

SEZ/KSL-miljökonsekvensbeskrivning

Triton

BILAGA B

Structor

OX2

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: Tanja Tränkle E-post: triton@ox2.com
Berört vattenområde:	Sveriges ekonomiska zon, sydvästra Östersjön
Prövningsmyndighet:	Regeringen (Miljödepartementet)

Miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) har upprättats av: Anna Gustafsson, Ebba Sundberg, Katarina Helmersson, Petra Adrup, Structor Miljöbyrå med bidrag från Alva Jacobsson, Carina Lundgren, Kajsa Andersson, Structor Miljöpartner, Viktor Birgersson, AquaBiota

Beställare: OX2 AB

MKB:n har granskats av: Emelie Zakrisson, Göran Loman, Hans Ohlsson, Tanja Tränkle, OX2, samt Viktor Birgersson, AquaBiota. Konsekvenskapitlet, (Kapitel 7), har även granskats av författarna av de bilagor som utgjort huvudsakligt underlag till respektive konsekvenskapitel.

MKB:n har godkänts av: Tanja Tränkle, OX2

Foton: Anna Samuelsson, OX2, Felix Van Der Meijs, AquaBiota, Martin Johansson, Norconsult

Om sökanden

Tritonia Vindpark AB är ett helägt dotterbolag till OX2 AB (publ). 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 verksam i Sverige, Finland, Polen, Frankrike, Litauen, Norge, Spanien, Italien och Rumänien med huvudkontor i Stockholm. Omsättningen uppgick 2020 till 5,2 miljarder kronor. OX2 är noterat på Nasdaq First North Premier Growth Market.

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.

Icke-teknisk sammanfattning

Sökt verksamhet

Tritonia Vindpark AB, ett dotterbolag till OX2 AB (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, framförallt i södra Sverige, med konkurrenskraftig el.

Denna MKB utgör del av OX2:s ansökningar enligt lagen (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon och lagen (1966:314) om kontinentalsockeln. Verksamheten som omfattas av miljöbedömningen i MKB:n utgörs av anläggande, drift och avveckling av vindkraftverk, transformator- och omriktarstationer, plattformar, mätmaster samt de kablar som anläggs mellan vindkraftverken och transformator- och omriktarstationer (internkabelnätet). Även undersökningar av havsbotten omfattas.

De anslutningskablar som kommer att anläggas från vindparken till land prövas i särskild ordning i ett senare skede när anslutningspunkt på land har fastställts, men beskrivs översiktligt i denna MKB såsom följdverksamhet.

Havsbaserad vindkraft utvecklas snabbt och det sker en kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Vindparkens utformning, inklusive placering av internkabelnät och fundament, kommer att anpassas efter lämplig och tillgänglig teknik, platsens förutsättningar avseende bland annat vind, vågor, vattenströmmar och geologiska egenskaper samt med hänsyn till miljövärden och andra intressen.

Lokalisering och områdesbeskrivning

Området för den planerade vindparken Triton består av öppet hav utan några öar. Parkområdet är beläget cirka 30 kilometer söder om Ystad. Området är cirka 250 kvadratkilometer stort och vattendjupet varierar mellan 43 och 47 meter. Parkområdet består nästan uteslutande av djupa mjukbottenar 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 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 utpekade 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 (MSA-yltor för Malmö och Bornholm). 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 MKB:n 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 modelleringarna 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.

Bedömda konsekvenser och skyddsåtgärder

I denna MKB redovisas vindparkens bedömda påverkan på klimat, bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, fladdermöss, fågel, landskapsbild och kulturmiljö, boendemiljö och rekreation, marinarkeologi, yrkesfiske, sjöfart, luftfart, radio-och telekommunikation, totalförsvarets intressen, risker och säkerhet, hushållning med naturresurser och energi, ekosystemtjänster samt övriga intressen och riksintressen. Kumulativa effekter med andra verksamheter i området har också bedömts.

Konsekvensbedömningar har genomförts för samtliga faser av verksamheten; anläggning (inklusive undersökningar), drift och avveckling. Bedömningen av miljökonsekvenserna för respektive miljöaspekt har gjorts genom en sammanvägning av känslighet/värde av mottagaren och omfattningen av bedömd påverkan som kan uppstå till följd av verksamheten. Relevanta påverkansfaktorer som har bedömts är bland annat påverkan från sedimentspridning, undervattensljud, fysisk påverkan på havsbotten, spridning av miljögifter, barriäreffekter och undanträngning, skuggor och visuellt intryck.

Konsekvensbedömningarna i denna MKB 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. 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 klimatmål. Vindpark Triton kommer därför medföra 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 mjukbottenar 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.

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. 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. 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 kusten 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 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 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 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

Skånes kust är starkt präglad av havet och här finns ett flertal riksintressen som har en koppling till det omgivande havslandskapet. Vindkraftverken kommer att bli synliga och medföra en visuell påverkan på kulturmiljöer och landskapsbild utmed Skånes sydkust. Avståndet mellan kust och vindpark är relativt stort, mellan 20 och 30 kilometer, och synbarheten kommer att variera mycket beroende på väder. Vid soligt och klart väder kommer vindparken skymta i horisonten men vid exempelvis mulet väder och dis begränsas sikten och vindkraftverken kommer inte synas alls. Nattetid kan blinkande hinderljus på vindkraftverken bli synliga. Den visuella påverkan och de negativa konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö bedöms i huvudsak bli försumbar eller liten, men måttlig från ett par mer känsliga miljöer, däribland riksintresset Ales stenar. Sammantaget bedöms det inte föreligga någon risk för påtaglig skada för något av de berörda riksintressena för kulturmiljö.

Boendemiljö och rekreation

Vindpark Triton är belägen så långt ute till havs att ljudnivån kommer understiga Naturvårdsverkets riktvärde för bostad och friluftsområden med stor marginal. 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, och reveffekten kan då ha en positiv inverkan på dessa intressen.

Marinarkeologi

Enligt kulturmiljöregistret (RAÄ) finns sex kända kulturmiljölämningar i form av vrak inom parkområdet. Risker för skador eller påverkan på dessa och andra fornlämningar undviks genom att bottenundersökningar genomförs inför utformning av vindparken, och att fundament och arbetsområden därmed kan anpassas så att påverkan på lämningar undviks. Den sammantagna bedömningen är att konsekvensen för marinarkeologiska lämningar blir försumbar.

Yrkesfiske

Parkområdet har vissa värdefulla fisketillgångar i framför allt sill, skarpsill och torsk men förutsättningarna för att bruka dem har minskat med restriktiva kvoter och fiskestopp. Parkområdet är inte heller ett utpekad riksintresse för yrkesfisket eller i havsplanen utpekad användningsområde för yrkesfiske. År 2020 gjordes inga fångster i parkområdet av svenska yrkesfiskare och det danska fisket dominerades detta år av mindre kvantiteter plattfisk. 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.

Sjöfart

Parkområdet omges av fartygsstråk med intensiv 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 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.

Luftfart

Parkområdet överlappar med områden som utgör hinderbegränsade ytor (så kallade MSA-tytor) för Malmö Airport respektive Rønne/Bornholm flygplats. 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.

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 torn 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.

Totalförsvarets intressen

Vindpark Triton har vid utformningen anpassats till undvikande av påverkan på det militära övningsområdet förvaltat av NATO, beläget direkt söder om parkområdet. Forsvarsmakten har i samrådet uttryckt att uppförande av vindparken skulle medföra påtaglig skada på riksintresse för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess. Möjliga åtgärder till skydd för totalförsvarets intressen vid en samexistens med vindparken kan exempelvis vara installation av signalspaningsutrustning och radarutrustning. OX2:s föresats är att en fortsatt dialog med Forsvarsmakten kan generera samförstånd om lämpliga lösningar för att möjliggöra uppförandet av vindparken samtidigt som totalförsvarets intressen upprätthålls.

Ekosystemtjänster

Ekosystemtjänster används som begrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Påverkan på ekosystemtjänster i området uppstår framför allt under anläggningsfasen i form av sedimentspridning, undervattensljud och avstängningar som minskar tillgängligheten till området, denna påverkan är dock begränsad geografiskt och i tid. Verksamheten bedöms medföra försumbara konsekvenser på ekosystemtjänster.

Hushållning med naturresurser och energi

Till vindpark Triton används råvaror, material och bränslen. Det material som används går dock till största delen att återvinna eller återanvända, vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. Vindparken bedöms på detta sätt innebära ett effektivt nyttjande av energi och material för att kunna nyttja vindresursen.

Övriga intressen

Parkområdet upptar en liten del av ett område som av SGU identifierats vara lämpligt för lagring av koldioxid. I dagsläget finns inga kända aktuella eller planerade projekt för koldioxidlagring i området. Vid en eventuell framtida anläggning för koldioxidlagring bör det utredas om den kan anpassas så att den kan samexistera med vindparken.

Två utpekade områden för sandutvinning är belägna cirka 60 kilometer nordväst respektive 15 kilometer nordöst om vindpark Triton. Den sedimentmodellering som genomförts för vindparken visar att sedimentspridningen vid anläggningsarbeten är lokal och främst berör parkområdet. Verksamheten har således inga/försumbara konsekvenser för möjligheten att utvinna sand.

Vindparken kommer anpassas så att inga fundament anläggs närmare än 500 meter från gasledningen Baltic Pipe, som går genom parkområdet. Ingen operatör för radio- och telekommunikation har under samrådet uppgett att sådan kommunikation skulle påverkas av verksamheten.

Natura 2000

Parkområdet angränsar i väst till Natura 2000-området Sydvästskaånes utsjövatten. Detta område är utpekade 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.

Miljökvalitetsnormer

Vindpark Triton ligger inom förvaltningsområde "Arkonahavet och S Öresund" där hänsyn ska tas till miljökvalitetsnormer. Då parkområdet ligger utanför territorialgränsen omfattas det inte av någon vattenförekomst. För havsmiljö finns elva miljökvalitetsnormer med indikatorer framtagna. Sökt verksamhet bedöms inte påverka möjligheten att uppnå beslutade miljökvalitetsnormer för havsmiljö.

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 och sjöfart, har beaktats och bedömts i MKB:n.

Det bedöms inte 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 driftfasen kan kumulativa effekter med andra vindparker uppkomma i fråga om fåglar i form av barriäreffekt, kollisionrisk och undanträngning. Med föreslagna skyddsåtgärder för vindpark Triton bedöms dock den kumulativa effekten av Triton på fåglar bli obetydlig, med försumbar konsekvens. Kumulativ påverkan under driftfasen hänförlig till tillkommande fartygstransporter och yrkesfiske bedöms bli begränsad. Minskad bottentråkning 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. Den kumulativa påverkan på landskapsbilden, om den mer kustnära planerade vindparken Sydkusten vind skulle anläggas, har bedömts bli måttlig till stor och konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö bedöms bli måttliga. I övriga lägen som bedömts blir den kumulativa effekten på landskapsbilden liten eller försumbar.

