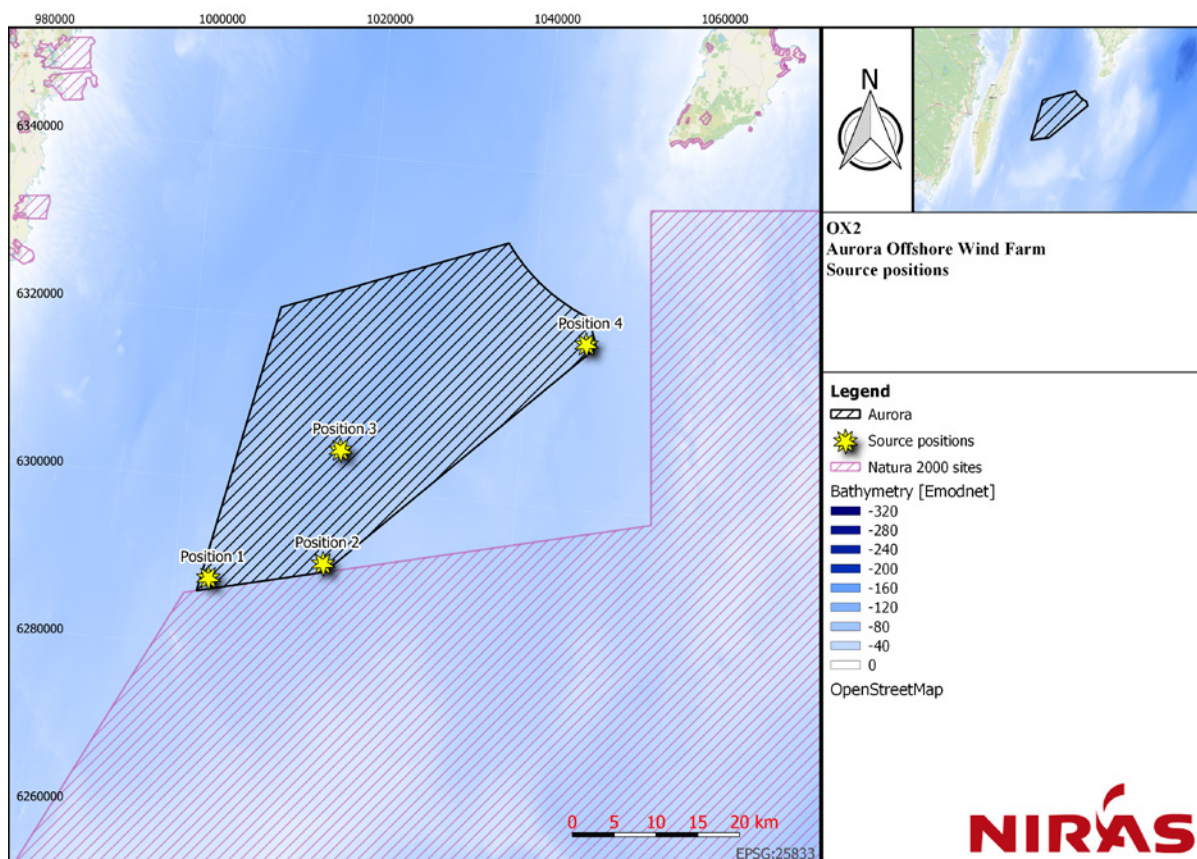
## 7.2 Undervattensljud

### 7.2.1 Förutsättningar

#### 7.2.1.1 Anläggning

Modellering av undervattensljud som uppstår vid anläggningsarbetena har utförts för fyra olika positioner (Figur 31) inom den planerade vindparken, se Bilaga B.3.A. Dessa positioner representerar ett worst case, där ljudutbredningen och dess konsekvenser förväntas bli som störst. Simuleringen har gjorts i en 3D akustisk modell i dBSea 2.3.2. Modelleringen har utgått från kunskap om platsspecifika förhållanden avseende exempelvis batymetri och havsbottens sedimentkomposition, saliniteten och temperaturgradienten i vattenkolumnen, samt en vedertagen källmodell. Hänsyn har tagits till säsongvariationen, vilken har betydelse för ljudutbredningen. Med hjälp av avancerade spridningsalgoritmer för undervattensljud beräknades ljudemissionen från varje scenario i 180 riktningar ( $2^\circ$  upplösning).

Worst case scenario för tumlare och säl utgjordes av installation av fackverksfundament, med pinpiles om 4,5 meter i diameter, genom pålning. Användning av ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin och mjuk uppstart utgjorde förutsättningar för modelleringen. Hydro sound damper har inte använts för pinpiles då det finns tekniska begränsningar när det gäller att utföra installation av fackverksfundament med hydro sound damper.



Figur 31. Positioner valda som ljudkällor för undervattensljudmodellering (NIRAS, 2022).

Worst case scenario för fisk utgjordes av installation av monopilefundament (14,3 meter i diameter) genom pålning. Användning av ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin, hydro sound damper och mjuk uppstart utgjorde förutsättningar för modelleringen. Simuleringsperioden är genomförd för mars månad, vilket är den månad där ljudspridningen blir som mest omfattande.

De olika nivåerna av påverkan, från beteendeförändring till permanent hörselnedsättning, kan beskrivas som påverkansnivåer. De påverkansnivåer som använts som bedömningsgrunder för tumlare och säl redovisas i Tabell 16. II Bilaga B.8 redovisas en utförligare beskrivning av påverkansnivåer och gränsvärden för tumlare. Artspecifika gränsvärden för torsk, sill, larver och ägg redovisas i Tabell 17.

Tabell 16. Viktade gränsvärden för impulsivt ljud för undvikandebeteende, temporär hörselnedsättning (TTS) och permanent hörselnedsättning (PTS) för tumlare, från (Tougaard, et al., 2015; Southall, et al., 2019; NOAA, 2018).

Påverkan	Gränsvärde	
	Tumlare	Säl
	<b>Impulsivt</b>	
Undvikandebeteende	100 dB re 1 $\mu$ Pa (SPL <sub>RMS-fast</sub> )	-
Tillfällig hörselnedsättning, TTS (temporary threshold shift)	140 dB re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s (SEL <sub>cum</sub> )	170 dB re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s (SEL <sub>cum</sub> )
Permanent hörselnedsättning PTS (permanent threshold shift)	155 dB re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s (SEL <sub>cum</sub> )	185 dB re 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s (SEL <sub>cum</sub> )

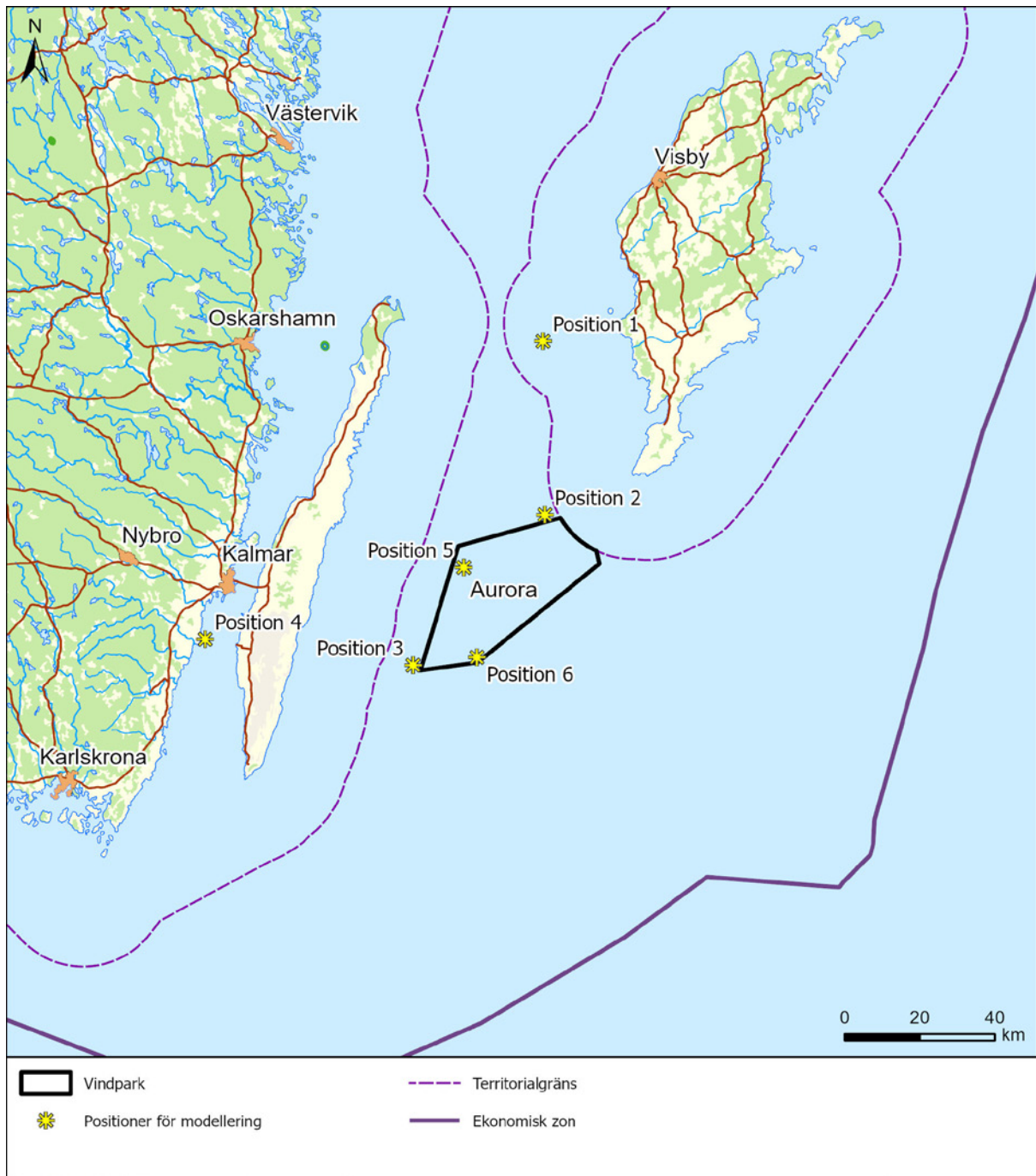
Tabell 17. Artspecifika gränsvärden för impulsivt ljud för temporär hörselnedsättning (TTS) och fysiologiska skador för torsk, strömming, larver och ägg. (Andersson et al., 2017; Popper, 2014)

Art	Artspecifikt tröskelvärde (impulsivt)	
	SEL <sub>C24h,ej viktat</sub>	
	TTS [dB]	Skada [dB]
Torsk och strömming	185	204
Larver och ägg	-	207

### 7.2.1.2 Anläggningsundersökningar

Ljudutbredningsmodellering i dBSea utfördes även för de olika typer av utrustning som är tänkta att användas vid planerade anläggningsundersökningar, se Bilaga B.3.B. Inom verksamhetsområdet valdes två positioner för ljudkällor och inom kabelkorridorerna valdes fyra positioner. Beräkningar utfördes för tre kombinationer av utrustning. I den första användes komplett utrustning som omfattar Innomar, en sparker och fyra MiniG airguns, i den andra utelämnades sparker, och den tredje användes endast Innomar-systemet. Alla egenskaper som är specifika för varje del av utrustningen inkluderades i modellen i dBSea. Ljudutbredningsmodelleringen utfördes för en representativ 24-timmarsundersökning i syfte att fastställa de avstånd där undvikandebeteende, TTS och PTS skulle kunna inträffa hos tumlare.





Figur 32. Positioner valda som ljudkällor för undervattensljudmodellering (NIRAS, 2021d). Position 1 och 4 ligger i projekterade korridorer för exportkabel, tillstånd för dessa söks i separat prövning och redovisas endast som följdverksamhet i föreliggande MKB.

## 7.2.2 Resultat

### 7.2.2.1 Anläggning

Resultatet från ljudutbredningsmodelleringen anger tröskelvärden för avstånd där skada samt tillfällig och/eller permanent hörselnedsättning kan uppkomma för marina däggdjur och fisk. Tröskelavstånd för PTS och TTS, beskriver det minsta avståndet från ljudkällan som ett marint däggdjur eller fisk behöver befinna sig på, innan pålning påbörjas, för att undvika respektive påverkan. Den representerar därför inte en specifik mätbar ljudnivå, utan snarare ett säkert utgångsläge. För tumlare beräknades även avståndet för beteendepåverkan. Tröskelavståndet för undvikandebeteende beskriver det specifika avståndet upp till vilket beteendepåverkan sannolikt kommer att inträffa när maximal hammarenergi appliceras på ett slag. Samma avstånd för beteendepåverkan som beräknats för tumlare appliceras även på säl. Antagandet om samma påverkansavstånd för säl bedöms vara konservativt då säl generellt är mindre känsliga för undervattensljud än tumlare.

Modelleringsresultatet visar att vid pålning av pinpiles för fackverksfundament, vid användning av dubbel bubbelgardin, kan ljudnivåer som kan orsaka PTS hos tumlare och säl uppkomma inom ett avstånd om 25 meter från fundamentet. Ljudnivåer som kan orsaka TTS hos tumlare, kan förekomma på 60 - 90 meters avstånd från fundamentet. Hos säl kan TTS uppstå inom 50 meters avstånd från ljudkällan vid pålning. Beteendepåverkan hos tumlare och säl kan uppkomma inom cirka 7,2 - 9,4 kilometers avstånd, se Tabell 18 och Tabell 19.

Tabell 18. Resultaterande tröskelvärden för avstånd till påverkan för tumlare. I simuleringen användes ljustdämpande åtgärder motsvarande DBBC för pinpiles för worst case under mars månad.

Art	Flykt-hastighet [m/s]	Position	Skydds-åtgärder	Tröskelvärde för avstånd till påverkan [m]		
				SEL <sub>C24h</sub> <sup>*</sup>		SPL <sub>RMS-fast</sub> <sup>*</sup>
				TTS	PTS	Beteende
Tumlare	1.5	Position 1	DBBC	80	< 25	7200
		Position 2	DBBC	80	< 25	8450
		Position 3	DBBC	90	< 25	9350
		Position 4	DBBC	60	< 25	7600

\* Tröskelvärde nivå viktad med frekvens

Tabell 19. Resultaterande tröskelvärden för avstånd till påverkan för säl. I simuleringen användes ljustdämpande åtgärder motsvarande DBBC för pinpiles för worst case under mars månad.

Art	Flykt-hastighet [m/s]	Position	Skydds-åtgärder	Tröskelvärde för avstånd till påverkan [m]		
				SEL <sub>C24h</sub> <sup>*</sup>		SPL <sub>RMS-fast</sub> <sup>*</sup>
				TTS	PTS	Beteende
Säl	1.5	Position 1	DBBC	< 50	< 25	7200
		Position 2	DBBC	< 50	< 25	8450
		Position 3	DBBC	< 50	< 25	9350
		Position 4	DBBC	< 50	< 25	7600

\* Tröskelvärde nivå viktad med frekvens

Utifrån antagandet att samma påverkansavstånd för undvikandebeteende som tillämpas på tumlare kan användas för säl har NIRAS utfört beräkningar av hur mycket av sälarnas förväntade utbredningsområde, från närmsta kända liggplatser, som överlappar med påverkansområdet för undvikandebeteende vid pålning, se Tabell 20.

Tabell 20. Överlapp mellan utbredningsområde för knubbsäl respektive gråsäl och påverkansområdet för undervattensljud från pålning av fackverksfundament som kan medföra undvikandebeteende (NIRAS, 2021a).

	Påverkansområde (km <sup>2</sup> )	Utbredningsområde från liggplats (km <sup>2</sup> )	% påverkad area
<b>Knubbsäl</b>	235 km <sup>2</sup>	3950 km <sup>2</sup>	5,9 %
<b>Gråsäl</b>		51 221 km <sup>2</sup>	0,6 %

För torsk och sill, samt larver och ägg, beräknades avstånden för tillfällig hörselnedsättning och skadetröskelvärden, vilka visas i Tabell 21 nedan. Avståndet för skadetröskelvärde är cirka 25 meter både för torsk och strömming, medan avståndet för skadetröskelvärde för ägg och larver är cirka 450 meter. Ljudnivåer som kan orsaka TTS hos torsk och strömming kan uppnås på cirka 3,9 - 11,7 kilometers avstånd från fundamentet.

Tabell 21. Resultaterande tröskelvärde för avstånd för temporär hörselnedsättning och fysiologiska skador på fisk. I simuleringen användes en dubbel bubbelgardin och en Hydro Sound Damper (HSD-DBBC NAS) för monopiles för worst case under mars månad.

Art	Flykt-hastighet [m/s]	Position	Skydds-åtgärder	Tröskelvärde för avstånd till påverkan [m]	
				TTS	Skada
Torsk juvenil	0,38	Position 1	HSD-DBBC	7 750	< 25
		Position 2	HSD-DBBC	8 350	< 25
		Position 3	HSD-DBBC	9 250	< 25
		Position 4	HSD-DBBC	11 700	< 25
Torsk vuxen	0,9	Position 1	HSD-DBBC	4 550	< 25
		Position 2	HSD-DBBC	4 950	< 25
		Position 3	HSD-DBBC	5 600	< 25
		Position 4	HSD-DBBC	7 900	< 25
Strömming	1,04	Position 1	HSD-DBBC	3 900	< 25
		Position 2	HSD-DBBC	4 250	< 25
		Position 3	HSD-DBBC	4 850	< 25
		Position 4	HSD-DBBC	7 050	< 25
Larver och ägg	0	Position 1	HSD-DBBC	-	475
		Position 2	HSD-DBBC	-	450
		Position 3	HSD-DBBC	-	450
		Position 4	HSD-DBBC	-	450

“ - “ Tröskelvärde finns inte för arten

### 7.2.2.2 Anläggningsundersökningar

Avståndet för undvikandebeteende baseras på en enda puls och kommer därför att representera undvikandebeteendet under hela undersökningen, i förhållande till fartygets position. Resultaten från modelleringen visade variationer mellan de olika utrustningsuppsättningarna och mellan olika källpositioner, se Tabell 22 och Tabell 23. För PTS och TTS anges avstånden som ett intervall från minsta till största avståndet, vilket representerar den variation som beror på de marina däggdjrens positioner i förhållande till undersökningsfartyget. Det minsta avståndet representerar marina däggdjur placerade "bakom" eller vinkelrätt mot fartyget, medan det maximala avståndet representerar marina däggdjur som är placerade framför fartyget. Resultaten kan användas för att definiera det minsta avstånd som ett marint däggdjur måste avskräckas från, i förhållande till undersökningsfartyget, innan aktiviteter fullständigt sätts i gång. Mjukstarts-/upptrappningsprocedurer bör därför utföras före den seismiska undersökningen.

Tabell 22. Resultande tröskelvärden för avstånd till påverkan från seismiska undersökningar på tumlare.

Ljudkällans position	Scenario	Utrustning	Position	Tröskelvärde för avstånd till påverkan [m]		
				SEL <sub>C24h</sub> <sup>*</sup>		SPL <sub>RMS-fast</sub> <sup>*</sup>
				TTS 140 dB	PTS 155 dB	Beteende 100 dB
Vindpark	1	Innomar, sparker, airguns	Position 5	250-625	< 25	2150
			Position 6	250-625	< 25	1900
	2	Innomar, airguns	Position 5	250-625	< 25	1550
			Position 6	250-625	< 25	1550
	3	Innomar	Position 5	250-625	< 25	1550
			Position 6	250-625	< 25	1550
Kabelkorridor	3	Innomar	Position 1	225-550	< 25	1600
			Position 2	225-625	< 25	1550
			Position 3	250-550	< 25	1450
			Position 4	160-425	< 50	1400

Tabell 23. Resulterade tröskelvärden för avstånd till påverkan från seismiska undersökningar på säl.

Ljudkällans position	Scenario	Utrustning	Position	Tröskelvärde för avstånd till påverkan [m]		
				SEL <sub>C24h</sub> <sup>*</sup>		SPL <sub>RMS-fast</sub> <sup>*</sup>
				TTS 170 dB	PTS 185 dB	Beteende 100 dB
Vindpark	1	Innomar, sparker, airguns	Position 5	< 50	< 25	2150
			Position 6	< 50	< 25	1900
	2	Innomar, airguns	Position 5	< 50	< 25	1550
			Position 6	< 50	< 25	1550
	3	Innomar	Position 5	< 50	< 25	1550
			Position 6	< 50	< 25	1550
Kabelkorridor	3	Innomar	Position 1	< 50	< 25	1600
			Position 2	< 50	< 25	1550
			Position 3	< 50	< 25	1450
			Position 4	< 50	< 25	1400

Resultaten visar att avstånden från all utrustning varierar inom nästan samma intervall, vilket beror på att Innomar är den dominerande ljudkällan på avstånd om cirka 1,5 - 2 kilometer från undersökningsfartyget. Undersökningsutrustningen kan medföra PTS hos tumlare på ett avstånd upp till 25 - 50 meter från fartyget vid seismiska undersökningar. För säl kan PTS uppstå inom 25 meter från ljudkällan. Avståndet för TTS beräknades till 160 - 625 meter för tumlare och mindre än 50 meter för säl. En mjukstart, där ofarligt ljud avges exempelvis från undersökningsfartyget under cirka 30 minuter, bedöms vara tillräcklig för att tumlare och säl ska förflytta sig till ett avstånd där potentiella skador (PTS och TTS) inte längre kan uppstå.

För tumlare och säl är avståndet för undvikandebeteende som högst 2150 meter från undersökningsfartyget för scenario 1 och upp till cirka 1600 meter för scenario 2 eller 3. För undvikandebeteende visade sig sparker vara den dominerande ljudkällan, eftersom den har en mycket låg arbetscykel (0,5 Hz) jämfört med Innomar-systemet (4 Hz), se Bilaga B.3.B.

### 7.3 Kollisionsrisk

Etablering av vindkraftverk i fåglarnas flygstråk kan leda till kollision. Kollisionsriskmodellering för Aurora har utförts av DHI A/S. Det uppskattade antalet fåglar som skulle kollidera med vindparken (kollision med rotorblad) har uppskattats med en modifierad version av Band-modellen från 2012. Band-modellen används internationellt som en standardmetod för att beräkna kollisionsrisker för migrerande fåglar och lokala sjöfåglar (Band, 2012). Modellen använder tekniska data om vindkraftverken i parken samt fågelinformation om till exempel antalet individer som passerar, fåglarnas storlek, flyghastighet, flyghöjd och i vilken utsträckning olika arter undviker att flyga i områden med risk att träffas av rotorbladen. Även om fåglarnas flygbeteende kan variera mellan olika platser ger modelleringen av kollisionsrisken en indikation på omfattningen av antalet årliga olyckor i en vindpark.

När kollisionsrisken beräknades för rastande fåglar användes de tätheter som observerades i baslinjeundersökningarna och i (Skov, H; o.a., 2011). En fast andel flygande fåglar av det totala antalet förväntade rastande fåglar användes i enlighet med Furness m.fl. (2013). Vid beräkningen av kollisionsrisken för migrerande fåglar användes en konservativ metod där antalet flyttfåglar som passerar Aurora under vår- och höstsäsongen antogs som en andel av den totala flygvägen genom Östersjöns mellersta del som är lika stor som vindparkens bredd i förhållande till hela korridorens bredd

Kollisionsberäkningarna gjordes för en typ (25 MW) av vindkraftverk med totalhöjd av 370 meter och totalt 370 verk i vindparken. Detta är inte ett troligt scenario då avståndet mellan varje verk blir för litet med denna design och därmed är kollisionsberäkningen ett "dubbelt" worst case.

Femton fågelarter valdes ut för att beräkna kollisionsrisken vid Aurora. Ett urval av 15 fågelarter som ingick i kollisionsriskmodelleringen gjordes som var i linje med ett worst case scenario så att ingen art med högre känslighet för kollisioner saknades vid modelleringen. Urvalet inkluderar både stora och små fåglar med olika flygbeteenden under aktiv flyttning och när de passerar vindkraftverk, se Bilaga B.9..

## 8. Effekter och konsekvenser

### 8.1 Klimatnytta och klimatpåverkan

#### Samlad konsekvensbedömning

Etableringen av vindpark Aurora kommer att innebära en viss klimatpåverkan i form av de utsläpp som genereras under framställningen av vindparkens olika material och komponenter, samt under själva anläggandet av vindparken. Baserat på beräkningar av utsläpp av växthusgaser per kWh producerad el, som gjorts för såväl havs- som landbaserad vindkraft, förväntas vindpark Aurora generera utsläpp av växthusgaser som understiger 8 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

Elproduktionen från vindpark Aurora beräknas medföra 45 gånger mindre koldioxidutsläpp jämfört med samma genomsnittliga produktion av energi i Norden. Jämfört med den genomsnittliga energiproduktionen i Europa skulle produktionen från Aurora innebära cirka 60 gånger mindre koldioxidutsläpp. I jämförelse med utsläppen av koldioxid som uppstår vid elproduktion från en rimlig ersättningsmix kan vindpark Aurora minska utsläppen av koldioxid med 14 miljoner ton/år. Därav bedöms Aurora vara en synnerligen essentiell del i Sveriges nationella arbete för att uppnå klimatmålet om en helt förnybar elproduktion år 2040 och noll nettoutsläpp av klimatgaser senast 2045. Vindpark Aurora bedöms kunna bidra mycket positivt till arbetet med att ersätta fossil elproduktion och därigenom bidra till storskalig reduktion av växthusgasutsläpp.

#### 8.1.1 Förutsättningar

Structor Miljöpartner (Structor) har på uppdrag av OX2 gjort en utredning i syfte att tydliggöra den havsbaserade vindkraftens klimatpåverkan och klimatnytta, och mer specifikt vindpark Auroras bidrag, se Bilaga B.4. Utredningen innehåller en kort sammanställning av aktuell klimatforskning, klimatpolitik och livscykelanalyser för olika energislag, samt beräkningar av växthusgasutsläpp och klimatnytta för vindpark Aurora.

#### Beräkningar av Auroras klimatpåverkan

Genom livscykelanalysen kan den samlade påverkan per kWh producerad el beräknas och jämföras med andra kraftslag. Den genomförda undersökningen av livscykelanalyser för vindkraft visar på utsläpp av växthusgaser mellan 7 och 56 g CO<sub>2</sub>e/kWh, beroende på typ av vindkraftverk, geografisk placering och andra förhållanden, se Bilaga B.4. Det är de små vindkraftverken som står för utsläpp i det högre intervallet. En tysk studies livscykelanalyser visar på växthusgasutsläpp om 7,3 g CO<sub>2</sub>e/kWh, för ett genomsnittligt vindkraftverk till havs (Hengstler, et al., 2021). Även Vattenfall AB har genomfört livscykelanalyser för nyare (landbaserade) vindkraftverk, som resulterat i lägre växthusgasutsläpp, på 6–7 g CO<sub>2</sub>e/kWh (Vattenfall, 2019).



Enligt IPCC genererar havsbaserad vindkraft 1 g CO<sub>2</sub>e/kWh mer än landbaserad vindkraft (IPCC, 2014). Därav kan det, utifrån Vattenfalls studie 2019 samt IPCCs antaganden om havsbaserad vindkraft, antas att vindkraft i Aurora medför koldioxidutsläpp på cirka 8 g CO<sub>2</sub>e/kWh. Då produktionen från Aurora förväntas vara betydligt högre jämfört med de landbaserade kan dock koldioxidutsläppen förväntas vara lägre än 8 g CO<sub>2</sub>e/kWh för Aurora, se Bilaga B.4.

### **Beräkningar av Auroras klimatnytta**

Auroras utsläpp på cirka 8 gCO<sub>2</sub>e/kWh kan jämföras med genomsnittlig klimatpåverkan från nordisk produktion (nordisk mix) som genererar cirka 365 gCO<sub>2</sub>/kWh samt genomsnittlig påverkan från europeisk produktion (europeisk mix) som genererar 486 gCO<sub>2</sub>/kWh (AIB, 2019). CO<sub>2</sub>-utsläppen från Auroras förväntade årsproduktion på 24 TWh skulle vara runt 45 gånger mindre, jämfört med samma produktion av energi från nordisk mix. Jämfört med europeisk mix skulle produktionen från Aurora innebära cirka 60 gånger mindre koldioxidutsläpp. Bedömningen är därmed att vindpark Aurora medför en betydande klimatnytta då avsevärt mycket mindre CO<sub>2</sub> genereras per producerad kWh.

#### 8.1.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för klimatet.

##### *8.1.2.1 Klimatförändringarnas påverkan på marin miljö*

Östersjön är idag utsatt för flertalet stressfaktorer som bland annat övergödning, miljögifter och överfiske. Klimatförändringar ökar det redan existerande negativa trycket på Östersjöns marina miljö. Varmare klimat leder till starkare stratifiering av vattenkolumnen som i sin tur medför att utbytet av näringsämnen i vattenkolumnen begränsas. I kombination med lägre syrehalt kommer dessa förändringar av biogeokemiska processer påverka hela näringsväven (Andersson, et al., 2015).

Klimatförändringar medför varmare havsvattentemperaturer, vilket medför att de årliga algblomningarna börjar tidigare på våren. Detta skulle kunna leda till en ökad belastning av organiskt material till bottenarna som i sin tur riskerar att orsaka en expansion av de syrefattiga/syrefria zonerna i Östersjön (Hjerne, et al., 2019; Meier, et al., 2012). Lägre syresättning leder till mindre lyckad rekrytering av bentiska fiskar. Blir botten helt syrefri kan endast vissa typer av bakterier överleva i denna miljö (Tallqvist, et al., 2019; Hermans, et al., 2019). Klimatförändringar kan även leda till mer intensiva algblomningar som i sin tur även leder till mindre ljusgenomträngning genom vattenkolumnen.

Stigande havstemperaturer leder även till ändrad salt- och syrehalt vilket medför förändringar av fiskpopulationers struktur och omfattning (Hwang & Jung, 2012; Andersen, et al., 2020). I Östersjön är Östersjötorskens status redan klassad som sårbar och om salt- och syrehalter förändras kan torskens lek och fortlevnad påverkas negativt (Ammar, et al., 2021).



Marina däggdjur som säl och tumlare har hög metabolism och kräver därmed ett högt födointag. Minskande fiskpopulationer till följd av klimatförändringar och andra stressfaktorer påverkar därmed även marina däggdjur negativt, se avsnitt 8.4 och 8.5.

Sammantaget kommer klimatförändringar att påverka Östersjöns marina ekosystem negativt. En viktig drivkraft till att bygga havsbaserad vindkraft är att minska utsläppen av växthusgaser och begränsa klimatpåverkan. Vindpark Aurora utgör således en viktig del i arbetet med att begränsa negativ påverkan av klimatförändringar på marina organismer både lokalt och globalt.

#### *8.1.2.2 Nollalternativ*

Nollalternativet innebär att vindpark Aurora inte kommer till stånd. Klimatbelastningen från anläggningsfasen och avvecklingsfasen uteblir. Reduceringen av koldioxidutsläpp som Aurora kan bidra med under sin driftstid genom att ersätta andra mer utsläppsintensiva energikällor uteblir även den, se vidare i avsnitt 8.1.2.3, 8.1.2.4 och 8.1.2.5. Nollalternativet innebär vidare att vindpark Auroras bidrag till Sveriges behov av storskalig utbyggnad av förnybar elproduktion uteblir, vilket har konsekvenser för den nationella elförsörjningen och för klimatet.

#### *8.1.2.3 Anläggningsfas*

Vid tillverkning av ett vindkraftverk, utvinning av de metaller och material som används i vindkraftverket, installation och transport går det åt energi. Det går också åt energi under drift och vid nedmontering samt vid avfallshantering/återvinning. Denna insatsenergi brukar jämföras med hur mycket energi som förväntas produceras under vindkraftverkets livslängd. För ett vindkraftverk till havs tar det idag cirka 5 - 11 månader att producera den mängd el som motsvarar den energi som krävs för att tillverka, uppföra, driva och nedmontera vindkraftverket (Hengstler, et al., 2021).

Större vindkraftverk med högre installerad effekt är mer effektiva än mindre vindkraftverk, och det tar därför kortare tid för stora vindkraftverk att producera den mängd elektricitet som motsvarar insatsenergin. De vindkraftverk som är aktuella vid tiden för anläggandet av vindpark Aurora förväntas ha en livslängd om cirka 40 - 45 år. Det innebär att vindkraftverken kommer att producera el motsvarande cirka 60 gånger mer än insatsenergin under den planerade totala driftsperioden.

Anläggandet av vindparken med tillhörande komponenter innebär en kortvarig negativ påverkan i form av utsläpp av växthusgaser. Denna påverkan bedöms dock uppvägas av den mer långvariga positiva påverkan som vindparken innebär med avseende på att den kan ersätta fossil elproduktion och därmed reducera utsläppet av växthusgaser i en större skala.

#### 8.1.2.4 Driftsfas

Av Energimyndighetens rapport från 2021 framgår att det i princip inte uppstår några växthusgasutsläpp vid själva elproduktionen under driftsfasen från ett vindkraftverk. Vindkraft är bland de kraftslag som har lägst växthusgasutsläpp. Utsläpp kopplade till underhållsarbeten är obetydliga. Därav förväntas ingen klimatpåverkan från utsläpp av växthusgaser under driftsfas.

Den förväntade årsproduktionen för vindpark Aurora är cirka 24 000 GWh. Med antagandet att elförbrukningen för ett hushåll är cirka 5 000 kWh/år kan produktionen från vindpark Aurora förse cirka 5 miljoner hushåll med el, eller räcka för att driva cirka 10 miljoner elbilar (baserat på att en bil i snitt kör 1200 mil per år och att elbilen använder 2 kWh/mil). Detta är positivt ur ett klimatperspektiv då andra mer utsläppsintensiva energikällor ersätts. Med rimlig ersättningsmix kan vindpark Aurora minska utsläppen av koldioxid med 14 miljoner ton/år (se Bilaga B.4 för beräkningar). En mängd som motsvarar samtliga koldioxidutsläpp från industrier i Sverige år 2020 (14,4 miljoner ton/år) (Naturvårdsverket, 2021a). Den förväntade utsläppsreduktionen på 14 miljoner ton CO<sub>2</sub>/år motsvarar cirka 30 procent av Sveriges totala territoriella utsläpp för år 2020, vilka låg på 46,3 miljoner ton CO<sub>2</sub> (Naturvårdsverket, 2021a) (Naturvårdsverket, 2021b). Därav bedöms vindpark Aurora medföra mycket stor klimatnytta.

#### 8.1.2.5 Avvecklingsfas

Vid nedmontering och återvinning av verksamhetens komponenter används energi som innebär utsläpp av växthusgaser. Vindparken har under sin livstid producerat fossilfri energi som vida överstiger den jämförelsevis lilla mängd energi som krävs under avvecklingsfasen. Om det dessutom antas att den teknik som finns tillgänglig vid tiden för avveckling är fossilfri, kommer ingen klimatpåverkan att ske.

### Slutsats

Den sammantagna bedömningen av påverkan i form av minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp för hela vindpark Auroras livscykel är att den planerade vindparken ger en mycket stor positiv konsekvens för klimatet och för omställningen till förnybar elproduktion. Vindpark Aurora bidrar även till att förverkliga Sveriges klimatmål om noll nettoutsläpp.

Tabell 24. Bedömd konsekvens för klimatpåverkan. \*Med mottagaren avses här atmosfären som tar emot de CO<sub>2</sub>-utsläpp som genereras.

Påverkansfaktor	Mottagarens* känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Minskade utsläpp av CO <sub>2</sub> e	Hög	Stor positiv	Mycket positiv

## 8.2 Bottenflora och bottenfauna

### Samlad konsekvensbedömning

Till följd av de relativt stora djupen inom det område som utgör den planerade vindparken, där bottenarna till stora delar utgörs av mjuk- och sandbottenar, samt då det inom området förekommer syrefria och/eller syrefattiga förhållanden, förväntas inga utbredda vegetationsklädda bottenar eller särskilt skyddsvärda habitat förekomma.

Under anläggningsfasen är det framför allt den fysiska störningen av havsbotten, vid installation av fundament, erosionsskydd och internkabelnät, som kan komma att påverka bottenfaunan inom området. Bottenfaunan består i huvudsak av vanligt förekommande organismer som inte är känsliga för de halter av suspenderat sediment och den sedimentation som kan uppkomma vid anläggningsarbetena. Därav bedöms verksamhetens påverkan vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenserna för bottenflora och bottenfauna, från fysisk påverkan på havsbotten, sedimentsuspension, sedimentation, miljögifter och näringsämnen under anläggningsfasen, vara försumbara.

Under driftsfasen, när vindparkens komponenter är på plats, kan följande faktorer påverka bottenflora och bottenfauna: elektromagnetiska fält, fysisk påverkan på havsbotten och hydrografiska förändringar. Påverkan från elektromagnetiska fält och hydrografiska förändringar är liten och lokal och bedöms därmed vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenserna för bottenflora och bottenfauna, från elektromagnetiska fält, fysisk påverkan på havsbotten och hydrografiska förändringar under driftsfasen, vara försumbara.

Avvecklingen av vindparken kommer jämfört med anläggningsfasen att generera mycket små mängder sediment. Delar av de fundament som installeras i botten kan eventuellt komma att lämnas kvar. Spridningen av miljögifter eller näringsämnen genom sedimentsuspension och sedimentation förväntas vara mycket liten.

### 8.2.1 Förutsättningar

Havsbotten inom det område som utgör den planerade vindparken Aurora består främst av djupa mjuk- och sandbottenar som domineras av lera och gyttja med inslag av blandad sand, grov sand, småsten och grus. I de centrala, norra och nordöstra delarna av vindpark Aurora förekommer mindre områden av hårbotten med sten och stenblock (se avsnitt 3.7.3). De grundare delarna av området utgörs av transport- och erosionsbottenar medan de djupare delarna utgörs av ackumulationsbottenar.

Inför arbetet med miljökonsekvensbedömningen har en rapport som beskriver förekommande bottenmiljöer och som bedömer känsligheten hos recipienten tagits fram. Rapporten utgör underlag för denna bedömning, se Bilaga B.5. I rapporten har tidigare inventeringsdata för bottenflora och bottenfauna från vindparkens närområde samt hydrografiska och maringeologiska data från SMHI och SGU

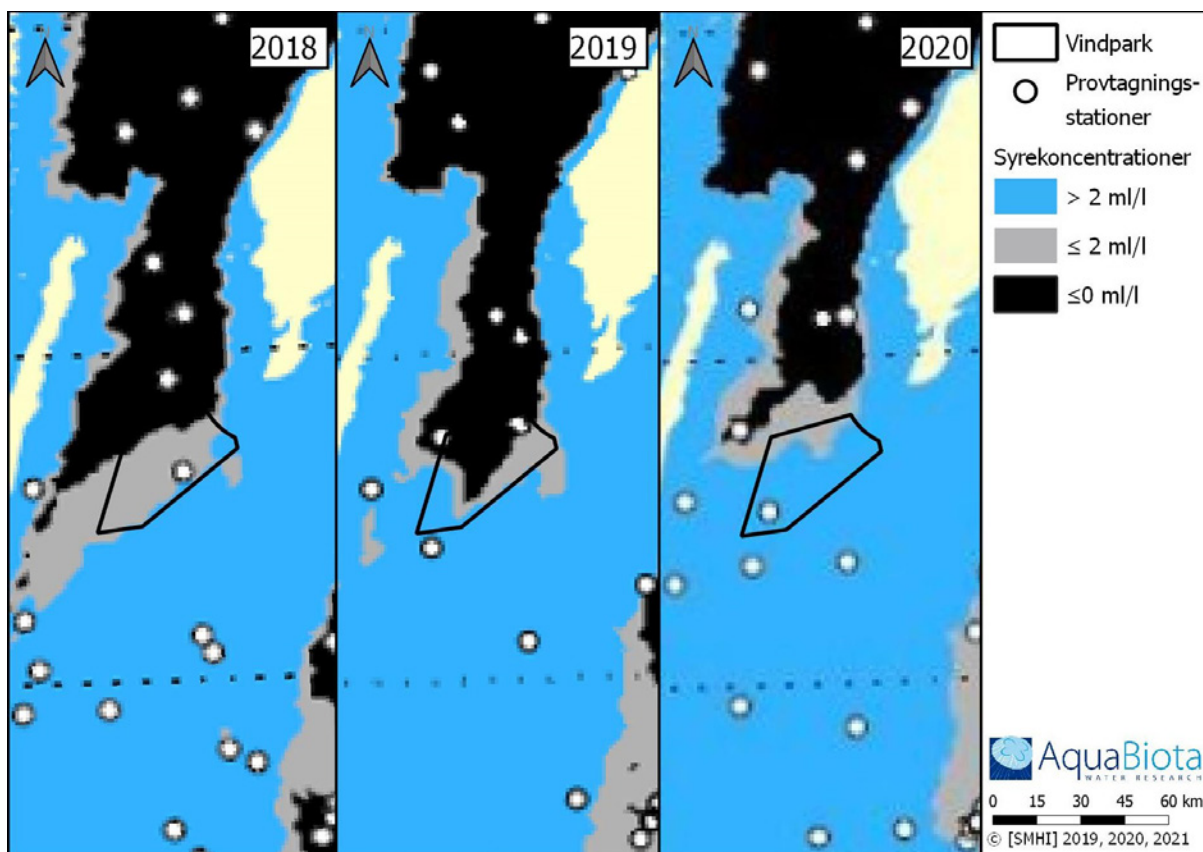
använts. Under 2020 - 2021 utfördes kompletterande CTD-mätningar. Under 2022 planeras kompletterande fältundersökningar av vindparkområdets bottenmiljöer med undervattensfilmning, bottenhugg och sedimentanalyser med avseende på miljöföroreningar vilka kommer för att bekräfta befintliga data.

Inom den planerade vindparken varierar syreförhållandena med periodvis syrefria och syrefattiga bottnar, vilket innebär att syrehalten i bottenvattnet är 0 ml/l respektive under 2 ml/l, Figur 33. Det är främst i djupområdena i de norra och västra delarna av verksamhetsområdet som de syrefria eller syrefattiga bottarna återfinns. Syreförhållandena varierar till följd av inflöden av syrerikt djupvatten från västerhavet.

Bottarna inom den planerade vindparken har en låg biologisk mångfald och inrymmer inga särskilt skyddsvärda habitat. Till följd av framför allt de stora djupen, men även de låga salthalterna, en dominans av mjukbottnar och förekomsten av periodvis syrefattiga eller syrefria bottnar, förväntas inga utbredda vegetationsklädda bottnar förekomma.

Generellt är antalet bentiska arter lågt och starkt korrelerat med syrekoncentrationerna på botten. I de områden som är syrefria förekommer ingen makrofauna. I samband med en undersökning av bottenfaunan i Auroras närområde noterades 0 - 3 arter per undersökningsstation i områden med syrekoncentrationer under 4 mg/l och 6 - 10 arter per undersökningsstation i områden med syrekoncentrationer över 4 mg/l (AquaBiota, 2021).

Bottenfaunan inom vindparksområdet utgörs av ett fåtal arter av infauna (djur som lever nedgrävda i sedimentet) som är vanliga i den här delen av Östersjön, så som östersjömussla (*Limecola balthica*), grävande kräftdjur, exempelvis vitmärta (*Monoporeia affinis*) samt olika arter av havsbortsmaskar, exempelvis hissfjällsmask (*Bylgides sarsi*). På mjukbottarna, som är den dominerande bottenytan i vindparken, förväntas epibentiska organismer (som lever ovanpå havsbotten) förekomma i en mycket mindre utbredning. På de få hårbottenytorna som förekommer inom området nordöstra delar kan epibentiska organismer, så som blåmusslor (*Mytilus edulis*), som använder sig av det hårda substratet för att sitta fast i, finnas. Andra arter som förväntas förekomma är skorv (*Saduria entomon*) och snabelsäcksmasken (*Halicryptus spinulosus*).



Figur 33. Utbredning av syrefattiga (grå) och syrefria (svart) områden i Östersjön under hösten 2018, 2019 respektive 2020. Bakgrundskartorna är från SMHI:s karta över syreförhållandena i Östersjön (Bilaga B.5).

## 8.2.2 Konsekvenser

### 8.2.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att förhållanden och förutsättningar som råder på botten inom vindparksområdet i dagsläget inte förändras och att inga nya hårdbottenytor tillförs som följd av vindpark Aurora. Nollalternativet innebär ingen konsekvens för bottenflora och bottenfauna.

### 8.2.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen är det framför allt den fysiska störningen av havsbotten, vid exempelvis installation av fundament, erosionsskydd och internkabelnät, som kan komma att påverka bottenfaunan inom området. Påverkansfaktorer som bedöms är sedimentsuspension, sedimentation, miljögifter och näringsämnen och fysisk påverkan på havsbotten.



## Sedimentsuspension

Viktiga faktorer vad gäller effekten av suspenderat sediment på bottenlevande organismer är sedimentkoncentrationen och exponeringstiden i vattenmassan. Resultaten från sedimentsimuleringen för ett worst case visas som medelvärde av halter i ett lager en meter ovanför botten. Halter över 100 mg/l uppkommer i stort sett över hela den sydvästra delen av vindparken (se avsnitt 7.1 och Bilaga B.2). Resterande områden inom den planerade vindparken förväntas få en liknande sedimentspridning.

Halter av suspenderat material om 100 mg/l som varar under cirka två till åtta dygn (48 till 168 timmar) under en installationsperiod, omfattar ett område om cirka 59 procent av det modellerade delområdets totala area, Figur 29 Observera att dessa dagar inte nödvändigtvis behöver vara sammanhängande utan kan inträffa vid olika tidpunkter under simuleringsperioden.

De flesta bottenlevande djur är toleranta för tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment, upp till 100 mg/l i upp till två veckor. Vissa filtrerande arter kan påverkas negativt vid långvarig exponering av höga halter, över 100 mg/l, vilket kan resultera i minskad tillväxt, se Bilaga B.5. Blåmussla, med mycket begränsad utbredning, och östersjömussla tolererar förhöjda halter om 100 mg/l av suspenderat sediment upp emot en månad. Resterande arter är antingen depositionsätare eller predatorer och samtliga är mobila arter, och bedöms därför de som toleranta för de tillfälligt förhöjda halter som uppkommer i samband med anläggningsfasen. Den naturligt förekommande mängden suspenderat sediment i området kan uppgå till 10 - 40 mg/l under perioder med hårda vindförhållanden.

Känsligheten för suspenderade sediment bedöms vara liten. Sedimentsuspension bedöms medföra en obetydlig påverkan då de angivna halterna och dess varaktigheter aldrig inträffar över hela verksamhetsområdet vid ett och samma tillfälle. Alla fundament och kablar anläggs inte samtidigt. På bottenarna inom vindparken förväntas inga höga naturvärden eller skyddsvärda habitat förekomma. Konsekvensen för bottenflora och bottenfauna från sedimentsuspension bedöms vara försumbar.

## Sedimentation

Sediment som hamnar i suspension under anläggningsfasen sedimenterar till stor del i närheten av fundamentet/kabeln och kan komma att täcka de bottenlevande organismer som finns inom anläggningsområdet. Det är främst fastsittande (sessila) organismer samt djur med begränsad förmåga att gräva sig upp genom sedimentet som kan påverkas och kvävas vid långvarig övertäckning. Vid sedimentpålagering upp till cirka 20 millimeter kan även blåmusslor gräva sig fram. Mobila djur som kan förflytta sig från platsen och djur anpassade till ett liv nedgrävda i havsbotten klarar sig normalt bättre än organismer som lever ovanpå bottenarna.

Inom vindpark Aurora återfinns ett fåtal mobila arter av bottenfauna, vilka främst utgörs av infauna som livnär sig på dött organiskt material. Sessila organismer som exempelvis blåmusslor förväntas ha en mycket begränsad utbredning. På



bottnarna inom vindparken förväntas inga höga naturvärden eller skyddsvärda habitat förekomma.

Känsligheten för sedimentation bedöms vara liten. Sedimentationen bedöms medföra en obetydlig påverkan då områdena med något högre sedimentation är relativt små, sett till vindparkens totala area. Sedimentationen bedöms medföra försumbar konsekvens på bottenflora och bottenfauna.

### **Miljögifter och näringsämnen**

De djupare delarna av den planerade vindparken utgörs av ackumulationsbottnar där suspenderat material sedimenterar och ansamlas. Eftersom tungmetaller och organiska miljögifter är starkt partikelbundna kommer även dessa till stor grad att sedimentera inom samma områden. I samband med sedimentsuspensionen och den efterföljande sedimentationen som uppkommer vid anläggning av fundament och nedspolning av kablar, kan även organiska föreningar och tungmetaller som ligger bundna till sedimentpartiklarna, komma att spridas i området. Miljögifter i sediment kan påverka bottenlevande organismer på olika sätt, till exempel genom skador på ägg och äggsamlingar, missbildade embryon och lagring i fettvävnader (bioackumulation) som sedan kan vandra upp i näringskedjan (biomagnifikation).

Enligt provtagningar utförda av SGU är det främst kadmium, DDT (diklordifenyltrikloretan), klordan och TBT (tributyltenn) som förekommer i sedimenten i vindparksområdet. Resultaten från SGUs provtagningar från Karlsödjupet, utförda under flera år, visar att halterna av kadmium och HCH (hexaklorcyklohexan) är strax under de riktvärden som gäller enligt den effektbaserade bedömningsgrunden från Havs- och vattenmyndigheten medan halterna av TBT överskred riktvärdet, se Bilaga B.5. Resultaten från SGUs provtagningar inom vindparken, utförda 2004, visar att halterna av tungmetaller i ytsedimenten var jämförbara eller lägre jämfört med Karlsödjupet medan halterna av organiska föreningar var jämförbara eller högre. De organiska föreningarna uppvisar generellt sjunkande halter i Östersjön.

Som beskrivits tidigare kommer spridningen av sediment att bli begränsad till arbetsområdet och majoriteten av partiklarna och därmed eventuella föroreningar sedimenterar i närheten av fundamentet/kabeln som anläggs. Resten av de suspenderade sedimenten som domineras av finare partiklar sprids i en relativt stor volym vatten med relativt låg varaktighet.

Känsligheten hos bottenfauna för organiska miljögifter och tungmetaller bedöms som måttlig. Med hänsyn till att sedimentspridningen bedöms vara begränsad, och de halter miljögifter som har uppmätts, bedöms påverkan på bottenfauna vara obetydlig. Därmed bedöms konsekvensen av spridning av miljögifter vara försumbar.

## Fysisk påverkan på havsbotten

I samband med anläggning av fundament, erosionsskydd och internkabelnät samt användning av jack-up fartyg sker en mekanisk inverkan på havsbotten. Den fysiska störningen av havsbotten kommer framför allt att beröra mjukbottenfaunan. Den direkt fysiska påverkan på bottenmiljön från anläggning av fundament och kabelförläggning har sammanlagt beräknats i ett worst case omfatta ett område som motsvarar cirka 1,36 procent av vindparkens totala bottenarea. Därmed kommer de ytor som tas i anspråk (tillfälligt eller permanent) att utgöra en mycket liten del av områdets totala yta.

Bottenfaunan inom vindparken domineras av vanligt förekommande arter för Östersjön. I de djupa områdena i vindparken råder periodvis syrefria och syrefattiga förhållanden vilket indikerar att det sannolikt saknas särskilt värdefull bottenfauna. I övrigt kommer en återetablering av bottenlevande organismer att kunna ske på de ytor där erosionsskydd och internkabelnät anläggs. Det är endast fundamentens area som blir långsiktigt ianspråktagen. Samtidigt kommer det att tillföras hårbottenstrukturer med betydligt större area än vad basen av fundamentet tar i anspråk.

Känsligheten för fysisk påverkan på bottenfauna är stor, men värdet bedöms vara litet. Till följd av att, relativt vindparkens yta, den area som tas i anspråk är mycket liten bedöms påverkan från fysisk störning vara obetydlig. Med utgångspunkt i ovanstående bedöms konsekvensen för bottenflora och bottenfauna vara försumbar.

### Slutsats

Till följd av det stora djupet förväntas inga utbredda vegetationsklädda bottnar eller särskilt skyddsvärda habitat förekomma. Bottenfaunan representeras av vanligt förekommande organismer som inte är känsliga för de halter och den varaktighet av suspenderat sediment som förväntas uppstå och inte heller för den mängd sedimentation som kan uppkomma vid anläggningsarbetena. Därav bedöms verksamhetens påverkan vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenser från sedimentsuspension, sedimentation, miljögifter och näringsämnen och fysisk påverkan på bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen vara försumbara (Tabell 25).

Tabell 25. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Fysisk påverkan på havsbotten	Stor känslighet/Litet värde	Obetydlig	Försumbar



### 8.2.2.3 Driftsfas

Under driftsfasen kan följande faktorer påverka bottenflora och bottenfauna: fysisk påverkan på havsbotten, elektromagnetiska fält och hydrografiska förändringar.

#### **Elektromagnetiska fält**

När undervattenskablarna tas i drift genereras ett elektromagnetiskt fält runt kablarna. Kablarnas isolerande hölje skärmar av det elektriska fältet, medan det magnetiska fältet når utanför kabeln. Undervattenskablarna är nedgrävda cirka en meter under bottensedimenten eller täckta med erosionskydd, vilken minskar utbredningen av det magnetiska fält som alstras. För kablarna har ett worst case definierats där magnetfältets styrka vid sedimentytan ovan kablarna är maximalt 40  $\mu\text{T}$ . Redan cirka fyra meter från kabeln minskar styrkan till ca 1  $\mu\text{T}$ .

Mellan flytande fundament och havsbotten används dynamiska kablar med en strömstyrka om 1200 A. Magnetiska fält som genereras runt kabelns yttermantel har en styrka på cirka 1 370  $\mu\text{T}$  för enkelarmrad som utgör ett worst case för dynamiska kablar. På ett avstånd om 7,6 meter från kabelns centrum avtar fältets styrka till under 0,4  $\mu\text{T}$ . Dynamiska kablar bedöms inte ha någon påverkan på bottenfaunan eftersom de är belägna i vattenkolumnen.

Elektromagnetiska fält har en begränsad påverkan på bottenfaunan, se Bilaga B.5. I studier där olika bentiska arter exponerats för magnetfält om 1 mT (1 000  $\mu\text{T}$ ), påvisades inte några effekter på överlevnad hos blåmusslor, östersjömussla, bakborstig rovmask (Hediste diversicolor) eller skorv. För östersjömussla, bakborstig rovmask och skorv fann man begränsade fysiologiska effekter. Dock var styrkan på magnetfälten som användes i försöken mångfalt högre (cirka tusen gånger högre) än den effekt man maximalt kan förvänta sig vid driften av vindparken, se kapitel 6.

Känsligheten bedöms vara liten och påverkan blir mycket lokalt avgränsad. Inom vindparken består bottenfaunan av arter som är vanligt förekommande i Östersjön. Magnetfältet från kablarna inom vindpark Aurora bedöms inte medföra någon effekt på bottenflora och bottenfauna i området och konsekvensen bedöms vara försumbar.

#### **Fysisk påverkan på havsbotten**

Efter att fundament med tillhörande erosionskydd anlagts har bottensubstratet vid anläggningsplatsen förändrats då mjukbotten ersatts av hårbotten. Fundamentens och erosionskyddens hårda strukturer och ytor skapar förutsättningar för etablering av hårbottenarter under vindparkens driftsfas. Fundamenten i en vindpark penetrerar hela vattenkolumnen och en ny livsmiljö därmed skapas från havsytan ner till havsbotten.

Bottenflora och bottenfauna bedöms ha måttlig känslighet för ändrade substratförhållanden genom fysisk påverkan på havsbotten. Det skapas förutsättningar för etablering av hårbottenarter och ökad biologisk mångfald, där detta tidigare inte har funnits. Med utgångspunkt i ovanstående bedöms påverkan vara obetydlig konsekvensen bedöms vara försumbar.

## Reveffekt

Att tillgängligt utrymme koloniserats av olika arter är en naturlig process som alltid sker vid introduktion av nya hårda strukturer i havet och som är beroende av en mängd olika faktorer, bland annat tillgången till ljus, djupförhållanden, salthalt och syrehalten i vattnet. Det är sannolikt att varje fundament kommer att koloniserats och då främst av sessila organismer, så som havstulpaner, blåmusslor och fintrådiga alger och de enskilda fundamenten kan bidra lokalt till en ökad biologisk mångfald.

Bottenflora och bottenfaunas känslighet för reveffekten bedöms vara liten. Påverkan bedöms vara liten positiv, då det skapas förutsättningar för etablering av hårbottenarter och ökad biologisk mångfald, där detta tidigare inte har funnits. Konsekvensen bedöms kunna bli mycket liten positiv, då dessa förutsättningar endast kommer att uppstå punktvist vid enskilda fundament.

## Hydrografiska förändringar

När vindparken är i drift kommer fundamenten utgöra nya strukturer inom området. Detta kan ge en förändrad hydrodynamik som i sin tur kan leda till en förändring av bottensubstraten på platsen, se Bilaga B.2. Enligt tidigare studier från Danmark är de hydrografiska förändringarna minimala, till följd av de stora avstånden mellan fundamenten (Dong Energy, et al., 2006). Det minsta avståndet mellan fundamenten i Aurora överstiger en kilometer. De förändringar som kan förväntas är mycket små och bedöms endast påverka miljön närmast fundamenten.

Bottenfaunans känslighet för hydrodynamiska förändringar bedöms vara hög. Påverkan bedöms vara lokal och obetydlig och medföra försumbara konsekvenser på bottenfauna.

## Slutsats

Inom vindparksområdet återfinns främst vanligt förekommande bottenfauna och vegetationsklädda bottnar förväntas inte förekomma. Påverkan från elektromagnetiska fält och hydrografiska förändringar är liten och lokal och bedöms därmed vara obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvenser för bottenflora och bottenfauna från elektromagnetiska fält, fysisk påverkan på havsbotten och hydrografiska förändringar under driftfasen vara försumbara (Tabell 26).

Tabell 26. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Elektromagnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fysisk påverkan på havsbotten	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
Hydrografiska förändringar	Hög	Obetydlig	Försumbar

#### 8.2.2.4 Avvecklingsfas

Avvecklingsarbetet kan medföra tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentation i samband med nedmontering av verk och/eller upptag av kablar från botten. Åtgärderna innebär ingen påning eller borring, vilket medför att mängden suspenderat sediment är betydligt mindre jämfört med anläggningsfasen. Nedmonteringen kan leda till att livsmiljön för de arter som gynnas och etablerat sig under driftsfasen försvinner. Livsmiljöerna kan dock bibehållas genom att eventuellt låta delar av verkens struktur vara kvar, vilket också kommer att minska sedimentsuspensionen och sedimentationen i samband med avvecklingsarbetet.

#### Slutsats

Avvecklingen av fundamenten kommer att generera mycket små mängder sediment. Delar av fundamenten och erosionsskyddet kan eventuellt komma att lämnas kvar. Spridning av miljögifter eller näringsämnen uppkommer i mycket liten omfattning liksom spridning av sediment (Tabell 27).

Tabell 27. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Liten	Obetydlig	Försumbar

### 8.3 Fisk

#### **Samlad konsekvensbedömning**

Inom vindparksområdet är förekomsten av fisk mycket låg och området anses inte utgöra viktiga lekområden för fisk. Det faktum att syrefattiga eller syrefria bottenar återfinns inom vindparken spelar troligen en viktig roll för förekomsten av fisk eftersom tillgången till föda är låg. Fältundersökningar som utfördes under 2021 samt fångstdata från ICES och HaV visar generellt sett mycket låg förekomst av fisk inom området där vindpark Aurora planeras. Det är främst skarpsill, strömming, storspigg och torsk som kan påträffas inom parkområdet. Även yrkesfiskets omfattning och utbredning inom den planerade vindparken och dess omedelbara närområde har under många år minskat, som en följd av bland annat dåliga fångster.

Resultaten från modelleringen av undervattensljud visar att ljudnivåer som uppstår vid installation av fundament potentiellt kan innebära en temporär hörselnedsättning inom en radie av 3,9 - 7 kilometer för strömming och 4,5 - 11,7 kilometer för torsk. Suspenderat sediment i halter om 100 mg/l som varar i mer än två veckor omfattar endast ett mindre område. Suspenderade sediment är främst koncentrerade till bottenvattnet, vilket medför en liten påverkan på fisk. Även om undervattensljud och suspenderat sediment kan medföra en viss påverkan på fisk på individnivå så bedöms påverkan på fiskbestånden vara obetydlig. Det är sannolikt att fisk simmar bort från platser där arbeten pågår. Sammantaget bedöms påverkan från vindparkens anläggningsfas på fisk, både adult fisk och fisk i de tidiga levnadsstadierna, vara obetydlig och konsekvensen försumbar.

Sammantaget bedöms den planerade vindparken medföra en obetydlig påverkan under driftsfasen när det gäller undervattensljud, elektromagnetiska fält, reveffekter och indirekt påverkan av marint skräp, detta då förekomsten av fisk är låg och då den sammanvägda känsligheten är liten. Konsekvenserna som vindparken medför under driftsfasen bedöms vara försumbara.

Under avvecklingsfasen ökar fartygstransporterna till och från området då vindparkens komponenter monteras ner och transporteras bort. Påverkan bedöms vara temporär och begränsad. I jämförelse med anläggningsfasen är påverkan på fisk från undervattensljud och sediment som resuspenderas obetydlig.

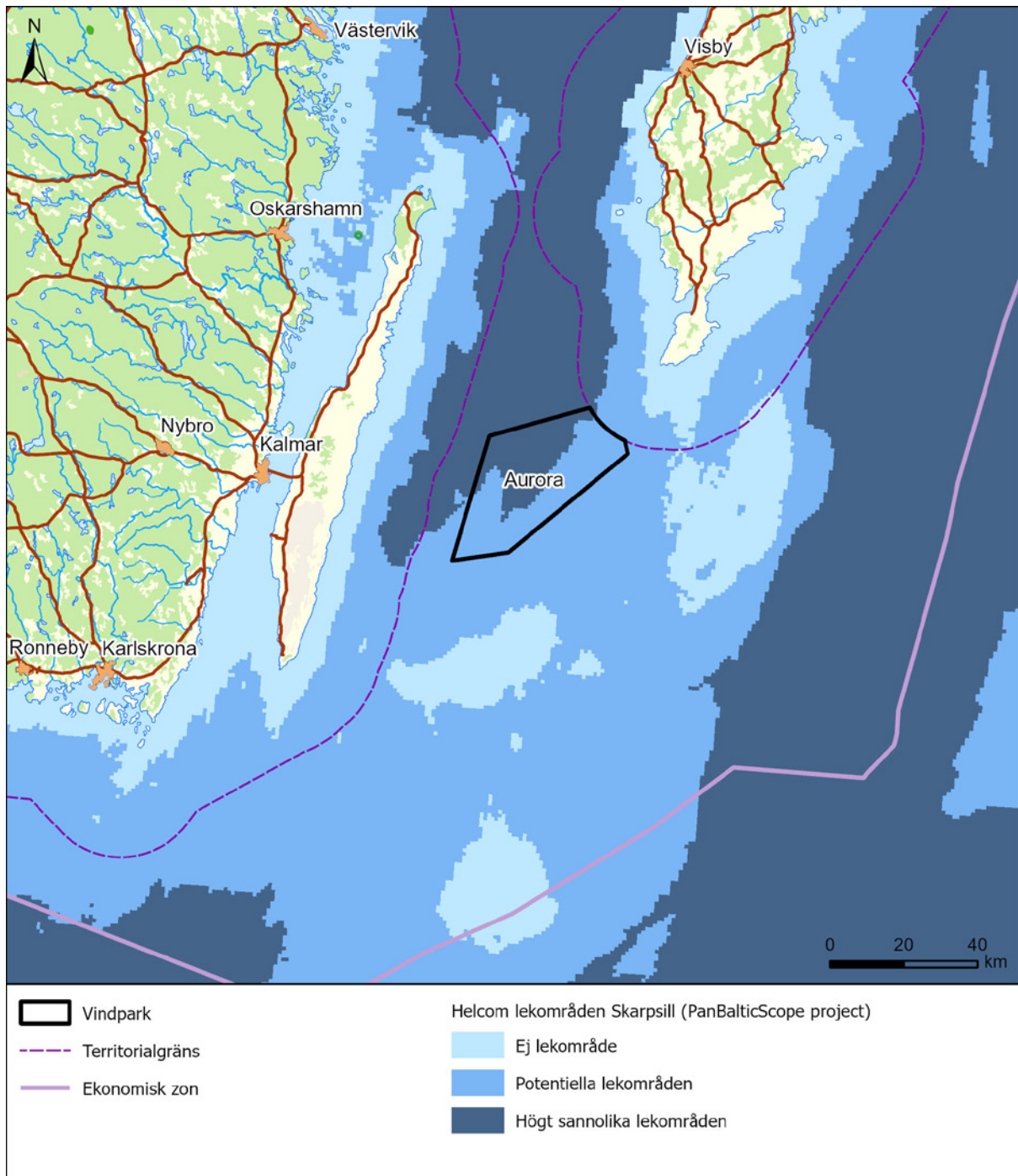
### 8.3.1 Förutsättningar

Inom vindparksområdet är förekomsten av fisk mycket låg och området anses inte utgöra viktiga lekområden för fisk. Det faktum att syrefattiga eller syrefria bottenar återfinns inom vindparken (se avsnitt 3.8.5) spelar troligen en viktig roll för förekomsten av fisk, både eftersom tillgången till föda (småfisk och andra bottenlevande organismer) är låg och då fisken undviker syrefattiga miljöer. Vidare medför även övergödning, fiske och klimatförändringar påverkan på förekomst av fisk. En rapport som beskriver fisk inom området samt bedömer dess känslighet för påverkan från den planerade vindparken har tagits fram specifikt för vindpark Aurora (Bilaga B.6 och B.7). Dataunderlag från ICES, HaV och egna undersökningar från 2020–2021 (provfiske och eDNA-undersökningar) ligger till grund för rapporten.

Demersala fiskar som plattfiskar uppehåller sig vid sedimentets ytskikt där deras föda utgörs av småfisk och andra bottenlevande djur. Bentopelagiska fiskar vistas en bit upp i vattnet och söker sig återkommande ner till botten för att finna föda, vilken kan bestå av kräftdjur, maskar och musslor. Pelagiska fiskar återfinns i den fria vattenmassan där tillgången på djurplankton, fisklarver och ägg samt mindre fisk påverkar förekomsten. Som beskrivits i tidigare avsnitt förväntas ingen utbredd förekomst av vegetationsklädda bottenar och endast en begränsad förekomst av bottenfauna.

Enligt fältundersökningar som utfördes under 2021 samt data från ICES och HaV är förekomsten av fisk mycket låg inom vindpark Aurora. Vid provfiske i juni 2021 fångades 20 individer och i september 2021 fångades endast tre individer. Pelagiska och bentopelagiska arter har en högre förekomst inom vindpark Aurora än demersala arter. Detta är förväntat då de kan hålla sig högre upp i vattenmassan där syreförhållandena är bättre. Data från ICES och HaV visar på att det till största delen är skarpsill (pelagisk), strömning och storspigg (båda bentopelagiska) som vistas inom parkområdet. Resterande arter som har observerats inom parkområdet verkar antingen vara sporadiska besökare eller förekomma i låga antal.

Torsk förekommer inom området, vilket framgår av både eDNA-provtagningarna och av nätprovfisket. Det fångades 18 individer av lekmogen torsk vid nätprovfisket i juni 2021. Det är Bornholmsdjupet som utgör det viktigaste lekområdet för det östra torskbeståndet. Torsklek skulle kunna vara möjlig även inom vindpark Aurora, dock är rådande förhållanden inom vindparksområdet inte optimala och eventuell lek bedöms inte vara av sådan omfattning att den har förutsättningar att påverka beståndet. Övriga arter som återfanns i nätprovfisket var en skrubbskadad och en rötsimpa. I eDNA-provtagningarna detekterades även näbbgädda, lax, rötsimpa eller hornsimpa, tånglake, sandstubb, kusttobis, nors, ål, svart smörbult, tejstefisk och fyrtömmad skärlånga, dock i låga proportioner. Endast skarpsill har utpekade sannolika lekområden i havsområdet där vindpark Aurora är belägen. Områden där det högst sannolikt förekommer skarpsillslek ligger främst norr och väster om vindparken (Figur 34).



Figur 34. Karta över sannolikheten för skarpsillslek inom vindpark Aurora och dess närområde. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: HELCOM]

## 8.3.2 Konsekvenser

### 8.3.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för fisk i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras till följd av vindpark Aurora.

### 8.3.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen är det framför allt undervattensljud och sedimentsuspension som kan tänkas påverka fiskar som uppehåller sig inom området. En viktig utgångspunkt för bedömningen är att det provfiske som genomförts (Bilaga B.6) visade att det endast är ett mycket begränsat antal fiskar som förekommer inom verksamhetsområdet. Detta innebär generellt att påverkan från undervattensljud eller sedimentsuspension under anläggningsfasen kan antas påverka endast ett fåtal individer och därmed medföra en mycket liten total inverkan på fiskbestånden. Dock kan förekomsten av strömming och skarpsill variera mellan åren, vilket innebär att fler individer av framför allt dessa arter skulle kunna påverkas av undervattensljud och sedimentsuspension. Även yrkesfiskets omfattning och utbredning inom den planerade vindparken och dess omedelbara närområde har under många år minskat, som en följd av bland annat dåliga fångster.

#### **Sedimentsuspension**

Suspenderat material kan påverka fiskars beteende, stressnivå, försvåra andningen samt leda till försämrad sikt och ökad mortalitet. Känsligheten för suspenderat material skiljer sig åt mellan olika arter och funktionella grupper. Större och vuxna fiskar är generellt mer tåliga och klarar högre koncentrationer av suspenderat material bättre. Fiskar som är mindre, fiskägg och framförallt fisklarver är mer känsliga för höga koncentrationer av suspenderat material. Eftersom många arter har pelagiska ägg och fisklarver som är utsprida över stora ytor bedöms påverkan bli liten. Tidiga levnadsstadier har dessutom en naturligt hög mortalitet. Den eventuella påverkan från anläggningsarbetena bedöms vara lokal och utgöra en obetydlig del av den naturliga variationen.

Halten och varaktigheten av suspenderat sediment i vattnet, samt storleken hos spridningsytan, är de faktorer som är avgörande för den påverkan och effekt som uppstår för fisk. Flertalet fiskarter klarar en koncentration på upp till 100 mg/l i två veckor. Enligt den modellering som utförts (Bilaga B.2) kommer nivån 100 mg/l generellt överskridas under cirka två till åtta dagar (48 till 168 timmar) under en installationsperiod. Observera att dessa dagar inte nödvändigtvis behöver vara sammanhängande. Överskridande av en koncentrationsnivå kan ske vid olika tidpunkter under simuleringsperioden. Varaktigheten överskrider två veckor endast i ett mycket begränsat område vid ett fåtal punkter samt där de centrala plattformarna är tänkta att installeras. Alla fundament och kablar anläggs inte samtidigt. De angivna halterna och varaktigheterna kommer aldrig att inträffa över hela området vid ett och samma tillfälle. Istället kommer påverkan att uppkomma vid olika tidpunkter och vid det fundament som installeras för tillfället. Därutöver utgår sedimentsimuleringarna från ett worst case vad gäller omfattningen på borrhningarna och förväntat sedimentspill.

Bedömningen blir därmed att sediment som skulle kunna frigöras i vattnet, som en följd av att fundament och internt kabelnät anläggs inom verksamhetsområdet, förväntas ha en obetydlig påverkan på fisk, undantaget inom ett par kilometer från där de centrala plattformarna installeras. De höga koncentrationerna av suspenderade sediment förekommer i bottenvattnen, vilket minimerar påverkan på



pelagiska ägg och larver. Även om skarpsill leker inom området bedöms inte suspenderat sediment ge påverkan på populationsnivå med hänsyn till att skarpsillen leker över stora delar av Östersjön.

Känsligheten för påverkan från sedimentsuspension hos fisk, fiskägg och fisklarver bedöms vara liten och påverkan bedöms vara obetydlig. Konsekvensen av suspenderat sediment på fiskpopulationsnivå bedöms vara försumbar.

### **Miljögifter och näringsämnen**

I samband med sedimentsuspensionen och den efterföljande sedimentationen som uppkommer vid anläggning av fundament och nedspolning av kablar, kan även organiska föreningar och tungmetaller som ligger bundna till sedimentpartiklarna, komma att spridas i området. Sedimentspridningens utbredning bedöms bli begränsad främst till de djupare vatten och till området kring det fundament som anläggs. Då påverkan är temporär och blir lokalt avgränsad till anläggningssområdet bedöms de negativa effekterna vara mycket små och konsekvensen för fisk bedöms vara försumbar.

### **Undervattensljud**

Geofysiska undersökningar som planeras inför anläggningen av vindparken kan alstra ljud som kan ha en temporär effekt på fisk. Då undersökningar pågår under en begränsad tid och en mjuk uppstart planeras att användas, för att fisk ska kunna simma ifrån området, bedöms påverkan vara obetydlig.

Vid installation av fundament genom pålning genereras undervattensljud som kan påverka fisk, fisklarver och ägg som uppehåller sig eller förekommer i närheten av en anläggningsplats. Faktorer som avgör effekten på fisk är bland annat ljudets styrka, den omgivande miljön, antalet fiskar som exponeras för ljudet och vilka arter som eventuellt uppehåller sig i området. Genom att tillämpa ljuddämpande skyddsåtgärder, som dubbel bubbelgardin eller motsvarande, reduceras effekten från undervattensljud.

Arter med god hörsel, som sillfiskar och torsk, kan tillfälligt reagera på ljudet från anläggningsarbetet, vilket kan leda till en temporär hörselnedsättning. Fiskar med simblåsa, exempelvis torsk, har god förmåga att uppfatta ljud och tillhör så kallade hörselgeneralister. Sillfiskar har en förbindelse mellan innerörats hörselben och simblåsa vilket förstärker ljudet ytterligare. De har en ännu bättre förmåga att uppfatta ljud och klassas som hörselspecialister.

Resultaten från en datasimulering som genomförts visar att det undervattensljud som uppkommer endast är starkt nog för att kunna inducera PTS för torsk och strömming inom en 25 meters radie från pågående pålning. Avståndet för skadetröskelvärde för ägg och larver är cirka 450 meter från ljudkällan. Ljudutbredningen varierar beroende på fundamentens position inom vindparken då omgivande miljö, så som djup och bottensediment, varierar. Resultaten från modelleringen utifrån angivet worst case scenario visar att ljudnivåer från installation av fundament potentiellt kan innebära en temporär hörselnedsättning (TTS)



inom en radie av 3,9 – 7 kilometer för strömming (hörselspecialister) och 4,5 – 7,9 kilometer för vuxen och 7,7 – 11,7 kilometer för juvenil torsk (hörselgeneralister) (se avsnitt 7.2.2).

Om det förekommer fisk inom området då ljudalstrande arbeten inleds, kommer dessa sannolikt att simma därifrån på grund av det ljud som genereras och med beaktande av de skyddsåtgärder, exempelvis mjukstart, som används. Pelagiska fiskägg saknar och fisklarver har dålig simförmåga och till viss del förflyttas med strömmar och har därmed ingen eller liten möjlighet att aktivt undvika området vilket innebär att de kan passera nära ett pågående pålningsarbete. I förhållande till det stora område som fiskägg och larver normalt sett är utspridda över under den pelagiska fasen, omfattar de områden som berörs av pålningsarbeten endast en liten yta. Dessutom är den naturliga mortaliteten för fisklarver och ägg mycket stor. Den eventuella påverkan från installationen av vindpark Aurora bedöms vara lokal och utgöra en obetydlig del av den naturliga variationen.

Känslighet för påverkan från undervattensljud bedöms vara liten hos hörselgeneralister och måttlig för hörselspecialister. Då ljuddämpande skyddsåtgärder tillämpas, som mjukstart med successiv upptrappning, bubbelgardin eller liknande, reduceras effekten från undervattensljud och påverkan bedöms vara obetydlig. Konsekvensen för fisk på populationsnivå bedöms vara försumbar.

### Slutsats

Resultaten från modelleringen visar att ljudnivåer från installation av fundament potentiellt kan innebära en temporär hörselnedsättning inom en radie av 3,9 - 7 kilometer för strömming och 4,5 - 11,7 kilometer för torsk. Sedimentsuspension på 100 mg/l som varar i mer än två veckor omfattar endast ett litet område. Suspenderade sediment är koncentrerade främst till bottenvattnen, vilket begränsar den vertikala spridningen och medför endast en liten påverkan på fisk. Även om ljud och suspenderat sediment kan medföra en viss påverkan på fisk på individnivå bedöms dessa påverkansfaktorer ha obetydlig påverkan på fiskbestånden som helhet. Detta baserat på att förekomsten av fisk inom vindparksområdet är låg och att det är sannolikt att fisk simmar ifrån platsen där arbeten pågår. Sammantaget bedöms påverkan från anläggningen av den planerade vindparken på fisk och på de tidiga levnadsstadierna vara obetydlig och konsekvensen försumbar (Tabell 28).

Tabell 28. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende fisk under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension	Liten till Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Sedimentsuspension	Liten till Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Liten till Måttlig	Obetydlig	Försumbar

### 8.3.2.3 Driftsfas

Under driftsfasen kan följande faktorer påverka fisk: undervattensljud, elektromagnetiska fält, reveffekter och indirekt påverkan av marint skräp.

#### Undervattensljud

Vad gäller påverkan från undervattensljud under driftsfasen så ger vindkraftverk i drift ifrån sig ljud, dels från maskinhuset, dels via vindgenererade vibrationer från tornet, som går att uppfatta i vattnet. Dock har man inte sett att fisken uppvisade några tydliga beteendeförändringar. Den fartygstrafik som behövs för underhåll av vindparken under driftsfasen förväntas ha en begränsad påverkan på fisk. Etableringen av en vindpark kan dessutom leda till att övrig sjötrafik minskar inom själva vindparken, vilket kan minska förekomsten av undervattensljud. Vindkraftsfundament kan utgöra livsmiljöer för marina organismer dit även fisk söker sig. En sådan reveffekt tyder på att fisk väljer att uppehålla sig inom havsbaserade vindparker trots förekommande undervattensljud från vindkraftverk och fartyg.

Känslighet för påverkan från undervattensljud bedöms vara liten för hörselgeneralister och måttlig för hörselspecialister. Påverkan från undervattensljud under driftsfasen bedöms vara obetydlig och konsekvensen bedöms vara försumbar.

#### Elektromagnetiska fält

Undervattenskablarna är nedgrävda cirka en meter under bottensedimenten eller täckta av erosionsskydd, vilken minimerar utbredningen av det magnetiska fält som alstras. För kablarna i det interna kabelnätet och anslutningskablar har ett worst case definierats där magnetfältets styrka vid sedimentytan ovan kablarna är maximalt 40  $\mu\text{T}$ . Magnetiska fält från undervattenskablar bedöms ha en begränsad påverkan på fisk då styrkan hos fälten avtar snabbt med avståndet från kabeln. Redan cirka fyra meter från kabeln minskar styrkan till ca 1  $\mu\text{T}$ .

Mellan flytande fundament och havsbotten används dynamiska kablar med en strömstyrka om 1200 A. Magnetiska fält som genereras runt kabelns yttermantel har en styrka på cirka 1 370  $\mu\text{T}$  för enkelarmad som utgör ett worst case för dynamiska kablar. På ett avstånd om 7,6 meter från kabelns centrum avtar fältets styrka under 0,4  $\mu\text{T}$ . Vid användning av kabeltyp "torr design" kan magnetfältet reduceras med 20–70 procent.

Tidigare studier visar att de flesta fiskarter påverkas inte av magnetfält från kablar på botten. Det finns fiskarter, som till exempel ål och lax, som visar att de känner av det svaga magnetfältet från kabeln. Ett par studier har visat att ål som passerar i närheten av en sjökabel temporärt kan bli desorienterad medan andra studier inte har kunnat påvisa någon påverkan alls på ål av elektromagnetiska fält. Magnetfält bedöms inte medföra någon signifikant effekt på fisk.

Känsligheten för fisk bedöms vara liten och påverkan blir mycket lokalt avgränsad. En indikation på detta är den ökade förekomsten av fisk inom vindparker, som delvis kan förklaras av de reveffekter som kan uppstå. Fisktätheten är dock låg inom vindpark Aurora och en eventuell påverkan från undervattenskablarna



förväntas bli obetydlig. Magnetfälten från kablar inom vindpark Auroras bedöms inte medföra någon effekt på fisk i området och konsekvensen bedöms vara försumbar.

### **Reveffekt**

Den största påverkan som en havsbaserad vindkraft har på fisk är det som beskrivs som en reveffekt. Då provfisket visar att det finns en begränsad mängd fisk inom vindparken är det osannolikt att dessa skulle förekomma i större antal kring vindkraftverken. Dock finns det arter (pelagiska och bentopelagiska: torsk, ål) som skulle kunna ansamlas i anslutning till vindkraftverken. Reveffekten kan variera över tid givet att fiskpopulationer är dynamiska och av naturliga skäl ändras över kortare eller längre tid. Arter som naturligt förekommer i området men som inte påverkas av reveffekten kommer att fortsätta uppehålla sig i den omgivande mjukbottenmiljön, eller i de öppna vattenmassorna, vilka tar upp en betydligt större yta än fundamenten. Påverkan från reveffekter bedöms bli obetydlig för området som helhet och konsekvensen bedöms därför bli försumbar.

### **Indirekt påverkan av marint skräp**

En indirekt påverkan som kan uppstå i samband med att fundament anläggs är från marint skräp, främst förlorade fiskeredskap, som kan fastna i förankringslinor och fundament. Förlorade fiskeredskap kan fortsätta fiska under lång tid. Dock tappar redskapen cirka 80 procent av sin effektivitet efter bara tre månader, men de kan fortsätta fiska med cirka 5–6 procent av nätens fiskeeffektivitet i flera år. Vid provfiske inom den planerade vindparken fångades totalt 23 fiskar, vilket indikerar att påverkan från marint skräp och spökfiskande redskap på fisk blir obetydlig. Inför nedläggning av kablar och installation av fundament samt under driftsfasen kan eventuellt marint skräp som upptäcks tas upp, vilket medför en netto-positiv effekt på marint skräp i området. Indirekt påverkan av marint skräp bedöms vara obetydlig och konsekvensen på fiskpopulationsnivå bedöms vara försumbar.

### **Slutsats**

Sammantaget bedöms vindparken under driftsfasen ha en obetydlig påverkan när det gäller undervattensljud, elektromagnetiska fält och indirekt påverkan av marint skräp, detta då förekomsten av fisk är låg och då den sammanvägda känsligheten är liten. Påverkan från reveffekter bedöms bli obetydlig för området som helhet. Konsekvenserna som vindparken medför under driftsfasen bedöms vara försumbara avseende fisk (Tabell 29).

Tabell 29. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende fisk under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten till Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Elektromagnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar
Indirekt påverkan av marint skräp	Liten	Obetydlig	Försumbar

### 8.3.2.4 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen ökar antalet fartygstransporter till och från vindparken då vindparkens olika anläggningsdelar monteras ner och transporteras bort. Påverkan bedöms vara temporär och begränsad. I jämförelse med anläggningsfasen är påverkan på fisk från undervattensljud och sediment som frigörs obetydlig. När vindparken avvecklas innebär det att eventuella reveffekter upphör och att arter som vuxit på eller som uppehållit sig i anslutning till fundamenten förlorar sin hemvist. Då förutsättningarna för reveffekter bedöms vara mycket begränsade för området som helhet och endast medföra en obetydlig påverkan under vindparkens driftsfas, innebär avvecklingen ingen betydande förlust av habitat för fisk. För den påverkan som uppstår i avvecklingsfasen bedöms fiskens känslighet som liten. Påverkan under avvecklingsfasen bedöms vara obetydlig och konsekvensen bedöms vara försumbar (Tabell 30).

Tabell 30. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende fisk under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten till Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Sedimentsuspension	Liten till Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt	Liten	Liten	Försumbar

## 8.4 Tumlare

### Samlad konsekvensbedömning

Det område som omfattas av den planerade vindparken anses inte vara ett viktigt område för tumlare. Tumlare förekommer endast sporadiskt i vindparken, med ett fåtal registrerade detektioner vid de undersökningar som utfördes med hjälp av tumlardetektorer under augusti 2020 till december 2021. Antalet detektionspositiva minuter är väldigt lågt även då tumlare har detekterats. Detta kan tyda på att tumlarna inte uppehåller sig i området för vindparken under längre tid och inte heller i stora antal, utan att det snarare är några enskilda individer som tillfälligt passerar genom området. Den låga förekomsten av tumlare kan förklaras av att det är ont om fisk i området. Inom området förekommer nära helt syrefria bottenförhållanden på djup som överstiger 70 meter, vilket kan vara en del av förklaringen till avsaknaden av fisk.

Undervattensljud under anläggningsfasen anses vara den viktigaste källan för potentiell påverkan på tumlare då tumlare är känsliga för höga impulsiva undervattensljud. Med tillämpning av mjuk uppstart vid genomförande av geofysiska undersökningar bedöms det som osannolikt att tumlare skulle utsättas för ljudnivåer som skulle orsaka hörselnedsättning, varför risken för PTS och TTS bedöms som försumbar. I worst case scenariot kan tumlare uppvisa undvikandebeteende inom 2 150 meter från undersökningsfartyget. Som en extra skyddsåtgärd kommer undersökningar som kan medföra undvikandebeteende inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna undvikas under perioden maj-augusti, för att skydda tumlare under deras mest känsliga period. Med föreslagna skyddsåtgärder bedöms de geofysiska undersökningarna medföra liten konsekvens för tumlare.

Ljudnivåer som kan orsaka PTS eller TTS hos tumlare uppstår, med föreslagna skyddsåtgärder, inom korta avstånd från den plats där pålning pågår (mindre än 90 meter). Föreslagna skyddsåtgärder innebär bland annat mjuk uppstart av utrustningen, användande av ljuddämpande utrustning samt restriktioner i tid för när arbete får utföras, se avsnitt 12. Föreslagna skyddsåtgärder anses tillräckliga för att tumlare ska hinna avlägsna sig från anläggningsområdet innan de högsta ljudnivåerna genereras och därmed bedöms risken för hörselskador hos tumlare vara försumbar. Ljudnivåer som medför att tumlare undviker området (undvikandebeteende) bedöms för worst case scenariot förekomma inom cirka nio kilometer från pålningsplatsen. Eftersom tätheterna av tumlare i området är låga är risken att en tumlare påverkas vid ett enskilt pålningstillfälle låg. Endast en mycket liten del av Östersjöpopulationen (0,02 % av populationen) bedöms riskera att påverkas av ljudnivåer som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende vid ett pålningstillfälle. Som en extra skyddsåtgärd kommer pålningsarbeten som kan medföra undvikandebeteende inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna undvikas under maj-augusti, för att skydda tumlare under deras mest känsliga period. Konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms bli små till försumbara.

Potentiell påverkan på tumlare förknippad med driftsfasen bedöms som försumbar till mycket liten negativ. Detta gäller undervattensljud från vindkraftverken i drift och underhållstrafiken till och från vindparken, liksom elektromagnetiska fält från kablar samt permanenta förändringar av habitatet i och med införandet av hårda bottensubstrat vid vindkraftverkens fundament.

