ESBO-rapport

Vindpark Triton

2023-01-20



Structor

Administrativa uppgifter

Sökande:	Tritonia Vindpark AB
Organisationsnummer:	559347–9404
Adress:	Lilla Nygatan 1, Box 2299, 103 17 Stockholm
Tel växel:	08 – 559 310 00
Kontaktperson:	Projektledare tillståndsansökan: Lise Toll E-post: triton@ox2.com
Berört vattenområde:	Sveriges ekonomiska zon, sydvästra Östersjön

Rapporten har tagits fram inom ramen för samråd enligt Esbokonventionen. Rapporten har upprättats av: Katarina Helmersson, Petra Adrup, Structor Miljöbyrån med bidrag från Alva Jacobsson, Carina Lundgren, Kajsa Andersson, Structor Miljöpartner, Mathilda Karlsson, AquaBiota

Beställare: Tritonia Vindpark AB

Rapporten har granskats av: Emelie Zakrisson, Göran Loman, Hans Ohlsson, Lise Toll, OX2. Konsekvenskapitlen, (Kapitel 7), har även granskats av författarna av de bilagor som utgjort huvudsakligt underlag till respektive konsekvenskapitel.

MKB:n har godkänts av: Lise Toll, OX2

Foton: Anna Samuelsson, OX2, Frida Seger, AquaBiota

Om sökanden

Tritonia Vindpark AB är ett dotterbolag inom OX2 AB (publ) koncernen. OX2 AB utvecklar och säljer vind- och solparker. Inom storskalig vindkraft har OX2 utvecklat och realiserat cirka 2,5 GW i Europa och bolaget har idag en stark projektportfölj. OX2:s projektutvecklingsportfölj uppgår i år (2022) till drygt 17 GW och består av land- och havsbaserad vindkraft samt solkraft. OX2 är verksamt i Sverige, Finland, Polen, Frankrike, Litauen, Norge, Spanien, Italien och Rumänien med huvudkontor i Stockholm. Omsättningen uppgick 2021 till 5 miljarder kronor. OX2 är noterat på Nasdaq Stockholms huvudlista sen våren 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 bolaget 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.

Läsanvisning

Samtliga underlagsrapporter som tagits fram inom projektet utgör referensrapporter till denna Esbo-rapport och benämns som R.1, R.2, R.3 osv löpande i texten. Referensrapporter kan lämnas ut på begäran. En lista på referensrapporter som tagits fram inom projektet redovisas i samband med bilagorna till denna Esbo-rapport, se sida 14. Den icke-tekniska sammanfattningen har även översatts till tyska och polska, se Bilaga B.4.

Icke-teknisk sammanfattning

Sökt verksamhet

Tritonia Vindpark AB, ett dotterbolag inom OX2-koncernen (sökanden benämns i denna MKB ”OX2”), planerar en storskalig havsbaserad vindpark inom Sveriges ekonomiska zon i sydvästra Östersjön, utanför Skånes kust, benämnd Triton. Vindparken planeras att omfatta upp till 129 vindkraftverk med en totalhöjd om maximalt 370 meter, samt en uppskattad maxeffekt om cirka 1700–1900 MW. Det övergripande syftet med vindparken 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.

Denna Esbo-rapport utgör ett led i det samråd som OX2 håller i fråga om den planerade verksamhetens potentiella gränsöverskridande effekter, i enlighet med konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang ("Esbokonventionen"). Denna rapport beskriver således vindpark Tritons bedömda gränsöverskridande påverkan.

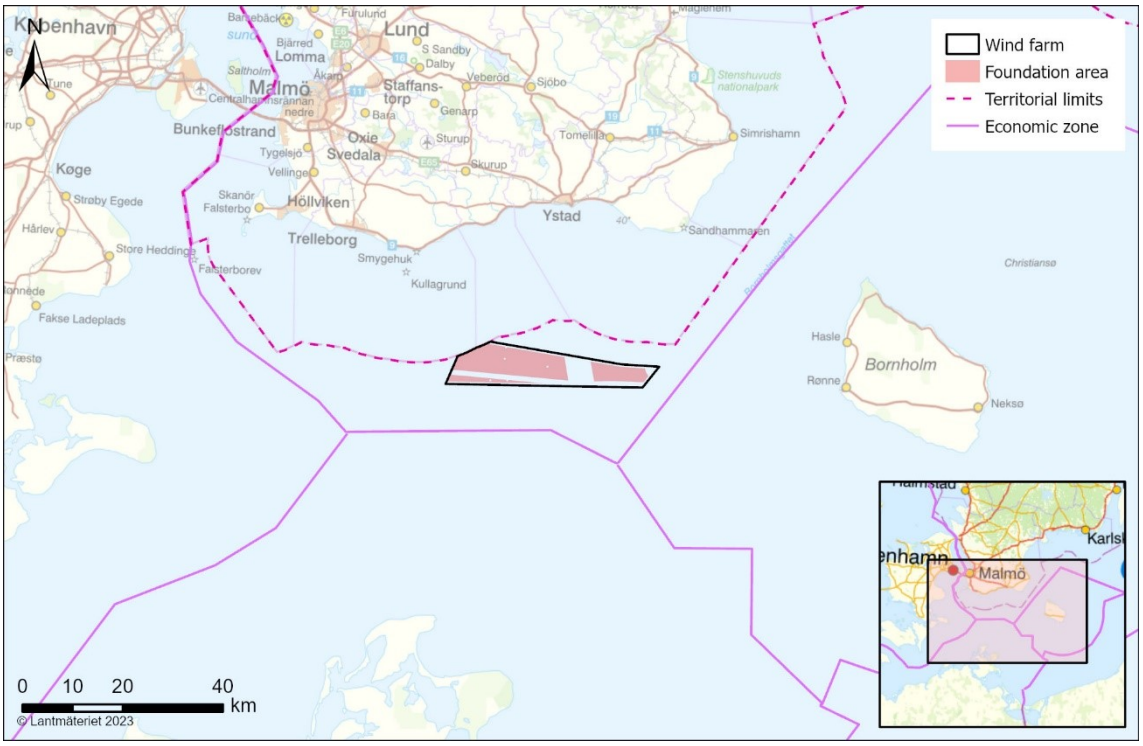
Havsbaserad vindkraft utvecklas snabbt och det sker en kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Den slutliga utformningen av vindparken kommer därför att bestämmas utifrån den mest lämpliga teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån optimering av energiproduktionen. Vindparkens utformning, inklusive placering av internkabelnät och transformatorstationer, kommer att anpassas efter platsens förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar och geologiska egenskaper.

Havsbaserad vindkraft utvecklas snabbt och det sker en kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Den slutliga utformningen av vindparken kommer därför att bestämmas utifrån den mest lämpliga teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån optimering av energiproduktionen. Vindparkens utformning, inklusive placering av internkabelnät och transformatorstationer, kommer att anpassas efter platsens förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar och geologiska egenskaper.

Lokalisering och områdesbeskrivning

Området för planerad vindpark Triton består av öppet hav utan några öar. Parkområdet är beläget cirka 30 kilometer söder om Ystad. Avståndet till den tyska ön Rügen är 47 kilometer och till det tyska fastlandet är avståndet 80 kilometer, till Polen är det 130 kilometer och till Bornholm respektive Själland är det 37 respektive 66 kilometer. Området är cirka 250 km^2 stort och vattendjupet varierar mellan 43 och 47 meter. Parkområdet består nästan uteslutande av djupa mjukbottnar med inslag av lera och gyttja. Bottenytan som kan komma att påverkas permanent av ytsubstratförändringar i vindparken utgör cirka 0,2 % av vindparkens totala verksamhetsyta.

Enligt den svenska havsplanen ligger vindpark Triton inom utsjöområde Bornholmsgattet, Ö267 med beteckningen ”generell användning” (G). Parkområdet angränsar i väst mot Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten, som är utpekat enligt art- och habitatdirektivet och även utgör riksintresse. Vindpark Triton angränsar i norr och öster till fartygsstråk och riksintressen för sjöfart. Färjelinjen mellan Ystad och Tyskland och Polen löper genom parkområdets östra del. Parkområdet överlappar delvis med riksintresse för två flygplatser (hinderbegränsade ytor, så kallade MSA-ytor för Malmö Airport och Bornholm Airport). En bit norr om planerad vindpark ligger riksintresse för yrkesfiske i form av fångstområden. Två områden i närområdet är utpekade som riksintressen för energiutvinning. Vindpark Triton berör inte några områden för totalförsvaret som redovisas öppet, däremot angränsar vindparkens södra del med ett område som nyttjas av NATO för militära övningar.



Kunskapsunderlag

Som utgångspunkt för beskrivningar och bedömningar i Esbo-rapporten har information från myndigheter, vetenskaplig litteratur och forskningsresultat, miljöutredningar, tekniska rapporter samt platsspecifika inventeringsdata använts. Inom ramen för projektet har inventeringar gjorts avseende bland annat sjöfågel, tumlare och fisk. Modelleringar och analyser har utförts för utbredning av bottenfauna, sedimentspridning, ljudutbredning (under och ovan vatten), skuggor och hydrografi. Fotomontage och visualiseringar har tagits fram för att visualisera hur vindkraftverken syns i landskapet. Resultatet från genomförda inventeringar och modelleringar stämmer väl överens med resultat från tidigare inventeringar och underlag. Kunskapsunderlaget bedöms vara robust och vetenskapligt grundat samt av den omfattning att kvalificerade och tillförlitliga bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser kan göras.

Konsekvenser av sökt verksamhet

Konsekvensbedömningar har genomförts för alla faser av verksamheten; anläggning, drift och avveckling. Bedömning av miljökonsekvenserna för respektive miljöaspekt görs genom en sammanvägning av känslighet/värde av mottagaren och omfattning av bedömd påverkan som kan uppstå till följd av verksamheten.

Relevanta påverkansfaktorer som har bedömts avseende gränsöverskridande påverkan är bland annat påverkan från sedimentspridning, undervattensljud, spridning av miljögifter, barriäreffekter och undanträngning, och visuellt intryck. Vidare har risker och säkerhetsaspekter bedömts liksom påverkan på sjöfart, försvarsintressen och yrkesfiske.

Konsekvensbedömningarna i Esbo rapporten har utgått från ett så kallat worst case. Detta innebär att bedömningarna av den planerade verksamhetens konsekvenser på miljöaspekterna har utgått från den största påverkan som kan komma att uppstå. I realiteten bedöms påverkan och konsekvenserna bli mindre.

Klimatpåverkan och klimatnytta

Verksamheten i sig medför utsläpp av växthusgaser i anläggnings-, drifts-, och avvecklingsfasen från framför allt arbetsmaskiner, fartyg och tillverkning av komponenter. Klimatpåverkan är dock obetydlig i förhållande till de utsläppsminskningar som vindparken medför under drifttiden genom att ersätta elproduktion baserad på fossila bränslen. Vindpark Triton beräknas kunna förse 1,5 miljoner hushåll med förnybar och fossilfri el. Vindparken bedöms bli en viktig del i Sveriges och Europas process att ställa om till förnybara energikällor och att bidra till att uppfylla Sveriges och EU:s miljö- och klimatmål. Sett till den enskilda vindparken är den globala påverkan liten positiv och sett till den regionala och nationella påverkan medför vindpark Triton stor positiv påverkan med mycket stora positiva konsekvenser på klimatet med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reducering av växthusgasutsläpp.

Bottenflora och bottenfauna

Botten inom vindparken består uteslutande av djupa mjukbottnar och ingen bottenflora förväntas förekomma i området. Bottenfaunan i området domineras av djur som lever nedgrävda i sedimentet. Påverkan på bottenfauna uppstår främst under anläggningsfasen från sedimentspridning och fysisk påverkan på botten vid installation av fundament och det interna kabelnätet. Utöver detta kan påverkan uppstå under driftsfasen från hydrografiska förändringar, substratförändringar och elektromagnetiska fält. Sedimentspridning som uppstår vid installation av fundament och internt kabelnät är begränsad i omfattning och tid. För samtliga påverkansfaktorer bedöms konsekvenserna vara försumbara. Vindparken kan även medföra positiv påverkan genom bildandet av artificiella rev och begränsning av bottentrålning. Vindparken medför att hårdbottensytor i form av fundament och erosionsskydd tillförs i ett område som utgörs av mjukbotten. Sådana strukturer är väl kända för att attrahera en rik fauna, eftersom de skapar förutsättningar för så kallade artificiella rev där hårdbottenarter kan etablera sig.

Inget fysiskt intrång görs i danskt, tyskt eller polskt vatten. Den gränsöverskridande påverkan som kan ske på bottenflora- och bottenfauna uppstår främst under anläggningsfasen från sedimentspridning vid installation av fundament, dock är avstånden till danskt, tyskt och polskt vatten stort. Sedimentspridning som uppstår vid installation av fundament är dock begränsad i omfattning, tid och är mycket lokal. Den gränsöverskridande påverkan bedöms därför vara obetydlig och konsekvenserna som försumbara. Vindparken kan även medföra positiv påverkan genom reveffekter och begränsning av bottentrålning.

Fisk

De vanligaste förekommande arterna inom parkområdet är sill, skarpsill, torsk, skrubbskädda, rödspätta, sandskädda och vitling. I Arkonabassängen förekommer torsklek men parkområdet ingår inte i torskens huvudsakliga lekområden. Påverkan på fisk uppstår främst under anläggningsfasen från sedimentspridning och undervattensljud vid installation av fundament och det interna kabelnätet. Vid pålning av fundament kommer ljuddämpande och andra skyddsåtgärder att användas till skydd för fisk. Under driftsfasen kan påverkan på fisk uppstå från kablarnas elektromagnetiska fält. Sammantaget bedöms dock vindparkens konsekvenser för fisk vara försumbara till små.

Den gränsöverskridande påverkan på fisk kan främst uppstå under anläggningsfasen från sedimentspridning och undervattensljud från installation av fundament. Påverkan på fisk bedöms som mycket lokal och någon gränsöverskridande negativ påverkan bedöms inte uppstå.

Vindparken kan även medföra positiv påverkan genom reveffekter och begränsning av bottentrålning.

Marina däggdjur

Tre arter av marina däggdjur förekommer inom vindparksområdet; tumlare, knubbsäl och gråsäl. Parkområdet bedöms inte vara en viktig livsmiljö eller ett fortplantningsområde för tumlare, som i huvudsak utgörs av Bälthavspopulationen. För knubbsäl och gråsäl är parkområdet av låg/måttlig vikt då ingen av arterna använder området som ett särskilt födosöksområde. Gränsöverskridande påverkan på marina däggdjur bedöms främst uppstå under anläggningsfasen från undervattensljud vid geofysiska undersökningar och pålning av fundament. Utöver detta kan viss påverkan uppstå genom undanträngning och sedimentspridning. Långtgående skyddsåtgärder kommer att vidtas vid pålning och seismiska undersökningar till undvikande av skada eller störning, däribland akustiska metoder, mjuk uppstart och ljuddämpande utrustning (dubbel bubbelgardin och *Hydro Sound Damper*, eller utrustning med motsvarande effekt). Under driftsfasen förväntas ingen påverkan av betydelse uppkomma för marina däggdjur. Sammantaget bedöms verksamheten medför försumbara till små konsekvenser för tumlare och säl.

Fladdermöss

Fladdermöss förväntas inte nyttja parkområdet som födosöksområde, då avståndet till närmaste kust är långt (mellan 20 och 30 kilometer). Fladdermössens migration över Östersjön sker under vår samt sensommar/tidig höst, oftast i lugnt väder. För vindpark Triton är det främst migrerande fladdermusarter som potentiellt kan påverkas genom ökad kollisionsrisk med vindkraftverken. När vindparken är etablerad kommer fladdermusaktiviteten i vindparken att undersökas och vid behov vidtas åtgärder i form av driftreglering vid betydande migration för att minimera kollisionsrisk. Med beaktande av att dessa skyddsåtgärder bedöms verksamhetens gränsöverskridande påverkan på fladdermöss bli obetydlig med försumbara konsekvenser.

Fågel

Området för vindpark Triton utgör inte en viktig livsmiljö för sjöfåglar och få fågelarter födosöker i området. Vindparken ligger inte heller i ett stråk där fåglar ofta förflyttar sig. Vindparkens gränsöverskridande påverkan i form av undanträngning och barriäreffekter bedöms bli obetydliga med försumbara konsekvenser för fågel. En betydande migration av fåglar äger rum över havet mellan den skånska sydkusten och den tyska Östersjökusten, vilket kan medföra risk för kollision med vindkraftverken. Flertalet av de fåglar som passerar vindpark Triton flyger dock högre än vindparkens totalhöjd och undviker kollision. Rovfåglar passerar över havet i Arkonabassängen i relativt låga antal, eftersom migrationen koncentreras till Falsterbohalvön och längre norrut i den smalaste delen av Öresund. En övervägande del av den svensk-norska populationen av tranor passerar Arkonabassängen under migration vår och höst. Genomförda kollisionsrisk-modelleringar visar att konsekvensen av kollisionsrisken är liten för tranor, och sammantaget försumbar för övriga fågelarter som flyger genom eller inom parkområdet. För att minimera påverkan på migrerande tranor kommer vindparken att förses med utrustning för övervaknings- och driftreglering, för att kunna driftreglera vindkraftverken vid perioder med intensiv migration. Dessa skyddsåtgärder minskar kollisionsrisken för tranor och konsekvensen bedöms då bli försumbar.

Landskapsbild och kulturmiljö

Avståndet mellan Sveriges kust och vindpark Triton är relativt stort, mellan 20 och 30 kilometer, och den visuella påverkan och de negativa konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö vid den svenska kusten bedöms i huvudsak bli försumbar eller liten, men måttlig från ett par mer känsliga miljöer. Ur ett gränsöverskridande perspektiv är det framförallt Bornholm som bedöms ligga på ett sådant avstånd att landskapsbilden kan påverkas i betydande utsträckning av vindpark Triton, kuststräckor från Tyskland och Polen bedöms ligga på sådant avstånd att vindparken inte påverkar landskapsbilden.

Tre blickpunkter på Bornholm, Rønne, Hasle och Hammershus har valts för att visualisera den förändring som framtida vindkraftsutbyggnad medför för havslandskapet. Från Rønne kommer vindparken att synas i en relativt smal sektor i horisonten och uppfattas som en samlad grupp. Hamnanläggningarna och fartygstrafiken till och från hamnen i Rønne skapar både statiska och rörliga element i havsbilden som hamnar i blickfånget. Sammantaget bedöms påverkan från Rønne bli obetydlig och konsekvenserna för landskapet och kulturmiljön försumbara.

Vid Hasle kommer vindpark Triton vara synlig över horisonten i väst. Vindpark Triton kommer uppfattas som en samlad grupp och bedöms underordna sig i havslandskapet. Sammantaget bedöms påverkan bli liten och konsekvenserna för landskap och kulturmiljö mycket små.

Vid Hammershus kommer en något större del av vindparken vara synlig då betraktaren befinner sig över 70 meter över havsytan jämfört med utsikt från blickpunkter på motsvarande horisontellt avstånd med ögonhöjd endast ett fåtal meter över havsnivån. Borgruinen dominerar i området medan vindkraftverken hamnar i bakgrunden utmed horisonten. Vindkraftverken som samlad grupp inom en begränsad sektor bedöms dock fortfarande underordna sig i det storskaliga havslandskapet. Sammantaget bedöms påverkan på områdets höga kulturmiljövärden och landskapsbild bli liten negativ och konsekvenserna måttliga.

Boendemiljö och rekreation

Vindparken ligger långt från kusten och boendemiljöer samt i ett område utan högt värde för friluftsliv och rekreation. Fritidsbåtstrafik, fritidsfiske och dykning kan dock förekomma i området, om än i begränsad omfattning. Under anläggnings- och avvecklingsfasen kan fritidsfisket och dykare av säkerhetsskäl inte nyttja vissa delområden i anknytning till arbetsområden. Detta får endast en tillfällig påverkan och kommer inte innefatta hela parkområdet samtidigt varför konsekvenserna bedöms bli små. Under driftsfasen kommer området att vara tillgängligt för fritidsfiske och dykning, och reveffekten kan då ha en positiv inverkan på dessa intressen.

Den gränsöverskridande påverkan bedöms i huvudsak uppstå under anläggningsfasen i form av begränsad tillgång för båttrafik inom vindparksområdet. Under driftsfasen kan fritidsfiske och fritidsbåtstrafik pågå som vanligt. Vindparken ligger inte i ett område av högt värde för friluftsliv och rekreation och fritidsfisket inom vindparksområdet är begränsat. Gränsöverskridande påverkan på rekreation och friluftsliv bedöms vara obetydlig med försumbara konsekvenser.

Yrkesfiske

Parkområdet har vissa värdefulla fisktillgångar i framför allt sill, skarpsill och torsk. Fisket i området har minskat kraftigt under de senaste åren, dessutom råder fiskestopp på både torsk och sill. Det gränsöverskridande fisket från Polen, Danmark och Tyskland kan påverkas genom att fångstområdet minskar inom verksamhetsområdet då vindparken etableras. Det fiske som främst

kan komma att påverkas av vindpark Triton bedöms vara fisket efter plattfisk med bottentrål. Detta fiske utgör dock en mycket liten del av det totala fisket och bedöms också vara anpassningsbart för omfördelning. Den lokala påverkan som vindparken ger upphov till i form av minskad yta tillgänglig för bottentrålning bedöms i dagsläget innebära mycket små konsekvenser för yrkesfisket. Vidare kan tillkommande reveffekter och minskat fisketryck i längden förbättra beståndsstatus för kommersiellt viktiga fiskarter, vilket på sikt gynnar även yrkesfisket.

Det danska, tyska, polska och svenska fisket påverkas lokalt av vindparken i form av längre transportvägar och färre eller minskade fiskeområden. Den samlade bedömningen är att den gränsöverskridande påverkan på yrkesfisket är liten med små negativa konsekvenser, då det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket.

Sjöfart

Parkområdet omges av fartygsstråk med internationell trafik i norr, öster och söder om området. Genom parkområdet går en färjetrafiklinje mellan Ystad och Polen. Dessa fartygsstråk är även områden av riksintresse för sjöfart. Under anläggningsfasen föreligger viss risk för konflikter med installationsfartyg och övrig fartygstrafik samt om fartyg felaktigt skulle komma in i arbetsområdet. Under driftsfasen kan vindparken innebära en ökning av risk för kollisioner mellan fartyg och allisioner med vindkraftverk vilket bedöms innebära måttliga negativa konsekvenser för sjöfarten. Vindkraftverken kan även ge upphov till radarstörningar. Vindparken kan underlätta vid räddningsinsatser vid olyckor på grund av den kontinuerliga övervakning som sker av parken och bättre tillgänglighet till räddningsutrustning och personal inom området. OX2 kommer att vidta ett flertal åtgärder för att upprätthålla säker navigation och reducera risker, däribland övervakning av sjöfartstrafiken av en projektbunden marine coordinator, skyddszon vid anläggningsarbeten och iakttagande av säkerhetsavstånd mellan vindkraftverk och fartygsstråk. Med planerade riskreducerande åtgärder förväntas ökningen av sannolikheten för olyckor kunna reduceras i betydande mån. Vindparkens slutliga utformning och genomförande av erforderliga skyddsåtgärder för att säkerställa god sjösäkerhet kommer ske efter samråd med sjöfartsmyndigheterna.

Som framgår ovan kommer vindparken påverka sjöfarten och även då den internationella trafiken, med gränsöverskridande påverkan. Med olika åtgärder under såväl anläggningsfasen som driftskedet kommer riskerna att reduceras till en nivå som kan definieras som ALARP, *as low as reasonably possible*. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedömsvara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

Luftfart

Parkområdet överlappar med områden som utgör hinderbegränsade ytor (så kallade MSA-ytor) för Malmö Airport respektive Rönne/Bornholm Airport. Bolaget för dialog med berörda flygplatser om anpassning av de hinderbegränsade ytorna, för att undvika påverkan på luftfarten. Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.

Försvarsintressen

Vindpark Triton har vid utformningen anpassats till undvikande av påverkan på det militära övningsområdet förvaltat av NATO, beläget direkt söder om parkområdet. OX2:s föresats är att en fortsatt dialog med den svenska Försvarsmakten kan generera samförstånd om lämpliga lösningar för att möjliggöra uppförandet av vindparken samtidigt som försvarets intressen

upprätthålls. Möjliga åtgärder till skydd för militära intressen vid en samexistens med vindparken kan exempelvis vara installation av signalspaningsutrustning och radarutrustning.

Forsvarsministeriet i Danmark bedömer att vindpark Triton kan påverka deras radarsystem på den danska ön Bornholm. OX2 har därför gett oberoende konsulter i uppdrag att genomföra tekniska analyser för att bedöma påverkan i enlighet med de önskemål som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört inom ramen för Esbosamrådet. Utredningen görs i syfte att i dialog med danska Forsvarsministeriet närmare undersöka nödvändiga åtgärder som kan behöva vidtas för att undvika störningar på radarsystem.

Risk och säkerhet

Utöver risker för sjöfarten kan verksamheten ge upphov till oplanerade händelser och risker. Riskerna kan bestå av miljörisker (exempelvis utsläpp av olja), olycksrisker (exempelvis att del av blad faller), arbetsmiljörisker (exempelvis arbeten på hög höjd) och risker till följd av yttre händelser (exempelvis extremväder och odetonerad ammunition). Risker som verksamheten kan ge upphov till kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser, upprättande av räddnings- och beredskapsplan, arbetsmiljöplan samt skyddsåtgärder och rutiner. Verksamheten bedöms inte ge upphov till någon oacceptabel risk. Risker som orsakas av yttre händelser som geologiska risker, odetonerad ammunition och klimatanpassning hanteras genom anpassning (exempelvis genom en utformning av vindparken som klarar extremväder) och riskmedveten planering av verksamheten.

Natura 2000

Parkområdet angränsar i väst till det svenska Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten. Detta område är utpekat enligt art- och habitatdirektivet till skydd för naturtyperna sandbankar och rev samt för arterna tumlare, gråsäl och knubbsäl. Vindpark Triton innebär inget fysiskt intrång i området, och bedöms inte medföra någon påverkan av betydelse på de utpekade naturtyperna och arterna och dess bevarandestatus.

Natura 2000-områden tillhörande länderna kring Östersjön finns både till havs och längs med de olika ländernas kuster. Det danska Natura 2000-område som ligger närmast den planerade vindparken, Adler Grund og Rønne Banke (danskt Natura 2000-område) ligger cirka 24 kilometer sydost om vindparken. Cirka 34 kilometer respektive 36 kilometer sydost om vindpark Triton ligger Adler Grund respektive Westliche Rönnebank (tyska Natura 2000-områden). Övriga Natura 2000-områden tillhörande länderna kring Östersjön är belägna på större avstånd från vindparken. Anläggandet av vindpark Triton innebär inte något fysiskt intrång eller att någon bottenyta tas i anspråk i något Natura 2000-område. Utpekade arter i närliggande Natura 2000-områden bedöms inte påverkas. Inga Natura 2000-områden bedöms därför påverkas av vindpark Triton.

Skyddsåtgärder

Under anläggningsfasen kommer ett antal skyddsåtgärder kopplade till att minska påverkan från undervattensljud att vidtas, dels vid seismiska undersökningar, dels vid pålning under installation av fundament. Vid pålning av fundament kommer användning av akustiska metoder, mjuk uppstart och ljuddämpande utrustning (såsom dubbelbubbelgardin och *Hydro Sound Damper* eller motsvarande) att tillämpas med hänsyn till framförallt tumlare men det är även positivt för andra marina däggdjur och fisk.

Ett flertal skyddsåtgärder kommer också att vidtas för sjöfarten. Till exempel kommer en del av vindparksområdet att undantas från vindkraftverk med fundament och skyddsavstånd kommer att hållas till farleder. I samband med anläggningsarbeten ska verksamhetsutövaren följa de anvisningar som lämnas av Sjöfartsverket och Transportstyrelsen så att fartygstrafiken till och från området där anläggningsarbeten utförs inte utgör risk för övrig sjöfart. Under anläggningsfasen ska området övervakas från ledningscentral. Verksamhetsutövaren ska särskilt övervaka en temporär skyddszon om minst 500 meter från installationsfartyg när anläggnings- och underhållsarbete med installationsfartyg utförs. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas.

Fladdermöss och fåglar kommer att skyddas genom driftreglering av vindkraftverken. Förekomst av fladdermöss kommer att undersökas genom ett särskilt undersökningsprogram. Även vindparkens påverkan på migrerande tranor kommer att undersökas i enlighet med ett särskilt undersökningsprogram.

Kumulativa effekter

Kumulativa effekter kan uppstå med andra befintliga eller tillståndsgivna verksamheter i aktuell del av Östersjön. Möjliga kumulativa effekter med andra vindkraftsetableringar och verksamheter, däribland gasledningen Baltic Pipe, fiske, sjöfart samt energiön Bornholm, har beaktats och bedömts i MKB:n.

Det bedöms inte vara sannolikt att vindpark Triton anläggs samtidigt som en annan vindpark i närområdet, men om det likväl skulle ske kan kumulativ påverkan uppstå genom sedimentspridning och undervattensljud. Under driftsfasen kan kumulativa effekter med andra vindparker uppkomma i fråga om fåglar i form av barriäreffekt, kollisionsrisk och undanträngning. Med föreslagna skyddsåtgärder för vindpark Triton bedöms dock den kumulativa effekten av vindparken på fåglar bli obetydlig, med försumbar konsekvens. Kumulativ påverkan under driftsfasen hänförlig till tillkommande fartygstransporter och yrkesfiske bedöms bli begränsad. Minskad bottentrålning inom ett större område i Östersjön skulle vara positivt för bottenliv, vilket kan gynna den biologiska mångfalden och återhämtningen av sill- och torskbestånden i södra Östersjön ytterligare.

Alternativ och nollalternativ

Den valda lokaliseringen för den sökta verksamheten har bedömts som lämplig utifrån en omfattande alternativutredning med beaktande av tekniska, miljömässiga och ekonomiska förutsättningar. Utöver detta område har andra alternativ i södra Sverige och i sydvästra Östersjön studerats. Vind- och bottenförhållandena samt havsdjupet i vindpark Triton är gynnsamma för en havsbaserad vindpark. Området har även anpassats efter omgivande intressen, såsom intilliggande Natura 2000-område, sjöfart och försvarsintressen. Den valda lokaliseringen är ett av få sammanhängande områden i aktuell del av Östersjön som inte sammanfaller med skyddade områden eller områden av betydelse för andra intressen. Området ligger även långt från kust, vilket innebär mindre konsekvenser för landskapsbilden och ingen påverkan på enskilda intressen.

Nollalternativet innebär att vindparken inte etableras och medför därför ingen påverkan på miljön till följd av anläggningsarbeten och vindkraftverkens fysiska närvaro under driftsfasen, till exempel på fåglar och landskapsbild. Nollalternativet innebär dock även att den betydande mängden elproduktion från vindpark Triton skulle utebli, vilket även skulle resultera i ett uteblivet bidrag till att lösa det elproduktionsunderskott som finns i södra Sverige. Elproduktionen behöver då

komma från annan en källa, exempelvis import, landbaserad vindkraft och solenergi eller kärnkraft. Nollalternativet innebär också att verksamhetens bidrag till att begränsa klimatförändringarna genom omställning till förnybar energi uteblir.

Innehåll

1 Inledning **16**
1.1 Bakgrund och syfte 16
1.2 Behovet av havsbaserad vindkraft 17
1.3 Samråd enligt Esbokonventionen 18
1.4 Nationella prövningar 19
2 Avgränsningar **20**
2.1 Verksamheten 20
2.2 Geografisk avgränsning 21
2.3 Tidsskeden 21
2.4 Miljöaspekter 21
3 Lokalisering och omgivningsbeskrivning **22**
3.1 Lokalisering 22
3.2 Natura 2000 22
3.3 Bottenförhållanden 23
3.4 Hydrografi och vindförhållanden 26
3.5 Närliggande verksamhet 28
4 Verksamhetsbeskrivning **34**
4.1 Översikt 34
4.2 Parkutformning 35
4.3 Beskrivning av verksamhetens komponenter 37
4.4 Verksamhetens olika faser 43
4.5 Preliminär installationsplan 46
5 Förutsättningar och metodik för konsekvensbedömningar **46**
5.1 Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden 46
5.2 Metodik för konsekvensbedömningar 47
5.3 Förutsättningar för konsekvensbedömningar 50
5.4 Osäkerheter 54
6 Påverkansfaktorer **54**
6.1 Undervattensljud 54
6.2 Sedimentspridning 55
6.3 Föroreningsspridning 56
6.4 Fysisk påverkan på havsbotten 56
6.5 Främmande arter 57
6.6 Reveffekt 58
6.7 Elektromagnetiska fält 59
6.8 Undanträngning och barriäreffekt 60
6.9 Kollisionsrisk 60
6.10 Visuell förändring 60
6.11 Luftburet ljud 61
6.12 Skuggning 63
6.13 Nautiska risker 64
7 Effekter och konsekvenser **65**
7.1 Klimatnytta och klimatpåverkan 65
7.2 Bottenflora och bottenfauna 69
7.3 Fisk 80
7.4 Marina däggdjur 99
7.5 Fladdermöss 126
7.6 Fågel 130
7.7 Landskapsbild och kulturmiljö 142
7.8 Boendemiljö och rekreation 145
7.9 Yrkesfiske 149

7.10 Sjöfart 162
7.11 Luftfart 178
7.12 Försvarsintressen 182
7.13 Risk och säkerhet 183
8 Kumulativa effekter 189
8.1 Anläggningsfas 190
8.2 Driftsfas 191
8.3 Avvecklingsfas 196
9 Alternativredovisning 196
9.1 Inledning 196
10 Skyddsåtgärder och kontroll 200
11 Samlad bedömning gränsöverskridande påverkan 203
11.1 Samlade konsekvenser av verksamhetens gränsöverskridande påverkan 203
11.2 Natura 2000 205
11.3 Klimatmål 208
12 Sakkunskap 209
12.1 OX2:s projektorganisation 209
12.2 Sakkunniga på uppdrag av OX2 209
13 Referenser 212

Bilagor

Bilaga B.1 Ljudberäkning av ljud från vindkraft – vindpark Triton Danska modellen. OX2 AB, 2022-08-08

Bilaga B.2 Fotomontage kumulativt, Triton. OX2, 2022

Bilaga B.3 Samrådssynpunkter och bemötanden ESBO, OX2, 2022.

Bilaga B.4 Icke-teknisk sammanfattning

Referensrapporter framtagna inom projektet

R.1 Tritons klimatnytta och klimatpåverkan, Structor Miljöpartner, 2022.

R.2 Bottenmiljö och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne, AquaBiota Consulting, 2022.

R.3 Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne AquaBiota Consulting, 2022.

R.4.A Marine mammals and offshore wind farms in the Southwestern Baltic, 2022.

R.4.B Triton offshore wind farm, Impact of new seismic survey SSV on underwater noise prognosis OX2 AB, NIRAS, 2022.

R.5 Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid den projekterade havsbaserade vindparken Triton, söder om Ystad, Enviroplanning, 2021.

R.6 Fågel och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne – vindpark triton, Ottvall Consulting och AquaBiota Consulting, 2022.

R.7 Vindpark Triton. En marinarkeologisk förstudie. Östersjön, Svensk ekonomisk zon, Bohusläns museum, 2021.

R.8 Yrkes- och fritidsfiske i sydvästra Östersjön – Vindpark Triton, AquaBiota Consulting, 2022.

R.9 Seismic interpretation at Triton, offshore Sweden. Interpretation of sub-bottom-profiler single and multi-channel seismic data, Geo Subsurface Expertise, 2020.

R.10 Triton OWF. Sediment dispersal, seabed preparation, NIRAS, 2021.

R.11.A OX2 Seismic survey Triton. Underwater noise modelling, NIRAS, 2021.

R.11.B Screening of underwater noise from geotechnical investigations, NIRAS, 2021.

R.11.C Offshore Wind Farm Triton. Underwater noise technical report, NIRAS, 2021.

R.12 Triton OWF. Hydrodynamic Impacts, NIRAS, 2021.

R.13 eDNA-inventering av fisk och marina däggdjur – Vindpark Triton, AquaBiota Water Research 2021.

R.14 Ljudberäkning av ljud från vindkraft, vindpark Triton, OX2, 2022.

R.15 Skuggutbredning, vindpark Triton, OX2, 2022.

R.16 Strategi för biologisk mångfald. Naturpositiva vind- och solkraftsparker till 2030, OX2, 2021.

R.17 Guidelines for Distances between Offshore Wind Farms and Shipping Lines, Marico Marine, 2022.

R.18 Provtagning och undersökning av sediment – Vindpark Triton, NIRAS, 2022.

R.19 Alternativa installationsmöjligheter vid pålning – Triton, OX2, 2022.

R.20 Triton Offshore Wind Farm. Note on mitigation effect of HSD-DBBC NAS, NIRAS, 2022.

R.21 Teknisk beskrivning – Avveckling av en havsbaserad vindpark, OX2, 2022.

R.22 Triton Offshore Wind Farm – Underwater noise prognosis for seismic survey activities inside the offshore wind farm, NIRAS, 2022.

R.23 Bentiska och hydrografiska undersökningar i Triton, AquaBiota, 2022

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

OX2 planerar en storskalig havsbaserad vindpark i sydvästra Östersjön utanför Skånes kust inom Sveriges ekonomiska zon, benämnd Triton, se Figur 1. Verksamhetens förväntade produktion uppskattas generera omkring 7,5 TWh el per år, vilket motsvarar elanvändning för drygt 1,5 miljon hushåll[1].

Verksamheten kommer att vara en viktig del i Sveriges och Europas process att ställa om till förnybara energikällor och bidra till att uppfylla Sveriges energipolitiska mål, som bland annat anger att svensk elproduktion till år 2040 ska vara 100 % fossilfritt och att inga nettoutsläpp av växthusgaser ska ske till atmosfären år 2045. För att nå Sveriges klimatmål behöver det svenska samhället ställas om och efterfrågan på el kommer att öka kraftigt i Sverige till följd av denna omställning. För att kunna bidra till att uppfylla Sveriges klimatmål krävs därför storskalig elproduktion som kan byggas ut inom närtid.

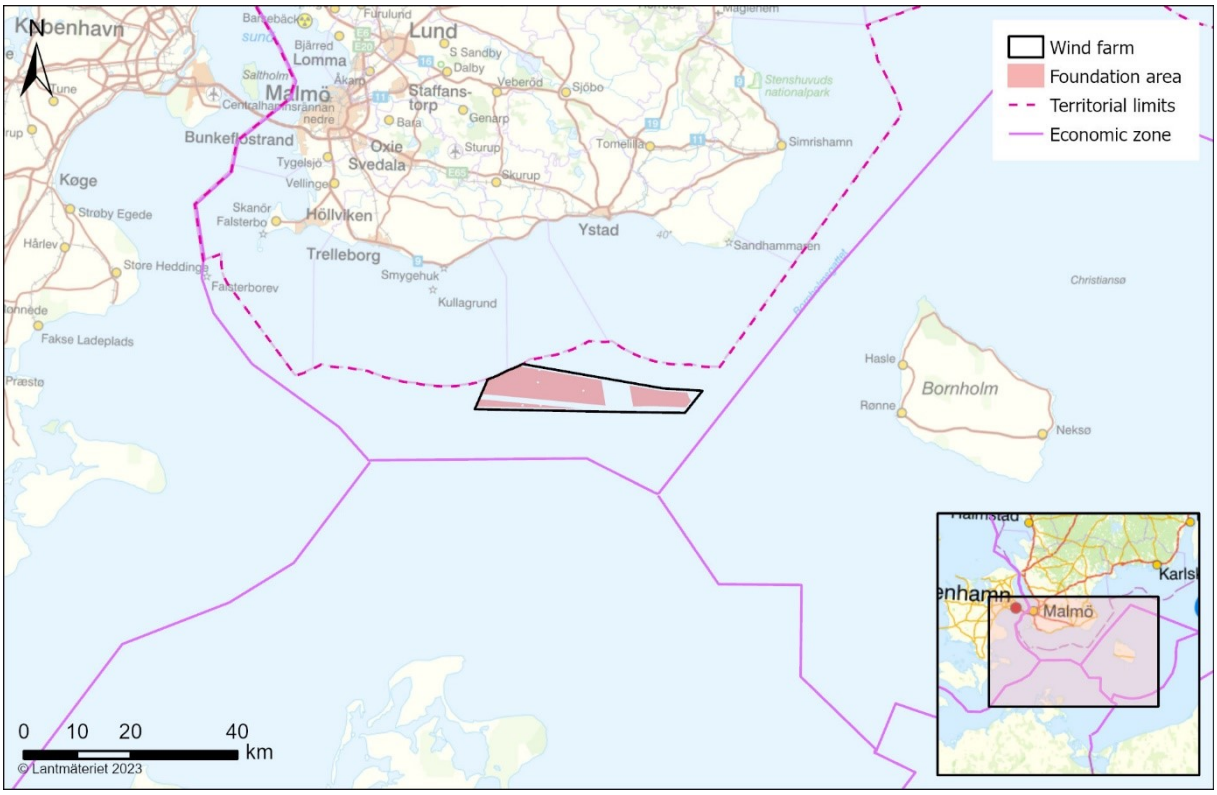
Projektet bidrar även till att kunna uppfylla EU:s klimatmål som bland annat säger att EU:s samlade utsläpp ska minska med 55 % till 2030 jämfört med 1990 och att EU ska uppnå klimatneutralitet senast 2050.

Det övergripande syftet med vindpark Triton 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.

Med hänsyn till verksamhetens eventuellt gränsöverskridande påverkan har ett samrådsförfarande med berörda närliggande länder enligt Esbokonventionen inletts. Denna rapport utgör en del av Esbo-samrådet och behandlar verksamheten och dess potentiella gränsöverskridande effekter.

I kapitel 7 beskrivs först den allmänna påverkan och konsekvensen för respektive miljöaspekt. Den gränsöverskridande påverkan och konsekvenser beskrivs sist för varje miljöaspekt.

[1] Cirka 5000 kWh per hushåll



Figur 1. Översiktskarta över vindparken och inom vilket område fundament kommer att anläggas.

1.2 Behovet av havsbaserad vindkraft

År 2017 antog Sverige ett klimatpolitiskt ramverk. Ramverket består av en klimatlag, klimatmål och ett klimatpolitiskt råd. Det långsiktiga målet innebär att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045. Utbyggnad av vindkraft för elproduktion bidrar till att nå klimatmålen. Sveriges goda förutsättningar till förnybar kraftproduktion möjliggör även elexport till andra länder vilket bidrar till utsläppsminskningar på andra marknader när elproduktion från kol- och gaskraftverk kan ersättas av fossilfri svensk el.

EU arbetar med en översyn av sin klimat-, energi- och transportslagstiftning inom ramen för det så kallade fit for 55-paketet för att anpassa gällande lagar till EU:s klimatmål till 2050. I planen ingår att EU:s samlade utsläpp ska minska med 55 % till 2030 jämfört med 1990 och att EU ska uppnå klimatneutralitet senast 2050. Planen går också ut på att höja EU-målet om att den totala energimixen ska bestå av förnybara energikällor från 32 % till minst 40 % senast 2030.

I slutet av 2020 presenterade EU-kommissionen EU:s strategi för havsbaserad förnybar energi. I strategin föreslås att Europas havsbaserade vindkraft ska utökas, från nuvarande 12 GW till åtminstone 60 GW senast 2030 och 300 GW senast 2050. För att öka kapaciteten till 300 GW havsbaserad förnybar energi, med största möjliga nytta för EU:s ekonomi, måste försörjningskedjan för havsbaserad förnybar energi kunna öka sin kapacitet och upprätthålla en högre installationstakt.

Utöver ovanstående enades länderna kring Östersjön den 30 augusti 2022 om att samverka på olika sätt för att bland annat främja en kraftig utbyggnad av havsbaserad vindkraft i Östersjöregionen till år 2030 och att driva snabbare tillståndsprocesser. Potentialen för vindkraft

till havs är enligt deklarationen 93 GW och målet till år 2030 är minst 19,6 TWh, vilket är en sjufaldig ökning från dagens nivå[2].

För att nå Sveriges klimatmål behöver det svenska samhället ställas om. En central del i omställningen till ett fossilfritt samhälle är elektrifiering av transporter och av industrin. Många initiativ har gått in i etableringsfasen och investeringar sker i storskalig fossilfri teknik och produktionsanläggningar med stor efterfrågan både på förnybar el och vätgas framställd med hjälp av förnybar el. Enligt Svenskt Näringslivs prognos kommer elanvändningen öka till 200 TWh år 2045 och i Energiföretagens *Färdplan fossilfri el* antas elanvändningen uppgå till 180 TWh samma år. Enligt en ny analys av högnivåscenario[3] som Energiföretagen låtit göra kan elanvändningen i Sverige uppgå till 310 TWh år 2045, en ökning med 120 % från dagens 140 TWh. Parallellt med ovanstående närmar sig många elproduktionsanläggningar, bland annat de befintliga kärnkraftverken, vilka utgör cirka 40 % av dagens elproduktion, slutet av sin livslängd och kommer att fasas ut. Sverige behöver således mycket ny elproduktion, inom närtid.

Vindkraften har genomgått en mycket stor teknisk utveckling, med sänkta produktionskostnader och ökad elproduktion från varje vindkraftverk. Den havsbaserade vindkraften ger störst produktion per vindkraftverk, 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 inom närtid, vilket behövs för att nå klimatmålen.

1.3 Samråd enligt Esbokonventionen

Konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang, Esbokonventionen, är en miljöskyddskonvention för Europa, Kanada och USA om samarbete för att förebygga gränsöverskridande miljöeffekter. Sverige ratificerade Esbokonventionen år 1991[4].

Enligt Esbokonventionen ska upphovsparten till en verksamhet med potentiellt betydande gränsöverskridande påverkan informera och bjuda in berörda parter (dvs. andra stater) som kan antas påverkas av verksamheten att delta i förfarandet avseende en miljökonsekvensbedömning[5]. Samrådsprocessen enligt artikel 3–6 i Esbokonventionen koordineras av en ansvarig myndighet i respektive berörd stat. För svenskt vidkommande är Naturvårdsverket ansvarig myndighet[6]. Esbo-förfarandet kan kortfattat sammanfattas i nedan övergripande steg:

[2] The Marienborg Declaration, 2022

[3] I högnivåscenariot blir alla hittills aviserade satsningar på elektrifiering verklighet (Energiföretagen Sverige, 2021).

[4] Sveriges internationella överenskommelser SÖ 1992:1.

[5] Se även 6 kap. 33 § miljöbalken.

[6] Se 21 § miljöbedömningsförordningen (2017:966).

- Underrättelse (artikel 3) – En planerad verksamhet som kan antas medföra en betydande (skadlig) gränsöverskridande påverkan ska via den ansvariga myndigheten underrätta potentiellt berörda parter.
- Upprättande av miljökonsekvensbeskrivningen (artikel 4) – I den mån berörda parter fortsatt vill delta i samråd enligt Esbokonventionen ska en miljökonsekvensbeskrivning (s.k. Esbo-rapport/MKB) upprättas.
- Samråd på grundval av miljökonsekvensbeskrivningen (artikel 5) – Esbo-rapporten/MKB:n ska via ansvarig myndighet översändas till de berörda parter som fortsatt avser delta i förfarandet. Samrådet kan bland annat innefatta alternativa lokaliseringar eller alternativt genomförande och lämpliga skyddsåtgärder och försiktighetsmått för verksamheten.
- Slutligt beslut (artikel 6) – Efter genomfört samråd ska i ett slutligt beslut avseende den föreslagna verksamheten tillses att vederbörlig hänsyn tas till såväl resultatet av miljökonsekvensbeskrivningen som inkomna synpunkter. I fråga om prövningar av havsbaserade vindparker belägna inom svensk exklusiv ekonomisk zon får regeringens tillståndsbeslut i prövningen enligt SEZ anses utgöra det slutliga beslutet, vilket avslutar Esbo-samrådet.

För vindpark Triton inleddes samrådsprocessen enligt Esbokonventionen under hösten 2021, då en underrättelse översändes via Naturvårdsverket till Danmark, Tyskland och Polen. Med underrättelsen översändes ett samrådsunderlag som redogjorde för det planerade projektet och den möjliga gränsöverskridande påverkan som verksamheten skulle kunna medföra. Samrådet pågick mellan den 2 november och 8 december 2021. Synpunkter inkom från samtliga nämnda stater och alla lät meddela fortsatt deltagande i miljöbedömningsprocessen enligt Esbokonventionen, inklusive möjlighet att ta del av förevarande Esborapport. Totalt inkom 17 stycken svar, där sju av dem var från Danmark, tre från Polen samt sju från Tyskland.

Förevarande rapport redogör för verksamheten och dess potentiellt gränsöverskridande påverkan, bland annat mot bakgrund av inkomna synpunkter. De synpunkter som inkommit har i huvudsak avsett:

- Risker/påverkan för sjöfart
- Påverkan på flyttfåglar
- Påverkan på tumlare
- Påverkan på fisk/yrkesfiske
- Kumulativa effekter av andra vindparker

Samrådssynpunkterna och bemötanden på synpunkterna (inklusive läshänvisningar till huvuddokumentet) går att finna i Bilaga B.3.

1.4 Nationella prövningar

1.4.1 Pågående prövningar

Parallellt med förevarande Esbosamråd fortlöper de nationella prövningarna av vindpark Triton. OX2 har under hösten/vintern 2021/22 ingett ansökningar om tillstånd enligt följande:

- 7 kap. 28 a § miljöbalken (Natura 2000-tillstånd) för verksamhetens påverkan på Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten (SE0430187).

  Ansökan om Natura 2000-tillståndet prövas av Länsstyrelsen i Skåne

- Tillstånd enligt lagen (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon avseende uppförande och drift av vindparken med tillhörande transformator- och omriktarstationer, plattformar och mätmaster.

  Ansökan om tillstånd till vindparken prövas av den svenska regeringen.

- Tillstånd enligt lagen (1966:314) om kontinentalsockeln för utläggning och bibehållande av elkablar för det interna kabelnätet.

  Ansökan om tillstånd till utläggning av undervattenskablar prövas av den svenska regeringen.

1.4.2 Kommande prövningar

Utöver ovan nämnda tillstånd kommer nedläggning och drift av anslutningskablar mellan vindparken och den svenska kusten kräva tillstånd enligt KSL (meddelas av regeringen), tillstånd till vattenverksamhet enligt miljöbalken (meddelas av mark- och miljödomstolen vid Växjö tingsrätt) samt nätkoncessionen enligt ellagen (meddelas av Energimarknadsinspektionen). Tillstånd för fortsatta undersökningar av havsbotten kommer också att sökas.

2 Avgränsningar

2.1 Verksamheten

Denna rapport omfattar påverkan och konsekvenser av gränsöverskridande karaktär till följd av vindpark Triton, med tillhörande verksamheter och installationer.

Följdverksamheter till vindparken utgörs i huvudsak av anslutningskablar till land och fartygstrafik till och från vindparken. Anslutningskablarna bedöms inte medföra någon gränsöverskridande påverkan på grund av dess lokalisering längre bort från angränsande länder samt dess begränsande omgivningspåverkan, varför dessa inte konsekvensbedöms i denna Esborapport.

Vidare gäller följande utgångspunkter för verksamheten:

- Vindparken kommer att omfatta upp till 129 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 370 meter, som placeras inom området baserat på fundaments- och teknikval samt med hänsyn till övriga intressen och platsspecifika bottenförhållanden.
- Den tekniska utvecklingen av bland annat vindkraftverk och fundament är mycket snabb och det är inte möjligt att idag avgöra vilken teknisk lösning som kommer att vara mest effektiv när vindparken ska anläggas, med avseende på tillverkning, installation, miljöpåverkan och elproduktion. Med anledning av detta beskrivs den miljöpåverkan som verksamheten potentiellt kan orsaka på miljön utifrån ett så kallat worst case. Med worst case avses att beskriven påverkan och bedömda konsekvenser i praktiken inte kan bli större än vad som beskrivs i denna MKB. 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 olika påverkansfaktorer bedöms olika worst case. I avsnitt 5.3.1 redovisas worst case för olika påverkansfaktorer kopplat till berörda mottagare.

2.2 Geografisk avgränsning

Konsekvensbedömningarna omfattar det geografiska område som kan påverkas av verksamheten och bedöms 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 fartygsstråk 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. Beskrivningar och bedömningar i denna MKB fokuserar främst på sådan påverkan som kan vara gränsöverskridande.

2.3 Tidsskeden

Miljökonsekvenserna bedöms utifrån projektets följande faser:

- Anläggningsfas
- Driftsfas
- Avvecklingsfas

För beskrivning av respektive fas, se kapitel 4.

2.4 Miljöaspekter

De miljöaspekter som beskrivs och bedöms i denna Esbo-MKB listas i Tabell 1. Miljökonsekvenser beskrivs för anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Vilka faser som bedömts relevanta för respektive aspekt ses i tabellen.

Tabell 1. Aspekt respektive för vilken fas dessa konsekvensbedöms.

Aspekt	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Klimatnytta och klimatpåverkan	x	x	x
Bottenflora och bottenfauna	x	x	x
Fisk	x	x	x
Marina däggdjur	x	x	x
Fladdermöss		x	
Fågel	x	x	x
Landskapsbild och kulturmiljö		x	
Boendemiljö och rekreation		x	
Yrkesfiske	x	x	x
Sjöfart	x	x	x
Luftfart		x	
Försvarsintressen		x	
Risk och säkerhet	x	x	x

3 Lokalisering och omgivningsbeskrivning

3.1 Lokalisering

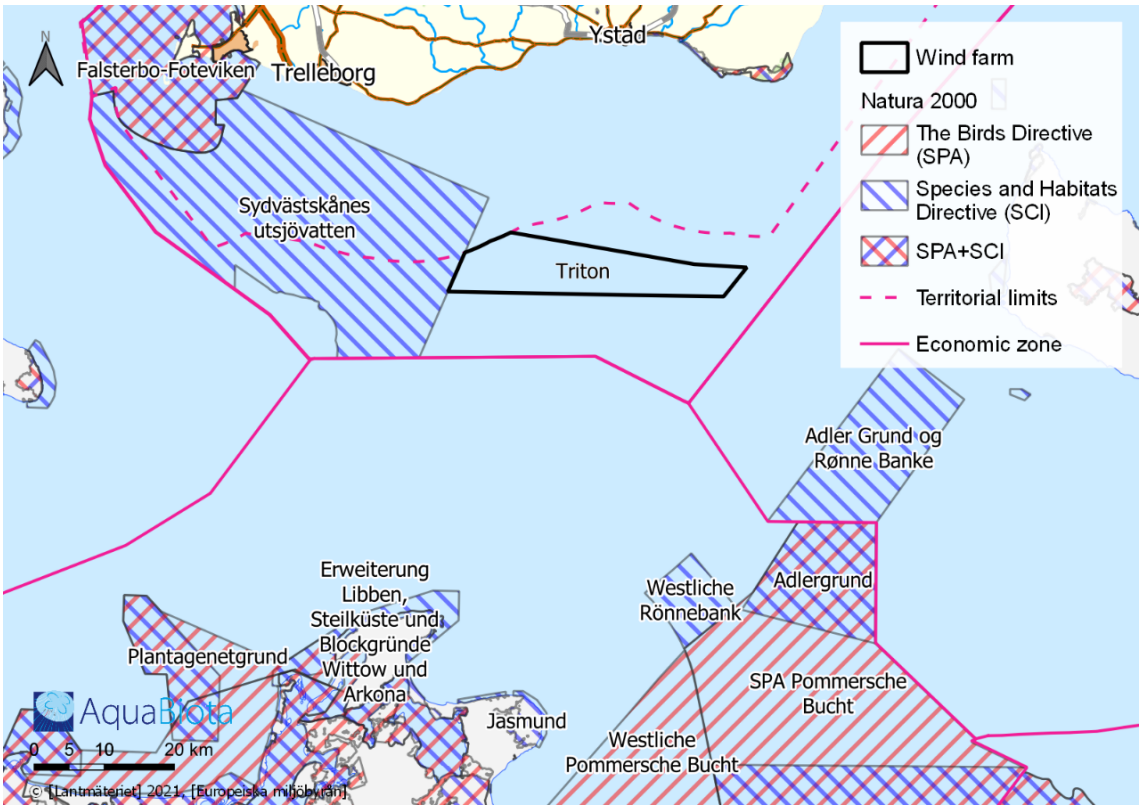
Den planerade vindparken Triton ligger i sydvästra Östersjön, inom Sveriges ekonomiska zon och cirka 30 kilometer söder om Ystad, Figur 1. Närmaste bebyggelse finns cirka 22 kilometer från vindparken, i Beddingestrand respektive Smygehamn på den skånska sydkusten. Avståndet från den planerade vindpark Triton till Bornholm (vilket tillhör Danmark) är cirka 37 kilometer mätt från den östliga spetsen av vindparken. Avståndet från vindparken till danska ön Själland är cirka 66 kilometer. Vindparken ligger cirka 47 kilometer från den tyska ön Rügen och cirka 80 kilometer från det tyska fastlandet. Avståndet från vindparken till Polen är cirka 130 kilometer. Området är cirka 250 km^2 stort och vattendjupet varierar mellan 43 och 47 meter. Vindparken planeras anslutas till det svenska elnätet.

3.2 Natura 2000

Parkområdet angränsar i väst mot Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten som är utpekat enligt art- och habitatdirektivet. Potentiell påverkan som den planerade vindparken kan ha på Natura 2000-området beror på avståndet från vindparken och dess tillhörande anläggningar till det Natura 2000-området, vilka naturtyper och arter som området avser att skydda samt deras känslighet för den påverkan som verksamheten medför.

Ett annat svenskt Natura 2000-område, som inte bedöms påverkas av vindpark Triton är Falsterbo-Foteviken som ligger nordväst om Triton på cirka 38 kilometers avstånd.

Närliggande Natura 2000-områden i danska vatten är Adler Grund og Rønne Banke som ligger cirka 24 kilometer sydost om vindparken. Vid Adler Grund og Rønne Banke ligger även ett fågelskyddsområde F129. De närmaste tyska Natura 2000-områdena är Adler Grund (34 kilometer från vindpark Triton) och Westliche Rönnebanke (36 kilometer från vindpark Triton). Dessa områden har bedömts inte påverkas av planerad vindpark och tillhörande interna kabelnät, se kapitel 7.2, 7.4, 7.6 samt 11.2.



Figur 2. Översikt av närliggande Natura 2000-områden och naturreservat, områden med beteckning SPA (röd skrafferat) omfattar områden enligt Fågeldirektivet och områdena med beteckning SCI (blå skrafferat) omfattar områden enligt Art- och habitatdirektivet. Kartan är framtagen av AquaBiota.

Potentiell påverkan som den planerade vindparken kan ha på Natura 2000-området beror på avståndet från vindparken och dess tillhörande anläggningar till det Natura 2000-området, vilka naturtyper och arter som området avser att skydda samt deras känslighet för den påverkan som verksamheten medför. Verksamheten har bedömts medföra en potentiell påverkan på Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten, se utpekade naturtyper och arter i Tabell 2. Påverkan på Sydvästskånes utsjövatten Natura 2000-område prövas inom ramen för en separat tillståndsprövning enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken (Natura 2000-tillstånd). Natura 2000-ansökan har lämnats in till Länsstyrelsen Skåne i december 2021. De bedömda konsekvenserna på Natura 2000-området beskrivs i kapitel 11. Påverkan på utpekade fågelarter inom Natura 2000-området Falsterbo-Foteviken beskrivs i kompletteringen (Bilaga K och Bilaga K.5) till Natura 2000 ansökan som lämnades in i juni 2022.

Tabell 2. Intilliggande Natura 2000-område Sydvästskånes utsjövatten med utpekade naturtyper och arter som bedöms påverkas av vindpark Triton.

Natura 2000-område	Utpekade naturtyper	Utpekade arter
Sydvästskånes utsjövatten (svenskt)	Rev (1170) Sandbankar (1110)	Tumlare (1351) Gråsäl (1364) Knubbsäl (1365)

3.3 Bottenförhållanden

I följande kapitel beskrivs bottenförhållanden inom vindparken Triton. Beskrivning om bottenförhållande är avgränsade till vattendjup och bottentopografi, bottensubstrat samt den djupare geologin. Beskrivningen inkluderar en nulägesbeskrivning samt den identifierade påverkan det kan ha på verksamheten.

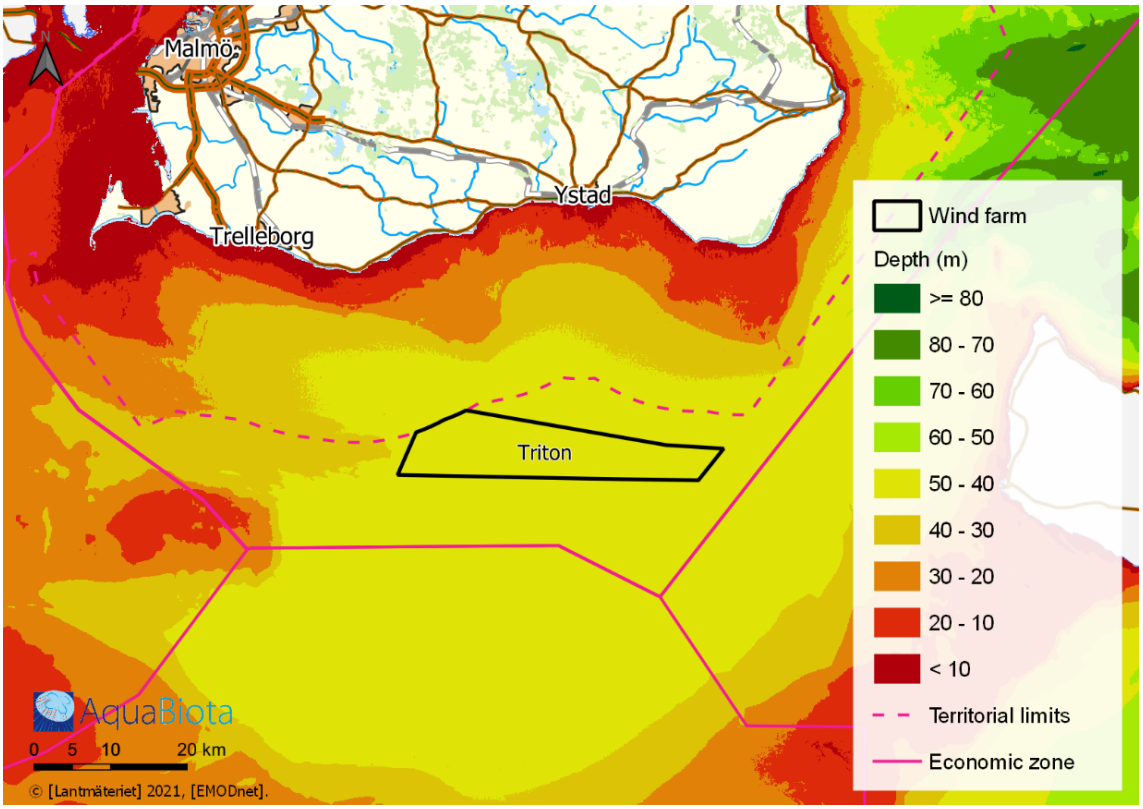
Det finns god kännedom om bottensubstrat, geologi och djupförhållanden inom vindparken utifrån undersökningar gjorda av Sjöfartsverket (uppmätt åren 2002–2004) samt SGU (åren 2004/2005). Det finns även kännedom om närområdet från existerande havsbaserade parker i Arkonabassängen, så som Kriegers Flak (DK, S), Arkona (D) med flera.

AquaBiota har på uppdrag av OX2 utfört bottenhugg som har bekräftat bilden av bottensubstratet i området.

3.3.1 Vattendjup 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. De smala danska sunden förenar Östersjön med Nordsjön. Vindparken Triton kommer att anläggas i Arkonabassängen, vilken begränsas av tröskarna i nordöst av Drogen (i Öresund) och Darss (i Fehmarn Bält). Det genomsnittliga vattendjupet i Arkonabassängen är 23 meter, med ett maximalt djup om 53 meter. Ett av de grundare områden i Arkonabassängen är exempelvis Kriegers Flak där djupet är grundare än 20 meter.

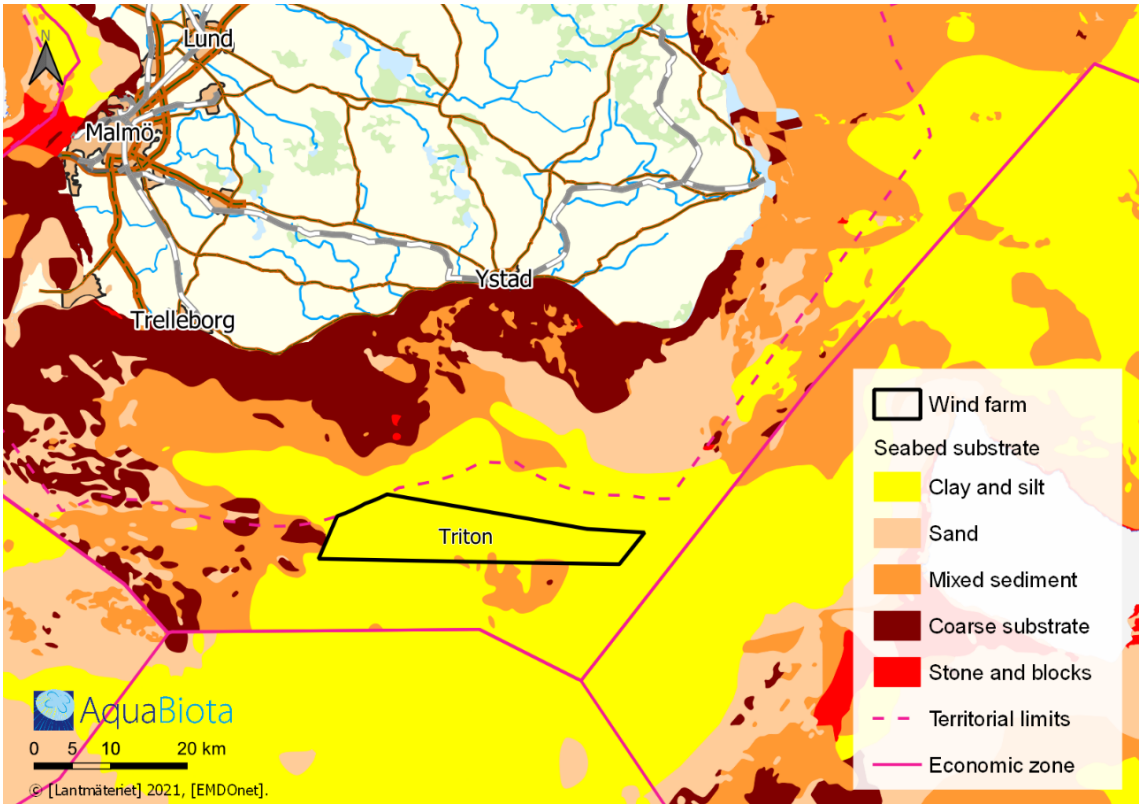
Havsbotten inom vindparksområdet är förhållandevis jämn och plan och vattendjupet varierar mellan 43–47 meter, med ett medeldjup av 45 meter. Vattendjupet inom vindparksområdet ökar något i riktningen sydöst (i sydöst cirka 46 meter och i nordväst cirka 43 meter).



Figur 3. Karta över djupförhållandena i vindparken samt närområdet, där grön färg indikerar djupare områden. Kartan är framtagen av AquaBiota.

3.3.2 Bottensubstrat

För vindparksområdet har SGUs Maringeologikarta 1:100 000 använts för att beskriva bottensubstraten inom vindparken, se Figur 4. Området som omfattas av vindpark Triton består enligt SGUs Maringeologikarta 1:100 000 nästan uteslutande av mjuka bottnar med inslag av lera och gyttja, vilket indikerar att vindparksområdet till största delen utgörs av ackumulationsbottnar (sedimentationsområden). En ackumulationsbotten är en bottenyta där sedimenterat material tillförs och blir liggande över tid.



Figur 4. Karta över bottensubstrat för Triton, där mörkare färger indikerar hårdare substrat. Kartan är framtagen av AquaBiota.

3.3.3 Status på sediment

Bottnarna inom Triton består uteslutande av ackumulationsbottnar, vilket innebär att sedimentpartiklar ligger kvar på botten så länge ingen störning på botten sker. De flesta organiska miljöföroreningar ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material och kan därmed ansamlas i dessa områden. Miljögifter i bottensedimentet kan frigöras och spridas i vattenkolumnen och till nya område i samband med den fysiska störningen (till exempel bottentrålning eller aktiviteter under anläggningsfasen) av havsbotten under anläggningsfasen.

3.3.4 Geologi

Östersjön är ett innanhav på den euroasiatiska kontinentalsockeln och kontakt med världshaven sker enbart genom de danska sunden. I Östersjön är geodiversiten hög, vilket innebär att berggrund, jordmån och geologiska processer och ytformer varierar. I södra delarna av Östersjön är havsbotten relativt jämn medan uppbrutna och splittrade formationer förekommer i norr och framför allt längs den norra kusten. I de södra delarna av Östersjön täcks berggrunden av yngre

sedimentära bergarter. Höllvikengravsänkan, Skurupsplattformen och Bornholmsgattet är de tre huvudsakliga berggrundsstrukturer som förekommer söder om Skåne.

Vindparksområdet ligger på Skurupsplattformen vilken återfinns inom havsområdet Arkonabassängen. I Arkonabassängen finns ett flertal etablerade och planerade vindparker.

Baserat på maringeologiska kartor och den analys OX2 har låtit genomföra av SGUs geologiska profiler, kan det konstateras att följande jordtyper förekommer inom arbetsområdet, se Tabell 3. Analysen är baserad på de undersökningar SGU har låtit genomföra i området med 19 Sparker linjer och 17 Sleevgun linjer inom och i direkt anslutning till vindparksområdet. Resultaten är samstämmiga med övrig kännedom om förhållanden i Arkonabassängen. Inom vindparksområdet förekommer variationer i utbredning och tjocklek av de förekommande jordtyperna, tabellen ska därmed inte tolkas gälla över hela området utan för några valda punkter.

De översta en till tre metrarna under havsbotten (på ett fåtal ställen även ner till sex meter under havsbotten) förväntas utgöras av gyttja till gyttjig sand. Därefter följer lager med kvartära avlagringar. De kvartära avlagringarna inom vindparksområdet förväntas utgöras av sandig kalkrik lera. Den analys OX2 har låtit genomföra visar att tjockleken av de kvartära avlagringarna varierar över vindparkens yta och kan uppgå till en tjocklek av cirka 40 meter. Avlagringarna är som tjockast mot de norra och östra delarna och som tunnast i den västra delen av parken. I Tritons centrala delar är avlagringarna cirka 16 meter tjocka vilket också är den genomsnittliga tjockleken (Geo, 2020).

Pre-kvartära avlagringar förväntas vara paleocen kalksten, vilken antas återfinnas under de kvartära avlagringarna. Det noteras minst en grund gasficka i det tolkade materialet och det förutsätts att ytterligare gasfickor förekommer inom vindparksområdet. Grunda gasfickor är lätta att identifiera med hjälp av seismiska data och kommer att kartläggas före anläggningsfasen för att undvika olyckshändelser (Geo, 2020).

Tabell 3. Tjocklek av jordarter inom vindparksområdet.

Enhet	Litologi	Tjocklek
Gyttja/gyttjig sand	Marina insättningar bestående av lera och gyttja (organiska sediment) Mjuk lera	1–6 meter
Sandig, kalkrik lera	Styv till hård lera	2–40 meter
Kalksten	Mjuk kalksten	-

3.4 Hydrografi och vindförhållanden

3.4.1 Vattenstånd och strömförhållanden

Variationer i vattenståndet styrs främst av vind samt av in- och utflödet av vatten via de danska sunden och Öresund. Påverkan av månen och solen är obetydlig. Under normala omständigheter kommer ytvattennivån att variera mellan +1,5 och -1,5 meter från medelvattenståndet, men kan under extrema händelser överskrida dessa värden (R.12).

Vågklimatet domineras av vågor från västliga och sydvästliga riktningar mellan 225° och 285°. Den genomsnittliga signifikanta våghöjden är cirka 0,8 meter med ett årligt maxvärde på 3,75 meter (år 2016). Vind och vågor kommer i regel från väst, vilket troligen driver vattenströmmen som allmänt domineras av en vattenström från väster. Strömhastigheten är låg,

under en tioårsperiod (åren 2008–2018) var strömhastigheten mindre än 0,1 m/s över 90 % av tiden. Vid ett fåtal tillfällen, 0,6 % av tiden under samma period, nådde strömhastigheten över 0,2 m/s, oftast under vintertid (R.12).

3.4.2 Salthalt, temperatur och syrehalt

I juni och augusti år 2021 genomförde AquaBiota CTD-undersökningar (Conductivity, Temperature and Depth) inom Triton för att mäta salthalt, temperatur och syrehalt. Som komplement till beskrivningen används även dataunderlag från SMHI:s utsjöstationer ”BY1” och ”BY2 Arkona” belägna ungefär 13 kilometer sydväst respektive 15 kilometer sydost om vindpark Triton, där samtliga mätningar är pågående.

CTD-undersökningarna från Triton visar att ytvattentemperaturen var likartad under båda undersökningstillfällena (juni/augusti) med en temperatur på 16–17°C. Djupvattnet har en lägre temperatur som också skiljer sig mellan undersökningstillfällena. I juni var djupvattnet kallare med en temperatur på cirka 6°C. I augusti varierade temperaturen mer genom vattenmassan. På mellan 20–30 meters djup var vattnet som kallast, cirka 6–8°C, för att sedan stiga upp till 12–15°C på de största djupen (>40 meter). Detta beror sannolikt på att saltare vatten med en varmare temperatur, strömmar in från Kattegatt via Öresund. En termoklin[7] kunde observeras på 20–30 meters djup.

Salthalten genom vattenmassan var likartad vid båda undersökningstillfällena. Genomförda mätningar i juni visar en salthalt på 7–8 PSU[8] ner till 30–40 meters djup. Vid detta djup återfinns ett språngskikt (haloklin) där salthalten sedan ökar markant upp till 15–16 PSU vid botten. Vid genomförda mätningar i augusti återfanns haloklinen något högre upp i vattenkolumnen på ett djup av 20–30 meter. I SMHI:s mätserier från april månad år 2021 återfanns haloklinen på cirka 30–40 meters djup och saliniteten i bottenvattnet låg mellan cirka 10–15 PSU (SMHI, 2021a), vilket är i enlighet med utförda CTD-undersökningar i parkområdet.

Havsis kan förekomma under svåra isvintrar då temperaturen en längre tid är under -5 till -10°C. SMHI:s kartor för maximal isutbredning visar dock att området inte varit istäckt någon gång under det senaste decenniet (SMHI, 2020).

Syresättningen var även den likartad vid de två undersökningstillfällena. Ytvattnet hade en syremättnad på 7–8 ml/l medan djupvattnet hade en syremättnad på cirka 4–5 ml/l. Undersökningen påvisade inga syrefria bottnar. SMHI:s mätserier visar att syrehalten är som högst under de kalla månaderna februari–mars och som lägst under sensommaren juli–september (SMHI, 2021b).

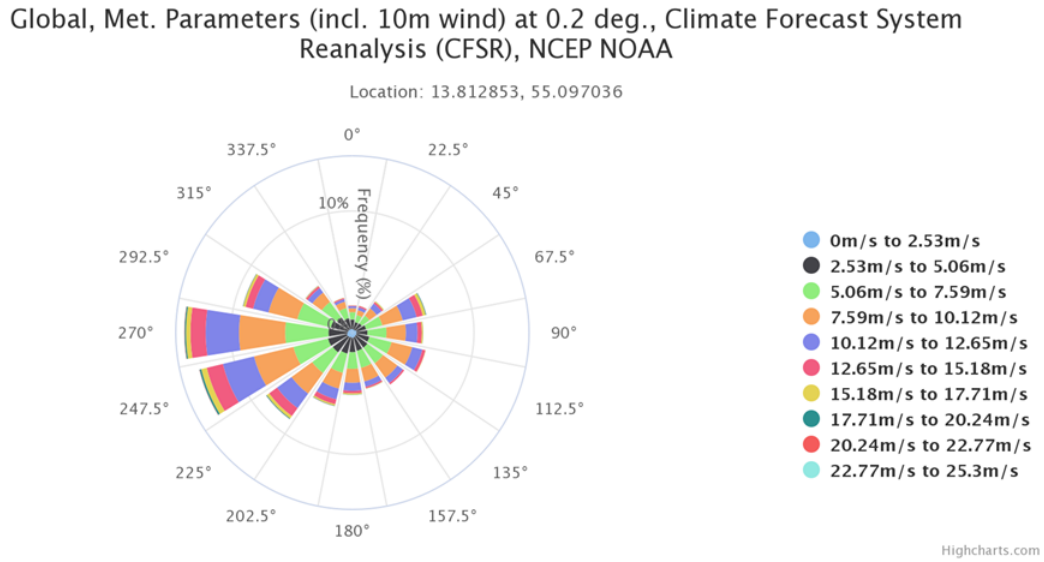
3.4.3 Vindförhållanden

I vindparken bedöms den genomsnittliga vindhastigheten uppgå till cirka 9,5 m/s, på 100 meters höjd över havet. Vindriktningen[9] domineras av vindar från väst (ERA5, 2020), se Figur 5.

[7] Skikt i hav eller sjö där temperatur ändras mycket snabbt inom ett litet djupintervall.

[8] Practical Salinity Unit. En PSU motsvarar en promille (g/kg).

[9] Vindriktningen anges varifrån vinden blåser.



Figur 5. Vindros baserat på vinddata från 2000–2019 för området vid Triton (DHI, 2021).

3.5 Närliggande verksamhet

3.5.1 Närliggande vindparker och projekt

I området och i närheten av vindparken och Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten, finns ett flertal vindparker som är i drift, tillståndsgivna eller under utveckling (Figur 6 och Tabell 4). Utav dessa är idag fem vindparker i drift; danska Kriegers flak, EnBW Baltic 1, Wikinger, Arkona och Baltic 2 (Figur 6, Tabell 4). Den vindpark i drift som är belägen närmst Triton Vindpark är danska Kriegers flak, som ligger inom danskt vatten och delvis direkt angränsar till Sydvästskånes utsjövatten och består av 72 vindkraftverk. Baltic 2 är belägen 17 kilometer söder om Sydvästskånes utsjövatten och består av 88 vindkraftverk. Wikinger är belägen cirka 27 kilometer sydost om Natura 2000-området och består av 50 vindkraftverk. Arkona (Tyskland) ligger cirka 34 kilometer sydost om området och består av 60 vindkraftverk. Den vindpark som är i drift och ligger längst bort från området av dem som inkluderas i bedömningen är EnBW Baltic 1, som återfinns cirka 71 kilometer söder om området och består av 27 vindkraftverk.

Vindparkerna Arkadis Ost I och Baltic Eagle är under byggnation. Vidare finns två tillståndsgivna parker i närområdet; Kriegers flak II och Gennaker, varav en liten del av Kriegers flak II är beläget inom Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten (Figur 6, Tabell 4). Infrastrukturprojekten Baltic Pipe och Hansa PowerBridge berör delvis också vindpark Triton. Baltic Pipe är tillståndsgivet, förlagd och driftsätts år 2022. För Hansa PowerBridge är tillståndsansökan inskickad och den planerade byggstarten var år 2024, men under hösten 2022 senarelades byggstarten och ingen fast tid för byggstart är beslutad.

Vindparkerna Wikinger Süd och O-1.3 är upphandlade/ligger ute för auktion och bedöms också vara på plats när byggnation för Triton inleds. Vidare planeras ett flertal projekt i området men dessa saknar ännu tillstånd, se Tabell 4. Den närmst belägna av dessa som möjligtvis skulle kunna medföra en kumulativ effekt är Sydkustens Vind, förutsatt att den får tillstånd och kan börja byggas enligt tidplan. Som framgår av Tabell 4 kommer de vindparker som eventuellt byggs i området sannolikt inte att anläggas samtidigt.

Ørsted projekterar Skåne Havsvindpark, vilken delvis upptar samma område som vindpark Triton. Tillståndsansökan för projektet har getts in i slutet av september år 2021. Även Eolus Vind AB

projekterar Arkona vindkraftpark som också delvis upptar samma område som vindpark Triton. Samråd för Arkona vindkraftpark har skett under vintern år 2021/2022.

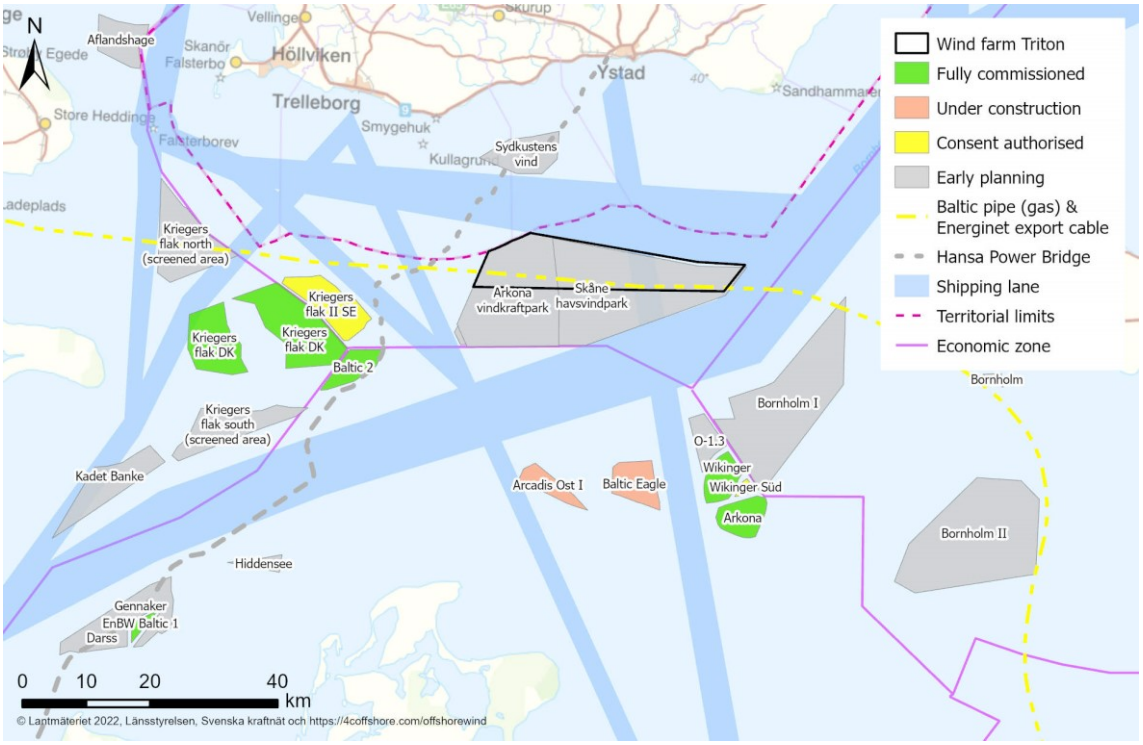
Sydöst om vindpark Triton planeras en energiö på Bornholm som ska bli ett havsbaserad vindnav som förbinder Danmark, Polen, Sverige och Tyskland. Projektet stödjer också storskalig produktion av grön vätgas.

Energinet planerar en exportkabel från Bornholm 1 som ska dras parallellt med Baltic Pipe och kommer därmed delvis beröra vindpark Triton.

Nordväst om vindpark Triton, utanför Köpenhamn planeras en konstgjord halvö för bostäder och verksamheter.

I Figur 6 kan även ses farleder och fartygsstråk. Från Trelleborg går färjor, bland annat till Sassnitz förbi parkområdets västra hörn. Från Ystad går färjor till Sassnitz och Swinoujscie igenom parken. Fartygsstråket genom parken kommer hållas öppen med en total bredd på cirka fem kilometer, se Figur 1 och Figur 70 för att se inom vilket område fundament kommer att anläggas. För mer information om sjöfart se avsnitt 3.5.3, för konsekvenser och bedömning om sjöfart se avsnitt 7.10.

Se Figur 6 för lokalisering av de planerade vindparkerna och Tabell 4 för avstånd till närliggande vindparker och projekt.



Figur 6. Vindparker och andra anläggningar i området.

Tabell 4. Närliggande vindparker och verksamheter.

Vindpark/verksamhet	Projektets status	Avstånd till Triton (kilometer)	Byggår
Aflandshage, Danmark	Tillståndsgivet	61	2025
Arcadis Ost I, Tyskland	Under byggnation	27	2023
Arkona, Tyskland	I drift sedan 2019	34	2019
Arkona vindkraftpark, Sverige	Under utveckling	0	2025–2027
Baltic Eagle, Tyskland	Under byggnation	27	2025
Baltic 1, Tyskland	I drift sedan 2012	71	2011
Baltic 2, Tyskland	I drift sedan 2015	17	2015
Baltic Pipe (gasledning)	Anlagd	0	2020–2022
Bornholm, Danmark	Under utveckling	42	2030
Bornholm I, Danmark	Under utveckling	16	2030
Bornholm II, Danmark	Under utveckling	49	2030
Darss, Tyskland	Under utveckling	66	
Energinet, exportkabel (Danmark)	Under utveckling	0	2030
Energiö, Bornholm (Danmark)	Under utveckling	28	2030
Gennaker, Tyskland	Tillståndsgivet	66	2023
Hansa PowerBridge (elkabel)	Tillståndsansökan inskickad	5,6	2024–2026
Hiddensee, Tyskland	Under utveckling	52	
Kadet Banke, Tyskland	Under utveckling	56	
Kriegers flak DK, Danmark	I drift sedan 2021	22	2019–2021
Kriegers flak II, Sverige	Tillståndsgivet	17	2026–2028
Kriegers flak north (screened area), Danmark	Under utveckling	38	
Kriegers flak south (screened area), Danmark	Under utveckling	32	
Lynetteholm, Danmark	Under utveckling	80	
O-1.3, Tyskland	Under auktion	19	2026
Skåne havsvindpark, Sverige	Under utveckling	0	2029
Sydkustens vind, Sverige	Under utveckling	10	2025
Wikinger Süd, Tyskland	Upphandling klar	31	2025
Wikinger, Tyskland	I drift sedan 2018	27	2018

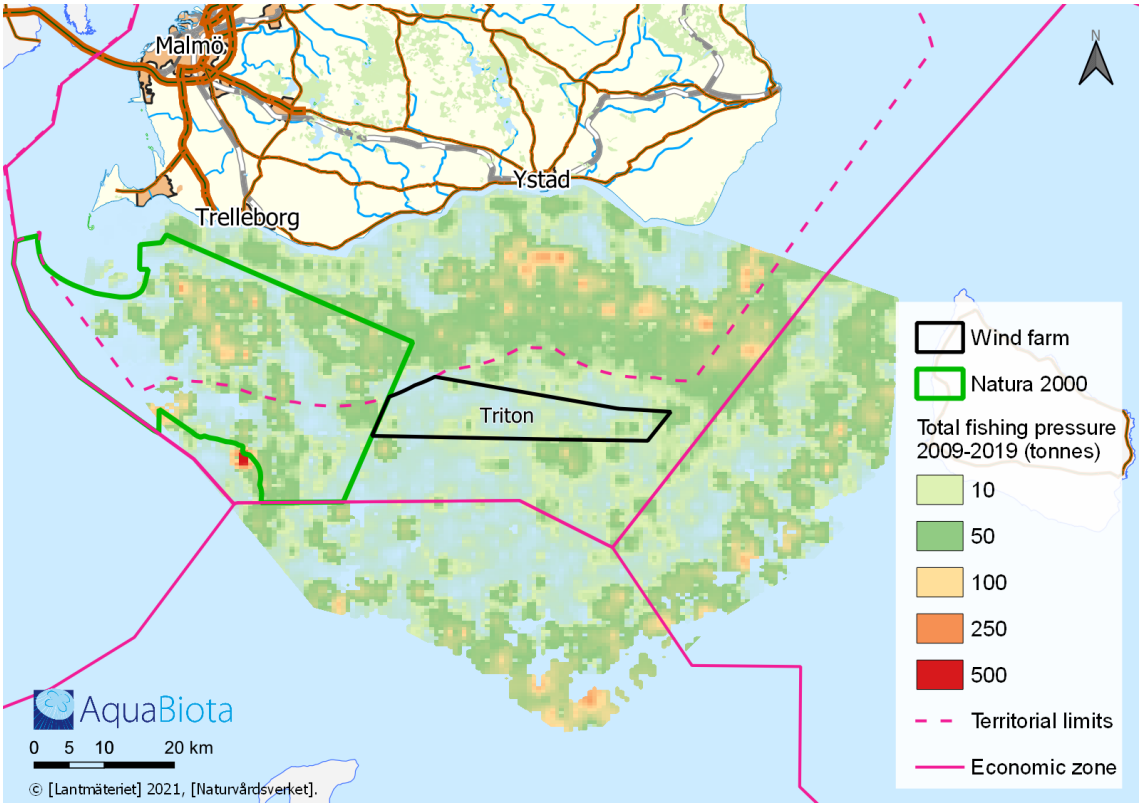
3.5.2 Fiske

Det kommersiella fisket i Östersjön är i huvudsak inriktat på ett fåtal målarter. Torsk, sill och skarpsill har utgjort uppemot 95 % av de totala fångsterna (ICES, 2018). Det pelagiska fisket (framför allt pelagiska trålar) avser främst sill och skarpsill. Det viktigaste bottennära fisket har varit bottentrålning inriktat på torsk och plattfisk. Fiskekvoterna för torsk och sill har minskat kontinuerligt.