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 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 kusten (22 kilometer), 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 resulterar i ett uteblivet bidrag till att lösa det elproduktionsunderskott som finns i södra Sverige. Elproduktionen behöver då komma från annan 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	14
1.1. Bakgrund och syfte	14
1.2. Behovet av havsbaserad vindkraft	15
1.3. Miljöbedömning vid tillståndsprövning enligt SEZ och KSL	16
1.4. Utgångspunkter för prövningen	16
2. Avgränsningar	17
2.1. Avgränsningar i förhållande till övriga prövningar och dokument	17
2.2. Verksamheten	18
2.3. Geografisk avgränsning	18
2.4. Miljöaspekter	18
2.5. Tidsskeden	19
3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning	20
3.1. Lokalisering	20
3.2. Anslutning	20
3.3. Havsplaner	21
3.4. Natura 2000	21
3.5. Övriga riksintressen	22
3.6. Bottenförhållanden	23
3.7. Hydrografi och vindförhållanden	26
3.8. 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	47
5.1. Underlag och metoder för beskrivning av rådande förhållanden	47
5.2. Metodik för konsekvensbedömningar	48
5.3. Förutsättningar för konsekvensbedömningar	51
5.4. Osäkerheter	54
6. Påverkansfaktorer	55
6.1. Undervattensljud	55
6.2. Sedimentspridning	56
6.3. Föroreningspridning	57
6.4. Fysisk påverkan på havsbotten	58
6.5. Främmande arter	58
6.6. Reveffekt	59
6.7. Elektromagnetiska fält	60
6.8. Undanträngning och barriäreffekt	61
6.9. Kollisionsrisk	61
6.10. Visuell förändring	61
6.11. Luftburet ljud	62
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	83

7.4. Marina däggdjur	108
7.5. Fladdermöss	126
7.6. Fågel	129
7.7. Landskapsbild och kulturmiljö	140
7.8. Boendemiljö och rekreation	151
7.9. Kulturmiljö – marinarkeologi.....	154
7.10. Yrkesfiske.....	158
7.11. Sjöfart.....	172
7.12. Luftfart.....	188
7.13. Risk och säkerhet.....	191
7.14. Totalförsvarets intressen.....	197
7.15. Ekosystemtjänster	200
7.16. Hushållning av resurser och nationell miljöövervakning.....	203
7.17. Radio- och telekommunikation	206
7.18. Övriga intressen	207
8. Effekter och konsekvenser av följdverksamhet	209
8.1. Anslutningskablar	209
8.2. Transporter.....	210
9. Kumulativa effekter	211
9.1. Anläggningsfas.....	212
9.2. Driftsfas.....	213
9.3. Avvecklingsfas.....	218
10. Alternativredovisning	218
10.1. Inledning	218
10.2. Alternativ utformning.....	226
10.3. Alternativa sätt att nå samma syfte	227
10.4. Alternativa komponenter och arbetsmetoder	228
10.5. Nollalternativ.....	229
11. Skyddsåtgärder.....	231
12. Samlad bedömning	234
12.1. Samlade konsekvenser av den sökta verksamheten	234
12.2. Natura 2000	237
12.3. Riksintressen.....	238
12.4. Miljökvalitetsnormer	239
12.5. Miljö- och klimatmål	246
12.6. Regionala effekter vid etablering av en havsbaserad vindpark	248
13. Uppföljning och kontroll	248
14. Samråd	249
15. Sakkunskap	250
15.1. OX2:s projektorganisation.....	250
15.2. Sakkunniga på uppdrag av OX2	251
16. Referenser	254

Bilagor

- Bilaga B.1** Tritons klimatnytta och klimatpåverkan, Structor Miljöpartner, 2022
- Bilaga B.2** Bottenmiljön och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne, AquaBiota Consulting, 2022
- Bilaga B.3** Fisk och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne, AquaBiota Consulting, 2022
- Bilaga B.4.A** Marine mammals and offshore wind farms in the Southwestern Baltic, NIRAS, 2022
- Bilaga B.4.B** Triton offshore wind farm, Impact of new seismic survey SSV on underwater noise prognosis OX2 AB, NIRAS, 2022
- Bilaga B.5** Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid den projekterade havsbaserade vindparken Triton, söder om Ystad, Enviroplanning, 2021
- Bilaga B.6** Fågel och havsbaserad vindkraft i Östersjön söder om Skåne - vindpark Triton, Ottvall Consulting och AquaBiota Consulting, 2022
- Bilaga B.7.A** PM Påverkan på kulturmiljö och landskapsbild - Vindpark Triton, Rejlers, 2022
- Bilaga B.7.B** Fotomontage Triton, Norconsult, 2021
- Bilaga B.7.C** Kumulativa Fotomontage Triton, OX2, 2022
- Bilaga B.8** Vindpark Triton. En marinarkeologisk förstudie. Östersjön, svensk ekonomisk zon, Bohusläns museum, 2021
- Bilaga B.9** Yrkes- och fritidsfiske i sydvästra Östersjön – Vindpark Triton, AquaBiota Consulting, 2022
- Bilaga B.10** Seismic interpretation at Triton, offshore Sweden. Interpretation of sub-bottom-profiler single and multi-channel seismic data, Geo Subsurface Expertise, 2020
- Bilaga B.11** Triton OWF. Sediment dispersal, seabed preparation, NIRAS, 2021
- Bilaga B.12.A** OX2 Seismic survey Triton. Underwater noise modelling, NIRAS, 2021
- Bilaga B.12.B** Screening of underwater noise from geotechnical investigations, NIRAS, 2021
- Bilaga B.12.C** Offshore Wind Farm Triton. Underwater noise technical report, NIRAS, 2021
- Bilaga B.13** Triton OWF. Hydrodynamic Impact, NIRAS, 2021
- Bilaga B.14** eDNA-inventering av fisk och marina däggdjur –Vindpark Triton, AquaBiota Water Research, 2021
- Bilaga B.15** Ljudberäkning av ljud från vindkraft, vindpark Triton, OX2, 2022
- Bilaga B.16** Skuggutbredning, vindpark Triton, OX2, 2022
- Bilaga B.17** Strategi för biologisk mångfald. Naturpositiva vind- och solkraftsparker till 2030, OX2, 2021
- Bilaga B.18** Samrådsredogörelse

1. Inledning

1.1. Bakgrund och syfte

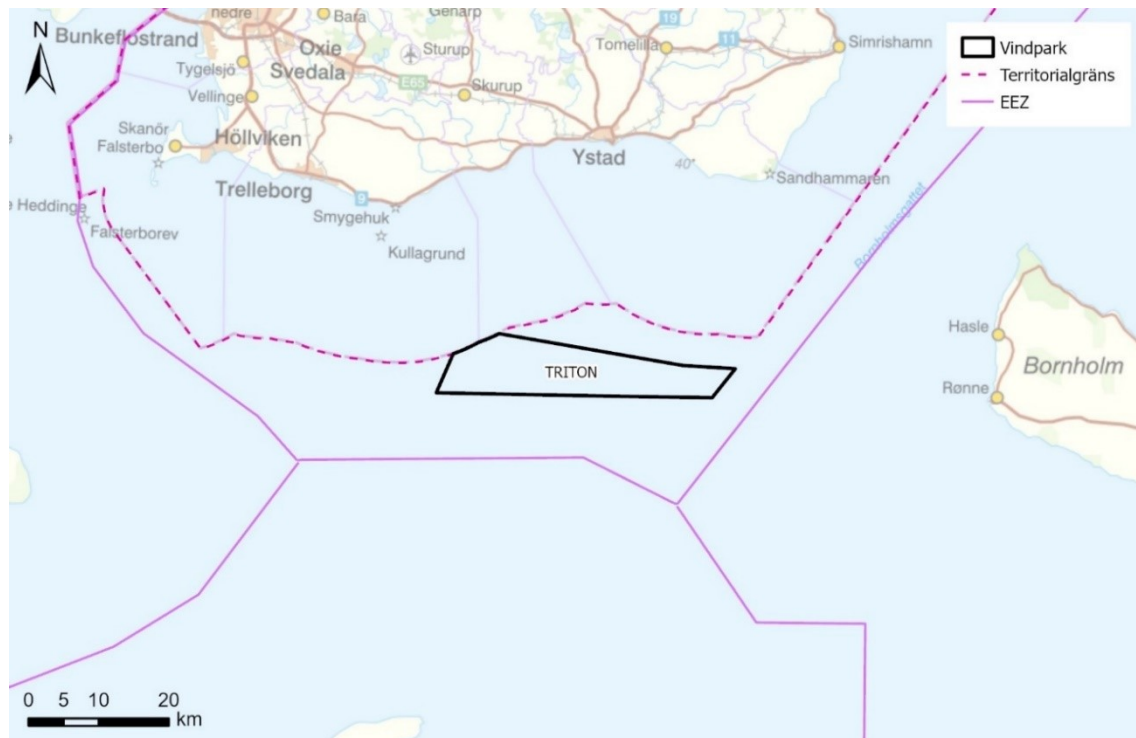
OX2 planerar en storskalig havsbaserad vindpark i sydvästra Östersjön utanför Skånes kust inom Sveriges ekonomiska zon, benämnd Triton, se Figur 1. Verksamhetens förväntade produktion uppskattas generera omkring 7,5 TWh el per år, vilket motsvarar elanvändning för drygt 1,5 miljon hushåll.¹

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 % förnybar 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.

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 anledning av att verksamheten ligger inom Sveriges ekonomiska zon ansöker OX2 om ett tillstånd enligt 5 § lagen (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon ("SEZ"). Tillstånd söks hos regeringen. Inom vindparken anläggs ett internt kabelnät på havsbotten, för vilket OX2 även ansöker om tillstånd hos regeringen enligt 3 § lagen (1966:314) om kontinentalsockeln ("KSL"). Denna miljökonsekvensbeskrivning ("MKB") utgör en del av bolagets ansökningar för tillstånd enligt SEZ och KSL ("SEZ-Ansökan" respektive "KSL-Ansökan").

¹ Cirka 5000 kWh per hushåll



Figur 1. Översiktskarta över vindparken. (Källa: Lantmäteriet).

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.

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. Ett exempel är stålindustrin där det pågår projekt för att framställa fossilfritt stål, vilket förväntas kräva cirka 15 TWh el per år. Ett annat exempel är övergången till elbilar, där enbart elektrifiering av lätta fordon beräknas öka den årliga elanvändningen med tolv TWh. Efterfrågan på el ökar enormt och det finns ett stort antal prognoser och scenarier som indikerar en mycket kraftigt ökad elanvändning i Sverige, efter att den i många år legat relativt stabilt på omkring 140 TWh per år. 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 högnivåscenario² 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,

² I högnivåscenarioet blir alla hittills aviserade satsningar på elektrifiering verklighet (Energiföretagen Sverige, 2021).

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. Miljöbedömning vid tillståndsprövning enligt SEZ och KSL

Av 6 § SEZ följer att vid prövning av SEZ-tillstånd ska 2–4 kap. och 5 kap. 3–5 och 18 §§ miljöbalken tillämpas. En specifik miljöbedömning ska tas fram för ansökan enligt 6 kap. 28–46 §§ miljöbalken, om en betydande miljöpåverkan kan antas. Det har antagits att verksamheten medför en betydande miljöpåverkan varför en specifik miljöbedömning har genomförts som redovisas genom denna MKB.