Under avvecklingsfasen kan undervattensljud förekomma vid nedmonteringen av fundament och från den ökade fartygstrafiken i området. Ljudnivåerna förväntas dock vara lägre än under anläggningsfasen eftersom det inte förekommer några pålningsarbeten. För andra potentiella effekter under avvecklingsfasen förväntas de vara mindre eller jämförbara med påverkan under anläggningsfasen. Påverkan under avvecklingsfasen bedöms ha mycket liten till försumbar konsekvens för tumlare.

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora bedöms ha begränsad påverkan på tumlare med små konsekvenser varför varken tumlarnas populationsutveckling, livsmiljöer eller utbredningsområde i Östersjön bedöms påverkas på kort eller lång sikt. Vindpark Aurora bedöms inte påverka tumlarnas förutsättningar att nå en gynnsam bevarandestatus på vare sig lokal eller biogeografisk nivå.

#### 8.4.1 Förutsättningar

I Östersjön förekommer tumlare, mest relevant för projektområdet är Östersjöpopulationen som främst uppehåller sig i egentliga Östersjön (Lah, et al., 2016; Sveegaard, et al., 2015; Wiemann, et al., 2010). Tumlare är en utpekad art i det närliggande Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna. Östersjöpopulationen av tumlare är klassad som akut hotad (CR) och i Sveriges senaste rapportering till art- och habitatdirektivet bedömdes bevarandestatusen för Östersjöpopulationen av tumlare som dålig. För en detaljerad redogörelse för den utpekade arten tumlare hänvisas läsaren till Bilaga B.8.

#### 8.4.2 Konsekvenser

Se Bilaga B.8 för beskrivning av effekter och konsekvenser för tumlare under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas.

Sammanfattningsvis bedöms anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora innebära små till försumbara konsekvenser för tumlare (Tabell 31). I bedömningen beaktas föreslagna skyddsåtgärder och att vindparken inte påverkar några, för Östersjötumlar, viktiga livsmiljöer eller hotar populationens framtida utveckling.

Tabell 31. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende tumlare under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Liten	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Måttlig	Liten	Liten

## 8.5 Säl

### Samlad konsekvensbedömning

Vindparksområdet anses inte vara ett viktigt födosöksområde för knobbsäl och gråsäl. På grund av den låga bytestillgängligheten, och nära helt syrefria bottenförhållanden på djup som överstiger 70 meter, bedöms verksamhetsområdet vara av ringa betydelse för arten.

Vid anläggning av vindpark Aurora har sedimentsuspension och undervattensljud identifierats som de främsta påverkansfaktorerna. Säl har goda förutsättningar att lokalisera och fånga sitt byte även i grumligt vatten och påverkas därför inte negativt av tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment i vattenkolumnen. Ljudnivåer som kan orsaka TTS eller PTS hos säl uppstår inom ett mycket kort avstånd från ljudkällan vid pålning, mindre än 50 meter, och risken för hörselskador hos säl bedöms vara extremt liten. Föreslagna skyddsåtgärder anses tillräckliga för att säl som upplever sig störda av anläggningsaktiviteter ska hinna avlägsna sig från området innan de högsta ljudnivåerna genereras, och därigenom förhindra att hörselskador som TTS eller PTS uppstår. Endast en mycket liten del av populationen bedöms påverkas av ljudnivåer över tröskelvärdet för undvikande beteende. Konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms bli mycket små till försumbara.

Under driftsfasen av vindpark Aurora bedöms påverkan på knobbsäl och gråsäl vara av obetydlig karaktär avseende identifierade påverkansfaktorerna undervattensljud, reveffekter, ljud och elektromagnetiska fält. Den samlade bedömningen är därför att konsekvenser för säl blir försumbara under vindparkens driftsfas.

Den samlade bedömningen för avvecklingsfasen är att påverkan av identifierade påverkansfaktorerna sedimentsuspension och sedimentation, miljögifter och näringsämnen samt undervattensljud innebär en avsevärt mindre påverkan än vid anläggning och därför medför en obetydlig påverkan för knobbsäl och gråsäl. Den sammanvägda konsekvensen blir därför försumbar.

### 8.5.1 Förutsättningar

Inom vindparksområdet kan det förekomma säl, främst gråsäl, men även knobbsäl. Östersjöpopulationen av knobbsäl är klassad som sårbar medan gråsäl, enligt ArtDatabankens rödlista (SLU Artdatabanken, 2020), är klassad som livskraftig. Beskrivning av sälar i Östersjön baseras på NIRAS rapport Marine mammals and offshore wind farms in the Baltic Sea som är framtagen specifikt för vindpark Aurora (NIRAS, 2021a).

#### **Knubbsäl**

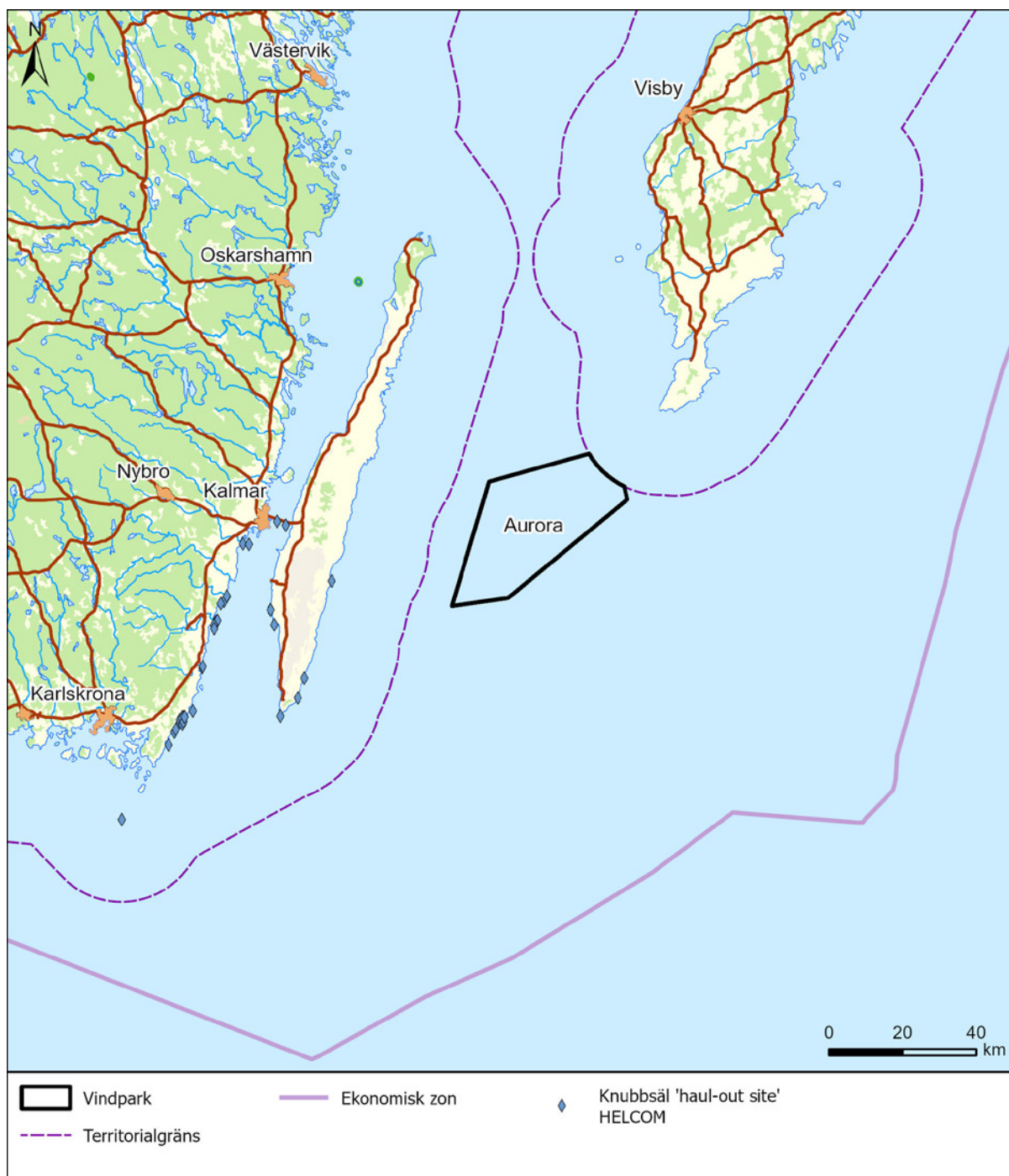
Knubbsäl är indelad i tre subpopulationer i Östersjön; Kattegatt, sydvästra Östersjön och södra Kalmarsund. Inom projektområdet förekommer knobbsälar tillhörande Kalmarsundspopulationen. Knobbsälarna i Kalmarsund tillhör en egen isolerad population som har ökat i antal sedan 1970-talet till ca 1100 individer i senaste räkningen (HELCOM, 2018). Populationen är klassad som sårbar (VU) (SLU Artdatabanken, 2022) men har enligt HELCOM:s senaste klassning uppnått god status (HELCOM, 2018b).

Knubbsälar återfinns ofta i grunda områden och födosöker vanligtvis nära sina liggplatser (så kallade "haul-out sites"). Arten är opportunistisk i sin diet och huvudsaklig föda varierar över året och beroende på lokala förutsättningar. För sälar i Östersjöregionen utgörs dieten oftast av ål, som utgjorde 42 procent av födan hos undersökta individer, samt torsk, sik, flundra och pigggvar (Scharff-Olsen et al., 2019).

Knubbsälar ser bra både över och under vattenytan och använder synen för att hitta och fånga sitt byte. Tack vare sitt välutvecklade taktilla sinne, som möjliggör för sälar att upptäcka rörelser i vattenmassan som uppstår av bytesdjurens förflyttning, kan sälar jaga framgångsrikt även i mörka eller grumliga vatten. Sälar kommunicerar sinsemellan både under och över vattenytan och har därför en väl anpassad hörsselförmåga. De kommunicerar med ljud i samband med bland annat parning och vid försvar av revir. Studier visar att knobbsälar uppfattar ljud från några hundra Hz upp till 50 kHz i vatten. Ovan vattenytan uppfattar de ljud i spektrumet några hundra Hz till 20–30 kHz.

Vanligtvis håller sig populationen mestadels i Kalmarsund eller nära Ölands sydvästra kust där också deras viktiga liggplatser är belägna. Det finns även en liggplats något längre norrut på Ölands östra kust, se Figur 35 (HELCOM, 2018b). Huruvida knobbsäl nyttjar området för utsjöbankarna söder om vindparken är oklart, dock har inga observationer av knobbsälar gjorts på utsjöbankarna (Naturvårdsverket, 2010). Närmsta liggplats för knobbsälar är i Natura 2000-området "Sydvästra Ölands sjömarker" (SE0330174) som är lokaliserat cirka 35 kilometer sydväst om Aurora. Även Natura 2000-området "Ottenby" (SE0330108) som ligger cirka 45 kilometer sydväst om vindparksområdet utgör en viktig liggplats för knobbsälar. På grund av den låga bytestillgängligheten och nära helt syrefria bottenförhållanden under 70 meters djup bedöms det planerade vindparksområdet inte vara ett viktigt födosöksområde för knobbsälar.





Figur 35. Viktiga områden för knubbsäl i Östersjön. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: HELCOM]

## Gråsäl

Gråsäl är den vanligast förekommande sälarten i hela Östersjön. Sedan 2014 har populationen uppskattats till mer än 30 000 individer (NIRAS, 2021b), populationen är bedömd som livskraftig (LC) enligt den svenska rödlistan (SLU Artdatabanken, 2021) och har nått en god status enligt HELCOM (HELCOM, 2018).

Gråsäl har ett födomönster som liknar knobbsälens varav dieten varierar över året och beror på vilka bytesdjur som finns tillgängliga. Gråsäl är större än knobbsäl och kan därför även fånga större byten. Trots att gråsäls kost varierar beroende på vilken del av Östersjön den uppehåller sig i utgörs kosten huvudsakligen av sill, skarpsill och torsk.

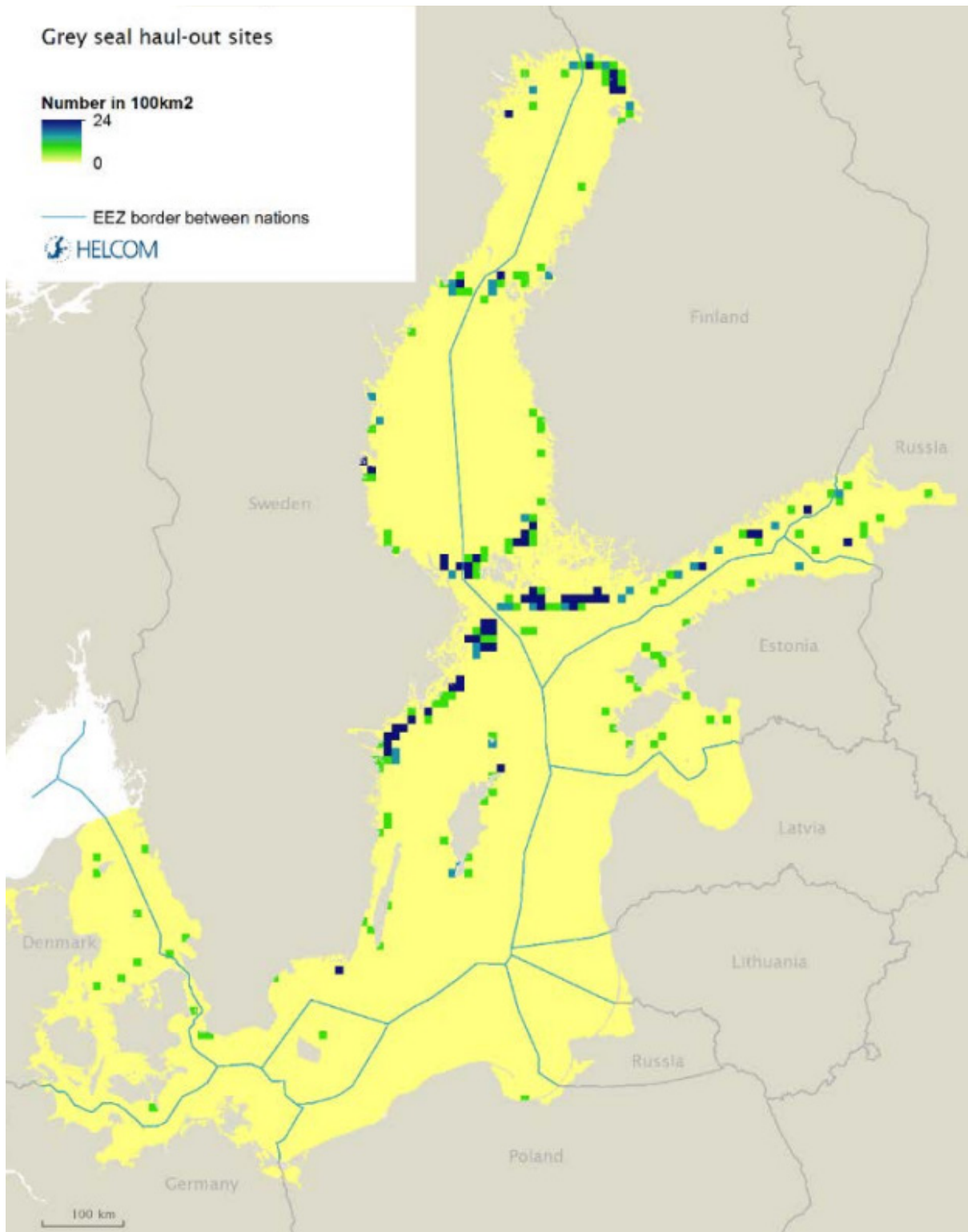
Det finns få studier av gråsäls syn- och hörsel förmåga men på grund av anatomiska likheter med knobbsäl kan det antas att syn och hörsel är liknande knobbsäls. I luft hör gråsäl bra i spektrumet 3–20 kHz, dock är kunskapsläget dåligt gällande gråsäls hörsel förmåga under vatten. Med hänvisning till gråsäls anatomiska likheter med knobbsäl rekommenderas samma tröskelvärde för undervattensljud som appliceras på knobbsäl att användas som en uppskattning av tröskelvärdet för gråsäl.

Gråsäl kan röra sig över stora områden, individer som förekommer inom Aurora tillhör Östersjöpopulationen. Likt knobbsäl förekommer gråsäl ofta i grunda områden. Dokumenterade liggområden där gråsäl byter päls finns både på Öland och Gotland. Den liggplats för gråsäl som ligger närmst Aurora är beläget på södra Gotland, cirka 20 kilometer från vindparksområdet (HELCOM, 2018). Natura 2000-området "Ottenby" (SE0330108) som ligger ca 45 kilometer sydväst om vindparksområdet utgör den närmsta liggplatsen på Öland, Figur 36.

Då gråsäl rör sig över stora områden kan verksamhetsområdet användas för födosök av gråsäl på genomresa vid transport mellan liggplatser på Öland och Gotland. Vindparksområdet anses inte vara ett viktigt födosöksområde för gråsäl, på grund av den låga bytestillgängligheten och nära helt syrefria bottenförhållanden på djup som överstiger 70 meter, och bedöms därför vara av ringa betydelse för arten (NIRAS, 2021b).

## Övrigt

Utöver gråsäl och knobbsäl kan också vikare, även kallad ringsäl, förekomma inom verksamhetsområdet. Enligt Artdataportalen (2021) är populationen livskraftig. Vikaren är Sveriges minsta sälart och förekommer huvudsakligen i Bottniska viken och norra Kvarken. Aurora ligger söder om vikares egentliga utbredningsområde och deras närvaro i vindparksområdet är sporadisk och inga tydliga trender kan definieras. Vikare är beroende av stabil is under vintern då honorna föder sin kut i is- och snögrottor. På grund av att sannolikheten för närvaro av vikare inom projektområdet bedöms vara väldigt låg (NIRAS, 2021b) görs ingen vidare analys eller konsekvensbedömning av arten.



Figur 36. Liggplatser för gråsäl i Östersjön och Kattegat (HELCOM, 2018b).

### 8.5.2 Konsekvenser

Konsekvensbedömning för sälar under projektets samtliga faser för vindpark Aurora baseras på NIRAS rapport om påverkan av havsbaserad vindkraft på marina däggdjur. Rapporten är framtagen specifikt för vindpark Aurora (NIRAS, 2021a).

### 8.5.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för knobbsäl och gråsäl i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Aurora.

### 8.5.2.2 Anläggningsfas

#### **Sedimentsuspension och sedimentation**

Både knobbsälar och gråsälar är tack vare sitt taktila sinne och goda hörsel väl anpassade för födosök även i grumligt vatten. De kan upptäcka sitt byte på ett avstånd upp till 40 meter utan att använda sin syn (Dehnhardt, et al., 2001). Med beaktande av att påverkan är temporär samt att sälar har goda förutsättningar för att lokalisera och fånga sitt byte även i vatten med förhöjda halter av suspenderat sediment, förväntas de inte påverkas av sedimentsuspension i samband med anläggningsfasen. Det kan däremot finnas risk för en indirekt påverkan om sälarnas bytesdjur påverkas negativt av sedimentsuspension och sedimentation (NIRAS, 2021a). Konsekvensen för fisk som följd av sedimentsuspension och sedimentation bedöms vara försumbar (se avsnitt 8.3.2), därav uppstår i förlängningen heller ingen påverkan på sälar.

Sälar bedöms inte vara känsliga för den tillfälliga påverkan som kan uppstå av sedimentsuspension och sedimentation varav effekten bedöms vara av obetydlig karaktär. Vidare är vindparksområdet av litet värde för både knobbsäl och gråsäl och den sammanvägda konsekvensen bedöms vara försumbar.

#### **Miljögifter och näringsämnen**

Sedimentsuspension och sedimentation kan medföra en spridning av organiska föreningar, näringsämnen och metaller bundna till sedimentet. Suspenderat sediment kommer att spädas ut när det sprids i vattenkolumnen och en eventuell påverkan är starkt knuten till sedimentspridningens utbredning, vilken blir begränsad till området kring det fundament som anläggs.

Då påverkan är temporär och blir lokalt avgränsad till anläggningsområdet bedöms risken för direkta negativa effekter på säl vara mycket liten. Däremot kan det uppstå en indirekt effekt på säl om deras bytesdjur påverkas. Som redogörs för i avsnitt 8.3.2 bedöms konsekvensen för fisk vara försumbar, i förlängningen blir då även konsekvensen för säl försumbar.

#### **Undervattensljud**

Främsta påverkansfaktorn som identifierats för säl under anläggningsfasen är undervattensljud som härrör från anläggningsarbeten, som undersökningar av havsbotten, pålning och borring, samt en lokalt ökad fartygstrafik. För att undersöka påverkan av undervattensljud har ljudutbredningsmodellering utförts av NIRAS avseende undersökningar och pålningsarbeten, se avsnitt 7.2 samt Bilaga B.3.A och Bilaga B.3.B.



Instrument som används för undersökning av havsbotten i samband med anläggningsfasen förväntas inte ge upphov till hörselskador hos säl med hänvisning till föreslagna skyddsåtgärder, till exempel mjuk uppstart av instrumenten som ger individer tid att avlägsna sig från området.

Pålningsarbeten är det som ger störst påverkan då det genererar ett impulsivt ljud med ljudnivåer som kan orsaka permanent eller tillfällig hörselskada för individer som är nära ljudkällan (HELCOM, 2019; Southall, et al., 2007; Richardson, et al., 1995). Undervattensljud från pålningsarbeten har därför identifierats som worst case för sälar, se Tabell 13. Storleken på påverkan beror på hur nära ljudkällan som en individ befinner sig, ju närmre ljudkällan desto större blir påverkan. Förutom risk för TTS och PTS kan sälarnas förmåga att ekolokalisera sig och kommunicera sinsemellan påverkas om de befinner sig nära ljudkällan. Effekter som beteendepåverkan, till exempel undvikande och ökad simhastighet och snabbare andning kan också uppstå (HELCOM, 2019; Kastelein, et al., 2013a; Dyndo, et al., 2015). Påverkansavståndet för de olika påverkansnivåerna varierar mellan arter och beror även på nivån av redan existerande bakgrundsljud på platsen.

Beteendepåverkan hos säl är generellt dåligt studerat och kunskapsunderlaget är därför begränsat. En studie av undvikandebeteende hos sälar, som följd av pålningsarbeten, visar att förekomsten av säl minskade inom en radie av 25 kilometer från ljudkällan, viktigt att notera är att inga ljuddämpande skyddsåtgärder tillämpades under studien (Russel, et al., 2016). Undervattensljud som upplevs som störande för marina däggdjur orsakar tillfällig förlust av habitat då djuren undviker området där störningen sker. Det kan bland annat innebära högre energiförbrukning, om sälarna tvingas simma längre sträckor, och mindre tid för födosök.

Ljudutbredning av pålningsarbeten (worst case för säl) har undersökts av NIRAS genom modellering (se avsnitt 7.2). Ljudnivåer som kan ge upphov till TTS eller PTS uppstår inom ett mycket kort avstånd från ljudkällan. Ljudnivåer som kan orsaka PTS hos säl uppstår mindre än 25 meter från ljudkällan, motsvarande siffra för TTS är 50 meter.

Som ett konservativt antagande har samma påverkansavstånd för undvikandebeteende som används för tumlare applicerats på sälar, vilka anses vara mindre ljudkänsliga än tumlare. NIRAS har utfört beräkningar av hur mycket av sälarnas förväntade utbredningsområde, från närmsta kända liggplats, som överlappar med påverkansområdet för undvikandebeteende vid pålning (Tabell 20). Cirka 5,9 procent av knubbsälarnas utbredningsområde, från närmsta liggplats på Öland, kan temporärt nås av ljudnivåer som orsakar undvikandebeteende. Gråsäl rör sig över mycket större områden än knubbsäl, dock nås endast 0,6 procent av gråsälarnas utbredningsområde, från närmsta liggplatserna på Öland och Gotland, av ljudnivåer som orsakar undvikandebeteende (NIRAS, 2021a). Det innebär att endast en mycket liten del av populationen för knubbsäl och gråsäl temporärt kan påverkas av undervattensljud som härrör från pålning. Sälar har en relativt hög tolerans för undervattensljud och vänjer sig snabbare än till exempel tumlare (NIRAS, 2021a).

Arbeten som genererar undervattensljud som medför risk för hörselskador på marina däggdjur och fiskar är förenade med tillämpande av ljuddämpande skyddsåtgärder, se avsnitt 12. Föreslagna skyddsåtgärder anses tillräckliga för att undvika TTS och PTS hos säl. Dels då skyddsåtgärder som dubbel bubbelgardin och mjuk uppstart ska tillämpas, då sälarna hinner avlägsna sig från närområdet där pålning pågår, dels då sälarna förväntas huvudsakligen uppehålla sig i området kring deras liggplatser dit skadliga ljudnivåer inte når. Pålningens arbeten inom vindpark Aurora bedöms inte riskera att störa sälarnas kommunikation sinsemellan i områdena kring deras liggplatser och därmed inte heller deras parningsbeteende.

Med beaktande av föreslagna skyddsåtgärder bedöms risken för att pålningens arbeten ska orsaka permanenta eller tillfälliga hörselskador hos säl vara i princip obefintlig då denna påverkan uppstår inom mycket korta avstånd från ljudkällan. Förlust av habitat som följd av undvikandebeteende bedöms innebära mycket liten påverkan på sälarna och obetydlig påverkan på förutsättningarna för reproduktion. Vidare är vindparksområdet av liten vikt för sälarna och har på grund av låg förekomst av fisk dåliga förutsättningar för födosök. Konsekvensen för säl avseende undervattensljud under anläggningsfasen bedöms vara mycket liten.

### Slutsats

Säl har goda förutsättningar att lokalisera och fånga sitt byte även i grumligt vatten och påverkas därför inte negativt av tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment i vattenkolumnen. Med beaktande av att endast mycket få individer förväntas vistas i verksamhetsområdet, och därmed påverkas av undervattensljud, samt att verksamhetsområdet är av ringa betydelse för säl, förväntas påverkan bli liten till obetydlig. Ljudnivåer som kan orsaka TTS eller PTS uppstår inom ett mycket kort avstånd från ljudkällan (se Tabell 19) och risken för hörselskador hos säl bedöms vara extremt liten. Föreslagna skyddsåtgärder anses tillräckliga för att säl som upplever sig störda av anläggningsaktiviteter ska hinna avlägsna sig från området innan de högsta ljudnivåerna genereras, och därigenom förhindra att hörselskador som TTS eller PTS uppstår.

Konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms bli mycket små till försumbara (Tabell 32).

Tabell 32. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende säl under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Liten	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Måttlig	Liten	Mycket liten



### 8.5.2.3 Driftsfas

#### **Undervattensljud**

Under vindparkens driftsfas uppstår ljud både under och över vattenytan. En del av det ljud som genereras av vindkraftverkens turbiner når ner i vattenkolumnen.

Det undervattensljud som uppstår från vindkraftverken är ett lågfrekvent ljud som ligger inom ett intervall där sälar har god hörsel. Dock är sälar relativt toleranta för undervattensljud och en studie vid den tyska, havsbaserade vindparken Alpha ventus visade att sälarna föredrog området kring fundamenten framför övriga ytor inom vindparken (Russell, et al., 2014). Undervattensljud som härrör från vindkraftverk i drift bedöms därför inte störa sälarna eller medföra negativa konsekvenser för dem. Även fartygstrafik från närliggande fartygsleder tillför bakgrundsljud till området vilket innebär att det redan i dagsläget förekommer nivåer av undervattensljud som sälarna har fått vänja sig vid. Med hänvisning till att sälar har relativt hög tolerans för undervattensljud och sannolikt redan har anpassat sig till nivåerna av redan existerande bakgrundsljud bedöms påverkan av undervattensljud från fartygstrafik i samband med drift av vindparken bli mycket liten.

Sälar har visat sig ha relativt låg känslighet för undervattensljud och driftsfasen kommer därför sannolikt inte medföra att sälar undviker området. Då mycket få individer förväntas påverkas i form av beteendepåverkan, som undvikande, bedöms störningen på sälar bli mycket liten. Det föreligger ingen risk för TTS eller PTS under driftsfasen. Konsekvensen för både knubbsälar och gråsälar bedöms som försumbar avseende undervattensljud under vindparkens driftsfas.

#### **Reveffekter**

Vindkraftsfundament har i vissa fall visat sig attrahera sälar i större utsträckning än andra delar av vindparker. Detta beror troligtvis på att en reveffekt uppstår vid fundamenten och sälar uppehåller sig då kring fundamenten i jakt på föda (Russell, et al., 2014). På grund av de stora avstånden mellan fundamenten bedöms det inte uppstå någon sammanhängande reveffekt inom vindparken varav påverkan på sälar bedöms bli obetydlig. Konsekvensen för sälar bedöms därför vara försumbar avseende reveffekter.

#### **Elektromagnetiska fält**

Magnetfältet kring undervattenskablar är snabbt avtagande med ökat avstånd från kabeln och dess påverkan på marint liv mycket liten. En eventuell påverkan från undervattenskablarna blir obetydlig på bara några meters avstånd från kabeln. Vidare finns det inga vetenskapliga studier som pekar på att sälar använder sig av jordens magnetfält. Sälar har även visat sig simma längs med undervattenskablar i jakt på föda (Russell, et al., 2014), vilket tyder på att de inte påverkas negativt eller upplever ett obehag av dem. Påverkan från undervattenskablars elektromagnetiska fält på säl bedöms vara obetydlig, både för begravningskablar och dynamiska kablar. Konsekvensen för säl bedöms bli försumbar avseende elektromagnetiska fält.

## Slutsats

Under driftsfasen av vindpark Aurora bedöms påverkan på knubbsäl och gråsäl vara av obetydlig karaktär avseende undervattensljud, reveffekter, ljud och elektromagnetiska fält. Den samlade bedömningen är därför att konsekvenser för säl blir försumbara under vindparkens driftsfas (Tabell 33).

Tabell 33. Sammanfattande bedömning av påverkan på säl under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten	Mycket liten	Försumbar
Reveffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar
Elektromagnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar

### 8.5.2.4 Avvecklingsfas

#### Sedimentsuspension och sedimentation

Som beskrivs i 8.5.2.2 har sälar goda förutsättningar för att lokalisera och fånga sitt byte även i vatten med förhöjda halter av suspenderat sediment. Därför bedöms den påverkan som kan uppstå av sedimentsuspension och sedimentation under avveckling av vindparken som obetydlig. Då vindparken inte är av värde som födosöksområde för säl och arterna inte är känsliga för denna typ av påverkan bedöms konsekvensen vara försumbar.

#### Miljögifter och näringsämnen

Då påverkan under avvecklingsfasen förväntas bli liknande, men av mindre omfattning, än under anläggningsfasen speglar konsekvensbedömningen av anläggning och drift varandra, se avsnitt 8.5.2.2.

Påverkan vid avveckling av vindparken är temporär och blir lokalt avgränsad till anläggningsområdet, därav bedöms risken för direkta negativa effekter vara mycket liten. Även en indirekt effekt på säl, genom påverkan på deras bytesdjur, bedöms bli obetydlig och konsekvensen för säl försumbar.

#### Undervattensljud

Under avvecklingsfasen sker ingen pålning eller borring i havsbotten, därav förväntas de nivåer av undervattensljud som kan uppstå vid avveckling vara långt mindre än de nivåer som uppstår vid anläggningsfasen. Det bedöms inte föreligga risk för permanenta hörselskador hos säl, däremot kan ljudalstrande aktiviteter i samband med avvecklingsfasen ge upphov till ett visst undvikandebeteende i området kring ljudkällan. Verksamhetsområdet har dåliga förutsättningar för födosök, på grund av låg förekomst av fisk, och är av liten vikt för sälarna som inte förväntas uppehålla sig i området, risken för påverkan är därför mycket liten.

Då påverkan förväntas vara mindre än vid anläggningsfasen, där en mycket liten del av sälarnas uppskattade utbredningsområde från närmsta liggplats påverkas,



bedöms effekten på säl vara obetydlig vid avveckling av vindparken. Konsekvensen av undervattensljud vid avvecklingsfasen bedöms därför vara försumbar.

### Slutsats

Den samlade bedömningen för avvecklingsfasen är att påverkan av sedimentsuspension och sedimentation, miljögifter och näringsämnen samt undervattensljud medför en obetydlig påverkan för knubbsäl och gråsäl. Den sammanvägda konsekvensen blir därför försumbar (Tabell 34).

Tabell 34. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för säl under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentsuspension och sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar
Miljögifter och näringsämnen	Liten	Obetydlig	Försumbar
Undervattensljud	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## 8.6 Fågel

### Samlad konsekvensbedömning

Vindpark Aurora är lokaliserad till ett havsområde mellan Öland och Gotland med djupare vatten. Området är därmed inte betydande som livsmiljö för sjöfåglar som söker föda på grundare vatten än 30 meter. I området förekommer övervintrande alkor och alfågel i begränsad omfattning.

Ett stort antal fåglar passerar havsområdet mellan Öland och Gotland under flyttning vår och höst. Genomgång av studier med satellitsändare på fågelindivider, utförda landbaserade sträckräkningar och flyginventering med digital kamera och LiDAR under 2021 indikerar att vindparksområdet omfattas av en betydande fågelmigration vår och höst av framför allt sjöfåglar och nattmigrerande småfåglar. Överlag bedöms denna migration passera på bred front relativt jämnt fördelat mellan Öland och Gotland. Fågelmigrationens geografiska fördelning är dock väderberoende och vindförhållanden spelar särskilt stor roll. Vid vissa vädersituationer kan betydande antal av fåglar passera verksamhetsområdet. Den största påverkan finns under vindparkens driftsfas för påverkansfaktorerna kollisionsrisk, undanträngningseffekter och barriäreffekter. Rovfåglar har en måttlig känslighet för kollisionsrisk under driftsfasen och ejder har måttlig känslighet för undanträngningseffekt under driftsfasen. Övriga arter som bedömts har liten känslighet för samtliga påverkansfaktorer under samtliga faser.

Kollisionsrisker har beräknats baserat på bästa tillgängliga kunskap gällande både fågelarters migration, flygbeteende och olika arter/artgruppers undvikandegrad. För samtliga bedömda fågelarter och artgrupper så bedöms påverkan av kollisionsrisken vara obetydlig och konsekvensen försumbar. För några

artgrupper bedöms det dock vara motiverat att vidare undersöka vindparkens påverkan i ett undersökningsprogram.

Undanträngningseffekt kan uppkomma då vissa arter väljer att nyttja vindparken som livsmiljö i lägre utsträckning. Denna påverkan är bedömd för bland annat alkor och alfågel. Påverkan bedöms vara obetydlig eftersom Aurora inte utgör ett betydande område för födosök, och undanträngningen till andra områden bedöms vara mycket begränsad. Konsekvenser av undanträngningseffekt bedöms vara försumbar.

För sjöfåglar, som har en dokumenterad förmåga att inte flyga i närheten av vindkraftverk, finns risk för påverkan i form av barriäreffekt. Om fåglarna väljer att flyga runt vindparken i stället för igenom, så tillkommer en längre flygsträcka och därmed högre energikostnader. Denna extra flygsträcka bedöms utgöra maximalt 3,6 procent av den totala flygsträckan för migrationen och bedöms innebära försumbara konsekvenser.

Den samlade konsekvensbedömningen är att kollisionsrisken, undanträngningseffekten och barriäreffekten för migrerande och rastande fåglar är försumbar i anläggnings-, drift- och avvecklingsfas.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för fåglar. En mer detaljerad beskrivning av fågelliv inom området, liksom bedömning av påverkan, effekter och konsekvenser av anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora återfinns i Bilaga B.9.

### 8.6.1 Förutsättningar

Vindpark Auroras lokalisering långt ute till havs i kombination med de stora djupen innebär att få fågelstudier har utförts tidigare i verksamhetsområdet. Däremot finns kunskap om vilka fågelarter som kan förväntas förekomma regelbundet i verksamhetsområdet. Det stora flertalet av dessa passerar Aurora endast under migration och de arter som vistas regelbundet i verksamhetsområdet för födosök är begränsat till ett fåtal arter. Nattmigrerande fåglar utgör den stora andelen av migrationsflödet. Bland dagmigrerande fågelarter behandlas här i första hand tranor, rovfåglar och sjöfåglar. Havsområdet mellan Öland och Gotland utgör inte en betydelsefull migrationsrutt för rovfåglar och tranor som i huvudsak tar hjälp av termik (varm luft som stiger) vid flyttning över landmassor (Hansson, 2019).

Många av de fåglar som passerar Aurora under migration övervintrar i västra Europa, Medelhavet eller Afrika. Det innebär att fåglarna på våren flyger i en huvudsaklig nordostlig migrationsriktning och på hösten en sydvästlig migrationsriktning. Det finns flera fågelarter som migrerar längs olika flygrutter under vår och höst, vilket kan innebära att en högre andel av en fågelarts population kan passera



i anslutning till Aurora den ena vägen men i längre antal den andra flyttvägen. Den i normalfallet använda flyggrutten kan också påverkas av rådande vindar som driver migrerande fåglar bort från den kortaste flygsträckan. Antalet individer är på hösten mångdubbelt fler än på våren då många av alla ungar som fötts under sommaren också ska migrera till övervintringsområden.

Häckande populationer av sillgrissla och tordmule förekommer året runt i havsområdet mellan Öland och Gotland. Närheten till kolonierna på Karlsöarna gör det troligt att alkor som påträffas inom Aurora utanför häckningssäsongen, kan häcka på Karlsöarna. Forskningsstudier på tordmule, sillgrissla och silltrut har genomförts på Stora Karlsö. Dessa studier har gett information om vart individer av dessa fågelarter har flugit för att hämta föda till ungarna. Studierna visar att arterna inte använder Aurora som födosöksområde sommartid (Evans, et al., 2013; Evans, 2017; Isaksson, et al., 2016; Isaksson, et al., 2019).

### 8.6.2 Kunskapsunderlag, inventeringar och utredningar

Under utredningsarbetet har befintliga uppgifter om fåglar i området inhämtats och kompletterats med nya inventeringar. De inventeringar och utredningar som utförts är:

- Insamling av befintlig kunskap om fågelförekomst
- Flyginventeringar genom linjetaxering, utfördes med flygplan vid tre tillfällen under vintern 2021 (8 januari, 28 februari och 23 mars). Ytterligare flyginventering utfördes vid två tillfällen under sommaren 2021 (20 juni och 12 augusti) för dokumentation av rastande sjöfåglar.
- Båtinventering med observatör, av övervintrande sjöfågel utfördes 17–18 december 2021.
- Landbaserad migrationsstudie, utfördes på Ölands södra udde, Hoburgen och Stora Karlsö (våren 2021) samt Ölands södra udde och Sebybadet (även Triberga läge strax norr därom) samt Faludden på sydöstra Gotland (hösten 2021).
- Flyginventeringar med LiDAR (Light Detection and Ranging), utfördes under hösten 2021 (20/8, 6/9 och 27–29/9) med syftet att dokumentera fördelningen av flyttande fåglar mellan Öland och Gotland i förhållande till projektområdet Aurora. Den 17 och 19 september utfördes visuella inventeringar med observatör på samma flygsträcka.
- Analys av födosöksområde för alkor häckande på Stora Karlsö har utförts med GPS-loggar i syfte att studera fåglarnas födosöksområden under den del av häckningssäsongen när det finns unge i boet som behöver mat

Kollisionsriskmodellering har genomförts för att bedöma risken för att fåglar förolyckas av verkens rotorblad. Kollisionsberäkningarna gjordes med den s.k. Bandmodellen, med konservativa antaganden om fåglarnas migration, undvikandegrad, samt utformning av vindparken.



Undanträngningseffekter för sjöfåglar har uppskattats genom att använda parametrar såsom tillgängliga täthetsuppgifter, undanträngningsgrad och erfarenheter från tidigare utförda studier. Uppskattning av barriäreffekter för migrerande sjöfåglar har baserats på samma metodik som för tidigare utförda studier (Masden, et al., 2009).

Genomförda utredningar och inventeringar redovisas i sin helhet i Fågelrapport för vindpark Aurora, Bilaga B.9.

### 8.6.3 Resultat från genomförda utredningar och inventeringar

Nedan sammanfattas resultaten från utförda utredningar och inventeringar. För fullständiga resultat och resonemang se Fågelrapport, Bilaga B.9

#### 8.6.3.1 Resultat – Rastande sjöfåglar

##### **ALFÅGEL**

Inventeringsresultatet visar låg förekomst av övervintrande alfågel inom Auroras verksamhetsområde, med mindre grupper om 1–7 individer i en flock. Huvudsaklig förekomst med flockar över 7 individer fanns utanför verksamhetsområdet, där stora numerärer finns på Hoburgs bank och Norra Midsjöbanken. Ingen förekomst noterades sommartid. För resultaten från inventeringen 28 februari 2021 estimerades att cirka 1 600 alfåglar fanns i hela verksamhetsområdet vid detta tillfälle. Vid de andra två inventeringarna i januari och mars estimerades antalet alfåglar till färre än 100 individer inom Aurora. Flyginventeringarna i januari-mars 2021 bekräftar tidigare bedömningar av alfågeln förekomst i verksamhetsområdet, med ett medelvärde av 1,05 alfåglar/km<sup>2</sup>. En tidigare studie från 2011 styrker även låga förekomster (1–5 individer/km<sup>2</sup>) av alfågel både i verksamhetsområdet och i kringliggande djupare havsområden med djup över 30 meter. Alfågeln rörelsemönster under vintertid pekar på att de är relativt stationära i sina övervintringsområden och troligtvis inte rör sig i någon större omfattning mellan bankarna (Aarvak, et al., 2012; FEBI, 2013). Förekomsten i verksamhetsområdet kan beskrivas som tillfällig på grund av verksamhetsområdets karaktär med begränsade möjligheter till födosök för alfåglar.

##### **ALKOR**

Gruppen alkor omfattar arterna sillgrissla och tordmule, då dessa är svåra att skilja åt vid flyginventering. Flyginventeringarna i Aurora visade på medeltätheter av 0,43 alkor/km<sup>2</sup> under sommaren (juni och augusti) och 0,67 alkor/km<sup>2</sup> under vintern (januari, februari och mars). Sålunda kan vindpark Aurora, i linje med inventeringarna (Durinck, et al., 1994), betraktas som ett område med låga tätheter av alkor. De djupförhållanden som råder i Aurora används mer frekvent av sillgrissla än tordmule (Durinck, et al., 1994), vilket även bekräftats i fördelningen mellan arterna i utförda inventeringar.

## **EJDER**

Ejder passerar Aurora under vårmigrationen, men det finns inga inventeringar som indikerar att ejder rastar i stora antal i verksamhetsområdet. Flyttande ejdrar kan förekomma över stora områden i den här delen av Östersjön. Flyginventering från 2021 visar att förekomsten inom vindpark Aurora är begränsad under migrationen.

## **MÅSFÅGLAR**

Inom verksamhetsområdet förväntas måsfåglar inte förekomma i stora antal. De större måsfåglarna, det vill säga trutar, kan attraheras till fiskebåtar i den mån sådana är aktiva i området. Vid flyginventeringarna vinter och sommar noterades fem arter måsfåglar i projektområdet: fiskmå, skrattmå, dvärgmå, gråtrut och havstrut – där fiskmå var den dominerande arten. Enstaka individer av tretåig mås kan sannolikt passera Aurora årligen i samband med migration och silltrut förväntas förekomma tillfälligt och sparsamt under migration.

## **FISK- OCH SILVERTÄRNA**

Fisk- och silvertärna förekommer inom verksamhetsområdet under migrationen, där cirka 100 individer räknades vid inventeringen 12 augusti 2021. Det är tänkbart att enstaka häckande individer av dessa arter på sydvästra Gotland eller möjligen östra Öland kan flyga ända ut till verksamhetsområdet för att fiska under sommaren. Tidigare studier har dock visat på att tärnorna sällan flyger längre sträckor än 25 kilometer från häckningskolonier (Carlson, 2018; Bartos, et al., 2020). Vid sommarinventeringen 20 juni 2021 observerades en individ på Aurora, vilket indikerar att det handlar om just enstaka tillfällen som detta kan inträffa.

## **ÖVRIGA FÅGELARTER**

Vid flygningarna inom vindpark Aurora har ett antal fågelarter observerats utöver de som nämnts ovan. Observationerna har utgjorts av migrerande fåglar eller tillfälligt rastande individer i projektområdet. Den 28 februari 2021 räknades till exempel 22 svanar migrerande mot nordost och den 23 mars 2021 tolv migrerande gäss. Enstaka individer av gravand, grågås, knipa, smålom, småskrake, storskarv och storskrake tillhör också kategorin tillfälligt förekommande arter.

### *8.6.3.2 Resultat – Födosoksområde för alkor häckande på Stora Karlsö*

Analys har även gjorts av GPS-försedda sillgrisslor som häckade på Stora Karlsö 2017 – 2020. Under perioden för matning av ungen i boet använde sillgrisslorna framför allt födosöksområden belägna väster om Stora Karlsö. Analys av GPS-försedda tordmular, som häckade på Stora Karlsö 2011 och 2015, visade att det främst var områden söder om Stora Karlsö som användes för födosök. Vid ett tillfälle flög en av tordmularna till Hoburgs bank och en annan tordmule vistades kortvarigt i verksamhetsområdet.



### 8.6.3.3 Resultat – Migrerande fåglar

#### **ALFÅGEL**

Säsongsmigrationer av alfåglar på väg till och från övervintringsområden längre söderut i svenska, danska och tyska vatten, kan passera Aurora vid två tillfällen per år. I vilken utsträckning arten använder Aurora som flyttningsskorridor är mindre känt. Den data som finns tillgängliga från landbaserade räkningar och telemetristudier visar att alfågel i större grad passerar öster om Gotland än mellan Öland och Gotland.

#### **SILLGRISLA OCH TORDMULE**

Vid sträckräkningarna från land under hösten räknades ett fåtal sillgrisslor och tordmular på Ölands östra kust (totalt sju individer vid räkningarna 17 september-18 oktober). Vid Faludden på sydöstra Gotland räknades 151 individer 17 september-24 oktober. Vid LiDAR-inventeringen noterades fyra tordmular.

Sträcket av alkor förväntas inte observeras i en större omfattning nära kusterna utan äger rum längre ut till havs. Migrationen kan till viss del komma att beröra Aurora.

#### **SIMÄNDER OCH DYKÄNDER**

I slutet av mars startar migrationen med ejdersträck, där ejdrar i stora antal observerats vid Kalmarsund och senare även vid Ölands södra udde mot nordost. Några av de sträckande ejdrarna passerade även verksamhetsområdet. Sjöorre förekom endast sparsamt. Cirka 90 procent av de dykänder som registrerades vid LiDAR-studien var utanför Aurora, framför allt väster om verksamhetsområdet, mot Öland.

Resultatet av flyginventeringarna med LiDAR visade att bläsand var den dominerande arten bland sträckande simänder. Stjärtand, kricka, skedand och snatterand förekom även i stora antal under migration.

#### **STORLOM OCH SMÅLOM**

Utförda flyginventeringar under år 2021, tillsammans med tidigare utförda studier, visar på sparsam förekomst av storlom och smålom inom verksamhetsområdet. Studier visar att den främsta korridoren för migration av dessa fåglar funnits öster om Gotland.

#### **VITKINDAD GÅS OCH PRUTGÅS**

Vitkindade gäss flyttar mellan Öland och Gotland på bred front och flyger ofta rakt över öarna och viker inte alltid av och byter kurs vid ankomst till kustlinjen. Prutgäss väljer oftare att följa kustlinjerna, åtminstone under dagtid. Vid LiDAR-inventeringen registrerades 15 flockar av vitkindad gås över havet, varav cirka 70 procent inom projektområde Aurora. Tre noteringar av gåsflockar i norra delen av Aurora vid visuell flygning var sannolikt också vitkindade gäss. En flock med prutgås observerades visuellt utanför Aurora i sydost.

## MÅSFÅGLAR

De landbaserade sträckräkningarna på Öland och Gotland resulterade i enstaka registrerade havstrutar och något fler gråtrutar. Fler gråtrutar och kaspiska trutar, räknades vid Faludden än på sydöstra Ölands kust. Flest registreringar vid flyginventering med LiDAR gjordes av måsfåglar, utspritt över hela flyglinjen, vilka sannolikt oftast inte var aktivt flyttande utan endast gjorde kortare flygrörelser över havet. Flest noteringar gjordes av fiskmås och gråtrut. Dvärgmåsen registrerades i september med noteringar längs hela flyglinjen, men där omkring 50 procent av registrerade individer sågs i verksamhetsområdet som korsades av flyglinjen.

## FISK- OCH SILVERTÄRNA

På våren noterades fisk- och silvertärna i Kalmarsund, vid Ölands södra udde. De noterades i betydligt lägre antal vid Hoburgs udde och Stora Karlsö. LiDAR-inventeringarna resulterade i 19 fisk- och silvertärnor vid flygningen 20 augusti, men inga vid senare tillfällen. Tärnorna flyttar söderut främst i juli-augusti och förekommer sparsamt i september-oktober.

## NATTMIGRERANDE FÅGLAR - SMÅFÅGLAR

Nattetid migrerar många fåglar, främst småfåglar, över Östersjön mellan Öland och Gotland på relativt hög höjd. Småfåglar som trastsångare och törnskata har registrerats på höjder mellan 4 – 6 kilometer (Sjöberg, et al., 2018; 2021). Dubbelbeckasin (vadarfågel) flyger regelbundet på drygt sex kilometers höjd (Lindström, et al., 2021).

Vid Rügen och Fehmarn, längs den tyska Östersjökusten, observerades med radar att cirka 40 procent av fåglarna flög lägre än 400 meter. Det innebär att 60 procent av nattmigrerande fåglar flög över 400 meters höjd, vilket är högre än vindkraftverkens rotorhöjd i Aurora. Flyghöjdsfördelningen var likartad för vår och höst. Radarstudier från havsbaserade vindparker i södra Östersjön och i Nordsjön gav liknande resultat och indikerar att omkring 30 procent av de nattflyttande fåglarna flyger på över 1 000 meters höjd (Welcker & Vilela, 2019). En radarstudie vid Utgrunden i södra Kalmarsund (Pettersson, 2005) indikerade att nattmigrerande fåglar flög på lägre höjd jämfört med studierna i Welcker & Vilela (2019). Flyghöjder är dock komplext där till exempel avståndet till land kan påverka fåglarnas flyghöjder. När fåglarna som flugit över öppet hav på natten närmar sig land på morgonen går de ner till lägre flyghöjder, varför vindparkens avstånd till land kan påverka flyghöjden inom verksamhetsområdet.

Nattmigrationen är som mest intensiv vid svaga vindar (helst medvind) och klart väder utan nederbörd (Nilsson, C. et al., 2019; Welcker & Vilela, 2019). I vissa väderlägen, oftast på hösten när fåglarna möter kraftiga vindar från väst, kan migration ske på lägre höjd. Vid Utgrunden i södra Kalmarsund noterades att fåglarna passerade på högre höjd vid dimma, sannolikt för att undvika att flyga genom dimman (Pettersson, 2005).

Flödet av nattmigrerande fåglar över land uppskattades för perioden 19 september – 9 oktober 2016 med väderradar vid Karlskrona till i genomsnitt 27 individer/km/timme och vid Asa, Hemse, på Gotland till 14 individer/kilometer/timme (Nilsson, C. et al., 2019). Dessa värden är väsentligt lägre än vad som registrerades vid Ängelholm i samma studie med i genomsnitt 136 individer/km/timme. Längre söderut i Europa har högre värden registrerats. Vid Boostedt, norra Tyskland, uppskattades migrationsflödet i samma studie till i genomsnitt 198 fåglar/kilometer/timme. Dessa uppskattningar av migrationen omfattade inte migration på lägre höjd än 200 meter.

Omfattningen av nattmigrerande fåglar över Aurora är inte studerad men inom en utredningsstudie för den havsbaserade vindparken FEW Baltic II på polskt vatten registrerades i september-oktober 2017 i genomsnitt 17 nattmigrerande fåglar/km/timme (fåglar på högre höjder än 1 kilometer registrerades i mindre grad), ett likartat resultat som vid den landbaserade väderradarn på Gotland (Gajko, K. et al., 2018).

### **DAGMIGRERANDE FÅGLAR (EJ ROVFÅGLAR OCH TRANOR)**

På dagtid kan migrerande duvor, lärkor, piplärkor, ärlor, finkar, och vissa höstar även stora mängder mesar, observeras längs med kusterna på Öland och Gotland. Dessa fågelgrupper förväntas också kunna passera över Aurora. Över lag är antalet individer av dessa fåglar relativt låga och inte i närheten av de antal sträckande fåglar som kan noteras vid Falsterbo i sydvästra Skåne på höstarna.

Som mest har 20 000 utsträckande ringduvor räknats från Gotlands södra udde på hösten (Artportalen). Sträckuppgifter för andra arter som skogsduva, trädlärka, grönsiska och bofink visar att antalen som lämnar Gotland vid denna udde är tämligen låga (Artportalen).

### **ROVFÅGLAR**

Rovfåglar använder sig av termik vid förflyttning, vilket innebär att de utnyttjar en teknik med att kretsa i stigande varmluft och sedan glida i varierande sträckor med stigande varmluft. Termik bildas nästan uteslutande över land, framför allt över ytor med god solinstrålning, till exempel åkerbygd, öppna dalgångar och sydsluttningar (Strandberg, 2005). Därmed tvingas rovfåglar att använda aktiv flykt när de passerar öppet hav på Östersjön men även under dagar med svag termikutveckling över land. Rovfåglar förflyttar sig helst över land så långt som möjligt. Både under våren och hösten sker migrationen av rovfåglar på bred front över södra Sverige, men merparten passerar i betydande omfattning via Skåne. I norra Europa är Falsterbohalvön på hösten och Skagen på Jylland på våren kända för en betydande koncentration av migrerande rovfåglar. Gotland med dess isolerade läge omfattas inte av någon betydande migration av rovfåglar (Hansson, 2019).

Uppgifter om rovfåglarnas migration mellan Öland och Gotland finns inrapporterade till Artportalen. På Sudret som är den sydligaste udden av Gotland finns till Artportalen inrapporterade dagssummor av utsträckande rovfåglar på hösten. Till exempel har högsta dagssummor varit 11 individer av blå kärrhök, 93 individer





fjällvråk, 100 individer sparvhök, 257 individer ormvråk och 25 individer tornfalk. Dessa dagssummor är inte från samma dag utan är inrapporterade för olika datum.

Under migrationsstudien observerades blå kärrhök, fjällvråk, sparvhök, ormvråk och tornfalk från land. Slutsatsen från de landbaserade migrationsstudierna visar att det huvudsakliga migrationsstråket är beläget öster om Gotland och inte inom vindpark Aurora.

LiDAR-inventeringen resulterade i en sparvhök som flög mot sydväst genom projektområdet för Aurora på 50 meters höjd över havet.

## **TRANOR**

Tranor använder sig likt rovfåglar av termik vid förflyttning. Därmed tvingas tranor att använda aktiv flykt när de passerar öppet hav på Östersjön men även under dagar med svag termikutveckling över land. Migration av tranor sker på bred front över södra Sverige, den största merparten över skånska sydkusten.

Uppgifter om tranornas migration mellan Öland och Gotland finns inrapporterade till (Artportalen). Från våren saknas några större ansamlingar av tranor på Öland och Gotland, då dessa passerar förbi till häckningsplatserna utan att stanna till. Flyttningsrörelser har observerats flertalet höstar från södra delen av Gotland mot sydväst i riktning mot norra Öland, som mest omkring 1 200 individer under 2021. En sammanställning av antalet rapporterade tranor på hösten som bedömts lämna Gotland har för perioden 2002 – 2021 varit i genomsnitt 537 individer. På våren har som mest 118 tranor observerats passera Gotland under flyttning.

Tranornas flyttstråk passerar troligen norr om Aurora där avståndet över öppet hav är kortast. Nordliga vindar kan göra att fler tranor flyger över till Öland längre söderut och nära eller inom Aurora.

En radarstudie vid vindparken Kriegers flak i Södra Östersjön i kombination med laserskikarobservationer vid den danska och svenska kusten gjordes 2013 och 2015 rörande tranornas sträck över Arkonabassängen (Skov, et al., 2015). Uppmätta flyghöjder var som högst cirka 1 000 meter när tranorna lämnade land och vid flygningen tappade tranorna höjd och flög ner till mellan 150 och 200 meter när de åter nådde kusten. Under goda väderförhållanden var det dock möjligt för tranorna att passera hela vägen över Östersjön på höjder upp till 400 meter.

### 8.6.4 Konsekvenser

Vindparkens påverkan på fåglar delas in i tre påverkansfaktorer: kollisionsrisker, undanträngningseffekter och barriäreffekter, dessa beskrivs mer utförligt i avsnitt 6.12, 6.13 och 6.14. Samtliga bedömningar av konsekvenser för fågelarter baseras på det underlag och de utredningar som sammanställts och redovisas i Bilaga B.9. För mer utförliga konsekvensbedömningar, källhänvisning och redogörelse hänvisas till Bilaga B.9.

För varje påverkansfaktor bedöms ett antal referensarter. Arturvalet har gjorts utifrån fåglar som förekommer regelbundet i Aurora, har en dokumenterad känslighet

för vindkraft, samt för att erhålla en varierad grupp av arter med olika beteenden, storlek och migrationsstrategier. Konsekvensbedömningar har gjorts utifrån ett worst case-scenario, se avsnitt 5.3.1. Utvalda arter och vilka påverkansfaktorer de berörs av redovisas i Tabell 35 nedan.

Tabell 35. Översikt av påverkansfaktorer och fågelarter eller artgrupper som konsekvensbedömts.

Påverkansfaktor	Art/grupper
<b>Kollisionsrisker</b>	Övervintrande sjöfåglar, alfågel (övervintrande och migrerande), migrerande sjöfåglar (ejder, sjöorre, bläsand och mindre sångsvan), måsfåglar, vadarfåglar, silvertärna, gäss, nattmigrerande fåglar, dagmigrerande fåglar, rovfåglar, tranor, gök och ugglor
<b>Undanträngningseffekter</b>	Sillgrissla, tordmule, alfågel, och måsfåglar
<b>Barriäreffekter</b>	Migrerande ejder, alfågel, sjöorre och bläsand

#### 8.6.4.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för fåglarna i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Aurora.

#### 8.6.4.2 Anläggningsfas

I anläggningsfasen byggs vindkraftverken succesivt, vilket innebär en lokal påverkan under en begränsad tid. Fartygsaktiviteten blir obetydligt högre än den befintliga, med närliggande fartygsleder och fiskeaktiviteter. Vindkraftverken tas i drift löpande då de ansluts, provkörs och börjar producera el allt eftersom.

#### Kollisionsrisker

Med kollisionsrisk avses risk för fåglar att träffas av vindkraftverkens rotorblad i drift. Fåglar flyger ibland in i verkens torn men det utgör i normalfallet (Rydell, et al., 2017) en begränsad andel av samtliga kollisionsfall. Under anläggningsfasen finns en teoretisk risk att fåglar kolliderar med vindkraftverken trots att de inte tagits i drift men denna risk bedöms som försumbar i Aurora. Kollisionsrisk med rotorblad blir aktuell först när verken är i drift, bedömning av påverkan från vindkraftverken i drift görs inom ramen för avsnitt 8.6.4.3 nedan.

Vid anläggningen av vindparken som pågår under flera år kan installering av vindkraftverk göras i en följd där en U-form av vindparken kan uppstå. En sådan form kan innebära en ökad kollisionsrisk under hösten för migrerande fåglar som inte flyger runt vindparken utan fortsätter in i U-formen. Då fåglarna möter vindkraftverk i den södra delen av vindparken förväntas dessa flyga igenom vindparken. Bedömningen är att en U-form har marginell påverkan på migrerande fåglar då antalet fågelindivider som passerar nära Gotlands västkust på hösten är förhållandevis få (Artportalen, Juho Könönen, muntlig referens) samt att frigång på 30 meter under rotorbladens nedersta spets innebär att kollisionsrisken för sjöfåglar är liten.



Känsligheten hos fåglar bedöms därför som liten under anläggningsfasen, och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Konsekvensen av kollisionsrisker under anläggningsfasen bedöms vara försumbar.

### Undanträngningseffekter

Under anläggningsfasen bedöms fartygsaktivitet och arbeten kopplade till vindparken, utgöra en marginell påverkan i förhållande till redan befintlig fartygsaktivitet. Flera studier har undersökt i vilken grad olika sjöfåglar störs av fartygsaktivitet, vilken potentiellt kan tränga undan fåglar från parkområdet. Lommar har i hög grad visats undvika områden med hög fartygsaktivitet, medan alkor inte är lika känsliga (Dierschke, et al., 2011; MMO, 2018). Alkor, men troligen inte lommar, kan vänja sig till viss grad av upprepad störning från fartygsaktiviteter (MMO, 2018). Fåglar som trängs undan uppsöker andra närliggande områden.

Aktiviteter vid anläggning av vindparken bedöms ha liten negativ påverkan på övervintrande alkor som vistas inom verksamhetsområdet. Detsamma gäller för övervintrande alfåglar. Antalet individer av dessa arter är lågt inom verksamhetsområdet vars stora vattendjup innebär dåliga förutsättningar som livsmiljö. Undanträngningseffekter vid anläggning bedöms ha obetydlig påverkan på fåglar även under sommarhalvåret då endast ett fåtal fågelarter vistas så här långt ute till havs, och då i låga tätheter. Dessa fågelarter utgörs främst av måsar och trutar samt migrerande tärnor, vilka samtliga påverkas i ringa grad av fartygsaktiviteter, och undanträngning från parkområdet av densamma.

Känsligheten bedöms därför som liten och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Sammantaget kan undanträngningseffekter uppstå i ringa grad under anläggningsfasen, denna fas är även kort i förhållande till driftsfasen. Konsekvensen av undanträngning under anläggningsfasen bedöms som försumbar.

### Barriäreffekter

Risken för påverkan av barriäreffekter är inledningsvis mycket begränsad men ökar allt eftersom fler vindkraftverk färdigställs. Det är dock först i anläggningsfasens slutskede, då vindkraftverken upptar allt större del av verksamhetsområdet, som barriäreffekter kan uppstå för migrerande fåglar. Samtidigt utgör anläggningsfasen en begränsad period av vindparkens totala livslängd och eventuella barriäreffekter är huvudsakligen relevant för driftsfasen. Känsligheten bedöms därför vara liten och påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen av barriäreffekter under vindparkens anläggningsfas bedöms vara försumbar.

Tabell 36. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fågel under anläggningsfasen

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollision	Liten	Obetydlig	Försumbar
Undanträngningseffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar
Barriäreffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar



### 8.6.4.3 Driftsfas

#### **Kollisionsrisker**

Kollisionsrisken för ett antal arter och artgrupper beräknas med kollisionsriskmodelleringen i enlighet med Band-modellen. I modelleringen utgår man från ett dubbelt worst case avseende vindparkens utformning, vilket innebär 370 vindkraftverk med en totalhöjd på 370 meter. Detta scenario är mycket osannolikt eftersom vindkraftverk av den storleken inte kan placeras så tätt. Detta innebär att påverkan från kollisionsrisker med all sannolikhet överskattas i modelleringen. Kollisionsriskmodelleringen beskrivs mer utförligt i avsnitt.

#### *ÖVERVINTRANDE SJÖFÅGLAR (EJ ALFÅGEL)*

Under sommarhalvåret förväntas ett obetydligt antal sjöfåglar förekomma inom verksamhetsområdet. Den låga förekomsten av individer innebär en mycket liten risk för påverkan av kollisioner och därför bedöms konsekvensen vara försumbar under sommarhalvåret (se flyginventering 20 juni 2021, Bilaga B.9). Under vinterhalvåret förväntas alkor (sillgrissla och tordmule) förekomma i låga antal. Alkor flyger lågt över vattenytan, det vill säga lägre än rotorbladens svepyta (Fox & Petersen, 2019), med liten kollisionsrisk som följd. Kollisionsrisken bedöms vara obetydlig och konsekvensen försumbar.

Utöver ovan nämnda arter förväntas låga antal av dvärgmå, fiskmå, gråtrut och havstrut förekomma inom vindpark Aurora under vintern. Deras förekomst i området är huvudsakligen kopplat till fiskebåtar, då måsfåglarna söker upp dessa för att hitta föda. Med beaktande av det låga antalet individer samt flyghöjder som till stor del är lägre än 30 meter bedöms påverkan av kollisionsrisken vara obetydlig och konsekvensen därför försumbar.

#### *ALFÅGEL - ÖVERVINTRANDE OCH MIGRERANDE*

Aurora ligger i ett område med låg täthet av övervintrande alfåglar. De fåglar som vistas i området kan passera vindkraftverken upprepade gånger och därigenom utsättas för kollisionsrisker. Säsongsmigrationer av alfåglar på väg till och från övervintringsområden längre söderut, i svenska, danska och tyska vatten, kan passera Aurora och utsättas för kollisioner vid två tillfällen per år. I vilken utsträckning artens migrationsstråk passerar Aurora är mindre känt. Därför valdes ett worst case-scenario, med avseende på hur många individer som kan komma att passera Aurora, vid modellering av kollisionsriskerna för migrerande alfåglar inom vindpark Aurora.

Det finns två egenskaper som gör de lokala alfåglarna mindre känsliga för kollisioner. Det första är att antalet individer som övervintrar i Aurora är lågt. Det andra är att arten är lågflygande, majoriteten flyger lägre än 20 meters höjd, där andelen som passerar den rotorsvepta zonen för ett vindkraftverk, med en frigång på 30 meter, har fastställts till 2 procent.



Uppskattningar av potentiella kollisioner för lokala alfåglar har bedömts i Bilaga B.9. Andfåglar har en hög undvikandegrad, exempelvis 99,3 procent (Krigsveld, et al., 2011) eller till och med högre än 99,9 procent (SmartWind, 2013). En undvikandegrad på 99,5 procent har bedömts vara ett realistiskt scenario för alfåglar. Modellering på denna undvikandegrad ger en uppskattning av en kollision per år för övervintrande alfåglar och tre kollisioner per år för migrerande alfåglar.

Det uppskattade högsta antalet kollisioner utgör mindre än 0,01 procent av artens biogeografiska population (Wetlands International, 2022). Följaktligen bedöms känsligheten som liten och påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Konsekvensen av kollisioner för rastande och migrerande alfåglar bedöms följaktligen vara försumbar.

#### *MIGRERANDE GÄSS*

Populationer av vitkindad gås som häckar på den ryska tundran passerar Öland och Gotland i höga antal under migrationen. Bläsgås har vanligtvis en sydligare migrationsrutt, via den tyska kusten, men kan vid vissa väderförhållanden passera nära den öländska och gotländska kusten. Det finns ytterligare några arter gäss som passerar regionen under migration, till exempel prutgås.

Modellering av kollisionsrisker har gjorts för vitkindad gås och prutgås, där en undvikandegrad på 99 procent har använts. För vitkindade gäss resulterade modelleringen, av kollisioner med vindkraftverk i Aurora, i 465 kollisioner per år och för prutgäss 45 kollisioner per år.

Det uppskattade antalet kollisioner är lågt med tanke på de berörda biogeografiska populationernas stora storlek och utgör mindre än 0,03 procent av populationen av vitkindade gäss och mindre än 0,02 procent av populationen av prutgäss (Wetlands International, 2022). Påverkan bedöms därmed vara obetydlig och konsekvensen för arterna försumbar. Även för arterna bläsgås, sädgås och grågås bedöms konsekvensen vara försumbar. Sammantaget bedöms konsekvenser av kollisioner inom vindpark Aurora för migrerande gåspopulationer vara försumbar.

#### *MIGRERANDE EJDER*

De ejdrar som passerar Aurora-området under migration häckar i den finska och svenska skärgården. Ejder är den andfågel som räknas i högst antal längs Skånes sydostkust, dock har minskningen varit kraftig under 2000-talet (Wirdheim & Green, 2020). Migrerande ejdrars beteenden i förhållande till havsbaserade vindparker har studerats grundligt (Fox & Petersen, 2019). De undviker att flyga i närheten av vindkraftverk och kollisionsrisken blir därmed liten. En undvikandegrad på 99,5 procent har använts vid kollisionsriskmodelleringen. Modellen för kollisionsrisken för migrerande ejder vid Aurora visar på tre kollisioner per år.

Följaktligen uppskattas en mycket liten del av Östersjöpopulationen av ejder (Wetlands International, 2022) kollidera med vindkraftverk inom Aurora varje år. Tre individer motsvarar långt färre än 0,01 procent av den häckande ejderpopulationen i Östersjön. Därav bedöms känsligheten för kollisionsrisk som liten och påverkans storlek och omfattning vara obetydlig. Konsekvensen för migrerande ejder avseende kollisionsrisk bedöms vara försumbar.



### *MIGRERANDE SJÖORRE OCH BLÄSAND*

På grund av vattendjupet födosöker varken sjöorre eller bläsand regelbundet vid verksamhetsområdet. Därför har modellering av kollisionsrisker endast gjorts i förhållande till migrerande individer. Säsongsmigrationer av sjöorre och bläsand, kan passera vindpark Aurora. I vilken utsträckning arterna använder det västra Gotlandsbäckenet som flyttningsskorridor är dåligt känt. Därför valdes ett worst case-scenario för att modellera kollisionsriskerna, som antar att korridoren omfattar Aurora.

Enligt data från DHI (2014) flyger en stor majoritet av sjöorrarna under 20 meters höjd, och andelen som passerar den rotorsvepta zonen för ett vindkraftverk med en frigång på 30 meter fastställdes till 1 procent.

Andfåglar har en hög undvikandegrad, där en undvikandegrad på 99,5 procent använts vid kollisionsriskmodellering. Det uppskattade antalet årliga kollisioner för sjöorre och bläsand är en kollision för respektive art, vilket motsvarar mindre än 0,01 procent av arternas biogeografiska populationer (Wetlands International, 2022). Påverkan bedöms därmed vara obetydlig och följaktligen bedöms konsekvenserna av kollisioner för migrerande sjöorre och bläsand vara försumbara.

### *MINDRE SÅNGSVAN*

Mindre sångsvan förekommer i Sverige enbart under migration och häckar på den ryska tundran. Arten har, liksom flera av gässen, ökat i antal vilket också märks i uppträddandet under migrationen genom Sverige mot övervintringsområden i Västeuropa. Den har ett likartat beteende inför vindparker som gäss och ejder med ett tydligt undvikande (Fijn, et al., 2012), där undvikandegraden 99 procent använts i modelleringen. Vindpark Aurora är inte lokaliserad längs den huvudsakliga migrationsrutten, vilket gör det troligt att risken för kollisioner är lägre och snarare noll (Griffin, et al., 2016). Känslighet för kollisionsrisk bedöms därför som liten och påverkan som obetydlig. Konsekvensen av kollisionsrisken bedöms vara försumbar.

### *MIGRERANDE MÅSFÅGLAR*

Måsfåglar flyger in i vindparker i högre grad än de flesta andra fåglar, men flyger på låga höjder med totalt sett en relativt låg kollisionsrisk. En undvikandegrad på 99 procent har använts vid modelleringen. Talrikast i verksamhetsområdet under migration är skrattmå, med stora populationer i östra Europa. Dvärgmå är mer pelagisk än skrattmå och observeras nästan enbart nära kusterna vid pålandsvind. Med en undvikandegrad på 99 procent uppskattas antalet kollisionsfall för dvärgmå till noll.

Det är sannolikt att enstaka kollisionsfall kan förekomma av de mer talrikare arterna skrattmå och fiskmå. Konsekvensen av kollisionsrisk bedöms som försumbar för samtliga arter måsfåglar som regelbundet förekommer i verksamhetsområdet, då de har ett starkt undvikandebeteende för vindkraftverk.



### *MIGRERANDE VADARFÅGLAR*

Det är omkring 25 arter av vadarfåglar som kan passera Aurora vid migration. Generellt har vadare liten kollisionsrisk under migration då de ofta flyger på högre höjder än vindkraftverkens totalhöjd. Studier av dubbelbeckasin och rödspov visar att vadarfåglar regelbundet flyger på flera tusen meters höjd under migration (Senner, et al., 2018; Lindström, et al., 2021). Kollisionsrisker modellerades för rödbena, vilken förekommer som häckande i Sverige. De rödbenor som eventuellt passerar Aurora under migration utgörs främst av individer från Gotland, Finland och Baltikum. Krijgsveld (2011) uppskattade undvikandegraden för vadare till 98,3 procent, en undvikandegrad på 98 procent har använts i modelleringen. Detta ger fyra kollisionsfall av rödbena per år, vilket motsvarar mindre än 0,1 procent av den biogeografiska populationen som passerar genom Östersjön.

Påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig och konsekvenserna av kollisioner bedöms vara försumbar för migrerande vadarfåglar.

### *MIGRERANDE SILVERTÄRNA*

Silvertärna har i Sverige en livskraftig population med oförändrad eller något ökande populationsstorlek (Wirdheim & Green, 2020). Den migrerar ofta tillsammans med fisktärna och är den fågelart i världen som flyger längst sträcka under migrationen (Alerstam, et al., 2019). Silvertärna flyger generellt på höjder lägre än 20 meter. Arten flyger ofta in i vindparker och utsätts då för en viss kollisionsrisk (Dierschke, et al., 2016). Ett undvikande för tärnor på 98 procent användes vid modelleringen av kollisionsrisk. För ett sådant scenario resulterar modelleringen i ett kollisionsfall per år av silvertärna, på 30 000 passager vid migration genom Aurora.

Silvertärna bedöms ha liten känslighet, då migrationen sker på låg höjd under rotorns svepyta (1 procent av individer bedömdes flyga i rotorhöjd i kollisionsriskmodelleringen) med obetydlig påverkan och försumbar konsekvens.

Övriga tärnarter har ett likartat beteende som silvertärna, och med undantag av fisktärna passerar de Aurora i betydligt lägre antal. Konsekvens av kollisionsfall för samtliga migrerande tärnarter bedöms därmed som försumbar.

### *NATTMIGRERANDE FÅGLAR*

Kunskapen om kollisioner av nattmigrerande småfåglar vid vindkraftverk till havs är visserligen begränsad men flera studier vid vindparker i Nordsjön och tyska Östersjön tyder på få kollisioner i förhållande till mängden passerande fåglar (Krijgsveld, et al., 2015; Welcker & Vilela, 2019). Antalet estimerade kollisionsfall per vindkraftverk och år varierade mellan 8 och 34 nattmigrerande fåglar i dessa studier, vilket motsvarade omkring 0,02 promille av den uppskattade fågelmängden som passerade Arkonabassängen nattetid under migrationen på ett år (Welcker & Vilela, 2019). Den lägre nivån av kollisionsfall estimerades med 99 procent undvikandegrad och den högre nivån med 95 procent undvikandegrad. Av dessa estimerades att småfåglar (tättingar) utgjorde 88 procent av förolyckade fåglar. Vindkraftverken i Aurora planeras att vara betydligt större och högre än de som utvärderades i tyska Östersjön (Baltic 2 och Wikinger). Det betyder att antalet



kollisionsfall kan vara högre per vindkraftverk och år inom Aurora än vid de tyska vindparkerna. Samtidigt är det rimligt att antalet förbipasserande fåglar är betydligt högre över de tyska vindparkerna, vilka ligger längre söderut i migrationsstråket genom västra Europa.

Även om det inte är möjligt att beräkna kollisionsfall av nattmigrerande fåglar för Aurora med stor precision är det rimligt att antalet kollisionsfall av nattmigrerande småfåglar utgör en bråkdel av det totala antalet flyttande småfåglar, liksom var fallet i studien på de tyska vindparkerna i Arkonabassängen. I förhållande till den naturligt höga dödligheten bland de småfåglar som passerar verksamhetsområdet vid migration utgör dödligheten inom Aurora en försvinnande liten andel.

Det har länge rapporterats att fåglar som korsar öppet hav attraheras till ljuskällor, såsom fyrar, kustnära byggnationer och oljeplattformar med kollisionsrisk som följd. Migration för fåglar över öppet hav är energikrävande och fåglar med låga energireserver som lockas till lysande strukturer kan fastna där i cirklande rörelser och utmattas ytterligare (Jones, 1980). Ett fältexperiment i Nordsjön med olika ljus visade att det oftast var speciella väderförhållanden, så som dimma och dugregn, men också vid enbart mulet väder, i kombination med artificiella ljus som ledde till en ökad ansamling av fåglar kring ljuskällan. I samma studie framkom att fåglarna attraheras mer till kontinuerligt än till blinkande ljus (Rebke, et al., 2019). Hinderbelysning på vindkraftverk innebar inte fler kollisioner av nattmigrerande fåglar än vid verk utan sådan belysning enligt en studie av landbaserade vindparker i Nordamerika (Kerlinger, et al., 2010).

Vindparker till havs är belysta av säkerhetsskäl för trafik såsom flyg och fartyg och kan således potentiellt leda till att migrerande fåglar attraheras till vindparksområden. Utformningen av hinderbelysningen styrs av Transportstyrelsens föreskrifter (TSFS 2020:88). De väderförhållanden som innebär ökad risk för nattmigrerande fåglar, i förhållande till artificiella ljus, sammanfaller mycket sällan med omfattande migrationstillfällen (Krijgsveld, et al., 2015; Welcker & Vilela, 2019; Welcker, et al., 2017). I den mån det är möjligt utifrån gällande föreskrifter, kan hinderbelysningen anpassas för att ytterligare minimera risken för påverkan.

Känsligheten för nattmigrerande fåglar bedöms som liten då påverkan riskerar att omfatta en obetydlig andel av de fågelpopulationer som passerar Aurora med en försumbar konsekvens.

#### *DAGMIGRERANDE LANDFÅGLAR (EJ ROVFÅGLAR OCH TRANOR)*

Tidigare studier har visat på att migrerande ringduvor som flyger mot sydvästra Europa flyger längs med svenska kusten tills att de når Falsterbohalvön i sydvästra Skåne där den kortaste passagen över öppet hav fanns tillgänglig (Alerstam & Ulfstrand, 2008). Som mest har 20 000 utsträckande ringduvor räknats från Gotlands södra udde på hösten (Artportalen). Sträckuppgifter för andra arter som skogsduva, trädlärka, grönsiska och bofink visar att antalen som lämnar Gotland vid denna udde är tämligen låga (Artportalen). Dessutom lämnar inte samtliga dagflyttande fåglar Gotland vid den södra udden utan också längs med öns västkust längre norrut. Dessa fåglar passerar då i huvudsak norr om vindpark Aurora.





Antalet kollisionsfall bedöms bli få i förhållande till arternas populationsstorlekar. Påverkan av kollisionsrisker för dagflyttande fåglar (ej rovfåglar och trana) bedöms som obetydlig med försumbar konsekvens.

#### *MIGRERANDE ROVFÅGLAR*

Rovfåglar har förhållandevis hög kollisionsrisk vid vindkraftverk jämfört många andra fågelgrupper. Då de har lång livslängd med långsam reproduktionstakt kan en ökad dödlighet av vindkraft medföra en påverkan på populationsnivå (Green, et al., 2017). Studier av migrerande rovfåglar har visat på tydliga undvikandebeteenden vid vindparker på land och undvikandegrader generellt på över 98 procent (Whitfeld & Madders, 2006; Cabrera-Cruz & Villegas-Patracá, 2016). Det finns dock en hög osäkerhet gällande rovfåglares undvikandegrad i förhållande till havsbaserade vindparker. Studier av rovfåglares flygbeteenden vid etablerade havsbaserade vindparker i Danmark har indikerat att rovfåglar till havs kan löpa större risk att kollidera med vindkraftverk till havs jämfört med landbaserade verk (Jensen, et al., 2016; Skov, et al., 2016). De studerade vindparkerna var dock belägna i koncentrerade migrationsstråk för rovfåglar, samt med förhållandevis små och tätare placerade vindkraftverk än vad som är aktuellt i Aurora. Sammantaget bedöms en undvikandegrad på 98 % relevant för att bedöma kollisionsrisker för rovfåglar i Aurora.

Antalet migrerande rovfåglar från Gotland är generellt sett lågt, de högsta siffrorna noteras vid öns sydspets. För de flesta arter är den huvudsakliga migrationsriktningen under hösten sydvästlig (Artportalen) Den art som förväntas uppträda i högst antal, och som observerats vid inventeringarna (en individ observerad augusti 2021), är sparvhök.

Kollisionsriskmodelleringen för fjällvråk gav ett resultat på 0 förväntade kollisioner per år med vindkraftverk inom vindpark Aurora. Resultaten från modellering av fjällvråk kan överföras till andra rovfågelsarter med liknande flyktbeteende och storlek. Fiskgjuse, röd glada, brun glada, brun kärrhök, blå kärrhök och bivråk, som har liknande storlek och flyktbeteende som fjällvråk, förväntas passera Aurora i lägre antal än fjällvråk, även för dessa arter förväntas inga kollisionsfall i enlighet med modelleringen. Ormvråk faller in i samma kategori och kan uppträda i motsvarande antal som fjällvråk.

Antalet estimerade kollisioner för sparvhök inom verksamhetsområdet var en per år. Falkar, i huvudsak stenfalk men möjligtvis också pilgrimsfalk och tornfalk, har liknande flyktbeteende som sparvhök. Dessa arter förväntas uppträda sparsamt under flyttningen mellan Öland och Gotland och med få individer som kan passera Aurora blir kollisionsrisken liten. Känsligheten för rovfåglar bedöms som måttlig, men antalet passerande rovfåglar i området är lågt. Därför bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Konsekvensen avseende kollisionsrisk för rovfåglar bedöms därmed som försumbar.



## MIGRERANDE TRANOR

En stor merpart av tranornas säsongsmigration över Östersjön sker i korridoren mellan Bornholm och Själland (Skov, et al., 2015), och berör därmed inte Aurora. Flyttningsrörelser har observerats flertalet höstar från södra delen av Gotland mot sydväst i riktning mot norra Öland, som mest omkring 1 200 individer under 2021. Dessa rörelser kommer troligen att passera norr om Aurora där avståndet över öppet hav är kortast. Nordliga vindar kan göra att fler tranor passerar nära eller genom verksamhetsområdet.

På grund av bristen på observerat makroundvikande hos tranor vid havsbaserade vindkraftverk (Skov, et al., 2015; Kulik, et al., 2020) utsätts arten för en högre kollisionsrisk jämfört med till exempel sjöfåglar. Undvikandegraden bedöms för trana till 83 procent vid havsbaserade vindparker enligt Skov, et al. (2015), det är ett konservativt antagande och studier av tranor vid landbaserade vindkraftverk visar på betydligt högre undvikande. Baserat på antaganden om antalet tranor som passerar migrationskorridoren mellan Öland och Gotland på vår och höst, och att Aurora utgör 25 procent av korridoren, ger detta 15 kollisionsfall inom Aurora per år. I förhållande till den totala populationens storlek på drygt 100 000 individer är detta en obetydlig påverkan med en konsekvens som bedöms som försumbar.

## Undanträngningseffekter

### SILLGRISSLA OCH TORDMULE

Sillgrissla och tordmule har livskraftiga populationer som ökat i antal enligt den svenska rödlistan, se Bilaga B.9. Arterna lever pelagiskt och fångar fisk på företrädesvis 20–50 meters djup (Durinck, et al., 1994). De är under vinterhalvåret inte begränsade till vissa områden i Östersjön. Auroras betydelse för sillgrissla och tordmule bedöms som ringa med hänvisning till låga observerade tätheter, se flyginventeringar 2021 i Bilaga B.9 och Durinck et al. (1994).

Det saknas undersökningar som mätt de långvariga effekterna av havsbaserade vindparker på sillgrissla och tordmule. Enligt de studier som utförts avseende direkt påverkan och första åren därefter, är tendensen att båda arterna de första åren efter vindkraftsetablering trängs undan och minskar i antal vid vindparken, men undanträngningseffekten är inte konsekvent och högst variabel mellan områden. I de undersökningar av undanträngning i vindparker som gjorts har avstånden mellan verken varit betydligt mindre än vad som är aktuellt för Aurora. Det saknas också undersökningar av undanträngning i vindparker med de avstånd mellan verk som är aktuella i Aurora. När undanträngning har säkerställts har antalet alkor oftast minskat med upp till 50 procent inne i vindparken. I vissa vindparker har ingen antalsförändring observerats, och i några andra fall har alkorna i stället ökat i antal efter vindkraftsetablering. Den högsta undanträngningseffekten har observerats i en studie från Nederländerna, med omkring 75 procent minskning av alkor i vindparker, och 50 procent undanträngning i en zon av 2 kilometer utanför vindparkerna (Heinänen & Skov, 2018).



Avståndet mellan vindkraftverken inom en park är sannolikt av betydelse för omfattningen av en eventuell undanträngningseffekt. Flera studier har gjorts i frågan på bland annat ejder, där resultaten visat på att ju längre avståndet är mellan vindkraftverken, desto större andel ejdrar passerade igenom parken (Masden, et al., 2009).

Enligt resultaten från utförda flyginventeringar har tätheten av alkor inom Aurora ett medelvärde på 0,43 individer per km<sup>2</sup> på sommaren och 0,67 individer per km<sup>2</sup> på vintern. Tätheter i denna storleksordning bekräftas också av tidigare studier av vintertätheter (Durinck, et al., 1994; Skov, H; o.a., 2011). Det totala antalet sillgrisslor och tordmular inom verksamhetsområdet skulle därmed vara 405 på sommaren och 632 på vintern. Inkluderat en 2 kilometerszon är antalet alkor 524 på sommaren och 817 på vintern. Med undanträngningseffekt enligt ovan estimeras 363 alkor att trängas undan på sommaren, och 566 alkor på vintern till följd av vindpark Aurora. Dessa siffror motsvarar 0,09 respektive 0,14 procent av Östersjöpopulationerna av sillgrissla och tordmule (Bilaga B.9).

Även om befintliga studier visar på olika resultat av undanträngningseffekten på alkor, och det är oklart hur avståndet mellan vindkraftverken påverkar effekten, har en worst-case bedömning gjorts för Aurora som med god marginal tagit höjd för osäkerheter. En viss undanträngning av alkorna kan inte uteslutas vid Aurora, men de undanträngda fåglarna kan uppsöka andra fiskevatten i Östersjön med en liten påverkan totalt sett. Det bedöms finnas mycket gott om alternativa områden för födosök. Känsligheten bedöms som liten då det berör ett fåtal individer av Östersjöpopulationen av alkor och området bedöms inte vara kritiskt för de individer som eventuellt trängs undan. Risken för påverkan bedöms som obetydlig och konsekvensen bedöms som försumbar.

#### ALFÅGEL

Aurora ligger i ett område med låga tätheter av övervintrande alfåglar. Nyttjandet av vindparksområdet är troligtvis tillfälligt, eftersom områdets karaktär med djup på mer än 30 meter gör den bottenlevande faunan otillgänglig som födoresurs för alfågel. Arten är känd från tidigare studier för att trängas undan från vindparker och från det omgivande området med ett måttlig-starkt undvikandebeteende (Petersen 2011).

Undvikandebeteendet bedöms emellertid kunna påverkas av parkutformningen inom Aurora och avståndet mellan vindkraftverken. Detta har studerats på ejder, där undvikandebeteendet minskat med ett större avstånd mellan vindkraftverken (Bilaga B.9). Både ejder och alfågel har ett högt undvikandebeteende kopplat till vindkraftverk, och kan antas bete sig likvärdigt även i detta avseende. Den "glesa" placeringen av vindkraftverken inom Aurora gör att slutsatserna från tidigare studier av alfåglar inte med säkerhet går att överföra i sin helhet på vindpark Aurora (Fox & Petersen, 2019). Slutsatser om undvikandebeteende riskerar därmed att överskattas. Eftersom underlag för bedömning av undvikandebeteende saknas vid "gles" placering av vindkraftverk till havs utgår bedömningen i

denna miljökonsekvensbedömning från ett worst case-scenario, där arten kommer att uppvisa ett måttligt till starkt undvikandebeteende kopplat till den planerade vindparken. Det förväntade effektavståndet/influensområdet, det vill säga inom vilket avstånd undanträngningseffekter kan förväntas uppstå för arten är upp till två kilometer.