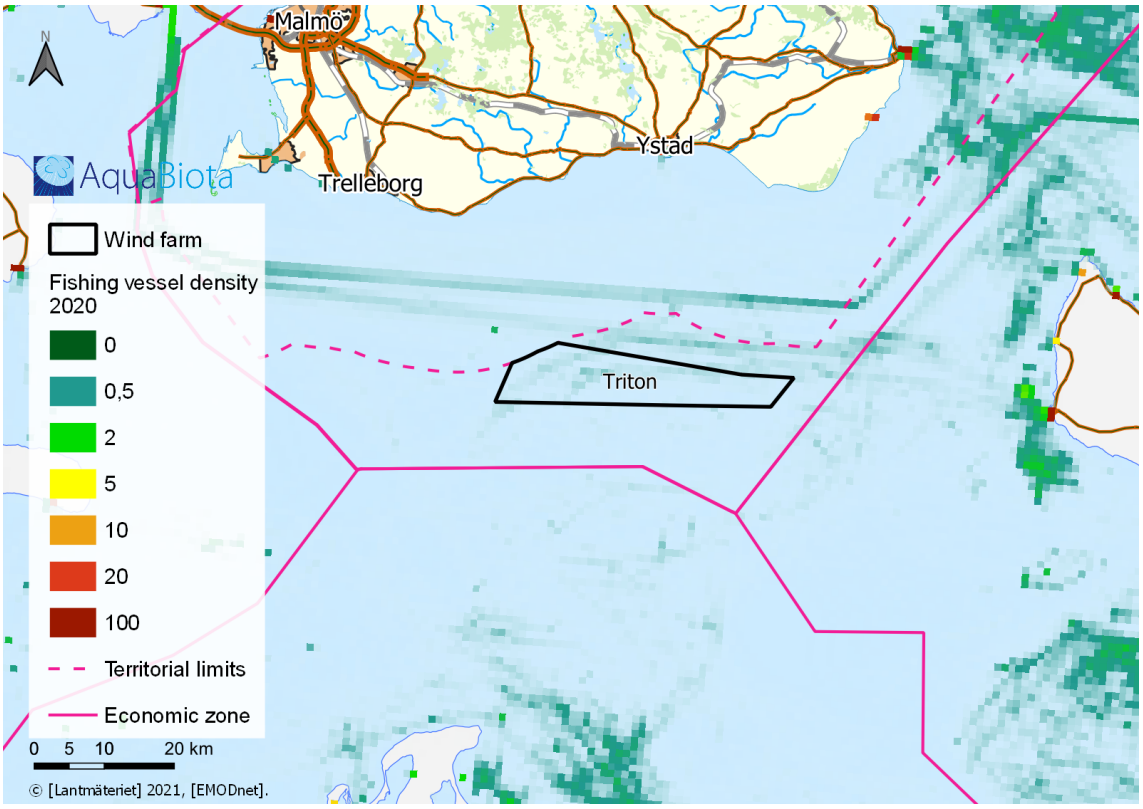
Enligt landningsdata som rapporterats in till Internationella Havsforskningsrådet (ICES, 2018) bedrivs fisket omkring och i Tritons vindpark av svenska, tyska, polska och danska fiskare. Havs- och vattenmyndighetens kommersiella fångstdata samt ICES landningsdata visar att det har bedrivits mycket fiske i både Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten samt i Arkonabassängen. ICES-rutor 39G3/39G4/38G3/38G4, som täcker Arkonabassängen samt verksamhetsområdet, står i genomsnitt för 41 % av de totala fångsterna i sydvästra Östersjön (ICES delområde 27.3.D.24) mellan åren 2015–2019. För torsk[10] ser fiskeintensiteten ut vara jämnt fördelad över hela ICES delområdet 27.3.D.24. Sedan år 2019 är riktat fiske efter det östra

[10] År 2022 är det riktade fisket av torsk stoppat i delområde 24, 25–32. För delområde 24 får båtar mindre än 12 meter med passiva redskap fortsatt bedriva riktat fiske på torsk. Detta gäller områden med vattendjup på mindre än 20 meter och innanför 6 nautiska mil från baslinjen (EU-förordningen, EU 2020/1579).

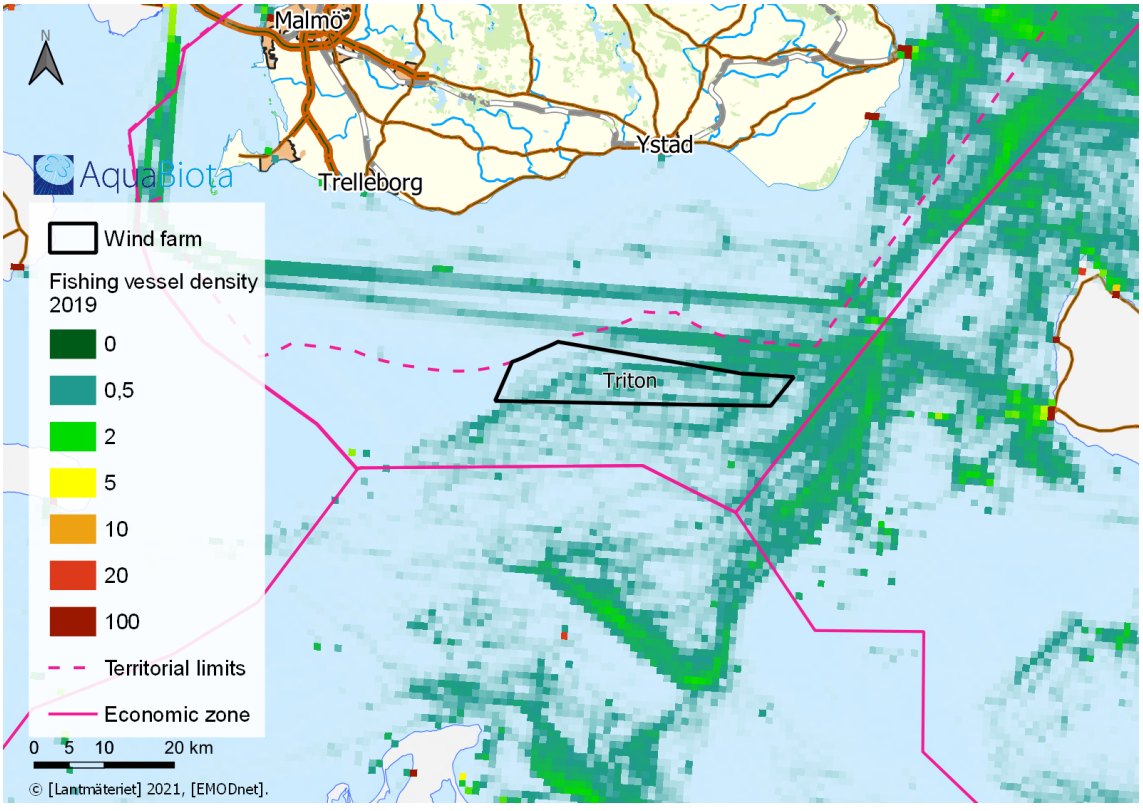
beståndet stoppat. Under 2022 inträder fiskeförbud även för det västra beståndet. Endast bifångstkvoter är tillåtna. I ICES delområde 24, vilket är det delområde Triton är beläget i, gäller fiskestoppet för fiskebåtar som är längre än tolv meter. Det totala fisketrycket från det svenska fisket illustreras i Figur 7. AIS-data (Automatic Identification System) på fartygstäthet under år 2020 från alla europeiska fiskefartyg redovisas i Figur 9.



Figur 7. Aggregerat svenskt fisketryck i ton för perioden 2009–2019. Värdena baseras på periodens totala fångstvärde aggregerade per inrapporteringspunkt. Värden för varje yta beräknades via interpolering av alla fångstvärden inom en två kilometers radie, vilket skapar ett genomsnittligt fångstvärde per två kilometers radie.



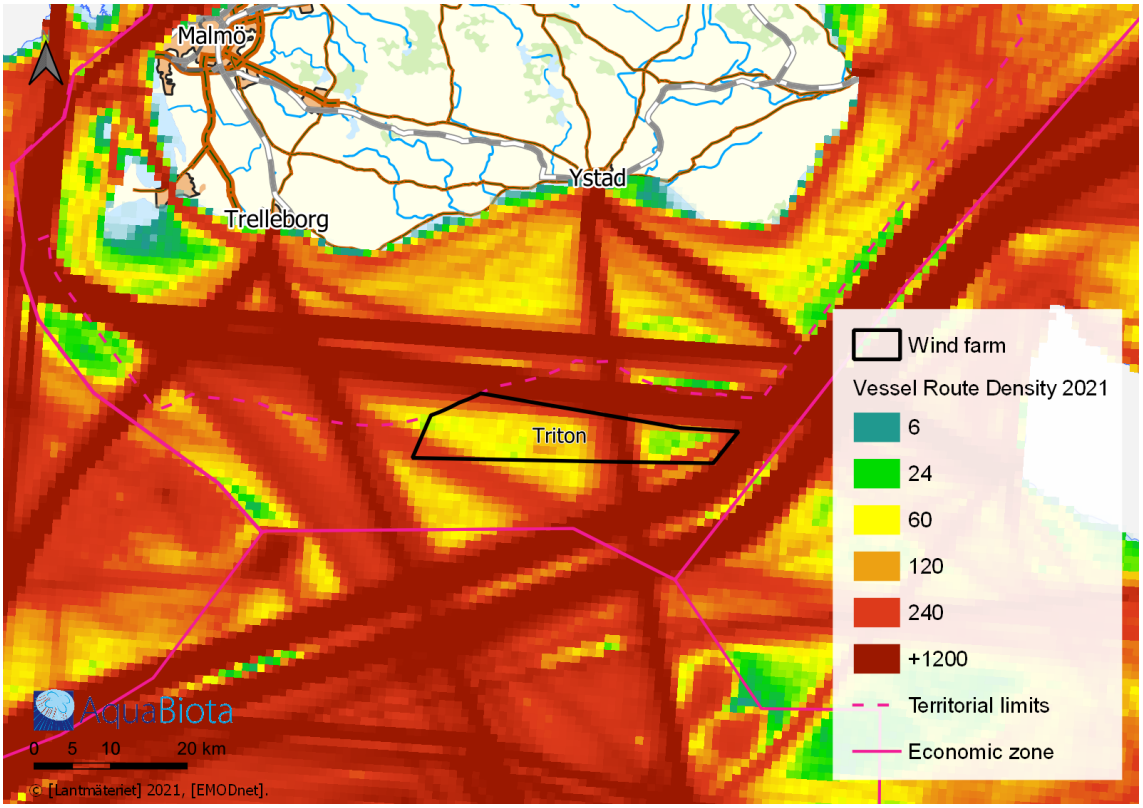
Figur 8. AIS-data på fartygstäthet under 2020 från alla europeiska fiskefartyg i timmar per 1x1 ruta per månad.



Figur 9. AIS-data på fartygstäthet under 2019 från alla europeiska fiskefartyg i timmar per 1x1 ruta per månad.

3.5.3 Sjöfart

Sjöfarten i denna del av södra Östersjön är i stort sett konstant med en mindre säsongsvariation. Statistik från området visar att cirka 19 200 fartygspassager sker årligen norr om parkområdet och cirka 24 200 går söder om parkområdet. Genom parkområdet sker cirka 3 000–3 500 fartygspassager årligen. Fartygen som passerar består av last-, container-, fiske-, passagerar-, service- och tankfartyg med flera som spåras med hjälp av AIS-data. Detta visar att större sjöfartsrutter för fartyg passerar längs med området för vindparken på deras väg in och ut ur Östersjön. Från Trelleborg går färjor, bland annat till Sassnitz förbi parkområdets västra hörn. Från Ystad går färjor till Sassnitz och Swinoujscie igenom parken (Figur 10). Rörelsemönstren av fiskefartyg är mer utspridda eftersom dessa vanligen rör sig till och från olika fiskeområden som skiljer sig beroende på målart och säsong. Nordöst om vindparken finns en precautionary area[11]. Den intensiva sjöfarten i området innebär att ljud och rörelse från fartygstrafik förekommer i stor utsträckning.

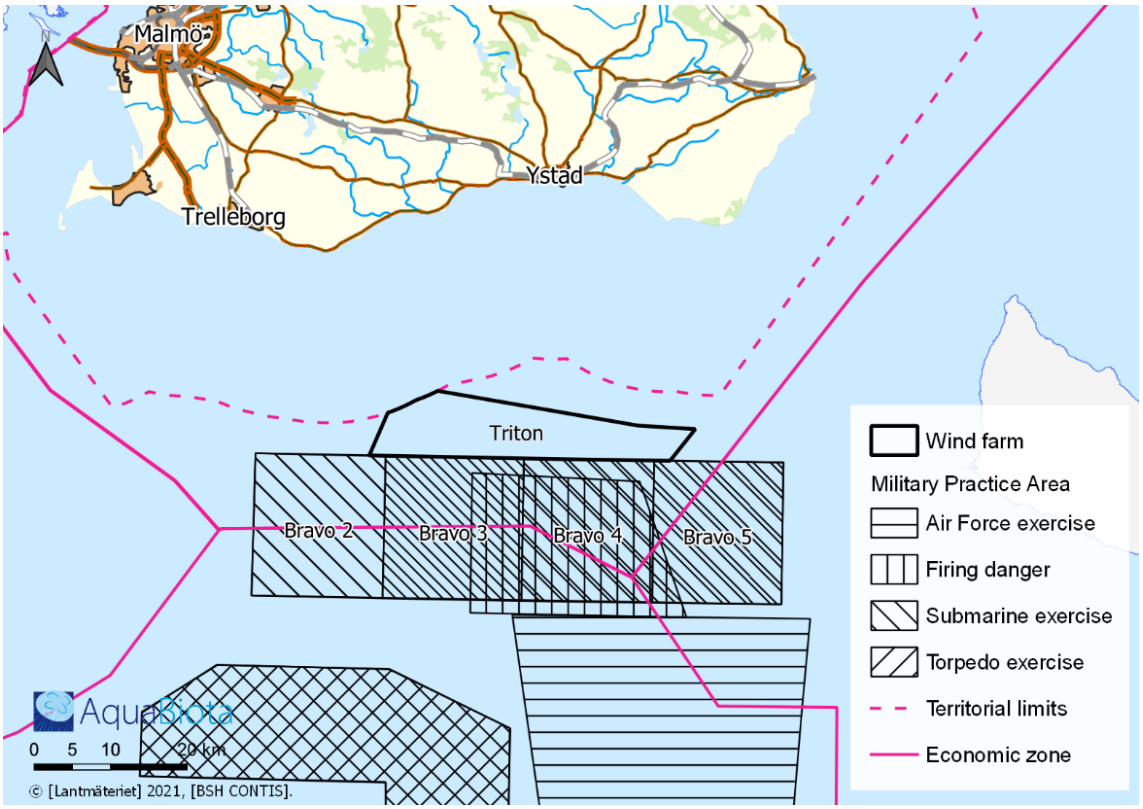


Figur 10. AIS-data över antal rutter/passager per km² under 2020, samt fartygsstråk i vindparkens närhet.

3.5.4 Militära övningsområden

Vindpark Triton berör inte några av Försvarsmaktens militära områden som redovisas öppet (Försvarsmakten, 2019), däremot angränsar vindparkens södra del med ett område som nyttjas av NATO för militära övningar, se Figur 11.

[11] Ett område inom definierade gränser där fartyg måste navigera med särskild försiktighet och inom vilket trafikriktningen kan rekommenderas.



Figur 11. NATO sjöövningsområde.

3.5.5 Miljöfarliga objekt och dumpningsområden

Det finns ett flertal akut miljöfarliga vrak[12] norr om parkområdet. Inga kända dumpningsområden finns inom vindpark Triton och HELCOM klassar området som låg risk för sjöminor.

4 Verksamhetsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs den sökta verksamheten och dess huvudkomponenter.

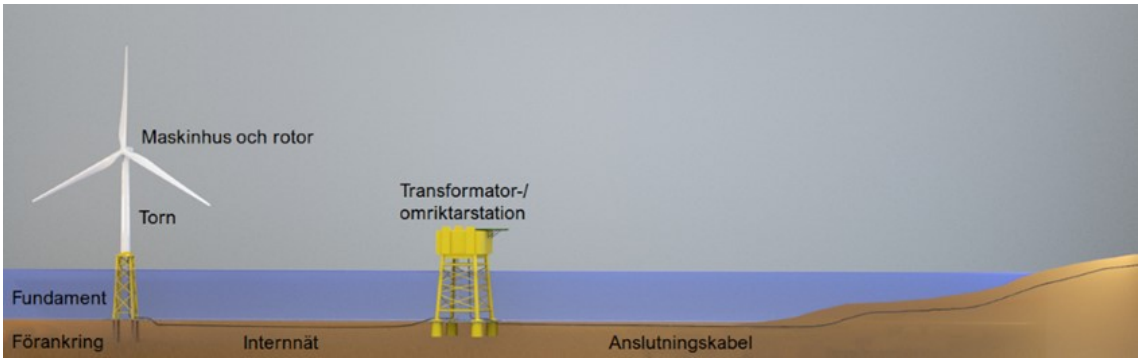
Inom vindkraftsindustrin sker en snabb och kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Detaljutformning av vindparken, inklusive slutligt fastställd placering av vindkraftverken, val av fundament och installations-tekniker, kommer att beslutas inför byggnation av vindparken för att möjliggöra användning av bästa möjliga teknik. Med detta som bakgrund beskrivs nedan exempel på utformning av vindparkens layout, design av fundament och vindkraftverk samt installationsmetoder.

4.1 Översikt

Vindparken består i huvudsak av vindkraftverk monterade på fundament vilka är förankrade i havsbotten, och ett internt kabelnät som binder samman vindkraftverken till en eller flera transformatorstationer (eller omriktarstationer), se exempel i Figur 12. Runt fundamenten anläggs

[12] Vrak som innehåller stora mängder olja som kan läcka ut okontrollerat (Hav och vattenmyndigheten, 2019d)

erosionsskydd. Vidare behövs anslutningskablar som för producerad el till land. Dessa ingår dock inte i denna prövning.



Figur 12. Exempel på en vindparks olika delar, OX2 AB, 2021.

En havsbaserad vindpark omfattar följande huvudsakliga komponenter:

- Havsbaserade vindkraftverk
- Fundament för vindkraftverk
- Sjökablar för internt kabelnät samt kommunikation mellan vindkraftverken
- Fundament för havsbaserade transformator- eller omriktarstationer, samt tillhörande överbyggnader (plattformar)
- Erosionsskydd för fundament
- Mätmast
- Sjökablar för anslutning av vindparken till land

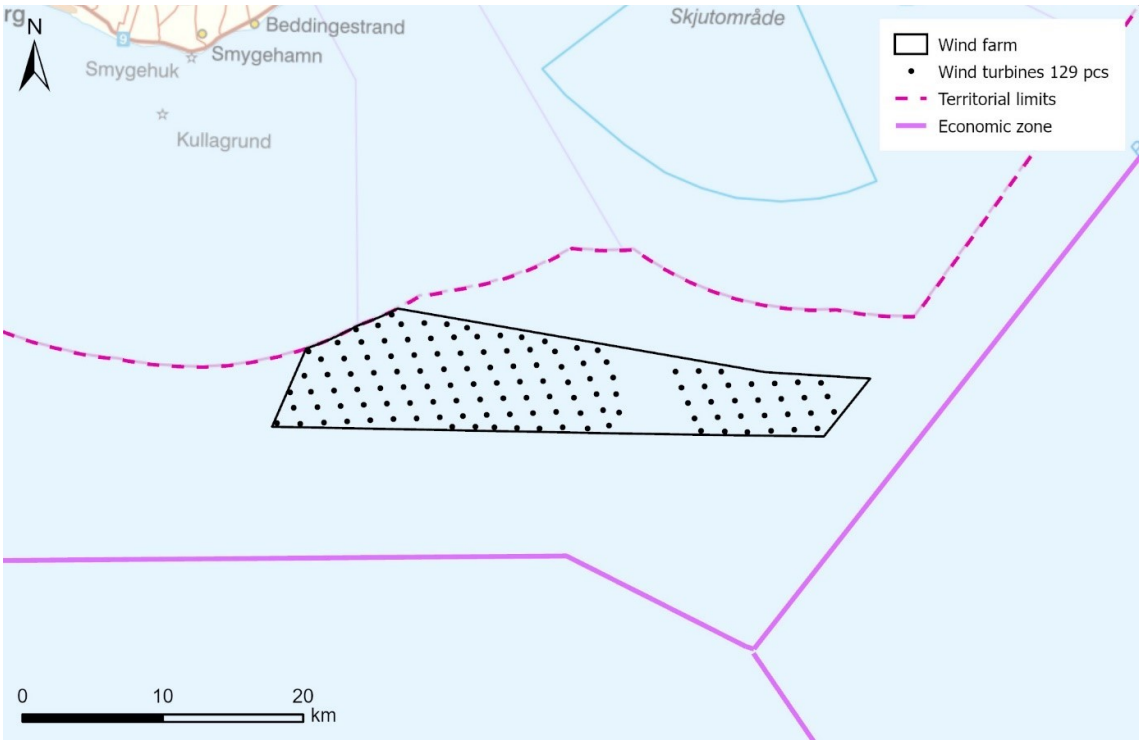
4.2 Parkutformning

Den planerade vindparken har en uppskattad total installerad effekt om cirka 1700–1900 MW och kommer att omfatta maximalt 129 vindkraftverk.

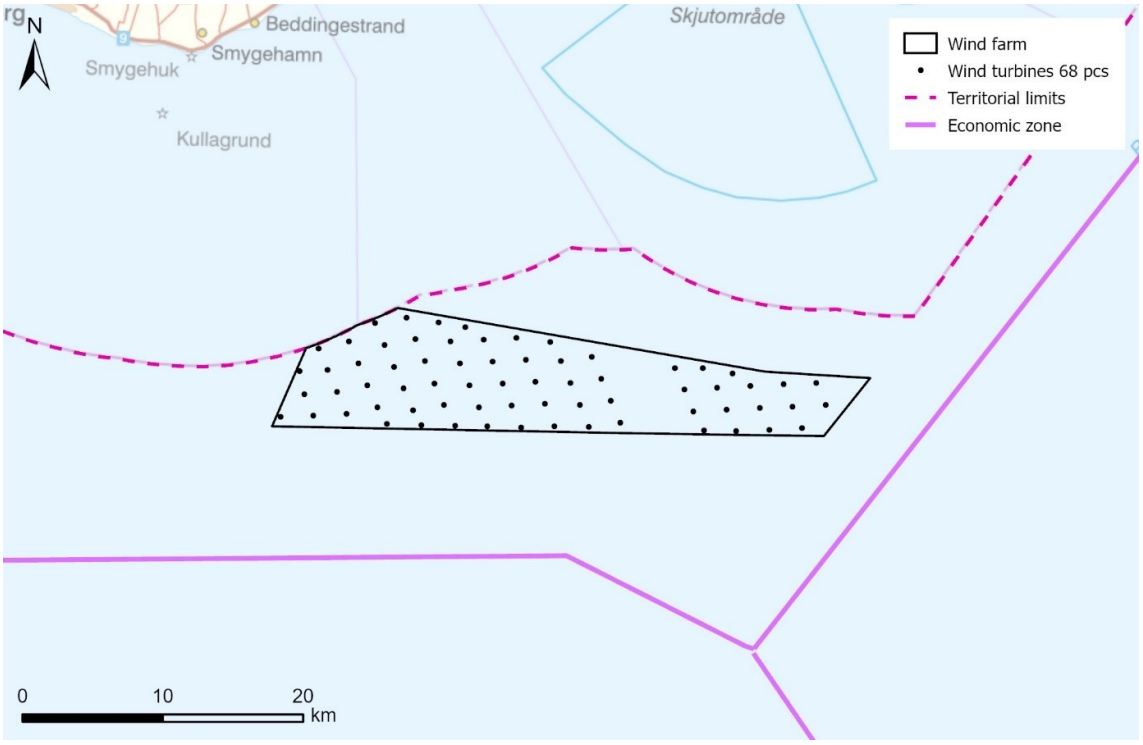
Vindparkens slutliga utformning kommer bland annat att bestämmas utifrån:

- Platsspecifika förutsättningar gällande bland annat geologi, vindmätningar, vågor och strömmar.
- Den teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation.
- Optimering av elproduktion och kostnader.
- Av tillståndet satta begränsningar avseende dimensioner, villkor och omgivningspåverkan kopplat till exempelvis naturvärden, ljud, sedimentspridning och visuella intryck.

Vindkraftverk av olika storlek ger olika antal och olika utformning av en vindparks layout. I Figur 13 och Figur 14 presenteras två exempel på parklayouter för vindpark Triton, med mindre (15 MW) respektive större (25 MW) vindkraftverk. Vindkraftverkens effekt är inte styrande men används för att få en rimlig storlek på framtida vindkraftverk. Exempellayouterna nedan visar hur vindkraftverken skulle kunna placeras inom vindparken. Inga vindkraftverk placeras inom fartygsstråket för färjor från Ystad till Sassnitz och Swinoujscie. Minsta avstånd mellan vindkraftverken kommer vara fem rotordiameter. I Tabell 5 redovisas grundläggande uppgifter för de två olika exemplen.



Figur 13. Exempellayout med 129 vindkraftverk om 15 MW vardera. Inga vindkraftverk avses placeras där färjor till och från Ystad till Sassnitz och Swinoujscie passerar. (Källa: Lantmäteriet).



Figur 14. Exempellayout med 68 vindkraftverk om 25 MW vardera. Inga vindkraftverk placeras inom fartygsstråk där färjor till och från Ystad till Sassnitz och Swinoujscie passerar. (Källa: Lantmäteriet).

Tabell 5. Grundläggande uppgifter om verksamhetsområdet. Höjd ovan vattenytan är i förhållande till medelvattenstånd (MSL).

Maximalt antal vindkraftverk	**129 stycken**
Vindkraftverkens maximala totalhöjd	370 meter
Vindkraftverkens maximala rotordiameter	340 meter
Förväntat minsta avstånd mellan vindkraftverk	5 rotordiameter
Frigång (Bladspetsens lägsta höjd ovan vattenytan)	30 meter
Uppskattad kabellängd internkabelnät	300 kilometer
Antal transformatorstationer/plattformar	Upp till 6 stycken
Uppskattat antal anslutningskablar till land	2–6 stycken
Vindparkens yta	250 km^2 (inkluderar fartygsstråken för färja Ystad-Sassnitz och Ystad-Swinoujscie)
Vattendjup	43–47 meter
Uppskattad total installerad effekt	1700–1900 MW
Uppskattad årlig elproduktion	7,5 TWh

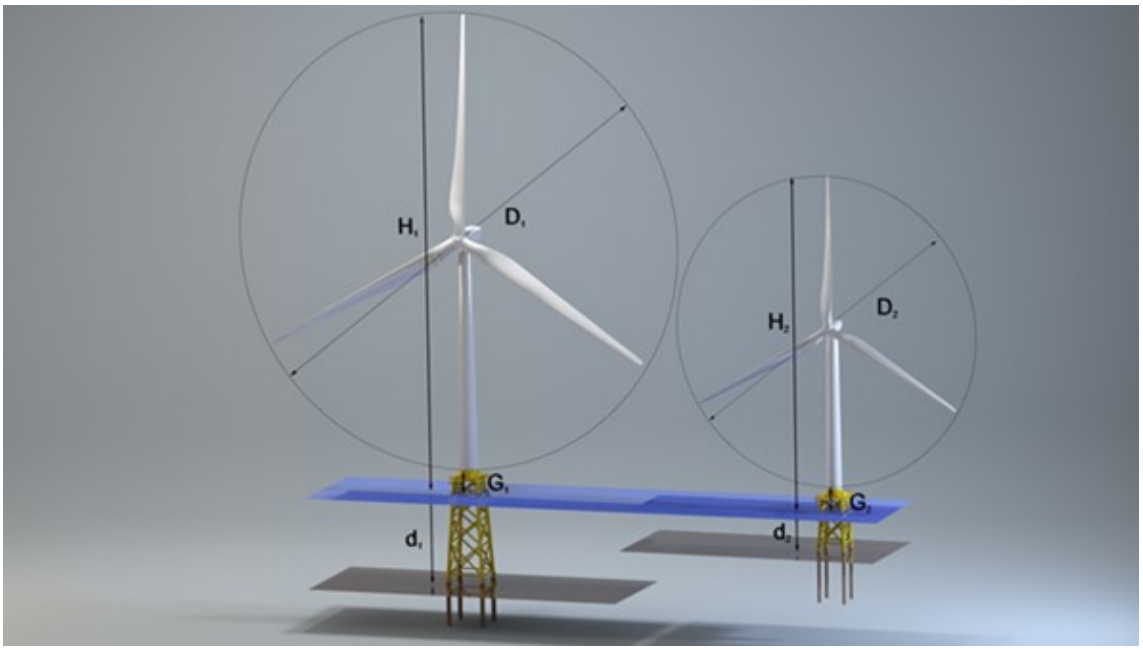
4.3 Beskrivning av verksamhetens komponenter

4.3.1 Vindkraftverk

Ett vindkraftverk består i huvudsak av tre delar: ett torn, ett maskinhus (nacell) och rotorblad. Vindkraftverk kan vara antingen vertikal- eller horisontalaxlade med två eller tre rotorblad. Den typ av vindkraftverk som har utvecklats snabbast och som det har uppförts flest av hittills är trebladiga horisontalaxlade uppvindsvindkraftverk (se Figur 15). Vertikalaxlade vindkraftverk är idag inte kommersiellt gångbara.

Vindkraftverk förväntas producera el vid vindhastigheter från cirka tre 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 åter automatiskt starta när vindhastigheten är lägre.

Exempel på antal och storlek på vindkraftverk som kan komma att bli aktuella i Triton redovisas i Figur 15 och Tabell 6. I exemplen har vindkraftverken en effekt på 25 MW respektive 15 MW. De vindkraftverk som är aktuella vid tid för upphandling och byggnation av vindpark Triton förväntas ha en livslängd om cirka 40–45 år.



Figur 15. Exempel på vindkraftverk. D=rotordiametern, H=totalhöjd, G=frigång, d=vattendjup. Illustrationen är utförd vid två olika vattendjup men val av vindkraftverk är inte beroende av vattendjupet, OX2 AB, 2021.

Tabell 6. Exempel på vindkraftverks dimensioner som kan bli aktuella inom Triton.

	Exempel 1	**Exempel 2**
Effekt på vindkraftverk	25 MW	15 MW
Rotordiameter D (meter)	340	240
Totalhöjd H (meter)	370	270
Frigång (G) (meter)	30	30
Navhöjd (meter)	200	150

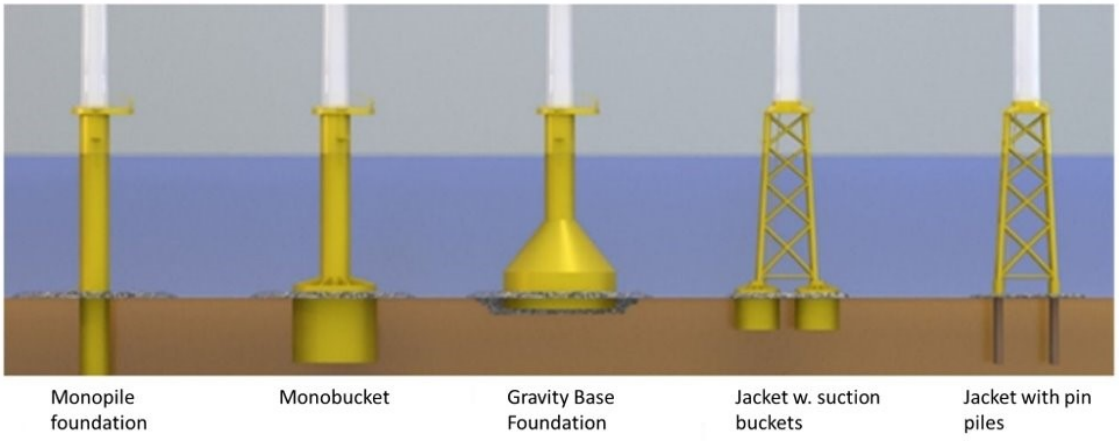
4.3.2 Fundament

Fundamentets funktion är att bära upp vindkraftverken. Bottenfasta fundament är fast förankrade i havsbotten och den tekniska utvecklingen har medfört att bottenfasta fundament kan byggas på allt djupare vatten. Flytande fundament, som också är under utveckling men ännu inte kommersialiserats, är primärt avsedda för vattendjup över 60–70 meter och har därför valts bort för Triton. I detta avsnitt beskrivs olika typer av fundament som kan bli aktuella för Triton.

Bottenfasta fundament består av tre huvudsakliga delar: en del som säkrar förankringen i eller på botten, en del för att nå upp över vattenytan och en del (övergångsstycke, *transition piece*) som är en övergång mellan fundamentet och tornet för att säkerställa att tornet står vertikalt. De vanligaste typerna av bottenfasta fundament är:

- Monopile – en stålcylinder, oftast nedslagen
- Monobucket – en monopile med *suction bucket* (en stålcylinder med en sugkassun)
- Gravitationsfundament av betong eller annat material
- Fackverksfundament, en fackverksstruktur som grundläggs på tre eller fyra ben, och förankras genom *suction buckets* (sugkassun)
- Fackverksfundament som förankras med *pinpiles*, mindre stålpålar som slås ner i havsbotten.

Exempel på de olika fundamentstyperna illustreras i Figur 16.



Figur 16. Exempel på olika fundamentstyper, OX2 AB, 2021.

Utifrån de geologiska förhållandena på platsen (se avsnitt 3.3) och den teknik som är tillgänglig idag är det framförallt tre olika typer av fundament som bedöms bli aktuella på Triton: gravitationsfundament, monopilefundament och fackverksfundament. Förankring av fackverksfundament kan ske med pinpiles eller med sugkassuner (så kallade *suction buckets*). Den snabba teknikutvecklingen gör det även möjligt att andra typer av fundament eller hybrider av de presenterade fundamenten kan bli aktuella vid tiden för byggnation.

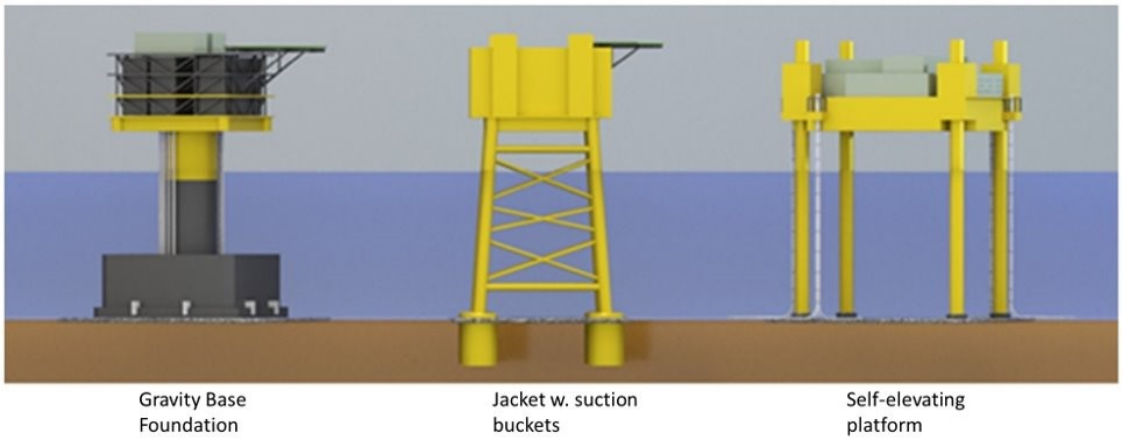
I anslutning till fundamenten anläggs erosionsskydd, för att skydda fundament mot uppkomst av erosionshål. Storlek och behovet av erosionsskydd varierar beroende på fundamentstyp, vågor, strömmar och bottensubstrat och avgörs slutgiltigt i ett senare skede. Den vanligaste typen av erosionsskydd är lager av sten, grus och sand i varierande storlek som läggs runt basen på fundamentet.

För beskrivning av vilka fundament som använts som underlag för bedömningar i MKB, se avsnitt 5.3.

4.3.3 Havsbaserade transformatorstationer och omriktarstationer

Inom vindparksområdet planeras mellan en och tre plattformar som rymmer transformator- eller omriktarstationer. Exakt utformning och antal är beroende på teknikval och utformning av vindparken samt anslutningsteknik. Ifall överbyggnaden av plattformarna resulterar i behov av fler fundament eller en uppdelning till större antal plattformar tar bedömningarna höjd för sex plattformar. Transformatorstationen samlar upp internkabelnätet och transformerar spänning från lägre till högre för att minska förluster av elektricitet vid överföring till land. Från transformatorstationen ansluts ett antal anslutningskablar som för elektriciteten fram till anslutningspunkten på land. Transformatorstationer/plattformar består av ett eller flera fundament och en överbyggnad. Om överföringen till land sker med högspänd likström i stället för högspänd växelström ingår omriktare som en del av den elektriska utrustningen, denna station kallas då vanligen omriktarstation. Omriktarstationen konverterar växelströmmen som generas vid vindkraftverken till likström. En omriktarstation kan placeras på en separat plattform. En omriktarstation kan användas ensam eller i kombination med transformatorstationer.

De fundamentstyper som finns tillgängliga för havsbaserade transformatorstationer/plattformar är i grunden samma som finns för vindkraftverken men dimensionerade med hänsyn till de laster som stationernas utformning ger upphov till. I Figur 17 visas några exempel på hur plattformen och fundament kan vara utformade. Det kan finnas landningsplats för helikopter.



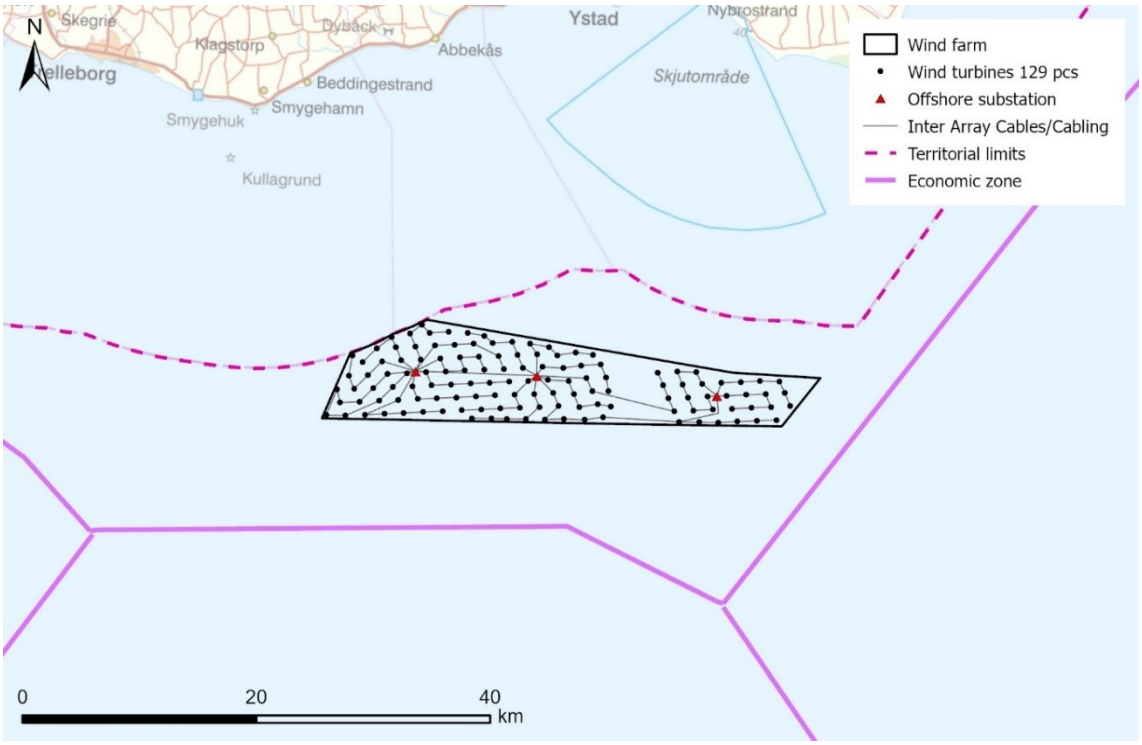
Figur 17. Exempel på fundament och utformning av havsbaserade transformatorstationer/plattformar, 0X2 AB, 2021.

Antal, utformning och placering av transformatorstationer/plattformar och/eller omriktarstationer/plattformar kommer att bestämmas under vindparkens detaljprojektering och baseras på storlek och antal vindkraftverk, bottenförhållande och optimal dragning av kablar. I nuläget utreds alternativa placeringar för transformatorstationer för att optimera internkabelnätets och anslutningskabelns längd, mest troligt placeras transformatorstationerna i parkområdets centrala delar.

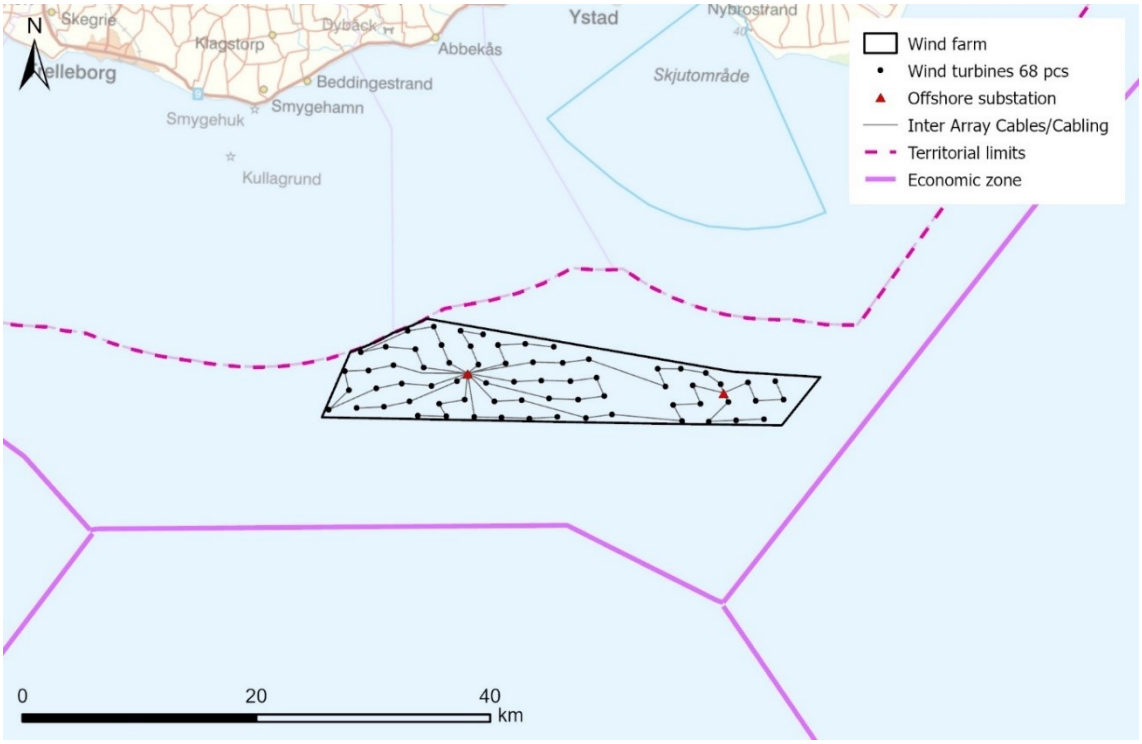
4.3.4 Internt kabelnät

Det interna kabelnätet utgör förbindelsen mellan vindkraftverken och de havsbaserade transformatorstationerna genom att sammankoppla enstaka vindkraftverk i grupper (radialer) som sedan kopplas till transformatorstationen.

Den sammanlagda längden på det interna kabelnätet beror på vindkraftverkens spänningsnivå, effekt och antal. Även andra faktorer, som till exempel bottnens beskaffenhet, kan påverka kabelnätets längd. Det vill säga om botten är väldigt kuperad eller om det finns områden som ska undvikas, krävs mer kabellängd. Utifrån den kabelteknik som finns tillgänglig i dag kan internkabelnätet exempelvis bestå av 66 kV-kablar, vilka kan överföra en samlad effekt på runt 80–90 MW per radial. Det betyder att sex 15 MW vindkraftverk eller fyra stycken 25 MW vindkraftverk kan anslutas längs samma radial. Med hänsyn till teknikutvecklingen förväntas spänningsnivån hos internnätskablar kunna öka till cirka 170 kV eller ännu högre de närmsta fem till tio åren. Detta skulle göra att den totala överföringskapaciteten för varje kabel ökar och på så sätt reduceras antalet radialer och därmed den totala längden kabel. I Figur 18 och Figur 19 visas exempel på två alternativa parkutformningar och dess internkabelnät, bestående av 66 kV-kablar. Kablarna läggs på havsbotten och begravs vanligen genom spolning eller plöjning till ett djup på en meter under havsbotten för att skydda kablarna från skador från fiskeredskap, ankare och annat. Gränsöverskridande påverkan bedöms ej uppstå till följd av det interna kabelnätet.



Figur 18. Exempel på internkabelnät inom vindparken med 129 stycken vindkraftverk. (Källa: Lantmäteriet)



Figur 19. Exempel på internkabelnät inom vindparken med 68 stycken vindkraftverk. (Källa: Lantmäteriet).

4.3.5 Anslutningskablar

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 Alternting Current, högspänd växelström eller HVDC–High Voltage Direct Current, högspänd likström) som används samt spänningsnivå.

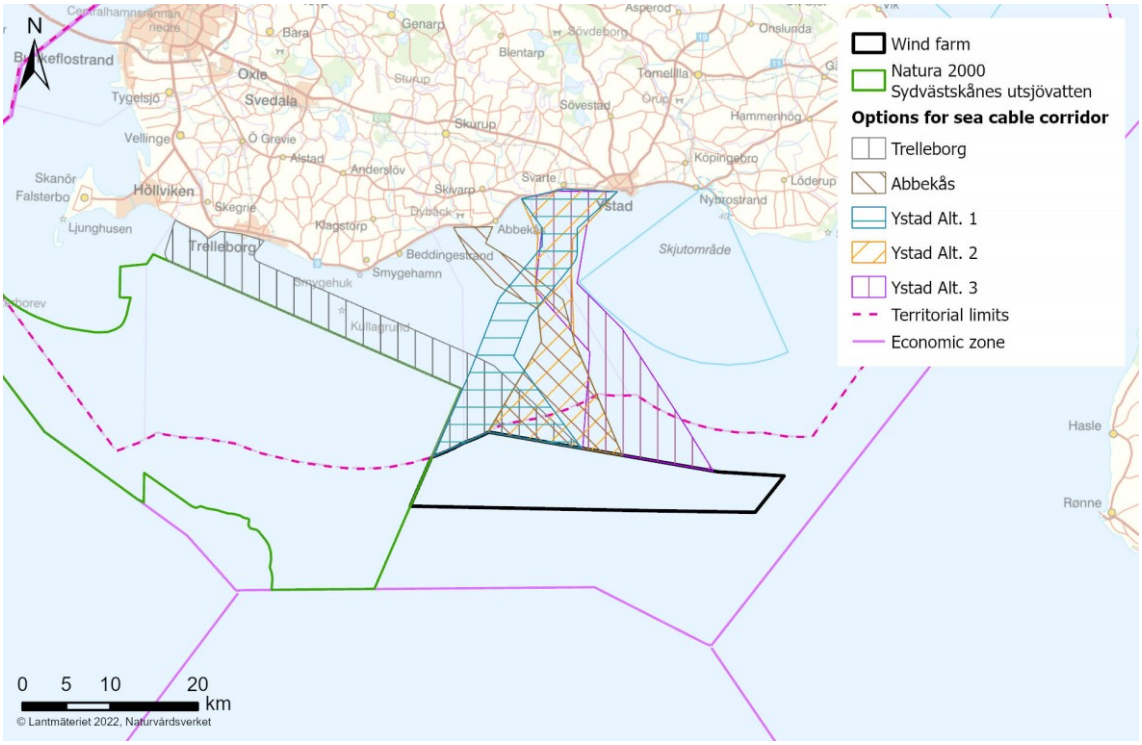
Antalet kabelförband för vindpark Triton kommer att bestämmas utifrån vindparkens slutgiltiga kapacitet och med vilken spänningsnivå som elektriciteten kan överföras samt om överföringen sker med likström eller växelström. Utredningskorridorer för Triton visas i Figur 20.

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 om cirka 30 centimeter (cirka 1000 mm^2 ledararea) och utgörs av ett högspänningsväxelströms (HVAC) transmissions-system. Idag är en spänningsnivå om upp till 220 kV vanligast förekommande men det förekommer även utveckling hos kabeltillverkare att öka spänningen ytterligare på sjökablar.

Likströmsöverföring används vanligen vid överföring mellan länder och för längre sträckor, då förlusterna blir mindre än vid växelström. Vid en likströmsanslutning kommer överföring ske med tvåpoliga kablar (+ och -) med en ungefärlig ledararea på cirka 1000–2500 mm^2 och en ytterdiameter på 15–20 centimeter. Kabelspänningen blir upp till 525 kV HVDC.

Förläggning av anslutningskablar sker med samma metoder som för det interna kabelnätet. Anslutningskablarnas position förs in på sjökort och märks ut genom skyltning vid landfästet. Anslutningskablarna utgör en följdverksamhet till vindparken men bedöms inte medföra någon gränsöverskridande påverkan.



Figur 20. Utredningskorridorer för anslutningskablar, vid slutet av korridoren fortsätter kabeln på land.

4.3.6 Mätmaster

En eller flera mätmaster kan komma att installeras för att komplettera tillgängliga vinddata från området. 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. Fundament för en mätmast är dock betydligt mindre än för ett vindkraftverk.

En teknik som utvecklas snabbt och som har potential att ersätta mätmaster är Lidar. Lidarutrustning använder laser för att mäta vindhastigheten. Utrustningen kan placeras antingen på ett bottenförankrat fundament eller på en flytande plattform. I dagsläget är denna mätteknik inte certifierad för att göra underlag för lastbestämningar men i framtiden förväntas detta vara möjligt. Inom vindparkområdet kan det även uppföras master för kommunikationsutrustning.

4.4 Verksamhetens olika faser

Etablering av vindparken kommer att realiseras i olika faser. Verksamheten befinner sig för närvarande i tillståndsfasen som efterföljs av anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. I avsnittet beskrivs fasernas aktiviteter i stora drag.



Figur 21. Schematisk figur över de verksamhetens olika faser.

4.4.1 Anläggningsfas

Anläggningsfasen innehåller detaljprojektering, tillverkning och installation. I anläggningsfasen ingår också undersökningsaktiviteter som behövs inför och under anläggandet av verksamheten.

I detaljprojekteringen tas en slutlig utformning av vindparken fram. Komponenterna anpassas utifrån tekniska krav samt utifrån platsspecifika förutsättningar såsom geologi, hydrologi och meterologi. Komponenterna dimensioneras för att klara extremfall för temperatur, vindhastigheter, våghöjd med mera enligt gängse standard. Därutöver beaktas potentiella konsekvenser från de pågående klimatförändringarna, i form av exempelvis förändringar med avseende på havsytans nivå, temperatur och vindklimat, såväl som den genomsnittliga vindhastigheten och styrkan av extrema vindhändelser. Den slutliga designen ska även säkerställa en minimal miljöpåverkan.

Under detaljprojekteringen och installation av vindparken genomförs undersökningar av parkområdet (anläggningsundersökningar) för 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 borrningar 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.
- Vindmätning kan ske antingen genom etablering av en mätmast (se avsnitt 4.3.6) eller med flytande bojar, vanligen så kallade Flytande LiDAR, FLIDAR.
- Bottenhugg, filmning
- Inspektioner med ROV (remotely operated vehicle) eller motsvarande

Andra metoder än ovanstående kan komma att användas men miljöpåverkan kommer aldrig vara större än vad som beskrivs i denna MKB.

När den slutliga utformningen av vindparken är definierad och komponenter har upphandlats och tillverkats kan installation av parken påbörjas. Hela installationen genomförs företrädesvis under en sammanhängande säsong, där arbete till havs under vinterperioden helst begränsas, även en uppdelning över flera säsonger är möjlig. Fundament och kablar kan exempelvis installeras under en inledande säsong och vindkraftverken under den efterföljande säsongen. Alternativt kan halva vindparken installeras och driftsättas under en första säsong, varefter resterande del av vindparken installeras och driftsätts under nästföljande säsong.

Installationen till havs sker genom att först installera fundamenten, transformatorstation och anslutningskablar. Därefter installeras det interna kabelnätet. Slutligen monteras alla vindkraftverk, med torn, maskinhus (inklusive nav) och rotorblad. Allt eftersom vindkraftverken är färdiginstallerade sker driftsättning och provkörning innan den efter godkända tester överlämnas till driftorganisationen. Installationen av vindparken avslutas med driftsättning av vindkraftverken, som inkluderar provdrift.

Installationen av landkablar startar normalt innan arbetet till havs. Denna del är inte lika beroende av väder som installationerna till havs. Hela systemet bör vara klart när vindkraftverken installeras så att de kan spänningsättas.

Under installationen av vindparken kommer ett flertal installationsfartyg och arbetsplattformar av olika slag att förekomma i området för installation av komponenter och för transport till och från området. Troligtvis kommer flera installationsmoment ske parallellt med varandra men i olika delar av vindparken. Som exempel kan installation av transformatorstation ske samtidigt som installation av fundament för vindkraftverk och nedläggning av kablar kan ske samtidigt som installation av fundament eller vindkraftverk på en annan plats.

Preliminärt antal *crew transfer vessels* (CTV) som kommer att arbeta inom vindparken är cirka tre till fyra stycken som reser till och från hamnar under anläggningsfasen. För leverans av fundament, kabel och vindkraftverk kommer en rad olika fartyg och pråmar att användas och göra resor till en eller flera slutmonterings- eller tillverkningshamnar. En Guard vessel kommer användas under anläggningsfasen för bevakning, tur- och returresor till hamnar.

Förslag till skyddsåtgärder

Under anläggningsfasen föreslås ett antal skyddsåtgärder, bland annat för de undersökningar som behöver vidtas och vid installationen av fundament. I kapitel 10 beskrivs skyddsåtgärder, konsekvenser till följd av olika skyddsåtgärder samt vilka skyddsåtgärder som legat till grund för gjorda konsekvensbedömningar.

4.4.2 Driftsfas

Under driftsfasen kommer regelbunden tillsyn och underhåll av vindparken ske under hela vindparkens livstid. Vindparken förväntas att vara i drift i 40–45 år.

Service och underhåll

Den slutgiltiga strategin för drift och underhåll kommer att fastställas som en del av detaljprojektering av vindparken. Både vindkraftverk och transformatorstationer är

fjärrövervakade dygnet runt och obemannade under normal drift. Dock sker kontinuerligt underhåll av vindparken, vilket kräver att personal och material transporteras till vindparken med mindre servicebåtar, fartyg eller helikopter. Ifall reparation eller byte av större komponenter blir nödvändigt kan också installationsfartyg komma att användas. Även undersökningar av havsbotten kan komma att ske för att bland annat inspektera status på anläggningen.

Preliminärt antal CTV:er som kommer att arbeta inom vindparken är cirka tre till fyra stycken med upp till cirka 300 resor till och från hamn per år per CTV. Underhåll med stödbensfartyg eller liknande kommer också användas liksom service operation vessel (servicefartyg) vid större arbeten. Under driftsfasen kan undersökningar av havsbotten förekomma för att inspektera anläggningens status, inför förberedelser av större underhållsinsatser med stödbensfartyg eller för att tillgodose krav i ett kontrollprogram. Typen av undersökningar är liknande de beskrivna i anläggningsfasen men av ytligare karaktär och i begränsad eller lokal omfattning.

Elektromagnetiska fält

Ström genom kablar genererar ett magnetfält, som varierar med den momentana strömbelastningen i kabeln, samt med konstruktionen av kabel. Både växelströms- och likströmskablar genererar elektromagnetiska fält. Växelström genererar ett växlande magnetfält medan likström genererar ett statiskt magnetfält.

För internkabelnätet generas högst magnetfält rakt ovanför kabeln. Magnetfältet avtar sedan snabbt och cirka fyra meter från centrumlinjen är magnetfältet under 1 µT. Då internkabelnätet utgörs av växelströmskablar genereras ett växlande magnetfält från internkablarna.

4.4.3 Avvecklingsfas

Avsnittet utgör en sammanfattning av referensrapport R.21 ”*Teknisk beskrivning – Avveckling av en havsbaserad vindpark”.*

När vindparken avvecklas kommer vindkraftverk, fundament och transformatorstationer demonteras och platsen för fundament återställs i erforderlig omfattning. En avvecklingsplan kommer att tas fram cirka två år innan avveckling påbörjas. Syftet med avvecklingsplanen är att redogöra för hur avvecklingen ska ske samt definiera vilka återställningsarbeten som ska vidtas. Metoden för avveckling sker enligt den praxis och lagstiftning som gäller vid tiden för avveckling.

Enligt nuvarande kunskapsläge gäller generellt att anläggningsdelarna ovanför havsbotten demonteras. 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 en bedömning om huruvida miljöskadan som ett bortplockande av strukturer medför är högre än miljönyttan. Denna bedömning görs i samråd med myndigheten närmare tidpunkten för avveckling.

En del komponenter i ett vindkraftverk kan komma att renoveras eller säljas vidare, beroende på hur lång livslängd komponenten har och hur länge de har använts. Det finns alltså möjlighet att återanvända rotorblad, girmekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn efter renovering. Flera bolag idag erbjuder också ombyggnadsservice av komponenter. Om komponenterna inte kan återanvändas är de flesta delar i ett vindkraftverk återvinningsbara. Komponenter i ett vindkraftverk är i huvudsak tillverkade av stål, aluminium, kompositer och glasfiber.

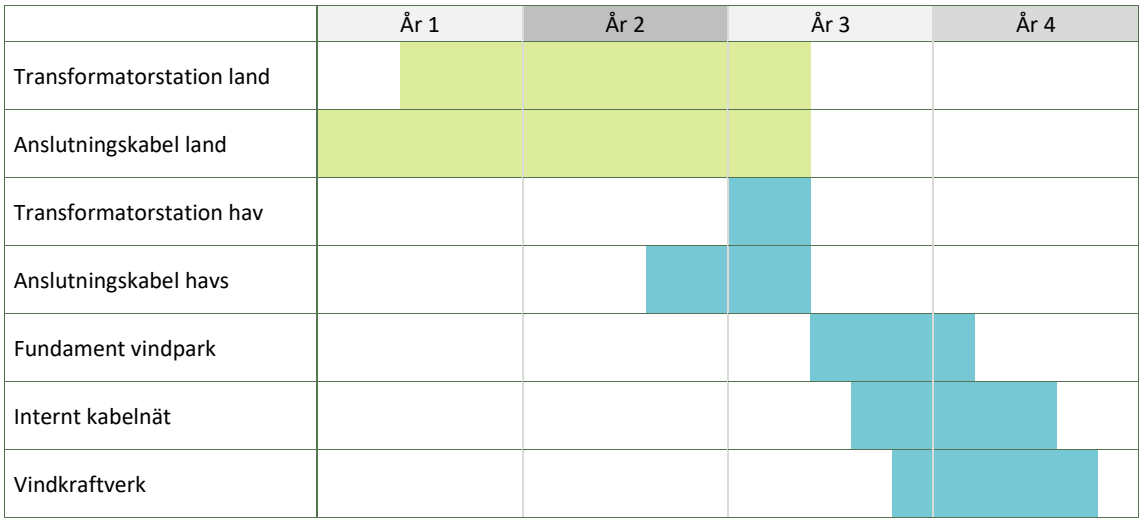
Utveckling av rotorblad, som oftast består av en glasfibersammansättning, sker med större inblandning av andra material som gör att fler delar av bladen kan återvinnas i framtiden, exempelvis till isolering. Fundament och plattformar till havs består till största delen av stål som kan återvinnas vid en nedmontering. Om man mot förmodan avvecklar gravitationsfundament (med betong som ballast), kan betongen användas som fyllnadsmassor till andra konstruktioner.

4.5 Preliminär installationsplan

En övergripande tidplan som beskriver principerna för anläggningsarbetarna för vindparken visas i Tabell 7. För att ge en förståelse för helheten beskrivs även anläggningsdelar på land i tidplanen. Tidplanen visar storleksordningen på anläggningsarbeten samt när de olika anläggningsdelarna planeras i förhållande till varandra.

Vindparken avses tas i drift så snart det är möjligt. Driftsättningen av vindparken är bland annat beroende av att relevanta tillstånd erhållits och att en anslutningspunkt tilldelats så att vindparken kan anslutas till elnätet. Installationstiden beror på val av teknik, eventuella krav och villkor fastlagda i tillstånden och tillgänglighet av installationsfartyg. Driftsättning av vindparken, med dagens ledtider för tillstånd, förväntas runt år 2030, där anläggningsarbete för vindparken sker under den senare delen av 2020-talet. Även möjlighet till elanslutning och koordinering med Svenska Kraftnäts tidplan tas med i beräkningen. Installationsarbeten till havs kan generellt ske året runt, även om de påverkas av väderförhållanden, i form av vindstyrkor och vågklimat. Under vinterhalvåret är vädret generellt mer utmanande vilket kräver längre installationstider, med längre perioder av stillastående.

Tabell 7. Preliminär installationsplan för Triton.



5 Förutsättningar och metodik för konsekvensbedömningar

5.1 Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden

Nulägesbeskrivningar har tagits fram med utgångspunkt i information från myndigheter, vetenskaplig litteratur, miljö- och tekniska rapporter, modelleringar av bland annat naturtyper och habitat samt befintliga förhållanden gällande sediment- och ljudutbredning.

Utöver detta har för verksamheten, ett antal undersökningar, inventeringar och beräkningar genomförts för att fastställa en utgångspunkt för konsekvensbedömningarna, se Tabell 8.

Tabell 8. Genomförda utredningar.

Utredning/undersökning	Daterad	Metod	Författare
Sedimentmodellering	Juli 2021	Modellering	NIRAS
Hydrografisk modellering	November 2021	Modellering	NIRAS
Modellering av undervattensljud från pålning och seismiska undersökningar	Oktober 2021	Modellering	NIRAS
Syrehalt, salinitet och temperatur	Juni och augusti 2021, juni 2022	CTD-mätningar	Aquabiota
Fågelinventering	Mars och april 2021 samt januari och april 2022	Flyginventering. observatörer	Ottvall Consulting
Inventering av tumlare	Juni 2021-pågående	Akustiska tumlardetektorer, F-pods	Aquabiota
Inventering av marina däggdjur och fisk	Juni samt augusti 2021, juni 2022	eDNA-inventering	Aquabiota
Modellering av bottenfauna	Oktober 2021	Modellering	Aquabiota
Bottenflora och fauna	Juni 2022	Videoundersökning, bottenhugg	Aquabiota
Miljögifter	Juni 2022	Sedimentprovtagning	Aquabiota
Miljögifter	Juni 2022	Modellering	NIRAS
Ljudutbredning luft	November 2021	Modellering	OX2
Skuggning	November 2021	Modellering	OX2
Marinarkeologisk förstudie	September 2021	Skrivbordsstudie	Bohusläns Museum
Visualiseringar, fotomontage och siktanalyser	November 2021	Fotomontage, animering	Norconsult, OX2
Landskapsanalys	Februari 2022	Utredning	Rejlers
Provfiske	Juni samt augusti 2021	Trålprovfiske	AquaBiota
Fladdermusinventering	Augusti och september 2021	Fladdermusinventering	EnviroPlanning

Kunskapsunderlaget (befintligt underlag som vetenskapliga studier, litteratur, inventeringar och modelleringar och det underlag som tagits fram i arbetet med Ansökan) bedöms vara av den omfattning att tillförlitliga, robusta och vetenskapligt underbyggda beskrivningar av nuläget samt bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser går att göra. Resultat från inventeringar och modelleringar som gjorts med avseende på till exempel sjöfågel, tumlare, fisk och naturtyper 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 använts för nulägesbeskrivning och för konsekvensbedömningar. Samtliga underlagsrapporter utgör referensrapporter till denna Esbo-rapport och benämns som R.1, R.2, R.3 osv löpande i texten.

5.2 Metodik för konsekvensbedömningar

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

I MKB:n används benämningarna känslighet, påverkan, effekt och konsekvens

- **Känslighet** eller **värde** – vilken är mottagarens känslighet? Värde kan utgöras av objekt och/eller områden samt samband.
- **Påverkan** – den fysiska åtgärden i sig.
- **Effekt** – den förändring som uppkommer i omgivningen till följd av påverkan. Effekten är omfattningen eller graden av påverkan. Om det är möjligt beskrivs det kvantitativt.
- **Konsekvens** – betydelsen av den förändring som uppstår.

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.

När värde/känslighet tagits fram, görs en avgränsning av påverkan, vilken typ av påverkan kan verksamheten medföra. Därefter bedöms graden av påverkan (effekt) på mottagaren som antas uppstå till följd av verksamheten. Bedömning av miljökonsekvenserna för respektive miljöaspekt görs genom en sammanvägning av mottagarens känslighet/värde och omfattningen av påverkan (effekten).

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.

- Mottagarens status (exempelvis populationstrender, förekomst, 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 parningssäsongen eller migrationsperioder
- Mottagarens skyddsvärde

Mottagarens känslighet utvärderas för relevanta påverkansfaktorer under respektive fas av verksamheten så som anläggning, drift och avveckling enligt en tregradig skala: liten, måttlig, hög.

5.2.3 Påverkans storlek och omfattning (effekt)

Påverkans storlek och omfattning (effekt) bedöms utifrån; geografisk utbredning, varaktighet i tid, storlek (magnitud) av påverkansfaktorn och sannolikhet att påverkan inträffar. Påverkan utvärderas för relevanta påverkansfaktorer under respektive fas av verksamheten enligt följande skala: ingen/obetydlig, liten, måttlig eller stor. Påverkan anges som positiv eller negativ.

Tabell 9. Beskrivning över nivåer av påverkans betydelse för mottagaren.

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

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 positiv eller negativ konsekvens, Tabell 10.

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 redovisas för varje naturtyp och art på vilka grunder påverkan motiverats/värderats.

Tabell 10. Beskrivning över nivåer av konsekvensen betydelse för mottagaren.

Konsekvensens betydelse	Beskrivning
Ingen/försumbar	Ingen eller försumbar konsekvens för mottagaren. Ingen/ringa störning på ytor och/eller funktioner/populationer.
Mycket liten	Ringa konsekvens för mottagaren. Mycket små ytor och/eller funktioner och mycket liten del av populationen störs. Utan påverkan som är oåterkallelig.
Liten	Liten konsekvens för mottagaren. Små ytor och/eller funktioner och liten del av populationen störs, utan påverkan som är oåterkallelig.
Måttlig	Måttlig konsekvens för mottagaren. Yta, strukturer och/eller funktioner och/eller del av population skadas. Kan orsaka lokala irreversibla effekter, t.ex. förlust av bevarandevärden. Konsekvenser som kan kräva skyddsåtgärder.
Stor	Stor konsekvens för mottagaren. En stor yta, stor del av strukturer och/eller funktioner 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.
Mycket stor	Mycket stor konsekvens för mottagaren. Effekterna klassificeras som mycket allvarliga, vilket innebär att förändringar i verksamheten eller tillämpningen av skyddsåtgärder bör tillämpas för att minska påverkan.

I Tabell 11 redovisas den samlade skalan för känslighet/värde samt påverkan och vilken konsekvens som utfaller.

Tabell 11. Utvärderingsmatris av konsekvensernas betydelse.

Konsekvensens betydelse		**Påverkans storlek och omfattning**						
		Stor negativ	Måttlig negativ	Liten negativ	Obetydlig	Liten positiv	Måttlig positiv	Stor positiv
Mottagarens Känslighet	Liten	Måttlig	Liten	Mycket liten	Försumbar	Mycket liten	Liten	Måttlig
	Måttlig	Stor	Måttlig	Liten	Försumbar	Liten	Måttlig	Stor
	Hög	Mycket stor	Stor	Måttlig	Försumbar	Måttlig	Stor	Mycket stor

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 militära intressen.

5.3 Förutsättningar för konsekvensbedömningar

5.3.1 Bedömning utifrån ett worst case-scenario

Den havsbaserade vindkraftstekniken genomgår en snabb utveckling vilket gör att det i nuläget är svårt att förutse exakt vilken teknik som är den mest lämpliga och finns tillgänglig vid tiden då vindparken byggs. För detta krävs att en så kallad worst case-ansats används för att konsekvensbedömningarna ska täcka in den påverkan som vindpark Triton maximalt kan resultera i. För att ta höjd för framtida teknikutveckling fastställs vindparkens slutgiltiga utformning inför upphandling och byggnation. Worst case-ansatsen gör att den slutliga miljöpåverkan av anläggningen kan vara mindre omfattande men aldrig mer omfattande än vad som beskrivs i denna MKB med tillhörande underlagsutredningar. Ansatsen gör det möjligt att bedöma vilka skyddsåtgärder och hänsynstagande som behövs till skydd för miljön.

OX2 har tagit fram två representativa exempel på hur vindparken kan komma att utformas. Dessa utgår från vindkraftverk med en installerad effekt på 15 MW (utgår från 129 vindkraftverk) respektive 25 MW (utgår från 68 vindkraftverk). Med ökad effekt per verk ökar i regel också rotordiametern. Vindkraftverkens effekt är inte styrande men används för att få en realistisk storlek på framtida vindkraftverk, Figur 13 och Figur 14.

En utmaning 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 vindkraftverksstorleken 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 att applicera 25 MW vindkraftverk med tillhörande fundament på utformningen för 15 MW, det vill säga att 129 stycken vindkraftverk med en 340 meters rotor och ett monopilefundament på 14 meter anläggs inom vindparken vilket utgör därmed worst case. Detta är i praktiken inte ett optimalt scenario då det skulle vara ineffektivt och

olönsamt att anlägga vindparken på ett sådant sätt, men innebär att den bedömda miljöpåverkan bygger på mycket konservativa antaganden.

Anläggandet av vindpark Triton med 129 stycken 25 MW vindkraftverk innebär också att hela installationen praktiskt måste bedömas utifrån ett worst case. Utgångspunkten är därför att 15 % av alla fundament borras vilket är högre än de 10 % som använts i liknande projekt de senaste åren. Eftersom bedömningarna inte ska underskatta påverkan och då inga lokaliseringar ska uteslutas för borrning så förutsätts också i sedimentmodelleringarna att alla fundament i anslutning till Natura 2000-området borras till 100 %, det vill säga maximal sedimentexponering.

Nedan anges vilket worst case som bedömningar utgår från när det gäller påverkan på utpekade naturtyper och arter. Worst case (i form av till exempel utformning, val av fundament etcetera) är i samtliga fall detsamma för mottagarna även om de kan påverkas på olika sätt.

Tabell 12. Worst case-antaganden som använts i modelleringar/beräkningar för respektive påverkansfaktor kopplad till naturtyper/arter.

Påverkansfaktor	Worst case-definition för respektive påverkansfaktor	Mottagare
Undervattensljud, se avsnitt 6.1	Störst undervattensljud uppstår vid pålning av fundament av typen monopile. • Konsekvensbedömningar görs för den månad (mars) då ljudspridningen är som störst i vattnet. • Installation av monopile med 14 meter i diameter (största monopile-fundamentet) genom pålning. • Position på fundament har lagts där högsta ljudnivåerna bedöms uppstå samt närmast Natura 2000-området för att inte underskatta påverkan på Natura 2000-området. • Ljuddämpning: o Initialt har förutsättningen för bedömningarna av ljudutbredning vid pålning av monopiles varit användande av enkel bubbelgardin som ljuddämpande åtgärd samt mjuk uppstart. o Som en ytterligare försiktighetsåtgärd för att säkerställa en så liten påverkan som möjligt både på marina däggdjur och fisk kommer dubbla bubbelgardiner och Hydro Sound Damper eller motsvarande samt mjuk uppstart att användas.	Marina däggdjur, fisk
Sedimentspridning, se avsnitt 6.2	Mest sedimentspridning orsakas vid anläggning av fundament av typen monopile ifall dessa borras istället för att pålas. Såväl sedimentsuspension som sedimentation beaktas. • Utgångspunkten är att 15 % av fundamenten med diametern 14 meter borras till fullt förankringsdjup (60 meter) • Två scenarier för utsläpp av sediment vid borrning bedöms: o Sediment släpps ut två meter ovan havsbotten och suspenderat material redovisas som ett medelvärde av de nedersta tio meterna ovan havsbotten för bedömning av påverkan på bentos. o Sediment släpps ut två meter under havsytan och mäts som ett medelvärde av de tio översta meterna av vattenkolumnen, samt de tio nedersta meterna, för bedömning av påverkan på fisk och larver	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur

	• Vid nedläggning av kablar utgår bedömningar från att kablarna spolas ner i havsbotten, då denna metod orsakar större sedimentspridning än andra metoder.	
Miljögifter/ Föroreningsspridning, se avsnitt 6.3	Se ”Sedimentspridning”. Vidare är antagandet att alla föroreningar som kan lösa sig i vatten också gör det.	Bottenflora och bottenfauna, fisk
Fysisk påverkan, se avsnitt 6.4	Den totala bottenyta som påverkas vid anläggning inkluderar bland annat • gravitationsfundament på 50 meter i diameter • erosionsskydd på 70 meter diameter • transformatorstationer på jacket-fundament • internkabelnät • temporär påverkan av jack-up fartyg (stödbensfartyg)	Bottenflora och bottenfauna
Substratförändringar och reveffekt, se avsnitt 6.5 och 6.6	Substratförändringar bedöms genom att flest (129 stycken) och störst fundament (gravitationsfundament) anläggs inkl. erosionsskydd samt transformatorstationer med erosionsskydd. Reveffekt bedöms inte utifrån worst case då inga negativa effekter förväntas uppkomma på grund av reveffekten.	Bottenflora, bottenfauna, fisk, marina däggdjur
Elektromagnetiska fält, se avsnitt 6.7	Worst case för internkabelnätet är ett högsta magnetfält precis ovanför kabeln på cirka 23 µT[1]. Magnetfältet avtar sedan snabbt åt sidan och cirka fyra meter från centrumlinjen är magnetfältet under 1 µT. På platser där kabeln inte har nått ner en meter eller är täckt med kabelskydd kan magnetfältet lokalt vara större. Beräkningarna är gjorda vid en meters förläggningsdjup och 1200 ampere.	Fisk, marina däggdjur
Undanträngning, se avsnitt 6.8	Utformning av vindparken: • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) • Val av vindkraftverk med störst rotor (340 meter i diameter) och högst totalhöjd (370 meter) Fåglarnas beteende i relation till vindparken: • Fåglar undviker hela vindparken och inte enbart specifika vindkraftverk.	Fåglar
Barriäreffekter, se avsnitt 6.8	Utformning av vindparken: • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) • Val av vindkraftverk med störst rotor (340 meter i diameter) och högst totalhöjd (370 meter) Fåglarnas beteende i relation till vindparken: • Fåglar undviker hela vindparken och inte enbart specifika vindkraftverk.	Fåglar
Kollisionsrisk, se avsnitt 6.9	Utformning av vindparken: • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) • Val av vindkraftverk med störst rotor (340 meter i diameter) och högst totalhöjd (370 meter) • Frigång mellan vattenyta och nedersta rotorspets är 30 meter	Fåglar, fladdermöss
Visuell förändring, se avsnitt 6.10	Utformning av vindparken: • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) • Val av vindkraftverk med störst rotor (340 meter i diameter) och högst totalhöjd (370 meter) • Hinderbelysning på en navhöjd om 200 meter	Landskapsbild
Luftburet ljud, se avsnitt 6.11	Utformning av vindparken: • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) • Val av vindkraftverk med en effekt på 25 MW med störst rotor (340 meter i diameter) och högst totalhöjd (370 meter)	Boende, marina däggdjur

Skuggor, **se avsnitt 6.12**	Utformning av vindparken: • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) • Val av vindkraftverk med störst rotor (340 meter i diameter) och högst totalhöjd (370 meter)	Marina däggdjur, fisk, bentos
Nautiska risker, **se avsnitt 6.13**	Utformning av scenario: • Dimensioner avseende risk för allision av ett fartyg med ett vindkraftverk o påverkansradie om 50 meter från vindkraftverket o fartyg är 30 meter höga • Maximalt antal vindkraftverk (129 stycken)	Sjöfart

5.3.2 Skyddsåtgärder

Som förutsättningar för den sökta verksamheten kommer ett antal skyddsåtgärder att vidtas för att minska effekter och konsekvenser. De skyddsåtgärder som kommer att vidtas redovisas i kapitel 10 och omfattar bland annat följande skyddsåtgärder som varit utgångspunkter för konsekvensbedömningarna:

- Geofysiska undersökningar med metoderna sidoavsökande sonar och multistråleekolod kommer 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 ska 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 soft-start och ramp-up inleds.
- Frigången mellan vattenytan och rotor har satts till 30 meter vilket har betydelse för områdets sjöfågel samt eventuella migrerande fladdermöss. De flesta fåglar i området flyger lågt vilket innebär att en högre frigång medför lägre kollisionsrisk.
- Utmärkning av vindparken sker i enlighet med gällande riktlinjer.
- Vindkraftsparkens utbredning ska framgå tydligt i sjökort.

Utöver ovanstående kommer skyddsåtgärder som fallit ut till följd av konsekvensbedömningarna också att vidtas inom ramen för planerad verksamhet. Dessa redovisas, tillsammans med ovanstående, i kapitel 10.

5.3.3 Kumulativa effekter

Kumulativa effekter bedöms för sådan påverkan från vindpark Triton som sammanfaller eller kan adderas till påverkan från andra projekt och verksamheter. Vid bedömning av kumulativa effekter inkluderas påverkan av andra aktiviteter som kan leda till effekter på miljön under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen för vindparken. Projekt som planeras och som befinner sig i projekteringsstadium och/eller tillståndsprocess är sällan tillräckligt definierade för att kunna göra en kumulativ bedömning med tillräckligt hög grad av säkerhet och relevans men beaktas i den mån det är möjligt. Utöver andra vindparker inkluderas även verksamheter som Baltic Pipe (gasledning), fiske och sjöfart i bedömningen av kumulativa effekter. De närliggande projekten redogörs i avsnitt 3.5.

5.4 Osäkerheter

MKB:n bygger på information från myndigheter, vetenskaplig litteratur, miljö- och tekniska rapporter, undersökningar samt modelleringar för 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 (som samtliga utgör referensrapporter till denna MKB), redovisas mer specifik information kring antaganden i underlag och bedömningar, men som sammanfattas i denna MKB.

6 Påverkansfaktorer

I detta kapitel beskrivs de miljöeffekter som planerad verksamhet kan ge upphov till och vilka påverkansfaktorer och förutsättningar som ligger till grund för konsekvensbedömningen. Under respektive påverkansfaktor anges om den ger upphov till gränsöverskridande effekt och därmed beskrivs vidare i denna MKB. I kapitel 7 beskrivs hur de förändringar som planerad verksamhet kan ge upphov till påverkar omgivande miljö och verksamheter.

De påverkansfaktorer som bedömts relevanta att beskriva och som ingår i konsekvensbedömningen beskrivs i 6.1 till 6.13.

6.1 Undervattensljud

Undervattensljud till följd av planerad verksamhet kan uppkomma både i anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Under anläggningsfasen kan ljudalstrande moment vid anläggning av fundament förekomma. Även i samband med anläggningsundersökningar kan undervattensljud uppstå, till exempel vid geofysiska och geotekniska undersökningar.

Undervattensljud kan påverka marina däggdjur och fisk, beroende på hur högt och långvarigt ljudet är, genom beteendepåverkan[13] eller tillfällig eller permanent hörselnedsättning. Med beteendepåverkan avses framför allt ett undvikandebeteende som kan variera från en liten förändring, till exempel kort störning i födosökande, till flyktbeteende. De olika nivåerna av påverkan från beteendeförändring till permanent hörselnedsättning kan sättas i påverkansnivåer.

De påverkansnivåer som använts som bedömningsgrunder för tumlare, säl samt fisk ses i Tabell 13, Tabell 14 och Tabell 15.

Tabell 13. Viktade gränsvärden för ljudnivåer som kan ge upphov till undvikande beteende, TTS och PTS för tumlare, från Tougaard m.fl. 2015, National Marine Fisheries Service 2018 och Southall et.al. 2019.

Påverkan	Gränsvärde
Undvikandebeteende	100 dB re 1µPa (SPLRMS-fast)
Tillfällig hörselnedsättning, TTS	140 dB re 1µPa2s (SELcum)
Permanent hörselnedsättning, PTS	155 dB re 1µPa2s (SELcum)

[13] Beteendepåverkan kan också ske i naturliga förhållanden som till exempel vid en rovdjursattack.

Tabell 14. Viktade gränsvärden för ljudnivåer som kan ge upphov till TTS och PTS för säl (knubbsäl och gråsäl), National Marine Fisheries Service 2018 och Southall et.al. 2019.

Påverkan	Gränsvärde
Tillfällig hörselnedsättning, TTS	170 dB re 1µPa2s (SELcum)
Permanent hörselnedsättning, PTS	185 dB re 1µPa2s (SELcum)

Tabell 15. Oviktade gränsvärden för ljudnivåer som kan ge upphov till TTS och PTS för fisk (Andersson m fl., 2017). Sill och torsk har fått representera alla arter då dessa är bland de känsligaste för ljud.

Fiskart	Gränsvärden	
	Tillfällig hörselnedsättning, TTS	Permanent hörselnedsättning, PTS
Torsk	185 dB SELC24h, oviktat	204 dB SELC24h, oviktat
Sill	185 dB SELC24h, oviktat	204 dB SELC24h, oviktat
Fisklarver och ägg	-	207 dB SELC24h, oviktat

På uppdrag av OX2 har NIRAS utfört modellering av undervattensljud vid pålning samt vid seismiska och geotekniska undersökningar (R.11.A, R.11.B, R.11.C samt R.4.B) utifrån kunskap om platsspecifika miljöförhållanden (exempelvis batymetri och bottens sedimentkomposition) samt med en vedertagen källmodell. Modellering av utbredning av undervattensljud för pålning respektive för seismisk undersökning har utförts för fyra respektive tre olika platser inom planerad vindpark, vilka representerar worst case där ljudutbredningen bedöms bli som störst.

Punkterna är utspridda inom vindparken för att representera variationer i miljöförhållanden, såsom batymetri och bottensediment. En punkt är placerad i det sydvästra hörnet av vindparken, intill Natura 2000-område Sydvästskånes utsjövatten. Bedömningarna av effekterna har gjorts dels genom att använda en enkel bubbelgardin och mjuk uppstart, dels en dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper samt mjuk uppstart.

Förutom från arbetsmoment under installation uppkommer undervattensljud från fartyg till och från vindparken under anläggningsfasen. Under driftsfasen alstras ljud från fartyg i samband med underhåll och service samt ljud från själva vindkraftverken som kan uppstå till följd av planerad verksamhet. Ljud från vindkraftverk härrör från det aerodynamiska ljudet (roterande rotorblad) och mekaniskt ljud. Överföring av ljud från luften är begränsad då det mesta av ljudet reflekteras på havsytan (Richardson, et al., 1995). Vibrationer från vindkraftverket, främst skapade i växellådan om sådan finns installerad i vindkraftverket, förs via tornet ner i fundamentet och sprids därifrån som ett lågfrekvent ljud (Tougaard & Michaelsen, 2018).

Konsekvenser på fisk och marina däggdjur till följd av undervattensljud bedöms i avsnitt 7.3 och 7.4.

6.2 Sedimentspridning

I anläggningsfasen kommer planerad verksamhet att ge upphov till sedimentsuspension och sedimentation. Detta gäller främst de monopile-fundament som kan behöva borras ner i botten. Sedimentsuspension är ett mått på grumlighet som visar på mängden suspenderat material i vattnet. Suspenderat material är små partiklar av organiskt och oorganiskt material som kan transporteras i vatten. Sedimentsuspension mäts i mg/l. Med tiden sedimenterar de suspenderade partiklarna. Sedimentation är ett mått på hur mycket partiklar som lägger sig på botten och då överlagrar befintlig botten.

En ökad grumling kan till exempel påverka fisk genom beteendeförändringar till följd av försämrad sikt och påverka filtrerande djur genom igentäppning av filtreringsmekanismen. Sedimentationen kan främst påverka fastsittande djur eller djur med begränsad förmåga att gräva sig upp ur sediment vid övertäckning.

Under anläggningsfasen genomförs geotekniska undersökningar inklusive provborrning och spetstrycksondering vilket kan ge upphov till liten och ytterst lokal sedimentsuspension och sedimentation. Under installation av vindparken ger anläggning av fundament och plattformar för vindkraftverk, transformator- och omriktarstationer samt mätmast, erosionsskydd, och kabelnät (internt kabelnät) upphov till sedimentsuspension och sedimentation.

OX2 har låtit NIRAS genomföra en sedimentationsmodellering (R.10). Modelleringar utfördes för olika scenarier, dels med olika typer, antal och storlekar på fundamenten, dels när sediment släpps ut två meter över havsbotten alternativt två meter under havsytan. Sedimentspridningsberäkningar har också utgått från ett worst case, med monopiles som förankras ned till djup om 50–65 meter under havsbotten samt att ett stort antal fundament behöver borras. Endast kornstorlekar med en diameter <0,25 millimeter ingår i modelleringarna, vilket är baserat på relevant underlag för området från SGU och antagandet att grövre kornstorlekar sedimenterar inom ett kort avstånd från källan. Kablar antas anläggas genom nerspolning i sediment. Även under avvecklingsfasen kan sedimentsuspension och sedimentation uppkomma då vindparken nedmonteras, men i en betydligt mindre omfattning.

Bedömda konsekvenser till följd av sedimentsuspension och sedimentation bedöms för relevanta aspekter i kapitel 7.

6.3 Föroreningsspridning

Området inom planerad vindpark utgörs till övervägande del av ackumulationsbottnar. De flesta organiska miljöföroreningar ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material som kan ansamlas på ackumulationsbottnarna. Så länge ingen störning av botten sker ligger sedimentpartiklar kvar på ackumulationsbottnarna och då även de bundna potentiella föroreningarna. Då sedimentation sker kontinuerligt överlagras föroreningarna efterhand.

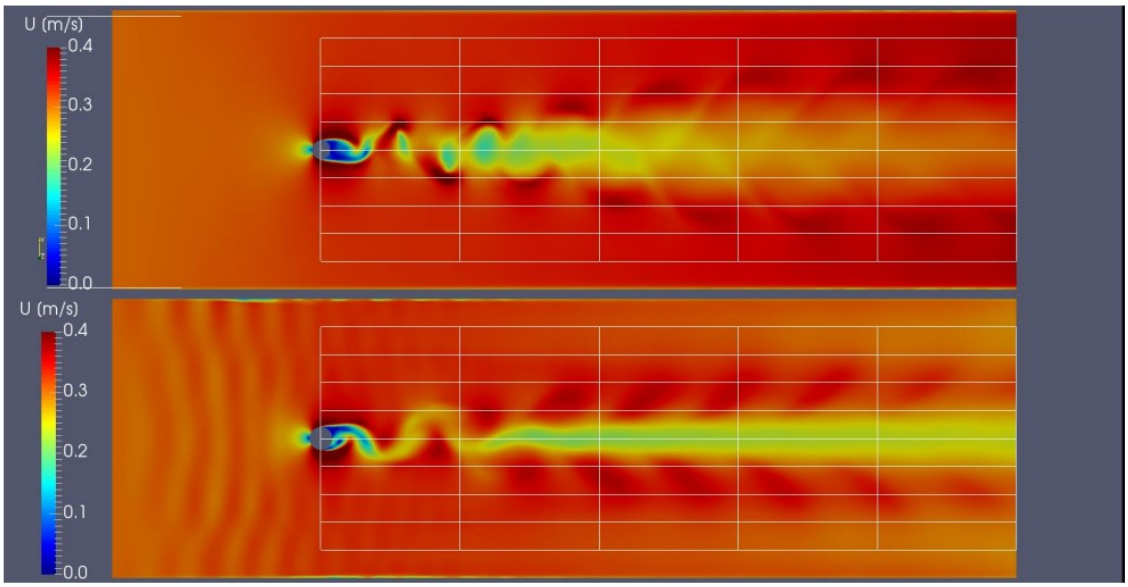
Samtliga ytsediment i utsjön kring Sveriges kust innehåller miljögifter, men halten varierar beroende på område. Högre halter är vanligare närmare kusten än längre ut. Miljögifter i bottensedimenten kan potentiellt spridas i samband med fysisk störning av havsbotten. Miljögifter ackumuleras i tunna skikt och eventuell spridning är begränsad till platser där fysisk störning sker, men kan spridas till nya områden beroende på sedimentspridningen. Utspädning sker därefter i vattenkolumnen. För att bedöma miljöeffekterna från eventuella miljögifter i sediment används de gränsvärden som anges för organiska miljögifter och metaller i Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (2019a).

Konsekvenser till följd av föroreningsspridning bedöms för relevanta aspekter i kapitel 7.

6.4 Fysisk påverkan på havsbotten

Med fysisk påverkan på botten avses direkta ingrepp i botten inklusive ianspråktagande av bottenyta. Den planerade vindparken kommer att permanent ta bottenyta i anspråk. Hur stor yta som tas i anspråk beror främst på vilken typ av fundament som kommer att användas, antal vindkraftverk och hur mycket erosionsskydd som anläggs. Fysisk påverkan sker även temporärt under anläggningsfasen. Anläggning av internkabelnätet utgör den största andelen av vindparksetableringens totala fysiska påverkan på havsbotten varav merparten är temporär. Den maximala bottenytan där det sker en fysisk påverkan i parkområdet för Triton beräknas uppgå till cirka 3,75 km^2 (cirka 1,5 %) av vindparkens totala yta om 250 km^2.

Omstrukturering av botten kan ge en förändrad hydrodynamik som även kan leda till en förändring av bottensubstrat på platsen (Hammar m.fl., 2009). Studier i Danmark (DONG Energy m.fl., 2006) visar på att de hydrografiska förändringarna till följd av en vindpark i drift är minimala och mycket lokala tack vare de stora avstånden mellan verken. Detta bekräftas också i de modelleringar som gjorts för den aktuella lokaliseringen (R.12), se exempel från modelleringen i Figur 22. Bedömning och resonemang om hydrografiska förändringar (som till exempel salthalt och strömförhållanden), fysisk påverkan på botten samt påverkan på relevanta aspekter beskrivs i kapitel 7.



Figur 22. Modellering över hydrografiska förändringar med monopiles.

Fysisk påverkan på havsbotten uppkommer främst vid anläggning av fundament och internkabelnät. En viss fysisk påverkan kan även uppkomma under driftsfasen då jack-up fartyg används i samband med underhåll av fundament och turbiner. Då den fysiska påverkan under driftsfasen uppkommer i en obetydlig omfattning så bedöms påverkansfaktorn endast under vindparkens anläggningsfas.

6.5 Främmande arter

I samband med vindparksetableringen tillförs hårdbottensytor i form av fundament i ett område som naturligt utgörs av mjukbottnar. Sådana strukturer är väl kända för att attrahera många vattenlevande djur och växter. I södra Östersjön domineras hårdbottensytor bland annat av blåmusslor och havstulpaner, tillsammans med associerade organismer, som till exempel märlkräftor och havsborstmaskar (Brzana och Janas, 2016). Utöver den positiva effekten av en rik fauna finns det även en risk att de kan underlätta för främmande arter att etableras, som naturligt inte finns i området (Kerckhof m.fl., 2012). Konsekvenser av planerad vindpark för främmande arter beskrivs i kapitel 7.