Vid prövning av tillstånd att utforska kontinentalsockeln och för utläggning av undervattenskablar tillämpas 2 kap. och 5 kap. 3–5 §§ miljöbalken, enligt vad som framgår av 2a, 2b och 3a §§ KSL. Enligt KSL gäller det som sägs i lagen om att utforska kontinentalsockeln och utvinna dess naturtillgångar även för utläggning av undervattenskablar som dras fram inom eller fortsätter in på svenskt territorium, eller som dras fram eller används i samband med en verksamhet på en anläggning.

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

1.4. Utgångspunkter för prövningen

Följande utgångspunkter gäller för sökt tillstånd för vindpark Triton:

- Den sökta vindparken kommer att omfatta upp till 129 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 370 meter, som placeras inom området baserat på fundamentals- och teknikval samt med hänsyn till övriga intressenter och platsspecifika bottenförhållanden.
- Den tekniska utvecklingen av bland annat fundament och vindkraftverk 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 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. Avgränsningar

2.1. Avgränsningar i förhållande till övriga prövningar och dokument

2.1.1. Tillstånd för vindpark

För etablering av en vindpark till havs med tillhörande kablar och anläggningar krävs tillstånd enligt SEZ för uppförande av vindkraftverk, transformatorstationer/plattformar och mätmaster samt enligt KSL för anläggande av undervattenskablar inom vindparkens interna nät och för utförande av undersökningar av kontinentalsockeln. Denna MKB ligger till grund för tillståndsansökningar enligt SEZ och KSL.

Då vindparken ligger i anslutning till Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten krävs ett Natura 2000-tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken avseende projektets påverkan på dessa områden. Tillstånd har sökts och prövas av Länsstyrelsen Skåne.

2.1.2. Tillstånd för anslutningskablar

Tillstånd för nedläggning av anslutningskablar från vindparken till anslutningspunkt till land prövas i särskild ordning när kabelsträckningar och anslutningspunkt har fastställts, enligt följande lagstiftningar:

- Tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken (vattenverksamhet) för nedläggning av anslutningskablar.
- Koncession enligt ellagen för anläggning och drift av anslutningskablar.
- Tillstånd enligt KSL för nedläggning av undervattenskablar på kontinentalsockeln.

Om verksamhet för nedläggning av anslutningskablar bedöms medföra risk för påverkan på andra skyddade områden (till exempel miljöskyddsområden eller Natura 2000-områden) inom svenskt sjöterritorium, kommer erforderliga tillstånd och dispenser också att sökas i särskild ordning.

I Tabell 1 redovisas vilka tillståndskrav som gäller för etablering av vindparken med tillhörande anläggningar och installationer enligt olika lagstiftningar samt de olika prövningsmyndigheterna.

Tabell 1. Beskrivning över vilken verksamhet som omfattas av respektive prövning/lagstiftning samt prövningsmyndighet. Denna MKB omfattar prövning enligt SEZ avseende vindparken och enligt KSL avseende det interna kabelnätet, skuggade celler i tabellen. Anslutningskablar ingår inte i den sökta verksamheten.

	Lagen om Sveriges ekonomiska zon (SEZ) – regeringen (Miljödepartementet)	Kontinentalsockel-lagen (KSL) – regeringen (Näringsdepartementet)	Natura 2000 – Länsstyrelsen Skåne	Miljöbalken (vattenverksamhet) – Mark- och miljödomstolen vid Växjö tingsrätt	Ellagen – Energi- marknadsinspektionen
Vindpark, med tillhörande anläggningar	x		x		
Internt kabelnät		x	x		
Anslutningskablar i ekonomisk zon		x	(x)		
Anslutningskablar i sjöterritoriet		x	(x)	x	x

2.1.3. Gränsöverskridande påverkan

Den påverkan verksamheten kan ha på miljön utanför Sveriges gränser beaktas inom ramen för pågående Esboprocess, det vill säga, det samråd som sker med andra berörda länder i enlighet med Esbokonventionen (konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang). Danmark, Tyskland och Polen har meddelat sin medverkan i samrådsprocessen enligt Esbo. De gränsöverskridande effekterna har beaktats i arbetet med miljökonsekvensbeskrivningen och en särskild miljökonsekvensbeskrivning kommer att tas fram inom ramen för Esboprocessen som redogör för samrådet och behandlar projektets bedömda gränsöverskridande effekter.

2.2. Verksamheten

2.2.1. Sökt verksamhet

Verksamheten som konsekvensbedöms i denna MKB är vindparken, vilken ingår i prövningen enligt SEZ, samt det interna kabelnätet vilket ingår i prövningen enligt KSL. Påverkan och konsekvenser till följd av både vindparken och det interna kabelnätet beskrivs i denna MKB. MKB:n är upplagd så att det ska vara enkelt att utläsa konsekvenserna av vindparken respektive det interna kabelnätet samt de samlade konsekvenserna av både vindparken och det interna kabelnätet.

2.2.2. Följdverksamhet

Följdverksamheter till vindparken utgörs i huvudsak av anslutningskablar till land och fartygstrafik till och från vindparken, vilket är verksamheter som också beskrivs i denna MKB. Som angetts ovan kommer tillstånd för anslutningskablar från vindparken till land att prövas separat enligt 11 kap. miljöbalken, KSL och ellagen.

2.3. Geografisk avgränsning

Konsekvensbedömningarna omfattar det geografiska område som kan påverkas av den sökta 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.

2.4. Miljöaspekter

De miljöaspekter som beskrivs och bedöms i MKB:n listas i Tabell 2. Miljökonsekvenser beskrivs för anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Vilka faser som bedömts relevanta för respektive aspekt ses i tabellen liksom om påverkan och konsekvenser uppkommer till följd av vindparken och/eller det interna kabelnätet.

- Tabell 2. Aspekt respektive för vilken fas dessa konsekvensbedöms samt om konsekvenser uppstår till följd av vindpark och/eller det interna kabelnätet.

Aspekt	Vindpark (V) Intern kabelnät (IK)	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Klimatnytta och klimatpåverkan	V	x	x	x
Bottenflora och bottenfauna	V, IK	x	x	x
Fisk	V, IK	x	x	x
Marina däggdjur	V, IK	x	x	x
Fladdermöss	V		x	
Fågel	V	x	x	x
Landskapsbild och kulturmiljö	V		x	
Boendemiljö och rekreation	V		x	
Kulturmiljö -marin- arkeologi	V, IK	x	x	
Yrkesfiske	V, IK	x	x	
Sjöfart	V, IK	x	x	x
Luftfart	V		x	
Risk och säkerhet	V, IK	x	x	x
Totalförsvarets intressen	V, IK		x	
Ekosystemtjänster	V, IK	x	x	x
Hushållning av resurser och nationell miljöövervakning	V	x		x
Radio- och telekommunikation	V		x	
Övriga intressen	V		x	

2.5. Tidsskeden

Miljökonsekvenserna bedöms utifrån projektets följande faser:

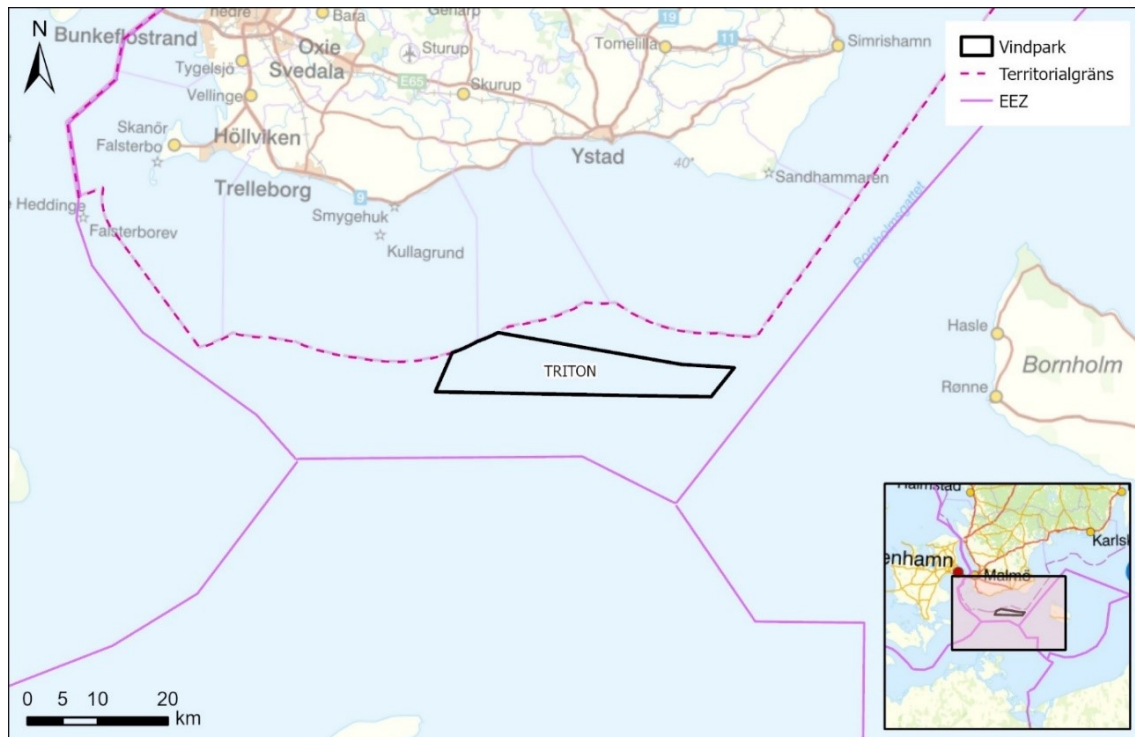
- Anläggningsfas
- Driftsfas
- Avvecklingsfas

För beskrivning av respektive fas, se kapitel 4.

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 2. Närmaste bebyggelse finns cirka 22 kilometer från vindparken, i Beddingestrand respektive Smygehamn på den skånska sydkusten. Området är cirka 250 kvadratkilometer stort och vattendjupet varierar mellan 43 och 47 meter.



Figur 2. Lokalisering av vindpark Triton. (Källa: lantmäteriet).