Vindparken kan komma att ge upphov till vissa lokala effekter i form av ett undvikandebeteende hos alfågel, som innebär att området med en anslutande zon helt eller delvis överges av arten. Den uppskattade undanträngningen av alfåglar uppgår till 977 fåglar, dvs 0,07 procent av den nuvarande övervintrande populationen i Östersjön. Då verksamhetsområdet idag inte används som födosöksområde av arten, resulterar inte undanträngningen i att konkurrensen om föda ökar på andra platser i närheten. Sett till att vindparksområdet helt saknar värde som födosöksområde för arten, att individantalet inom influensområdet är lågt samt att det finns andra områden kring vindparksområdet som förväntas nyttjas av fåglarna i stället, bedöms effekterna av undanträngningen bli obetydliga för arten och populationen i området. Vindpark Aurora bedöms inte orsaka någon undanträngningseffekt av betydelse för arten och därmed bedöms konsekvensen som försumbar.

#### *MÅSFÅGLAR*

Måsar och trutar uppvisar begränsade undvikandebeteenden inför vindparker och flyger därmed oftare in i vindparker jämfört med flertalet andra fågelarter (Dierschke, et al., 2016; Fox & Petersen, 2019). Skrattmå, fiskmå, gråtrut, havstrut, Östersjösilltrut, tretåig mås och dvärgmå förekommer regelbundet i regionen, oftast som tillfälligt förbipasserande. Måsfåglar bedöms att endast i liten grad komma att undvika att flyga igenom vindpark Aurora. Därmed blir undanträngningseffekten obetydlig med försumbar konsekvens.

#### **Barriäreffekter**

Barriäreffekter kan uppstå vid vindparker som utgör hinder för flygande fåglar så att de tvingas flyga runt eller över vindkraftverken. Detta fenomen har framför allt studerats för sjöfåglar men har även observerats för andra fågelgrupper (Fox & Petersen, 2019; Rydell, et al., 2011). Barriäreffekter på sjöfåglar bedöms nedan för ejder, alfågel, sjöorre och bläsand.

#### *MIGRERANDE EJDER*

Då ejder inte övervintrar i Aurora saknas i princip dagliga förflyttningar inom verksamhetsområdet. De som vistas i vindparken gör det som tillfälligt rastande under flyttning. Både vår- och höstflyttningen av ejder går längs den svenska Östersjökusten. På vindpark Auroras breddgrad passerar de allra flesta ejdrarna genom Kalmarsund och i viss mån längs Ölands östkust (Bilaga B.9). Flyginventeringen i mars 2021 visade att arten också migrerar genom Aurora och att barriäreffekt kan bli aktuell för en mindre andel av den flyttande populationen i Östersjön. En begränsad andel av migrerande ejder i Östersjön bedöms passera genom Aurora under höst och vår. Eftersom ejdrar i huvudsak antas undvika att



flyga in i vindparker (Fox & Petersen, 2019) uppstår en barriäreffekt då de måste flyga runt vindparken. Undvikandet leder till en längre flygsträcka, denna är dock en marginell del av den totala flygsträckan som ejdrar flyttar. Barriäreffekterna vid migrationen på grund av vindparken bedöms medföra obetydlig påverkan och konsekvensen för arten är försumbar.

#### *MIGRERANDE ALFÅGEL*

Alfågglarna bedöms inte göra några längre regelbundna lokala eller regionala förflyttningar utan bedöms vara relativt stationära under vintern. Då de grunda födosöksområdena är lokaliserade öster och söder om Aurora bedöms vindparken inte generera någon barriäreffekt mellan dessa områden. Därmed bedöms konsekvenser av barriäreffekter endast för migrerande alfågel.

Alfågglarnas migrationsrutten mellan övervintringsområdena i Östersjön och häckningsplatser på den ryska tundran bedöms i huvudsak ligga utanför verksamhetsområdet för Aurora, men kan inte uteslutas. Därför används ett worst-case scenario, med en migrationsrutt som antas passera genom Aurora, vid bedömning av barriäreffekten. Barriäreffekten av vindparken på migrerande alfåglar har uppskattats till en omväg på 107 kilometer, vilket motsvarar 3,19 procent av hela flyttsträckan från den ryska tundran till övervintringsområdena i södra Östersjön. En sådan ökning av energikostnaderna är försumbar då variationen i de enskilda flyttvägarna, och effekterna av väderförhållandena med säkerhet är större.

Påverkan av barriäreffekt för migrerande alfågel bedöms vara obetydlig och konsekvenserna försumbara. Vidare medger avståndet mellan vindkraftsverken desutom att alfåglar eventuellt kan flyga genom parken.

#### *MIGRERANDE SJÖORRE OCH BLÄSAND*

De exakta flyttningsskorridorerna för sjöorre och bläsand, som övervintrar i danska och tyska vatten, är inte helt klarlagda men den information som finns tillgänglig utgör tillräckligt underlag för bedömningar. Med ett worst-case scenario som innebär en flyttväg genom Aurora uppskattades barriäreffekten för migrerande sjöorre och bläsand innebära en omväg på 107 kilometer, vilket motsvarar 3,57 procent av hela flytten från den ryska tundran till övervintringsområdena i södra Östersjön. En sådan ökning av energikostnaderna är försumbar eftersom variationen i de enskilda flyttvägarna, och effekterna av väderförhållandena är större. Påverkan genom barriäreffekten bedöms därför som obetydlig och konsekvenserna för sjöorre och bläsand bedöms vara försumbara. Vindparkens utformning med stora avstånd mellan vindkraftsverken ger goda förutsättningar för arterna att passera genom vindparken i det fall inget undvikandebeteende föreligger.

## Slutsats

**Kollisionsrisk:** Aurora passeras av ett stort antal migrerande fåglar vår och höst. Resultaten från kollisionsriskmodelleringarna visar att vindpark Aurora resulterar i ett begränsat antal kollisioner och för samtliga bedömda arter och artgrupper bedöms konsekvenserna vara försumbara. Många sjöfåglar flyger på låga höjder och en frigång över havsytan på 30 meter har stor betydelse för att minska risker för kollision. Konsekvensen av kollisionsrisken bedöms i dessa fall vara försumbara. För nattmigrerande fågel är det svårare att beräkna kollisionsfall. I förhållande till den naturligt höga dödligheten bland de småfåglar som passerar verksamhetsområdet vid migration bedöms dödligheten inom Aurora vara försumbar. Antalet passerande rovfåglar är lågt och därför bedöms konsekvensen avseende kollisionsrisk som försumbar. Tranornas migrationsrutt passerar i huvudsak utanför Aurora området. Antal kollisioner bedöms vara liten.

**Undanträngningseffekten:** Auroras betydelse för sillgrissla och tordmule bedöms som ringa med hänvisning till låga observerade tätheter. Även om en viss undanträngning av alkorna inte kan uteslutas vid Aurora, berör den endast ett fåtal individer som kan uppsöka andra fiskevatten i Östersjön. Det bedöms finnas mycket gott om alternativa områden för födosök. Med avseende på detta bedöms konsekvensen som försumbar. Sett till att vindparksområdet helt saknar värde som födosöksområde för alfågel samt att individantalet är lågt i influensområdet och det finns andra områden kring och i det närliggande Natura 2000-området som förväntas nyttjas av fåglarna i stället, så bedöms Aurora inte orsaka någon undanträngningseffekt av betydelse för arten och därmed bedöms konsekvensen som försumbar. Måsfåglar bedöms att endast i liten grad komma att undvika att flyga igenom vindpark Aurora. Därmed blir undanträngningseffekten obetydlig med försumbar konsekvens.

**Barriäreffekten:** Ejdrar i huvudsak antas undvika att flyga in i vindparker vilket leder till en längre flygsträcka, denna är dock en marginell del av den totala flygsträckan som ejdrar flyttar. Då ejdrar inte övervintrar utan tillfälligt rastar under flyttning i Aurora bedöms konsekvensen för arten är försumbar. Alfåglarnas migrationsrutter bedöms i huvudsak ligga utanför verksamhetsområdet för Aurora. Avståndet mellan vindkraftsverken medger att alfåglar eventuellt kan flyga genom parken. Konsekvenserna av barriäreffekt för migrerande alfågel bedöms vara försumbara. Vindparkens utformning med stora avstånd mellan vindkraftverken ger goda förutsättningar för att sjöorre och blåsand passera genom vindparken i det fall inget undvikandebeteende föreligger.

Tabell 37. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fågel under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollision	Liten	Obetydlig	Försumbar
Undanträngningseffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar
Barriäreffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar

#### 8.6.4.4 Avvecklingsfas

##### **Kollisionsrisker**

Eftersom vindkraftverken kommer att vara ur drift och nedmonteras efterhand är kollisionsrisken för samtliga fågelarter försumbar under avvecklingsfasen med försumbar konsekvens på fåglarna.

##### **Undanträngningseffekter**

Under avvecklingsfasen av vindparken kommer aktiviteter på havet att innebära en viss undanträngning från vindparksområdet. Dessa aktiviteter är tidsbegränsade och lokaliserade till vissa delar av vindparken. Påverkan och konsekvenser bedöms motsvara de under anläggningsfasen, vilket innebär obetydlig påverkan och försumbar konsekvens på fåglarna.

##### **Barriäreffekter**

Barriäreffekter bedöms vara försumbara även med vindparken i drift men risken för påverkan minskar i takt med att vindparken upptar en allt mindre yta när vindkraftverken monteras ned. Sammantaget bedöms barriäreffekter vara obetydliga med försumbara konsekvenser under avvecklingsfasen.

Tabell 38. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens för fågel under avvecklingsfasen.

<b>Påverkansfaktor</b>	<b>Mottagarens känslighet/värde</b>	<b>Påverkans storlek och omfattning</b>	<b>Konsekvens</b>
Kollision	Liten	Obetydlig	Försumbar
Undanträngningseffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar
Barriäreffekter	Liten	Obetydlig	Försumbar

## 8.7 Fladdermöss

### Samlad konsekvensbedömning

Vindparksområdet bedöms inte vara ett viktigt vistelse- eller födosöksområde för fladdermöss på grund av det stora avståndet till Öland och Gotlands kuster. Inga observationer av fladdermöss har gjorts i verksamhetsområdet och utifrån befintlig kunskap bedöms närvaron av födosökande stationära arter vara låg inom Auroras verksamhetsområde.

Under en begränsad tidsperiod under april/maj och mellan 15 augusti- 15 oktober kan det potentiellt ske migration av fladdermöss genom vindparksområdet. Migrationen sker generellt vid gynnsamma väderförhållanden med låg vind. Det är inte klarlagt huruvida migrationsstråken sker via samma rutt eller om migrationsvägarna är mer diffusa och varierar. Det finns dock flera uddar utmed Gotlands norra kust där sträckan över öppet vatten mellan Gotland och Öland är betydligt kortare än en passage genom Aurora. De observationer av fladdermöss som gjorts ute till havs har visat att de generellt är lågflygande, under 10 meters höjd, med få observationer av individer som flyger i navhöjd. Inga fladdermöss detekterades i vindparksområdet under de två inventeringstillfällena gjorda under sensommaren 2020.

Under förutsättning att ett undersökningsprogram under driftsfasens första år genomförs och att det vid betydande risk för kollision för fladdermöss införs en driftsreglering av vindkraftverken, är den samlade bedömningen att det inte uppstår någon negativ påverkan på fladdermöss. Därmed blir konsekvenserna försumbara för de fladdermöss som kan förekomma i vindparksområdet.

### 8.7.1 Förutsättningar

Detta avsnitt utgår från den utredning avseende fladdermöss som har tagits fram i syfte att utgöra underlag till föreliggande miljökonsekvensbeskrivning, se Bilaga B.10.

#### 8.7.1.1 Migrerande fladdermöss

De flesta europeiska fladdermusarterna flyttar mellan sommar- och vinterkolonier. I Sverige finns minst två arter som migrerar söderut under hösten för att sedan flyga tillbaka under våren; större brunfladdermus (*Nyctalus noctula*) (Livskraftig) och trollpipistrell (*Pipistrellus nathusii*) (Livskraftig) (Rydell, et al., 2014; Ahlén, et al., 2009). Fladdermöss kan befinna sig ute till havs i samband med säsongsmigration (Hatch, et al., 2013) och har observerats upp till 14 kilometer från kusten i Kalmarsund (Ahlén, et al., 2009), inga observationer har gjorts inom Aurora vindparksområde. Gotlands södra spets, belägen drygt 20 kilometer nordost om Aurora, har observerats vara ett startområde för migrerande fladdermöss som flyger i riktning mot Ölands södra spets (Ahlén, et al., 2009; Ahlén, 1997) rutten är cirka 130 kilometer. Det är dock oklart om alla arter och individer tar samma rutt eller om migrationsvägarna är mer diffusa. Det finns flera uddar utmed Gotlands kust längre norrut där sträckan över öppet vatten mellan Gotland och Öland är betydligt kortare, mellan 53 – 64 kilometer (Figur 37).



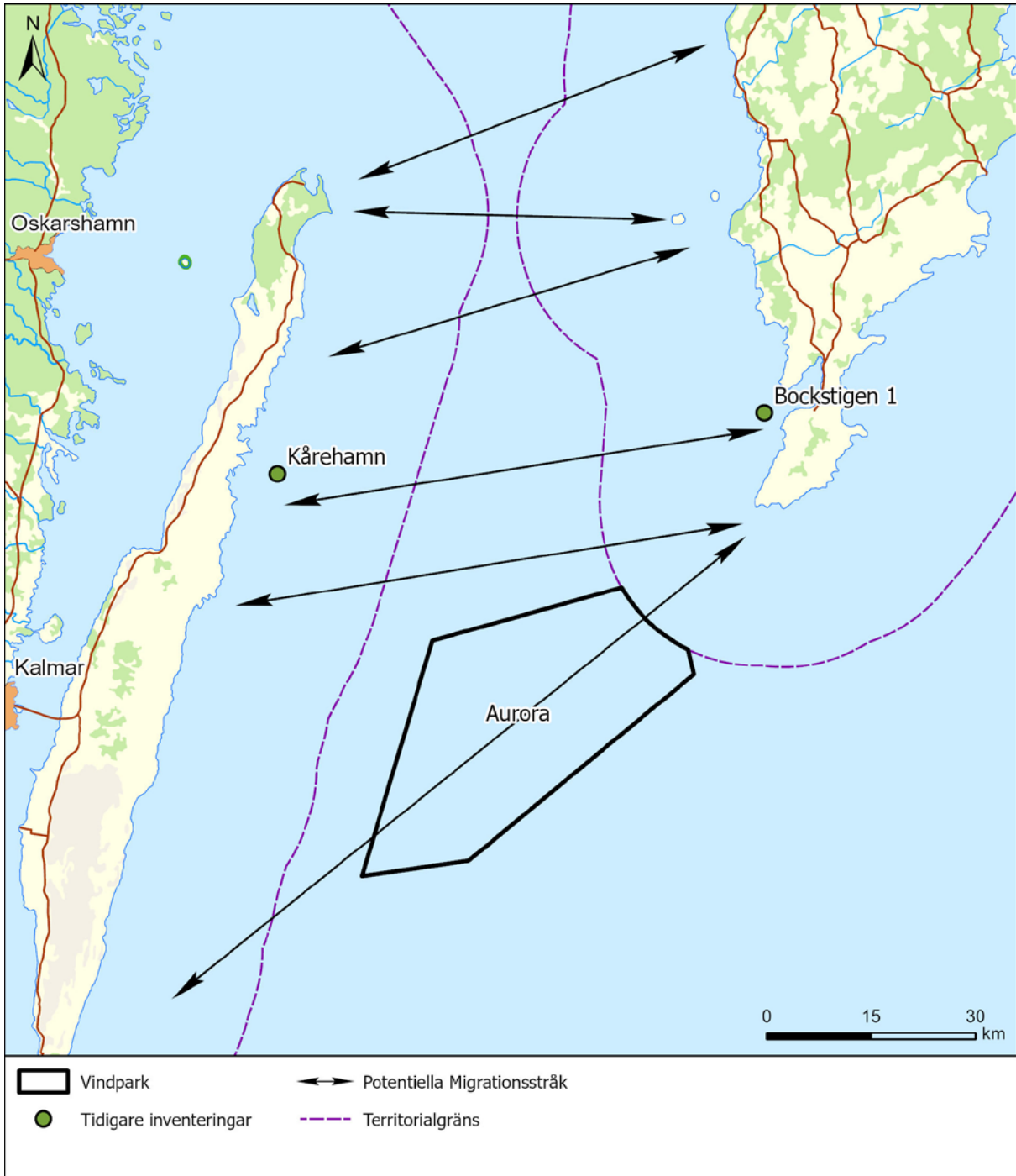


Studier i Kvarken i den norra delen av Östersjön har visat att trollpipistrell flyger från Finland till Sverige via öar för att sedan följa svenska kusten söderut (Schneider & Fritzén, 2020). I mellersta delen av Östersjön har det föreslagits att trollfladdermöss från Finland och Baltikum endera följer dessa länders västkust söderut eller flyger över öppet hav, via Åland eller Gotland, till svenska kusten och sedan vidare söderut (Rydell, et al., 2014; Gaultier, et al., 2020). Från de fåtal studier som genomförts vid havsbaserade vindparker tyder data på att fladdermössen främst flyger på en låg höjd, lägre än 10 meter, över öppet vatten, med endast enstaka registreringar av flyghöjd i navhöjd (Ahlén, et al., 2009; Rydell & Wickman, 2015; Brabant, et al., 2019).

Det finns två fladdermusstudier gjorda till havs i regionen, den ena utanför Gotlands västkust och den andra utanför Ölands östkust. Studien utanför Gotland gjordes vid Bockstigen 1, en äldre vindpark om fem verk, belägen cirka 3 kilometer väster Burgsvik i den sydvästra delen av Gotland (Rydell & Wickman, 2015). Inspelningsutrustning monterades i navhöjd vid en av de fem turbinerna och samlade data under 50 nätter mellan 14/8 och 20/10, 2013. Endast sex fladdermusinspelningar registrerades och samtliga var av större brunfladdermus. Det var endast fyra av nätterna det var vindstilla eller med så svag vind att turbinen stod stilla. Samtliga inspelningar gjordes under två av dessa nätter.

Den andra studien genomfördes vid vindparken Kårehamn, vilken är belägen cirka 7 kilometer nordost om Kårehamn på Ölands östkust (De Jong, et al., 2015). Vindparken består av 16 verk vilka driftsattes 2013. Under 2014 genomfördes en kontinuerlig inspelningsövervakning av fladdermöss från 12/5–31/10. Vid två av verken monterades mikrofoner i navhöjd samt i bashöjd, nära marken. Totalt noterades 15 spridda fladdermusinspelningar i navhöjd, vilka fördelades mellan nordfladdermus (*Eptesicus nilssonii*), dvärgpipistrell (*Pipistrellus pygmaeus*), trollpipistrell samt större brunfladdermus. Tre av inspelningarna gjordes under våren och de övriga tolv under hösten, och gjordes vid varierade vindhastigheter (4,3–13,5 m/s). I bashöjd registrerades 113 inspelningar och där tillkom även registreringar av en obestämd *Myotis*-art, utöver de ovan nämnda arterna.

I södra Sverige har fladdermöss observerats flyga syd eller sydväst från bland annat Gotlands och Ölands södra uddar och Öresundområdet (Ahlén, et al., 2009). Om de fortsätter i samma kurs från Gotland passerar de sannolikt Auroras verksamhetsområde. Det är dock oklart om all migration tar denna väg eller om det även förekommer stråk längre norrut där sträckan över öppet hav är betydligt kortare. En mer utspridd migration skulle innebära att färre individer passerade genom vindparksområdet.



Figur 37. Geografiskt läge för den projekterade vindparken Aurora (svart polygon). Gröna punkter visar lägen för de havsbaserade vindparker där inventering av fladdermöss har genomförts i navhöjd. Pilarna visar hypotetiska migrationsvägar. En sydvästlig migration från Gotlands sydspets har observerats (Ahlén, et al., 2009).

Inventering av fladdermöss har utförts i fält av AquaBiota under två nätter i slutet av augusti 2020 (24 – 25 augusti och 25 – 26 augusti). Inventeringarna gjordes från båt med hjälp av en ultraljudsdetektor av modellen Pettersson D500X som monterades på cirka 3 – 4 meters höjd på fartyget. Under inspelningsnätterna drev fartyget runt i projektområdet utan motor. Vädret under inventeringen var klart till mulet, omkring 15 grader varmt och vindhastigheter var omkring 5 – 6 meter per sekund. Inga fladdermöss kunde detekteras i analyserna av ljudfilerna. Resultatet visar att det vid tillfället för inventeringen inte förekom några fladdermöss i närheten av inventeringsfartyget. Det går dock inte helt utesluta att fladdermöss passerar genom projektområdet när de migrerar.

#### *8.7.1.2 Stationära och/eller födosökande fladdermöss*

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

Stationära landbaserade arter i Östersjöregionen har observerats födosöka i kustnära grundområden under sensommar och tidig höst där det finns en rik insektsproduktion. De har även noterats längre ut men inte, såvitt känt, på avstånd större än 20 kilometer från kusten. Detta har observerats från Öresund i söder till Kvarken i norr och gäller främst under kvällar och nätter med lugna vindförhållanden (Ahlén, et al., 2009; Schneider & Fritzén, 2020). Utifrån befintlig kunskap bedöms närvaron av födosökande stationära arter inom Auroras projektområde vara låg. Bedömningen grundar sig i det stora avståndet från verksamhetsområdet till Öland och Gotland.

#### *8.7.1.3 Vidare studier av fladdermöss inom vindpark Aurora*

En flerårig studie i syfte att göra en konsekvensbedömning av påverkan från en vindpark så långt ut till havs, har av sakkunnig bedömts inte vara motiverad innan vindparken har etablerats. Detta eftersom en vindpark kan förändra fladdermössens rörelsemönster samtidigt som det enbart går att undersöka eventuell förekomst av fladdermöss på ett relevant sätt när vindparken väl är uppförd. En studie som sträcker sig över flera säsonger bör därför genomföras efter driftsättning av vindparken skett. Behövs skyddsåtgärder kan ett driftregleringssystem appliceras i vindparken. Vindkraftverken kan då förses med detektions- och driftregleringsutrustning som möjliggör driftreglering av enskilda vindkraftverk vid detektion av fladdermöss som riskerar att kollidera med ett vindkraftverk.



Målet med driftregleringen är att minska risken att fladdermöss skadas av snabbt roterande blad. Genom att bromsa eller stanna vindkraftverken, ökas fladdermössens möjlighet till undvikande vid passage. Därmed reduceras kollisionrisken för de aktuella fladdermössen som behöver skyddas avsevärt. Driftregleringssystemet kan till exempel bestå av ultraljudsdetektion, en horisontell radar och en vertikal radar. Detta för att både bestämma flyghöjd och fladdermössens antal och bana. Vindparken kan även utrustas med ytterligare kameror för dagsljus och/eller mörkerseende. Med hjälp av bildanalys och artificiell intelligens kan systemet ge information om vilken typ av djur som närmar sig och för över informationen till vindkraftverkets och parkens SCADA system (styrsystem) som därefter justerar de berörda vindkraftverkens rotationshastighet efter förutbestämda parametrar. När fladdermössen har passerat vindkraftverket återgår driften till normalläget.

För vindpark Aurora bedöms migrationsperioden under våren vara i april/maj och på höst från 15 augusti till 15 oktober. Denna bedömning bygger på konservativa antaganden och den verkliga migrationsperioden kan vara kortare. Fladdermöss förväntas migrera framförallt då vindhastigheten understiger 6 m/s. Liknande förhållanden råder på land (Green, et al., 2017), men skillnaden är att den havsbaserade vindparken Aurora inte används som födosöksområde och endast passerar under migrationsperioderna under vår och höst. Migration förväntas vidare enbart förekomma nattetid. Förekomsten av fladdermöss i Aurora och deras migrationsmönster kommer att utredas vidare i undersökningsprogrammet.

### 8.7.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för fladdermöss. Ingen påverkan under anläggnings och avvecklingsfasen förväntas. Kollisionsrisk med rotorblad blir aktuell när verken är i drift, det vill säga under driftsfasen. Det interna kabelnätet bedöms i sig inte innebära någon påverkan på fladdermöss. Konsekvensbedömningen sammanfattas i Tabell 39.

#### 8.7.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att de förhållanden och förutsättningar som råder för fladdermöss i dagsläget inte kommer att påverkas eller förändras som följd av vindpark Aurora.

#### 8.7.2.2 Driftsfas

Utifrån befintlig kunskap är det inte sannolikt att parkområdet används som födosöksområde för stationära fladdermusarter eftersom vindparken är belägen långt ut till havs.

Det är främst migrerande fladdermusarter som skulle kunna påverkas negativt och drabbas av ökad risk för kollision med vindkraftverk under driftsfasen då vindkraftverkens blad roterar.



När vindparken är på plats kan migrerande fladdermöss som lämnar Gotland passera genom vindparken med riktning mot Öland och på vägen söderut. Eventuella migrerande fladdermöss som passerar vindparken kan kollidera med vindkraftverken. Risk för kollision kan inträffa under en kortare period under våren (april/maj) och sensommar till tidig höst (15 augusti-15 oktober) till följd av fladdermössens migrationsrörelser. Enligt studier utförda vid havsbaserade vindparker flyger majoriteten av passerande fladdermöss på låg höjd, under rotorbladen. I Aurora har rotorbladet ett frigångsavstånd på 30 meter, vilket innebär att det är avstånd på 30 meter mellan nedersta spetsen på rotorbladet till vattenytan. Frigångsavståndet bör fungera som en extra skyddsåtgärd för lågflygande migrerande fladdermöss.

Under förutsättning att ett undersökningsprogram under driftsfasens första år genomförs och att det vid betydande risk för kollision för fladdermöss införs en driftsreglering av vindkraftverken, är den samlade bedömningen att det inte uppstår någon negativ påverkan på fladdermöss. Därmed blir konsekvenserna försumbara för de fladdermöss som kan förekomma i vindparksområdet.

Tabell 39. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende fladdermöss under driftsfasen.

<b>Påverkansfaktor</b>	<b>Mottagarens känslighet/värde</b>	<b>Påverkans storlek och omfattning</b>	<b>Konsekvens</b>
Kollisionsrisk	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

## 8.8 Landskapsbild och kulturmiljö

### Samlad konsekvensbedömning

Landskapet och dess olika miljöer kommer främst att påverkas visuellt av vindparken. Den visuella påverkan kommer i varierande grad att påverka hur de olika kulturmiljöerna och landskapsbilden på Öland och Gotland upplevs. Hinderbelysningen inom vindparken kommer även den att påverka det visuella intrycket och då speciellt efter mörkrets inbrott. Öland och Gotland är välbesökt av turism och dess miljöer och utkiksplatser har ett värde för ett natur- och kulturinriktat friluftsliv.

På grund av det stora avståndet från vindparken till Öland och Gotland går det under anläggningsfasen sannolikt inte att urskilja från land de båtar, pråmar med mera som arbetar i verksamhetsområdet. Däremot ökar påverkan på kulturmiljön och landskapsbilden allt eftersom anläggningen av vindkraftverken succesivt fortskrider. Även påverkan från hinderbelysningen kommer succesivt att öka. Sammantagna konsekvensen under anläggningsfasen bedöms bli ökande, från försumbar till liten, beroende på var i landskapet man befinner sig och allt eftersom fler vindkraftverk installeras.

Under driftsfasen av vindpark Aurora uppstår sammanfattningsvis en liten påverkan på kulturriksintressena och landskapsbilden på Öland och Gotland. Även världsarvet på Öland påverkas i förhållandevis liten utsträckning. Världsarvet täcker dock ett stort område och påverkan varierar mellan de olika områdena.

Vid avveckling av vindpark Aurora kommer visuell påverkan och konsekvenserna för landskapsbilden och kulturmiljön att minska allt eftersom nedmontering av vindkraftverken fortgår. Konsekvenserna under avvecklingsfasen minskar från liten till försumbar.

Detta avsnitt redogör för kulturmiljön samt landskapsbild på Öland och Gotland, analysen baseras på ett worst-case scenario med 370 vindkraftverk som är 370 meter höga. För beskrivning av marinarkeologi hänvisas läsaren till avsnitt 8.9.

### 8.8.1 Förutsättningar

Landskapet och dess olika miljöer kommer att påverkas genom den visuella effekt vindparken ger upphov till. Den visuella påverkan innebär en ändring i hur de olika kulturmiljöerna och landskapet på Öland och Gotland upplevs. Vindparkens hinderbelysning kan innebära påverkan på det visuella intrycket speciellt efter mörkrets inbrott. Genom sin natur och kultur är Öland och Gotland välbesökt av turister och besökare. Dessa miljöer och utkiksplatser har i sig ett värde för ett natur- och kulturinriktat friluftsliv.

Landskapsbilden kan definieras som människans visuella intryck av landskapet. Det visuella intrycket påverkas i sin tur även av emotionella aspekter samt tidigare associationer vilket gör att bedömningen blir subjektiv. Till havs karaktäriseras



landskapsbilden av plana horisontella ytor med få färger och liten omväxling, där den lilla struktur som finns, utgörs i regel endast av mindre skogbeklädda öar, kobbar och vågor. Den visuella påverkan av vindkraftverken minskar med avståndet och är också beroende av landskapets naturgivna förutsättningar. Området där Aurora planeras domineras av de öppna havsvidderna.

Vindkraftverks visuella inverkan kan beröra landskapets karaktär och dess kulturhistoriska innehåll. Karaktär avser landskapet som en helhet, övergripande strukturer och enskilda element. Innehåll syftar till mindre områden som en fornlämning, en bymiljö eller ett skeppsvrak. Det är primärt landskapets karaktär som påverkas av vindkraftsanläggningar (Nordström, 2003).

Analys av landskapsbilden kan göras på två nivåer. Övergripande, storskalig nivå utifrån regionala landskapstyper samt småskalig nivå utifrån landskapsrummet på en tänkt exploateringsplats.

Mänskliga verksamheter och aktiviteter som genom tiderna satt avtryck i den fysiska miljön kan beskrivas som en kulturmiljö. Det kan handla om fysiska objekt som efterlämnats i naturen som äldre bebyggelse, fornlämningar och vrak, eller så kan det röra sig om olika verksamheter som tidigare varit kopplade till specifika platser (Riksantikvarieämbetet, 2016). Totalt finns det 28 områden av riksintresse för kulturmiljö registrerade på Öland och 141 på Gotland tillika ett världsarv på Öland och ett på Gotland.

För att bedöma hur landskapet på Öland och Gotland kommer att påverkas av vindparken har Aurora visualiserats via så kallade fotomontage; fotografier där vindkraftverken läggs in digitalt, för att man ska få en uppfattning om hur vindparken kan komma att se ut från olika fotopunkter i landskapet (Norconsult, 2021). Totalt har 12 fotopunkter identifierats för Aurora. För att bedöma påverkan av vindkraftverken under dygnets mörka timmar har även animeringar och fotomontage för vindkraftverken i mörker/skymning tagits fram. I animeringarna som tagits fram är de röda lågintensiva ljusen inte med och inte heller mittmonterade lågintensiva ljus eller hindermarkeringar för sjöfarten då dessa inte kommer att synas från land.

Förutom nämnda fotomontage och animeringar har en synbarhetsanalys tagits fram som visar teoretiskt var siktpunkter kan finnas. Det vill säga att det kan stå träd, skogsområden eller finnas andra hinder i siktlinjen mot Aurora som inte modellen fångat upp. Synbarhetsanalysen resulterar i kartor som visar platser med teoretiskt obehindrade siktlinjer mot vindkraftverken.

En kulturmiljöanalys har utförts i syfte att undersöka i vilken omfattning den planerade vindparken Aurora kommer att påverka riksintressen och världsarv på Öland och Gotland. Resultaten från kulturmiljöanalysen visade att på Öland berörs 23 riksintresseområden och ett världsarv i någon grad av vindparken. På Gotland var motsvarande siffra 22 riksintressen men inget världsarv som berördes.

För kulturmiljöanalysen har siktanalysen samt fotomontage och filmer legat som grund. Flera parametrar har använts för att erhålla värden för utvärdering av påverkan. Dels hur stor yta av riksintresseområdena som påverkades procentuellt

i synbarhetsanalysen, dels en avståndsskala för hur långt ifrån vindparken som områdena ligger samt hur långt det mänskliga ögat kan se. Avståndsskalan har resulterat i att fyra zoner identifierats; närzon, mellanzon, fjärrzon och icke synbar zon. Zonerna är indelade dels beroende på avståndet från vindparken, dels efter det avstånd som det mänskliga ögat kan se. Dessa zoner syftar till att tydliggöra bedömningen av vindparkens påverkan på kulturmiljön på Öland och Gotland (Tabell 40 och Figur 38).

Tabell 40. Tabellen visar de avståndszoner som identifierats för synligheten av vindparken.

Avståndszon (km)	Zon	Bedömning
0–25	Närzon	Vindparken syns tydligt
25–35	Mellanzon	Vindparken syns men är inte påtagligt dominerande
35–45	Fjärrzon	Vindparken syns men är inte påtaglig
45–	Icke synbar zon	Vindparken syns i så liten grad att den inte påverkar eller syns inte alls

### 8.8.2 Konsekvenser

Delar av den beskrivande texten och påverkansbedömningarna är baserade på Bilaga B.11, en Kulturmiljöanalys som gjorts av Museiarkeologi sydost (Kalmars läns museum).

Vissa landskap, såsom ålderdomliga kulturlandskap, har värden som är särskilt känsliga för utbyggnad av vindkraft, medan andra påverkade områden kan vara mindre känsliga. Vindkraftverk behöver inte innebära en negativ påverkan utan kan tillföra enformiga landskap nya värden. Det går inte att ange en generell gräns för hur stora och hur många vindkraftverk en viss typ av landskap tål. Däremot kan det antas att olika landskapstyper generellt sett har olika tålighet för vindkraftverk, liksom andra höga element.

#### 8.8.2.1 Nollalternativ

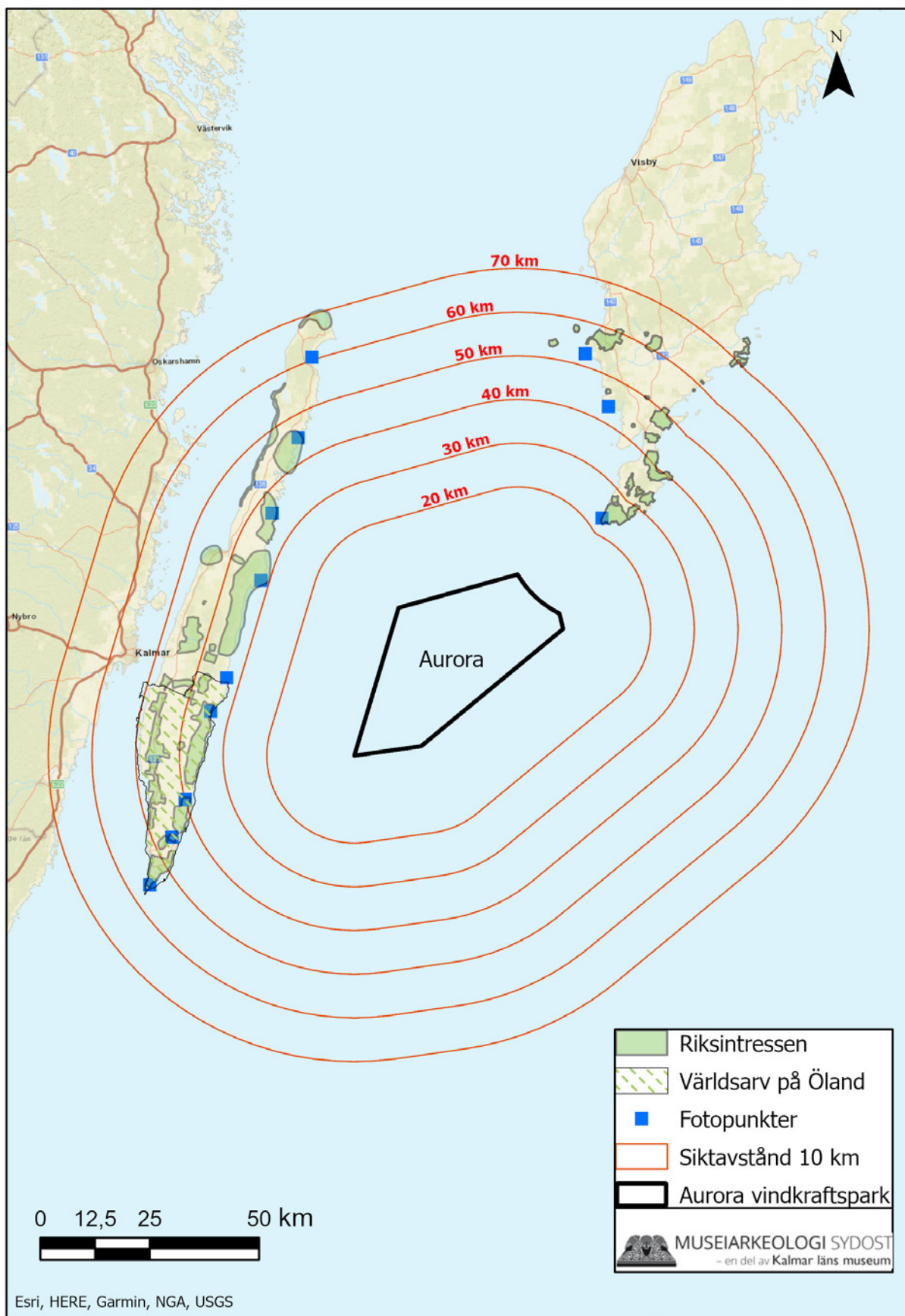
Nollalternativet innebär att den ansökta verksamheten för vindpark Aurora inte kommer till stånd. Därmed kommer det inte att uppkomma någon ny form av visuell påverkan till följd av vindparken, varken positiv eller negativ. Siktlinjen mot horisonten kommer inte påverkas av vindpark Aurora.

#### 8.8.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen går det sannolikt inte att från land urskilja de båtar, prämar med mera som arbetar i projektområdet, då avståndet till Öland och Gotland är så pass stort.

Däremot ökar kulturmiljöns och landskapsbildens påverkan allt eftersom anläggningen av vindkraftverken succesivt byggs. Även påverkan från hinderbelysningen kommer successivt att öka. Konsekvensbedömningen för anläggningsfasen ändras från försumbar till liten beroende på var i landskapet man befinner sig och allt eftersom fler vindkraftverk installeras (Tabell 41).





Figur 38. Rikssintressen för kulturmiljö och Världsarv på Öland och Gotland, med fotopunkter och siktavstånd markerat.

Tabell 41. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende landskapsbild och kulturmiljö under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell effekt	Försumbar till liten	Obefintlig till liten	Försumbar till liten

### 8.8.2.3 Driftsfas

Faktorer som påverkar vindkraftverkens synlighet från land är avståndet, observationspunktens höjd över havet, väderförhållanden, ljusförhållanden, vindkraftverkens färg och hinderbelysningen. Ökat avstånd till land ger minskad påverkan på landskapsbilden. Visuell effekt från hinderbelysningen i dagsljus innebär att hinderbelysningen lyser starkare för att synas, vid gryning och skymning lyser de svagare och i mörker ännu svagare. Detta innebär dock inte att hinderbelysningen syns från land som bäst när det är ljust och belysningen lyser som starkast, utan den största visuella påverkan blir i mörker. Under driftfasen är miljöpåverkan från hinderljusen på landskapet som störst.

På den småskaliga nivån av landskapsrummet i närheten av vindparken kommer vindkraftverken att uppfattas som dominerande för till exempel passerande båtar. Detta i och med att det inte finns några andra höga objekt i området och vindkraftverken kommer att skapa en kontrast mot den övriga omgivningen. Hur detta uppfattas är dock beroende av betraktaren själv. På den övergripande storskaliga nivån är det flera faktorer som kommer att påverka landskapsbilden. Om vindkraftverk placeras i samlad grupp uppfattas de oftast som mer harmoniserade än om de placeras i separerade grupper. Betraktarens avstånd till vindparken påverkar också upplevelsen av vindkraftverken. I landskapsrum där vindkraftverken inte står bland andra objekt och avståndet är stort får betraktaren ofta svårt att bedöma vindkraftverkens höjd. Ytterligare en aspekt som påverkar hur synlig vindparken blir är vilket typ av vegetation som finns mellan ett riksintresse och vindparken. I ett öppet landskap blir påverkan större än om landskapet har en större vegetation t.ex. skogsområden.

I Tabell 42 presenteras antalet riksintresseområden och världsarv som faller inom de olika avståndszonerna. Merparten av riksintressena för kulturmiljö på Öland ligger inom fjärrzonen, vilket innebär att vindparken syns men den är inte påtaglig i landskapsrummet. Världsarvet på Öland omfattar ett stort område och ligger inom flera zoner, mellanzon till icke synbar zon, för definition av zoner se Tabell 39. På Gotland ligger merparten av riksintressena i den icke synbara zonen och mellanzonen. Det innebär att vindparken i den sistnämnda zonen syns men är inte påtagligt dominerande, påverkan är något större i denna zon än i fjärrzonen. Övriga fyra riksintressen på Gotland faller inom närzonen och fjärrzonen, se Tabell 42.

Tabell 42. Tabellerna nedan redovisar antal riksintresseområden i varje avståndszon samt i vilken avståndszon världsarvet på Öland och Gotland ligger inom.

### Öland, riksintressen

Avståndszon	Summa
Närzon	-
Mellanzon	1
Fjärrzon	15
Icke synbar zon	7
<b>Totalsumma</b>	<b>23</b>

### Gotland, riksintressen

Avståndszon	Summa
Närzon	1
Mellanzon	7
Fjärrzon	3
Icke synbar zon	11
<b>Totalsumma</b>	<b>22</b>

### Öland, världsarv

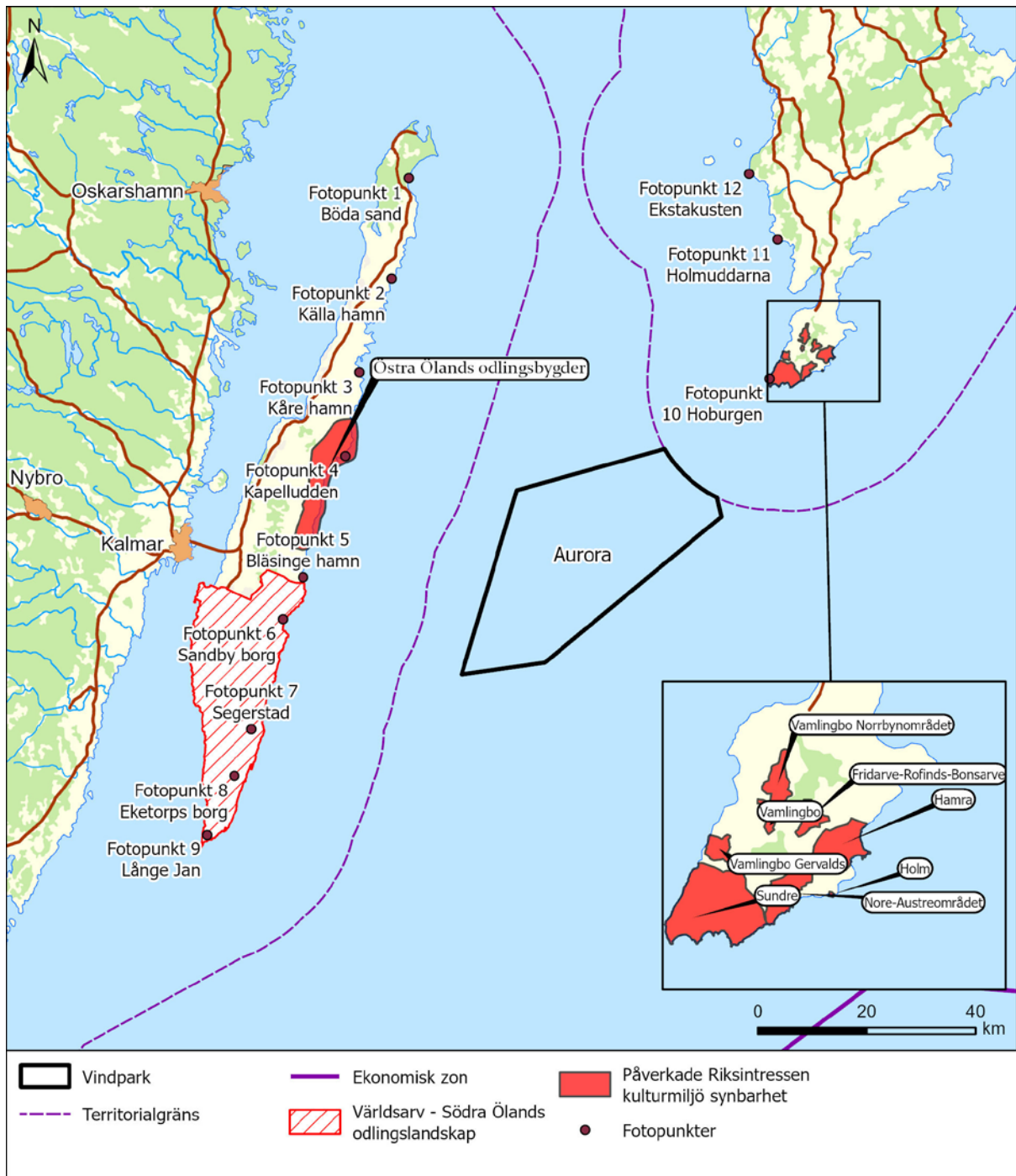
Värde	Avståndszon
Världsarv	Mellanzon-Icke synbar zon

Världsarvet och riksintresseområdet på Öland som får störst påverkan, samt de åtta riksintresseområden på Gotland inom närzonen och mellanzonen (Tabell 42) som bedöms få störst påverkan från etableringen av Aurora, beskrivs nedan. De områden som hamnar inom fjärrzonen och icke synbara zonen bedöms få försämrade konsekvenser från vindparken och redovisas inte i detalj här, samtliga områden finns redovisade och beskrivna Bilaga 11. Detaljerade beskrivningar och påverkan på alla riksintresseområden och världsarvet återfinns i Bilaga B.11.

Nedan redovisas visuell påverkan för områden och fotonpunkter från norr till söder, först för Öland och därefter för Gotland, enligt listan i Tabell 43 samt Figur 39.

Tabell 43. Tabellen visar ordningen (norr till söder för Öland därefter Gotland) på områden och fotonpunkter som konsekvensbeskrivs på Öland och Gotland.

Område	Känslighet Avstånd till Aurora (kilometer)	Avståndszon
Fotopunkt 3 Kåre hamn	37,8	fjärrzon
RI 1. Världsarv-Södra Ölands odlingslandskap	31,5 – 57,5	icke synbar zon till mellanzon
Fotopunkt 4 Kapelludden	33,2	
RI 2. Östra Ölands kust- och odlingsbygder	30 - 38	mellanzon
Fotopunkt 5 Bläsingehamn	33,5	mellanzon
Fotopunkt 6 Sandbyborg	35	mellanzon
RI 4 Gotland Nore och Austreområdet	31,5- 35 mellanzon	mellanzon
RI 5. Gotland Fridarve	32 – 34	mellanzon
RI 6. Gotland Norrbynområdet	31,7 – 35	mellanzon
RI 7. Gotland Vamlingsbro medeltida kyrkomiljöer	31-32	mellanzon
RI 8. Gotland Gervalds	27 – 29	mellanzon
RI 9. Gotland Hamra	31,5 - 35	mellanzon
RI 10. Gotland Sundre	22,5 - 28,5	närzon
Fotopunkt 10 Hoburgen	23,8	närzon



Figur 39. Kartan visar samtliga fotopunkter röd prick samt områden som analyserats på Öland och Gotland. Fotopunkt 1, 2, 11 och 12 konsekvensbedöms inte.

## Öland

**Fotopunkt 3** ligger vid Kårehamn på Öland (37,8 kilometer från vindparken – fjärrzon). Kårehamn är en liten fiskehamn i ett flackt och öppet landskap. Påverkan för hamnen bedöms som liten för Auroras vindkraftverk. Däremot finns det idag redan etablerade vindkraftverk (Kårehamn Vindpark) som är betydligt närmare och som dominerar landskapsbilden på ett annat sätt än Aurora skulle göra. Auroras stora avstånd (fjärrzonen) till Kårehamn gör att konsekvensen för landskapsbildspåverkan bedöms som mycket liten.



Figur 40. Fotomontage från fotopunkt 3 - Kåre Hamn.

### RI 2. Östra Ölands kust- och odlingsbygder

Området ligger cirka 30 - 38 kilometer från Aurora (mellanzon) och präglas av odlings- och kustlandskap och binds samman av den genomgående landsvägen som följer en gammal strandvall. Det öppna landskapet tillsammans med vägens relativa höjdläge gör att man från vägen har en god överblick över detta och väl kan uppleva närheten till Östersjön. De medeltida kyrkorna med tillhörande sockencentrum har ett visuellt samband med kringliggande kulturlandskap. Det finns hamnar, en fyrplats samt säsongsmässiga fiskelägen med låga, ofta rödmålade, sjöbodar från 1800- och 1900-tal. Kvarnarna framträder i landskapet utifrån sina placeringar på höjdlägen. Kapelluddens fyr och kapellruin utgör karakteristiska siluetter i landskapet.

Denna del av Ölands östkust vetter mot vindparken vilket innebär att vindparken blir synlig från kusten. Detta riksintresse är också ett av de som ligger närmast vindparken på Öland och som har den längsta kuststräckan. Riksintresset ligger inom mellanzonen vilket innebär att vindparken kommer att synas men inte ha en dominerande påverkan.

**Fotopunkt 4** (Figur 41) Kapelludden på Öland (33,2 kilometer från Aurora – mellanzon) ligger inom detta riksintresseområde (Östra Ölands kust- och odlingsbygder), här är Auroras placering rakt i siktlinjen utanför området vilket ökar det visuella intrycket något. Dock finns det inslag i området, väderkvarnar, fyrplatsen, kyrkor, stolpar samt andra strukturer som framträder i det omgivande landskapet. Konsekvensen för riksintresseområdet förväntas bli liten då området hamnar inom mellanzonen och siktlinjen mot vindkraftparken blir rakt utanför kusten. Vindkraftverken förväntas inte uppfattas som dominerande i landskapet, speciellt då området har en del höga strukturer som nämnts ovan.



Figur 41. Fotomontage från fotopunkt 4 - Kapelludden.

**Fotopunkt 5** (Figur 42) Bläsinge Hamn (33,5 kilometer från Aurora – mellanzon) är en liten, fortfarande aktiv, fiskehamn med ett öppet landskap och sandstränder. Här finns främst odlingslandskap med inslag av mindre skogsområden. Längs kustområdet, vid stränderna och fiskehamnen är sikten mot vindparken fri men det stora avståndet till Aurora gör att punkten hamnar i mellanzonen och vindkraftverken kommer inte upplevas som dominerande i landskapet. Här finns inga dominerande högre objekt eller områden som dominerar närområdet. Konsekvensen på landskapsbilden bedöms som liten för Bläsinge hamn.



Figur 42. Fotomontage från fotopunkt 5 - Bläsinge Hamn.

## RI 1. Världsarvet, Öland, Mellanzon

Figur 43 visar Världsarvet på södra Öland och ligger cirka 31,5 – 57,5 kilometer från vindpark Aurora. Nästan hela den södra delen av Öland består av världsarvet södra Ölands odlingslandskap. Från Karlevi i väster till Gårdby i öster och sedan hela vägen ner till Ölands sydspets sträcker sig ett unikt landskap och kulturbygd. Det öländska världsarvet är ett kulturarv inom kategorin levande kulturlandskap där lantbruket är en förutsättning för att odlingslandskapet ska kunna leva vidare. Radbyarna, den odlade marken, sjömarkerna och Stora alvaret bildar tillsammans världsarvet södra Ölands odlingslandskap. Gemensamt för hela området är att det är ett i stort sett öppet landskap med mindre vegetationsområden. På Öland har det bedrivits jordbruk i tusentals år. På grund av de speciella förutsättningarna går det att odla bara på ena delen av ön. Stora alvaret och sjömarkerna vid Östersjön har inte kunnat odlas utan har främst fungerat som betesmark. Detta gör att det idag går att uppleva ett medeltida odlingslandskap som brukas med moderna maskiner. Odlingslandskapet är sedan år 2000 med på Unescos världsarvslista.



Figur 43. Kartan visar världsarvet på Öland.

Området är så stort att det hamnar inom flera avståndszoner, mellan zon till icke synbar zon. Det innebär att världsarvet påverkas olika inom olika delar av området. Det är framför allt de östra delarna som påverkas då dessa vetter mot vindparken. Även de nordöstra delarna påverkas medan stora delar i väster och söder inte påverkas alls. Fotopunkterna 6 (Figur 44), 7 (Figur 45), 8 (Figur 46) och 9 (Figur 47) finns inom världsarvsområdet.



Figur 44. Fotomontage från fotopunkt 6 - Sandby borg.



Figur 45. Fotomontage från fotopunkt 7 Segerstad.



Figur 46. Fotomontage från fornborgen i Eketorp, Fotopunkt 8. Översta bilden illustrerar röda vindkraftverk för att synliggöra etableringens placering. Nedre bilden är förväntad synlighet av ljusa vindkraftverk.



Figur 47. Fotomontage från fotopunkt 9 - Långe Jan.





Gemensamt för hela området är att det är ett i stort sett öppet landskap med mindre vegetationsområden. Det är framför allt de östra delarna, längst kustbandet, som påverkas mest då dessa vetter mot vindparken. Synlighetsanalysen tillsammans med avståndszonerna ger den samlade bedömningen av områdets känslighet, påverkan bedöms som liten till måttlig beroende på var inom världsarvet betraktaren befinner sig. Världsarvet ligger inom zonerna icke-synbar zon och mellanzon. Trots världsarvets storlek och områdets varierande känslighet förväntas konsekvenserna på den visuella effekten för området bli små till måttliga. Detta beror främst på områdets öppenhet samt unika kulturarv, däremot förväntas vindkraftverken inte upplevas som dominerande i landskapet.

## **Gotland**

Nedan beskrivs riksintresseområden för kulturmiljö samt fotomontage från Gotland. Påverkansbedömningar samt vissa beskrivningar är hämtade från Bilaga B.11.

### **RI 4 Gotland Nore**

Området ligger på Gotlands sydostkust cirka 31,5 – 35 kilometer (mellanzon) från vindparken och är ett kustnära odlingslandskap bestående av ett variationsrikt öppet landskap med åkrar, ängar och beteshagar, omgivna av långsträckta stenmurar.

Synbarhetsanalysen visar att den visuella påverkan på riksintresseområdet är liten men de delar som berörs, framför allt längs kusten i sydväst, är känsliga. Dessa delar utgörs av lämningar som i det öppna landskapet påverkas upplevelsemässigt av vindparken. Riksintresset ligger inom mellanzonen och landskapet är öppet vilket innebär att vindparken syns men är inte påtagligt dominerande. Konsekvensen för området bedöms därför bli liten.

### **RI 5 Gotland Fridarve**

Riksintresset Fridarve ligger på Gotlands inland cirka 32 – 34 kilometer från den planerade vindparken (mellanzon). Området är ett väl sammanhållet och överblickbart odlings- och beteslandskap omgivet av skog. Analysen visar på en nästintill obefintlig visuell påverkan, speciellt då området inte ligger i anslutning till kusten, men området ligger inom mellanzonen vilket innebär att vindparken kan vara synlig från delar av området men inte påtagligt dominerande. Området ligger inte i kustlandskapet utan omges av odlingslandskap. I och med detta kommer vindkraftverken inte att uppfattas i landskapet på samma sätt som det gör i områden med öppen kust, detta gör sammantaget bedöms konsekvensen för visuella påverkan för området som försumbar.

### **RI 6. Gotland Norrbynområdet**

Området ligger i den inre delen av ön på cirka 31,7 – 35 kilometers avstånd från vindparken (mellanzon) och är en bymiljö bestående av en tät samling av gårdar från 1700- och 1800-tal. I landskapet runt gårdarna och längs vägen finns många välbevarade stenmurar som hägnar in skilda ytor på ett för området karaktäristiskt sätt.



Synbarhetsanalysen visar att området i det närmaste inte alls berörs visuellt av vindparken. Riksintresseområdet ligger inte i anknytning till kustremsan och har i och med det inte helt fri siktlinje ut mot vindparken. Vilket gör att visuella påverkan blir obetydlig och den sammantagna konsekvensen på den blir försumbar.

### **RI 7. Gotland Vamlingsbro medeltida kyrkomiljöer - Mellanzon**

Området ligger i den inre delen av ön, ungefär 31 – 32 kilometer från Aurora (mellanzon) och omfattar de 92 medeltida kyrkorna och fyra ödekyrkorna i sten från 1100, 1200- och 1300-talen som representerar romansk och gotisk byggnadskonst.

Synbarhetsanalysen visar på en närmast obefintlig visuell påverkan. Riksintresset ligger dock inom mellanzonen vilket innebär att vindparken kan synas från delar av området men är inte påtagligt dominerande. Områdets kyrkomiljöer kommer dominera landskapet på ett mer påtagligt sätt än vindparken. Vilket sammantaget gör att visuella påverkan blir obetydlig och den sammantagna konsekvensen på den blir försumbar.

### **RI 8. Gotland Gervalds**

Området ligger på västkusten och cirka 27 – 29 kilometer från Aurora (mellanzon). Inom området finns välbevarade ensamgårdar med tydliga spår av en kontinuerlig bosättning sedan järnåldern. Ett småskaligt odlingslandskap med välavgränsade åkrar, ängar och betesmarker och omgärdade av stenvmurar.

Synbarhetsanalysen visar på en mycket liten visuell påverkan. Det förefaller endast vara mycket små områden som kan beröras av den planerade vindparken. Riksintresset ligger inom mellanzonen vilket innebär att vindparken kan synas från delar av området men är inte påtagligt dominerande. Sammanfattningsvis gör det att den förväntade konsekvensen på landskapsbilden och kulturmiljön blir försumbar.

### **RI 9. Gotland Hamra**

Området ligger på Gotlands sydostkust cirka 31,5 – 35 kilometer från vindparken (mellanzon) och är ett kustnära odlingslandskap bestående av ett variationsrikt öppet landskap med åkrar, ängar och beteshagar, omgivna av långsträckta stenvmurar.

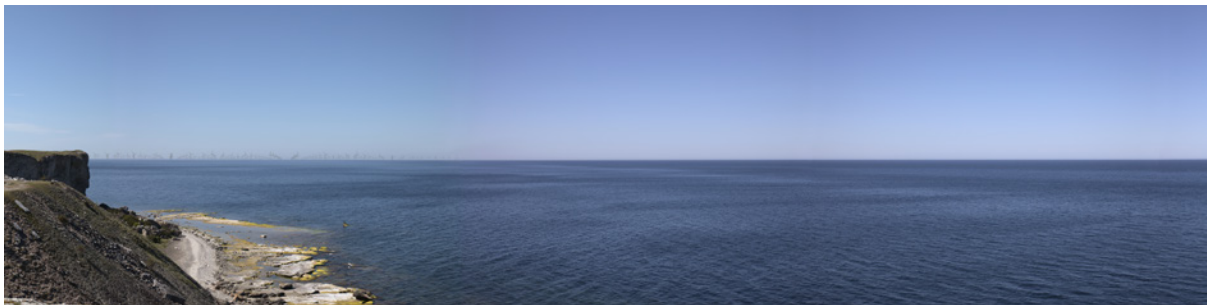
Endast på ett fåtal platser i den västra respektive den östra delen av området förekommer en viss visuell påverkan. Området ligger inom mellanzonen vilket innebär att vindparken kan komma att synas från områden med fri siktlinje mot vindparken, men är inte påtagligt dominerande. Totala konsekvensen för områdets kulturmiljö samt landskapsbild bedöms bli försumbar.

## RI 10 Gotland Sundre

Sundre ligger på Gotlands södra spets cirka 22,5 - 28,5 kilometer från vindparken (närzon) och är ett öppet kuperat kustnära odlingslandskap med stora delar välhåvdade alvarmarker. Landskapet har ålderdomlig prägel med få förändringar i markanvändning sedan 1700-talet och är rikt på fornlämningar och välbevarade hägnader. I området finns grottor och raukar.

Synbarhetsanalysen visar på en relativt omfattande visuell påverkan från vindparken som kommer att synas från stora delar av området. Detta område är det som ligger närmast vindparken av alla områden på både Öland och Gotland. Dess kustnära läge och öppna landskap gör att påverkan blir mer påtaglig från detta område jämfört med övriga. I området finns några höga strukturer som bryter siktlinjen mot havet, men i stort är det fri sikt ut mot vindparken. Riksintresset ligger inom närzonen vilket innebär att i de delar av området där sikten är fri mot Aurora kommer vindparken synas.

**Fotopunkt 10** (Figur 48) Hoburgen är belägen inom RI 10 Sundre och här är vindkraftverken som mest synliga av alla fotopunkter. Fotomontaget visar hur vindparken kan komma att upplevas från denna plats. Påverkan direkt vid kusten är stor medan ju längre in i landet man kommer så blir påverkan mindre.



Figur 48. Fotomontage från fotopunkt 10 - Hoburgen.

Vindkraftverken är synlig vid horisonten och i detta område blir konsekvensen för landskapsbilden från etableringen som störst. Konsekvensen för områdets landskapsbild samt kulturmiljö förväntas bli måttlig, främst beroende på områdets närhet till vindparken och det är troligt att vindkraftverken kommer att synas tydligt inom stora delar av området.

## Slutsats

Påverkansfaktorn för landskapsbilden och riksintresseområdena är visuell effekt och sammanfattningsvis, då alla riksintresseområdena samt världsarvet inom närzonen och mellanzonen för både Gotland och Öland vägs samman, blir den totala konsekvensen på landskapsbilden och kulturmiljön liten, Tabell 44.

Påverkan varierar dock beroende på var i landskapen man befinner sig och varierar från försumbar till måttlig. Även världsarvet på Öland påverkas i förhållandevis liten utsträckning, världsarvet täcker dock ett stort område och påverkan skiljer sig inom dess olika delar. Konsekvenserna för de boende från hinderbelysningen blir som störst efter skymning och före gryningen. Det stora avståndet till vindkraftparken medför att konsekvenserna för de boende förväntas bli liten till försumbar. Sammantaget bedöms konsekvensen för landskapsbild och kulturmiljön vara liten.

Tabell 44. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende landskapsbild och kulturmiljö under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell effekt	Försumbar till måttlig	Försumbar till måttlig	Sammantaget Liten

### 8.8.2.4 Avvecklingsfas

Nedmontering av vindkraftverken kommer att ske successivt. Den påverkan som förväntas under avvecklingsfasen kommer främst från ökad fartygstrafik, transporter, samt arbetspråmar med mera i området. Under avvecklingsfasen går det sannolikt inte att urskilja de arbeten som pågår med båtar, pråmar med mera i projektområdet då avståndet till Öland och Gotland är så pass stort.

Visuell påverkan för landskapsbilden och kulturmiljön kommer att minska allt eftersom nedmontering av vindkraftverken fortgår. Konsekvensen kommer därmed att minska allt mer ju längre in i avvecklingsfasen projektet går. Konsekvensen minskar från liten till försumbar (Tabell 45).

Tabell 45. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende landskapsbild och kulturmiljö under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell effekt	Försumbar till måttlig	Obefintlig till måttlig	måttlig till försumbar



## 8.9 Marinarkeologi

### **Samlad konsekvensbedömning**

En marinarkeologisk förstudie av verksamhetsområdet har utförts och den kategori av marina fornlämningar som kan förväntas påträffas inom vindpark Aurora är fartygslämningar. Inom den planerade vindparken förekommer två registrerade fartygslämningar.

Om marinarkeologiska objekt identifieras inom området ska dessa så långt möjligt undvikas vid utformning av vindparken och det interna kabelnätet.

Vidare kommer arbetsområden att anpassas för att undvika påverkan på lämningarna. Som skyddsåtgärd upprättas en buffertzona vid behov i samband med anläggning, drift och avveckling. Under anläggningsfasen bedöms det inte föreligga någon risk för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika lämningarna. Konsekvensen bedöms vara försumbar under anläggningsfasen avseende marinarkeologiska lämningar.

Driftfasen och avvecklingsfasen förväntas inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska lämningar eftersom dessa undviks redan under anläggningen, och därmed är placeringar av fundament och kablar redan anpassade för att undvika lämningar. Konsekvensen bedöms därför vara försumbar med avseende på marinarkeologi under drift och avveckling av vindpark Aurora.

### 8.9.1 Förutsättningar

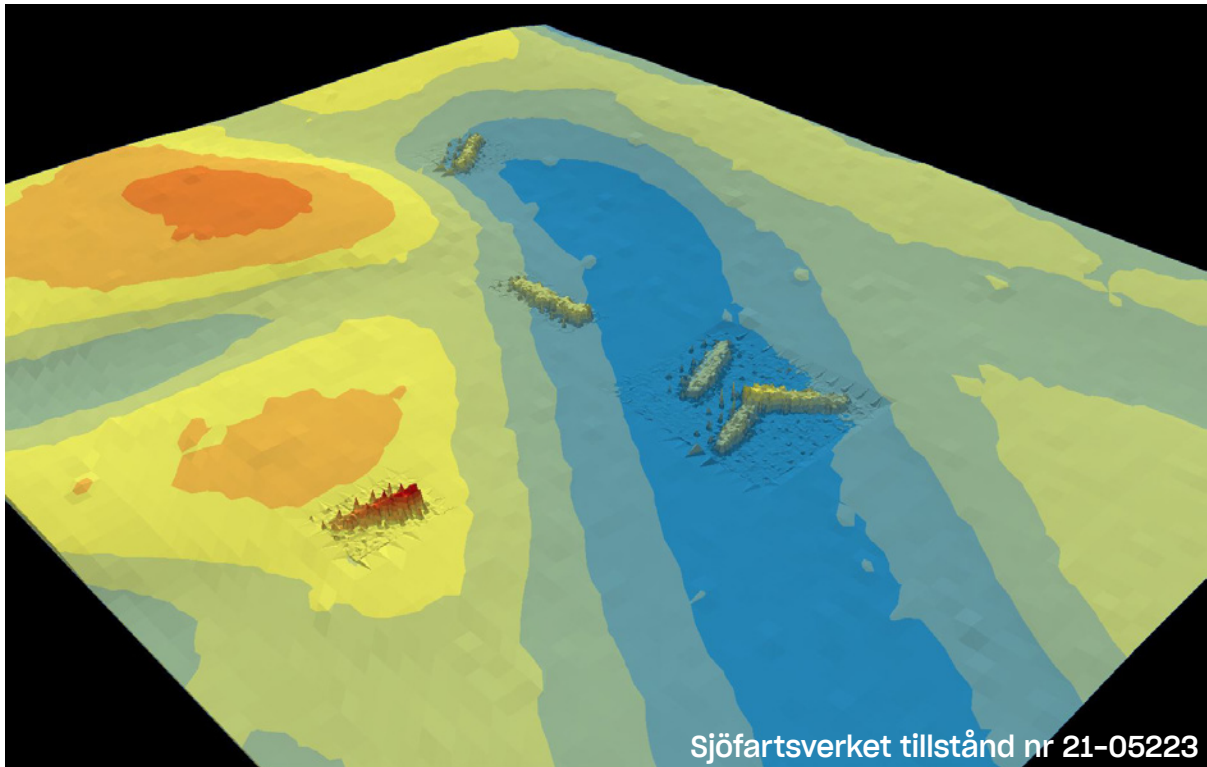
Den kategori av marina fornlämningar som kan förväntas påträffas inom vindpark Aurora är fartygslämningar. En fartygslämning klassas per automatik som en fornlämning om den förlist före år 1850. Vrak som förlist efter 1850 räknas i regel som övriga kulturhistoriska lämningar (Riksantikvarieämbetet, 2022). Andra lämningar som kan förekomma inom området, men som på grund av att de inte uppfyller åldersrekvisitet troligtvis inte utgör fornlämningar, är flygplansvrak, förlorade fiskeredskap (exempelvis fiskenät och trålar), ankare, minor och dumpad ammunition från de båda världskrigen, sjunktimmer, medvetet dumpat skrot samt tappad last och utrustning från fartyg. Området har inte varit föremål för marinarkeologiska inventeringar.

Det finns inga för sjöfarten potentiellt farliga grund, vilka skulle kunna ha orsakat förlisningar, inom eller i närheten av området, då vattendjupet varierar mellan 43 – 88 meter. Eftersom det minsta vattendjupet i vindparken är 43 meter finns det ingen potential för submarina stenåldersboplatser. De långa avstånden från land i kombination med de stora vattendjupen gör att det inte kan förväntas förekomma andra typer av maritima lämningar som annars är vanligt förekommande i mer kustnära och grunda vatten, som till exempel pålningar, fasta fiskeanläggningar, hamnar och kulturlager.

Nordic Maritime Group (NMG) har genomfört en skrivbordsbaserad marinarkeologisk förstudie med mål att sammanställa kända fartygsförlisningar samt att utreda potentialen för okända lämningar inom vindparksområdet. Förstudien har innefattat en genomgång av Kulturmiljöregistret (KMR), befintligt arkivmaterial (Skandinavisk vrakarkiv), utdrag ur Sjöfartsverket vrakarkiv och historiskt kartmaterial samt en genomgång av tidigare genomförda utredningar/undersökningar bland annat i samband med Nordstream 1 & 2, se bilaga B.13.

Den marinarkeologiska studiens utredningsområde omfattar samma område som vindpark Auroras verksamhetsområde. Inom den planerade vindparken förekommer två registrerade fartygslämningar med beteckningarna L1934:4176 och Granly, båda vraken var fiskefartyg. Fiskefartyget Mayvor KA41 från Karlskrona, vilket förliste i en storm den 12 februari 1979 och trålararen Granly från Ystad som sprang läck och förliste den 11 november 1950. Utöver dessa två vrak har geofysiska observationer gjorts som har identifierats av Sjöfartsverkets sjömätningar i den västra delen av vindparken Figur 49. Utifrån befintliga data går det emellertid inte att identifiera objekten, men troligast är att de utgör förlorad däckslast och inte en fartygslämning.

Utanför den planerade vindparken, inom 10 kilometer från verksamhetsområdet, förekommer ytterligare 10 registrerade fartygslämningar. Dessa förlisningar bedöms i den marinarkeologiska förstudien vara främst fartygslämningar som förlist efter 1850 (NMG, 2021).



Figur 49. En 3D-vy av sex oidentifierade objekt i vindparkens västra del, bilden är baserad på grovupplöst data insamlad med multistråleekolod (NMG, 2021).

Med tanke på Östersjöns goda förutsättningar för bevarande av vrak och att det inte skett någon systematisk utredning/inventering i verksamhetsområdet kan det förväntas att fler lämningar kan finnas. Sonar- och magnetfältsundersökningar kommer att genomföras under anläggningsfasen, för att söka efter eventuella vrak och lämningar. Resultat och information från dessa undersökningar kommer att analyseras av marinarkeologisk expertis för att identifiera eventuella marinarkeologiska lämningar. De lämningar som riskerar att påverkas av arbeten under projektets fasen kommer att besiktigas av arkeologer för att kunna bedöma och fastställa antikvarisk status samt utbredning, bedömning görs i samråd med berörda myndigheter.

Om tidigare okända fartygslämningar eller andra kulturhistoriska lämningar påträffas i samband med undersökningarna kommer dessa att anmälas till svenska myndigheter i enlighet med kulturmiljölagen.

En fornlämning kan skadas eller förstöras genom fysisk påverkan som till exempel grävning, ankring, pålning, borrhning eller liknande. Störst är risken i anläggningsfasen då fundament och kabeldragning utförs. I senare skeden utförs arbeten på samma platser, så anpassningar och hänsyn under detaljprojektering har stor betydelse för eventuella fornlämningar under hela vindparkens livslängd.

## 8.9.2 Konsekvenser

Nedan redogörs för bedömning av påverkan och konsekvenser för områdets marina kulturmiljö.

### 8.9.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att områdets förutsättningar, och de aktiviteter som förekommer där i dagsläget, förblir oförändrade. Avseende marina fornlämningar innebär det att aktiviteter som pågår i dagsläget fortsatt kan förekomma. Den planerade vindparken är inte ett viktigt område för yrkesfisket, dock bedöms nollalternativet medföra en fortsatt risk för både befintliga och oregistrerade marina lämningar jämfört med om vindparken anläggs och tillgången till området begränsas. Vid nollalternativet kommer förberedande undersökningar av havsbotten inte utföras och marinarkeologiska lämningar i området kommer inte att upptäckas och kartläggas. Nollalternativet bedöms innebära risk för negativ påverkan på marina fornlämningar.

### 8.9.2.2 Anläggningsfas

Multistråleekolod, sonar- och magnetfältsundersökningar kommer att användas inför anläggning för att registrera eventuella okända lämningar. Om marinarkeologiska objekt identifieras inom området ska dessa så långt möjligt undvikas vid utformning av vindparken och det interna kabelnätet. Om det finns risk för att marinarkeologiska lämningar kommer att beröras av anläggningsarbeten ska verksamhetsutövaren i samråd med Länsstyrelserna i Gotlands och Kalmar län låta besiktiga och vid behov undersöka dessa innan arbetena får påbörjas. Efter analys av undersökningsresultaten kommer utformning och arbetsområden att anpassas för att undvika påverkan på lämningarna. Som skyddsåtgärd upprättas en buffertzona vid behov i samband med anläggning, drift och avveckling.

Under anläggningsfasen bedöms det inte föreligga någon risk för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika lämningarna. Konsekvensen bedöms vara försumbar under anläggningsfasen avseende marinarkeologiska lämningar (Tabell 46).

Tabell 46. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende marinarkeologi under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Hög	Obetydlig	Försumbar

### 8.9.2.3 Driftsfas

Driftsfasen förväntas inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska lämningar eftersom dessa undviks redan under anläggningen, och därmed är placeringar av fundament och kablar redan anpassade för att undvika lämningar.



Under driftsfasen kan servicearbeten som till exempel byte av växellåda eller blad behöva ske med hjälp av stödbensfartyg. Även sådant arbete kommer att anpassas så att inga lämningar skadas. Driftsfasen förväntas därför inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska lämningar.

Påverkan på lämningar under driftsfasen bedöms bli obetydlig eftersom vindparkens utformning anpassas så att inga lämningar berörs. Konsekvensen bedöms därför vara försumbar med avseende på marinarkeologi under driftsfasen (Tabell 47).

Tabell 47. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende marinarkeologi under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Hög	Obetydlig	Försumbar

#### 8.9.2.4 Avvecklingsfas

Parkens utformning har redan vid anläggning anpassats för att undvika påverkan på lämningar. Arbetsområden och -moment under avvecklingsfasen kommer att anpassas för att helt undvika påverkan på lämningarna och vid behov hålls även en buffertzoon till lämningar som skyddsåtgärd.

Påverkan bedöms bli obetydlig då vindparkens utformning anpassas så att inga lämningar berörs. Konsekvensen bedöms vara försumbar under avvecklingsfasen avseende marinarkeologi (Tabell 48).

Tabell 48. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende marinarkeologi under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan på havsbotten	Hög	Obetydlig	Försumbar

## 8.10 Boendemiljö, rekreation och friluftsliv

### Samlad konsekvensbedömning

Vindpark Aurora ligger inte inom riksintresse för rörligt friluftsliv eller områden som är särskilt utpekade som värdefulla för rekreation och friluftsliv. Därav bedöms det inte föreligga risk för en direkt påverkan på rekreation och friluftsliv. Påverkan på rekreation och friluftsliv under samtliga tre faser av projektet är nära kopplat till påverkan på landskapsbild och kulturmiljö och därigenom skulle en indirekt påverkan kunna uppstå.

Med utgångspunkt i det stora avståndet från kusten, stora djupen inom området och mycket begränsad förekomst av fisk, bedöms det inte föreligga risk för påverkan från anläggningsarbeten på rekreation och friluftslivsområden längs med Öland och Gotlands kuster. Konsekvenser under anläggningsfasen bedöms vara försumbara.

Under driftsfas uppstår en viss visuell påverkan för kustnära boendemiljö på Öland och Gotland. På grund av det stora avståndet till kusten bedöms påverkan av den visuella effekten samt luftburet ljud bli obetydlig. Sammantaget bedöms konsekvensen för boendemiljö under driftsfasen bli liten till försumbar och utgöras av den visuella påverkan som uppstår av hindersbelysningen. Den indirekta påverkan på rekreation och turism som kan uppstå under driftsfas bedöms bli obetydlig då förutsättningarna för dessas fortsatta varande inte påverkas eller begränsas som följd av vindpark Aurora. Sammanfattningsvis finns det inga intresseområden som är avsedda för rekreation och friluftsliv inom Aurora, påverkan bedöms vara obetydlig och konsekvensen under driftsfasen bedöms därmed vara försumbar avseende rekreation och friluftsliv.

Avvecklingsfasen bedöms innebära liknande konsekvenser som för anläggningsfasen men i mindre omfattning. Avveckling av vindparken bedöms därför innebära försumbara konsekvenser avseende boendemiljö, rekreation och friluftsliv.

### 8.10.1 Förutsättningar

Inom verksamhetsområdet finns inga riksintressen gällande friluftsliv. Område avseende riksintresse för rörligt friluftsliv, enligt 4 kap 2§ MB, sträcker sig kring kusterna för Öland och Gotland. Riksintresset kring Öland ligger på ett avstånd om cirka nio kilometer från Auroras västra gräns, och riksintresset kring Gotland angränsar till vindparkens nordöstra gräns. Inom områden för riksintresse skall: "turismens och friluftslivets, främst det rörliga friluftslivets, intressen särskilt beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av exploateringsföretag eller andra ingrepp i miljön".

På Öland och Gotland och i dess kustmiljöer finns många platser och områden som nyttjas för rekreation och friluftsliv. Dessa har ett stort värde för ett natur- och kulturinriktat friluftsliv. Det finns ett antal turist- och fritidsföreningar som vill främja medlemmarnas intresse av och möjligheter till natur- och kulturturism,

bland annat natur- och kulturexkursioner med fritidsfiske och fågelskådning längs kusten, vandringsleder, besök till raukar, historiska platser och byggnader. Utmed Ölands kuststräckor finns det ett antal betydelsefulla landmärken som är populära besöksmål på ön och vars karaktär kan påverkas av vindparken. Bland annat fyrtornet Långe Erik och kapellruinen vid Kapelludden, utöver dessa finns det flera fyror och kvarnar som är nära förknippade med Ölands kulturarv. Även Gotland har sina landmärken som exempelvis Hoburg fyr på södra delen av ön. Dessa miljöer utgör viktiga aspekter av landskapets upplevelsevärden samtidigt som platserna i sig erbjuder vackra utkikplatser mot Östersjön.

Längs Öland och Gotlands kust finns goda förutsättningar för fritidsfiske, till exempel havsöringsfiske, men även skrubbskädda, piggvar och simpa. Inom vindpark Aurora bedrivs inget fritidsfiske (Bilaga B.14) och inventering genom provfiske och eDNA har visat på en mycket begränsad förekomst av fisk inom verksamhetsområdet.

På grund av det stora vattendjupet inom verksamhetsområdet och endast två kända fartygslämningar inom området vars positioner inte är kända, erbjuder vindpark Aurora mycket begränsade förutsättningar för fritidsdykning. Fritidsdykning behandlas därför inte vidare i detta avsnitt.

### 8.10.2 Konsekvenser

Eftersom Aurora ligger långt ut till havs, med cirka 20 kilometer till närmsta kust, och inte överlappar med område av riksintresse för rörligt friluftsliv, kan det antas att området endast i obetydlig omfattning nyttjas för rekreation och friluftsliv och ingen direkt påverkan uppstår. Vindparken kan ha en indirekt påverkan på rekreation och friluftsliv genom påverkan på landskapsbild och kulturmiljö. Parken kommer att vara synlig från både Öland och på Gotland, och höjden på verken innebär att de kommer att vara synliga från stora områden både till havs och från land. Ljus ifrån vindkraftverken gör att de även kan ge en visuell effekt nattetid. Förutsättningarna för fågelskådning på Öland och Gotland bedöms inte påverkas.

Nedan redogörs för bedömning av påverkan och konsekvenser för boendemiljö samt områdets rekreation och friluftsliv.

#### 8.10.2.1 Nollalternativ

Nollalternativ innebär att det inte etableras någon vindpark inom Aurora och att rekreation och friluftsliv fortsätter enligt samma förutsättningar som idag.

#### 8.10.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen kan tillgängligheten inom arbetsområdet komma att begränsas av säkerhetszoner som upprättas samt ökad fartygstrafik. Anläggning innebär även visuell påverkan från belysning från båtar men även vindkraftverken allteftersom de reses. Med utgångspunkt i det stora avståndet från kusten och områdets begränsade förutsättningar för rekreation och friluftsliv bedöms påverkan på dessa bli obetydlig längs med Öland och Gotlands kuster. Det stora

avståndet till kusten innebär även att boendemiljö inte påverkas av anläggningsarbeten. Därav kommer installationen av vindparken inte medföra någon påverkan på boendemiljö, rekreation och friluftsliv. Konsekvenser under anläggningsfasen bedöms vara försumbara, se Tabell 49.

Tabell 49. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende boendemiljö, rekreation och friluftsliv under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell effekt	Liten	Liten	Försumbar
Ljud	Liten	Liten	Försumbar

### 8.10.2.3 Driftsfas

#### Visuell effekt

Närmaste bostadsbebyggelse finns på Gotland cirka 20 kilometer från vindpark Aurora. Visualiseringar som gjordes vid samtliga fotopunkter, visar att hinderbelysningen från vindparken kommer att vara synlig från vissa områden (Norconsult, 2021). Konsekvenserna för de boende från hinderbelysningen blir som störst efter skymning och före gryningen. Det stora avståndet till vindkraftparken medför att konsekvenserna för de boende förväntas bli liten till försumbar.

#### Luftburet ljud

Vindkraftverk i drift genererar luftburet ljud. Av resultatet från beräkningar av luftburet ljud från vindparken framgår att riktvärdena för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 40 dBA respektive 35 dBA, ligger utanför kusten. Det vill säga, samtliga närliggande bostäder och friluftsområden längs kusten på Öland och Gotland berörs inte av ljudnivåer över riktvärdena. Risken för att lågfrekvent ljud för närboende överskrider Folkhälsomyndighetens riktvärden bedöms som liten. Omfattningen och storleken av den påverkan som orsakas av luftburet ljud bedöms som obetydlig för närboende samt för rekreations- och friluftsområden. Konsekvensen av luftburet ljud bedöms därav som försumbar avseende boendemiljö, rekreation och friluftsliv på Öland och Gotland.

#### Begränsning av möjlighet till rekreation och friluftsliv

Vindparkens påverkan på, och konsekvenser för, landskapsbild, kulturmiljö och marinarkeologi har bedömts i avsnitt 8.8 och 8.9. Sammanfattningsvis kan vindparken medföra försumbar till måttlig konsekvens för landskapsbild och kulturmiljö, se avsnitt 8.8. Den indirekta påverkan på rekreation och turism bedöms vara obetydlig eftersom konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö inte kommer begränsa eller förändra förutsättningar för turism på Öland och Gotland. Fritidsfiske i kustmiljöer bedöms inte heller påverkas av vindparken då den ligger flera mil från kusten. Konsekvensen bedöms vara försumbar.

Vindparken ska inte hindra fritidssegelbåtar från att kunna segla igenom parken

och tillgänglighet till området kommer därmed inte begränsas. Det finns en begränsad möjlighet för att fundamenten kan komma att utgöra artificiella rev. Generellt kan artificiella rev innebära ökning i fiskbestånd vilket kan i sin tur medföra positiv konsekvens på fritidsfiske. Inom Aurora är dock förekomsten av fisk mycket liten och konsekvensen av reveffekten på fritidsfiske förväntas bli försumbar. Sammanfattningsvis finns det inga intresseområden som är avsedda för rekreation och friluftsliv inom Aurora, påverkan bedöms vara obetydlig och konsekvensen under driftsfasen bedöms därmed vara försumbar, se Tabell 50.

Tabell 50. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende boendemiljö, rekreation och friluftsliv under driftsfasen

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell effekt	Liten	Liten	Liten till försumbar
Luftburet ljud	Liten	Liten	Försumbar
Begränsning av möjlighet till rekreation och friluftsliv	Liten	Obetydlig	Försumbar

#### 8.10.2.4 Avvecklingsfas

Avvecklingsfasen bedöms innebära liknande konsekvenser som för anläggningsfasen men i betydligt mindre omfattning. Avvecklingsfasen kommer därmed inte medföra någon negativ påverkan på boendemiljö, rekreation och friluftsliv och konsekvensen bedöms som försumbar, se Tabell 51.

Tabell 51. Sammanfattande bedömning av påverkan och konsekvens avseende boendemiljö, rekreation och friluftsliv under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Visuell effekt	Liten	Liten	Försumbar
Luftburet ljud	Liten	Liten	Försumbar

## 8.11 Yrkesfiske

### Samlad konsekvensbedömning

Den planerade vindparken överlappar inte med något område som är utpekad som riksintresse för yrkesfisket, och inte heller med något område som är utpekad som användningsområde för yrkesfiske i havsplanerna. Det område som omfattas av den planerade vindparken har endast marginell betydelse för yrkesfisket och fiskenäringen. Bottnarna inom den planerade vindparken är till stora delar syrefattiga eller syrefria, vilket tillsammans med andra faktorer som fiskekvoter och populationsutveckling för kommersiellt viktiga arter innebär att det demersala fisket är, och under lång tid har varit, i stort sett obefintligt. Det pelagiska fisket inom den planerade vindparken har skett sporadiskt och fångsterna motsvarar endast en mycket liten del av de totala fångsterna i Västra Gotlandshavet. Vidare visar modelleringar av det svenska fisketrycket att det område som omfattas av den planerade vindparken även historiskt har varit av betydligt mindre betydelse för fisket i jämförelse med andra, närliggande områden.

Den lokala påverkan som vindparken ger upphov till i form av minskad yta som är tillgänglig för fiske bedöms innebära försumbara konsekvenser för yrkesfisket. Med framtida förändringar av fiskekvoter kan bedömningen komma att ändras, men med tanke på nuvarande populationsstatus och förväntad populationsutveckling för kommersiellt viktiga arter som sill och torsk, är det sannolikt att den trend med mycket restriktiva kvoter som varit, och råder, kommer att fortgå under överskådlig tid.

Bedömningen av den planerade vindparkens konsekvenser för yrkesfisket utgår från ett worst case, vilket innebär att yrkesfiske inte kommer att kunna bedrivas inom vindpark Aurora. Antaget worst case är i detta fall konservativt, då delar av den planerade vindparken troligtvis kommer att kunna fortsätta att användas för visst yrkesfiske. Förekomsten av fundament, erosionsskydd, bottenförlagda kablar och eventuella förankringslinor måste dock särskilt beaktas vid eventuellt fortsatt yrkesfiske inom vindparken.