Det förekommer installations- och fraktfartyg som använder sig av barlastvatten. För internationella fartyg kan barlastvattnet medföra en risk för att främmande arter sprids. De flesta komponenter kommer dock att fraktas från en slutmonteringshamn i Östersjön direkt till parkområdet, vilket gör att en eventuell risk för spridning av främmande arter i samband med dessa transporter därmed kan avskrivas. En del komponenter kan dock komma att fraktas från internationella tillverkare direkt till parkområdet. Dessa fartyg och samtliga som gör internationella resor, omfattas av barlastkonventionen som inrättats med syfte att förhindra spridning av

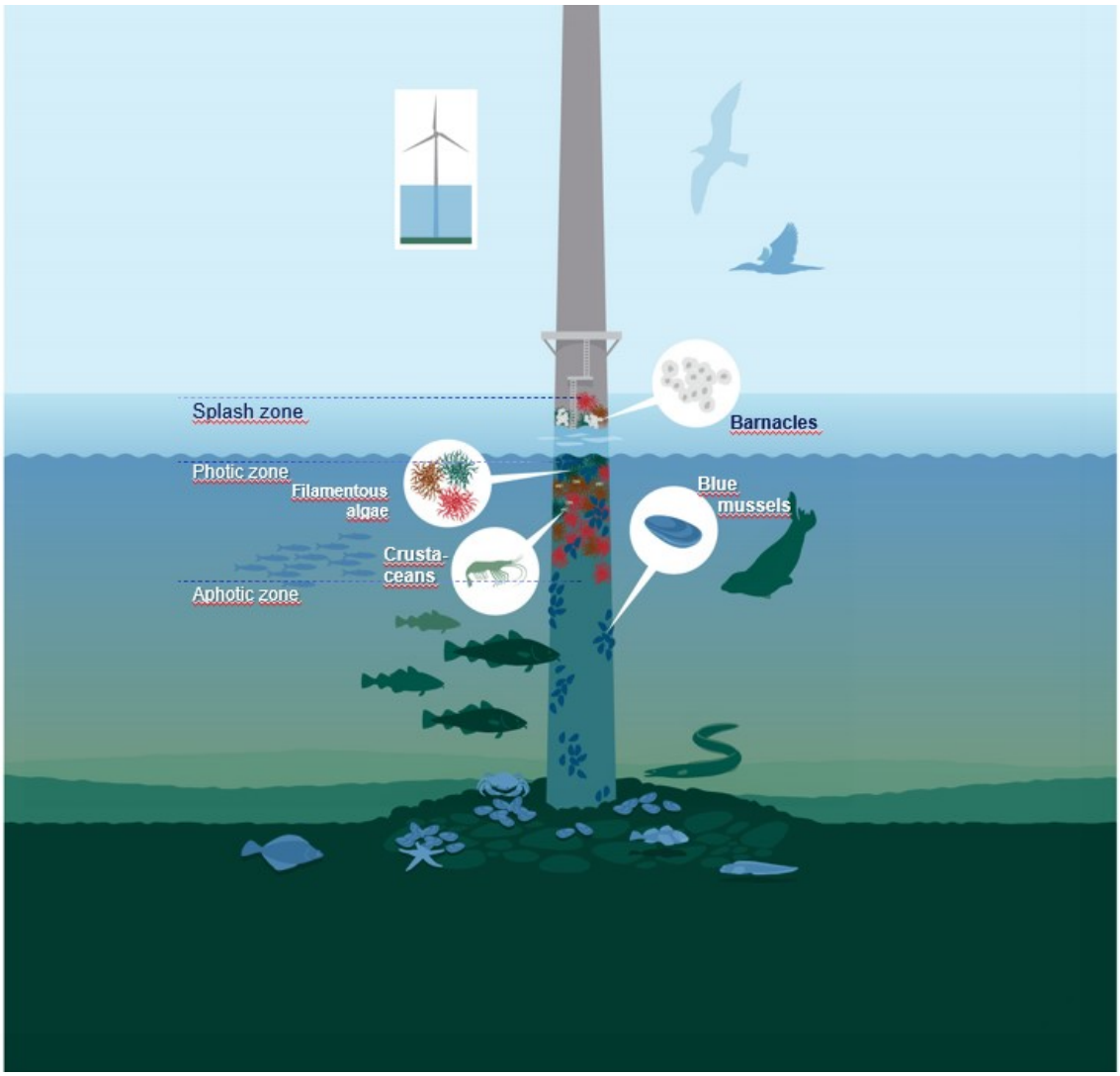
främmande organismer. Med beaktande av barlastkonventionen och gällande regelverk bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig i omgivande miljö och beskrivs således inte vidare i denna MKB.

6.6 Reveffekt

Etableringen av vindkraftverk inom vindparkområdet innebär att artificiella rev bildas som en följd av att fundament tillför en hårdbottenmiljö. Artificiella rev används ofta för att öka mängden fisk inom ett havsområde (Öhman, 2006). Vilka arter som etablerar sig på fundament varierar beroende på områdets naturliga förhållanden (exempelvis salthalt, substrat och djup) och fundamentens konstruktion. Det som är unikt med vindkraftverk jämfört med många andra revtyper är att strukturen penetrerar hela vattenkolumnen från ytan till botten. Det betyder att påverkan inte bara är på botten utan också att en livsmiljö skapas där det annars hade varit öppet vatten.

Blåmusslor och havstulpaner förväntas kolonisera fundaments grundare delar. En etablering av alger som finns i området kan leda till en högre biologisk mångfald eftersom förekomsten av algsamhällen annars är begränsat i Triton, samt att de även kan locka till sig andra arter och fungera som barnkammare för flera fiskarter. Block och stenar som utgör erosionsskydd runt fundament förväntas även bidra med substrat och livsmiljö för bland annat fisk och kräftdjur.

De nya hårdbottenmiljöerna är följaktligen av stor vikt för arter på olika trofinivåer (nivåer i näringskedjan), från algsamhällen till blötdjur, kräftdjur och fiskar. Etablering av fundament och erosionsskydd kan därför vara av betydelse sett ur ett större ekosystemsperspektiv. Figur 23 visar en översikt över möjlig etablering av arter vid det artificiella revet ett havbaserat vindkraftverk utgör, samt det ekosystem det skapar förutsättningar för (Degraer et al., 2020). Bedömning och resonemang om reveffekten beskrivs för relevanta aspekter i kapitel 7.



Figur 23. Översikt över reveffekten vid ett havsbaserat vindkraftverk fördelat över hela vattenpelaren från botten till ytan. Bild OX2, Illustratör Tobias Green.

6.7 Elektromagnetiska fält

Inom vindpark Triton kommer sjökablar att anläggas (internkabelnät). Från vindparken kommer även anslutningskablar till land att anläggas. Kring elkablar bildas elektriska och magnetiska fält, samlat benämnt elektromagnetiska fält. Både växelströms- och likströmskablar genererar elektromagnetiska fält. Växelström genererar ett växlande magnetfält medan likström genererar ett statiskt magnetfält.

Kring sjökablar är det elektriska fältet avskärmat av kablarnas isolering samt av kabelns förläggningsdjup. Styrkan på det magnetiska fältet i en given punkt beror på flera faktorer, som exempelvis den momentana strömstyrkan, hur ledarna ligger i förhållande till varandra och hur djupt kabeln är nedgrävd i botten. Fältet avtar i styrka med avstånd från kabeln.

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

Konsekvenser till följd av elektromagnetiska fält bedöms under driftsfasen i kapitel 7 för internkabelnätet.

6.8 Undanträngning och barriäreffekt

Fåglar kan påverkas av en vindpark genom undanträngning, barriäreffekt och kollision (för kollisionsrisk se 6.9).

Undanträngning uppkommer till följd av störningar från omgivningen så som exempelvis vindkraftverk i drift (närvaron av vindkraftverk, ljud och belysning) eller fartyg. Störningar i exempelvis fåglars födosöksområden kan resultera i undanträngning genom att mat måste sökas på annan plats med ökad konkurrens som följd.

Barriäreffekt innebär att en störning uppkommer i fåglars flygstråk med följd att fåglarna kan behöva navigera om till alternativa stråk. Detta kan leda till ökad energianvändning vilket speciellt kan påverka fåglar som måste passera en vindpark dagligen, exempelvis mellan födosöksområden och övernattningsplatser (Madsen m.fl., 2006).

Även marina däggdjur som kontinuerligt återfinns inom områden kan påverkas av undanträngning av vindparker, framför allt under anläggningsfasen.

I kapitel 7 beskrivs konsekvenser av planerad verksamhet på fågel och marina däggdjur.

6.9 Kollisionsrisk

Etablering av vindkraftverk som står i vägen för naturliga rörelsemönster kan också leda till kollisionsrisk. Med kollisionsrisk för fåglar avses risk för att fåglar kolliderar och skadas av vindkraftverkens rotorblad. Kollisionsrisk för fåglar beror bland annat på vindkraftverkens utformning, exempelvis svepyta och rotationshastighet, vilken höjd fågeln flyger på, vilket undvikandebeteende fågeln har, flyghastighet och antal 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 vindparken (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 denna ligger inom stråk som används av fladdermöss.

I kapitel 7 beskrivs konsekvenser av planerad verksamhet på fågel och fladdermöss.

6.10 Visuell förändring

Den visuella påverkan en vindpark innebär för upplevelsen av ett landskap beror på dess karaktär, skala och användning. Landskap som är bebyggda och ianspråktagna är mer föränderliga och tåliga för påverkan än orörd natur där förändringar är få och långsamma. I opåverkade naturområden finns därför större risk att en storskalig förändring i landskapet medför en påverkan på landskapsbilden jämfört med ett redan bebyggt och ianspråktaget landskap.

Värdefulla kulturmiljöer och landskapsbild skyddas i huvudsak med stöd av miljöbalken, kulturmiljölagen och plan- och bygglagen. Alla värden är dock inte lika känsliga för påverkan.

Med tålighet syftas till hur kulturmiljöer och landskap bedöms kunna ta emot nya inslag utan att områdets karaktär och utvecklingsmöjligheter påverkas påtagligt. Olika landskap har olika förmåga att tåla förändringar. Både kulturmiljöer och landskap kan innehålla

- kunskapsvärden (dokumentvärden, vetenskapliga och pedagogiska värden) som utgörs av bland annat biotoper, fornlämningar eller byggnader,
- upplevelsevärden som ger upphov till känslor av beundran och igenkännande samt
- bruksvärden som handlar om hur områdena används eller kan användas (jordbruk, turism med mera).

I kapitel 7 beskrivs konsekvenser av planerad verksamhet på landskapsbild.

6.11 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 det mekaniska ljudet kunnat elimineras i stor utsträckning genom isolering av maskinhuset och elastisk montering av växellådan. Vindkraftverk utan växellåda saknar detta ljud. 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 vindkraftmodell en specifik ljudeffektnivå (källjud). 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 sett hårt, vilket medför att ljudvågorna har en god reflexionsförmåga och dämpningen blir mindre över hav jämfört med över land.

En exempellayout över den planerade vindparken har tagits fram och använts som underlag för ljudberäkning. Layouten består av 129 vindkraftverk i storleksordning 25 MW och rotordiameter 340 meter.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus har utförts av OX2 med modellen Nord2000 enligt praxis för havsbaserad vindkraft, Figur 24. För denna beräkning har en fiktiv 25 MW vindkraftverk använts som referens med en navhöjd på 200 meter (det vill säga, 340 meter rotordiameter och 370 meter totalhöjd). Faktiskt ljuddata har inte varit tillgänglig eftersom denna typ av vindkraftverk i dagsläget inte finns på marknaden. OX2 har därför uppskattat ljudeffektnivåer och motsvarande frekvensspektrum för det fiktiva vindkraftverket utifrån tillgängliga data från befintliga vindkraftverk.

Resultatet visar att gällande riktvärden för bostäder (40 dBA utomhus) och friluftsområden (35 dBA) från Naturvårdsverket inte överskrids vid kusten. För Triton ligger nivån för 30 dBA långt utanför kusten, vilket också indikerar att lågfrekvent ljud inte kommer vara någon risk för närboende (R.14).

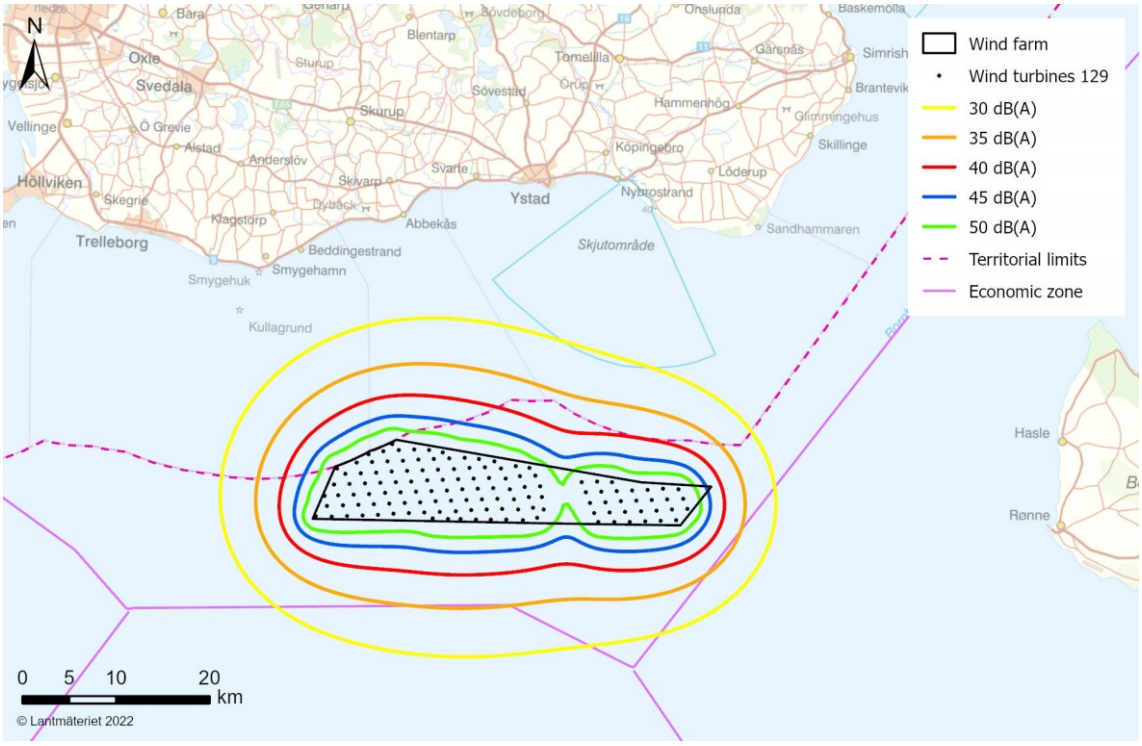
Kompletterande ljudberäkningar har skett utifrån den så kallade danska modellen (Bilaga B.1), vilket är en modell för beräkning av vindkraftljud som rekommenderas av danska miljöstyrningens

förordning ”Bekendtgørelse om støj fra vindmøller, Bekendtgørelse nr 135 af 07/02/2019”. I Figur 25 visas resultaten från denna beräkning. Resultatet visar att riktvärdena för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 39 dB(A) respektive 37 dB(A) inte når någon kust. Samtliga bostäder och områden där låga ljudnivåer bör eftersträvas berörs därmed inte av ljudnivåer över riktvärdena. Enligt det danska regelverket är maximal tillåten ljudnivå följande:

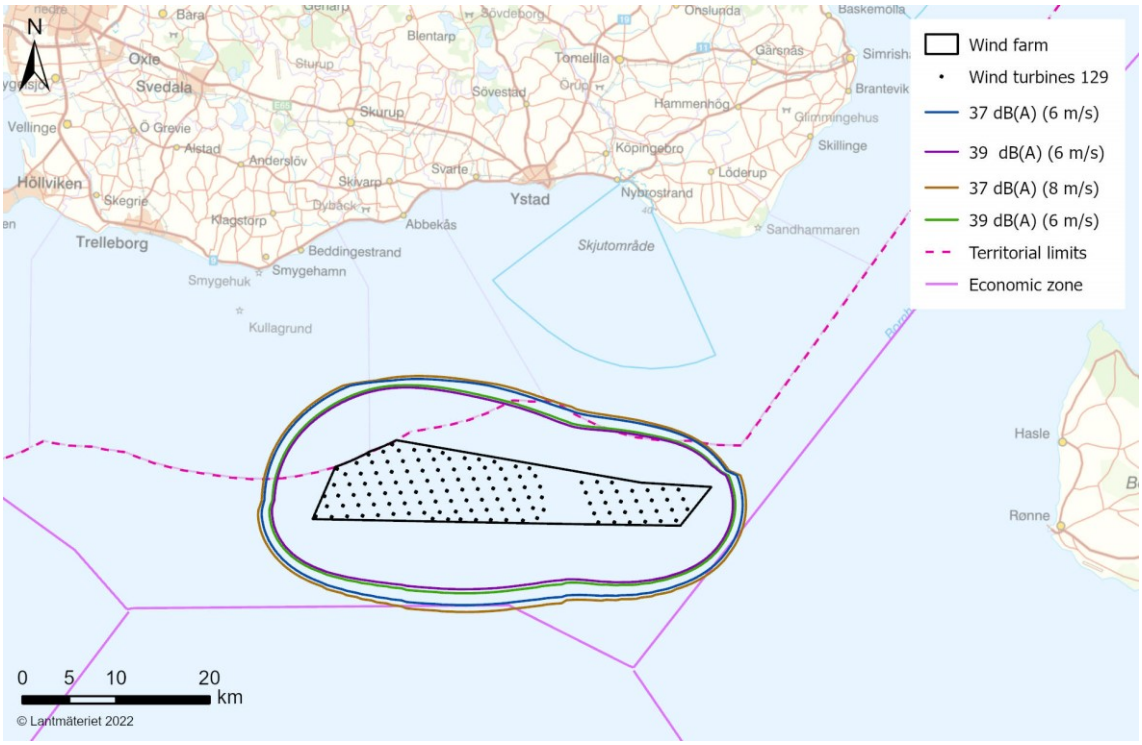
Tabell 16. Maximal tillåten ljudnivån enligt danska regelverket.

	6 m/s	8 m/s
Open land	42 dB(A)	44 dB(A)
Residential areas	37 dB(A)	39dB(A)

Det långa avståndet till kusten, cirka 30 kilometer, medför att ljudet dämpas, därtill har en preliminär utredning av lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5–200 Hz genomförts. Även resultatet av beräkningen av lågfrekvent ljud pekar på att lågfrekvent ljud inomhus inte kommer att överskrida riktvärdet för 20 dB för boende längs med kusterna. Avståndet till kusterna från vindparken medför att ljudet dämpas genom avståndsdämpning som beror på att luften har en viss täthet med reflekterande och absorberande egenskaper.



Figur 24. Ljudutbredning med NORD2000, med exempellayout 129 vindkraftverk med 25 MW-vindkraftverk, vilket är worst case för ljudets spridning i luft.



Figur 25. Ljudutbredning med danska modellen, med exempellayout 129 vindkraftverk med 25 MW-vindkraftverk, vilket är worst case för ljudets spridning i luft.

Konsekvenser för marina däggdjur till följd av luftburet ljud bedöms i kapitel 7.4.

6.12 Skuggning

Vindkraftverk ger upphov till skuggor och reflexer från verkens torn och rotorblad. Tornets skugga ändras efter solens läge likt ett solur, skuggans längd varierar beroende på årstid. När verken är i drift och rotorbladen bryter eller reflekterar solstrålar eller artificiell belysning uppkommer skuggor och reflexer. Idag målas dock rotorbladen på alla moderna verk med en matt antireflexfärg som minimerar problemet med reflexer. Störande reflexer kommer således inte vara något problem för Triton.

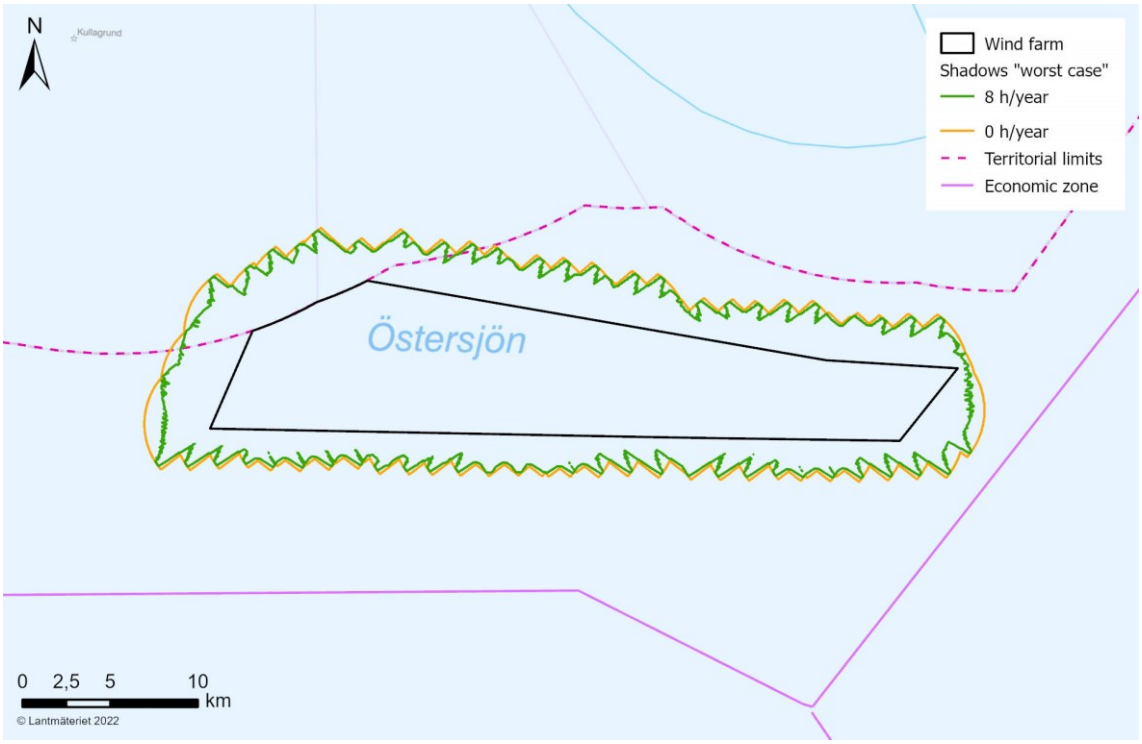
Påverkan från skuggning samt upplevd störning därav beror på flera faktorer så som bland annat solvinkel, tid på dygnet respektive året, väder, siktförhållanden, topografi och vågrörelser. När solen står lågt, vid soluppgång och solnedgång, samt under klara vinterdagar kan skuggor uppfattas på avstånd upp till cirka två kilometer. På dessa avstånd uppfattas de dock endast som diffusa ljusförändringar.

Skuggor kan tränga ner i vattnet men det begränsade siktdjupet innebär att skuggorna inte når djupare vatten.

Skuggutbredning har tagits fram av OX2 för att beskriva skuggpåverkan från vindparken. Worst case med 129 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.

Resultatet från simuleringen visas i Figur 26. Ur figuren kan utläsas att inga skuggor kommer nå fastlandet till följd av det långa avståndet. Skuggor kommer endast att uppkomma på vattnet och i vattnets övre skikt.

I kapitel 7 beskrivs konsekvenser av planerad verksamhet på landskapsbild, friluftsliv, fisk och vattenlevande organismer.



Figur 26. Resultat av skuggsimulering för 129 vindkraftverk av storleken 25 MW. De olika färgerna visar på hur många timmar per år ett visst område kommer vara skuggat.

6.13 Nautiska risker

I en så kallad HAZID (HAZard IDentification workshop) har ett antal nautiska risker identifierats. Nautiska risker kan vara kollisioner mellan fartyg i fartygsstråken och mellan ett fartyg och en segelbåt/fiskebåt, grundstötning och allision (fartyg kommer felaktigt in i vindparken) 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. Konsekvenser av nautiska risker bedöms i avsnitt 7.10.

7 Effekter och konsekvenser

7.1 Klimatnytta och klimatpåverkan

Samlad konsekvensbedömning

Vindparken kommer under dess livstid, från anläggning till avveckling, att på olika sätt påverka klimatet. Under anläggnings- och avvecklingsfasen sker utsläpp av växthusgaser, exempelvis från tillverkning och från transporter, dessa utsläpp kompenseras dock av den fossilfria elproduktion som vindparken medför under driftsfasen.

Miljöns (samhällets och ekosystemets) känslighet för en klimatförändring till följd av antropogent utsläpp av växthusgaser bedöms som hög. En havsbaserad vindpark som Triton kan utgöra en viktig del i samhällets omställning till mer fossilfri elektricitet och minskad klimatpåverkan. Sett till den enskilda vindparken är den globala påverkan på klimatet liten positiv, vilket innebär att det blir en mycket liten positiv konsekvens. Sett till en regional och nationell påverkan (Sveriges utsläpp av växthusgaser), medför verksamheten till en måttlig positiv påverkan med stora positiva konsekvenser. Vindpark Triton kan även bidra till den europeiska elförsörjningen och bidra till klimatnytt genom att ersätta kol- och gaskraft genom elexport till Europa. Den gränsöverskridande påverkan bedöms därför också vara positiv.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för klimatnytta och klimatpåverkan, vilket sammanfattar referensrapport R.1 ”*Tritons klimatnytta och klimatpåverkan*”.

7.1.1 Förutsättningar

Riksdagens mål är 100 % fossilfri elproduktion i Sverige år 2040. Energimyndigheten skriver: ”Det är fullt möjligt att få ett fungerande 100 % förnybart elsystem till 2040-talet. Men det kräver möjligheter för en fortsatt utbyggnad av vindkraft och av elnäten” (Energimyndigheten, 2019).

Vindpark Triton består av 68–129 vindkraftverk med en förväntad årsproduktion på cirka 7,5 TWh. Enligt Skåne läns klimat- och energistrategi kan den förnybara elproduktionen i Skåne främst öka genom utbyggnad av havsbaserad vindkraft. Strategin nämner att marknaden för havsbaserad vindkraft har utvecklats snabbt under de senaste åren och att vindkraft år 2030 kan utgöra en betydligt större del av Skånes energisystem. Enligt strategin ska länsstyrelsen och kommunerna i Skåne förbättra förutsättningarna för vindkraft och verka för att länet är rustat för utbyggnad av havsbaserad kraftproduktion[14].

I den internationella klimatpanelens (IPCC) syntesrapport (AR5) finns en sammanställning av livscykelutsläpp för olika elproduktionsslag[15]. Växthusgasutsläppen räknas i form av gram koldioxidekvivalenter per kilowattimme (g CO_2e/kWh). När det gäller vindkraft är utsläppen, enligt

[14] Länsstyrelsen Skåne, Region Skåne & Kommunförbundet Skåne, Klimat- och energistrategi för Skåne, 2018.

[15] IPCC, Climate change 2014 mitigation of climate change – Working group III contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, chapter 7.8.1, 2014.

deras studie, cirka 11 g CO_2e/kWh[16]. Det finns även livscykelanalyser som resulterar i utsläpp av växthusgaser på mellan 7 och 56 g CO_2e/kWh för vindkraft, beroende på typ av vindkraftverk, geografisk placering och andra förhållanden. Det är små vindkraftverk som står för det högre intervallet. En tysk studies livscykelanalyser har resulterat i växthusgasutsläpp på 7,3 g CO_2e/kWh, för ett genomsnittligt vindkraftverk till havs[17]. Även Vattenfall AB har genomfört livscykelanalyser för nyare (landbaserade) vindkraftverk, som resulterat i lägre växthusgasutsläpp, på 6–7 g CO_2e/kWh[18]. Enligt IPCC genererar havsbaserad vindkraft 1 g CO_2e/kWh mer än landbaserad[19]. Därav kan det, utifrån Vattenfalls studie, antas att vindpark Triton resulterar i koldioxidutsläpp på cirka 8 g CO_2e/kWh[20]. Då produktionen från aktuella vindkraftverk förmodas vara betydligt högre än de landbaserade som livscykelanalysen baseras på kan dock koldioxidutsläppen förväntas vara lägre än 8 g CO_2e/kWh för vindpark Triton (R.1).

Beräkningarna för rimlig ersättningsmix grundar sig på bedömningen från Nätverket vindkraftens klimatnytta (2019)[21], och grundas på att den samlade klimatnyttan med vindkraft är i storleksordningen 600 g/kWh. Detta är en samlad bedömning utifrån flera olika studier (R.1)

Med antagandet att elförbrukningen för ett hushåll är 5000 kWh/år[22, 23], kan vindpark Triton förse 1,5 miljoner hushåll med el, eller räcka för att driva cirka tre miljoner elbilar (baserat på att en bil i snitt kör 1200 mil per år och att elbilen drar 2 kWh/mil)[24].

7.1.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för klimat. I Tabell 17 visas vilka påverkansfaktorer som bedömts och i vilken fas.

Tabell 17. Bedömda påverkansfaktorer för klimatpåverkan och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Utsläpp av CO_2e	x	x	x

[16] Energimyndigheten, Vindkraftens resursanvändning http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/strategi-for-hallbar-vindkraftsutbyggnad/vindkraftens-resursanvandning_slutversion-20210127.pdf

[17] Hengstler, J. et. al. (2021) Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. Climate Change | 35/2021

[18] Vattenfall, Nya vindkraftverk ger lägre klimatavtryck https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/nyheter/2019/nya-vindkraftverk-ger-lagre-klimatavtryck

[19] Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, New York: Cambridge University Press, p. 1,335.

[20] Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, New York: Cambridge University Press, p. 1,335.

[21] Nätverket vindkraftens klimatnytta består av OX2 och fem andra aktörer. Läs mer här: https://www.klimatnytta.nu/.

[22] Energimyndigheten, Normal elförbrukning och elkostnad för villahttps://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-villa/

[23] Energimyndigheten, Normal elförbrukning och elkostnad för lägenhet https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-lagenhet/

[24] Vattenfall, Räcker elen till bilarna? https://www.vattenfall.se/fokus/eldrivna-transporter/racker-elen-till-elbilarna/

Energimyndigheten har i sin rapport år 2021[25] sammanfattat nuläget kring vindkraftens resursanvändning i *”Vindkraftens resursanvändning - Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp*”. I Energimyndighetens rapport framgår att det i princip inte uppstår några växthusgasutsläpp vid själva elproduktionen från ett vindkraftverk. Vindkraft är bland de kraftslag som har lägst växthusgasutsläpp.

I en livscykelanalys är det utsläpp till följd av tillverkning, råmaterial, montering, underhåll, nedmontering och materialåtervinning som ger vindkraftens samlade påverkan per producerad kWh. Vid tillverkningen 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 och avfallshantering/återvinning. Denna insatsenergi brukar jämföras med hur mycket energi som produceras under vindkraftverkets livslängd.

För havsbaserad vindkraft 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[26]. Större vindkraftverk (högre installerad effekt) är mer effektiva ur detta perspektiv än mindre vindkraftverk, och det tar därför kortare tid för stora vindkraftverk att producera lika mycket elektricitet som motsvarar insatsenergin.

De vindkraftverk som är aktuella vid tiden för planering av vindpark Triton 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 driftperioden.

Anläggande 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. Beräkningar för vindpark Triton visar att vindpark Triton genererar utsläpp av växthusgaser motsvarande 7,3 g CO_2e/kWh. Vid jämförelse med rimlig ersättningsmix[27] är den förväntade utsläppsreduktionen 4,5 miljoner ton CO_2/kWh, vilket motsvarar cirka 10 % av Sveriges territoriella utsläpp år 2020[28].

I Tabell 18 ses en jämförelse mellan utsläpp av växthusgaser från vindkraft, kol, olja och naturgas.

[25] Energimyndigheten (2021) Vindkraftens resursanvändning. Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp.

[26] Hengstler et al., Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf

[27] Beräkningarna för rimlig ersättningsmix grundar sig på bedömningen från Nätverket vindkraftens klimatnytta (2019), av att den samlade klimatnyttan med vindkraft är i storleksordning 600 g/kWh. Detta är en samlad bedömning utifrån flera olika studier.

[28] Naturvårdsverket, 2019 Territoriella utsläpp och upptag https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag

Tabell 18. Beräknade årliga utsläpp från olika energikällor baserat på 7,5 TWh årlig produktion.

Energikälla	g CO_2e/kWh	Årligt utsläpp av CO_2e, årlig produktion 7,5 TWh
Vindkraft	7,3[1]	0,055 miljoner ton
Kol	740[2]	5,5 miljoner ton
Olja	510[2]	3,8 miljoner ton
Naturgas	290[2]	2,2 miljoner ton

[1] Vindpark Tritons beräknade utsläpp
[2] Lägsta värde enligt IPCC 2014

Som ses i tabellen ovan skulle utsläppen av växthusgaser uppgå till mellan cirka 40 och 100 gånger så mycket från fossila bränslen jämfört med vindkraft. Beroende på vilken typ av elproduktion som Triton tränger ut (kol, olja eller gas) kan verksamheten reducera utsläppet av växthusgaser, för samma produktion, till cirka 1–2 %.

*Tabell 19. Bedömd konsekvens för klimatpåverkan. *Med mottagaren avses här atmosfären som tar emot de CO2-utsläpp som genereras.*

Påverkansfaktor	Mottagarens* känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Minskade utsläpp av CO_2e	Hög	Stor positiv	Mycket positiv

Den sammantagna bedömningen av påverkan i form av minskade CO_2-utsläpp för hela vindpark Tritons livscykel är att den ger en mycket stor positiv konsekvens för klimatet och omställningen till förnybar elproduktion.

7.1.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Den utredning om genomförts för projektets påverkan på klimat visar, som framgår ovan att konsekvenserna för minskade utsläpp av CO_2 är mycket positiv. Den gränsöverskridande påverkan bedöms även vara positiv i ett gränsöverskridande perspektiv då klimatet är en global fråga som inte har några nationella gränser.

För att klara Parisavtalets temperaturmål behöver världen halvera de årliga utsläppen av växthusgaser under de kommande åtta åren enligt FN:s miljöprograms senaste rapport från 2022 (UNEP Emissions Gap Report, 2022). Det krävs en snabb global omställning bort från fossila bränslen tillsammans med en rad andra åtgärder som sänker utsläppen av växthusgaser. Vindpark Triton bidrar till att uppnå de gemensamma klimatmålen.

Vindpark Triton kan även bidra till den europeiska elförsörjningen och bidra till klimatnytta genom att ersätta kol- och gaskraft genom elexport till Europa.

7.2 Bottenflora och bottenfauna

Samlad konsekvensbedömning

Det finns inga förutsättningar för bottenflora inom parkområdet på grund av det aktuella djupet samt att botten utgörs av mjukbotten. Påverkan på bottenfauna uppstår främst under anläggningsfasen från sedimentspridning och fysisk påverkan på botten vid installation av fundament och det interna kabelnätet. Utöver detta kan påverkan uppstå under driftsfasen från hydrografiska förändringar, substratförändringar och elektromagnetiska fält. Andelen bottenytor som permanent och tillfälligt påverkas genom fysisk påverkan eller substratförändringar från vindparken och internt kabelnät är mycket liten. Den sedimentspridning som uppstår vid installation av fundament och internt kabelnät är begränsad i omfattning och tid. För samtliga påverkansfaktorer bedöms konsekvenserna vara försumbara förutom för substratförändringar, som bedöms som liten positiv. Vindparken kan även medföra positiv påverkan genom bildandet av artificiella rev och begränsning av bottentrålning.

Påverkan på bottenflora och bottenfauna bedöms som mycket lokal och bedöms inte leda till någon gränsöverskridande påverkan.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för bottenflora och bottenfauna, vilket sammanfattar referensrapport R.2 *”Bottenmiljö och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne”.*

7.2.1 Förutsättningar

Miljön i området är starkt påverkad av inflöden av saltare vatten från Kattegatt, via Öresund och Bälthavet samt sötvatteninflöden från vattendrag som mynnar ut i Östersjön. Bräckvattenförhållandena i denna del av Östersjön påverkar artsammansättningen, med mer marina arter i de djupare delarna med en högre salthalt och fler brackvattensarter i de grundare områdena samt längre österut där salthalten är lägre.

Botten inom vindparksområdet utgörs uteslutande av mjuka ytsubstrat. De ytliga jordarterna utgörs av postglacial lera, lergyttja och gyttjelera, se Figur 4. Därmed utgörs hela det aktuella området av ackumulationsbotten, där lera, silt och organiskt material ansamlas och sedimenterar. Även djupförhållandena är likartade inom området och varierar endast mellan 43 och 47 meter, med ett medeldjup på 45 meter. De flesta organiska miljöföroreningar ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material och kan därmed ansamlas i dessa områden. AquaBiota har gjort en sedimentprovtagning i juni 2022. Sedimentprovtagningen utfördes i ett antal punkter inom vindpark Triton för att kartlägga sedimentens eventuella innehåll av miljöstörande ämnen. Resultatet visar att halterna av metaller är genomgående låga, motsvarande i klass 2 och uppvisar låg variation mellan de olika provtagningsstationerna. En del halter är högre men genomgående endast höga i ytskiktet. Arsenik avviket som något förhöjd mot bakgrund, men uppvisar jämn halt över både djup och provpunkter varför denna förhöjning bedöms som en naturlig variation. Tennorganiska föreningar detekterades genomgående endast i ytliga sediment, med några förhöjda värden (R.18).

Inventeringsdata av bottenfauna har inhämtats från undersökningar både inom Tritons planerade verksamhetsområde och i områden runt omkring med liknande förutsättningar, tillsammans med information om områdets fysikaliska förhållanden från SMHI och SGU. Under juni och augusti år 2021 utförde AquaBiota på uppdrag av OX2 kompletterande CTD-mätningar (konduktivitet,

temperatur och djup) inom det aktuella området för vindpark Triton med syftet att erhålla information om områdets vattentemperatur, salthalt och syreförhållanden på olika djup från ytan ned till botten.

Bottenfaunan domineras av djur som lever nedgrävda i sediment, så kallad infauna. Bottenhuggundersökningar som utförs inom vindparksområdet visar att faunan främst utgörs av djurgrupperna havsborstmaskar, kräftdjur och blötdjur (musslor och snäckor). Den mest artrika gruppen i området är havsborstmaskar. Vanligt förekommande arter inom området är östersjömussla (*Macoma balthica*), kommakräftan (*Diastylis rathkei*), samt snabelsäcksmaskarna (*Halicryptus spinulosus*, *Priapulus caudatus*) (ICES, 2020; SMHI Shark, 2020; Gogina m.fl., 2016). Då såväl bottensubstrat som djup är liknande inom hela vindparksområdet så förväntas bottenfaunan ha en relativt homogen artsammansättning inom hela parkområdet.

Under sommaren år 2019 utfördes videoundersökningar av epifauna (djur som lever på botten) inom det angränsande Natura 2000-området. I samband med videoundersökningarna klassificerades de delar av Natura 2000-området som angränsar till parkområdet som mjukbotten med gles fauna (HELCOM HUB-biotopen, AB.H2T) (Länsstyrelsen Skåne, 2020). Då både Triton vindparksområde och angränsande delar av Natura 2000-området utgörs av djupa mjukbottnar förväntas bottenfaunan ha en liknande sammansättning av arter. Två rödlistade arter har observerats på mjukbottnarna i det intilliggande Natura 2000-området och förutsättsättningar finns för att de även förekommer inom parkområdet (SMHI Shark, 2020; Gogina m.fl., 2016). Dessa två arter är havsborstmasken *Alkmaria romijni* och trubbig sandmussla (*Mya truncata)* (SLU Artdatabanken, 2020; HELCOM, 2013). Det finns även fynd av oidentifierade havsanemoner, som eventuellt kan vara arten hoppanemon (*Stomphia coccinea)*, (Länsstyrelsen Skåne, 2020) bedömd som sårbar enligt den nationella rödlistan (SLU Artdatabanken, 2020).

Kompletterande modelleringar gjorda för det specifika vindparksområdet visar att arter som är vanligt förekommande på lokaler inom vindparksområdet samt i områden omkring, förväntas återfinnas inom stor del i Triton-området.

AquaBiota har utfört ett antal fältundersökningar i området under sommaren 2021 och 2022 (R.23). Under juni och augusti 2022 genomfördes videoundersökningar vid totalt 50 stationer för att undersöka den epibentiska faunan (djur som lever på havsbotten) i parkområdet. Totalt observerades 18 taxa, varav pungräkor (*Mysidacea*) utgjorde den vanligaste observationen. Flundrefiskar av arterna sandskädda (*Limanda limanda*), rödspätta (*Pleuronectes platessa*) och skrubbskädda (*Platichthys flesus*) observerades vid ett fåtal stationer. Vid en station i centrala delen av parkområdet observerades två individer av vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*). Orangefärgade strukturer som troligtvis var snabelsäcksmaskar/slemmaskar (*Priapulida/Nemertea CF*) var relativt vanliga på botten och observerades vid 31 av 50 stationer. Inga rödlistade arter noterades inom området. Alla stationer utgjordes av vegetationsfria lerbottnar med ett sparsamt makrofaunasamhälle och klassificerades därmed som AB.H2T enligt HELCOM HUB.

Under juni 2022 utfördes bottenhugg vid 30 stationer inom parkområdet, för att undersöka infaunan (djur som lever nedgrävda i sedimentet). Totalt noterades 22 taxa, varav 17 identifierades till art. Havsborstmaskar utgjorde den artrikaste faunagruppen med totalt 14 taxa följt av musslor (5 taxa), kräftdjur (2 taxa) samt snabelsäckmaskar (1 taxon). Den vanligaste förekommande arten i området och som påträffades i samtliga 30 prover utgjordes av havsborstmasken *Scoloplos armiger*. Därefter var östersjömussla (*Macoma balthica*) och kommakräftan *Diastylis rathkei* vanligt förekommande arter då det förekom vid 29 respektive 27 av 30 stationer. Inga rödlistade arter påträffades i proverna. Biotopsklassificeringen enligt

HELCOM HUB resulterade i fyra olika biotoper, där biotopen lerbotten dominerad av *Macoma balthica* (AB.H3L1) var dominerande. Enligt HELCOM:s rödlista av hotade habitat och biotoper påträffades två hotade biotoper inom området, afotisk lerbotten dominerad av islandsmussla (AB.H3L3) och afotisk lerbotten dominerad av astartemusslor (AB.H3L5). Dessa biotoper återfanns på totalt nio stationer inom parkområdet, främst i västra och östra delen av området.

Bottnarna inom parkområdet för Triton består uteslutande av ackumulationsbottnar, vilket innebär att sedimentpartiklar ligger kvar på botten så länge ingen störning på botten sker. I samband med sedimentspridningen riskerar även miljögifter och näringsämnen som finns i sedimenten att spridas i området.

7.2.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för bottenflora och bottenfauna. Inga behov av specifika skyddsåtgärder utifrån påverkan på bottenmiljöer har identifierats, därmed görs konsekvensbedömningarna utan skyddsåtgärder. Konsekvensbedömningarna görs utifrån en worst case-ansats för respektive påverkansfaktor.

På grund av en avsaknad av vegetation i vindparksområdet bedöms inte påverkansfaktorer som endast berör bottenflora, som exempelvis påverkan av skuggning från vindkraftverken. Av samma anledning inkluderar bedömningarna endast påverkan på bottenfaunan i området med undantag för påverkansfaktorn substratförändringar där mottagaren även inkluderar bottenflora eftersom fundamenten även erbjuder nytt hårt substrat till alger som annars saknas i området.

Tabell 20. Bedömda påverkansfaktorer under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Asterisk (*) visar vilka påverkansfaktorer och vilka faser som ingår i bedömningar av kumulativa effekter (Kapitel 8).

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysisk påverkan	x		
Suspenderat sediment och sedimentation*			x
Miljögifter och näringsämnen*	x		x
Främmande arter	x	x	x
Substratförändringar*		x	
Elektromagnetiska fält		x	
Hydrografiska förändringar		x	

Anläggningsfas

Påverkan på bottenfaunan under anläggningsfasen uppkommer främst i samband med anläggning av fundament och det interna kabelnätet. Även anläggningsundersökningar ger upphov till viss påverkan.

Fysisk påverkan

Olika typer av undersökningar för kartläggning av havsbotten samt geotekniska och geofysiska undersökningar utförs inför projektering och installation. De geofysiska undersökningarna innebär inga fysiska ingrepp på botten och därmed inte heller någon påverkan eller negativa konsekvenser för bottenflora och bottenfauna. Vid geotekniska undersökningar såsom borrning eller provtagning i bottensediment kan viss påverkan uppkomma på bottenflora och bottenfauna. Direkt fysisk påverkan till följd av dessa undersökningar är ytterst lokal och tillfällig. Även sedimentspridning i samband med undersökningarna bedöms bli högst lokal. Känsligheten hos bottenflora och bottenfauna är måttlig för fysisk påverkan till följd av undersökningar. Sammantaget, till följd av högst lokala effekter och att endast mycket små ytor tas i anspråk,

förväntas påverkans storlek och omfattning vara obetydlig och konsekvenser för bottenfloran och bottenfaunan försumbara.

Vid anläggning av vindparken uppkommer en direkt fysisk störning av havsbotten vid installation av vindkraftsfundament, erosionsskydd, transformatorstationer och nedläggning av kablar i internkabelnätet. Vid grävning och borrning riskeras påverkan på växter och djur som inte kan flytta på sig eller som kan täckas över. Den maximala fysiska påverkan som vindparkens bottenanspråk kan ge upphov till har räknats utifrån ett worst case-scenario, Tabell 21.

Tabell 21. Projektets angivna ytor som tas i anspråk vid användning av olika typer av vindkraftsfundament samt transformatorstationer/plattformar (worst case-scenario).

	Monopile	Fackverk	Fackverk: Suction bucket	Gravitations-fundament	Transformator-stationer/ plattformar
Antal	129	129	129	129	6
Totalt bottenanspråk med erosionsskydd (km²)	0,206	0,092	0,365	0,497	0,034
Andel anspråkstagen yta (%)	0,08	0,037	0,15	0,20	0,014

Det interna kabelnätet beräknas i ett worst case-scenario omfatta en längd om 300 kilometer. Då området utgörs av mjukbottnar antas kabelinstallation ske genom nedspolning, där spolgravens bredd beräknas till 0,5 meter och dess djup till 1,5 meter. Den direkta påverkade bottenytan beräknas totalt uppgå till tre km^2, vilket motsvarar cirka 1,2 % av parkområdets totala yta.

För att installera vindkraftverk och transformatorstationer/plattformar används vanligen jack up-fartyg som förankras på botten temporärt för installationsarbeten. Beräkningarna av fysisk påverkan utgår ifrån att det i ett worst case-scenario krävs fyra jack up-fartyg vid varje anläggningsplats. Totalt beräknas den totala bottenytan som påverkas av jack up-fartyg uppgå till cirka 0,22 km^2, vilket motsvarar cirka 0,09 % av parkområdets yta i ett worst case-scenario.

Sammantaget har den maximala fysiska påverkan (worst case-scenario) som anläggning av vindparken kan ge upphov till beräknats, se Tabell 22.

Tabell 22. Andelar av parkområdets totala bottenyta som påverkas vid anläggning av fundament, erosionsskydd, transformatorstationer och internkabelnät samt jack up-fartyg vid montering av vindkraftsfundament.

	Gravitations-fundament	Erosionsskydd	Transformatorstationer/plattformar	Erosionsskydd	Internkabel-nät	Jack up-fartyg	Totalt
Yta (km²)	0,25	0,24	0,00094	0,033	3	0,22	3,75
Yta (%)	0,1	0,1	0,00036	0,013	1,2	0,09	1,50

De ytor som kan komma att beröras av fysisk påverkan, i ett worst case-scenario, utgör en mycket liten del av parkområdets totala bottenyta (cirka 1,5 %). Vid de bottenytor som tas i anspråk av fundament och erosionsskydd erhålls en övergång från mjukt till hårt substrat, vilket skapar förutsättningar för bildandet av artificiella rev.

En återetablering av bottenlevande organismer kommer att kunna ske på de ytor som påverkats av arbeten i samband med anläggning av internkabelnät samt där stödben har förankrats i botten. Opportunistiska arter av havsborstmaskar, rundmaskar och kräftdjur är snabba på att

återkolonisera muddrade mjukbottnar medan återkolonisation av mer långlivade arter som exempelvis vissa arter av musslor tar längre tid (Hammar m.fl., 2009). Tiden för återhämtningen varierar stort mellan olika områden men Hammar m.fl. (2009) skriver att återhämtningen av en muddrad yta vanligtvis är 1–3 år men att successionsprocesserna normalt är långsammare på djupa än på grunda bottnar.

Inom parkområdet pågår i dagsläget ett bottentrålningsfiske som medför en fysisk påverkan på bottenmiljön. Bottentrålningen har dock minskat de senaste åren till följd av fiskestopp, men en viss bottentrålning pågår fortfarande (Havs- och vattenmyndighetens VMS databas, 2021). Trots att bottentrålningsfisket har minskat på senare år orsakar det en större fysisk påverkan på bottenmiljön, som dessutom är kontinuerlig, än vad som uppkommer i samband med anläggningen av vindpark Triton. Vid anläggning av vindparken kommer bottentrålningen att begränsas, vilket leder till en minskad fysisk påverkan under de år som vindparken är i drift.

Känsligheten för bottenfaunan i området bedöms som måttlig för påverkansfaktorn fysisk påverkan men då bottenytorna som berörs utgör en mycket liten andel av parkområdets totala yta så bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig, vilket resulterar i en försumbar konsekvens (Tabell 23).

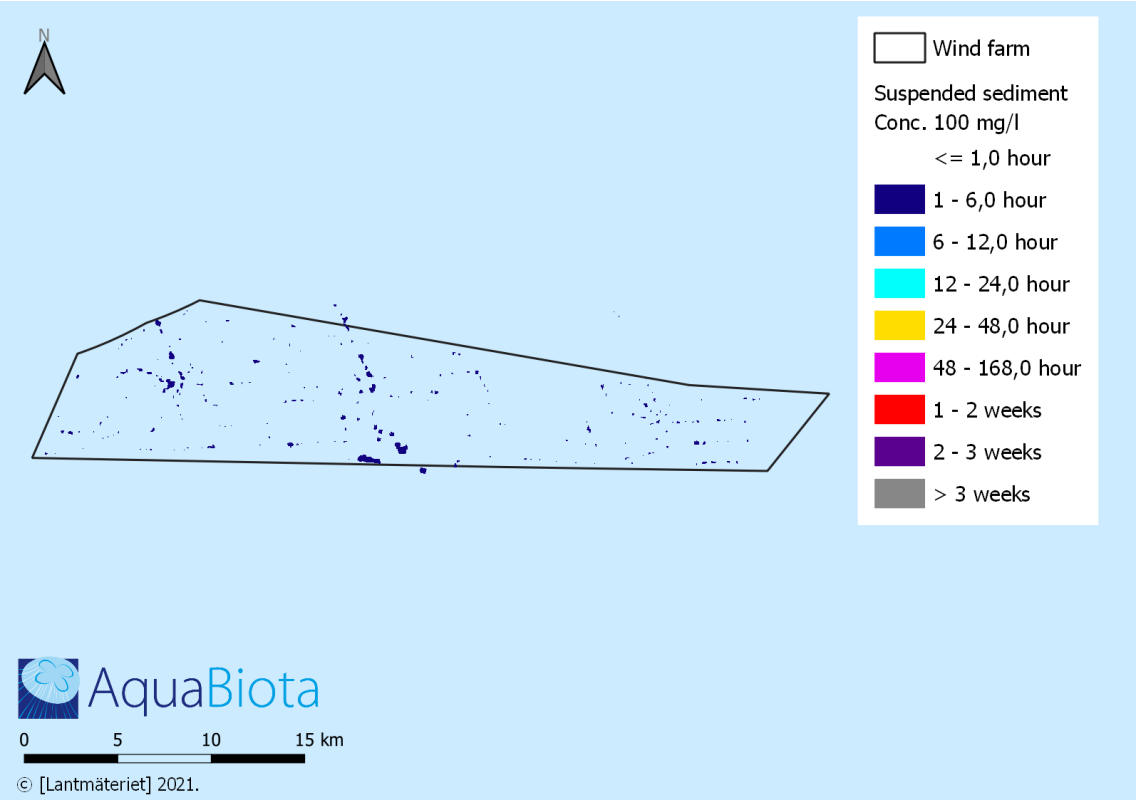
Tabell 23. Konsekvensbedömning av fysisk påverkan på bottenfaunan i samband med anläggning av vindparken.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Suspenderat sediment och sedimentation

Vid installation av fundament, erosionsskydd och kabelnedläggning uppkommer sedimentspridning med tillfälligt förhöjda halter av suspenderade partiklar i vattnet som sedan sedimenterar på bottnen.

Modelleringar har utförts för suspenderat sediment och sedimentpålagringar (referensrapport R.10). Modelleringarna bygger på att alla fundament och kablar anläggs sekventiellt men resultaten sammanfattas i en och samma karta, se Figur 27. De angivna sedimenthalterna och varaktigheterna som visas i kartan kommer aldrig att inträffa över hela området vid ett och samma tillfälle, utan förväntas uppkomma vid olika tidpunkter beroende på var arbete utförs inom området. Sedimentet släpps ut två meter ovanför havsbotten och då det är påverkan på bottenfaunan som bedöms så redovisas koncentrationerna av suspenderat sediment som ett medelvärde av de tio nedersta meterna. Suspenderat sediment med halter över 100 mg/l uppkommer i en begränsad omfattning i området, främst runtomkring de borrade fundamenten. Varaktigheten av 100 mg/l uppgår som längst till cirka sex timmar inom en yta om 6,4 km^2 vilket motsvarar cirka 2,5 % av områdets totala yta (Figur 27).



Figur 27. Simulering av varaktigheten av 100 mg/l suspenderat sediment vid anläggning av fundament och kablar inom vindpark Triton. Varaktigheten för halten baseras på ett medelvärde mellan botten och 10 meter däröver.

De flesta bottenlevande djur är toleranta för tillfälliga höjningar av suspenderat sediment, men långvarig exponering kan påverka vissa filtrerande arter negativt. Påverkan av sedimentation varierar mellan olika arter (Last m.fl., 2011) och är beroende på ett flertal faktorer, där mängden sedimenterat material, den totala tiden som organismerna täcks över (exponeringstid) samt sedimentpartiklarnas storlek är av stor betydelse. 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 bottnarna. Fastsittande organismer och djur med begränsad förmåga att gräva sig upp genom sedimentet kan kvävas vid långvarig övertäckning (Essink, 1999).

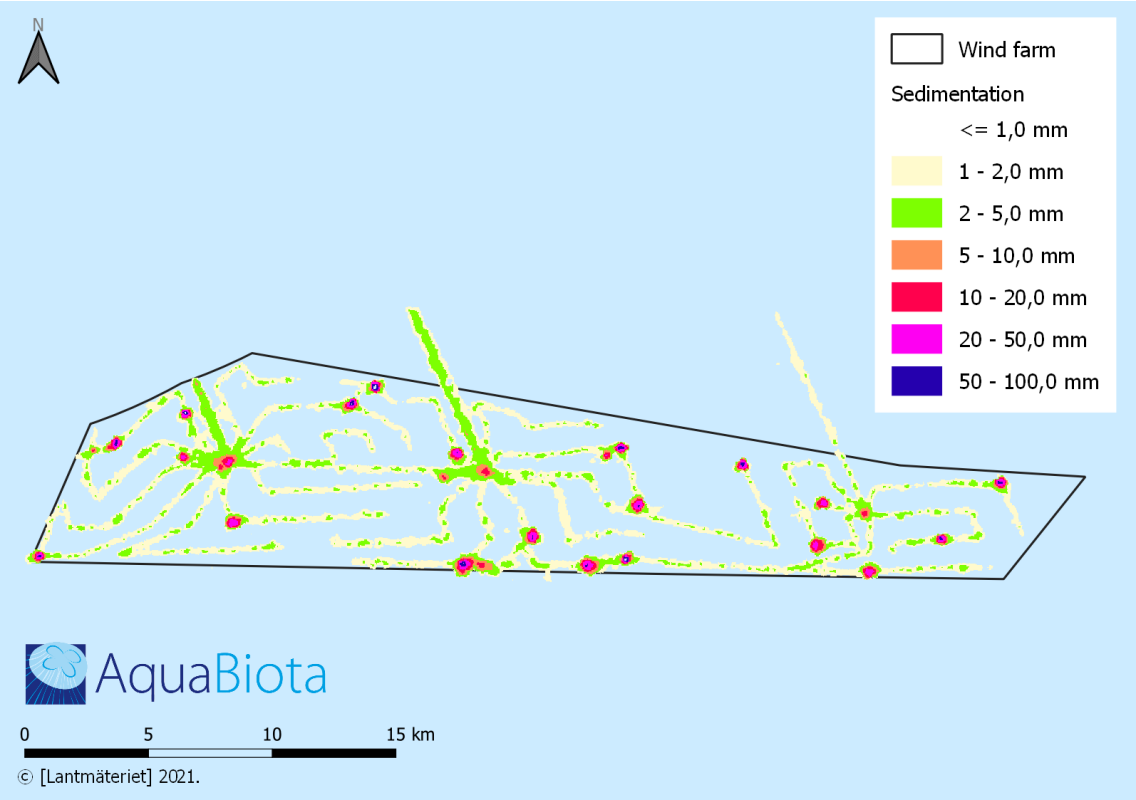
Bottenfaunan inom det planerade vindparksområdet utgörs främst av olika arter av infauna som antingen är rovdjur eller depositionsätare (äter dött organiskt material). De tillfälligt förhöjda halterna av suspenderat sediment som uppkommer i samband med anläggning av vindparken påverkar inte dessa arters födointag. Förekomsten av filtrerande djurarter som kan vara känsliga för påverkan av suspenderat sediment är begränsad i Triton-området. Generellt är djur på mjukbottnar mer anpassade till förhöjda halter av suspenderat sediment än djur som lever på bottnar med grövre substrat.

Sammantaget bedöms bottenfaunan i området därmed ha en liten känslighet för påverkansfaktorn. Sedimenthalter på 100 mg/l uppkommer som längst under cirka sex timmar inom ett begränsat område, vilket leder till att påverkansfaktorn bedöms som obetydlig. Detta ger sammantaget en försumbar konsekvens för bottenfaunan i parkområdet (Tabell 24).

Tabell 24. Konsekvensbedömning av suspenderat sediment för bottenfauna i parkområdet.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Suspenderat sediment	Liten	Obetydlig	Försumbar

Lokalt, omkring 50 meter runt de borrade fundamenten, uppgår sedimentationen till 50–100 millimeter inom en yta som motsvarar 0,13 % av vindparksområdets totala yta. Sedimentpålagringar över fem millimeter uppkommer inom en yta som motsvarar cirka 2 % av parkområdets totala yta (Figur 28).



Figur 28. Simulering av sedimentation vid anläggning av fundament och kablar inom vindpark Triton.

Sedimentationen i samband med anläggningen av vindparken kommer att ske successivt, vilket ger möjligheter för organismerna att anpassa sig kontinuerligt. Bottenfaunan inom vindparkens område utgörs främst av mobila arter som vid sedimentpålagringar kan gräva sig upp, och därför bedöms som toleranta för den sedimentation som uppkommer inom Triton. Även om en viss ökad energiförbrukning förväntas uppkomma för de individer som lokalt kan täckas över så bedöms inte anläggningen av vindparken medföra någon betydande påverkan på bottenfaunan i området till följd av sedimentation.

Sammanfattningsvis bedöms bottenfaunan i området ha en liten känslighet för påverkansfaktorn och med tanke på de begränsade ytorna som berörs av större sedimentpålagringar (> 50 millimeter) bedöms påverkans storlek bli obetydlig. Konsekvensen av sedimentation bedöms därför vara försumbar för bottenfaunan i området (Tabell 25).

Tabell 25. Konsekvensbedömning av sedimentation för bottenfaunan i vindparksområdet.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentation	Liten	Obetydlig	Försumbar

Föroreningsspridning

Utifrån de bottenundersökningar som gjorts av SGU inom och utanför Triton samt antaganden som ligger till grund för modellering av sedimentspridning (R.10) under anläggningsfasen har en bedömning av potentiell påverkan från spridning av organiska miljögifter och metaller till vattenmiljön gjorts för suspenderat sediment, men också spridning till andra platser när det senare sedimenterar. För att bedöma effekterna är utgångspunkten de gränsvärden som anges för vissa organiska föreningar och metaller i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (2019a). Med beaktande av den mängd sediment som utifrån gjorda antaganden kan komma att spridas, tidsförloppet för spridningen (det vill säga uppehållstiden i vattenmassan), vattenvolymen som spridningen sker i samt de uppmätta halterna av de undersökta organiska föreningarna och metallerna, föreligger det ingen risk för negativ påverkan på bottenfauna under anläggningsfasen och därefter.

Parkområdet domineras av infauna-arter, som kontinuerligt exponeras för de halter som finns i sedimenten. Det är främst djur som lever ovanpå sedimentytan (epibentiska organismer) som potentiellt skulle kunna exponeras för tillfälligt högre halter av suspenderade miljögifter i samband med anläggningen av vindparken. Eftersom parkområdet har en sparsam epifauna bedöms bottenfaunans känslighet som måttlig. Även om halterna för vissa av de organiska föreningarna och metallerna överskrider eller är strax under gränsvärdena medför sedimentspridningen en utspädningseffekt då sediment omlagras och sprids i vattenpelaren. Trots en måttlig känslighet hos bottenfaunan bedöms påverkans omfattning och storlek som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens (Tabell 26).

Tabell 26. Konsekvensbedömning av spridning av miljögifter och näringsämnen i samband med sedimentspridning.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Miljögifter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Främmande arter

Under anläggningsfasen förekommer installations- och fraktfartyg som använder sig av barlastvatten. Barlastvattnet från internationella fartyg kan medföra en risk för att främmande arter sprids. Då de flesta komponenter kommer att fraktas från en slutmonteringshamn i Östersjön direkt till parkområdet kan risken för spridning av främmande arter i samband med dessa transporter avskrivas. En del komponenter kan dock komma att fraktas från internationella tillverkare direkt till parkområdet. Dessa fartyg, och samtliga som gör internationella resor, omfattas av barlastkonventionen som inrättats med syftet att förhindra spridning av främmande organismer. Konventionen har införts i svensk lagstiftning genom barlastvattenlagen (2009:1165), förordning och föreskrifter. Detta regelverk reglerar hantering av barlastvatten samt innehåller krav på gränsvärden för antalet levande organismer som får släppas ut.

Kraven innebär bland annat att:

- *Skifte av barlastvatten ska utföras minst 200 nautiska mil från närmsta land och på ett djup av minst 200 meter. Kan det inte uppfyllas ska skifte ske minst 50 nautiska mil från närmaste landområde på ett djup av minst 200 meter.*
- *För fartyg som passerar havsområden som uppfyller dessa krav ska skiftet ske innan de går in i Östersjön.*

Mottagarens (Östersjön) känslighet består bland annat i att främmande arter kan påverka de inhemska arterna genom ökad konkurrens. Med beaktande av barlastkonventionen och gällande regelverk samt det stora antal fartyg som redan går igenom parkområdet i dagsläget bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig vilket resulterar i en försumbar konsekvens för bottenfaunan i området (Tabell 27).

Tabell 27. Konsekvensbedömning för introduktion av främmande arter under anläggningsfas.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Driftsfas

Substratförändringar

Vindparken planeras i ett område med mjukbottnar och mjukbottenfauna. I samband med vindparksetableringen tillförs hårdbottenytor i form av fundament och erosionsskydd. Sådana strukturer är väl kända för att attrahera en rik fauna, eftersom de skapar förutsättningar för så kallade artificiella rev där hårdbottenarter kan etablera sig lokalt i anslutning till vindkraftverken. Jämfört med många andra typer av rev går fundamenten genom hela vattenkolumnen från ytan ned till botten. Det betyder att en livsmiljö skapas även där det annars hade varit öppet vatten.

Anläggning av fundament i parkområdet förväntas ge en ökad produktion av blåmusslor (*Mytilus edulis*). Närmast skvalpzonen (zonen som exponeras för både luft och vatten till följd av vågaktivitet) koloniserar ofta havstulpaner ytorna (Qvarfordt m.fl., 2006; Vanagt och Faasse, 2014). Närmast vattenlinjen på fundamenten inom parkområdet förväntas fintrådiga alger som trådslick (*Pilayella/Ectocarpus*) samt fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*). En etablering av alger i området kan fungera som barnkammare för flera fiskarter och leda till en högre biologisk mångfald då förekomsten av algsamhällen annars är begränsad i området.

De förändrade substratförhållandena som uppkommer på botten är dock begränsade. Av den totala bottenytan i vindparksområdet kommer drygt 0,2 % att påverkas av förändrade substratförhållanden i ett worst case-scenario, det vill säga där det maximala antalet fundament kommer att anläggas med gravitationsfundament (se Tabell 21). Till följd av att fundament går genom hela vattenkolumnen som beskrivits ovan, blir dock det totala tillskottet av hårt substrat däremot betydligt större än minskningen av mjukbottensytor för den befintliga mjukbottensfaunan.

Sammantaget bedöms de förändrade substratförhållandena inom vindparken medföra en positiv effekt för den biologiska mångfalden i området, då fundament samt block och stenar som utgör erosionsskydd runt fundament förväntas bidra med en ny livsmiljö för hårdbottenarter (Dong energy, 2006; BSH och BMU, 2014; Vanagt och Faasse, 2014). De nya hårdbottenytorna kan utgöra habitat för såväl blåmusslor, havstulpaner som olika arter av vegetation samtidigt som de små ytor av mjukbotten som försvinner inte riskerar att påverka bottenfaunan negativt i parkområdet.

Bottenflorans och bottenfaunans känslighet för substratförändringar inom parkområdet bedöms som måttlig med avseende på att det förändrar arternas livsmiljö. För floran förväntas fundamenten erbjuda tillgång till nytt hårt substrat som möjliggör en etablering av alger som annars saknas inom det aktuella området för vindparken. De artificiella reven kan leda till en lokal ökad artdiversitet och biomassa i området runt fundament och erosionsskydd. Med hänsyn till den begränsade yta som tas i anspråk i förhållande till vindparkens totala yta bedöms den sammantagna konsekvensen av substratförändringar som liten positiv för bottenfaunan och bottenfloran i parkområdet (Tabell 28).

Tabell 28. Konsekvensbedömning av substratförändringar för bottenfloran och bottenfaunan i området.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Substratförändringar	Måttlig	Liten positiv	Liten positiv

Främmande arter

De nya hårda substrat som fundament och erosionsskydd ger upphov till gynnar inte enbart inhemska hårdbottenarter utan erbjuder även nya substrat för främmande hårdbottenarter som skulle kunna komma från fartygstrafik och barlastvatten. Verksamheten förväntas dock inte bidra till en introduktion av främmande arter som inte redan finns i området, utan det handlar främst om larver som kan spridas till området med strömmar. Nytillskottet av hårdbottensstrukturer i samband med etableringen av vindparken sker även i en begränsad omfattning.

En främmande hårdbottensart som kan förväntas etablera sig på fundament är havstulpanarten slät havstulpan (*Amphibalanus improvicus*). Den släta havstulpanen har redan etablerat sig på hårda ytor i södra Östersjön men nytillskottet av hårda substrat i samband med anläggning av vindparken bedöms ha en försumbar påverkan för artens spridning i området. Anläggning av vindparken skulle potentiellt kunna öka risken för spridning något, men troligen gör åtgärder inriktade på fartygstrafik och barlastvatten större nytta för att uppnå havsmiljöförordningens målsättningar. Enligt förordningen ska antalet främmande arter som nyintroduceras i naturen genom mänsklig verksamhet minimeras och hållas på en nivå som inte förändrar ekosystemen negativt. Det är osannolikt att verksamheten i vindparken skulle tillföra några nya främmande arter. Påverkans omfattning och storlek bedöms därför som obetydlig. Konsekvensen bedöms därmed som försumbar (Tabell 29).

Tabell 29. Konsekvensbedömning av introduktion av främmande arter under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Främmande arter	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Elektromagnetiska fält

När kablarna är belastade genereras ett svagt elektromagnetiskt fält runt kablarna i det interna kabelnätet. Det elektriska fältet i kablarna skärmas av genom isolering kring ledaren, vilket leder till att det främst är det magnetiska fältet som når utanför kabeln. Det magnetiska fältet kan generera en maximal effekt om 23 µT vid sedimentytan, ovan kablarna som är begravda en meter ned. Lokalt kan det förekomma högre magnetfält där kabeln inte är begravd lika djupt eller där det endast finns mekaniskt skydd. Enligt en genomgång av Albert m.fl. (2020) är påverkan från magnetiska fält på bottenfauna begränsad. Genomförda studier med mångfalt högre magnetfält än som förväntas förekomma i vindpark Triton visar på begränsad påverkan på bottenfauna (R.2). Bedömning baserad på försiktighet ger att det inte är troligt att effekterna har

någon betydande påverkan på bottenfaunan i området. Därmed bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig och konsekvensen av elektromagnetiska fält som försumbar.

Tabell 30. Konsekvensbedömning av elektromagnetiska fält för bottenfaunan i parkområdet under vindparkens driftsfas.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Elektromagnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar

Hydrografiska förändringar

Förändringar av havsbottens struktur kan ge en förändrad hydrodynamik i ett område. Det i sin tur kan leda till förändring av bottensubstrat (Hammar m.fl., 2009). I en vindpark där avståndet mellan vindkraftverken, som utgör strukturförändringarna på botten, är stora blir de hydrografiska förändringarna minimala enligt danska studier (Dong energy m.fl., 2006). Ytterligare studier av marina konstruktioner har också påvisat minimala hydrografiska effekter (Øresundskonsortiet, 2000; Edelvang m.fl., 2001).

NIRAS har på uppdrag av OX2 tagit fram en hydrodynamisk modell med syftet att utreda hur vindparken kan komma att påverka områdets hydrografiska förhållanden (R.12). Sammantaget visar NIRAS studie på mycket begränsade och lokala hydrografiska förändringar. Mottagarens känslighet för förändrade hydrografiska förhållanden bedöms som måttlig, då arters utbredning kan påverkas vid förändrade hydrografiska förhållanden (till exempel strömförhållanden och salthalt). Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig då de förändrade hydrografiska förhållanden som uppkommer är minimala och främst påverkar miljön i nära anslutning till fundamenten, vilket utgör en mycket liten del av parkområdets totala yta. Detta resulterar i en försumbar konsekvens (Tabell 31).

Tabell 31. Konsekvensbedömning av hydrografiska förändringar för bottenfaunan i parkområdet under vindparkens driftsfas.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Hydrografiska förändringar	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Avvecklingsfas

Vindkraftverk har en begränsad livslängd efter vilken de kommer att nedmonteras. Avvecklingsarbetet kan innebära en fysisk påverkan på botten samt ökad koncentration av sediment och föroreningar/miljögifter i vattnet i anslutning till vindkraftverken som nedmonteras. Förhöjda sedimentnivåer och föroreningsspridning kan även förväntas om sjökablar ska hämtas upp från botten. Påverkan och konsekvenser under avvecklingsfasen påminner därför om den påverkan som sker vid anläggning, fast i en mindre omfattning. Påverkans omfattning och storlek bedöms som obetydlig vilket innebär att den sammantagna konsekvensen av fysisk påverkan, sedimentspridning inklusive miljögifter, bedöms som försumbar på bottenfloran och bottenfaunan under avvecklingsfasen.

7.2.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Av genomförda studier kan slutsatsen dras att projektets påverkan på parkområdets bottenflora och bottenfauna under anläggningsfasen blir obetydlig med en försumbar konsekvens.

Under driftsfasen bedöms påverkan som liten positivt och konsekvensen som liten positiv för substratförändringar och reveffekt med resterande påverkansfaktorer under driftsfas bedöms som obetydlig och konsekvensen som försumbar. Under avvecklingsfasen bedöms påverkan som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

Med detta som bakgrund blir påverkan på bottenflora och bottenfauna mycket lokal och bedöms därmed inte leda till någon gränsöverskridande påverkan av betydelse.

De danska, tyska och polska Natura 2000-områdena bedöms vara på för långt avstånd för att nås av sedimentspridning och sedimentation. Därmed bedöms konsekvensen för suspenderat sediment och sedimentation som försumbar på utpekade naturtyper inom Natura 2000-områdena i danskt, polskt och tyskt vatten.

7.3 Fisk

Samlad konsekvensbedömning

Fisk kan påverkas av vindkraftverk under anläggningsfas, drift och avveckling. Hur stor påverkan blir beror på storlek på populationer, vilka specifika arter som finns och hur dessa reagerar på vindparken.

Under anläggningsfasen uppkommer den huvudsakliga påverkan på fisk från undervattensljud och sedimentspridning. Den tydligaste effekten på fisk när vindparken har etablerats och är i drift bedöms vara reveffekten. Reveffekt innebär att vindkraftsfundament och erosionsskydd fungerar som artificiella rev, som lokalt kan öka mängden fisk och höja den biologiska mångfalden. Etablering av vindparken kommer att skydda fisk och bottnar, särskilt med hänsyn till att bottentrålningen begränsas.

Den samlade bedömningen när det gäller vindpark Triton är att konsekvenser för fisk, bedömda utifrån olika påverkansfaktorer, under anläggningsfasen blir försumbar till liten, och under driftsfasen försumbar till måttlig positiv, beroende på påverkansfaktorer och art. Under avvecklingsfasen bedöms konsekvenserna bli försumbara.

Påverkan på fisk bedöms som mycket lokal och bedöms inte leda till någon gränsöverskridande negativ påverkan. Konsekvenser på danska, tyska och polska Natura 2000-områden bedöms som försumbara till följd av det långa avståndet.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för fisk och sammanfattar referensrapport R.3 ”*Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne”.*

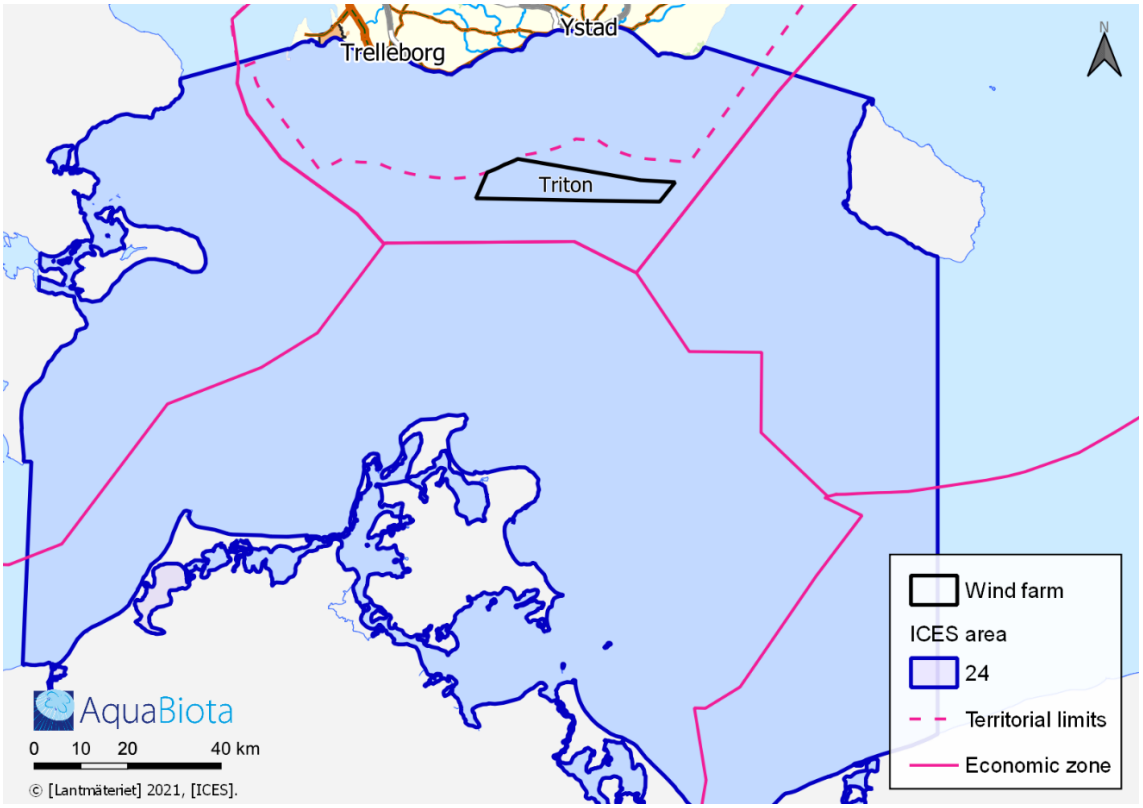
7.3.1 Förutsättningar

Till följd av Östersjöns bräckta vattenmiljö återfinns en blandning av salt- och sötvattensarter i projektområdet. Inflödet av saltvatten från Nordsjön resulterar i en nord-sydlig salinitetsgradient som även återspeglar sig i artförekomsten med fler typiska saltvattenarter i Östersjöns sydvästra delar och fler typiska sötvattensarter längre norrut i Östersjön. Havsbottnar, som den i parkområdet för Triton, bestående av mjuka sediment som sand, silt och lera, nyttjas av plattfiskar som skrubbskädda och rödspätta såväl som av torsk. Arter som är mer vanliga i de öppna vattenmassorna, såsom sill och skarpsill samt även vitling, är vanliga i fångster inom det

kommersiella fisket i området. Sporadiskt, vilket kan vara säsongsberoende, kan arter som den rödlistade ålen, lax, näbbgädda och öring förekomma.

Projektområdet ligger i Arkonahavet som ingår i område 24 enligt Internationella havsforskningsrådets (ICES) indelning (Figur 29). Det sträcker sig från Bälthavet i väst till Bornholm i öst.

Arkonahavet är ett välstuderat hav och mycket data och forskningsresultat finns från området. Det finns flera källor att utgå från, bland annat trålningsdata från ICES Database of Trawl Surveys (BITS) (ICES 2014) som ger en god bild av fiskfaunan i området. Utöver detta har provfiske och eDNA-undersökningar genomförts inom ramen för Triton.



Figur 29. Karta över Östersjön söder om Skåne med vindpark Triton. Havsområdet ICES 24 benämns Arkonahavet.

Fiskarter

Vanligt förekommande

Artrikedomen när det gäller fisk är förhållandevis hög i Arkonabassängen generellt. Vindpark Triton hyser ett flertal fiskarter men de angränsande Natura 2000-området Sydvästskånes Utsjövatten uppvisar en större mångfald. Generellt har djupare områden färre fiskar och arter än grundare områden, eftersom grunda områden ofta har en mer varierad livsmiljö vad gäller bottenstruktur, växter och födotillgång. De kan också fungera som lekområden och uppväxtmiljöer. Vanligt förekommande arter i Arkonabassängen är bland annat sill och skarpsill, olika arter av torskfiskar och plattfiskar. De vanligaste arterna i Arkonabassängen enligt trålningsdata visas i Tabell 32 (R.3).

Tabell 32. De vanligaste fiskarterna i Arkonabassängen och deras typiska livsmiljöer.

Art		Livsmiljö
Torsk	*Gadus morhua*	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
Sill	*Clupea harengus*	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
Skarpsill	*Sprattus sprattus*	Öppet vatten (pelagisk)
Rödspätta	*Pleuronectes platessa*	Bottenlevande (demersal)
Skrubbskädda	*Platichys flesus*	Bottenlevande (demersal)
Sandskädda	*Limanda limanda*	Bottenlevande (demersal)
Vitling	*M. merlangus*	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)

Som kan ses i Tabell 32 kategoriseras fiskarna baserat på deras typiska livsmiljöer, uppdelade i tre grupper: pelagiska fiskar (öppet hav), demersala fiskar (botten) samt ytterligare en kategori, bentopelagiska fiskar (botten och öppet hav) som lever i båda miljöerna.

Rödlistade arter

Flera fiskarter i sydvästra Östersjön är listade i Artdatabankens rödlista (SLU, 2020), HELCOM:s rödlista (HELCOM, 2013) och OSPAR:s lista över hotade och minskande arter (OSPAR, 2008) (Tabell 33). Listorna kan skilja sig åt i sina bedömningar av en arts risk att dö ut, då de har olika intervall för nya bedömningar och inkluderar olika havsområden. Ett tydligt exempel är piggvar (*Scophthalmus maximus)* som enligt HELCOM är nära hotad (NT), men enligt Artdatabanken är livskraftig (LC), vilket skulle kunna bero på att HELCOM:s bedömning är äldre och omfattar ett större område.

Artdatabankens rödlista utgår ifrån en arts hotstatus i en specifik region och en ny bedömning görs vart femte år. I HELCOM:s rödlista ingår arter som lever i Östersjöområdet och utgår från kriterier framtagna av IUCN (HELCOM, 2013). HELCOM:s senaste klassificeringar av hotstatus är från år 2013. OSPAR har ingen klassificering, utan listar de arter de anser är hotade eller minskande inom deras zoner och ger rekommendationer.

Tabell 33. Reproducerande arter i sydvästra Östersjön (Skåne län) som är klassificerade i Artdatabankens (SLU 2020) och HELCOM:s rödlistor för fisk (HELCOM Red List of Fish and Lamprey Species) (HELCOM 2013). Arter med asterisk har lyfts fram av OSPAR som arter som behöver stärkt skydd (OSPAR 2008).*

Art		Status HELCOM	Status Artdatabanken
Havskatt	*Anarhichas lupus*	Starkt hotad (EN)	Starkt hotad (EN)
Ål*	*Anguilla anguilla*	Akut hotad (CR)	Akut hotad (CR)
Fyrtömmad skärlånga	*Enchelyop. cimbrius*	Nära hotad (NT)	Nära hotad (NT)
Torsk*	*Gadus morhua*	Sårbar (VU)	Sårbar (VU)
Långa	*Molva Molva*	Starkt hotad (EN)	Starkt hotad (EN)
Kolja	*M. aeglefinus*	Nära hotad (NT)	Sårbar (VU)
Vitling	*M. merlangus*	Sårbar (VU)	Sårbar (VU)
Havsnejonöga	*Petromyz. marinus*	Sårbar (VU)	Starkt hotad (EN)
Piggvar	*Scophth. maximus*	Nära hotad (NT)	Livskraftig (LC)
Flodnejonöga	*Lampetra fluviatilis*	Nära hotad (NT)	Livskraftig (LC)

De rödlistade arter som är vanligast i sydvästra Östersjön är torsk och vitling (ICES, 2014. Torsk av både det västra och östra beståndet är spridda i sydvästra Östersjön då arten är mycket rörlig och förekommer både i öppet vatten och vid botten (Kullander, 2012; Länsstyrelsen, 2020). Vitling är också en art som rör sig mellan öppet vatten och botten och kan söka föda över stora områden (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Fyrtömmad skärlånga, ål, öring och kolja som alla är listade i både Artdatabankens och HELCOM:s rödlistor, har under de senaste tio åren regelbundet observerats under BITS-undersökningar. Det finns även observationer av andra

rödlistade arter som till exempel långa, havskatt, knaggrocka, flodnejonöga och piggvar inom området. I OSPAR:s lista ingår några fiskarter som förekommer eller kan förekomma i sydvästra Östersjön, där de mest regelbundna är ål och torsk. Knaggrocka är likt Artdatabankens och HELCOM:s rödlistor medtagen som hotad i OSPAR:s bedömningar.

I eDNA-analysen i juni förekom de rödlistade arterna torsk, vitling och fyrtömmad skärlånga. Torsk, vitling och fyrtömmad skärlånga förekom även i trålprovtagningen i juni. I augusti förekom sju rödlistade arter i analysen; torsk, vitling, kolja, kummel, fyrtömmad skärlånga, långa och havskatt medan i trålprovtagningen så återfanns bara fyra arter, torsk, vitling, fyrtömmad skärlånga och piggvar (R.13).

Fiske

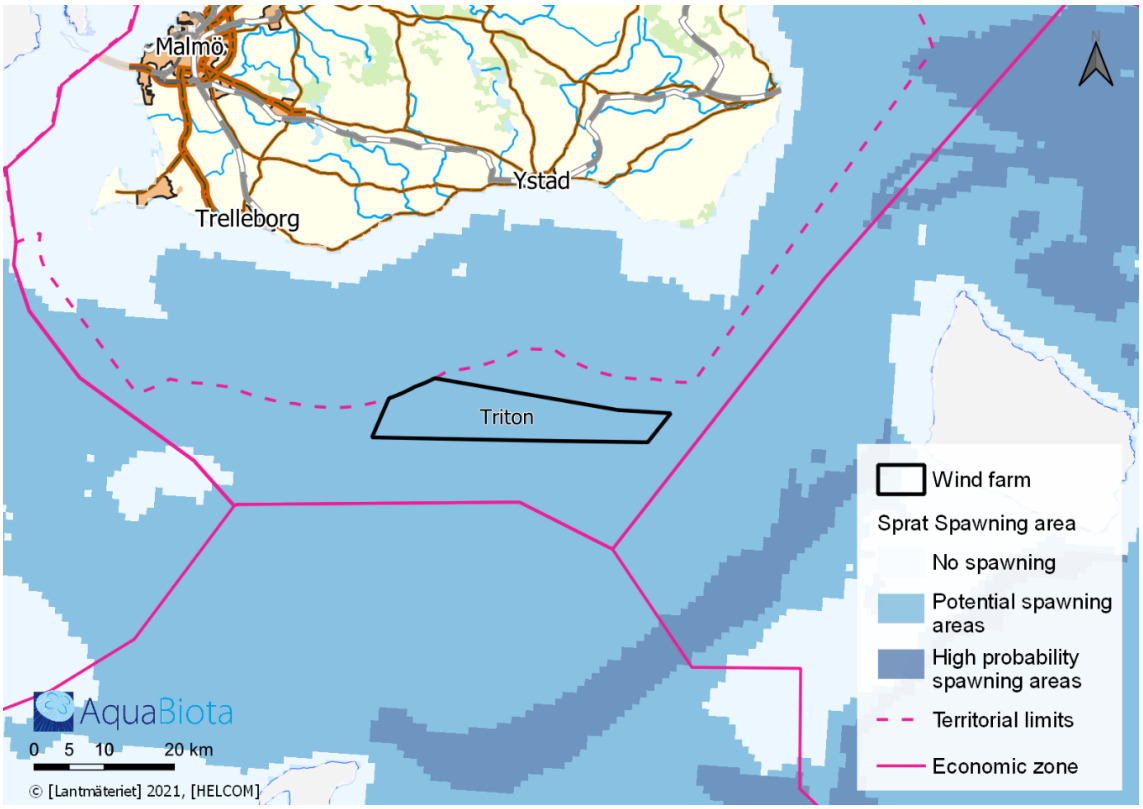
Det finns ett pågående fiske riktat mot rödlistade arter i havet söder om Skåne även om det är reducerat jämfört med hur det var tidigare. De fiskades tidigare i högre kvantiteter vilket bidrog till deras hotade status i dagsläget (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b; SLU, 2017). En jämförelse längre tillbaka i tiden vad gäller fångst av vitling visar på en långsiktig kraftig reduktion då endast 1 % av den fångst som landades under 1940-talet landas idag (SLU, 2017). Den akut hotade europeiska ålen är, med ett fåtal undantag, helt fredad från fiske (Havs- och vattenmyndigheten, 2019e). Torskfisket på östra beståndet i Östersjön är helt stoppat i ICES område 24, 25–30 sedan år 2019, med undantag av område 24 för vissa mindre fartyg med kraftig begränsning (Havs- och vattenmyndigheten 2020a, Havs- och vattenmyndigheten, 2021c) Fiske på västra beståndet beslutades att också stoppas under hela år 2022 då detta bestånd också anses vara under säkra biologiska gränser (Havs- och vattenmyndigheten, 2021c).

Lekande fisk

Inom Tritons område finns tre fiskarter vars lekområden överlappar Tritons område, skrubbskädda, skarpsill och torsk.

Skrubbskädda *(Platichthys flesus)* uppehåller sig i alla svenska havsområden utom Bottenviken. Arten är främst en marin art, men klarar även sötvattenförhållanden. Speciellt unga fiskar verkar hålla sig i grundare områden med lägre salthalt (Andersen m.fl., 2005). Historiskt har arten ansetts ha två lektyper, en kustlekande typ med bottenlevande ägg och en utsjölekande typ som leker i djupare områden där äggen sprids i den fria vattenmassan (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b; ICES, 2020a). Det har på senare tid påvisats att dessa lektyper är genetiskt skilda och den kustlekande typen fick namnet östersjöflundra (*Platichthys solemdali*) (Momigliano m.fl., 2018, Jokinen m.fl., 2019). Då det ännu inte görs skillnad på dessa arter inom BITS-undersökningen så behandlas dessa två arter som endast skrubbskädda.

Skarpsill leker i öppet hav mellan mars och augusti inom ett djupområde på cirka tio till 40 meter (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Enligt lektidsportalen förekommer dock den mest intensiva leken under perioden maj-augusti (Havs- och Vattenmyndigheten, HaV). Skarpsillen finns högre upp i vattenmassan under vår och tidig sommar (Stepputtis m.fl., 2011) när bottenvattnet är kallt. Skarpsill undviker kalla temperaturer (<4℃) och återfinns över haloklinen (gränsen mellan tyngre saltare havsvatten och vatten som är mindre salt) som under denna period utgör en fysiologisk gräns för arten (Stepputtis m.fl., 2011). I stort sett hela Arkonahavet utgör potentiellt lekområden för arten (HELCOM, 2021) (Figur 30). Lek som sker under den senare delen av lekperioden verkar vara mest optimal för arten då högre temperatur i havet under augusti gynnar fisklarvernas överlevnad (Baumann, 2006).



Figur 30. Karta över områden i närheten av Triton där det sannolikt förekommer lekande skarpsill (HELCOM 2021).

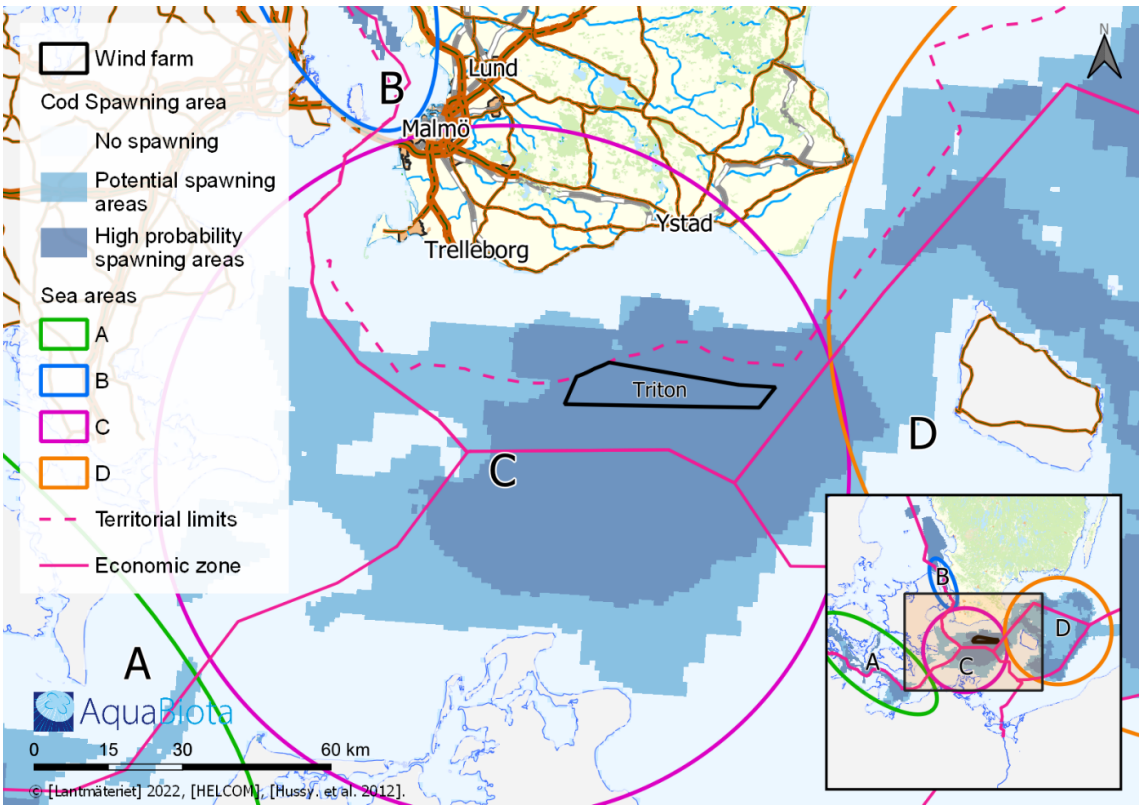
Torsken leker i den fria vattenmassan på djup där saliniteten är högre (Hüssy, 2011; von Dewitz m.fl., 2018). Efter leken flyter torskäggen fritt i vattnet tills de kläcks. Fisklarverna livnär sig till att börja med på gulesäcken innan de övergår till att äta djurplankton. Äggens överlevnad påverkas av bland annat salthalt och temperatur (Pacariz m.fl., 2014; Hinrichsen m.fl., 2012).

I Östersjön finns två genetiskt skilda torskbestånd. Det västra torskbeståndet återfinns väster om Bornholm (ICES områden 22–24), och främst i ICES-områden 22 och 23, vilket motsvarar Bälthaven och Öresund (ICES, 2020a; ICES, 2021). Det östra torskbeståndet förekommer främst i östra delen av Östersjön, öster om Bornholm (ICES områden 25–32) (ICES, 2021). Bestånden överlappar till viss del varandra i havet söder om Skåne (ICES, 2019; ICES, 2020a; ICES, 2021).