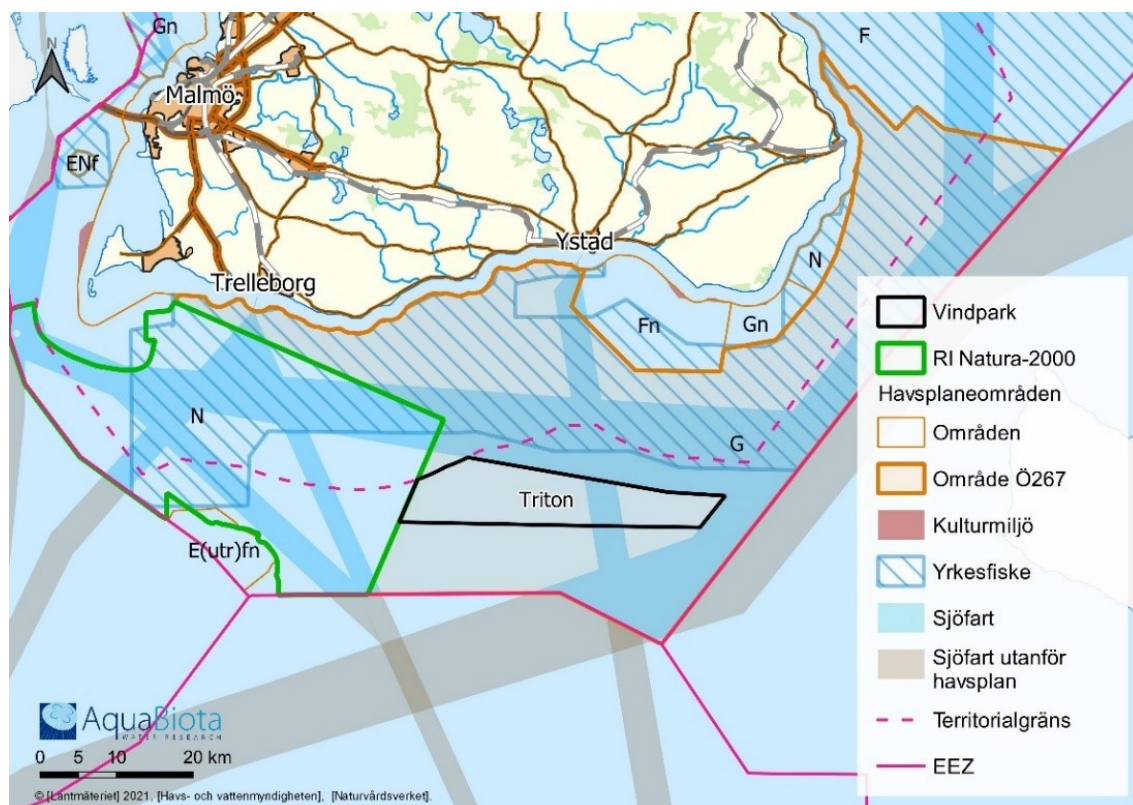
3.2. Anslutning

Affärsverket Svenska kraftnät har ännu inte tilldelat en anslutningspunkt för vindpark Triton, men Barsebäck och Hurva har tagits upp som möjliga alternativ. OX2 genomför parallellt, i väntan på besked från Svenska kraftnät, egna undersökningar om lämpliga anslutningspunkter och har identifierat ett antal preliminära anslutningspunkter till transmissionsnätet i Skåne. Vilka sträckningar som slutligen kommer väljas bestäms efter att Svenska kraftnät valt anslutningspunkt och att botten- och marinbiologiska undersökningar genomförts. Beslut från Svenska kraftnät om lämplig anslutningspunkt väntas komma under år 2022. Parallellt har Svenska kraftnät fått i uppdrag att bygga ut transmissionsnätet till havs inom Sveriges sjöterritorium, där det finns förutsättningar för att ansluta havsbaserad vindkraft.

3.3. Havsplaner

Efter förslag från Havs- och vattenmyndigheten beslutade regeringen den 10 februari 2022 om havsplaner.

Enligt havsplan för Östersjön är vindpark Triton belägen inom utsjöområde Bornholmsgattet³, Ö267. Området har beteckningen "generell användning" (G), det anges att förutsättningarna för vindbruk är gynnsamma och att den kumulativa miljöpåverkan är låg. Ingen särskild användning har företräde, särskild hänsyn ska dock tas till höga kulturmiljövärden och att företräde eller särskild anpassning för samexistens ska göras för totalförsvarets intressen i området. Angränsande i norr och överlappande med parkområdets östra del finns utpekade användningsområden för sjöfart (Figur 3).



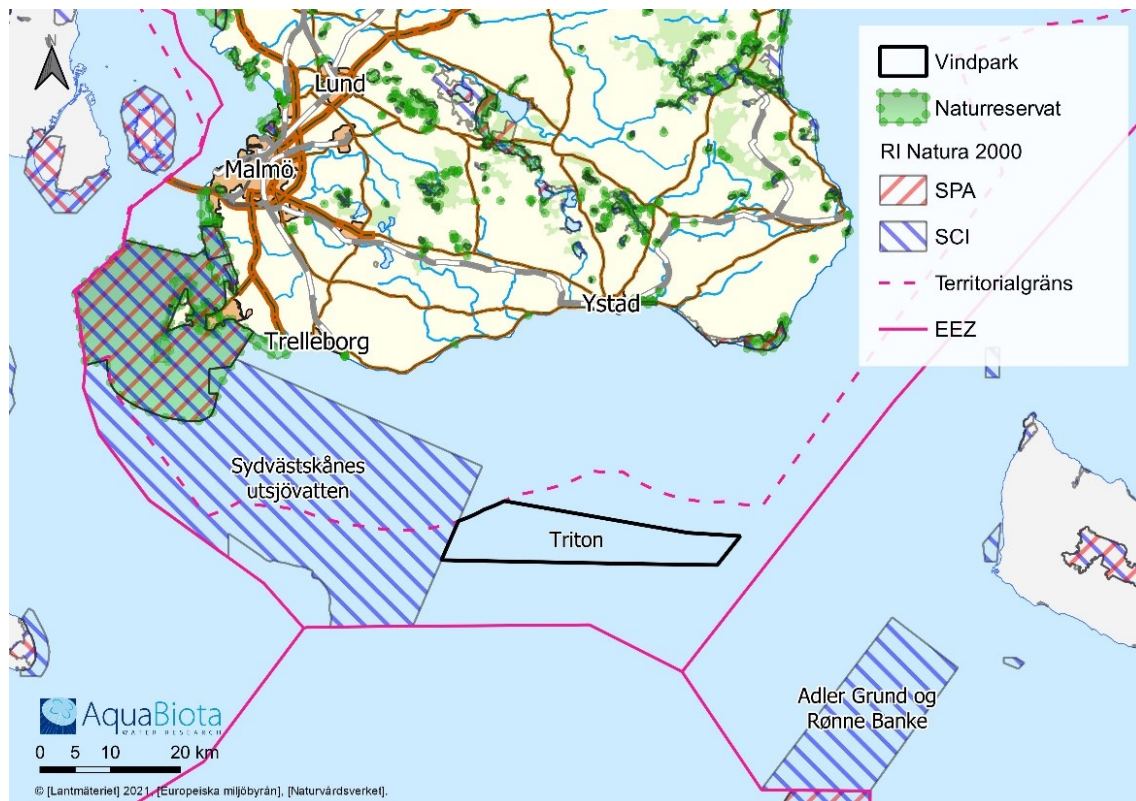
Figur 3. Havsplaner (underlag: Havs- och vattenmyndigheten, 2015). Förklaring av förkortningar: G=Generell användning, N=Natur, E=Energiutvinning, F=Försvar, n=Särskild hänsyn till höga naturvärden.

3.4. Natura 2000

Parkområdet angränsar i väst mot Natura 2000-området Sydvästkånes utsjövatten (Figur 4) som är utpekad enligt art- och habitatdirektivet. Andra Natura 2000-områden som ligger i närheten men som inte bedöms påverkas är Falsterbo-Foteviken som ligger nordväst om Triton på cirka 38 kilometers avstånd och cirka 34 kilometer respektive 36 kilometer sydost om Tritons vindpark ligger

³ Bornholmsgattet är den benämning som används enligt förslag till havsplan för området. Arkonabassängen är dock den benämning som vanligen används för detta område och används således även i denna MKB.

Adler Grund respektive Westliche Rönnebank (tyska Natura 2000-områden) och cirka 24 kilometer sydost om Triton vindpark ligger Adler Grund og Rønne Banke (danskt Natura 2000-område).



Figur 4. 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.

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 Sydvestskånes utsjövatten, se utpekade naturtyper och arter i Tabell 3. Påverkan på dessa områden 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 12.

· Tabell 3. Intilliggande Natura 2000-område med utpekade naturtyper och arter.

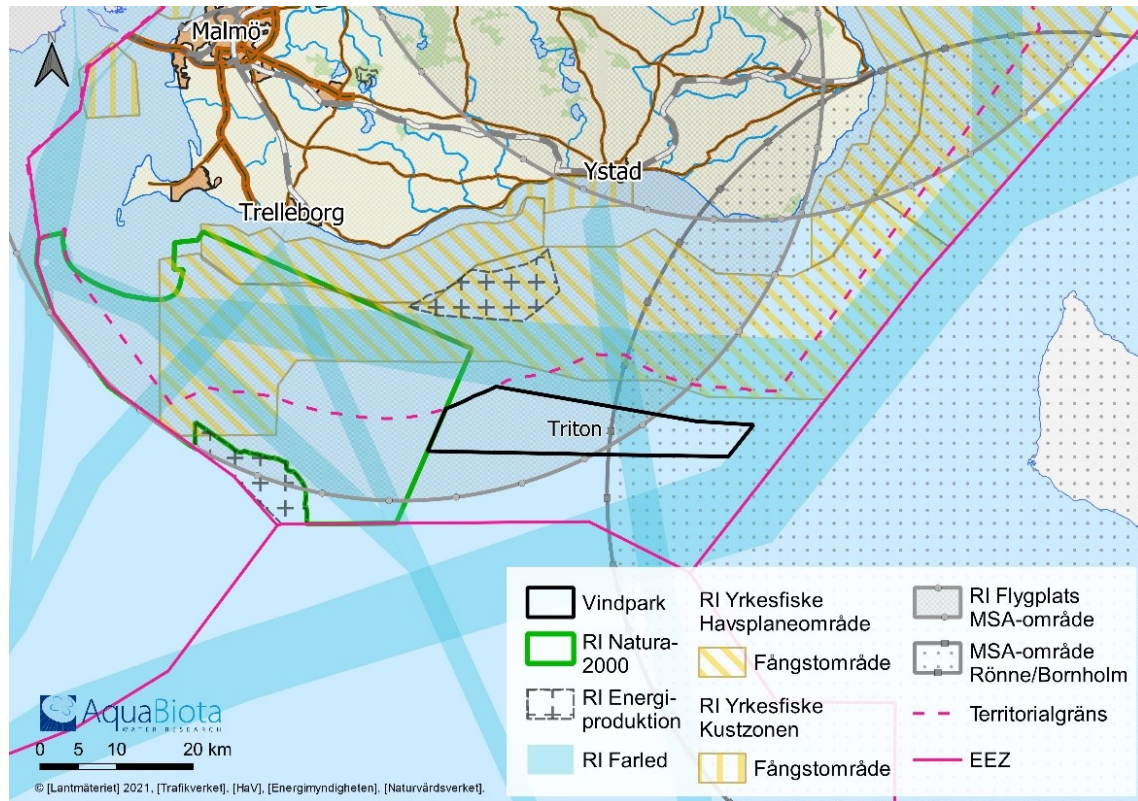
Natura 2000-område	Uttekade naturtyper	Uttekade arter
Sydvestskånes utsjövatten	Rev (1170) Sandbankar (1110)	Tumlare (1351) Gråsäl (1364) Knubbsäl (1365)

3.5. Övriga riksintressen

I aktuellt område för vindparken finns riksintressen enligt 3 och 4 kap. miljöbalken. Den planerade vindparken överlappar delvis med MSA-yta⁴ av riksintresse tillhörande Malmö Airport (MMX).

⁴ Minimum Safety Altitude – område inom vilket det finns fastställda höjder för högsta tillåtna objekt.