#### 8.11.1 Förutsättningar

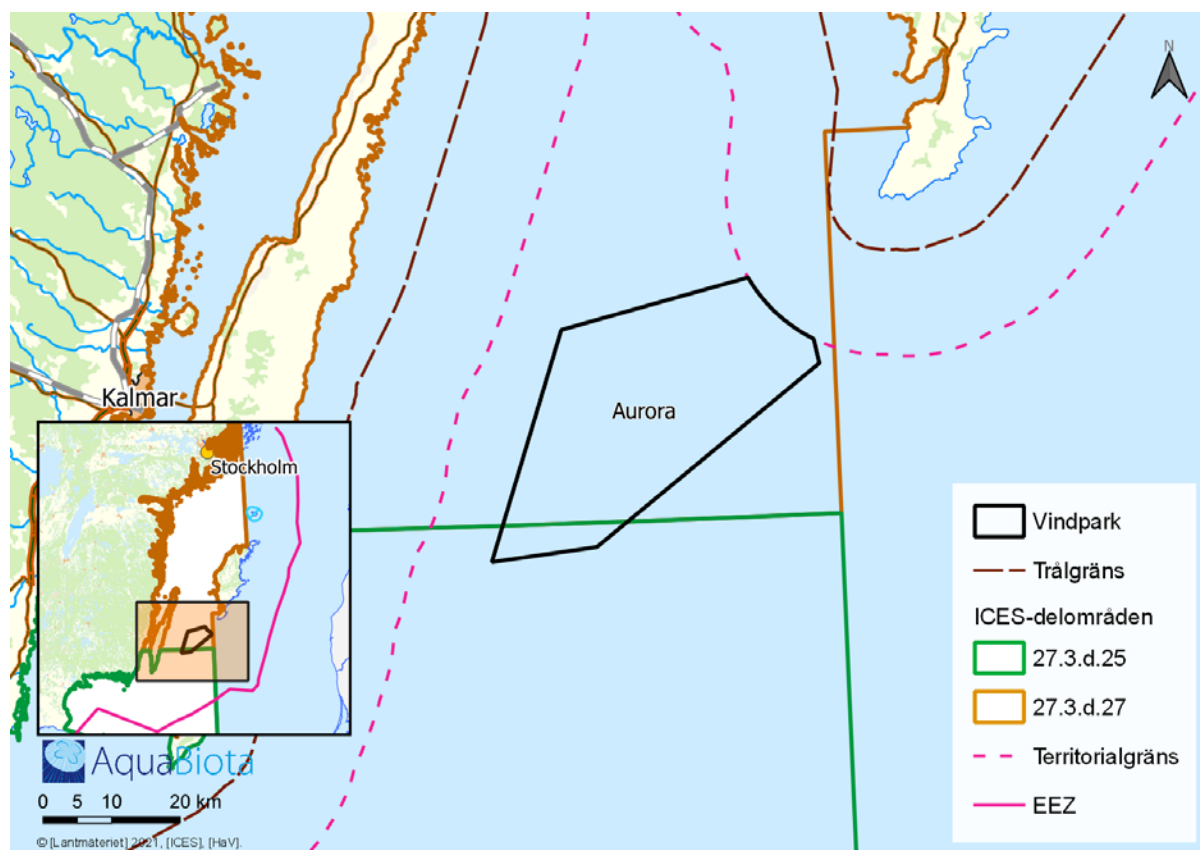
Detta avsnitt utgår från den utredning avseende yrkesfiske som har tagits fram i syfte att utgöra underlag till föreliggande miljökonsekvensbeskrivning, Yrkesfiske i Västra Gotlandshavet – vindpark Aurora, AquaBiota Report 2021:03, se Bilaga B.14. Med yrkesfiske åsyftas sådant fiske som är ämnat för kommersiell försäljning och som kräver yrkesfiskelicens.

### 8.11.1.1 Metodik för utredning av konsekvenserna för yrkesfisket

För att utreda och beskriva vindpark Auroras konsekvenser för yrkesfisket har detta analyserats i två olika geografiska skalor. Ett större område som omfattar Västra Gotlandshavet, det vill säga Internationella Havsforskningsrådets (ICES) delområde 27.3.d.27 (se Figur 50), ssamt ett mindre område, vilket omfattar svenskt fiske inom det område som utgör vindpark Aurora.

En mindre del av den planerade vindparken ligger även inom ICES-delområde 27.3.d.25 (Bornholmshavet), se Figur 50. Majoriteten av fisket i Bornholmshavet bedrivs av polska båtar. Detta fiske är inte representativt för vindpark Aurora eller dess närområde, där svenska båtar står för det mesta av fisket, och underlag avseende delområde 27.3.d.25 inkluderas därför inte i analysen.

Tidsperioden för undersökningarna varierar mellan de olika geografiska skalorna. Det större området, ICES-delområde 27.3.d.27 (Västra Gotlandshavet) undersöktes för åren 2015 – 2019 och det svenska fisket inom det område som utgör vindpark Aurora undersöktes för åren 1999 – 2020.



Figur 50. Vindpark Auroras lokalisering i Östersjön i förhållandena till ICES-delområdena 27.3.d.27 och 27.3.d.25, samt trålgräns<sup>2</sup>. EEZ: Exklusiv ekonomisk zon.

<sup>2</sup> Figuren visar en trålgräns på fyra nautiska mil. I november 2021 togs beslut om att på prov flytta ut trålgränsen till tolv nautiska mil.

### 8.11.1.2 Tillgängliga fångstdata

Underlaget som använts för undersökningen är i första hand EU:s fiskedatabas (FDI) (Havs och vattenmyndigheten, 2021; Gibin & Zanzi, 2020). Data som presenteras ger således en heltäckande bild över både det internationella och det svenska yrkesfisket.

För att få en bild över hur stor vikt i ton av det svenska fisket som fångas i och runt om vindpark Aurora beräknades fisketrycket på de kommersiellt viktigaste arterna utifrån Havs- och vattenmyndighetens data över kommersiell fångst för perioden 1999 - 2020. Denna tidsperiod utgör hela den period som finns att tillgå hos Havs- och Vattenmyndigheten.

Eftersom det inte pågår fritidsfiske inom det område som omfattas av den planerade vindparken och då fritidsfiske är en verksamhet som främst bedrivs i de kustnära områdena kring Öland och Gotland, görs ingen bedömning avseende vindpark Auroras påverkan på fritidsfisket.

### 8.11.1.3 Bedömningsmetodik

För att bedöma konsekvenserna av etableringen av vindpark Aurora på yrkesfisket jämförs effekterna av den planerade etableringen med ett nollalternativ. Nollalternativet innebär att den planerade vindparken inte anläggs, och att ingen påverkan från vindparken därmed uppstår för yrkesfisket.

Påverkans storlek och omfattning grundar sig på det scenario som förväntas ge störst påverkan, ett så kallat worst case-scenario. Worst case för yrkesfisket är att yrkesfiske inte kommer att kunna bedrivas inom vindpark Aurora. Detta då erfarenheter visar att kommersiellt fiske inom vindparker minskar, även om det inte funnits några formella förbud avseende fiske inom områdena. Worst case är i detta fall mycket konservativt, då delar av den planerade vindparken troligtvis kommer att kunna fortsätta att användas för yrkesfiske.

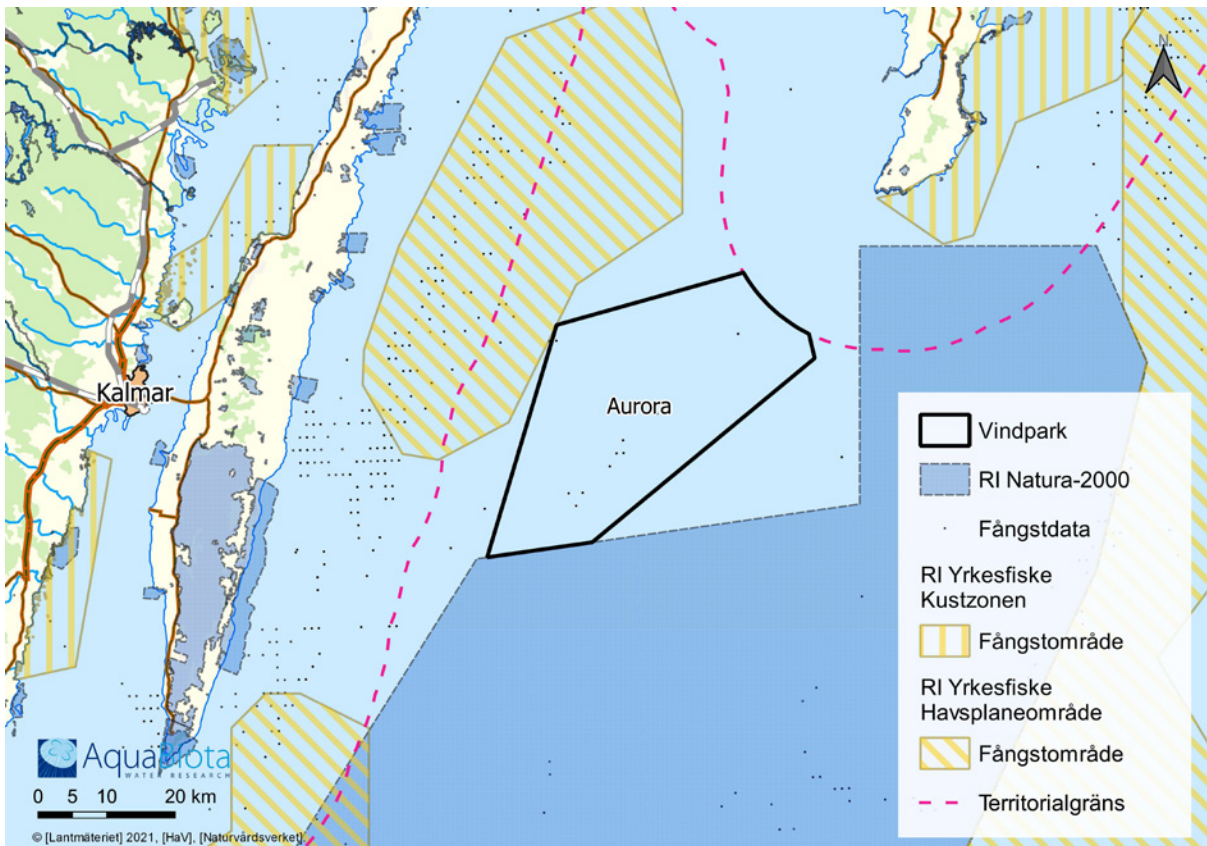
### 8.11.1.4 Fiske i egentliga Östersjön

Sill/strömning beskrivs som den historiskt viktigaste kommersiella arten för svenskt fiske, både i avseende av kvantitet och värde av den landade fångsten. Skarpsill har också landats i höga kvantiteter, näst störst efter sill/strömning. Dock har torsken bidragit näst mest till det ekonomiska värdet av fångsten. I Östersjön har fångster av dessa tre arter haft tydliga historiska toppar mellan 1960- och 1990-talet. Storleken på de landade fångsterna har därefter planat ut och på 2000-talet har fångsterna generellt sett minskat. Framför allt har fångsterna av sill/strömning och torsk minskat markant.

### 8.11.1.5 Riksintressen för yrkesfisket

Vindpark Aurora överlappar inte med något område som är utpekade som riksintresse för yrkesfisket och inte heller med något område som är utpekade som användningsområde för yrkesfiske i havsplanerna. Utpekade riksintresseområden för yrkesfiske förekommer väster, nordväst, sydväst och öster om den planerade vindparken, se Figur 51.





Figur 51. Vindpark Aurora med omgivande fångstområden av riksintresse, Natura 2000-områden och svensk fångstdata (Havs- och vattenmyndigheten 2021a).

#### 8.11.1.6 Fiskekvoter och fisketryck inom ICES-rutor

Yrkesfisket regleras framför allt av de fiskekvoter som fastställs årligen av EU, vilka därefter fördelas ut till respektive medlemsnation.

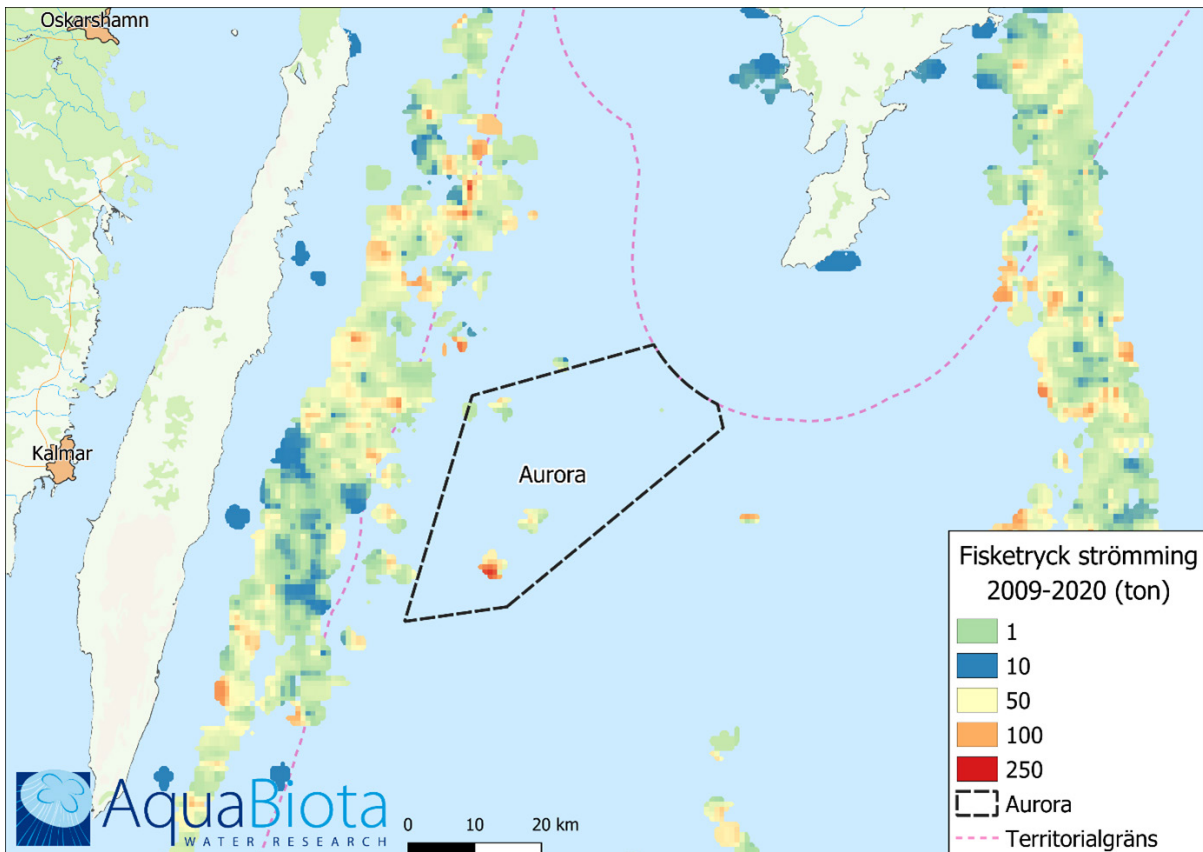
Fiskekvoterna för sill/strömming ökade fram till 2018 för att sedan minska årligen. De svenska kvoterna för sill/strömming har minskat med 42 procent sedan 2018, och ett rimligt antagande är att de inte kommer att öka så länge rekryteringen av fisk anses svag. Fiskekvoterna för skarpsillen har varit relativt konstanta under åren 2012 - 2021.

Fiskekvoterna för torskfisket har stadigt minskat sedan 2012, med undantag för en mindre höjning 2014, för att idag endast utgöras av bifångstkvoter. Sedan 2019 har riktat fiske efter torsk varit stoppat i bland annat Östra och Centrala Östersjön och under år 2022 stängs det riktade fisket efter torsk i hela Östersjön.

### 8.11.1.7 Fiske av kommersiella arter

Sill/strömming och skarpsill dominerar fisket i ICES-delområde 27.3.d.27 och stod år 2019 för 99,5 procent av fångsten i området. Det pelagiska fisket är således nästintill det enda existerande storskaliga fisket i delområdet. Analysen av ICES - fångstdata för delområdet visar att det demersala fisket, det vill säga fisket efter sådana arter som lever nära eller på botten, har varit litet under perioden (2015 - 2019). År 2015 landades 60 ton demersal fisk i hela ICES-området, vilket var den högsta uppmätta siffran under perioden. Detta kan jämföras med det pelagiska fisket för samma år, som då landade 32 465 ton.

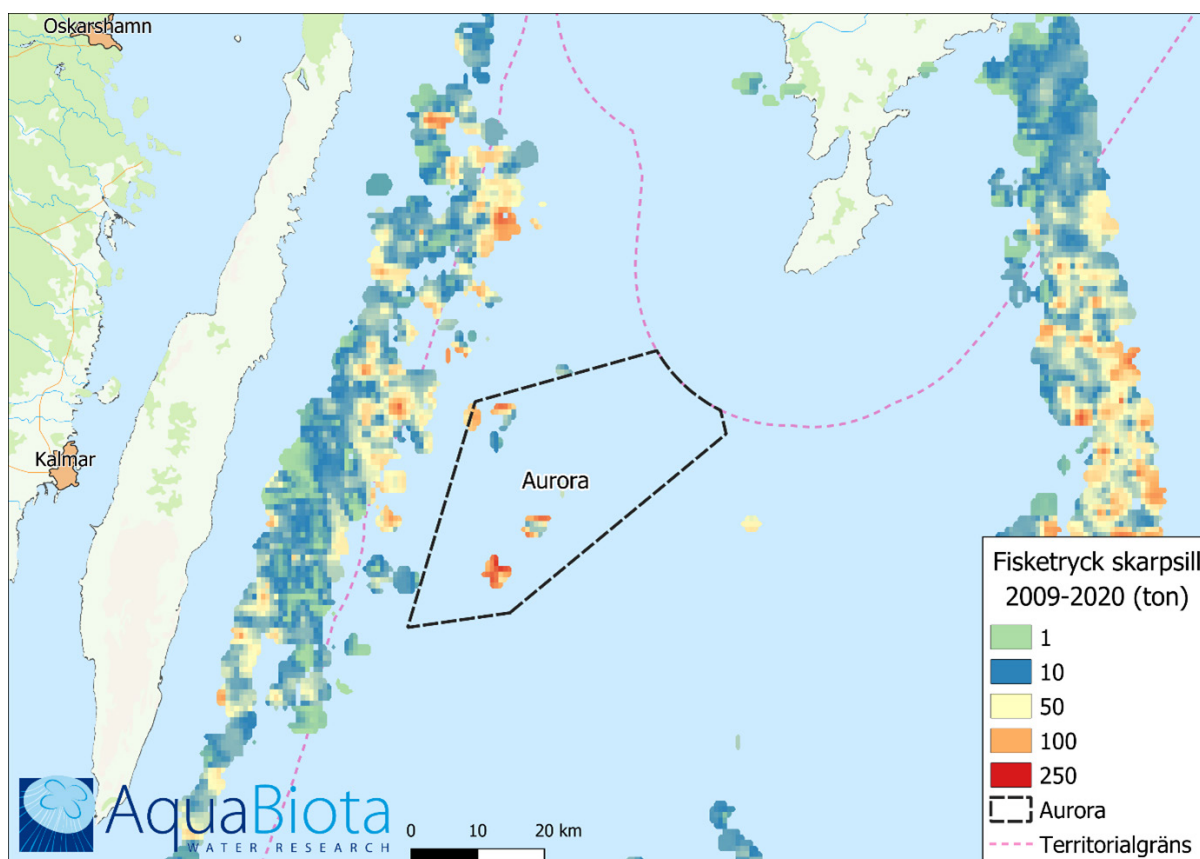
Fisket av sill/strömming var det vanligast förekommande fisket i ICES delområde 27.3.d.27 under perioden 2015 - 2019, både i avseende av vikt och värde. Under perioden har sill/strömmingsfångsterna varit stabila, med en liten ökning under både 2018 och 2019. Den metod som används mest är pelagisk trålning. Sill/strömmingsfisket är koncentrerat längst Ölands östkust, medan fisket inom den planerade vindparken överlag har varit marginellt under perioden 2009 - 2020 (Figur 52).



Figur 52. Fisketryck av sill/strömming i området kring den planerade vindparken under perioden 2009 - 2020.

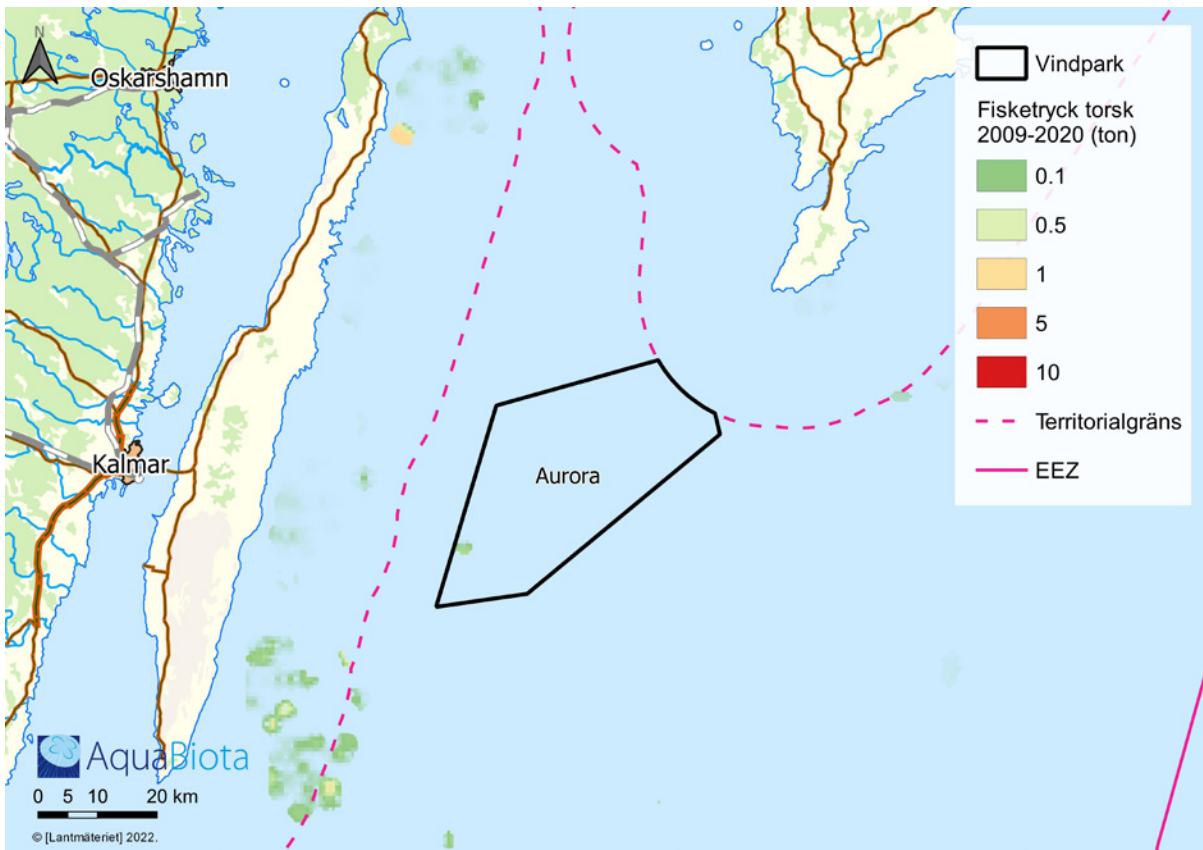
Kvoterna för år 2022 kommer att innebära en kraftig minskning om hela 45 procent för sill/strömmingsfisket i Centrala Östersjön. I ICES rekommendationsrapport om beståndet är fiskerimortaliteten över det maximalt hållbara gränsvärdet, vidare är det lekande beståndet under gränsvärdet och minskar i biomassa (ICES, 2021a).

Skarpsillen landades i relativt jämna kvantiteter under åren (2015 - 2019), men ökade en del efter år 2017, och den landade vikten var högst år 2019. Kvoterna för år 2022 innebär en ökning av skarpsillfisket på 13 procent. Trots ökningen anser ICES att fiskerimortaliteten ligger över vad som är hållbart, dock anser de att det lekande beståndet är över medelvärdet och inom godkända nivåer (ICES, 2020b). I början av 1990-talet började skarpsillspopulationen öka på grund av kraftig rekrytering och lägre predationstryck som följd av den nedåtgående torskpopulation (Eero, et al., 2021; ICES, 2020a). Detta ökade dock fisketrycket på arten och populationen reducerades till viss del. På senare tid har dock rekryteringen varit starkare vilket lett till att ICES öppnat för en större fiskeansträngning (ICES, 2020a; ICES, 2020b). Fisketryck på skarpsill inom den planerade vindparken har modellerats och redovisas i Figur 53 nedan.



Figur 53. Fisketryck av skarpsill i området kring den planerade vindparken under perioden 2009 - 2020.

I ICES-delområdet där vindpark Aurora är lokaliserad har torskfisket, oaktat fiskestopp, varit sparsamt. Detta illustreras i Figur 54, där det endast går att se små fångster, framför allt längs Ölands södra udde. Vidare har landad torsk under perioden 2015 - 2019 minskat drastiskt i hela Östersjön, för att sedan stoppas helt 2019 (Bryhn, et al., 2021). Sommaren 2019 införde EU-kommissionen ett fiskestopp avseende torsk för samtliga medlemsländer inom ett antal ICES-delområden och under 2020 utökades detta fiskestopp ytterligare.



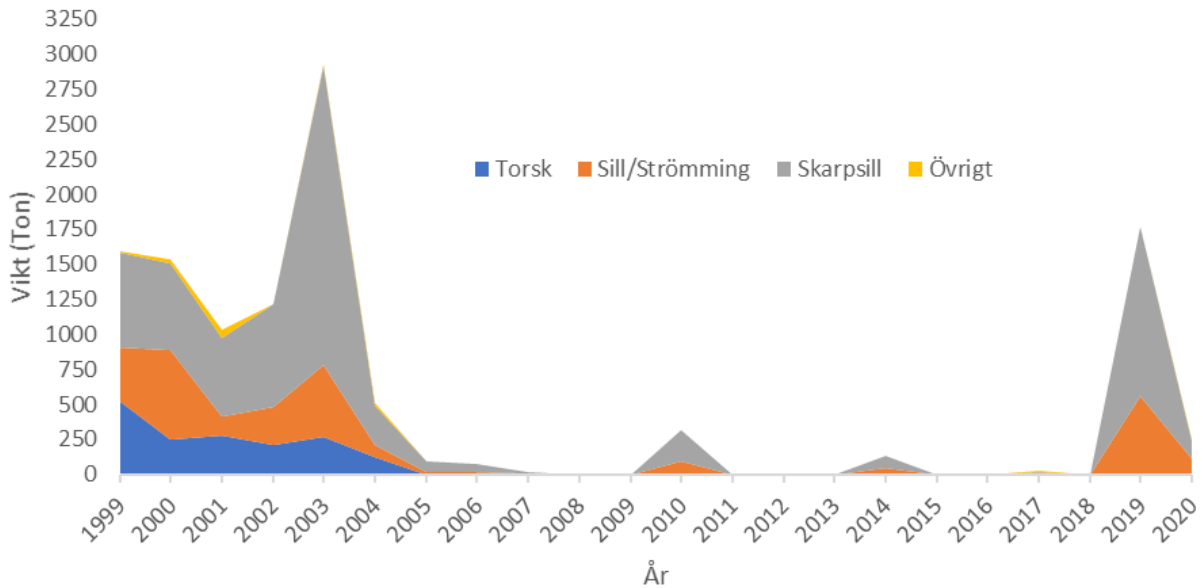
Figur 54. Fisketryck av torsk i området kring den planerade vindparken under perioden 2009 - 2020.

Torsken är hotad av syrefattiga och syrefria bottenar, parasiter, födobrist samt människans upptag och situationen anses vara kritisk (ICES, 2021b). Detta har medfört att allt riktat fiske efter torsk stoppas i hela Östersjön under 2022.

#### 8.11.1.8 Fiske inom den planerade vindparken

På grund av rådande restriktioner har fisket efter torsk helt upphört i Egentliga Östersjön. Noterbart är dock att i princip ingen torsk har landats inom den planerade vindparken sedan år 2004, vilket indikerar att området redan innan fiskestoppet var av mycket liten betydelse för det svenska torskfisket.

Det yrkesfiske som bedrivs inom vindpark Aurora är nästan uteslutande pelagisk trålning och de arter som fiskas är sill/strömming och skarpsill. Den landade fångsten varierar dock kraftigt inom vindparken. Detta är inte enbart ett resultat av förändrade kvoter utan är ett vanligt lokalt mönster i utsjövatten och beror till stor del på att pelagiska trålare fiskar där de hittar fiskstim, vars geografiska utbredning kan variera från år till år. Förhållandevis höga fångster av sill/strömming registrerades inom den planerade vindparken mellan 1999 - 2004. Efter 2004 minskade fångsterna kraftigt och endast enstaka år med högre fångster kan noteras. Efter flera år av ytterst lite landad fångst inom den planerade vindparken, landades det 1 767 ton år 2019, en siffra som sedan sjönk kraftigt till 252 ton under nästkommande år (Figur 55).

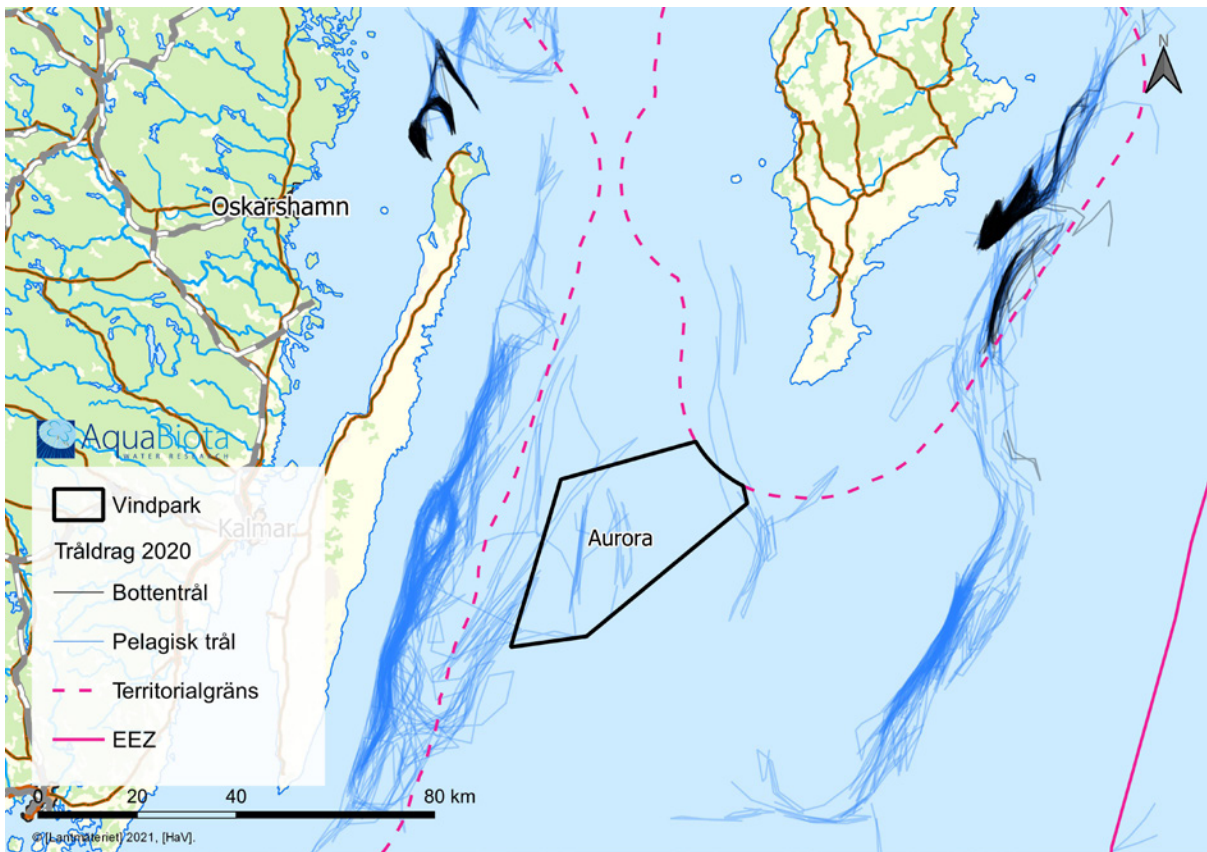


Figur 55. Svensk fångstdata i ton av olika arter inom den planerade vindparken Aurora under perioden 1999 - 2020 (Havs- och Vattenmyndigheten, 2021a)

Tillgängliga fångstdata från EU (2015 - 2019), visar att svenska fartyg i genomsnitt landat 25 295 ton fisk årligen i ICES-delområde 27.3.d.27. För samma period landades i genomsnitt 140 ton fisk årligen inom den planerade vindparken. Detta motsvarar 0,5 procent av det årliga fisket i ICES-delområde 27.3.d.27. Området som utgör den planerade vindparken är således av marginell betydelse för det pelagiska yrkesfisket.

Liksom för föregående år var fisket inom den planerade vindparken marginellt under 2020 (Figur 56). Det huvudsakliga fisketrycket är koncentrerat till området inom svenskt territorium längst Ölands östkust.

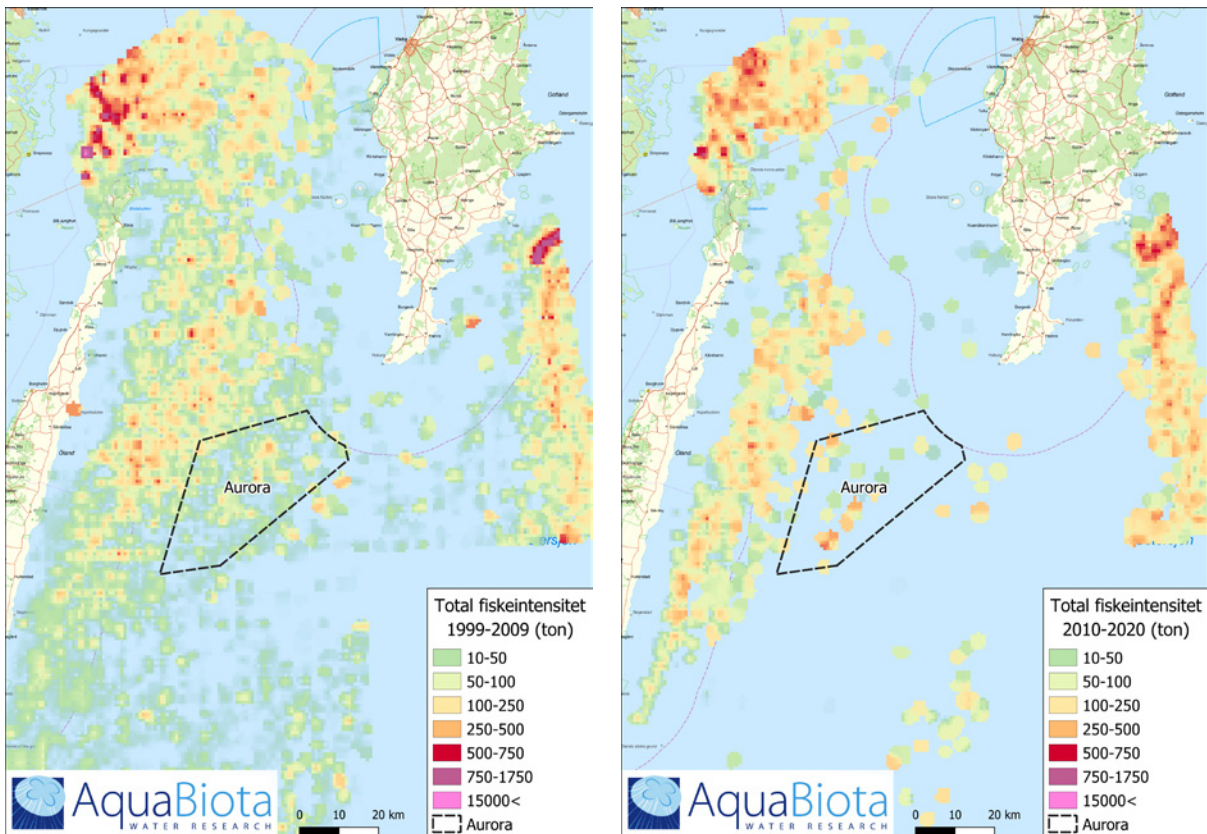
Anledningen till de marginella fångsterna av torsk och plattfisk under perioden 1999 - 2020 beror delvis på att bottenmiljön inom vindpark Aurora är syrefattig/syrefri, vilket gör det svårt för demersala arter att leva inom vindparken. Detta medför även en minskning av födotillgången för torsk och plattfiskar då de i huvudsak söker föda i bottenfauna i sedimenten. En minskning av antalet arter av bottenfauna i sedimenten sker redan vid 4 ml/L syre (DHI, 2016a) (Bilaga B.14). Inom vindpark Aurora är de syrefria/syrefattiga områdena i huvudsak belägna i de norra delarna av vindparken. I resterande delar av vindparken ligger syrehalten vid botten strax under 4 ml/L (Sejer m.fl. 2016). Detta medför att det troligen är låg tillgång till föda för torsk och plattfiskar på bottenarna inom hela vindparken, vilket ökar konkurrensen om föda både inom och mellan arter.



Figur 56. Tråldrag i och omkring vindpark Aurora under 2020 (Havs- och vattenmyndigheten 2021b).

Till exempel påvisade Neuenfeldt m.fl. (2020) att juvenil torsk svälter till följd av minskande tillgång på bentisk föda på grund av syrefria/syrefattiga bottnar. Detta medför en långsammare tillväxt och ökad mortalitet av juvenil torsk, inte minst på grund av att predationstrycket från vuxen torsk på juveniler har ökat som en konsekvens av låg födotillgång. Den dåliga tillgången på föda är alltså en sannolik orsak till att individtätheten av torsk och plattfisk är låg (Bilaga B.14), vilket medför att fiske efter dessa arter inom parkområdet inte är lönsamt. Torsk har historiskt fångats inom Aurora, men efter år 2007 har det endast landats totalt 0,6 ton.

Under perioden 1999 - 2009 fiskades det 45 procent mer i och omkring vindpark Aurora jämfört med perioden 2010 - 2020 (Figur 57). Som Figur 57 visar var fisketrycket mer utspritt och det fiskades betydligt mer inom vindpark Aurora under början av 2000-talet. Under perioden 2010 - 2020 koncentreras i stället fisket längst Ölands kustområden.



Figur 57. Totalt fisketryck under perioden 1999 - 2009 (vänster). Totalt fisketryck under perioden 2010 - 2020 (höger).

#### 8.11.1.9 Den planerade vindparkens betydelse för yrkesfisket

I början av 2000-talet var fisket mer omfattande i ICES-delområde 27.3.d.27 och inom vindpark Aurora. Fisketillfällena var fler och yrkesfisket var mer utspritt. Under perioden 2010 - 2020 har fisket koncentrerats mot den öländska ostkusten (Figur 57), och den genomsnittliga fångsten per fisketillfälle har ökat med 50 procent. Detta är en indikation på att fisket alltmer kommit att domineras av större pelagiska trålare med en större fångstkapacitet. Dessa fartyg kan röra sig över stora områden i Östersjön för att hitta pelagisk fisk och har därmed goda möjligheter att geografiskt omfördela sitt fiske.

I ICES-delområde 27.3.d.27 stod svenska fiskare för 85 procent av den landade fångsten år 2019. Danska fiskare stod för tolv procent och deras närvaro i och kring vindpark Aurora är därmed begränsad. Fångsterna utgörs nästan uteslutande av sill/strömming och skarpsill.

Inom vindpark Aurora har fisket sedan 2005 varit litet, med endast enstaka år av större fångster. Huvuddelen av fisket sker närmre kusten där det också finns utpekade riksintressen för yrkesfisket, i detta fall riksintresse Östra Öland (Beteckning RI YF 6). Det fiskas sporadiskt inom vindpark Aurora, men befintliga data tyder på att området inte är av stor betydelse för det pelagiska yrkesfisket.



Svenska fiskebåtar landade i genomsnitt 140 ton årligen inom vindpark Aurora under perioden 2015 - 2019, vilket motsvarade 0,5 procent av det årliga fisket i ICES-delområde 27.3.d.27 under samma period. Den landade fångsten varierade, med enstaka höga fångsttoppar inom vindparken perioden 1999 - 2020, men har över tid stadigt minskat till följd av en negativ populationsutveckling av sill/strömning. Modelleringarna av fisketryck styrker vidare detta mönster med en minskad fiskeintensitet inom Aurora och dess närområde över de senaste 20 åren (Figur 57). Enstaka år med högre fångster beror till stor del på att pelagiska trålare fiskar där de hittar fiskstim, vars geografiska utbredning kan variera från år till år.

Vindpark aurora är lokaliserad inom ett område där havsbotten till stora delar är hypoxisk (syrefattig) och/eller anoxisk (syrefri), vilket gör att demersala fiskarters utbredning här är begränsad (SMHI, 2019a). Dessa syrefattiga bottenar samt fiskestoppet på torsk har resulterat i att det demersala fisket inom vindpark Aurora och dess närområde är nästintill obefintligt. Med tanke på den fortsatta negativa populationsutvecklingen av torskbeståndet samt utbredningen av syrefattiga och syrefria bottenar är det sannolikt att det demersala fisket inte återupptas inom närtid.

Sammanfattningsvis har utvecklingen för fiskenäringen i ICES-delområde 27.3.d.27 under de senaste åren varit negativ. Den landade fångsten har minskat och därmed värdet på det totala yrkesfisket för området. Fisket inom vindparken har varit ytterst begränsat och har utgjorts av sporadiska fångster av sill/strömning och skarpsill av pelagiska trålare. Även historiskt har fisketrycket varit betydligt högre närmare den öländska ostkusten.

Två värdefulla fisktillgångar, torsk och sill/strömning, har haft negativa population-utvecklingar i Centrala Östersjön, vilket har resulterat i fiskestopp samt minskade kvoter. Kvoterna för år 2022 innebär fortsatt inget riktat fiske efter torsk och kraftigt minskade kvoter för sill/strömning, vilket sannolikt kommer innebära en ytterligare minskning av fisketrycket i och omkring vindpark Aurora. Med beaktande av detta anses det område som omfattas av den planerade vindparken i dag-släget vara av marginell betydelse för det svenska yrkesfisket. Aurora överlappar inte heller med några riksintressen för yrkesfiske eller i havsplanen utpekade användningsområden för yrkesfiske. Vidare kan tillkommande, om än begränsade, reveffekter och minskat fisketryck i längden förbättra beståndsstatusen för kommersiellt viktiga fiskarter, vilket på sikt gynnar även yrkesfisket (Goñi, et al., 2008; Langhamer, 2012; Reubens, et al., 2013). Samtidigt bör det beaktas att området är syrefattigt (SMHI, 2020b), och därmed begränsas eventuella reveffekter till de djup där syrenivåerna är tillräckliga för att fiskar och andra organismer ska kunna leva.



## 8.11.2 Konsekvenser

### 8.11.2.1 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen kommer det att upprättas ett skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan begränsa delar av den planerade vindparkens tillgänglighet för fiske. Eftersom riktat fiske efter torsk är stoppat, och då fisket efter plattfisk är i stort sett obefintligt, bedöms det demersala fisket inte påverkas alls under anläggningsfasen.

Det är alltså endast fisket av skarpsill och sill/strömning som kan komma att påverkas av att det upprättas ett skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan begränsa delar av vindparkens tillgänglighet för fiske. Detta fiske utförs dock med pelagiska trålare, vilka har goda möjligheter att geografiskt omfördela sitt fiske till områden utanför den planerade vindparken, eller till områden inom den planerade vindparken som inte berörs av pågående anläggningsarbeten. Fartygstrafik och andra aktiviteter under anläggningsfasen kan medföra att fiskestim väljer att uppehålla sig inom andra områden än där anläggningsarbeten pågår. Den fartygstrafik som tillkommer under anläggningsfasen är dock liten i förhållande till den befintliga fartygstrafik som redan förekommer inom området.

På grund av att det område som omfattas av den planerade vindparken är av marginell betydelse för yrkesfisket, att arbetena under anläggningsfasen är av tillfällig natur och att det är möjligt att geografiskt omfördela eventuellt pelagiskt fiske bedöms påverkan på yrkesfisket under anläggningsfasen bli obetydlig och konsekvenserna bedöms därmed bli försumbara.

### 8.11.2.2 Driftsfas

Bedömningen av den planerade vindparkens konsekvenser för yrkesfisket under driftsfasen utgår från ett worst case, vilket innebär att yrkesfiske inte kommer att kunna bedrivas inom vindpark Aurora. Antaget worst case är i detta fall konservativt, då delar av den planerade vindparken troligtvis kommer att kunna fortsätta att användas för visst yrkesfiske. Förekomsten av fundament, erosionsskydd, bottenförlagda kablar och eventuella förankringslinor måste dock särskilt beaktas vid eventuellt fortsatt yrkesfiske inom vindparken.

Regeringen har nyligen gett Havs- och vattenmyndigheten och Statens energimyndighet i uppdrag att göra en kunskapssammanställning av förutsättningar och möjliga åtgärder för framtida samexistens mellan havsbaserad vindkraft, yrkesfiske, vattenbruk och naturvård i områden med vindkraftsetablering (HaV, 2022). Uppdraget omfattar särskilt utformning av vindparker, anpassning av fiskerinäring samt åtgärder som minimerar skador på eller främjar biologisk mångfald och ekosystemtjänster. OX2 kommer att arbeta för att skapa förutsättningar för samexistens mellan vindparken och pelagisk trålning. Detta kan ske till exempel genom dialog med yrkesfiskarna om utformning av parken gällande fundamentens positioner, avstånd mellan verk, förläggningsdjup av havskablar.



### **Konsekvenser för sill/strömmings- och skarpsillsfisket**

De svenska kvoterna för sill/strömming har minskat med 42 % sedan 2018 och ett rimligt antagande är att de inte kommer att öka så länge rekryteringen i bestånden anses svag. Kvoterna för skarpsillen har varit relativt konstanta, trots att rekryteringen av skarpsill har varit sämre sedan 2014 och trots att fiskerimortaliteten anses vara över gränsen för maximal hållbar avkastning. Fiske efter sill- och skarpsill bedrivs med pelagisk trål, ett fiske som i viss mån förväntas kunna fortgå inom delar av vindpark Aurora. Pelagiska trålare kan även röra sig över stora områden i Östersjön för att hitta fisk och de har därmed goda möjligheter att vid behov omfördela sitt fiske geografiskt.

På grund av att det område som omfattas av den planerade vindparken är av marginell betydelse för yrkesfisket och då det är möjligt att geografiskt omfördela eventuellt pelagiskt fiske, bedöms påverkan på sill/strömmings- och skarpsillsfisket under driftsfasen bli obetydlig och konsekvenserna bedöms därmed bli försumbara.

### **Konsekvenser för torskfisket**

De syrefattiga bottenarna samt fiskestoppet på torsk har resulterat i att det demersala fisket efter torsk inom vindpark Aurora och dess närområde är och under lång tid har varit nästintill obefintligt. Med tanke på den fortsatta negativa populationsutvecklingen för det östra torskbeståndet (Öhman, et al., 2022) vilken har pågått under väldigt lång tid, samt utbredningen av syrefattiga och syrefria bottenar är det troligtvis så att det demersala fisket efter torsk inte kommer att återupptas inom överskådlig tid.

Vid händelse av att torskbeståndet återhämtar sig så pass mycket att torskfisket kan återupptas, samtidigt som den rådande situationen med syrefattiga eller syrefria bottenar inom området förbättras påtagligt, kommer bottenstrålning ändå inte att kunna utföras inom vindparken. Detta utifrån en säkerhetsaspekt, då bottenstrålning potentiellt kan skada vindparkens interna kabelnät, men också medföra risk för skada på tråltrustning eller fara för yrkesfiskarnas säkerhet.

Torskfisket kommer sannolikt att vara fortsatt begränsat av mycket restriktiva kvoter eller förbud, och detta bedöms påverka fisket i området i mycket större utsträckning än de praktiska begränsningar som etableringen av vindpark Aurora skulle medföra. Därutöver bedöms det område som omfattas av den planerade vindparken i dagsläget sakna betydelse för torskfisket. Konsekvensen avseende torskfiske bedöms därmed bli försumbar.

### **Konsekvenser för fiske efter plattfisk**

Förekomsten av plattfisk och fisket efter dessa arter är, precis som för torsken, påverkat av de syrefattiga och/eller syrefria bottenarna. Fisket efter plattfisk inom den planerade vindparken är, som tidigare konstaterats, i princip obefintligt.

Det demersala fisket efter plattfisk kan påverkas då vindparken enligt worst case-scenariot blir otillgänglig för bottenstrålning. Dock är detta fiske endast



marginellt, och det område som omfattas av den planerade vindparken bedöms i dagsläget vara obetydligt för fisket efter plattfisk. Konsekvensen avseende fiske efter plattfisk bedöms därmed bli försumbar.

### **Övriga konsekvenser för yrkesfisket och fiskenäringen**

Den planerade vindparken Aurora kan medföra vissa positiva effekter på yrkesfisket och fiskenäringen. Reveffekter som uppstår genom introduktion av hårt substrat i form av fundament och erosionsskydd (om än i begränsad omfattning), samt ett minskat fisketryck inom vindparken skulle i längden kunna förbättra beståndsstatus för kommersiellt viktiga fiskarter vilket på sikt gynnar även yrkesfisket. Samtidigt bör det beaktas att området i dagsläget är syrefattigt (SMHI, 2019a), och därmed begränsas eventuella reveffekter till de djup där syrenivåerna är tillräckliga för att fiskar och andra organismer ska kunna klara sig.

Inom ramen för de utredningar som genomförs för vindpark Aurora undersöks möjligheterna att syresätta det i dagsläget syrefria bottenvattnet. En eventuell syresättning skulle, tillsammans med reveffekter och ett minskat fisketryck inom vindparken, på lång sikt kunna innebära positiva konsekvenser för fiskbestånden och därmed för yrkesfisket.

### **Samlade konsekvenser för yrkesfisket och fiskenäringen**

Fiskekvoterna är den enskilda aspekt som påverkar yrkesfisket och fiskenäringen mest. Sammanfattningsvis har utvecklingen för fiskenäringen i ICES-delområde 27.3.d.27 under de senaste åren varit negativ. Den landade fångsten, och därmed värdet på det totala yrkesfisket för området, har minskat. Fisket inom den planerade vindparken har varit ytterst begränsat och har utgjorts av sporadiska fångster av sill/strömning och skarpsill av pelagiska trålare.

Även historiskt har fisketrycket varit betydligt högre närmare den öländska ostkusten. Två värdefulla fisktillgångar, torsk och sill/strömning, har haft negativa populationsutvecklingar i Centrala Östersjön, vilket har resulterat i fiskestopp samt minskade kvoter. Kvoterna för år 2022 innebär fortsatt inget riktat fiske efter torsk och kraftigt minskade kvoter på sill/strömning, vilket sannolikt kommer innebära en ytterligare minskning av fisketrycket i och omkring vindpark Aurora. Med beaktande av detta anses det område som utgör den planerade vindparken i dagsläget vara av marginell betydelse för det svenska yrkesfisket.

Det fiske som främst kan komma att påverkas av vindparken är det demersala fisket efter plattfisk med bottenrål. Detta fiske utgör endast en försumbar del av det totala fisket i ICES-delområde 27.3.d.27.

Sammantaget bedöms det område som omfattas av den planerade vindparken i dagsläget och sedan lång tid tillbaka ha ett marginellt värde för fiskenäringen. Påverkan på yrkesfisket bedöms därmed bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.



### 8.11.2.3 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen kommer det att upprättas ett skyddsavstånd till pågående arbeten, vilket kan påverka förutsättningarna för eventuellt yrkesfiske. Efter det att vindparken har avvecklats, förväntas området bli tillgängligt för eventuellt yrkesfiske.

Det kan konstateras att avvecklingsfasen för den planerade vindparken Aurora ligger så pass långt fram i tiden att det vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande är omöjligt att med säkerhet uttala sig kring om det överhuvudtaget kommer att bedrivas något yrkesfiske i Östersjön vid tiden för vindpark Auroras avveckling och, om så är fallet, under vilka förutsättningar ett eventuellt yrkesfiske kommer att bedrivas, vilka redskap som kommer att användas och vilka arter som kommer att fiskas kommersiellt. Det går således inte att göra någon tillförlitlig bedömning avseende påverkan och konsekvenser för den planerade vindparkens avvecklingsfas.

## 8.12 Sjöfart

### Samlad konsekvensbedömning

Under anläggningsfasen föreligger en viss risk för konflikter mellan installationsfartyg och övrig fartygstrafik, samt för att fartyg av misstag kommer in i arbetsområdet. Under anläggningsarbetena kommer åtgärder för att undvika sjöfartsrelaterade risker att vidtas, bland annat genom att all fartygstrafik kommer att övervakas av en projektspecifik marine koordinator, genom att arbetsområdena kommer att märkas ut på ett tydligt sätt och genom att fortlöpande information ges via olika sjöfartsbulletiner. Särskilda, ändamålsenliga områden kommer att användas för korsning av fartygsstråken.

Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög. Med vidtagna skyddsåtgärder och försiktighetsmått bedöms påverkan under anläggningsfasen vara obefintlig, vilket innebär en försumbar konsekvens. Liknande förhållanden som under anläggningsfasen förväntas råda under avvecklingsfasen. Dock med reservation för att avvecklingsfasen ligger väldigt långt fram i tiden.

Under driftsfasen beräknas den planerade vindparken, utan beaktande av särskilda riskreducerande åtgärder, medföra en ökning av sannolikheten för incidenter och olyckor (framför allt allisioner). Beräkningarna tyder inte på att vindparken kommer att påverka sannolikheten för kollisioner i någon större utsträckning. En viss ökning av kollisionssannolikheten kan uppstå i det fall vindparken innebär att fartygstrafiken som idag passerar på fartygsstråken i direkt närhet till vindparken väljer en rutt något längre från vindparken, i syfte att hålla ett större avstånd till vindparken, och om det därigenom uppstår en hopträngning av fartygstrafiken. Dock rör det sig endast om en liten ökning från vad som i dagsläget är väldigt låga nivåer.

Med de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som OX2 kommer att vidta kan sannolikheten för incidenter och olyckor reduceras. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög och med en viss ökad sannolikhet för olyckor bedöms påverkan till följd av vindparken vara liten, vilket sammantaget innebär en måttlig negativ konsekvens.

I dagsläget passerar ett litet antal fartyg genom det område som kommer att tas i anspråk av den planerade vindparken. Detta bedöms kunna ske även efter det att vindparken har anlagts. Sjötrafikens känslighet för att inte kunna utnyttja detta område bedöms som liten och även påverkan bedöms som liten, vilket sammantaget innebär en liten negativ konsekvens.

En vindpark kan orsaka radarstörningar, med falska ekon och skugg effekter. Sjöfartens känslighet för de radarstörningar som en havsbaserad vindpark kan orsaka kan ses som måttlig. I samband med slutgiltig positionering av vindkraftverken kommer riskerna för påverkan på sjöfarten genom radarstörning att undersökas. Vid behov kommer erforderliga åtgärder att vidtas, exempelvis genom att en extra radar installeras. Med dessa åtgärder bedöms påverkan som liten vilket innebär en liten negativ konsekvens.

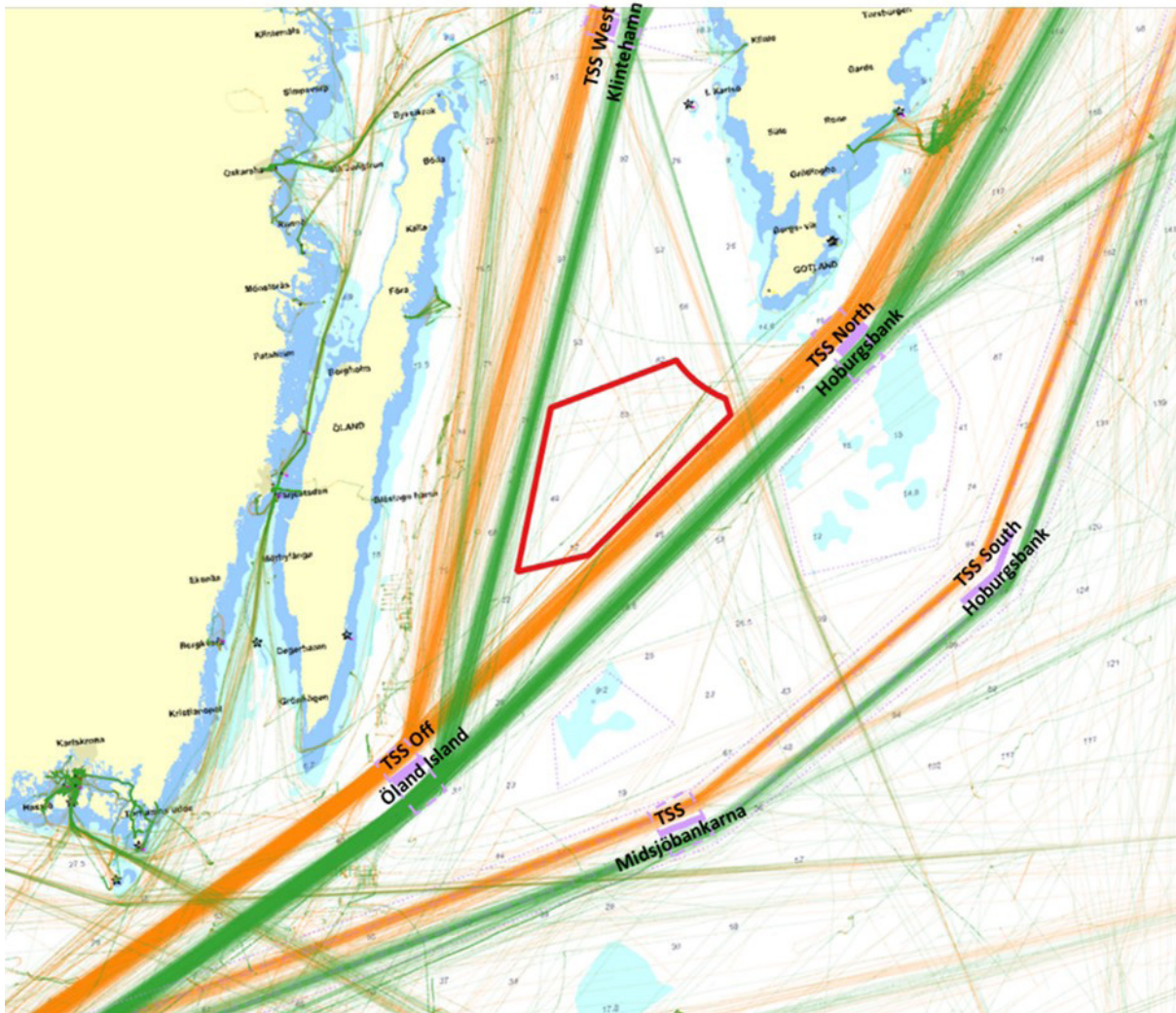
Att effektiva och säkra miljösaneringar och räddningsinsatser kan utföras är väsentligt för sjöfarten. Den planerade vindparken kan, genom de fysiska hinder som vindkraftverken utgör, eventuellt försvåra sådana insatser. Samtidigt kan vindparken i viss utsträckning bistå vid sådana insatser, exempelvis vid händelse av att fartyg från vindparken kan vara på plats snabbt eller genom att olyckor eller utsläpp kan upptäckas tidigt. En beredskapsplan kommer att tas fram för att på ett effektivt och säkert sätt hantera olyckor. Vindparkens negativa påverkan och dess positiva påverkan antas därför i denna del innebära konsekvenser som tar ut varandra. Härigenom blir vindparkens konsekvens försumbar.

## 8.12.1 Förutsättningar

### 8.12.1.1 Fartygsstråk

I den planerade vindparken Auroras närområde förekommer ett antal olika fartygsstråk (se Figur 58). På den sydöstra sidan om vindparken ligger ett fartygsstråk där en betydande del av trafiken till och från Östersjön passerar. Sydvästgående (orange) respektive nordostgående (grön) trafik styrs och separeras genom två TSS:er (Traffic Separation Schemes): TSS Off Öland Island i sydväst och TSS North Hoburgsbank i nordost. Sydost om detta fartygsstråk, på ett avstånd om drygt 50 kilometer från den planerade vindparken, finns en djupvattenled (en så kallad DW-rutt), vilken utgör rekommenderad rutt för fartyg med ett djupgående som överstiger 12 meter. Även denna trafik styrs och separeras av två TSS:er: TSS Midsjöbankarna och TSS South Hoburgsbank. Väster om vindpark Aurora passerar den trafik som nyttjar stråket mellan TSS Off Öland Island i sydväst och TSS West Klintehamn. Dessa tre fartygsstråk är utpekade som riksintressen för sjöfarten.

Utöver dessa tre fartygsstråk förekommer ytterligare ett stråk (som ej är utpekade som riksintresse för sjöfarten), vilket framför allt nyttjas för färjetrafiken mellan Nynäshamn och den polska staden Gdansk. Det sistnämnda fartygsstråket korsar de tre övriga fartygsstråken och passerar förbi den planerade vindparkens nordöstra hörn. De inom närområdet förekommande utsjöbankarna; Hoburgs bank samt Norra och Södra Midsjöbanken är utpekade som områden som ska undvikas av sjöfarten.



Figur 58. Fartygsstråk i anslutning till den planerade vindparken Aurora och trafikmönster baserat på AIS-data från 2020. Sydvästgående trafik i orange och nordostgående trafik i grönt.

### 8.12.1.2 Sjöfarten i aktuell havsplan och bevarandeplan för närliggande Natura 2000-område.

I de av regeringen antagna havsplanerna (Havs- och vattenmyndigheten, 2022) har fartygsstråket omedelbart väster om vindpark Aurora samt djupvattenleden, som ligger drygt 50 kilometer sydost om Aurora, angetts som områden för sjöfart. I havsplanerna definieras områden för sjöfart som områden av särskild betydelse för sjöfart. Vidare anges att inom dessa områden ska förutsättningar för sjöfartsverksamhet bibehållas och trafiksäkerhet med tillräckliga manöverutrymmen beaktas.

I havsplanerna anges det fartygsstråk som går omedelbart sydost om den planerade vindparken (det vill säga mellan TSS Off Öland Island och TSS North Hoburgsbank), samt även det fartygsstråk som passerar förbi den planerade vindparkens nordöstra hörn som utredningsområden för sjöfart. I havsplanerna definieras utredningsområden för sjöfart som områden där vidare utredning ska avgöra om användning för sjöfart är den mest lämpliga.



Av havsplanerna framgår även att sjöfarten som trafikerar det fartygsstråk som går omedelbart sydost om den planerade vindparken passerar genom ett grundområde med mycket höga naturvärden för de rödlistade arterna tumlare och alfågel, vilket också utgör Natura 2000-område (Hoburgs bank och Midsjöbankarna). I havsplanerna anges att utredningar visar att alfågelpopulationen påverkas negativt av operationella oljeutsläpp från fartyg och att tumlare störs av buller från fartygsstråk, vilket medför att det från naturvårdssynpunkt finns en anledning att utreda sjöfartens påverkan på naturmiljön och vilka åtgärder som kan vara lämpliga för att minska sjöfartens negativa påverkan. Bland annat diskuteras förändringar av den aktuella fartygsrutten. Av havsplanerna framgår att slutlig ställning ej har tagits avseende detta stråk.

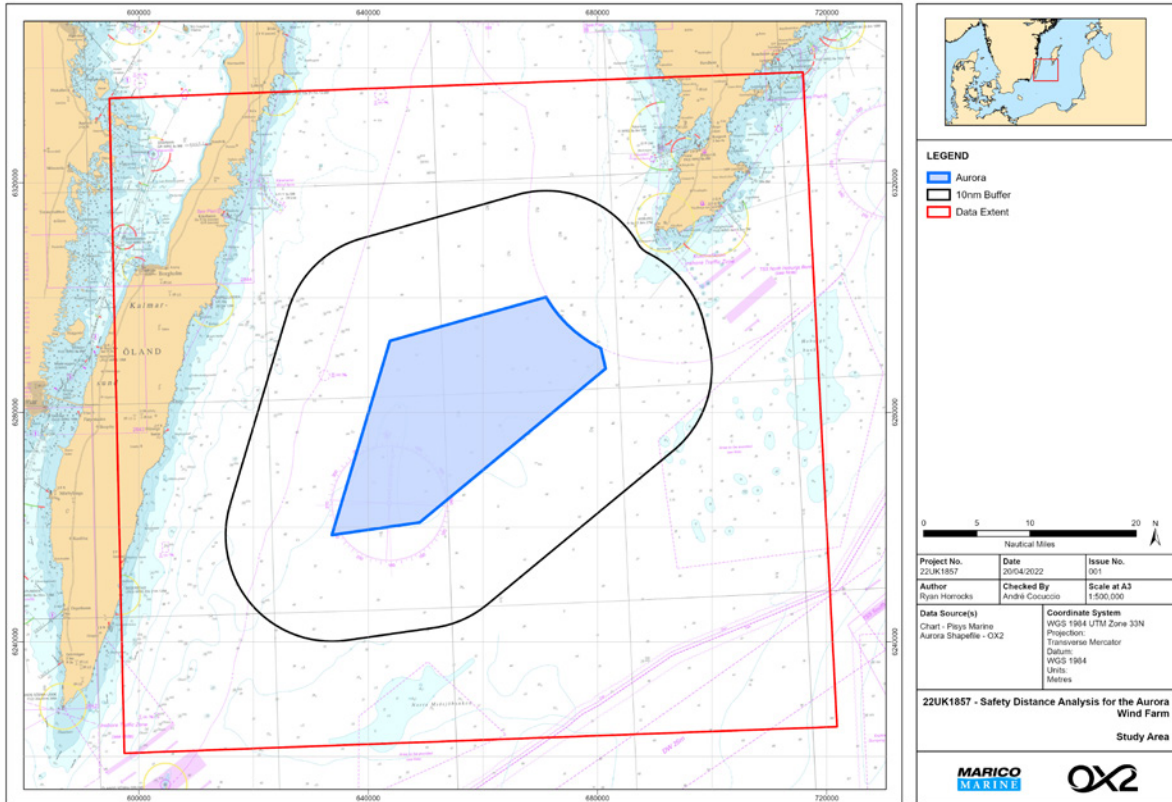
Även den bevarandeplan för Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna som tagits fram av Länsstyrelserna i Gotlands respektive Kalmar län pekar på att den sjöfart som passerar genom Natura 2000-området har påverkat och fortfarande påverkar de för området utpekade naturtyperna och arterna genom bland annat buller, utsläpp av olja eller andra kemiska produkter, samt genom undanträngningseffekter (Länsstyrelsen, 2021).

#### *8.12.1.3 Trafikflöden inom vindpark Auroras närområde*

Trafikflöden inom den planerade vindparkens närområde har analyserats med hjälp av AIS-data<sup>3</sup> för ett område som motsvarar vindparkens verksamhetsområde plus en buffertzoon om 10 M (nautiska mil, förkortas M på svenska och nm på engelska, 1 nautisk mil = 1 852 meter) i alla riktningar (se Figur 59). Trafikflöden inom den planerade vindparkens närområde analyserades för en tolv månadersperiod, från den 1 januari 2019 till den 31 december 2019.

<sup>3</sup> AIS-data innehåller relevant information om ett visst fartyg, så som fartygets identitet, position, fartygsslag, hastighet och kurs



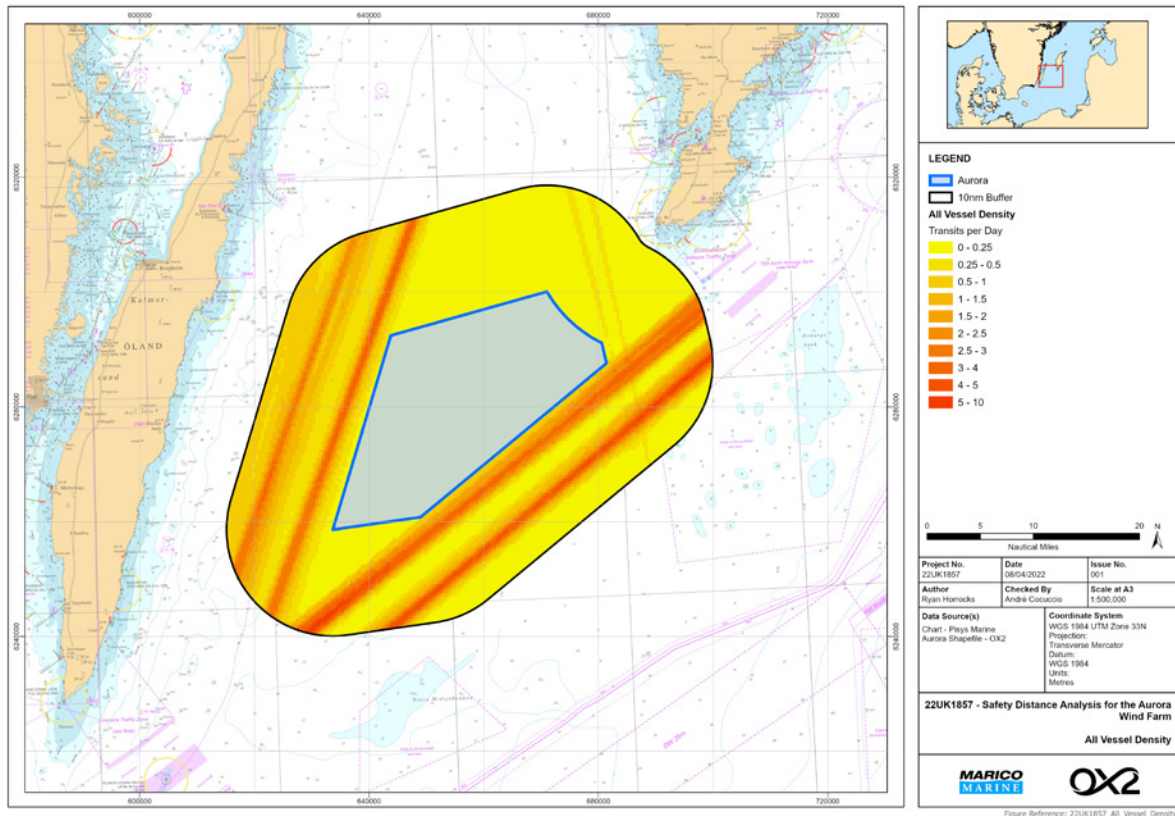


Figur 59. Verksamhetsområdet för den planerade vindparken samt den buffertzonen om 10 M (18 520 meter) inom vilken fartygstrafiken under 2019 har analyserats. Den röda fyrkanten illustrerar hela det område för vilket AIS-data togs fram.

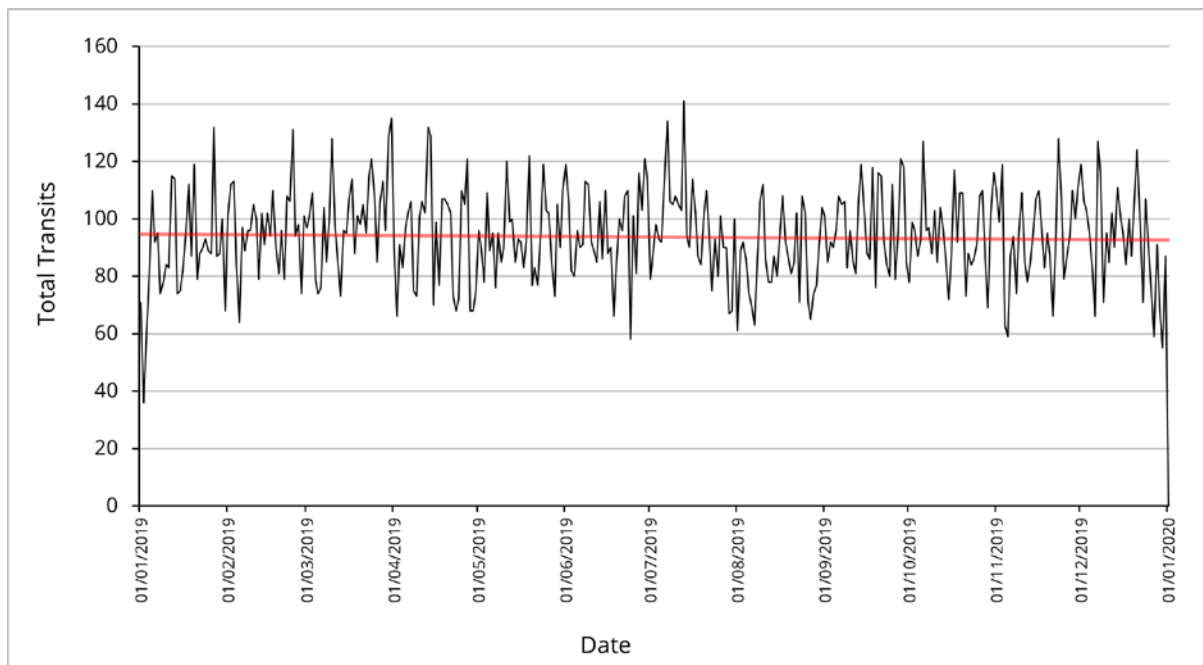
Analysen av trafikflödena (se Figur 60) visar att fartygstrafiken inom det undersökta området (vindparken plus buffertzonen) är måttlig och att antalet fartyg som passerar nära den planerade vindparken (inom 1 M från verksamhetsområdets gräns) är relativt få. Inom det undersökta området förekommer i genomsnitt 94 fartygsrörelser per dygn och trafikflödena är relativt konstanta över hela året, se Figur 61 och Figur 62.

Längs den planerade vindparkens sydöstra och västra gränser passerar strax över 3 fartyg per dygn inom ett avstånd om 1 M från verksamhetsområdets gräns. Längs vindparkens norra gräns passerar i genomsnitt endast 0 - 0,25 fartyg per dygn inom 1 M från verksamhetsområdets gräns.

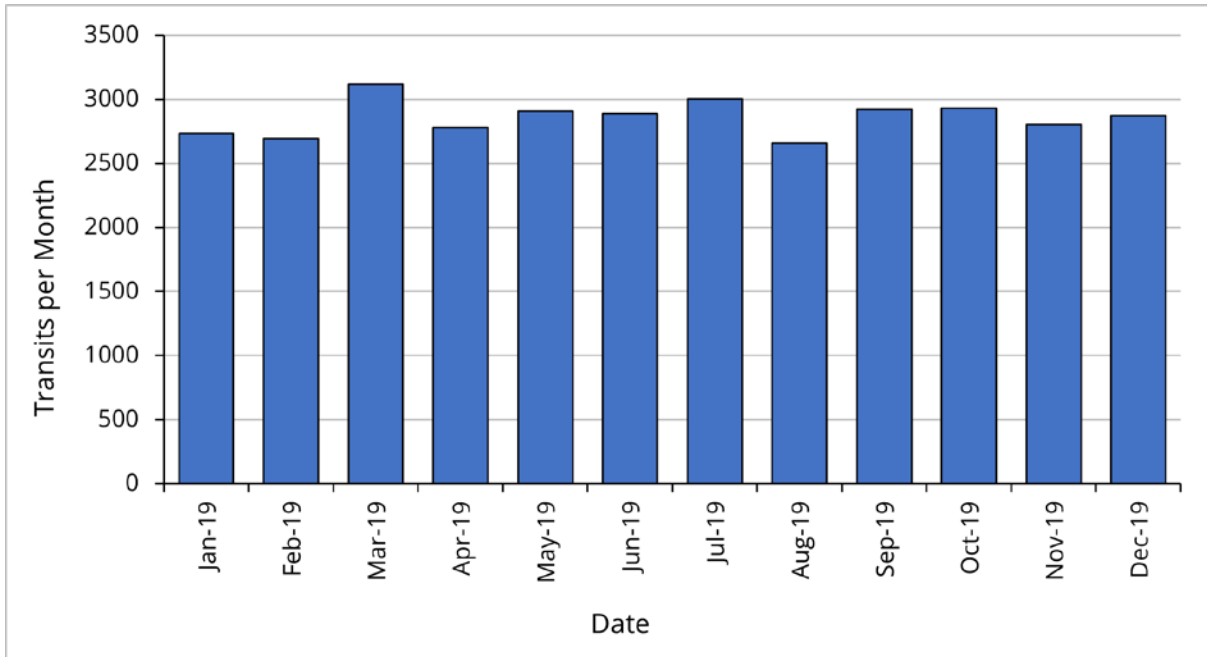
Den mest tättrafikerade delen av det undersökta området ligger sydväst om den planerade vindparkens sydvästra spets, där fartygstrafiken trycks ihop i samband med passagen genom TSS Off Öland Island. Den mest tättrafikerade sträckan, med 5 - 10 fartygsrörelser per dygn, är den nordostgående delen av det fartygsstråk som går omedelbart sydost om vindpark Aurora, det vill säga den del av fartygsstråket som ligger längst bort från den planerade vindparken.



Figur 60. Trafiktätheten (antalet fartygspassager per dygn) inom 10 M från den planerade vindparken under 2019.



Figur 61. Antalet fartygspassager per dygn inom 10 M från den planerade vindparken under 2019.

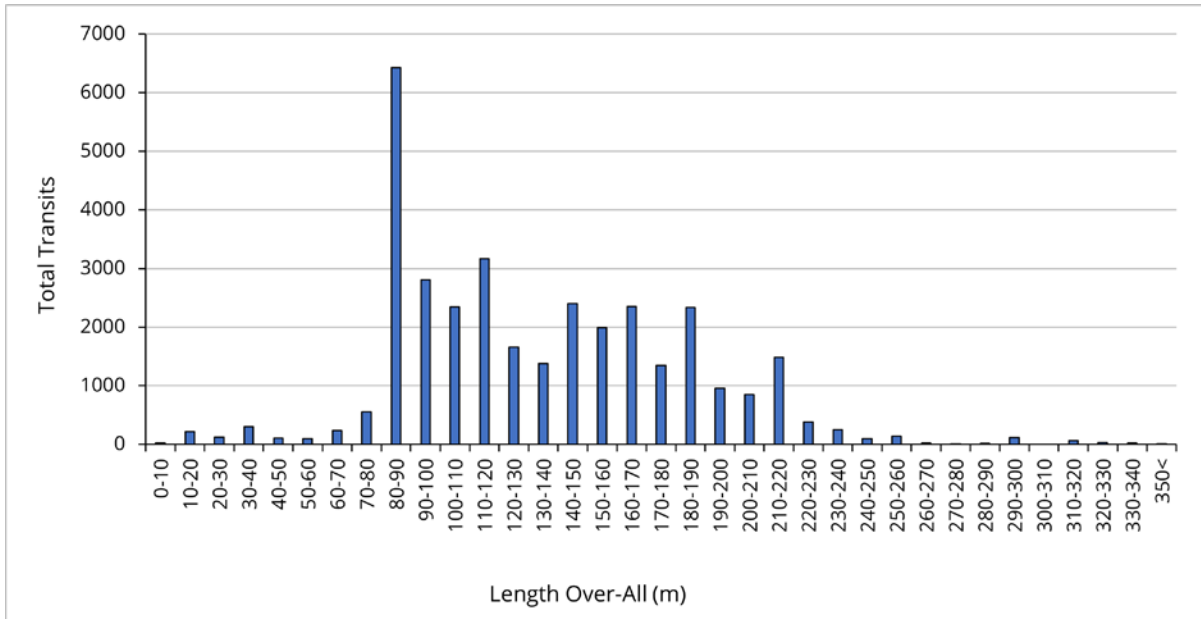


Figur 62. Antalet fartygspassager per månad inom 10 M från den planerade vindparken under 2019.

#### 8.12.1.4 Fartygstyper och fartygslängder

Kommersiella fartyg utgör den absoluta merparten av de fartyg som trafikerar det undersökta området. Detta innebär bland annat att de allra flesta av de trafikerande fartygen är mellan 80 och 200 meter långa, vilket i dagsläget är ett vanligt längdintervall för kommersiella fartyg. Det enskilt vanligaste längdintervallet för de fartyg som trafikerar det undersökta området är 80 till 90 meter, se Figur 63.

Merparten av de längre fartygen (> 260 meter) följer de inom området förekommande fartygsstråken och positionerar sig som regel mot mitten av stråken. Mindre rekreations- och fiskebåtar (0 - 60 meter) rör sig överlag närmare Öland och Gotland, på större avstånd från den planerade vindparken. Det längsta fartyg som regelbundet passerar igenom det undersökta området är det 330 meter långa passagerarfartyget Regal Princess.



Figur 63. Fartyglängder för de fartyg som trafikerade det undersökta området under 2019.

#### 8.12.1.5 Trafikflöden över definierade passagelinjer

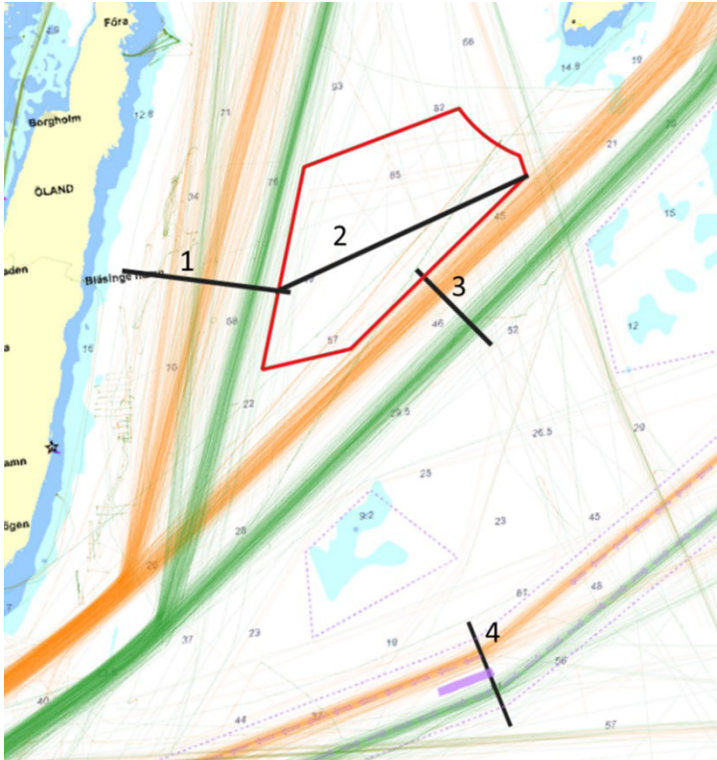
För att ytterligare analysera trafikflöden kring den planerade vindparken Aurora har fyra passagelinjer definierats, se Figur 64. Passagelinje 1 avser trafiken på stråket väster om vindparken, passagelinje 2 avser trafiken som idag trafikerar det planerade verksamhetsområdet, passagelinje 3 avser trafiken på stråket sydost om vindparken och passagelinje 4 avser trafiken på djupvattenleden. Passagestatistik över de fyra definierade passagelinjerna har analyserats med hjälp av AIS-data för en tolv månaders period, från den 1 januari 2020 till den 31 december 2020.

Antalet fartygspassager som analyserats och som redovisas är det totala antalet passager, det vill säga passagera i de trafikriktningar för respektive fartygsstråk som går närmast den planerade vindparken, samt även passagera i de trafikriktningar för respektive fartygsstråk som går längre bort från den planerade vindparken.

Över passagelinje 1 registrerades totalt 12 563 fartygspassager under 2020. General cargo-fartyg<sup>4</sup> är vanligast förekommande, följt av Ro-Ro-fartyg<sup>5</sup> och tankfartyg. Merparten av fartygen har en längd om upp till 200 meter, varför denna storlek antas vara dimensionerande ur ett riskbedömningsperspektiv. Över passagelinje 2 registrerades totalt 773 fartygspassager under 2020. En stor del av dessa utgjordes av mindre General cargo-fartyg, med en längd på upp till 100 meter. Även större fartyg trafikerade dock området.

<sup>4</sup> Med general cargo-fartyg avses fartyg som transporterar styckegods. Det engelska uttrycket används dock generellt.

<sup>5</sup> Med Ro-Ro-fartyg avses så kallade "Roll-on, Roll-off"-fartyg. Detta begrepp hänvisar till fartyg med rullande last, exempelvis bilar, trailers och tåg.



Figur 64. De passagelinjer som använts för att analysera passagestatistiken för de olika fartygsstråken.

Över passagelinje 3 registrerades totalt 16 494 fartygspassager under 2020. Trafiken på denna rutt är tydligt separerad genom styrning i TSS:erna i sydväst respektive nordost vilket gör att det i första hand är sydvästgående fartyg som passerar i närheten av den planerade vindparkens sydöstra sida. Trafiken består i huvudsak av fartyg med en längd på upp till 200 meter. Även fartyg med en längd på 200 - 250 meter är relativt vanligt förekommande och 250 meter bedöms därför vara den dimensionerade storleken ur ett riskbedömningsperspektiv.

Över passagelinje 4 registrerades totalt 7 301 fartyg under 2020. Merparten av fartygen över linje 4 ligger också i längdspannet 150 - 200 meter, men även fartyg i de två nästföljande kategorierna, 200 - 250 meter och 250 - 300 meter, är vanliga. Den största andelen utgörs av tankfartyg följt av bulkfartyg. Djupgåendet hos dessa fartyg når som regel 15 meter när de i lastad kondition passerar åt sydväst.

Djupvattenleden rekommenderas för fartyg med ett djupgående som överstiger 12 meter. Trafikanalysen visar dock att fartyg med ett djupgående på över 12 meter även förekommer i begränsad omfattning på ruten norr om Hoburgs bank, det vill säga ruten närmast sydost om Aurora. Dessa fartygspassager är dock få till antalet, cirka 70 per år, att jämföra med över 1 400 fartyg per år med ett djupgående om 12 meter eller mer på djupvattenleden. Tankfartyg i så kallad Aframax-storlek, med en längd av cirka 250 meter och en bredd på 44 meter, använder ofta ruten närmast Aurora på nordostgående i ballast, då med ett djupgående på 8 - 9 meter. I lastad kondition, då med ett djupgående på 14 - 15 meter, syns samma fartyg på sydvästgående använda djupvattenleden. Ännu större fartyg, i så kallad Suezmax-storlek med en längd på 275 - 285 meter och med en bredd på 48 - 50 meter använder vanligen djupvattenleden även i nordostlig riktning.



Det fartygsstråk inom den planerade vindparkens närområde som har det största totala antalet passager är det stråk som är beläget omedelbart sydost om vindparken (passagelinje 3). För detta fartygsstråk har fartygstrafiken analyserats per år för perioden 2016 - 2020 (Tabell 52). Antalet fartygspassager som redovisas i tabellen är det totala antalet passager, det vill säga de sydvästgående fartygen, samt även de nordostgående fartyg som utgör merparten av trafiken på fartygsstråket och som passerar på ett större avstånd från den planerade vindparken.

Tabell 52. Jämförelse av antalet fartygspassager per år i fartygsstråket omedelbart sydost om vindpark Aurora (passagelinje 3) för perioden 2016 - 2020.