Huvudområdena för västra beståndets lek är Mecklenburgbukten och Kielbukten i Bälthavet samt Öresund (Figur 31) (Bleil och Oeberst 2002; Bleil m.fl., 2009; Hüssy 2011). Det västra beståndets lek i Bälthavet är som mest intensiv under mars-april (Vitale m.fl., 2005; Bleil m.fl., 2009). För västra beståndet är leken i Arkonahavet mindre viktig och mer sporadisk, och vårleken är inte lika intensiv som i andra lekområden. För bedömningen av konsekvenser av vindpark Triton är det viktigt att notera att även om det västra beståndet kan leka i Arkonahavet, är det inte beståndets viktigaste område. Om anläggandet av vindparken på något sätt skulle påverka lekande torsk i området, är bedömningen att den eventuella påverkan har en obetydlig effekt på det västra beståndet givet Arkonahavets marginella betydelse för beståndets tillväxt.

Det östra torskbeståndets lek sker främst i Bornholmsdjupet, där den intensiva lekperioden är under juni-augusti (Bleil m.fl., 2009). Bornholmsdjupet är det viktigaste lekområdet för det östra beståndets fortlevnad (ICES, 2019; ICES, 2020a). I Arkonahavet leker det östra beståndet till en mycket mindre del än i Bornholmsdjupet och den intensiva lekperioden sker under juni-juli (Bleil

m.fl., 2009, ICES 2020a; Nissling och Westin, 1997; Bleil och Oeberst, 2004). En större andel av torsken från östra beståndet leker i Arkonahavet än andelen från västra beståndet. ICES (2019) menar dock att rekrytering till det östra beståndet från Arkonahavet är så liten att den inte påverkar beståndet nämnvärt. Detta beror bland annat på att rekryteringen av torsk från Arkonahavet är begränsad av abiotiska faktorer, så som salinitet, syrekoncentration och att området inte är djupt nog (Hüssy, m.fl. 2016).



Figur 31. Karta över områden i närheten av Triton där det sannolikt kan förekomma torsklek (HELCOM 2021). A och B = Huvudsakliga lekområden för västra beståndet, C = Ej huvudsakligt lekområde för vare sig västra eller östra beståndet och D = Huvudsakligt lekområde för östra beståndet.

Många faktorer spelar in i bedömningen av status på torskpopulationen och dess utveckling över tid. Det östra beståndet har varit utsatt för högt fisketryck under lång tid (Havs- och vattenmyndigheten, 2021), och har därav minskat under flera decennier. Andra faktorer som påverkat är dåliga syre- och saltförhållanden i Östersjön, med inaktiva lekområden i Gotlandsdjupet och Gdanskdjupet (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Minskad födotillgång och ökning av parasiter hos torsk har också en negativ effekt (Haarder m.fl., 2014; ICES, 2020a).

Vindpark Triton utgör en del av ett område där torsklek förkommer (Figur 31) (HELCOM, 2021). HELCOM har pekat ut ett område i havet söder om Skåne som utgör cirka 3 800 km^2 där lek kan förekomma, vilket är betydligt mindre än beståndens huvudsakliga lekområden (Bleil m.fl., 2009). Den planerade vindparken Triton är cirka 250 km^2, och utgör cirka 7 % av det torsklekområdet.

Sedan år 2015 har antalet lekmogen torsk varit så låg att förmågan att producera ungfisk är reducerad (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b) och under år 2018 var rekryteringen den svagaste som har uppmätts (ICES, 2020a). Detta faktum resulterade i ett nödstopp av torskfiske på östra beståndet under mitten av år 2019 som skulle gälla hela året 2020. Då beståndet ännu inte har återhämtat sig förlängdes detta stopp till hela året 2021 och nu har det förlängts för att även gälla år 2022 (Havs- och vattenmyndigheten 2020a, Havs- och vattenmyndigheten, 2021c).

För att skydda båda torskbestånden ytterligare har även fiske som riktas in på andra arter förbjudits med alla typer av redskap under perioden 15 maj-15 augusti i ICES område 24.

Tillståndet för torsken i hela Östersjön har försämrats över tid av flera anledningar. En av de främsta anledningarna är det historiskt höga fisketrycket. Men även andra faktorer påverkar populationerna negativt, till exempel brist på föda, syrefattiga bottnar, predation på torskägg, och parasiter (Köster och Möllmann, 2000; Haarder m.fl., 2014; Svedäng och Hornborg, 2014; Limburg och Casini, 2019; ICES, 2020c; Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Det är viktigt att ta i beaktande, när bedömningar görs av hur torsk påverkas av etablering av vindkraft, att torskpopulationerna påverkas av en rad olika faktorer och att det finns flera faktorer som har en större påverkan än den som vindkraft bedöms orsaka. Det kan således innebära att anläggning och drift av vindkraft till havs får en högst begränsad effekt i förhållande till andra faktorer som genererar större dynamik i fiskpopulationerna.

7.3.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierad, påverkan, effekter och konsekvenser för fisk. Följande påverkansfaktorer vid anläggning, drift och avveckling har identifierats (se kapitel 6 för närmare beskrivning av dessa).

Tabell 34. Bedömda påverkansfaktorer under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggning	Drift	Avveckling
Undervattensljud	Vindpark	x	x	x
Sedimentspridning*	Vindpark + interna kabelnätet	x		x
Reveffekt	Vindpark		x	
Ljud ovan vatten	Vindpark		x	
Magnetiska fält	Interna kabelnätet		x	
Spridning av arter	Vindpark		x	
Skuggor och belysning	Vindpark		x	
Klimat			x	
Predatorer			x	

*Innefattar suspenderat material och sedimentation.

Anläggningsfas

Anläggningsfasen varar under en begränsad tid. Målet är att genomföra hela installationen under en säsong. Arbete till havs undviks så långt möjligt under vinterperioden då väderförhållanden är sämre. Det kan behövas en uppdelning över flera säsonger. Fundament och kablar kan exempelvis installeras under en inledande säsong och vindkraftverken under den efterföljande säsongen. Alternativt kan halva vindparken installeras och driftsättas under en första säsong, för att under den efterföljande säsongen installera och driftsätta den resterande delen av vindparken. Sammanlagt bedöms anläggningsarbetet för samtliga vindkraftverk pågå i cirka ett år. Under den perioden kan verksamheten påverka fisk, främst i form av ljud och frigörelse av sediment. Höga ljudnivåer genereras främst i samband med att fundament av monopile-typ pålas ner i botten. Sediment sprids framför allt när monopile-fundament måste borras. Montering av ett monopile-fundament tar under goda förhållanden mindre än en dag, oftast några timmar.

Undervattensljud

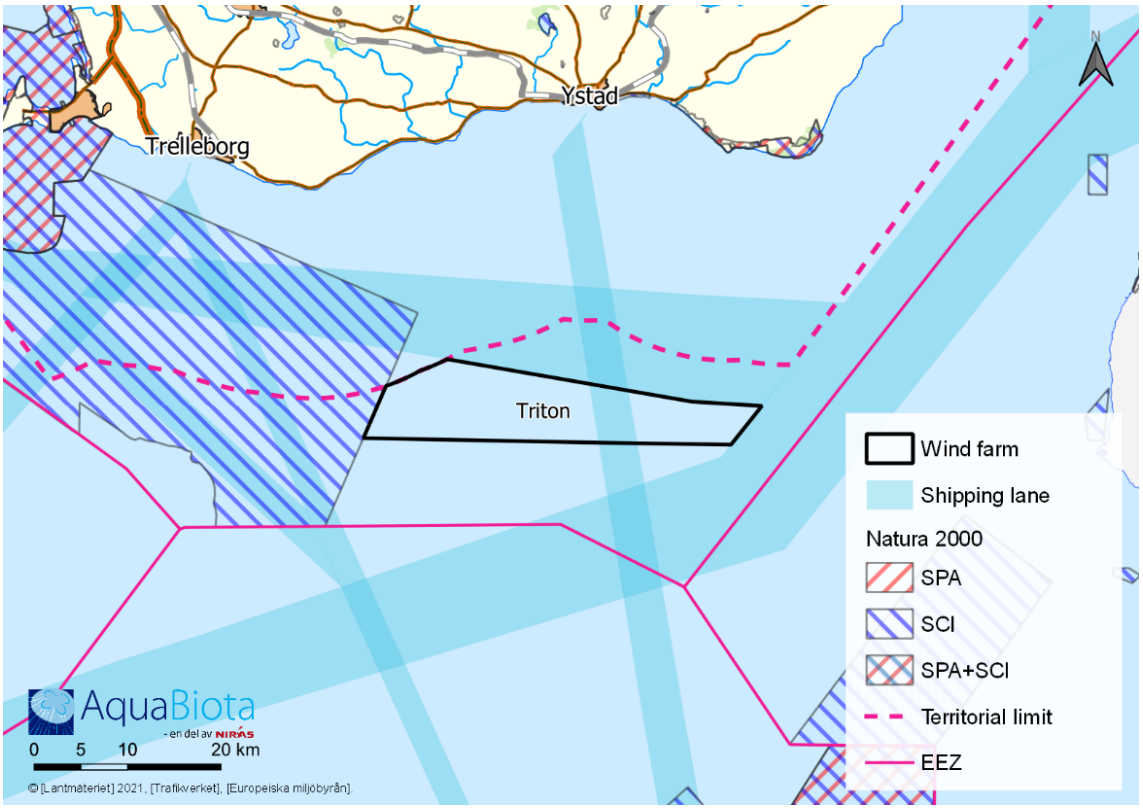
När vindkraftverk anläggs till havs kan ljudnivåer under vattnet uppstå som kan ge effekter på fisk. Hur fisk påverkas beror på faktorer som ljudstyrka och artsammansättning. En viktig aspekt är också hur mycket fisk det finns i berört område. Mängden fisk kan i vissa delar av svenska

havsområden vara så liten att få fiskar blir påverkade. Ljud sprids också olika beroende på djup, bottentyp och vattenmiljö. Botten vid området för Triton utgörs främst av mjukbottnar av lera, vilka har bättre ljudabsorptionsförmåga än hårda bottnar.

Inom Triton planeras geotekniska undersökningar med vibrocorer, spetstrycksondering (CPT) och borrning, samt geofysiska undersökningar som till exempel multibeam och seismik. Geofysiska undersökningar har visats kunna påverka fisk (McCauley, m.fl., 2003, Slotte m.fl., 2004). Arbetet utförs under begränsad tid och med skyddsåtgärder, till exempel med mjuk uppstart, för att motverka att fisk uppehåller sig i närheten av undersökningarna. Även ljudet från fartyget kan leda till att fisk simmar ifrån området innan undersökningen börjar. Eftersom arbetet utförs under begränsad tid och med skyddsåtgärder, bedöms påverkan på fisk till följd av ljudpåverkan från de geotekniska och geofysiska undersökningarna vara liten.

Ett vanligt sätt att montera strukturer till havs är att påla ner dem i botten, vilket orsakar ljud (Andersson m.fl., 2016). Det är den metod som används för att förankra vindkraftsfundament av monopile-typ (Tsouvalas, 2020), som här används för att beskriva ett worst case-scenario. Att installera ett monopile-fundament till havs tar en till två dagar, varav själva pålningsarbetet normalt tar cirka sex timmar. Det ljud som genereras under anläggningen kan ha en temporär inverkan på fisk som uppehåller sig i närheten av anläggningsplatsen. Ljudet kan leda till en beteendereaktion, som till exempel flykt eller en temporär hörselnedsättning (Mueller-Blenkle m.fl., 2010; Halvorsen m.fl., 2012a; Halvorsen m.fl., 2012b).

Utöver ljud som relaterar till arbetet med att installera vindkraftsfundament blir det även ljud från båttrafiken under den dagen fundamentet monteras, samt ytterligare några dagar för montering av torn, maskinhus och rotor. Sjötrafik med specialfartyg är nödvändig, dels för att kunna genomföra arbetet kring vindkraftverken, dels för att transportera ut material och personal till byggnadsplatsen. Fiskar kan störas av motorljud från fartyg (Bruintjes och Radford, 2013; McCormick m.fl., 2018). Samtidigt kan det konstateras att det redan finns en närvaro av sjötrafik inom vindpark Triton och i närliggande områden på grund av fiske och annan kommersiell sjötrafik. Längs Tritons norra och östra gräns finns vältrafikerade fartygsstråk, samt ett fartygsstråk som går genom parken (Figur 32).



Figur 32. Fartygsstråk och Natura 2000-områden i anslutning till Triton. SPA = skyddat enligt fågeldirektivet. SCI = skyddat enligt art- och habitatdirektivet.

Fiskars hörsel

Fiskar har generellt en utvecklad hörselförmåga (Popper m.fl., 2019). Viktiga organ för att uppfatta ljud är örat, simblåsan och sidolinjen. Hörseln används för att fiskar till exempel ska kunna upptäcka en predator, söka föda, orientera sig och för att kommunicera. Hörselförmågan varierar mellan arter och beror på anatomin av hörselorganen.

Flertalet arter har simblåsa som ger ökad hörselförmåga, såsom torskfiskar. Dessa kallas hörselgeneralister (Axelsen, 1999). De fiskar som har en förbindelse mellan simblåsan och innerörats hörselben, vilket ytterligare förbättrar förmågan att uppfatta ljud, kallas hörselspecialister. Dit hör bland annat sill. Det finns också arter som endast använder örats förmåga att uppfatta ljud, som till exempel plattfiskar, som saknar övriga organ som stödjer hörseln (Naturvårdsverket, 2000; Gorska m.fl., 2005; Farm, 2006).

Förhöjda ljudnivåer kan ge stressreaktioner och fisk kan röra sig ifrån ljudet (Slotte m.fl., 2004; Smith m.fl., 2004). Närhet till kraftiga ljud kan orsaka temporär hörselnedsättning (TTS, temporary threshold shift). Är ljudet tillräckligt starkt kan det leda till en permanent hörselnedsättning (PTS, permanent threshold shift). Hur fisk påverkas av undervattensljud beror på faktorer som ljudstyrka och berörda arters känslighet.

De arter som har en bättre hörselförmåga är sannolikt mer känsliga för pålningsljud, samtidigt som arter kan skilja sig åt när det gäller hörselfrekvensområden. Torsk och sill är hörselgeneralist respektive hörselspecialist (Kastelein m.fl., 2008; Hawkins och Popper, 2020). Det betyder att de till stor del är representativa för de flesta fiskarterna i området, förutom plattfiskar och några andra arter som saknar simblåsa. Dessa arter har generellt sämre ljuduppfattningsförmåga då de endast kan detektera partikelrörelse (Popper m.fl. 2014).

Torsk använder hörseln för att kommunicera sinsemellan. Hannar producerar ett lågfrekvent ljud under leken med hjälp av en muskel som påverkar simblåsan (Fudge och Rose, 2009). Dessa ljud ingår som en del i ett välutvecklat lekbeteende (Hawkins och Picciulin, 2019). Externa ljudkällor skulle kunna påverka torskars lekbeteende om ljuden är inom samma frekvens. Samtidigt uppehåller sig torskarna nära varandra under lek, vilket bedöms göra dem mindre känsliga. Ladich m.fl. (2013) menar dock att det finns indikationer på att de flesta fiskar kan anpassa frekvensen på ljudet de ger ifrån sig för att höras över diverse lågfrekventa bakgrundsljud i havet. Ett exempel på att torsklek fungerar, trots mycket ljud från sjöfart, är leken i Öresund. Öresund är ett av världens mest trafikerade vattenområden (Vieira m.fl., 2020) samtidigt som det har en mycket aktiv torsklek (Havs- och vattenmyndigheten, 2020b). Ljud från vindkraftverk och fartyg ligger inom samma frekvensområden. Varför lek förväntas fungera även inom en vindkraftspark (Betke, K., 2014).

Det finns flera studier som har undersökt hur torsk reagerar på ljud (Hawkins och Popper, 2020; Hammar m.fl., 2014; Mueller-Blenke m.fl., 2010). I ett forskningsprojekt utfört av Kastelein m.fl. (2008) konstaterades att torsken inte visade någon reaktion på ljud de utsattes för trots att ljudnivån nådde uppåt 160 dB. Ett skäl som framfördes var att torsk är en rovfisk med ett, i jämförelse med flertal andra arter, djärvt beteende. Det kan förklara att de i vissa fall kan uppvisa ett beteende av att vara opåverkade av ljud som de ändå uppfattar. Det finns dock också undersökningar som visar att torsk kan påverkas av störande ljud. Mueller-Blenkle m.fl. (2010) noterade att torsk som utsattes för pålningsljud blev stressade och försökte fly undan, men det fanns indikationer på tillvänjning. Pålningsljud från monopile-installationer lyftes fram av Hammar m.fl. (2014) som en särskild risk för ljudpåverkan av torsk i Kattegatt, i förhållande till andra effekter av havsbaserad vindkraft som ansågs innebära mindre risk för påverkan. Hammar m.fl. (2014) menade att i synnerhet lekperioden var känslig. Undersökningen tog dock inte hänsyn till existerande tekniska lösningar som kan reducera spridningen av ljud.

I en studie utförd av NIRAS (R.11.C) modellerades möjlig ljudutbredning inom vindpark Triton. Studien indikerade att ljudet från anläggningsplatsen av en monopile kan leda till temporär hörselnedsättning (TTS) inom en radie av upp till 7,2–9,9 kilometer för vuxen torsk och 10,9–14 kilometer för juvenil torsk. Beräkningarna utgick från att ljuddämpande åtgärder i form av en dubbel bubbelgardin (DBBC) och en Hydro Sound Damper (HSD) användes. För sill var detta avstånd något kortare, mellan 6,4–9,1 kilometer. Effekten varierade till viss del beroende på vilken del av parken analysen utgick ifrån. Om en fisk kontinuerligt simmar ifrån ljudkällan minskar effekten ju längre ifrån ljudkällan fisken kommer.

Enligt studien av NIRAS (R.11.C) kan fysiska skador på fisk uppkomma i direkt anslutning till starka ljud på anläggningsplatsen, men som har beskrivits ovan är det sannolikt att fisk lämnar området innan det blir starka ljud eftersom den initiala verksamheten kommer att skrämma bort fisken. Att fisk lämnar området går dessutom att påskynda med hjälp av artificiella ljud (se nedan om FaunaGuard). Tillämpligheten av denna analys ska ställas i relation till hur mycket fisk som finns inom ljudstörningsradien under de timmar som pålning pågår samt vilka skyddsåtgärder som används.

Utöver vuxen fisk kan även fisklarver och fiskägg påverkas av ljud (Popper och Hawkins, 2016). De är mindre känsliga än juvenlia och vuxna fiskar (Andersson m.fl., 2016). Bolle m.fl. (2012) visade dock att trots att fisklarver utsattes för ljud som motsvarar pålning på ett avstånd av 100 meter, noterades ingen effekt. Värt att notera är att fisklarver och fiskägg för flertalet arter är utspridda över stora områden, i den så kallade pelagiska fasen, då de följer vattenströmmarna. Sill lägger förvisso sina ägg på botten men har en pelagisk larvfas (Havs- och vattenmyndigheten, 2020b). Sannolikheten är dock liten att sill leker inom det planerade

verksamhetsområdet för Triton vindpark då de leker på grunda grusbottnar. Om det skulle finnas fisklarver eller fiskägg som påverkas negativt av ljud så utgör de en mycket liten del av den totala mängden. Således bedöms effekten vara obetydlig på fiskpopulationsnivå (Andersson m.fl., 2016).

Det bör också noteras att sett till hela området söder om Skåne där det skulle kunna förekomma torsklek utgör arean för vindpark Triton endast 7 %. Följaktligen, om ljudet från anläggandet av vindkraftfundament skulle påverka lekande torsk i havet söder om Skåne så skulle det ändå ha en obetydlig effekt på både det östra och det västra beståndet.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Ljud under anläggningsfasen kan påverka fisk som uppehåller sig i närheten av en plats där vindkraftsfundament grundläggs. Hur stor konsekvensen blir beror bland annat på ljudets styrka, vilka fiskar som uppehåller sig i området, storleken på fiskpopulationen, samt vilka skyddsåtgärder som vidtas för att reducera effekten.
- Pålningsljud kan orsaka en tillfällig reaktion och en temporär hörselnedsättning för arter som är hörselspecialister och hörselgeneralister som är kvar inom området. Bedömningen är att påverkan är liten negativ och känsligheten liten till måttlig. Konsekvensen blir därför mycket liten till liten beroende på art.
- Fiskägg och fisklarver är relativt tåliga för pålningsljud, och det är sannolikt få individer som finns inom den begränsade ytan så nära arbetet att de påverkas av ljud, i förhållande till det stora område de normalt är utspridda över i den pelagiska fasen (när fiskägg och fisklarver flyter i vattenmassan). Den naturliga mortaliteten för fisklarver och ägg är stor. Bedömningen är att en eventuell lokal påverkan från anläggningsarbetet utgör en försumbar del av den naturliga variationen.
- När det gäller torsk, och hur ljudet från pålning kan påverka leken i havet söder om Skåne är det av central betydelse att beakta både det östra och det västra torskbeståndens lek i ett större perspektiv. Den med god marginal huvudsakliga leken för det östra beståndet sker i Bornholmsdjupet, medan leken för det västra beståndet i huvudsak sker i Mecklenburgbukten, Kielbukten, Danska Bält och Öresund. Arkonahavet har alltså, som lekområde, en begränsad påverkan på respektive bestånds fortlevnad och utveckling.
- Utöver att Arkonahavet är av mindre vikt som lekområde kan det tilläggas att vindparken endast utgör 7 % av hela det möjliga lekområdet i Arkonahavet. Det betyder att om det blir en temporär påverkan på torsklek i området under anläggningsfasen skulle det vara i en begränsad del av det totala området för torsklek i Arkonahavet.
- Den begränsade betydelse som Arkonahavet har som lekområde för torsk, i ett större perspektiv där andra viktigare lekområden beaktas, innebär att påverkan på eventuell torsklek bedöms bli obetydlig och konsekvensen bedöms bli försumbar.

Bedömd konsekvens

- Den samlade bedömningen är att konsekvensen av ljudpåverkan på fisk under anläggningen av vindpark Triton är mycket liten till liten.

Sedimentspridning

Vid anläggandet av fundament och nedläggning av kablar på botten inom den planerade vindparken rörs bottensediment upp och kan spridas i vattnet. Då mjukbottnar dominerar inom Triton finns också en bakgrundnivå av suspenderat material. Förhöjda halter av suspenderat material i vattnet kan påverka fisk. Omfattning av påverkan beror av koncentrationer och

exponeringstid där högre koncentrationer och längre exponering ger större påverkan. Effekten på fisk varierar också mellan arter och livsstadier. Karlsson m.fl. (2020) lyfter fram i en kunskapssammanställning att koncentrationer på upp till 100 mg/l, i upp till 14 dagar, generellt har en liten påverkan på fisk. Om exponeringen sker under en kortare tid, timmar till dagar, kan flera arter klara koncentrationer på uppåt 1000 mg/l. Värt att notera är att utöver koncentrationen i sig är också varaktigheten av central betydelse (Newcombe och MAcDonald, 1991).

Sediment i vattnet och fisk

Det finns olika effekter av suspenderat material på fisk. Det kan till exempel handla om beteendeförändringar, ökad stress, andningssvårigheter, försämrad sikt eller ökad mortalitet. Ägg är vanligtvis mer känsliga för suspenderat material än vuxen fisk, fisklarver är mer känsliga än både ägg och vuxen fisk (Auld och Schubel, 1978; Moore, 1977; Westerberg m.fl., 1996; Partridge och Michael, 2010). En större fisk är generellt inte lika känslig för suspenderat material som en mindre fisk, bland annat för att det är mindre risk att partiklar fastnar i gälarna på större fiskar (Karlsson m.fl., 2020).

En sedimentspridningsmodellering har utförts för att undersöka spridning av suspenderat sediment vid anläggning av Triton (för utgångspunkt enligt worst case, se avsnitt 5.3.1). I modelleringen ingick anläggning av både fundament och kablar. Vindkraftverk anläggs sekventiellt, en efter en och tiden mellan installation kan vara allt från 1–2 dagar upp till veckor, beroende på väder. Det betyder att det i huvudsak blir ett spridningstillfälle vid ett verk åt gången. Modelleringen visar att spridningen med en koncentration av 100 mg/l bli begränsad i rum och tid. Enligt sedimentspridningsanalysen som har genomförts för denna undersökning (R.12) kommer suspenderat sediment i en koncentration om 100 mg/l att som mest spridas över en yta som är mindre än 0,2 km^2 runt ett fundament och grumlingen beräknas ha lagt sig inom tolv timmar. Installationen av det interna kabelnätet bedöms utgöra en mycket liten del av det sediment som sprids under anläggningsfasen.

Suspenderat material kan störa fisklarvers födointag och andning (Berg och Northcote, 1985; Zingel och Paaver, 2010; Lowe m.fl., 2015). Fisklarver har, till skillnad från vuxna fiskar, svårare att förflytta sig ifrån ett område med mycket sediment. Samtidigt bör det noteras att fisklarver generellt klarar mer suspenderat material än vad som är naturligt förekommande i havet (Karlsson m.fl., 2020). Vidare bör det nämnas att majoriteten av arterna i området har pelagiska ägg och larver som flyter med strömmar och är naturligt utspridda, de är alltså inte koncentrerade till ett specifikt område (André m.fl., 2016; Coombs m.fl., 2001).

Under den pelagiska fasen är den naturliga mortaliteten mycket hög. Det betyder att en eventuell negativ påverkan från suspenderat material blir en försumbar del som ryms inom den naturliga variationen. Sill lägger förvisso sina ägg på botten men har en pelagisk larvfas (Havs- och vattenmyndigheten, 2020b). Det finns dock inte några lekområden för sill i den planerade vindparken.

Känsligheten för suspenderat material kan variera mellan olika arter. Bottenknutna mjukbottenarter, till exempel plattfiskar som skrubbskädda och rödspätta, har generellt en högre tolerans till förhöjda koncentrationer av sediment givet att de naturligt uppehåller sig nära bottnar med sediment (Moore, 1977; Karlsson, 2020). Tåligheten kan också variera beroende på vad fisken äter, där till exempel rovfiskar generellt är mer tåliga än planktonätande fiskar (Johnston och Wildish, 1981, 1982; Westerberg m.fl., 1996). Torsk är en rovfisk som har hög tålighet vad gäller suspenderat material i vattnet. I ett akvarieexperiment utsattes torsk för en koncentration på 550 mg/l (Humborstad m.fl., 2006). Trots den höga koncentrationen överlevde torsken, och en

fysiologisk anpassning av gälarna noterades över tid. Emellertid föredrar torskar klart vatten över vatten med låga koncentrationer av suspenderat material, om de har möjligheten att välja (Westerberg m.fl., 1996).

Etableringen av vindparken skulle minska den totala belastningen av suspenderat material i området då trålfisket reduceras inom parkområdet. Det betyder att de arters om fångas i fisket (målarter och bifångster) fortlever och att en stor sedimentspridning upphör. Dessutom fr det övriga marina livet på botten en möjlighet till återhämtning vilket Coates m.fl. (2016) visade i en studie i Nordsjön. Vindparkerna får en funktion som ett fredat område. Som en följd därav får många arter en chans till återhämtning och tillväxt, vilket kan höja den biologiska mångfalden och gynna hela ekosystemet.

Den samlade bedömningen är att påverkan på fiskfaunan av sedimentspridning är obetydlig och konsekvensen av sedimentspridning för densamma är försumbar.

Tabell 35. Sammanställd bedömning av konsekvenser för fiskarter under anläggningsfasen.

Arter	Påverkansfaktor	Känslighet	Påverkan	Konsekvens
Torskfiskar	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sillfiskar	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Plattfiskar	Ljud pålning	Liten	Liten negativ	Mycket liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar

Driftsfas

Reveffekt

Ett rev är en struktur på havsbotten som främst består av ett hårt material, till exempel stenrev eller korallrev. Ett artificiellt rev är en revstruktur som har skapats av människan, (Öhman 2006). Vid anläggande av vindkraftverk fungerar fundamenten och tillhörande erosionsskydd som artificiella rev.

Då reven kan fungera som livsmiljö för bland annat fisk och uppväxtmiljö för yngel, kan den biologiska mångfalden öka när artificiella rev tillför nya levnadsmiljöer inom vindparken som i övrigt domineras av mjukbottnar med lägre förekomst av fisk. Vindkraftverk sträcker sig hela vägen från botten till ytan, vilket gör att levnadsmiljöer kan tillföras på alla olika djup i annars öppet vatten.

Det finns flera studier som visar på att vindkraftfundamenten genererar en reveffekt med ökat antal fiskar i anslutning till verken. Andersson och Öhman (2010) undersökte vindkraftverk i Kalmarsund i Östersjön och kunde påvisa att det blev en tydlig reveffekt med en stor mängd fisk som befann sig i nära anslutning till fundamenten. Lillgrunds vindpark i Öresund har också studerats utifrån möjliga reveffekter (Bergström m.fl., 2013). Studien fastslog att det i synnerhet var fyra arter som ökade i antal i anslutning till reven, nämligen torsk, ål, rötsimpa och stensnultra.

Det finns också studier från andra länder, bland annat från Danmark (Stenberg m.fl., 2015), Tyskland (Krone m.fl., 2013), Nederländerna (Van Hal m.fl., 2017) och Belgien (De Troch m.fl., 2013; Reubens m.fl., 2011, 2013, 2014a; Vandendriessche m.fl., 2015), som påvisar att det blir en reveffekt i anslutning till vindkraftsfundament. En art som är av särskilt intresse när det gäller reveffekten är torsk givet att det är en kommersiellt viktig art som samtidigt har dålig status i Östersjön. Ett flertal studier visar att torsk gärna söker sig till, och uppehåller sig kring,

vindkraftverk för föda och skydd (Bergström m.fl., 2013; De Troch m.fl., 2013; Reubens m.fl., 2013, 2014a, 2014b; Van Hal m.fl., 2017).

Kring fundamenten i vindpark Triton kommer det sannolikt bli en reveffekt för ett begränsat antal arter, med mer fisk där fundamenten placeras ut jämfört med hur det var på samma plats innan. Det gäller vid botten jämfört med omgivande mjukbottnar, men också i den öppna vattenkolumnen vid den tillförda strukturen. Detta som ett resultat av att en ny hårdbottenmiljö tillförs. En del arter kommer att dyka upp vid verken för att de simmar dit. Andra arter kommer där finna en hemvist som ett resultat av reproduktion där fisklarverna, efter den pelagiska fasen, hamnar intill fundamenten och fortlever i anslutning till strukturen. Fiskfaunan är dynamisk och det finns en naturlig variation. Därför kommer mängden fisk variera över tid. Noterbart är att det också finns arter i området som inte kommer att påverkas av närvaron av vindkraftsfundamenten.

Flera faktorer spelar in när det gäller hur stor reveffekten blir. Den kommer inte nå samma nivåer som artificiella rev i Västerhavet (Öhman m.fl., 2021) eftersom Östersjön är ett hav med bräckt vatten som av naturliga skäl har färre arter. Viktigt är också den omgivande miljön; hur mycket fisk som finns, vilka arter som naturligt förekommer i området och vilka typer av vindkraftsfundament som används. Sannolikt kommer det bli en reveffekt i Triton som liknar situationen vid Lillgrund (Bergström m.fl., 2013) som nämndes ovan.

Noteras bör att etableringen av vindpark Triton kan föra med sig en minskning av fisketrycket, bland annat om bottentrålning reduceras i området till följd av vindkraftverk och kablar. Detta kan jämföras med ett så kallat de facto marint skyddat område (de facto Marine Protected Area, Esgro m.fl., 2020) där fiskfaunan i ett område får möjlighet att återhämta sig.

Bedömd konsekvens

I anslutning till varje enskilt fundament bedöms reveffekten innebära en positiv konsekvens. Detta som en följd av att det bedöms bli fler fiskar i anslutning till fundamenten än vad som fanns på samma plats innan anläggningen av vindparken. Då hela vindparkens yta tas i beaktande är bedömningen att reveffektens konsekvens är mycket liten positiv till måttligt positiv, beroende på vilken art som avses. För torsk bedöms konsekvensen blir måttligt positiv.

Ljud

Under driften av vindkraftverken alstras ljud i maskinhuset som kan uppfattats i vattnet. De ljudnivåer som uppstår är jämförelsevis låga, lägre än fartyg och i samma frekvensområde.

Vid drift och underhåll tillkommer viss båttrafik i området, men i förhållande till befintlig intensiv fartygstrafik i området bedöms denna vara försumbar.

De reveffekter med ökat fiskbestånd som visat sig uppkomma vid redan anlagda vindkraftverk indikerar att ljuden från vindkraftverk i drift är av mindre betydelse för fisk. Den samlade bedömningen är därför att påverkan till följd av det ljud som genereras av ett vindkraftverk i drift eller från båttrafik för underhåll, utifrån verksamheten i dess helhet, är obetydlig. Detta innebär i sin tur att konsekvenserna är försumbara.

Magnetiska fält

Sjökablar med elektrisk ström, som är vanligt förekommande i Europa och i andra delar av världen (ESCA, 2019), genererar elektromagnetiska fält som kan påverka fisk. Hur starkt det

elektromagnetiska fältet är och hur det påverkar den omgivande miljön, beror på flera faktorer som till exempel strömstyrka, kabeltyp och om kabeln grävs ner (Öhman m.fl., 2007).

När det gäller det elektriska fältet i sjökablar i vindparker (internkabelnätet) eller i anslutning till vindparker (anslutningskabel), skärmas det av i kabeln, så det är främst det magnetiska fältet som kan nå utanför kabeln. Flertalet fiskarter har förmågan att känna av magnetiska fält (Öhman m.fl., 2007) och det jordmagnetiska fältet används för navigering (Putman m.fl., 2013, 2014; Naisbett-Jones m.fl., 2017). Detta visar sig fysiologiskt genom att fisk kan ha magnetiskt material i kroppen (Walker, 1984; Hanson m.fl., 1984; Hanson och Westerberg, 1987).

Påverkan från magnetiska fält kan visa sig genom beteendeförändringar som en följd av förändringar i det magnetiska fältet (Karlsson, 1985; Tesch m.fl., 1992). Ett exempel på det är ålar som navigerar med hjälp av jordens magnetfält och där studier har visat att de kan påverkas temporärt om de passerar en sjökabel (Naisbett-Jones, 2017; Westerberg och Begout-Anras, 2000; Westerberg och Lagenfelt, 2008). Ålars rörelse förbi vindparken i Lillgrund har undersökts, men gav inga tydliga tecken på en generell beteendeförändring (Lagenfelt m.fl., 2012).

Även om magnetiska fält skulle ha en viss effekt på fisk verkar andra faktorer ha en större betydelse, till exempel kan tillgången till lämplig livsmiljö vara viktigare (Dunlop m.fl., 2016). För vindparker kan detta innebära att den positiva reveffekten betyder mer än en eventuell påverkan från magnetiska fält (Bergström m.fl., 2013).

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Magnetiska fält har en begränsad påverkan på fisk. Detta visar sig inte minst i att det blir en reveffekt kring vindkraftsfundament, vilket indikerar att andra faktorer är viktigare än en eventuell påverkan från sjökablar.

Bedömd konsekvens

- Den samlade bedömningen är att konsekvensen av magnetiska fält från sjökablar är försumbar.

Spridning av arter

Genom att fundamenten tillförs i ett område som i huvudsak består av mjukbottenmiljö kan det gynna spridning av arter som naturligt finns i regionen och som föredrar hårdbottenmiljöer. Som en följd av reveffekten kommer sannolikt vissa arter som kan röra sig över större områden (till exempel torsk) besöka flera vindparker. Andra arter kan finna sin hemvist i anslutning till fundamentet som ett resultat av lek där fisklarver finner lämplig livsmiljö (till exempel sjustrålig smörbult).

Vindkraftsfundamenten utgör inte ett onaturligt habitat då de ur fiskens synpunkt är en hårdbottenmiljö att jämföras med naturliga stenrev. Det betyder att livsmiljön i sig inte är så unik att det skulle ge förutsättning för en ny fiskfauna där ovanliga arter skulle gynnas mer än de som är naturligt förekommande i hårdbottenmiljöer i regionen.

Sannolikheten att det skulle dyka upp nya arter vid vindkraftsfundamenten är inte större än för naturliga grundområden, på utsjöbankar eller längs fastlandet. Det gäller även främmande och invasiva arter. Vindkraftsfundamenten är så pass utspridda i verksamhetsområdet, och utgör en så begränsad yta sett till andra befintliga hårdbottensubstrat i anslutning till vindpark Triton, att den inte antas utgöra en betydande spridningsvektor.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Vindparken med de livsmiljöer som vindkraftsfundamenten kan skapa, bedöms inte påverka spridningen av arter. Det gäller även främmande och invasiva arter.

Bedömd konsekvens

- Den samlade bedömningen är att konsekvensen gällande spridningen av arter är försumbar.

Skuggor och belysning

Vindkraftverk med dess torn ger skuggeffekt i vattnet. Även rotorbladen kan ge en skuggeffekt (Lovich och Ennen, 2013). Eftersom fiskar kan reagera på plötsliga skuggor skulle det kunna skapa en stressreaktion, men sannolikt är skuggor av mindre betydelse (BOEM, 2021). Dels är vattnet till viss del naturligt grumligt i Östersjön, vilket gör att ljusförändringar inte penetrerar vattnet i någon större utsträckning. Dessutom är vattnet i ständig rörelse med vågor och krusningar som bryter ljuset i olika riktningar vid ytan. Skuggor uppkommer också naturligt som en följd av molnens rörelse.

För att göra vindkraftverk mer synliga för fartyg och lufttrafik har de belysning. Denna belysning är högt upp i tornet och är riktad rakt ut på ett sådant sätt så att fartyg och lufttrafik kan upptäcka verken. Att vindkraftverkens belysning skulle påverka fisk bedöms som osannolikt på grund av att vattnet är grumligt och i ständig rörelse, vilket gör att ljuset bryts redan vid ytan.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Skuggor från vindkraftverkens torn och rotorblad eller belysning på tornet bedöms ge en alltför svag ljuspåverkan för att ha en effekt på fisk i havet. Påverkan är obetydlig i relation till känsligheten.

Bedömd konsekvens

- Den samlade bedömningen är att konsekvenserna av belysning och skuggning är försumbara.

Klimat

I och med klimatförändringarna ökar bland annat vattentemperaturen i haven. Syrehalten minskar och stratifieringen i vattnet förändras. Alla dessa faktorer kan påverka fiskars uppehälle och spridning i haven, vilket i sin tur påverkar antal fiskar och artsammansättning. I Sveriges havsområden förväntas förändringar kopplat till fiskarter och populationer på grund av klimatförändringarna (Havenhand och Dahlgren 2017).

Fisk vid havsbaserade vindparker är inget undantag. Fisk och bentiska organismer runt verken kommer sannolikt att ha liknande sammansättning som vid öar och utsjöbankar i området. Klimatförändringar kommer påverka hela havsområdet och det som förändras på andra rev kommer i huvudsak även att hända vid vindkraftverken. Med andra ord kommer organismer som uppehåller sig i anslutning till vindkraftsfundamenten inte påverkas annorlunda av klimatförändringar än i omgivande vatten.

Om klimatförändringar innebär att arter som trivs i varmare klimat sprider sig till svenska vatten kommer mer sydliga arter som trivs vid rev även kunna etablera sig på svenska vindkraftverk.

Vindkraftverk till havs i relation till klimatförändringar kommer inte försämra förutsättningarna för fiskfaunan i området. Vindparken Triton kommer att bidra till att motverka pågående klimatförändringar.

Tabell 36. Sammanställd bedömning av konsekvenser för fiskarter under driftsfasen.

Arter	Påverkansfaktor	Känslighet	Påverkan	Konsekvens
Torskfiskar	Reveffekt	Hög	Liten positiv	Måttlig positiv
	Ljud	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sillfiskar	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Plattfiskar	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar

Predatorer

Storskarv attraheras ofta till havsbaserade vindparker men inte alltid (Dierschke m.fl., 2016; Fox och Petersen, 2019). I vindpark Lillgrund i Öresund observerades till exempel ingen ökning i området av storskarv efter att vindparken hade byggts (Nilsson och Green, 2011). Storskarv använder fundamenten som viloplatser för att torka vingarna. Detta ger fåglarna tillträde till nya födosöksområden de annars inte skulle utnyttja. För att vindparken ska ha en attraktionskraft måste det finnas föda, dvs fisk i närområdet. Baserat på OX2:s fågelinventeringar på Triton är tätheter av fiskätande fåglar låga i området och storskarv har vid tre flyginventeringar (16 mars 2021, 27 april 2021 och 15 januari 2022) inte observerats i projektområdet. Dessutom talar vindpark Tritons lokalisering och djupförhållanden emot att det ansamlas några betydande antal av storskarvar vid vindparken. Storskarvens betydelse som fiskkonsument och påverkan på fisktätheter är komplex. Det finns studier som har visat att storskarv kan påverka antalet fiskindivider i slutna, begränsade vattensystem såsom artificiella fiskdammar och naturliga åar. I större, öppna vattensystem som Arkonabassängen är variationen av storskarvens påverkan stor i befintliga studier (Ovegård m.fl. 2021). I sådana havsområden finns så många olika faktorer som påverkar fisktillgång att det sällan går att påvisa någon ytterligare effekt av storskarvens fiskkonsumtion. Sammantaget bedöms det att vindpark Triton inte kommer att attrahera några större antal storskarvar och att det är osannolikt att de individer som eventuellt stannar till i vindparken kommer att ha en mätbar effekt på fisktätheter eller stressnivåer hos fisk i vindparken.

I det öppna vattnet finns gott om plankton som är en huvudföda för skarpsill. Fisk är också föda för fågel och säl i området. Tillsammans skapar dessa olika interaktioner en näringsväv inom hela ekosystemet.

Sjöfåglar påverkar marina arter genom sitt födointag från havet. Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövattens nordvästra del är ett övervintringsområde för andfåglar och Natura 2000-området Falsterbo-Foteviken, nordväst om Sydvästskånes utsjövatten, är ett övervintringsområde för en rad olika sjöfåglar (Naturvårdsverket, 2021).

En studie över sjöfåglars konsumtion i Östersjön och Västerhavet konstaterade att sjöfåglar åt cirka 630 000 ton fisk årligen (Barrett m.fl., 2006). I sydvästra Östersjön består denna konsumtion

av bland annat torsk, sill, abborre och flera arter plattfisk (Hansson, 2018). Dock uppehåller fåglarna sig långt ifrån vindpark Triton (R.3), och därmed bör predationstrycket från fåglar på fisk inom parkområdet vara lågt.

I flera befintliga vindparker har det observerats att arter och individtätheten av fiskar ökar (Bergström m.fl. 2013, De Troch m.fl. 2013, Reubens m.fl. 2011, 2013, 2014a, Vandendriessche m.fl. 2015). Detta kan potentiellt leda till ett högre predationstryck inom parkområdet då både säl och tumlare har observerats födosöka runt undervattenskonstruktioner (Clausen, m. fl. 2021, Russel m. fl. 2014), vilket ter sig naturligt då predatorer följer sitt bytesdjur. Fiskfaunan är dynamisk och det finns en naturlig variation. Därför kommer mängden fisk variera över tid. Noterbart är att det också finns arter i området som inte kommer påverkas av närvaron av vindraftsfundamenten. Studier har alltså endast kunna påvisa en viss ökning av fiskarter som tyder på att de söker sig till fundamenten i parkområden för att söka föda eller skydd (Bergström m.fl 2013). Det finns inga studier som tyder på att stora delar av bestånd kommer uppehålla sig i vindpark Triton så till den grad att ett visst ökat predationstryck kommer kunna påverka bestånden. Därtill kommer en positiv effekt av reducerat fiske i parkområdet kan medföra ett extra skydd för fisk i parkområdet.

Avvecklingsfas

Vid avveckling av vindparken kommer anläggningsdelarna ovanför havsbotten att monteras ned. För strukturer under havsbotten (delar av fundament samt kablar) och erosionsskydd beslutas om avvecklingsåtgärder i samråd med tillsynsmyndigheten närmare tidpunkten för avveckling. Påverkan bedöms vara av mindre betydelse vad gäller ljud och suspenderat material jämfört med anläggningsfasen.

Den största påverkan som avvecklingen av vindkraftverk sannolikt har på fisk gäller förlust av habitat då fundamenten tas bort och reveffekten som sannolikt har uppstått kring dem försvinner och området återgår till det tillstånd som rådde innan vindparken uppfördes. En nedmontering av verken kan då leda till att hårdbottenarter förlorar sin hemvist kring de konstgjorda reven (Smyth m.fl., 2015). Det kan därför finnas anledning att bevara undervattensstrukturer för de fiskarter som har funnit en hemvist där.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Avveckling av vindparken bedöms ge en begränsad påverkan på fisk vad gäller ljud och suspenderat material.
- Eventuell bortforsling av fundamenten skulle kunna innebära att det blir en omvänd reveffekt, det vill säga att arter som där funnit sin hemvist förlorar sin föredragna livsmiljö. Det är dock en återgång till situationen innan vindparken byggdes.

Bedömd konsekvens

- Konsekvensen av nedmontering vad gäller ljud och suspenderat material bedöms vara försumbar.
- När det gäller påverkan av avvecklingen av reveffekten är den försumbar då nedmonteringen innebär att miljön återgår till tillståndet innan vindparken byggdes.

Tabell 37. Sammanställd bedömning av konsekvenser för fisk under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Känslighet	Påverkan	Konsekvens
Ljud vid avveckling	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sedimentering vid avveckling	Liten	Obetydlig	Försumbar
Reveffekt avveckling	Liten	Obetydlig	Försumbar

7.3.3 Skyddsåtgärder

Vid anläggandet av vindpark Triton kommer skyddsåtgärder att tillämpas. Ljuddämpande teknik, som till exempel dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper eller motsvarande metod som minskar spridningen av undervattensljud från arbeten i motsvarande omfattning, kommer att användas för att minimera det område som kan påverkas av undervattensljud. Pålningen kommer dessutom att inledas med så kallad mjuk uppstart, som börjar med hammarslag om cirka 10–15 % av maximal styrka, vilket följs av ramp up, alltså en ökning i styrka av slagen. Denna skyddsåtgärd minskar påverkan på fisk i och med att fiskarna har möjlighet att lämna området innan pålning med full styrka inleds, givet att många arter som till exempel torsk, sill och skarpsill kan simma längre sträckor på kort tid (Pethon och Svedberg, 1998).

Fisk kan även skrämmas bort innan grundläggningsarbetet påbörjas, med ljud som inte är skadligt men som besvärar fisk, så att de söker sig bort från området (Naturvårdsverket, 2008). En sådan teknik är till exempel “FaunaGuard” som forskare i Nederländerna har utvecklat och som används vid vindkraftsetableringar i Nordsjön och Östersjön för att aktivt hålla borta fisk och tumlare från anläggningsområden (van der Meij m.fl., 2015).

7.3.4 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Som framgår av den utredning som genomförts för projektets bedöms påverkan på fisk under anläggningsfasen som obetydlig och konsekvensen som försumbar. Under driftsfasen bedöms påverkan som liten positiv för substratförändringar medan resterande påverkansfaktorer under driftsfas bedöms som obetydlig och konsekvensen som försumbar. Som beskrivet ovan avger vindkraftverk i drift generellt lägre ljudnivåer än fartyg i samma frekvensområde. Vindkraftverken bedöms således ha en försumbar påverkan på fisk.

En del båttrafik kommer pågå i området under anläggningsfasen samt även under driftsfasen som en del av drift och underhåll av vindkraftverken. Båttrafiken kommer, som beskrivits ovan, vara av mindre betydelse vad gäller påverkan på fisk. Området är dessutom omgivet av fartygsstråk med en kontinuerlig närvaro av fartyg, vilket ger en ständig ljudpåverkan inom området.

Som beskrivet ovan kan sjökablar generera magnetiska fält. Magnetiska fält har en begränsad påverkan på fisk och den samlade bedömningen är att konsekvensen av magnetiska fält från sjökablar är försumbar.

Den samlade bedömningen när det gäller vindpark Triton är att konsekvenser för fisk, bedömda utifrån olika påverkansfaktorer, under anläggningsfasen blir försumbar till liten, och under driftsfasen försumbar till måttlig positiv, beroende på påverkansfaktorer och art. Under avvecklingsfasen blir konsekvenserna försumbara. Sammanfattningsvis bedöms påverkan på fisk som mycket lokal och bedöms inte leda till någon gränsöverskridande påverkan.

7.4 Marina däggdjur

Samlad konsekvensbedömning

Påverkan från sökt verksamhet på marina däggdjur bedöms främst uppstå under anläggningsfasen från undervattensljud vid geofysiska undersökningar och installation av fundament. Utöver detta kan påverkan uppstå genom undanträngning och sedimentspridning.

Vid seismiska undersökningar kommer skyddsåtgärder att användas. Passiv akustisk övervakning och observatörer kommer också användas för att säkerställa att tumlare inte befinner sig i närheten av fartyget när undersökningar med seismisk utrustning startar. Med hänsyn även till den mycket korta tid som undersökningarna pågår (enstaka dagar) bedöms den samlade påverkan på marina däggdjur vara försumbar till liten utan konsekvenser för populationernas bevarandestatus på kort eller lång sikt.

Vid pålning kommer skyddsåtgärder tillämpas för att minimera vindparkens konsekvenser för marina däggdjur. Eftersom vindpark Triton ligger i ett område av låg betydelse för tumlare är den övergripande bedömningen av undvikandebeteende hos tumlare orsakat av undervattensljud från pålningsarbeten att påverkan blir liten för Bälthavspopulationen året om. För Östersjöpopulationen bedöms påverkan bli liten och försumbar för Östersjöpopulationen under sommaren, eftersom de inte förväntas befinna sig i den sydvästra delen av Östersjön under sommaren. Tumlare förväntas undvika anläggningsområdet under pålningsarbeten och återvända efter några få dagar till veckor efter att pålningsarbetet är avslutat.

Under driftsfasen av sökt verksamhet bedöms påverkan på marina däggdjur bli obetydlig till liten. Under avvecklingsfasen av sökt verksamhet bedöms den totala påverkan på marina däggdjur också bli obetydlig till liten.

De samlade konsekvenserna för tumlare, knubbsäl och gråsäl bedöms vara försumbara till små och utan konsekvenser för populationernas status varken på kort eller lång sikt.

Den gränsöverskridande påverkan bedöms vara densamma som i svenskt vatten eftersom berörda populationer rör sig mellan länder. Detta gäller även för ländernas Natura 2000-områden. Genom föreslagna skyddsåtgärder ger pålningen en temporär och reversibel påverkan under en kort tid, med ett begränsat antal exponerande tumlare. Konsekvensen bedöms som liten utan risk för påverkan på populationsnivå vare sig på kort eller lång sikt eller påverkan av upprätthållandet av populationernas bevarandestatus.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för marina däggdjur och sammanfattar referensrapport R.4.A ”Marine mammals and offshore wind farms in the Southwestern Baltic*”.*

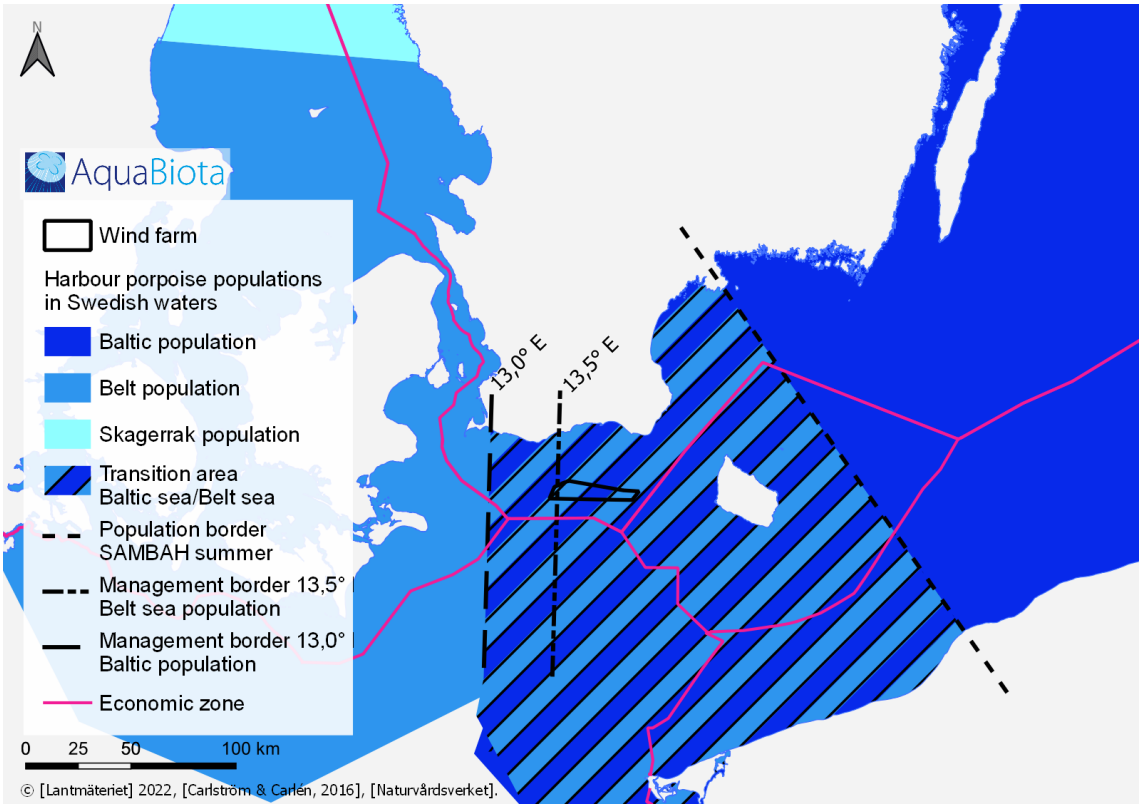
7.4.1 Förutsättningar

Tre arter av marina däggdjur bedöms förekomma inom vindparken och har därför konskevensbedömts. Dessa är tumlare (*Phocoena phocoena)*, knubbsäl (*Phoca vitulina*) och gråsäl (*Halichoerus grypus*).

Tumlare

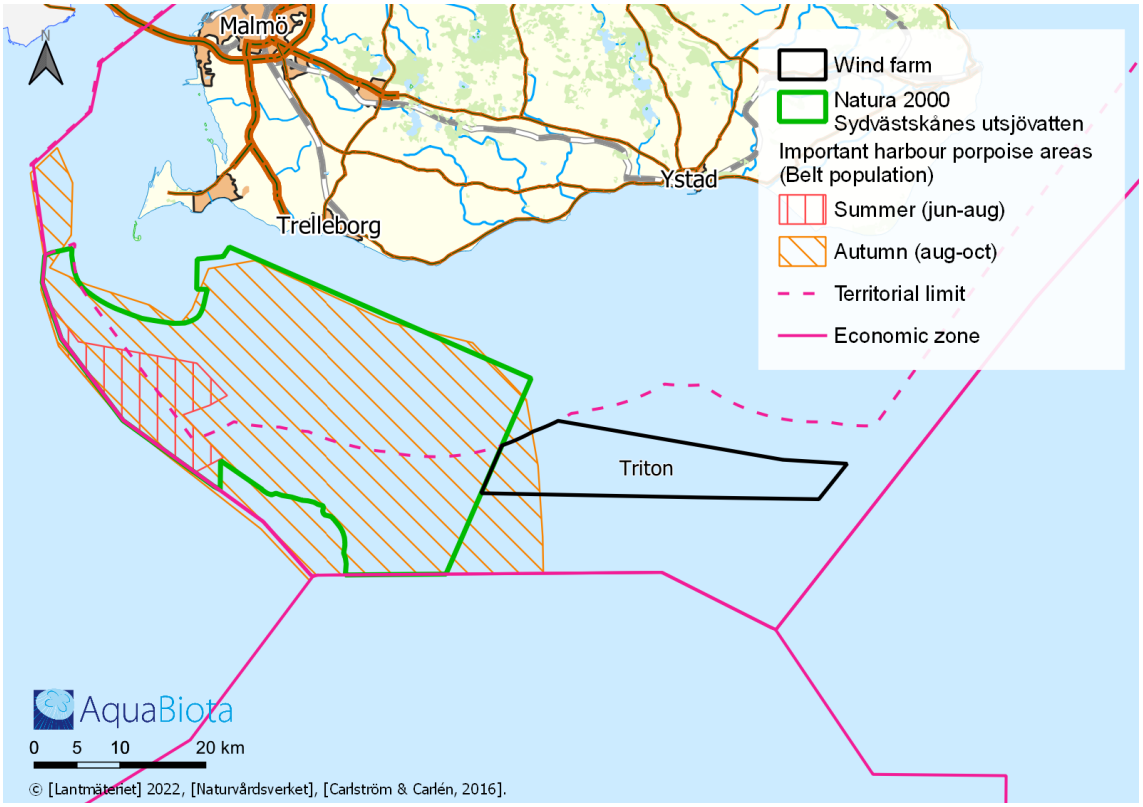
Tumlare är en liten tandval som är fridlyst och skyddad genom EU:s art- och habitatdirektiv (bilaga 2 och 4). Skyddet innebär bland annat att gynnsam bevarandestatus ska uppnås eller bibehållas för arten. I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är tumlaren som art klassad som livskraftig (LC), med undantag för Östersjöpopulationen som är klassad som akut hotad (CR).

Det finns tre genetiskt skilda populationer i svenska vatten – Nordsjöpopulationen (eller Skagerakpopulationen) som primärt återfinns från mellersta Kattegatt till Skagerak, Bälthavspopulationen som finns från mellersta Kattegatt till sydvästra Östersjön öster om Bornholm och Östersjöpopulationen som främst uppehåller sig i egentliga Östersjön, se Figur 33 (Benke m.fl., 2014). Vindpark Triton ligger i ett övergångsområde där tumlare från främst Bälthavspopulationen men även den hotade Östersjöpopulationen kan förekomma (Figur 33). Bälthavspopulationen har en gynnsam bevarandestatus och består av cirka 42 000 djur, medan Östersjöpopulationen uppskattas till cirka 500 djur och har en icke gynnsam bevarandestatus (Artdatabanken, 2020). Tumlarna parar sig i augusti och kalvar under juni-juli, därefter diar kalven i åtta till tio månader (Börjesson och Read, 2003; Lockyer och Kinze, 2003). Tumlare uppträder vanligen ensamma eller i små grupper, som kan bestå av några honor och deras kalvar eller en liten grupp hanar.



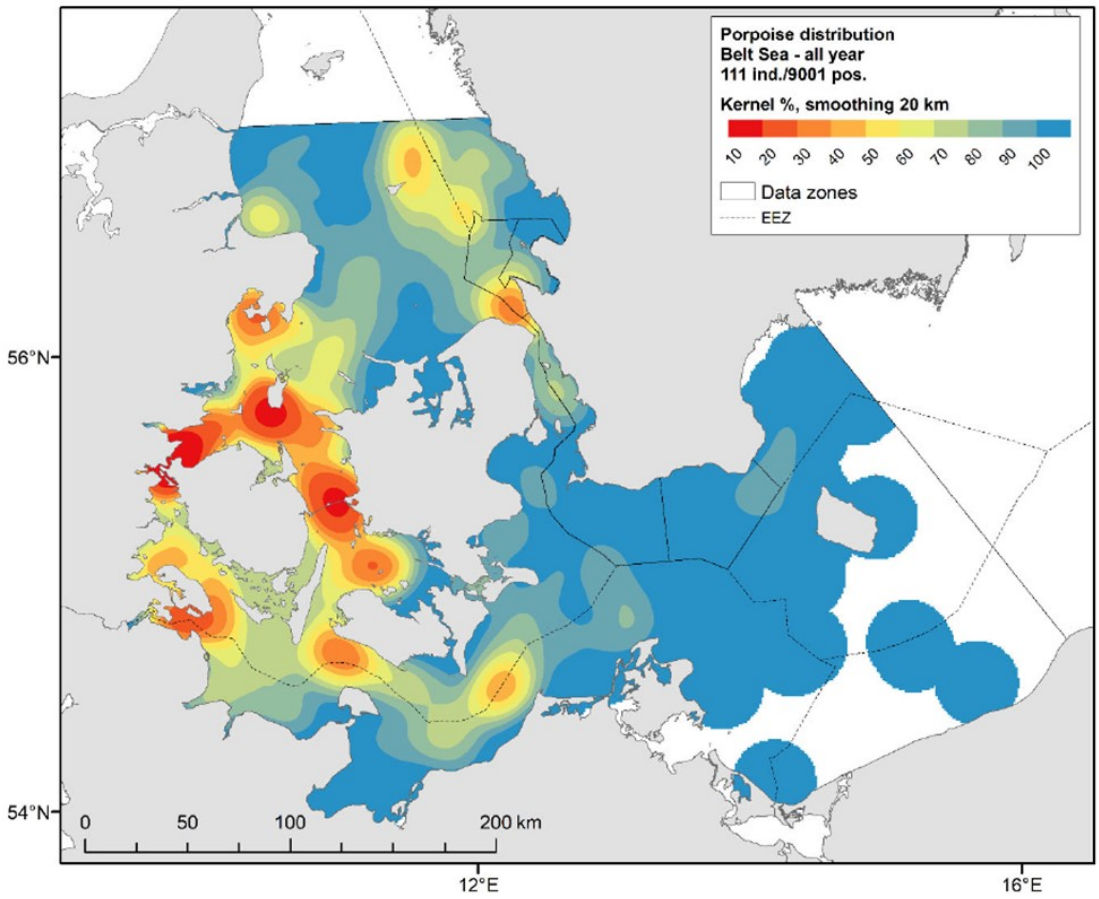
Figur 33. Tumlarpopulationer i svenska vatten (Carlström och Carlén, 2016).

Inom området för Sydvästskånes utsjövatten förekommer tumlare från Bälthavspopulationen under hela året, framförallt under sommaren och tidiga hösten. Enstaka individer från Östersjöpopulationen kan också förekomma under november till april då Östersjöpopulationen sprider ut sig över stora delar av Östersjön. Under sommaren förekommer Östersjöpopulationen längre österut kring utsjöbankarna vid Hoburgs bank och Midsjöbankarna, (Sveegaard m.fl., 2018; SAMBAH, 2016). Ett antal viktiga områden för tumlare har identifierats och några av dessa sammanfaller med Natura 2000-området, Figur 34 (Carlström och Carlén, 2016).



Figur 34. Viktiga områden för tumlare i vindpark Tritons närområde, per säsong (Carlsson och Carlén, 2016).

Flera studier visar att tumlare är ojämnt fördelade i kustnära vatten (Hammond, m.fl., 2002; Hammond, m.fl., 2013; Hammond, m.fl., 2017; Viquerat, et al., 2013). I en ny studie av Aarhus universitet har viktiga habitat för tumlare i skånska vatten (inkluderat även vindparksområdet för Triton) kartlagts. Kartläggningen baseras på 111 tumlare från Bälthavspopulationen märkta med Argos-satellitsändare mellan 1997–2021. Studien stöder att tätheterna av tumlare är låga i västra Östersjön (där Triton ligger) precis som för SCANS-inventeringarna.



Figur 35. Utbredning av 111 tumlare följda med satellitsändare i Bälthavet och sydvästra Östersjön analyserat med Kernel-tätheter över hela året, ju mer röda områden desto högre tätheter av tumlare (Teilmann et al. 2022).

Som visas i Figur 35 förekommer de högsta koncentrationerna av tumlare norr om Öresund och i danskt inre vatten. Området söder om Skåne används oftare under sommaren och hösten, när endast Bälthavspopulationen förekommer i området, än under vintern och våren. Under vintern är Skånes vatten generellt av minst betydelse för de märkta tumlarna från Bälthavspopulationen (Teilmann et al., 2022).

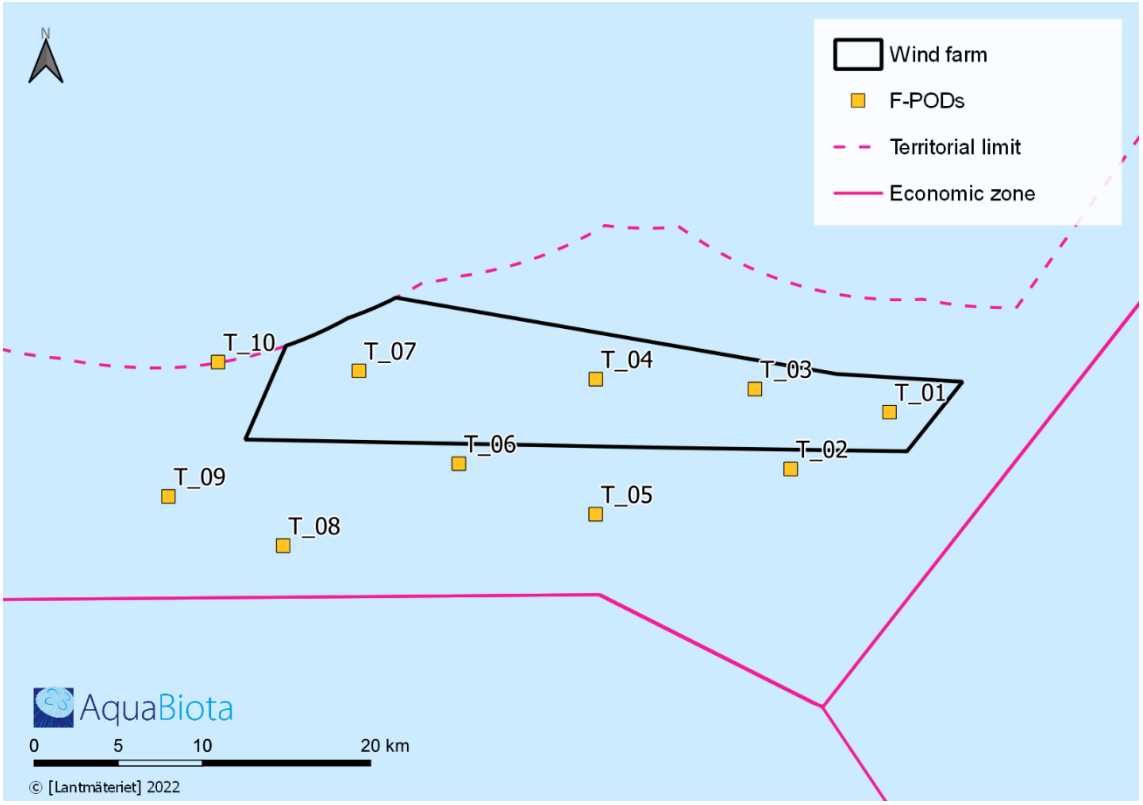
För projektets räkning placerades F-PODs[29] ut inom Tritons parkområde under sommaren 2021 (se Figur 36). För att möjliggöra jämförelse med tidigare undersökningar användes sedan en skalningsfaktor för att standardisera F-POD-data så att det motsvarar C-POD[30]-data. Uppgifterna från undersökningen stödjer observationerna från SAMBAH[31], det vill säga tumlare förekommer i området under sommar och tidig höst, dock med relativt få detektioner jämfört med till exempel Kattegatt. Under juni och augusti år 2021 genomfördes även provtagning och undersökning av tumlare inom vindparken med hjälp av eDNA (R.13). Tumlare detekterades endast i 2,5 % av alla prover. I motsvarande studie i Kattegatt (Birgersson m.fl., 2021) detekterades tumlare i 66 % av

[29] Passiv akustisk anordning som detekterar och spelar in klickljuden från tumlarens ekolokalisering. Detektionerna analyseras för att utvärdera förekomst och aktivitet av tumlare.

[30] Passiv akustisk anordning som detekterar och spelar in klickljuden från tumlarens ekolokalisering. Detektionerna analyseras för att utvärdera förekomst och aktivitet av tumlare. Föregångare till F-pods.

[31] Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise. Internationellt projekt för att bevara Östersjöns tumlarpopulation.

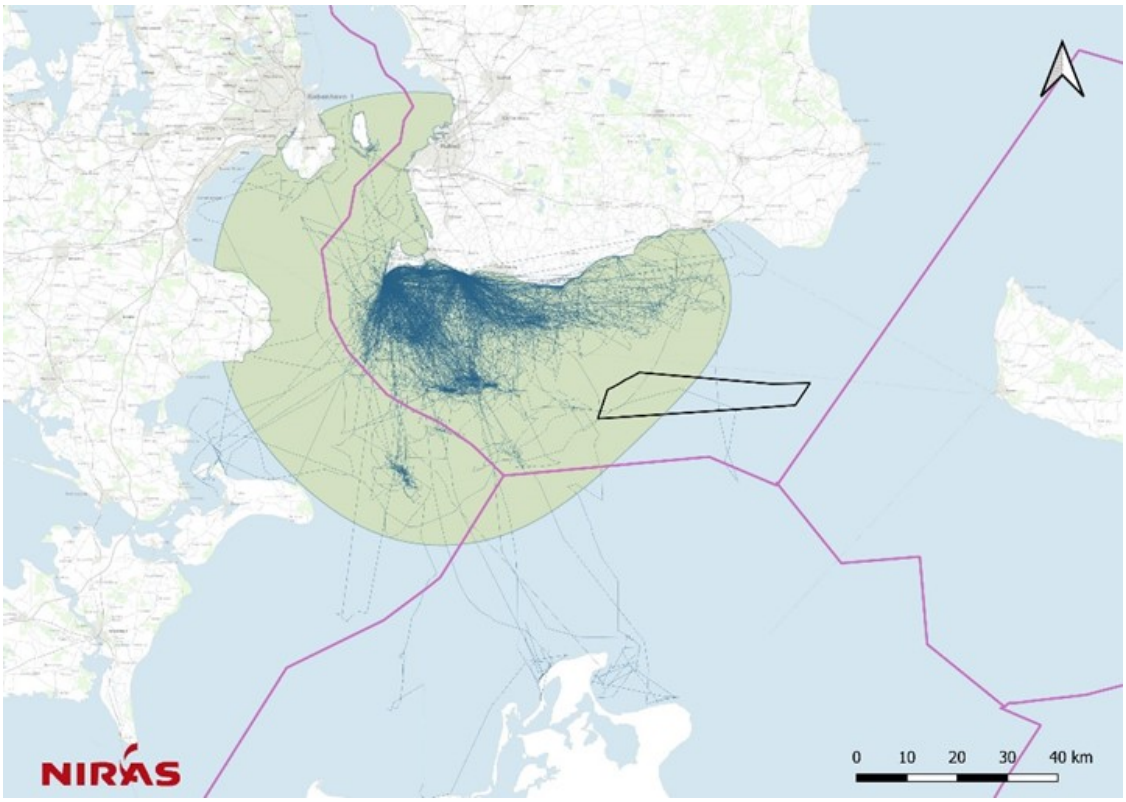
proverna. Baserat på de senaste studierna av förekomsten av tumlare uppskattar man att vindparksområdet (och dess närområdet) har låg betydelse för tumlare (både tumlare från Bälthavspopulationen och Östersjöpopulationen) (R.4.A).



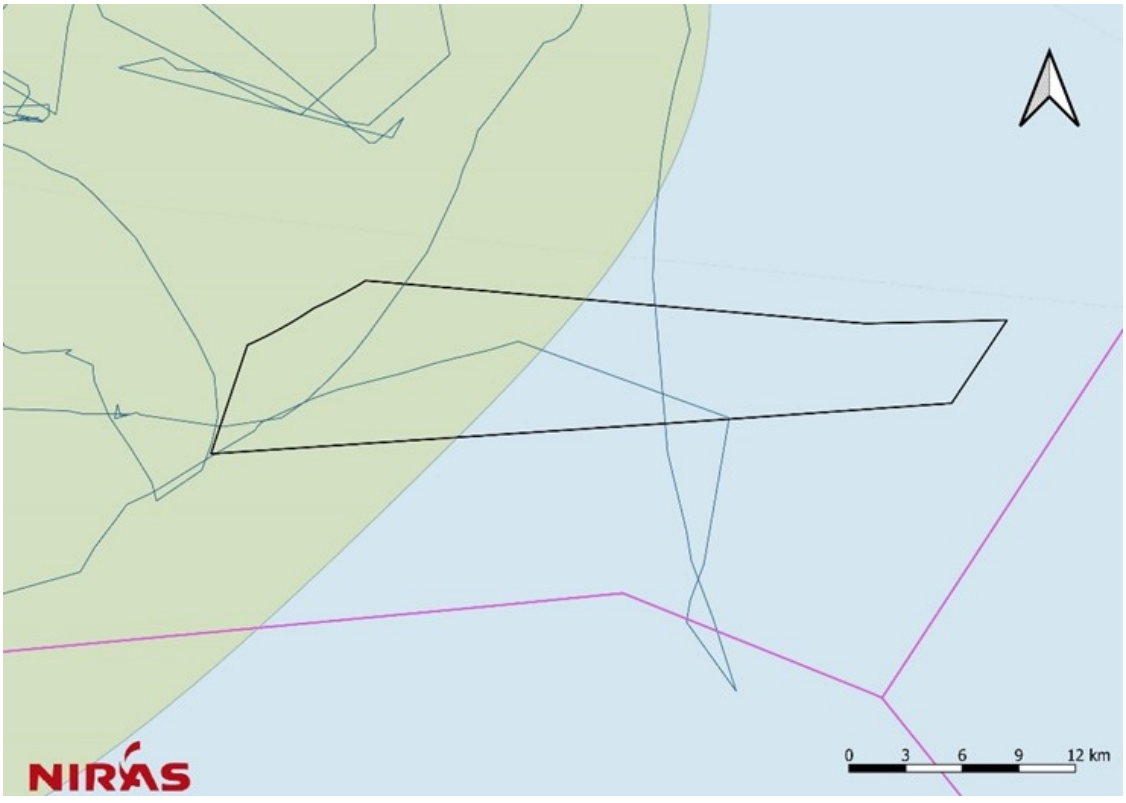
Figur 36. Placering av F-PODS inom och i närheten av vindparksområdet.

Gråsäl och knubbsäl

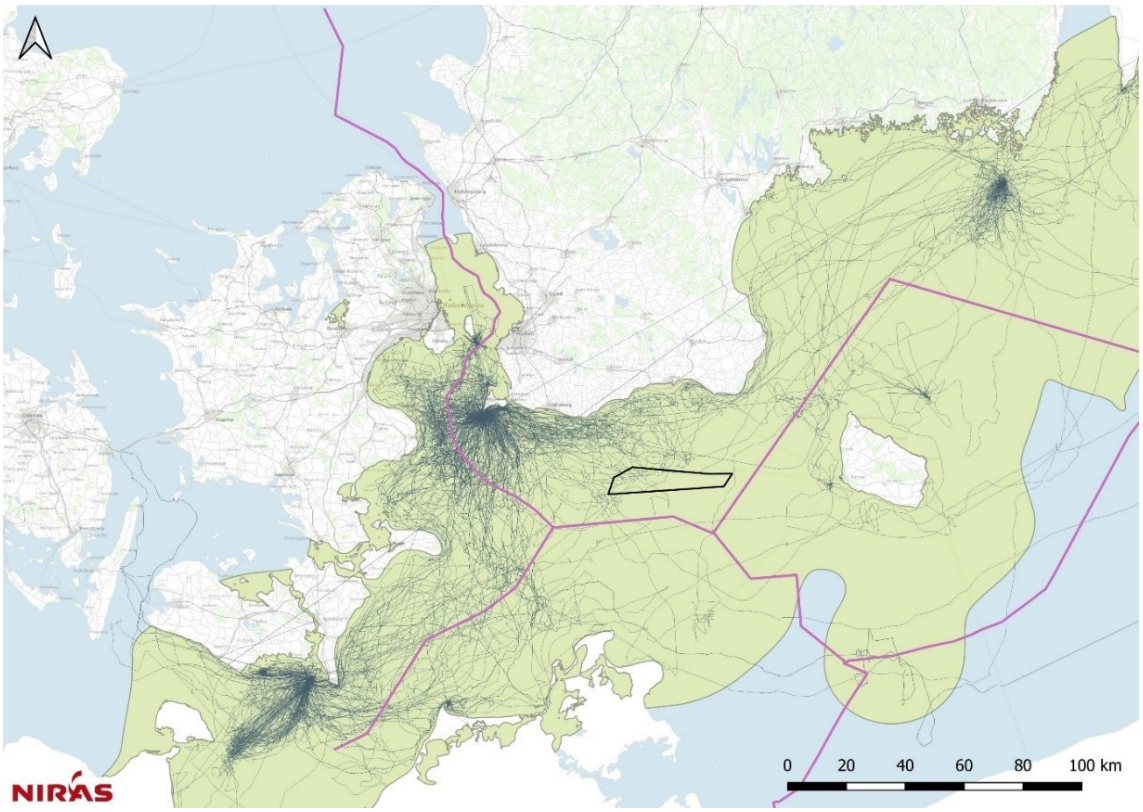
Båda arterna gråsäl och knubbsäl är fridlysta och skyddade genom EU:s art- och habitatdirektiv (bilaga 2 och 5). I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är knubbsäl som art klassad som livskraftig (LC), med undantag för Kalmarsundpopulationen som är klassad som sårbar (VU). I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är gråsäl som art klassad som livskraftig (LC). Gråsäl och knubbsäl födosöker främst i grunda områden med djup ned till 40 meter (Tollit m.fl. 1998; Sjöberg och Ball, 2000). Ungefär 50 kilometer nordväst om Triton finns naturreservatet Måkläppen. Naturreservatet består av en lång sandrevel belägen strax söder om Falsterbohalvön och utgör en viktig viloplats för både gråsäl och knubbsäl. I samband med utarbetandet av MKB:n för Kriegers Flak havsbaserade vindkraftspark i danskt vatten, försågs sälar (både knubbsäl och gråsäl) med GSM-sändare (Dietz m.fl., 2015). Totalt tio knubbsälar respektive elva gråsälar försågs med satellitsändare i Måkläppen under tidsperioden åren 2012-2013 respektive åren 2009-2013. I Figur 37 respektive Figur 39 visas rörelsemönstret för de tio knubbsälarna respektive elva gråsälarna och deras beräknande hemområde som täcker hela året. GPS-data visade att en av knubbsälarna och att gråsäl simmade in i vindparkområdet för Triton. GPS-data visar att området inte är viktigt för sälar, vilket också styrks i de eDNA-undersökningar som gjorts inom ramen för vindpark Triton under juni år 2021 (R.13). Gråsäl detekterades i ett av 20 prover i juni och inget av 20 prover i augusti medan inga detektioner gjordes av knubbsäl vid eDNA-provtagningen. Gråsälar och knubbsälar förväntas förekomma i projektområdet för Triton, dock anses området vara av låg/måttlig vikt för gråsäl och knubbsäl eftersom ingen av arterna verkar använda området som ett särskilt födosöksområde, vilket styrks av den låga detektionsgraden i eDNA-inventeringen (R.13).



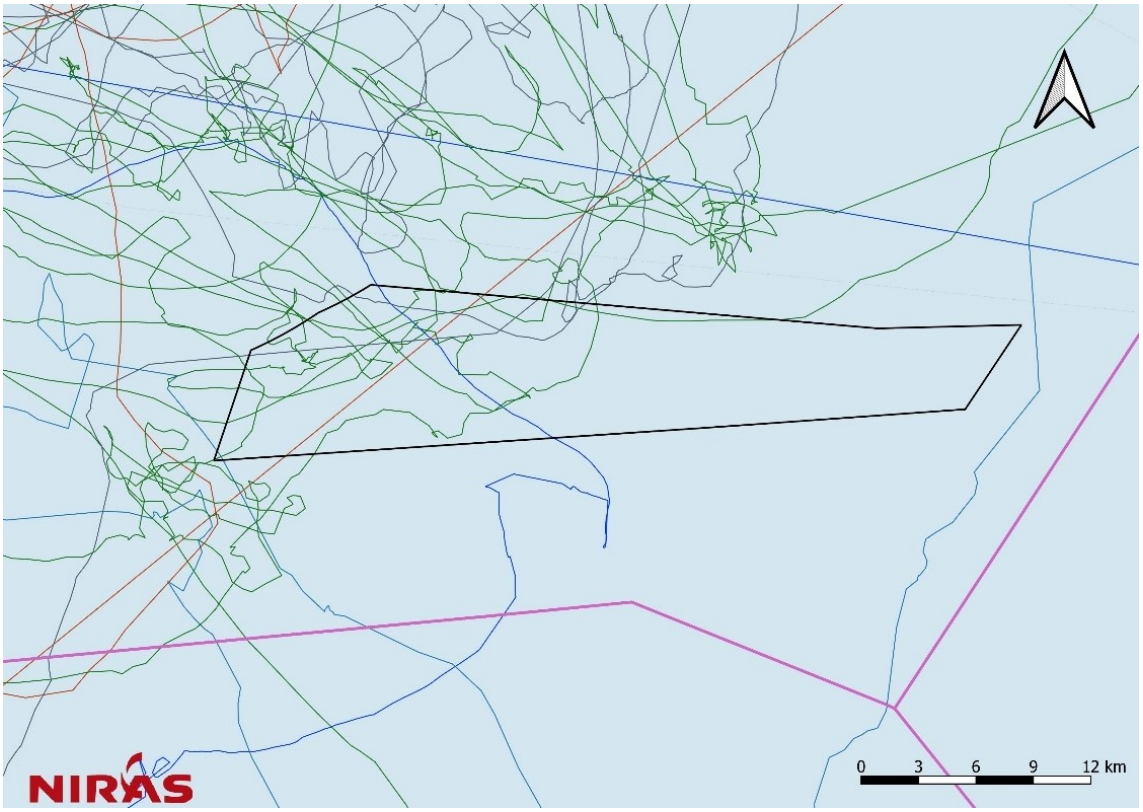
Figur 37. Rörelsemönster (blå linjer) från tio knubbsälar utrustade med GPS-sändare vid Måkläppen, Sverige i samband med utarbetande av MKB för Kriegers Flak OWF i danska vatten. Det gröna området är det uppskattade kärnområdet (95%) baserat på rörelsemönster för knubbsäl. Modifierad efter Dietz et al. (2015). GPS-data samlades in av DCE, Aarhus Universitet. © SDFE



Figur 38. Rörelsemönster för den knubbsäl som simmade i området för vindpark Triton. Knubbsälen utrustades med GPS-sändare vid Måkläppen, Sverige i samband med utarbetandet av MKB:n för Kriegers Flak OWF i danskt vatten. Det gröna området är det uppskattade kärnområdet (95%) baserat på rörelsemönster för knubbsäl. Modifierad efter Dietz et al. (2015). GPS-data samlades in av DCE, Aarhus Universitet. © SDFE



Figur 39. Rörelsemönster (blå linjer) från elva gråsälar utrustade med GPS-sändare vid Måkläppen, Sverige i samband med utarbetande av MKB för Kriegers Flak OWF i danska vatten. Det gröna området är det uppskattade kärnområdet (95%) baserat på rörelsemönster för gråsäl. Modifierad efter Dietz et al. (2015). GPS-data samlades in av DCE, Aarhus Universitet. © SDFE



Figur 40. Rörelsemönster för de gråsälar som simmade i området för vindpark Triton. Gråsälarna utrustades med GPS-sändare vid Måkläppen, Sverige i samband med utarbetandet av MKB:n för Kriegers Flak OWF i danskt vatten. Modifierad efter Dietz et al. (2015). GPS-data samlades in av DCE, Aarhus Universitet. © SDFE

7.4.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för marina däggdjur. Följande påverkansfaktorer vid anläggning, drift och avveckling har identifierats (se kapitel 6 för närmare beskrivning av dessa).

Tabell 38. Bedömda påverkansfaktorer under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggning	Drift	Avveckling
Undervattensljud	Vindpark	x	x	x
Sedimentspridning*	Vindpark + internkabelnätet	x		x
Luftburet ljud	Vindpark	x	x	x
Elektromagnetiskt fält	Internkabelnätet		x	
Reveffekt	Vindpark		x	

*Innefattar suspenderat material och sedimentation.

Anläggningsfas

Den huvudsakliga risken för påverkan på marina däggdjur under anläggningsfasen är undervattensljud från geofysiska undersökningar och pålning av fundament, som kan innebära höga och/eller impulsiva ljud som särskilt tumlare är känsliga för. Under anläggningsfasen kan påverkan även ske genom sedimentspridning från grundläggning och borrning.

Undervattensljud

Vid konsekvensbedömningar förutsätts användande av skyddsåtgärder, se nedan och för närmare beskrivning se avsnitt 7.4.3.

Undersökningar

När geofysiska undersökningar genomförs kommer skyddsåtgärder vidtas för att undvika påverkan på marina däggdjur. Vid undersökningar med sonar- och ekolodsutrustning opererar utrustningen med frekvenser över 200 kHz, vilket är utanför tumlares hörselspann. Tumlare har god hörsel i frekvenser från 10–140 kHz men de är mest känsliga inom området 90–140 kHz med en hörseltröskel cirka 40–60 dB re 1 µPa (Kastelein et al, 2002). Tumlare kan även höra ljud med frekvenser under tio kHz men med avtagande känslighet mot lägre frekvenser. Över 140 kHz avtar känsligheten tvärt mot högre frekvenser.

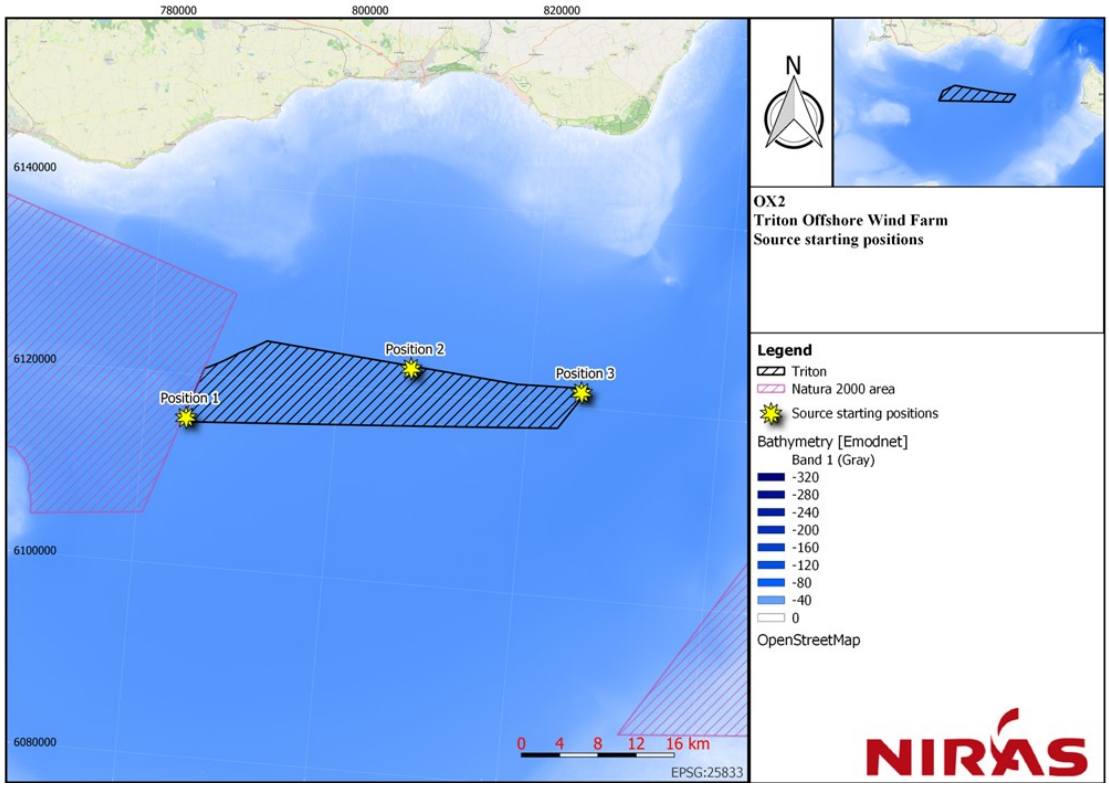
För att undersöka vilken påverkan de seismiska undersökningarna kan få för tumlare har OX2 låtit utföra en platsspecifik undervattensljudmodellering (R.22). Modellering av ljudutbredning för olika utrustningsscenario och avstånd till gränsvärden för undvikandebeteende, TTS och PTS har beräknats för olika positioner. För TTS och PTS har modelleringen utförts för en representativ 24 h undersökningsperiod. Modelleringen inkluderar även nya vetenskapliga data från faktiska undersökningar med seismiska undersökningar i Nordsjön, där undervattensljud har uppmätts och undersökts i detalj (Pace m.fl., 2021).

Ljudmodelleringarna har utgått från tre olika utrustningsscenarion där scenario 1 motsvarar undersökningar med utrustningarna Innomar, Sparker och Mini G airgun som planeras inom vindparksområdet. Det kan dock förekomma vissa områden inom vindparksområdet som inte behöver undersökas med Sparker, vilket är utrustningsscenario 2. Utrustningsscenario 3 avser den del av undersökningsområdet som utgörs av kabelkorridorerna och eventuellt vissa områden inom vindparken, se Tabell 39.

Tabell 39. Utrustningsscenarion för geofysiska undersökningar som har använts i modelleringen.

Utrustningsscenario		Utrustning	Utrustningsmodell
1		Innomar (SBP)	Innomar SES-2000 Medium 100
		Sparker (SBP)	GeoSource 200–400
		Mini G airgun	Sercel Mini G 60 Cu. Inch
2		Innomar (SBP)	Innomar SES-2000 Medium 100
		Mini G airgun	Sercel Mini G 60 Cu. Inch
3		Innomar (SBP)	Innomar SES-2000 Medium 100

Störst ljudspridning i vattnet sker under mars månad och modelleringarna är därför utförda för den månaden (worst case). Modelleringarna utgår från tre representativa positioner inom vindparken. Batymetrin inom hela vindparken är relativt plan och bottnarna har en liknande sedimentsammansättning (framför allt lera) och därmed förväntas de valda positionerna inom vindparken väl representera området.



Figur 41. Källpositioner (gula stjärnor) som valts för undervattensljudmodelleringen i vindparken.

Resultaten från modelleringen av undervattensljud från de geofysiska undersökningarna finns summerad i Tabell 40, samt redovisas i detalj i Bilaga B.1. Resultaten motsvarar det avstånd som individen minst måste hålla till undersökningsfartyget, vid starten av undersökningen på full effekt, för att undvika respektive påverkan. För TTS anges ett spann för påverkansavståndet som representerar beroendet av tumlarens position gentemot undersökningsfartyget där minimiavståndet representerar tumlare bakom eller vinkelrätt mot fartyget medan maxavståndet representerar tumlare framför fartyget.

Tabell 40. Avstånd till gränsvärde för seismiska undersökningar inom vindpark Triton för tre utrustningsscenarion. Avstånd till gränsvärden för PTS och TTS visar inom vilket avstånd, i meter, från undersökningsfartyget som en individ minst måste befinna sig vid starten av undersökningen på full styrka för att undvika den angivna påverkan. Resultaten representerar mars månad för olika positioner inom undersökningsområdet och anses vara "worst case". Modelleringen är gjord utan hänsynsåtgärder (Bilaga B.1) med viktade gränsvärden för tumlaren (VHF) och säl (PCW).