Även MSA-yta från Rönne/Bornholm flygplats överlappar. Vidare angränsar Triton till flera fartygsstråk av riksintresse: Falsterbo-Bornholmsgattet, Gedser-Svenska Björn och Anholt-Svartgrund. En stor del av trafiken utgörs av tung sjötransport. Fartygsstråk Ystad- Sassnitz löper genom parkområdets östra del. I närområdet för parkområdet finns riksintresse för yrkesfiske i form av ett antal fångstområden. Två områden i närområdet är utpekade som riksintressen för energiutvinning. Aktuella riksintressen ses i Figur 5. Även Natura 2000-området är riksintresse.



Figur 5. Karta över riksintresse för fartygsstråk, MSA-yta samt yrkesfiske.

3.6. Bottenförhållanden

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

Det finns god kännedom om bottenstrukturer, 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.

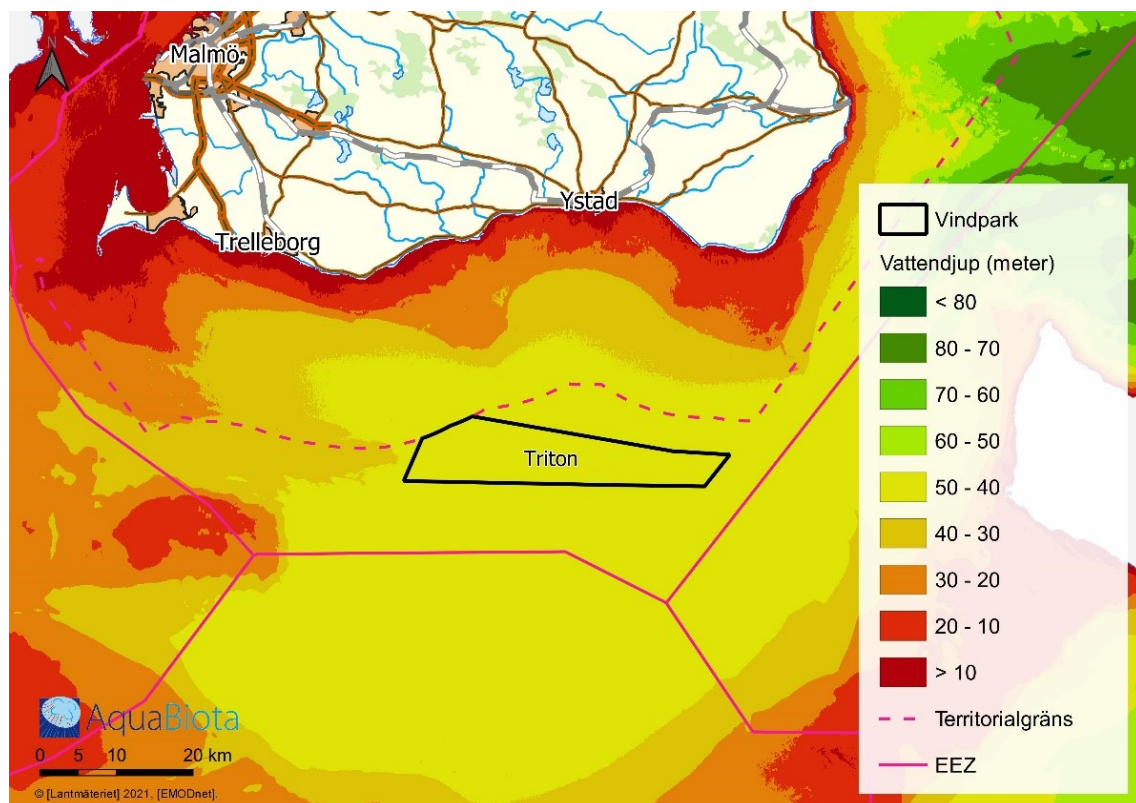
3.6.1. Vattendjup och bottenpografi

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 trösklarna 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.

Djupdata för vindparksområdet har hämtats från Emodnet med relativt låg upplösning (cirka 115x115 meter) samt från Sjöfartsverket med hög upplösning (cirka 2x2 meter). Genom att jämföra dataseten kan OX2 konstaterat att data från Emodnet ger en god indikation både av djupförhållandena samt topografin inom vindparken.

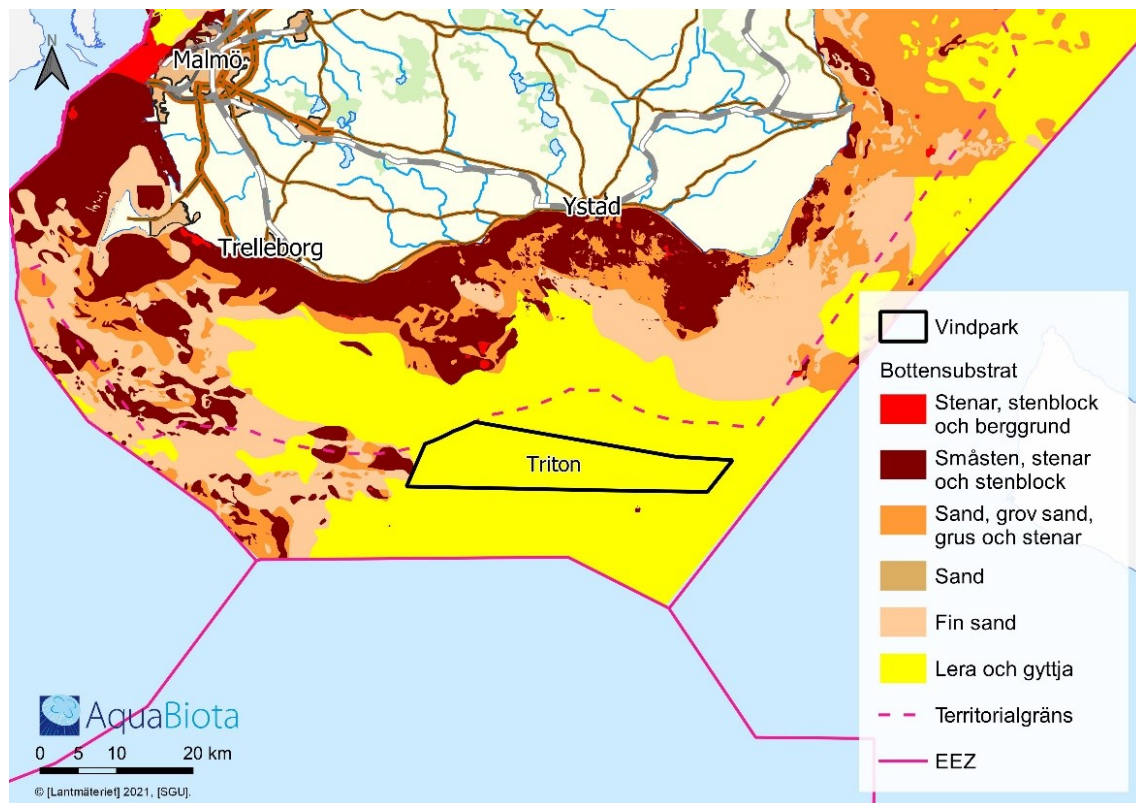
Havsbottnen inom vindparksområdet är förhållandevis jämn och plan och vattendjupet varierar mellan 43–47 meter, med ett medeldjup av 45 meter. Vattendjupet inom vindparksområdet ökar något i riktningen sydöst (i sydöst cirka 46 meter och i nordväst cirka 43 meter).



Figur 6. Karta över djupförhållandena i vindparken samt närområdet, där grön färg indikerar djupare områden. (Lantmäteriet, SGU). Kartan är framtagen av AquaBiota.

3.6.2. Bottensubstrat

För vindparksområdet har SGUs Maringeologikarta 1:100 000 använts för att beskriva bottensubstraten inom vindparken, se Figur 7. Området som omfattas av vindpark Triton består enligt SGUs Maringeologikarta 1:100 000 nästan uteslutande av mjuka bottnar med inslag av lera och gytta, 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 7. Karta över bottensubstrat för Triton, där mörkare färger indikerar hårdare substrat. (Lantmäteriet, SGU). Kartan är framtagen av AquaBiota.

3.6.3. 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 botten sedimentet kan frigöras och spridas i vattenkolumnen och till nya område i samband med den fysiska störningen (till exempel bottenrålning eller aktiviteter under anläggningsfasen) av havsbotten under anläggningsfasen. Mer om miljöföroreningar finns i avsnitt 7.2.1.

3.6.4. Geologi

Östersjön är ett innanhav på den euroasiatiska kontinentalsockeln och kontakt med världshaven sker enbart genom de danska sunden. I Östersjön är geodiversiteten hög, vilket innebär att berggrund, jordmån och geologiska processer och ytförhållanden 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 4. Analysen är baserad på de undersökningar SGU har låtit genomföra i området med 19 Sparker linjer och 17 Sleeve-gun 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 6 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 seismisk data och kommer att kartläggas före anläggningsfasen för att undvika olyckshändelser (Geo, 2020).

· Tabell 4. 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	-

3.7. Hydrografi och vindförhållanden

3.7.1. 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 (Bilaga B.13).

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 (Bilaga B.13).

3.7.2. 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 termoklin⁵ 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 PSU⁶ 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 ‰ (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).

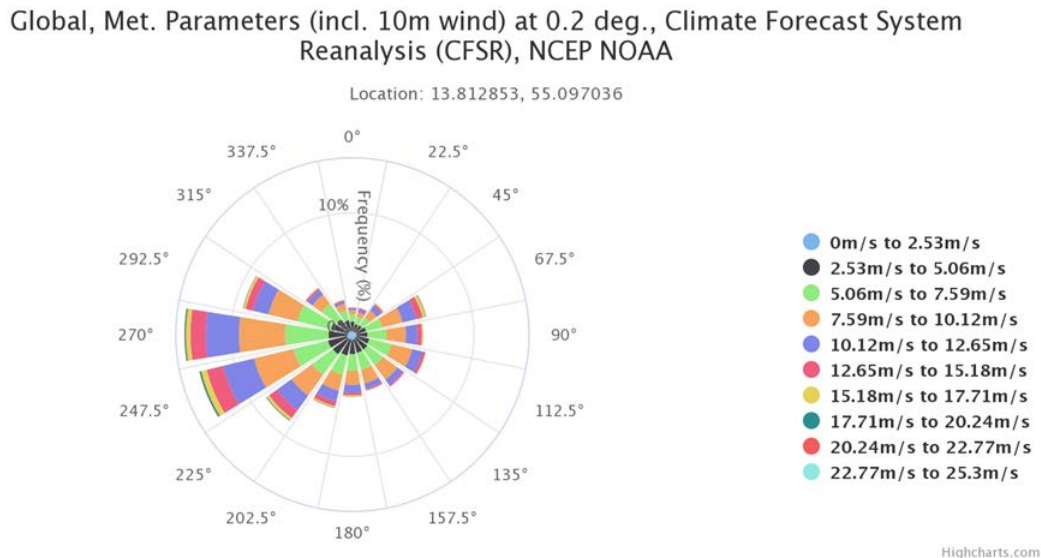
Syresättningen var även den likartad vid de två undersökningstillfällena. Ytvattnet hade en syremättnad på 7–8 ml/l medan djupvattnet hade en syremättnad på cirka 4–5 ml/l. Undersökningen påvisade inga syrefria bottnar. SMHI:s mätserier visar att syrehalten är som högst under de kalla månaderna februari–mars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

⁵ Skikt i hav eller sjö där temperatur ändras mycket snabbt inom ett litet djupintervall.