	2016	2017	2018	2019	2020
Container	3 171	3 197	2 868	2 567	2 577
General cargo	7 738	7 933	7 378	7 102	7 149
Bulk	990	1 090	1 058	1 076	1 146
Tanker	3 668	3 143	2 811	2 977	3 177
Passagerare	2	35	18	8	3
Cruise	172	147	194	197	20
Ro-Ro	2 354	2 073	1 857	1 891	1 601
Ro-Pax	642	619	618	605	605
Fiske	72	85	87	69	51
Övriga	265	243	294	489	225
<b>Totalt</b>	<b>19 074</b>	<b>18 565</b>	<b>17 183</b>	<b>16 987</b>	<b>16 494</b>

Under den analyserade perioden (2016 - 2020) har antalet fartygspassager i fartygsstråket omedelbart sydost om den planerade vindparken minskat kontinuerligt. Anledningarna till detta är inte kända, men det kan konstateras att minskningen är betydande och att den inleddes flera år innan covid-19 blev en faktor. Den minskning som mest sannolikt kan härledas till covid-19 är den som avser antalet fartygspassager för kryssningsfartyg ("Cruise") under 2020, vid jämförelse med perioden 2016 - 2019 för samma fartygskategori.

Under perioden 2016 - 2020 har en viss ökning av antalet fartygspassager på djupvattenleden längre sydost om den planerade vindparken (passagelinje 4) kunnat ses (Tabell 53). Ökningen av antalet passager på djupvattenleden motsvarar endast en mindre del av minskningen i antalet passager på fartygsstråket omedelbart sydost om den planerade vindparken, men ökningen kan eventuellt vara ett resultat av en utveckling inom sjöfarten där mindre fartyg ersätts av större fartyg med ett större djupgående efterhand som de förstnämnda tas ur drift. En sådan utveckling skulle kunna innebära en fortsatt minskning av antalet fartygspassager på fartygsstråket omedelbart sydost om vindpark Aurora.

Tabell 53. Jämförelse av antalet fartygspassager per år i djupvattenleden sydost om vindpark Aurora (passagelinje 4) för perioden 2016 - 2020.

	2016	2017	2018	2019	2020
Container	142	180	145	258	150
General cargo	946	980	1 102	1 063	1 130
Bulk	1 834	2 041	2 140	2 223	2 252
Tanker	3 620	3 689	3 500	3 597	3 224
Passagerare	2	4	27	35	204
Kryssning	19	22	0	0	1
Ro-Ro	23	36	9	17	8
Ro-Pax	197	414	434	434	218
Fiske	130	137	183	82	40
Övriga	62	69	163	157	72
<b>Totalt</b>	<b>6 975</b>	<b>7 572</b>	<b>7 703</b>	<b>7 866</b>	<b>7 301</b>

#### 8.12.1.6 Framtida trafikflöden

Baserat på Trafikverkets trafikprognoser kan godstransporterna (ton km/år) med sjöfart antas öka med cirka 24 procent från 2020 till 2030 (Trafikverket, 2020). Ökningen kan innebära en ökad fartygsfrekvens, dock kommer troligen en del av ökningen av godstransporterna till sjöss att ske genom att fartygen år 2030 kommer att vara större och genom att de därmed kan transportera mer gods. Antalet fartygsrörelser förväntas därmed inte öka med 24 procent till 2030. Flera prognoser tyder på att gamla mindre fartyg, när de tas ur drift, ersätts av nya större fartyg och det finns därmed en trend som pekar på färre fartyg i de små segmenten och att det sker en förskjutning till större fartygssegment.

Hur stor trafikökning som är att vänta under vindpark Auroras livstid är svårt att fastställa. För att modellera och beräkna hur sannolikheterna för en incident eller en olycka i området påverkas av en eventuell framtida trafikökning antas dock ett trafikscenario som innebär en ökning på 20 procent av antalet fartygsrörelser på samtliga rutter i modellen, jämfört med scenariot baserat på AIS-data för 2020. Baserat på prognoser om framtida godstransportökningar med sjöfart bedöms detta motsvara en möjlig framtida trafikintensitet. Dock med reservation för att faktiska trafikdata visar på en kontinuerlig minskning av antalet fartygspassagerer på i alla fall det fartygsstråk som ligger omedelbart sydost om den planerade vindparken.

#### 8.12.2 Riskidentifiering

Analysen av AIS-data utgör ett viktigt underlag under riskidentifieringen, där trafikmönster, trafikintensitet och fartygens karaktäristik är av stor vikt. Den planerade vindparkens närområde är trafikerat genom de rutter som omger vindparken på den västra, den sydöstra respektive den nordöstra sidan, samt genom djupvattenleden som ligger drygt 50 kilometer åt sydost. En del fartygstrafik går även genom det område som utgör den planerade vindparkens verksamhetsområde.



Baserat på rådande förutsättningar och förhållanden, samt med utgångspunkt i tidigare riskanalyser som utförts i samband med andra vindkraftsetableringar till havs, identifieras potentiella faror. Identifierade faror är i huvudsak sådana som kan innebära en ökad sannolikhet för kollision och grundstötning för sjöfarten, samt faror som kan leda till interaktion med vindparken och därmed eventuell risk för kollision eller allision med vindparkens komponenter. Även indirekta faror, exempelvis påverkan på förutsättningarna för sjö- och miljöräddning, störningar på navigationsutrustning samt eventuell påverkan på möjligheterna till nödankring, identifieras.

#### 8.12.2.1 Identifierade risker och riskanalys

En riskanalys avseende de risker för sjöfarten som uppstår under den planerade vindparkens anläggnings-, drifts- och avvecklingsfas har genomförts. Riskanalysen baseras på en riskidentifiering, vilken utfördes av OX2 i samarbete med SSPA Sweden AB (SSPA). Riskidentifieringen genomfördes som en så kallad HAZID-workshop (HAZard IDentification workshop) där erfarna nautiker, riskanalytiker samt representanter från OX2 deltog. Syftet med en HAZID-workshop är att identifiera de risker som bör studeras närmare samt att diskutera de eventuella riskreducerande åtgärder som kan implementeras. I HAZID-workshopen ingår inga kvantitativa bedömningar av risknivåerna. Således går det inte att, baserat på HAZID-workshopen, säga om enskilda risker behöver åtgärdas.

Identifierade faror har strukturerats genom uppdelning i tre olika områden; den planerade vindparken Auroras påverkan på trafiken vid TSS Off Öland Island, trafiken på rutten TSS Off Öland Island till TSS North Hoburgsbank (det vill säga på trafiken omedelbart sydost om vindparken) samt Auroras påverkan på trafiken på rutten TSS Off Öland Island till TSS West Klintehamn (det vill säga trafiken väster om den planerade vindparken). Därtill identifierades generella faror som inte är direkt kopplade till ett visst geografiskt område samt faror kopplade till anläggningsfasen. Samtliga identifierade potentiella faror, deras primära orsaker, möjliga preventiva säkerhetsåtgärder samt omedelbara och slutliga konsekvenser dokumenterades i ett HAZID-protokoll.

#### 8.12.3 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen tillkommer en viss mängd trafik i området genom de fartyg som rör sig mellan verksamhetsområdet för den planerade vindparken och hamnar för bland annat tillverkning, slutmontering och lastning, samt inom och runt verksamhetsområdet. Vilka hamnar som kommer att användas är ännu inte fastställt. Från den hamn som kommer att användas som installationshamn kommer personaltransporter och transporter av mindre komponenter att ske. Det är vid transporter till och från denna hamn som korsningar av fartygsstråk sker i störst utsträckning och mest frekvent, med dagliga resor tur och retur. Den tillkommande trafik som uppstår i samband med anläggningsfasen för vindpark Aurora bedöms sammantaget utgöra ett tiotal fartygsrörelser per dag.



Tillkommande trafik i området under anläggningsfasen kommer att utgöras av fartyg i varierande storlekar som använder sig av olika ruttor, exempelvis mindre båtar som används för personaltransporter (också kallat crew transfer vessel (CTV)) och bevakning (Figur 65), pråmar med fundament, mudderverk, kabelläggningsfartyg och andra fartyg som fraktar material.



Figur 65. Exempelbild föreställande en så kallad crew transfer vessel (CTV) (Bild: Göran Loman).

De risker som har identifierats som möjliga under anläggningsfasen är hänförliga till följande:

- *Transporter till och från verksamhetsområdet.* Leder till ökad trafik och korsande av fartygsstråk.
- *Ett teoretiskt scenario där vindparkens yttre begränsningar inte är tydligt markerade innan vindkraftverken är färdigmonterade.* Fartyg som kommer ur kurs skulle kunna kollidera med fundament under byggnation eller andra konstruktioner som inte visuellt kan observeras ovanför vattenytan.
- *Störningseffekter.* Radarstörningar och risk för bländning av passerande fartyg om arbetsplattformar har stark belysning som inte är avskärmd mot trafiken i rutterna.

Av de identifierade riskerna för anläggningsfasen bedöms riskerna kopplade till den ökade trafikintensiteten och korsandet av fartygsstråken vara mest kritisk. Bevakningsfartyg och CTV-fartyg, som står för merparten av passagera, är mindre fartyg som är relativt snabbgående och som har en god manöverförmåga, vilket gör att dessa kan antas ha goda förutsättningar att kunna undvika potentiella kollisioner med andra fartyg. De större installationsfartygen kan dock antas ha sämre förutsättningar att anpassa sin kurs och hastighet. Risken för incidenter eller kollisioner vid korsande av fartygsstråk reduceras genom att projektet under anläggningsfasen använder sig av en så kallad marine coordinator (marin koordinator), som håller koll på fartygstrafiken inom det aktuella området och som kan styra var och när korsande passager över förekommande fartygsstråk ska ske.



Sannolikheten för övriga identifierade faror bedöms som lägre och dessa ger även upphov till mindre allvarliga konsekvenser. Riskreducerande åtgärder, såsom löpande information till sjöfarten, övervakning med en marine coordinator samt utmärkning av området, bedöms vara effektiva åtgärder för att undvika risker och påverka på sjöfarten, se skyddsåtgärder i avsnitt 8.12.7 nedan.

#### 8.12.4 Driftsfas

Under driftsfasen är de sjöfartsrelaterade riskerna främst hänförliga till fartygstrafiken i fartygsstråken som är belägna i anslutning till vindparken, det vill säga fartygsstråken väster, sydost och nordost om vindpark Aurora. Djupvattenleden sydost om den planerade vindparken ligger på ett avstånd om drygt 50 kilometer från vindparken, vilket innebär att endast obetydliga risker kan anses föreligga avseende detta fartygsstråk.

Riskerna i förhållande till fartygsstråken utgörs av kollisioner, grundstötningar och allisioner. Andra identifierade risker är radarstörningar och försvårad framkomlighet och tillgänglighet inom vindparken vid exempelvis miljösanering och räddningsinsatser.

##### 8.12.4.1 Kollisioner, grundstötningar och allisioner

Vindparkens fysiska närvaro innebär i sig en risk för att fartyg kommer in i verksamhetsområdet och eventuellt kolliderar med någon av vindparkens anläggningsdelar (framför allt vindkraftverk, men kollision skulle kunna ske även med en station eller med en mätmast). Vindparken kan även leda till en ökad kollisionsrisk mellan fartyg i fartygsstråken, om dessa fartyg, för att skapa ett större avstånd till vindparken, skulle komma att nyttja en mindre del av fartygsstråket. I vissa situationer, för vindparker som ligger närmare land, kan en vindpark även innebära en ökad risk för grundstötning.

För att bedöma om och hur den planerade vindparken kan komma att påverka sannolikheten för grundstötningar och kollisioner mellan fartyg, samt för att uppskatta sannolikheten för att fartyg seglar eller driver in i vindparken, används programmet IWRAP Mk2 (IALA Waterway Risk Assessment Program). Baserat på AIS-data modelleras trafiken i det aktuella området genom att fartygsstråk, så kallade legs, samt nodpunkter, så kallade waypoints, definieras för att likna det aktuella sjötrafikmönstret. Analysen har utgått från dimensionerande fartygsstorlekar för de olika fartygsstråken samt från ett trafikscenario för år 2030 som innebär en ökning av trafiken med 20 procent på samtliga rutter, jämfört med AIS-data för år 2020.

Vilken riktning ett fartyg kommer att driva påverkas i första hand av vindriktning. IWRAP-modellen har därför kompletterats med sannolikhet för olika driftriktningar baserat på vindstatistik för området. Förhärskande vindriktning i det aktuella området är sydväst - väst, vilket gör att ett fartyg med blackout i de flesta fall kommer att driva åt nordost - ost.



Förutom de förhärskande vindriktningarna inverkar även strömriktningen på förloppet vid scenarion med drifting grounding och drifting allision. Havsströmmarnas hastighet är i regel måttlig i de aktuella farvattnen och deras riktning kan variera temporärt beroende på aktuellt väderläge. Inverkan av havsströmmar är inte beaktad i de genomförda IWRAP-beräkningarna.

Kollision (mellan två fartyg) kategoriseras enligt följande:

- *Head-on* - kollision mellan mötande fartyg
- *Overtaking* - kollision vid omkörning i samma trafikstråk
- *Crossing* - kollision vid korsande fartygsstråk
- *Merging* - kollisioner i nodpunkter där trafikstråk sammanstrålar
- *Bend* - kollisioner i nodpunkter där fartygsstråken kröker

Grundstötning kategoriseras som antingen powered grounding, då fartyget på grund av ett mänskligt fel grundstöter under framdrivning, eller drifting grounding, då fartyget på grund av tekniskt fel, exempelvis blackout, driver på grund utan att framdrivningsmaskineriet är igång.

En allision innebär att ett fartyg av misstag kommer in i området för vindparken, dock innebär detta inte att det behöver ske en kollision mellan fartyget och någon av vindparkens komponenter. Allisioner karaktäriseras på motsvarande sätt som grundstötning; *powered allision*, då fartyget på grund av mänskligt fel seglar in i vindparken under framdrivning, eller *drifting allision*, då fartyget på grund av tekniskt fel, exempelvis blackout, driver in i vindparken utan att framdrivningsmaskineriet är igång. Vid allisioner kan kollision ske om fartyg som driver mot vindparken inte hinner nödankra eller återfå manöverförmågan innan interaktion med vindparken sker.

#### 8.12.4.2 Modellering av sannolikhet för olyckor och incidenter

Utifrån ovannämnda riskhändelser har sannolikheter för kollision, grundstötning och allision beräknats utifrån trafikmönster och trafikintensitet för år 2020, samt för ett antaget trafikscenario för år 2030 där trafiken antas ha ökat med 20 procent jämfört med år 2020. Risker har analyserats utifrån modellerad fartygstrafik och för en vindpark med ett säkerhetsavstånd om 1 000 meter (vilket motsvarar cirka 0,54 M) från fartygsstråkens befintliga ytterkant, samt i jämförelse med risker och olyckssannolikheter i nollalternativet (det vill säga om vindparken inte byggs).

Sannolikheten för kollisioner styrs framför allt av fartygstrafiken som förekommer i de närliggande fartygsstråken och beräkningarna tyder inte på att den planerade vindparken kommer att påverka sannolikheten för kollisioner i någon större utsträckning. I Tabell 54 redovisas beräknade sannolikheter för kollisioner utan vindpark, med vindpark, samt med vindpark och en möjlig hopträngning av trafiken i fartygsstråken, angivet i incidenter/år och för ett trafikscenario för 2020. Tabell 55 redovisas motsvarande sannolikheter för kollisioner för ett trafikscenario för 2030.

Tabell 54. Beräknade sannolikheter för kollisioner (incidenter per år) för ett trafikscenario för 2020.

Trafikscenario 2020	Utan vindpark	Med vindpark	Med vindpark + hopträngning av trafiken
Overtaking	0,013	0,013	0,013
HeadOn	0,000046	0,000046	0,000045
Crossing	0,0011	0,0011	0,0011
Merging	-	-	-
Bend	-	-	-
<b>Totalt</b>	<b>0,014</b>	<b>0,014</b>	<b>0,014</b>

Tabell 55. Beräknade sannolikheter för kollisioner (incidenter per år) för ett trafikscenario för 2030.

Trafikscenario 2020	Utan vindpark	Med vindpark	Med vindpark + hopträngning av trafiken
Overtaking	0,018	0,018	0,018
HeadOn	0,000067	0,000067	0,000067
Crossing	0,0015	0,0015	0,0015
Merging	-	-	-
Bend	-	-	-
<b>Totalt</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>

IWRAP-analysen visar att sannolikheten för grundstötningar inte förändras nämnvärt (den minskar något) vid byggnation av vindparken. Detta på grund av avsaknaden av grunda partier i och omkring vindparken (se Tabell 56 och Tabell 57).

Tabell 56. Beräknade sannolikheter för grundstötningar (incidenter per år) för ett trafikscenario för 2020.

Trafikscenario 2020	Utan vindpark	Med vindpark	Med vindpark + hopträngning av trafiken
Powered grounding	0,000000022	0,000000022	0,00000000048
Drifting grounding	0,037	0,034	0,034
<b>Totalt</b>	<b>0,037</b>	<b>0,034</b>	<b>0,034</b>

Tabell 57. Beräknade sannolikheter för grundstötningar (incidenter per år) för ett trafikscenario för 2030.

Trafikscenario 2020	Utan vindpark	Med vindpark	Med vindpark + hopträngning av trafiken
Powered grounding	0,000000027	0,000000027	0,00000000058
Drifting grounding	0,044	0,041	0,041
<b>Totalt</b>	<b>0,044</b>	<b>0,041</b>	<b>0,041</b>



En situation där ett fartyg seglar eller driver in i vindparken (allision) uppstår av naturliga skäl inte i ett scenario utan vindpark, men med vindparken etablerad ökar den sammanlagda sannolikheten för en incident eller olycka. I Tabell 58 och Tabell 59 redovisas beräknade sannolikheter för allisioner.

Tabell 58. Beräknade sannolikheter för allisioner (incidenter per år) för ett trafikscenario för 2020.

Trafikscenario	Utan vindpark	Med vindpark	Med vindpark + hopträngning av trafiken
<b>2020</b>			
Powered allision	-	0,032	0,012
Drifting allision	-	0,3	0,3
<b>Totalt</b>	-	<b>0,34</b>	<b>0,32</b>

Tabell 59. Beräknade sannolikheter för allisioner (incidenter per år) för ett trafikscenario för 2030.

Trafikscenario	Utan vindpark	Med vindpark	Med vindpark + hopträngning av trafiken
<b>2020</b>			
Powered allision	-	0,038	0,014
Drifting allision	-	0,37	0,36
<b>Totalt</b>	-	<b>0,4</b>	<b>0,38</b>

Genomförda beräkningar visar på att ett fartyg kan förväntas driva eller segla in i vindparken en gång på cirka tre år. I cirka en tredjedel av dessa fall, det vill säga en gång på nio år kan ett fartyg förväntas driva eller segla in i något av vindkraftverken. Om vindkraftverken stoppas och försätts i så kallad "bunny ear-position" (en position där ett rotorblad är vertikalt och pekar nedåt längs med tornet) uppskattas ett fartyg driva eller segla in i något av verken en gång på cirka 45 år.

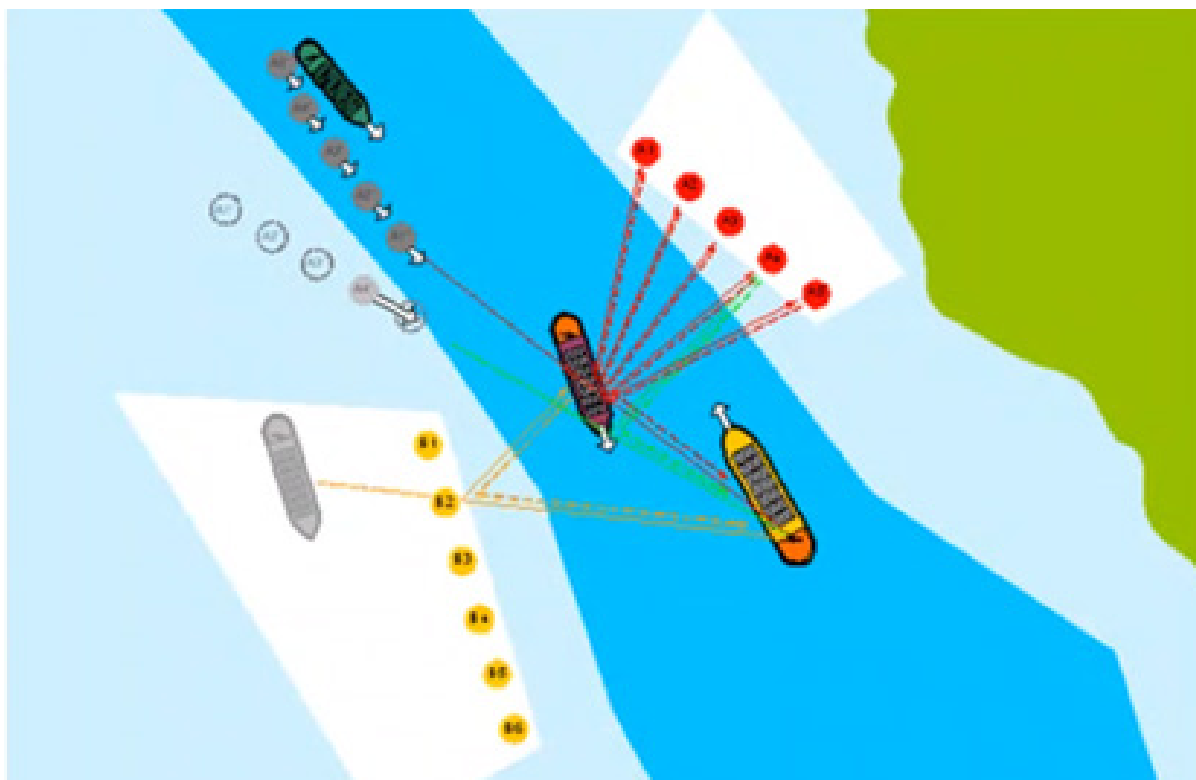
Vid en allision sker en olycka endast om fartyget som kommer in i vindparken kolliderar med någon av vindparkens komponenter, i huvudsak vindkraftverken. Då avstånden mellan de enskilda vindkraftverken är stora, kan ett fartyg vid en eventuell powered allision med mycket stor sannolikhet manövrera relativt fritt i förhållande till vindkraftverken.

Det föreligger en risk för sammanstötning med ett enskilt vindkraftverk om ett fartyg väl kommer in i vindparken och inte lyckas manövrera för att undvika vindkraftverken. Sammanstötningar mellan fartyg och vindkraftverk antas dock bli mindre allvarliga än kollisioner mellan fartyg, men de kan likväl orsaka egendomsskador, personskador och miljöskador.

#### 8.12.4.3 Radarstörningar

Fartyg som passerar nära en havsbaserad vindpark riskerar att påverkas av radarstörningar, vilket kan ge upphov till så kallade falska ekon och skugg effekter. I Figur 66 illustreras hur radarstörningar kan uppkomma. Notera att i figuren är såväl fartygens som vindkraftverkens storlek kraftigt överdrivna i förhållande till avstånden till vindkraftverken och i förhållande till avstånden mellan vindkraftverken. Radarekon från de röda vindkraftverken reflekterar i det orangea fartyget och radarn på det gula fartyget tolkar signalerna som att vindkraftverken finns bakom

det röda fartyget. Radareko från det orangea fartyget reflekteras i ett gult vindkraftverk och radarn på det gula fartyget tolkar det som att det orangea fartyget finns bakom vindkraftverken.



Figur 66. Principskiss som illustrerar uppkomsten av radarstörningar (från DNV, 2021). Notera att såväl fartyg som vindkraftverk är kraftigt överdrivna i storlek i förhållande till avstånden till vindkraftverken och i förhållande till avstånden mellan vindkraftverken.

Enligt PIANC<sup>6</sup> kan risk för störningar på fartygs navigationsutrustning uppstå när fartyg passerar på ett avstånd från vindkraftverken som är mindre än 1,5 M (2 778 meter). Dessa radarstörningar kan vara i form av "small target loss", vilket innebär att radarn inte kan hålla det markerade radarmålet, eller "target swap", vilket kan leda till att exempelvis fritidsbåtar och fiskebåtar inte upptäcks i tid. Vid passage på avstånd mindre än 0,25 M (cirka 500 meter) kan även störningar på radarns X-band uppstå, vilket kan medföra så kallade spökekon. Omfattningen av störningseffekter beror dock på flera omständigheter och vad den faktiska radarstörningen blir i en vindpark behöver studeras i det enskilda fallet med hänsyn till vindkraftverkens storlek och avstånd.

#### 8.12.4.4 Miljösanering och räddningsinsatser

Den planerade vindparken kan eventuellt komma att försvåra framkomligheten och tillgängligheten inom verksamhetsområdet vid exempelvis miljösanering och/eller räddningsinsatser (SAR, Search And Rescue). Skulle ett utsläpp av olja ske i närheten av verksamhetsområdet kan vindparkens komponenter medföra svårigheter för Kustbevakningen vid exempelvis arbeten med begränsning av utsläppsspridning och upptag av olja.

<sup>6</sup> The World Association for Waterborne Transport Infrastructure



Det ska dock noteras att avstånden mellan vindkraftverken är stora, vilket möjliggör såväl navigering som genomförande av avhjälpandeåtgärder inne i vindparken. Vindparken kommer även att vara utrustad med skyddsutrustning, vilken kan användas för att begränsa en eventuell spridning av utsläpp som sker utanför vindparken och som därefter driver in i vindparken, samt utsläpp som eventuellt sker inom vindparken. Sannolikheten för att ett större utsläpp sker inom verksamhetsområdet bedöms vara mycket liten, detta då området förutsätts trafikeras av framför allt mindre service- och underhållsfartyg och då skyddsåtgärder vidtagits för att förhindra utsläpp från vindparkens olika komponenter.

Vid sjöräddning kan helikopter komma att användas. Vid sådana insatser är det väsentligt att vindkraftverken stoppas. På liknande sätt som vid miljösanering kan fartyg som används för service- och underhåll av vindparken, om förutsättningar finns, vara på plats och bistå vid en eventuell räddningsinsats.

Den brittiska myndigheten Maritime & Coastguard Agency (MCA) har publicerat en vägledning för hur havsbaserade vindparker ska utformas för att sjöräddning med helikopter ska kunna genomföras på ett säkert sätt (Maritime & Coastguard Agency, 2021).Handledningen omfattar bland annat vindparkernas layout, verkens utmärkning och möjligheten att stoppa verken i samband med räddningsaktioner.

Vid avsökning i samband med en sök- eller räddningsinsats flyger en helikopter linjärt, vilket innebär att vindkraftverken bör placeras i (mer eller mindre) raka linjer, detta då en "slumpmässig" placering av vindkraftverken skulle kunna försvåra arbetet. Det fria avståndet mellan verken (bladspetsarna) ska enligt MCA överstiga 500 meter. För vindpark Aurora kommer detta avstånd att överstigas med betydande marginal.

#### 8.12.5 Säkerhetsavstånd för sjöfart

IMO, International Maritime Organization, har inom FN det övergripande ansvaret för åtgärder för att förbättra säkerheten till sjöss och för att förhindra föroreningar från fartyg. Enligt direktiv från IMO ska det vid planering av strukturer till havs, exempelvis vindkraftverk, så långt det är praktiskt möjligt tas hänsyn till den inverkan dessa strukturer kan ha på navigeringssäkerheten, inklusive eventuell radarstörning. Bland annat bör trafiktäthet och prognoser, förekomsten eller införandet av färdvägsåtgärder i området och fartygens manövrerbarhet beaktas. I COLREG (Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea) har IMO sammanställt åtgärder som krävs för att undvika kollisioner till havs, såsom en anpassning av ett fartygs fart och ett säkerställande av att det finns tillräckligt med utrymme för att manövrera fartyget, exempelvis genom positioneringen av fartyget inom ett fartygsstråk.

### 8.12.5.1 Olika modeller för bedömning av behovet av säkerhetsavstånd

I Sverige har endast ett fåtal havsbaserade vindparker uppförts eller beviljats tillstånd. Dessa vindparker har olika förutsättningar och olika behov av säkerhetsavstånd för sjöfarten, varför man inom ramen för respektive vindparks projektutveckling har gjort separata bedömningar av hur nära intill en farled som verken kan uppföras. Internationellt finns ett flertal uppförda havsbaserade vindparker, där olika modeller har tillämpats för att fastställa det säkerhetsavstånd som krävs mellan vindkraftverk och närliggande farleder. En övergripande beskrivning av dessa olika modeller finns i en rapport som Marine and Risk Consultants Ltd. (Marico Marine) (Bilaga B.15.B) har upprättat inom ramen för deras analys av säkerhetsavstånd vid vindpark Aurora (Bilaga B.15.A). Nedan kommenteras dessa modeller kortfattat.

#### **PIANC**

Enligt en modell beskriven av PIANC ska erforderligt säkerhetsavstånd fastställas i två steg (PIANC, 2018). I ett första steg, baserat på en preliminär design av vindparken (så kallad "concept design"), beräknas säkerhetsavstånden utifrån dimensionerande fartygslängder. När vindparkens slutliga layout är fastställd (detailed design) görs en detaljerad analys av erforderligt säkerhetsavstånd, baserat på exempelvis analyser av trafikdata, riskanalyser och simuleringar, samt en värdering av kostnad/nytta.

#### **MCA**

I Storbritannien tillämpas en modell utvecklad av den brittiska myndigheten MCA. Enligt MCA är ett säkerhetsavstånd om 3,5 M alltid tillfyllest men avståndet kan vara så kort som 0,5 M om den kvarstående risken kan anses vara "As Low As Reasonably Practicable" (ALARP), vid beaktande av de lokala förutsättningarna och förhållandena. Vid avsaknad av en TSS (Traffic Separation Scheme) ska säkerhetsavståndet enligt MCA anges från det delområde av ett fartygsstråk där 90 procent av fartygen går. Detta är en anpassning till de praktiska förhållandena vid ett fartygsstråk och kan innebära såväl ett längre som ett kortare avstånd än om avståndet utgått från en administrativ gräns.

#### **Nederländerna**

I Nederländerna har det utvecklats en modell som påminner om den som beskrivs av PIANC, men där beräkningen av säkerhetsavståndet utöver dimensionerande fartygslängd även baseras på trafikflödet i fartygsstråket.

### 8.12.5.2 HAZID och riskkvantifiering

#### **Förutsättningar**

Som angetts ovan (avsnitt 8.12.2.1) genomfördes en inledande HAZID, där olika risker beaktades, tillsammans med SSPA. Denna följdes sedermera av en initial riskanalys där olika risker kvantifierades. För farleden väster om Aurora konstaterades ett trafikflöde om cirka 12 500 fartyg (år 2020), merparten (95 procent) med en längd om upp till 200 meter.





För farleden omedelbart sydost om Aurora konstaterades ett trafikflöde om cirka 16 500 fartyg (år 2020), i genomsnitt omkring 45 fartygsrörelser per dygn. Merparten (99 procent) av fartygen hade en längd om upp till 250 meter. Det ska dock noteras att det stråk där fartygen rör sig är närmare 15 kilometer brett (cirka 8,1 M), med en tydlig separation mellan nordostgående och sydvästgående fartyg, varför det i praktiken bara är de fartyg som går närmast vindparken som kan komma att beröras.

Risken analysen visade att vindparken inte i någon större utsträckning kommer att påverka sannolikheten för kollisioner eller grundstötningar. Allisioner, av det slag som resulterar i att ett fartyg kolliderar med ett vindkraftverk, är en tillkommande typ av olycka, som innebär att den totala sannolikheten för en olycka (kollision, grundstötning eller allision) ökar från 0,05 per år till 0,079 per år.

### **Säkerhetsavstånd**

Baserat på dimensionerande fartyglängd (enligt PIANC steg 1) beräknades ett säkerhetsavstånd för farleden sydost om Aurora till 1,4 M (cirka 2 600 meter). Detta säkerhetsavstånd angavs dock i den initiala risken analysen vara en generell rekommendation som vid utvärdering och fastställande av lämpligt säkerhetsavstånd även behöver beakta lokala förutsättningar, samt med hänvisning till att det för flera vindparker i exempelvis Storbritannien och Nederländerna bedömts att ett mindre avstånd är tillräckligt, se nedan.

### **Fortsatta studier**

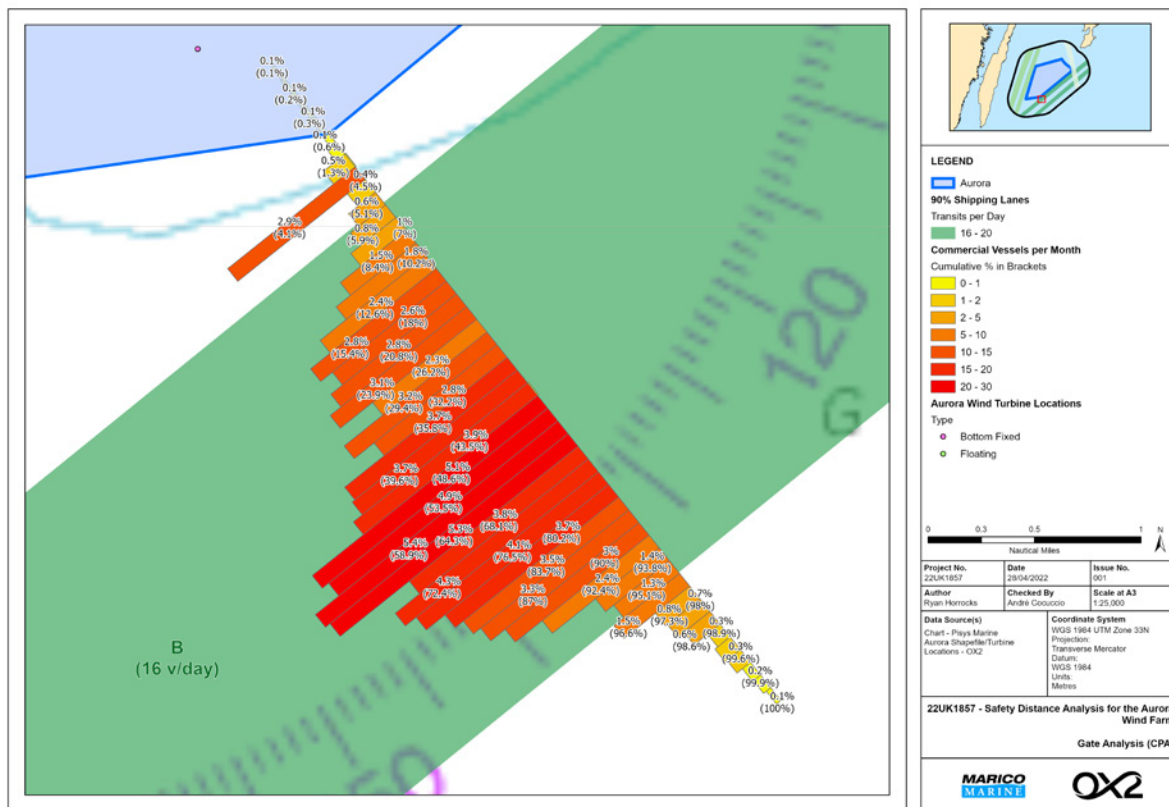
Slutsatsen från den initiala risken analysen har varit att anläggandet av vindpark Aurora kan innebära att de nautiska riskerna i området ökar, i första hand på grund av den tillkommande risk för allisioner som vindparken medför, men att ytterligare och fördjupade analyser kan genomföras för att ytterligare värdera områdesspecifika säkerhetsavstånd och risknivåer.

### **Marico Marines fördjupade analys av säkerhetsavstånd för vindpark Aurora**

Mot bakgrund av den initiala risken analysen och rekommendationen om en områdesspecifik och mer fördjupad analys har OX2 låtit Marico Marine (internationella expertkonsulter inom sjöfart och maritima riskanalyser) analysera vilket säkerhetsavstånd som erfordras för vindpark Aurora, se Bilaga B.15.A. Analysen är baserad på den modell som MCA har tagit fram. Marico har även beaktat de beräkningar av sannolikheten för olika olyckor som gjorts i den initiala risken analysen.

### **Förutsättningar**

I Maricos analys har bland annat trafikflöden, fördelningen av trafiken inom fartygsstråken, fartygstyper, omgivningsfaktorer, trafikprofiler och farledernas utbredning beaktats. Marico konstaterar att trafikflödet kan ses som måttligt, då det inom 1 M från Aurora i genomsnitt passerar drygt sex fartyg per dygn. Marico har i en så kallad "gate study" analyserat hur fartygen fördelar sig över farlederna, och baserat på detta beräknat inom vilket område som 90 procent av fartygen går,



Figur 67. "Gate study" av farleden omedelbart sydost om Aurora, staplarna visar antalet fartyg i olika stråk och den gröna zonen markerar det område inom vilket 90 procent av fartygen passerar.

det vill säga det område från vilket säkerhetsavståndet beräknas. Av analyserna framgår bland annat att det i synnerhet är de större fartygen som i farlederna sydost om den planerade vindparken håller längre österut, se Figur 67.

Marico sammanfattar förutsättningarna enligt nedan:

- Traffic Density - within the vicinity of Aurora is considered moderate. (Trafiktätheten inom Auroras närområde bedöms vara måttlig.)
- Vessel Sizes - as larger vessels transit towards the centre of the lanes and the average vessel size is 80 – 90 m, vessels should have adequate room to manoeuvre within the shipping lane and safety distance suggested. (Fartygsstorlekar - eftersom större fartyg passerar mer centralt i fartygsstråken och den genomsnittliga fartygsstorleken är 80 - 90 meter, har fartygen tillräckligt med utrymme att manövrera inom fartygsstråket och det säkerhetsavstånd som föreslås.)
- Environmental Conditions - as tidal drift is negligible; mariner expertise suggests a prevailing south-westerly wind would be of little concern due to the adequate sea room around the OWF for vessels to drift. (Miljöförhållanden - eftersom tidvattendriften är försumbar menar nautisk expertis att en dominerande sydvästlig vind har liten betydelse för påverkan på drivande fartyg, eftersom tillräckligt stort havsutrymme finns runt vindparken.)



- Ocean Uses - the closest factor of concern is a historic wreck approximately 5.01nm from the west side of the boundary. Therefore, there are no concerns within the direct vicinity of the Aurora OWF. (Användningen av närliggande havsområden - den närmaste störningen är ett historiskt vrak cirka 5,01 M väster om vindparken, några andra konflikter finns inte i närheten av vindparken.)
- Traffic Profile - Cargo vessels represent the principal vessel type (73 percent) within 10nm of the OWF. Fishing and recreational vessels only constitute 2 percent of vessel types within 10nm of the OWF making them of limited interest when considering safety distances. (Trafikprofil - Lastfartyg representerar den huvudsakliga fartygstypen (73 procent) inom 10 M från vindparken. Fiske- och fritidsfartyg utgör endast 2 procent av fartygstyperna inom 10 M från vindparken, vilket innebär att dessa är av begränsat intresse när säkerhetsavstånd ska bestämmas.)
- Shipping Lanes - the 90 percentile lanes are moderately transited and are wide enough to allow vessels to manoeuvre. (Sjöfartsleder - tvärsektionerna av farlederna, där 90 procent av fartygen passerar, är måttligt trafikerade och tillräckligt breda för att tillåta fartyg att manövrera.)
- Radar Interference - can be mitigated providing larger vessels transit towards the centre of the shipping lanes and densities of fishing and recreational vessels do not increase. (Radarstörningar - kan mildras förutsatt att större fartyg passerar mer centralt i farlederna och att tätheten av fiske- och fritidsfartyg inte ökar.)

### **Rekommenderat avstånd**

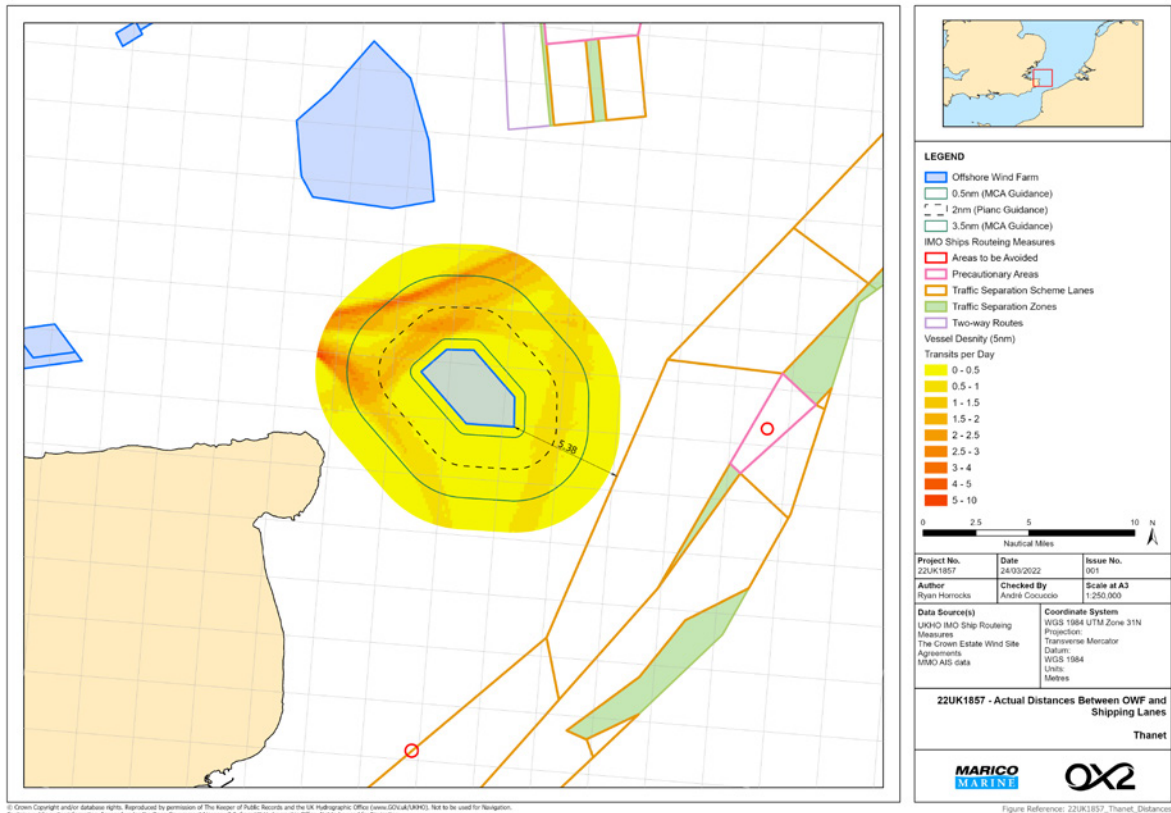
Maricos bedömning, med beaktande av ovan redovisade förhållanden och förutsättningar, samt med utgångspunkt i en värdering enligt ALARP, är att ett skyddsavstånd om 0,5 M (926 meter) är tillfyllest, i enlighet med MCA:s direktiv. Detta säkerhetsavstånd ska beräknas från den zon där 90 procent av fartygen passerar. För att hantera störningar på radarutrustning krävs enligt Marico ett avstånd om 0,8 M (cirka 1 482 meter).

### **Fortsatta studier**

Marico rekommenderar att en förnyad nautisk riskanalys genomförs i samband med att vindparkens slutliga design fastställs, för att säkerställa att man ur ett riskhänseende når ALARP.

### **Andra havsbaserade vindparker**

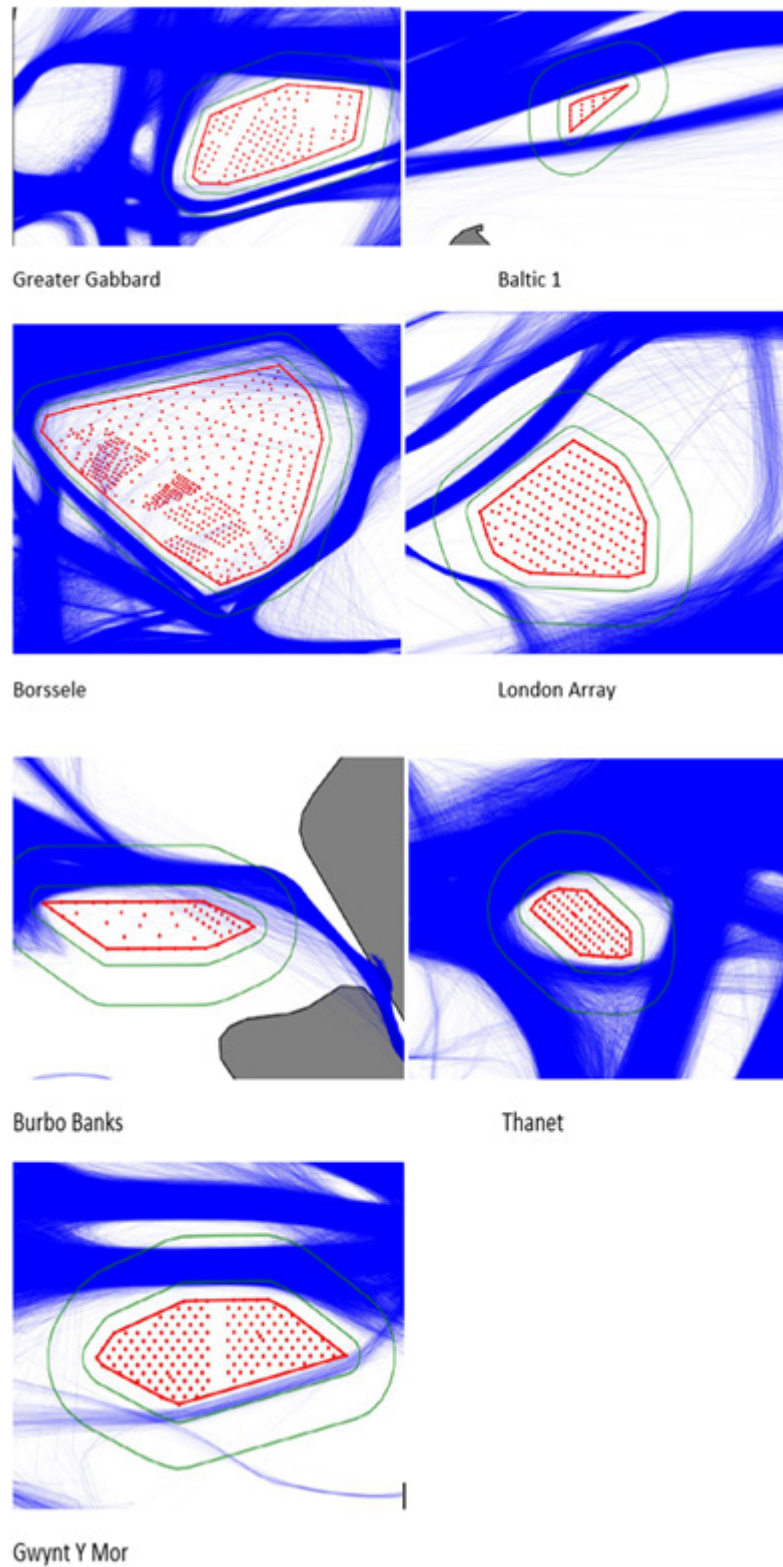
Flera vindparker i Nordsjön har säkerhetsavstånd som är väsentligt kortare än de schablonmässiga rekommendationerna enligt PIANC:s modell. I Maricos rapport Guidelines for Distances Between Offshore Wind Farms and Shipping Lanes, Bilaga B.15.B redovisas fartygsrörelser intill ett flertal vindparker i Storbritannien (Greater Gabbard, Thanet, London Array, Gwynt y More och Burbo Banks). För alla dessa är



Figur 68. Fartygstrafik kring Thanet Offshore Wind Farm. Den inre gröna linjen markerar säkerhetsavståndet 0,5 M (Efter Marico 2022b).

det kortaste avståndet mellan fartygsstråk och vindkraftverk cirka 0,5 M. I Figur 68 illustreras detta med fartygstrafiken kring Thanet Offshore Wind Farm, en vindpark lokaliserad utanför Themsen, inom ett område med intensiv fartygstrafik till och från London.

Även DNV (DNV, 2021) har sammanställt fartygstrafik kring etablerade vindparker, se Figur 69. Av sammanställningen och figuren framgår att det för flera av vindparkerna är relativt vanligt att fartyg navigerar på avstånd från vindparkerna som är betydligt kortare än en kilometer, samt att det även förekommer att delar av fartygstrafiken navigerar igenom vindparkerna.



Figur 69. Fartygsrörelser intill olika havsbaserade vindparker, den inre gröna linjen markerar avståndet en kilometer (cirka 0,54 M) från vindkraftverken, den yttre gröna linjen markerar avståndet fem kilometer (cirka 2,7M) från vindkraftverken (DNV, 2021).

## Värdering

Den analys av erforderligt skyddsavstånd som är gjord enligt MCA:s riktlinjer, med beaktande av relevanta lokala förhållanden, ger som resultat ett kortare avstånd än analysen enligt PIANC steg 1. Vid PIANC beaktas endast fartygens längd vid beräkning av skyddsavstånd medan ett flertal lokala faktorer och förhållanden beaktas vid användning av MCA:s modell.

Baserat på Maricos analys av erforderligt säkerhetsavstånd, samt med hänsyn till olika områdesspecifika förutsättningar och förhållanden, föreslås ett säkerhetsavstånd från närliggande fartygsstråk (definierat som de områden där 90 procent av fartygen passerar) till enskilda vindkraftverk om 0,8 M (cirka 1 482 meter), vilket är ett avstånd som även begränsar risken för radarstörningar. Detta säkerhetsavstånd uppfyller de kriterier som MCA ställer. Ett avstånd om 0,8 M är enligt IMO (2002) tillräckligt för att ett 300 meter långt fartyg ska kunna genomföra en 360-gradersgir.

I samband med att slutlig design för vindparken fastställs ska en uppföljande nautisk riskanalys utföras, för att säkerställa att principen om ALARP alltså är uppfylld.

### 8.12.6 Samlad bedömning

#### 8.12.6.1 Anläggnings- och avvecklingsfas

Under anläggningsfasen föreligger en viss risk för konflikter mellan installationsfartyg och övrig fartygstrafik, samt för att fartyg av misstag kommer in i arbetsområdet. Under anläggningsarbetena kommer åtgärder för att undvika sjöfartsrelaterade risker att vidtas, bland annat genom att all fartygstrafik kommer att övervakas av en projektspecifik marine coordinator, genom att arbetsområdena kommer att märkas ut på ett tydligt sätt och genom att fortlöpande information ges via olika sjöfartsbulletiner. Särskilda, ändamålsenliga områden kommer att användas för korsning av fartygsstråken.

Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög. Med vidtagna skyddsåtgärder och försiktighetsmått bedöms påverkan under anläggningsfasen vara obefintlig, vilket innebär en försumbar konsekvens.

Liknande förhållanden som under anläggningsfasen förväntas råda under avvecklingsfasen. Dock med reservation för att avvecklingsfasen ligger väldigt långt fram i tiden.

#### 8.12.6.2 Driftsfas

Under driftsfasen beräknas den planerade vindparken, utan beaktande av särskilda riskreducerande åtgärder, medföra en ökning av sannolikheten för incidenter och olyckor (framför allt allisioner). Beräkningarna tyder inte på att vindparken kommer att påverka sannolikheten för kollisioner i någon större utsträckning. En viss ökning av kollisionssannolikheten kan uppstå i det fall vindparken innebär att fartygstrafiken som idag passerar på fartygsstråken i direkt närhet till vindparken



väljer en rutt något längre från vindparken, i syfte att hålla ett större avstånd till vindparken, och om det därigenom uppstår en hopträngning av fartygstrafiken. Dock rör det sig endast om en liten ökning från vad som i dagsläget är väldigt låga nivåer.

Med de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som OX2 kommer att vidta kan sannolikheten för incidenter och olyckor reduceras. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög och med en viss ökad sannolikhet för olyckor bedöms påverkan till följd av vindparken vara liten, vilket sammantaget innebär en måttlig negativ konsekvens.

I dagsläget passerar ett litet antal fartyg genom det område som kommer att tas i anspråk av den planerade vindparken. Detta bedöms kunna ske även efter det att vindparken har anlagts. Sjötrafikens känslighet för att inte kunna utnyttja detta område bedöms som liten och även påverkan bedöms som liten, vilket sammantaget innebär en liten negativ konsekvens.

En vindpark kan orsaka radarstörningar, med falska ekon och skugg effekter. Sjöfartens känslighet för de radarstörningar som en havsbaserad vindpark kan orsaka kan ses som måttlig. I samband med slutgiltig positionering av vindkraftverken kommer riskerna för påverkan på sjöfarten genom radarstörning att undersökas. Vid behov kommer erforderliga åtgärder att vidtas, exempelvis genom att en extra radar installeras. Med dessa åtgärder bedöms påverkan som liten vilket innebär en liten negativ konsekvens.

Att effektiva och säkra miljösaneringar och räddningsinsatser kan utföras är väsentligt för sjöfarten. Den planerade vindparken kan, genom de fysiska hinder som vindkraftverken utgör, eventuellt försvåra sådana insatser. Samtidigt kan vindparken i viss utsträckning bistå vid sådana insatser, exempelvis vid händelse av att fartyg från vindparken kan vara på plats snabbt eller genom att olyckor eller utsläpp kan upptäckas tidigt. En beredskapsplan kommer att tas fram för att på ett effektivt och säkert sätt hantera olyckor. Vindparkens negativa påverkan och dess positiva påverkan antas därför i denna del innebära konsekvenser som tar ut varandra. Härigenom blir vindparkens konsekvens försumbar.

### 8.12.7 Skyddsåtgärder och fortsatt arbete

Ett antal olika skyddsåtgärder och försiktighetsmått kommer att vidtas för att minimera påverkan på sjöfart, vilka bland annat utgörs av de riskreducerande åtgärder som identifierats genom riskanalysen.

Då flera av de identifierade riskerna hänför sig till avstånden mellan den planerade vindparken och närliggande fartygsstråk på den västra respektive den sydöstra sidan, kommer placering av vindkraftverk i närheten av fartygsstråken att behöva bli föremål för fortsatt dialog och samråd med Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. Det fortsatta arbetet med att optimera vindparkens utformning kommer därför att involvera en dialog med berörda myndigheter, bland annat rörande det eventuella behovet av ytterligare riskreducerande åtgärder. En sådan åtgärd kan även vara att justera antalet vindkraftverk eller anpassa positioner för



att exempelvis möjliggöra större utrymme för undanmanövrar. En förskjutning av fartygsstråket på den sydöstra sidan skulle kunna åstadkommas genom att justera bredden på relevanta TSS:er, dock med beaktande av risker för en eventuell hopträngning.

Tillsammans med myndigheterna kommer bolaget att arbeta fram en utformning av vindparken som upprätthåller god sjöfartssäkerhet. Som tidigare angetts kommer en uppdaterad nautisk riskanalys att genomföras i samband med att slutlig design av vindparken fastställs.

Utöver ovan kommer följande åtgärder att genomföras för att undvika sjöfartsrelaterade risker:

### **Anläggningsfas**

- Allt marint arbete under anläggningsfasen kommer att övervakas av en *marine coordinator*, som övervakar den egna trafiken (vilka fartyg som finns i området, vilka arbetsuppgifter som ska utföras, vilka personer som befinner sig var, och så vidare). En *marine coordinator* kommer även att övervaka övrig fartygstrafik och kan bistå denna. Genom aktiv övervakning av området och trafiken kan fartyg som har en kurs mot parken, eller som på annat sätt avviker från det normala trafikmönstret, upptäckas tidigt och anropas för att därigenom undvika en potentiell interaktion med vindparken eller andra fartyg/enheter involverade i anläggningsarbetena.
- Under anläggningsfasen kommer en skyddszon om 500 meter att utlysas runt de olika arbetsplatserna, detta gäller såväl för fasta arbetsplatser såsom installation av fundament och vindkraftverk, som för rörliga arbetsplatser såsom kabelinstallationer.
- Tydlig och frekvent information ska ges via Ufs (Underrättelser för sjöfarande) och NtMs (Notice to Mariners) om vilka anläggningsarbeten som pågår och vilka områden som är berörda.
- Området definieras och markeras ut i sjökort och visuellt med bojar med racon eller radarreflektorer.
- Arbetsbelysning på arbetsfartyg och plattformar kommer i möjligaste mån skärmas av mot passerande trafik.
- Eventuella korsningar av färjetrafikstråk sker med hänsyn till tidtabeller för färjetrafik.
- Inför samråd och fastställande av positioner för de vindkraftverk som ligger närmast fartygsstråk ska en uppdaterad nautisk riskanalys genomföras.





## Driftsfas

- Vindkraftverk och mätmaster ska förses med hindermarkering och utmärkning enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets föreskrifter, enligt TSFS 2017:66 eller dess motsvarighet, samt den sjösäkerhetsmärkning som behövs beroende på vindparkens läge i förhållande till fartygsstråk och trafikstråk och markering för luftfarten (TSFS 2020:88).
- Vindparkens utbredning ska framgå av sjökort.
- På de fartyg som används vid service och underhåll ska det finnas utrustning för sjöräddning och miljöinsatser, exempelvis möjligheter att bärga människor, hjärtstartare, bårar och länsar för att begränsa spridning av eventuella utsläpp av olja eller andra kemiska produkter.
- Fartyg för service och underhåll som mer eller mindre dagligen passerar fartygsstråk, ska göra så inom särskilt definierade zoner.
- En studie av eventuella radarstörningar på fartygstrafiken från vindparken ska genomföras och vid behov ska radar etableras.
- Vid större marina operationer ska det ges en tydlig information via Ufs (Underrättelser för sjöfarande) och NtMs (Notice to Mariners) om vilka arbeten som pågår och vilka områden som är berörda.
- Vindparken och området omkring vindparken fjärrövervakas för att möjliggöra bland annat upptäckt av fartyg på allisionskurs med vindparken.
- Bolaget ska, för att undvika sjöfartsrelaterade risker, övervaka en skyddszon om minst 500 meter från installationsfartyg under driftsfasen när underhållsarbete med installationsfartyg utförs.

## 8.13 Luftfart

### Samlad konsekvensbedömning

En flyghinderanalys som utförts av Luftfartsverket visar att Kalmar Öland Airports MSA-yta (Minimum Sector Altitude) och TAA-yta (Terminal Arrival Altitude) påverkas av vindpark Aurora. OX2 för en dialog med Kalmar Airport och i denna dialog har det uttryckts att det finns goda möjligheter att höja MSA-ytan för två olika punkter, samt anpassa TAA-ytan. Dialogen mellan OX2 och Kalmar Airport är pågående och en anpassning av de hinderbegränsande ytorna är en förutsättning för att vindparken ska komma till stånd.

Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer under vindparkens alla faser.

Den sammantagna bedömningen är att vindpark Aurora kan byggas utan negativ inverkan på luftfarten under förutsättning att anpassningar av flygplatsens hinderbegränsande ytor görs.

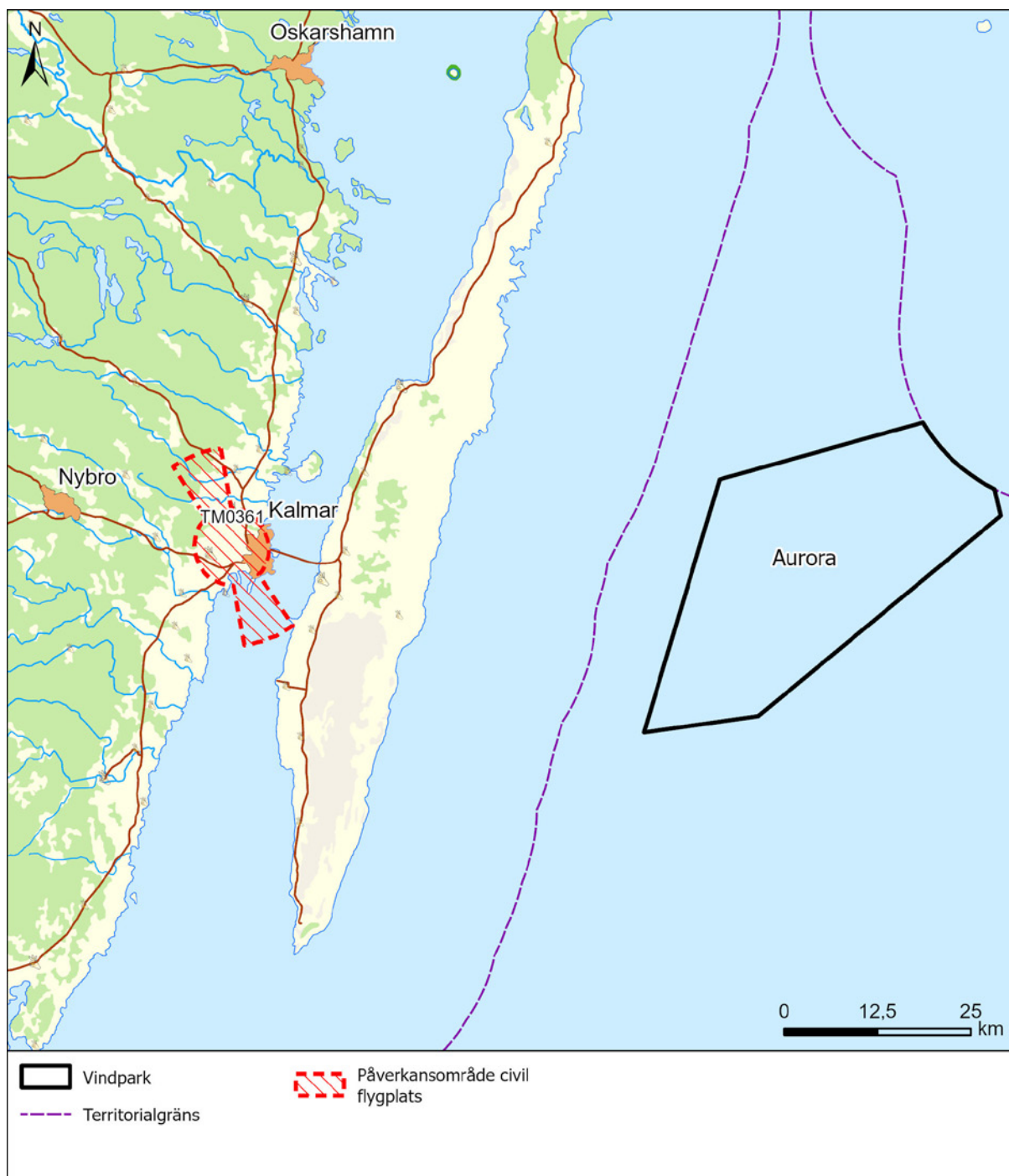
#### 8.13.1 Förutsättningar

För att undersöka vilken påverkan vindpark Aurora har på närliggande flygplatser har en flyghinderanalys beställts från Luftfartsverket. Flyghinderanalysen visade att Kalmar Öland Airport är den enda flygplats i närheten av vindpark Aurora vars flygprocedurer kan bli påverkade. Resultaten visar att för Kalmar Öland Airport påverkas MSA-ytan (Minimum Sector Altitude) och TAA-ytan (Terminal Arrival Altitude) av vindpark Aurora (Luftfartsverket, 2021).

En flygplats MSA-yta är det område där hinder på marken kan påverka flygprocedurer till och från en flygplats. Fastställda flygprocedurer följs vid start och landning med hjälp av instrument. MSA-ytan täcker en yta med en radie på 55–60 kilometer från flygplatsens landningshjälpmedel. Större delen av södra Sverige täcks in av MSA-ytor som hör till olika befintliga flygplatser. Användandet av TAA-ytan motsvarar det för MSA, men för RNP-inflygningar (Required Navigation Performance) (Luftfartsverket, 2022).

Kalmar Öland Airports påverkansområde för civilt flyg visas i Figur 70. Flygplatsens påverkansområde syftar till att skapa hinderfria utrymmen för flygplan i samband med start och landning. Påverkansområdet är mycket mindre än MSA-ytan och TAA-ytan och avgränsas till ett område närmre flygplatsen. Påverkansområdet berörs inte av den planerade vindparken. Med hänvisning till att vindpark Aurora inte ligger inom Kalmar Öland Airports påverkansområde för civilt flyg uppstår ingen påverkan inom påverkansområdet.

Bolaget har en pågående dialog med Kalmar Öland Airport om fortsatt utredning kring förändring av de berörda ytorna och förändringar av luftrummet. Mer specifikt gäller det den lägsta vektoreringshöjden, flyghöjden på flygplanen när de passerar två olika punkter, som kan behöva höjas från cirka 520 meter till 700 meter (1700 ft till 2300 ft), under anläggnings-, drift- och avvecklingsfasen.



Figur 70. Kalmar Öland Airport med tillhörande påverkansområde.

Verksamhetsområdet för Aurora överlappar inte med något av Försvarsmaktens utpekade lågflygningsområden. Dock kan Försvarsmakten vid händelse av kris eller väpnad konflikt ha behov av att nyttja civil infrastruktur, där civila flygplatser är en sådan resurs som Försvarsmakten kan ha behov av att nyttja för att lösa det uppdrag som beslutats av riksdag och regering (Försvarsmakten, 2019). Av de nio svenska flygplatser som utgör område av betydelse för totalförsvaret vid händelse av kris eller väpnad konflikt är Kalmar Öland Airport en av de utpekade. Potentiell påverkan och samverkan med totalförsvarets intressen redovisas vidare i avsnitt 8.14.

## 8.13.2 Konsekvenser

### 8.13.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att ingen anpassning av Kalmar Öland Airports hinderbegränsande ytor görs som följd av vindpark Aurora.

### 8.13.2.2 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen kommer vindkraftverken att resas succesivt till slutlig höjd och antal. Vid anläggningsarbetena kommer höga byggkranar att användas. Verken kommer att markeras med hinderbelysning som utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.

Uppförande av hinder inom verksamhetsområdet kan påverka luftfarten enligt de hinderbegränsande ytor som gäller i dagsläget. Bolaget har därför en pågående dialog med den berörda flygplatsen om anpassning av hinderbegränsande ytor.

Vindparkens kablar bedöms inte innebära någon påverkan på luftfarten, detta då de ej utgör hinder ovanför vattenytan.

En anpassning av flygplatsens hinderbegränsande ytor bedöms vara möjlig att göra och påverkan på luftfart blir därmed obetydlig. Konsekvensen under anläggningsfasen bedöms därför vara försumbar avseende luftfart (Tabell 60).

Tabell 60. Bedömd konsekvens för luftfart under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

### 8.13.2.3 Driftsfas

Under vindparkens driftsfas har anpassningen av hinderbegränsande ytor redan genomförts och driften av vindparken innebär därför ingen påverkan på luftfart. Flyghindermarkeringar kommer att följa gällande riktlinjer.

Konsekvensen för luftfart bedöms vara försumbar under driftsfasen då anpassning av flygplatsens hinderbegränsande ytor förutsätts ha genomförts redan under anläggningsfasen (Tabell 61).

Tabell 61. Bedömd konsekvens för luftfart under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

#### 8.13.2.4 Avvecklingsfas

Under perioden för avveckling fortsätter flyghindermarkeringarna att fungera enligt gällande riktlinjer, på liknande sätt som under anläggningsfasen. Vindkraftverken kommer monteras ner med hjälp av kranar.

Konsekvensen bedöms vara försumbar under avvecklingsfasen då anpassning av flygplatsens hinderbegränsande ytor är en förutsättning för anläggning och drift av vindparken (Tabell 62).

Tabell 62. Bedömd konsekvens för luftfart under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

### 8.14 Totalförsvarets intressen

#### Samlad konsekvensbedömning

Den planerade vindparken Aurora tangerar sjöövningssområdet Martin (TM0304). Vidare har Försvarmakten i samrådet för vindpark Aurora uttryckt att uppförande av den planerade vindparken skulle medföra påtaglig skada på riksintresse för Totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess.

Sammantaget kan vindpark Aurora komma att påverka och/eller delvis störa Totalförsvarets intressen. För anläggningsfasen är det främst den ökade fartygstrafiken som kan tänkas påverka sjöövningssområdet och eventuella militära fartyg, både över och under vatten. För driftsfasen kan signalstörningar, radarekon och svårigheter att bevaka från anläggningar på fastlandet såsom Öland och Gotland utgöra det största hindret.

För att minimera risken för påverkan på Försvarmaktens intressen, såväl offentligt redovisade som sekretessbelagda, åtar sig Bolaget att stå för Försvarmaktens kostnader för tillkommande utrustning och de anpassningsåtgärder som Försvarmakten behöver vidta till följd av vindpark Auroras etablering. Bolaget föreslår att det villkorvis föreskrivs att bolaget ska betala ett belopp om upp till 200 miljoner kronor för erforderliga anpassningsåtgärder. Utöver den ekonomiska compensationen avser Bolaget samråda med Försvarmakten gällande planering avseende den närmare placeringen av vindkraftverken.



### 8.14.1 Förutsättningar

Aurora vindpark ligger i ett område i Egentliga Östersjön som har fått en större vikt i och med det säkerhetspolitiska läget i Europa och Rysslands invasion av Ukraina (2022). Säkerhetsläget i norra Europa har försämrats med en svårare hotbild som följd, och därmed har fokus ökat på att bygga upp förmåga till territoriellt försvar mot en kvalificerad motståndare. Detta har inneburit bland annat ökade krav på tillväxt och operativ förmåga, vilket har medfört, och kommer fortsatt medföra, ökade anspråk på områden att öva i och för att basera Försvarsmaktens system (FOI 2021).

Totalförsvarets intressen avser alla myndigheter som deltar i Sveriges försvar och som har särskilda uppgifter för att möta och avhjälpa de faror som uppstår då nationen ställs inför hot. Totalförsvaret består av två delar – en militär och en civil del. Försvarsmakten är enligt förordningen (1998:896) om hushållning med mark- och vattenresurser m.m. sektorsmyndighet avseende redovisning av områden som av myndigheten bedöms vara av riksintresse för totalförsvarets militära del. I begreppet militär del ingår även andra myndigheters områden och verksamhet, så som FOI<sup>7</sup>, FRA<sup>8</sup> och FMV<sup>9</sup>, varför Försvarsmakten företräder även dessa vad gäller riksintressen och samhällsplanering (Försvarsmakten, 2019).

Totalförsvarets riksintressen och områden av betydelse regleras i 3 kapitlet 9 § miljöbalken. Riksintressen för totalförsvarets militära del omfattar riksintressen som redovisas öppet men också riksintressen som av sekretesskäl inte redovisas öppet. Dessa regleras i 3 kap 10 § miljöbalken.

<sup>7</sup> Totalförsvarets forskningsinstitut

<sup>8</sup> Försvarets radioanstalt

<sup>9</sup> Försvarets materielverk



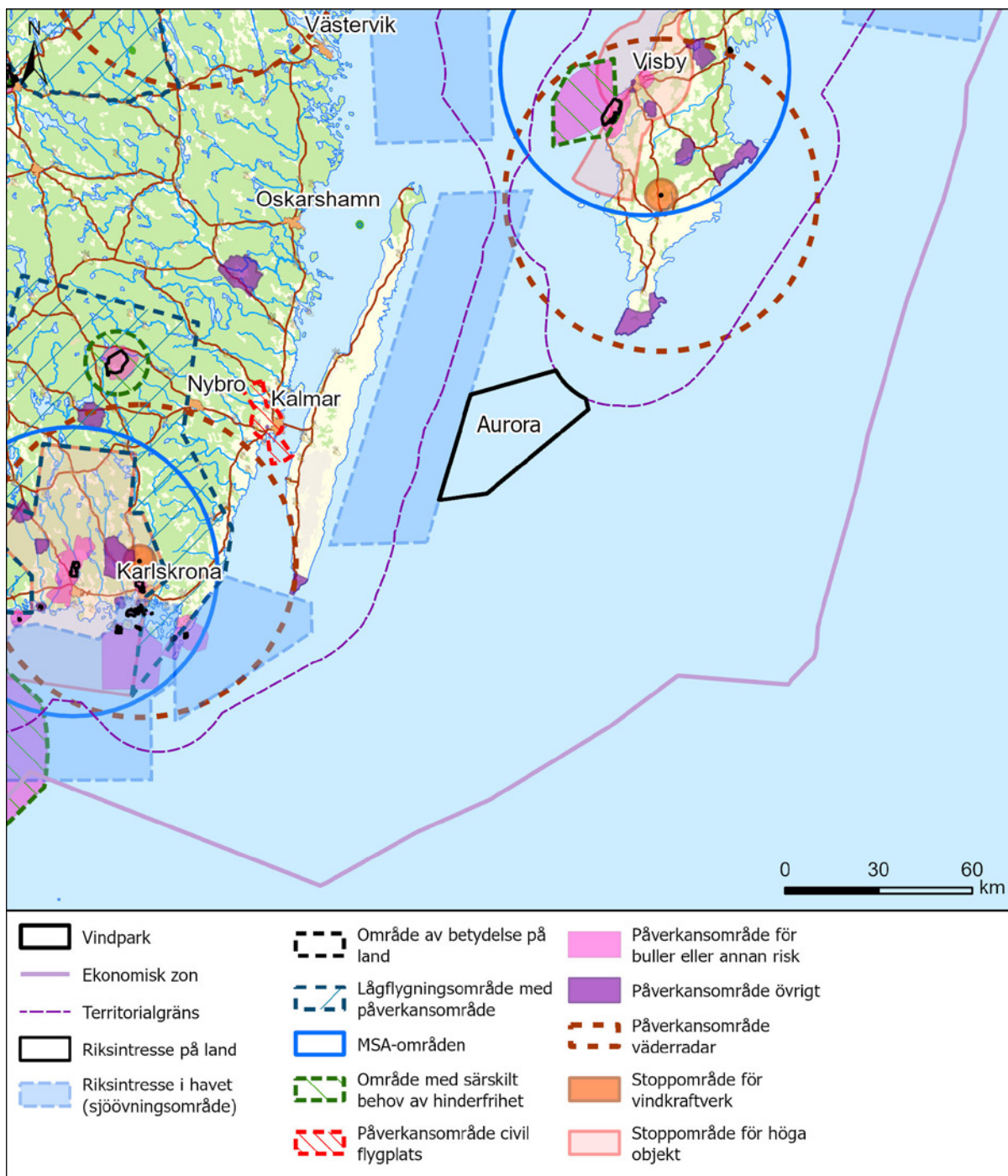
I totalförsvarsbeslut 2021-2025 fastställdes att ”Omställningen till förnybar el ger fördelar ur ett totalförsvarsperspektiv och samhällsplaneringen ska beakta behovet av nya anläggningar och ny infrastruktur”. Försvarsmakten har vidare i regleringsbrev 2020/ 2021 fått i uppgift att;

- Utveckla förmågan till tidig dialog och samverkan med relevanta aktörer i planerings- och prövningsprocessen av deras planerade anläggningar för förnybar energiproduktion.
- Föra dialog med Energimyndigheten m.fl. myndigheter kring vindkraften, samt föra dialog med Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) om samexistens mellan försvarsmakt och kraftig utbyggd vindkraft. ”Avsikten är att FOI, med stöd av Försvarsmakten och Energimyndigheten, tar fram en studie under 2021 som möjliggör svar på frågeställningen”. Resultaten sammanfattades i rapport FOI Memo 7609 - Möjligheter till samexistens mellan Försvarsmaktens verksamhet och utbyggd vindkraft.
- Försvarsmakten ska redovisa förutsättningar för att använda s.k. villkorade tillstånd.
- Se över lågflygningsområden och behovsstyrd belysning för vindkraftverk.
- Havsbaserad vind bedöms vara en viktig del av vindkraftens samlade utbyggnad och ge ett substantiellt bidrag till övergången till förnybar energiproduktion. Havsbaserad vindkraft ingår inte i den nationella strategin, planeringsunderlag för havsbaserad vindkraft finns framtaget i form av förslaget till havsplaner.

Den förändrade säkerhetspolitiska situationen med ett stärkt totalförsvaret samt inriktningen att minska klimatpåverkan med övergång till förnybar energiproduktion är två inriktningar som måste kunna samexistera med varandra och havsbaserad vind bedöms vara en viktig del av vindkraftens samlade utbyggnad och ge ett substantiellt bidrag till övergången till förnybar energiproduktion (Energimyndigheten 201 ). I arbetet med havsplaneringen har det tydligt framkommit att det finns en intressekonflikt mellan militärt försvar och energiutbyggnad till havs (FOI 2021). Regeringen beslutade i februari 2022 att Energimyndigheten tillsammans med Försvarsmakten och Havs- och vattenmyndigheten, ska peka ut nya områden för energiutvinning för att skynda på utbyggnaden av havsbaserad vindkraft och för att möjliggöra ytterligare 90 TWh, totalt 120 TWh elproduktion till havs. Uppdraget med att uppdatera havsplanerna ska vara klara december 2024.

#### 8.14.2 Öppet redovisade riksintressen för totalförsvaret

I Egentliga Östersjön finns flera öppet redovisade riksintressen för totalförsvaret som är av stor vikt för Sveriges försvar i händelse av kris eller väpnad konflikt, se Figur 71 och Tabell 63



Figur 71. Försvarsmaktens områden av betydelse samt påverkansområde för väderradar. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: Försvarsmakten, Trafikverket, EMODnet].

## Sjöövningssområden

I närheten av Aurora finns flera sjöövningssområden av riksintresse för totalförsvarets militära del. Sjöövningssområden kan användas av Försvarsmaktens fartygsförband för att genomföra övningsverksamhet, antingen självständigt eller i samverkan med flyg- och helikopterförband. Det finns även sjöövningssområden med marina skjutområden vilka behövs för att uppnå och behålla förmågan till väpnad strid över, på och under vattnet. Områdena kan även användas som sprängområden under vatten (Försvarsmakten, 2021a). Vindpark Aurora angränsar till





Totalförsvarets sjöövningssområde Martin (TM0304). Andra sjöövningssområden i närheten är sjöövningssområde Hanö/Torhamn (TM0306) 52,6 kilometer från Aurora och sjöövningssområde Urban (TM0303) 76,6 kilometer från vindparken.

### **Lågflygningsområden**

Lågflygssområden används för att utbilda och öva Försvarets flygbesättning i lågflygning. Närmaste lågflygningssområde av betydelse för totalförsvarets militära del från vindpark Aurora är "Norra Blekinge-Södra Småland" (TM00352). Lågflygningssorådets påverkansområde ligger 67 kilometer från vindpark Aurora.

### **Flygplatser**

Visby flygplats (TM0030) är både riksintresse för totalförsvarets militära del och riksintresse för luftfarten. Den militära verksamheten på Visby flygplats är inriktad mot insatsverksamhet, övningsverksamhet, utbildningsverksamhet, stöd av transportflyg samt vid behov stöd till det civila samhället. Visby flygplats är, liksom Gotland som helhet militärstrategiskt mycket viktig (Försvaretsmakten, 2021a). Vindpark Aurora är belägen 58,5 kilometer utanför det av Försvaretsmakten utpekade påverkansområdet kring Visby flygplats.

Försvaretsmakten kan i händelse av kris och väpnad konflikt även ha behov av att nyttja civila flygplatser. Kalmar flygplats (TM0361) är en civil flygplats som utgör ett område av betydelse för totalförsvarets militära del och som kan behöva nyttjas av försvaretsmakten i händelse av kris och väpnad konflikt. Kalmar flygplats är belägen 49 kilometer från vindpark Aurora.

### **Skjutfält**

Tofta skjutfält (TM0029) är beläget på Gotland och omfattar drygt 2 700 hektar. Skjutfältet kan användas för att öva och utbilda i väpnad strid vid skydd och försvar i den speciella miljö som finns på Gotland (Försvaretsmakten, 2021a) Tofta skjutfält är beläget cirka 72 kilometer från vindpark Aurora.

### **Väderradarstationer**

Försvaretsmaktens Vädertjänst och SMHI har en gemensamt finansierad meteorologisk infrastruktur i Sverige som används av båda myndigheterna. Ett exempel på sådan skyddsvärd meteorologisk infrastruktur är väderradar. Väderradar är en typ av radar som är anpassad för att mäta atmosfärens innehåll av partiklar som vattendroppar och iskristaller och deras hastigheter. Informationen används både för att lokalisera och kategorisera nederbördsområden, och som indata till väderprognoser och underlag för varningar. Väderradar kan påverkas negativt av vindkraftverk genom blockering av signaler och kan dessutom ge oönskade radarekon och felaktig uppskattning av vindhastigheter. Därför skall inga vindkraftverk uppföras inom 5 kilometers radie (stoppområde väderradar). I Sverige används en bortre max-gräns på cirka 50 kilometer (påverkansområde väderradar) (Försvaretsmakten, 2021a). Det finns två väderradarstationer som är utpekade som riksintresse av Försvaretsmakten i området kring vindpark Aurora. Den ena är väderradarstationen "Aase" (TM0091) på Gotland som ligger 15,5 kilometer från vindpark Auroras påverkansområde. Den andra är väderradar Karlskrona (TM0092) i Karlskrona kommun som ligger 50 kilometer från påverkansområdet.



Tabell 63. Riksintressen för Totalförsvaret i Egentliga Östersjön som kan tänkas beröras av vindpark Aurora.

Benämning	Riksintressen eller områden av betydelse för Totalförsvarets militära del	Påverkansområde	Avstånd Aurora
TM0303	Riksintresse i havet för totalförsvarets militära del, sjöövningsområde Urban i Kalmar län	Riksintresse i havet	76,6 km
TM0304	Riksintresse i havet för totalförsvarets militära del, sjöövningsområde Martin i Kalmar län	Riksintresse i havet	0 m
TM0306	Riksintresse i havet för totalförsvarets militära del, sjöövningsområde Hanö/Torhamn i Blekinge län	Riksintresse i havet	52,6 km
TM00352	Område av betydelse för totalförsvarets militära del lågflygningsområden Norra Blekinge-Södra Småland. Blekinge, Kronoberg, Kalmar län	Lågflygningsområde med påverkansområde	67,1 km
TM0361	Område av betydelse för totalförsvarets militära del Kalmar flygplats, Kalmar kommun	Påverkansområde för civil flygplats	49,1
TM0029	Tofta skjutfält, Gotlands kommun	Riksintresse på land  Område med särskilt behov av hinderfrihet  Påverkansområde för buller eller annan risk	72 km
TM0030	Riksintresset Visby flygplats, Gotlands kommun	Riksintresse på land  Riksintresse för luftfart  MSA-områden  Påverkansområde för buller eller annan risk  Stoppområde för höga objekt	58,5 km
TM0091	Väderradar Ase, Gotland kommun	Riksintresse på land  Påverkansområde för väderradar  Stoppområde för vindkraftverk	15,5 km
TM0092	Väderradar Karlskrona kommun	Riksintresse på land  Påverkansområde väderradar  Stoppområde för vindkraftverk	55 km
Ö	Påverkansområde övrigt, Öland och Gotlands sydspets	Riksintresse på land  Omfattas av försvarssekretess.	49,2 km (Öland) 22,5 km (södra Gotland)

### 8.14.3 Riksintressen som omfattas av sekretess

Utöver ovannämnda riksintressen för totalförsvaret, finns det riksintressen och områden av betydelse som helt eller delvis omfattas av försvarssekretess, enligt 15 kap. 2 § offentlighets- och sekretesslagen (2009:400). Både Öland och Gotlands sydspets är utpekade som riksintresse på land som omfattas av sekretess. De är markerade som "påverkansområde övrigt" på kartan i Figur 71. Försvarsmakten har i samrådet påtalat att vindpark Aurora påtagligt kan påverka områden av riksintresse för totalförsvarets militära del som inte redovisas i deras riksintressekatalog.

### 8.14.4 Konsekvenser

#### 8.14.4.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att ingen påverkan uppstår för Totalförsvarets intressen som följd av vindpark Aurora.

#### 8.14.4.2 Anläggningsfas/ avvecklingsfas

Under byggnation och anläggning av vindparken kommer aktiviteter med fartyg att öka i området vilket skulle kunna tillfälligt påverka framkomligheten för militära fordon över och under vatten. Aurora överlappar inte med något öppet redovisat riksintresse för sjöövningssområde. Sjöövningssområde Martin närmast vindpark Aurora överlappar dock med tre andra områden av riksintresse, en fartygsled, ett område för energiproduktion samt ett område för yrkesfiske, se kapitel 3. Bullrande anläggningsarbeten så som pålning kan orsaka akustiska störningar som försvårar Försvarsmaktens möjlighet att detektera undervattensfarkoster (FOI, 2022). Liknande påverkan kan förväntas uppkomma under avvecklingsfasen.

För att minimera påverkan på totalförsvarets intressen **åtar sig Bolaget villkorsvis att under anläggningsfasen följa Försvarsmaktens anvisningar för att minimera risken för påverkan** på totalförsvarets intresse i möjligast mån.

#### 8.14.4.3 Driftsfas

En havsbaserad vindpark med höga vindkraftverk/objekt utgör ett fysiskt hinder i luftrummet och kan utgöra en begränsning för Totalförsvarets verksamheter, t.ex. inom lågflygningsområden där vindkraftverk beroende av placering och utformning kan begränsa Försvarsmaktens möjlighet att bedriva lågflygning. Sambands- och radarsystem samt tekniska störningar på dessa kan ytterligare påverka Totalförsvarets verksamhet negativt. Spaningsradar påverkas på flera sätt: signalen blockeras bakom vindkraftverken, små mål är svåra att urskilja i närheten av ett vindkraftverk och reflekterade signaler kan ge upphov till falska s.k. "spökmål". Även väderradar påverkas genom blockering av signalen. Vindkraftverk kan också ge oönskade radarekon och felaktig uppskattning av vindhastigheter. Störning från vindkraftverk på radiolänkar kan i kombination med naturliga variationer i atmosfär och nederbörd (s.k. fädning) orsaka mycket stora variationer i signalstyrkan



och därmed kraftigt minskad tillgänglighet, vilket inte är förenligt med de mycket höga krav på både tillgänglighet och datatakt som ställs på försvarets radiolänkar (FOI 2021).

För att minimera risken för påverkan på Försvarmaktens intressen, såväl offentligt redovisade som sekretessbelagda, **åtar sig Bolaget att stå för Försvarmaktens kostnader för tillkommande utrustning och de anpassningsåtgärder** som Försvarmakten behöver vidta till följd av vindpark Auroras etablering. Bolaget föreslår att det villkorsvis föreskrivs att bolaget ska betala ett belopp om upp till 200 miljoner kronor för erforderliga anpassningsåtgärder. Utöver den ekonomiska kompensationen avser Bolaget samråda med Försvarmakten gällande planering avseende den närmare placeringen av vindkraftverken, dragningar av kablar samt bottenundersökningar av föreslagna kabelkorridorer.

## 8.15 Risk och säkerhet

### Samlad konsekvensbedömning

Utöver risker för sjöfarten, vilka redogjorts för tidigare, kan den planerade vindparken ge upphov till andra oplanerade händelser under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Riskerna kan bestå av miljörisker (exempelvis utsläpp av olja), olycksrisker (exempelvis torn som faller), arbetsmiljörisker (exempelvis arbeten på hög höjd) och risker till följd av yttre händelser (exempelvis extrema väderförhållanden eller oexploderad ammunition).

Risker som verksamheten kan ge upphov till kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser, upprättandet av en arbetsmiljöplan samt implementerandet av olika skyddsåtgärder och rutiner. Den ansökta verksamheten bedöms därmed inte ge upphov till någon oacceptabel risk.