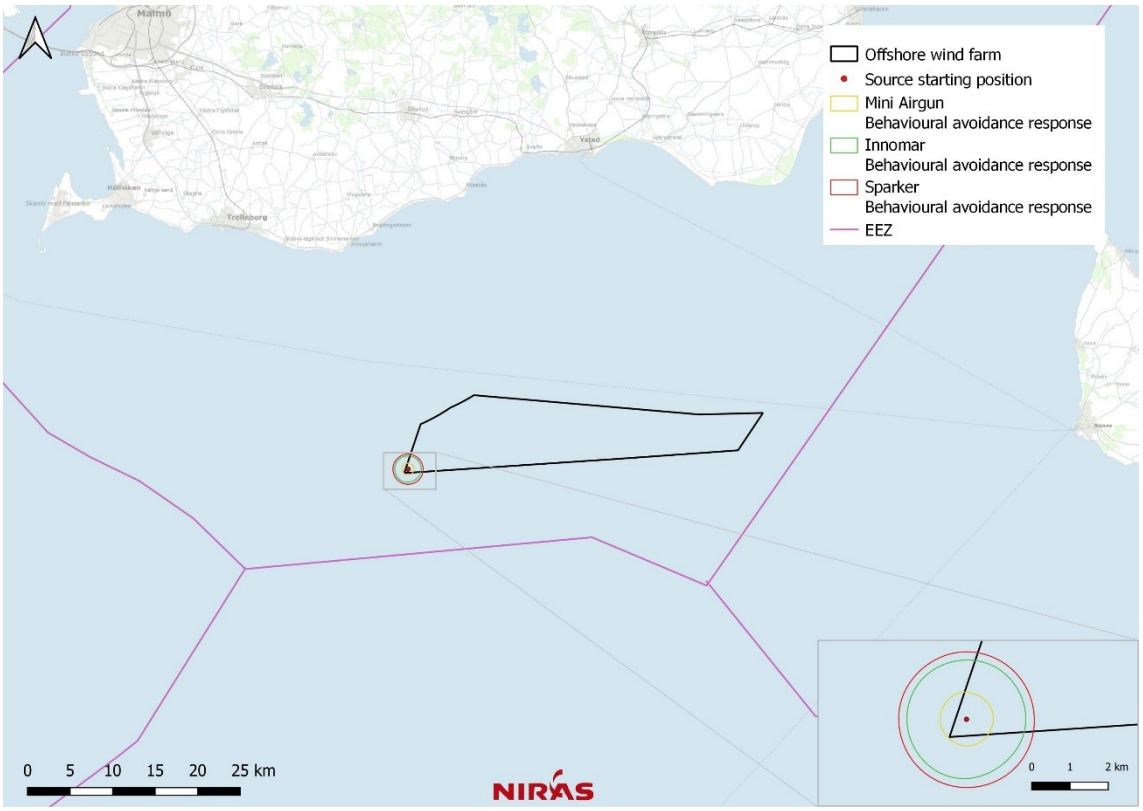
Scenario	**Position**	**Avstånd till gränsvärde (m)**				
		Tumlare			Säl	
		Undvikande-beteende $L_{p,rms,125ms} = 103\ dB$*	TTS $L_{E,cum,24h} = 140\ dB$	PTS $L_{E,cum,24h} = 155\ dB$	TTS $L_{E,cum,24h} = 170\ dB$	PTS $L_{E,cum,24h} = 185\ dB$
1: Sparker (SBP)/Mini G air gun/ Innomar (SBP)	1	1800	375-950	< 50	< 50	< 25
	2	1550	250-625	< 50	< 50	< 25
	3	1850	275-675	< 25	< 50	< 25
2: Mini air gun/Innomar (SBP)	1	1600	350-900	< 25	< 50	< 25
	2	1350	250-600	< 50	< 50	< 25
	3	1350	250-625	< 25	< 50	< 25
3: Innomar (SBP)	1	1600	375-925	< 50	< 50	< 25
	2	1350	250-650	< 50	< 50	< 25
	3	1350	275-650	< 25	< 50	< 25

* Senaste litteraturen från Tougaard (2021) föreslår ett gränsvärde på 103 dB, i stället för det mer konservativa och tidigare använda 100 dB.

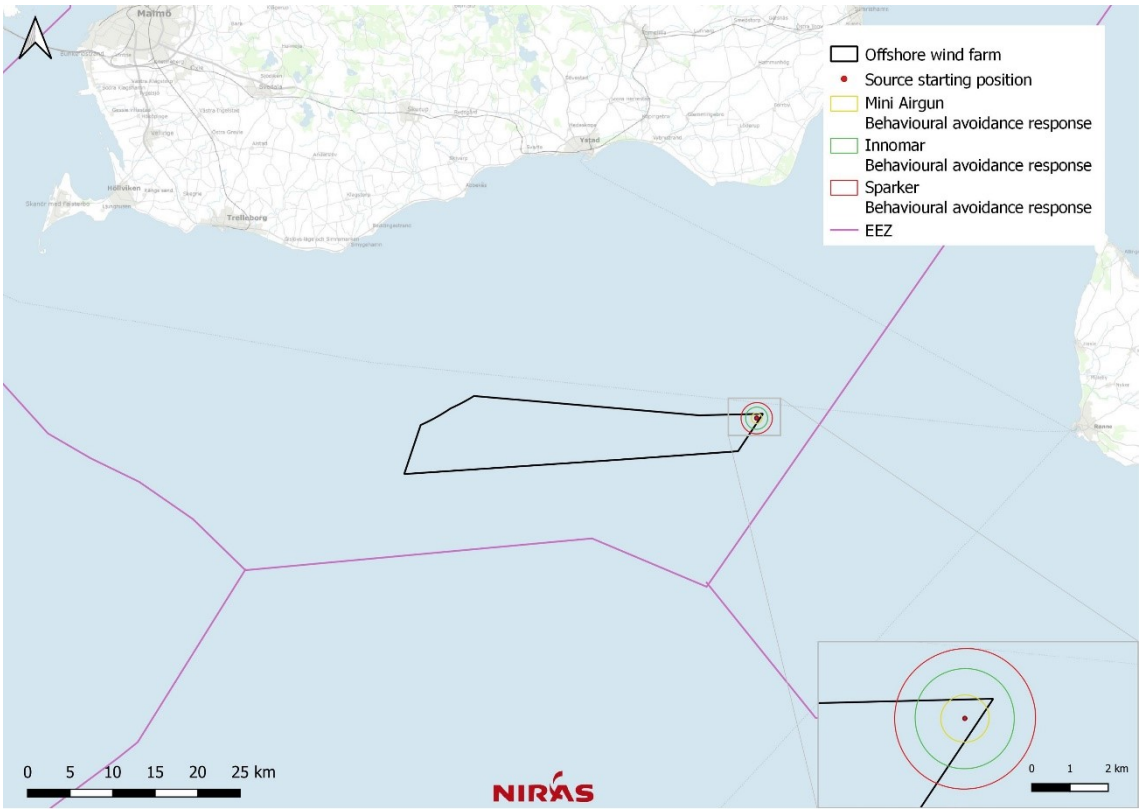
Tumlare

I scenario 1, worst case (Innomar, Sparker och airgun) kan tumlare uppvisa undvikandebeteende inom 1 850 meter från undersökningsfartyget (tröskelvärdet 103 dB), Tabell 40. Konservativt räknat (med lika stor påverkan i en cirkel runt undersökningsfartyget) motsvarar detta en yta på cirka 10,2 km^2 kring undersökningsfartyget. För tumlare är det osannolikt att PTS kan uppkomma om tumlaren befinner sig på ett avstånd över <50 meter från undersökningsfartygen, vid starten av de seismiska undersökningarna på full effekt, medan för TTS är avståndet 950 meter.

Avstånd till gränsvärdet för undvikandebeteende hos tumlare $L_{p,rms,125ms,VHF} = 103\ dB\ re\ 1\ \mu Pa$ för de olika ljudkällorna i position 1 respektive i position 3 i vindparken illustreras i Figur 42 respektive Figur 43. Sparker (SBP) är den ljudkälla som har det största bidraget till ljudutbredningen vilket överensstämmer med resultaten i Tabell 40 där avståndet till gränsvärdet är längre för scenario 1 än för scenario 2 och 3. Som kan ses i figurerna nedan sker beteendepåverkan i nära anslutning till källan och ytan för påverkansområdet är inom Sveriges gränser.



Figur 42. Ljudutbredning till gränsvärdet för undvikandebeteende för tumlare (103 dB) med utrustningarna Innomar (SBP), Sparker (SBP) och Mini airgun vid västra delen av vindparken (position 1).



Figur 43. Ljudutbredning till gränsvärdet för undvikandebeteende för tumlare (103 dB) med utrustningarna Innomar (SBP), Sparker (SBP) och Mini airgun vid östra delen av vindparken (position 3).

Med skyddsåtgärder så som mjuk uppstart minimeras risker för marina däggdjur att utsättas för TTS och PTS. Mjuk uppstart kan innefatta en period av långsam ökning av energin och/eller avfyrningsfrekvensen, vilket ger individerna tid att simma ut till ett säkert avstånd innan utrustningen körs på full styrka. Som ett exempel kan en 30 minuters mjuk uppstart göra det möjligt för en individ som simmar med en hastighet på 1,5 m/s att nå ett avstånd på 2,7 kilometer innan utrustningen körs med full effekt, vilket därmed kommer att ligga utanför påverkansavstånden för TTS och PTS. Om de seismiska undersökningarna tillfälligt avbryts bör utrustningen återstartas med en period av mjuk uppstart. Observatörer ombord på undersökningsfartyget kan ytterligare minska risken att individer befinner sig i närheten av fartyget vid uppstart av undersökningarna. Tumlare är särskilt känsliga för de impulsiva undervattensljud som den seismiska utrustningen kan generera och deras känslighet för hörselnedsättning är hög för PTS och måttlig för TTS. Med mjuk uppstart är det osannolikt att tumlare kommer att uppleva hörselnedsättning och risken för TTS och PTS är därför försumbar.

De skyddsåtgärder som kommer att tillämpas för de geofysiska undersökningarna med seismisk utrustning är således användning av passiv akustisk övervakning och observatörer samt att undersökningarna inleds med tillämpning av mjuk uppstart på 30 minuter för att minimera att tumlare och säl befinner sig i riskzonerna för hörselpåverkan (TTS och PTS), varefter styrkan för utrustningen successivt kan trappas upp till full styrka (ramp-up). Mjuk uppstart genomförs även om arbetena avbryts.

Utöver att påverkansavståndet är begränsat är det av vikt att beakta att undersökningsfartyget kommer att befinna sig i rörelse hela tiden då undersökningarna pågår. Påverkansområdet flyttas därmed med fartygets rörelser. Tumlare och sälar kommer därför mycket tillfälligt undvika närområdet för de seismiska undersökningarna. Så snart undersökningsfartyget har passerat förväntas de återvända till området. Detta innebär en mycket kort och snabbt övergående påverkan i form av att individer tillfälligt undviker ett visst område och de kommer inte att utsättas för skadliga ljudnivåer som riskerar TTS eller PTS. Undersökningarna förväntas pågå under cirka 60 dagar.

Undersökningsområdet för vindpark Triton ligger i utkanten av tumlarpopulationernas respektive utbredningsområde och är inte ett viktigt reproduktionsområde för vare sig Bälthavspopulationen eller Östersjöpopulationen (Carlén m.fl., 2018, Teilmann m.fl., 2022). Tätheten av tumlare i området är låg, speciellt om man jämför med tätheterna väster om vindparken mot de danska vattnen som är bebodda av Bälthavspopulationen. Sannolikheten för att det ska förekomma tumlare i området för Triton är således liten. Det förväntas att de flesta av tumlarna i undersökningsområdet för Triton hör till den gynnsamma Bälthavspopulationen, även om det inte kan uteslutas att enstaka tumlare från Östersjöpopulationen kan förekomma i området under vintern.

Med de föreslagna skyddsåtgärderna bedöms känsligheten för påverkan för tumlare som måttlig för Östersjöpopulationen och som liten för Bälthavspopulationen. Påverkans storlek och omfattning bedöms som liten negativ då påverkansavstånden är korta och tidsperioden för undersökningarna relativt begränsad. Den låga tätheten av tumlare i området gör risken för påverkan liten. Konsekvensen för Östersjö- och Bälthavspopulationen bedöms därmed som liten. De seismiska undersökningarna bedöms heller inte påverka tumlarens bevarandestatus, vare sig på kort eller lång sikt, och därtill vara utan risk för skada eller störning av betydelse på individnivå. Tumlare förväntas återvända när undersökningsfartyget passerat.

Säl

Det saknas studier som undersökt hur och på vilka avstånd som sälar reagerar på undervattensljud från seismiska undersökningar. Konservativt räknat kan samma påverkansavstånd som för tumlare användas, observera dock att sälar generellt är mindre känsliga än tumlare och har högre gränsvärden för TTS och PTS.

De modellerade påverkansavstånden för de olika utrustningsscenarierna redovisas i Tabell 40. Resultaten visar att det för säl finns en liten risk för permanent hörselnedsättning (PTS) inom 25 meter från undersökningsfartyget medan för TTS är avståndet till gränsvärdet 50 meter när utrustningen körs med full styrka utan skyddsåtgärder. På grund av de mycket korta påverkansavstånden är risken för att sälar ska få hörselnedsättning (TTS eller PTS) i det närmaste obefintlig.

Både knubbsäl och gråsäl kan förekomma i undersökningsområdet. Sälar kan till skillnad från tumlare aktivt minska påverkan från undervattensljud genom att hålla sitt huvud ovanför vattnet. Den mjuka uppstarten och stegvisa ökningen av den seismiska utrustningen ger sälarna tid att lämna närområdet innan utrustningen körs på full effekt.

Från vindpark Triton är det 50 kilometer till närmaste kända liggplats för knubbsäl och gråsäl vid Måkläppen. Området för vindparken och undersökningskorridorerna är inte av särskild vikt för någon av arterna och risken för påverkan är mycket begränsad. Känsligheten för säl för de seismiska undersökningarna bedöms som liten. Med föreslagna hänsynsåtgärder bedöms påverkans storlek och omfattning som liten negativ då sälar tillfälligt förväntas undvika närområdet för undersökningarna. Utbredningen av påverkan är dock mycket begränsad då påverkansavstånden för säl är relativt korta (mindre än 25 meter för PTS och mindre än 50 meter för TTS) och varaktigheten för undersökningarna kortvarig. Den samlade bedömningen bedöms därmed som mycket liten för både knubbsäl och gråsäl utan påverkan på populationen vare sig på kort eller lång sikt. Både knubbsäl och gråsäl förväntas återvända när undersökningsfartyget har passerat.

Då ljudet från borrningar och andra geotekniska undersökningar är lågfrekvent förväntas de ha en begränsad påverkan på marina däggdjur. Ljudet från borrningar kan liknas vid ljudet från lastfartyg, som är vanligt förekommande i området.

Installation

Under installation av vindparken kan undervattensljud som påverkar marina däggdjur uppkomma från anläggning av de olika komponenterna i vindparken, huvudsakligen vid installation av fundament för vindkraftverk, transformatorstationer och plattformar. Undervattensljud kan även komma från fartygstrafik. Vindparken ligger dock mellan två större fartygsstråk och i ett område med intensiv fartygstrafik, där mängden installationsfartyg är mycket liten i förhållande till övrig trafik påverkan på marina däggdjur bedöms därför vara liten/begränsad. Då marina däggdjur är särskilt känsliga för kraftiga plötsliga ljud är pålning den aktivitet som framför allt kan påverka marina däggdjur.

Utbredningen av undervattensljud vid installation av fundament genom pålning har modellerats (R.11.C). Ljudutbredningsmodelleringarna har utgått från ett worst case i ljudutbredning, med pålning av monopiles (14 meter i diameter), utifrån fyra olika positioner i vindparken under den tid på året då ljudutbredningen är som störst (under månaden mars). Modelleringen av påverkansavstånd från undervattensljud vid pålning har gjorts för två fall. I det första fallet har man förutsatt att ljuddämpande åtgärder kommer att användas med en minskning av ljudet

motsvarande användandet av en enkel bubbelgardin (BBC) (de ljuddämpande åtgärder som används beskrivs mer i kapitel 10. Som tillägg till modelleringen av undervattensljud med ljuddämpande åtgärder motsvarande en enkel bubbelgardin (BBC) har även undervattensljud med ljuddämpande åtgärder motsvarande en dubbel bubbelgardin kombinerat med en Hydro Sound Damper (DBBC+HSD) modellerats, som tas upp nedan. I båda fallen har det dessutom förutsatts att ett förfarande med mjuk uppstart och ramp-up, där intensiteten i hammarslagens energi gradvis ökar.

Utifrån modelleringarna har påverkansavstånd för undvikandebeteende, tillfällig hörselnedsättning (TTS) och permanent hörselnedsättning (PTS) beräknats (för gränsvärden, se avsnitt 6.1). Ljudnivåer vid vilken hörselpåverkan eller beteendepåverkan kan uppstå skiljer sig mellan tumlare respektive säl (gäller både gråsäl och knubbsäl).

Tumlare

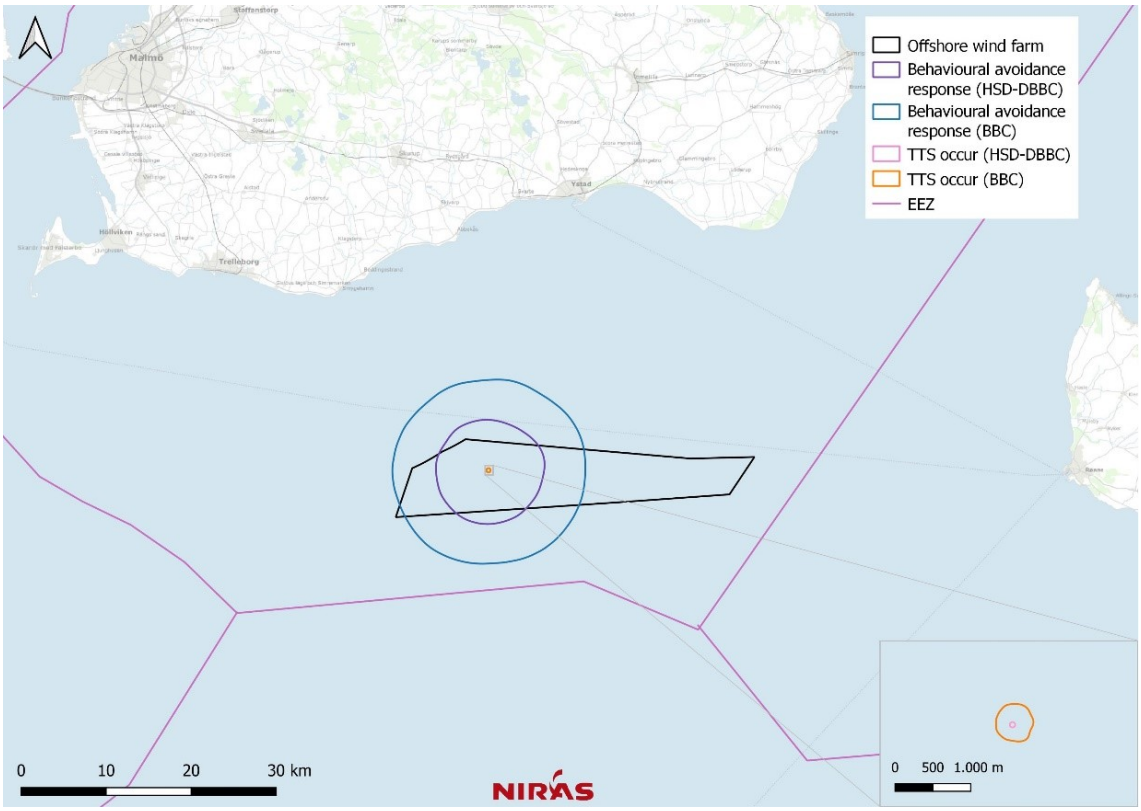
Resultatet från modelleringarna av ljudexponeringsnivåer (SEL) för tumlare ses i Figur 44. Det föreligger inte någon risk för att tumlare utsätts för ljudnivåer som medför PTS om de skyddsåtgärder som ingår i modelleringen vidtas (enkel bubbelgardin eller motsvarande samt mjuk uppstart respektive dubbel bubbelgardin, Hydro Sound Damper eller motsvarande samt mjuk uppstart). Ljudnivåerna inom gränsen för tillfällig hörselnedsättning kan i ett worst case förekomma under pålning inom ett mycket begränsat område inom vindparken, enbart i direkt anslutning till installationsplatsen. Det är osannolikt att marina däggdjur kommer utsättas för nivåer överstigande TTS då utbredningen av ljud överstigande gränsnivån för TTS enbart uppkommer inom 300 meter från ljudkällan vid användning av BBC, samt eftersom tumlare med marginal kommer att ha motats bort längre än detta avstånd på grund av fartygets rörelser, de akustiska metoderna och tillämpningen av mjuk uppstart. Undvikandebeteende på tumlare kommer att förekomma inom delar av vindparken, se Tabell 41, Tabell 42 och Tabell 43.

Tabell 41. Resultatet från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case. Förutsättning enkel bubbelgardin och mjuk uppstart. Påverkansavstånd där PTS, TTS samt undvikandebeteende kan uppstå på tumlare.

	Påverkan	**Påverkansavstånd**
Tumlare	PTS	<25 meter
	TTS	300 meter
	Undvikandebeteende	11,6 kilometer

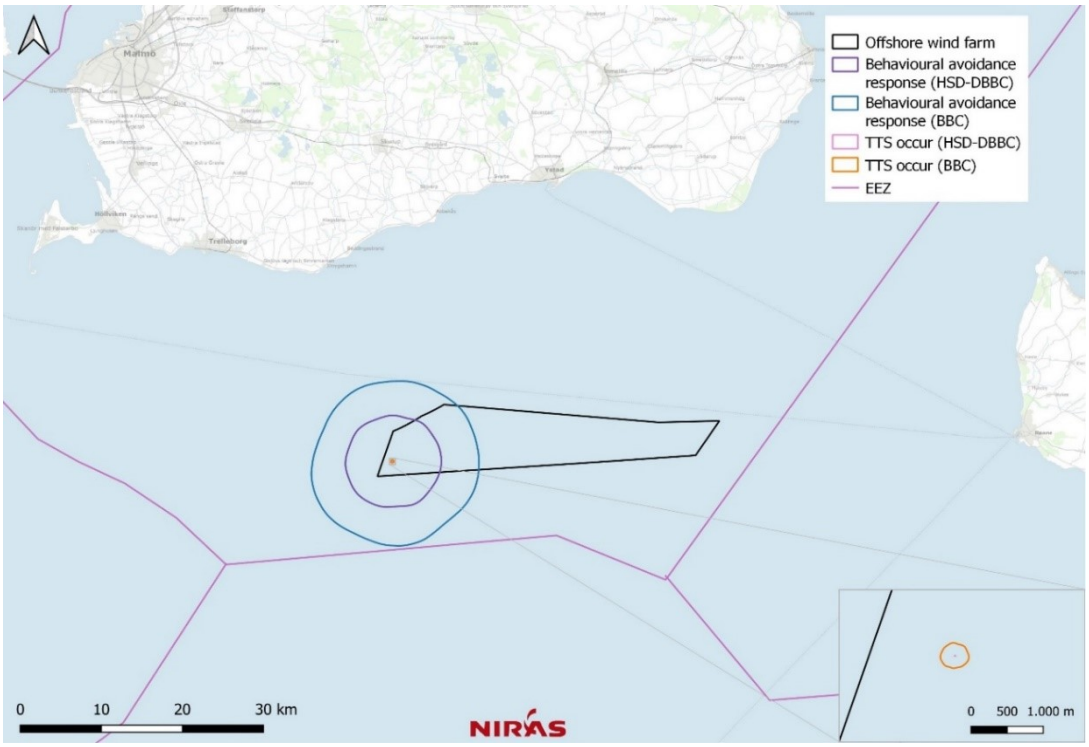
Tabell 42. Resultatet från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case. Förutsättning dubbel bubbelgardin, Hydro Sound Damper och mjuk uppstart. Påverkansavstånd där PTS, TTS samt undvikandebeteende kan uppstå på tumlare.

	Påverkan	**Påverkansavstånd**
Tumlare	PTS	<25 meter
	TTS	<50 meter
	Undvikandebeteende	6,7 kilometer

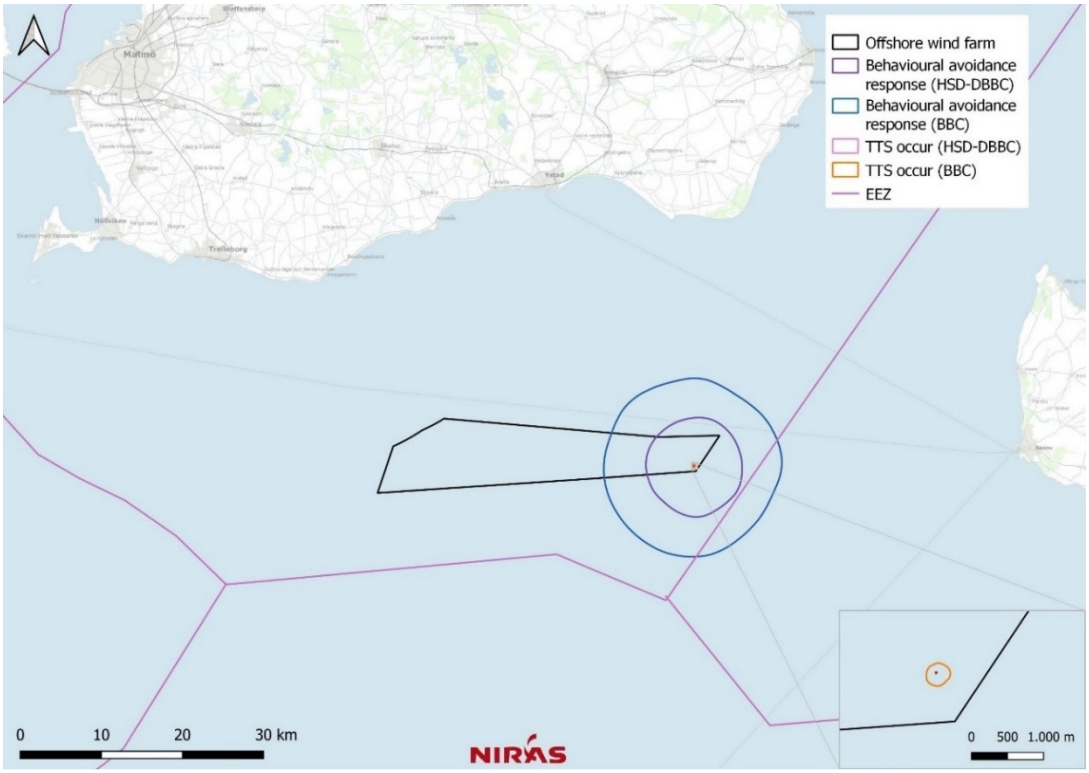


Figur 44. Resultat från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning i området, worst case. Orange respektive rosa ring visar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper, (R.4.A). (Källa: Lantmäteriet)

Modellering för ljudexponeringsnivåer (SEL) för ett worst case-scenario för gränsöverskridande påverkan har också tagits fram och kan ses i Figur 45 och Figur 46. I den västra delen av området kan ses att området inom vilket beteendepåverkan kan uppkomma med enkel bubbelgardin når precis till gränsen för den tyska ekonomiska zonen. I den östra delen av området ses att området inom vilken beteendepåverkan kan uppkomma med enkel bubbelgardin når över till danska ekonomiska zonen och att områden inom vilken beteendepåverkan kan uppkomma med dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper når precis till gränsen för den danska ekonomiska zonen.



Figur 45. Resultat från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning i området, worst case i västra delen av området. Orange respektive rosa ringvisar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. (Källa: Lantmäteriet)



Figur 46. Resultat från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning i området, worst case i östra delen av vindparksområdet. Orange respektive rosa ringvisar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. (Källa: Lantmäteriet).

Antalet potentiellt påverkade tumlare från Bälthavspopulationen i Tabell 43 grundar sig på uppskattning av tätheten av tumlare i området från inventeringarna av tumlare i SAMBAH[32] och SCANS II[33]. Under sommaren är tätheten cirka 0,02–0,2 individer/km^2 och under vintern cirka 0,01–0,1 individer/km^2 (Hammond, 2006; SAMBAH, 2016; R.4.A) På vintern kan tumlare från Östersjöpopulationen förekomma i området och baserat på förhållandet mellan de två populationerna förväntas cirka 1 % av de tumlare som förekommer i området tillhöra Östersjöpopulationen, Tabell 43.

Resultatet från genomförd ljudmodellering visar att det totala antalet tumlare från både Bälthavspopulationen och Östersjöpopulationen som potentiellt kan störas av undervattensljud från pålning är litet och att påverkan är temporär. Som har beskrivits ovan består effekten av att tumlarna temporärt undviker det område där pålning sker. Undervattensljud från pålning som kan medföra beteendepåverkan kan förekomma på ett avstånd upp till 11,6 kilometer vid användandet av enkel bubbelgardin (worst case). I worst case scenariot kan 4–39 tumlare från Bälthavspopulationen och mindre än en tumlare från den kritiskt hotade Östersjöpopulationen utsättas för undervattensljudnivåer som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende under installationen av en monopile under vintern. Under sommaren förekommer inte tumlare från Östersjöpopulationen i detta område medan 8–78 tumlare från Bälthavspopulationen kan utsättas för undervattensljudnivåer som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende. Vid användandet av dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper kan undervattensljud från pålning som överskrider tröskelvärdet för undvikandebeteende förekomma upp till 6,7 kilometer i worst case scenariot. I detta worst case scenario uppskattas 1–13 tumlare från Bälthavspopulationen påverkas av undervattensljud som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende under installationen av ett monopilefundament under vinterperioden, se Tabell 45. För tumlare från den kritiskt hotade Östersjöpopulationen är uppskattningen mycket mindre än en individ (0,1 tumlare).

Tabell 43. Resultatet från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case. Förutsättning enkel bubbelgardin och mjuk uppstart. Område för respektive område där TTS samt undvikandebeteende kan uppstå samt beräknat antal tumlare.

Påverkan	Påverkat område	Antal tumlare från bälthavspopulationen som kan påverkas		Antal tumlare från Östersjöhavspopulationen som kan påverkas
		Sommar (0,02–0,2 individer/km^2)	Vinter (0,01–0,1 individer/km^2)	Vinter (1,19 % av tumlare i området)*
TTS	<1 km^2	<1	<1	<<1
Undvikandebeteende	390 km^2	8–78	4–39	<1

*Det är inte möjligt att skilja mellan tumlare från Östersjöpopulationen och Bälthavspopulationen. Men eftersom Bälthavspopulationen (42000) är mycket större än Östersjöpopulationen (500), används förhållandet mellan de två populationerna ((500/42000)*100=1,19%) för att uppskatta hur många tumlare från Bälthavspopulationen som sannolikt kommer att påverkas.

Tabell 44. Resultat från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case. Förutsättning enkel bubbelgardin och mjuk uppstart. Undvikandebeteende på respektive population.

Population	Populationsstorlek	Antal tumlare som påverkas		Påverkade tumlare på populationsnivå	
		Sommar	Vinter	Sommar	Vinter
Östersjöpopulation	500	-	<1	-	0,01–0,095%
Bälthavspopulation	42 000	8–78	4–39	0,019–0,19%	0,01–0,093%

[32] Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise. Internationellt projekt för att bevara Östersjöns tumlarpopulation.

[33] Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea.

Tabell 45. Potentiell påverkan från pålning på de två tumlarpopulationerna i vindpark Triton. Förutsättning dubbelbubbelgardin och Hydro Sound Damper. Område där undvikandebeteende kan uppstå samt beräknat antal tumlare som påverkas.

Påverkan	Påverkan	Påverkat område	Antal tumlare som kan påverkas	Påverkade tumlare på populationsnivå
Östersjöpopulation	Undvikandebeteende	122 km^2	<<1	0,0029–0,029%
Bälthavspopulation	Undvikandebeteende	122 km^2	1–13	0,0028–0,028%

Då skyddsåtgärder vidtas kommer inga individer skadas. Individernas möjlighet att överleva, reproducera sig eller födosöka påverkas heller inte. Tumlare förväntas undvika anläggningsområdet under pålningsarbeten och återkomma efter några få dagar till veckor efter att pålningsarbetet är avslutat. Det påverkade området (Tabell 43-Tabell 45) som redovisas för undvikandebeteende[34] till följd av pålning i modelleringarna utgör worst case och behöver inte innebära att tumlare helt undviker området. Studier har visat att beteendepåverkan minskar med ökat avstånd från ljudkällan. Tumlare kan även vänja sig vid undervattensljud och bli mer toleranta (Graham, 2019), till exempel från första till sista installationen av fundament inom den planerade vindparken.

Då perioden när pålning sker är relativt kort, samtidigt som antalet tumlare som temporärt kan exponeras för undervattensljud är begränsat och påverkan är reversibel, bedöms påverkan av undervattensljud från pålning vara obetydlig respektive liten för hörselnedsättning respektive beteendepåverkan. Då känsligheten för undervattensljud hos Bälthavspopulationen är måttlig bedöms konsekvensen av undervattensljud från pålning vara försumbar till liten med användning av enkel bubbelgardin. För Östersjöpopulationen bedöms känsligheten som hög på grund av populationernas bevarandestatus, men konsekvensen bedöms ändå till försumbar till liten då sannolikheten för en påverkan på en enskild individ från Östersjöpopulationen är liten. Med dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper (eller motsvarande) blir påverkan från undervattensljud från pålning ännu mindre men konsekvensbedömningen blir densamma.

Tabell 46. Bedömd konsekvens för tumlare under anläggningsfasen för påverkansfaktorn undervattensljud.

	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Bälthavspopulationen	Måttligt	Obetydlig/liten	Försumbar till liten
Östersjöpopulationen	Hög	Obetydlig/liten	Försumbar till liten

Säl

Säl (både gråsäl och knubbsäl) kommer inte att utsättas för ljudnivåer som medför PTS. I Tabell 49 ses hur stort område inom vilket TTS respektive undvikandebeteende för gråsäl och knubbsäl kan uppkomma. Sälar anses generellt reagera mindre på och anpassa sig fortare till undervattensljud än tumlare (Blackwell m.fl., 2004; Mikkelsen m.fl., 2017). Som försiktighetsmått har dock samma nivåer för undvikandebeteende för säl använts som för tumlare.

Det finns ingen känd information om densiteten av säl i vindparken och antalet påverkade gråsälar och knubbsälar kan därför inte uppskattas på samma sätt som för tumlare. I stället uppskattas hur stor andel av sälarnas hemområde som tillfälligt påverkas av undervattensljud. Den närmaste och viktigaste liggplatsen är kolonin vid Måkläppen i Skåne, där gråsäl och

[34] Med beteendepåverkan avses framför allt ett undvikandebeteende som kan variera från en liten förändring, till exempel kort störning i födosökande, till flyktbeteende.

knubbsäl har märkts med satellitsändare. Det området som kan påverkas av undervattensljud ligger inom eller överlappar området för hemområdet[35] för både gråsäl och knubbsäl, Figur 47 och Figur 48. Gråsälar har ett betydligt större hemområde jämfört med knubbsäl, en mindre andel av gråsälarnas hemområde kommer därför påverkas jämfört med knubbsälens. Marina däggdjur kommer inte utsättas för nivåer överstigande TTS då utbredningen av ljud överstigande gränsnivån för TTS enbart uppkommer inom 825 meter från ljudkällan vid användning av BBC, samt eftersom sälar med marginal kommer att ha motats bort längre än detta avstånd på grund av fartygets rörelser, de akustiska metoderna och tillämpningen av mjuk uppstart, Figur 47 och Figur 48 samt Tabell 47 och Tabell 48.

Modellering för ljudexponeringsnivåer (SEL) för ett worst case-scenario för gränsöverskridande påverkan i östra delen av parken har också tagits fram och kan ses i Figur 49 och Figur 50. I den östra delen av området ses att området inom vilken beteendepåverkan kan uppkomma med enkel bubbelgardin når över till danska ekonomiska zonen och att områden inom vilken beteendepåverkan kan uppkomma med dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper når precis till gränsen för den danska ekonomiska zonen. I den västra delen av området kan ses att området inom vilket beteendepåverkan kan uppkomma med enkel bubbelgardin når precis till gränsen för den tyska ekonomiska zonen.

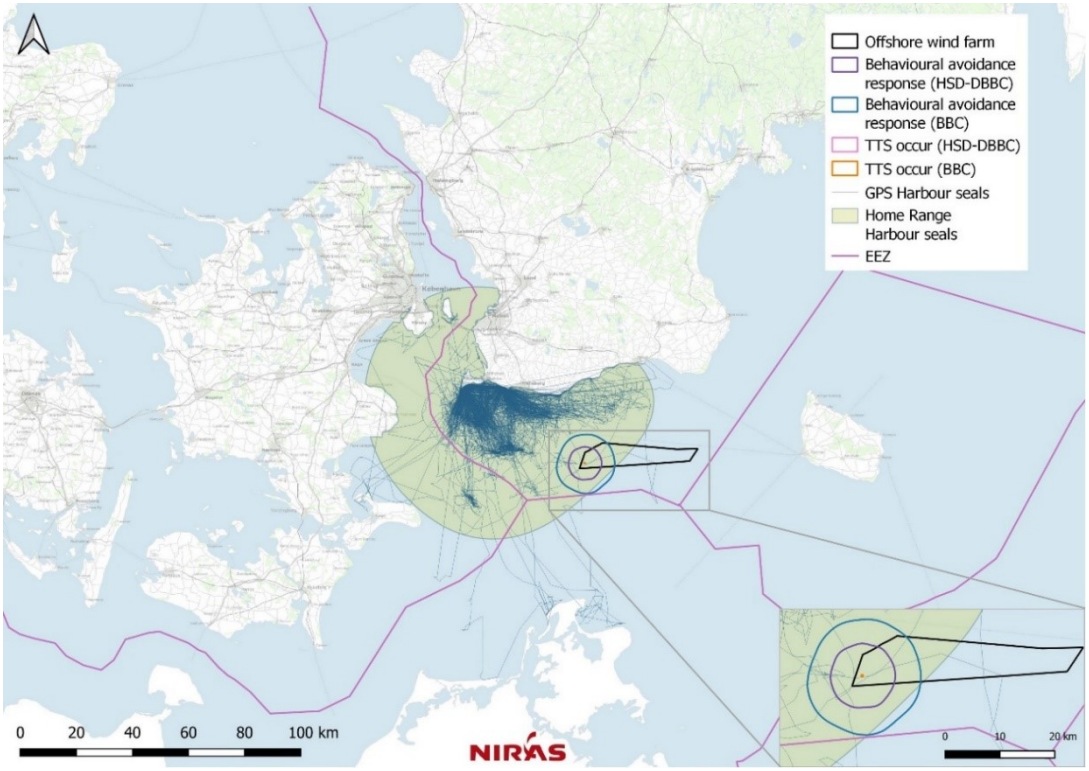
Tabell 47. Resultatet från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case. Förutsättning enkel bubbelgardin och mjuk uppstart. Påverkansavstånd där PTS och TTS kan uppstå på gråsäl och knubbsäl.

	Påverkan	**Påverkansavstånd**
Säl	PTS	<25 meter
	TTS	825 meter

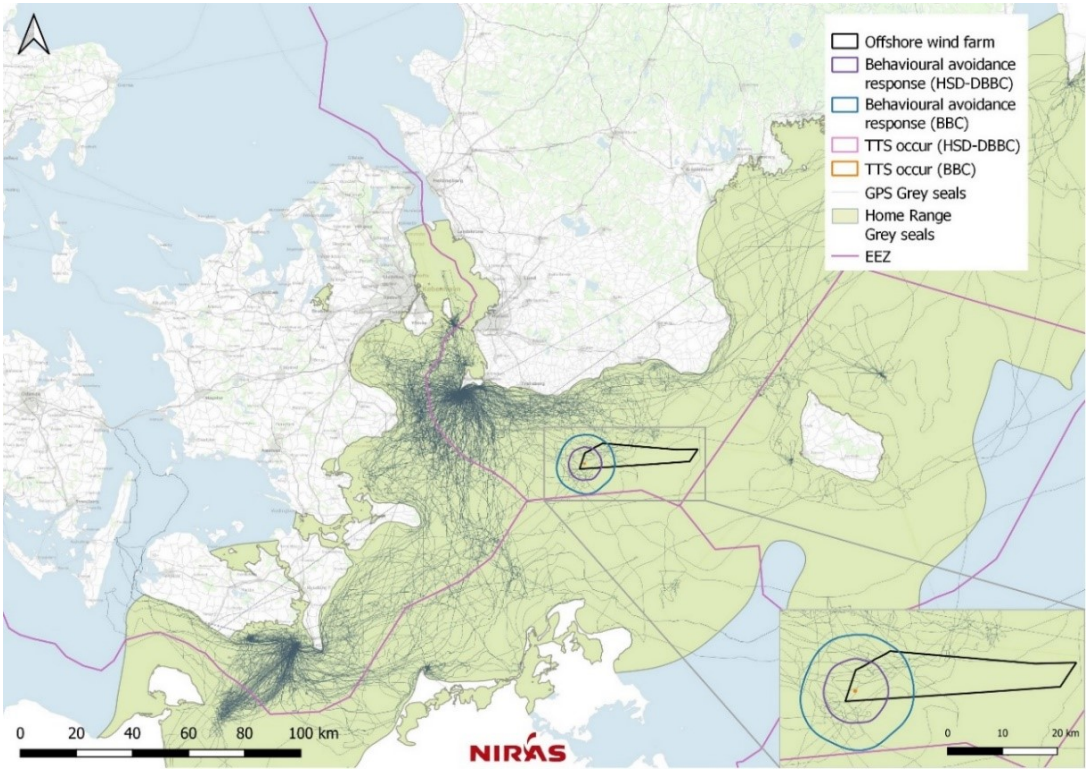
Tabell 48. Resultatet från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case. Förutsättning dubbel bubbelgardin, Hydro Sound Damper och mjuk uppstart. Påverkansavstånd där PTS och TTS kan uppstå på gråsäl och knubbsäl.

	Påverkan	**Påverkansavstånd**
Säl	PTS	<25 meter
	TTS	<50 meter

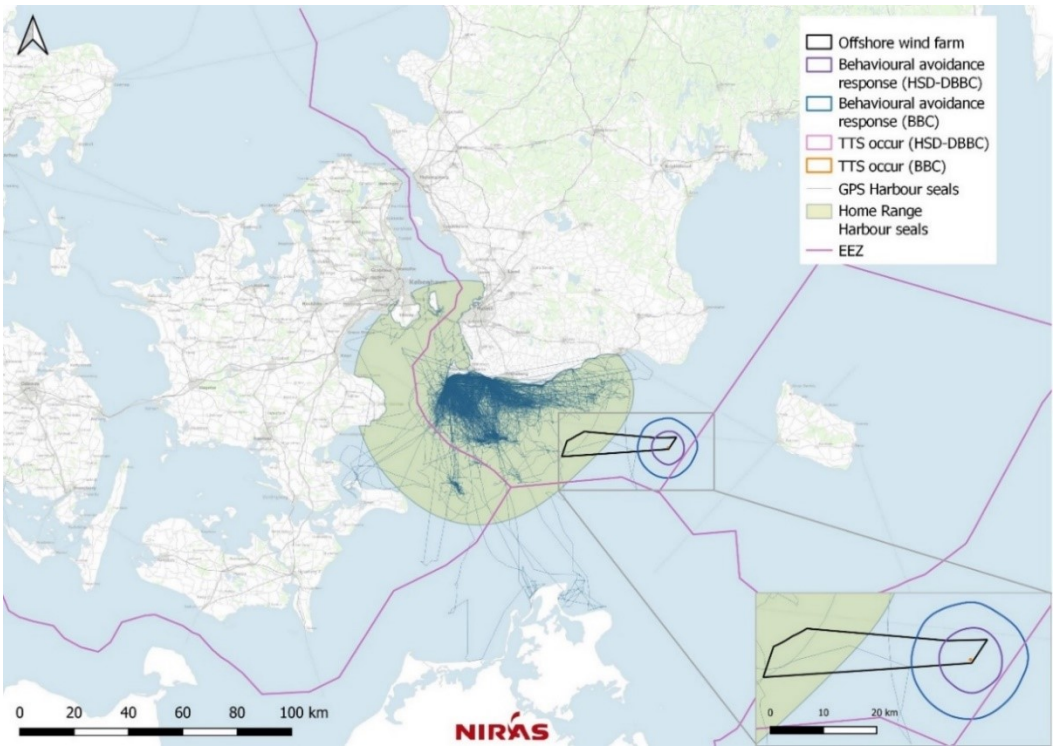
[35] Hemområde är ett biologiskt begrepp som definierar det område som utgör mer eller mindre varaktig hemvist för en eller flera individer av en viss djurart.



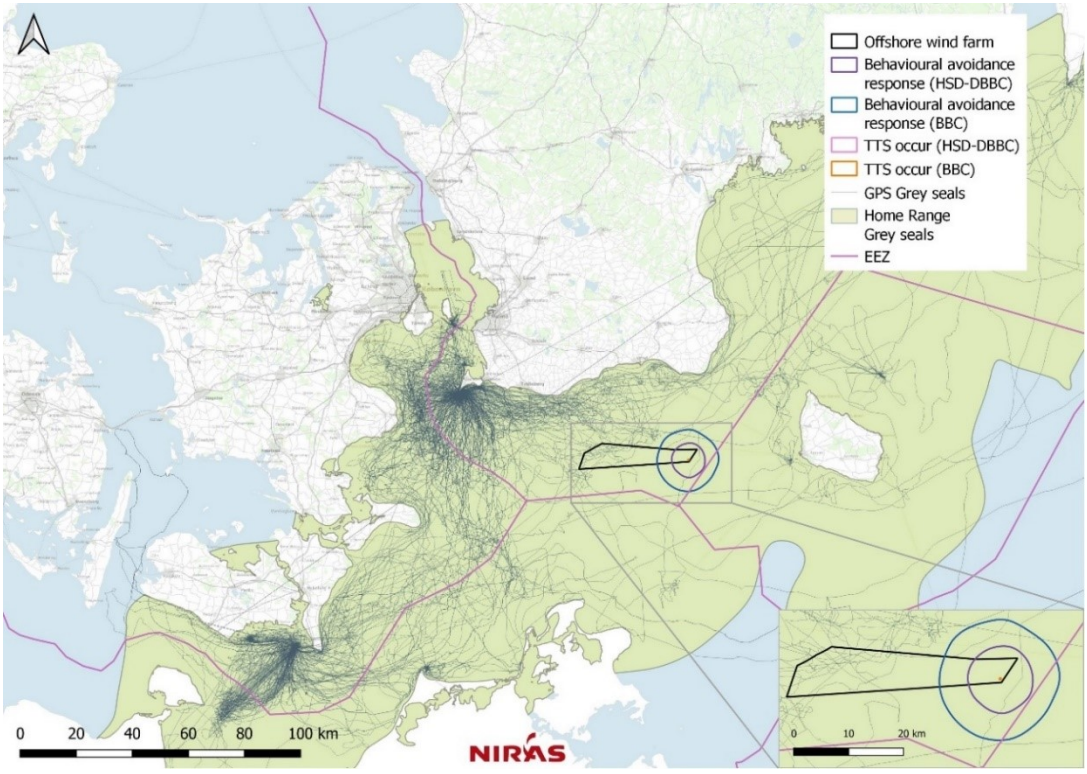
Figur 47. Resultat från modellerat undervattensljud och överlappning med hemområde för knubbsäl vid pålning inom vindparkområdet. Orange respektive röd ring visar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som undvikandebeteende kan förekomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper (R.4.A).



Figur 48. Resultat från modellerat undervattensljud och överlappning med hemområde för gråsäl vid pålning inom vindparkområdet. Orange respektive röd ring visar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som undvikandebeteende kan förekomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper (R.4.A).



Figur 49. Resultat från modellerat undervattensljud och överlappning med hemområde för knubbsäl vid pålning i vindparksområdet, worst case i västra delen av området. Orange respektive rosa ringvisar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. (Källa: Lantmäteriet).



Figur 50. Resultat från modellerat undervattensljud och överlappning med hemområde för gråsäl vid pålning i vindparksområdet, worst case i västra delen av området. Orange respektive rosa ringvisar inom vilket område TTS uppkommer med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. Blå ring (cirka 23 kilometer i diameter) respektive lila ring (cirka 13 kilometer i diameter) visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma med enkel respektive dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper. (Källa: Lantmäteriet).

I Tabell 49 ses hur stort område inom vilken undvikandebeteende för gråsäl respektive knubbsäl kan uppkomma och hur stor andel av respektive hemområde som påverkas.

Tabell 49. Resultat från modellerat undervattensljud vid pålning, worst case. Andel av sälars hemområde inom vilken undvikandebeteende kan uppstå. Beräkning utgår från enkel bubbelgardin.

Område	Art	Påverkat område (worst case)	Hemområde	Procent (%) av hemområde som påverkas
Triton	Knubbsäl	390 km²	5 234 km²	7,5 %
	Gråsäl		70 727 km²	0,55 %

Tabell 50. Resultat från modellerat undervattensljud vid pålning, worst case. Andel av sälars hemområde inom vilken undvikandebeteende kan uppstå. Beräkning utgår från dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper.

Område	Art	Påverkat område (worst case)	Hemområde	Procent (%) av hemområde som påverkas
Triton	Knubbsäl	122 km²	5 234 km²	2,3 %
	Gråsäl		70 727 km²	0,17 %

När fundamenten anläggs kommer både knubbsäl och gråsäl temporärt undvika området där pålning sker. Pålning för Triton är tillfällig och säl återvänder efter att pålningen upphört. Säl är dessutom opportunistiska jägare och begränsas inte till ett område för födosök. Själva området för vindparken bedöms vara av låg/medelstor vikt för knubbsäl och gråsäl eftersom ingen av arterna verkar använda området som ett särskilt födosöksområde.

Påverkan på knubbsäl och gråsäl av undervattensljud från pålningsarbeten bedöms som liten eftersom det är ett begränsat område av sälarnas hemområde där undervattensljuden överstiger gränsvärdet för beteendepåverkan och mycket begränsat område där TTS kan förekomma. I worst case-scenariot (med enkel bubbelgardin) påverkas upp till 7,5 % av knubbsälarnas hemområde och 0,55 % av gråsälarnas hemområde under en kortvarig period med undervattensljudnivåer som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende. Med dubbel bubbelgardin påverkas 2,3 % av knubbsälarnas hemområde och 0,17 % av gråsälarnas hemområde under en kortvarig period. Sälar anses generellt vara mer tåliga för undervattensljud jämfört med tumlare. Det bör noteras att värdena i Tabell 49 utgår från förutsättning enkel bubbelgardin (eller motsvarande) och mjuk uppstart. Med användning av dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper kommer påverkan att begränsas ytterligare (Tabell 50).

Tabell 51. Bedömd konsekvens för säl under anläggningsfasen för undervattensljud.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Undervattensljud	Liten	Obetydlig-liten	Försumbar-liten

Luftburet ljud

Vid installation av fundament kan förutom undervattensljud även luftburet ljud uppkomma. Tumlare kommer endast upp till vattenytan för att andas och är under resten av tiden under vattnet. De bedöms därför inte påverkas av luftburet ljud från anläggning. Sälar kan däremot påverkas av luftburet ljud från anläggning och då framför allt om det uppkommer vid deras liggplatser. Närmast liggplats för säl är Måkläppen som är beläget 50 kilometer från vindparken. Med hänsyn till det stora avståndet mellan vindparken och sälars liggplatser, kommer sälarna inte att nås av störande ljud från vindparken. Påverkan på säl från luftburet ljud under anläggningsfasen bedöms därmed bli obetydlig. Detta innebär att konsekvensen bedöms som försumbar.

Tabell 52. Bedömd konsekvens för marina däggdjur under anläggningsfasen för luftburet ljud.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Luftburet ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar

Sedimentspridning

Anläggning av fundament kommer att medföra viss spridning av suspenderat sediment och sedimentering. Sedimentspridningen blir mest omfattande vid anläggande av fundament med hjälp av borrning, varför borrning har använts som anläggningsteknik vid bedömning av worst case för sedimentspridning. Anläggande av fundament med borrning innebär mindre undervattensljud än pålning, vilket är den påverkansfaktor som kan påverka marina däggdjur mest. Tumlare använder främst sin ekolokalisering när de jagar, vilket innebär att de kan jaga även i grumligt vatten och på natten. Både gråsäl och knubbsäl är anpassade till ett liv i kustvatten där de ofta exponeras för grumligt vatten till följd av sediment från exempelvis en storm och även sälar kan jaga i grumligt vatten.

Påverkan från sediment är lokal och minskar med avståndet. Merparten av det suspenderade sedimentet kommer att sedimentera relativt fort. Påverkan på marina däggdjur från sedimentspridning bedöms som obetydlig. Då känsligheten är liten hos marina däggdjur bedöms konsekvenserna som försumbara.

Tabell 53. Bedömd konsekvens för marina däggdjur under anläggningsfasen för sedimentspridning.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Sedimentspridning	Liten	Obetydlig	Försumbar

UXO

Det förväntas inte finnas UXO[36] i parkområdet, men om det skulle finnas är första steget att undvika att bygga i just den delen av området. Om det inte går att undvika området och UXO måste tas bort kommer en separat bedömning att göras då explosioner betraktas som specialfall som inte är direkt relaterade till vindparken. Varje UXO är en unik platsspecifik situation som behöver en undervattensljudmodellering och den kan därför inte göras i förväg. Det är möjligt och rekommenderas att använda sig av mildrande åtgärder närhelst undervattendetonationer inte kan undvikas för att minska ljudenergin som släppts ut. En begränsningsåtgärd är så kallad deflagration där en liten sprängladdning används för att neutralisera UXO (NPL, 2020). På så sätt blir sprängladdningen betydligt mindre, vilket kommer att resultera i en reducerad ljudenerginivå. Om det inte är möjligt att undvika större explosiva laddningar kan den angivna ljudenerginivån minskas genom att använda bubbelgardiner (Nüzel, 2008; Schmidtke, 2010; Koschinski, 2011).

Driftsfas

Vindkraft i drift avger två typer av ljud; mekaniskt och aerodynamiskt. Det mekaniska ljudet alstras från bland annat generator, fläktsystem och i förekommande fall växellåda. Det aerodynamiska ljudet utgör den dominerande delen av ljudet från ett vindkraftverk och uppstår av rotorbladens passage genom luften (se R.14). Ljudet från vindkraftverken kommer finnas under hela driftsfasen förutom för korta perioder utan vind, under storm eller vid reparation. Ljudet är lågt och av permanent karaktär (uppstår när vindkraftverken är i drift). I tidigare studier har både

[36] Unexploded ordnance (Blindgångare)

säl och tumlare setts vid havsbaserade vindparker i drift i samma eller i större utsträckning som innan vindparken byggdes (Tougaard m.fl., 2006; Scheidat m.fl., 2011). En nyligen genomförd studie av Clausen m.fl. (2021) visar att tumlare kan dras till olje- och gasplattformar till havs oaktat undervattensljud från verksamheterna, förmodligen på grund av den potentiellt större förekomsten av bytesdjur i området. Sälar kan höra ljud från vindkraftverken på ett längre avstånd än tumlare. Studier har dock visat att vissa knubbsälar aktivt söker sig till fundament för födosök (Russell m.fl., 2014). Undervattensljud kopplat till verksamheten under driftsfas uppstår även från fartygstransporter av personal och utrustning. Detta sker främst med mindre fartyg. Intilliggande fartygsstråk ger redan idag upphov till undervattensljud och de tillkommande fartygstransporterna i området till följd av Triton bedöms bidra till en försumbar ökning av undervattensljud från fartyg jämfört med befintlig fartygstrafik som förekommer redan idag. Påverkan från undervattensljud från fartygstransporter till vindparken är lokal och sker endast temporärt vid service. Påverkan på marina däggdjur från ljud kopplat till verksamheten under driftsfas bedöms som liten och lokalt begränsad. Då känsligheten är liten hos marina däggdjur bedöms konsekvenserna som försumbara.

Det interna kabelnätet som anläggs inom vindparken ger upphov till elektromagnetiska fält (kapitel 6.7). Högst magnetfält genereras rakt ovanför kablarna, 23 µT i worst case. Magnetfältet avtar sedan snabbt och cirka fyra meter från centrumlinjen är magnetfältet under 1 µT. Känsligheten för magnetfält hos marina däggdjur bedöms som liten. Påverkan från elektromagnetiska fält är mycket lokalt begränsad precis invid kablarna, det elektromagnetiska fältet täcker därför inte hela vindparkens yta. Påverkan på marina däggdjur bedöms till följd av elektromagnetiska fält bli obetydlig med försumbara konsekvenser. Under driftsfasen av vindpark och internt kabelnät bedöms den totala påverkan på marina däggdjur bli obetydlig.

Genom att de nya hårdbottenmiljöerna (från fundamenten och erosionsskydd) attraherar mer fisk kan även födotillgången för marina däggdjur öka vilket potentiellt kan ha en liten positiv effekt på marina däggdjur.

Tabell 54. Bedömd konsekvens för marina däggdjur under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Ljud driftsfas	Liten	Liten	Försumbar
Internt kabelnät	Liten	Obetydlig	Försumbara
Reveffekt	Obetydlig	Obetydlig	Liten positiv

Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen kan undervattensljud och sedimentspridning uppkomma, men i betydligt mindre skala och utbredning än under anläggningsfasen. Avvecklingen av vindpark Triton med tillhörande internkabelnät bedöms därför inte medföra några negativa konsekvenser på marina däggdjur.

Tabell 55. Bedömd konsekvens för marina däggdjur under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Avvecklingsfas	Liten-måttlig	Obetydlig-liten	Försumbar

Artskydd

Den samlade bedömningen är att påverkan på tumlare till följd av verksamheten (vindpark och internt kabelnät) på individnivå är obetydlig-liten och utan risk för påverkan på populationsnivå.

Tumlare är skyddade enligt art- och habitatdirektivet och listas i direktivets bilaga 4. Den temporära påverkan på tumlare från vindparken och det interna kabelnätet bedöms som försumbar till liten förutsatt vidtagande av ovannämnda skyddsåtgärder. Under dessa förhållanden är slutsatsen att skyddet för tumlare upprätthålls.

Knubbsäl och gråsäl är skyddade enligt art-och habitatdirektivet och listas i direktivets bilaga 2 och 5. Verksamheten bedöms inte påverka arterna av säl negativt och slutsatsen är att skyddet för knubbsäl och gråsäl upprätthålls.

7.4.3 Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

Under anläggningsfasen kommer ett antal skyddsåtgärder att vidtas:

- Vid seismiska undersökningar kommer mjuk uppstart, passiv akustisk övervakning och observatörer användas.
- Inför pålningsarbeten ska akustiska metoder som motar bort tumlare, med tekniker anpassade för tumlare, användas i erforderlig omfattning.
- Vid pålning ska ljuddämpande utrustning med en prestanda som motsvarar dubbel bubbelgardin (Double Big Bubble Curtain, DBBC) och Hydro Sound Damper användas
- Undervattensljud från pålningsarbeten får inte överstiga värdet enkel puls SELss, VHF≤120 dB tumlare re 1µPa^{2}s på ett avstånd om 750 meter från ljudkällan.
- Undervattensljud från pålningsarbeten får inte överstiga värdet enkel puls SPL_{RMS}-fast, VHF 100 dB tumlare re 1µPa på ett avstånd om 11,6 kilometer från ljudkällan.
- Till skydd för tumlare vid undersökningar med metoderna sidoavsökande sonar och multistråleekolod ska utrustningen operera med frekvenser över 200 kHz.
- Pålning ska inledas med mjuk uppstart (soft-start), varefter styrkan i hammarslagen successivt trappas upp till full styrka (ramp-up). Perioden för mjuk uppstart och ramp-up 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.

7.4.4 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Den utredning som genomförts för projektets påverkan på marina däggdjur visar, som framgår ovan, att konsekvenserna för marina däggdjur är försumbar till liten med de skyddsåtgärder som planeras. Den gränsöverskridande påverkan bedöms vara densamma eftersom berörda populationer rör sig över stora områden mellan länder.

Triton ligger i ett övergångsområde mellan Bälthavspopulationen och Östersjöpopulationen och överlappar vid en första anblick inte ett viktigt område för vare sig Bälthavspopulationen eller Östersjöpopulationen, men data från SAMBAH från 2011–2013 visar att en liten del av det västra hörnet av vindpark Triton överlappar med ett område som blev identifierat som viktigt område från augusti till oktober (Figur 34). OX2:s undersökning med F-pods stödjer observationerna från SAMBAH, men visar relativt få detektioner jämfört med exempelvis Kattegatt (Birgersson, 2021). Undersökningen med eDNA visar på låga detektioner av tumlare i området (R.13). Utifrån de senaste undersökningarna bedöms området ha låg betydelse för tumlare (R.4.A).

Vissa av de geofysiska undersökningarna, med utrustningar såsom Innomar (SBP), Sparker (SBP) och Mini G airgun, ger upphov till ljud inom marina däggdjurs hörselområde. För att minimera potentiell påverkan av detta kommer OX2 vidta skyddsåtgärder såsom mjukstart av den

seismiska utrustningen över en period av 30 minuter. Undersökningarna i kombination med de skyddsåtgärder OX2 åtar sig att använda (se avsnitt 7.4.3 och kapitel 10) bedöms medföra en liten negativ påverkan. Den låga tätheten av marina däggdjur i området gör risken för påverkan liten. Konsekvensen för marina däggdjur för undervattensljud bedöms därmed som mycket liten (gråsäl och knubbsäl) till liten (tumlare). De seismiska undersökningarna bedöms heller inte påverka tumlarens bevarandestatus, vare sig på kort eller lång sikt, och därtill vara utan risk för skada eller störning av betydelse på individnivå. För gråsäl och knubbsäl bedöms ingen påverkan på populationerna vare sig på kort eller lång sikt uppstå. Figur 42 och Figur 43 visar att beteendepåverkan sker i nära anslutning till källan och ytan för påverkansområdet är inom Sveriges gränser.

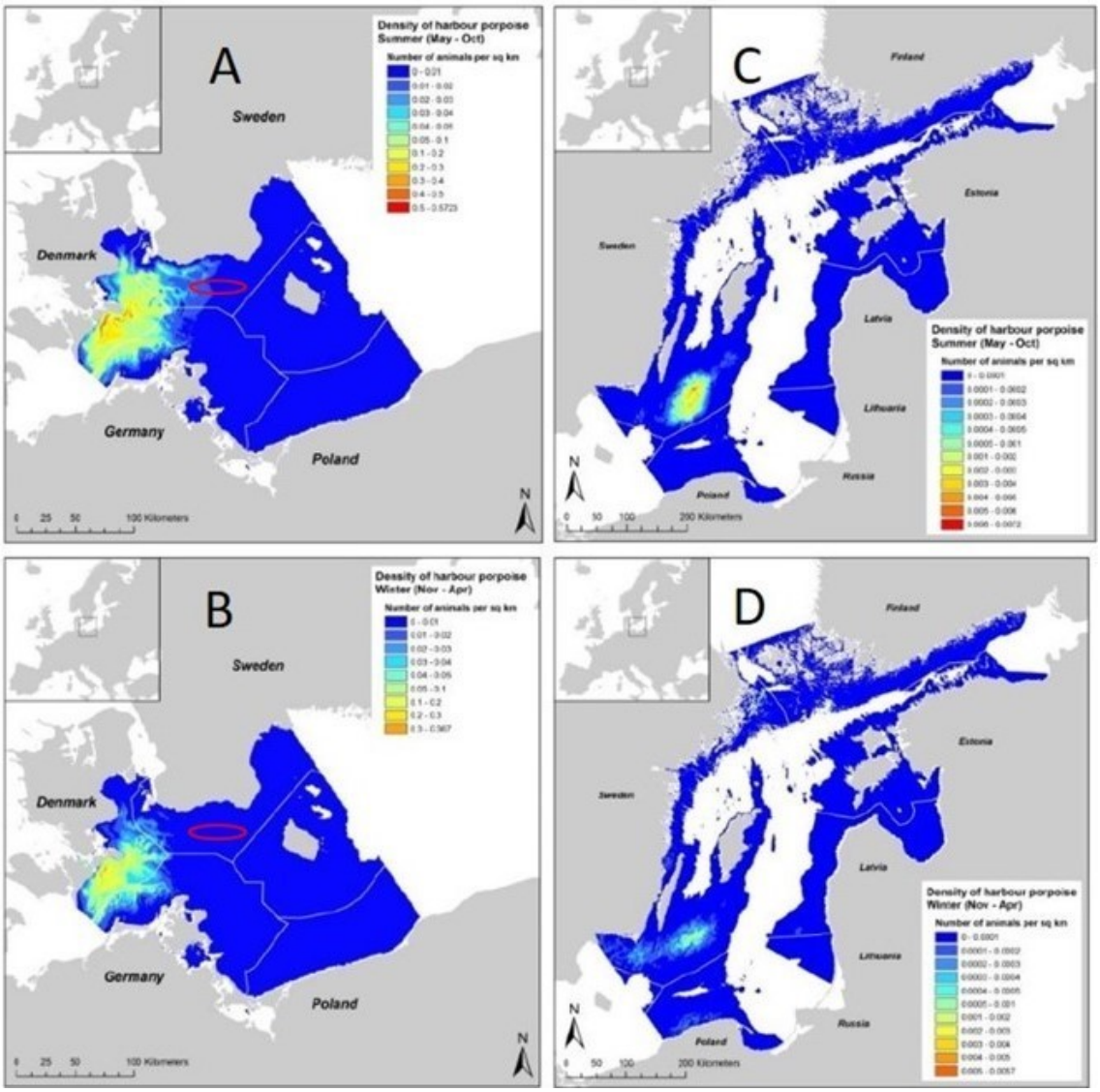
Det finns olika tillvägagångssätt i de olika länderna när det gäller att uppskatta påverkan från pålning på marina däggdjur. Baserat på den senaste vetenskapliga litteraturen rekommenderas att kumulativ ljudexponeringsnivå och frekvensviktning används för att uppskatta TTS och PTS. Därför tillämpas auditiv frekvensviktning efter National Marine Fisheries Service (2018) och Southall m.fl. (2019), läs mer i 7.4.2. De senaste danska riktlinjerna för pålning är, för tumlare, 155 dB re 1 Pa^2s (PTS), 140 dB re 1 Pa^2s (TTS) samt 103 dB re 1 Pa, 125ms (beteendeförändring) och för knubbsäl och gråsäl 185 dB re 1 Pa^2s (PTS) och 170 dB re 1 Pa^2s (TTS) (Energistyrelsen, 2022), vilket är de riktlinjer som har använts i beräkningarna.

Tysklands federala ministerium för miljö, naturskydd och kärnsäkerhet (BMU) har skapat riktlinjer för hur man skyddar tumlare från skadliga effekter under byggandet av vindkraftsparker till havs i den tyska exklusiva ekonomiska zonen i Nordsjön (BMUB, 2014). Den tyska sjöfarts- och hydrografiska myndigheten (BSH) har fastställt ett tröskelvärde för acceptabla ljudnivåer. De tyska riktlinjerna fokuserar på ett enstaka pålslag och inkluderar inte tröskelvärden för den ackumulerade ljudexponeringsnivån (SELcum), det är det lämpliga måttet för att uppskatta TTS- och PTS-tröskelvärden och bör därför användas med försiktighet. Vidare är den tyska riktlinjen baserad på studien av Lucke et al. 2009, som inducerade TTS hos tumlare med luftgevärssignaler som ljudkälla och inte en påldrivningssignal. Sedan den tyska riktlinjen publicerades avsevärt mer kunskap om hur pålningsbuller påverkar både tumlare och sälar som visar högre TTS-tröskelvärden jämfört med den tröskel som Lucke et al. (2009), vilket ytterligare stöder att den tyska TTS-tröskeln bör användas med försiktighet (R.4.A).

Figur 45 till Figur 50 visar den gränsöverskridande påverkan från pålning för marina däggdjur. I den västra delen når området för beteendepåverkan precis till gränsen för den tyska ekonomiska zonen om enkel bubbelgardin används. Används dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper är området för beteendepåverkan närmare källan för pålning och inom Sveriges gränser. I den östra delen når området för beteendepåverkan över till dansk ekonomisk zon med enkel bubbelgardin men med dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper är området för beteendepåverkan inom de svenska gränserna. Känsligheten för tumlare bedöms som måttlig-hög och för säl som liten. Påverkan från undervattensljud från pålning bedöms som obetydlig/liten och konsekvensen därmed som försumbar-liten för marina däggdjur.

Det Natura 2000-område som bedöms kan påverkas är Sydvästskånes utsjövatten, se Figur 34. De svenska, tyska, polska och danska Natura 2000-områden som ligger på längre avstånd bedöms inte påverkas. För påverkan på Natura 2000, se avsnitt 11.2. Pålning kan orsaka undervattensbullernivåer över tröskeln för beteendereaktioner för tumlare upp till ett avstånd av 6,7 kilometer (pålning med tillämpning av DBBC+HSB). Eftersom avståndet till övriga närmast belägna Natura-områden är mer än 25 kilometer kommer dessa områden inte att direkt påverkas av undervattensbuller över beteendetröskeln till följd av anläggandet av vindpark Triton. När monopiles installeras i havsbotten genom pålning kommer de marina däggdjuren tillfälligt att

förskjutas som mest 6,7 kilometer från området där monopile anläggs (worst case). Eftersom området för vindpark Triton inte är ett viktigt område för marina däggdjur (inget födosöksområde) bedöms den tillfälliga påverkan på livsmiljön nära installationsplatserna bli liten.



Figur 51. Uppskattad täthet av tumlare (uttryckt som antal individer per km^2) för den sydvästra (A-sommar. B-vinter) respektive den nordöstra (C-sommar, B-vinter) delen av Östersjön. Utvecklingsområdet för vindpark Triton ligger i Egentliga Östersjön. Eftersom antalet tumlare i den sydvästra delen av Östersjön är betydligt större än antalet i den nordöstra delen har konturfärgerna för delfigurerna A och B en annan ska la än delfigurerna C och D. Modifierad från (SAMBAH, 2016).

7.5 Fladdermöss

Samlad konsekvensbedömning

Utifrån befintlig kunskap är det inte sannolikt att parkområdet används som födosöksområde för stationära fladdermusarter då avståndet till närmaste kust är mellan 20 och 30 kilometer. Migrationen över Östersjön sker under vår samt sensommar/tidig höst oftast i lugnt väder. För vindpark Triton är det således främst migrerande fladdermusarter som skulle kunna påverkas av ökad kollisionsrisk med vindkraftverken under driftsfasen.

Genom användande av skyddsåtgärder i form av driftreglering under tillfällen med stor migration bedöms påverkan vara obetydlig och konsekvenserna försumbara för fladdermöss till följd av vindparken. Även den gränsöverskridande påverkan bedöms som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för fladdermusfaunan och sammanfattar referensrapport R.5 ”Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid den projekterade havsbaserade vindparken Triton, söder om Ystad”.

7.5.1 Förutsättningar

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)* och trollpipistrell (*Pipistrellus nathusii*) (Ahlén m.fl., 2009; Rydell m.fl., 2014). Det finns inga öar mellan vindpark Triton och den svenska sydkusten eller Tysklands norra kust, och därmed inga uppenbara ledlinjer. Avståndet som eventuella fladdermöss behöver tillryggalägga över Östersjön i det aktuella området från Sverige till Tyskland är cirka 75–90 kilometer, vilket exempelvis trollpipistrell kan flyga under en natt (Ahlén, 2009).

Fladdermöss har observerats vid havsbaserade vindparker men det finns få studier där inspelningsövervakning har nyttjats. De fåtal studier som har genomförts tyder på att fladdermössen främst flyger på låg höjd (<10 meter) över öppet vatten, även om enstaka registreringar har gjorts i navhöjd (Ahlén m.fl., 2009; Rydell och Wickman, 2015; Brabant m.fl., 2019). Majoriteten av alla registreringar har dock gjorts under nätter med stiltje eller svag vind (Rydell och Wickman 2015; Brabant m.fl., 2019).

Under migrationsperioden vid sensommaren år 2021 genomförde AquaBiota en fladdermusinventering för projekt Triton. Inventeringen omfattade två nätter inom Tritons planerade verksamhetsområde (28–29/8 samt 31/8–1/9). Under dessa två hela nätter noterades totalt 18 fladdermusinspelningar varav 17 av dessa registrerades under den andra natten då vinden var svag (0–1,5 m/s). Under den första natten, då bara en inspelning noterades, var vindstyrkan mellan 2,6 och 10,6 m/s. Tre till fyra arter som migrerar kortare eller längre sträckor identifierades; trollpipistrell, större brunfladdermus, gråskimlig fladdermus (*Vespertilio murinus*) samt möjligen sydfladdermus (*Eptesicus serotinus*). Sydfladdermus är klassad som Nära hotad – NT (Artdatabanken, 2020) och är svår att artbestämma från en kortare inspelning men den kan inte heller uteslutas, varför den också redovisas. Samtliga fladdermusarterna är upptagna i Bilaga 4 till art- och habitatdirektivet.

Studier och erfarenheter från landbaserad vindkraft av fladdermuskollisioner med verken uppmärksammandes i början av 2000-talet (Ahlén, 2002; Rydell m.fl., 2011). Sedan dess har kunskapsläget förbättrats avsevärt när det gäller vilka arter som är mest riskutsatta samt vid vilka tider på året och vindhastigheter som risken för dödlighet är störst i landbaserade vindparker. (Rydell m.fl., 2011; Rydell m.fl., 2017). I den uppdaterade syntesrapporten från Vindval rekommenderas driftsreglering (Bat mode), vilket har gjort att detta nu villkoras i flera beslut gällande landbaserad vindkraft. När det gäller havsbaserad vindkraft har betydligt färre studier genomförts avseende påverkan på fladdermöss. Några längre förstudier har dock genomförts under projekteringar av havsbaserade vindprojekt i nederländska, tyska och danska vatten, varav flera belägna i Östersjön.

I Tritons närområde finns den danska delen av vindparken Kriegers flak, för vilken en fladdermusinventering utfördes under år 2013. Studien var en långtidsövervakning av fladdermusaktivitet från augusti till och med november år 2013. Under inventeringsperioden registrerades mestadels enstaka fladdermusinspelningar från början av augusti till slutet av september. Samma fyra ovan nämnda arter identifierades även här; trollpipistrell, större brunfladdermus, gråskimlig fladdermus samt sydfladdermus. Trollpipistrell dominerade aktiviteten och stod för 85 % av samtliga inspelningar. Aktiviteten härrör främst från en natt då 75 % av samtliga inspelningar registrerades (Aarhus universitet, 2015).

Inom den tyska territorialgränsen, cirka 20 kilometer söder om Triton, genomförde den havsbaserade vindparken Baltic Eagle inventeringar under åren 2013 och 2014 som totalt omfattade 40 nätter. Ett fåtal noteringar av trollpipistrell, dvärgpipstrell och troligen större brunfladdermus samt en oidentifierad Myotis-art registrerades då. Slutsatsen var att påverkan på fladdermöss var låg då den registrerade aktiviteten var låg. Även det tyska havsbaserade vindkraftprojektet O-1.3, cirka 25 kilometer sydost om Triton, har inventerat fladdermöss under våren och hösten åren 2014 och 2015. Vid dessa inventeringar noterades en låg förekomst och aktivitet av troll- och dvärgpipistrell samt ett fåtal registreringar av släktet Nyctalus (större eller mindre brunfladdermus).

Det finns inga studier som visar att migration av fladdermöss från Sverige och söderut sker genom Tritons parkområde. Projektets egna inventeringar visar dock att det förekommer migrerande fladdermöss inom parkområdet. Bedömningen är att ytterligare korta förstudier/inventeringar inte ger tillräckliga data för att dra några långtgående slutsatser om hur stor migration av fladdermöss som förekommer inom Tritons parkområde. En flerårig långtidsstudie 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 i området. 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 samt att skyddsåtgärder i form av bat-mode eller liknande kan vidtas vid behov under utredningsperioden och under efterföljande driftstid.

7.5.2 Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för fladdermöss. I Tabell 56 visas vilka påverkansfaktorer som bedömts och i vilken fas. Ingen påverkan under anläggnings- och avvecklingsfasen förväntas. Det interna kabelnätet bedöms i sig inte innebära någon påverkan på fladdermöss.

Tabell 56. Potentiella påverkansfaktorer på fladdermöss som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Kollisionsrisk		x	

Driftsfas

Utifrån befintlig kunskap är det inte sannolikt att parkområdet används som födosöksområde för stationära fladdermusarter då avståndet till kusten är mellan 20 och 30 kilometer.

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.

En låg aktivitet av migrerande fladdermusarter som har registrerats vid de tre studierna vid danska delen av Kriegers flak, cirka 22 kilometer väster om Triton, vid Baltic Eagle samt vid O-1.3 söder om Triton i den tyska ekonomiska zonen tyder på att det förekommer migration i denna del av Östersjön. Resultaten därifrån visar dock inte på någon särskilt hög aktivitet, vilket skulle kunna innebära en låg fladdermusmigration genom dessa områden. De två inventeringsnätterna som genomförts inom Tritons verksamhetsområde under året 2021 visar att viss fladdermusaktivitet förekommer i området.

Studier av havsbaserad vindkraft visar på två migreringstoppar i Östersjöområdet. Den första infaller under vårmigrationen från mitten av april till maj och den andra infaller under höstmigrationen från mitten av augusti till slutet av september. Migrationen sker oftast i lugnt väder. Risk för fladdermuskollisioner kan förekomma således cirka tre till fyra månader av året, resten av året utgör vindparken inget hot mot fladdermusfaunan.

Studier av två landbaserade vindparker i högriskområden visar att driftsreglering har avsedd verkan och skyddar de mest utsatta arterna (Pettersson, 2020; Jens Rydell, muntligen). Baserat på resultaten från de studier som gjorts med inspelningsutrustning vid havsbaserad vindkraft finns det ingen anledning att bedöma att mönstret skiljer sig från landbaserad vindkraft.

Som skyddsåtgärd kommer därför utrustning för att detektera fladdermöss att installeras på vindkraftverk och att påverkan från den etablerade vindparken inventeras i ett undersökningsprogram under tre år, vilket är ett år längre än vad sakkunnig har föreslagit i expertrapporten. Som extra försiktighetsmått kommer även vindparken att förses med driftregleringsutrustning. Om resultaten från undersökningar visar på en betydande risk för kollision med migrerande fladdermöss kan det föreskrivas om tillämpning av driftreglering vid migrationsförhållanden för att minimera risken för kollisioner.

Konsekvensen bedöms bli försumbar eftersom driftsreglering vid känsliga perioder och väderlek har visats minska påverkan betydligt. Med de skyddsåtgärder som kommer att vidtas är den sammantagna bedömningen att konsekvensen för fladdermusfaunan i området därför blir försumbar.

Tabell 57. Bedömd konsekvens för fladdermöss under driftsfasen med driftsreglering.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Kollisionsrisk	Måttlig	Obetydlig	Försumbar

Hindermarkering

Vindkraftverken inom Triton kommer att behöva hindermarkeras. Bestämmelserna om hindermarkering av vindkraftverk finns i Transportstyrelsens föreskrifter (nu gällande TSFS 2020:88). Ett vindkraftverk med en totalhöjd över 150 meter ska vara försett med högintensivt vitt blinkande ljus på nacellen. När nacellen har en höjd över 150 meter ska tornet även markeras med minst tre lågintensiva ljus på halva höjden upp till nacellen. För vindkraftverk av den storlek som är aktuell för Triton kan ytterliga markeringar och belysning krävas och beslut ska inhämtas från Transportstyrelsen. Om nya föreskrifter upprättas för hindermarkering, som till exempel anger att hinderbelysning ska regleras till skydd för fladdermöss, fågel med mera, kommer bolaget att tillämpa de föreskrifterna. Detta eftersom bolaget åtagit sig att tillämpa Transportstyrelsens föreskrifter om hindermarkering i dess lydelse vid byggnation av parken.

Artskydd

Då förekomst och risker för fladdermöss kommer att utredas inom ramen för undersökningsprogrammet samt då erforderliga skyddsåtgärder vid behov kommer att vidtas för att minimera risken för kollisioner, kommer artskyddet för fladdermöss att kunna upprätthållas.

7.5.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

I den utredning som gjorts för fladdermöss i området, samt i andra studier framgår det att det är två migreringstoppar i Östersjöområdet, vårmigration (mitten av april till maj) samt höstmigration (mitten av augusti till slutet av september). Skyddsåtgärder i form av utrustning för att detektera fladdermöss kommer användas och påverkan från den etablerade vindparken kommer inventeras i ett undersökningsprogram under tre år. Vindparken kommer dessutom förses med driftregleringsutrustning. Med de skyddsåtgärder som föreslås bedöms konsekvensen för fladdermusfaunan i området bli försumbar. Den gränsöverskridande påverkan bedöms därför också som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

7.6 Fågel

Samlad konsekvensbedömning

En betydande migration av fåglar äger rum över havet mellan den skånska sydkusten och den tyska Östersjökusten. Bland de fåglar som migrerar dagtid finns bland annat rovfåglar och tranor. Rovfåglar passerar över havet i Arkonabassängen i relativt låga antal eftersom migrationen koncentreras till Falsterbohalvön och längre norrut i den smalaste delen av Öresund. En övervägande del av den svensk-norska populationen av tranor passerar Arkonabassängen under migration vår och höst. Många fågelarter migrerar under nattetid, och utgör den stora andelen av migrationsflödet. Under höstmigrationen kan närmare 100 000 fåglar passera över området för vindpark Triton under en natt, majoriteten av dessa utgörs av talrikt förekommande småfågelarter. Vindkraftens påverkan på fågellivet kan uppstå genom undanträngning, barriäreffekter och kollisioner. Konsekvenserna av undanträngning och barriäreffekter har bedömts för referensarter med dokumenterad känslighet för vindkraft. Konsekvenserna bedöms som försumbara då området för vindparken inte utgörs av en viktig livsmiljö för fåglarna, samt inte ligger i ett stråk där fåglarna ofta förflyttar sig.

Beräkningar av kollisionsrisk har utförts för ett urval av representativa fågelarter. Resultaten visar försumbara konsekvenser för samtliga arter utom trana, där konsekvensen av kollisionsrisk bedöms som liten.

Skyddsåtgärder för att minimera vindparkens konsekvenser för fågellivet bedöms endast vara motiverade för tranor. Genom driftreglering under tillfällen med stor migration reduceras kollisionsrisken effektivt. Med föreslagen skyddsåtgärd blir konsekvensen för migrerande tranor försumbar. Även den gränsöverskridande påverkan och konsekvens bedöms som försumbar för alla arter utom tranor där konsekvensen bedöms som liten utan skyddsåtgärder och försumbar med skyddsåtgärder.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för fågel, vilket sammanfattar referensrapport R.6 ”Fågel och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne*”.*

7.6.1 Förutsättningar

Metodik

För att beskriva förutsättningar för fågelliv i området används befintliga publicerade fågeldata, samt data från utförda flyginventeringar och studier av migrerande tranor i mars-april samt september-oktober år 2021. Kollisionsrisken för migrerande fåglar som passerar Tritons planerade parkområde har modellerats med en internationellt använd metod (Band, 2012). För att bedöma den planerade vindparkens konsekvenser för fågelliv används en bedömningsmetodik som väger in arters bevarandestatus och påverkans omfattning.

Vid konsekvensbedömning på fågellivet är det även av avgörande betydelse att bedöma förenlighet med EU:s fågeldirektiv.

Förväntat antal av migrerande fåglar som riskerar att kollidera med rotorblad i Triton har beräknats med Bandmodellen från år 2012. Modellen beräknar kollisionsrisk baserat på tekniska data för vindkraftverken i parken samt fåglarnas fysiologi, beteenden i förhållande till vindkraftverk, flyghöjd, flyghastighet och antal passerande individer.

Fåglars beteende i närheten av vindparker har beskrivits som olika grader av undvikande, från att de undviker att flyga i närheten av vindparker (makro-undvikande), i närheten av vindkraftverk inom vindparken (meso-undvikande) till hur fåglarna undviker att bli träffade av rotorbladen (mikro-undvikande).

Kollisionsriskmodellering har utförts av NIRAS (R.6), för ett representativt urval av 18 arter som passerar Triton-området i samband med migrationsperioderna under vår och höst. Urval är i linje med ett worst case-scenario, vilket innebär att ingen art med högre känslighet för kollisioner saknades vid modelleringen. Detta urval inkluderar arter från olika artgrupper (fem arter rovfåglar, två arter gäss, två arter lom, två arter mås, en and, en tärna, en svan, två arter vadare, nattskärra samt gråhäger).

Förekomst av sjöfågel

Fågelförekomsten i Arkonabassängen har dokumenterats i olika geografiska områden under en rad inventeringar i Tyskland, Danmark och Sverige, se Tabell 58.

Tabell 58. Översikt av fågelinventeringar i Arkonabassängen.

Område	Metod	Period på året	Fågelarter	År	Referens
Skånes sydkust	Landräkningar	Vinter	Sjöfåglar	1964–2018 (pågående)	Nilsson 2020
Rügen-Skåne	Radar	Vår (mars-april)	Trana	1972–1973 + 1978	Alerstam 1975, Pennycuick m.fl. 1979
Hela området	Båt	Vinter	Sjöfåglar	1987–1993	Durinck m.fl. 1994
Skånes sydkust	Radar	Vår	Sjöfåglar	2003	Pettersson 2003
Kriegers flak	Radar	Vår+höst	Dag+nattmigration	2003	IfAÖ 2003, Kube m.fl. 2004a,b
Skåne, kring Bornholm, sydöstra Danmark, Pommerska bukten	Flyg, båt (Tyskland)	Vinter	Sjöfåglar	2004–2009, 2013, 2015–2018	Skov m.fl. 2011, Mortensen m.fl. 2020
Kriegers flak	Radar	Höst 2013, vår 2015	Trana, rovfåglar	2013 och 2015	Skov m.fl. 2015
Kriegers flak + Falsterbo + Skånes sydkust+östra Danmarks kust	Laserkikare	Höst 2013, vår 2015	Trana, rovfåglar	2013 och 2015	Skov m.fl. 2015, Mortensen m.fl. 2020
Baltic 2 och Wikinger	Radar	Vår och höst	Dag+nattmigration	2010–2016	Welcker & Vilala 2019
Triton	Flyg	Mars-april	Sjöfåglar	2021	Ottvall och Tiblom, 2022
Skånes sydkust	Laserkikare	Vår+höst	Trana, rovfåglar	2021	Ottvall och Tiblom, 2022
Tyskt vatten	Flyg och båt	Vinter	Sjöfåglar	Pågående	Borkenhagen m.fl. 2018
Danskt vatten	Flyg	Vinter	Sjöfåglar	Pågående	Holm m.fl. 2021

Vindpark Triton utgörs uteslutande av djupa mjukbottnar där blåmusselbankar inte förekommer, vilket medför att havslevande bottenfaunaätande dykänder (såsom ejder, svärta, sjöorre och alfågel) huvudsakligen inte uppehåller sig inom området. Området har inte heller förutsättningarna för sjöfåglar som söker efter växtföda på grunt vatten (flera arter av simänder, svanar och gäss, sothöna samt knipa, bergand och vigg). Dessa påträffas endast högst tillfälligt ute till havs, främst under migration. Dessa förutsättningar gör att det främst är fiskätande sjöfåglar som kan förväntas förekomma i parkområdet.

Tidigare inventeringar i Arkonabassängen, i kombination med modellering av förväntad förekomst av olika sjöfåglar, har visat att aktuellt parkområde inte hyser några betydande antal av några arter av sjöfåglar. För att komplettera tidigare underlag/inventeringar utfördes flyginventering av sjöfåglar i mars och april år 2021. Inom vindpark Triton påträffades då rastande knölsvan, smålom, ejder och sillgrissla/tordmule, samt även fiskmås och gråtrut. En sammanställning har gjorts av Richard Ottvall och Olov Tiblom, se R.6. Flyginventeringen bekräftar resultat och kunskap från tidigare studier och modelleringar.

Migrerande fåglar

Ett stort antal fåglar passerar Arkonabassängen under migration vår och höst. Många övervintrar i västra Europa, Medelhavet eller Afrika, vilket innebär en nordostlig migrationsriktning på våren och en sydvästlig migrationsriktning på hösten. I princip kan alla fågelarter som flyger över Östersjön mellan kontinenten och den skånska kusten påträffas under migrationstid i parkområdet.

Nattmigrerande fåglar utgör den stora andelen av migrationsflödet. Deras migration över Arkonabassängen har studerats i detalj under flera säsonger vid de havsbaserade vindparkerna Baltic 2 och Wikinger. En majoritet av nattmigrerande fåglar utgörs i Arkonabassängen av talrikt förekommande småfågelarter som lövsångare, rödhake, taltrast, rödvingetrast och kungsfågel.

Förutom sjöfåglar och nattmigrerande fåglar passerar ett betydande antal tranor över Östersjön mellan Skåne och Danmark/Tyskland, samt ett mindre antal rovfåglar. Det bedöms vara en marginell andel av övriga dagmigrerande fåglar som passerar Arkonabassängen, med risk att passera vindpark Triton.

Tranor

Underlag om migrerande tranor (*grus grus*) finns från ett flertal studier som utförts över lång tid, studierna har sammanställt kunskap om migrationstider, -rutter och flyghöjder med mera. För att komplettera dessa tidigare studier utfördes under mars-april samt september-oktober år 2021 riktade inventeringar längs skånska sydkusten, samt vid Kriegers flak. Även tranor med satellitsändare studerades (R.6).

På våren sker merparten av tranornas migration väster om vindpark Triton, höstmigration sker på bred front över södra Sverige men går främst mellan skånska sydkusten och Rügen. Vindriktning påverkar migrationsrutten som kan förskjutas i östlig och västlig riktning vid passagen över Arkonabassängen. Vinden påverkar även när tranflyttningen sker, det stora flertalet väljer att utnyttja dagar med bra termikutveckling, god sikt och medvind.

Modelleringar utförda av DHI (Dansk Hydrologisk Institut) visar att tranorna under våren oftast passerar Triton på höjder som sammanfaller med svepytan av vindkraftverkens rotorblad, medan de på hösten i viss utsträckning kan passera Triton ovanför vindkraftverkens totalhöjd.

Rovfåglar

Under migrationen koncentreras rovfåglar till stor del till Falsterbohalvön på hösten och Skagen på Jylland på våren, även passagen över Öresund från Själland till Skåne mellan Helsingør och Helsingborg är viktig. Flertalet av rovfåglarna med häckningsplatser i Sverige och Norge migrerar till övervintringsområden i västra Europa och Afrika, men några arter har en mer ostlig migrationsrutt.

Studier av migrerande rovfåglar har gjorts i anslutning till vindparken på danska Kriegers flak. Studien visar att höjden över havet som rovfåglarna till stor del flyger på innebär att de är i riskzonen att träffas av vindkraftverkens rotorblad. Ett antagande från studien är att antalet rovfåglar avtar längre österut i Arkonabassängen med ökande avstånd till Falsterbohalvön. Med stöd av detta har det gjorts en bedömning av hur många rovfåglar av olika arter som kan passera vindpark Triton (R.6). Det är ett begränsat antal rovfåglar som passerar vindpark Triton, dels är det relativt få individer som flyger över Arkonabassängen dels ligger huvudpassagen väster om Triton.

7.6.2 Konsekvenser

Vindkraftens påverkan på fåglar delas in i tre påverkansfaktorer: kollisionsrisker, undanträngningseffekter och barriäreffekter, dessa beskrivs mer utförligt i avsnitt 6.8 och 6.9. Samtliga nedanstående bedömningar av konsekvenser för fågelarter baseras på det underlag och de utredningar som sammanställts och redovisas i (R.6). För fullständig källhänvisning och utförliga bedömningar hänvisas till denna rapport.

Tabell 59. Översikt av påverkansfaktorer och fågelarter eller artgrupper som konsekvensbedömts.