⁶ Practical Salinity Unit. En PSU motsvarar en promille (g/kg).

3.7.3. Vindförhållanden

I vindparken bedöms den genomsnittliga vindhastigheten uppgå till cirka 9,5 m/s, på 100 meters höjd över havet. Vindriktningen⁷ domineras av vindar från väst (ERA5, 2020), se Figur 8.



Figur 8. Vindros baserat på vinddata från 2000–2019 för området vid Triton (DHI, 2021).

3.8. Närliggande verksamhet

3.8.1. Närliggande vindparker och projekt

I området och i närheten av vindparken och Natura 2000-området Sydvästsånes utsjövatten, finns ett flertal vindkraftparker som är i drift, tillståndsgivna eller under utveckling (Figur 9 och Tabell 5). Utav dessa är idag fem vindparker i drift; danska Kriegers flak, EnBW Baltic 1, Wikinger, Arkona och Baltic 2 (Figur 9, Tabell 5). Den vindpark i drift som är belägen närmst Triton Vindpark är danska Kriegers flak, som ligger inom danskt vatten och delvis direkt angränsar till Sydvästsånes utsjövatten och består av 72 vindkraftverk. Baltic 2 är belägen 17 kilometer söder om Sydvästsånes utsjövatten och består av 88 vindkraftverk. Wikinger är belägen cirka 27 kilometer sydost om Natura 2000-området och består av 50 vindkraftverk. Arkona 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.

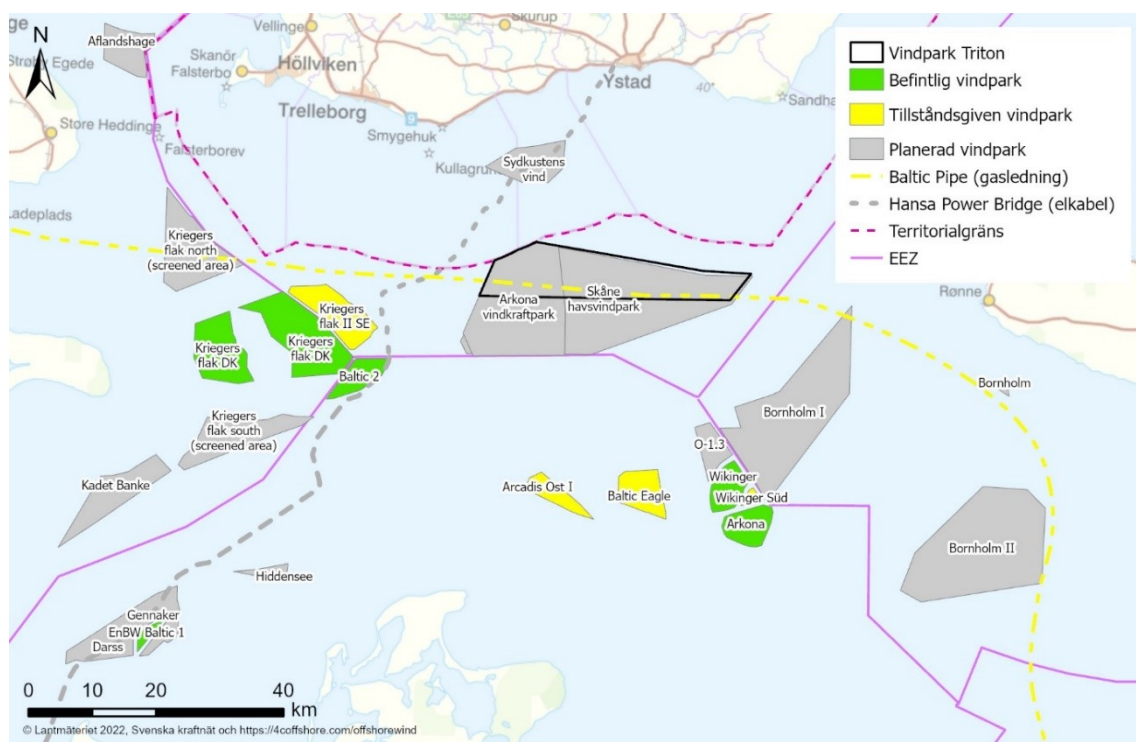
Vidare finns fyra tillståndsgivna parker i närområdet; Kriegers flak II, Baltic Eagle, Gennaker och Arkadis Ost I, varav en liten del av Kriegers flak II är beläget inom Natura 2000-området Sydvästsånes utsjövatten (Figur 9, Tabell 5). Infrastrukturprojekten Baltic Pipe och Hansa PowerBridge berör delvis också Triton vindpark. Baltic Pipe är tillståndsgivet, förlagd och driftsätts år 2022. För Hansa PowerBridge är tillståndsansökan inskickad och den planerade byggstarten är år 2024.

⁷ Vindriktningen anges varifrån vinden blåser.

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 5. 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 5 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 Offshore som också delvis upptar samma område som vindpark Triton. Samråd för Arkona vindkraftpark sker under vintern år 2021/2022.

Se Figur 9 för lokalisering av de planerade vindparkerna och Tabell 5 för avstånd till närliggande vindparker och projekt.



Figur 9. Vindparker och andra anläggningar i området. (Källa: Lantmäteriet, Naturvårdsverket, Svenska kraftnät, Länsstyrelsen och <https://www.4coffshore.com/offshorewind/>).

· Tabell 5. Närliggande vindparker och verksamheter.

Vindpark/verksamhet	Projektets status	Avstånd till Triton (kilometer)	Byggår
Aflandshage, Danmark	Under utveckling	61	2025
Arcadis Ost I, Tyskland	Tillståndsgivet	27	2025
Arkona, Tyskland	I drift sedan 2019	34	2019
Arkona vindkraftpark, Sverige	Under utveckling	0	2025–2027
Baltic Eagle, Tyskland	Tillståndsgivet	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	
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	
O-1.3, Tyskland	Under auktion	19	2026
Skåne havsvindpark, Sverige	Under utveckling	0	2029
Sydskens vind, Sverige	Under utveckling	10	2025
Wikinger Süd, Tyskland	Upphandling klar	31	2025
Wikinger, Tyskland	I drift sedan 2018	27	2018

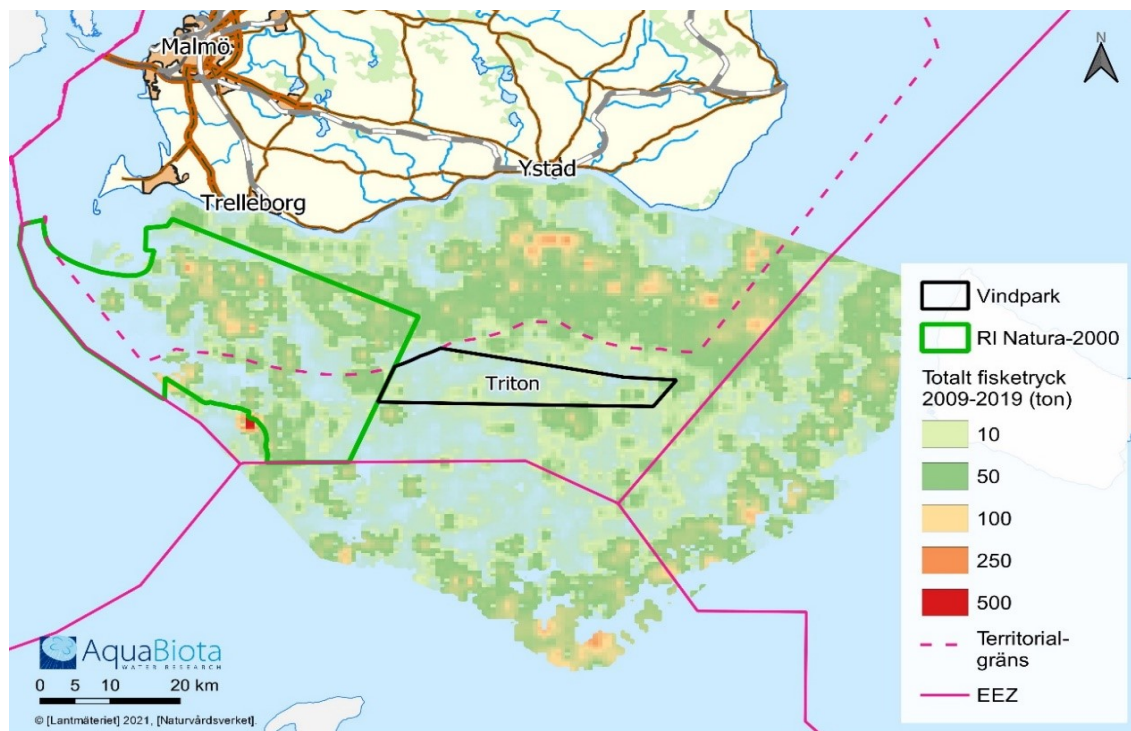
3.8.2. Fiske

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.

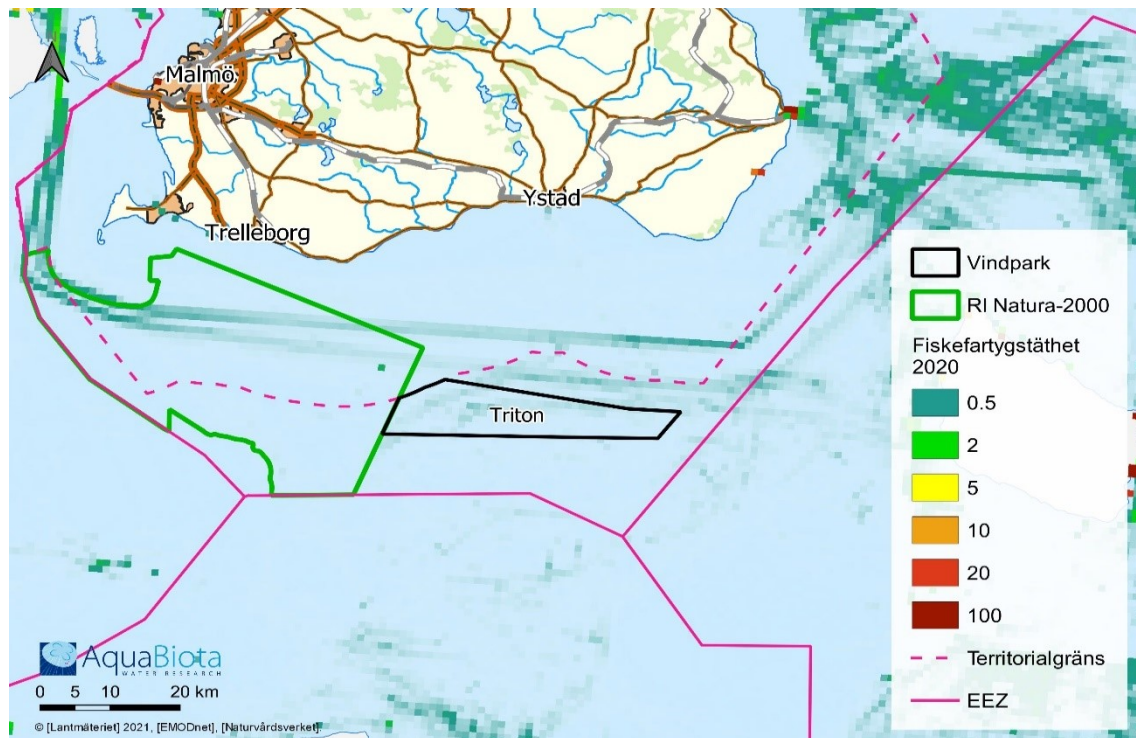
Enligt landningsdata som rapporterats in till Internationella Havsforskningsrådet (ICES, 2018) bedrivs fisket omkring och i Tritons vindpark av svenska, tyska, polska och danska fiskare. Havs- och vattenmyndighetens kommersiella fångstdata samt ICES landningsdata visar att det har bedrivits mycket fiske i både Natura 2000-området Sydvästkånes 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 torsk⁸ ser fiskeintensiteten ut vara jämnt fördelad över hela ICES delområdet 27.3.D.24. Sedan år 2019 är riktat fiske efter det östra 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

⁸ 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).

fiskebåtar som är längre än tolv meter. Det totala fisketrycket från det svenska fisket illustreras i Figur 10. AIS-data (Automatic Identification System) på fartygstäthet under år 2020 från alla europeiska fiskefartyg redovisas i Figur 11.