Risker som orsakas av yttre händelser som geologiska risker, oexploderad ammunition och klimatanpassning hanteras genom anpassning (exempelvis genom att vindparken utformas på ett sådant sätt att den klarar extremväder), genom en riskmedveten planering av verksamheten samt genom riskanalyser.

### 8.15.1 Förutsättningar

Nedan beskrivs hur OX2 arbetar samt fortsatt kommer att arbeta med frågor kring säkerhet, samt de typiska risker som är kopplade till etablering och drift av en havsbaserad vindpark. Vidare anges olika exempel på risker som kan förekomma inom ramen för verksamheten.

Översiktligt kan risker i storskaliga anläggningsprojekt delas in i sådana som berör hälsa, miljö och egendom. Därtill kommer risker som berör flera av dessa aspekter. Ekonomiska risker behandlas inte i föreliggande miljökonsekvensbeskrivning.

Den miljö i vilken ett havsbaserat vindkraftsprojekt genomförs karaktäriseras av många stora utmaningar. Att det inte har uppförts någon vindpark i den svenska ekonomiska zonen tidigare understryker behovet av en noggrann planering av en sådan anläggning och ett klargörande av olika roller vad avser exempelvis insatser vid olyckor. Detta är något som projektet kommer att fokusera på under den fortsatta projektutvecklingsfasen.

Miljön gör att havsbaserade vindkraftsprojekt har flera unika förhållanden relaterade till arbetsplatsolyckor (inklusive olyckor som drabbar tredje man), exempelvis den marina miljön, att arbete kan ske på hög höjd och i trånga utrymmen samt att arbeten kan omfatta tunga lyft och elektricitet. Risker för miljön är ofta ett resultat av okontrollerade emissioner av olika slag, såsom kemiska produkter, ljud och sediment.

Risken för skador på egendom gäller främst anläggningen i sig och kan många gånger uppstå till följd av hanteringen av tunga komponenter, dock kan olyckor som påseglingar även drabba tredje man. I Tabell 64 nedan illustreras med olika exempel på vilka risker som kan uppstå inom ramen för verksamheten, inom parentes ges exempel på åtgärder.

Tabell 64. Exempel på risker och åtgärder.

Kategori	Exempel på risk (förslag på åtgärder)
Miljö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utsläpp av olja och kemikalier (nödlägesberedskap)</li> </ul>
Olycksrisker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Torn som faller (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift)</li> <li>• Maskinhus som faller (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift)</li> <li>• Blad som lossar (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift)</li> <li>• Del på vindkraftverk lossar (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift)</li> <li>• Brand, varmgång, kortslutning (detektorer, släcksystem)</li> </ul>
Arbetsmiljörisker*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbete på hög höjd (utbildning, barriärer, skyddssele)</li> <li>• Heta arbeten (utbildning, certifiering)</li> <li>• Elektricitet (utbildning, certifiering)</li> <li>• Tungå lyft (lyftplan, inga personer under hängande last)</li> <li>• Rörliga delar (mekaniska skydd, utbildning)</li> <li>• Man-över-bord (utbildning, flytväst, räddningsnät, överlevnadsdräkt)</li> </ul>
Yttre händelser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extremväder</li> <li>• Geologiska risker</li> <li>• Oexploderad ammunition (undersökningar)</li> <li>• Sjöfartsrelaterade risker/kollisioner</li> </ul>

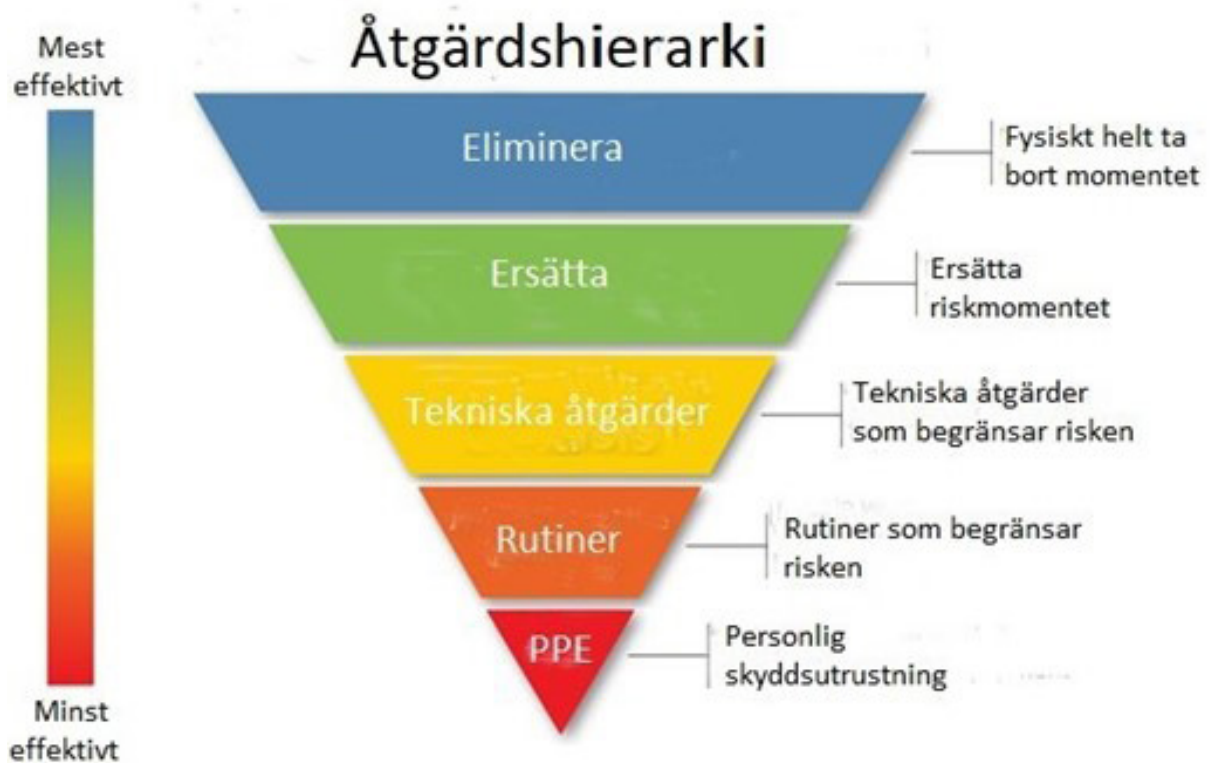
\* Design, RAMS och toolbox-talk är generella åtgärder liksom personlig skyddsutrustning.

Notera att sammanställningen ovan illustrerar olika exempel på riskhändelser, inte deras orsak. En riskhändelse för sjöfarten kan exempelvis orsakas av att en befälhavare väljer att öka avståndet till vindparken, ett haveri på ett vindkraftverk kan vara orsakat av felaktiga antaganden kring yttre belastning (till följd av en klimatförändring) och en arbetsplatsolycka kan vara orsakad av bristfälliga rutiner.

### 8.15.2 Åtgärdshierarki

De olika risker som föreligger inom ramen för projektet är av skiftande karaktär, vilket också innebär att de åtgärder som identifieras kommer att utföras vid olika tillfällen; under planering, inför etablering av en byggarbetsplats eller i samband med genomförandet. Identifierade risker kommer att hanteras enligt en så kallad åtgärdshierarki (se Figur 72 nedan)

- I första hand ska en risk helt elimineras genom att ta bort det moment som medför risken.
- I andra hand ska det riskfyllda momentet ersättas med ett som är mindre riskfyllt.
- I tredje hand ska olika tekniska åtgärder begränsa risken.
- I fjärde hand ska olika rutiner begränsa risken.
- I sista, och femte, hand ska personlig skyddsutrustning begränsa risken.



Figur 72. Åtgärdshierarki. Den mest effektiva åtgärden är att helt ta bort ett moment som medför en risk. Som sista åtgärd används personlig skyddsutrustning (detta innebär naturligtvis att man alltid ska använda relevant personlig skyddsutrustning, men innan denna åtgärd ska risken ha eliminerats eller reducerats av andra barriärer).



Nedan illustreras användningen av åtgärdshierarkin med ett exempel där en vindgivare på maskinhuset har gått sönder:

- Det har konstaterat att en vindmätare på maskinhuset är trasig. Vid riskanalys av denna åtgärd konstateras att det finns risk för att teknikerna faller när teknikerna befinner sig på taket av maskinhuset.
- Den första åtgärden skulle vara att låta bli att reparera vindgivaren. Alternativt kan man ersätta den skadade vindgivaren med en som placeras mer lättillgängligt, som kan nå inifrån.
- Nästa steg är att med fysiska hinder, ett räcke, begränsa risken för fallolyckor.
- Den fjärde nivån är att införa särskilda rutiner, exempelvis att arbetet bara får utföras under ideala väderförhållanden av person som genomgått särskilt träning för just detta moment.
- Den sista skyddsbarriären är den personliga skyddsutrustningen, i det här fall en sele. En sele kan tyckas vara en bra lösning i sig men eftersom även en sådan kan falla kan det inte vara den enda åtgärden som övervägs.

### 8.15.3 Miljörisker

Utsläpp av olja eller andra kemiska produkter kan ske från fartyg och från anläggningens olika komponenter. De oljor och andra kemiska produkter som finns i vindkraftverken behöver regelbundet bytas ut eller fyllas på. Vid dessa moment finns risk för utsläpp. Sannolikheten för ett större utsläpp från ett fartyg inom vindparken bedöms vara liten, detta då verksamhetsområdet förutsätts trafikerats av främst service- och underhållsfartyg samt fritidsbåtar i liten utsträckning.

Mindre utsläpp av olja eller andra kemiska produkter skulle kunna uppstå i samband med underhåll av verken, det ska dock noteras att vindkraftverken och övriga anläggningsdelar utformas med exempelvis spilltråg och/eller andra möjligheter till uppsamling av ett eventuellt utsläpp. Vindparken kommer att ha utrustning i form av exempelvis länsar för hantering av sådana utsläpp.

Inför anläggningsarbeten kommer en beredskaps- och räddningsplan att utarbetas efter samråd med berörda myndigheter och kommuner. Planen kommer bland annat att innehålla en plan för insatser för skydd av miljön vid eventuella oljeutsläpp och för bärgning av eventuella skadade fartyg.





#### 8.15.4 Olycksrisker

Olika händelser kan potentiellt inträffa under driften av vindkraftverken. Brand kan uppstå i ett vindkraftverk till följd av exempelvis elektriska fel eller varmgång, även om detta är väldigt sällsynt. Brand kan även uppstå på transformatorplattformar och på servicefartyg. En noggrann konstruktion och det löpande underhållet, tillsammans med en kontinuerlig övervakning av driftförhållanden (exempelvis temperatur och kvalitet på oljor) ska reducera sannolikheten för brand till följd av elektriska fel eller varmgång. På rotorbladen finns åskledare som ska skydda konstruktionen från åsknedslag.

För den händelse att brand uppstår finns i maskinhuset ett automatiskt släckningssystem, ett sådant kan exempelvis fylla utrymmet med koldioxid och härigenom kväva elden. Det är ytterst sällan en brand uppkommer när någon befinner sig i maskinhuset (ett släckningssystem med koldioxid måste stängas av om det finns personal i maskinhuset), om så sker är den första åtgärden att försöka släcka branden med tillgänglig utrustning som till exempel brandsläckare och brandfilt, nästa åtgärd är att evakuera maskinhuset. Det ska finnas möjlighet till en säker evakuering av maskinhuset, med alternativa och oberoende utgångar, exempelvis den interna stegen och en utanpåliggande vinsch. Hiss får inte användas vid evakuering.

Hantering av olyckor vid vindkraftverk kommer också att ingå i den beredskaps- och räddningsplan som utarbetas inför anläggningsarbetena.

#### 8.15.5 Arbetsmiljörisker

Arbetsmiljörisker kommer att hanteras inom ramen för den arbetsmiljöplan som kommer att upprättas. I första hand ska arbetsmiljörisker undvikas och minimeras genom att begränsa riskfyllda moment med tekniska skyddsåtgärder, organisatoriska skyddsåtgärder och med personlig skyddsutrustning samt genom rutiner och övningar.

#### 8.15.6 Yttre händelser

##### **Klimatanpassning**

De pågående klimatförändringarna kan under vindparkens livslängd medföra en påverkan på områdets hydrografi, exempelvis genom höjning av vattennivåer och ändrade vindförhållanden samt även ändrad frekvens för hårda vindar. Vid utvecklingen av vindpark Aurora beaktas klimataspekter och klimatförändringar för hela vindparkens livslängd, eftersom klimatet och dess förändringar påverkar designen av anläggningen, i första hand på grund av vind, is, vågor och andra väderhändelser.

Det varmare klimatet leder till minskad utbredning av havsis, vilket således innebär en minskad påverkan på vindparken och en ökad tillgänglighet. Ett exempel på hur vindparken kan klimatanpassas är att göra fundamenten något högre än vad som annars skulle ha varit fallet. Om vindparken klimatanpassas så att vindkraftverken dimensioneras för ett framtida klimat, bedöms risken som marginell för att olyckor till följd av ett förändrat klimat sker.



### **Icke-detonerad ammunition**

Enligt Försvarsmaktens kartläggning av riskområden förekommer det ingen oexploderad ammunition och andra stridsmedel inom vindparksområdet. Eventuell förekomst av icke-detonerad ammunition (UXO) kommer att kartläggas som en del av detaljprojekteringen. De identifierade objekten kommer antingen att undvikas genom att ta hänsyn till detta vid placering av vindkraftverk och kablar, eller oskadliggöras innan ett arbetsmoment kan genomföras.

Inför installationsarbeten görs en slutlig kontroll av förhållanden för att säkerställa att det inte finns någon oexploderad ammunition på den specifika platsen, där ett stödbensfartyg positioneras, där man placerar ett fundament eller där en kabel läggs ner. Därefter sker olika former av bottenpreparering, innan fundamentet etableras på platsen. Om oexploderad ammunition eller kemiska stridsmedel skulle påträffas under bottenundersökningar inför installationsarbetet meddelas relevanta myndigheter omedelbart. Ifall det utgör risk för installationsarbetet görs, i samråd med tillsynsmyndigheten och Försvarsmakten, en bedömning av om objektet ska flyttas eller sprängas under kontrollerade former. Alternativt kan objektet undvikas genom att en annan fundamentsposition eller kabelsträckning väljs. I händelse av förflyttning eller sprängning av objekt ska lämpliga skyddsåtgärder vidtas för att minimera påverkan på marina däggdjur, fisk och sjöfågel som kan tänkas vara i området. Lämpliga skyddsåtgärder tas fram tillsammans med berörda myndigheter.

### **Gasledning**

Inga gasledningar finns inom området.

### **Sjöfartsrelaterade risker**

Risker relaterade till sjöfarten beskrivs i avsnitt 8.12. För att minska risken för fartygskollisioner, grundstötning och fartygsdrift kommer flera skyddsåtgärder och försiktighetsmått att vidtas, utifrån rekommendationer i den marina riskanalysen (Bilaga B.15.A).

Innan anläggningsarbeten påbörjas, ska en beredskaps- och räddningsplan utarbetas efter samråd med tillsynsmyndigheterna, andra berörda myndigheter samt berörda kommuner avseende bland annat insatser för sjöräddning, räddningsåtgärder och bärgning av eventuella skadade fartyg. Samråd kommer även att ske med Sjöfartsverket och Transportstyrelsen inför anläggningsfasen om åtgärder som krävs för skydd mot störningar för sjöfarten. Övervakning i verksamhetsområdet ska ske under anläggningsfasen och även fortsatt under driftsfasen om Sjöfartsverket eller Transportstyrelsen bedömer att ett sådant behov föreligger. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas.



### 8.15.7 Skyddsåtgärder

I kommande arbete kommer OX2 att fortsatt arbeta med riskhantering och riskminimering. Nedan beskrivs detta arbete övergripande.

#### **Projektets HSSE Management Proceedings**

OX2 har påbörjat upprättandet av en HSSE (Health, Safety, Security and Environment) Management Proceedings, som beskriver hur projektet kommer planera, hantera, övervaka och samordna frågor kring hälsa, säkerhet och miljö under hela vindparkens design-, konstruktions- och driftsättningsfas.

#### **Beredskaps- och räddningsplan**

OX2 kommer i god tid före anläggningsfasen att i samråd med berörda myndigheter upprätta en beredskaps- och räddningsplan (se avsnitt 8.15.6 ovan).

#### **Riskregister**

En viktig del i HSSE-arbetet är att fortlöpande identifiera alla risker och registrera dessa i ett projektspecifikt riskregister, en detekterad risk ska värderas och åtföljas av en åtgärd. Detta register ska bland annat beskriva riskhändelser och deras bakomliggande orsaker, vilket kan vara en kedja av händelser eller flera parallella händelser, riskhändelsernas sannolikhet och konsekvens, olika åtgärder och åtgärdernas effekt på sannolikhet och konsekvens, samt vem som är ansvarig för att risken hanteras och när den ska hanteras.

Det är viktigt att arbetet med riskanalys påbörjas tidigt i projektutvecklingen. Redan vid design av komponenter eller vid utformandet av ett arbetsmoment ska värderas vilka risker som komponenten eller momentet kan ge upphov till och vilka riskreducerande åtgärder som kan vidtas. Vid upphandling säkerställs att leverantörerna förstår och respekterar projektets höga riskmedvetenhet. Rutiner ska kontrolleras fortlöpande även bland leverantörer och deras underleverantörer, inklusive vid tillverkningen av komponenter.

#### **Kontroller, RAMS, Tool box-talk**

Under tillverkning av komponenter kommer dokumenterade kontroller att utföras löpande. Den färdiga komponenten kommer att granskas i en så kallade Factory Acceptance Test (FAT) och efter leverans att granskas i en i Site Acceptance Test (SAT). Den färdiga installationen kontrolleras och stäms av mot en så kallad Reference Turbine innan provdrift påbörjas.

Inför olika arbetsmoment, görs en riskvärdering (RAMS, Risk Assessment Method Statement) där olika potentiella risker identifieras och där det tydligt beskrivs hur momentet ska genomföras. Just innan ett arbetsmoment påbörjas hålls ett så kallat "tool box talk", där man tillsammans går igenom momentet och vilka risker som kan föreligga. Efter utfört arbete ska en uppföljning ske och eventuella avvikelser, även incidenter som ej lett till en olycka, rapporteras.



## **Utbildning och träning**

Personer involverade i anläggning och drift av verksamheten kommer att ha relevant utbildning och träning som är anpassad till havsbaserad vindkraft, exempelvis samordnad av Global Wind Organisation.

Inför den marina delen av installationen genomförs en workshop, där möjliga riskhändelser identifieras, proaktiva åtgärder tas fram och handlingsplaner upprättas. Resultatet sammanställs i en riskpärm, som för de olika riskhändelserna tydligt beskriver vilka åtgärder som ska vidtas och av vem. Vid en olycka ska det då finnas en lättillgänglig handledning över vad som ska göras.

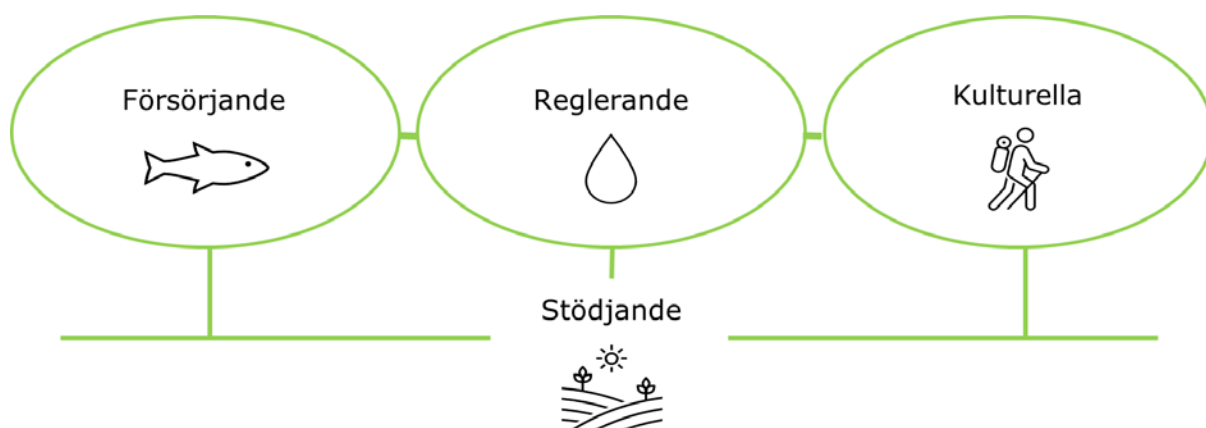
## 8.16 Ekosystemtjänster

### Samlad konsekvensbedömning

Ekosystemtjänster används som ett samlingsbegrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Påverkan på ekosystemtjänster i den planerade vindparkens närområde uppstår framförallt under anläggningsfasen i form av sedimentsuspension, sedimentation, undervattensljud och avstängningar som minskar tillgängligheten till området, denna påverkan är dock begränsad geografiskt och i tid. Dessutom är vindparken lokaliserad på ett relativt långt avstånd från land vilket minskar omfattningen av påverkan ytterligare. Verksamheten bedöms medföra försumbara konsekvenser på ekosystemtjänster.

### 8.16.1 Förutsättningar

Ekosystemtjänster används som begrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Begreppet ekosystemtjänster har använts sedan början av 2000-talet och myntades i och med forskningsprogrammet Millennium Ecosystem Assessment som syftade till att utreda förändringar i ekosystem och deras påverkan på människor. Forskningsprogrammet tog fram en kategoriindelning av ekosystemtjänster: försörjande, reglerande, kulturella och stödjande ekosystemtjänster (Figur 73).



Figur 73. Illustration av de fyra grupperna av ekosystemtjänster.

Utifrån Havs- och vattenmyndighetens rapport 2015:12 (HaV, 2015) om ekosystemtjänster från svenska hav och påverkansfaktorer har följande ekosystemtjänster bedömts vara relevanta att beskriva och bedöma för vindpark Aurora:

- **Stödjande:** Upprätthållande av näringsvävens dynamik, upprätthållande av livsmiljöer, upprätthållande av biologisk mångfald
- **Försörjande:** Tillhandahållande av råvaror för produktion av mat
- **Reglerande:** Kvarhållande av sediment, reglering av giftiga ämnen
- **Kulturella:** Rekreation, kulturarv

## Stödjande

*Upprätthållande av näringsvävarnas dynamik* – En näringsväv beskriver sambandet och samverkan mellan producerande, konsumerande och nedbrytande organismer i ett ekosystem. Rubbningar i ekosystemet, både högt upp och långt ner i näringsväven, eller näringskedjan, kan orsaka följd effekter på hela ekosystemet i stort. Till exempel kan överfiske av rovfiskar leda till ökad biomassa av bytesfisk som äter djurplankton och bottendjur, vilket i sin tur leder till att biomassan av djurplankton minskar. Detta kan resultera i att dess föda, växtplankton och trådalger, ökar. Upprätthållande av näringsvävarnas dynamik är tätt sammankopplat med de två övriga stödjande ekosystemtjänsterna upprätthållande av livsmiljöer och upprätthållande av biologisk mångfald.

*Upprätthållande av biologisk mångfald* – Långsiktigt upprätthållande av biologisk mångfald är en stödjande funktion till de flesta andra ekosystemtjänsterna från havet. Övergödning, överfiske, fysisk påverkan som trålning och miljöolyckor är exempel på faktorer som kan påverka ekosystemtjänsten negativt. Upprätthållande av biologisk mångfald kopplar även till miljömålet ”ett rikt växt-och djurliv” samt Natura 2000, se kapitel 13.5.

*Upprätthållande av livsmiljöer* – Utbredningen och kvaliteten på livsmiljöer är viktiga för ekosystemens struktur och funktion. Livsmiljöerna består av biologiska, fysiska och kemiska komponenter vilka alla är viktiga för att uppfylla livsmiljöernas stödjande ekosystemtjänster.

## Reglerande

*Kvarhållande av sediment och Reglering av giftiga ämnen* – Kvarhållande av sediment är framför allt viktigt vid kusten för att motverka erosion och skred. På djupt vatten kopplar kvarhållande av sediment till föroreningar och sedimentspridning. Djupare havsbottnar påverkas i liten grad av vågor och vind, men i desto större grad av fysiska ingrepp som exempelvis bottentrålning med sedimentspridning och förändringar i utbytet av ämnen mellan vatten och bottensediment som eventuell följd.

## Försörjande

*Tillhandahållande av livsmedel* – Från haven fås livsmedel, främst i form av fisk och skaldjur.

## Kulturella

*Rekreation* – Haven ger upphov till rekreation både från land och vatten. Rekreativa värden från havet är till exempel att kunna vistas i havsnära miljöer, båturer, fritidsfiske och fågelskådning.

*Kulturarv* – I haven finns kulturhistoriska lämningar, både marina och sådana som tidigare legat ovanför vattenytan, se avsnitt 8.8 och 8.9 för ytterligare information om kulturmiljön.

## 8.16.2 Konsekvenser

### 8.16.2.1 Anläggningsfas

Under anläggning kommer sedimentspridning uppkomma, huvudsakligen vid installation av fundament. Förutom sedimentspridning kan anläggningsfasen medföra störningar i form av undervattensljud och ökad frekvens av båttrafik. Påverkan på de stödjande ekosystemtjänsterna som avgränsats ovan inkluderas och beskrivs i konsekvensbedömningen för de olika organismgrupperna bottenflora och bottenfauna, fisk, tumlare, säl och fågel i avsnitt 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 och 8.6. Sammantaget bedöms vindparken ge försumbar till liten konsekvens på arter och livsmiljöer under anläggningsfasen, framför allt med koppling till sedimentspridning och undervattensljud. Då konsekvenserna är små och temporära bedöms den planerade vindparken inte påverka de stödjande ekosystemtjänsterna. Sedimentspridning under anläggning är lokal och temporär och uppgrumlat sediment kommer att återsedimentera. Påverkan på de reglerande ekosystemtjänsterna är därmed försumbar under anläggningsfasen. Under anläggandet av vindparken kommer åtkomsten till området vara något begränsad. Detta kan ha påverkan på försörjande ekosystemtjänster som produktion av fisk samt kulturella ekosystemtjänster som fritidsfiske och båtturer. Påverkan på rekreation beskrivs och konsekvensbedöms i avsnitt 8.10 och bedöms sammantaget vara lokal och temporär med försumbar konsekvens. Påverkan på fisk beskrivs och konsekvensbedöms i avsnitt 8.3 och bedöms sammantaget bli av försumbar konsekvens. En begränsning av yrkesfiske (avsnitt 8.11) inom vindparksområdet kan även potentiellt ge positiva effekter på produktion av fisk. Verksamheten bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av varken stödjande, reglerande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under anläggningsfas.

### 8.16.2.2 Driftsfas

Under driftsfasen kommer mjukbottnar tas i anspråk av fundament samtidigt som hårda strukturer skapas som kan ge upphov till reveffekt. Utöver detta kan vindkraftverken leda till störning och undanträngning för grupper som fåglar och fladdermöss. Påverkan på de stödjande ekosystemtjänsterna som angetts ovan inkluderas och beskrivs i konsekvensbedömningen för de olika organismgrupperna bottenflora och bottenfauna, fisk, tumlare, säl, fågel och fladdermöss i avsnitt 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6 och 8.7. Under driftsfasen kommer miljörisker att hanteras för att motverka spill av oljor och kemikalier, se avsnitt 8.15. Sammantaget bedöms vindparken ge försumbar till liten konsekvens på arter och livsmiljöer under driftsfasen och de stödjande ekosystemtjänsterna. Om yrkesfisket, inklusive bottentrålning, begränsas i området bedöms samtliga stödjande ekosystemtjänster som nämns ovan gynnas. Etableringen av vindparken innebär en begränsning för yrkesfisket inom vindparken jämfört med idag. Reveffekt kan ha positiv påverkan på fisk. Reveffekten kan lokalt leda till ökad biologisk mångfald vilket även kan sprida sig till omgivande områden. Därmed skulle de försörjande ekosystemtjänsterna gynnas. Likaså skulle de försörjande ekosystemtjänsterna kunna gynnas på längre sikt av minskad bottentrålning. Påverkan på fisk samt yrkesfiske beskrivs i avsnitt 8.3 och

8.11. Den samlade bedömningen under driftsfasen för fisk bedöms bli försumbar, beroende på påverkansfaktorer och art. Rekreation inom vindparken kommer inte att påverkas av verksamheten då till exempel fritidsbåtar och mindre fiskebåtar fortsatt kan åka genom området. Vindparken kommer att bli synlig från rekreationssområden, både till havs och på land. Den fria horisonten bryts i vissa områden, men tillgängligheten påverkas inte varför de kulturella ekosystemtjänsterna inte påverkas. Vindparken bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, reglerande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under driftsfas.

### 8.16.2.3 Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen bedöms liknande påverkan som under anläggningsfasen ske, dock i betydligt mindre omfattning. Verksamheten bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av stödjande, reglerande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under avvecklingsfas.

## 8.17 Hushållning av resurser

### Samlad konsekvensbedömning

Anläggningen av vindpark Aurora medför användning av resurser. Utvinning och framställning av metaller och andra material, installation, transport, nedmontering och avfallshantering/återvinning krävs under ett vindkraftverks hela livscykel. De material som används går till största delen att återvinna eller återanvända, vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande. Sammantaget bedöms konsekvenserna för hushållning med resurser vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur även att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. Vindparken bedöms därför i sin helhet innebära ett effektivt nyttjande av energi och material samt vara ett hållbart sätt att nyttja vindenergiressursen.

Etableringen av vindpark Aurora medför att råvaror och energi tas i anspråk till bland annat tillverkning av vindparkens olika komponenter samt till driften. I detta avsnitt beskrivs användningen av naturresurser och hanteringen av avfall under vindparkens olika faser. Med naturresurser avses i detta avsnitt framförallt råvaror och material men även energi samt hushållningen med vatten- och vindresurser i vindpark Aurora. Den planerade vindparken kommer att ha en uppskattad maxeffekt om cirka 5 500 MW och en uppskattad årsproduktion om cirka 24 TWh. Vindparken kommer att omfatta upp till 370 vindkraftverk.

### 8.17.1 Förutsättningar

#### Energi och råvaror

Den totala energin som förbrukas över en vindparks hela livscykel kan jämföras med hur mycket elektricitet som produceras under vindparkens livstid, härigenom fås ett mått på hur energieffektiv en vindpark är. För ett landbaserat vindkraftverk tar det cirka ett halvår att producera energi motsvarande den mängd som krävs





för att tillverka, installera och montera ned vindkraftverket. Motsvarande siffra för havsbaserad vindkraft bedöms vara cirka 8 månader (Energimyndigheten, 2021b). Större vindkraftverk med större installerad effekt är mer effektiva, då det tar större verk kortare tid att producera den energi som motsvarar insatsenergin. De vindkraftverk som är aktuella vid tiden för etablering av vindpark Aurora förväntas ha en livslängd om cirka 40 - 45 år, vilket med ett antagande om en återbetalningsperiod på cirka 8 månader innebär att vindkraftverken under sin driftperiod kommer att producera el motsvarande 60 gånger insatsenergin.

Ett vindkraftverk består i huvudsak av komponenter tillverkade av stål, aluminium och glasfiberkompositer. Moderna vindkraftverk består till 80 - 90 procent av den totala vikten av stål och järn. Glasfiberkomposit används i rotorbladen och utgör i regel mellan 5-8 procent av den totala vikten, medan plastmaterial utgör mellan 3-4 procent av vindkraftverkets totala vikt (Energimyndigheten, 2021b)

I vindkraftverkens fundament används framförallt stål, som i sin tur kräver järn och kol för att framställas. För att anlägga erosionsskydd används naturresurser i form av sand, grus och sten, se även avsnitt 4.7.

Undervattenskablarna består av en kärna av metallerna koppar eller aluminium som omsluts av ett skyddande lager av plast eller gummi. Kabeln skyddas även av en armering som utgörs av galvaniserade ståltrådar, se även avsnitt 4.10.1.

### **Transporter och bränsle**

Vindparkens komponenter tillverkas i olika specialiserade fabriker och transporteras sedan till den plats där slutmontering sker. Naturresurser som sten, sand och grus kommer, när så är möjligt, att hämtas från närmast möjliga plats på land eller till havs (det sistnämnda kan vara aktuellt om exempelvis sand som tas ut från havsbotten används) vilket kan bidra till att minska transportavstånd och mängden förbrukat bränsle. Exempel på fartyg som kan komma att användas i anläggningsfasen är bland annat: installationsfartyg, pråmar, arbetsplattformar, servicefartyg och kranfartyg. Fartyg för transport av personal, resurser och förnödenheter, så kallade crew transfer vessels (CTV), kommer att utgå från en närbelägen hamn och behövs i projektets samtliga faser. Helikoptertransporter av viss personal eller komponenter kan komma att bli aktuella. Utvecklingsarbete pågår för att övergå till el- och vätgasdrivna CTV:er. Under anläggning och avveckling kan det även förekomma en eller flera så kallade guard vessels som säkrar installationsområdet från annan trafik.

Under anläggningsfasen, driftsfasen och avvecklingsfasen används bränsle till olika typer av transporter och för att driva tillhörande maskiner. För vindkraftverkens drift behövs i maskinhusen växellådsolja, kylarvätska, hydrauloljor, smörjoljor och batterivätskor. Även en mindre mängd olja för service och underhåll av vindkraftverken behövs under driftsfasen.

Optimering och planering av fartygstrafiken kommer att göras för att minska transportavstånd och begränsa antalet turer där så är möjligt för att minimera bränsleåtgången. De fartyg som används i projektets olika faser kommer bland annat att väljas med hänsyn till deras energieffektivitet och koldioxidavtryck.



## Återanvändning och återvinning

Det avfall som uppstår under anläggningsfasen och driftsfasen avses i första hand att återanvändas och i andra hand att återvinnas i största möjliga utsträckning. Under anläggningsfasen uppstår avfall framför allt i form av metaller, emballage och brännbart avfall. Detta avfall avses sorteras och hanteras i enlighet med gällande lagstiftning och transporteras sedan kortast möjliga sträcka för omhändertagande. I anläggningsfasen kan massor eventuellt behöva flyttas för att plana ut botten inom vindparken, mängden massor som flyttas ska minimeras i den utsträckning som är möjlig. I driftsfasen uppstår avfall vid underhåll av vindparken. Det avfall som genereras under driftsfasen är främst spilloljor, oljefilter, slitagekomponenter och emballage. Dessa sorteras och omhändertas enligt gällande lagstiftning. Den mängd avfall och farligt avfall som uppstår under anläggningsfasen och driftsfasen är små i förhållande till den materielmängd som uppkommer vid avvecklingskedet av vindparken.

När vindparken nått slutet av sin livslängd påbörjas avvecklingsfasen, vilket innebär att vindkraftverk, fundament och transformatorstationer demonteras och att platsen återställs i erforderlig omfattning. Under avvecklingsfasen används bränsle till transporter för att forsla bort vindparkens komponenter. Transporterna under avvecklingsfasen förväntas vara av ungefär samma omfattning som under anläggningsfasen. En avvecklingsplan tas fram cirka två år innan demontering påbörjas i syfte att minimera effekterna på miljön och andra intressen samt för att hushålla med resurser.

Avvecklingen av vindparken ligger långt fram i tiden, vilket innebär att marknaden för omhändertagande av vindkraftverk som tagits ur bruk kan förväntas se annorlunda ut. I Sverige finns det redan idag en marknad för att sälja vidare delar av de vindkraftverk som hittills tagits ur bruk. Det bedöms vara sannolikt att det i ännu större utsträckning utvecklats en marknad för avvecklade vindkraftverk när det blir aktuellt för avveckling av vindpark Aurora.

I avvecklingsfasen kan komponenter komma att renoveras och/eller säljas vidare, beroende på hur lång livslängd respektive komponent har kvar. Det finns möjlighet att återanvända rotorblad, gir-mekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn efter renovering. Flera bolag erbjuder idag ombyggnadsservice av vindkraftverk. Om delarna i ett vindkraftverk inte kan återanvändas är de flesta komponenterna återvinningsbara. Exempelvis så har stål, koppar och aluminium väl beprövade återvinningsprocesser. Rotorblad består huvudsakligen av glasfiberkomposit som kan återanvändas i cementindustrin. Nya återvinningsprocesser är under utveckling så att plastkomponenter och glasfibrer kan separeras och återanvändas istället för att använda jungfruligt material. Fundament och plattformar till havs består till största delen av stål som kan återvinnas vid en nedmontering. Undervattenskabel kan återvinnas genom att samtliga material i kabelsegmentet separeras och sedan återvinns var för sig. Återanvändning och materialåtervinning ska ske i största möjliga utsträckning för att avvecklingsfasens inverkan på miljön ska minimeras och för att hushålla med resurser.



## Energi

I klimatavsnittet beskrivs den livscykelanalys (LCA) som genomförts för vindkraftverk, se avsnitt 8.1. I livscykelanalysen ställs vindparkens elproduktion mot insatsenergin. Insatsenergin är den totala energin som används vid tillverkning, utvinning av metaller och material, installation och transport, under drift och vid nedmontering samt för avfallshantering/återvinning av vindkraftverket. Livscykelanalysen visar att insatsenergin endast motsvarar några procent av den el som vindparken producerar under driftsfasen. Vindpark Aurora kommer att producera cirka 60 gånger mer el under den förväntade driftsperioden än vad som går åt till insatsenergin. Större vindkraftverk producerar mer energi än mindre vindkraftverk, varav kortare tid krävs för stora vindkraftverk att producera lika mycket energi som insatsenergin, vilket är en optimering av resursanvändningen.

## Marin yta

Vindpark Aurora är cirka 1 045 km<sup>2</sup> stor, men som mest kommer endast cirka 1,5 procent av vindparkens totala bottenyta att påverkas av fysisk störning till följd av etablering av vindkraftverk, transformatorstationer, erosions skydd och internkabelnät, se avsnitt 8.2.

### 8.17.2 Konsekvenser

Under anläggningsfasen, och till viss del även i driftsfasen, används råvaror och bränslen vilket är resursintensivt. Merparten av de material som används, framförallt stål, betong och naturmaterial (exempelvis, sten, grus, sand), går att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och sammantaget bedöms konsekvenserna således vara försumbara för hushållning med resurser. Nyttjandet av resurser för anläggning av vindpark Aurora möjliggör i sin tur att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. Vindparken bedöms därför innebära ett effektivt nyttjande av energi, material och vindresurser.

Genomförd konsekvensutredning visar att vindparken i stor utsträckning, med implementering av lämpliga skyddsåtgärder, kan anläggas utan att övriga intressen i berört område påverkas betydligt, vilket medför att resurser nyttjas optimalt. Berört vattenområde brukas temporärt under den tid som vindkraften behövs som förnyelsebar energikälla för den gröna omställningen och kan sedan nyttjas för ett annat ändamål om andra behov uppstår i framtiden. Efter det att vindparkens livstid passerat kan den nedmonteras och platsen återställas. Vindparken bedöms därför i sin helhet innebära ett effektivt nyttjande av energi och material samt vara ett hållbart sätt att nyttja naturresurser.

## 8.18 Lagring av koldioxid och materialutvinning

### Samlad konsekvensbedömning

Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande finns inga kända aktuella eller planerade projekt för lagring av koldioxid inom den planerade vindparken eller i dess närområde. Sökanden har heller ingen kännedom om pågående eller planerade projekt i svenskt vatten. Den planerade vindparken ligger inte inom ett område som pekats ut som lämpligt för geologisk lagring av koldioxid. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för lagring av koldioxid.

Vindpark Aurora berör ingen pågående eller planerad materialutvinning. Den planerade vindparken berör inte heller några områden som pekats ut som områden för sandutvinning eller utredningsområden för sandutvinning. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för materialutvinning från havsbotten.

### 8.18.1 Förutsättningar

#### 8.18.1.1 Geologisk lagring av koldioxid

Geologisk lagring av infångad koldioxid i berggrunden (Carbon Capture and Storage, CCS) är ett sätt att minska utsläppen av koldioxid till atmosfären och tekniken lyfts bland annat fram i handlingsplanerna för att nå klimatmålen. Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande förekommer ingen lagring av koldioxid tills havs i Sverige, men SGU har medverkat till att identifiera områden som bedöms som lämpliga för lagring av koldioxid (SGU, 2017).

Det är den lokala geologin som ger förutsättningarna för lagring av koldioxid. Sedimentära bergarter som kalksten och sandsten kan, på grund av sin porositet, vara lämpliga, medan magmatiska bergarter som gnejs och granit, på grund av sin kristallina struktur, inte lämpar sig för lagring av koldioxid. Sedimentära bergarter som kalksten och sandsten är vanligt förekommande i Europa, medan merparten av berggrunden i Sverige består av kristallina bergarter. De sedimentära bergarter som kan vara lämpliga för lagring av koldioxid, till exempel porösa sandstenar, förekommer framför allt inom havsområden i sydöstra Östersjön och intill sydvästra Skåne.

Verksamhetsområdet för den planerade vindparken 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. Vindpark Aurora ligger dock inte inom eller i närheten av det delområde som pekats ut som en potentiell lagringsenhet.

#### *8.18.1.2 Materialutvinning från havsbotten*

Materialutvinning från havsbotten innebär att material i form av till exempel sand och grus avlägsnas från havsbotten för att användas vid exempelvis produktion av byggnadsmaterial eller vid strandfodring (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Det finns ingen pågående eller planerad mineralutvinning inom den planerade vindparkens projektområde (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Det finns inte heller några områden som pekats ut som områden för sandutvinning eller utredningsområden för sandutvinning i de antagna havsplanerna (Havs- och vattenmyndigheten, 2022).

### 8.18.2 Konsekvenser

#### *8.18.2.1 Geologisk lagring av koldioxid*

Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande finns inga kända aktuella eller planerade projekt för lagring av koldioxid i området. Sökanden har heller ingen kännedom om pågående eller planerade projekt i svenskt vatten och en fullständig konsekvensbedömning avseende påverkan på eventuella framtida anläggningar är således inte möjlig. Den planerade vindparken ligger som tidigare nämnts inte inom ett område som pekats ut som lämpligt för geologisk lagring av koldioxid. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för lagring av koldioxid.

#### *8.18.2.2 Materialutvinning från havsbotten*

Vindpark Aurora berör ingen pågående eller planerad materialutvinning. Den planerade vindparken berör inte heller några områden som pekats ut som områden för sandutvinning eller utredningsområden för sandutvinning. Vindparken bedöms således inte medföra några konsekvenser för materialutvinning från havsbotten.

## 9. Effekter och konsekvenser av följdverksamhet

Anslutningskablarna från den planerade vindparken till land (se avsnitt 4.11) samt de fartygstransporter som sker under vindpark Auroras anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas utgör följdverksamheter till den sökta verksamheten. I föreliggande kapitel sammanfattas de förväntade konsekvenserna av dessa följdverksamheter.

Anslutningskablarnas läge inom de planerade kabelkorridorerna kommer att fastställas när exakta anslutningspunkter är beslutade och erforderliga undersökningar har utförts. För anslutningskablarna kommer därför ett separat tillstånd att ansökas om i särskild ordning. Inom ramen för den tillståndsansökan som avser anslutningskablarna kommer konsekvenserna av anläggning, drift och avveckling av kablarna att utredas och redovisas i större detalj. Nedan beskrivs den påverkan och de konsekvenser som kan uppstå på ett övergripande sätt.

### 9.1 Anslutningskablar

Anslutningskablarna från vindparken till land bedöms inte medföra någon påverkan på fladdermöss, landskapsbild, friluftsliv eller luftfart.

#### 9.1.1 Aktuella påverkansfaktorer

För anslutningskablarna har de huvudsakliga påverkansfaktorer (se kapitel 6 för en beskrivning av påverkansfaktorer) som bedöms kunna bli aktuella för anläggningsfasen respektive driftsfasen identifierats. Den slutliga bedömningen avseende vilka påverkansfaktorer som blir aktuella görs inom ramen för den tillståndsansökan som avser anslutningskablarna när anslutningspunkter och sträckningar har fastställts.

#### 9.1.2 Anläggningsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för anslutningskablarna under anläggningsfasen är framför allt sedimentsuspension, sedimentation, miljögifter och näringsämnen, undervattensljud, luftburet ljud, främmande arter, utsläpp till vatten, fysisk påverkan på havsbotten och nautiska risker.

#### 9.1.3 Driftsfas

De påverkansfaktorer som bedöms kunna bli aktuella för anslutningskablarna under driftsfasen är framför allt elektromagnetiska fält och reveffekter. Även påverkan på sjöfart, Totalförsvarets intressen och yrkesfisket har beaktats i bedömningen.

#### 9.1.4 Bedömd påverkan

Inom utredningskorridorerna för anslutningskablarna kommer olika geofysiska och geotekniska undersökningar att genomföras som en del av anläggningsfasen. Givet att mjuk uppstart och successiv upptrappning används bedöms inga marina däggdjur förekomma inom de områden där tröskelvärden för PTS och TTS riskerar att överskridas och påverkan från undervattensljud på marina däggdjur bedöms därmed som försumbar.

Vid nedläggning av anslutningskablar under anläggningsfasen kommer viss sedimentsuspension och sedimentation att uppstå. Den sedimentsuspension och sedimentation som uppstår beror framför allt på förekommande bottenförhållanden och på valet av anläggningsteknik. Där havsbotten utgörs av mjukbotten kommer kablarna att grävas, spolats eller plöjas ned i sedimentet och där havsbotten utgörs av hårdbotten kommer de att täckas över och skyddas av sten eller betongmattor. Den anläggningsteknik som ger upphov till den mest omfattande sedimentsuspensionen och sedimentationen är spolning.

Både sedimentsuspensionen och sedimentationen som uppstår som ett resultat av nerspolningen av anslutningskabel är begränsad till själva kabelkorridoren, se Bilaga B.2. Denna kabelkorridor förväntas vara relativt representativ för samtliga kabelkorridorer. Anläggning av kablar inom de övriga korridorerna förväntas inte medföra mer omfattande sedimentsuspension.

Anslutningskablarna kan komma att påverka bottenfloran och bottenfaunan under den planerade vindparkens olika faser. På de ytor där kablarna ska förläggas kommer en direkt fysisk påverkan att uppstå. Diket som uppstår då kabeln begravs har vanligen en bredd på cirka två till tre meter eller mindre, men det varierar beroende på förekommande sediment och val av installationsmetod. Lokalt, och särskilt vid mjuka bottensubstrat, kan diket bli upp till 10 meter. Bottenfloran och bottenfaunan inom kablarnas närområde kan komma att påverkas av sedimentsuspension och sedimentation, samt av eventuella miljögifter och näringsämnen som förekommer i sedimenten. Sten eller betongmattor som används för att täcka över anslutningskablar som anlagts på hårdbotten kan förväntas koloniserats av den bottenflora och bottenfauna som förekommer inom det berörda området.

Känsligheten för sedimentsuspension och sedimentation för de arter som förekommer inom korridorerna för anslutningskablarna bedöms överlag vara liten till måttlig. Precis som för internkabelnätet bedöms koncentrationen av suspenderat sediment, varaktigheten av sedimentsuspensionen och sedimentationens utbredning bli av sådan begränsad omfattning att påverkan på bottenfloran och bottenfaunan blir liten och konsekvensen blir försumbar.



Fisk kan hantera förhöjda halter av suspenderat sediment och de har även möjlighet att lämna eller tillfälligt undvika de områden som berörs av förläggningen av anslutningskablarna. Störningarna från den tillfälliga fartygstrafik som hör samman med kabelnedläggningen bedöms vara försumbar i jämförelse med störningarna från befintlig fartygstrafik. Påverkan på fisk bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

Marina däggdjur är mindre känsliga för sedimentspridning och de kan födosöka även i grumligt vatten. De har även möjlighet att, liksom fisk, lämna eller tillfälligt undvika de områden som berörs av förläggningen av anslutningskablarna. Störningarna från den tillfälliga fartygstrafik som hör samman med kabelnedläggningen bedöms vara försumbar i jämförelse med störningarna från befintlig fartygstrafik. Påverkan på marina däggdjur bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

I likhet med det interna kabelnätet kommer även anslutningskablarna att ge upphov till elektromagnetiska fält. De elektromagnetiska fälten är, så som beskrivits tidigare, som störst vid själva kabeln för att sedan avta snabbt med avståndet från kabeln. Påverkan på marina däggdjur, bottenflora och bottenfauna samt fisk från elektromagnetiska fält från anslutningskablarna bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

På södra Öland förekommer viktiga liggplatser för knobbsäl. Påverkan från följdverksamhet på sälar kan förekomma vid arbeten inom den södra kabelkorridoren och då framför allt om arbeten utförs i samband med parningssäsongen och under perioden då kutarna är små. I samband med processen för att ansöka om tillstånd för anslutningskablarna kommer en bedömning av behovet av eventuella skyddsåtgärder eller försiktighetsmått att genomföras. Om ett sådant behov bedöms föreligga kommer erforderliga skyddsåtgärder eller försiktighetsmått att vidtas. Påverkan på säl bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

För fåglar kan påverkan från följdverksamhet uppstå under anläggningsfasen och då i form av tillfällig undanträngning i och med störningar från fartyg och pågående anläggningsarbeten. Beroende på vilka platser för anslutningar på land som väljs, så kan konsekvenserna för fågellivet variera. I samband med processen för att ansöka om tillstånd för anslutningskablarna kommer en bedömning av behovet av eventuella skyddsåtgärder eller försiktighetsmått att genomföras. Om ett sådant behov bedöms föreligga kommer erforderliga skyddsåtgärder eller försiktighetsmått att vidtas. Påverkan på fåglar bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.





Anslutningskablarnas påverkan på och konsekvenser för rekreation och friluftsliv, samt för eventuella närboende, bedöms bli desamma som för det interna kabelnätet inom den planerade vindparken. Eftersom anslutningskablarna dras hela vägen in till land kan ljud från anläggningsarbeten och transporter, vilket kan störa eventuella närboende eller människor som av en eller annan anledning vistas inom närområdet, uppkomma temporärt i samband med att anläggningsarbetena utförs. Påverkan på rekreation och friluftsliv, samt på eventuella närboende, bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

Anslutningskablarnas påverkan på kulturmiljön, inklusive eventuella marinarkeologiska lämningar, kommer att utredas i ett senare skede, närmare detaljprojekteringen. Anslutningskablarnas exakta sträckningar inom kabelkorridorerna kommer så långt möjligt att anpassas för att undvika påverkan på kulturmiljön och på eventuella marinarkeologiska lämningar. Påverkan bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

För yrkesfisket och sjöfarten kan temporära störningar uppstå vid anläggningsarbetena, på grund av den tillkommande fartygstrafik som uppstår i samband med dessa. Information om anläggningsarbeten kommer att kommuniceras till berörda myndigheter och parter via lämpliga kanaler. Anslutningskablarna kommer att passera ett eller flera fartygsstråk (se avsnitt 3.9.3) vilket innebär en viss påverkan för sjöfarten, detta då ankring så långt möjligt ska undvikas intill kablarna.

Alternativet för kabelkorridor som löper söder om Aurora och rundar Ölands södra udde kommer troligtvis att passera igenom ett minriskområde öster om Öland. Öster om Öland har det tidigare funnits ett miljöfarligt vrak, detta har bärgats och utgör därmed ingen fara för kabelkorridoren. Inget av alternativen för kabelkorridorer som är planerade norr om Aurora riskerar att vare sig passera igenom ett minriskområde eller stöta på något dokumenterat miljöfarligt vrak. Eventuell förekomst av icke-detonerad ammunition (UXO) kommer att kartläggas som en del av detaljprojekteringen (se avsnitt 08.15.6).

För de av Totalförsvarets intressen som redovisas öppet kan eventuella temporära störningar uppstå vid anläggningsarbetena, på grund av den tillkommande fartygstrafik och de arbetsmoment som uppstår i samband med dessa. För att minska risken för påverkan i samband med anläggningsarbetena kommer OX2 att föra en kontinuerlig dialog med Forsvarsmakten avseende bland annat planerade övningsplaner, tidplaner för kabelförläggning och annat som kan påverka förutsättningarna för respektive part.

Anläggningsarbetena för anslutningskablarna kommer att samordnas med anläggningsarbetena för den planerade vindparken. Risk och säkerhet (se avsnitt 8.15) kommer därmed att hanteras gemensamt. Sammantaget bedöms påverkan från anslutningskablarna bli obetydlig och konsekvenserna bedöms därmed bli försumbara.



## 9.2 Transporter

Utöver de ljud som förekommer vid olika arbetsmoment under anläggningsfasen uppstår även ljud från de fartyg som används för att utföra de olika arbetsmomenten samt för att transportera komponenter till eller från vindparken. Under driftsfasen är det framför allt ljud från de oftast mindre fartyg som används för att utföra underhåll och service i vindparken som kan uppstå.

Antalet fartygstransporter som genomförs under anläggningsfasen kommer att vara litet i förhållande till den fartygstrafik som förekommer på de farleder som är belägna inom den planerade vindparkens närområde. Påverkan på marina däggdjur och fisk från de fartygstransporter som genomförs under anläggningsfasen bedöms vara liten och konsekvensen bedöms bli liten.

Antalet fartygstransporter som genomförs under driftsfasen och de ljud som uppstår som ett resultat av dessa transporter kommer att vara försumbart i förhållande till befintlig fartygstrafik. Påverkan på marina däggdjur och fisk från fartygstransporter under driftsfasen bedöms bli obetydlig och konsekvenserna bedöms bli försumbara.

Den planerade vindparkens påverkan från transporter har även beaktats i samband med bedömningen av effekter och konsekvenser i avsnitt 8.

## 10. Kumulativa effekter

### **Samlad konsekvensbeskrivning**

Kumulativa effekter kan uppstå med andra befintliga eller planerade verksamheter inom vindpark Auroras närområde. Vid bedömningen av kumulativa effekter har befintliga havsbaserade vindparker samt sjöfart och yrkesfiske beaktats. Vidare har även planerade havsbaserade vindparker beaktats i den mån det är möjligt, dock med reservation för att betydande osäkerheter föreligger kring planerade projekt.

Kumulativa effekter bedöms inte uppstå med befintliga havsbaserade vindparker, varken under anläggningsfasen eller under driftsfasen. De kumulativa effekter som uppstår med sjöfarten och yrkesfisket bedöms vara försumbara, för såväl anläggningsfasen som driftsfasen.

Vid händelse av att vindpark Auroras anläggningsfas helt eller delvis överlappar med en eller flera närliggande planerade vindparker kan begränsade kumulativa effekter avseende sedimentsuspension, sedimentation och undervattensljud uppstå. Dessa effekter bedöms dock sammantaget vara försumbara. Den kumulativa påverkan på landskapsbilden, om både Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark skulle anläggas, har bedömts bli liten till måttlig och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö bedöms bli små till måttliga.

### **10.1 Förutsättningar**

I föreliggande kapitel beskrivs bedömningen av kumulativa effekter. Kumulativa miljöeffekter beskriver hur en åtgärd eller en verksamhet, tillsammans med andra tidigare, pågående eller framtida åtgärder eller verksamheter, påverkar miljön i ett område. I detta kapitel beskrivs således de samlade effekterna från den planerade vindparken Aurora i kombination med den påverkan som uppstår, eller som teoretiskt sett skulle kunna uppstå, från en eller flera närliggande havsbaserade vindparker eller andra åtgärder eller verksamheter som kan ge upphov till kumulativ påverkan.

En utgångspunkt för bedömningen av de kumulativa effekterna är att endast befintliga och tillståndsgivna åtgärder och verksamheter, vilka potentiellt kan påverka samma miljöaspekter som vindpark Aurora, till fullo inkluderas i bedömningen. Sådana åtgärder och verksamheter bedöms vara tillräckligt konkreta och tillräckligt väl definierade för att en bedömning av kumulativa effekter ska kunna göras.

Även kumulativa effekter från åtgärder och verksamheter som planeras, men som ännu inte ansökt om och/eller erhållit tillstånd, beskrivs i viss utsträckning, men endast i den mån det är möjligt utifrån tillgängligt informationsunderlag, exempelvis samrådsunderlag eller information som finns publicerad på olika verksamhetstövares hemsidor. I sammanhanget kan det särskilt understrykas att det för planerade icke-tillståndsgivna projekt som regel föreligger en mycket stor osäkerhet kring vad gäller såväl ett projekts möjlighet att faktiskt realiseras som dess slutliga omfattning, utformning och miljöpåverkan, vilket avsevärt försvårar och

begränsar möjligheten till bedömning av kumulativa effekter. Som exempel kan nämnas att utformningen av projekt- och verksamhetsområden för havsbaserade vindparker ofta förändras, exempelvis då områden anpassas för att ta hänsyn till olika förekommande intressen.

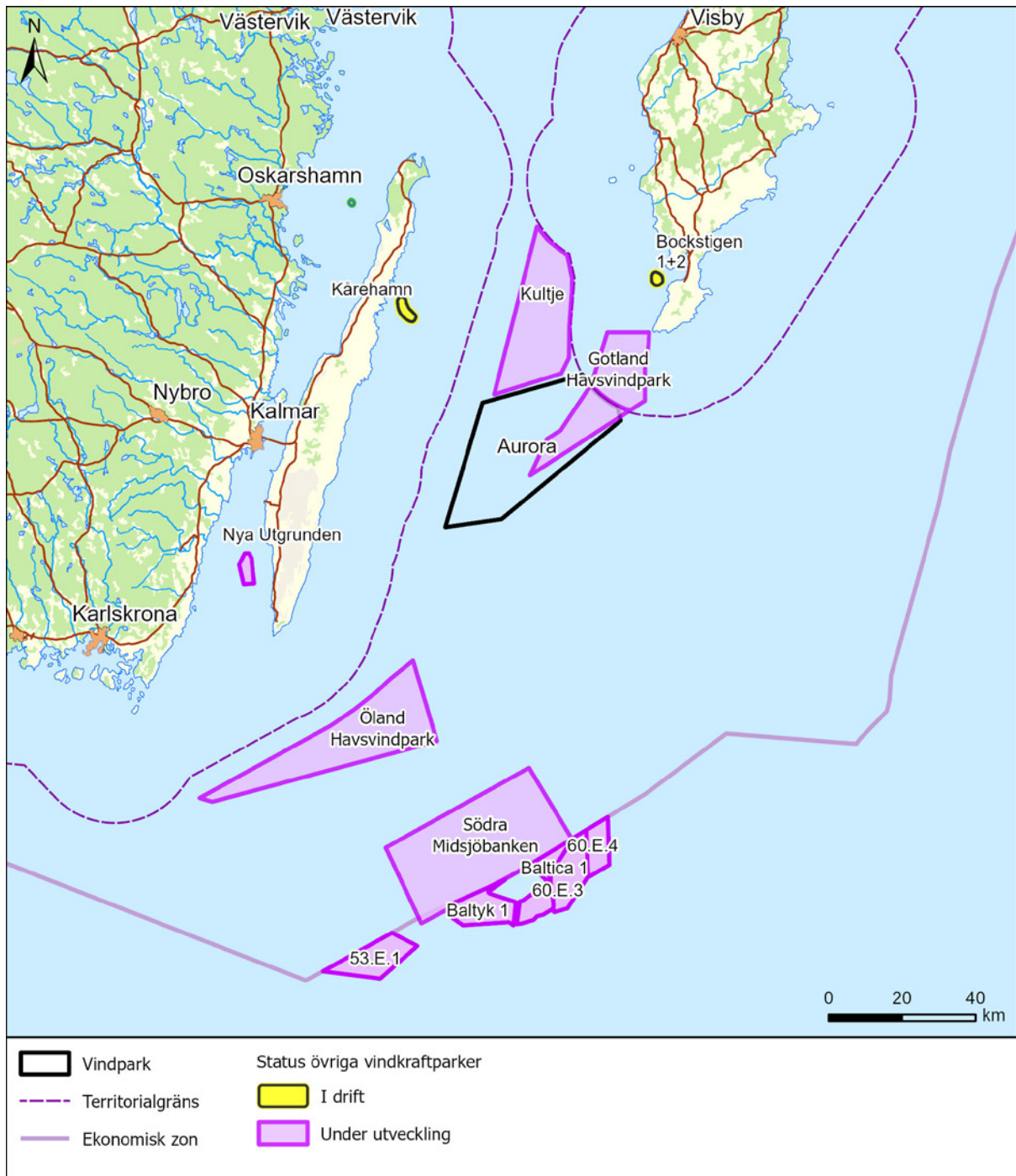
Utöver bedömningarna av kumulativa effekter från andra havsbaserade vindparker görs även en bedömning av kumulativa effekter från sjöfart och fiske. Eftersom det inte förekommer några elkablar eller gasledningarna som är förlagda på havsbotten inom Auroras omedelbara närområde ingår inga sådana anläggningar och installationer i bedömningen av de kumulativa effekterna.

Inom den planerade vindparken Auroras närområde i Egentliga Östersjön förekommer två befintliga svenska havsbaserade vindparker, Kårehamn och Bockstigen, för vilka det går att göra en bedömning av kumulativa effekter. Därutöver förekommer ett antal olika planerade havsbaserade vindparker, både inom och utanför svensk ekonomisk zon, se avsnitt 3.9.1. De planerade vindparkernas nuvarande status varierar, för vissa av dem har samråd genomförts, medan andra projekt befinner sig i tidigare utredningsskeden. Det kan inte heller uteslutas att något eller några av de andra projekten avbrutits eller pausats på obestämd tid. För de planerade vindparkerna blir bedömningen av eventuell kumulativ påverkan teoretisk, givet de tidigare nämnda betydande osäkerheterna som dessa projekt är behäftade med.

I Tabell 65 och i Figur 74 redovisas befintliga vindparker samt planerade projekt inom den planerade vindparken Auroras närområde. De planerade projekt som är belägna utanför svensk ekonomisk zon och som ingår i bedömningen av de kumulativa effekterna ligger inom samma övergripande område och redovisas därför samlat i tabellen.

Tabell 65. Befintliga vindparker och planerade projekt inom Auroras närområde för vilka kumulativa effekter bedöms.

Befintliga vindparker	Projektets status	Avstånd till Aurora (km)	Byggår
Bockstigen I	I drift sedan 1998	34	1998
Kårehamn	I drift sedan 2013	35	2013
Planerade projekt	Projektets status	Avstånd till Aurora (km)	Byggår
Kultje havsvindpark, Sverige	Under utveckling	Den planerade vindparken angränsar till Aurora	-
Bockstigen II, Sverige	Under utveckling	25 - 30	-
Öland havsvindpark, Sverige	Under utveckling	37,5	-
Gotland havsvindpark, Sverige	Under utveckling	Den planerade vindparken överlappar delvis med Aurora	-
Södra Victoria (tidigare Södra Midsjöbanken), Sverige	Under utveckling	75	2026 -2028
Nya Utgrunden, Sverige	Under utveckling	53,5	-
Baltyk 1, Baltica 1, Baltex 4, Baltex 5 och Sea Wind Kilwer (Utanför svensk ekonomisk zon)	Under utveckling	90 - 150	-



Figur 74. Befintliga vindparker samt planerade projekt inom Auroras närområde. © [Lantmäteriet] 2021

De miljöaspekter där en kumulativ effekt bedöms kunna uppstå beskrivs närmare nedan.

## 10.2 Anläggningsfas

Anläggningsarbetena för en vindpark planeras lång tid i förväg och tillsynsmyndigheten kommer att vara involverad i arbetet med framtagandet av kontrollprogram. Därutöver kommer både kontrollprogram och installationsplaner att inges till tillsynsmyndigheten flera månader innan arbetena påbörjas. Tillsynsmyndigheten kommer därmed att ha en helhetsbild över planerade anläggningsarbeten inom området, vilket möjliggör för tillsynsmyndigheten att vid behov, tillsammans med verksamhetsutövarna, samordna och koordinera utförandet, till undvikande av kumulativa effekter.

Tillsynsmyndigheten har även möjlighet att förelägga om nödvändiga skyddsåtgärder eller försiktighetsmått. För de planerade vindparker som ligger utanför svensk ekonomisk zon kommer samverkan för att minska risken för att kumulativa effekter uppstår att ske så långt det är möjligt.

### 10.2.1 Sedimentsuspension

#### 10.2.1.1 Befintliga verksamheter

De befintliga vindparkerna ger inte upphov till någon betydande sedimentsuspension, vilket innebär att inga kumulativa effekter avseende denna påverkansfaktor uppstår.

Varken sjöfarten eller yrkesfisket, då bottentrålning inte förekommer i någon större utsträckning inom den planerade vindparkens närområde ger upphov till någon betydande sedimentsuspension, vilket innebär att dessa verksamheter inte bidrar till några kumulativa effekter.

#### 10.2.1.2 Planerade projekt

För sedimentsuspension är det endast de planerade vindparkerna Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark som skulle kunna ge upphov till kumulativa effekter med den planerade vindparken Aurora. De övriga planerade vindparkerna ligger på för stora avstånd från Aurora för att påverkansområdena för sedimentsuspension ska kunna överlappa.

Eventuella kumulativa effekter skulle teoretiskt sett kunna uppstå i de områden där påverkansområdena avseende sedimentsuspension för de planerade vindparkerna överlappar varandra, dock under förutsättning att de olika vindparkerna anläggs samtidigt och att anläggningsarbeten pågår mer eller mindre parallellt i de delar av de olika planerade vindparkerna som angränsar till varandra.



Kultje havsvindpark är planerad att anläggas norr om Aurora och enligt samrådsunderlaget för vindparken ska denna vindpark anläggas uteslutande med flytande fundament, vilka som regel ger upphov till mindre sedimentsuspension än bottenfasta fundament. Vid ett teoretiskt scenario där anläggningsarbeten som ger upphov till sedimentsuspension utförs mer eller mindre samtidigt vid Auroras norra gräns och vid Kultjes södra gräns (se Figur 74) skulle de områden som påverkas av sedimentsuspension från respektive vindpark kunna överlappa varandra och ge upphov till en additiv effekt.

Gotland havsvindpark överlappar delvis Aurora, vilket innebär att båda projekten inte kommer att kunna byggas ut i sin helhet. Däremot skulle de kunna anläggas så att de båda vindparkerna ligger i anslutning till varandra. Gotland havsvindpark har dock inte varit föremål för samråd ännu, vilket innebär att det är mycket oklart vilket område som slutligen kan komma att bli aktuellt och vad som eventuellt kan komma att byggas. Vid ett teoretiskt scenario där anläggningsarbeten som ger upphov till sedimentsuspension utförs mer eller mindre samtidigt vid Auroras nordöstra gräns och vid Gotland havsvindparks sydöstra gräns (se Figur 74) skulle de områden som påverkas av sedimentsuspension från respektive vindpark kunna överlappa varandra och ge upphov till en additiv effekt.

Som angetts ovan kan kumulativa effekter avseende sedimentsuspension teoretiskt sett uppstå inom ett par begränsade områden och under vissa förutsättningar. Påverkan skulle framför allt kunna ske på bottenflora och bottenfauna samt på fisk. I avsnitt 8.2 respektive 8.3 beskrivs förutsättningarna för påverkan från sedimentsuspension på bottenflora och bottenfauna respektive på fisk mer utförligt. De områden där kumulativa effekter skulle kunna uppstå är belägna på relativt stora djup, cirka 50 - 90 meter, och inom dessa områden råder det periodvis syrefria eller syrefattiga förhållanden, vilket sammantaget påverkar förutsättningarna för, och förekomsten av, bottenflora och bottenfauna samt fisk. Känsligheten och värdet för bottenflora och bottenfauna samt för fisk, med avseende på kumulativa effekter från sedimentsuspension, bedöms vara liten. Påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig.

## 10.2.2 Sedimentation

### 10.2.2.1 Befintliga verksamheter

De befintliga vindparkerna ger inte upphov till någon sedimentation, vilket innebär att inga kumulativa effekter avseende denna påverkansfaktor uppstår.

Varken sjöfarten eller yrkesfisket inom den planerade vindparkens närområde ger upphov till någon betydande sedimentation, vilket innebär att dessa verksamheter inte bidrar till några kumulativa effekter.



#### 10.2.2.2 Planerade projekt

För sedimentation är det endast de planerade vindparkerna Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark som skulle kunna ge upphov till kumulativa effekter för den planerade vindparken Aurora. De övriga vindparkerna ligger på för stora avstånd från Aurora (se Figur 74) för att påverkansområdena för sedimentation ska kunna överlappa.

Eventuella kumulativa effekter skulle teoretiskt sett kunna uppstå i de områden där påverkansområdena avseende sedimentation för de olika planerade vindparkerna överlappar varandra. Kumulativa effekter avseende sedimentation kan, till skillnad från för sedimentsuspension, uppstå även om de olika vindparkerna anläggs vid olika tillfällen, exempelvis genom att ett område av havsbotten överlagras med sediment i två olika omgångar.

Påverkan från kumulativa effekter avseende sedimentation skulle framför allt kunna ske för bottenflora och bottenfauna. I avsnitt 8.2 beskrivs förutsättningarna för påverkan från sedimentation på bottenflora och bottenfauna mer utförligt. De områden där kumulativa effekter skulle kunna uppstå är belägna på relativt stora djup, cirka 50 - 90 meter, och inom dessa områden råder det periodvis syrefria eller syrefattiga förhållanden, vilket sammantaget påverkar förutsättningarna för, och förekomsten av, bottenflora och bottenfauna. Känsligheten och värdet för bottenflora och bottenfauna, med avseende på kumulativa effekter från sedimentation, bedöms vara liten. Påverkans storlek och omfattning bedöms vara obetydlig.

#### 10.2.3 Undervattensljud

##### 10.2.3.1 Befintliga verksamheter

De befintliga vindparkerna ger inte upphov till något betydande undervattensljud, vilket innebär att inga kumulativa effekter avseende denna påverkansfaktor uppstår.

Ljud från den ordinarie sjöfarten inom området kan komma att ge upphov till kumulativa effekter avseende undervattensljud. De närliggande farlederna för sjöfarten ger redan idag upphov till undervattensljud och den tillkommande fartygstrafiken i området under anläggningsfasen för vindpark Aurora bedöms endast bidra till en mycket begränsad ökning av undervattensljud från fartyg, samt endast pågå under en begränsad tidsperiod och inom begränsade områden. Mot bakgrund av detta bedöms påverkan från kumulativa effekter avseende undervattensljud som kan uppstå som ett resultat att den tillkommande fartygstrafiken vid anläggningsarbetena vara obetydlig och konsekvenserna bedöms vara försumbara.

##### 10.2.3.2 Planerade projekt

För undervattensljud är det de planerade vindparkerna Kultje havsvindpark, Bockstigen II, Öland havsvindpark, Gotland havsvindpark och Södra Victoria, samt även de projekt som är belägna utanför svensk ekonomisk zon, som skulle kunna ge upphov till kumulativa effekter. Detta kan inträffa om anläggningsarbetena som



ger upphov till höga impulsiva ljud (framför allt pålning) pågår samtidigt inom de olika planerade vindparkerna. Ett sådant scenario skulle kunna innebära att ljudutbredningen från de olika vindparkerna överlappar, eller att ljudutbredningen blir sådan att exempelvis tumlare, på grund av undervattensljudet, inte kan uppehålla sig inom delar av sina kärnområden.

Eventuell påverkan från flera vindparker skulle framför allt kunna ge upphov till kumulativa effekter på tumlare, säl och fisk under anläggningsfasen. Effekterna kan bestå av att tumlare, säl och fisk behöver simma längre sträckor för att komma bort från områden där höga nivåer av undervattensljud förekommer. Alternativt att tumlare, säl och fisk blir inträngda eller inte kan uppehålla sig inom vissa områden om anläggningsarbeten pågår samtidigt på flera olika platser.

Kultje havsvindpark planeras anläggas med enbart flytande fundament, vilket innebär att ingen pålning av fundamenten behöver ske. Dock kan de förankringsanordningar som håller fast de flytande fundamenten komma att pålas ner. Bockstigen II ligger i huvudsak inom relativt grunda områden, där vattendjupet är cirka 10 - 30 meter, vilket skulle kunna påverka valet av fundament, exempelvis genom att gravitationsfundament kan vara ett möjligt alternativ. Öland havsvindpark, Gotland havsvindpark och Södra Victoria ligger också delvis inom relativt grunda områden, vilket kan påverka behovet och omfattningen av eventuell pålning. Som tidigare nämnts är status för Öland havsvindpark vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande oklar. Behovet och omfattningen av eventuell pålning för de planerade projekt som är belägna utanför svensk ekonomisk zon är okänt.

Om en eller flera av de planerade vindparkerna meddelas tillstånd och anläggs samtidigt som vindpark Aurora kan ljudalstrande arbetsmoment (främst pålning av fundament och/eller förankringsanordningar), som utförs samtidigt och inom områden i de olika vindparkerna som ligger relativt nära varandra, teoretiskt sett resultera i ett mer omfattande påverkansområde. Ett scenario där samtliga planerade vindparker inte bara realiseras, utan även anläggs samtidigt, bedöms dock vara orealistiskt.

Mot bakgrund av detta samt med beaktande av den samordning och koordinering som sker tillsammans med tillsynsmyndigheten och eventuella andra verksamhetsutövare bedöms påverkan från kumulativa effekter avseende undervattensljud som kan uppstå vid anläggningsarbetena vara obetydlig.

Även ljud från den fartygstrafik som hör samman med de planerade vindparkerna kan komma att ge upphov till kumulativa effekter avseende undervattensljud. De närliggande farlederna för sjöfarten ger redan idag upphov till undervattensljud och den tillkommande fartygstrafiken i området under anläggningsfasen för vindpark Aurora och de övriga planerade vindparkerna bedöms endast bidra till en mycket begränsad ökning av undervattensljud från fartyg, samt endast pågå under en begränsad tidsperiod och i huvudsak inom begränsade områden. Mot bakgrund av detta bedöms påverkan från kumulativa effekter avseende undervattensljud vara obetydlig och konsekvenserna bedöms vara försumbara.

## 10.2.4 Fågel

### 10.2.4.1 *Befintliga verksamheter*

De kumulativa effekter som kan uppstå på fåglar under anläggningsfasen bedöms i förhållande till befintliga verksamheter i området, vilka utgörs av vindparkerna Kårehamn och Bockstigen I, samt av den inom området förekommande sjöfarten.

Den påverkan som kan uppkomma vid anläggningen av vindpark Aurora bedöms inte bidra till några kumulativa effekter med Kårehamn och Bockstigen I. Eftersom vindparkerna redan är i drift sammanfaller påverkan från anläggningsfasen för Aurora inte med motsvarande aktiviteter i dessa parker. Bedömningen är därför att konsekvensen av kumulativa effekter är försumbar.

I anslutning till vindparken förekommer fartygstrafik längs två fartygsstråk öster och väster om Aurora. Under anläggningsfasen kommer fartygstrafiken att öka inom den planerade vindparken, ökningen bedöms dock som mycket marginell i sammanhanget. Det additiva bidraget från anläggningen av vindpark Aurora bedöms vara försumbart.

### 10.2.4.2 *Planerade projekt*

Det kan i dagsläget inte bedömas huruvida anläggningsfasen för vindpark Aurora kan komma att ske samtidigt som motsvarande fas för något av de planerade vindkraftsprojekten i närområdet. I ett teoretiskt scenario där flera av de vindparker som nu planeras anläggs samtidigt, skulle påverkan i form av undanträngning kunna uppstå med anledning av ökad fartygsaktivitet i området. Eftersom flera av de närliggande planerade parkerna, liksom Aurora, inte bedöms hysa lämpliga miljöer för övervintrande sjöfåglar som söker föda på bottnarna, innebär anläggningen troligtvis marginella undanträngningseffekter. Den påverkan som skulle kunna uppkomma i form av undanträngning under anläggningsfasen bedöms även kunna undvikas genom planering och samordning med övriga vindparker.

## 10.2.5 Yrkesfiske

### 10.2.5.1 *Befintliga verksamheter*

De befintliga vindparkerna ger inte upphov till någon betydande påverkan på yrkesfisket och även vindpark Auroras påverkan på yrkesfisket bedöms bli försumbar, vilket innebär att inga kumulativa effekter uppstår.

### 10.2.5.2 Planerade projekt

Om flera planerade vindparker anläggs samtidigt som vindpark Aurora skulle detta teoretiskt sett kunna resultera i en additiv effekt genom påverkan på yrkesfisket i ett eller flera områden under de kombinerade anläggningsfaserna. Eftersom hela vindparken inte anläggs samtidigt kommer skyddszoner runt arbetsområden att vara av mindre omfattning både avseende tid och yta. Givet de restriktiva fiskekvoter som nu är beslutade och som förväntas råda under överskådlig framtid, det demersala fiskets begränsade omfattning och de goda förutsättningarna för geografisk omfördelning av det pelagiska fisket bedöms yrkesfisket inte påverkas alls under anläggningsfasen.

### 10.2.6 Sjöfart

#### 10.2.6.1 Befintliga verksamheter

De befintliga vindparkerna ger inte upphov till någon betydande påverkan på sjöfarten, vilket innebär att inga kumulativa effekter uppstår.

#### 10.2.6.2 Planerade projekt

Om flera andra planerade vindparker anläggs samtidigt som vindpark Aurora skulle detta teoretiskt sett kunna resultera i en additiv effekt genom att den ökade fartygstrafiken i området medför en påverkan på sjöfarten i ett eller flera områden under de kombinerade anläggningsfaserna. Eftersom hela vindparken inte anläggs samtidigt kommer skyddszoner runt arbetsområden att vara av mindre omfattning både avseende tid och yta. Därutöver bedöms den tillkommande fartygstrafiken vara obetydlig i förhållande till den befintliga fartygstrafiken inom området.

## 10.3 Driftsfas

### 10.3.1 Fisk och marina däggdjur

De undervattensljud som kan uppkomma under driftsfasen är betydligt lägre, och av en annan karaktär, än de som uppstår under anläggningsfasen. Dessa undervattensljud förväntas i huvudsak förekomma i omedelbar anslutning till de enskilda vindkraftverken. Sjöfarten inom intilliggande fartygsstråk ger redan idag upphov till undervattensljud och den tillkommande fartygstrafiken (i huvudsak mindre underhålls- och servicefartyg) som uppkommer till följd av vindpark Aurora bedöms bidra till en obetydlig ökning av undervattensljud från fartyg jämfört med befintlig fartygstrafik. Undervattensljudens ringa art och omfattning under driftsfasen, i kombination med avstånden mellan såväl de enskilda vindkraftverken inom vindpark Aurora som avstånden mellan de befintliga och planerade vindparkerna, innebär sammantaget att endast försumbara kumulativa effekter för fisk och marina däggdjur med avseende på undervattensljud uppstår.



### 10.3.2 Fågel

De kumulativa effekter som kan uppstå på fåglar under driftsfasen bedöms i förhållande till befintliga verksamheter i området, vilka utgörs av vindparkerna Kårehamn och Bockstigen I, samt av den inom området förekommande sjöfarten.

De två befintliga vindparkerna Kårehamn och Bockstigen I är förhållandevis små, med betydligt färre och lägre verk än vad som är aktuellt för vindpark Aurora. Bedömningen är därför att de kumulativa effekterna för såväl kollisionsrisk, undanträngning och barriäreffekter i huvudsak är desamma som för Aurora ensamt. Detta innebär att konsekvenserna, för samtliga påverkansfaktorer och arter/artgrupper, är försumbara. Konsekvenserna av kollisionsrisker har bedömts utifrån modelleringar och antaganden utifrån ett worst case-scenario för Aurora, de ytterligare kollisionsrisker som berörda arter utsätts för med anledning av de två befintliga vindparkerna är försumbara. Gällande undanträngning så omfattar de befintliga vindparkerna delvis andra miljöer, i den mån samma arter är föremål för påverkan i form av undanträngning så bedöms konsekvensen av den kumulativa effekten likväl vara försumbar. Barriäreffekter har bedömts för Aurora vindpark främst med avseende på migrerande fågel, de två befintliga vindparkerna berör till viss del samma migrationsstråk, men den mycket begränsade omfattningen av befintliga vindparker gör att konsekvensen av kumulativ påverkan är försumbar.

Liksom under anläggningsfasen, så kommer det under driftsfasen att förekomma en viss fartygstrafik till, från samt inom vindparken. Då det i anslutning till vindparken förekommer trafik längs två fartygsstråk öster och väster om Aurora, så bör kumulativ påverkan bedömas. Påverkan från den ökade fartygstrafiken under driftsfasen bedöms vara obetydlig och det additiva bidraget från vindpark Aurora bedöms vara försumbart.

Som tidigare redogjorts för så finns det stora svårigheter med att bedöma kumulativa effekter för verksamheter som är i ett tidigt planeringsstadium och där det inte är känt vilken omfattning planerade projekt kommer att ha och vilka konsekvenser de kan förväntas medföra. I ett teoretiskt scenario, där flera av de närliggande planerade vindparkerna får tillstånd och anläggs, så kan det generellt antas att kumulativa effekter kan uppkomma med avseende på särskilt kollisionsrisk, men i viss mån även undanträngning och barriäreffekt. Kollisionsriskmodelleringen avseende Aurora visar att det även i ett worst case-scenario endast blir försumbara konsekvenser för samtliga bedöma arter/artgrupper. På grund av ovan nämnda osäkerheter är det inte möjligt att göra modelleringar som omfattar projekt i tidiga planeringsstadier, men om inga skyddsåtgärder skulle vidtas så bedöms det föreligga risk för att vissa arter eller artgrupper av fåglar kan komma att påverkas negativt. De skyddsåtgärder och undersökningsprogram som rekommenderas för Aurora bedöms i mycket stor utsträckning kunna minimera vindparkens bidrag till kollisioner



För påverkan i form av undanträngning finns det risk att eventuella närliggande planerade vindparker i viss mån påverkar samma arter och typer av livsmiljöer. Kultje havsvindpark och Öland havsvindpark bedöms dock inte hysa lämpliga miljöer för alfågel eller för andra sjöfåglar som söker föda på bottarna, vilket innebär marginella undanträngningseffekter för dessa fåglar. Det additiva bidraget från Aurora bedöms vara begränsat.

Kumulativa effekter med avseende på barriäreffekter bedöms främst vara relevanta att bedöma för det teoretiska scenariot att även de två planerade direkt angränsade vindparkerna Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark får tillstånd och anläggs. Övriga planerade vindparker i närområdet bedöms ha ett begränsat bidrag till den barriäreffekt som uppkommer av Aurora. Gotlands havsvindpark bedöms bidra till en marginellt ökad flygväg, för det fallet att migrerande fåglar undviker vindparkerna och flyger runt dem. För Kultje havsvindpark bedöms dock konsekvenserna av kumulativ barriäreffekt potentiellt vara mer betydande.

### 10.3.3 Fladdermöss

För fladdermöss bedöms konsekvenserna från eventuella kumulativa effekter vara desamma som beskrivs i avsnitt 8.7 ovan. Vid införandet av ett undersökningsprogram, vilket utgår från den planerade vindparkens driftstart och som syftar till att säkerställa ett eventuellt behov av driftsreglering av vindparken med avseende på fladdermöss under migrationsperioden, så bedöms ingen negativ påverkan uppstå.

### 10.3.4 Landskapsbild och kulturmiljö

Vid bedömningen av eventuella kumulativa effekter avseende landskapsbild och kulturmiljö inkluderas de effekter som uppstår på grund av vindpark Aurora, befintliga vindparker, samt de planerade projekt som bedömts vara relevanta utifrån de geografiska avstånden mellan de olika projekten och utifrån huruvida de, teoretiskt sett, kan förväntas påverka kulturmiljön eller landskapsbilden. Vid bedömningen av kumulativa effekter inkluderas, utöver vindpark Aurora, de befintliga vindparkerna Kårehamn och Bockstigen, samt två planerade vindparker, Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark. Som tidigare nämnts föreligger det, för planerade icke-tillståndsgivna projekt, mycket stor osäkerhet kring vad gäller såväl ett projekts möjlighet att realiseras som dess slutliga omfattning, utformning och påverkan.

Efter en analys av de fotomontage för Öland respektive Gotland som tagits fram för vindpark Aurora och där befintliga vindparker ingår görs bedömningen att den kumulativa visuella påverkan för vindpark Aurora och de befintliga vindparkerna blir obetydlig till liten.

Baserat på planerade lägen och utformningar för de planerade vindparkerna Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark görs bedömningen att den kumulativa visuella påverkan vid ett teoretiskt scenario där samtliga tre planerade vindparker realiseras blir obetydlig till måttlig.

## Öland

För fotopunkt 1 (Böda strand) är avståndet till vindpark Aurora 62 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom icke synbar zon. Den befintliga vindparken Kårehamn är synlig inom detta område, vindpark Aurora bedöms dock inte ge upphov till några kumulativa effekter med Kårehamn. Den planerade vindparken Kultje havsvindpark kan tillsammans med den befintliga vindparken Kårehamn teoretiskt sett ge upphov till kumulativ visuell påverkan inom detta område. Vindpark Auroras bidrag till denna eventuella kumulativa visuella påverkan är dock obetydligt.

För fotopunkt 2 (Källhamn) är avståndet till vindpark Aurora 46,6 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom icke synbar zon. Den befintliga vindparken Kårehamn är synlig inom detta område, vindpark Aurora bedöms dock inte ge upphov till några kumulativa effekter med Kårehamn. Den planerade vindparken Kultje havsvindpark kan tillsammans med den befintliga vindparken Kårehamn teoretiskt sett ge upphov till kumulativ visuell påverkan inom detta område. Vindpark Auroras bidrag till denna eventuella kumulativa visuella påverkan är dock obetydligt.

För fotopunkt 3 (Kårehamn) är avståndet till vindpark Aurora 37,8 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom fjärrzon. Den befintliga vindparken Kårehamn är synlig inom detta område och vindpark Aurora bedöms kunna ge upphov till små kumulativa effekter med Kårehamn. Vindpark Aurora, den befintliga vindparken Kårehamn och den planerade vindparken Kultje havsvindpark kan teoretiskt sett ge upphov till visuell påverkan i detta område genom att merparten av horisonten täcks av vindkraftverk, där Kårehamns vindpark, på grund av närheten till land, ger det mest framträdande visuella intrycket. Den kumulativa visuella påverkan för ett sådant scenario bedöms sammantaget bli måttlig.

För fotopunkt 4 (Kapelludden) är avståndet till vindpark Aurora 33,2 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom mellanzon. Ingen kumulativ effekt mellan vindpark Aurora och befintliga vindparker bedöms uppstå. Både vindpark Aurora och den planerade vindparken Kultje havsvindpark kan ge upphov till visuell påverkan i detta område genom att delar av horisonten täcks av vindkraftverk. Den kumulativa visuella påverkan för ett sådant teoretiskt scenario bedöms bli måttlig.

För fotopunkt 5 (Blälinge hamn) är avståndet till vindpark Aurora 33,5 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom mellanzon. Ingen kumulativ effekt mellan vindpark Aurora och befintliga vindparker bedöms uppstå. Både vindpark Aurora och den planerade vindparken Kultje havsvindpark kan teoretiskt sett ge upphov till visuell påverkan i detta område genom att delar av horisonten täcks av vindkraftverk. Den kumulativa visuella påverkan bedöms bli liten till måttlig.

För fotopunkt 6 (Sandbyborg) är avståndet till vindpark Aurora 35 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom mellanzon. Ingen kumulativ effekt mellan vindpark Aurora och befintliga vindparker bedöms uppstå. Både vindpark Aurora och den planerade vindparken Kultje havsvindpark kan ge upphov till visuell påverkan i detta område genom att delar av horisonten täcks av vindkraftverk. Den kumulativa visuella påverkan för ett sådant teoretiskt scenario bedöms bli liten.