Påverkansfaktor	Art/grupper
Kollisionsrisker	Sillgrissla, tordmule, smålom, storlom, gråhäger, mindre sångsvan, bläsgås, vitkindad gås, ejder, måsfåglar, myrspov, grönbena, silvertärna, nattskärra, trana, vit stork, rovfåglar, dagmigrerande och nattmigrerande fåglar
Undanträngningseffekter	Sillgrissla, tordmule, smålom, ejder och måsfåglar
Barriäreffekter	Övervintrande och migrerande sjöfåglar

Anläggningsfas

Kollisionsrisker

Anläggningstiden innebär en mycket begränsad påverkan i form av kollisionsrisk. Det finns en teoretisk risk att fåglar kolliderar med torn eller rotorblad på vindkraftverk som ännu inte tagits i drift. Anläggningsfasen pågår under en relativt kort tid och konsekvensen av kollisionsrisk i denna fas bedöms som försumbar i Triton.

Undanträngningseffekter

En viss undanträngningseffekt kan uppkomma till följd av ökad fartygsaktivitet och arbeten kopplade till anläggningen av vindparken, men det bedöms utgöra en marginell påverkan i förhållande till redan befintlig fartygsaktivitet. Aktiviteter vid anläggning av vindparken bedöms ha obetydlig negativ påverkan på såväl övervintrande alkor som övervintrande smålom vid Triton. Konsekvensen på det fåtal pelagiskt levande fågelarter som förekommer kring parkområdet på

sommarhalvåret bedöms vara försumbar. Om fisket förändras inom parkområdet kommer sannolikt närvaron av måsfåglar att påverkas då dessa aktivt söker upp fiskebåtar. Sammantaget kan undanträngningseffekter uppstå i anläggningsfasen, men denna fas är relativt kort och konsekvensen bedöms som försumbar.

Barriäreffekter

Risken för påverkan av barriäreffekter är inledningsvis mycket begränsad men blir större allt eftersom fler vindkraftverk färdigställs. Det är dock först i anläggningsfasens slutskede som barriäreffekter på migrerande fåglar kan vara aktuellt då vindkraftverken upptar allt större del av vindparksområdet. Konsekvensen av barriäreffekter bedöms som försumbar under vindparkens anläggningsfas. Bedömningen fördjupas under avsnittet om driftsfasen nedan.

Driftsfas

Kollisionsrisker

Övervintrande sjöfåglar

Under vinterhalvåret förväntas låga antal av alkor och smålom vid vindpark Triton. Alkor flyger lågt över vattenytan, det vill säga lägre än rotorbladens svepyta, och lommar undviker i hög grad vindkraftverk. Kollisionsrisken bedöms vara obetydlig och konsekvensen försumbar.

I vindpark Triton förväntas även låga antal av fiskmås, gråtrut och havstrut under vintern. Förekomst i området är kopplat till fiskebåtar, då måsfåglarna söker upp dessa för att hitta föda. Kollisionsrisken bedöms vara obetydlig och konsekvensen försumbar.

Migrerande fåglar

I sydvästra Östersjön mellan Skåne och Danmark/Tyskland passerar ett betydande antal fåglar under migration vår och höst. Det är dels fåglar som flyger i nord-sydlig riktning över havet, dels fåglar som flyger i sydväst-nordostlig riktning parallellt eller längs med kusterna. Kollisionsrisken har beräknats för ett antal olika arter under migration, en samlad tabell över antal migrerande individer av olika arter, undvikandegrad och beräknade kollisioner per år finns i Tabell 60.

Tabell 60. Ett urval av fågelarter som passerar i en 80 kilometer bred korridor mellan Sverige och Tyskland. För trana utgjorde migrationskorridoren 140 kilometer. Bedömt antal migrerande individer under vår och höst samt antalet kollisioner under ett år vid olika grav av undvikande av turbinerna vid 129 vindkraftverk med rotordiameter 340 meter och totalhöjd av 370 meter. Kollisioner har beräknats enligt Band (2012) med ett worst case-scenario.

Art	Antal vår	Antal höst	Bevarandestatus för den migrerande populationen	Undvikande	Beräknade kollisioner/år
80 kilometer migrationskorridor					
Bläsgås	10 000	25 000	Livskraftig	99,5%	2,4
Brun kärrhök	400	144	Livskraftig	98%	0,28
Dvärgmås	10 000	15 000	Livskraftig	98%	1,1
Ejder	220 000	250 000	Starkt hotad	98%	42
Fiskgjuse	500	300	Livskraftig	98%	0,3
Fjällvråk	140	440	Nära hotad	98%	0,3
Gråhäger	400	600	Livskraftig	98%	0,5
Grönbena	260 000	230 000	Livskraftig	98%	17
Mindre sångsvan	2 000	3 000	Livskraftig	99,5%	0,5
Myrspov	3 000	5 000	Nära hotad	98%	2,5
Nattskärra	2 000	4 000	Livskraftig	99%	1,5
Röd glada	400	100	Livskraftig	98%	0,2
Silvertärna	10 000	20 000	Livskraftig	98%	0,1
Skrattmås	15 000	30 000	Nära hotad	98%	0,4
Smålom	4 000	10 000	Nära hotad	98%	0,1
Sparvhök	2 000	3 000	Livskraftig	98%	1,5
Storlom	2 000	4 000	Livskraftig	98%	0,2
Vitkindad gås	258 000	184 000	Livskraftig	99,5%	28
140 km migrationskorridor					
Trana	84 000	84 000	Livskraftig	83%	382

Trana

Kollisionsrisken har beräknats för migrerande tranor som passerar vindpark Triton. Risken har beräknats utifrån ett antal konservativa antaganden; att tranorna passerar jämnt fördelat genom migrationskorridoren i södra Östersjön (merparten av tranor migrerar högst sannolikt väster om Triton), att tranor har en undvikandegrad av havsbaserade vindkraftverk på endast 83 % och med utgångspunkt från ett worst case-scenario för vindparkens utformning (129 vindkraftverk med rotordiameter av 340 meter och totalhöjd av 370 meter). 83 % undvikandegrad baseras på empiriska data från en vindpark i Arkonabassängen (Skov m.fl., 2015), och kan jämföras med 99,9 % undvikandegrad vid en studie av landbaserade vindkraftverk (Drachmann m.fl., 2020).

Dessa antaganden resulterar i estimerade kollisionsfall årligen för trana som motsvarar mindre än 0,5 % av tranpopulationen som passerar Arkonabassängen under migrationen. Om det vid beräkningen istället görs ett antagande om 68 vindkraftverk med samma dimensioner utgör kollisionsfallen av trana av 0,25 % av populationen. Som jämförelse kan även noteras att den estimerade andelen kollisionsfall vid 99,9 % undvikandegrad (som registrerats i en landbaserad vindpark) är 0,03 %.

Även om tranorna inte flyger runt havsbaserade vindparker är förmågan att undvika vindkraftverkens rotorblad hög. Ett större avstånd mellan vindkraftverken minskar dessutom risken för att tranorna ska komma i närheten av vindkraftverk, med betydligt lägre kollisionsrisk som följd.

För att värdera betydelsen av de estimerade kollisionsfallen av tranor i Triton vindpark, används beräkningar enligt PBR-konceptet (Potential Biological Removal). Resultatet innebär sammanfattningsvis att tranpopulationen bedöms med marginal kunna kompensera för det bortfall som orsakas av kollisioner med vindkraftverk i Triton. Detta gäller både vid ett antagande om fortsatt populationsökning på 4 %, och med antagande om att populationen skulle vara oförändrad. Beräkningarna förutsätter att det samtidigt inte tillkommer dödlighet på tranor från någon annan faktor.

Tranan är i dagsläget inte hotad och har haft en stark populationsutveckling. Arten har därmed en liten känslighet för en påverkan av kollisioner. Modelleringen indikerar att 1,4 % av passerande tranor genom Triton riskerar kollision, detta utifrån konservativa antaganden och worst case-scenario. Påverkan bedöms under dessa förhållanden som måttlig, men den bedöms med god marginal inte riskera att påverka populationsstorleken. Konsekvensbedömningen blir att kollisionsrisk i Triton för migrerande tranor innebär en liten konsekvens utan skyddsåtgärd och försumbar konsekvens med skyddsåtgärd. Se vidare angående skyddsåtgärder i avsnitt 7.6.3 nedan.

Vit stork

Kollisionsriskmodellering har inte gjorts för vit stork, då de under migration inte förväntas passera vindpark Triton. Storkarna undviker så långt det är möjligt att flyga över öppet hav. Därmed är kollisionsrisken vid Triton för de migrerande storkarna försumbar.

Rovfåglar

Rovfåglar har förhållandevis hög kollisionsrisk vid vindkraftverk jämfört med många andra fågelgrupper. Eftersom de har lång livslängd och långsam reproduktionstakt, kan en ökad dödlighet orsakad av vindkraft innebära påverkan på populationsnivå.

Rovfåglar som korsar Östersjön mellan Skåne och Tyskland gör oftast detta i en korridor väster om Triton, dock kan fåglarna beroende på vindriktning i viss utsträckning driva från denna huvudsakliga korridor. Det är dock förhållandevis få individer som förväntas passera genom vindpark Triton. Kollisionsrisk har modellerats för ett antal representativa rovfågelsarter och resultatet från de modellerade arterna kan överföras till övriga arter.

Beräknade kollisionsfall av rovfåglar är lågt med en individ eller färre per år för arterna som modellerats, med undantag av sparvhök som beräknas ha två kollisionsfall per år. Kollisionsrisk bedöms utgöra en obetydlig påverkan på samtliga rovfågelsarter som kan förväntas förekomma inom vindpark Triton.

Smålom och storlom

Smålom och storlom undviker i stor utsträckning att flyga in i vindparker under migration. Påverkan från kollisioner bedöms som obetydlig och konsekvensen för migrerande lommar bedöms vara försumbar.

Gäss

Populationer av bland annat blåsgås och vitkindad gås passerar Arkonabassängen i höga antal under migration. Gäss har ett högt undvikande av vindparker och bedöms endast ha ett fåtal årliga kollisioner i vindparken. Sammantaget bedöms konsekvenser av kollisioner vid Triton för migrerande gåspopulationer som försumbar.

Ejder

Ejder passerar Arkonabassängen under migration. Migrerande ejdrar undviker att flyga i närheten av havsbaserade vindkraftverk och har därmed en liten kollisionsrisk. Påverkansrisken bedöms vara obetydlig och konsekvensen av vindparken försumbar.

Mindre sångsvan

Mindre sångsvan har ett likartat beteende inför vindparker som gäss och ejder, med ett tydligt undvikande. Parkområdet för vindpark Triton är dessutom inte lokaliserat längs den huvudsakliga migrationsrutten för mindre sångsvan. Påverkan av kollisioner bedöms vara obetydlig och den sammanlagda konsekvensen försumbar.

Måsfåglar

Måsfåglar flyger in i vindparker i högre grad än de flesta andra fåglar, men flyger på låga höjder med totalt sett relativt liten kollisionsrisk. Konsekvensen av kollisionsrisk bedöms som försumbar för de måsfåglar som regelbundet förekommer i området.

Gråhäger

Gråhäger flyger ofta på riskhöjder för kollision med vindkraftverk, men antalet som passerar vindpark Triton bedöms vara litet och antalet kollisioner mycket få. Påverkan från kollisioner bedöms därmed vara obetydlig och konsekvensen försumbar.

Vadarfåglar

Det är omkring 25 arter vadarfåglar som kan passera vindpark Triton under migration. Kollisionsrisker modellerades för grönbena och myrspov. Generellt har vadare liten kollisionsrisk under migration då de ofta flyger på högre höjder än vindparkernas totalhöjd. Totalt sett bedöms konsekvensen som försumbar.

Nattskärra

Nattskärrans migrationsrutt har tyngdpunkt öster om Arkonabassängen och antalet individer som förväntas passera genom vindparken är relativt lågt. Endast ett fåtal individer kan förväntas passera Triton på höjder som överlappar med rotorbladens svepyta. Konsekvensen bedöms därmed vara försumbar.

Silvertärna

Silvertärna flyger ofta på höjder lägre än 20 meter, men flyger ofta in i vindparker och utsätts då för en viss kollisionsrisk. Antalet beräknade kollisioner är dock lågt och konsekvensen bedöms vara försumbar.

Nattmigrerande fåglar

Kunskapen om kollisioner av nattmigrerande småfåglar vid vindkraftverk till havs är begränsad, men studier vid vindparker i Nordsjön och tyska Östersjön visar på få kollisioner i förhållande till mängden passerande fåglar. Nattmigrerande fåglar flyger generellt på högre höjd än dagmigrerande fåglar. För vindpark Triton estimeras kollisionsfallen av nattmigrerande fåglar i ett worst case-scenario utgöra omkring 0,02 ‰ (promille) av det uppskattade antalet fåglar som

passerar Arkonabassängen nattetid under migrationen på ett år. Konsekvensen av risken för kollisionsfall på nattmigrerande fåglar bedöms som försumbar.

Övriga dagmigrerande fåglar

I förhållande till de miljontals fåglar som passerar Falsterbo (längre västerut) dagtid, är det en bråkdel som migrerar dagtid över Arkonabassängen. Konsekvensen av risken för kollisionsfall av dagmigrerande fåglar (trana undantagen) bedöms vara försumbar.

Undanträngningseffekter

Smålom och storlom

Smålom har visats vara känsliga för havsbaserade vindparker då de undviker att vistas i eller i närheten av parken. Parkområdet för vindpark Triton är inte en viktig miljö för lommar då den huvudsakliga födan för lommar är bottenlevande fisk som är tillgänglig för lommarna på grundare vatten. Smålom, och storlom i mindre omfattning, kan förekomma tillfälligt och fåtaligt i området. Enstaka individer kan komma att undvika området, men det bedöms inte påverka artens populationsutveckling. Påverkan bedöms därmed som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

Sillgrissla och tordmule

Parkområdet för vindpark Triton bedöms ha begränsad betydelse för sillgrissla och tordmule, med låga observerade tätheter. En viss undanträngning av alkorna kan inte uteslutas vid vindparken. Undanträngningseffekten har dock visat sig vara variabel mellan områden och det saknas också undersökningar av undanträngning i vindparker med så stora avstånd mellan vindkraftverken som är aktuella i Triton. Avståndet mellan vindkraftverken inom en vindpark är sannolikt av betydelse för omfattningen av en eventuell undanträngningseffekt. Påverkan bedöms dock utifrån ett worst case-scenario; om alkorna inte alls skulle utnyttja parkområdet för Triton vindpark efter att den anlagts så skulle detta omfatta undanträngning av omkring en promille (‰) av Östersjöbeståndet av alkor.

En undanträngning innebär inte heller per automatik en påverkan i form av ökade svårigheter att finna föda, med risk för en förhöjd dödlighet hos undanträngda individer eller hos individer som eventuellt måste konkurrera med undanträngda individer. Påverkan bedöms som obetydlig och konsekvensen bedöms samlat vara försumbar.

Ejder, sjöorre och alfågel

Ejder, sjöorre och alfågel födosöker på grunda vatten och påträffas endast tillfälligt inom vindpark Triton. Konsekvensen av undanträngningseffekter på dessa arter bedöms vara försumbar då de inte födosöker i området.

Måsfåglar

Bedömningen är att måsfåglar i ytterst liten grad kommer att undvika att flyga igenom vindpark Triton och därmed blir undanträngningseffekten obetydlig med försumbar konsekvens.

Barriäreffekter

Barriäreffekter för sjöfåglar kan uppstå antingen under migration eller i anslutning till födosöksområden. Migrerande sjöfåglar justerar ofta flygkurs för att flyga runt vindparker till havs. För ejder har även påvisats att de flyger mellan raderna av vindkraftverken inom vindparken. Den extra flygsträcka som en omväg runt vindpark Triton innebär under migrationen saknar betydelse i förhållande till den totala sträcka som fåglarna flyger mellan häckningsområden och övervintringsplatser. Under migrationen innebär till exempel väderförhållanden en större påverkan, då vinddrift kan innebära betydligt längre flygsträckor.

Parkområdet är inte lokaliserat i ett område med betydande dagliga förflyttningar av fåglar, därmed bedöms konsekvensen av barriäreffekter som försumbar för sjöfåglar i området.

Hindermarkering

Vindkraftverken kommer som tidigare nämnts att behöva hindermarkeras. För bestämmelser för hindermarkering, se 7.5.2.

Det har rapporterats om 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).

Flera undersökningar indikerar att kollisionsrisken är lägre för fåglarna som migrerar på natten (Welcker m.fl. 2017). Vissa nätter med hög migrationsaktivitet och sämre väderförhållanden med dimma och dålig sikt skulle kollisionsrisken för migrerande fåglar sannolikt kunna vara högre. Fijn m.fl. (2012), Welcker m.fl. (2017) och Welcker & Vilela (2019) menar dock att sådana väderomständigheter, det vill säga stort antal migrerande fåglar och dimma/dålig sikt samtidigt, är sällsynta. 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 m.fl. 2010). Blinkade ljus tycks innebära en lägre kollisionsrisk än ett fast sken och ett rött ljus tycks attrahera färre fåglar än ett vitt ljus (Gehring m.fl. 2009, Rebke m.fl. 2019).

Baserat på publicerade studier om vindkraftverkens hinderbelysning och dess påverkan på fåglar är det inte sannolikt att massdödsfenomen som påvisats vid extrema ljuskällor kan uppstå vid hinderbelysning på vindkraftverk. För att reducera kollisionsrisker kan ljusminimering genomföras så långt Transportstyrelsens föreskrifter tillåter.

Avvecklingsfas

Kollisionsrisker

Under avvecklingsfasen kommer vindkraftverken att ha tagits ur drift och nedmonteras en i taget. Konsekvensen av kollisionsrisk för fåglar under avvecklingsfasen bedöms vara försumbar.

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. Därmed bedöms dessa ha försumbar påverkan på fåglarna.

Barriäreffekter

Barriäreffekter bedöms vara försumbara även med vindparken i drift men risken minskar i takt med att vindparken upptar en allt mindre yta när vindkraftverken monteras ned. Sammantaget bedöms barriäreffekter vara försumbara under avvecklingsfasen.

Tabell 61. Sammanställning av bedömda arter och artgrupper av fåglar, påverkansfaktorer, känslighet och konsekvenser (R.6).

Mottagare	Fas	Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fåglar: sommar	Anläggning	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fåglar: vinter	Anläggning	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fåglar	Anläggning	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fåglar	Anläggning	Barriäreffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sjöfåglar	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Trana: utan skyddsåtgärd	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Måttlig	Liten
Trana: med skyddsåtgärd	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Vit stork	Drift	Kollisionsrisk	Hög	Obetydlig	Försumbar
Grå häger	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Rovfåglar	Drift	Kollisionsrisk	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Smålom och storlom	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Gäss	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Mindre sångsvan	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ejder	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Måsfåglar	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Vadarfåglar	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Silvertärna	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Nattskärra	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Nattmigrerande fåglar	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Dagmigrerande fåglar	Drift	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Storlom	Drift	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Smålom	Drift	Undanträngning	Måttlig	Obetydlig	Försumbar
Sillgrissla och tordmule	Drift	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ejder	Drift	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Måsfåglar	Drift	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sjöfåglar: övervintrande	Drift	Barriäreffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar
Sjöfåglar: migrerande	Drift	Barriäreffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fåglar	Avveckling	Kollisionsrisk	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fåglar	Avveckling	Undanträngning	Liten	Obetydlig	Försumbar
Fåglar	Avveckling	Barriäreffekt	Liten	Obetydlig	Försumbar

7.6.3 Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

Som beskrivits ovan bedöms vindpark Triton medföra en liten konsekvens för tranor under vindparkens driftsfas. Det är under tranornas intensiva migrationsperiod som en viss påverkan kan uppkomma till följd av den ökade kollisionsrisken och för att minimera påverkan på migrerande tranor kommer skyddsåtgärder vidtas. För att reducera konsekvenserna för migrerande tranor vid vindpark Triton kommer driften av vindkraftverken att anpassas. Vid

tillfällen med särskilt hög migrationsaktivitet och vid väderförhållanden förknippade med högre risk för kollisioner anpassas driften genom att rotorhastigheten sänks eller att vindkraftverken stängs av. Sådana situationer förväntas förekomma vid ett fåtal dagar under ett år, som mest fem dagar på våren och tre dagar på hösten, och kan identifieras med radar på plats i vindparken och eventuellt även fågelobservatörer, eller med utveckling av modeller och teknik som analyserar väderförhållanden för ett större geografiskt område. Utifrån dessa förutsättningar så har bedömningen gjorts att driftreglering kan behövas under sammanlagt 80 timmar (R.6).

Driftreglering kan antingen innebära sänkt rotorhastighet på ett eller flera vindkraftverk eller tillfällig nedstängning av hela eller delar av vindparken. Studier har visat att en total nedstängning sällan är nödvändigt. En reglering av rotationshastigheten har visat sig vara en effektiv åtgärd för att reducera kollisionsrisken. En minskning av rotationshastigheten från 5 till 1,5 varv per minut har exempelvis bedömts reducera kollisionsrisken med omkring 40 %. Enligt föreslaget villkor för verksamheten ska vindparken förses med detektions- och driftregleringsutrustning, för att undvika risker för kollision med migrerande tranor under den mest intensiva vår- och höstmigrationsperioden. Driftreglering av vindkraftverk ska som mest ske under sammanlagt 100 timmar per vindkraftverk och år. Detta bedöms som väl tilltaget då merparten av tranornas passage över Arkonabassängen ligger väster om Triton och att migrationen typiskt är koncentrerad till färre än tio dagar och samlat till några timmar vid dagar med hög intensitet. Enligt bedömningar och rekommendationer framgår att driftreglering behöver ske dagtid under sammanlagt 80 timmar per vindkraftverk och år och att detta bedöms vara en effektiv skyddsåtgärd för migrerande tranor (R.6). Den skyddsåtgärd som föreslås som villkor innebär därmed ett ytterligare försiktighetsmått och bedöms vara väl tilltagen.

Verksamheten kommer också att ha ett undersökningsprogram där radarundersökningar, fågelobservationer med mera utförs för att utreda migrerande tranors rörelsemönster och undvikandegrad i verksamhetsområdet och påverkan av vindparken, inklusive effekten av exempelvis sänkt rotorhastighet. Undersökningsprogrammets omfattning föreslås utarbetas i samråd med Naturvårdsverket och Länsstyrelsen Skåne.

Med driftreglering av vindkraftverk under dagar med hög migrationsintensitet av tranor reduceras kollisionsrisken för migrerande tranor väsentligt även om den inte elimineras helt. Det bedöms dock tillräckligt för att minimera konsekvenserna, och för att säkerställa att bestämmelserna i EU:s fågeldirektiv upprätthålls. Driftregleringen kan säkerställa att vindpark Triton inte kommer att innebära avsiktligt orsakande av kollisionsrisk för fåglar och/eller orsaka störningar under deras flyttningsperioder, samt att ingen påverkan uppstår på tranpopulationen. Genom dessa skyddsåtgärder bedöms konsekvensen för tranor bli försumbar.

7.6.4 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Sverige är med i Bonnkonventionen (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, CMS). Bonnkonventionen är en global miljökonvention för skydd av flyttande vilda djurarter, deras livsmiljöer och flyttvägar. Konventionens parter ska främja och gemensamt stödja förslag om skydd och vård av flyttande arter.

I den utredning som gjorts för fågel i området framgår det att det är försumbara konsekvenser för alla arter utom tranor, där konsekvensen är liten utan skyddsåtgärder och försumbar med skyddsåtgärder. Utredningen visar att det är vid vår- och höstmigration som tranor riskerar att påverkas. Skyddsåtgärder i form av utrustning för att detektera tranor kommer användas och påverkan från den etablerade vindparken kommer följas upp i ett undersökningsprogram. Vindparken kommer dessutom förses med driftregleringsutrustning. Den utredning som

genomförts för projektets påverkan på tranor visar, som framgår ovan att konsekvenserna för tranor är försumbara med de skyddsåtgärder som planeras.

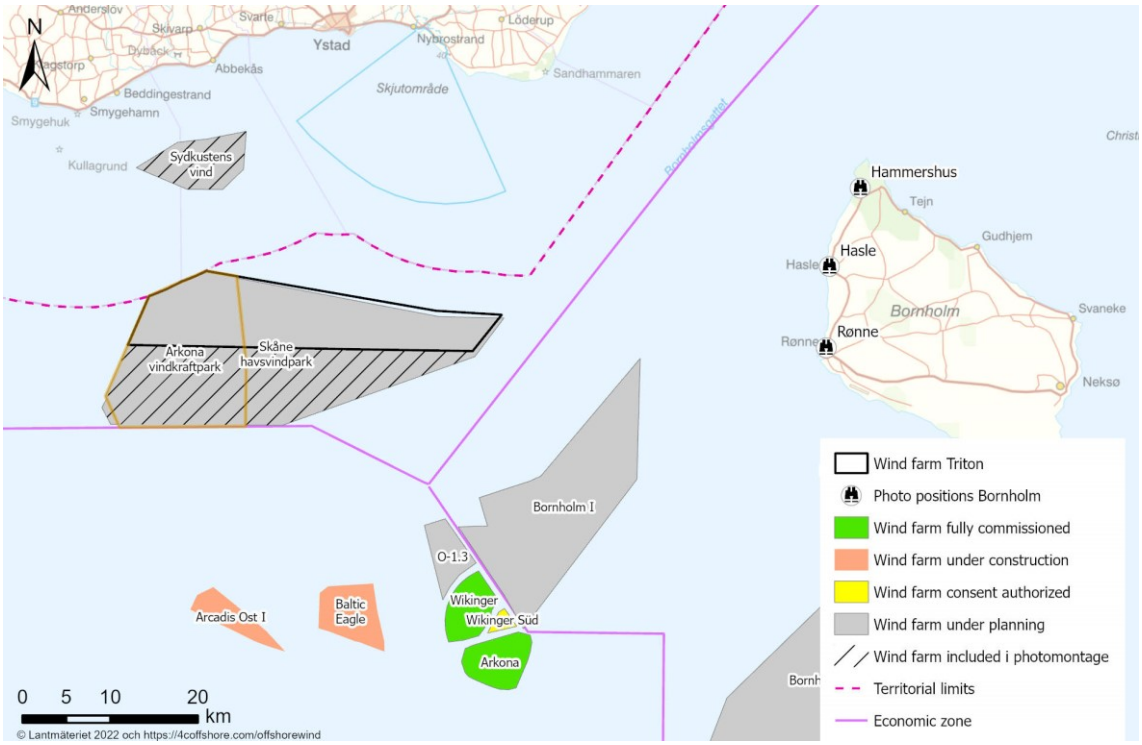
De utpekade fågelarterna i de närliggande danska, polska och tyska Natura 2000-områden och fågelskyddsområden bedöms inte påverkas av vindpark Triton då området inte används som födosöksområde för de utpekade arterna. Påverkans storlek och omfattning vid migration bedöms som obetydlig och konsekvensen därmed som försumbar.

7.7 Landskapsbild och kulturmiljö

Samlad konsekvensbedömning

För gränsöverskridande påverkan på landskapsbild har fotomontage gjorts från tre representativa, kustnära blickpunkter på Bornholm; Rønne, Hasle och Hammershus. Avståndet mellan blickpunkten och de närmaste vindkraftverken är som kortast cirka 38 kilometer vid Rønne och som längst cirka 42 kilometer vid Hammershus. Vindkraftparken är synlig från alla tre blickpunkter. Vid Rønne syns vindparken i en relativt smal sektor i horisonten och uppfattas som en samlad grupp. Vid Hasle kommer vindpark Triton bli synlig över horisonten i väst. Vid Hammershus kommer en något större del av vindkraftparken bli synlig och intrycket därmed starkare då betraktaren befinner sig över 70 meter över havsytan jämfört med utsikt från blickpunkter på motsvarande horisontellt avstånd med ögonhöjd endast ett fåtal meter över havsnivån. För Rønne bedöms påverkan bli obetydlig och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö försumbara, för Hasle bedöms påverkan bli liten och konsekvenserna mycket små och för Hammershus bedöms påverkan liten negativ och konsekvenserna måttliga. Vindkraftverken som samlad grupp inom en begränsad sektor bedöms dock fortfarande underordna sig i det storskaliga havslandskapet.

Bedömningen av vindkraftutbyggnadens visuella påverkan på havslandskap och kulturmiljö baseras på fotomontage som simulerar den framtida utsikten från tre representativa, kustnära blickpunkter på Bornholm. Tre blickpunkter på Bornholm, Rønne, Hasle och Hammershus har valts för att visualisera den förändring som framtida vindkraftsutbyggnad medför för havslandskap. Betraktarens ögonhöjd varierar från cirka två meter över havet (Rønne) upp till över 70 meter över havet (Hammarshus). Avståndet mellan blickpunkten och de närmaste vindkraftverken är som kortast cirka 38 kilometer vid Rønne och cirka 42 kilometer vid Hammershus.



Figur 52. Fotopunkter på Bornholm.

7.7.1 Rønne

Rønne är Bornholms största ort och logistisk målpunkt för passagerartrafik till och från ön. En utsiktsplats vid Nordre kystvej norr om stadskärnan har valts som blickpunkt då hamnanläggningarna och färjeterminalen till stor del skulle skymma utsikten i riktning mot vindkraftverken från en blickpunkt vid stadskärnan.

Vindpark Triton kommer att vara synlig från utvald blickpunkt vid Rønne, se Figur 53. Vindparken syns dock i en relativt smal sektor i horisonten och uppfattas som en samlad grupp. Hamnanläggningarna och fartygstrafiken till och från hamnen i Rønne skapar både statiska och rörliga element i havsbilden som hamnar i blickfånget. Dessa element i förgrunden och avståndet (cirka 40 kilometer till vindparken) bidrar till att vindparken underordnar sig i havslandskapet.

Sammantaget bedöms påverkan bli obetydlig och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö försumbara.



Figur 53. Fotomontage med vindpark Triton. Vindkraftverken är markerade med symboler. Se samma montage i större format i Bilaga B.2.

7.7.2 Hasle

Vid Hasle är den valda utsiktsplatsen belägen väster om cirkulationsplatsen vid korsning Strandvejen och Bykaervejen med vy över Hasle hamn mot väst.

Vindpark Triton kommer att bli synlig över horisonten i väst och kan betraktas både från strandnära områden i Hasle utmed gatan som löper i strandlinjes riktning, Strandgade, samt från vissa öppna områden mot inland då terrängen stiger österut.

Det storskaliga, öppna havslandskapet präglas av vågbrytaren och låg sammanhängande bebyggelse men för övrigt saknas större landskapselement och landmärken. Vindpark Triton bedöms dock fortfarande underordna sig i havslandskapet då parken uppfattas som en samlad grupp, se Figur 54. Avståndet mellan Hasle och de närmaste vindkraftverken är cirka 40 kilometer. Sammantaget bedöms påverkan bli liten och konsekvenserna för landskap och kulturmiljö mycket små.



Figur 54. Fotomontage med vindpark Triton från Hasle. Vindparkverken är markerade med symboler. Se samma montage i större format i Bilaga B.2.

7.7.3 Hammershus

Vid Bornholms nordvästra udde på halvön Hammeren är blickpunkten belägen vid borgruinen Hammershus.

Vindpark Triton kommer att vara synlig vid den utvalda blickpunkten nära Hammershus se Figur 55. En något större del av vindkraftparken blir synlig och intrycket blir därmed starkare när betraktaren befinner sig över 70 meter över havsytan jämfört med utsikt från blickpunkter på motsvarande horisontellt avstånd med ögonhöjd endast ett fåtal meter över havsnivån. Avstånd till närmaste vindkraftverk är över 40 kilometer. Borgruinen dominerar i området, medan

vindkraftverken hamnar i bakgrunden utmed horisonten. Den varierande topografin i området bidrar till att utblickarna utlöser varandra och horisonten skyms delvis av vegetationen. Upplevelsen av vindkraftverken blir förmodligen något starkare vid stranden när inga byggnader står mellan betraktaren och det öppna havet. Vindkraftverken som samlad grupp inom en begränsad sektor bedöms dock fortfarande underordna sig i det storskaliga havslandskapet. Sammantaget bedöms påverkan på de höga värden inom områdets kulturmiljö och landskap bli liten negativ och konsekvenserna måttliga.



Figur 55. Fotomontage med vindpark Triton från Hammershus. Vindkraftverk markerade med symboler. Se samma montage i större format i Bilaga B.2.

7.8 Boendemiljö och rekreation

Samlad konsekvensbedömning

Vindpark Triton är belägen så långt ute till havs att ljudnivån beräknas understiga Naturvårdsverkets riktvärde för bostad och friluftsområden, 40 dB(A) respektive 35 dB(A), med stor marginal för worst case-scenariot. Någon påverkan bedöms därför inte ske på några närliggande bostäder eller friluftsområden. Det långa avståndet till kusterna och det faktum att 30 dB(A) nivån för Triton ligger långt utanför närmsta kust indikerar att lågfrekvent ljud inte kommer att vara någon risk för boende längs med kusterna. Vindparken ligger inte i ett område av högt värde för friluftsliv och rekreation men fritidsbåtstrafik, fritidsfiske och dykning förekommer i området.

Under anläggnings- och avvecklingsfasen kan fritidsfisket och dykare av säkerhetsskäl inte nyttja vissa delområden i anknytning till arbetsområden. Detta får endast en tillfällig påverkan och kommer inte innefatta hela parkområdet samtidigt varför konsekvenserna bedöms bli små. Under driftsfasen kommer området att vara tillgängligt för fritidsfiske och dykning igen och reveffekten kan då ha en positiv inverkan på dessa intressen. Detta gäller även för det gränsöverskridande fritidsfiske som sker i området.

7.8.1 Förutsättningar

Boendemiljö, ljud

Vindkraftverk i drift avger två typer av ljud; mekaniskt och aerodynamiskt. I moderna vindkraftverk har det mekaniska ljudet minskats 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. Ljudnivån avtar

med avståndet från vindkraftverken. Ljudets hörbarhet och utbredningsförmåga beror också på meteorologiska förhållanden, främst vindhastighet, fuktighet och lufttemperatur. Dessutom påverkas ljudutbredningen av markdämpning, där vatten akustiskt sett är hårt, vilket medför att dämpningen blir mindre över hav jämfört med över land.

Vindpark Triton är belägen så långt ute till havs att ljudnivån beräknas understiga Naturvårdsverkets riktvärde för bostad och friluftsområden, 40 dB(A) respektive 35 dB(A), med stor marginal för worst case-scenariot (Figur 24). Någon påverkan bedöms därför inte ske på några närliggande bostäder eller friluftsområden.

Beräkning med danska metoden visar också att riktvärdena för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 39 dB(A) respektive 37 dB(A) inte når någon kust (Figur 25).

Rekreation

Fritidsfiske definieras som fiske som inte kräver en yrkesfiskelicens och därmed är fångsten förbjuden att sälja (Länsstyrelsen, 2020). Inom det planerade parkområdet finns idag lokala företag och verksamheter som bedriver turbåtsverksamhet med fiske och dykning. Verksamheten pågår under hela året, i genomsnitt besöker en turbåtsverksamhet det planerade vindparksområdet cirka två gånger per månad, men sommartid är det något oftare frekventerat. I huvudsak inriktas fisket på torsk, lax och öring (R.8).

Generellt är fritidsfisket som störst under maj–juni vid Sveriges sydkust (Havs- och vattenmyndigheten, 2019b). Den största delen av fritidsfisket på sydkusten bedrivs med handredskap till exempel med spö eller pilk. Av handredskap dominerar spinnfisket som under år 2017 stod för 46 % av allt kust- och havsbaserat fritidsfiske. Torsken i den här aktuella delen av Östersjön består av fisk från både de västra och östra bestånden (se kapitel 7.3 om fisk) (ICES, 2020a; Hüssy m.fl., 2016). När vindpark Triton uppförs kommer eventuella vrak att lämnas kvar orörda i området genom att kartläggas och undvikas så de inte påverkas av byggnationen. Då vindparkens fundament anläggs kommer även de att kunna bli artificiella rev på samma sätt som vraken, vilket leder till positiva effekter för ökad biomassa av fisk och främjande av fler arter (Langhamer, 2012). Vindkraftsfundamenten kan således öka biodiversiteten i området genom en så kallad reveffekt. Att strukturer som oljeplattformar, vindkraftverk och vrak ökar mängden fisk är allmänt erkänt (Methratta m.fl., 2019; Ajemain m.fl., 2015; Claisse m.fl., 2014).

Verksamhetsområdet är beläget långt ute till havs så övrig trafik med fritidsbåtar torde förkomma i mycket begränsad omfattning.

Tabell 62. Potentiella påverkansfaktorer på boendemiljö och rekreation som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Påverkan från ljud vid bostäder	-	-	-
Påverkan på rekreation och friluftsliv	x	x	x

7.8.2 Konsekvenser

Anläggningsfas

Boendemiljö, ljud

Vindpark Triton ligger på så stort avstånd från land att riktvärdet på 40 dB(A) innehålls med god marginal. Påverkan av ljud från vindparken bedöms inte ge några konsekvenser för bostäder

under någon fas i vindparkens livslängd. Det långa avståndet till kusten och det faktum att 30 dB(A) nivån för Triton ligger långt utanför kusten indikerar att lågfrekvent ljud inte kommer vara någon risk för närboende. Inte heller anläggning av det interna kabelnätet bedöms i sig innebära någon påverkan från ljud.

Rekreation

Under anläggningsfasen kommer båttrafik och fiske inom berörd del av parkområdet att påverkas av temporära säkerhetszoner som etableras under anläggningsfasen på grund av säkerhetsskäl. Rekreationsmöjligheterna och tillgängligheten inom verksamhetsområdet kommer därför att påverkas negativt under de perioder då byggnation pågår.

Konsekvensen bedöms bli liten negativ under anläggningsfasen eftersom införandet av säkerhetszoner i parkområdet sker för en del i taget, under en begränsad period, och fritidsfisket bedöms ha möjligheten att välja andra fiske- och dykområden under den perioden.

Tabell 63. Bedömd konsekvens för rekreation under anläggningsfasen

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Temporärt minskad tillgänglighet för båttrafik i parkområdet.	Liten	Mycket liten	Liten negativ

Driftsfas

Under driftstiden kommer båttrafik och fiske att vara tillåtet inom vindparken. Reveffekten från fundamenten efter etableringen av vindpark Triton bedöms ha en positiv inverkan på fritidsfisket som bedrivs i området, och för dykning, då förutsättningarna för ökad biomassa och fler nya arter bör göra området mer attraktivt.

Det interna kabelnätet läggs under havsbotten och bedöms i sig inte innebära någon påverkan på fritidsfisket.

Konsekvensen bedöms bli liten positiv under driftsfasen eftersom vindparkens fundament möjliggör en artificiell reveffekt under hela driftperioden, cirka 40–45 år.

Tabell 64. Bedömd konsekvens för rekreation under driftsfasen

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Reveffekt från fundamenten.	Måttlig	Liten	Liten positiv

Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen kommer båttrafik och fiske att påverkas av temporära säkerhetszoner som etableras under anläggningsfasen på grund av säkerhetsskäl. Rekreationsmöjligheterna kommer därför att påverkas negativt under den tid då avvecklingen pågår.

Konsekvensen bedöms bli liten negativ under avvecklingsfasen eftersom införandet av säkerhetszoner i parkområdet sker för en del i taget, under en begränsad period, och fritidsfisket och dykare bedöms ha möjligheten att välja andra fiske- och dykområden under den perioden.

Tabell 65. Bedömd konsekvens för rekreation under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Temporärt minskad tillgänglighet för båttrafik i parkområdet.	Liten	Mycket liten	Liten negativ

7.8.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Som framgår i den utredning som genomförts för projektet kommer det inte ansökas om något fiskeförbud eller tillträdesförbud inom parkområdet bortsett från skyddsavstånd kring turbiner och arbetsområden. Under anläggnings- och avvecklingsfasen kan fritidsfisket av säkerhetsskäl komma att exkluderas i vissa delområden i anknytning till arbetsområden. Detta får endast en tillfällig påverkan och kommer inte innefatta hela parkområdet samtidigt. Driftsfasen bedöms därför inte medföra några begränsningar för fritidsfisket bortsett från de skyddsavstånd som kommer etableras i direkt anslutning till turbinerna och påverkan bedöms därmed bli obetydlig med en försumbar konsekvens. Detta gäller även för det gränsöverskridande fritidsfiske som sker i området.

Påverkan av ljud från vindparken bedöms inte ge några konsekvenser för bostäder under någon fas i vindparkens livslängd.

7.9 Yrkesfiske

Samlad konsekvensbedömning

Bedömningen utgår från ett worst case vilket innebär att bottentrålning helt upphör i vindparken medan den pelagiska trålningen bedöms kunna fortgå inom vindparken, med vissa anpassningar. Bottentrålning utgör dock en liten del av det totala fisket i området och bedöms vara högst anpassningsbart för geografisk omfördelning.

Fisket i området har minskat kraftigt under de senaste åren, dessutom råder fiskestopp på både torsk och sill. Området är inte utpekat som riksintresse eller i havsplanen utpekat användningsområde för yrkesfiske. Parkområdet bedöms just i dagsläget ha mindre betydande värde för fiskerinäringen.

Det gränsöverskridande fisket från Polen, Danmark och Tyskland kan påverkas genom att ett minskat fångstområde uppstår inom verksamhetsområdet då vindparken etableras.

Den lokala påverkan som vindparken ger upphov till i form av minskad yta tillgänglig för bottentrålning bedöms i dagsläget innebära mycket små konsekvenser för yrkesfisket. Vidare kan tillkommande reveffekter och minskat fisketryck i längden förbättra beståndsstatus för kommersiellt viktiga fiskarter, vilket på sikt gynnar även yrkesfisket. Med framtida förändringar av kvoter kan bedömningen komma att ändras men med tanke på populationsstatus för kommersiellt viktiga arter som sill och torsk är det sannolikt att den trend med restriktiva kvoter som varit, och råder, även kommer att fortgå.

Under driftsfasen kommer ytan tillgänglig för bottentrålning av tekniska och säkerhetsmässiga skäl begränsas medan övrigt fiske bedöms kunna fortgå.

Påverkan på yrkesfiske för Sverige, Tyskland, Polen och Danmark bedöms bli liten negativ och konsekvensen bedöms bli mycket liten. I ett worst case kommer det svenska, polska, tyska och danska fisket som bedrivs inom vindparken att behöva omfördelas och bedrivas inom andra områden.

7.9.1 Förutsättningar

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för yrkesfiske, vilket sammanfattar referensrapport R.8 ”Yrkes- och fritidsfiske i sydvästra Östersjön”.

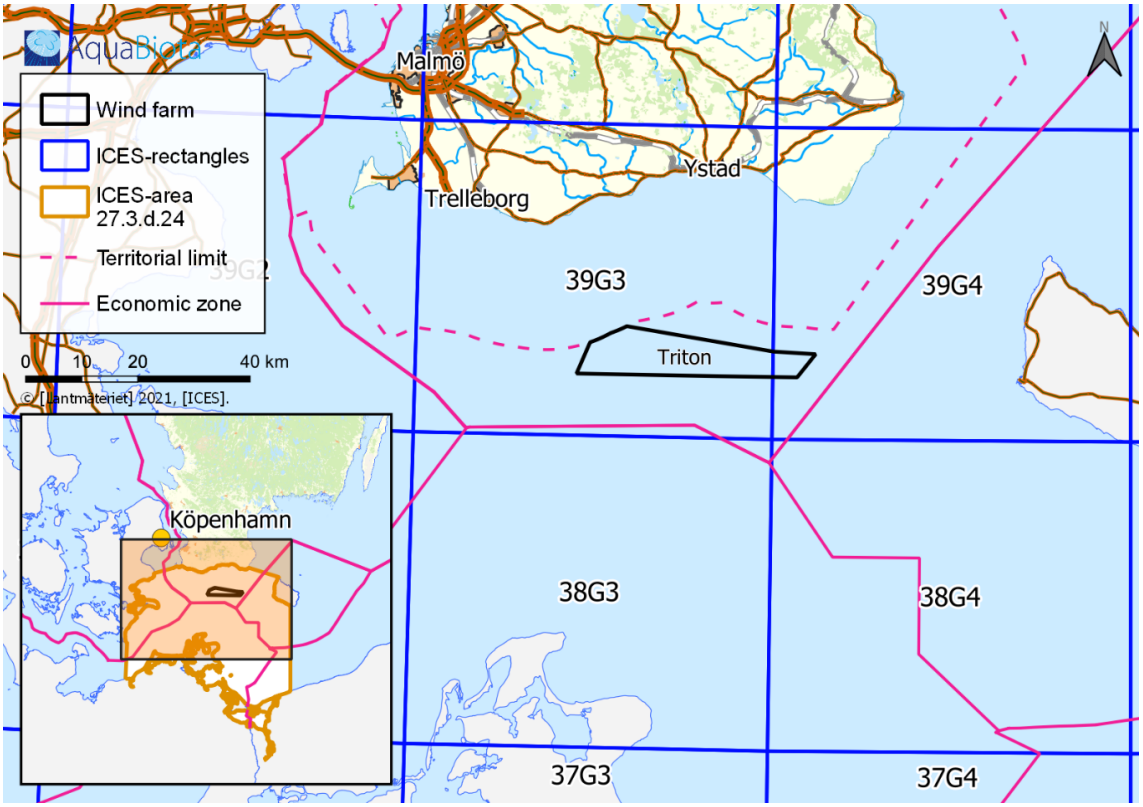
Metodik för utredning av konsekvenserna för yrkesfisket

Geografisk skala

För att utreda och beskriva planerad vindparks konsekvenser för yrkesfisket har det analyserats i tre olika geografiska skalor:

- Det större området som omfattar södra Östersjön, det vill säga Internationella Havsforskningsrådets (ICES) delområde 27.3.D.24 (Figur 56),
- Regionalt för Tritons omgivande geografiska ICES-rutor 38G3, 38G4, 39G3 och 39G4, och
- lokalt inom vind park Triton.

På detta sätt går det att jämföra yrkesfisket i Södra Östersjön i stort med det lokala fisket kring och inom Triton.



Figur 56. Vindpark Triton, Sveriges territorialgräns och ekonomiska zon, ICES-rutor (39G3, 39G4, 38G3, 38G4) och delområde (27.3.d.24) som inkluderats i analysen.

Tidsperioden för undersökningen skiftar mellan de olika geografiska skalorna:

- ICES-delområde 27.3.D.24 undersöktes åren 2015–2019.
- Tyskt fiske i ICES-rutor (39G3, 39G4, 38G3 och 38G4) undersöktes åren 2009–2020.
- Svenskt fiske i det lokala parkområdet undersöktes åren 2009–2020.
- Danskt fiske i det lokala parkområdet undersöktes åren 2010–2020.
- Polskt fiske i det lokala parkområdet undersöktes åren 2009–2019.

Jämförelsen mellan länderna görs åren 2011–2019. Anledningen till de olika skalorna är framför allt att olika typer av information kan utvinnas från skalornas data. Till exempel anges inte fiskemetod för det lokala fisket vid parkområdet, men det kunde analyseras i undersökningen för ICES-delområde 27.3.D.24. Om man antar att fisket av de kommersiella arterna sker på samma sätt överallt i Östersjön kan fiskemetod, båtstorlek och säsong för det lokala fisket härledas från den grövre upplösningen. Antagandet är att specifika arter i stor utsträckning fiskas med liknande metoder och fiskeredskap. Skarpsill och sill är exempel på detta, där pelagisk trålning är den absolut vanligaste metoden oavsett nation.

Viktigt att nämna är att en del fångstdata inte hade tillhörande geografisk information på grund av att mindre fiskebåtar (mindre än tolv meter) inte är utrustade med tekniken som krävs för VMS (vessel monitoring system). Detta gäller för alla EU-registrerade båtar. Därför är det sannolikt att en mindre proportion av fångsten i området inte har inkluderats i analysen för länder som fiskar lokalt vid och inom området för Triton.

Tillgängliga fångstdata

Utredningen och konsekvensbedömningen utgår från kända fakta och data rörande yrkesfiske.

Underlaget för undersökningen är i första hand EU:s fiskedatabas (Fisheries Dependent Information, FDI) (Gibin & Zanzi, 2020) och Havs- och vattenmyndighetens fångstdata för kommersiellt fiske (Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Fångstdata från Danmarks, Tysklands och Polens kommersiella fiske inom parkområdet tillhandahållits från Fiskeristyrelsen DK (Fiskeristyrelsen DK, 2021), Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2021) samt Morski Instytut Rybacki–PIB (2021). Data som presenteras bedöms ge heltäckande information om yrkesfisket från de nationer som står för majoriteten av kommersiellt landad fångst i området för vindpark Triton.

För att få en bild av det kommersiella fisket i området för den planerade vindparken fisketrycket på de viktigaste kommersiella arterna beräknats, baserat på Havs- och vattenmyndighetens data över kommersiell fångst för perioden åren 2009–2019. Detta ger information om hur stor vikt i ton av det svenska fisket som fångas i och runt om parkområdet. Fångstdata har summerats för perioden per art och inrapporteringslokal. Efter summering har fångstdata över området interpolerats med multivariat interpolering, där okända punkter tilldelas värden utifrån ett viktat medelvärde från de kända punkterna.

Bedömningsmetodik

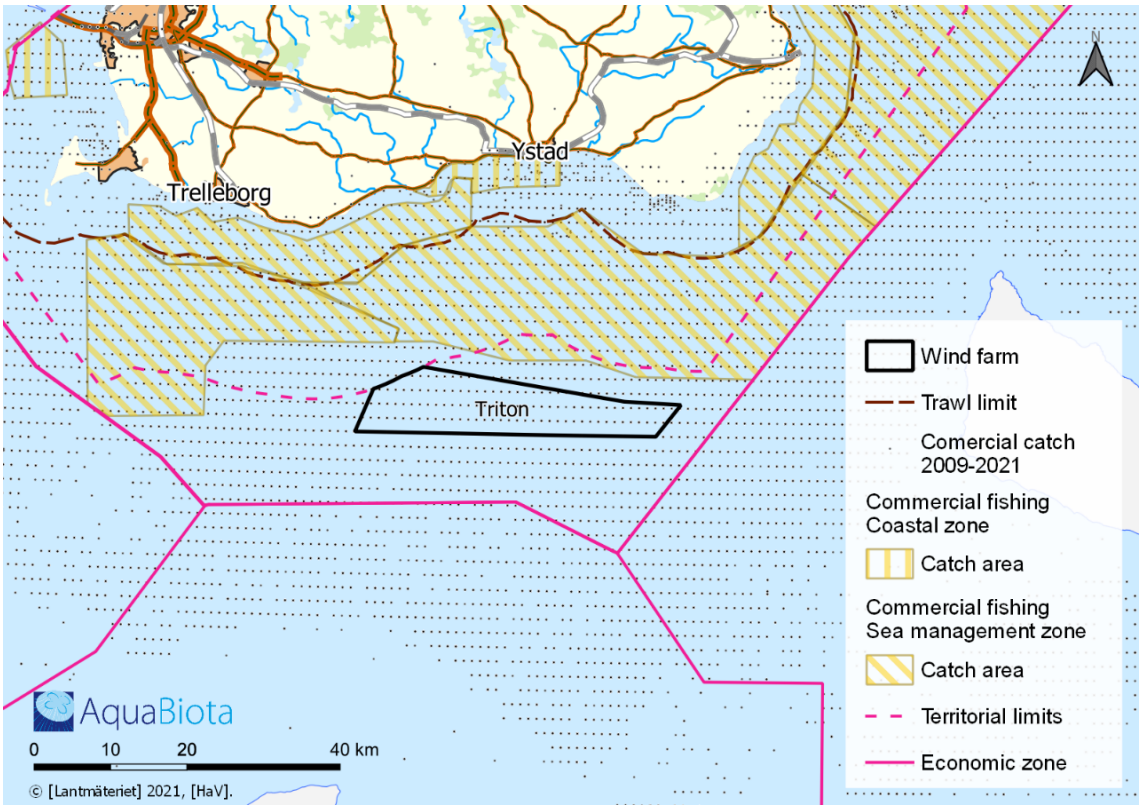
För att bedöma konsekvenserna av vindkraftsetableringen på yrkesfisket jämförs effekterna av planerad etablering med ett nollalternativ, se nedan.

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 ingen bottentrålning kommer att kunna bedrivas inom parkområdet under anläggningsfasen. Kommersiellt fiske med bottentrål i vindparker är förenat med säkerhetsrisker då utrustning kan fastna i och/eller förstöras av erosionsskydd och internkabelnät. Worst case-bedömningen har vidare utgått från att olika delar av parken kommer att behöva spärras av i olika perioder i anläggnings- och avvecklingsfasen för att upprätta ett skyddsavstånd till pågående arbete, och att fiske inte kommer att kunna ske inom skyddsavståndet under dessa perioder. Vidare har bedömningen utgått från att det under driftsfasen kommer att behöva upprättas vissa skyddsavstånd kring fundamenten där fiske inte får ske, men att pelagisk trålning och fiske med passiva redskap kommer att kunna bedrivas i vindparken under hela driftsfasen. Denna bedömning baseras på det stora avståndet mellan fundamenten (1 200–2 380 meter) som kommer att möjliggöra fortsatt fiske med dessa metoder.

Fiske i Östersjön söder om Skåne

Projektområdet ligger i Arkonahavet som ingår i område 24 enligt Internationella havsforskningsrådets (ICES) indelning, (Figur 56). Det sträcker sig från Bälthavet i väst till Bornholm i öst. Vattendjupet i parkområdet varierar mellan 43 och 47 meter. Vanligt förekommande fiskarter i havsområdet är sill, skarpsill, torsk och olika arter av plattfisk. Havsområdet har en lång historia av fiske där inte minst sill och torsk har spelat en viktig roll.

Vindparksområdet är inte ett utpekat riksintresse för yrkesfisket och inte heller utpekat användningsområde för yrkesfiske i havsplanen. Riksintresseområden för yrkesfiske finns belägna norr om parkområdet, mot Skånes kust (Figur 57).

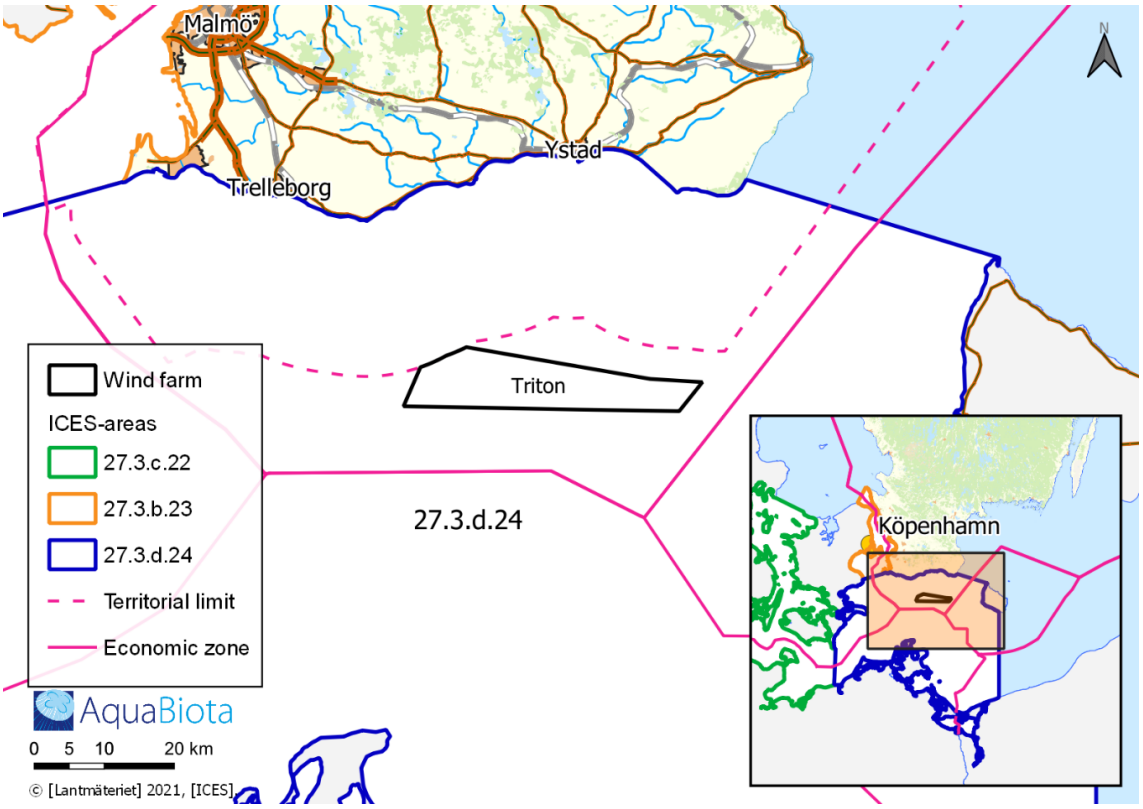


Figur 57. Tritons läge i förhållande till riksintresseområden för yrkesfiske (Havs- och vattenmyndigheten. 2022), Natura 2000-områden och trålgräns fyra nautiska mil från kusten (innanför vilken trålning är förbjudet).

Fiskekvoter och fisketryck inom ICES-rutor

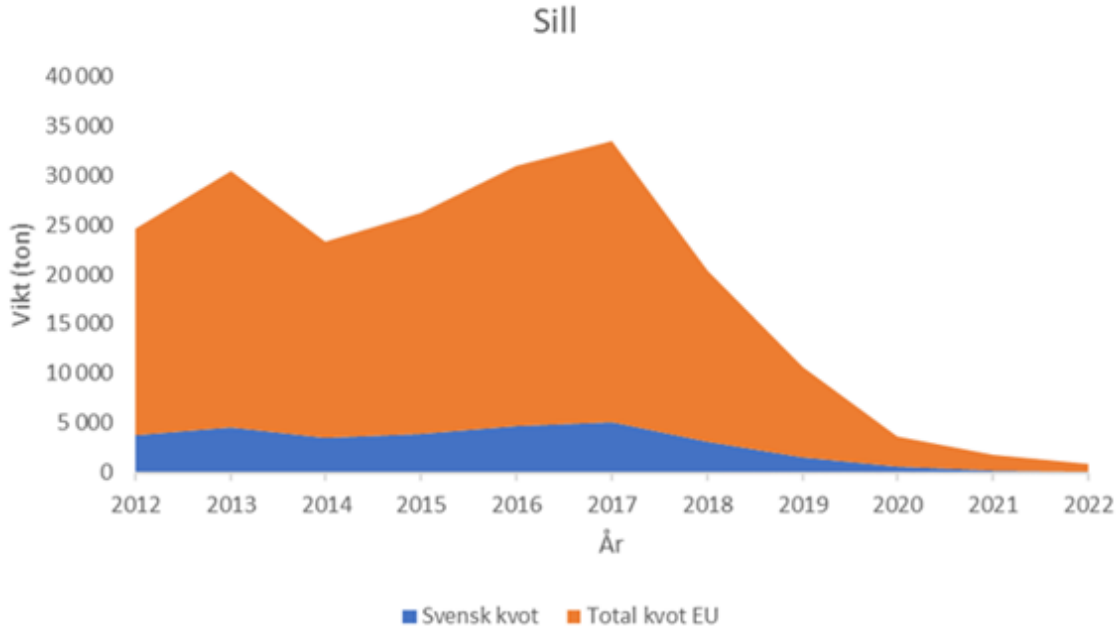
Fiskekvoterna fördelas av EU genom den gemensamma fiskepolitiken (GFP). Kvoterna bestäms i samråd med ICES, som är ett mellanstatligt forskningsinstitut som bland annat hanterar de naturliga fiskeresurserna i norra Europa genom sitt organ *Fisheries Resources Steering Group* (FRSG) (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Samråd sker även med *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries* (STECF), EU:s kommitté för fiskerifrågor.

Fiskekvoterna berör delområden i Östersjön, i detta fall ICES delområden 27.3.D.22–24 som visas i Figur 58 (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Fisket regleras också genom bestämmelser om fredningstider, fiskefria områden och redskapsförbud (Bergenius m.fl., 2018).



Figur 58. Tritons placering i ICES delområde 27.3.D.24, samt ICES delområden 27.3.D.22–23.

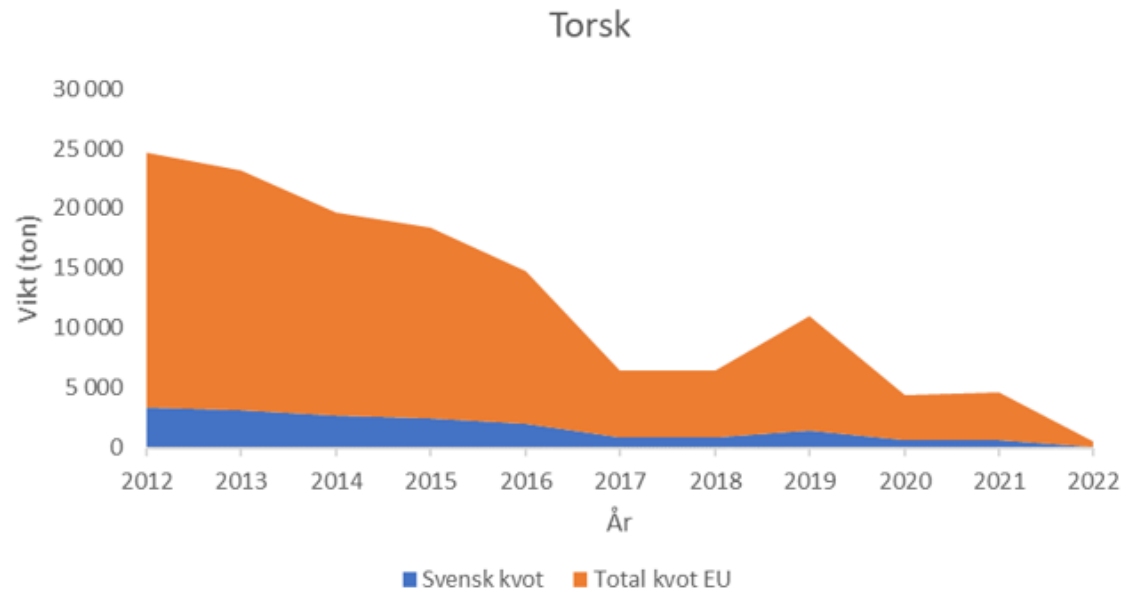
Fiskekvoterna för sill, torsk och skarpsill under åren 2012–2022 visas i diagram (Figur 59, Figur 60 och Figur 61). Observera att fiskekvoterna för sill och torsk gäller för västra Östersjön (delområdena 27.3.D.22 – 24) och skarpsillskvoterna gäller för hela Östersjön. Kvoterna för sill har minskats kraftigt sedan år 2017 och för år 2022 stoppas nu riktat fiske efter sill i västra Östersjön (Figur 59).



Figur 59. Svensk fiskekvot för sill i förhållande till den totala kvoten för EU i Västra Östersjön (27.3.D. 22 – 24).

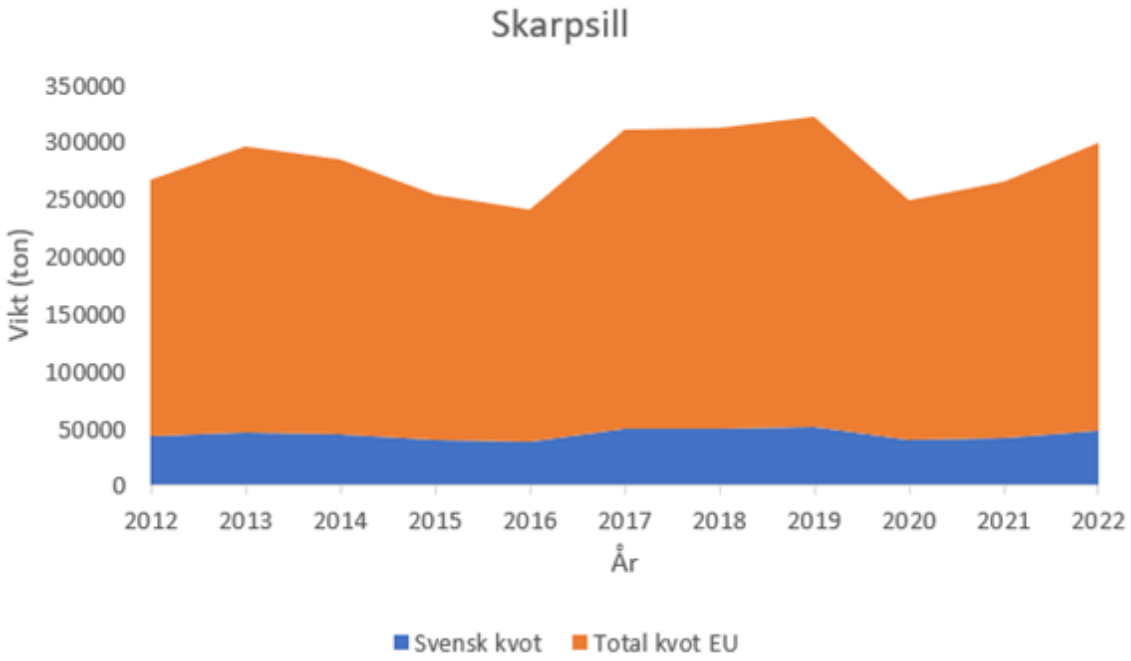
Kvoterna för torskfisket har minskats sedan år 2012 med bara en tillfällig ökning år 2019, för att idag endast utgöras av bifångstkvoter, se Figur 60. År 2022 stängs allt fiske efter torsk i

Östersjön. Riktat fiske efter det östra beståndet har varit stoppat sedan år 2019 och under år 2022 inträder fiskeförbud även för det västra beståndet.



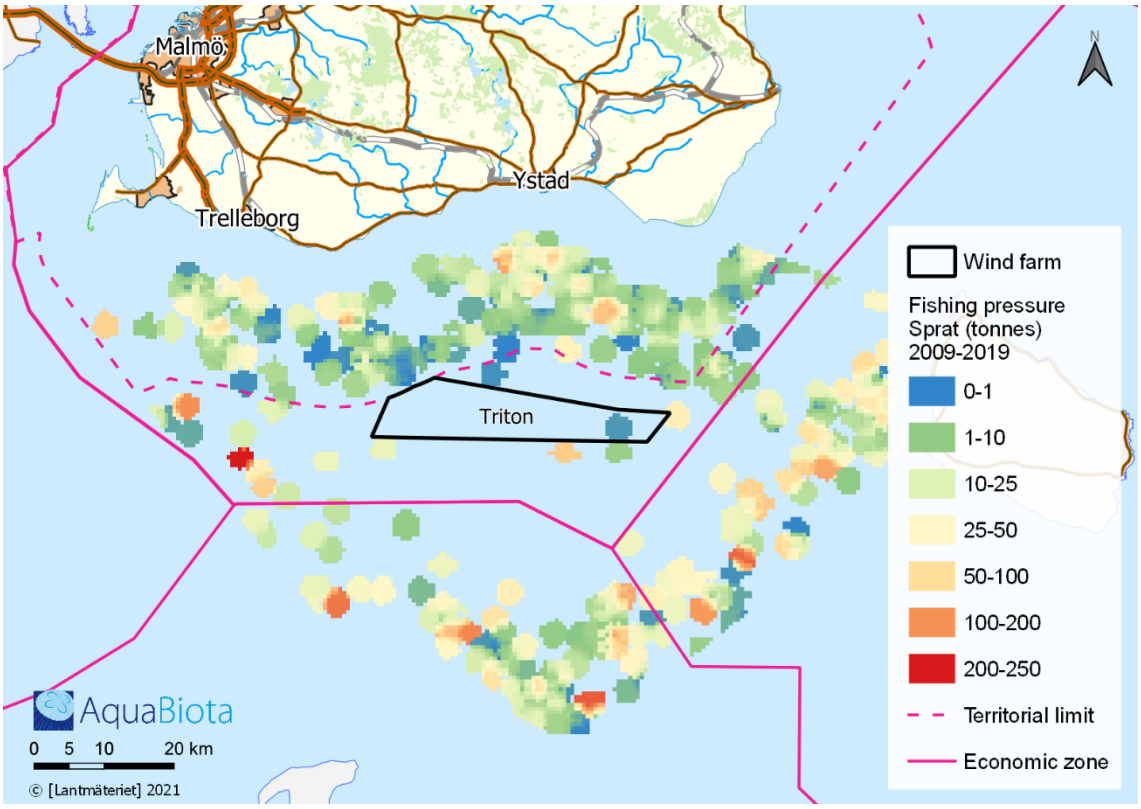
Figur 60. Svensk fiskekvot för torsk i förhållande till totala kvoten för EU i Västra Östersjön (27.3.D. 22 – 24).

I dagsläget anses beståndet av skarpsill ligga över godkänt intervall för fiske, dock anses fiskerimortaliteten vara för hög enligt ICES:s rekommendationsrapport (ICES, 2020b). För år 2022 sker ändå en ökning av kvoten på skarpsill med 13 %, se Figur 61. Skarpsill går framför allt till beredningsindustrin som använder denna fångst till fiskmjöl för djurkonsumtion (76 % av fångsten 2020).



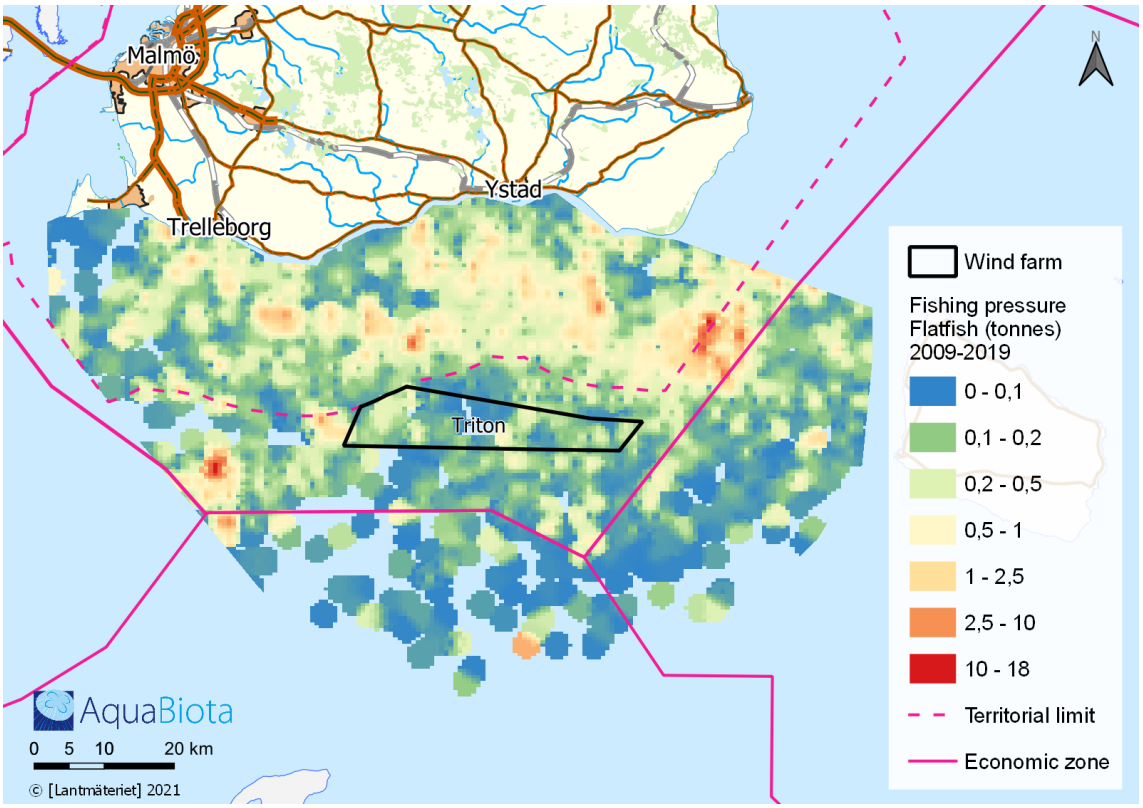
Figur 61. Svensk fiskekvot för skarpsill i förhållande till totala kvoten för EU, i hela Östersjön mellan 2012 – 2022.

Svenskt fisketryck på skarpsill under åren 2009–2019 har modellerats, se Figur 59. Fisket av skarpsill med svenska fiskebåtar i vindparksområdet tycks ha varit ytterst litet under åren för undersökningen.



Figur 62. Aggregerat svenskt fisketryck i ton av skarpsill för perioden 2009–2019. Värdena baseras på periodens totala fångstvärde aggregerade per inrapporteringspunkt (Havs- och vattenmyndigheten, 2020).

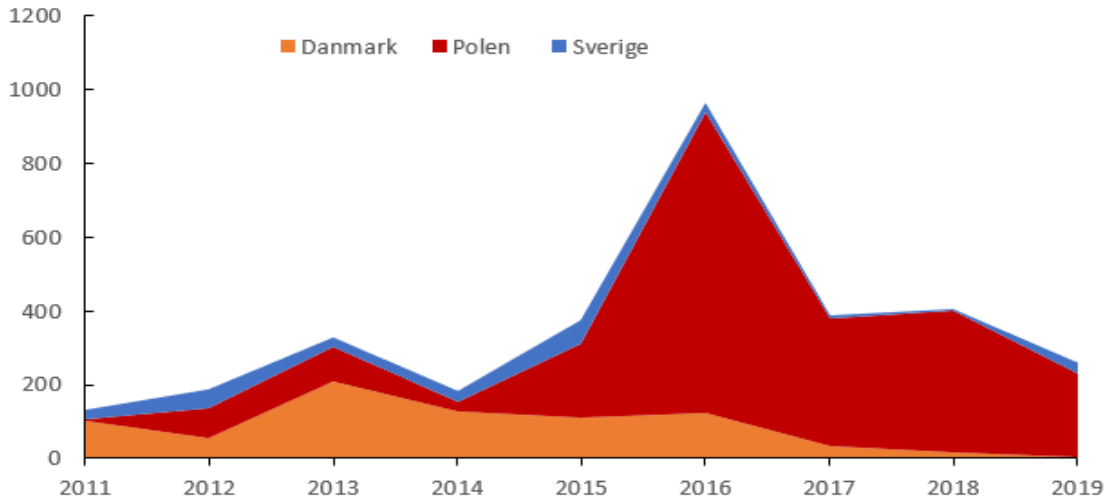
Svenskt fisketryck på plattfisk under åren 2009–2019 har modellerats, se Figur 63. Fisket av plattfiskar (rödspätta, skrubbskädda och piggvar) är mer intensivt närmare kusten. Det demersala fisket, det vill säga fisket av arter som lever på eller nära botten, bedrivs ofta av mindre och mellanstora båtar.



Figur 63. Aggregerat svenskt fisketryck i ton av plattfisk för perioden 2009–2019 (Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Värdena baseras på periodens totala fångstvärde aggregerade per inrapporteringspunkt. Modellen illustrerar det sammantagna fisketrycket av fisket för rödspätta, skrubbskädda och piggvar.

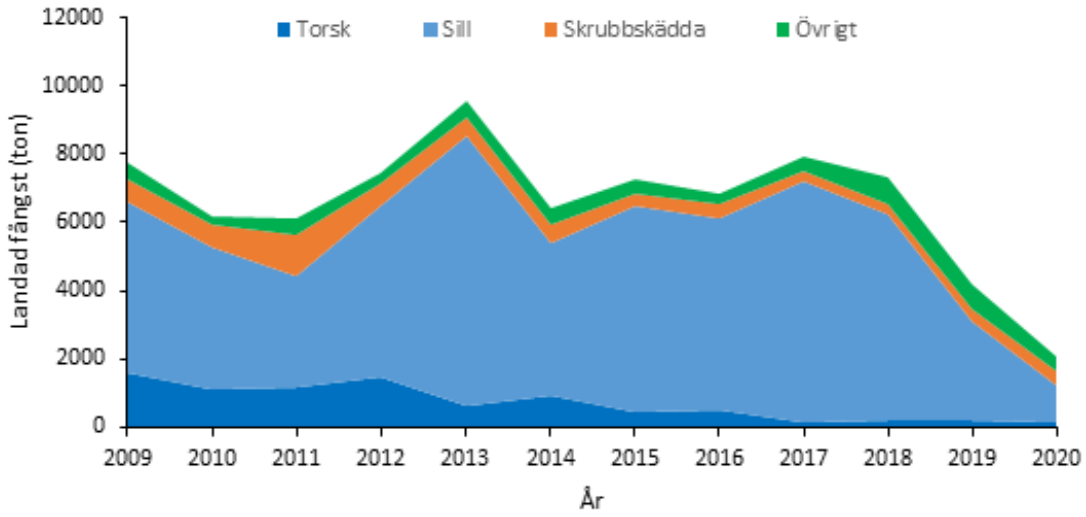
Fiske inom vindparksområdet

Inom vindpark Triton fiskar framför allt Tyskland, Polen, Sverige och Danmark. Av Polen, Sverige och Danmark stod Polen för cirka 87 % av den totala fångsten år 2019 (se Figur 64), vilken dominerades av sill och skarpsill. Fångsten inom det planerade vindparksområdet domineras av pelagisk trålning. Totalt landades cirka 287 ton (av Polen, Sverige och Danmark) från planerat vindparksområde år 2019, vilket motsvarar cirka 1,3 % av det totala fisket i ICES-rutorna 38G3, 38G4, 39G3 och 39G4 det året.



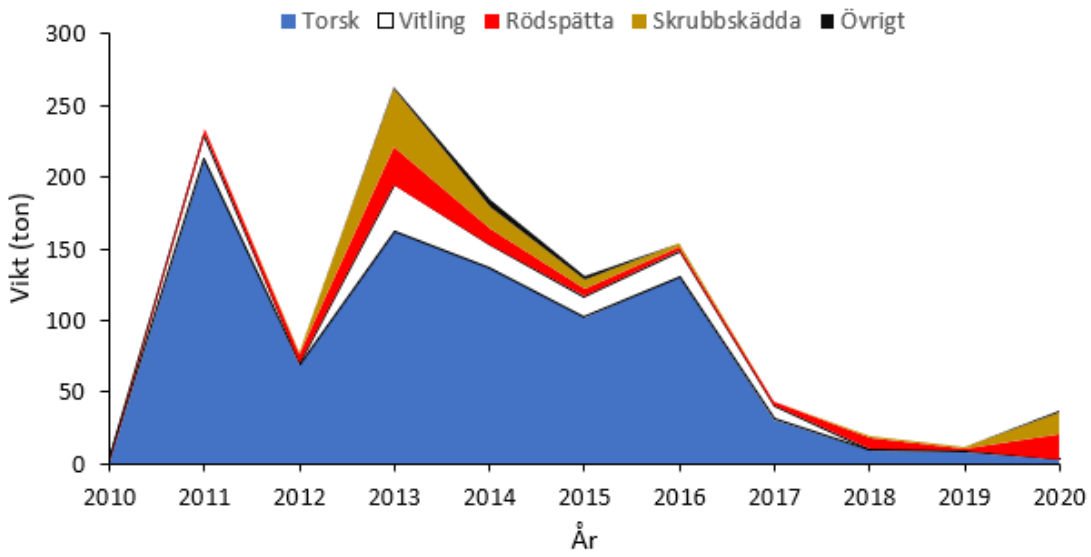
Figur 64. Danska, polska och svenska fångstdata inom vindparksområdet Triton mellan 2011–2019.

För det tyska fisket finns endast data för de omgivande ICES-rutorna (39G3/39G4/38G3/38G4) och inte specifikt för det planerade parkområdet. Därför kan resultatet som presenteras här endast ge en viss uppfattning om hur det tyska fisket ser ut i parkområdet. Figur 65 visar att tyska fiskare nästan enbart tar upp sill inom ICES-rutorna där Triton är placerad. Det är därför troligt att fisket även inom området för Triton domineras av sillfiske, följt av skrubbskädda på betydligt lägre nivåer. Det går också att observera en stor minskning sedan 2018 av det tyska fisket i de ICES-rutor som analyserats.



Figur 65. Tyska fångstdata av olika arter inom ICES- rutor (39G3/39G4/38G3/38G4) mellan 2009 – 2020. Tyska fångstdata specifikt inom vindpark Triton är inte tillgängligt.

Polska och danska fiskare landar plattfisk (rödspätta, skrubbskädda och piggvar) inom Triton. Fångsten från danska fartyg inom hela ICES-delområde 27.3.D.24 har varit relativt stabil, men har varierat kraftigt inom Triton, se Figur 66. Dessa stora lokala variationer indikerar att fisket efter plattfisk är högst anpassningsbart för geografisk omfördelning. Inom ICES-området 27.3.D.24 fiskas cirka 40 % av plattfisken med passiva redskap, metoder som bedöms kunna användas även när vindparken är i drift.



Figur 66. Danskt fångstdata i ton av olika arter inom vindparksområdet Triton mellan 2009–2020.

Figur 64, Figur 65 och Figur 66, visar hur fisket minskat kraftigt i och omkring vindpark Triton de senaste åren. Fisketrycksmodelleringar visar att det svenska fisketrycket även historiskt varit betydligt lägre inom parkområdet i jämförelse med närliggande områden (Figur 62 och Figur 63). Områdets betydelse för fiskenäringen i framtiden avgörs av EU:s gemensamma fiskepolitik (GFP). De två mest värdefulla fisktillgångarna tidigare, torsk och sill, har haft mycket dåliga populationsutvecklingar. För år 2022 är riktat fiske efter både torsk och sill stoppat (endast bifångstkvoter) för att vända arternas negativa trend. Med tanke på populationsstatusen för arterna är det sannolikt att den trend med restriktiva kvoter som råder kommer att fortgå.

Det fiske som främst kan komma att påverkas av vindpark Triton är det demersala fisket efter plattfisk med bottentrål. Detta fiske utgör dock en mycket liten del av det totala fisket i ICES-delområde 27.3.D.24 och bedöms också vara anpassningsbart för omfördelning.

Med beaktande av ovanstående bedöms parkområdet i dagsläget ha ett litet värde för fiskenäringen.

7.9.2 Konsekvenser

Under anläggningsfasen kommer det att upprättas ett skyddsavstånd till pågående arbete vilket kan begränsa delar av vindparkens tillgänglighet för fiske. Eftersom riktat fiske efter både torsk och sill är stoppat, bedöms det fisket inte påverkas alls under anläggningsfasen.

Det är alltså endast fisket av skarpsill och plattfisk som kan komma att påverkas av att det upprättas ett skyddsavstånd till pågående arbete, vilket kan begränsa delar av vindparkens tillgänglighet för fiske. Fisket inom vindpark Triton utgjorde under år 2019 endast cirka 1,3 % av den totala fångsten (Sverige, Danmark, Polen) i analyserade ICES-rutor 39G3, 39G4, 38G3 och 38G4. Sammantaget bedöms parkområdet ha ett mindre omfattande värde för fiskerinäringen.

Påverkan på yrkesfisket bedöms bli liten negativ under anläggningsfasen med en mycket liten konsekvens på grund av arbetenas tillfälliga natur.

Påverkan, effekter och konsekvenser i driftsfasen

Fiske med bottentrål i vindparker är förenat med säkerhetsrisker då utrustning kan fastna i och förstöras av erosionsskydd och internkabelnät. Vid bedömning av vindparkens konsekvenser för yrkesfisket är därför ett worst case-scenario att bottentrålning helt upphör i vindparken. Den pelagiska trålningen bedöms kunna fortgå inom vindparken, med vissa anpassningar.

Konsekvenser för sill- och skarpsillsfisket

Kvoten för sill har i delområdet 27.3.D.24 haft en dramatisk negativ trend sen åren 2017 och till 2022 stoppas det riktade fisket helt. Kvoten för skarpsill har inte upplevt samma negativa trend utan legat på mer stabila nivåer och år 2022 års kvoter är något högre jämfört med föregående år (Figur 59). Fiske efter sill- och skarpsill i parkområdet sker främst av polska båtar, vilka också står för en betydande del av den totala fångsten. Vidare bedrivs detta fiske nästan uteslutande av pelagiska trålar, ett fiske som inte väntas begränsas av vindpark Triton. Påverkan på sill- och skarpsillsfisket bedöms därmed bli obetydlig och konsekvensen bedöms bli försumbar.

Konsekvenser för torskfisket

Det västra torskbeståndet anses vara mer produktivt och i bättre kondition än det östra beståndet (ICES, 2020a). Utvecklingen har dock försämrats även för det västra beståndet, vilket har resulterat i ett förbud mot riktat fiske även av det västra beståndet under år 2022. Om det västra torskbeståndet återhämtar sig och torskfisket kan återupptas, kommer troligtvis torskfisket i området öka, då torsk en gång utgjorde majoriteten av landad fångst från svenska och danska yrkesfiskare. Det bör dock tilläggas att torsk från både västra och östra beståndet uppehåller sig och leker i Arkonabassängen, även om området inte utgör beståndens huvudsakliga lekområde. Således tros området (ICES 27.3.D.24) fortsatt vara påverkat av restriktionerna för fiske efter östra beståndet, trots en eventuell återhämtning av det västra beståndet. Yrkesfisket kommer sannolikt fortsatt vara begränsat av restriktiva kvoter och dessa bedöms påverka fisket i området i mycket större utsträckning än de praktiska begränsningar som etableringen av vindparken Triton skulle medföra.

Det demersala torskfisket med bottentrål kan påverkas då parkområdet enligt worst case-scenariot blir otillgängligt för bottentrålning. Dock är detta fiske redan starkt begränsat av nuvarande, och troligt fortsatt fiskestopp, och vindpark Triton bedöms i dagsläget därmed ha en obetydlig påverkan på torskfisket och konsekvensen bedöms bli försumbar.

Konsekvenser för fiske efter plattfiskar

Fisket av plattfiskar och andra demersala arter med bottentrål kommer i worst case-scenariot att begränsas inom vindpark Triton. Detta fiske utgör dock en liten del av det totala fisket och bedrivs främst av polska och danska fiskebåtar. Fisketrycksmodelleringar av det svenska fisket visar vidare att fisketrycket inom parkområdet är betydligt lägre än i närliggande områden närmre kusten.

För Polen och Danmark som landar mer plattfisk kan konsekvensen bli större. Polen landar mest plattfisk inom Triton men sett till hela ICES-området 27.3.D.24 landar Polen cirka 50 % plattfisk med passiva redskap, metoder som fortsatt bedöms kunna bedrivas, vilket gör fisket anpassningsbart.

Det danska fisket landar majoriteten av plattfiskfångsten med bottentrål, vilket kan komma att begränsas. Plattfiskfångsten från danska fartyg har varierat kraftigt inom Triton, men har varit

stabila i ICES-delområde 27.3.D.24. Större fångster inom parkområdet år 2013 (66 ton) följdes av låga fångster åren 2015–2019 (2–11 ton), för att sedan öka igen år 2020. Dessa stora lokala variationer indikerar att även det danska fisket efter plattfisk är högst anpassningsbart för geografisk omfördelning.

Sammantaget utgör fisket efter plattfisk endast en mindre del av det totala fisket i ICES-delområde 27.3.D.24 och en relativt stor del (cirka 40 %) bedrivs med passiva redskap som inte kommer att begränsas i vindpark Triton. Vidare uppvisar fisket stora lokala variationer från år till år vilket indikerar att fisket är högst anpassningsbart för omfördelning. Med beaktande av detta bedöms påverkan bli liten negativ och konsekvensen bedöms bli mycket liten.

Övriga konsekvenser för fiskenäringen

Vindparken Triton kan även ge vissa positiva effekter på fiskenäringen. Reveffekter kan tillkomma när hårt substrat i form av fundament och erosionsskydd tillförs och erbjuder ny livsmiljö för fiskar och andra organismer (Langhamer, 2012). Det kan ge upphov till ökad abundans av fisk, samt ökad biodiversitet (Leonard m.fl., 2011; Rubens m.fl., 2013; Bergström m.fl., 2014).

Om fisketrycket inom parkområdet minskar kan positiva effekter på rekrytering och återhämtning av lekande bestånd uppstå. Ett exempel för jämförelse är de fredade lekområden som infördes i Kattegatt, från Falkenberg till Skälderviken. Områden fredades från fiske år 2009 för att motverka den minskning av torskbeståndet som kunde observeras. Sedan de fredade områdena inrättades har rekryteringen påverkats positivt och bidragit till återhämtning av lekbeståndet av torsk. Det ska dock beaktas att torsk likt många andra arter har mellanårsvariationer för rekrytering, som påverkas av andra faktorer än fisketryck och kan resultera i svaga rekryteringsår oavsett om det finns fiskefria områden eller inte (SLU, 2018). Ett minskat fisketryck inom området för vindpark Triton kan ha en positiv inverkan på lekmogen torsk och i sin tur stärka bestånden.

Samlade konsekvenser för fiskenäringen

Fiskekvoterna är den aspekt som påverkar fiskenäringen mest. Utvecklingen för fiskenäringen i ICES-delområdet 27.3.D.24 har under de senaste åren varit negativ då landad fångst har minskat och därmed värdet på det totala yrkesfisket för området. Både torsk och sill har mycket dålig populationsutveckling och från år 2022 råder fiskestopp på båda arterna för att försöka vända den negativa beståndsutvecklingen. Områdets betydelse för fiskenäringen i framtiden avgörs av EU:s gemensamma fiskepolitik (GFP).

För svenskt kommersiellt fiske har det under år 2020 inte rapporterats någon fångst från parkområdet. Fisketrycksmodelleringar över det svenska fisket visar att fisket av sill, skarpsill och plattfiskar är som störst närmast kusten. Torskfisket har haft en jämnare fördelning över hela Arkonabassängen, men är nu stoppat. Vindparksområdet är inte ett utpekat riksintresse för yrkesfiske och inte heller ett utpekat användningsområde för yrkesfiske i havsplanen.

Det fiske som främst kan komma att påverkas av vindparken är det demersala fisket efter plattfisk med bottentrål. Detta fiske utgör en liten del av det totala fisket i ICES-delområde 27.3.D.24 och bedöms vara högst anpassningsbart för geografisk omfördelning.

Tillkommande reveffekter och minskat fisketryck bedöms i längden kunna förbättra beståndsstatus för kommersiellt viktiga fiskarter, vilket på sikt gynnar även yrkesfisket (Goñi m.fl., 2008; Langhammer, 2012; Reubens m.fl., 2013).

Sammantaget bedöms parkområdet i dagsläget ha ett mindre omfattande värde för fiskenäringen. Påverkan på yrkesfisket bedöms bli liten negativ och konsekvensen bedöms bli mycket liten.

Konsekvenser i avvecklingsfasen

Worst case för yrkesfisket är att ingen bottentrålning kommer att kunna bedrivas inom parkområdet under avvecklingsfasen samt att delar av parken kommer att behöva spärras av för att upprätta ett skyddsavstånd. Påverkan på yrkesfisket bedöms under avvecklingsfasen bli liten negativ med mycket liten konsekvens.

7.9.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Det gränsöverskridande fisket från Polen, Danmark och Tyskland kan påverkas genom att ett minskat fångstområde uppstår inom verksamhetsområdet då vindparken etableras.

Fiske med bottentrål i vindparker är förenat med säkerhetsrisker då utrustning kan fastna i och förstöras av erosionsskydd och internkabelnät. Vid bedömning av vindparkens konsekvenser för yrkesfisket är därför ett worst case-scenario att bottentrålning helt upphör i vindparken. Bottentrålning står dock för en mindre del av det totala fisket inom parken. Den pelagiska trålningen bedöms kunna fortgå inom vindparken, med vissa anpassningar.

Vindparken Triton kan även ge vissa positiva effekter på fiskenäringen. Reveffekter kan tillkomma när hårt substrat i form av fundament och erosionsskydd tillförs och erbjuder ny livsmiljö för fiskar och andra organismer (Langhamer, 2012). Det kan ge upphov till ökad abundans av fisk, samt ökad biodiversitet (Leonard m.fl., 2011; Rubens m.fl., 2013; Bergström m.fl., 2014).