Figur 10. 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.

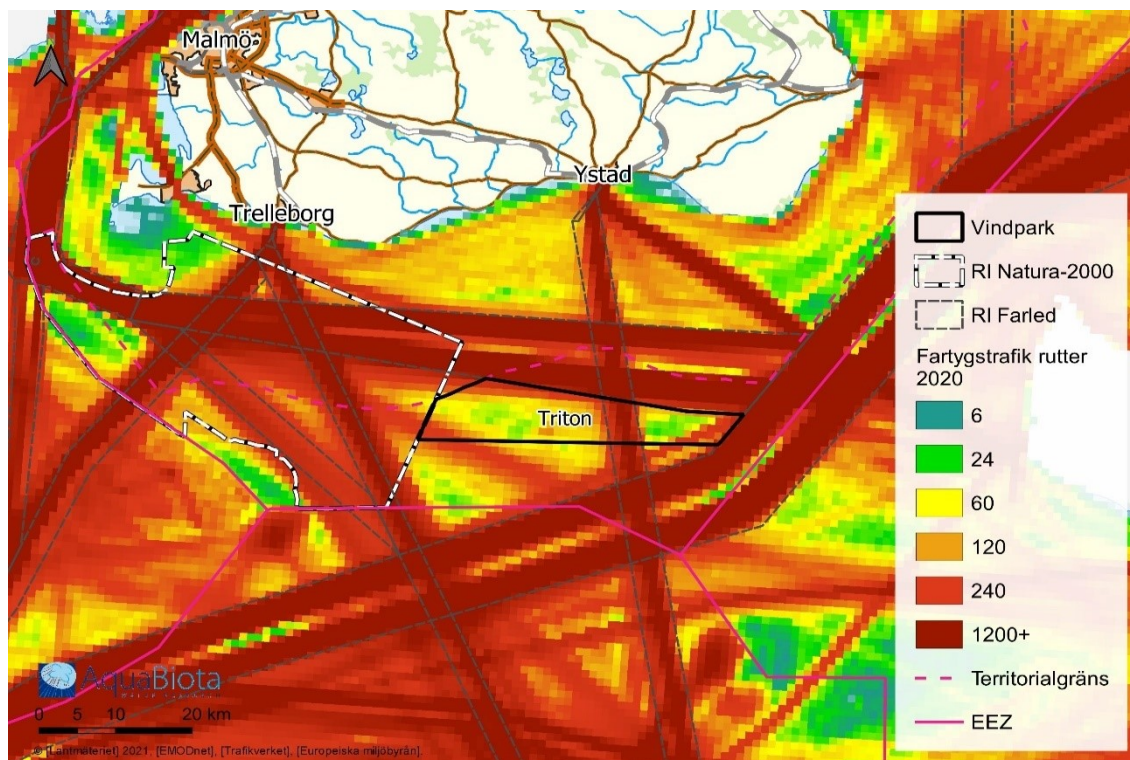


Figur 11. AIS-data på fartygstäthet under 2020 från alla europeiska fiskefartyg i timmar per 1x1 ruta per månad.

3.8.3. 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 sjöfartsrutten 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 12). 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 area⁹. Den intensiva sjöfarten i området innebär att ljud och rörelse från fartygstrafik förekommer i stor utsträckning.

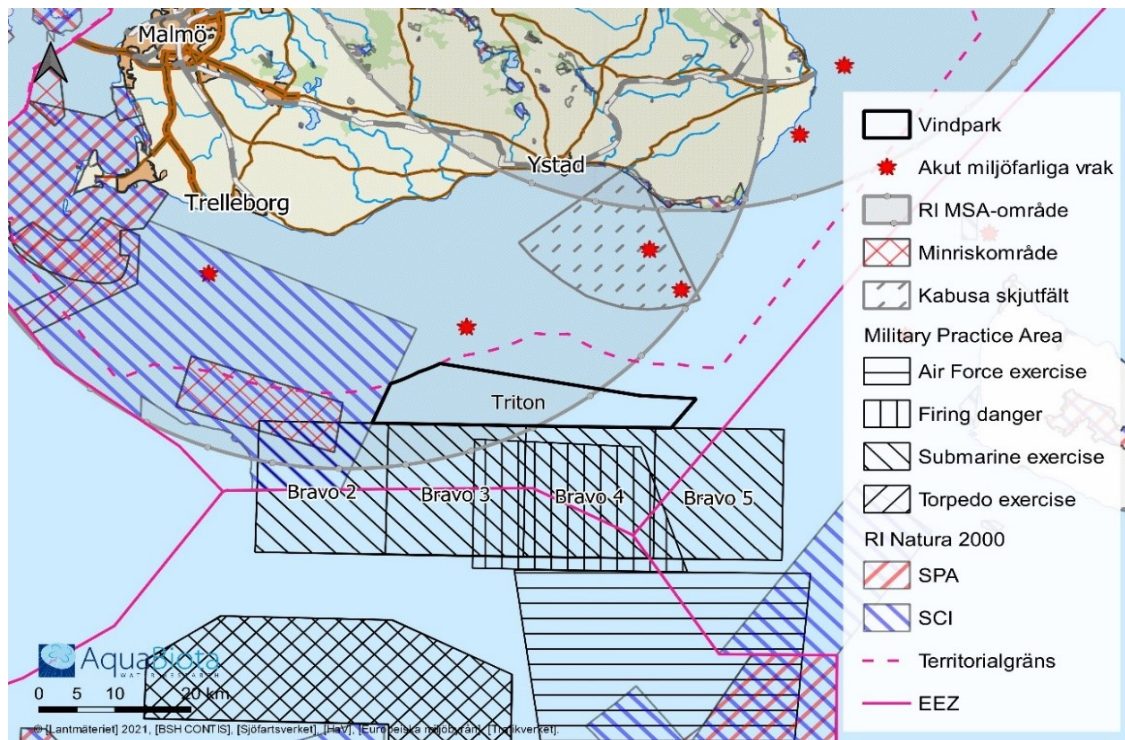
⁹ Ett område inom definierade gränser där fartyg måste navigera med särskild försiktighet och inom vilket trafikriktningen kan rekommenderas.



Figur 12. AIS-data över antal rutter/passager per km² under 2020, samt fartygsstråk i vindparkens närhet.

3.8.4. Militära övningsområden

Vindpark Triton berör inte några av Försvarsmaktens militära områden som redovisas öppet, däremot angränsar vindparkens södra del med ett område som nyttjas av NATO för militära övningar, se Figur 13.



Figur 13. NATO sjöövningssområde (BSH CONTIS), civilflygplatsers MSA-områden och akut miljöfarliga vrak.

3.8.5. Miljöfarliga objekt och dumpningsområden

Det finns ett flertal akut miljöfarliga vrak¹⁰ 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. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till den tekniska beskrivningen som ligger som Bilaga C till Ansökan.

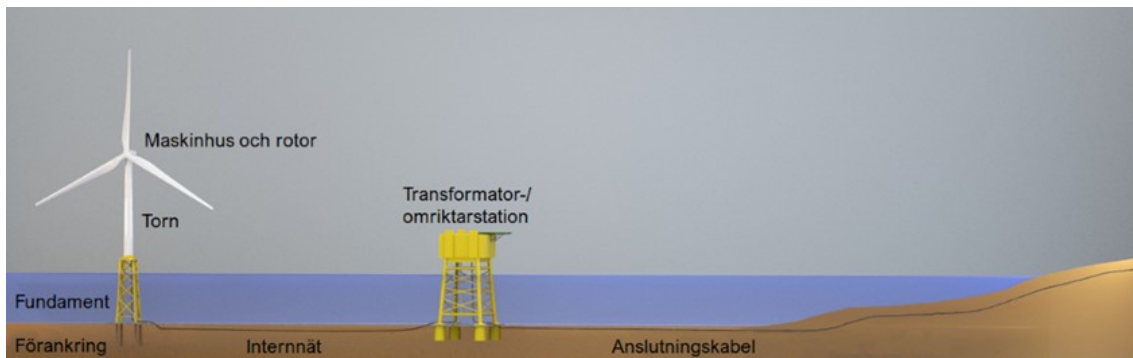
Inom vindkraftsindustrin sker en snabb och kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Detaljutformning av vindparken, inklusive slutligt fastställt placering av vindkraftverken, val av fundament och installationstekniker, kommer 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 14. Runt fundamenten anläggs

¹⁰ 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 14. 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