För fotopunkt 7 (Segerstad) är avståndet till vindpark Aurora 40,8 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom fjärrzon. Det är endast vindpark Aurora som bedöms vara synlig från detta område. Ingen kumulativ effekt mellan vindpark Aurora och befintliga eller planerade vindparker bedöms uppstå.

För fotopunkt 8 (Eketorp) är avståndet till vindpark Aurora 46,6 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom icke synbar zon. Vindpark Aurora bedöms inte vara synlig från detta område och inga kumulativa effekter kommer därmed att uppstå.

För fotopunkt 9 (Långe Jan) är avståndet till vindpark Aurora 56,2 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom icke synbar zon. Vindpark Aurora bedöms inte vara synlig från detta område och inga kumulativa effekter kommer därmed att uppstå.

### **Gotland**

För fotopunkt 10 (Hoburgen) är avståndet till vindpark Aurora 23,8 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom närzon. Ingen kumulativ effekt mellan vindpark Aurora och befintliga vindparker bedöms uppstå. Både vindpark Aurora och den planerade vindparken Gotland havsvindpark kan ge upphov till visuell påverkan i detta område, särskilt då Gotland havsvindpark är planerad att anläggas cirka 10 kilometer från Gotland. Den kumulativa visuella påverkan för ett sådant teoretiskt scenario bedöms bli måttlig. Dock bedöms vindpark Auroras bidrag till eventuell kumulativ påverkan vara litet.

För fotopunkt 11 (Holmuddarna) är avståndet till vindpark Aurora 45,6 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom icke synbar zon. Den befintliga vindparken Bockstigen är synlig inom detta område, vindpark Aurora bedöms dock inte ge upphov till några kumulativa effekter med Bockstigen. Den planerade vindparken Gotland havsvindpark kan tillsammans med den befintliga vindparken Bockstigen teoretiskt sett ge upphov till kumulativ visuell påverkan inom detta område. Vindpark Auroras bidrag till denna eventuella kumulativa visuella påverkan är dock obetydligt.

För fotopunkt 12 (Ekstakusten) är avståndet till vindpark Aurora 54,8 kilometer, vilket innebär att vindkraftverken ligger inom icke synbar zon. Den befintliga vindparken Bockstigen är synlig inom detta område, vindpark Aurora bedöms dock inte ge upphov till några kumulativa effekter med Bockstigen. Den planerade vindparken Gotland havsvindpark kan tillsammans med den befintliga vindparken Bockstigen teoretiskt sett ge upphov till kumulativ visuell påverkan inom detta område. Vindpark Auroras bidrag till denna eventuella kumulativa visuella påverkan är dock obetydligt.

### 10.3.5 Yrkesfiske

Om flera olika vindparker är i drift samtidigt kommer den yta som är tillgänglig för yrkesfiske att minska. Den sammanlagda minskningen av ytan är beroende av vilka olika vindparker som eventuellt kommer att vara i drift samtidigt, samt av hur förutsättningarna för att bedriva yrkesfiske ser ut i de olika vindparkerna. Det område som omfattas av vindpark Aurora har konstaterats vara av marginell betydelse för yrkesfisket. Även för de planerade vindparker som angränsar till Aurora (Kultje havsvindpark och Gotland havsvindpark) har fisketrycket under lång tid varit litet. Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande råder fiskestopp på torsk i hela Östersjön och fiskestoppet förväntas gälla under överskådlig tid. För övriga kommersiellt viktiga arter blir kvoterna allt mer restriktiva. Med beaktande av samtliga förhållanden och förutsättningar bedöms den kumulativa påverkan av etableringen av flera olika vindparker bli liten negativ med en mycket liten konsekvens för yrkesfisket.

Ett minskat fiske är generellt sett positivt för fiskbestånden och en minskad bottenråkning är även positivt för eventuell bottenflora och bottenfauna, vilket sammantaget skulle kunna gynna den biologiska mångfalden och återhämtningen av fiskbestånden i Egentliga Östersjön. Vidare medför ett minskat fiske att risken för bifångster av exempelvis tumlare minskar. Detta innebär en kumulativ skyddseffekt som på sikt gynnar såväl yrkesfisket som det marina livet.

### 10.3.6 Sjöfart

Om flera olika vindparker är i drift samtidigt kommer de fartyg som används under driftsfasen för respektive vindpark att medföra en ökning av fartygstrafiken inom området, vilket skulle kunna öka risken för kollisioner. Den tillkommande fartygstrafiken bedöms dock vara obetydlig i förhållande till den befintliga fartygstrafiken inom området. Vidare kommer den absoluta merparten av fartygstransporterna till och från vindparkerna under driftsfasen att ske med mindre underhålls- och servicefartyg vilka kan förväntas ha god manöverförmåga, vilket minskar risken för kollisioner.

Det är i dagsläget inte känt vilken omfattning planerade projekt kommer att ha, vilka konsekvenser de kan förväntas medföra eller hur respektive projekt har för avsikt att hantera påverkan och konsekvenser avseende sjöfarten. I ett teoretiskt scenario, där flera av de närliggande planerade vindparkerna får tillstånd och anläggs, så kan det generellt antas att vissa additiva kumulativa effekter, framför allt förhöjd risk för kollisioner, kan uppkomma med avseende på sjöfarten.

Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög och med en viss ökad sannolikhet för olyckor bedöms den kumulativa påverkan till följd av parallell drift av flera olika vindparker vara liten, vilket sammantaget innebär en måttlig negativ konsekvens.





## 10.4 Avvecklingsfas

Avvecklingsfasen för vindpark Aurora samt för övriga planerade projekt ligger så pass långt fram i tiden att det vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande är omöjligt att förutse vilka andra åtgärder eller verksamheter som kan komma att sammanfalla med avvecklingen av vindpark Aurora och som därmed kan komma att bidra till kumulativa effekter. Det är således inte möjligt att bedöma de eventuella kumulativa effekterna för denna fas.

## 11. Alternativredovisning

### 11.1 Inledning

Enligt 6 kap. 35 § miljöbalken ska en miljökonsekvensbeskrivning innehålla uppgifter om alternativa lösningar för verksamheten. Detta innebär enligt miljöbedömningsförordningen (2017:966) att uppgifter om möjliga alternativa utformningar och skälen för den valda utformningen med hänsyn till miljöeffekter, möjliga alternativa platser och skälen för valet av plats med hänsyn till skillnader i miljöeffekterna mellan den valda platsen och alternativen, undersökta möjliga alternativ i fråga om teknik, storlek, omfattning, skyddsåtgärder, begränsningar, försiktighetsmått och andra relevanta aspekter och skälen för de val som har gjorts med hänsyn till miljöeffekter, och en redovisning av alternativa sätt att nå samma syfte ska redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen.

Alternativredovisningen redogör för de olika alternativ som studerats för verksamheten, samt de val och avvägningar som har gjorts med beaktande av verksamhetens miljöeffekter och andra kriterier. Utgångspunkten för de studerade alternativen har varit att de ska uppfylla det fastställda syftet med verksamheten, vilket som tidigare nämnts är att producera förnybar el och på så sätt bidra till att nå Sveriges energi- och klimatmål, samt förse samhälle och näringsliv, framför allt i södra Sverige, med konkurrenskraftig el.

Nollalternativet, vilket avser en redogörelse för de effekter som förväntas uppstå eller utebli om den ansökta verksamheten inte kommer till stånd, redovisas i avsnitt 11.5.

#### 11.1.1 Utgångspunkter för lokalisering

Av 2 kap. 6 § miljöbalken framgår att det för en verksamhet eller en åtgärd som tar ett mark- eller vattenområde i anspråk ska väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön (den så kallade lokaliseringsprincipen). Valet av plats för den ansökta verksamheten har skett utifrån en utförlig och omfattande lokaliseringsutredning, där OX2:s slutliga val av projekteringsområden till havs är resultatet av en systematisk utvärdering, baserad på bland annat förväntade miljöeffekter, där mindre lämpliga lokaliseringar stegvis har valts bort.

OX2:s strategi för bolagets havsbaserade projektportfölj är att mer eller mindre parallellt driva fram flera storskaliga vindkraftsprojekt längs Sveriges kust. Detta i syfte att så snabbt som möjligt accelerera utbyggnaden av den havsbaserade vindkraften i Sverige, för att på så sätt möta det angelägna behovet av förnybar el. Detta har avgörande betydelse för förutsättningarna att nå Sveriges klimatmål avseende utsläpp av växthusgaser och förnybar elproduktion.

Den primära målsättningen med lokaliseringsutredningen har varit att utifrån en bred ansats och en grundlig utredning av möjliga områden till havs, välja ut de områden runt södra Sveriges kustområden som har de bästa förutsättningarna för etablering av havsbaserad vindkraft.



De utvalda områdena ska uppfylla urvalskriterierna (se nedan) med så få motstående intressen som möjligt och med så få negativa miljöeffekter som möjligt. Det ska även finnas förutsättningar för anslutning till elnätet, alternativt andra möjligheter för överföring av producerad energi.

OX2:s genomförda lokaliseringstudier har resulterat i ett antal olika lämpliga områden i Kattegatt, i Södra Östersjön samt i Egentliga Östersjön.

I nedanstående stycken redogörs för de grundläggande utgångspunkter som har tillämpats för att undersöka och utvärdera möjliga lokaliseringar och som därmed utgjort kriterier för bedömning av de olika lokaliseringalternativen.

### **Geografisk avgränsning till södra Sverige**

Som angetts tidigare förväntas elanvändningen i Sverige enligt flera prognoser öka kraftigt under de kommande åren, till följd av bland annat elektrifiering, nyetablering av energikrävande industri samt en omställning av delar av den befintliga industrin. En betydande del av den ökade elanvändningen förväntas ske kring städer och tätorter i södra Sverige. Orsakerna till detta är bland annat den tidigare nämnda elektrifieringen men även en befolkningsökning i kombination med en tilltagande urbanisering.

Kärnkraften har historiskt sett stått för den absoluta merparten av elproduktionen i södra Sverige. Under de senaste dryga 20 åren har dock hälften av de svenska kärnkraftsreaktorerna avvecklats, Barsebäck 1 (1999), Barsebäck 2 (2005), Oskarshamn 1 och 2 (2017) samt Ringhals 1 (2019) och Ringhals 2 (2020). Sammantaget har detta medfört ett betydande elproduktionsbortfall i södra Sverige, inom elområde 3 (Stockholm, SE 3) och elområde 4 (Malmö, SE 4), vilket innebär att det numera råder betydande underskott på el i dessa elområden. Underskottet kommer troligtvis att förvärras då en majoritet av den befintliga kraftproduktionen sannolikt kommer att behöva ersättas på grund av åldersskäl fram till 2040.

Under 2021 och början av 2022 har elpriserna fluktuerat väldigt mycket och under hösten och vintern har det periodvis varit historiskt höga elpriser, framför allt inom elområde 3 och 4. Detta har bland annat fått till följd att olika industrier, framför allt elintensiva industrier, vid ett eller flera tillfällen har behövt avbryta hela eller delar av sin verksamhet. De höga elpriserna i kombination med underskottet på el innebär att verksamhetens och industriens möjlighet till lönsamhet, nyetablering, tillväxt och utveckling påtagligt försämras. Vidare innebär de rekordhöga elpriserna en betydande påverkan på privatpersoner, både via direkt påverkan genom att kostnaderna för el som används till exempelvis uppvärmning ökar väsentligt och via indirekt påverkan, till exempel genom att priserna på olika varor stiger som ett resultat av elpriset.

En ökad kapacitet för överföring av el från de norra (elområde 1 och 2) till de södra delarna av Sverige skulle eventuellt kunna bidra till att mildra problemen något. Detta kräver dock omfattande förstärkningar av transmissionsnätet, vilket är processer som typiskt sett har mycket långa ledtider. Det förväntas även ske



en snabb och betydande ökning av elbehovet i norra Sverige, framför allt på grund av etablering av nya och elintensiva verksamheter (exempelvis serverhallar eller batterifabriker) och en elektrifiering av den befintliga industrin (exempelvis stålproduktionen). I en regional elnätsanalys som genomförts av Region Norrbotten och Region Västerbotten under 2020 anges att södra Sverige i framtiden inte kan räkna med att förlita sig på el från dessa två regioner i norr.

För att möta behoven på elmarknaden, när förutsättningarna för överföring av el från norra till södra Sverige minskar, samtidigt som behovet av el och elpriserna ökar, behöver elproduktionen i södra Sverige öka kraftigt.

### **Vindkraft till havs**

Den främsta möjligheten till kraftigt ökad elproduktion i södra Sverige är storskalig havsbaserad vindkraft och potentialen för havsbaserad vindkraft i södra Sverige är långt större än motsvarande förutsättningar för landbaserad vindkraft. Den tekniska utvecklingen av de havsbaserade vindkraftverken går även snabbare än för de landbaserade vindkraftverken och redan vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande har de havsbaserade vindkraftverken en effekt som är mer än dubbelt så stor som sina landbaserade motsvarigheter.

Jämfört med de förhållanden som råder på land är vindarna till havs både starkare och jämnare. I kombination med möjligheten att bygga större och bättre sammanhållna vindparker med fler vindkraftverk blir elproduktionen från en havsbaserad park oftast väsentligt högre än från en landbaserad. Elproduktionen från havsbaserad vindkraft från en enskild vindpark kan ligga i nivå med en eller flera kärnkraftsreaktorer.

För att uppnå motsvarande elproduktion via landbaserad vindkraft skulle det krävas fler vindkraftverk samt mycket stora landytor. I praktiken är det inte möjligt att hitta tillgängliga ytor av den storleken i södra Sverige utan omfattande konflikter med andra intressen såsom, men inte uteslutande, infrastruktur, tätbebyggda områden och olika naturvärden. Havsbaserade vindparker kan därutöver placeras på större avstånd från bebyggelse, vilket innebär mindre intrång i landskapet och minskad konkurrens med annan markanvändning.

Sammantaget har den havsbaserade vindkraften störst potential för att inom de tidsrymder som är aktuella, producera de mängder el som behövs för att möta framtida energibehov.

### **Behov av tillgänglig nätinфраstruktur och kapacitet**

Alla anläggningar för elproduktion, oavsett typ, kräver en anslutning till elnätet. Från ett systemperspektiv kräver storskaliga elproduktionsanläggningar tillräckligt robusta anslutningspunkter och ett elnät som är dimensionerat för inmatning av stora volymer.

I Sverige har delar av den mest robusta elnätsinfrastrukturen etablerats i anslutning till de olika kärnkraftsanläggningarna. Detta betyder i praktiken att anslutning av stora volymer i andra, mindre utbyggda elnätsområden, där nuvarande system



inte klarar av ett mottagande och en överföring av omfattande elproduktion, kräver en utbyggnad av transmissionsnätet, vilket med nuvarande utbyggnadstakt kan förväntas ta upp mot tio år att realisera. Även andra delar av elsystemet kan behöva byggas om beroende på vald anslutningspunkt och på hur de dimensionerande flödena i nätet totalt sett påverkas.

I södra Sverige finns idag ett antal olika anslutningspunkter med kapacitet för att ansluta storskaliga vindparker, bland annat vid eller i närheten av befintliga eller nedlagda kärnkraftsreaktorer. Dessa anslutningspunkter är dimensionerade för stora volymer elektricitet. Det finns även förutsättningar för anslutning till elnätet längre in på land, vilket dock oftast kräver större anpassningar i kraftsystemet och längre anslutningsvägar på land och/eller i vatten.

I södra Sverige finns även områden där närheten till andra länder möjliggör överföring av den producerade elektriciteten till andra länder och till den europeiska elmarknaden. Detta förhållande ska ses i ljuset av den senaste tidens geopolitiska utveckling där allt fler europeiska länder har meddelat att de avser att på relativt kort sikt minska sitt beroende av fossila bränslen som importeras från Ryssland.

I syfte att komplettera och stärka elnätsinfrastrukturen har regeringen under 2021 gett Svenska kraftnät i uppdrag att börja förbereda för att bygga ut transmissionsnätet till områden inom Sveriges sjöterritorium där det finns förutsättningar för att ansluta fler elproduktionsanläggningar. Vindpark Aurora bedöms ligga inom ett område där det är lämpligt att bygga ut transmissionsnätet för att främja produktionen av förnybar el på ett kostnadseffektivt sätt.

### **Grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningar för lokaliseringen**

Följande tekniska och ekonomiska förutsättningar har varit centrala utgångspunkter vid genomförandet av OX2:s lokaliseringstudie:

- Förekommade vindförhållanden ska vara tillräckligt starka och stabila.
- Vattendjupet ska vara lämpligt med hänsyn till bland annat de fundament som kan anläggas vid olika vattendjup.
- Områdets geologi ska vara lämplig med hänsyn till bland annat de fundament som kan anläggas vid olika bottenförhållanden.
- En möjlig vindpark måste kunna vara av tillräcklig storlek för att dels uppnå en ekonomisk hållbarhet i projektet och för att dels möjliggöra en konkurrenskraftig elproduktion.

### **Övriga urvalskriterier för lokaliseringen**

Utöver de grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningarna ingår ett antal andra olika urvalskriterier, vilka ligger till grund för bedömningen av en möjlig lokalisering för en havsbaserad vindpark. De övriga kriterier som särskilt har beaktats vid OX2:s lokaliseringstudie är vindparkens eventuella påverkan på exempelvis:



- Naturmiljö (bland annat Natura 2000-områden, naturreservat, samt känsliga livsmiljöer och arter).
- Intressen för totalförsvaret.
- Yrkesfiske.
- Sjöfart.
- Kulturmiljö (bland annat avseende visuell påverkan och marina kultur- eller fornlämningar).
- Rekreation och friluftsliv.
- Befintliga verksamheter och anläggningar.
- Havsplanering och andra planförhållanden.

### 11.1.2 Analys och urval

Som angetts tidigare har OX2 utfört en omfattande lokaliseringsutredning vilken ligger till grund för valet av lokalisering för den planerade vindparken. Utredningen utfördes av en extern konsult, AquaBiota Water Research, som har lång erfarenhet av havsbaserad vindkraft, geografisk datahantering och marinbiologi. AquaBiota Water Research har genomfört utredningen på uppdrag av OX2 och i samarbete med intern expertis hos OX2. En av flera utgångspunkter för lokaliseringsutredningen har varit den utredning Energimyndigheten lät utföra 2017. I denna utredning presenterades en så kallad värmekarta (heatmap) över lämpliga lokaliseringar för havsbaserade vindparker utifrån bland annat vindförhållanden, teknikval och vattendjup.

För en mer utförlig analys av lämpliga projektområden har OX2:s grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningar för lokaliseringen, det vill säga ett områdes vindförhållanden, vattendjup, geologi och storlek, samt övriga urvalskriterier för lokaliseringen, det vill säga påverkan på natur- och kulturmiljöer, yrkesfiske, sjöfart och andra förekommande intressen, tillämpats. Därutöver har utredningen kompletterats och förfinats genom att ett femtiotal olika parametrar kopplade till 16 olika kategorier har beaktats. De 16 kategorierna är:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| • Marina däggdjur             | • Totalförsvaret                         |
| • Fåglar                      | • Fiske                                  |
| • Fisk                        | • Havsplanering                          |
| • Bottenflora och bottenfauna | • Rörledningar och kablar                |
| • Fladdermöss                 | • Flyg                                   |
| • Skyddade områden            | • Kulturmiljö                            |
| • Rödlistade arter            | • Riksintressen                          |
| • Sjöfart                     | • Miljögifter och oexploderad ammunition |

De aktuella parametrarna har sammanställts i ett geografiskt informationssystem (GIS) där olika lager av kartor och intressen lagts in som byggstenar i en detaljerad analys över vattnen i Egentliga Östersjön, Södra Östersjön, Bottenhavet, Kattegatt och Skagerack. Det första steget i lokaliseringsutredningen resulterade i runt 20 potentiella områden längs med Sveriges södra kust. Därefter, i ett andra utredningssteg utvärderades de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för dessa områden ytterligare, parallellt med en genomgång av plats specifika naturvärden (känsliga marina miljöer och arter), förekommande intressen och möjligheter för anslutning till elnätet.

Lokaliseringsutredningen har särskilt beaktat känsliga arter som typiskt sett kan förväntas påverkas av vindparker och det har varit en central utgångspunkt för OX2 att i möjligaste mån undvika de områden där känsligheten, med avseende på marina arter och livsmiljöer, är som störst.

De platser som har de bästa tekniska förutsättningarna för placering av vindkraftverk till havs är i de flesta fall så kallade utsjöbankar, där vattendjupet är förhållandevis litet och där det därmed är enklare och mer kostnadseffektivt att bygga och ansluta en vindpark. Dessa områden tenderar dock att vara de allra mest känsliga och värdefulla områdena för bland annat marin flora och fauna, marina däggdjur samt sjöfåglar. De fungerar även som viktiga lek- och uppväxtområden för fisk.

På grund av utsjöbankarnas känsliga miljöer och höga naturvärden utgör dessa i många fall Natura 2000-områden. För att så långt möjligt undvika att vindparkerna medför en negativ påverkan på de mest värdefulla områdena, med hänsyn till förekommande naturvärden och den marina miljön, har en viktig begränsning för lokaliseringsutredningen varit att möjliga projektområden ska ligga utanför Natura 2000-områden.

Den detaljerade lokaliseringsanalysen i det andra utredningssteget resulterade i att flera av de initialt identifierade potentiella alternativen valdes bort, för att slutligen utmyнна i de ur lokaliseringssynpunkt mest lämpliga områdena i Egentliga Östersjön, Södra Östersjön och Kattegatt som OX2 nu utvecklar mer eller mindre parallellt. Den planerade vindparken Aurora är ett av dessa områden.

### 11.1.3 Alternativa lokaliseringar

Utifrån den detaljerade lokaliseringsanalysen i steg två identifierades ett antal områden som bedömdes uppfylla kriterierna för en lämplig lokalisering av en vindpark, med beaktande av såväl miljömässiga som tekniska och ekonomiska aspekter. Dessa områden är lokaliserade till Egentliga Östersjön, Södra Östersjön och Kattegatt. Alternativa lokaliseringar för etablering av havsbaserade vindparker i södra Sverige, både valda och bortvalda platser, framgår av Figur 75.



Figur 75. Alternativa lokaliseringar i södra Sverige. Bortvalda lokaliseringar är markerade med svarta stjärnor. Lokaliseringar där OX2 valt att gå vidare med att ansöka om tillstånd för vindparker är markerade med gröna stjärnor.



### **Alternativ i Bottenhavet**

OX2 har utrett förutsättningarna för att etablera en större vindpark i Bottenhavet. De motstående intressena har bedömts vara relativt få, men kombinationen av stora vattendjup, regelbunden förekomst av havsis och över lag lägre vindhastigheter resulterar i tekniskt mera utmanande och ekonomiskt mindre lönsamma projekt. Isbildning och svåra väderförhållanden medför dessutom högre anläggningstekniska risker. Även kabeldragning till land är tekniskt mer komplicerat och behäftat med betydligt högre kostnader och risker.

Vidare skulle en lokalisering i Bottenhavet inte sammanfalla geografiskt med de elområden som har störst underskott av elproduktion i förhållande till elförbrukning. Detta medför att den samhällsekonomiska nyttan med havsbaserad vindkraft är större i de södra delarna av landet, vilket också ska vägas in i valet av plats. Syftet med vindpark Aurora är att förse framför allt södra Sverige med el, varför en lokalisering i Bottenhavet inte kan anses uppfylla projektets syfte och en sådan lokalisering utgör således inte ett alternativ till vindpark Aurora.

### **Alternativ i Skagerak och Kattegatt**

Längs Sveriges västkust finns goda möjligheter till anslutning till transmission nätet med anledning av förekomsten av kapacitet och möjliga anslutningspunkter i närheten av Stenungsund och Ringhals (norr om Varberg). Lokaliseringsanalysen har resulterat i att ett område i Kattegatt visat sig ha goda förutsättningar för utbyggnad av vindkraft utifrån uppsatta urvalskriterier. Området har mycket goda vindförhållanden, är beläget utanför skyddade naturmiljöer, är relativt djupt men har goda förutsättningar för etablering av fundament, vilket gör det både tekniskt och ekonomiskt möjligt att etablera en vindpark här, samtidigt som bottenanspråk inte sker i känsliga naturmiljöer. Lokaliseringen innebär också få störningar på migrerande fågelarter. OX2 har därför valt att utveckla detta område i Kattegatt, som av OX2 benämns vindpark Galatea-Galene.

En lokalisering av vindpark Galatea-Galene närmare land skulle innebära goda förutsättningar för nätanslutning men skulle vara mindre lämpligt bland annat med hänsyn till att det skulle innebära en större påverkan på landskapsbilden, kulturmiljövärden och de turism- och rekreationsintressen som är värdefulla för Hallandskusten.

OX2 har också utrett förutsättningarna inom större havsområden i Skagerrak, utanför norra, respektive södra Bohuslänns kust. Här är vindförhållandena goda men på grund av de stora vattendjupen har det bedömts vara tekniskt och ekonomiskt svårt att få till en etablering inom dessa områden i närtid. Området utanför södra Bohuslänns kust har även bedömts vara känsligt för migrerande fåglar till och från Skagen i Danmark. Även motstående intressen i fråga om sjöfart och militära övningsområden har medför att bolaget ansett området vara mindre lämpligt för lokalisering av en vindpark.

## Alternativ i Södra Östersjön

Med utgångspunkterna i lokaliseringsutredningen där havsbaserade vindparker bland annat ska lokaliseras till södra Sverige och utanför skyddade naturområden samt farleder har ett alternativ i Södra Östersjön bedömts vara lämpligt för etablering av vindkraft. Det aktuella området är ett av få sammanhängande områden som inte sammanfaller med skyddade områden för andra intressen som Försvarsmakten och naturmiljön. Områdets läge långt från kusten innebär mindre konsekvenser för landskapsbilden än om vindparken placeras närmare land. Området är optimalt ur vindsynpunkt med stabila och starka vindförhållanden. OX2 har därför valt att utveckla detta område i sydvästra Östersjön, som av OX2 benämns vindpark Triton.

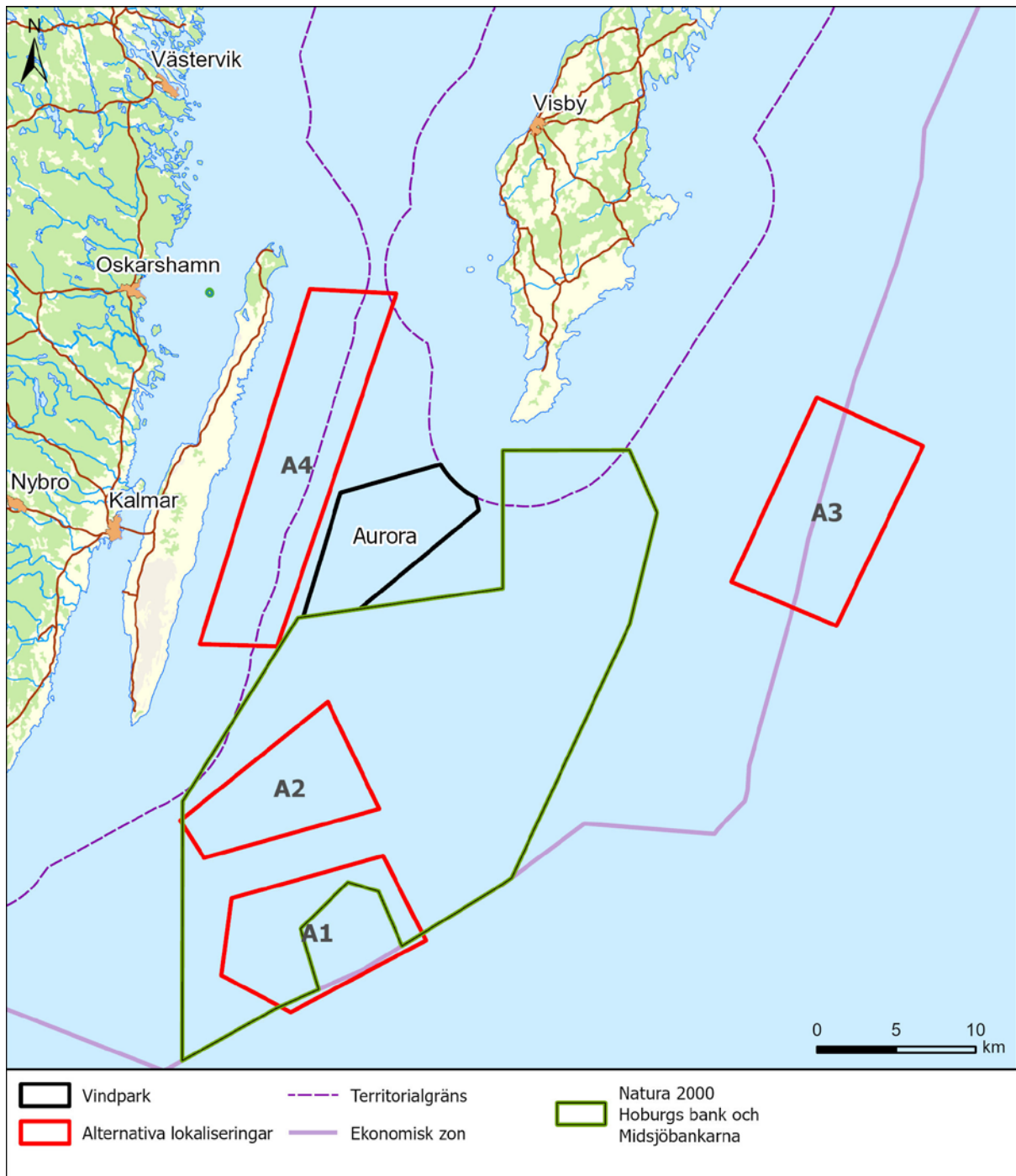
Det begränsade och homogena vattendjupet samt rådande bottenförhållanden möjliggör en kostnadseffektiv etablering. Vattendjupet är så pass stort att det inte finns någon vegetation på mjukbotten som kan påverkas. De homogena djupare geologiska förhållandena är fördelaktiga för installation av bottenfasta fundament och bottenmiljön bedöms inte hysa några särskilda naturvärden.

OX2 har också utrett områden som ligger närmare land i ett område som utpekats som riksintresse för energiutvinning. Lokaliseringen är lämplig med hänsyn till vindförhållanden och botten djup men bottenförhållandena är mer heterogena och komplexa. Närheten till land skulle medföra en större störning på landskapsbilden och kulturmiljöer vid kusten och området sammanfaller också med område av riksintresse för yrkesfisket. Sammantaget har detta område bedömts mindre lämpligt för en lokalisering av en vindpark.

### 11.1.4 Alternativ i egentliga Östersjön

OX2 har utrett förutsättningarna för att anlägga en havsbaserad vindpark inom större havsområden i Egentliga Östersjön, bland annat utanför Ölands och Gotlands kuster (se Figur 76). Av de alternativ som har framträtt vid utredningen har lokaliseringen för vindpark Aurora bedömts vara det bästa alternativet.

Sydost om Öland finns två möjliga alternativa lokaliseringar (A1 respektive A2 i Figur 76) vilka delvis sammanfaller med områden som pekats ut som riksintressen för energiproduktion med avseende på vindkraft. Delar av dessa områden ligger på utsjöbankar och är därmed relativt grunda, vilket ger bättre tekniska och ekonomiska förutsättningar för en vindparksetablering. Områdena har även goda vindförhållanden. Dock ligger delar av dessa alternativa lokaliseringar inom sådana områden som pekats ut som minriskområden. Områdena är även helt eller delvis belägna inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna, vilket innebär att OX2 valt bort dessa alternativ, i huvudsak med hänvisning till den potentiella påverkan på Natura 2000-området.



Figur 76. Alternativa lokaliseringar för en havsbaserad vindpark i Egentliga Östersjön © [Lantmäteriet] 2021

Öster om Öland finns en möjlig alternativ lokalisering (A3 i Figur 76). Detta område har goda vindförhållanden samt ligger närmare fastlandet, vilket skulle kunna förenkla anslutningen av en potentiell vindpark till elnätet. Detta område har dock konstaterats inrymma ett stort antal motstående intressen i form av bland annat sjöfart, fiske, militära sjöövningsområden, landskapsbild och rekreation.

Sydost om Gotland finns ytterligare en möjlig alternativ lokalisering (A4 i Figur 76). Detta område har goda vindförhållanden och förhållandevis få potentiella intressekonflikter. Detta alternativ ligger dock inom ett område där de stora havsdjupen bedömts göra det tekniskt och ekonomiskt svårt att få till en etablering, givet den teknik som finns tillgänglig idag, och som förväntas finnas tillgänglig inom den närmaste tiden. Det föreligger även risk för konflikter kopplade till kablar och ledningar på havsbotten, därutöver ligger alternativet delvis utanför svensk ekonomisk zon. Detta är de huvudsakliga faktorerna som har gjort att OX2 valt bort detta alternativ.

### **Sökt alternativ: Aurora**

Inom ramen för den fördjupade lokaliseringsanalysen uppstod ett antal naturliga avgränsningar i förhållande till befintliga skydds- och intresseområden. Därutöver har ett beaktande av förväntad miljöpåverkan, olika möjligheter till anslutningar samt övergripande tekniska förutsättningar, resulterat i det valda lokaliseringsalternativet för vindpark Aurora, vilket har synnerligen goda förutsättningar för etablering av vindkraft.

Den planerade vindparken ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena, på grund av framför allt vattendjupet i kombination med syrefattiga eller helt syrefria förhållanden, är i stort sett obefintliga. Eftersom inget solljus når ner till botten saknar området bottenflora. Bottenmiljöerna är präglade av de syrefattiga eller syrefria förhållanden som dominerar i de djupa områdena, vilket innebär en avsaknad av bottenfauna inom de syrefria områdena och en låg biologisk mångfald med få individer inom de syrefattiga områdena.

Genomförda undersökningar har visat på att förekomsten av fisk är mycket ringa. Avsaknaden av större mängder fisk medför att fiskätande marina däggdjur som tumlare och säl inte förekommer inom området i någon större utsträckning. De relativt stora djupen och den generella avsaknaden av fisk innebär även att området inte utgör ett lämpligt födosöksområde för fågelarter vars kost till stor del består av fisk och/eller musslor.

Den planerade vindparken överlappar inte med några utpekade riksintressen för naturmiljön, Försvarsmakten, sjöfarten, yrkesfisket, civila flygplatser, kulturmiljön eller friluftslivet. Vindparken överlappar inte heller med några Natura 2000-områden eller naturreservat. Vindparken ligger inte inom område som utgör utpekat minriskområde och den berör inga kända dumpningsplatser för stridsmedel. Den planerade vindparken är även förenlig med framtagna förslag på havsplaner. Vidare ligger den planerade vindparken så pass långt från land att dess visuella påverkan blir relativt begränsad.

Vindpark Aurora är lokaliserad cirka 30 kilometer från Öland och cirka 20 kilometer från Gotland. En lokalisering närmare land skulle placera vindparken inom områden som utgör riksintressen för bland annat obruten kust och rörligt friluftsliv. En placering närmare land skulle även medföra en större påverkan på landskapsbilden samt medföra potentiella intressekonflikter med bland annat sjöfart, yrkes- och fritidsfiske samt militära sjöövningssområden.



Det tillgängliga områdets storlek möjliggör även anläggandet av en relativt stor vindpark, vilket medför såväl miljömässiga som tekniska och ekonomiska fördelar.

#### 11.1.5 Beaktande av Natura 2000-områden vid lokalisering

Som angetts ovan har det varit en förutsättning för lokaliseringen av den planerade vindparken Aurora att i möjligaste mån undvika de områden där känsligheten är som störst sett till marina arter och livsmiljöer. Lokaliseringen av vindparken har därmed anpassats och utformats med hänsyn till framför allt Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna.

Även de olika alternativ för kabelkorridorer som kan vara aktuella för Aurora har anpassats utifrån närliggande Natura 2000-områden för att på så vis helt undvika en eventuell påverkan på dessa.

Om vindkraftverken med tillhörande kablar skulle etableras inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna skulle det föreligga en risk för fysiskt ianspråktagande av utpekade och skyddade livsmiljöer i form av sandbankar och rev, vilket skulle kunna störa naturtyper, känsliga arter, typiska arter och/eller viktiga ekosystem. En lokalisering där hela den planerade vindparken är belägen utanför Natura 2000-området medför därför att den negativa påverkan på skyddade arter och livsmiljöer inom området, via lokaliseringen samt genom iakttagande av erforderliga skyddsåtgärder, kan minimeras.

### 11.2 Alternativ utformning

I detta avsnitt redovisas möjliga principiella alternativa utformningar av den planerade vindparken samt de alternativa utformningarnas effekter på förekommande intressen. En utgångspunkt är att vindparken och dess utformning behöver optimeras utifrån en sammanvägning av olika intressen, där ett önskemål om största möjliga förnybara elproduktion och därmed tillhörande klimatnytta är drivande, samtidigt som den planerade verksamhetens påverkan på olika förekommande intressen, exempelvis skyddade områden, arter och livsmiljöer minimeras.

#### 11.2.1 Fler vindkraftverk på en större yta

Det är ekonomiskt mest hållbart att bygga vindparker med högsta möjliga potentiella elproduktion. Detta då en stor del av projektets kostnader består av kostnaden för investeringen, vilket innebär att ju fler producerade kWh som kostnaderna kan slås ut på, desto lägre LCOE (Levelized Cost of Electricity). Den planerade vindparken Aurora består av ett relativt stort och sammanhängande område vilket möjliggör att vindkraftverken kan anläggas samlat inom verksamhetsområdet. Möjligheterna att utvidga den planerade vindparken begränsas av bland annat närliggande Natura 2000-område, farleder samt andra förekommande intresseområden.



### 11.2.2 Fler eller färre vindkraftverk på samma yta

Tekniskt sett är det möjligt att minska avstånden mellan de enskilda vindkraftverken för att få plats med fler vindkraftverk inom samma verksamhetsområde. Detta förutsätter dock att mindre vindkraftverk anläggs, eftersom elproduktionen från varje enskilt vindkraftverk annars minskar till följd av vindskugga, vilket innebär ett sämre nyttjande av de tillgängliga vindresurserna. En nackdel med ett minskat avstånd mellan de enskilda vindkraftverken är en större miljöpåverkan med avseende på vissa miljöaspekter kopplade framför allt till ett ökat ianspråktagande av bottenyta, samt anläggning av fler fundament och tätare avstånd mellan vindkraftverken. Fler fundament kan generellt sett medföra en större påverkan på omgivningen, huvudsakligen genom sedimentsuspension och sedimentation. Fler och mindre verk bedöms också vara sämre för fåglar, på grund av undanträngnings- och barriäreffekter.

Om mindre vindkraftverk anläggs har dessa en lägre effekt per verk och en större yta behöver därmed tas i anspråk för att uppnå motsvarande elproduktion, vilket inte bedömts möjligt med beaktande av verksamhetsområdets avgränsningar i förhållande till framför allt närliggande Natura 2000-område och farleder. Den snabba tekniska utvecklingen mot större och mer effektiva vindkraftverk medför också att de mindre vindkraftverken successivt försvinner från marknaden.

Den tekniska utvecklingen mot större vindkraftverk innebär också att färre vindkraftverk behöver anläggas för att nå motsvarande eller högre elproduktion inom samma yta. Detta reducerar produktionskostnaden för el samtidigt som potentiell påverkan på omgivningen i huvudsak minskar.

### 11.2.3 Utformning av vindparken

Olika utformningar av den planerade vindparken har studerats inom ramen för projektet. Möjliga utformningsalternativ bestående av olika kombinationer av antalet installerade vindkraftverk, samt olika effekter och höjder för de enskilda verken, ligger inom ramarna för de designscenarier som bland annat redovisas i den tekniska beskrivningen, se Bilaga C till ansökan. Begränsande parametrar för flexibiliteten i den planerade vindparkens utformning är sökt maximalt antal vindkraftverk, 370 stycken, med en maximal totalhöjd om 370 meter. Det är också utifrån dessa maximala utformningsparametrar som miljökonsekvensbedömningarna utgår.

En flexibilitet i den planerade vindparkens utformning är nödvändig för att denna ska bli optimal med utgångspunkt från de vindkraftverk och den teknik som finns tillgänglig på marknaden när parken ska uppföras.

## 11.3 Alternativa sätt att nå samma syfte

Alternativa tekniker för att producera elektricitet samt de konsekvenser som är förknippade med respektive teknik finns redovisade under nollalternativet. Dessa alternativa tekniker uppfyller dock inte delar av det aktuella projektets syfte, det vill säga att producera förnybar el och på så sätt bidra till att uppnå Sveriges satta klimatmål. Mot bakgrund av detta har dessa alternativ inte studerats närmare.



## 11.4 Alternativa komponenter och arbetsmetoder

### 11.4.1 Fundament

Olika typer av fundament kan komma att användas inom olika delområden av den planerade vindparken, även om det ofta är så att samma typ av fundament används genomgående inom en och samma vindpark. Fundamenten som kan bli aktuella för Aurora beskrivs i den tekniska beskrivningen, samt i kapitel 4 i föreliggande dokument.

Olika typer av fundament har olika fördelar och nackdelar med avseende på miljömässiga, tekniska och ekonomiska aspekter. De olika fundamentstyper som kan bli aktuella för vindpark Aurora skiljer sig åt exempelvis gällande alstring av undervattensljud vid installation, bottenanspråk, tidsåtgång för installation, behov av bottenpreparering etcetera. I miljöbedömningen har de alternativ som utgör worst case för de olika identifierade påverkansfaktorerna beaktats (se kapitel 6 samt kapitel 8).

Den snabba teknikutvecklingen innebär att det är möjligt att även andra typer av fundament, eller kombinationer av de redovisade fundamenten, kan bli aktuella vid tidpunkten för byggnation. Detta under förutsättning att de visar sig vara mer effektiva och att de bedöms medföra en lägre miljöpåverkan.

### 11.4.2 Internt kabelnät

Kabelförläggning kan ske på olika sätt, till exempel genom plöjning eller nedspolning. Både plöjning och nedspolning orsakar en viss sedimentsuspension och sedimentation. Nedspolning av kablar genererar mer sedimentsuspension och sedimentation än plöjning, varför utgångspunkten i miljökonsekvensbedömningen är att samtliga kablar förläggs medelst nedspolning, vilket utgör worst case.

## 11.5 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att den ansökta verksamheten inte kommer till stånd. Därmed kommer den planerade vindparken Auroras bidrag till Sveriges behov av storskalig utbyggnad av förnybar elproduktion att utebli, vilket medför konsekvenser för bland annat den nationella elförsörjningen, förutsättningarna för en omställning av samhället och industrin samt för klimatet. Nollalternativet innebär alltså att det aktuella området förblir oförändrat jämfört med idag, och att de positiva långsiktiga klimat- och miljöeffekterna som den ansökta verksamheten kommer att medföra, går förlorade.

### 11.5.1 Vindparken och dess omgivning

Vid ett nollalternativ kommer de befintliga vindparkerna inom Auroras närområde, Bockstigen och Kårehamn, att vara i fortsatt drift under den tidsperiod som den tekniska och ekonomiska livslängden för respektive vindpark medger. Vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande går det inte att med säkerhet säga något om det förväntade utfallet för de övriga projekt som planeras inom vindpark Auroras



närområde, det går således inte att avgöra huruvida något eller några av dessa kommer att realiseras.

Vid ett nollalternativ sker ingen påverkan på klimatet som ett resultat av anläggningen av den planerade vindparken och inte heller som ett resultat av framtagandet och transporterna av de olika komponenter som bygger upp vindparkens anläggningsdelar. Detta ska dock ställas i relation till den enormt mycket mer omfattande positiva effekt som den planerade vindparken kommer att ha på klimatet och som uteblir helt vid ett nollalternativ. Ett nollalternativ innebär även att inga naturresurser tas i anspråk för själva projektet, det kan dock medföra att icke förnybara resurser i form av exempelvis kol, olja och naturgas fortsatt tas i anspråk för energiproduktion i en betydligt större omfattning än vad som skulle ha skett om projektet kommit till stånd.

Ett nollalternativ medför att de begränsade positiva effekter som kan uppstå för bottenflora och bottenfauna, fisk och marina däggdjur, som ett resultat av uppkomsten av vissa reveffekter uteblir. För fåglar och fladdermöss innebär nollalternativet att riskerna för undanträngning, barriäreffekter och kollisioner som orsakas av den planerade vindparken uteblir.

Vid ett nollalternativ uppstår ingen visuell påverkan till följd av projektet vilket innebär att det inte uppstår några konsekvenser för landskapsbild, kulturmiljö, rekreation och friluftsliv. Om vindpark Aurora inte uppförs kommer inga geofysiska undersökningar att bekostas av projektören, och den planerade karteringen av fornlämningar inom området kommer att utebli. Eventuella fornlämningar kommer att finnas kvar och fortsätta vara okända på samma sätt som idag, till skillnad från om projektet genomförs och om kunskapen därigenom ökar som ett resultat av utförda inventeringar.

Yrkesfisket bedöms inte påverkas till följd av nollalternativet. Det område som omfattas av den planerade vindparken förväntas fortsatt vara av ringa betydelse för yrkesfisket. Som framgår av avsnitt 8.11 styrs fisket till övervägande del av beslutade fiskekvoter vilka i sin tur styrs av statusen och den förväntade utvecklingen för de olika arter som fiskas kommersiellt.

Nollalternativet innebär att fartygstrafiken inom den planerade vindparken och dess närområde fortsätter på samma sätt som i nuläget. Olyckor i form av kollisioner kan ske även vid nollalternativet, dock uteblir eventuella allisioner med själva vindparken. Luftfarten bedöms inte påverkas till följd av nollalternativet.

### 11.5.2 Nationell elförsörjning

Som nämnts tidigare föreligger vid tidpunkten för detta dokumentets upprättande ett underskott på el i kombination med nätkapacitetsbrist i södra Sverige. Vid nollalternativet kommer den planerade vindparken inte till stånd och behovet av elproduktion behöver täckas på annat sätt, i huvudsak genom import av el (med ökade utsläpp av växthusgaser som trolig följd), via landbaserad vindkraft eller via kärnkraft. Det sistnämnda alternativet bedöms inte vara ett reellt alternativ med hänsyn till att kärnkraftsreaktorer i närområdet successivt avvecklas. Solel





bedöms inte heller vara ett alternativ för att täcka hela det förväntade elbehovet, detta då effekten av solel är låg under vinterhalvåret och då solel kräver stora markytor, vilka inte bedöms finnas tillgängliga i den omfattning som skulle krävas.

Den pågående omställningen av industri- och transportsektorn kräver mycket stora mängder el. Tidigare använde dessa sektorer stora mängder fossilbaserad energi. För att avsevärt kunna reducera utsläppen från dessa sektorer är tillgången till förnybar el till konkurrenskraftiga priser och i tillräcklig utsträckning avgörande. Om utbyggnaden av elproduktionen inte sker i motsvarande grad kan detta innebära att viktiga satsningar på till exempel elektrifierad industri inte kommer kunna genomföras i Sverige.

Om utebliven elproduktion från den planerade vindparken Aurora inte ersätts med annan elproduktion i Sverige innebär det en reducerad export alternativt en ökad import (beroende på elbehovet) från grannländerna. Eftersom fossilbränslebaserad elproduktion har högst marginalkostnader är det sådan elproduktion som i första hand berörs, vilket huvudsakligen innebär kolkraft så länge den typen av kraftproduktion finns kvar i grannländerna. Kolkraft har enligt siffror från IPCC (IPCC, 2014) ett utsläpp på 710 – 950 g CO<sub>2</sub>e/kWh, vilket kan jämföras med data för vindkraft från Vattenfall (2019) där en modern landbaserad vindpark har ett utsläpp på cirka 7 g CO<sub>2</sub>e/kWh, samt med de motsvarande eller ännu lägre utsläpp som förväntas från framtidens högeffektiva havsbaserade anläggningar. Sammantaget bedöms den planerade vindparken Aurora kunna minska de globala utsläppen med 14 miljoner ton koldioxid årligen.

Utbyggnad av havsbaserad vindkraft i södra Sverige ger goda förutsättningar för undvikande av import av utsläppstung el från produktion i andra länder. I ett längre perspektiv kan export av el från havsbaserad vindkraft ersätta användningen av kolkraft i närliggande länder, förutsatt att det trots det ökade elbehovet i Sverige blir ett överskott på elproduktion som kan exporteras. En sådan undanträngning av fossil kraftproduktion är inte möjlig i nollalternativet. Nollalternativet innebär därmed att klimatnyttan med projektet inte realiserar.

### 11.5.3 Klimatpåverkan

Nollalternativet innebär ur klimatsynpunkt att utsläppsminskningar inte främjas, vilket i sin tur kan medföra svårigheter att minska klimatpåverkan kopplat till användningen av fossila bränslen. Liksom beskrivet i avsnittet ovan, kan utbyggnaden av havsbaserad vindkraft möta såväl behovet av elektrifiering inom industri- och transportsektorn, som behovet av att möjliggöra för elexport som tränger ut fossilbaserad kraftproduktion i Europa. Dessa möjligheter begränsas i nollalternativet, förutsatt att inte samma kraftproduktion byggs ut på andra sätt och på andra platser. Beräkningar av klimatnytta med vindkraft kan göras på olika sätt. Sammanfattningsvis kan dock konstateras att vindpark Aurora möjliggör omfattande utsläppsminskningar oavsett om man beräknar dessa med avseende på elektrifiering eller undanträngning av fossil energi och oavsett vilka beräkningsmodeller som används. Klimatnyttan realiserar inte i nollalternativet, vilket därmed kan försvåra möjligheten att uppnå Sveriges klimat- och miljömål.

En försämrad möjlighet att begränsa klimatförändringarna genom omställning till förnybar energi innebär även en indirekt påverkan på kust- och havsområden på grund av klimatförändringarna. I de olika scenarier som redovisas av IPCC är det tydligt att effekten av klimatförändringarna är nära kopplad till den mängd växthusgaser som släpps ut. Enligt den senaste rapporten från IPCC så kommer den globala uppvärmningen överskrida två grader under 2000-talet om inte kraftiga utsläppsminskningar av koldioxid och andra växthusgaser görs under de kommande årtiondena. Om utsläppen skulle fortsätta i samma takt som idag så innebär det att det kvarvarande utsläppsutrymmet globalt skulle förbrukas inom 7–8 år. Effekterna kan bland annat innebära stigande vattentemperatur, ökad havsförsurning och förändrad salthalt, vilket påverkar i stort sett alla ekosystemkomponenter i havsmiljön. Klimatrelaterade förändringar bedöms kunna ge allvarliga konsekvenser för havsmiljön, även i Östersjön, både i närtid och på längre sikt. Det är tydligt att klimatförändringarna redan påverkar svenska marina arter och prognoserna indikerar större effekter under de kommande årtiondena. De arter som lever i Östersjön är ursprungligen antingen sötvattens- eller saltvattensarter vilka lever under stress på grund av det bräckta vatten som utgör en förutsättning i Östersjön. För organismer som redan lever på gränsen till sina utbredningsområden kan förändringarna leda till att arter försvinner.

Dessutom bedöms framtidens klimatförändringar för närvarande innebära att havsytan i södra Sverige kommer att stiga med cirka en meter fram till år 2100 för att därefter fortsätta stiga ytterligare. En stigande havsnivå medför flera olika problem i Skåne. De hittills huvudsakligen identifierade problemen är översvämning av låglänta områden, stranderosion samt saltvatteninträngning i grundvattnet i kustnära områden. Detta leder till förändrade förutsättningar för samhällsplaneringen, inte minst i kustzonen. Flera kuststräckor kommer att kräva olika former av skyddsåtgärder mot stigande havsnivåer och stranderosion. Landskapsbilden och kulturmiljöerna i kustnära lägen kommer därmed att påverkas på omfattande sätt. Effekterna av klimatförändringarna som uppkommer är betydande vid ett nollalternativ där vindpark Aurora inte anläggs och där inte heller annan förnybar kraftproduktion byggs ut i tillräcklig omfattning.

## 12. Skyddsåtgärder

Följande skyddsåtgärder kommer att vidtas inom ramen för planerad verksamhet och har antingen ingått som förutsättningar i konsekvensbedömningar, alternativt fallit ut till följd av konsekvensbedömningarna. Inom ramen för de konsekvensbedömningar som tagits fram har en bedömning gjorts över vilka skyddsåtgärder som är motiverade utifrån de konsekvenser som verksamheten medför för olika berörda aspekter.

### *Placering och utformning*

- Vindkraftverkens placering ska fastställas efter samråd med berörda myndigheter.
- Vindkraftverk och mätmaster ska förses med hindermarkering enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets föreskrifter.

### *Totalförsvaret*

- Verksamhetsutövaren ska under anläggningsfasen följa de anvisningar som lämnas av Försvarmakten så att påverkan på Totalförsvarets intressen i möjligaste mån minimeras.
- Bolaget ska, på begäran av Försvarmakten, stå för Försvarmaktens kostnader för tillkommande utrustning och de anpassningsåtgärder som Försvarmakten eventuellt behöver vidta till följd av vindpark Auroras etablering. Om installation av sådan utrustning ska ske inom vindparken ska verksamhetsutövaren i samråd med Försvarmakten möjliggöra anläggande och tillträde till berörda delar av vindparken.
- Bolaget ska samråda med Försvarmakten gällande planering avseende den närmare placeringen av vindkraftverken.

### *Sjöfart och sjösäkerhet*

- Allt marint arbete under anläggningsfasen ska övervakas av en *marine coordinator*, som övervakar den egna trafiken (vilka fartyg som finns i området, vilka arbetsuppgifter som ska utföras, vilka personer som befinner sig var, och så vidare). En *marine coordinator* kommer även att övervaka övrig fartygstrafik och kan bistå denna.
- Under anläggningsfasen ska en skyddszon om 500 meter utlysas runt de olika arbetsplatserna, detta gäller såväl för fasta arbetsplatser såsom installation av fundament och vindkraftverk, som för rörliga arbetsplatser såsom kabelinstallationer.
- Tydlig och frekvent information om vilka anläggningsarbeten som pågår och vilka områden som är berörda ska ges via Ufs (Underrättelser för sjöfarande) och NtMs (Notice to Mariners).
- Området ska definieras och markeras ut i sjökort och visuellt med bojar med racon eller radarreflektorer.



- Arbetsbelysning på arbetsfartyg och plattformar ska i möjligaste mån skärmas av mot passerande trafik.
- Eventuella korsningar av färjetrafikstråk ska ske med hänsyn till tidtabeller för färjetrafik.
- Inför samråd och fastställande av positioner för de vindkraftverk som ligger närmast fartygsstråk ska en uppdaterad nautisk riskanalys genomföras.
- På de fartyg som används vid service och underhåll ska det finnas utrustning för sjöräddning och miljöinsatser, exempelvis möjligheter att bärga människor, hjärtstartare, bårar och länsar för att begränsa spridning av eventuella utsläpp av olja eller andra kemiska produkter.
- Fartyg för service och underhåll som mer eller mindre dagligen korsar fartygsstråk, ska göra så inom särskilt definierade zoner.
- En studie av eventuella radarstörningar på fartygstrafiken från vindparken ska genomföras och vid behov ska radar etableras.
- Vid större marina operationer ska det ges en tydlig information via Ufs (Underrättelser för sjöfarande) och NtMs (Notice to Mariners) om vilka arbeten som pågår och vilka områden som är berörda.
- Vindparken och området omkring vindparken ska fjärrövervakas för att möjliggöra bland annat upptäckt av fartyg på allisionskurs med vindparken.
- Bolaget ska, för att undvika sjöfartsrelaterade risker, övervaka en skyddszon om minst 500 meter från installationsfartyg under driftsfasen när underhållsarbete med installationsfartyg utförs. *Kemikalier och avfall*
- Utrustningen för uppsamling av spill av olja och andra flytande kemikalier från vindkraftverk och transformatorstationer ska finnas.
- Avfall, såväl fast som flytande, ska tas om hand, sorteras och förvaras så att risk för förorening eller andra olägenheter inte uppstår samt transporteras till land för omhändertagande.
- En miljö- och räddningsplan kommer att upprättas i samråd med Kustbevakningen. Planen kommer bland annat att beskriva framkomligheten vid olycka/utsläpp, samt möjligheten till sanering av oljeutsläpp eller utsläpp av andra kemiska produkter som kan medföra en påverkan på omgivningen.

#### *Odetonerad ammunition*

- Eventuell förekomst av icke-detonerad ammunition (UXO) ska kartläggas som en del av detaljprojekteringen. De identifierade objekten ska antingen undvikas genom att ta hänsyn till detta vid placering av vindkraftverk och kablar eller oskadliggöras innan ett arbetsmoment kan genomföras.



### *Kemikalier och avfall*

- Utrustning för uppsamling av spill av olja och andra flytande kemiska produkter från vindkraftverk och transformatorstationer ska finnas.
- Avfall, såväl fast som flytande, ska tas om hand, sorteras och förvaras så att risk för förorening eller andra olägenheter inte uppstår samt transporteras till land för omhändertagande.

### *Beredskaps- och räddningsplan*

- Innan anläggningsarbeten påbörjas, ska en beredskaps- och räddningsplan utarbetas efter samråd med berörda myndigheter samt berörda kommuner.

### *Marinarkeologi*

- En marinarkeologisk utredning ska genomföras. Om marinarkeologiska objekt identifieras inom verksamhetsområdet ska dessa så långt som möjligt undvikas vid etablering av fundament och undervattenskablar.

### *Detektions- och driftregleringsutrustning*

- Vindparken kommer att förses med detektions- och driftregleringsutrustning för att möjliggöra driftreglering av vindkraftverk för att minska kollisionsrisken för fåglar och fladdermöss.

### *Frigång*

- Frigången mellan vattenyta och rotorblad ska sättas till 30 meter, till skydd för områdets sjöfågel och fladdermöss.

### *Skyddsåtgärder för marina däggdjur och fisk*

- Till skydd för marina däggdjur och fisk ska mjuk uppstart (soft-start) tillämpas innan seismisk utrustning används.
- Under uppstart av undersökningsarbeten med seismiska metoder ska även passiv akustisk övervakning nyttjas och det ska finnas observatörer på fartyget som spanar efter marina däggdjur i närheten av fartyget.
- Till skydd för tumlare ska utrustning för undersökningar med metoderna sidavsökande sonar och multistråleekolod användas med en ljudfrekvens överstigande 200 kHz.
- Till skydd för tumlare ska undervattensljud från seismiska undersökningar under perioden 1 maj – 31 augusti inte överstiga värdet  $SPL_{RMS-fäst, VHF}$  100 dB re. 1  $\mu Pa$  inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna.
- Inför pålningsarbeten ska akustiska metoder som motar bort tumlare, med tekniker anpassade för tumlare, användas i erforderlig omfattning.
- Pålningsarbeten ska inledas med mjuk uppstart (soft-start), varefter styrkan i hammarslagen successivt trappas upp till full styrka (ramp-up). Perioden för mjuk uppstart och successiv upptrappning ska, tillsammans med övriga



skyddsåtgärder, vara tillräcklig för att skydda marina däggdjur mot undervattensljud från pålningen som överskrider tröskelvärdena för permanent hörselnedsättning (PTS) respektive temporär hörselnedsättning (TTS) för tumlare.

- Vid pålningsarbeten ska ljuddämpande utrustning användas.
- Vid pålningsarbeten ska undervattensljud inte överstiga värdet enkel puls  $SPL_{RMS-fast, VHF}$  100 dB tumlare re  $1\mu Pa$  på ett avstånd om 9,4 kilometer från ljudkällan.
- Till skydd för tumlarens kalvnings- och parningsperiod ska undervattensljud från pålningsarbeten under perioden 1 maj - 31 augusti inte överstiga värdet  $SPL_{RMS-fast, VHF}$  100 dB tumlare re  $1\mu Pa$  inom Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna.

#### *Skyddsåtgärder och undersökningsprogram för migrerande fåglar*

- Verksamhetsutövaren ska undersöka migrerande fåglars rörelsemönster och undvikandegrad i förhållande till vindparken under en period om tre (3) år efter att det första vindkraftverket tagits i drift.

#### *Undersökningsprogram för fladdermöss*

- Verksamhetsutövaren ska undersöka förekomst av fladdermöss inom verksamhetsområdet samt vindparkens påverkan på migrerande fladdermöss under en period om tre (3) år efter att det första vindkraftverket tagits i drift och vid behov införa driftreglering.

## 13. Samlad bedömning

### 13.1 Samlade konsekvenser

Påverkans- och konsekvensbedömningarna för den planerade vindparken är gjorda utifrån ett worst-case scenario. Med worst case avses att beskriven påverkan och bedömda konsekvenser kan bli mindre, men att de aldrig kan bli större, än vad som beskrivs i denna miljökonsekvensbeskrivning. Konsekvensbedömningarna finns samlade i Tabell 66.

Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön. För vindpark Aurora har OX2 valt att utgå från ett utformningsscenario som utgör ett dubbelt worst case, det vill säga ett maximalt antal vindkraftverk (370 stycken) med den maximala höjden (370 meter). Samtliga konsekvensbedömningar har förutsatt att de, under respektive påverkansavsnitt, nämnda skydds- och försiktighetsåtgärderna tillämpas.

Vindpark Aurora ligger inom ett område där de förekommande naturvärdena, på grund av framför allt det stora vattendjupet och begränsade ljusförhållandena, i kombination med syrefattiga eller helt syrefria förhållanden, är i stort sett obefintliga. Den låga förekomsten av fisk medför att fiskätande marina däggdjur som tumlare och säl inte förekommer inom området i någon större utsträckning. Påverkan på marina däggdjur bedöms främst kunna uppstå under anläggningsfasen som följd av seismiska undersökningar eller ljudalstrande anläggningsarbeten. Med beaktande av föreslagna ljuddämpande skyddsåtgärder samt restriktioner i tid och rum för när arbete får utföras bedöms den samlade konsekvensen på tumlare bli liten till försumbar. För sälar bedöms mycket små till försumbara konsekvenser uppstå som följd av den planerade vindparken.

Vindpark Aurora bedöms inte ha någon betydande förekomst av övervintrande sjöfåglar och påverkar därmed inte heller de på Karlsöarna häckande sillgrissla och tordmule. Fågelinventeringarna med flyg visar detsamma gällande förekomsten av sjöfåglar under sommarhalvåret. Fåglar som söker föda vid botten till exempel ejder, alfågel eller sjöorre bedöms inte befinna sig inom vindparkens djupa vatten i någon större omfattning. Aurora passeras av ett stort antal migrerande fåglar vår och höst. Resultaten från kollisionriskmodelleringarna visar att vindpark Aurora resulterar i ett begränsat antal kollisioner och för samtliga bedömda arter och artgrupper bedöms konsekvenserna vara försumbara. Konsekvensen av kollisionerisken, undanträngning och barriäreffekten bedöms vara försumbar.

Stationära fladdermöss bedöms inte förekomma i vindparksområdet, däremot kan migrerande fladdermöss potentiellt passera genom vindparken under en begränsad tidsperiod på vår och höst. Under förutsättning att ett undersökningsprogram under driftsfasens första år genomförs och att det om betydande risk för kollision uppstår införs driftsreglering, bedöms konsekvenserna för de migrerande fladdermöss som kan förekomma i vindparksområdet bli försumbara.



I vindpark Auroras närområde förekommer utpekade riksintressen för naturmiljön, Totalförsvaret, sjöfarten, luftfarten, yrkesfisket, kulturmiljön och friluftslivet. Vindpark Aurora är utformad så att den, med undantag för MSA-ytan runt Kalmar Öland Airport, helt undviker omgivande riksintressen, farleder eller andra skyddade områden. Verksamhetsområdet överlappar således inte med något av dessa områden. Den planerade vindparken är även förenlig med antagna havsplaner.

Yrkesfisket inom den planerade vindparken Aurora är, och har under lång tid varit, av marginell betydelse. Det finns inte heller något som tyder på att detta kommer att förändras under överskådlig tid. Konsekvenserna för yrkesfisket bedöms bli försumbara.

Etableringen av vindpark Aurora medför en något förhöjd risk för incidenter och olyckor kopplade till sjöfarten, framför allt avseende allisioner. Åtgärder kommer att vidtas för att minska dessa risker. Konsekvenserna för sjöfarten bedöms sammantaget bli små till måttliga.

Inget fritidsfiske förekommer inom vindparken, därför, bedöms det inte föreligga risk för påverkan på rekreativsmöjligheter eller friluftslivsområden längs med Ölands och Gotlands kuster. Den visuella påverkan som uppstår under vindparkens driftsfas bedöms ge måttlig till försumbar konsekvens avseende landskapsbild och kulturmiljö på Öland och Gotland beroende på bedömd fotopunkt. Den sammantagna konsekvensen bedöms som liten.

Åtgärder till skydd för Totalförsvarets intressen och en fungerande samexistens med vindparken kan möjliggöras genom att OX2 bekostar exempelvis installation av signalspaningsutrustning och radarutrustning på vindkraftverken eller på annan anvisad plats. OX2:s föresats är att en fortsatt dialog med Försvarmakten kan generera samförstånd kring lämpliga lösningar för att möjliggöra uppförandet av vindparken samtidigt som Totalförsvarets intressen upprätthålls.

Inga oacceptabla risker bedöms uppstå till följd av vindpark Aurora. OX2 kommer att arbeta med riskhantering och riskeliminering genom att bland annat ta fram en beredskaps- och räddningsplan i samråd med tillsynsmyndigheter och andra berörda myndigheter och kommuner.

Vindpark Aurora kan byggas utan negativ inverkan på luftfarten under förutsättning att anpassningar av flygplatsens hinderbegränsande ytor görs.





Till vindpark Aurora används råvaror, material och bränslen vilket, i likhet med annan anläggningsverksamhet, är negativt ur resurshushållningssynpunkt. Det material som används går dock till största delen att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och sammantaget bedöms konsekvenserna således vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur att stora mängder förnybar el kan produceras. Vindparken bedöms på detta sätt innebära ett effektivt nyttjande av energi, material och vindresurser. Den mängd energi som krävs för att tillverka, uppföra och avveckla ett havsbaserat vindkraftverk bedöms ta cirka 8 månader att producera. Efter den tiden har vindparken ett positivt klimatavtryck och vindpark Aurora bedöms bli en viktig del i Sveriges och Europas process att ställa om till förnybara energikällor och att bidra till att uppfylla Sveriges klimatmål. Vindparken bedöms medföra mycket stora positiva konsekvenser ur klimatsynpunkt genom att elproduktionen är förnybar och kan ersätta fossil elproduktion och därmed reducera utsläpp av växthusgaser. Till vindpark Aurora används råvaror, material och bränslen vilket, i likhet med annan anläggningsverksamhet, är negativt ur resurshushållningssynpunkt. Det material som används går dock till största delen att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och sammantaget bedöms konsekvenserna således vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur att stora mängder förnybar el kan produceras. Vindparken bedöms på detta sätt innebära ett effektivt nyttjande av energi, material och vindresurser. Den mängd energi som krävs för att tillverka, uppföra och avveckla ett havsbaserat vindkraftverk bedöms ta cirka 8 månader att producera. Efter den tiden har vindparken ett positivt klimatavtryck och vindpark Aurora bedöms bli en viktig del i Sveriges och Europas process att ställa om till förnybara energikällor och att bidra till att uppfylla Sveriges klimatmål. Vindparken bedöms medföra mycket stora positiva konsekvenser ur klimatsynpunkt genom att elproduktionen är förnybar och kan ersätta fossil elproduktion och därmed reducera utsläpp av växthusgaser.

Tabell 66. I tabellen nedan redovisas bedömda konsekvenser för respektive miljöaspekt för anläggning, drift och avveckling av vindparken.

Miljöaspekt	Konsekvens		
	Anläggning	Drift	Avveckling
<b>Klimat</b>	Försumbar	Positiv	Försumbar
<b>Bottenflora och bottenfauna</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Fisk</b>	Försumbar	Mycket liten positiv	Försumbar
<b>Tumlare</b>	Liten	Mycket liten till försumbar	Mycket liten till försumbar
<b>Säl</b>	Mycket liten till försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Fågel</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Fladdermöss</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Ekosystemtjänster</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Landskapsbild och kulturmiljö</b>	Försumbar till måttlig	Försumbar till måttlig	Försumbar till måttlig
<b>Marinarkeologi</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Rekreation och friluftsliv</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Yrkesfiske</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Sjöfart</b>	Försumbar	Liten till måttlig	Försumbar
<b>Luftfart</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Totalförsvarets intressen</b>	Kompensationsåtgärder vidtas för att möjliggöra samexistens	Kompensationsåtgärder vidtas för att möjliggöra samexistens	Kompensationsåtgärder vidtas för att möjliggöra samexistens
<b>Risk och säkerhet</b>	Ingen oacceptabel risk	Ingen oacceptabel risk	Ingen oacceptabel risk
<b>Hushållning med resurser</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar
<b>Lagring av koldioxid och materialutvinning</b>	Försumbar	Försumbar	Försumbar

## 13.2 Natura 2000

Vindpark Aurora angränsar i söder till Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna (SPA/SCI, SE0330308). I öster är det minsta avståndet från verksamhetsområdet till Natura 2000-områdets gräns cirka 6,5 kilometer. Hoburgs bank och Midsjöbankarna är utpekade som Natura 2000-område enligt art- och habitatdirektivet för naturtyperna sublittoral sandbankar (1110) och rev (1170) samt för arterna tumlare (1351), alfågel (A064) och tobisgrissla (A202). Natura 2000-området är också riksintresse enligt 4 kap. 1§ miljöbalken.

En ansökan om Natura 2000-tillstånd avseende Hoburgs bank och Midsjöbankarna har sökts som en separat tillståndsprövning för vindpark Aurora. Ansökan skickades in i mars 2022 och kommer att prövas av Länsstyrelsen i Gotlands län. Nedan sammanfattas den samlade konsekvensbedömningen för Hoburgs bank och Midsjöbankarna. För utförlig beskrivning av förutsättningar, konsekvensbedömningar och skyddsåtgärder hänvisas läsaren till miljökonsekvensbeskrivningen för Natura 2000-ansökan.

Anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora innebär inte något fysiskt intrång i det närliggande Natura 2000-området. Ingen bottenyta inom det skyddade området kommer därmed att tas i anspråk. Påverkan bedöms framför allt uppstå vid anläggningsfasen, i samband med installation av fundament och anläggning av kablar, vilket ger upphov till viss sedimentsuspension och sedimentation samt undervattensljud.

Sedimentsuspension och sedimentation som uppstår inom Natura 2000-området är mycket liten och begränsad till delarna i norr som angränsar till vindpark Aurora. De planerade skyddsåtgärderna minskar bland annat påverkan till följd av undervattensljud som kan uppstå under anläggningsfasen i samband med seismiska undersökningar och installation av fundament. Ljuddämpande skyddsåtgärder minskar påverkan på utpekade arten tumlare och även andra marina däggdjur samt fisk. Under driftsfasen kan påverkan på fåglar framför allt uppstå i form av barriäreffekter, undanträngning och kollisionsrisk. Påverkan under avvecklingsfasen förväntas bli betydligt mindre än den påverkan som uppstår under anläggningsfasen.

Bedömningen är att ingen betydande påverkan sker på de utpekade naturtyperna sublittoral sandbankar och rev, och följaktligen inte heller på de typiska arterna av fisk, bottenflora och bottenfauna samt fågel som är kopplade till de utpekade naturtyperna. För den utpekade arten tumlare är den samlade bedömningen att anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora har en liten konsekvens för arten. Bedömningen beaktar att vindpark Aurora ligger inom ett område som är av liten vikt för tumlare samt förutsätter tillämpning av skyddsåtgärder. Anläggning, drift och avveckling av vindpark Aurora bedöms inte påverka möjligheten att uppnå eller bibehålla gynnsam bevarandestatus för de utpekade naturtyperna. Inte



heller för de utpekade arterna tumlare, alfågel och tobisgrissla bedöms planerad verksamhet påverka bibehållandet eller möjligheten att uppnå gynnsam bevarandestatus. Bedömningen grundar sig i verksamhetsområdets roll för de utpekade naturtyperna och arterna samt det stora avstånd, om minst 10 kilometer, från vindparken till de utpekade naturtyperna. Samtliga bedömningar beaktar åtgärdandet av skyddsåtgärder.

### 13.3 Riksintresse

I vindpark Auroras närområde förekommer utpekade riksintressen för naturmiljön, Försvarmakten, sjöfarten, yrkesfisket, kulturmiljön och friluftslivet. Utöver det närliggande Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna, som beskrivs i avsnitt 13.2, förekommer ett antal olika Natura 2000-områden längs med Öland och Gotlands kust, vilka också utgör riksintressen. Verksamhetsområdet för den planerade vindparken överlappar inte med några områden av riksintressen.

I detta avsnitt redovisas den eventuella påverkan och konsekvens som kan uppstå för förekommande riksintressen i närheten av vindpark Aurora.

#### 13.3.1 Riksintressen för kommunikationer

##### 13.3.1.1 Sjöfart

I den planerade vindparken Auroras närområde förekommer ett antal olika farleder, varav tre är utpekade som riksintressen för sjöfarten. Vindpark Aurora överlappar inte med något av dessa riksintressen. Sjöfarten bedöms kunna fortgå i stort sett oförändrad inom de närliggande farlederna, varför påverkan på riksintressena för sjöfart bedöms bli obetydlig.

##### 13.3.1.2 Luftfart

Den planerade vindparken ligger inom MSA-ytan (Minimum Sector Altitude) för Kalmar Öland Airport. Bolaget har en pågående dialog med Kalmar Öland Airport om förändringar av luftrummet för anpassning av hinderbegränsande ytor. Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installerad enligt gällande riktlinjer. Då en anpassning av flygplatsens hinderbegränsande ytor är en förutsättning för att kunna uppföra vindparken bedöms påverkan på riksintresset för flyg bli obetydlig.

#### 13.3.2 Riksintressen för yrkesfiske

Riksintresse för yrkesfiske (fångstområde) förekommer väst och nordväst om den planerade vindparken. Då riksintresseområdena för yrkesfiske ligger utanför vindpark Aurora och verksamheten i sig inte påverkar förutsättningarna för yrkesfisket inom riksintresseområdet bedöms det inte uppstå någon påverkan på riksintresset.



### 13.3.3 Riksintressen för totalförsvarets militära del

I direkt anslutning till Auroras västra del finns ett av Försvarets riksintressen (Sjöövningsområde Martin). Även andra riksintressen för Försvarets riksintressen än de som redovisas öppet kan förekomma i den planerade vindparkens närområde. OX2 kommer att, i samråd med Försvarets riksintressen, arbeta för att minska eventuell påverkan på förekommande riksintressen.

### 13.3.4 Riksintresse för energiproduktion

Söder och väster om Aurora finns utpekade riksintressen för energiproduktion. De utpekade riksintresseområdena ligger inte i nära anslutning till vindpark Aurora. Etablering av vindpark Aurora förväntas därav inte påverka förutsättningarna för elproduktion inom något av de utpekade riksintresseområdena.

### 13.3.5 Övriga riksintressen

Utmed Gotlands och Ölands kuster finns riksintresseområden för naturvård och för rörligt friluftsliv. Längs Gotlands kust finns även riksintresse för högexploaterad kust och längs Ölands kust finns riksintresse för obruten kust. Vindpark Auroras visuella påverkan på omgivningen bedöms inte påverka förutsättningarna för friluftsliv och rekreation längs Öland och Gotlands kuster. Då den planerade vindparken inte överlappar med något av dessa riksintresseområden bedöms förutsättningarna för att bibehålla de förutsättningar som råder i dagsläget inte påverkas.

## 13.4 Miljökvalitetsnormer

### Samlad konsekvensbedömning

Projektet bedöms inte påverka möjligheten att uppnå beslutade miljökvalitetsnormer eller målet om god miljöstatus enligt havsmiljödirektivet. Påverkan på miljökvalitetsnormer enligt vattendirektivet bedöms vara av försumbar konsekvens.

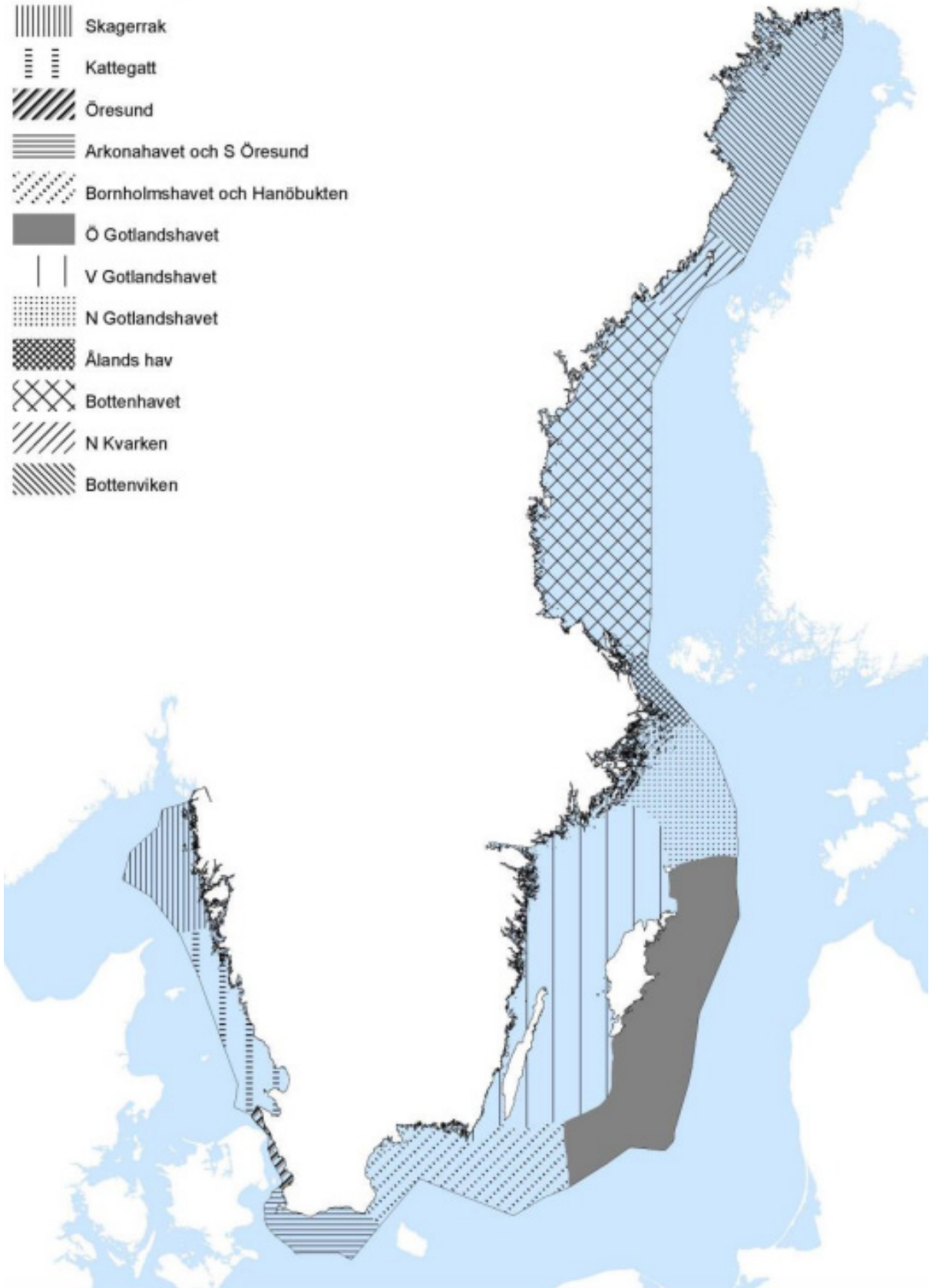
Ingen tillförsel av näringsämnen eller farliga ämnen kommer att ske i samband med verksamheten. Föreslagna ljuddämpande skyddsåtgärder under anläggningsfasen bedöms vara tillräckliga för att undvika stor negativ påverkan av undervattensljud på tumlare, säl och fisk. Avfall kommer tas om hand och transporteras till land, därigenom tillför verksamheten inte marint skräp till miljön. Vindpark Aurora medför ingen påverkan eller förlust av skyddsvärda habitat eller livsmiljöer. Fiske inom verksamhetsområdet kommer sannolikt att begränsas och kan då komma att omfördelas till andra områden. Denna omfördelning väntas bli liten då det i dagsläget förekommer fiske i liten omfattning i verksamhetsområdet. Vindparken är av liten vikt för migrerande eller övervintrande sjöfåglar, konsekvenserna för förekommande fågelarter bedöms vara försumbara.

Miljökvalitetsnormer för vatten fastställs med stöd av 5 kap miljöbalken, enligt Havsmiljöförordning (2010:1341) och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2012:18 för marina vattenmiljöer. Miljökvalitetsnormer för vatten är bestämmelser om kvaliteten på miljön i en vattenförekomst som fastställts i syfte att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön eller för att avhjälpa skador på eller olägenheter för människors hälsa eller miljön.

För havsmiljö finns elva miljökvalitetsnormer med indikatorer framtagna. Miljökvalitetsnormerna är styrmedel för att se till att god miljöstatus upprätthålls eller uppnås. Miljökvalitetsnormerna är utformade för att motsvara alla de belastningar som bedömts påverka miljön. En miljökvalitetsnorm för havsmiljön utgörs av en kvalitativ beskrivning av en önskad miljöstatus. Till varje norm kopplas en eller flera indikatorer som ska möjliggöra en bedömning om den kvalitativa beskrivningen uppfylls eller inte.

Vindpark Aurora ligger inom förvaltningsområde västra Gotlandshavets utsjövatten i Östersjön (Havs- och vattenmyndigheten, 2012a). De belastningar som påverkar mest i svenska havsområden bedöms av Havs- och vattenmyndigheten vara tillförsel av näringsämnen (kväve och fosfor), tillförsel av farliga ämnen, fysisk störning av botten och uttag av arter (Havs- och Vattenmyndigheten, 2018).

## Havsbasänger



Figur 77. Havsbasänger, västra Gotlandshavet markerad med vertikala streck (Havs- och vattenmyndigheten, 2012b).

### 13.4.1 Bedömning av påverkan på miljökvalitetsnormer enligt havsmiljödirektivet

Nedan följer en bedömning av hur vindpark Aurora bedöms påverka möjligheten att uppnå de olika indikatorerna för miljökvalitetsnormer som följer av havsmiljödirektivet.

#### **A. Tillförsel av näringsämnen och organiskt material**

*A.1 Tillförsel av näringsämnen från mänsklig verksamhet ska minska tills den inte orsakar koncentrationer av kväve och fosfor i havsmiljön som förhindrar att god miljöstatus uppnås.*

##### *A.1.1 Tillförsel av kväve och fosfor*

Projektet i sig bedöms inte tillföra näringsämnen men vid anläggning kommer ämnen lagrade i sedimenten kunna övergå till vattenpelaren vid sedimentspridning som uppstår vid exempelvis borrning av fundament eller nedspolning av kablar. Enligt simuleringar av sedimentspridning bedöms mängden sediment som grumlans upp vara liten och suspenderat sediment kommer till stor del vara begränsat till bottenvattnet. Därav bedöms mängden näringsämnen som kan övergå från botten sediment till vattenpelaren vara obetydlig.

Bedömningen är att projektet inte kommer förhindra att miljökvalitetsnormen uppnås då projektet inte kommer bidra till någon tillförsel av näringsämnen.

#### **B. Tillförsel av farliga ämnen**

*B.1 Tillförsel av farliga ämnen från mänsklig verksamhet ska minska tills den inte orsakar halter av farliga ämnen som förhindrar att god miljöstatus uppnås.*

##### *B.1.1 Farliga ämnen i biota*

Denna miljökvalitetsnorm har beaktats genom beräkning av bidrag från spridning av sediment under byggskedet med hjälp av data från SGU från det planerade parkområdet samt en närbelägen nationell miljöövervakningsstation (SE-10), se Bilaga. Halten av tributyltenn (TBT) i den närliggande miljöövervakningsstationen har överstigit det effektbaserade riktvärdet vid tidigare mätningar, och kan därmed även göra det inom Aurora. Sannolikheten för en påverkan av förhöjda TBT-halter i vattenpelaren eller i sedimentet bedöms dock som liten då sedimentspridningen är begränsad både i tid och rum (NIRAS, 2021c) samt att ingen tillförsel av ämnet sker i samband med verksamheten.

*B.2 Farliga ämnen i havsmiljön som tillförs genom mänsklig verksamhet får inte orsaka negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.*

##### *B.2.3 Effekter av organiska tennföreningar på snäckor (imposex)*

Denna miljökvalitetsnorm har beaktats genom beräkning av bidrag från spridning av sediment under byggskedet, se Bilaga. Halten av tributyltenn (TBT) i den närliggande miljöövervakningsstationen har överstigit det effektbaserade riktvärdet vid tidigare mätningar, och kan därmed även göra det inom Aurora. Sannolikheten för



en påverkan av förhöjda TBT-halter i vattenpelaren eller i sedimentet bedöms dock som liten då sedimentspridningen är begränsad i tid och rum (NIRAS, 2021c) samt att ingen tillförsel av ämnet sker i samband med verksamheten. Bedömningen är att påverkan från farliga ämnen är obetydlig och att projektet inte förhindrar att miljökvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls.

### **C. Biologisk störning**

*C.3 Populationerna av alla naturligt förekommande fiskarter och skaldjur som påverkas av fiske har en ålders- och storleksstruktur samt beståndsstorlek som garanterar deras långsiktiga hållbarhet.*

*C.3.1 Fiskeridödlighet*

*C.3.2 Lekbiomassa (SSB) för alla kommersiellt nyttjade bestånd*

*C.3.3 Hållbart nyttjande av nationellt förvaltade fisk- och skaldjurspopulationer*

Vindpark Aurora kan komma att påverka yrkesfisket som i sin tur är den faktor som har störst inverkan på miljökvalitetsnormen C.3 och dess indikatorer. Motivering för vindpark Auroras inverkan på indikatorerna C.3.1 - C.3.3 är följande. Rådande fiskekvoter är det som påverkar indikator C.3.1 Fiskeridödligheten (F) samt C.3.3 Hållbart nyttjande av nationellt förvaltade arter. I dagsläget bedöms de tre mest fiskade arterna (torsk, sill och skarpsill) inte klara målvärdet för indikator C.3.1 Fiskeridödlighet i Centrala Östersjön. Projektet bedöms inte öka eller medföra fiskeridödlighet. Fiskeridödligheten sker huvudsakligen på vuxen fisk (lekbiomassa) och indikator C.3.2 Lekbiomassa (SSB) påverkas således av bestämda kvoter för ICES – delområde 27.3.D.25 och 27. På lång sikt kan vindparken gynna fiskbestånden genom minskat fiske i parkområdet. Minskar fisketrycket på vuxna individer i parkområdet kan det minska fiskeridödligheten och öka lekbiomassan, vilket kan bidra till att värdena för indikatorerna C.3.1 - C.3.3 höjs.

*C.4 Förekomst, artsammansättning och storleksfördelning hos fisksamhället ska möjliggöra att viktiga funktioner i näringsväven upprätthålls.*

*C.4.1 Storleksstruktur i fisksamhället i utsjövatten*

Påverkan på miljökvalitetsnormen beaktas i bilagan för fisk (Bilaga B.X) och bedömningen är att projektet inte förhindrar att miljökvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls. En eventuell reveffekt bedöms bli obetydlig för fisk i området som helhet.