Tillkommande reveffekter och minskat fisketryck bedöms i längden kunna förbättra beståndsstatus för kommersiellt viktiga fiskarter, vilket på sikt gynnar även yrkesfisket (Goñi m.fl., 2008; Langhammer, 2012; Reubens m.fl., 2013).

Sammantaget bedöms parkområdet i dagsläget ha ett mindre omfattande värde för fiskenäringen då fisket inom detta område endast står för en liten andel av den totala fångsten. Påverkan på yrkesfisket för Sverige, Tyskland, Polen och Danmark bedöms bli liten negativ och konsekvensen bedöms bli mycket liten.

7.10 Sjöfart

Samlad konsekvensbedömning

Såväl norr som söder om vindpark Triton finns fartygsstråk och genom vindparken går ett färjetrafikstråk. Öster om vindparken finns så kallade TSS-områden (*traffic separation scheme*) där trafiken är separerad i olika riktningar. Vid TSS:en finns även en så kallad *Precautionary Area*, ett område där fartygsbefälen ska iaktta extra försiktighet.

Under anläggningsfasen föreligger viss risk för konflikter med anläggningsfartyg och övrig fartygstrafik samt att fartyg felaktigt kommer in i arbetsområdet. OX2 kommer att vidta ett flertal åtgärder under anläggningsfasen, såsom övervakning av sjöfartstrafik av en projektbunden *marine coordinator* och att enskilda arbetsområden kommer att vara avlysta för obehörig trafik och tydligt utmärkta. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men med vidtagna åtgärder bedöms påverkan vara obetydlig med försumbara konsekvenser. Liknande förhållanden råder vid avvecklingsfas.

Under driftsfasen beräknas vindparken, utan beaktade av riskreducerande åtgärder, innebära en ökning av sannolikheten för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk). Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara liten, vilket innebär måttliga negativa konsekvenser. Med planerade riskreducerande åtgärder förväntas dock ökningen av sannolikheten för olyckor kunna reduceras i betydande mån.

Vindkraftverken kan försvåra framkomligheten och tillgängligheten inom etableringsområdet vid exempelvis miljösanering och räddningsinsatser. Avståndet mellan vindkraftverken är dock mer än en kilometer, vilket möjliggör navigering inne i vindparken och vindparken kommer vara utrustad med skyddsutrustning som kan begränsa en eventuell spridning av utsläpp. I och med den kontinuerliga övervakning som sker av parken och tillgängligheten till räddningsutrustning och personal inom området kan vindparken underlätta räddningsinsatser vid olyckor.

Vindkraftverken kan också medföra radarstörningar för förbipasserande fartyg. Omfattningen av radarstörningar på fartygstrafiken från vindparken kommer därför att studeras och vid behov etableras radar inom vindparken som en skyddsåtgärd.

Beskrivningen ovan av hur vindparken kommer att påverka sjöfarten innefattar även den internationella trafiken och därmed den gränsöverskridande påverkan. Med olika åtgärder under såväl anläggningsskedet som driftskedet kommer riskerna att reduceras till en nivå som kan definieras som ALARP, as low as reasonably possible. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

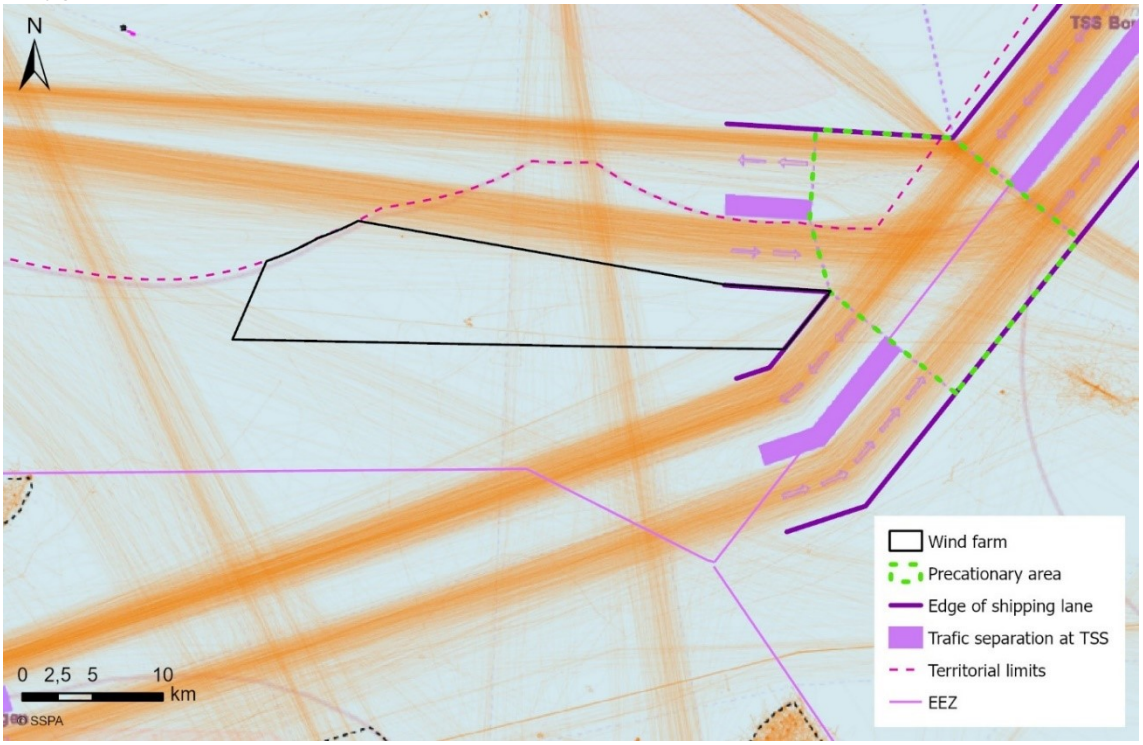
7.10.1 Förutsättningar

Fartygsstråk

Vindparksområdet för Triton omges av större fartygsstråk med intensiv trafik i norr, öster och söder om området, se Figur 67 nedan. Dessa områden för fartygstrafik utgör också riksintresse för fartygsstråken Falsterborev-Bornholmsgattet och Gedser-Svenska Björn.

Genom parkområdet går ett trafikstråk som främst trafikeras av de passagerarfartyg och Ro-Paxfartyg som regelbundet går mellan Ystad och Świnoujście/Sassnitz. Detta stråk är även utpekat som riksintressen för fartygsstråk. I området finns även mindre fartygsstråk, varav en korsar det västra hörnet av parkområdet och ett annat genom den östra delen av området.

Öster om vindparken finns trafikseparingszonen *TSS Bornholmsgat* där tre trafikstråk möts. Vid detta TSS-område föreligger även en så kallad *Precautionary Area* som är ett område där fartyg ska navigera med särskild försiktighet och inom vilket trafikflödets riktning kan vara definierat. De angränsade delarna intill detta *Precautionary Area* är definierat som fartygsled, övriga leder är fartygsstråk.

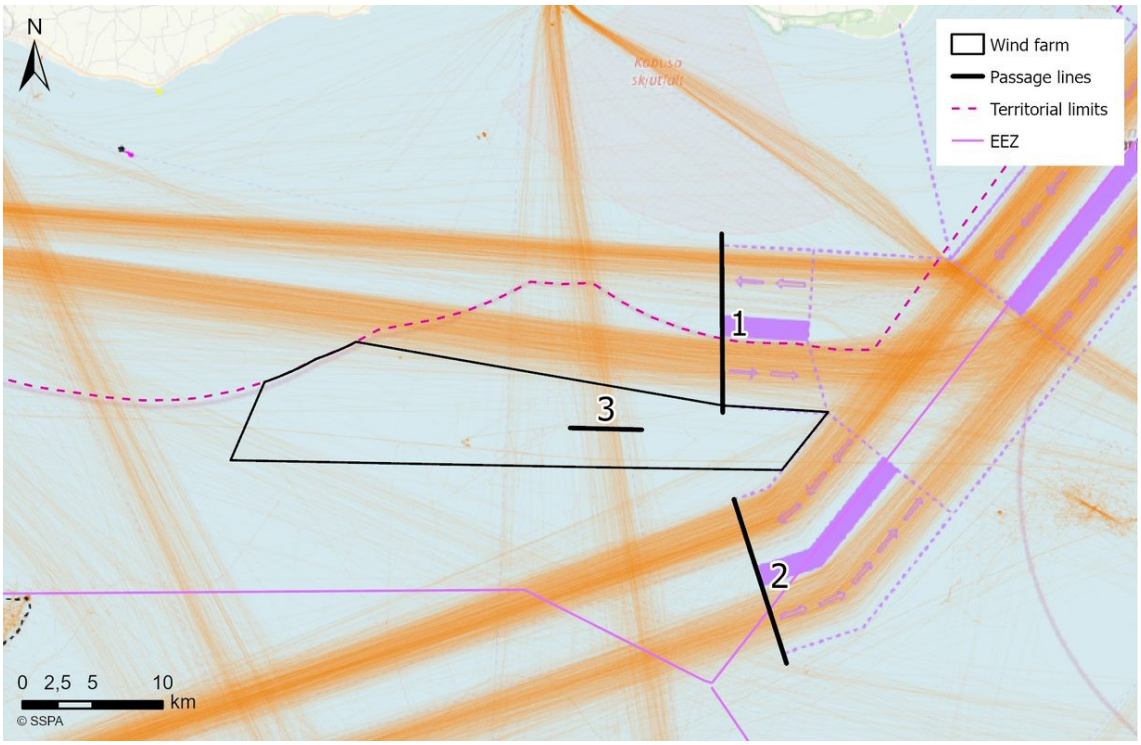


Figur 67. Ruttsystemet öster om Triton, med markerad "Precautionary area". Lila områden visar trafikseparingszoner (TSS).

Trafikflöden

Fartygstrafiken i området går huvudsakligen över tre rutter, se Figur 68. *Rutt 1* avser trafiken norr om Triton för trafik till och från Östersjön via Öresund. *Rutt 2* avser trafiken söder om Triton till och från Östersjön vid Stora Bält och trafiken via Kielkanalen. *Rutt 3* avser primärt färjetrafiken i fartygsstråket genom parkområdet mellan Ystad och Polen (Świnoujście). Med ett säkerhetsavstånd om 500 meter mellan vindkraftverk och kanten på fartygsstråken i rutt 3, är

bredden på fartygsstråket cirka fem kilometer. Sjötrafiken har analyserats baserat på AIS-data[37], primärt från år 2020. Trafikmönstret har analyserats utifrån statistik avseende fartygspassager under åren 2016–2019.



Figur 68. Trafikrörelser i del av södra Östersjön och de tre rutterna som analyserats ur riskperspektiv. De lila zonerna anger trafikseparingen vid TSS:er.

Över *rutt 1*, norr om Triton, passerade 19 185 fartyg under år 2020. Av dessa fartyg utgjorde cirka 93 % av fartyg med en fartygslängd upp till 200 meter, varav majoriteten var så kallade general cargo-fartyg[38] av mindre storlek (upp till 150 meter i längd). Tank- och bulkfartyg är också vanligt förekommande. För denna rutt 1 bedöms fartyg om 200 meter är storleksmässigt dimensionerande ur ett riskbedömningsperspektiv. Fartyg i längdsegmentet 200–250 meter utgör cirka 1 100 passager per år.

Över *rutt 2*, söder om Triton, passerade 24 212 fartyg under år 2020. Även var är merparten av fartygen av general cargo-typ, men tankfartyg, containerfartyg, Ro-Ro-fartyg[39] och bulkfartyg är också vanligt förekommande. På aktuell rutt förekommer större fartyg än på rutten norr om Triton (rutt 1). Under år 2020 registrerades närmare 3 500 fartyg i längdsegmentet upp till 250 meter. För rutt 2 bedöms en fartygslängd om 250 meter vara dimensionerande ur ett riskbedömningsperspektiv. De största registrerade fartygen i rutt 2 är Maersks containerfartyg som är 399 meter långt med en bredd om 59 meter, med ett djupgående på cirka 12 meter.

[37] AIS: Automated Identification System, system som gör det möjligt att identifiera ett fartyg och följa dess rörelser från andra fartyg och från trafikövervakningscentraler.

[38] General Cargo: styckegodsfartyg

[39] Ro-Ro: Roll on, Roll off. Termen Ro-Ro-fartyg används som begrepp för fartyg med rullande last som exempelvis bilar, trailers och tåg.

Under år 2020 registrerades cirka 80 passager av fartyg med en längd över 300 meter. Fartyg i längdsegmentet 250–300 meter utgör av cirka 850 passager per år.

Rutt 3 omfattar trafiken mellan Sverige och Polen. För år 2020 registrerades 3 027 passager. Primärt är dessa passagerarfartyg och Ro-Pax-fartyg[40] som regelbundet går mellan Ystad och Świnoujście, med en längd upp till 200 meter. För rutt 3 bedöms en fartygslängd om 180 meter vara dimensionerande, som bland annat är längden på Polferries fartyg Cracovia som hade 523 passager under år 2020.

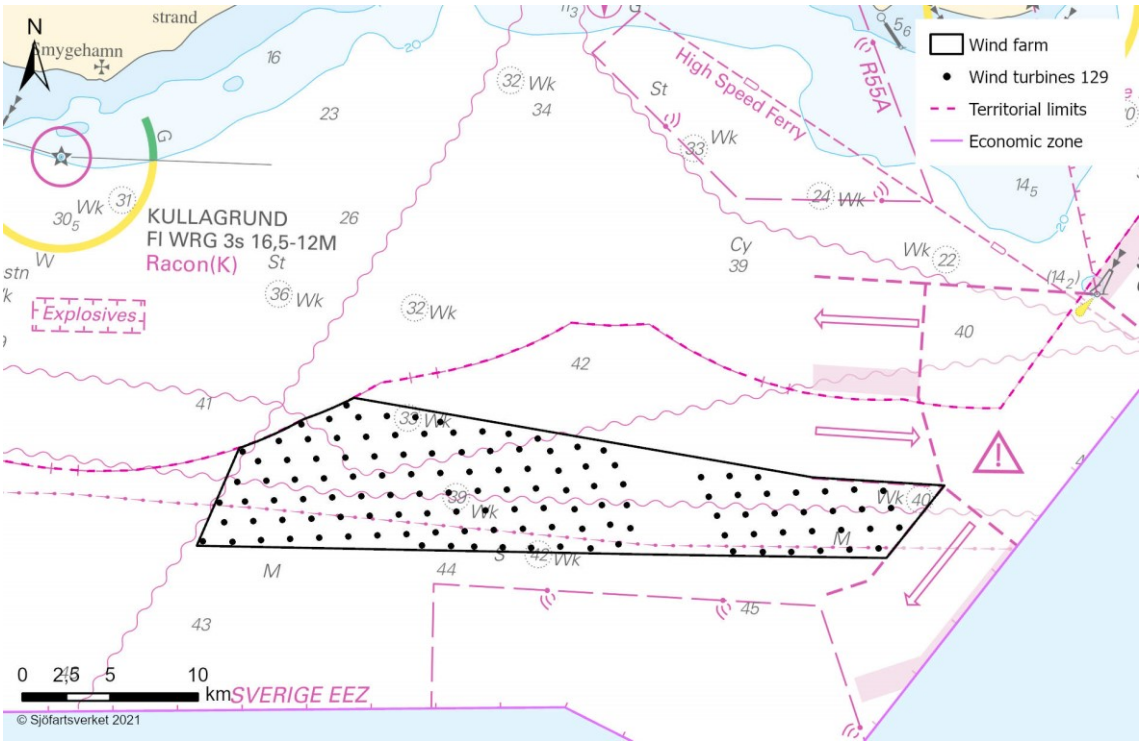
Sammanfattningsvis sker vid passagelinje 1, 2 och 3 cirka 19 000, 24 000 respektive 3 000 passager per år, vilket motsvarar ett genomsnittligt flöde om 50, 65 respektive 8 fartygsrörelser per dygn. För passagelinje 1 har trafikflödet inte ändrats särskilt mycket de senaste åren medan det för passagelinje 2 har minskat från cirka 28 000 fartygsrörelser år 2017 till cirka 24 000 fartygsrörelser under år 2020.

Globalt sett uppskattas att sjöfarten har minskat med 4,1 % under år 2020 på grund av Covid-19 (UNCTAD, 2020). Baserat på Trafikverkets trafikprognoser kan godstransporterna (ton km/år) med sjöfart antas öka med cirka 20 % från år 2020 till år 2030 (Trafikverket, 2020).

Identifierade risker och riskanalys

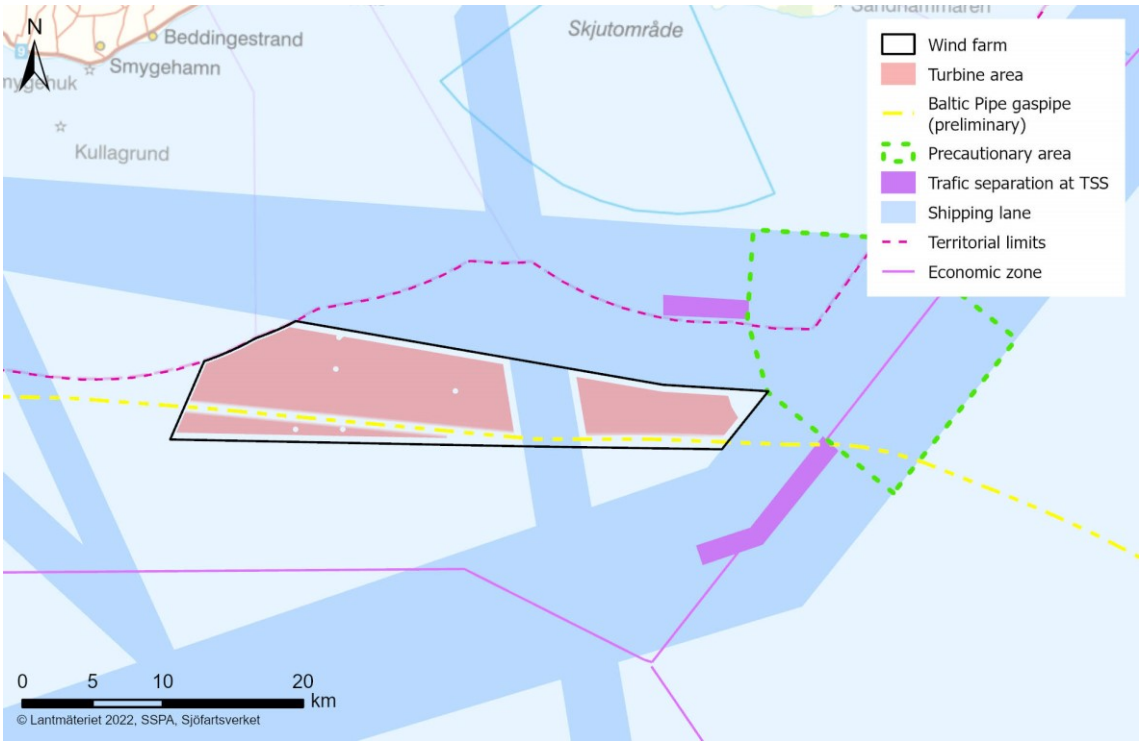
En riskanalys har genomförts av nautiska risker med anledning av den planerade vindparken. Analysen baseras på en riskidentifiering utförd tillsammans med SSPA, bland annat utifrån en tidig så kallad Hazid-workshop där olika risker identifierades liksom möjliga riskreducerande åtgärder. Syftet med riskanalysen har varit att identifiera potentiella risker som bör beaktas i det fortsatta arbetet med utformningen av vindparken, samt vilka riskreducerande åtgärder som bör iakttas eller bli föremål för dialog med berörda sjöfartsmyndigheter. Riskanalysen har utförts utifrån en utformning av vindparken som utgör worst case för riskanalysen, och som bestått av två alternativ omfattande 129 vindkraftverk med ett avstånd om 500 meter (se Figur 69) respektive 1 000 meter till gränsen för intilliggande fartygsstråk.

[40] Ro-Pax: Roll on roll off och passagerare, Ro-Paxfartyg tar både rullande gods och passagerare ombord.



Figur 69. Layout med 500 meter säkerhetsavstånd.

I kartan i Figur 70 visas det sökta området inom vilket fundament får placeras och som innebär ett säkerhetsavstånd mellan kanten för parkområdet och närmaste vindkraftverk med hänsyn till intilliggande fartygsstråk, samt ett extra stort säkerhetsavstånd i det östra hörnet med hänsyn till *Precautionary Area*.



Figur 70. Område inom vilket vindkraftverk får placeras. På grund av den särskilda risk som föreligger vid Precautionary Area öster om parken, placeras inga verk närmast detta område, vidare säkerställs ett cirka fem kilometer brett stråk för färjetrafiken genom området.

Identifierade risker kan indelas sex olika delar, varav fyra är kopplade till fartygsstråk norr, söder och genom Triton, samt till *Precautionary Area*, och de två övriga gäller generella faror som inte är direkt kopplade till ett visst geografiskt område samt faror kopplade till anläggningsfasen. Sammantaget utgörs de identifierade riskerna av följande:

- Sjöfartsrelaterade risker
    - Kollision mellan fartyg
    - Grundstötning
    - Allision[41] (vindparksområde, vindkraftverk)
    - Konflikter[42] med installationsfartyg
    - Konflikter med underhållsfartyg
    - Konflikter med fritidsbåtar
- Tekniska risker
    - Störning på navigationsutrustning
    - Svårigheter med nödankring
- Miljöolyckor
    - Svårigheter med räddningsaktioner
    - Svårigheter att sanera utsläpp

Anläggningsfas

Under anläggningsfasen tillkommer trafik i området genom de fartyg som rör sig mellan parkområdet och hamnar för bland annat tillverkning, slutmontering och lastning. Vilka hamnar som kommer att användas är ännu inte fastställt. Från den hamn som kommer att användas som installationshamn kommer persontransporter och transporter av mindre komponenter sker. Det är till och från denna hamn som korsande av fartygsstråk sker i största utsträckning och mest frekvent, med dagliga resor tur och retur.

Tillkommande trafik i området under anläggningsfasen kommer utgöras av fartyg i varierande storlek och som använder olika rutter, exempelvis båtar för besättning (också kallat *crew transfer vessel* (CTV)) och bevakning, pråmar med fundament, mudderverk, kabelläggningsfartyg och andra fartyg som fraktar material.

[41] Med allision avses i marina sammanhang när ett fartyg krockar med ett fast föremål (till skillnad från kollision som är en krock med ett rörligt fartyg). Allision inbegriper även när ett fartyg träder in i en vindpark, utan att därmed kollidera med ett vindkraftverk.

[42] Med konflikter avses här att två fartyg kommer för nära varandra och tvingar fram en undanmanöver.



Figur 71. Exempel på crew transfer vessel (Bild: Göran Loman).

De risker som har identifierats som möjliga under anläggningsfasen är hänförliga till följande:

- *Transporter till och från parkområdet.* Leder till ökad trafik och korsande av fartygsstråk.
- *Arbete med fartyg eller plattformar utanför parkområdet.* I direkt närhet till rutter med omfattande trafik kan det medföra begränsat utrymme för undanmanöver för att undvika kollision
- *Arbetsbåtar i fartygsstråk i samband med kabelförläggning.* Detta kan innebära stillaliggande fartyg/långsamtgående fartyg med avvikande kurs.
- *Parkens yttre begränsningar är inte tydligt markerade innan vindkraftverken står på plats.* Fartyg som kommer ur kurs kan 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 avskärmad mot trafiken i rutterna.

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 påverkan på sjöfarten, se skyddsåtgärder i avsnitt 7.10.4 nedan.

7.10.2 Driftsfas

Under driftsfasen är de sjöfartsrelaterade riskerna främst hänförliga till fartygstrafiken i farleder och fartygsstråk i närheten av vindparken, det vill säga trafikstråken norr och söder om Triton, *Precautionary Area* öster om Triton samt färjetrafikstråket som går genom vindparken.

Riskerna i förhållande till fartygsstråken utgörs av kollisioner, grundstötning och allisioner. Den största risken inom *Precautionary Area* förekommer där sydvästgående trafik från Östersjön ska gå ner på rutten söder om Triton, och då korsar den ostgående trafik som kommer från stråket norr om Triton. För den sydvästgående trafiken ligger svårigheten i att eventuellt behöva göra en undanmanöver för trafiken från väster och då möjligen behöver hålla ut åt styrbord för att sedan vika ner på sin rutt mot södra sidan av vindparken igen.

Andra identifierade risker är radarstörningar och försvårad framkomlighet och tillgänglighet inom vindparken vid exempelvis miljösanering och räddningsinsatser.

Kollisioner, grundstötningar och allisioner

Vindparken skapar i sig en risk för att fartyg kommer in i vindparksområdet och eventuellt kolliderar med ett vindkraftverk. Vindparken kan även leda till en ökad kollisionsrisk mellan fartyg i fartygsstråk, om dessa fartyg, för att skapa ett större avstånd till parken, skulle nyttja en mindre bredd av fartygsstråket. I vissa situationer, vid mer landnära vindparken, kan en vindpark även innebära en ökad risk för grundstötning

För att bedöma om och hur vindparken under driftsfas kan komma att påverka sannolikheten för grundstötningar och kollisioner mellan fartyg samt för att uppskatta sannolikheten för att fartyg som driver in i vindparken kolliderar med vindkraftverk, har programmet IWRAP Mk2 (*IALA Waterway Risk Assessment Program)* använts för riskanalysen. Baserat på AIS-data modelleras 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 de dimensionerande storlekarna på fartygen (anges ovan) samt ett trafikscenario år 2030 som innebär en ökning av trafiken med 20 % på samtliga rutter, jämfört med AIS-data för år 2020.

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 mänskligt fel grundstöter under framdrivning, eller *drifting grounding*, då fartyget på grund av tekniskt fel, exempelvis blackout, driver på grund utan att framdrivningsmaskineriet är i gång. En *allision* innebär att ett fartyg av misstag kommer in i området för vindparken, detta innebär inte att det behöver ske en kollision med ett enskilt vindkraftverk. Allisioner kategoriseras på motsvarande sätt som grundstötning (*powered allision* respektive *drifting allision).* Vid allisioner kan kollision med ett enskilt vindkraftverk ske om fartyg som driver mot parken inte hinner nödankra eller återfå manöverförmågan innan interaktion med vindparken sker.

Modellering av sannolikhet för olyckor och incidenter

För ovannämnda riskhändelser har sannolikhet för kollision, grundstötning och allision beräknats utifrån trafikmönster och trafikintensitet år 2020 (”base case”) samt ett antaget trafikscenario år 2030 där trafiken antas ha ökat med 20 % jämfört med år 2020. Som angetts ovan har risker analyserats utifrån modellerad fartygstrafik och en vindpark med ett säkerhetsavstånd om minst 500 meter från fartygsstråkens befintliga ytterkant och med ett säkerhetsavstånd om 1 000 meter, samt i jämförelse med risker och olyckssannolikheter i nollalternativet (det vill säga om vindparken inte byggs).

Med hänsyn till den intensiva trafiken i fartygsstråken är sannolikheten för en ***kollision*** i området relativt hög även om en vindpark inte byggs. Utifrån dagens trafikscenario (2020) visar IWRAP-analysen att sannolikheten kan öka något med vindparken om den medför en hopträngning av trafiken i befintliga fartygsstråk, det vill säga om fartygen väljer en rutt längre från vindparken. Beräkningsresultatet visar att sannolikheten för en kollision i fartygsstråket med ett avstånd mellan fartygsstråk och vindpark på 1000 meter är 0,11 incidenter per år vid hopträngning, vilket är detsamma som om parken inte är byggd (nollalternativet). Minskas avståndet mellan fartygsstråk och vindpark till 500 meter, och en hopträngning av fartygstrafiken sker, ökar sannolikheten något till 0,12 incidenter per år.

I motsvarande beräkning av sannolikheten för en kollision utifrån trafikscenariot år 2030, visar resultaten på en ökning från 0,11 till 0,16 händelser per år i fartygsstråket utan vindpark (nollalternativet). Samma resultat uppnås om vindparken har ett avstånd på 1000 meter mellan fartygsstråk och vindpark, även om hopträngning sker. Om avståndet minskas till 500 meter sker en viss ökning av incidenterna i fartygsstråket (0,17 incidenter per år), om hopträngning sker av fartygstrafiken. Kollisionssannolikheten beror alltså i hög grad på den prognosticerade trafikökningen i området år 2030. Härtill ska även noteras att längre västerut smalnar fartygsstråket av, så en hopträngning av trafik är inte en unik företeelse i området.

IWRAP-analysen visar att sannolikheten för ***grundstötningar*** inte förändras nämnvärt (den minskar något) vid byggnation av vindparken på grund av avsaknaden av grunda partier i och omkring vindparken.

Sannolikheten att ett fartyg seglar in i vindparken (***allision***) uppstår av naturliga skäl inte i nollalternativet, men med vindparken etablerad ökar den sammanlagda sannolikheten för en incident eller olycka. Vid en allision sker en olycka först om fartyget som kommer in i vindparken kolliderar med ett vindkraftverk. I vindparken kommer avståndet mellan vindkraftverken vara mer än en kilometer. Vid en powered allision kan fartyg därför med mycket stor sannolikhet manövrera fritt i förhållande till vindkraftverken. Fartyg som drabbats av blackout som på grund av rådande vindförhållanden driver mot parken kan, om manöverförmågan inte återfås tillräckligt snabbt, behöva nödankra för att undvika att driva in i ett vindkraftverk. Det föreligger därför en risk för sammanstötning med vindkraftverk om väl ett fartyg kommer in i vindparken och inte lyckas manövrera eller nödankra fartyget. Kollisioner med vindkraftverk antas dock bli mindre allvarliga än kollisioner mellan fartyg, men kan orsaka egendomsskador, personskador och miljöskador.

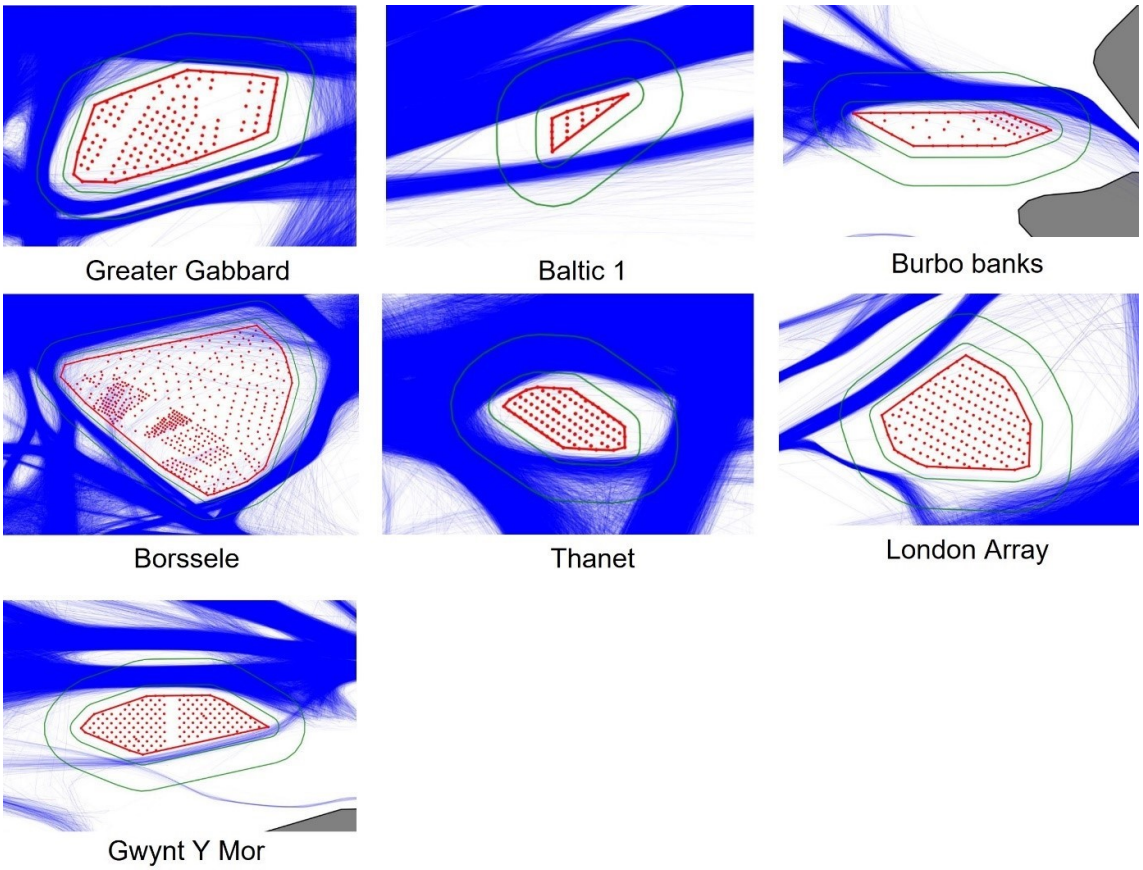
Utifrån dagens trafikscenario beräknas sannolikheten för en allision (worst case) med ett vindkraftverk uppstå 0,041 gånger per år (1 gång på 24 år), om ett avstånd mellan fartygsstråk och vindpark om 500 meter tillämpas och inga hopträngningseffekter sker. Om vindparken medför en hopträngningseffekt i fartygsstråket så minskar sannolikheten för en incident med vindkraftverk till 0,019 gånger per år (1 gång på 52 år). På motsvarande sätt som ovan kommer sannolikheten att öka om trafikintensiteten ökar. År 2030 bedöms därför motsvarande sannolikhet för kollision med vindkraftverk uppgå till motsvarande 0,049 respektive 0,023 antal händelser per år.

Uppskattningen om risk för sammanstötning vid allision baseras dock på ett konservativt antagande att vindkraftverken har en kritisk bredd på 100 meter, inklusive den del av bladet som skulle kunna nå ett högt fartyg. I praktiken är den kritiska bredden mindre, i synnerhet för fartyg som inte har en hög överbyggnad, och den lägsta frigången (avstånd mellan bladspets och vattenyta) är 30 meter. Vindparken kommer att övervakas och vid en incident när ett fartyg kommer in i vindparken, stoppas berörda vindkraftverk och bladen placeras så att ett rotorblad pekar rakt ned, är alltså i linje med vindkraftverkets torn. Även positionen av detta blad (det vill säga hela rotorn) kommer att justeras bortifrån sidan på vilken fartyget riskerar att driva mot vindkraftverket. Därmed blir den kritiska bredden cirka fem-gånger mindre än i beräkningen använd kritisk bredd. Detta innebär sammantaget att den beräknade sannolikheten för en kollision i beräkningarna överskattas.

Säkerhetsavstånd för undanmanöver

Vindparken innebär en begränsning för fartygens navigation men fartygstrafik kan vanligtvis anpassa sig vindparker med liten risk ändrad kurs mot vindkraftverk och risk för kollision. Hänsyn behöver tas till erforderligt säkerhetsavstånd mellan fartygsstråk med intensiv trafik och en vindpark för möjlighet till undanmanöver om det skulle behövas vid en incident.

I Sverige har det, med undantag för den havsbaserade vindparken Lillgrund, än så länge inte byggts storskaliga vindparker till havs och det finns därför ett begränsat underlag vad gäller vindparkers påverkan på sjöfart under svenska förhållanden. Det finns dock erfarenheter från ett flertal andra befintliga vindparker i Östersjön, Nordsjön och Irländska sjön och många av dessa vindparker ligger intill fartygsstråk med intensiv trafik, se Figur 72 (DNV, 2021). Avstånd från fartygstrafiken till vindkraftverken är generellt omkring en kilometer eller mindre. Den svenska vindparken Lillgrund i södra Öresund ligger cirka en kilometer från ett stort fartygsstråk (Drogden).

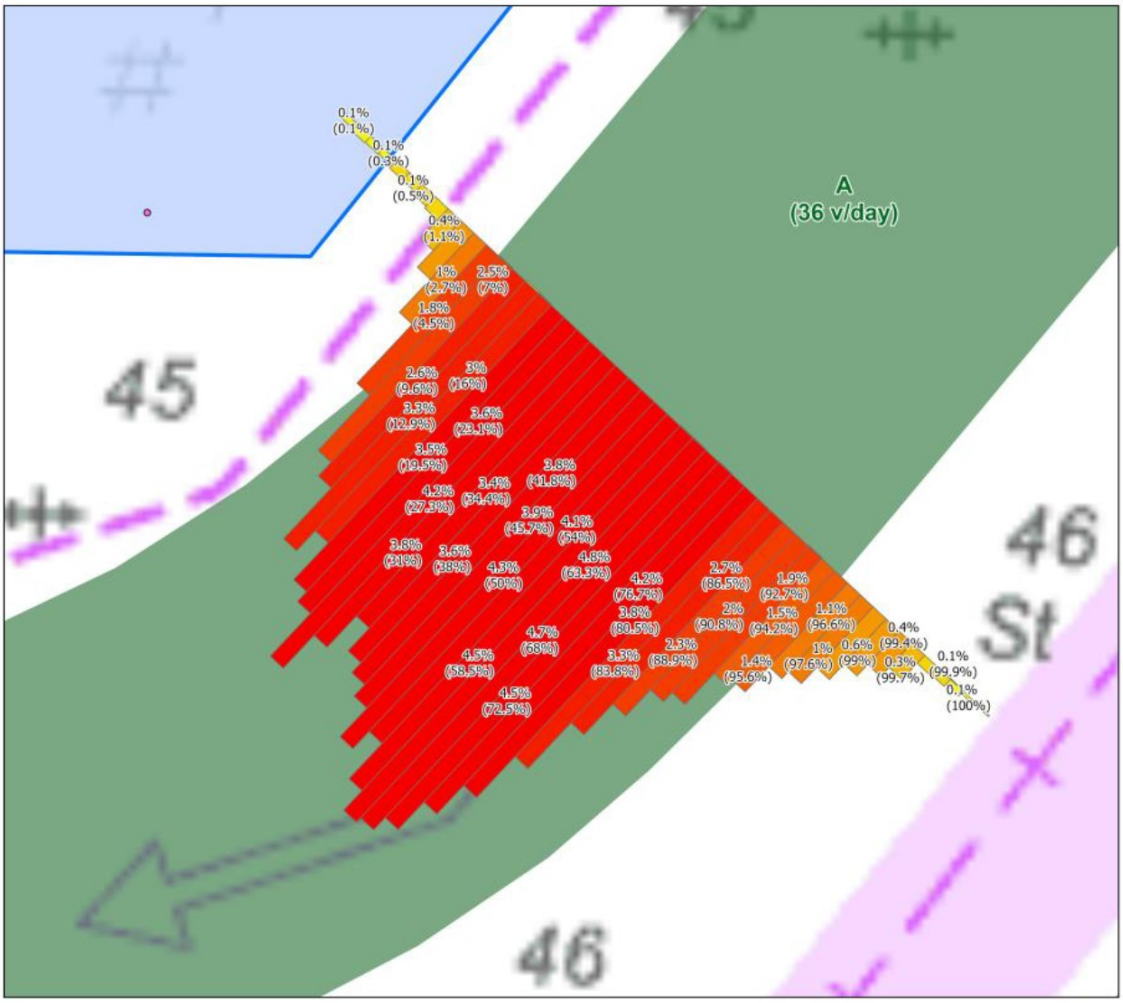


Figur 72. Fartygstrafik runt några vindparker i Europa. Den röda linjen markerar parkområden, de gröna linjerna 1 kilometer respektive 5 kilometer från vindparken och de blå är fartygsplottar från AIS. I allmänhet upprätthålls ett avstånd om cirka en kilometer till vindparkerna, i några fall är avståndet väsentligt mindre (Borssele utanför Nederländerna, Thanet vid infarten till Themsen, och Gwynt Y Mor utanför Wales).

När det gäller vindpark Triton är avståndet mellan vindkraftverken så pass stort att det möjliggör navigering inne i vindparken, också för större fartyg, även om detta är något som bör undvikas. I fråga om erforderligt säkerhetsavstånd mellan fartygsstråk och en vindpark ska det vara tillräckligt för att säker undanmanöver ska kunna genomföras, dock att fartyg kan navigera i ett snävare område. I Europa tillämpas olika generella riktlinjer för att beräkna den erforderliga bredden av ett fartygsstråk, inklusive skyddszon, för att upprätthålla en god sjösäkerhet.

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 (concept design), beräknas ett schablonvärde för säkerhetsavståndet utifrån dimensionerande fartygslängd. När vindparkens slutliga design 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. För trafiken norr om Triton ger PIANC:s steg 1 ett schablonvärde för säkerhetsavståndet om 2 256 meter (1,2 M), för trafiken söder om Triton blir avståndet 2 556 meter (1,4 M). Dessa avstånd gäller från en definierad kant av en farled. För fartygsstråken vid Triton finns emellertid inte en fastställd kant, vilket krävs för att på korrekt sätt tillämpa PIANC:s modell.

I Storbritannien tillämpas en modell utvecklad av den brittiska myndigheten Maritime & Coastguard Agency (MCA). Enligt MCA är ett säkerhetsavstånd om 3,5 sjömil alltid till-fyllest men avståndet kan vara så kort som 0,5 sjömil om den kvarstående risken är ”as low as reasonably practicable” (ALARP), där de lokala förhållandena beaktas. Vid avsaknad av TSS (Traffic Separation Scheme, trafikseparationssystem, trafikstråk där mötande trafik separeras genom trafikseparingszoner), ska enligt MCA säkerhetsavståndet anges från det område i ett fartygsstråk där 90 % av fartygen går (se exempel i Figur 73). Detta är en anpassning till de praktiska förhållandena vid ett fartygsstråk och kan innebära såväl ett längre som kortare avstånd än om avståndet utgått från en administrativ gräns.



Figur 73. Den gröna zonen markerar det område där 90 % av fartygstrafiken går och varifrån säkerhetsavståndet enligt MCA:s modell ska beräknas.

Enligt PIANC ska i ett steg 2 göras mer detaljerade analyser av erforderligt skyddsavstånd, baserat på rådande lokala förhållanden. Marico Marine har för Triton gjort en mer detaljerad analys av erforderligt säkerhetsavstånd i enlighet med MCA:s modell, som kan jämföras med PIANC steg 2. I denna rapport (R.33) har Marico Marine konstaterat följande omständigheter:

- Trafiktäthet – Trafikflödet i närheten av Triton är måttlig/hög;
- Fartygsstorlekar – Större fartyg förekommer över hela bredden av farleden men majoriteten av fartygstrafiken följer i mitten av fältet för 90-percentilen;
- Miljöförhållanden – Tidvatten är försumbart, en dominerande vind från väst till sydväst är av liten betydelse då det finns tillräckligt med utrymme för fartyg som driver;
- Trafikprofil - Lastfartyg representerar den huvudsakliga fartygstypen (59 %) inom 10 sjömil från vindparken. Fiske- och fritidsfartyg utgör 6 % av fartygstyperna inom 10 sjömil från vindparken; samt
- Sjöfartsleder – 90-percentilfälten har ett måttligt/högt trafikflöde, de flesta fartygsstråk är tillräckligt breda för att möjliggöra en säker navigation;

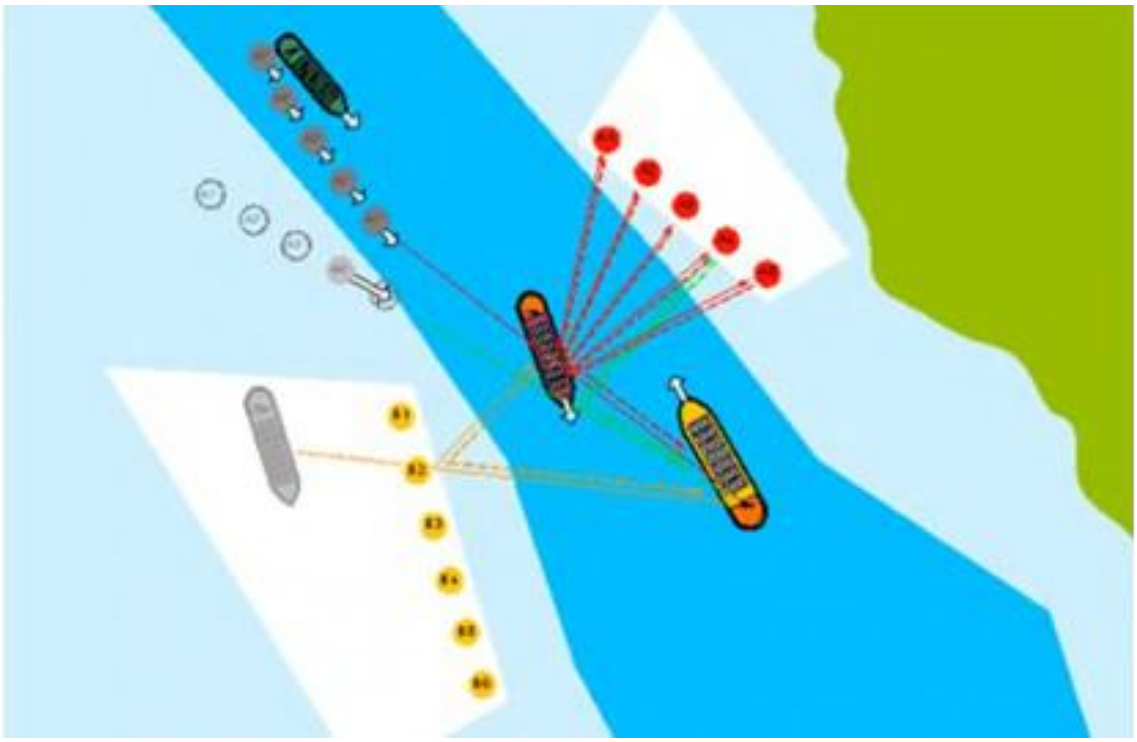
Slutsatsen i Maricos analys är att ett avstånd om 0,5 sjömil är tillfyllest.

Slutligt val av skyddsavstånd och erforderlig bredd på fartygsstråken är avhängigt de lokala förhållandena och vindparkens slutliga utformning. Därmed behöver simuleringar och bedömningar göras i dialog med berörda myndigheter utifrån parkutformning, val av vindkraftverk och övrig omgivningspåverkan.

Radarstörning

Fartyg som passerar nära vindparken riskerar att få radarstörningar, med falska ekon och skuggeffekter. I Figur 74 illustreras hur radarstörningar kan uppkomma. Notera att i figuren är såväl fartygen som vindkraftverken kraftigt överdrivna i storlek, i förhållande till avståndet till vindkraftverken och avstånden mellan vindkraftverken. Radareko från de röda vindkraftverken reflekterar i det orangea fartyg 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.

I samband med slutgiltig positionering av vindkraftverken kommer påverkan på radarstörning för sjöfarten att utredas. Vid behov kommer åtgärder i form av exempelvis radar installeras. Ett avstånd om 0,8 sjömil, som flertalet av de passerande fartygen håller till vindkraftområdet, är tillräckligt för att begränsa radarstörningar på passerande fartygs radar, alternativt att skyddsåtgärder vidtas för att undvika eventuella radarstörningar.



Figur 74. Principskiss som illustrerar uppkomsten av radarstörningar (från DNV, 2021). Notera att såväl fartyg som vindkraftverk är kraftigt överdrivna i storlek i förhållande till avstånd till vindkraftverk och mellan vindkraftverk.

Miljösanering och räddningsinsatser

Vindkraftverken kan försvåra framkomligheten och tillgängligheten inom etableringsområdet vid exempelvis miljösanering och räddningsinsatser (*SAR, Search And Rescue*). Skulle ett utsläpp av olja ske i närheten av vindparksområdet kan vindparken därmed medföra svårigheter för Kustbevakningen vid arbete med begränsning av utsläppsspridning och upptag av olja. Det ska dock noteras att avståndet mellan vindkraftverken är mer än en kilometer, vilket möjliggör navigering inne i vindparken. Vindparken kommer även vara utrustad med skyddsutrustning som kan begränsa en eventuell spridning av utsläpp både utanför vindparken som driver in samt utsläpp inom vindparken. Sannolikheten för att ett större utsläpp sker inom vindparksområdet bedöms vara mycket liten eftersom området, frånsett färjetrafiken, förutsätts trafikeras av endast service- och underhållsfartyg. Mindre utsläpp av olja eller andra kemikalier kan uppstå i samband med underhåll av vindkraftverken men minimeras genom utrustning som exempelvis spilltråg eller andra möjligheter till uppsamling av ett eventuellt utsläpp samt länsar eller dylikt.

Vid sjöräddning kan helikopter komma att användas. Vid sådana insatser är det väsentligt att vindkraftverken stoppas. På liknande sätt som vid miljösanering, kan fartyg från vindparken snabbt vara på plats vid en räddningsinsats.



Figur 75. Sjöräddning övas vid Lillgrunds vindpark.

7.10.3 Samlad bedömning

Anläggnings- och avvecklingsfas

Under anläggningsskedet föreligger risk för konflikter med installationsfartyg och övrig fartygstrafik och att fartyg felaktigt kommer in i arbetsområdet. Under anläggningsarbete kommer åtgärder vidtas för att undvika sjöfartsrelaterade risker (se nedan), bland annat att all fartygstrafik att övervakas av en projektknuten *marine coordinator*, arbetsområdena kommer utmärkas tydligt och fortlöpande information ges vid olika sjöfartsbulletiner. Särskilda områden kommer att användas för korsning av fartygsstråken.

Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, med vidtagna åtgärder bedöms påverkan vara obefintlig, vilket innebär en försumbar konsekvens.

Liknande förhållanden som under installationsskedet råder vid avvecklingsskedet.

Driftsfas

Utan beaktande av särskilda riskreducerande åtgärder beräknas vindparken innebära en ökning av sannolikheten för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk), se ovan. Risken för kollisioner mellan fartyg bedöms inte öka i någon utsträckning av betydelse till följd av etableringen av vindparken, men det föreligger en risk för viss ökad sannolikhet för kollision med vindkraftverk. Med de åtgärder (avsnitt 7.10.4) som OX2 kommer att vidta kan denna sannolikhet reduceras, exempel på sådana åtgärder är det ökade avståndet till TSS:en, att vindkraftverken stoppas vid risk för allision, racon (transponder) på verken och fjärrövervakning. Vindparken kommer också att utmärkas tydligt och det kommer att finnas utrymme för manövrering såväl inom fartygsstråk som mellan vindkraftverken i vindparken. 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.

Idag passerar mindre fartyg genom det som ska bli parkområdet. Detta bedöms kunna ske även efter det att parken har uppförts. Sjötrafikens känslighet för att inte kunna utnyttja parkområdet bedöms som måttlig, eftersom någon begränsning troligtvis inte kommer att ske för dessa mindre

båtar genom parkområdet bedöms påverkan som liten, vilket innebär en liten negativ konsekvens.

En vindpark kan orsaka radarstörningar, med falska ekon och skuggeffekter. Sjöfartens känslighet för de radarstörningar en vindpark kan orsaka kan ses som måttlig. I samband med slutgiltig positionering av vindkraftverken kommer påverkan på radarstörning för sjöfarten att undersökas. Vid behov kommer åtgärder i form av radar installeras. Med dessa åtgärder bedöms påverkan som liten vilket innebär en liten negativ konsekvens.

Att effektiva och säkra miljösaneringar och räddningsinsatser (SAR) kan utföras är väsentligt för sjöfarten. Vindparken kan, genom de fysiska hinder som verken utgör, försvåra sådana insatser, men samtidigt kan vindparken bistå i sådana insatser och det är av väsentlig betydelse att fartyg från vindparken snabbt kan vara på plats samt att anläggningen även kan upptäcka olyckor tidigt. Avstånden mellanverken kommer att vara tillräckligt stor för att räddningshelikoptrar ska kunna operera vindkraftparken. 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.

7.10.4 Skyddsåtgärder och fortsatt arbete

Ett antal skyddsåtgärder 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 vindparksområdet och fartygsstråk på den norra respektive den sydöstra sidan, kommer placering av vindkraftverk i området 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 behov av ytterligare riskreducerande åtgärder. En sådan åtgärd kan även vara att öka avståndet mellan huvudfartygsstråken och vindparkens yttre gräns, justera antalet vindkraftverk eller anpassa positioner för att exempelvis möjliggöra större utrymme för undanmanövrar. En förskjutning av fartygsstråket på den norra sidan skulle kunna åstadkommas genom att minska bredden på TSS:en vid Tritons nordöstra hörn, dock med beaktande av risker för en eventuell hopträngning.

Tillsammans med myndigheterna kommer bolaget att arbeta fram en utformning av parken som upprätthåller god sjöfartssäkerhet, samt med iakttagande av övriga lämpliga riskreducerande åtgärder. För detta arbete föreslås simuleringar utföras för att studera hur fartygstrafiken sker vid vindparken och dess möjliga utformningar. Eftersom slutlig val av vindparkens utformning, inklusive vindkraftverkens inbördes avstånd och placering, kommer att fastställas vid en senare tidpunkt, bör en sådan simulering genomföras inför beslut om anläggningens slutliga utformning.

Utöver ovan kommer följande åtgärder att genomföras för att undvika sjöfartsrelaterade risker:

Anläggningsfas:

- Allt marint arbete under installation 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 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 etableringsfasen.
- När installationsfartyg passerar över färjestråket, från den västra till den östra delen av vindparken, kommer särskild uppmärksamhet att visas den pågående färjetrafiken. Under installationsarbeten ska *marine coordinator*, ge dagliga uppdatering av kommande färjetrafik.
- Under anläggningsfasen kommer en skyddszon om 500 meter att utlysas runt de olika arbetsplatserna, såväl fasta arbetsplatser såsom installation av fundament och vindkraftverk, som rörliga arbetsplatser såsom kabelinstallationer.
- Tydlig och frekvent information ska ges via Ufs (Underrättelser för sjöfarande), NtMs (Notice to Mariners) och Søfartsstyrelsens EfS (Efterretninger for Søfarandes) 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.
- Korsning av färjetrafikstråk sker med hänsyn till tidtabeller för färjetrafik.

Driftsfas:

- Vindkraftverkens placering fastställs efter samråd med Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. Inför samråd och fastställande av positioner för de vindkraftverk som ligger närmast fartygsstråk ska en simulering med navigation i fartygssimulator tas fram av sjöfartstrafiken, som tillställs Sjöfartsverket och Transportstyrelsen
- Vindkraftverken 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 finnas utrustning för sjöräddning och miljöinsatser, exempelvis möjligheter att bärga människor, hjärtstartare, bårar och länsar för att begränsa spridning av kemikalier.
- 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 ges en tydlig information via Ufs (Underrättelser för sjöfarande), NtMs (Notice to Mariners) och Søfartsstyrelsens EfS (Efterretninger for Søfarandes) 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 särskilt övervaka en skyddszon om minst 500 meter från installationsfartyg under driftsfasen när underhållsarbete med installationsfartyg utförs för undvikande av sjöfartsrelaterade risker.

7.10.5 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Vindpark Triton är lokaliserad mellan två fartygsstråk [shipping route], stråket i norr ligger delvis inom svenskt territorialvatten delvis inom svensk ekonomisk zon, stråket i söder ligger i svensk ekonomisk zon. Dessa fartygsstråk är viktiga för den internationella sjöfarten.

Gränsöverskridande påverkan uppstår därmed. Under anläggningsskedet kan det föreligga konflikter mellan anläggningsarbeten och övrig fartygstrafik och under driftskedet kan vindparken medföra en ökad sannolikhet för fartygsolyckor såsom kollisioner och allisioner. Beskrivningen ovan av hur vindparken kommer att påverka sjöfarten innefattar även den internationella trafiken och därmed den gränsöverskridande påverkan. Med olika åtgärder under såväl anläggningsskedet som driftskedet kommer riskerna att reduceras till en nivå som kan definieras som ALARP, as low as reasonably possible. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

Inom ramen för riskanalysen har beräknats sannolikheten för olika fartygsolyckor vid närliggande fartygsstråk. Vid dessa analyser har preliminärt antagits ett skyddsavstånd om 500 meter respektive 1 000 meter mellan fartygsstråk och vindkraftpark. I nuläget uppgår sannolikheten för en olycka till cirka 2×10-1. Totalt sätt innebär vindparken, med den utformning som använt vid beräkningarna, att sannolikheten för olyckor (kollisioner, grundstötningar och allisioner med vindkraftverk) ökar med cirka 10-20 %

Ett flertal åtgärder planeras för att reducera störningen för sjöfarten. Under byggskedet kommer en marin coordinator att övervaka fartygstrafiken och samordna trafik med olika typer av anläggningsfartyg. Korsning av fartygsstråk kommer att ske på ett sådant sätt att konflikter elimineras. Särskilda skyddsåtgärder kommer att vidtas i samband med kabelläggning i fartygsstråk. Vindparken kommer att vara tydligt utmärkt med navigationsljus och AIS. I fortsatta analyser kommer att klargöras erforderligt skyddsavstånd mot närliggande fartygsstråk. Vidare kommer att utvärderas åtgärder för att begränsa konsekvenser av störningar på radar, exempelvis med kompletterande radarutrustning.

En ökning av sannolikheten för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk) bedöms kunna innebära måttliga negativa gränsöverskridande konsekvenser för omgivande fartygstrafik utan åtgärder. Med planerade riskreducerande åtgärder förväntas dock ökningen av sannolikheten för olyckor kunna reduceras i betydande mån.

7.11 Luftfart

Samlad konsekvensbedömning

En flyghinderanalys från Luftfartsverket visar att Malmö Airports MSA-yta och TMA a-yta (terminalområdet) påverkas av vindpark Triton. Flyghinderanalysen visar även att MSA-ytan som tillhör Rönne/Bornholm flygplats ligger inom påverkansområdet från vindpark Triton. Bolaget har därför en pågående dialog med Malmö Airport om möjligheterna att höja MSA-ytan för södra sektorn, samt anpassa TMA a-ytan. Bolaget har också en dialog med Rönne flygplats, Naviair, om att anpassa den MSA-ytan.

Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.

Den sammantagna bedömningen är att vindpark Triton kan byggas utan negativ inverkan på flygfarten efter anpassning av flygplatsernas hinderbegränsande ytor. Detta gäller även gränsöverskridande påverkan.

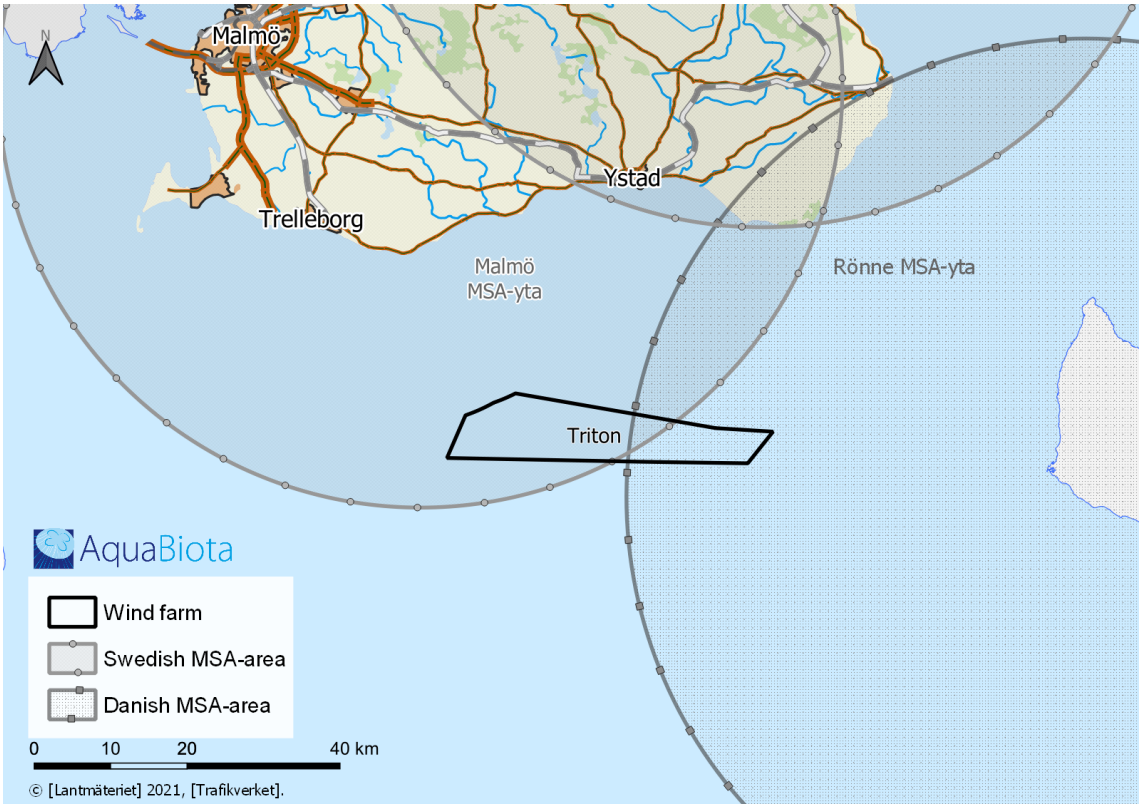
7.11.1 Förutsättningar

MSA-ytor (Minimum Sector Altitude) är de områden där hinder på marken kan påverka flygprocedurer till och från en flygplats. Fastställda flygprocedurer följs vid landning och start med hjälp av instrument. MSA-zonen 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 befintliga flygplatser.

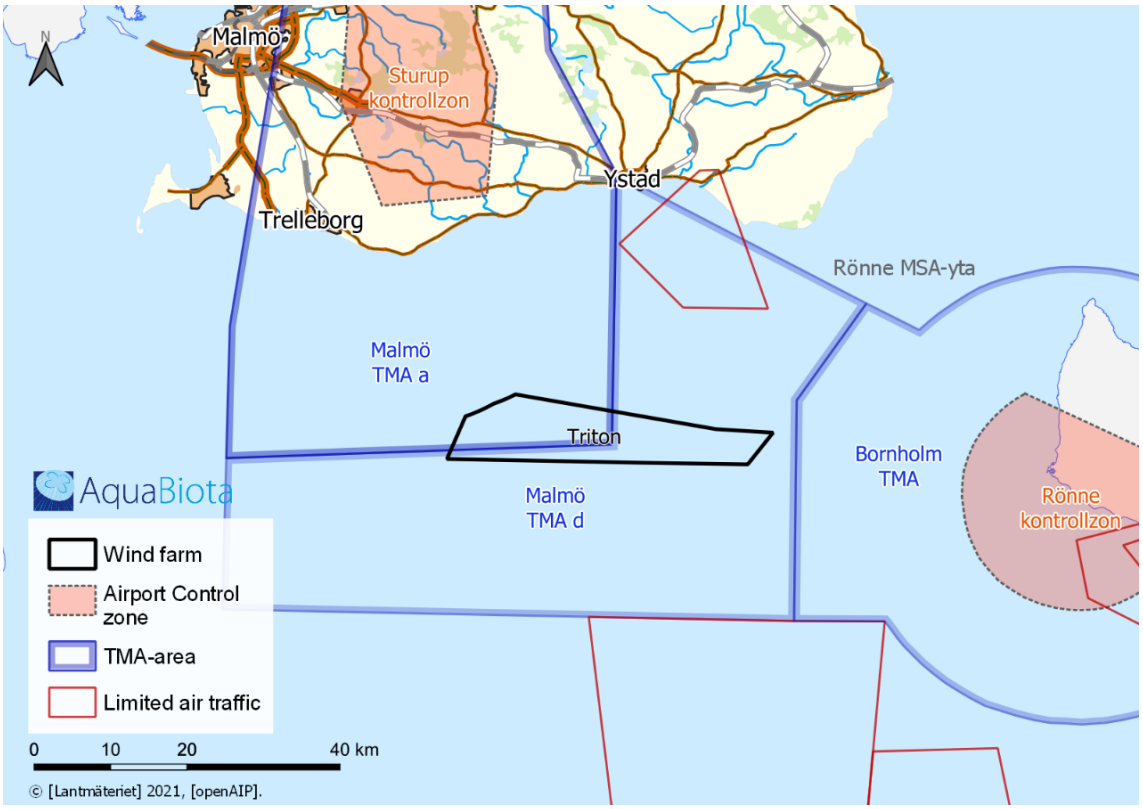
Det finns flygplatser i närheten av vindpark Triton vars flygprocedurer kan bli påverkade.

För Malmö Airport påverkas MSA-ytan och TMA a-ytan (terminalområdet) av vindpark Triton.

Flyghinderanalysen visar även att MSA-ytan som tillhör Rönne/Bornholm flygplats ligger inom påverkansområdet från vindpark Triton.



Figur 76. De berörda flygplatserna Malmö och Rönne med MSA-ytor.



Figur 77. De berörda flygplatserna Malmö och Rönne med TMA-ytor.

Flyghöjden i de berörda sektorerna behöver höjas under både anläggnings-, drift- och avvecklingsfasen. Bolaget har en pågående dialog med Malmö Airport om möjligheterna att höja MSA-ytan för södra sektorn, samt anpassa TMA a-ytan. Bolaget har också en dialog med Rönne flygplats, Naviair, om att anpassa den MSA-ytan.

Tabell 66. Potentiella påverkansfaktorer på flyget som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysisk störning i luftrummet	x	x	x

7.11.2 Konsekvenser

Anläggningsfas

Bolaget har en pågående dialog med berörda flygplatser om anpassning av hinderbegränsande ytor. Under anläggningsfasen kommer vindkraftverken att resas succesivt till slutlig höjd och antal, och höga byggkranar kommer att användas. Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.

Det interna kabelnätet bedöms inte innebära någon påverkan på flygfarten.

Bedömningen är att påverkan på luftfarten är försumbar.

Konsekvensen bedöms vara försumbar under anläggningsfasen då anpassning av flygplatsernas hinderbegränsande ytor är en förutsättning för att kunna uppföra vindparken. Riktlinjer för flyghindermarkeringar kommer att uppfyllas.

Tabell 67. Bedömd konsekvens för luftfart under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

Driftsfas

Under driftsfasen är anpassningen av hinderbegränsande ytor redan genomförd inför anläggningen. Likaså fortsätter flyghindermarkeringarna att fungera på samma sätt.

Konsekvensen bedöms vara försumbar under driftsfasen då anpassning av flygplatsernas hinderbegränsande ytor då förutsätts vara genomförda. Riktlinjer för flyghindermarkeringar kommer att uppfyllas.

Tabell 68. Bedömd konsekvens för luftfart under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen tas vindkraftverken ner med hjälp av kranar. Under den perioden fortsätter flyghindermarkeringarna att fungera enligt gällande riktlinjer, på samma sätt som under anläggningsfasen.

Konsekvensen bedöms vara försumbar under avvecklingsfasen då anpassning av flygplatsernas hinderbegränsande ytor är en förutsättning för byggbarhet. Riktlinjer för flyghindermarkeringar kommer att uppfyllas.

Tabell 69. Bedömd konsekvens för luftfart under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

7.11.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Som framgår ovan har bolaget en dialog med Rönne flygplats, Naviair, om att anpassa MSA-ytan för Rönne/Bornholm. Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.

Den sammantagna bedömningen är att vindpark Triton kan byggas utan negativ inverkan på flygfarten efter anpassning av flygplatsens hinderbegränsande ytor.

7.12 Försvarsintressen

Samlad konsekvensbedömning

Forsvarsministeriet i Danmark har anfört att vindpark Triton kan påverka radarsystem på den danska ön Bornholm och att den frågan bör utredas. OX2 har gett en oberoende konsult i uppdrag att utföra tekniska analyser för att bedöma påverkan på Forsvarsministeriets anläggning i enlighet med de önskemål gällande omfattning och utförande som Forsvarsministeriet i Danmark har framför i sitt yttrande. Forsvarsministeriet i Danmark kommer när analysen är avslutad ta del av vindparkens påverkan på radarsystemen.

OX2 kommer att i dialog med Forsvarsministeriet i Danmark att vidta de nödvändiga och rimliga skyddsåtgärder som kan krävas för att minimera vindparkens eventuella störningar på radarsystemet på Bornholm.

Den planerade vindpark Triton har vid utformningen anpassats så att det helt undviker det militära övningsområdet förvaltat av NATO som benämns Bravo 2, 3, 4 och 5.

7.12.1 Förutsättningar

Detta avsnitt rör den gränsöverskridande påverkan som verksamheten kan ha på försvarsintressen, där det danska Forsvarsministeriet har framfört synpunkter inom ramen för Esbosamrådet.

Den planerade vindpark Triton har vid utformningen anpassats till att ligga utanför ett militärt övningsområde förvaltat av NATO som benämns Bravo 2, 3, 4 och 5. Det ursprungliga vindparksområdet minskades till mindre än hälften vid anpassningen, och undviker nu helt det militära övningsområdet, se Figur 85 i avsnitt 10.

7.12.2 Konsekvenser

En havsbaserad vindpark med höga vindkraftverk/objekt kan påverka totalförsvarets intressen på ett antal sätt. Vindkraften kan till exempel utgöra ett fysiskt hinder i luftrummet och utgöra begränsning för totalförsvarets verksamheter, till exempel inom lågflygningsområden där vindkraftverk beroende av placering och utformning kan begränsa försvarets möjlighet att bedriva lågflygning. Sambands- och radarsystem och tekniska störningar på dessa kan ytterligare påverka totalförsvarets verksamhet negativt. Spaningsradar kan påverkas genom att signalen blockeras genom vindkraftverken, små mål är svåra att urskilja i deras närhet och reflekterade signaler kan ge upphov till falska så kallade ”spökmål”. Även väderradar påverkas genom blockering av signalen. Ytterligare påverkan kan vara konflikter med sjöövningsområden.

För att minimera påverkan på militära intressen kommer fundament inte att anläggas närmare än 500 meter från gränsen för NATO:s övningsområden (Bravo 2, 3, 4 och 5) söder om vindparken enligt områdesmarkering i Bilaga A.2.

7.12.3 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Forsvarsministeriet i Danmark har angett att vindpark Triton kan påverka deras radarsystem på den danska ön Bornholm. OX2 har beställt och kommer att genom en tredje part att låta utföra tekniska analyser för att bedöma påverkan på Forsvarsministeriets anläggning i enlighet med de önskemål gällande omfattning och utförare som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört i sitt yttrande. Forsvarsministeriet i Danmark kommer när analysen är avslutad ta del av vindparkens påverkan på radarsystemen. OX2 kommer att, utifrån resultaten av ovan nämnd analys, ha en dialog med Forsvarsministeriet i Danmark, och andra relevanta parter, avseende nödvändiga anpassningar och skyddsåtgärder så vindparkens störningar på radarsystem på Bornholm minimeras.

OX2 samarbetar med specialister verksamma inom hur havsbaserade vindparker kan påverka civila och militära radaroperatörer. Genom sina samarbetspartners följer OX2 utvecklingen, för att bättre förstå, identifiera och implementera anpassningar eller störningsreducerande lösningar för radar och annan kommunikationsutrustning. Dessa anpassningar och skyddsåtgärder bidrar till att säkerställa samexistens mellan vindparker och militära krav.

7.13 Risk och säkerhet

Samlad konsekvensbedömning

Verksamheten kan ge upphov till olika risker under anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Risker kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser, arbetsmiljöplan samt skyddsåtgärder och rutiner. Verksamheten bedöms inte ge upphov till någon oacceptabel risk, detta gäller även för den gränsöverskridande påverkan.

I detta avsnitt beskrivs olycks- och miljörisker både genererat av verksamheten samt från yttre händelser.

7.13.1 Förutsättningar

Nedan beskrivs hur OX2 arbetar samt fortsatt kommer att arbeta med frågor kring säkerhet. Vidare anges olika exempel på risker som kan förekomma i och med verksamheten.

Översiktligt kan risker i storskaliga anläggningsprojekt delas in i sådana som berör hälsa, miljö respektive egendom; därtill kommer risker som berör flera av dessa aspekter (ekonomiska risker behandlas inte i denna MKB).

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 omfatta tunga lyft och elektricitet. Risker

för *miljön* är ofta ett resultat av okontrollerade emissioner av olika slag, såsom kemikalier, ljud och sediment. Risken för skador på *egendom* gäller främst anläggningen i sig och kan många gånger vara en följd av hanteringen av extremt tunga komponenter, dock kan olyckor som påseglingar även drabba tredje man. I Tabell 32 nedan illustreras med olika exempel på vilka risker som kan uppstå inom ramen för verksamheten, inom parentes ges exempel på åtgärder. Risker för sjöfart beskrivs separat i avsnitt 7.10 i denna MKB.

Tabell 70. Exempel på risker och åtgärder.

Kategori	Exempel på risk (förslag på åtgärd)
Miljö	• Utsläpp av olja och kemikalier (nödlägesberedskap)
Olycksrisker	• Torn som faller (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Maskinhus som faller (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Blad som lossar (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Del på vindkraftverk lossar (certifiering, kontroll tillverkning, installation och drift) • Brand, varmgång, kortslutning (detektorer, släcksystem)
Arbetsmiljörisker*	• Arbete på hög höjd (utbildning, barriärer, skyddssele) • Heta arbeten (utbildning, certifiering) • Elektricitet (utbildning, certifiering) • Tunga lyft (lyftplan, inga personer under hängande last) • Rörliga delar (mekaniska skydd, utbildning) • Man-över-bord (utbildning, flytväst, räddningsnät, överlevnadsdräkt)
Yttre händelser	• Extremväder • Geologiska risker • Oexploderad ammunition (undersökningar) • Sjöfartsrelaterade risker/kollisioner

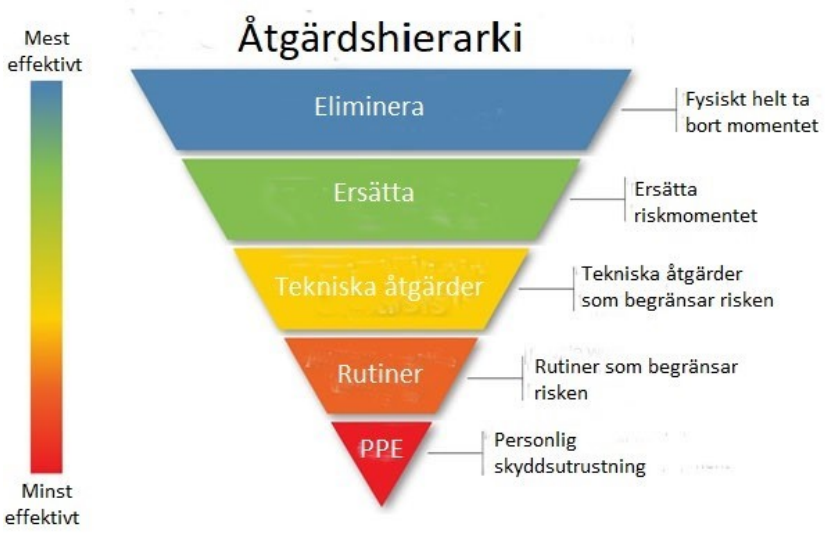
*Design, RAMS och toolbox-talk är generella åtgärder liksom personlig skyddsutrustning.

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.

7.13.2 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 78).

- 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 78. 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).

7.13.3 Miljörisker

Utsläpp av olja eller andra kemikalier kan ske från fartyg och från anläggningen. De oljor och bränsle som finns i vindkraftverken behöver regelbundet bytas ut eller fyllas på. Vid dessa moment finns risk för ofrivilliga utsläpp. Sannolikheten för att ett större utsläpp från ett fartyg inom vindparken bedöms vara liten eftersom parkområdet förutsätts trafikeras av främst service- och underhållsfartyg samt fritidsbåtar i liten utsträckning.

Mindre utsläpp av olja eller andra kemikalier skulle kunna uppstå i samband med underhåll av verken, det ska dock noteras att vindkraftverken och annan utrustning utformas med exempelvis spillträg 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 utarbetas efter samråd med berörda myndigheter och kommuner som bland annat kommer innehålla en plan för insatser för skydd av miljön vid eventuella oljeutsläpp och bärgning av eventuella skadade fartyg.

7.13.4 Olycksrisker

Flera olika händelser kan inträffa under driften av vindkraftverk. Brand kan i ett vindkraftverk uppstå till följd av exempelvis elektriska fel, varmgång eller blixtnedslag. 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, 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.

7.13.5 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.

7.13.6 Yttre händelser

Klimatanpassning

De pågående klimatförändringarna kan under vindparkens livstid medföra en påverkan på områdets hydrografi, exempelvis höjning av vattennivåer och ändrade vindförhållanden samt även ändrad frekvens för hårda vindar. Vid utvecklingen av vindpark Triton beaktas klimataspekter även i ett kortare perspektiv om trettiotalet år, eftersom klimatet och dess förändringar påverkar designen av anläggningen, i första hand på grund av vind, is och vågor.

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 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 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 tillsynsmyndighet och Försvarsmakten, en bedömning om objektet ska flyttas eller sprängas under kontrollerande 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

Baltic Pipe går genom södra delen av vindparken. För att minimera risken för påverkan kommer ett avstånd om 500 meter hållas för ankring och jack up-fartyg, vilket går i linje med de avstånd till andra intressen som iakttas som skyddsåtgärd för Baltic Pipe.

Sjöfartsrelaterade risker

Risker relaterade till sjöfarten beskrivs i avsnitt 7.10. För att minska risken för fartygskollisioner, grundstötning och fartygsdrift kommer flera skyddsåtgärder och försiktighetsmått att vidtas, utifrån rekommendationer i den marina riskanalysen.

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 sådant behov föreligger. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas.

7.13.7 Fortsatt arbete och 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 för anläggningsfasen att i samråd med berörda myndigheter (såsom Kustbevakningen, Sjöfartsverket, Länsstyrelsen Skåne, Region Skåne och berörda kommuner) upprätta en beredskaps- och räddningsplan. I planen ska klargöras ansvarsfördelningen vid olika incidenter och olyckor, vilka åtgärder ska vidtagas, var utrustning finns och vem som ska informeras.

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 som 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 kallad ”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.

7.13.8 Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Inom ramen för verksamheten kan olika risker uppstå, som kan delas in i miljörisker, olycksrisker, arbetsmiljörisker och yttre händelser. Exempel på vilka risker som kan uppstå inom ramen för gränsöverskridande påverkan är framförallt utsläpp av olja eller kemikalier, extremväder och geologiska risker (se mer i Tabell 70).

Mindre utsläpp av olja eller andra kemikalier skulle kunna uppstå i samband med underhåll av verken, det ska dock noteras att vindkraftverken och annan utrustning 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.

Hantering av olyckor vid vindkraftverk kommer också att ingå i den beredskaps- och räddningsplan som utarbetas inför anläggningsarbetena.

I kommande arbete kommer OX2 att fortsatt arbeta med riskhantering och riskminimering. Se vidare i avsnitt 7.13.7.

8 Kumulativa effekter

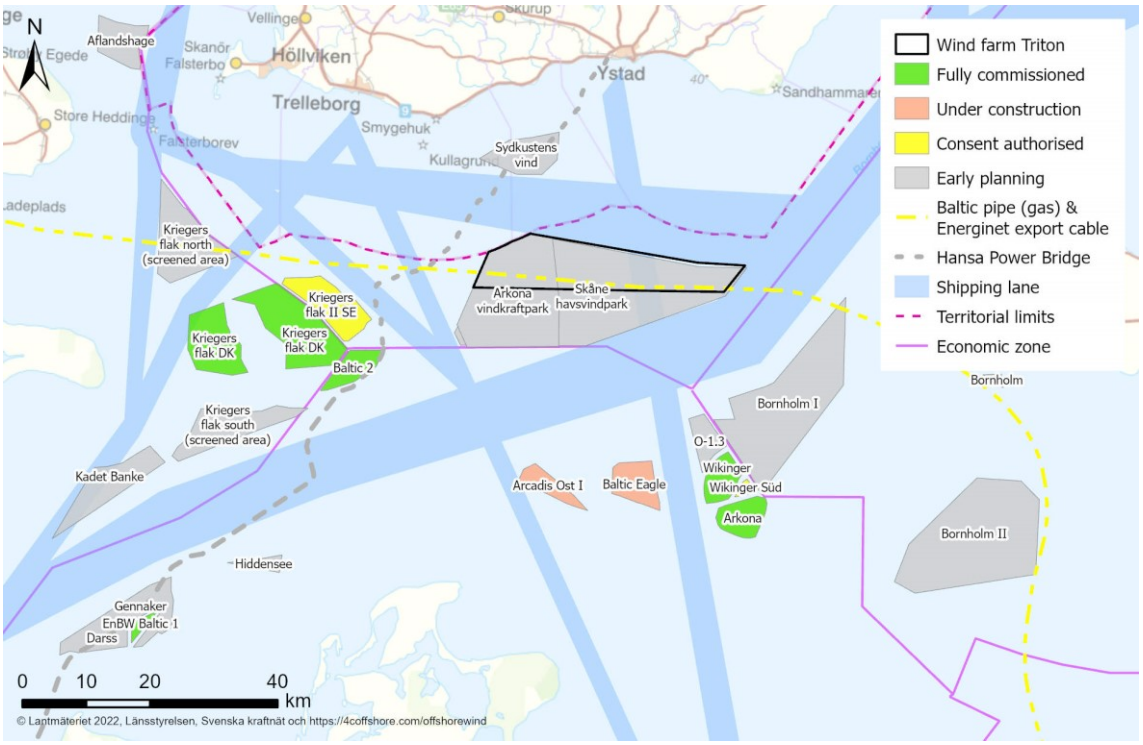
I detta kapitel beskrivs bedömningen av kumulativa effekter. Med kumulativa miljöeffekter avses de samlade effekterna från planer vindpark Triton i kombination med potentiell påverkan från närliggande verksamheter eller åtgärder. Här beskrivs således de samlade effekterna från planerad vindpark Triton i kombination med potentiell påverkan från närliggande projekt.

En utgångspunkt för bedömningen av kumulativa effekter är att de befintliga och tillståndsgivna verksamheter som finns i närheten av området för vindpark Triton, vilka potentiellt kan påverka samma miljöaspekter som vindparken Triton inkluderas. Dessa verksamheter utgörs av andra vindparker, rörledningar, elkablar samt verksamheter såsom sjöfart och fiske. För befintliga och tillståndsgivna verksamheter, se Tabell 4.

Även kumulativa effekter från verksamheter som planeras och befinner sig i tidiga projekteringsstadium beskrivs i den mån det är möjligt utifrån tillgängligt informationsunderlag om dessa verksamheter. Medan det för befintliga och tillståndsgivna verksamheter i regel finns konkret och erforderlig information för att kunna göra relevanta kumulativa bedömningar, finns det för planerade och icke-tillståndsgivna verksamheter i regel en stor osäkerhet vad gäller såväl ett projekts omfattning, utformning, miljöpåverkan och möjlighet för realisering, vilket försvårar och begränsar möjligheten till kumulativ bedömning. Som exempel kan nämnas att utformningen av parkområdet för Triton har förändrats väsentligt under projekteringen, bland annat för anpassning till omgivande intressen.

I området och i närheten av vindparken, finns ett flertal vindkraftsprojekt som är i drift, tillståndsgivna eller under utveckling (Figur 79). Utav dessa är idag fem vindparker i drift; danska Kriegers flak, EnBW Baltic 1, Wikinger, Arkona och Baltic 2. Vindparkerna Wikinger Süd och O-1.3 är upphandlade/ute på auktion och bedöms också vara på plats när byggnation för Triton inleds. Utöver andra vindparker har även Baltic Pipe (rörledning för gas), Hansa PowerBridge (planerad elkabel), sjöfart, fiske, Energinet exportkabel samt energiön på Bornholm tagits med i bedömningen av kumulativa effekter.

Ørsted projekterar Skåne Havsvindpark, vilken delvis upptar samma område som vindpark Triton. Tillståndsansökan för projektet har getts in i slutet av september år 2021. Eolus Vind projekterar Arkona vindkraftpark som också delvis upptar samma område som vindpark Triton. Samråd för Arkona vindkraftpark hölls under vintern år 2021/2022.



Figur 79. Närliggande vindparker och projekt.

Om flera vindparker uppförs i området skulle det eventuellt kunna innebära att större begränsningar från flygets sida krävs än med enbart vindpark Triton. Dock är en anpassning av flygplatsernas hinderbegränsande ytor en förutsättning för byggbarhet och konsekvensen bedöms därför vara liten.

De miljöaspekter där en kumulativ effekt bedöms kunna uppstå beskrivs närmare nedan.

8.1 Anläggningsfas

Anläggningsfasen för Triton bedöms inte överlappa med anläggningsfasen för någon av de andra vindparkerna som identifierats (Figur 79). De kumulativa effekterna bedöms därmed vara försumbara.

Ifall flera vindparker skulle anläggas samtidigt har dock följande bedömningar gjorts.

För påverkan från direkt eller indirekt sedimentspridning och suspenderat material bedöms övriga vindparker ligga på för stort avstånd från Triton för att sedimentspridning till följd av anläggande av Triton ska kunna nå dessa.

Kumulativa effekter i fråga om undervattensljud kan uppkomma under anläggningsfasen och då främst om anläggningsarbeten som orsakar höga impulsiva ljud (såsom pålning) pågår samtidigt i en närliggande vindpark. Påverkan skulle framför allt kunna ske på marina däggdjur och fisk. Enligt utförda datasimuleringar (R.11.C) som beskrivs i avsnitt 6.1 kan ljudet från anläggningen av en monopile, i ett worst case scenario leda till temporär hörselnedsättning (TTS) hos fisk. Det kan ske om en vuxen torsk befinner sig inom en radie om mindre än tio kilometer från pålningsarbetet, med skyddsåtgärder. För att kumulativa effekter ska kunna uppstå vid samtidigt anläggningsarbete i en annan vindpark och resultera i TTS för torsk bedöms att distansen mellan pågående arbeten måste vara mindre än två mil. De flesta vindparker är belägna på ett för stort avstånd till vindpark Triton, för att en kumulativ effekt av undervattensljud ska uppstå. När det

gäller sediment som sprids mellan installationer är distansen för stor för att koncentrationsnivåerna och varaktigheten av suspenderat material kommer vara tillräckligt höga för att det ska bli en additiv påverkan mellan vindparker. Detta gäller också projekt i närområdet, som energiön Bornholm och Hansa PowerBridge.

För exportkabeln som Energinet planerar längs med Baltic Pipe kommer OX2 föra dialog med Energinet. I det fall som projekten sammanfaller i tid kommer en tidplan upprättas som säkerställer erforderliga säkerhetsavstånd mellan Energinets kabelläggning och OX2:s aktiviteter för att säkerställa att inga kumulativa effekter sker. För Baltic Pipe kommer ett avstånd på 500 meter hållas för fartyg och fundament för att säkerställa att ingen påverkan sker på ledningen.

Om flera vindparker anläggs samtidigt som Triton vindpark skulle det teoretiskt kunna resultera i en additiv effekt genom begränsning för båttrafik och fiske i flera områden under anläggningsfasen. Eftersom inte hela vindparken anläggs samtidigt kommer skyddszoner runt arbetsområden vara av mindre omfattning både gällande tid och yta. Sammantaget med de restriktiva fiskekvoter som nu är beslutade bedöms fisket inte påverkas under anläggningsfasen. Sammantaget bedöms de negativa kumulativa konsekvenserna för fiskenäringen, som skulle kunna uppstå vid anläggning av en annan vindpark vid samma tid, vara försumbara.

8.2 Driftsfas

8.2.1 Bottenflora och bottenfauna

Som framgår under avsnitt Hydrografiska förändringar ovan är vindparkens påverkan på de hydrodynamiska förhållandena mycket lokal. Påverkan på medelströmhastighet och salinitet sker i fundamentens närområde på ett avstånd om cirka 125 respektive 450 meter. Då övriga vindparker och andra planerade projekt är belägna på ett längre avstånd än så bedöms inga kumulativa effekter på de hydrodynamiska förhållandena kunna uppstå till följd av vindpark Triton. Under avvecklingsfasen bedöms påverkan som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

8.2.2 Fisk och marina däggdjur

De undervattensljud som kan uppkomma från vindkraftverken under driftsfas är betydligt lägre än de ljud som genereras under anläggningsfasen. Intilliggande fartygsstråk ger redan idag upphov till undervattensljud och de tillkommande fartygstransporterna (vid underhåll) till följd av Triton bedöms bidra till försumbar ökning av undervattensljud från fartyg jämfört med befintlig fartygstrafik. Den kumulativa effekten för fisk och tumlare från undervattensljud i driftsfas bedöms som försumbar.

8.2.3 Fågel

Fågellivet påverkas av kumulativa effekter av de verksamheter som pågår och planeras i närområdet till vindpark Triton. Befintliga och tillståndsgivna verksamheter inkluderas i bedömningen av kumulativa effekter för fågellivet. I närområdet för Triton finns idag fem vindparker i drift, två tillståndsgivna vindparker, samt ytterligare tre som är upphandlade/ligger ute för auktion och bedöms vara på plats när byggnation för Triton inleds. Vindparkerna i den kumulativa bedömningen omfattar tillsammans omkring 900 vindkraftverk inklusive vindpark Triton. Dessutom planeras ett flertal icke-tillståndsgivna projekt i området som inte inkluderas i den kumulativa bedömningen på grund av stora osäkerheter kring omfattning, utformning, tidplan, tillståndsbeviljande.

De påverkansfaktorer som bedöms vara mest betydande är kollisionsrisk, undanträngning och barriäreffekter. Dessa faktorer påverkar olika artgrupper på olika sätt bland annat beroende på om/hur de använder området som livsmiljö, eller om de passerar området under migration. Utbyggnaden av vindkraft i området för vindpark Triton enskilt bedöms medföra försumbara konsekvenser för samtliga bedömda arter/artgrupper, förutom vad gäller kollisionsrisken för migrerande tranor. Bedömningar av detta framgår av avsnitt 7.6. Vid bedömning av de kumulativa effekterna ska det additiva bidraget från vindpark Triton bedömas tillsammans med effekter av övriga verksamheter i närområdet.

Kollisionsrisker

Det estimerade antalet tranor som riskerar kollisioner av vindparkerna som ingår i den kumulativa bedömningen (befintliga och tillståndsgivna, samt Triton) motsvarar 1,3 % av det antal som årligen migrerar över Arkonabassängen, enligt ett worst case-scenario och när inga skyddsåtgärder vidtas för några av parkerna. Det är en ökad dödlighet som är lägre än den estimerade biologiskt hållbara nivån, som tranpopulationen förväntas kunna hantera för att inte minska i antal beräknat med PBR-modellen. Om samtliga kända planerade projekt skulle anläggas utan skyddsåtgärder, bedöms antalet årliga kollisionsfall med tranor motsvara 2,6 % av de tranor som årligen migrerar över Arkonabassängen. I ett sådant worst case-scenario föreligger en risk att antalet kollisionsfall kan medföra att populationsstorleken av tranor minskar.

Konsekvensen av enbart vindpark Triton för tranor bedöms utan skyddsåtgärder bli liten, men med de skyddsåtgärder som planeras i enlighet med villkorsförslag bedöms konsekvensen vara försumbar. Den kumulativa bedömningen av konsekvensen för tranorna av Triton samt tillståndsgivna och redan drifttagna vindparker bedöms utan skyddsåtgärder som måttlig, då antalet kollisionsfall är relativt högt i förhållande till vad som bedöms vara en biologiskt hållbar nivå. Vid en vindparksutbyggnad som inkluderar samtliga planerade projekt bedöms konsekvensen för tranorna, utan skyddsåtgärder, som stor.

De skyddsåtgärder som föreslås för vindpark Triton innebär driftreglering och nedstängning av hela eller delar av vindparken i upp till 100 timmar, under den intensiva migrationen under vår och höst, samt undersökningsprogram för att utreda migrerande tranors rörelsemönster och undvikandegrad i verksamhetsområdet och påverkan av vindparken. Med föreslagna skyddsåtgärder för vindpark Triton, så bedöms den kumulativa effekten av Triton på tranor som obetydlig, med försumbar konsekvens. Tillämpningen av skyddsåtgärder för övriga befintliga och framtida vindparker ligger utanför verksamhetsutövarens kontroll, men det bedöms finnas goda förutsättningar för att genom skyddsåtgärder även minska de negativa konsekvenserna av kumulativa effekter betydligt.