Bedömningen är att påverkan från projektet är obetydlig och att projektet inte förhindrar att miljökvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls.

### **D. Fysisk störning**

*D.1 Den av mänsklig verksamhet opåverkade havsbottenarealen ska ha en omfattning som ger förutsättningar för att upprätthålla bottenarnas struktur och funktion för respektive livsmiljötyp.*

*D.1.1 Trend för fysisk störning på havsbotten från bottentrålning*



Inom vindparken har ingen bottentrålning ägt rum de senaste 10 åren och i hela Östersjön har tråldragen minskat kraftig efter fiskestopp på torsk och minskade kvoter på sill. Den totala ansträngningen i och omkring vindparksområdet är alltså redan starkt påverkat av bestämda kvoter. Då ingen bottentrålning sker i dag-släget bedöms en eventuell omfördelning av fiske inte påverka den totala arealen trålsvepta områden att minska och projektet bedöms därmed varken bidra eller hindra att D.1.1. uppnås.

*D.1.2 Fysisk förlust av sandbankar och rev*

*D.2 Arealen av biogena substrat ska bibehållas eller öka.*

Indikatorer till miljö kvalitetsnormen D.2 saknas. Bedömningen för vindpark Auroras inverkan på miljö kvalitetsnormen, D.1.2. och D.2 redovisas sammantaget nedan.

I vindparksområdet har inga grunda område så som sandbankar, rev eller biogena substrat dokumenterats. Inom det angränsande Natura 2000-området finns naturtyperna rev och sandbankar på utsjöbankarna som är på cirka 10 kilometer avstånd från vindparksområdet. Ingen fysisk exploatering sker inom det till vindparken angränsande Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna. Således påverkas inte heller de utpekade naturtypernas arealer inom Natura 2000-området av vindparkens bottenanspråk. Vidare är sandbankarna och reven belägna på ett avstånd om minst 10 kilometer från vindparken, vilket medför att den sedimentspridning som uppstår i samband med anläggning av fundamenten inte kommer att nå de naturtyper som återfinns på bankarna.

Då vindparksområdet till största del utgörs av djupa mjukbottnar förväntas utbredningen av blåmusslor vara av begränsad omfattning inom det planerade vindparksområdet. Vindparken kan även medföra en viss positiv utveckling för utbredningen av blåmusslor i området då vindparkens hårda strukturer utgör ett nytt substrat där blåmusslor kan etableras (Sejer m.fl. 2022).

*D.3 Permanenta förändringar av hydrografiska förhållanden som beror på storskaliga verksamheter, enskilda eller samverkande, får inte påverka biologisk mångfald och ekosystem negativt.*

Indikatorer till miljö kvalitetsnormen D.3 saknas. Vindparken bedöms inte påverka hydrografen annat än lokalt. Exempelvis kan strömningshastigheter ändras nära fundamenten (Sejer m.fl. 2022).

Bedömningen är att påverkan från fysisk störning är obetydlig och att projektet inte förhindrar att miljö kvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls.

## **E. Skräp och buller**

*E.1 Havsmiljön ska så långt som möjligt vara fri från skräp.*

*E.1.1 Mängd skräp på referensstränder*

*E.1.2 Mängd skräp på havsbotten*



Skräp i bygg- och driftskede beaktas i miljöplan för entreprenaden respektive avfallsplan under drift. Avfall, såväl fast som flytande, ska tas om hand, sorteras och förvaras så att risk för förorening eller andra olägenheter inte uppstår samt transporteras till land för omhändertagande. Verksamheten innebär inte en tillförsel av marint skräp till området. Verksamheten bedöms inte påverka indikatorer E.1.1 och E.1.2. Vid anläggning kan det komma att behövas viss rensning av marint skräp från botten. Under driftsfasen kan olika metoder för övervakning av förekomsten av spökfiskande redskap inom vindparken komma att tillämpas och anläggningsdelarna kan vid behov rensas från marint skräp.

*E.2 Mänskliga verksamheter ska inte orsaka skadligt impulsivt ljud i marina däggdjurs utbredningsområden under tidsperioder då djuren är känsliga för störning.*

Indikatorer till miljö kvalitetsnormen E.2 saknas. Påverkan från undervattensljud beaktas utförligt i tumlarbilagan samt i avsnitt om tumlare och säl. Bedömningen är att projektet inte förhindrar att miljö kvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls. Bedömningen motiveras av följande skyddsåtgärder. Ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbla bubbelgardiner kommer att användas vid pålning av pin-piles eller dubbla bubbelgardiner och hydro sound damper vid pålning av monopiles. Skyddsåtgärder som akustiska bortmotningsmetoder anpassade efter tumlare samt mjukstart och ramp-up av ljusalstrande arbeten kommer att tillämpas. Pålningsarbeten tidsbegränsas i närheten av Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna under sommaren. Kontrollprogram för övervakning av ljudnivåer från verksamheten planeras upprättas inför anläggningsfasen.

Bedömningen är att påverkan från anläggning av vindparken är obetydlig och att projektet inte förhindrar att miljö kvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls.

### **Sammanfattning**

En sammanfattning av vindpark Auroras påverkan på miljö kvalitetsnormer enligt havsmiljödirektivet redovisas i Tabell 67.

Tabell 67. Sammanfattning av bedömning av konsekvenser på miljö kvalitetsnormer.

Miljö kvalitetsnorm	Verksamhetens påverkan	Bedömd konsekvens
A.1 Tillförsel av näringsämnen från mänsklig verksamhet ska minska tills den inte orsakar koncentrationer av kväve och fosfor i havsmiljön som förhindrar att god miljöstatus uppnås.	Projektet kommer inte att tillföra näringsämnen.	Bedömningen är att projektet inte kommer förhindra att MKN A.1.1 uppnås då projektet inte kommer bidra till någon tillförsel av näringsämnen.
B.1 Tillförsel av farliga ämnen från mänsklig verksamhet ska minska tills den inte orsakar halter av farliga ämnen som förhindrar att god miljöstatus uppnås.	Sedimentspridningen vid anläggning är begränsad i tid och rum samt ingen tillförsel av ämnet sker i samband med verksamheten.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
B.2 Farliga ämnen i havsmiljön som tillförs genom mänsklig verksamhet får inte orsaka negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.	Oljeföroreningar i byggskede och driftskede beaktas i beredskaps- och räddningsplanen.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
C.3 Populationerna av alla naturligt förekommande fiskarter och skaldjur som påverkas av fiske har en ålders- och storleksstruktur samt beståndsstorlek som garanterar deras långsiktiga hållbarhet.	På lång sikt kan vindparken gynna fiskbestånden med minskad bottenrålning i parkområdet.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
C.4 Förekomst, artsammansättning och storleksfördelning hos fiskesamhället ska möjliggöra att viktiga funktioner i näringsväven upprätthålls.	Ingen reveffekt som kan påverka områdets artsammansättning och fiskförekomst bedöms uppstå inom vindpark Aurora.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
D.1 Den av mänsklig verksamhet opåverkade havsbottenarealen ska ha en omfattning som ger förutsättningar för att upprätthålla bottenarnas struktur och funktion för respektive livsmiljötyp.	Ett minskat fisketryck inom parken kan resultera i en omfördelning av fisket i regionen.	Då omfördelningen bedöms ske till redan påverkade områden kommer den totala arealen trålsvepta områden att minska och projektet bedöms därmed bidra till att D.1.1. uppnås.
D.2 Arealen av biogena substrat ska bibehållas eller öka.	Ingen fysisk exploatering sker på utsjöbankar, rev eller sandbankar.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
D.3 Permanenta förändringar av hydrografiska förhållanden som beror på storskaliga verksamheter, enskilda eller samverkande, får inte påverka biologisk mångfald och ekosystem negativt.	Strömhastigheter och blandning kan förändras i nedströmsviken nära fundamenten. Våghöjder och vågenergi minskar något i lä av vindparken. Påverkan bedöms som liten och för strömning och blandning lokal. Vindparken bedöms inte påverka hydrografen annat än lokalt.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls
E.1 Havsmiljön ska så långt som möjligt vara fri från skräp.	Skräp i bygg- och driftskede beaktas i miljöplan för entreprenaden respektive avfallsplan under drift.	Verksamheten bedöms inte påverka indikatorer E.1.1 och E.1.2. Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls
E.2 Mänskliga verksamheter ska inte orsaka skadligt impulsivt ljud i marina däggdjurs utbredningsområden under tidsperioder då djuren är känsliga för störning.	Ljud från pålning av pinpiles och monopiles. Ljuddämpande åtgärder, akustiska bortmotning-smetoder, tidsrestriktioner kommer att tillämpas. Kontrollprogram för övervakning av ljudnivåer från verksamheten planeras upprättas inför anläggningsfasen.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att miljö kvalitetsnormen uppnås och/eller bibehålls.

## 13.4.2 Bedömning av påverkan på god miljöstatus enligt havsmiljödirektivet

Relevanta deskriptorer och indikatorer som beskriver god miljöstatus har sammanfattats nedan i Tabell 68.

Tabell 68. Beskrivning av deskriptorer som bedöms vara relevanta för vindparken Aurora.

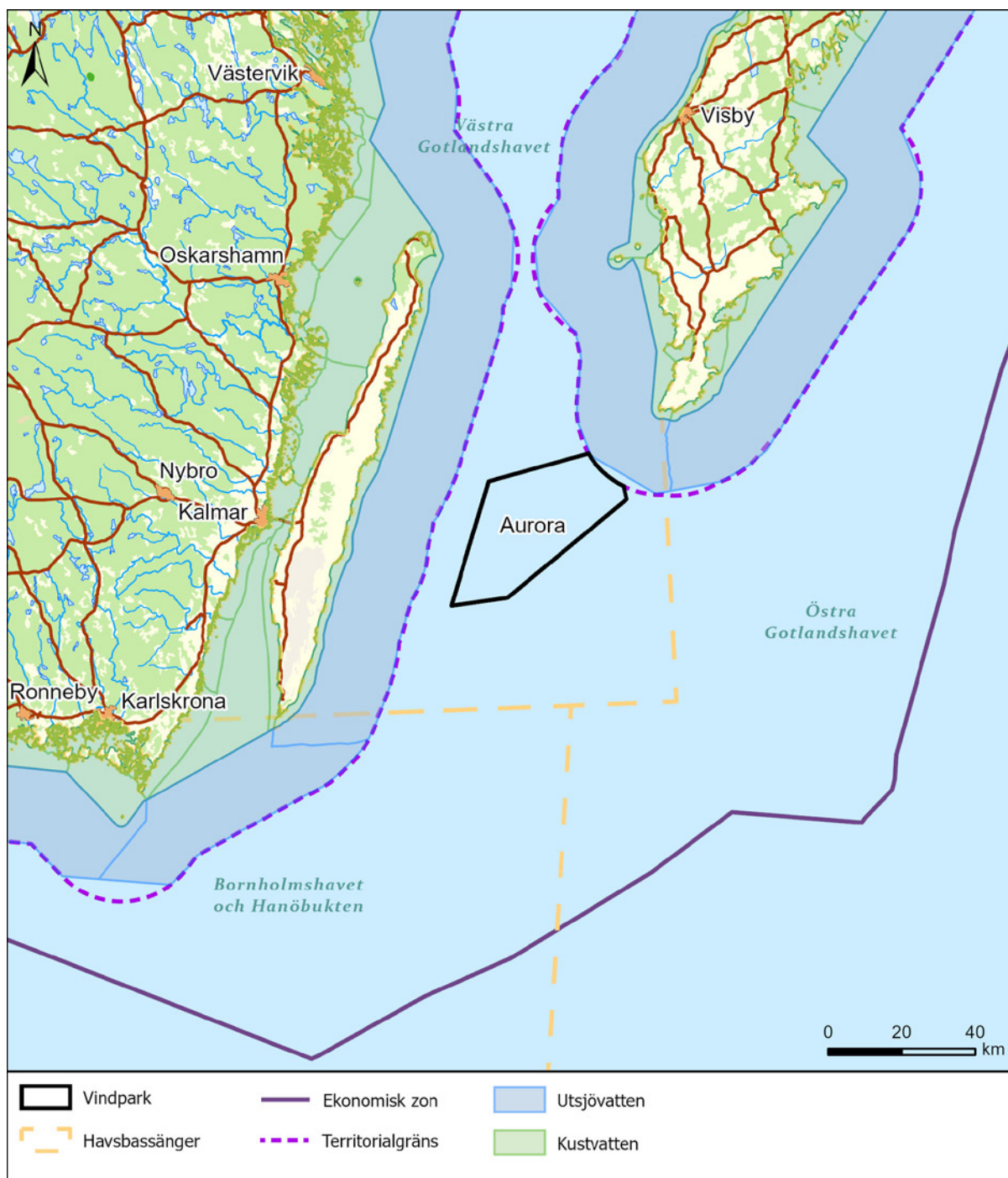
Deskriptorer och indikatorer	Bedömning
<p><b>Deskriptor 1. Biologisk mångfald</b></p> <p><i>Indikatorer:</i>            1.2A Abundans av häckande havsfåglar            1.2B Abundans av övervintrande havsfåglar            1.2C Abundans och trender för gråsäl            1.2D Abundans och trender för knubbsäl            1.2H Lekbiomassa (SSB) för pelagiska och demersala fiskarter            1.4A Utbredning av gråsäl            1.4B Utbredning av knubbsäl</p>	<p>Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för de indikatorer som ligger till grund för bedömning av deskriptor 1.</p> <p>Detaljerade konsekvensbedömningar för fågel görs i avsnitt 8.6 samt i Bilaga B.9. Detaljerade konsekvensbedömningar för gråsäl och knubbsäl görs i avsnitt 8.5. Detaljerade konsekvensbedömningar för fisk görs i avsnitt 8.3 samt i Bilaga 8B.6.</p>
<p><b>Deskriptor 3. Kommerciellt nyttjade fiskar och skaldjur</b></p> <p><i>Indikatorer:</i>            3.2A Lekbiomassa (SSB) för alla kommerciellt nyttjade populationer</p>	<p>Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för den indikator som ligger till grund för bedömning av deskriptor 3.</p> <p>Detaljerad konsekvensbedömning gällande fisk och yrkesfiske görs i avsnitt 8.3 och 8.11 samt i Bilaga B.6 och B.14.</p>
<p><b>Deskriptor 4. Marina näringsvävar</b></p> <p><i>Indikatorer:</i>            1.2A Abundans av häckande havsfåglar            1.2B Abundans av övervintrande havsfåglar            1.2C Abundans och trender för gråsäl            1.2D Abundans och trender för knubbsäl            1.2H Lekbiomassa (SSB) för pelagiska och demersala fiskarter</p>	<p>Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för de indikatorer som ligger till grund för bedömning av deskriptor 4.</p> <p>Detaljerade konsekvensbedömningar för fågel görs i avsnitt 8.6 samt i Bilaga B.9. Detaljerade konsekvensbedömningar för gråsäl och knubbsäl görs i avsnitt 8.5. Detaljerade konsekvensbedömningar för fisk görs i avsnitt 8.3 samt i Bilaga B.6.</p>
<p><b>Deskriptor 5. Övergödning</b></p> <p><i>Indikatorer:</i>            5.1B Koncentrationer av kväve och fosfor i utsjövatten (1)            5.7A Djuputbredning av makrovegetation i kustvatten (6)            5.8B Bottenfauna i utsjövatten (7)</p>	<p>Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för de indikatorer som ligger till grund för bedömning av deskriptor 5.</p> <p>Detaljerade konsekvensbedömningar för bottenflora- och fauna görs i avsnitt 8.2 samt i Bilaga B.5.</p>
<p><b>Deskriptor 6. Havsbottnens integritet</b></p> <p><i>Indikatorer</i>            6.3A Utsträckning av fysisk störning i bentiska livsmiljöer            5.8B Bottenfauna i utsjövatten (2)</p>	<p>Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för de indikatorer som ligger till grund för bedömning av deskriptor 6.</p> <p>Detaljerad konsekvensbedömning gällande bottenflora- och fauna görs i avsnitt 8.2 samt i Bilaga B.5.</p>

<p><b>Deskriptor 7. Bestående förändringar av hydrografiska villkor</b></p> <p><i>Inga indikatorer finns.</i></p>	<p>Verksamheten bedöms inte påverka områdets hydrografi på sådant sätt att möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus påverkas.</p>
<p><b>Deskriptor 8. Koncentrationer och effekter av farliga ämnen</b></p> <p><i>Indikatorer</i></p> <p><i>8.1A Halter av farliga ämnen (1)</i></p> <p><i>8.3A Volym av upptäckta olagliga eller olycksrelaterade utsläpp av olja och oljeliknande produkter (3)</i></p>	<p>Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för de indikatorer som ligger till grund för bedömning av deskriptor 8.</p> <p>Detaljerad konsekvensbedömning gällande farliga ämnen och olycksrelaterade utsläpp görs i avsnitt 8.15.</p>
<p><b>Deskriptor 11. Undervattensbuller</b></p> <p><i>Inga indikatorer finns.</i></p>	<p>Verksamheten bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för deskriptor 11.</p> <p>Det har utförts modellering av undervattensljud (se avsnitt 7.2 och Bilaga B.3.B) och detaljerade konsekvensbedömningar för fisk ges i avsnitt 8.3 samt i Bilaga B.6.</p>

### 13.4.3 Bedömning av påverkan på miljö kvalitetsnormer vattendirektivet

Aurora ligger i ekonomisk zon och överlappar därmed inte med någon vattenförekomst i kust- eller utsjövatten innanför territorialgränsen (VISS, 2022). I nordost angränsar Aurora till vattenförekomsten Del av V Gotlandshav och i väst ligger Aurora på avstånd om cirka 10 kilometer från vattenförekomsten, Figur 78. I förvaltningscykel 3 är statusklassningen att vattenförekomsten ej uppnår god kemisk status med avseende på prioriterade ämnen bromerade difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Dessa överskrider i alla undersökta ytvattenförekomster i Sverige och i senaste bedömningen har kemisk status, bortsett från överallt överskridande ämnen, klassats som god. Det finns inga uppsatta kvalitetskrav eller miljö kvalitetsnormer för vattenförekomsten.

Den påverkan som kan uppstå från vindparken är grumling och spridning av sediment vid anläggningsarbeten. Spridning av sediment har beskrivits och bedömts i kapitel 7 och avsnitt 8.2. Fundament och elkablar planeras att anläggas parallellt med andra installationsaktiviteter, därmed kommer förhöjda halter suspenderat material aldrig att inträffa över hela området vid ett och samma tillfälle. Påverkan kommer att uppkomma vid olika tidpunkter vid de fundamenten och kablar som anläggs för tillfället. Suspenderade sediment är begränsade till bottenvatten och spridningen är mycket begränsad. Sammanfattningsvis bedöms inte anläggningen av vindparken medföra förändringar i statusklassningen eller försämring av kemisk status.



Figur 78. Vattenförekomster i närheten av den planerade parken. © [Lantmäteriet] 2021, [underlag: VISS].

### 13.4.4 Bedömning av påverkan på mål i Baltic Sea Action Plan

Baltic Sea Action Plan är ett program (uppdaterat 2021) med omkring 200 konkreta åtgärder som ska bidra till att uppnå god miljöstatus i Östersjön. Åtgärderna ska implementeras senast år 2030. Åtgärderna är uppdelade för att återspegla påverkan från land, från havsbaserade aktiviteter samt ekosystemets ekologiska status. För åtgärder finns det fyra huvudområden med specifika mål:

- Biologisk mångfald, med mål om att "Östersjön ska vara friskt och motståndskraftigt"
- Övergödning, med mål om att "Östersjön ska vara opåverkat av övergödning",
- Farliga ämnen och marint skräp, med mål om att "Östersjön ska vara opåverkat av farliga ämnen och marint skräp",
- Havsbaserade aktiviteter, med mål om "miljömässigt hållbara havsbaserade aktiviteter"

I Tabell 69 nedan sammanfattas bedömning av påverkan på huvudområden och delmål inom Baltic Sea Action Plan.

Tabell 69. Sammanfattning av bedömning av konsekvenser på miljö kvalitetsnormer.

Huvudområden	Verksamhetens påverkan	Bedömd konsekvens
	Undervattensljud	Med skyddsåtgärder som dubbel bubbelgardin eller motsvarande, samt soft start och ramp up vid pålningsarbete bedöms påverkan bli obetydlig (fisk) och obetydlig-liten (tumlare och säl), se avsnitten 8.3, 8.4 och 8.5.
<b>Biologisk mångfald</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livskraftiga populationer av alla inhemska arter</li> <li>• Naturlig utbredning, förekomst och kvalitet av habitat och associerade växt- och djursamhällen</li> <li>• Funktionella, friska och motståndskraftiga näringsvävar</li> </ul>	Kollisionsrisk och barriäreffekter för fåglar och fladdermöss.	Påverkan bedöms bli obetydlig för fågel. För fladdermöss bedöms påverkan bli obetydlig. Undersökningsprogram kommer att genomföras. Se avsnitten 8.6 och 8.7.
	Sedimentation	Sedimentation beräknas bli övergående och påverkan obetydlig, se avsnitt 8.2. I förlängningen uppstår inte heller någon indirekt påverkan på tumlare eller säl, se Bilaga B.8 och avsnitt 8.5.
	Miljögifter	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 8.2 och 6.4. I förlängningen uppstår inte heller någon indirekt påverkan på tumlare eller säl, se Bilaga B.8 och avsnitt 8.5.
	Reveffekt	Reveffekten bedöms bli mycket begränsad och ha obetydlig påverkan, se avsnitt 6.4



<b>Övergödning</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Koncentration av näringsämnen nära naturlig nivå</li> <li>· Klart vatten</li> <li>· Naturlig nivå av algblomning</li> <li>· Naturlig utbredning och förekomst av växter och djur</li> <li>· Naturliga syrenivåer</li> </ul>	Miljögifter och näringsämnen	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 8.2. I förlängningen uppstår inte heller någon indirekt påverkan på fisk, tumlare eller säl, se Bilaga B.8 och avsnitt 8.3 och 8.5.
	Sedimentation	Sedimentation beräknas bli övergående och påverkan obetydlig, se avsnitt 8.2 (bottenflora och bottenfauna), 8.5 (sål) samt Bilaga B.8 (tumlare).
<b>Miljöfarliga ämnen och marint skräp</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ett friskt marint liv</li> <li>· Koncentrationer av farliga ämnen är nära naturliga nivåer</li> <li>· All mat från havet är säker att äta</li> <li>· Minimal risk för människor och miljön från radioaktivitet</li> <li>· Ingen skada på marint liv från marint skräp</li> </ul>	Miljögifter	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 8.2 (bottenflora och bottenfauna), 8.5 (sål) samt Bilaga B.8 (tumlare).
	Nedskräpning vid konstruktion och nedmontering.	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 8.17.
<b>Havsbaserade aktiviteter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ingen eller minimal störning för biologisk mångfald och ekosystemet</li> <li>· Aktiviteter som påverkar habitat på havsbotten hotar inte artpopulationers och samhällets långsiktiga livskraftighet</li> <li>· Ingen eller minimal skada på marint liv av oljud från mänskliga källor</li> </ul>	Ökad fartygstrafik	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 8.3, 8.4 och 8.5.
	Undervattensljud	Med skyddsåtgärder som bubbelgardin eller liknande, samt ramp-up vid konstruktionsarbete bedöms påverkan bli obetydlig, se avsnitt 8.3 (fisk), 8.5 (sål) och Bilaga B.8 (tumlare).

## 13.5 Miljö- och klimatmål

### 13.5.1 Sveriges nationella miljö kvalitetsmål

Riksdagen har beslutat om 16 nationella miljö kvalitetsmål som beskriver det tillstånd som ska uppnås i ett generationsperspektiv. Utöver dessa finns det så kallade Generationsmålet som är ett övergripande mål som visar på den samhällsomställning som behövs för att kunna lämna över ett hållbart samhälle till kommande generationer. För sökt verksamhet har *Generationsmålet* samt fem nationella miljö kvalitetsmål bedömts vara relevanta att beskriva. De utvalda relevanta miljömålen är; *Begränsad klimatpåverkan*, *Hav i balans samt levande kust och skärgård*, *Ett rikt djur- och växtliv*, *Säker strålmiljö*, *God bebyggd miljö* samt *Giftfri miljö*. Den planerade vindparken bedöms bidra positivt till generationsmålet och bedöms inte medföra att något miljömål inte kan uppnås. I följande stycken beskrivs och bedöms påverkan på de respektive miljömålen.

Miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* bedöms gynnas av etableringen av storskalig vindkraft så som den planerade vindpark Aurora. Även Sveriges klimatpolitiska ramverk med ”inga nettoutsläpp av växthusgaser i Sverige senast år 2045” såväl som FN:s klimatkonvention bedöms gynnas av storskaliga satsningar på vindkraft. Positiva synergieffekter så som renare luft och tryggare energiförsörjning bedöms kunna uppkomma. Sökt verksamhet kommer att medföra något ökade

utsläpp till luft tillfälligt under anläggningsfasen till följd av tillverkning, installation och drift inklusive transporter till och från etableringsområdet. Nyttan för klimatet kommer dock att överstiga den initiala påverkan då ett havsbaserat vindkraftverk, enligt Energimyndigheten, efter åtta månader i drift har producerat den mängd energi som krävs för att tillverka, uppföra och nedmontera det. Under vindparkens livstid bedöms verken generera mer än 60 gånger så mycket elektricitet som motsvarar den energi som används vid tillverkning, etablering, drift och avveckling av parken. Påverkan under tillverknings- och anläggningsfasen bedöms således vara liten i förhållande till den långvariga positiva effekt som vindparken innebär med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reduktion av växthusgasutsläpp.

Miljömålet *Hav i balans* berörs av vattenarbeten vid installation av fundament samt internt kabelnät genom undervattensljud, förändrad bottenstruktur och sedimentspridning. Påverkan på bottenflora- och fauna, fisk och marina däggdjur är temporär. Miljömålet beaktas genom val av anläggningsmetoder för att minimera grumling och ljuddämpande åtgärder av hänsyn till omgivande art- och habitatvärden. I det fall marin arkeologiska lämningar finns inom området kommer dessa att undvikas så långt som möjligt. Kustnära friluftsliv kommer fortsatt kunna bedrivas.

Miljömålet *Ett rikt växt- och djurliv* bedöms inte påverkas genom etableringen av vindpark Aurora. OX2 har en strategi för biologisk mångfald, som beskriver hur OX2 genom vind- och solkraftsprojekt ska bidra till en övergång till förnybara energikällor samtidigt som den biologiska mångfalden gynnas. Målet är att OX2:s vind- och solkraftsparker ska vara naturpositiva till år 2030. Strategin innefattar bland annat att följa hänsynshierarkin och att skapa en naturpositiv klimatomställning. Inom ramen för projektet har OX2 arbetat med hänsynshierarkin genom att undvika att etablera parken i områden med höga naturvärden. Detta görs genom att anlägga parken utanför närliggande Natura 2000-områden. Dessutom minimeras påverkan genom att utformningen och uppförandet av vindparken görs med hänsyn till naturvärdesobjekt och arter. Detta uppfylls till exempel genom att begränsa ljud som uppkommer vid pålning som skydd för marina däggdjur och fisk.

*Säker strålmiljö* berörs lokalt kring de elektromagnetiska fält som uppstår runt internkabelnät och anslutningskabel. Som redogjorts tidigare medför dessa försumbara konsekvenser för fisk, bottenfauna och marina däggdjur och därmed motverkas inte uppfyllelsen av målet.

*God bebyggd miljö* berörs genom den påverkan en vindpark kan ha för den bebyggda miljön på Öland och Gotland. Vindpark Aurora medför att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. De material som används går till största delen att återvinna eller återanvända och vindparken bedöms i sin helhet innebära ett effektivt nyttjande av energi och material samt vara ett hållbart sätt att nyttja vindenergiressursen. Som redogjorts för tidigare förväntas boendemiljön på Öland och Gotland inte påverkas av det luftburna ljud som genereras av vindparken. Vindparken motverkar därmed inte möjligheten till en uppfyllelse av målet.



Miljömålet *Giftfri miljö* bedöms beröras i mycket begränsad omfattning, huvudsakligen genom sedimentspridning vid anläggning som kan innehålla förorenade ämnen. Sedimentspridningen bedöms dock vara så begränsad att eventuella medföljande miljögifter inte medför negativa konsekvenser för miljö och arter. Vindparken motverkar därmed inte möjligheten till en uppfyllelse av målet.

Ett av *Generationsmålet*s sju strecksatser som förtydligar vad den svenska miljöpolitiken ska fokusera på, handlar om att andelen förnybar energi ska öka och att energianvändningen ska vara effektiv. Med tanke på vindpark Auroras positiva bidrag gällande förnybar energi och begränsade påverkan gällande övriga miljömål och aspekter bedöms den planerade vindparken bidra positivt till generationsmålet om att lämna över ett hållbart samhälle till nästa generation.

Övriga miljö kvalitetsmål (*Skyddande ozonskikt, Grundvatten av god kvalitet, Ett rikt odlingslandskap, Frisk luft, Storslagen fjällmiljö, Ingen övergödning, Myllrande våtmarker, Levande sjöar och vattendrag, Levande kust och skärgård samt Levande skogar*) bedöms inte beröras på sådant sätt att de är relevanta att beskriva här.

### 13.5.2 Nationella klimatmål

År 2015 kom världens länder genom Parisavtalet överens om att den globala temperaturökningen skulle hållas långt under två grader och att vi ska sträva mot att begränsa den till en och en halv grader. Parisavtalet kopplar även till FN:s Agenda 2030 där ett av huvudmålen är att bekämpa klimatförändringarna. För att leva upp till målen i Parisavtalet har Sveriges riksdag beslutat om etappmål för minskning av landets klimatpåverkan. Enligt etappmålen ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045 för att därefter uppnå negativa utsläpp, det vill säga att sänka halten av växthusgaser i atmosfären. Utöver detta ska elproduktionen i Sverige enligt riksdagens mål vara 100 procent förnybar till år 2040. Dessa målsättningar speglas även i miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan som beskrivs i avsnitt 13.5.1. Enligt både regeringen och Energimyndigheten krävs möjligheter till framtida expansion av vindkraften för att målen kring fossilfri elproduktion ska uppnås.

Vindpark Aurora bedöms på kort tid producera lika mycket elektricitet, som motsvarar den energi som används för tillverkning, anläggning, drift och avveckling. Dessutom kommer vindparken vara i drift under en lång tid och kommer under sin livstid bidra till att ersätta den fossila elproduktionen. Därmed kan växthusgasutsläppen reduceras i stor skala, och vindparken bedöms bidra positivt till uppfyllandet av Sveriges klimatmål och därmed även Parisavtalet och Agenda 2030.



### 13.5.3 Regionala effekter vid etablering av en havsbaserad vindpark

Vid projektering, etablering och drift av en vindpark erfordras många kompetenser och många branscher är involverade. Det kan handla om över ett hundratal branscher och verksamheter i varierande storlek. Vidare krävs stöd från en mängd olika företag som kan erbjuda både varor och tjänster som krävs vid en vindkraftsetablering. I närområdet på Öland, Gotland och fastlandet, finns förutsättningar för att utveckla och ta tillvara de arbetsmöjligheter som kommer att uppstå för etablerade företag specialiserade inom bland annat vindkraftsunderhåll, sjötransporter och sjömätning. Genom etableringen av vindpark Aurora ökar också möjligheterna regionalt att bli ett centrum även för andra vindparker. Medan installationsfasen är relativt kortvarig och personalen som används till den havsbaserade etableringen ofta är specialiserad och fokuserad på den kortare installationsfasen och arbetar på en global marknad, möjliggör den upp till 45 år långa driftsfasen skapandet av stabila regionala arbetstillfällen som behövs. Dels skapas direkta arbetstillfällen rörande underhåll och drift av vindpark Aurora, dels uppstår indirekta arbetstillfällen, till exempel om tillrest personal används i projektet som medför intäkter i form av övernattningar och konsumtion till regionen.

Direkta arbetstillfällen skapas av nödvändigheten att säkerställa stabil drift under vindparkens livstid. Detta sker genom att ett lokalt drift- och underhållskontor som är ansvarigt för verksamheten etableras på platsen. Drift- och underhållsorganisationen kommer att kräva olika typer av kvalificerade roller såsom offshore servicetekniker, men även stödtjänster i form av administrativ personal. Logistiken till vindparken kommer att ske från en hamn i regionen och ett långtidsavtal med en hamn kommer att ingås för det syftet. Det förväntade antalet direkta arbetstillfällen som skapas i samband med vindpark Auroras etablering är cirka 150. Vidare är möjligheterna för forskning och akademiska samarbeten rörande havsbaserad vindkraft stora.

Storskalig vindkraft innebär ökad tillgång på elektricitet och installerad effekt i regionen. Det innebär att kommunala utbyggnadsplaner kan realiseras, att samhällets elektrifiering (främst inom fordons- och transportsektorn) kan genomföras, samt attrahera befintliga företag att investera och nya företag att etablera sig i regionen. Befintliga tunga industrier kan genom vindpark Aurora få tillgång till stor del förnybar el. Därutöver kan elektricitet konverteras till vätgas och ammoniak, vilket är viktiga råvaror för en stor bredd av industrin. Detta kan i sin tur utgöra språngbräddor för fortsatt regional utveckling och är en viktig förutsättning för ekonomisk tillväxt och fortsatt god välfärd.

## 14. Uppföljning och kontroll

OX2 kommer att ta fram ett kontrollprogram för den planerade verksamheten i samråd med tillsynsmyndigheten efter det att ett erhållit tillstånd vunnit laga kraft. Syftet med kontrollprogrammet är att redovisa hur de villkor som föreskrivits i tillståndet uppfylls. Exempel på parametrar som kommer att följas upp inom ramen för det framtagna kontrollprogrammet är undervattensljud som uppstår under anläggningsfasen.

Kontrollprogrammet för verksamheten kommer att samordnas så att det även inbegriper de villkor som anges i meddelat Natura 2000-tillstånd.

## 15. Samråd

Inför upprättande av föreliggande miljökonsekvensbeskrivning har samråd i enlighet med miljöbalken genomförts. Av 6 § miljöbedömningsförordningen (2017:966) framgår att den planerade vindparken ska antas medföra en betydande miljöpåverkan, vilket innebär att genomfört samråd har utgjort ett så kallat avgränsningssamråd.

### 15.1 Avgränsningssamråd

OX2 genomförde ett avgränsningssamråd enligt 6 kap. miljöbalken med allmänheten, länsstyrelsen, övriga statliga sektorsmyndigheter, närliggande kommuner, intresseorganisationer och övriga intressenter avseende den planerade verksamheten under perioden augusti till och med november 2021. Samrådet inför ansökningarna om tillstånd enligt SEZ och KSL samordnades i berörda delar med projektets samråd inför ansökan om Natura 2000-tillstånd.

Samrådsmöten för allmänheten genomfördes den 26 oktober 2021 i Runsten på Öland samt den 27 oktober 2021 i Visby på Gotland. Samråd med Länsstyrelsen i Gotlands län inleddes med ett möte den 29 september 2021, därefter genomfördes uppföljande möten angående fågel, marinarkeologi, tumlare och skyddsåtgärder.

Därutöver genomfördes digitala samrådsmöten med BirdLife Sverige, den 15 september 2021, Naturvårdsverket, den 16 september 2021, Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), den 17 september 2021, Sjöfartsverket, den 22 september 2021, Swedish Pelagic Federation PO, den 24 september 2021 och den 4 november 2021, Länsstyrelsen i Kalmar län, den 29 september 2021 och den 8 oktober 2021, Sveriges Fiskares Producentorganisation (SFPO), den 13 oktober 2021 samt Havs- och vattenmyndigheten, den 12 november 2021. Inom ramen för avgränsningssamrådet inkom 36 svar från myndigheter och andra intressenter och 15 svar från allmänheten.

För en fullständig redogörelse för det genomförda samrådet hänvisas till upprättad samrådsredogörelse, Bilaga B.1 till miljökonsekvensbeskrivningen.

## 15.2 Esbosamråd

OX2 har med hjälp av Naturvårdsverket genomfört ett samråd med andra berörda länder i enlighet med konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang (Esbokonventionen).

Inom ramen för detta samråd har synpunkter inkommit från danska, tyska och polska myndigheter och organisationer. Sammanfattningsvis kan det konstateras att merparten av parterna som svarat har meddelat att de inte har något att erinra mot projektet men att de vill få möjlighet att ta del av framtida information. Några av parterna har påtalat vikten av att i projektets olika faser vidta åtgärder för att minska risken för negativ påverkan på Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna och de för området utpekade och typiska arterna och naturtyperna.

## 16. Sakkunskap

### 16.1 OX2:s Projektorganisation

OX2:s projektorganisation för vindpark Aurora har flerårig kunskap inom havsbaserad vindkraft. Personerna som listas i Tabell 70 nedan har varit delaktiga i framtagandet av aktuell tillståndsansökan, i projekteringen av vindparken och i projektplaneringen.

Tabell 70. Ingående personer i OX2:s projektorganisation för vindpark Aurora.

Namn	Roll i projektet	Erfarenhet
Kristina Nilsson Bromander	Projektledare	Kristina är civilingenjör inom hållbar energiteknik och har tidigare erfarenhet av projektledning från ABB. Kristina har jobbat med projektledning och försäljning av kraftöverföringssystem på en global marknad, bland annat inriktat mot offshore wind connections i Europa och Asien.
Elina Cuéllar	MKB-ansvarig	Elina är marinbiolog och har tidigare erfarenhet av miljökonsekvensbeskrivningar från flera offshore-projekt, bland annat den havsbaserade vindparken Storgrundet och utbytet av Öresundskablarna, vilka är de 400 kV undervattenskablar som går mellan Skåne och Själland.
Fredrik Wibling	Teknisk projektledare	Fredrik har 15 års erfarenhet av projektledning inom stora komplexa projekt i olika världsdelar, främst inom vindkraft, högspänning och offshore-industrin. Fredrik har tidigare arbetat på ABB HVDC (BorWin1, DolWin1, DolWin2, NEA800), Bassoe (MWP Mark 2, BT-3500-2, BT-4000) och Vattenfall (Limfjord och Klevberget).
Emelie Zakrisson	Granskare	Emelie är civilingenjör i maskinteknik och har tidigare arbetat åt DONG Energy (numera Ørsted) och RWE Renewables med projektutveckling av havsbaserad vindkraft. Emelie har bland annat varit verksam i projektet Westermost Rough, som driftsattes 2015 och Södra Midsjöbanken, samt en rad andra projekt i bland annat Storbritannien, Tyskland och Frankrike.
Göran Loman	Senior rådgivare	Göran har 25 års erfarenhet av projektledning inom havsbaserad vindkraft och miljötillstånd enligt miljöbalken, samt av installation och drift. Göran har tidigare bland annat arbetat på Vattenfall med Lillgrund och Kriegers flak samt Kentish Flats Extension och Thanet Extensions i Nordsjön, samt olika havsbaserade projekt i Nederländerna och Tyskland.

### 16.2 Sakkunniga på uppdrag av OX2

I Tabell 71 redovisas, i enlighet med 19 § miljöbedömningsförordningen, uppgifter om hur kravet på sakkunskap i 15 § i förordningen är uppfyllt. De personer som listas nedan utgör konsulter och experter inom olika sakområden, av vilka flera har varit delaktiga i att ta fram de olika underlagsutredningar som har utgjort underlag för Natura 2000-miljökonsekvensbeskrivningen. Experterna har därutöver varit delaktiga i processen med framtagandet av miljökonsekvensbeskrivningen och vid kvalitetsgranskningen av dokumentet.

Tabell 71. Sakkunniga som på uppdrag av OX2 ingått i projektorganisationen för vindpark Aurora.

Namn	Utbildning	Erfarenhet
Selma Pacariz, AFRY	Fil. Mag. Miljö GU, Fil. Dr. Oceanografi GU, Post Doc FMRI	Selma är disputerad oceanograf med lång erfarenhet av forskning. Selma arbetar som uppdragsledare/expert i tillståndsprövningar för vattenverksamheter samt Natura 2000-prövningar. Selma har stor erfarenhet av utredningar och bedömningar av påverkan på recipienter och Natura 2000-bevarandevärden samt tillståndsprocesser för hamnar, muddring, utsläpp till vatten, havsbaserad vindkraft, undervattenskablar osv.
Karin Lundström, AFRY	Fil. Mag. Fysisk oceanografi, GU	Karin är marinvetare med fysisk oceanografi som specialområde. Karin arbetar med bland annat tillståndsprövningar av miljöfarliga verksamheter och vattenverksamheter samt Natura 2000-prövningar.
Daniel Rasmusson, AFRY	Fil. Mag. Miljövetenskap, LU	Daniel är miljövetare och specialist inom tillståndsprövning. Daniel arbetar med bland annat tillståndsprövningar av miljöfarliga verksamheter inom industri och energi, vattenverksamheter, ledningskoncessioner, lokaliseringstuderingar samt Natura 2000-prövningar.
Olof Liungman, AFRY	Fil. Mag. GU, Fil. Dr. Fysisk oceanografi, GU	Olof har en doktorsexamen i fysisk oceanografi och är expert inom vatten och miljö. Olofs tekniska expertis är inom marin miljö och numeriska simuleringar av strömning, blandning och utsläpp i vatten, bland annat sedimentspridning. Han har omfattande erfarenhet från havsbaserad vindkraft, oljeindustrin, muddring, reningsverk och broar.
Lisa Palm, AFRY	Fil. Mag. Miljövetenskap, GU	Lisa är biolog och miljövetare och arbetar oftast som tekniskansvarig eller uppdragsledare i större och mindre projekt. Lisa arbetar med bland annat tillståndsprövningar av miljöfarliga verksamheter och vattenverksamheter, olika dispenser samt Natura 2000-prövningar.
Olov Tiblom, AquaBiota	Fil. Mag. Biologi, SU	<i>Olov har en masterexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet. Olov arbetar i flera olika tillståndsprövningar av havsbaserad vindkraft, han arbetar även med marina och limniska naturvärdesinventeringar. Olov har mycket goda artkunskaper och stor erfarenhet av artidentifiering av makrofytter och bottenfauna, både vid fältundersökningar och analyser av insamlade botten- och vegetationsprover på labb.</i>
Marcus Öhman, AquaBiota	Fil. Kand, Fil. Mag, Fil. Dr, Docent (SU, UU, University of East Anglia, James Cook University)	Marcus är biolog som doktorerat och forskat i marin ekologi, i synnerhet fiskars ekologi. Han innehar en docentur i zoologisk ekologi. Marcus initierade det första forskningsprojektet som empiriskt studerade effekterna av havsbaserad vindkraft på fisk. Marcus har även arbetat på Regeringskansliet med bl.a. fiskerifrågor samt Naturvårdsverket där han var nationell chef för viltförvaltningen. I sin nuvarande roll som utvecklingschef och forskare på AquaBiota Water Research jobbar han med ett flertal projekt inom havsbaserad vindkraft. Han ingår också som expert i arbetet med den syntesrapport som kommer bli klar 2022 och som kommer sammanfatta forskningen kring havsbaserad vindkraft och marint liv.
Eva Stensland Isaeus, AquaBiota	Fil. Dr. Zoologisk ekologi, SU	<i>Eva är marinbiolog och har en bakgrund som delfinforskare. Hon har sedan 2012 arbetat med tillståndsfrågor enligt miljöbalken, både med framtagande av MKB och underlagsutredningar samt varit ansvarig för tillstånd i större infrastrukturprojekt på Svenska kraftnät. Forskar kring påverkan på marina däggdjur från havsbaserad vindkraft i Vindvalprojektet Marin MedVind.</i>
Frida Seger, AquaBiota	Fil. Mag. Marina vetenskaper och Biologi, GU	<i>Frida är marinbiolog och har dubbla masterexamen i marina vetenskaper och biologi från Göteborgs universitet, vilket bland annat inkluderat kurser inom marin ekologi och marin biologisk mångfald. Frida arbetar i flera olika tillståndsprövningar för havsbaserad vindkraft sedan 2020.</i>





Mathilda Karlsson, AquaBiota	M.Sc. Marinbiologi	Mathilda har en masterexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet. Hon har deltagit i projekt vid Stockholms universitet som fokuserar på fiskekologi i Östersjön. Idag jobbar hon med tillståndsfrågor inom havsbaserad vindkraft samt utför fältundersökningar där hon samlar och utvärderar data på bland annat fisk och bentisk fauna.
Maria Wilson, NIRAS	Fil. Dr. Zoofysiologi, AU	Maria har över 10 års erfarenhet inom forskning på undervattensljud, marina däggdjur, fisk och ljudpåverkan. Maria arbetar sedan 2018 med miljöbedömningar på marina ekosystem med huvudfokus på undervattensljud och potentiell påverkan på marint liv (marina däggdjur, fiskar och ryggradslösa djur).
Mark Mikaelson, NIRAS	M.Sc. Acoustics and signal processing, Aalborg Universitet (AAU)	Mark har över 10 års erfarenhet inom beräkningar på undervattensljud från pålning och seismiska undersökningar och har arbetat med mer än 20 havsbaserade vindparker i England, Danmark, Nederländerna och Sverige. Mark har omfattande kunskap om beräkningsmetoder för undervattensljud, som grund för miljöbedömningar på marint liv (marina däggdjur, fiskar och ryggradslösa djur).  Mark har arbetat med framtagande av de danska riktlinjerna för pålning (2016) och han är även involverad i den pågående revisionen av dessa (2022). Mark har även arbetat som konsult åt danska Energinet (ungefär motsvarande Svenska kraftnät) med att genomföra mätningar av undervattensljud vid seismiska undersökningar i Nordsjön (2021). Därutöver har han arbetat med utformning och analys av mätningar av undervattensljud från pålning vid projekten Race Bank och Walney Extension i Storbritannien.
Richard Ottvall, Ottvall Consulting	Fil Dr Zooekologi, Lunds universitet, Post Doc CRNS-CEFE, Montpellier	Richard har bakgrund som forskare i fågelekoologi vid Lunds universitet, Campus Gotland och Hedmark University College. Richard har mycket goda artkunskaper och 30 års erfarenhet av fågelinventeringar. Till havs har Richard i samarbete med Lunds universitet, Naturvårdsverket, länsstyrelser och vindkraftsbolag utfört 50 fågelinventeringar från flyg. Richard var medförfattare i Vindvals syntesrapport 6740 om vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss och har haft regeringsuppdrag om marina fåglars förekomst och ekologi.
Henrik Skov, DHI	M.Sc. Marine	Henrik har mer än 35 års erfarenhet av tillämpning av fält- och analysmetoder för att bedöma marina livsmiljöer och effekterna av mänskliga aktiviteter till havs. Hantering av mer än 75 marina konsekvensbedömningar. Metodutveckling inom konsekvensanalys omfattar agensbaserad modellering, dynamisk habitatmodellering, kollisionriskmodellering och GIS-baserade beslutsstödssystem med avseende på bedömning av marina livsmiljöer och kartläggning av känslighet. Henriks erfarenhet inkluderar små och storskaliga marina skyddade områden, broar och tunnar, olja och gas, hållbart kommersiellt och hantverksfiske, hållbara vindparker till havs och muddringsaktiviteter.
André Cocuccio	M.Sc. Oceanografi	André är Chartered Marine Technologist (CMarTech) och specialist inom säker navigering med över 20 års professionell erfarenhet från både den privata och den publika sektorn. André var tidigare biträdande direktör för säkerhet inom navigation vid Storbritanniens Maritime & Coastguard Agency (motsvarande Sjöfartsverket) och ansvarade för framtagandet av Storbritanniens sjöfartspolicy, standarder och tjänster inom hydrografi, havsövervakning, meteorologi, navigering och radiokommunikation.
Ryan Horrocks	B.Sc. Marinbiologi	Ryan arbetar framför allt med dataanalys kopplat till fartygstrafik och sjöfartsrisker och tar fram underlag till miljökonsekvensbeskrivningar och lokaliseringsutredningar för havsbaserade projekt inom bland annat förnyelsebar energi, olja, gas och hamnar.



## 17. Referenser

- 4offshore Wind, 2020. Baltex-5 offshore wind farm. [Online]  
Available at: <https://www.4coffshore.com/windfarms/poland/baltex-5-poland-pl61.html>
- Aarnio m.fl., 1998. *Role of Halicyptus spinulosus (Priapulida) in structuring meiofauna and settling macrofauna*, u.o.: Marine Ecology Progress Series, 163, 145-153..
- Aarvak, T. et al., 2012. Year-round movements of Long-tailed Ducks *Clangula hyemalis* from Kolguev Island, Barents Sea. *Polar Biology*, Volym 45, pp. 71-87.
- Ahlén, I., 1997. Migratory behaviour of bats at south Swedish coasts. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 62, pp. 375-380.
- Ahlén, I., 2011. Fladdermusfaunan i Sverige - Arternas utbredning och status. Kunskapsläget 2011. *Fauna & Flora*, pp. 2-19.
- Ahlén, I., Baagøe, H. J. & Bach, L., 2009. Behavior of scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy*, 90(6), pp. 1318-1323.
- AIB, 2019. *European residual mixes. Results of the calculation of residual mixes for the calendar year 2019.*, s.l.: s.n
- Alerstam, T. et al., 2019. Hypotheses and tracking results about the longest migration: the case of the arctic tern. *Ecology and Evolution*, Volume 9, pp. 9511-9531.
- Alerstam, T. & Ulfstrand, S., 2008. A radar study of the autumn migration of Wood Pigeons *Columba palumbus* in southern Sweden. *Ibis*, Volume 116, pp. 522-542.
- Ammar, Y. et al., 2021. The Risk for Novel and Disappearing Environmental Conditions in the Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science*, 01 10.
- Andersen, K. H. et al., 2020. Large Pelagic Fish Are Most Sensitive to Climate Change Despite Pelagification of Ocean Food Webs. *Frontiers in Marine Science*, 26 11.
- Andersson et al., 2017. *Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning.*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Andersson, A. et al., 2015. Projected future climate change and Baltic Sea ecosystem management. *AMBIO*, 44, pp. 345-356.
- Apler, A. & Josefsson, S., 2016. *Chemical contaminants in offshore sediments 2003-2014. Swedish status and trend monitoring programme. SGU-rapport 2016:04*, s.l.: Sveriges geologiska undersökning.
- AquaBiota, 2021. *Bottenmiljöer och havsbaserad vindkraft i Egentliga Östersjön - Vindpark Aurora*, s.l.: AquaBiota Report 2021:14.
- Aquabiota, 2022. *Fladdermusinventering Aurora 2020*, s.l.: Aquabiota Water Research. Rapport 2022:2.



Artportalen, n.d. *Artportalen*: sök. [Online]

Available at: <https://www.artportalen.se/ViewSighting/SearchSighting>

Band, B., 2012. *Using a collision risk model to assess bird collision risks for off-shore wind farms*, s.l.: Rapport, mars 2012.

Bartos, M. et al., 2020. Colony size as a predictor of breeding behaviour in a common waterbird. *PLoS One*, Volym 15, p. 11.

Bergenius, M. et al., 2018. *Atlas över svenskt kust- och havsfiske 2003-2005*, Drottningholm, Lysekil, Öregrund: Aqua reports 2018:3.

Bergström, U., Bergström, L., Carlén, I. & Isæus, M., 2011. *GIS-baserade metoder för att kartlägga fiskars livsmiljöer i grunda havsområden*, Stockholm: Vindval.

Bochert, R. & Zettler, M., 2006. *Effect of electromagnetic fields on marine organisms.*, s.l.: In: Koller, J., Koppel, J., Peters, W. (Eds.), *Offshore Wind Energy*. Springer, Berlin, Heidelberg (Germany), pp. 223–234..

Bogren, J., Gustavsson, J. & Williams, M., 2019. *Klimatförändringar - Naturliga och antropogena orsaker.*, s.l.: s.n

Bohnsack, J. A. & Sutherland, D. L., 1985. Artificial Reef Research: A Review with Recommendations for Future Priorities. *Bulletin of Marine Science*, Volym 37(1), pp. 11-39.

Boverket, 2009. *Vindkraftshandboken - planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden*, s.l.: Boverket.

Brabant, R., Laurent, Y., Poerink, B. J. & Degraer, S., 2019. Activity and behaviour of Nathusius' pipistrelle *Pipistrellus nathusii* at low and high altitude in a North Sea offshore wind farm. *Acta Chiropterologica*, 21(2), pp. 341-348.

Bryhn, A. et al., 2021. *Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020: Resursöversikt*, s.l.: Havs- och vattenmyndigheten.

Budd, G. & Rayment, W., 2001. *Limecola balthica Baltic tellin*. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [online]., s.l.: Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.

Byrén m.fl., 2006. *Uptake of sedimentary organic matter by the deposit-feeding Baltic amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata*.*, s.l.: Marine Ecology Progress Series, 313, 135-143.

Cabrera-Cruz, S. & Villegas-Patracá, R., 2016. Response of migrating raptors to an increasing number of wind farms. *Journal of Applied Ecology*, Volume 53, pp. 1667-1675.

Carloni, J. M., 2018. *Analysis of long-term productivity monitoring and foraging area identification of breeding Common terns in coastal New Hampshire*. Master's Thesis and Capstones.. Durham: University of New Hampshire.



De Jong, J., Eriksson, A. & Ringberg, A., 2015. *Uppföljande studie av fladdermöss vid Kårehamnporten – En jämförelse mellan förekomst och aktivitet av fladdermöss före respektive efter etablering av vindkraftverk*, s.l.: Rapport på uppdrag av E.ON Vind Sverige AB.

Dehnhardt, G., Mauck, B., Hanke, W. & Bleckmann, H., 2001. *Hydrodynamic Trail-Following in Harbor Seals (Phoca vitulina)*. s.l.: Science 293, s 102-104.

DHI, 2016a. *Infauna Report for Swedish Waters in 2015. Environmental Baseline Survey of Seabed Sediments, Hydrological Conditions, Benthic Fauna and Chemical Warfare Agents in Sweden and Denmark*, s.l.: Nordstrem 2. Project No. : 150814.

DHI, 2016b. *Environmental Baseline Survey of Seabed Sediments, Hydrological Conditions, Benthic Fauna and Chemical Warfare Agents in Sweden and Denmark*, Hørsholm: DHI.

Dierschke, V., Furness, R. & Garthe, S., 2016. Seabirds and offshore wind farms in European waters: avoidance and attraction. *Biological Conservation*, Volume 202, pp. 59-68.

Dierschke, V. et al., 2011. Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications*, Volym 21, pp. 1851-1860.

DNV, 2021. *Further review of selected OWFs - Detailed review of traffic compositions and distances.*, s.l.: s.n.

Dong Energy, Danish Energy Authority & The Danish Forest and Nature Agency, 2006. *Danish offshore wind - key environmental issues*, Denmark: Prinfo Holbæk-Hedehusene.

Durinck, J., Skov, H., Jensen, F. & Pihl, S., 1994. *Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea - EU DG XI Research Contract no. 2242/90-09-01*, s.l.: Orniscult Report .

Dyndo, M., Wisniewska, D., Rojano-Doñate, L. & Madsen, P., 2015. *Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise.* s.l.: Scientific reports 5..

E.ON, 2012. *Energi för framtiden - Vindkraftparken Kårehamn*, s.l.: E.ON.

Eero, M., Köster, F. W. & Vinther, M., 2021. Why is the Eastern Baltic cod recovering?. *Marine policy*, Volym 36, pp. 235-240.

Eichhorn, G. et al., 2009. Skipping the Baltic: the emergence of a dichotomy of alternative spring migration strategies in Russian barnacle geese. *Journal of Animal Ecology*, 78(1), pp. 63-72.

Elförsörjning Kraftsamling, 2019. *Högre elanvändning år 2045*, s.l.: Svenskt Näringsliv.

Energiforsk & Profu, 2021. *Efterfrågan på fossilfri el - analys av högnivåscenario*, s.l.: Slutrapport 2021-04-23.



Energimyndigheten, 2020. *En studie av elanvändningens utveckling per län till år 2030.*, s.l.: s.n.

Energimyndigheten, 2021a. *Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål.*, s.l.: Energimyndigheten. ER 2021:10.

Energimyndigheten, 2021b. *Vindkraftens resursanvändning. Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp*, s.l.: s.n.

Energimyndigheten, 2021c. *Inriktning för ökad samexistens mellan försvarets intressen och utbyggd vindkraft*, s.l.: Energimyndigheten - enheten för förnybar energi och samhälle.

EnviroPlanning, 2021. PM: *Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid den projekterade havsbaserade vindparken Aurora, sydväst om Gotland.*, s.l.: Rapport på uppdrag av OX2 AB.

EPD, 2022. *Electricity from Vattenfall's wind farms*, s.l.: s.n

ERA5, 2020. *European Centre for Medium Range Weather Forecasts*, s.l.: <https://ecmwf.int/en/forecasts/charts>.

Essink, K., 1999. *Ecological effects of dumping of dredged sediments, options for management*, s.l.: Journal of Coastal Conservation, 5, 69-80..

Evans, T., 2017. *Across landscapes and seascapes. The movement ecology of diving and flying guillemots and gulls during breeding*, s.l.: Doktorsavhandling, Lunds universitet.

Evans, T. J., Kadin, M., Olsson, O. & Åkesson, S., 2013. Foraging behaviour of common murrelets in the Baltic Sea, recorded by simultaneous attachment of GPS and time-depth recorder devices. *Marine Ecology Progress*, Volume 475, pp. 277-289.

FEBI, 2013. *Fehmarnbelt Fixed Link EIA. Bird Investigations in Fehmarnbelt - Baseline. Volume III.*, s.l.: Bird migration - Report No. E3TR0011Report.

Fijn, R. et al., 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* wintering near a wind farm in the Netherlands. *Wildfowl*, Volume 62, pp. 97-116.

FOI, 2022. *Möjligheter till samexistens mellan Försvarets verksamhet och utbyggd vindkraft*, s.l.: FOI.

Folkhälsomyndigheten, 2014. *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus*, FoHMFS 2014:13. s.l.:Nils Blom.

Fox, A. D. & Petersen, I. K., 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift*, Volym 113, pp. 86-101.

Fox, A. & Petersen, I., 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift*, Volume 113, pp. 86-101.



Fransson, T., Larsson, K. & Olsson, O., 1999. Post-fledging migration of common murrelets *Uria lomvia* in the Baltic Sea: management implications.. *Ecography*, Volym 22, pp. 233-239.

Furness, R., Wade, H. & Masden, E., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms, *Journal of Environmental Management*, Volume 119, pp. 56-66.

Försvarsmakten, 2019. *Riksintressen för Totalförsvarets militära del Kalmar län 2022*. [Online]

Available at: <https://www.forsvarsmakten.se/siteassets/4-om-myndigheten/samhallsplanering/riksintressen/bilaga-11-kalmar-lan.pdf>

Försvarsmakten, 2021a. *Riksintressen för totalförsvarets militära del - Gotlands län*, s.l.: Försvarsmakten.

Försvarsmakten, 2021b. *Riksintressen för totalförsvarets militära del - Kalmar län 2022*, s.l.: Försvarsmakten.

Gajko, K. et al., 2018. *Radarövervakning av migrerande fåglar och visuella observationer av deras flygningar med akustisk inspelning i området för havsvindparken FEW Baltic II. 3Bird Radar System*, s.l.: 25 oktober 2018.

Gaultier, S. P. et al., 2020. Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. *Environmental Science & Technology*, 54(17), pp. 10385-10398.

Geo Subsurface Expertise, 2020a. *Desktop Study, Offshore Sweden. Geological/ Geotechnical & Geophysical Design Basis for Offshore Wind Farms and Cable Lays in the Baltic Sea & Kattegatt Sea*, s.l.: Geo Subsurface Expertise.

Geo Subsurface Expertise, 2020b. *Seismic interpretation at Aurora, Offshore Sweden - Interpretation of Sub-Bottom--Profiler single and multi multi-channel seismic data.*, Lyngby, Danmark: Geo Subsurface Expertise.

Gibin, M. & Zanzi, A., 2020. *Fisheries landings & effort: data by c-square (2015-2019)*, s.l.: European Commission.

Gogina, M. et al., 2016. The Baltic Sea scale inventory of benthic faunal communities. *ICES Journal of Marine Science*, pp. 1196-1213.

Goñi, R. et al., 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries.. *Marine Ecology Progress Series*, Volym 366, pp. 159-174.

Green, M., Ottvall, R., Pettersson, S. & Rydell, J., 2107. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss.*, s.l.: Vindval.

Griffin, L., Rees, E. & Hughes, B., 2016. *Satellite-tracking of Bewick's Swan migration in relation to offshore and onshore wind farm sites: WWT Final Report to the Department of Energy and Climate Change*, s.l.: WWT, Slimbridge 55pp.



Haahtela, I., 1990. *What do Baltic studies tell us about the isopod Saduria entomon (L.)?*. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 269-278), s.l.: Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Scientiarum Fennica, Societas Biologica Fennica Vanamo and Societas pro Fauna et Flora Fennica..

Hammar m.fl., 2009. *Miljöeffekter vid muddring och dumpning – En litteratursammanställning*. Naturvårdsverket. Rapport 5999. 71 sid., s.l.: s.n.

Hammar, L., Andersson, S. & Rosenberg, R., 2008. *Miljömässig optimering av fundament för havsbaserad vindkraft*, s.l.: Naturvårdsverket .

Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R. & Granmo, Å., 2009. *Miljöeffekter vid muddring och dumpning – En litteratursammanställning*, s.l.: Naturvårdsverket. Rapport 5999.

Hanson, M., Karlsson, L. & Westerberg, H., 1984. Magnetic material in European eel (*Anguilla anguilla*) *Comp Biochem. Phys A Physiology*, Issue 77, pp. 221-224.

Hanson, M. & Westerberg, H., 1987. Occurrence of magnetic material in teleosts.. *Comp. Biochem. Phys. A Physiology*, Issue 86, pp. 169-172.

Hatch, S. K. et al., 2013. Offshore Observations of Eastern Red Bats (*Lasiurus borealis*) in the Mid-Atlantic United States Using Multiple Survey Methods. *PLoS ONE* 8(12), pp. 1-8.

HaV, 2015. *Ekosystemtjänster från svenska hav – Status och påverkansfaktorer*, s.l.: Havs- och Vattenmyndigheten.

HaV, 2022. *Uppdrag att göra en kunskapssammanställning av förutsättningar och möjliga åtgärder för samexistens i områden med kommande vindkraftstablering*. [https://www.havochvatten.se/download/18.14d5646f17f09766ad4b-c8dc/1646131809776/ru-N2022\\_00515-vindkraft.pdf](https://www.havochvatten.se/download/18.14d5646f17f09766ad4b-c8dc/1646131809776/ru-N2022_00515-vindkraft.pdf) ed. s.l.:s.n.

Havs- och vattenmyndigheten, 2012a. *Havs- och vattenmyndighetens författningssamling*, s.l.: Havs- och vattenmyndigheten: 2012:18.

Havs- och vattenmyndigheten, 2012b. *God Havsmiljö 2020*, s.l.: Havs- och vattenmyndigheten 2012:19.

Havs- och Vattenmyndigheten, 2018. *Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2018-2023*, s.l.: Havs- och Vattenmyndigheten rapport 2018:27.

Havs- och vattenmyndigheten, 2019a. *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet.*, s.l.: Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Havs- och vattenmyndigheten, 2019b. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2019:25*, s.l.: Havs- och vattenmyndigheten.

Havs och vattenmyndigheten, 2021a. *Kommersiella fångstdata 2009-2020 [Dataset]*, Göteborg : Havs och vattenmyndigheten .



Havs- och vattenmyndigheten, 2021b. *Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020*, s.l.: Havs- och vattenmyndigheten. Rapport 2021:6.

Havs- och vattenmyndigheten, 2022. *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet.*, s.l.: Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Heinänen, S. & Skov, H., 2018. *Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen. Ecological monitoring of Seabirds*, s.l.: T3 (Final) report.

HELCOM, 2007. *Climate Change in the Baltic Sea - HELCOM Thematic Assessment in 2007*, s.l.: Baltic Sea Environment Proceedings No. 111.

HELCOM, 2018b. *Distribution of Baltic seals*, s.l.: HELCOM core indicator report.

HELCOM, 2018. *Population trends and abundance of seals*, s.l.: Helsinki Commission.

HELCOM, 2019. *Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea*, s.l.: Baltic Sea Environment Proceedings No. 167.

Hengstler, J. et al., 2021. *Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen*, s.l.: s.n.

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

Hexicon AB, 2021. *Kultje vindkraftspark Samrådsunderlag*. [Online] Available at: <https://www.hexicon.eu/wp-content/uploads/2021/06/Samradsunderlag-Kultje-med-Bilaga.pdf> [Använd 09 02 2022].

Hexicon, 2021. *Kultje vindkraftspark samrådsunderlag*, s.l.: Hexicon.

Hinrichsen, H., Kraus, G., Böttcher, U. & Köster, F., 2009. Identifying eastern baltic cod nursery grounds using hydrodynamic modelling: knowledge for the design of marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science*, pp. 101-108.

Hjerne, O. et al., 2019. Climate Driven Changes in Timing, Composition and Magnitude of the Baltic Sea Phytoplankton Spring Bloom. *Frontiers in Marine Science*, pp. 1-15.

Hwang, K. & Jung, S., 2012. Decadal changes in fish assemblages in waters near the Jeodo ocean research station (East China Sea) in relation to climate change from 1984 to 2010. *Ocean Science Journal*, Volym 47, pp. 83-94.

ICES, 2020a. *Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS)*, s.l.: ICES Scientific Reports 2:45.

ICES, 2020b. *Sprat (Sprattus sprattus) in subdivisions 22–32 (Baltic Sea)*, s.l.: ICES Advice 2020 spr.27.22-32.





- ICES, 2020c. *ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort.* , s.l.: s.n
- ICES, 2021a. *Herring (Clupea harengus) in subdivisions 25–29 and 32, excluding the Gulf of Riga (central Baltic Sea)*, s.l.: ICES advice 2021 her.27.25-2932.
- ICES, 2021b. *Cod (Gadus morhua) in subdivisions 24–32, eastern Baltic stock (eastern Baltic Sea)*, s.l.: ICES Advice 2021, cod.27.24-32.
- IMO, 2002. *Standards for Ship Manoeuvrability.* s.l.:s.n.
- IPCC, 2014. *AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, s.l.: s.n
- Isaksson, N., Evans, T., Olsson, O. & Åkesson, S., 2019. *Foraging behaviour of Razorbills Alca torda during chick-rearing at the largest colony in the Baltic Sea*, s.l.: Bird Study 66: 11-21.
- Isaksson, N., Evans, T., Shamoun-Baranes, J. & Åkesson, S., 2016. *Land or sea? Foraging area choice during breeding by an omnivorous gull*, s.l.: Movement Ecology 4:11.
- Jakubowska m.fl., 2019. *Effect of low frequency electromagnetic field on the behavior and bioenergetics of the polychaete Hediste diversicolor*, s.l.: Mar. Environ. Res. 150, 104766. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.104766>.
- Jensen, F., Ringgaard, R., Blew, J. & Jacobsen, E., 2016. *Anholt Offshore Wind Farm. Post-construction monitoring of bird migration*, s.l.: Rapport DONG Energy 19-10-2016.
- Jones, H., 1980. The effect on birds of a North Sea gas flare. *British Birds*, Volume 73, pp. 547-555.
- Karlsson m.fl., 2002. *Temporal and Spatial Large-scale Effects of Eutrophication and Oxygen Deficiency on Benthic Fauna in Scandinavian and Baltic Waters - A Review.*, s.l.: Oceanography and Marine Biology, Vol 40, 2002, Vol. 40, Pp. 427-489 40 (2002): 427-89. Print..
- Karlsson, M., Kraufvelin, P. & Östman, Ö., 2020. *Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En syntes av grumlingens dos och varaktighet. 2020:1*, s.l.: Aqua reports.
- Karlsson, M. et al., 2022. *Utpekade naturtyper i Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna - Vindpark Aurora. AquaBiota Report 2021:16.*, s.l.: AquaBiota Report 2022:03.
- Kastelein, R., Van Heerden, D., Gransier, R. & Hoek, L., 2013a. *Behavioral responses of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) to playbacks of broadband pile driving sounds. Marine Environmental Research 92:206–214.* s.l.:s.n
- Kerlinger, P., Gehring, J., Erickson, W. & Curry, R., 2010. Night migrant fatalities and obstruction lightning at wind turbines in North America. *The Wilson Journal of Ornithology*, Volume 122, pp. 744-754.



King, S., 2019. Seabirds: collision. i: *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions*. Exeter: Pelagic Publisher , pp. 206-234.

Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2021a. *Normal elförbrukning och elkostnad för villa*. [Online]

Available at: <https://www.enerгимarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-villa/>

Konsumenternas energimarknadsbyrå, 2021b. *Normal elförbrukning och elkostnad för lägenhet*. [Online]

Available at: <https://www.enerгимarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-lagenhet/>

Krijgsveld, K. . L. et al., 2011. *Effect Studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds*, s.l.: Bureau Waardenburg.

Kulik, G., Skov, H., Hill, R. & Piper, W., 2020. *Vogelzug über der deutschen AWZ der Ostsee – Methodenkombination zur Einschätzung des Meideverhaltens und Kollisionsrisikos windkraftsensibler Arten mit Offshore-Windenergieanlagen.*, s.l.: Commissioned by Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH. 320 pp.

Lah, L. et al., 2016. Spatially Explicit Analysis of Genome-Wide SNPs Detects Subtle Population Structure in a Mobile Marine Mammal, the Harbor Porpoise. *Plos one*.

Langhamer, O., 2012. Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of art. *The Scientific World Journal*, Volym 2012.

Larsson, K., 2016. *Sjöfart och naturvärden vid utsjöbankar i centrala Östersjön: Havspanering kan reducera konflikter*, s.l.: Havs- och Vattenmyndigheten. Rapport 2016:24.

Larsson, K., 2018. *Sjöfåglars utnyttjande av havsområden runt Gotland och Öland: betydelsen av marint områdesskydd*, s.l.: Länsstyrelsen Gotland. Rapport 2018:2.

Lindström, Å. et al., 2021. Extreme altitude changes between night and day during marathon flights of great snipes. *Current Biology*, Volume 31, pp. 3433-3439.

Lindström, Å. et al., 2021. Extreme altitude changes between night and day during marathon flights of great snipes. *Current Biology*, Volume 31, pp. 3433-3439.

Luftfartsverket, 2021. *Flyghinderanalys gällande Uppförandet av Vindpark Aurora*, s.l.: Luftfartsverket.

Luftfartsverket, 2022. *Hinderytor*. [Online]

Available at: <https://lfv.se/tjanster/flygplatstjanster/flyghinderanalys/hinderytor>

Länsstyrelsen, 2021. *Bevarandeplan för Natura 2000-området Hoburgs bank och Midsjöbankarna.* s.l.:Remiss .



- MarCon Windpower, 2021. *marconwind.com*. [Online]  
Available at: <https://www.marconwind.com/wp-content/uploads/2021/11/Nya-Utgrunden-samr%C3%A5dsunderlag-211110.pdf>  
[Använd 23 November 2021].
- Marico, 2022. *Guidelines for distances between offshore wind farms and shipping lanes*, s.l.: s.n.
- Maritime & Coastguard Agency, 2021. *Offshore Renewable Energy Installations: Requirements, guidance and operational considerations for SAR and Emergency Response*. s.l.:s.n.
- Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D. & Furness, R. W., 2009. Barriers to Movement: Impacts of wind farms on migrating birds... *ICES Journal of Marine Science*, Volym 66, pp. 746-753.
- Masden, E. et al., 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 66, pp. 746-753.
- Meier, H. E. M. et al., 2012. *Uncertainty assessment of projected ecological quality indicators in future climate*, s.l.: SMHI Oceanography no. 112.
- Miljödepartementet, V. -, 1999. *SOU 1999:75 Rätt plats för vindkraften*, Stockholm: Fakta Info Direkt.
- MMO, 2018. *Displacement and habituation of seabirds in response to marine activities. A report produced for Marine Management Organisation*. , s.l.: MMO Project No: 1139, May 2018, 69 pp..
- Muñoz-Sabater, J., 2019. *ERA5-Land monthly averaged data from 1981 to present*, Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS), s.l.: Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS).
- Muñoz-Sabater, J., 2021. *ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to 1980*, Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS), s.l.: Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS).
- Naisbett-Jones, L. et al., 2017. A magnetic map leads juvenile European eels to the Gulf Stream. *Current Biology*, Issue 27, pp. 1236-1240.
- Naturvårdsverket, 2010. *Undersökning av utsjöbankar*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2020. *Vägledning om buller från vindkraft*, s.l.: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2021a. *Inrikes transporter, utsläpp av växthusgaser*. [Online]  
Available at: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>

Naturvårdsverket, 2021b. *Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser*. [Online]

Available at: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag>

Naturvårdsverket, 2022. *Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser*. [Online]

Available at: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag/>

NEPP, 2019. *Färdplan fossilfri el – analysunderlag med fokus på elanvändningen*, s.l.: Energiföretagaren .

Neuenfeldt, S. et al., 2020. Feeding and growth of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the eastern Baltic Sea under environmental change.. *ICES Journal of Marine Science* , Volym 77, pp. 624-632.

Nilsson, C. et al., 2019. Revealing patterns of nocturnal migration using the European weather radar network. *Ecography*, Volume 42, pp. 876-886.

NIRAS, 2021a. *Marine mammals and offshore windfarms in the Baltic Sea - Aurora Offshore Wind Farm*, s.l.: OX2.

NIRAS, 2021b. *Aurora offshore wind farm marine mammal background report*, s.l.: NIRAS.

NIRAS, 2021c. *Aurora OWF - Sediment Dispersal Modelling, Phase 1*, s.l.: OX2 AB.

NIRAS, 2021d. *Seismic survey Aurora Underwater Noise Modelling*, s.l.: s.n

NIRAS, 2022. *Offshore Wind Farm Aurora, Underwater Noise - Technical Report*, s.l.: s.n

NMG, 2021. *Desktopstudie marinarkeologi - vindkraftpark Aurora*, s.l.: Nordic Maritime Group.

NOAA, 2018. *Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0)*, NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59, Silver Spring, MD 20910, USA: National Marine Fisheries Service.

Norconsult, M. J., 2021. *OX2 Aurora Visualisering*, s.l.: s.n

Norden, 2011. *Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea*, Köpenhamn: Norden.

Nordström, P., 2003. *Sveriges kust- och skärgårdslandskap: kulturhistoriska karaktärsdrag och känslighet för vindkraft*, s.l.: Riksantikvarieämbetet. Rapport 2003:4.

Nygren m.fl., 2017. *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Ringmaskar: Havsborstmaskar. Annelida: Polychaeta: Aciculata.*, s.l.: Horsens, Danmark: ArtDatabanken, SLU, Uppsala.

Nätverket vindkraftens klimatnytta, 2019. *Svensk vindkraft kan minska klimatutsläppen med 50 procent*, Stockholm: s.n



Pettersson, J., 2005a. *Havsbaseerade vindkraftverks inverkan på fågellivet i södra Kalmarsund*, s.l.: Energimyndigheten, Stockholm.

Pettersson, J., 2005b. *The impact of offshore wind farms on birdlife in Kalmarsund. A final report based on studies 1993-2003. Report prepared for the Swedish environmental agency*, Lund: Lunds universitet.

Pettersson, J., 2011. *Små och sjöfåglar nattflygning vid Utgrundens havsbaseerade vindkraftpark - en studie med radar i Kalmarsund. Rapport 6413*, s.l.: Naturvårdsverket.

PIANC, 2018. *Interaction between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation*. s.l.:s.n.

Popper, A. e. a., 2014. *Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ANSI-accredited standards committee S3 s-1C1 and registered with ANSI.*, New York: Springer.

Putman, N., Jenkins, E., Michielsens, C. & Noakes, D., 2014. Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. *J.R Soc.*, Issue 11:20140542.

Putman, N. et al., 2013. Evidence for geomagnetic imprinting as homing mechanism in Pacific Salmon. *Current Biology*, Issue 23, pp. 312-316.

Ramboll, 2018. *Skåne, Öland, Gotland havsvindparker*, s.l.: Ramboll.

Rebke, M. et al., 2019. Attraction of nocturnally migrating birds to artificial light: the influence of colour, intensity and blinking mode under different cloud cover conditions. *Biological Conservation*, Volume 233, pp. 220-227.

Regeringskansliet, 2022a. *Sveriges första havsplaner möjliggör snabbare utbyggnad av havsbaseerad vindkraft*. [Online]  
Available at: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2022/02/sveriges-forsta-havsplaner-mojliggor-snabbare-utbyggnad-av-havsbaseerad-vindkraft/>  
[Använd 06 04 2022].

Regeringskansliet, 2022b. *Regeringen snabbar på utbyggnaden av vindkraft*. [Online]  
Available at: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2022/04/regeringen-snabbar-pa-utbyggnaden-av-vindkraft/>  
[Använd 06 04 2022].

Reubens, J. T. et al., 2013. CPUE of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and pouting (*Trisopterus luscus*) at different habitats in the Belgian part of the North Sea Fish. Volym 139, p. 28-34.

Richardson, J. W., Greene jr, C. R., Malme, C. I. & Thomson, D. H., 1995. *Marine mammals and noise*. San Diego: Academic press.

Riksantikvarieämbetet, 2016. *Vision för kulturmiljöarbetet till 2030*, Stockholm: Riksantikvarieämbetet.



- Riksantikvarieämbetet, 2017. *Handbok för kulturmiljövårdens riksintressen*, s.l.: s.n
- Riksantikvarieämbetet, 2022. *Vägledning - Fornlämningsbegreppet och fornlämningsförklaring*. [Online]  
Available at: <https://www.raa.se/lagar-och-stod/kulturmiljolagen-kml/fornminnen-2-kap/fornlamningsbegreppet-och-fornlamningsforklaring/>
- Russell, D. et al., 2014. *Marine mammals trace anthropogenic structures at sea*. s.l.: Current Biology 24: R638-R639.
- Russel, D. et al., 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. *Journal of Applied Ecology*, pp. 1642-1652.
- RWE Renewables, 2021a. *sodra-midsjobanken.rwe.com*. [Online]  
Available at: <https://sodra-midsjobanken.rwe.com/>  
[Använd 23 November 2021].
- RWE Renewables, 2021b. *Utvecklingsprojekt södra Midsjöbanken*. [Online]  
Available at: <https://sodra-midsjobanken.rwe.com/>
- Rydell, J. et al., 2011. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss*, s.l.: Rapport 6467. Naturvårdsverket.
- Rydell, J. et al., 2014. Phenology of Migratory Bat Activity Across the Baltic Sea and the South-Eastern North Sea. *Acta Chiropterologica*, 16(1), pp. 139-147.
- Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S. & Green, M., 2017. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. Uppdaterad syntetsrapport 2017.*, s.l.: Rapport 6740, Naturvårdsverket.
- Rydell, J. & Wickman, A., 2015. Bat activity at a small wind turbine in the baltic sea. *Acta Chiropterologica*, 17(2), pp. 359-364.
- SAMBAH, 2016. *Static acoustic monitoring of the Baltic Sea harbour porpoise (SAMBAH)*, s.l.: Kolmårdens Djurpark AB.
- Scharff-Olsen et al., 2019. Diet of seals in the Baltic Sea region: a synthesis of published and new data from 1968 to 2013. *ICES Journal of Marine Science*.
- Schneider, M. & Fritzén, N. R., 2020. *Flador och deras insektproduktion - betydelsen för lokala och migrerande fladermöss i Kvarken*, s.l.: Delrapport inom Interreg Botnia Atlantica projekt Kvarken Flada.
- Senner, N. et al., 2018. *High-altitude shorebird migration in the absence of topographical barriers: avoiding high air temperatures and searching for profitable winds*, s.l.: Proc. R. Soc. B285: 20180569.
- SGU, 2017. *Geologisk lagring av koldioxid i Sverige - Lägesbeskrivning avseende förutsättningar, lagstiftning och forskning samt olje- och gasverksamhet i Östersjöregionen*, s.l.: Sveriges geologiska undersökning.
- SGU, 2020. *Maringeologi data 1:100 000*. [Online]  
Available at: <https://resource.sgu.se/service/wms/130/maringeologi-100-tusen>



Sjöberg, S. et al., 2018. *Barometer logging reveals new dimensions of individual songbird migration*, s.l.: J. Avian Biol. 49, e01821.

Sjöberg, S. et al., 2021. Extreme altitudes during diurnal flights in a nocturnal songbird migrant. *Science*, Volume 372, pp. 646-648.

Sjöfartsverket, 2019. *Finnbirch*. [Online]

Available at: <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/fororeningar-och-farliga-amnen/vrak/havs-arbete-med-vrak/finnbirch.html#h-Bakgrund>

Skov, H; et al., 2011. *Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea*, s.l.: Tema nord.

Skov, H. et al., 2015. *Birds and bats at Kriegers Flak. Baseline investigations and impact assessment for establishment of an offshore wind farm*, s.l.: Aarhus University, DHI, NIRAS.

Skov, H. et al., 2016. *Patterns of migrating soaring migrants indicate attraction to marine wind farms*, s.l.: Biology letters 12: 20160804. doi.org/10.1098/rsbl.2016.0804.

SLU Artdatabanken, 2020a. *Gråsäl*. [Online]

Available at: <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/halichoerus-grypus-100068>

SLU Artdatabanken, 2020b. *Tumlare*. [Online]

Available at: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/phocoena-phocoena-100106>

SLU Artdatabanken, 2021a. *Gråsäl*. [Online]

Available at: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/halichoerus-grypus-100068>

SLU Artdataportalen, 2021b. *Vikare*. [Online]

Available at: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/pusa-hispida-100104>

SLU Artdatabanken, 2022. *Artdata - Knubbsäl*. [Online]

Available at: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/phoca-vitulina-102708>

SmartWind, 2013. *Review of Avoidance Rates in Seabirds at Offshore Wind Farms and Applicability of Use in the Band Collision Risk Model*, s.l.: Smartwind.

SMHI, 2012. *Syreförhållanden i svenska hav - Faktablad nr 56-2012*. [Online]

Available at: [https://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.28089!/WFaktablad\\_56.pdf](https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.28089!/WFaktablad_56.pdf)

SMHI, 2019a. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2019 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960-2019*, s.l.: REPORT OCEANOGRAPHY No. 67, 2019.

SMHI, 2019b. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2019 - Extent of Anoxia and Hypoxia. Report No. 67, 2019*, s.l.: SMHI.

SMHI, 2020a. *Havsis Isobservationer*. [Online]

Available at: <https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis>

[Använd 2020].



SMHI, 2020b. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2020 - Extent of Anoxia and Hypoxia. Report No. 70, 2020*, s.l.: SMHI.

SMHI, 2021a. *Datavårdskap oceanografi och marinbiologi - Marina miljöövervakningsdata*. [Online]

Available at: <https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi/marina-miljoovervakningsdata>

SMHI, 2021b. *Rapport från SMHIs utsjöexpedition med R/V Svea*, s.l.: SMHI.

SOSS, 2022. *BTO -British Trust for Ornithology*. [Online]

Available at: <https://www.bto.org/our-science/wetland-and-marine/soss/projects>

Southall, B. L. et al., 2007. Marine Mammals Noise Exposure Criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* 33.

Southall, B. L. et al., 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria:. *Aquatic Mammals*, pp. 125-232.

Stankevičiūtė m.fl., 2019. *Genotoxic and cytotoxic effects of 50 Hz 1 mT electromagnetic field on larval rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), Baltic clam (Limecola balthica) and common ragworm (Hediste diversicolor)*, s.l.: Aquat. Toxicol. 208, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.12.023>.

Strandberg, R., 2005. *Bird Migration by Thermal Soaring: Flight Performance and Strategies. Introduktionsuppsats nr 165 (ISSN 1100-1844)*, s.l.: Avdelningen för zoologi (numera Biologiska Institutionen), Lunds universitet.

Svanbäck m.fl., 2011. *Diet specialization in a fluctuating population of Saduria entomon: a consequence of resource or forager densities?*, s.l.: Oikos, 120(6), 848–854.

Sveegaard, S. et al., 2015. Defining management units for cetaceans by combining genetics, morphology, acoustics and satellite tracking. *Global Ecology and Conservation*, pp. 839-850.

Svensk vindenergi, 2019. *100 procent förnybart 2040. Vindkraft för klimatnytta och konkurrenskraft*, s.l.: s.n

Switzer, T. S., Chesney, E. J. & Baltz, D. M., 2009. Habitat selection by flatfishes in the northern Gulf of Mexico: implications for susceptibility to hypoxia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, pp. 51-64.

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

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*, s.l.: Aarhus University, NIRAS..





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, pp. 196-208.

Trafikverket, 2014. *Vindkraft och civil luftfart - en modell för prövning av vindkraftverk i närheten av flygplatser*, s.l.: Trafikverket, publikationsnummer 2014:045.

Trafikverket, 2020. *Prognos för godstransporter 2040 - Trafikverkets Basprognoser*. s.l.:s.n.

Transportstyrelsen, 2020. *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om markering av föremål som kan utgöra en fara för luftfarten och om flyghinderanmälan*, TSFS 2020:88. Norrköping: Kristina Nilsson, Transportstyrelsen.

Vattenfall, 2019. *Nya vindkraften ger lägre klimatavtryck*. [Online] Available at: <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/nyheter/2019/nya-vindkraftverk-ger-lagre-klimatavtryck>

VISS, 2022. *Vattenkartan*. [Online] Available at: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>

Walker, M., 1984. A candidate magnetic sense organ in the yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. *Science*, Issue 224:751.

Welcker, J. et al., 2017. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. *Ibis*, Volume 159, pp. 366-373.

Welcker, J. & Vilela, R., 2019. *Weather-dependence of nocturnal bird migration and cumulative collision risk at offshore wind farms in the German North and Baltic Seas*, s.l.: Technical report. Bio-Consult SH, Husum. 70pp.

Wetlands International, 2022. *Waterbirds Populations Portal*. [Online] Available at: <https://wpe.wetlands.org/>

Whitfield, D. & Madders, M., 2006. *Deriving collision avoidance rates for red kites *Milvus milvus**. *Natural Research Information Note 3*, s.l.: Natural Research Ltd, Banchory, UK. [Available from [https://www.natural-research.org/documents/NRIN\\_3\\_whitfield\\_madders.pdf](https://www.natural-research.org/documents/NRIN_3_whitfield_madders.pdf)].

Wiemann, et al., 2010. Mitochondrial Control Region and microsatellite analyses on harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) unravel population differentiation in the Baltic Sea and adjacent waters. *Conservation Genetics*, pp. 195-211.

Wirdheim, A. & Green, M., 2020. *Sveriges fåglar 2020*, Lund: BirdLife Sverige, Stockholm & Svensk Fågeltaxering.

Zydelis, R., 2014. *The pre-investment monitoring of birds flying over the area of the offshore wind farm Bałtyk Środkowy III. Final report with the research results*, s.l.: DHI Report. Comissioned by Bałtyk Srodkowy III Sp. z o.o. 200p.



Öhman, M. C. S. P. W. H., 2007. *Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish.*, s.l.: Ambio 36, 630-633.

Öhman, M. et al., 2022. *Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön – Vindpark Aurora*, s.l.: AquaBiota Report 2021:12.

Öhman, M. et al., n.d. *Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön - Vindpark Aurora.*, s.l.: Aquabiota Report 2021:12.

Ørsted, 2021. *orsted.se*. [Online]

Available at: <https://orsted.se/havsbaserad-vindkraft/vara-projekt>

[Använd 23 November 2021].