Det totala migrationsflödet av fåglar nattetid över Arkonabassängen estimeras till 350 miljoner årligen. Baserat på antaganden av kollisionsfall av nattmigrerande fåglar vid två befintliga vindparker, så skulle det kumulativa antalet kollisionsfall utgöra mindre än 0,1 ‰ (promille) av det totala antalet migrerande fåglar. Den kumulativa konsekvensen på nattmigrerande fåglar bedöms som försumbar där den additiva effekten av Triton är obetydlig.

För till exempel rovfåglar så bedöms den tillkommande effekten av kollisionsfall från Triton vara obetydlig, då dessa migrerar längre västerut.

Undanträngningseffekter

Undanträngningseffekten består i att fåglar undviker att använda vindparkernas område som födosöksområde, vilket gör områdena otillgängliga som livsmiljö för fåglarna. Effekten varierar mellan arter, som är mer eller mindre benägna att undvika vindparkerna. Vilken konsekvens effekten av undanträngning får, beror helt på hur viktigt området är för arten i fråga.

Vid bedömningen av kumulativa effekter med avseende på undanträngning är det därför av stor vikt vilken betydelse som livsmiljö och födosöksområde som Triton och övriga vindparker anses ha. Konsekvenserna av undanträngningseffekter av vindpark Triton har bedömts för sillgrissla, tordmule, smålom, ejder, alfågel, sjöorre samt måsfåglar. Antalet rastande och födosökande sjöfåglar är lågt i området för vindpark Triton, enligt resultat från utförda inventeringar och tidigare studier. För samtliga bedömda arter/artgrupper bedöms konsekvensen som försumbar.

Vad gäller den kumulativa undanträngningseffekten tillsammans med befintliga och tillståndsgivna vindparker bedöms vindpark Triton endast bidra med ringa undanträngningseffekter och försumbar kumulativ påverkan.

Barriäreffekter

Barriäreffekter för sjöfåglar kan uppstå antingen under migration eller i anslutning till födosöksområden.

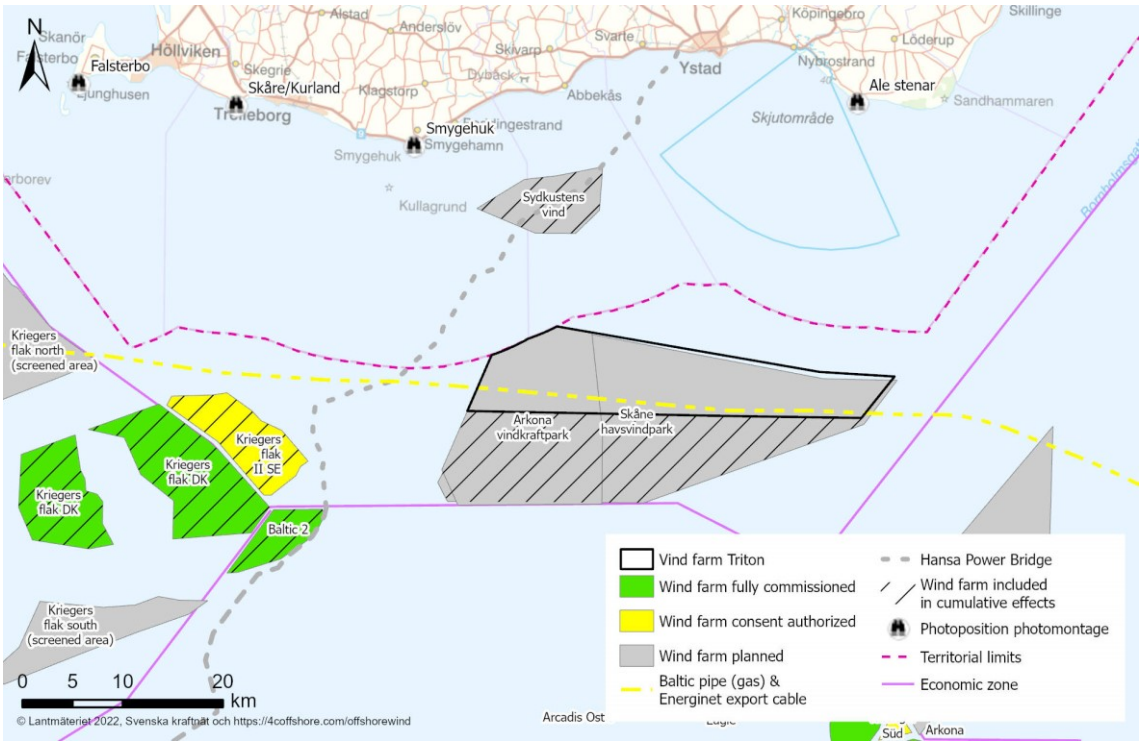
Migrerande sjöfåglar justerar ofta flygkurs för att flyga runt vindparker till havs. Den extra flygsträcka som en omväg runt vindpark Triton innebär under migrationen saknar betydelse i förhållande till den totala sträcka som fåglarna flyger mellan häckningsområden och övervintringsplatser. Detsamma gäller för bedömningen av övriga befintliga och tillståndsgivna vindparker i Arkonabassängen. Under migrationen innebär till exempel väderförhållanden en större påverkan, då vinddrift kan innebära betydligt längre flygsträckor.

Vindpark Triton är inte lokaliserad i ett område med betydande dagliga förflyttningar av fåglar, därmed bedöms konsekvensen av barriäreffekter som försumbar för sjöfåglar i området.

Sammantaget bedöms den additiva effekten av vindpark Triton vara obetydlig, vad gäller barriäreffekter för övervintrande och migrerande sjöfåglar. Bedömningen av den kumulativa barriäreffekten av Triton, tillsammans med befintliga och tillståndsgivna vindparker i området, är att den är liten.

8.2.4 Landskapsbild och kulturmiljö

Vid bedömning av kumulativa effekter inkluderas effekter från vindparken Triton och andra vindparkerna som bedöms relevanta utifrån geografiskt avstånd mellan varandra och som kan påverka kulturmiljön eller landskapsbilden. Vid bedömning av kumulativa effekter på landskap inkluderas fyra vindparker utöver vindpark Triton. De fyra vindparker utöver vindpark Triton som tas med i bedömningen är de tre vindparkerna inom Kriegers flak som för närvarade befinner sig i olika utbyggnadskeden samt den planerade vindparken Sydkustens vind som befinner sig i en tidig planeringsfas. Det råder dock fortfarande ett antal osäkerheter gällande utformning av projekten som befinner sig i planeringsfas. Det är inte heller säkert att alla vindparker kommer att realiseras. För närvarade är vindparkerna inom den tyska och danska delen av Kriegers flak i drift men en rad osäkerheter är förknippade med de övriga vindparkerna som tas med i denna kumulativa analys.



Figur 80. De närliggande vindparker som bedöms ha en kumulativ effekt på landskapsbild och kulturmiljö.

Kumulativ visuell påverkan på upplevelsevärden vid Ales stenar (fotopunkt 2) medför att områdets karaktär och utblickar försvagas ytterligare i viss omfattning när båda vindparkerna Sydkustens vind och Triton syns vid horisonten i en bredare sektor på avstånd om cirka 30 kilometer respektive 27 kilometer från Ales stenar. Vindparkerna vid Kriegers flak kommer inte bidra till kumulativ visuell påverkan. Sammantaget bedöms den visuella påverkan på upplevelsevärden bli stor men ingen tröskeleffekt, det vill säga ingen språngvis förändring efter gradvis ökning, bedöms uppstå. Påverkan i fråga, det vill säga i detta fall visuell påverkan, från vindparkerna är reversibel eftersom en vindpark monteras ned efter dess driftstid och är, sett ur ett längre tidsperspektiv, ett tillfälligt inslag i landskapsbilden. De kumulativa negativa konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö bedöms därmed sammantaget bli måttliga från Ales stenar.

Om Skåne havsvindpark förverkligas i sin helhet kommer vindkraftverk synas i en större sektor i horisonten än Triton, fortfarande som en samlad grupp från Rønne. Vindkraftverken vid Sydkustens vind kommer inte att vara synliga från Rønne. Hamnanläggningarna och hamntrafiken kommer fortfarande att vara de mest dominerande elementen i havsbilden. Sammantaget bedöms den kumulativa visuella påverkan på kulturmiljö och landskapsbild bli obetydlig och konsekvenserna försumbara från Rønne.



Figur 81. Fotomontage med kumulativ påverkan vid Rønne. Vindkraftverk är markerade med symboler.

Från Hasle kommer Skåne havsvindpark vara synlig i horisonten men grupperingen uppfattas som marginellt större jämfört med vindpark Triton. Även vindparken Sydkustens vind blir synlig från Hasle men vindparken bildar en något mindre samlad grupp utmed horisonten och underordnar sig havslandskapet framför allt på grund av ett större avstånd. Sammantaget bedöms den kumulativa påverkan bli liten och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö mycket små från Hasle.



Figur 82. Fotomontage med kumulativ påverkan vid Hasle. Vindkraftverk är markerade med symboler.

Från Hammershus är skillnaden marginell när man jämför påverkan från endast vindpark Triton med den kumulativa påverkan. Avståndet är 40 kilometer till de närmaste vindkraftverken som bildar två sammanhängande grupper. Sammantaget bedöms den kumulativa påverkan på landskapsbilden och kulturmiljön bli liten och konsekvenserna måttliga från Hammershus.



Figur 83. Fotomontage med kumulativ påverkan vid Hammershus. Vindkraftverk är markerade med symboler.

8.2.5 Yrkesfiske

Flera vindparker i drift samtidigt skulle kunna leda till att möjligheterna till bottentrålning i Arkonahavet minskar. Övriga fiskemetoder väntas kunna fortgå med gällande restriktioner. Då bottentrålning redan minskat drastiskt i regionen till följd av fiskestopp på torsk bedöms påverkan av vindparksetableringarna i dagsläget bli liten negativ med en mycket liten konsekvens.

Minskat fiske är generellt positivt för fiskbestånden och minskad bottentrålning är också positivt för övrigt bottenliv, vilket skulle kunna gynna den biologiska mångfalden och återhämtningen av sill- och torskbestånden i södra Östersjön. Det skulle i så fall bli en kumulativ skyddseffekt som på sikt gynnar fisket.

8.2.6 Fladdermöss

För fladdermöss bedöms konsekvensen från kumulativa effekter vara densamma som beskrivet i kapitel 7 ovan. Med införande av undersökningsprogram vid driftstart för att säkerställa eventuellt behov av reglering av vindparken under migrationsperiod så bedöms ingen negativ påverkan uppstå.

8.3 Avvecklingsfas

Avvecklingsfasen för respektive vindpark ligger så pass långt i framtiden att det idag inte är möjligt att förutse vilka andra verksamheter som sammanfaller med avvecklingen av Triton och därmed kan bidra till kumulativa effekter. Det är således inte möjligt att bedöma de kumulativa effekterna för denna fas.

9 Alternativredovisning

9.1 Inledning

En miljökonsekvensbeskrivning ska redovisa alternativa lösningar och lokaliseringar för verksamheten samt för nollalternativet. Alternativredovisningen redogör för de alternativ som studerats för verksamheten och de val som har gjorts med hänsyn till miljöeffekter och andra kriterier. I enlighet med praxis har en utgångspunkt för studerade alternativ varit att de ska uppfylla verksamhetens syfte, se kapitel 1.

Nollalternativet redogörs för i avsnitt 9.1.3.

9.1.1 Utgångspunkter för lokalisering

OX2:s strategi för bolagets havsbaserade projektportfölj är att mer eller mindre parallellt driva fram flera storskaliga projekt längs Sveriges kust. Detta för att på snabbast möjliga sätt accelerera utbyggnaden av havsbaserad vindkraft i Sverige och möta det angelägna behovet av förnybar el som är av avgörande betydelse för att nå Sveriges klimatmål som bland annat säger att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045 och att elproduktionen år 2040 ska vara 100 % förnybar.

Målsättningen har varit att utifrån en bred ansats och grundlig utredning av möjliga områden till havs välja ut de områden runt södra Sveriges kustområden som har de bästa förutsättningarna

för etablering av vindkraft. Områdena ska uppfylla urvalskriterierna med minsta möjliga motstående intressen, begränsade negativa miljöeffekter och med möjlighet till elanslutning.

Följande tekniska och ekonomiska förutsättningar har varit centrala utgångspunkter vid lokalisering av en havsbaserad vindpark:

- Stabila och starka vindförhållanden.
- Lämpligt vattendjup med hänsyn till bland annat de fundament som kan byggas i olika vattendjup.
- Lämplig geologi med hänsyn till bland annat de fundament som kan byggas på olika bottenförhållanden.
- Omfattningen på vindparken behöver vara av tillräcklig storlek för att få ekonomisk hållbarhet i projektet och konkurrenskraftig elproduktion.

Förutom de tekniska och ekonomiska förutsättningarna har hänsyn tagits till bland annat naturmiljö (till exempel Natura 2000-områden, känsliga livsmiljöer och arter), kulturmiljö, yrkesfiske, sjöfart, försvarsintressen och andra befintliga verksamheter och anläggningar.

Mot bakgrund av urvalskriterier och hänsynstaganden har OX2 utrett ett antal alternativa lokaliseringar runt om Sveriges kust, varav flera områden nu är föremål för projektutveckling.

Valt alternativ

I sydvästra Östersjön är förutsättningarna mycket goda för etablering av vindkraft med hänsyn till vindförhållanden, möjliga anslutningspunkter till Skåne och det stora behovet av utbyggd elproduktion i denna del av landet. Med utgångspunkt i lokaliseringsutredningen, där vindparken bland annat har till syfte att förse södra Sverige med el och ska ligga utanför skyddade naturområden samt fartygsstråk, är möjliga alternativ relativt begränsade i denna del av Östersjön.[43]

Den valda lokaliseringen för vindpark Triton har bedömts vara mest lämplig för etablering av vindkraft eftersom det är ett av få sammanhängande områden som inte sammanfaller med skyddade områden för andra intressen som militär och natur. Områdets läge långt från kusten (22 kilometer) innebär mindre konsekvenser för landskapsbilden än om vindparken placeras närmare land. Området är optimalt ur vindsynpunkt med stabila och starka vindförhållanden. Det begränsade och homogena vattendjupet samt bottenförhållanden är också lämpliga för installation av bottenfasta fundament. Bottenmiljön bedöms inte heller utgöras av särskilt skyddsvärda naturvärden.

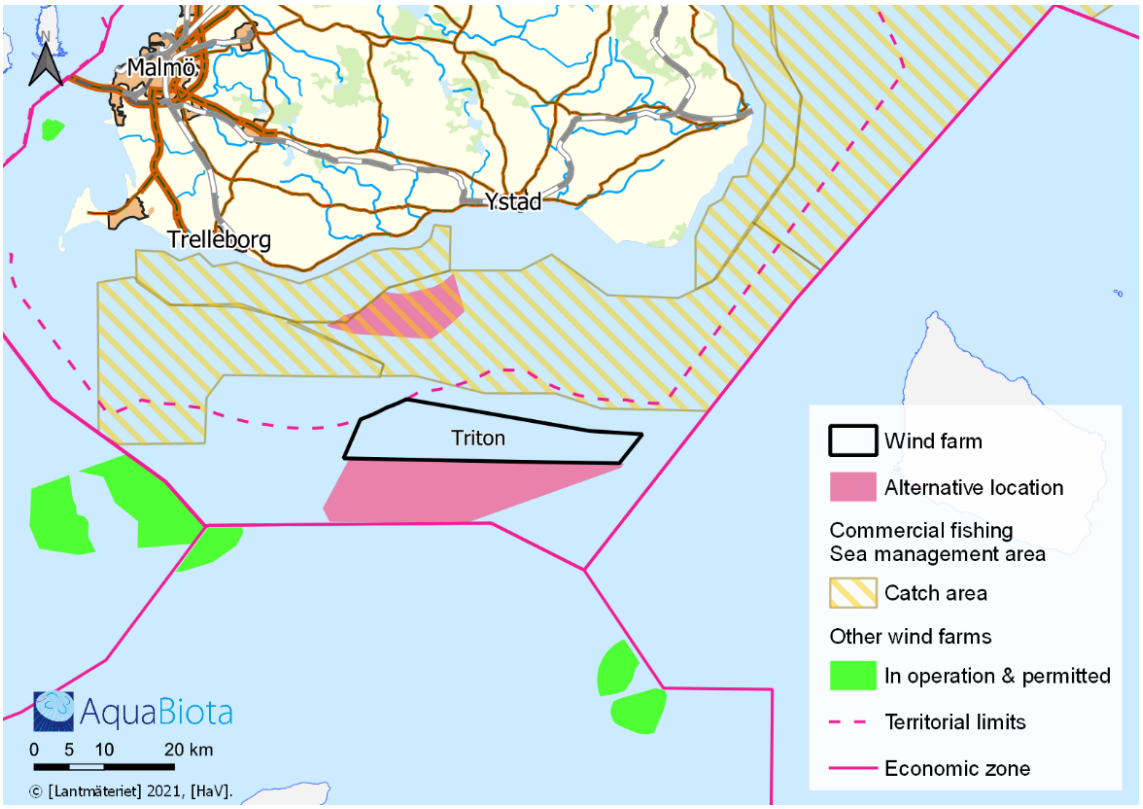
OX2 har, utöver den sökta lokaliseringen för vindpark Triton, utrett områden som ligger närmare land i ett område som utpekats som riksintresse för energiutvinning samt ett större område söder om sökt lokalisering, se Figur 84. Samtliga lokaliseringar är lämpliga ur vindresurssynpunkt samt att djupen möjliggör byggnation av vindkraftverk.

Området som ligger närmare kusten än vindpark Triton har bättre ekonomiska förutsättningar för nätanslutning, just på grund av det kortare avståndet till land. Det mindre vattendjupet är också fördelaktigt, däremot är bottenförhållandena här mera heterogena och komplexa. Närheten till land gör dock alternativet mindre lämpligt, då det skulle medföra en större störning på

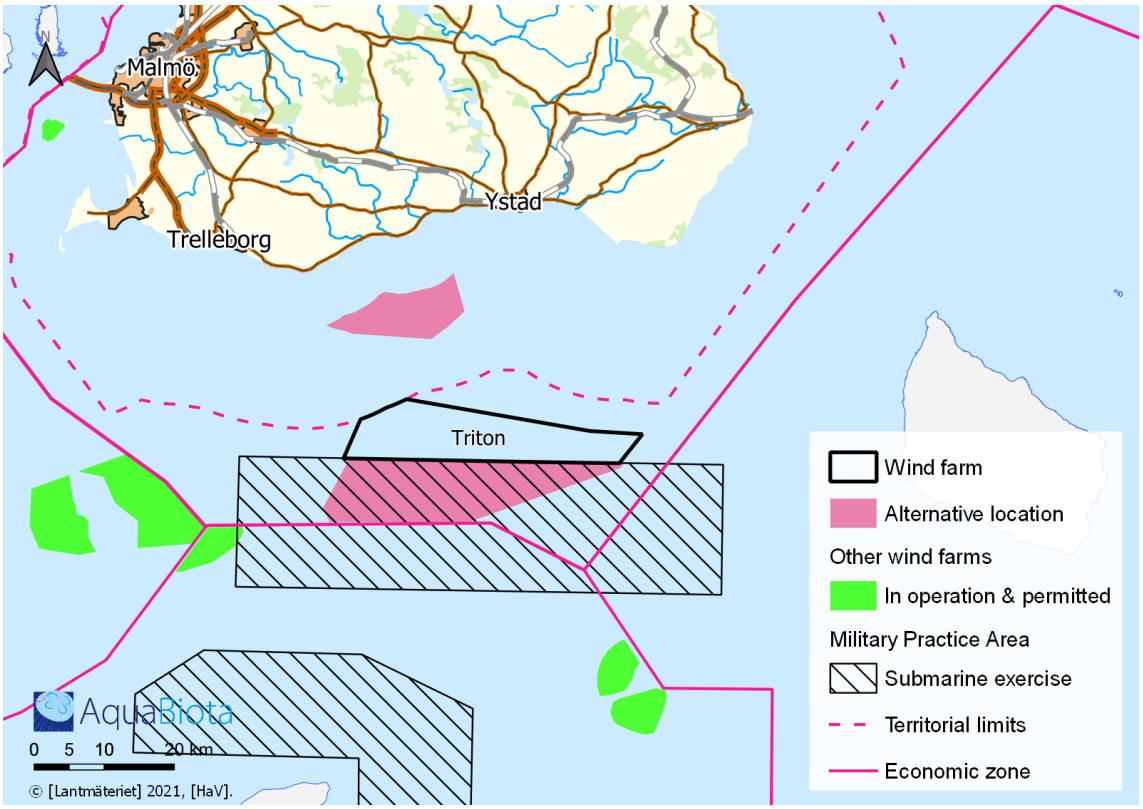
[43] Att det är ont om andra lämpliga områden för vindkraft i denna del av Östersjön bekräftas av att två andra bolag också planerar vindpark på delvis samma yta som vindpark Triton, se avsnitt 3.5.

landskapsbilden och kulturmiljöer vid kusten. Området sammanfaller också med område av riksintresse för yrkesfisket. Sammantaget har detta område bedömts mindre lämpligt än området för vindpark Triton.

Området strax söder om vindpark Triton skulle också vara lämpligt tekniskt sett för en etablering av en vindpark, men då området överlappar med militära intressen och är ett viktigt övningsområde har OX2 inte bedömt detta område lika lämpligt som det valda alternativet. Det längre avståndet till land skulle också leda till längre anslutningsstråk för kablar, Figur 84.



Figur 84. Vindpark Triton och alternativa lokaliseringar för vindparker i sydvästra Östersjön i förhållande till övriga intressen.



Figur 85. Vindpark Triton och alternativa lokaliseringar för vindparker i sydvästra Östersjön i förhållande till militära intressen.

9.1.2 Utformningsalternativ

Olika utformningar av vindparken har studerats inom ramen för verksamheten. Möjliga utformningsalternativ genom kombinationer av antal, effekt och höjd ligger inom ramarna för de designscenarier som bland annat redovisas i den tekniska beskrivningen. För att nå flexibilitet i utformningen av vindparken och samtidigt inte underskatta miljöpåverkan så utgår bedömningarna från ett worst case med maximalt antal vindkraftverk (129 stycken) med en maximal totalhöjd om 370 meter. Det är också utifrån dessa maximala utformningsparametrar som miljökonsekvensbedömningarna utgår, utifrån de utformningsalternativ som är worst case.

En utgångspunkt är att vindparken och dess utformning behöver optimeras utifrån en sammanvägning av olika intressen, där så stor förnybar elproduktion som möjligt och dess klimatnytta är drivande, samtidigt som verksamhetens påverkan på miljön och skyddade områden, arter och livsmiljöer minimeras.

Det är ekonomiskt mest hållbart att bygga vindparker med högre potentiell elproduktion, eftersom en stor del av verksamhetens kostnader består av investeringskostnaden och ju fler kWh som kostnaderna kan slås ut på desto lägre LCOE[44]. Möjligheterna av att geografiskt utvidga det aktuella vindparksområdet begränsas dock av Natura 2000-områden, ett militärt övningsområde som förvaltas av NATO och befintliga fartygsstråk.

[44] Levelized Cost of Electricity (mått på den genomsnittliga nuvarande nettokostnaden för elproduktion för en produktionsanläggning under dess livstid.)

Tekniskt sett är det möjligt att minska avstånden mellan vindkraftverken för att få plats med fler vindkraftverk inom samma parkyta. Detta förutsätter dock att mindre vindkraftverk anläggs, eftersom elproduktionen från varje vindkraftverk annars minskar till följd av vindskugga. Det innebär ett sämre nyttjande av vindresurserna. En nackdel med ett minskat avstånd mellan vindkraftverken är en större miljöpåverkan med avseende på vissa miljöaspekter kopplade till ianspråktagande av bottenyta, anläggning av fler fundament och tätare avstånd mellan vindkraftverken. Fler fundament skulle kunna innebära en större påverkan på naturtyper och arter i det närliggande Natura 2000-området, huvudsakligen genom sedimentspridning. Fler mindre vindkraftverk bedöms också kunna vara sämre för fåglar med avseende på undanträngningseffekt och barriäreffekt.

Om mindre vindkraftverk anläggs har dessa en lägre effekt varför en större yta behöver tas i anspråk för att uppnå samma elproduktion, vilket inte bedömts möjligt med hänsyn till begränsningar som finns relaterat till Natura 2000-område, militära områden och fartygsstråk. Den snabba tekniska utvecklingen mot större och effektivare vindkraftverk medför också att mindre vindkraftverk successivt inte längre kan köpas på marknaden.

Det sökta parkområdet har anpassats vad avser området inom vilket vindkraftverk kan anläggas med hänsyn till närliggande fartygsstråk, för att tillräckliga säkerhetsavstånd mellan vindpark och fartygsstråk ska kunna upprätthållas. Området för placering av fundament har även anpassats utifrån kända kulturhistoriska lämningar samt den planerade gasledningen Baltic Pipe.

Flexibilitet i layouten av vindparken inom det tillståndsgivna området är nödvändig för att utformningen ska bli optimal med utgångspunkt från de vindkraftverk och den teknik som finns tillgänglig på marknaden när parken ska uppföras. För detta syfte är utgångspunkten för SEZ/KSL-MKB:n att konsekvensbedöma den utformning av vindparken som bedömts vara worst case utifrån de olika påverkansfaktorerna, se kapitel 5.3.1.

9.1.3 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att verksamheten inte kommer till stånd. Någon miljömässig påverkan till följd av verksamheten kommer därmed inte uppkomma och inte heller någon förändring av området i form av etablerade vindkraftverk med tillhörande installationer. Det innebär bland annat att fartygstrafik och yrkesfiske kan fortgå som i dagsläget, samt att någon påverkan på marina däggdjur, fåglar, fisk m.m. inte uppstår.

Nollalternativet innebär även att Tritons bidrag till storskalig utbyggnad av förnybar elproduktion uteblir, vilket har konsekvenser för elförsörjningen och klimatet. Vindpark Triton kan då inte bidra till att uppnå EU:s klimatmål och bidra till utfasning av fossilbaserad elproduktion.

10 Skyddsåtgärder och kontroll

Följande skyddsåtgärder föreslås att vidtas inom ramen för planerad verksamhet och har antingen ingått som förutsättning i konsekvensbedömningar, alternativt fallit ut till följd av konsekvensbedömningarna.

Placering och utformning:

- Vindkraftverkens placering fastställs efter samråd med Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. Inför samråd och fastställande av positioner för de vindkraftverk som

ligger närmast fartygsstråk ska en simulering med navigation i fartygssimulator tas fram av sjöfartstrafiken, som tillställs Sjöfartsverket och Transportstyrelsen.
- Vindkraftverk och mätmaster ska förses med hindermarkering enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets föreskrifter.
- Fundament får enbart anläggas inom det område som markerats i Bilaga A.2 till ansökan.
- Fundament får inte anläggas närmare än 500 meter från dels rörledningen Baltic Pipe, dels gränsen för NATO:s övningsområden (Bravo 2, 3, 4 och 5) söder om vindparken enligt områdesmarkering i Bilaga A.2.

Sjöfart och sjösäkerhet

- I samband med att anläggningsarbeten vidtas ska verksamhetsutövaren följa de anvisningar som lämnas av Sjöfartsverket och Transportstyrelsen så att fartygstrafiken till och från områden där anläggningsarbeten utförs inte utgör risk för övrig sjöfart.
- Under anläggningsfasen ska området övervakas från ledningscentral. Verksamhetsutövaren ska särskilt övervaka en temporär skyddszon om minst 500 meter från installationsfartyg när anläggnings- och underhållsarbeten med installationsfartyg utförs. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas. Fortsatt övervakning ska ske under driftsfasen om Sjöfartsverket eller Transportstyrelsen bedömer att sådant behov föreligger.
- Till skydd för sjöfarten kommer vindkraft att placeras med ett säkerhetsavstånd i enlighet med internationella riktlinjer som framgår av Bilaga A.2.
- Verksamhetsutövaren ska minst tre månader innan anläggningsarbeten påbörjas samråda med Sjöfartsverket och Transportsstyrelsen om de åtgärder som krävs till skydd mot störningar för sjöfarten.

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, sorterar och förvaras så att risk för förorening eller andra olägenheter inte uppstår samt transporteras till land för omhändertagande.

Marinarkeologi

- En marinarkeologisk utredning ska genomföras. Om marinarkeologiska objekt identifieras inom vindparksområdet ska dessa så långt som möjligt undvikas vid utformning av vindparken och undervattenskablar.

Totalförsvaret

- På begäran av Försvarsmakten ska verksamhetsutövaren stå för kostnaden av anskaffande och installation av utrustning för säkerställande av Försvarsmaktens havsövervakning eller för annat ändamål som Försvarsmakten bestämmer, och som genomförs i syfte att undvika påverkan från vindparken på totalförsvarets intressen. Om installation av sådan utrustning ska ske inom vindparken ska verksamhetsutövaren i samråd med Försvarsmakten möjliggöra anläggande och tillträde till berörda delar av vindparken.

Undersökningsprogram

- Förekomst av fladdermöss inom verksamhetsområdet och vindparkens påverkan på migrerande fladdermöss ska undersökas under en period om tre år efter driftsättning av vindparken. Under undersökningsperioden ska vindparken vara försedd med detektions- och driftregleringsutrustning för att vid behov kunna driftreglera vindkraftverk till undvikande av betydande risk för kollision med vår- och vintermigrerande fladdermöss.
- Radarundersökningar, fågelobservationer eller andra lämpliga undersökningar ska genomföras under en period om tre år efter driftsättning för att utreda migrerande tranors rörelsemönster och undvikandegrad inom vindparken och dess påverkan av vindparken.

Driftreglering fågel

- Till skydd för migrerande tranor ska vindparken förses med detektions- och driftregleringsutrustning för att driftreglera vindkraftverk vid hög migrationsaktivitet under tranornas vår- och höstmigration, till undvikande av betydande risk för kollision. Driftreglering ska som mest ske under sammanlagt 100 timmar per vindkraftverk och år.

Undervattensljud

- 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 sidoavsökande sonar och multistråleekolod operera med en ljudfrekvens överstigande 200 kHz
- Inför pålningsarbete ska akustiska metoder som motar bort tumlare, med tekniker anpassade för tumlare användas i erforderlig omfattning.
- Pålning ska inledas med mjuk uppstart. Perioden för mjuk uppstart och ramp-up ska, tillsammans med övriga skyddsåtgärder, vara tillräckligt för att skydda tumlare mot undervattensljud från pålningen som överskrider tröskelvärdena för permanent hörselnedsättning (PTS) respektive temporär hörselnedsättning (TTS) för tumlare.
- Vid pålning ska ljuddämpande utrustning med en prestanda som motsvarar dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper användas till skydd för marina däggdjur och fisk.
- Vid pålning får undervattensljud från pålningsarbeten inte överstiga värdet enkel puls $SEL_{SS,VHF\leq}$ 120 dB tumlare re 1µPa^{2}s på ett avstånd av 750 meter från ljudkällan och $SPL_{RMS\text{-}fast,\ VHF}$ 100 dB tumlare re 1µPa på ett avstånd om 6,7 kilometer från ljudkällan.

Risk och säkerhet

- Eventuell förekomst av icke-detonerad ammunition (UXO) kommer att kartläggas som en del av detaljprojekteringen. De identifierade objekten kommer antingen undvikas genom att ta hänsyn till detta vid placering av vindkraftverk och kablar eller oskadliggöras innan ett arbetsmoment kan genomföras.
- Beredskaps- och räddningsplan kommer att tas fram i samråd med berörda myndigheter. I planen ska klargöras ansvarsfördelningen vid olika incidenter och olyckor, vilka åtgärder som ska vidtagas, var utrustning finns och vem som ska informeras.

OX2 kommer att ta fram ett kontrollprogram i samråd med tillsynsmyndigheten efter att tillstånd vunnit laga kraft. Syftet med kontrollprogram för verksamheten är att redovisa hur villkor förenade med tillstånd för verksamheten uppfylls. Exempel på parametrar som kommer att följas upp i kontrollprogram är undervattensljud vid anläggning och kontinuerlig provtagning för uppföljning och åtgärdsplan av eventuella miljögifter.

Kontrollprogrammet kommer även samordnas med de villkor som sätts i tillståndet för Natura 2000 och SEZ/KSL.

11 Samlad bedömning gränsöverskridande påverkan

11.1 Samlade konsekvenser av verksamhetens gränsöverskridande påverkan

Vindpark Triton bidrar positivt till Sveriges och EU:s miljömål som bland annat handlar om att lämna över ett hållbart samhälle till nästa generation. Vindpark Triton bedöms bli en viktig del i Sveriges och Europas process att ställa om till förnybara energikällor och att bidra till att uppfylla Sveriges och Europas klimatmål. Vindparken bedöms medföra långvariga positiva konsekvenser med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reducering av växthusgasutsläpp. Dessa mer långsiktiga positiva konsekvenser behöver ställas i relation till de negativa konsekvenser som kan uppkomma och som i de flesta fall är av mer övergående och tidsbegränsad karaktär. Påverkans- och konsekvensbedömningar är gjorda utifrån ett worst case. Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön. Detta möjliggör en utformning av vindparken utifrån de gränser som tillståndet sätter. Detta arbetssätt har använts för att täcka in alla fall med mindre påverkan och konsekvenser. Miljöpåverkan kan alltså vara mindre omfattande men inte mer omfattande än vad som beskrivits i denna MKB.

För mottagare och värden kopplat till bottenflora och bottenfauna och fisk bedöms påverkan som mycket lokal och bedöms därmed inte leda till någon gränsöverskridande påverkan. För marina däggdjur bedöms den gränsöverskridande påverkan vara densamma som i svenskt vatten eftersom berörda populationer rör sig över stora områden mellan olika länder. Konsekvenserna är främst kopplade till anläggningsfasen och påverkansfaktorer är framför allt sedimentspridning och sedimentation samt undervattensljud vid installation av fundament. Ingen direkt fysisk påverkan kommer att ske inom danskt, tyskt eller polskt vatten. Anläggningsfasen pågår under en begränsad period och skyddsåtgärder kommer att vidtas vilket medför att konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms vara lokala och därmed försumbara i ett gränsöverskridande perspektiv. Under driftskedet bedöms påverkan vara än mer lokal varför inga gränsöverskridande konsekvenser uppstår.

Under driftsfasen bedöms negativa konsekvenser främst uppstå för fåglar. Dessa konsekvenser beror i huvudsak på vindkraftverken.

För fåglar bedöms den huvudsakliga påverkan och konsekvenser vara kopplat till undanträngning samt kollisioner med vindkraftverk. Beroende på fågelart är kollisionsrisken större eller mindre. Samlat bedöms konsekvenserna vara små till försumbara.

Vindkraftsparken är synlig från ön Bornholm. Tre blickpunkter har valts, Rønne, Hasle och Hammershus. Vid Rønne syns vindparken i en relativt smal sektor i horisonten och uppfattas som en samlad grupp. Vid Hasle kommer vindparken bli synlig i horisonten i väst och vid Hammershus kommer en något större del av vindparken bli synlig. För Rønne bedöms påverkan bli obetydlig och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö försumbara, för Hasle bedöms påverkan bli liten och konsekvenserna mycket små och för Hammershus bedöms påverkan liten negativ och konsekvenserna måttliga. Vindkraftverken som samlad grupp inom en begränsad sektor bedöms dock fortfarande underordna sig i det storskaliga havslandskapet.

Parkområdet bedöms i dagsläget ha litet värde för fiskenäringen då fisket inom detta område endast står för en liten andel av den totala fångsten. Påverkan på yrkesfisket, för Sverige, Tyskland, Polen och Danmark bedöms bli liten negativ och konsekvensen bedöms bli liten. Detta då ytor som används för fisket tas i anspråk och begränsar möjligheterna till fiske, samtidigt som det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket till andra platser. Positiva effekter för fiskpopulationerna, som till exempel reveffekt, kan i längden gynna yrkesfisket.

För aspekten rekreation och friluftsliv bedöms konsekvenserna bli försumbara.

Vindparken är lokaliserad mellan två fartygsstråk med internationell trafik. Genom parkområdet går ett fartygsstråk som främst trafikeras av de passagerarfartyg och Ro-Paxfartyg mellan Ystad och Świnoujście/Sassnitz. Öster om vindparken finns trafikseparingszonen TSS Bornholmsgat (delvis i svensk ekonomisk zon, delvis i dansk ekonomisk zon) där tre trafikstråk möts. Detta gör att en gränsöverskridande påverkan uppstår. Under anläggningsskedet kan det föreligga konflikter mellan anläggningsarbeten och övrig fartygstrafik och under driftskedet kan vindparken medföra en ökad sannolikhet för fartygsolyckor såsom kollisioner och allisioner, Med olika åtgärder under såväl anläggningsskedet som driftskedet kommer riskerna att reduceras till en nivå som kan definieras som ALARP, as low as reasonably possible. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

Inga oacceptabla risker bedöms uppstå till följd av Triton. Vindparken kommer att designas på sådant sätt att den kan motstå klimatförändringar. Vidare kommer OX2 att arbeta med riskhantering och riskminimering genom att bland annat ta fram en beredskaps- och räddningsplan i samråd med tillsynsmyndigheter och andra berörda myndigheter och kommuner.

Forsvarsministeriet i Danmark har angett att vindpark Triton kan påverka deras radarsystem på den danska ön Bornholm. OX2 har därför inlett tekniska analyser för att bedöma påverkan på Forsvarsministeriets anläggning i enlighet med de önskemål som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört. Vid behov kommer nödvändiga åtgärder att vidtas för att minimera, anpassa eller etablera skyddsåtgärder så vindparkens störningar på radarsystem på Bornholm minimeras.

De negativa konsekvenser som kan uppstå till följd av vindparken är i många fall kortvariga och begränsade, detta på grund av att de huvudsakligen är kopplade till anläggningsfasen och att de främst uppstår inom själva vindparksområdet. Detta ska ställas i relation till de mer långvariga positiva konsekvenser som kan uppstå till följd av de nya strukturer som skapas inom vindparken. Vindparken medför måttliga positiva konsekvenser i form av skapande av artificiella rev som främjar biologisk mångfald (så kallad reveffekt). Reven kan fungera som livsmiljö och skydd för bland annat fisk och uppväxtmiljö för yngel. Genom att tillföra nya levnadsmiljöer kan den biologiska mångfalden öka vilket också har betydelse sett ur ett större ekosystemsperspektiv. Vindparken bedöms därmed inte enbart innebära positiva effekter och konsekvenser med

avseende på reducering av koldioxidutsläpp och klimatet utan på längre sikt även för den marina miljön i området, även vad gäller gränsöverskridande effekter.

Om yrkesfisket, inklusive bottentrålning, minskar inom området för vindparken innebär verksamheten ett tillkommande skydd för organismer som finns i verksamhetsområdet och som rör sig mellan delområdena och närliggande Natura 2000-området. Denna positiva konsekvens är beroende av den fortsatta dialogen med yrkesfiskarna och hur möjligheten till fortsatt bottentrålning i realiteten kommer att se ut. Här finns en målkonflikt mellan olika intressen.

I Tabell 71 redovisas konsekvensernas storlek för respektive mottagare och intresse. I vissa frågor kvarstår fortsatt dialog, detta anges också i tabellen.

Tabell 71. Sammanfattning över bedömda gränsöverskridande konsekvenser för respektive mottagare/intresse med föreslagna skyddsåtgärder.

Intresse/Mottagare	Konsekvens
Klimatpåverkan och klimatnytta	Positiv
Bottenflora och bottenfauna	Ingen
Fisk	Försumbar
Marina däggdjur	Försumbar –- liten negativ
Fladdermus	Försumbar
Fågel	Försumbar
Landskapsbild och kulturmiljö	Försumbar – måttlig
Boendemiljö	Ingen
Rekreation	Små Reveffekt positivt för fritidsfiske och dykning
Yrkesfiske	Mycket liten negativ Reveffekt och minskat fisketryck positivt långsiktigt
Sjöfart	Försumbar till måttlig negativ
Luftfart	Ingen negativ påverkan
Risk och säkerhet	Ingen oacceptabel risk
Försvarsintressen	Fortsatt dialog/ Tekniska studier pågår

11.2 Natura 2000

Anläggandet av vindpark Triton innebär inte något fysiskt intrång eller att någon bottenyta tas i anspråk i något svenskt, danskt, polskt eller tyskt Natura 2000-område. Mål för utpekade naturtyper kopplat till utbredning och strukturer påverkas därmed inte av verksamheten. Utpekade arter i tyska, danska och polska Natura 2000-områden bedöms inte påverkas, se avsnitt 7.2, 7.3, 7.4 och 7.6.

Enbart Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten bedöms påverkas av vindpark Triton. Negativa konsekvenser på Natura 2000-områdets skyddade naturtyper och arter till följd av verksamheten bedöms främst uppstå under anläggningsskedet och är framför allt kopplat till sedimentspridning och sedimentation samt undervattensljud vid installation av fundament. Ett mindre rev inom Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten, beläget cirka sex kilometer från vindparken kan komma att påverkas av undervattensljud som kan orsaka TTS hos fisk. Men resterande mycket större områden med rev och sandbankar kommer inte påverkas av vare sig ljud eller sediment. De djupa mjukbottnarna inom detta område kan komma att påverkas, men dessa områden är inte en Natura 2000 naturtyp. För fåglar bedöms driftsfasen vara den fas där negativa konsekvenser huvudsakligen kan uppstå.

Vindpark Triton påverkar inte förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus för de utpekade naturtyperna eller utpekade arter (för tumlare tas hänsyn till beaktande av åtagande om skyddsåtgärder). De skyddsåtgärder som kommer att vidtas kopplar till att minska påverkan till

följd av undervattensljud som uppstår under anläggningsfasen, dels vid seismiska undersökningar, dels vid pålning under installation av fundament. Vid pålning av fundament kommer användning av akustiska metoder, mjuk uppstart och ljuddämpande utrustning att tillämpas med hänsyn till tumlare. Även påverkan på fisk minskar vid användandet av bland annat mjuk uppstart och ljuddämpande tekniker. För Sydvästskånes utsjövatten är bedömningen att ingen betydande påverkan sker på de utpekade naturtyperna sandbankar och rev (inklusive de typiska arterna av fisk, bottenflora och bottenfauna samt fågel kopplade till dessa).

11.2.1 Baltic Sea Action Plan

Den uppdaterade BSAP antogs 2021 och innehåller omkring 200 konkreta åtgärder som ska implementeras senast år 2030. Åtgärderna är grupperade inom 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”

Åtgärderna är uppdelade för att återspegla påverkan från land, påverkan från havsbaserade aktiviteter och ekosystemets ekologiska status.

Konsekvensbedömning

I Tabell 72 görs en bedömning av hur respektive huvudområde kan komma att påverkas av vindparken under anläggning, drift och avveckling.

Tabell 72. Potentiell påverkan från Triton vindpark på de fyra huvudområdena i BSAP.

HUVUDOMRÅDE (MILJÖMÄSSIGA MÅL)	POTENTIELL PÅVERKANSFAKTOR	BEDÖMNING AV PÅVERKAN
Biologisk mångfald -Livskraftiga populationer av alla inhemska arter - Naturlig utbredning, förekomst och kvalitet av habitat och associerade växt- och djursamhällen - Funktionella, friska och motståndskraftiga näringsvävar	Undervattensljud	Med skyddsåtgärder som bubbelgardin eller motsvarande samt soft start och ramp up vid pålningsarbete bedöms påverkan bli obetydlig-liten (marina däggdjur) och mycket liten-liten (fisk), se avsnitt 7.3 och 7.4.
	Kollisionsrisk och barriäreffekter för fåglar och fladdermöss.	Med skyddsåtgärder som driftsreglering bedöms påverkan bli obetydlig för fågel och fladdermus, se avsnitten 7.5 och 7.6.
	Sedimentation	Sedimentation beräknas bli övergående och påverkan obetydlig, se avsnitt 7.2
	Föroreningar	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 7.2.
	Reveffekt	Reveffekt bedöms ge liten positiv påverkan, se avsnitt 7.2, 7.3 och 7.4.
Övergödning - Koncentration av näringsämnen nära naturlig nivå - Klart vatten - Naturlig nivå av algblomning - Naturlig utbredning och förekomst av växter och djur - Naturliga syrenivåer	Föroreningar och näringsämnen.	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 7.2.
	Sedimentation	Sedimentation beräknas bli övergående och påverkan obetydlig, se avsnitt 7.2.
Farliga ämnen och marint skräp - Ett friskt marint liv - Koncentrationer av farliga ämnen är nära naturliga nivåer - All mat från havet är säker att äta - Minimal risk för människor och miljön från radioaktivitet - Ingen skada på marint liv från marint skräp	Föroreningar	Påverkan bedöms bli obetydlig, se avsnitt 7.2.
	Nedskräpning vid konstruktion och nedmontering.	Påverkan bedöms bli försumbara, se avsnitt 7.2.
Havsbaserade aktiviteter - Ingen eller minimal störning för biologisk mångfald och ekosystemet - Aktiviteter som påverkar habitat på havsbotten hotar inte artpopulationers och samhällens långsiktiga livskraftighet - Ingen eller minimal skada på marint liv av oljud från mänskliga källor	Ökad fartygstrafik	Påverkan bedöms bli liten, se avsnitt 7.3 och 7.4.
	Fiskefria ytor	Bottentrålning kommer begränsas inom parkområdet, vilket innebär en liten positiv påverkan på arter som är beroende av ostörd bottenmiljö, se avsnitt 7.2.
	Undervattensljud	Med skyddsåtgärder som bubbelgardin eller liknande samt uppstartsramp vid konstruktionsarbete bedöms påverkan bli försumbar, se avsnitt 7.3 och 7.4.

11.3 Klimatmål

År 2015 kom världens länder genom Parisavtalet[45] överens om att den globala temperaturökningen skulle hållas långt under två grader och att vi ska sträva mot att begränsa den till 1,5 grader. Parisavtalet kopplar även till FN:s Agenda 2030 där ett av huvudmålen är att lösa klimatkrisen. 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 % förnybar till år 2040. Dessa målsättningar speglas även i miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan som beskrivs i avsnitt 7.1. Enligt både regeringen[46] och Energimyndigheten[47] krävs möjligheter till framtida expansion av vindkraften för att målen kring fossilfri elproduktion ska uppnås.

EU arbetar med en översyn av sina klimat-, energi- och transportslagstiftningar inom ramen för det så kallade 55 %-paketet för att anpassa gällande lagar till EU:s klimatmål till 2050. I planen ingår att EU:s samlade utsläpp ska minska med 55 % till 2030 jämfört med 1990 och att EU ska uppnå klimatneutralitet senast 2050. Planen går också ut på att höja EU-målet om att den totala energimixen ska bestå av förnybara energikällor från 32 % till minst 40 % senast 2030.

Den planerade vindparken i Triton bedöms producera lika mycket elektricitet som krävdes för tillverkning, anläggning och avveckling inom ett halvår-år från det att vindkraftsparken tas i drift. Under sin livstid ersätter parken fossil elproduktion och därmed kan växthusgasutsläppen reduceras i stor skala. Den planerade vindparken bedöms därför bidra positivt till uppfyllandet av Sveriges klimatmål och därmed även Parisavtalet och Agenda 2030. Vindpark Triton bedöms även kunna bidra positivt till uppfyllandet av EU:s klimatmål.

[45] Överenskommelse mellan världens länder att hålla den globala temperaturökningen under 2 grader, helst att den stannar vid 1,5 grader. Mer information: https://www.regeringen.se/regeringens-politik/parisavtalet/. Hämtad 2022-10-03

[46] Sveriges klimatpolitiska ramverk: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_Sweden.pdf Miljödepartementet. Hämtat 2022-10-03

[47] https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/sa-kan-100-procent-fornybar-elproduktion-se-ut/ Hämtat 2022-10-03

12 Sakkunskap

12.1 OX2:s projektorganisation

Projektorganisationen inom OX2 för vindpark Triton har flerårig kunskap inom vindkraft. Personerna nedan har varit delaktiga i framtagandet av aktuell tillståndsansökan, projektering och projektplanering.

Tabell 73. Projektorganisation inom OX2 för vindpark Triton.

Namn	Roll i projektet	Erfarenhet
Hans Ohlsson	Projektledare/MKB-ansvarig	23 års erfarenhet av havsbaserad projektutveckling. Hans har varit delaktig i flera tillståndsansökningar i Sverige. Hans arbetar även med de tekniska delarna i Naturvårdverkets forskningsprogram Vindval avseende vindkraftens påverkan på marint liv samt inom Norska forskningsrådet för att bedöma olika innovationer. Hans har även tidigare arbetat med och haft ansvar för svensk vindkraftsforskning under mitten av 90-talet.
Emelie Zakrison	Teknisk projektledare	Emelie 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 och Södra Midsjöbanken, samt en rad andra projekt i bland annat Storbritannien, Tyskland och Frankrike.
Lise Toll	Projektledare	Lise har tidigare arbetat på E.ON Climate & Renewables (nu en del av RWE Renewables), med erfarenhet av projektutveckling av havsbaserad vindkraft i Sverige. Lise har även arbetat i Tyskland med att ta fram strategier för drift & underhåll av E.ON C&Rs etablerade havsbaserade vindkraftsparker i Danmark, Storbritannien & Sverige.
Matilda Hagert	Granskare	Matilda har tidigare arbetat på RWE Renewables, med erfarenhet av projektutveckling av havsbaserad vindkraft i Sverige och Norge. Matilda har bland annat arbetat med projektet Södra Midsjöbanken samt de norska auktionerna och projektleder idag OX2s tidiga projektportfölj.

12.2 Sakkunniga på uppdrag av OX2

Nedan redovisas, enligt 19 § miljöbedömningsförordningen, uppgifter om hur kravet på sakkunskap i 15 § är uppfyllt. Organisationen nedan består av MKB-redaktörer och experter inom respektive sakområde som tagit fram de underlagsutredningar som legat till grund för MKB:n. Experterna har sedan varit delaktiga i MKB-processen och kvalitetsgranskat respektive MKB-kapitel.

Tabell 74. Sakkunniga på uppdrag av OX2.

Namn	Utbildning	Erfarenhet
Petra Adrup, Structor	Fil. Mag. Biologi, SU	Petra har mer än 20-års erfarenhet av arbete med tillståndsprövningar och MKB. Petra har arbetat med och ansvarat för tillståndsprövningar inkl. upprättande av MKB i en rad större och komplexa projekt omfattande bland annat stadsutveckling, infrastruktur, industri och hamnar. Exempel på uppdrag där Petra varit delaktig och ansvarig för MKB kan nämnas tillståndsprövning för Kärnbränsleförvaret, tillståndsprövning för SSAB i Oxelösund, tillståndsprövning för Mälarprojektet samt tillståndsprövning för ombyggnation av Slussen i Stockholm samt Mälarens reglering. Petra har i flera projekt arbetat med Natura 2000-frågor, i Projekt Slussen prövades till exempel 26 stycken Natura 2000-områden runt Mälaren.
Katarina Helmersson, Structor	Civ.ing Naturresursteknik, Luleå Tekniska universitet	Katarina har sedan 2020 arbetat med tillståndsärenden (inkl. MKB) enligt miljöbalken.
Anna Gustafsson, Structor	M.Sc. Biologi, Uppsala universitet	Anna har mer än 20 års erfarenhet av arbete med MKB och olika prövningar i enlighet med miljöbalken, i flera olika roller (kommun, länsstyrelse, konsult och verksamhetsutövare). Anna har ansvarat för framtagandet av MKB:er för många olika vattenverksamhets-projekt, koncessionsprövningar, infrastrukturprojekt och för miljöfarlig verksamhet.
Kajsa Andersson, Structor	Kandidatexamen i biologi. Masterexamen i biologi, inriktning växtekologi. Stockholms universitet + Freie Universität Berlin.	Kajsa har 10 års erfarenhet av arbete med prövningar och tillsyn enligt miljöbalken, från både myndighet och inom privat sektor. Kajsa jobbar sedan 2017 som miljökonsult och projektledare, främst med miljökonsekvensbeskrivningar och tillståndsprövningar enligt miljöbalken. Dessförinnan arbetade Kajsa inom länsstyrelsen, men prövningar och tillsyn enligt främst 7 kap miljöbalken. Bland de senaste uppdragen som miljökonsult finns samråd och MKB-samordning för landbaserade vindparker, miljökoordinator under anläggning av vindparker samt miljökonsekvensbeskrivningar för detaljplaner. I miljökonsekvensbeskrivningar ansvarar Kajsa ofta för fördjupade bedömningar och beskrivningar om naturmiljö, fågelliv och artskydd.
Carina Lundgren, Structor	B. Sc. Miljö och hälsoskydd, Umeå Universitet	Carina är uppdragsledare och miljökonsult och arbetar sedan drygt 11 år med tillståndsfrågor för vindkraft och andra komplexa projekt. Carina

		har stort kunnande och lång erfarenhet av miljöutredningar, samrådsprocesser med myndigheter, MKB, miljö- och tillståndsprocessen enligt miljöbalken, projektledning, ledningssystem och målstyrning.
Olov Tiblom, AquaBiota	Fil. Mag. Biologi, SU	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 makrofyter och bottenfauna, både vid fältundersökningar och analyser av insamlade botten- och vegetationsprover på labb.
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).
Rasmus Bisschop-Larsen, NIRAS	Cand. Scient. Biologi, Københavns Universitet (KU).	Rasmus har 10 års erfarenhet inom miljöbedömningar på fåglar i relation till havsbaserade vindkraftparker och har arbetat med mer än 15 havsbaserade vindkraftparker i England och Danmark. Rasmus har ytterligare 20 års erfarenhet av inventeringar av fåglar till havs. Rasmus har omfattande kunskap om de metoder som används till inventeringarna, efterföljande databehandling och modellering av rumsliga fördelningar av fåglar till sjöss.
Richard Ottvall, Ottvall Consulting	Fil Dr Zooekologi, Lunds universitet, Post Doc CRNS-CEFE, Montpellier	Richard har bakgrund som forskare i fågelekologi 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.
Mathilda Karlsson, AquaBiota	M. Sc. Marinbiologi, Stockholms Universitet (SU)	Mathilda har en masterexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet. Hon har tidigare deltagit i projekt vid Stockholms universitet som fokuserar på fiskekologi i Östersjön. Idag arbetar hon i stor utsträckning

		med tillståndsfrågor inom Havsbaserad vindkraft. Hon utför även fältundersökningar och har därmed vana av metoder som eDNA, inventering av bentisk fauna med bottenhugg, inventering av tumlare med akustiska detektorer (F-Pods) samt trålprovfiske enligt ICES ”Baltic International Trawl Survey” metoden.

13 Referenser

Aarhus universitet 2015. Environmental Impact Assessment. Technical background report. Birds and bats.

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

Ajemain MJ, Wetz JJ, Shipley-Lozano B, Shively JD, Stunz GW., 2015. An Analysis of Artificial Reef Fish Community Structure along the Northwestern Gulf of Mexico Shelf: Potential Impacts of "Rigs-to-Reefs" Programs. PLoS One. 2015;10(5):e0126354. Published 2015 May 8. doi:10.1371/journal.pone.0126354.

Albert, L., Deschamps, F., Jolivet, A., Olivier, F., Chauvaud, L. och Chauvaud, S., 2020. A current synthesis on the effects of electric and magnetic fields emitted by submarine power cables on invertebrates. Marine Environmental Research 159, 104958. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104958

Alerstam, T., 1975. Crane Grus grus migration over sea and land. Ibis 117:489-495

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

Andersson, M.H., Andersson, B. L., Phil, J., Persson, L. K., Sigray, P., Andersson, S.,.. & Hammar, J., 2016. Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning.

André C, Svedäng H, Knutsen H, Dahle G, Jonsson P, Ring AK, Sköld M, Jorde PE., 2016. Population structure in Atlantic cod in the eastern North Sea-Skagerrak-Kattegat: early life stage dispersal and adult migration. BMC research notes, 9(1): 1-11

Artdatabanken, S., 2020. Rödlistade arter i Sverige 2020.. s.l.:s.n.

Auld AH, Schubel JR., 1978. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: a laboratory assessment. Estuarine and Coastal Marine Science 6: 153–164.

Axelsen BE., 1999. In situ of Cape horse mackerel (Trachurus capensis). ICES report

Band. B., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore wind farms. Rapport, mars 2012.

Barrett RT, Chapdelaine G, Anker-Nilssen T, Mosbech A, Montevecchi WA, Reid JB, Veit RR,. 2006. Seabird numbers and prey consumption in the North Atlantic. ICES Journal of Marine Science 63: 1145-1158

Baumann H, Hinrichsen HH, Möllmann C, Köster FW, Malzahn AM, Temming A., 2006. Recruitment variability in Baltic Sea sprat (Sprattus sprattus) is tightly coupled to temperature and transport patterns affecting the larval and early juvenile stages. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63: 2191- 2201

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

Berg L, Northcote TG., 1985. Changes in territorial, gill-flaring, and feeding behavior in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) following short-term pulses of suspended sediment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 1410–1417.

Bergenius, M., Ringdahl, K., Sundelöf, A., Carlshamre, S, Wennhage, H., & Valentinsson, D., 2018. Atlas över svenskt kust- och havsfiske 2003-2005. Aqua reports 2018:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Drottningholm Lysekil Öregrund. 245 s.

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

Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Capetillo, N. Å., & Wilhelmsson, D. 2014. Effects of offshore wind farms on marine wildlife—a generalized impact assessment. Environmental Research Letters, 9(3), 034012.

Betke, K., 2014. Underwater construction and operational noise at alpha ventur. s.l.; Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus, 171-180.

Birgersson V, Bergland F, Berggren T & Andersson-Li M., 2021. eDNA-inventering av fisk och marina däggdjur – Galatea-Galene, Hallands län. AquaBiota Rapport 2021:08. ISBN: 978-91-89085-32-9.

Blackwell, S., Lawson, J. & Williams, M., 2004. Tolerance by ringed seals (Phoca hispida) to impact pile driving and construction sounds at an oil production islan.. s.l.:JASA. 115:2346-2357.

Bleil M., Oeberst R., 2002. Spawning areas of the cod stock in the western Baltic Sea andminimum length at maturity. Archive of Fishery andMarineResearch49:243–258

Bleil M., Oeberst R., 2004. Comparison of spawning activities in the mixing area of both the Baltic cod stocks, Arkona Sea (ICES Sub-divisions 24), and the adjacent areas in the recent years.ICES Document CM,50, 08

Bleil M., Oeberst R., Urrutia P., 2009. Seasonal maturity development of Baltic cod in different spawning areas: importance of the Arkona Sea for the summer spawning stock.Journal of Applied Ichthyology25:10-17

BMUB, 2014. Concept for the protection of Harbour Porpoises fromSound Exposure during the Consruction of Offshore Wind Farms in the German North Sea.. s.l.:Federal Ministry for the

Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear safety. 35 p. Available as ASCOBANS Document AC21/In 3.2.2a (P)..

BOEM, 2021. Vineyard Wind 1 Offshore Wind Energy Project. Final Environmental Impact Statement Volume I. US Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management.

Bolle LJ, de Jong CAF, Bierman SM, van Beek PJG, van Keeken OA m.fl., 2012. Common Sole Larvae Survive High Levels of Pile-Driving Sound in Controlled Exposure Experiments. PLoS ONE 7: e33052

Borkenhagen, K., Guse, N., Markones, H., Markones, N., Schwemmer, H. & Garthe, S., 2018. Seabird monitoring in the German North Sea and Baltic Sea 2018. Research and Technology Centre West Coast (FTZ), Kiel University, Hafentörn 1, D-25761 Büsum.

Brabant R, Laurent Y, Poerink B. J, and 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): 341–348.

Bruintjes R, Radford AN., 2013. Context-dependent impacts of anthropogenic noise on individual and social behaviour in a cooperatively breeding fish. Animal Behaviour 85: 1343-1349

Brzana, R., & Janas, U. 2016. Artificial hard substrate as a habitat for hard bottom benthic assemblages in the southern part of the Baltic Sea–a preliminary study. Oceanological and Hydrobiological Studies, 45(1), 121-130.

BSH och BMU, 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus – Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum. 201 sid. Rapid increase of benthic structural and functional diversity at the alpha ventus offshore test site. Lars Gutow, Katharina Teschke, Andreas Schmidt, Jennifer Dannheim, Roland Krone, Manuela Gusky. Rapid increase of benthic structural and functional diversity at the alpha ventus offshore test site.

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2021). Kommersiella fångstdata 2009-2020 [Dataset]. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn, Tyskland.

Börjesson, P. & Read, A.J., 2003. Variation in timing of conecption between populations of the harbour porpoise. Journal of mammalogy 84 (3):948–55.

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

Claisse, J. T., Pondella, D. J., Love, M., Zahn, L. A., Williams, C. M., Williams, J. P., & Bull, A. S.,2014. Oil platforms off California are among the most productive marine fish habitats globally. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111(43), 15462–15467. https://doi.org/10.1073/pnas.141147711.

Clausen, K. et al., 2021. Echolocation activity of harbour porpoises, Phocoena phocoena, shows seasonal artificial reef attraction despite elevated noise levels close to oil and gas platforms.. s.l.:Ecol Solut Evidence;2: e12055. https://doi.org/10.1002/2688-8319.12055.

Coates DA, Kapasakali DA, Vincxa M, Vanaverbeke J., 2016. Short-term effects of fishery exclusion in offshore wind farms on macrofaunal communities in the Belgian part of the North Sea. Fisheries Research 179: 131-138.

Coombs SH, Morgans D, Halliday NC., 2001. Seasonal and ontogenetic changes in the vertical distribution of eggs and larvae of mackerel (Scomber scombrus) and horse mackerel (Trachurus trachurus). Fisheries Research 50: 27-40.

De Troch M, Reubens JT, Heirman E, Degraer S, Vincx M., 2013. Energy profiling of demersal fish: A case-study in wind farm artificial reefs. Marine Environmental Research 92: 224-233

Degraer, S. Carey, D., A., Coolen, J, W.P., Huchison, Z., L., Kerckhof,. Rumes, B. & Vanaverbeke, J., 2020. Offshore Wind Farm Artificial Reefs Affect Ecosystem Structure and Functioning: A synthesis.

DHI., den 10 Mars 2021. *Metocean Data Portal*. Hämtat från Global, Met. Parameters (incl. 10m wind) at 0.2 deg., Climate Forecast System Reanalysis (CFSR), NCEP NOAA: https://www.metocean-on-demand.com/#/main

Dierschke, V., Furness, R.W. & Garthe, S. 2016. Seabirds and offshore wind farms in European waters: avoidance and attraction. Biological Conservation 202:59-68.

Dietz, R. et al., 2015. Marine mammals - Investigations and preparation of environmental impact assessment forKriegers Flak Offshore Wind Farm, s.l.: Energinet.dk.

DNV, 2021. Further review of selected OWFs, Detailed review of traffic compositions and distances.

Dong Energy, Vattenfall, Danish Energy Authority, The Danish Forest och Nature Agency, 2006. Danish offshore wind- key environmental issues. Prinfo Holbæk-Hedehusene, Denmark. 244 sid.

Drachmann, J., Waagner, S. & Haaning Nielsen, H., 2020. Klim Vindmøllepark – Monitering af fuglekollisioner år 1 og år 3 (2016/2017 og 2018/2019). Resumé. Vattenfall Vindkraft A/S, januari 2020.

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

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

Energiföretagen, 2021. Färdplan för fossilfri konkurrenskraft, Elbranschen.

Energimyndigheten, 2019. Nyhetsarkiv. https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/sa-kan-100-procent-fornybar-elproduktion-se-ut

Energimyndigheten, 2021. Vindkraftens resursanvändning. Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp.

Energistyrelsen, 2022. Guidelines for underwater noise, Prognosis for EIA and SEA assessments, Energistyrelsen maj 2022.

ERA5, 2020. Eurpean Centre for Medium Range Weather Forecasts: https://www.ecmwf.int/en/forecasts/charts

ESCA., 2019. An introduction to subsea cables around the UK and North-western Europe. European Subsea Cables Association Report

Esgro MW, Lindholm J, Nickols KJ, Bredvik J., 2020. Early conservation benefits of a de facto marine protected area at San Clemente Island, California. PLoS ONE 15: e0224060.

Essink, K., 1999. Ecological effects of dumping of dredged sediments, options for management. Journal of Coastal Conservation, 5, 69-80.

Europeiska Kommissionen, 2008. DIRECTIVE 2008/56/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 June 2008, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive).

Farm HROW., 2006. Hydroacoustic monitoring of fish communities in offshore wind s. Horns Rev Offshore Wind Farm-Annual Report.

Fijn, R., Krijgsveld, K.L., Tijsen, W., Prinsen, H.A.M. & Dirksen, S., 2012. Habitat use, disturbance and collision risks for Bewick's Swans Cygnus columbianus bewickii wintering near a wind farm in the Netherlands. Wildfowl 62:97-116.

Fiskeristyrelsen DK, 2021. Kommersiella fångstdata 2010-2020 [Dataset]. Fiskeristyrelsen, Köpenhamn, Danmark.

FOI, 2021. Möjligheter till samexistens mellan Försvarsmaktens verksamhet och utbyggd vindkraft – en delrapport.

Fox, A.D. och Petersen, I.K., 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. Dansk Ornitologisk Forenings Tidskrift 113:86–101.

Fredholm, M., 2019. Hansa PowerBridge, Arkeologisk utredning, steg 1, RAÄ 74:43, Bjäresjö socken, Ystad kommun, Skåne län, Sjöhistoriska museet arkeologisk rapport nr 2019:3, Stockholm.

Fudge SB, Rose GA., 2009. Passive- and active-acoustic properties of a spawning Atlantic cod (Gadus morhua) aggregation. ICES Journal of Marine Science 66: 1259–1263.

Försvarsmakten, 2019. Riksintressen för förvarets militära del i Skåne län 2019. Bilaga 13 SkÂne 2019.pdf (forsvarsmakten.se)

Gehring, J.L., Kerlinger, P. & Manville II, A.M., 2009. Communication towers, lights, and birds: successful methods of reducing the frequency of avian collisions. Ecological Applications 19:505-514.

Geo (Geo Subsurface Expertise), 2020. Seismic interpretation at Triton, Offshore Sweden - Interpretation of Sub-Bottom-Profiler single and multi-channel seismic data. Lyngby, Danmark.

Gibin, M., & Zanzi, A., 2020. Fisheries landings & effort: data by c-square (2015-2019). European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: http://data.europa.eu/89h/79745491-f847-450a-a26d-fd4a8e4a14f4

Gogina, M., Nygård, H., Blomqvist, M., Daunys, D., Josefson, A. B., Kotta, J., Maximov, A., Warzocha, J., Yermakov, V., Gräwe, U. och Zettler, M. L., 2016. The Baltic Sea scale inventory of benthic faunal communities. ICES Journal of Marine Science, 73(4), 1196-1213.

Gorska N, Ona E, Korneliussen R., 2005. Acoustic backscattering by Atlantic mackerel as being representative of fish that lack a swimbladder. Backscattering by individual fish. ICES Journal of Marine Science 62: 984-995.

Graham, I. et al., 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. s.l.:Royal Society open Science. 6: 190335.

Haarder S, Kania PW, Galatius A, Buchmann K, 2014. Increased Contracaecum osculatum infection in Baltic cod (Gadus morhua) livers (1982–2012) associated with increasing grey seal (Halichoerus gryphus) populations. Journal of Wildlife Diseases 50: 537-543

Halvorsen MB, Casper BC, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN., 2012b. Effects of exposure to pile driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia, and hogchoker. Proceedings of the Royal Society B 279:47.

Halvorsen MB, Casper BM, Woodley CM, Carlson TJ, Popper AN., 2012a. Threshold for onset of injury in Chinook salmon from exposure to impulsive pile driving sounds. PLoS ONE 7

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

Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R., Granmo, Å., 2009. Miljöeffekter vid muddring och dumpning – En litteratursammanställning. Naturvårdsverket. Rapport 5999. 71 sid.

Hammond, P., 2006. Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea (SCANS II).

Hammond, P., Berggren, P., Benke, H., Borchers, D., Collet, A., Heide-Jorgensen, M., . . . N., 2002. Abundance of harbour porpoise and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters. Journale of Applied Ecology, 361-376.

Hammond, P., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Börjesson, P., Herr, H., . . . Øien, N., 2017. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from SCANS-III aerial and shipboard surveys.

Hammond, P., Macleod, K., Berggren, P., Borchers, D., Burt, L., Canadas, A., . . . Leaper, R., 2013. Cetacean abundance and distrubution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. Biological Conservation 164, 107-122.

Hanson M, Westerberg H, 1987. Occurrence of magnetic material in teleosts. Comp. Biochem. Phys. A Physiology 86: 169-172.

Hanson M., Karlsson L., Westerberg H., 1984. Magnetic material in European Eel (Anguilla anguilla) Comp Biochem. Phys A Physiology 77: 221-224 26.

Havenhand J, Dahlgren T., 2017. Havsplanering med hänsyn till klimatförändringar. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:26.

Havs- och vattenmyndigheten, 2016. Svenskt yrkesfiske 2020 – Hållbart fiske och nyttig mat.

Havs- och vattenmyndigheten, 2019a. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.

Havs- och vattenmyndigheten, 2019b. Fritidsfiske i Sverige, En inblick i fritidsfiskets omfattning under åren 2013 – 2017. Havs- och vattenmyndighetens rapport: 2019:5.

Havs- och vattenmyndigheten, 2019e. Regler för Ålfiske. Uppdaterad: 2019-06-11. Hämtad: 2021-10-27 https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/regler-och-lagar/arter-regler-for-fiske-ochrapportering/regler-for-alfiske

Havs- och vattenmyndigheten, 2020a. Fiskestopp- På denna sida listas olika typer av fiskestopp för 2021. Hämtad: https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/kvoter-uppfoljning-och-fiskestopp/kvoter-och-fiskestopp/fiskestopp.html

Havs- och vattenmyndigheten, 2021b. Fisk - och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020: Resursöversikt. Rapport: 2021:6.

Havs- och vattenmyndigheten, 2021c. Fiskestopp- På denna sida listas olika typer av fiskestopp för 2022. Hämtad: https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel/kvoter-uppfoljning-och-fiskestopp/kvoter-och-fiskestopp/fiskestopp.html#h-FiskestoppfortorskfiskeiOstersjonomrade242532

Havs- och vattenmyndigheten, 2022. Fångstdata 2009–2021 [Dataset]. Havs- och vattenmyndigheten

Havs- och vattenmyndigheten, december 2019c. Hållbarhetsbeskrivning av havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet.

Havs- och vattenmyndigheten, december 2019d. HaV:s arbete med vrak. https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/fororeningar-och-farliga-amnen/vrak/havs-arbete-med-vrak.html

Havs- och vattenmyndigheten, HaV. Lektidsportalen. Version 1.0 2020-02-01. Hämtad: 2022-11-23.

Havs- och vattenmyndigheten, 2020. Kommersiella fångstdata 2009–2019 [Dataset]. Havs- och vattenmyndigheten.

Havs- och vattenmyndigheten VMS databas, 2021. Vessel Monitoring System (VMS). [Hämtad: 2021–09–14].

Hawkins AD, Picciulin M., 2019. The importance of underwater sounds to gadoid fishes. The Journal of the Acoustical Society of America 146: 3536–3551.

Hawkins AD, Popper AN., 2020. Sound detection by Atlantic cod: An overview. The Journal of the Acoustical Society of America 148: 3027.

HELCOM, 2013. HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. Balt. Sea Environ. Proc. No. 140.

HELCOM, 2021. http://maps.helcom.fi/website/mapservice/

Hengstler, J. et. al., 2021. Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. Climate *Change | 35/2021.*

Hinrichsen HH, Hüssy K, Huwer B., 2012. Spatio-temporal variability in western Baltic cod early life stage survival mediated by egg buoyancy, hydrography, and hydrodynamics. ICES Journal of Marine Science 69: 1744-1752

Holm, T.E., Nielsen, R.D., Clausen, P., Bregnballe. T., Clausen, K.K., Petersen, I.K., Sterup, J., Balsby, T.J.S., Pedersen, C.L., Mikkelsen, P. & Bladt, J., 2021. Fugle 2018-2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 196 s. - Videnskabelig rapport nr. 420 http://dce2.au.dk/pub/SR420.pdf

Humborstad OB, Jørgensen T, Grotmol S., 2006. Exposure of cod Gadus morhua to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling. Marine Ecology Progress Series 309: 247–254, 2006

Hüssy K., 2011. Review of western Baltic cod (Gadus morhua) recruitment dynamics. ICES Journal of Marine Science, 68: 1459-1471

Hüssy, K., Hinrichsen, H. H., Eero, M., Mosegaard, H., Hemmer-Hansen, J., Lehmann, A., & Lundgaard, L. S., 2016. Spatio-temporal trends in stock mixing of eastern and western Baltic cod in the Arkona Basin and the implications for recruitment. ICES Journal of Marine Science, 73(2), 293-303.

Hårding, KC, Härkönen TJ., 1999. Development in the Baltic grey seal (Halichoerus grypus) and ringed seal (Phoca hispida) populations during the 20th century. Ambio 28: 619–625

Härkönen T, Karlsson O, Bäcklin BM, Moraeus C., 2011. Sälpopulationer och sälhälsa. Havet 2011: 95-96

ICES., 2014. *Database of Trawl Surveys (Datras)* [Dataset]. https://datras.ices.dk/data_products/download/download_data_public.aspx

ICES., 2018. ICES Fisheries Overviews - Baltic Sea Ecoregion.

ICES., 2020a. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2:45. 643 pp. http://doi.org/10.17895/ices.pub.6024

ICES., 2020b. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Baltic Sea and Greater North Sea ecoregions. Sprat (Sprattus sprattus) in subdivisions 22 – 32, (Baltic sea).

IfAÖ., 2003. Environmental Impact Study for the Construction of the “Kriegers Flak” Offshore Wind Park.

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

[Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA]

Jakob Tougaard, 2021. Thresholds for behavioural responses to noise in marine mammals. Background note to revision of guidelines from the Danish Energy. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 32 pp. Technical Report No. 225 http://dce2.au.dk/pub/TR225.pdf

Johnston DD, Wildish DJ., 1982. Effect of suspended sediment on feeding by larval herring (Clupea harengus). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 29: 261–267

Johnston DW, Wildish DJ., 1981. Avoidance of dredge spoil by herring (Clupea harengus). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 26, 307–314.

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

Jones, H.P., 1980. The effect on birds of a North Sea gas flare. British Birds 73, 547–555.

Karlsson L., 1985. Behavioural responses of European silver eel (Anguilla anguilla) to the geomagnetic field. Helgolander Meeresuntersuchungen 39: 71–81.

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. Aqua reports 2020:1.

Kastelein A, Heul S, Verboom WC, Jennings N, Veen J, Haan D., 2008. Startle response of captive North Sea fish species to underwater tones between 0.1 and 64 kHz. Marine Environmental Research 65:369-377.

Kastelein, R. A. et al., 2002. Audiogram of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) measured with narrow-band frequency modulated signals. Journal of the Acoustical Society of America, pp. 112, 334-344.

Kerckhof, F., Rumes, B., Norro, A., Houziaux, J. S., & Degraer, S., 2012. A comparison of the first stages of biofouling in two offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit, Brussels, 17-39.

Kerlinger, P., Gehring, J., Erickson, W.P. & Curry, R., 2010. Night migrant fatalities and obstruction lightning at wind turbines in North America. The Wilson Journal of Ornithology 122:744-754.

Koschinski, S., 2011. Underwater noise pollution from munitions clearance and disposal, possible effects on marine vertebrates, and its mitigation. s.l.: Marine Technology Society Journal 45:80–88.

Krone R, Gutow L, Brey T, Dannheim J, Schröder A., 2013. Mobile demersal megafauna at artificial structures in the German Bight - Likely effects of offshore wind farm development. Estuarine, Coastal and Shelf Science 125: 1–9

Kullander SO, Nyman L, Jilg K, Delling B., 2012. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeniga fiskar. Actinopterygii. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.

Köster F, Möllmann C, 2000. Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod? ICES Journal of Marine Science 57: 310–323

Ladich, F., 2013. Effects of noise on sound detection and acoustic communication in fishes. In Animal communication and noise (pp. 65-90). Springer, Berlin, Heidelberg.

Lagenfelt I, Andersson I, Westerberg H., 2012. Blankålsvandring, vindkraft och växelströmsfält. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6479.

Langhamer, O., 2012. Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art. The Scientific World Journal, 2012.

Last, K. S., Hendrick, V. J., Beveridge, C. M. och Davies, A. J., 2011. Measuring the effects of suspended particulate matter and smothering on the behaviour, growth and survival of key species found in areas associated with aggregate dredging. Report for the Marine Aggregate Levy Sustainability Fund.

Limburg K, Casini M., 2019. Otolith chemistry indicates recent worsened Baltic cod condition is linked to hypoxia exposure, Biology Letters 152019035220190352

Lockyer, C. et al., 2003. Monitoring growth and energy utilisation of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in human care. NAMMCO Scientific Publications, pp. 5: 107-120.

Lovich JE, Ennen JR., 2013. Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife. Applied Energy 103: 52-60.

Lowe, M. L., Morrison, M. A., & Taylor, R. B., 2015). Harmful effects of sediment-induced turbidity on juvenile fish in estuaries. Marine Ecology Progress Series, 539, 241-254.

Lucke, K., Siebert, U., Lepper, P. & Blanchet, M., 2009. Temporary shift in masked hear-ing thresholds in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) after exposure to seismic airgun stimuli.. s.l.:J Acoust Soc Am 125:4060–4070.

Länsstyrelsen Skåne, 2018. Klimat- och energistrategi för Skåne.

Länsstyrelsen Skåne, 2020. Trygg elförsörjning i Skåne län – underlagsrapport.

Madsen. P., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K., & Tyack, P., 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. Marine Ecology Progress Series 309.

McCauley RD, Fewtrell J, Popper AN., 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. The Journal of the Acoustical Society of America 113: 638–642.

McCormick MI, Allan BJM, Harding H, Simpson SD., 2018. Boat noise impacts risk assessment in a coral reef fish but effects depend on engine type. Scientific Reports 8: 3847.

Methratta, E. T., & Dardick, W. R., 2019. Meta-analysis of finfish abundance at offshore wind farms. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 27(2), 242-260.

Mikkelsen, L. et al., 2017. Simulated seal scarer sounds scare porpoises, but not seals: species specific responses to 12 kHz deterrence sound. s.l.:r. Soc. Open. Sci. 4:170286.

Momigliano P, Denys GP, Jokinen H, Merilä J., 2018. Platichthys solemdali sp. nov.(Actinopterygii, Pleuronectiformes): a new flounder species from the Baltic Sea. Frontiers in Marine Science 5: 225

Moore PG., 1977. Inorganic particulate suspension in the sea and their effects on marine animals. Oceanography Marine Biology Annual Review 15: 225–363.

Mortensen, L.O., Skov, H., Tjørnløv, R.S. & Tuhuteru, N., 2020. Assessment of areas for development of offshore wind farms on Rønne Bank in relation to birds. Energistyrelsen/DHI.

Mueller-Blenkle C, Gill AB, McGregor PK, Metcalfe J, Bendall V, Wood D, Andersson MH, Sigray P, Thomsen F., 2010. Behavioural reactions of cod and sole to playback of pile driving sound. The Journal of the Acoustical Society of America 128: 2331

Naisbett-Jones LC, Putman NF, Stephenson JF, Ladak S, Young KA, 2017. A magnetic map leads juvenile European eels to the Gulf Stream. Current Biology 27: 1236–1240.

Naturvårdsverket, 2000. Vindkraft till havs - en litteraturstudie av påverkan på djur och växter. Naturvårdsverket rapport 5139

Naturvårdsverket, 2008. Åtgärdsprogram för Tumlare 2008–2013 (Phocoena phocoena). Rapport: 5946

Naturvårdsverket, 2017. Mikroplaster. Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige. Rapport 6772. Juni 2017.

Naturvårdsverket, 2021. https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/

Naturvårdsverket, Sveriges officiella statistik, 2019. https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag/

Newcombe CP, MacDonald DD., 1991. Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. North American Journal of Fisheries Management 11:72–82.

Nilsson, L. & Green, M. 2011. Birds in southern Öresund in relation to the wind farm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2001–2011. Biologiska institutionen, Lunds universitet I uppdrag åt Vattenfall Vindkraft AB.

Nilsson, L., 2020. Changes in numbers of and distribution of wintering waterbirds at the south coast of Scania, Sweden, during 55 winters, 1964-2018. Ornis Svecica 30:38-52.

Nissling A, Westin L., 1997. Salinity requirements for successful spawning of Baltic and Belt Sea cod and the potential for cod stock interactions in the Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 152: 261-271

NPL, 2020. Final report: Characterisation of acoustic fields generated by UXO removal – Phase 2.. s.l.:NPL REPORT AC 19. Pp 60..

Pacariz S, Björk G, Jonsson P, Börjesson P, Svedäng H,. 2014. A model study of the large-scale transport of fish eggs in the Kattegat in relation to egg density. ICES Journal of Marine Science 71: 345-355

Pace, F, Robinson, C, Lumsden, C & Martin, S, 2021. Underwater Sound Sources Characterisation Study: Energy Island, Denmark, Document 02539, Version 2.1, s.l.: Technical report by JASCO Applied Sciences for Fugro Netherlands Marine B.V.

Partridge GJ, Michael RJ., 2010. Direct and indirect effects of simulated calcareous dredge material on eggs and larvae of pink snapper Pagrus auratus. Journal of Fish Biology 77: 227-240.

Pennycuick, C.J., Alerstam, T. & Larsson, B., 1979. Soaring migration of the Common Crane Grus grus observed by radar and from an aircraft. Ornis Scandinavica 10:241-251.

Pethon P, Svedberg U., 1998. Fiskar i färg. Norstedts Natur.

Pettersson, J., 2003. Vårflyttningen av sjöfåglar över Kriegers flak i sydvästra Östersjön. JP Fågelvind. For Sweden Offshore Wind AB.

Pettersson, S. 2020. Kontrollprogram fladdermöss vid Kvilla vindpark, Torsås kommun, 2018–2019. Rapport på uppdrag av Windevo AB.

PIANC, 2018. MarCom WG Report n° 161 - 2018, Interaction between offshore wind farms and maritime navigation. PIANC The World Association for Waterborne Transport Infrastructure.

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

Putman NF, Lohmann KJ, Putman EM, Quinn TP, Klimley AP, Noakes DLG, 2013. Evidence for geomagnetic imprinting as a homing mechanism in Pacific Salmon. Current Biology 23: 312-316.

Putman NF, Jenkins ES, Michielsens CGJ, Noakes DLG, 2014. Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. J. R. Soc. Interface 11: 20140542.

Qvarfordt, S., Kautsky, H. och Malm, T., 2006. Development of fouling communities on vertical structures in the Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 67, 618–628.

Reubens JT, Degraer S, Vincx M., 2011. Aggregation and feeding behaviour of pouting (Trisopterus luscus) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. Fisheries Research 108: 223-227

Reubens JT, Vandendriessche S, Zenner AN, Degraer S, Vincx M., 2013. Offshore wind farms as productive sites or ecological traps for gadoid fishes? Impact on growth, condition index and diet composition. Marine Environmental Research 90: 66-74.

Reubens JT, Degraer S, Vincx M., 2014a. The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: a synthesis of 4 years of research. Hydrobiologia 727: 121-136.

Reubens JT, Maarten DR, Degraer S, Vincx M., 2014b. Diel variation in feeding and movement patterns of juvenile Atlantic cod at offshore wind farms. Journal of Sea Research 85: 214-221.

Richardson, W., Greene, C., Malme, C. & Thompson, D., 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, New York, s.l.: Academic Press New York.

Russell, D. et al., 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. s.l.:Current Biology 24: R638-R639.

Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J.K., Pettersson, J. & Green, M., 2011. Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. En syntesrapport. Rapport 6467, Naturvårdsverket.

Rydell J, Bach L, Bach P, Guia Diaz L, Furmankiewicz J, Hagner-Wahlsten N, Kyheroinen E-M, Lilley T, Masing M, Meyer M M, Petersons G, Suba J, Vasko V, Vintulis V and Hedenstrom.A., 2014. Phenology of migratory bat activity across the Baltic Sea and the south-eastern North Sea. Acta Chiropterologica, 16(1): 139–147.

Rydell J and Wickman A., 2015. Bat activity at a small wind turbine in the Baltic Sea. Acta Chiropterologica, 17(2): 359–364.

Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S. & Green, M., 2017. Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. Uppdaterad syntesrapport 2017. Rapport 6740, Naturvårdsverket.

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

Scheidat, M. m.fl., 2011. Harbour porpoises (*phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. S.l.: Environmental Research Letters 6:025102

Schmidtke, E., 2010. Damping of Shock Waves from Sea Mine Blasts to protect Marine Mammals – Results from Bubble Curtain Trials in Heidkate 2008 - 2010. Neumünster. s.l.:s.n.

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

Skov, H. m.fl., 2011. Waterbird populations and pressures in the Baltic Sea. TemaNord 2011:550.

Skov, H., Desholm, M., Heinänen, S., Johansen, T.W. & Therkildsen, O.R., 2015. Birds and bats at Kriegers Flak. Baseline investigations and impact assessment for establishment of an offshore wind farm. Aarhus University, DHI, NIRAS på uppdrag av Energinet).

Slotte A, Kansen K, Dalen J, Ona E., 2004. Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. Fish Res. 67, 143–150

SLU, 2017. Svenskt fiske i historiens ljus - en historisk fiskeriatlas. Aqua reports: 2017:7

SLU, 2018. Bottentrålning - effekter på marina ekosystem och åtgärder för att minska bottenpåverkan. Aqua report 2018:7.

SMHI Shark, 2020. Zoobenthos. https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi/sharkweb [Hämtad: 2020-12-21].

SMHI, 2020. https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis.

SMHI, 2021a. Rapport från SMHI:s utsjöexpedition med R/V Svea. 2021-06-03. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Oceanografiska Laboratoriet.

SMHI, 2021b. Oxygen Survey in the Baltic Sea 2020 – Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960–2020. Report Oceanography No.70, 2020. Swedish Meterological and Hydrological Institute, Göteborg, Sweden.

Smith ME, Kane AS, Popper AN., 2004. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (Carassius auratus) Journal of Experimental Biology 207: 427-435

Smyth K, Christie N, Burdon D, Atkins JP, Barnes R, Elliott M., 2015. Renewables-to-reefs? - Decommissioning options for the offshore wind power industry. Marine Pollution Bulletin 90: 247–258

Sokolova M, Buchmann K, Huwer B, Kania PW, Krumme U, Galatius A, Hemmer-Hansen J, Behrens JW., 2018. Spatial patterns in infection of cod Gadus morhua with the seal-associated liver worm Contracaecum osculatum from the Skagerrak to the central Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 606: 105-118

Southall, B. et al., 2019. Marine mammal noise exposure criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. s.l.:Aquatic Mammals, 45(2), 125-323.

Stepputtis D, Hinrichsen HH, Boettcher U, Goetze E, Mohrholz V., 2011. An example of meso-scale hydrographic features in the central Baltic Sea and their influence on the distribution and vertical migration of sprat, Sprattus sprattus balticus (Schn.). Fisheries Oceanography 20: 82-88

Svedäng H, Hornborg S., 2014. Selective fishing induces density-dependent growth. Nature communications 5: article number 4152, https://doi.org/10.1038/ncomms5152

Sveegaard, S., Nabe-Nielsen, J. & Teilmann, J., 2018. Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande. s.l.:Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 36s. Videnskabelig rapport nr. 284. http://dec2.au.dk/pub/SR284.pdf.

Teilmann, J., Dietz, R. & Sveegaard, S. 2022. The use of marine waters of Skåne by harbour porpoises in time and space. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 76 pp. Technical Report No. 236. http://dce2.au.dk/pub/TR236.pdf

Tesch FW, Wendt T, Karlsson L., 1992. Influence of geomagnetism on the activity and orientation of eel, Anguilla anguilla, as evident from laboratory experiment. Aquatic Ecology Freshwater Fish 1: 52-60

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

Tougaard J, Hermannsen L, Madsen PT, 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? The Journal of the Acoustical Society of America 148: 2885

Tougaard, J. & Michaelsen, M., 2018. Effet of larger turbines for the offshore wind farm at Kriegers Flak, Swweden. Assessment of impact on marine mammals., s.l: Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy

Tougaard. J. m.fl., 2006. Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev offshore wind farm. S.l.:P. 67. NERI Im Auftrag von Vattenfall A/S.

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

Trafikverket, 2020. Prognos för godstransporter 2040 - Trafikverkets Basprognoser 2020. Trafikverket.

Tsouvalas A., 2020. Underwater noise emission due to offshore pile installation: A Review. Energies 13: 12

UNCTAD, 2020. Review of Maritime Transport 2020. Geneva: United Nations.

United Nations Environment Programme, 2022. Emissions Gap Report 2022: *The closing Window – Climate crisis calls for rapid transformations of societies*. https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022

van der Meij H, Kastelein R, van Eekelen E, van Koningsveld M., 2015. FaunaGuard: a scientific method for deterring marine fauna. Terra et Aqua 138: 17-24

van Hal R, Griffioen AB, van Keeken OA., 2017. Changes in fish communities on a small spatial scale, an effect of increased habitat complexity by an offshore wind farm. Marine Environmental Research 126: 26-36

Vanagt T och Faasse M., 2014. Development of hard substratum fauna in the Princess Amalia Wind Farm. Monitoring six years after construction. eCOAST report 2013009.

Vandendriessche S, Derweduwen J, Hostens K., 2015. Equivocal effects of offshore wind farms in Belgium on soft substrate epibenthos and fish assemblages. Hydrobiologia (2015) 756:19–35

Vattenfall, 2019. Nya vindkraftverk ger lägre klimatavtryck.

von Dewitz B, Tamm S, Höflich K, Voss R, Hinrichsen HH., 2018. Use of existing hydrographic infrastructure to forecast the environmental spawning conditions for Eastern Baltic cod. PloS One, 13(5), e0196477.

Walker MM., 1984. A candidate magnetic sense organ in the yellowfin tuna, Thunnus albacares. Science 224: 751

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. Technical report. Bio-Consult SH, Husum. 70 pp.

Welcker, J., Liesenjohann, M., Blew, J., Nehls, G. & Grünkorn, T., 2017. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. Ibis 159:366-373.

Westerberg H, Begout-Anras M-L., 2000. Orientation of silver eel (Anguilla anguilla) in a disturbed geomagnetic field. Proc. 3rd conference on fish telemetry in Europe. Norwich 20–25 juni, 1999.

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

Westerberg H, Rönnbäck P, Frimansson H., 1996. Effects on suspended sediments on cod egg and larvae and on the behaviour of adult herring and cod. ICES Council Meeting Papers 13

Zingel P, Paaver T., 2010. Effects of turbidity on feeding of the young-of-the-year pikeperch (Sander lucioperca) in fishponds. Aquaculture Research 41: 189–197

Öhman M.C. 2006. Konstgjorda marina rev och fiskbiotoper. Kustfiske och fiskevård, sid. 187–191 (redaktörer Lindgren B, Carlstrand H)

Öhman M.C., Sigray P., Westerberg H., 2007. Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. Ambio 36: 630–633

Öhman MC, Karlsson M, Staveley T., 2021. Fisk och havsbaserad vindkraft i Kattegatt - Vindpark Galatea Galene. AquaBiota Report 2021:06

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