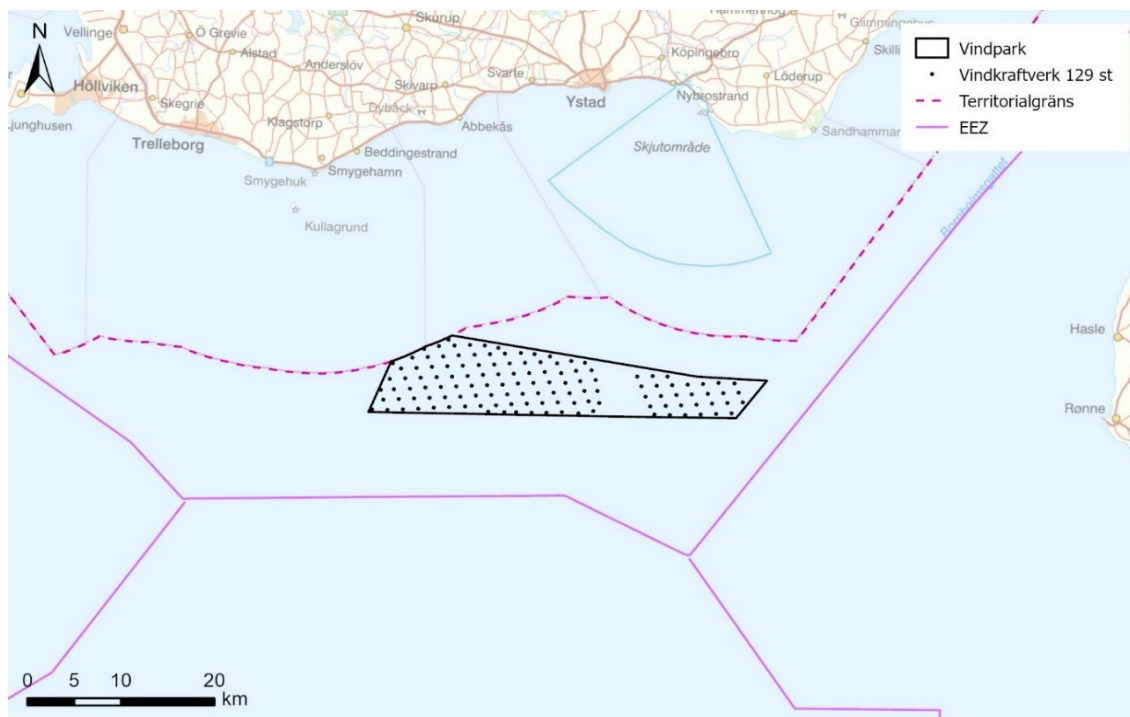
4.2. Parkutformning

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

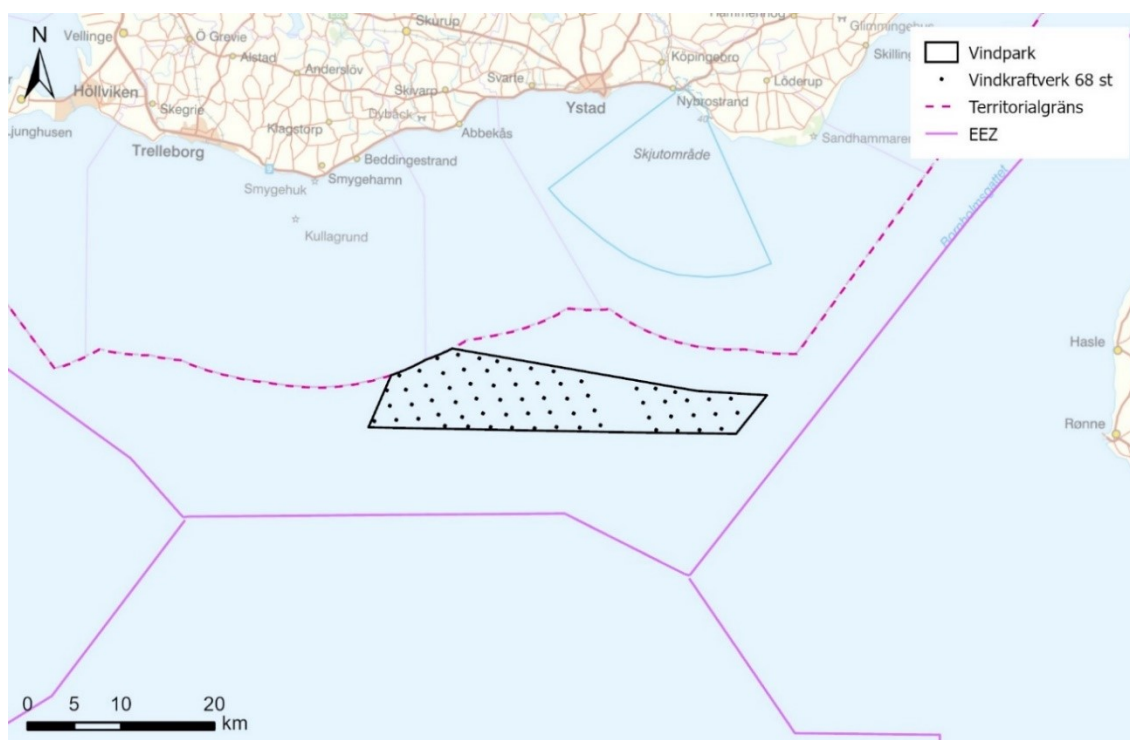
Vindparkens slutliga utformning kommer bland annat att bestämmas utifrån:

- 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
- Miljömässiga begränsningar kopplat till exempelvis naturvärden, ljud och sedimentspridning

Vindkraftverk av olika storlek ger olika antal och olika utformning av en vindparks layout. I Figur 15 och Figur 16 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 6 redovisas grundläggande uppgifter för de två olika exemplen.



Figur 15. 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 16. 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 6. 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-Swinoujście)
Vattendjup	43–47 meter
Uppskattad total installerad effekt	1700–1900 MW
Uppskattad årlig elproduktion	7,5 TWh

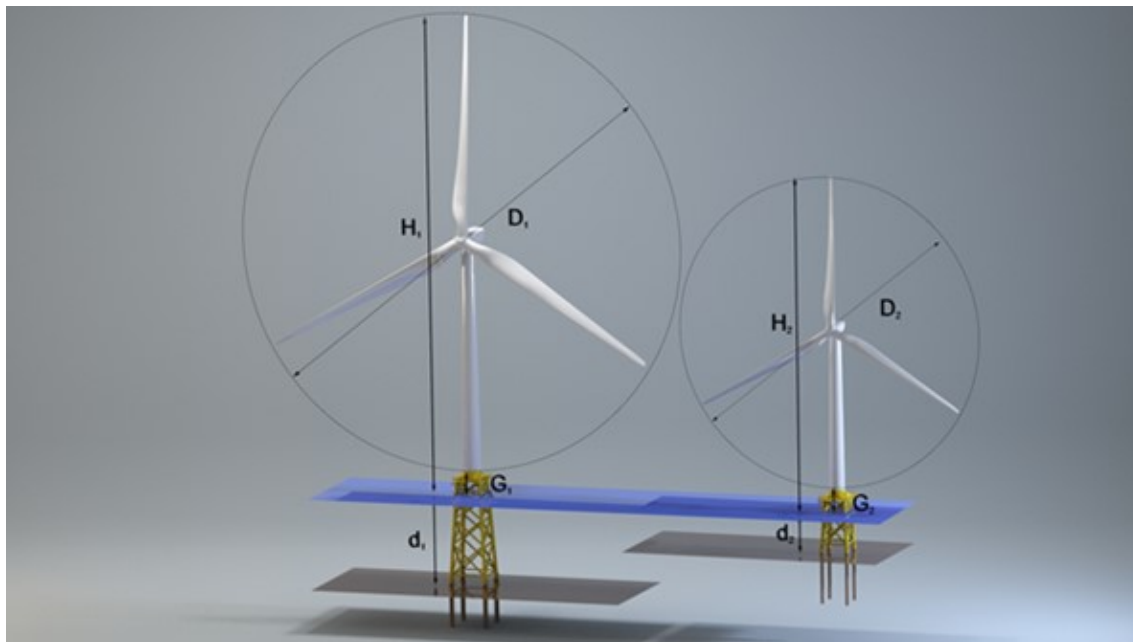
4.3. Beskrivning av verksamhetens komponenter

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 17). 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 17 och Tabell 7. I exemplen har vindkraftverken en effekt på 25 MW respektive 15 MW.



Figur 17. 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 7. 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

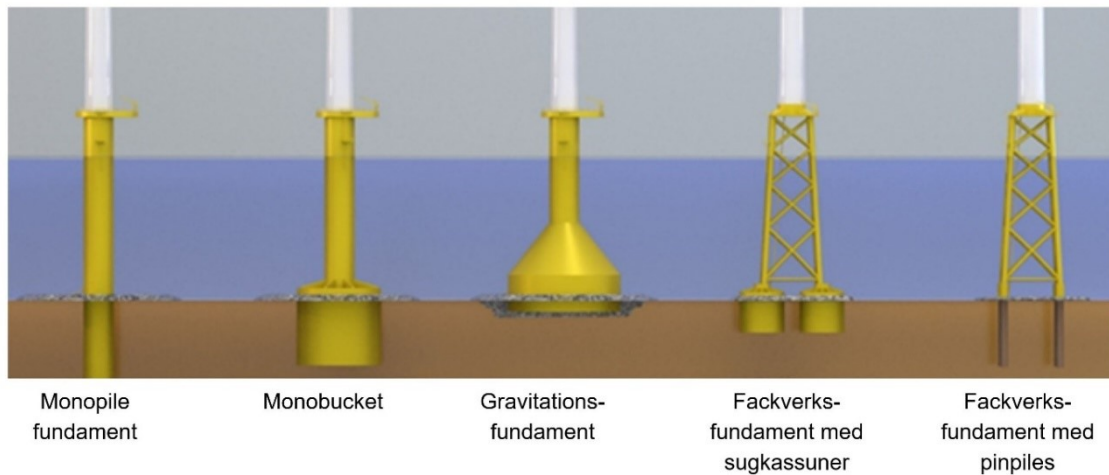
4.3.2. Fundament

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. Anläggningsmetoder samt egenskaper för de olika fundamenten, vilken area de upptar med mera finns beskrivna i Tabell 3 i Bilaga C. De vanligaste typerna av bottenfasta fundament är:

- Monopile – en stålcylander, oftast nedslagen
- Monobucket – en monopile med *suction bucket* (en stålcylander 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 stålplålar som slås ner i havsbotten.

Exempel på de olika fundamentstyperna illustreras i Figur 18.



Figur 18. Exempel på olika fundamentstyper, OX2 AB, 2021.

Bottenförhållandena i Triton är homogena och utgörs uteslutande av mjuka ytsubstrat som post-glacial lera, lergyttja och gyttjelera. Även djupförhållandena är likartade inom området och varierar endast mellan 43 och 47 meter, med ett medeldjup om 45 meter.

Utifrån de geologiska förhållandena på platsen 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 botten substrat 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 mer detaljerad beskrivning av respektive bottenfasta fundament hänvisas till kapitel 4 i Bilaga C till Ansökan.

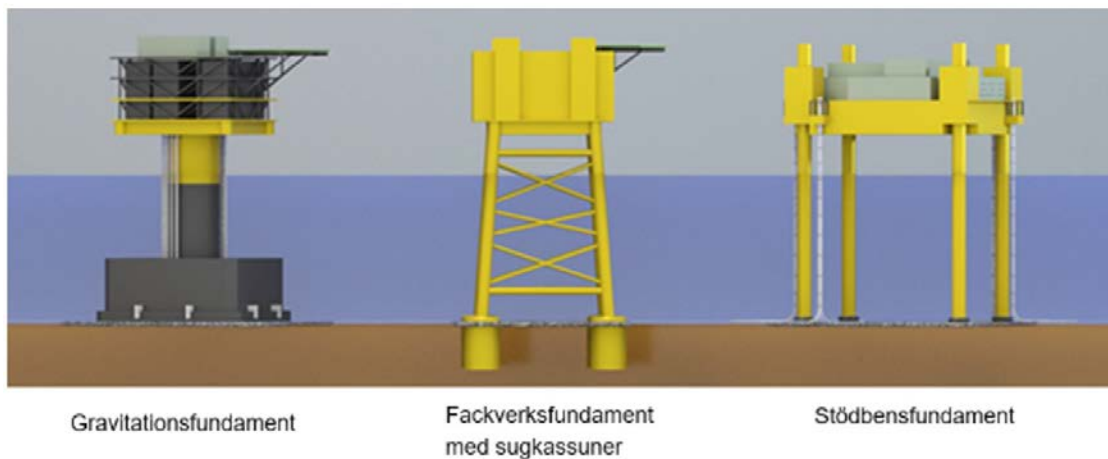
För jämförelse mellan olika fundamentstyper och dess miljöpåverkan se kapitel 10. För beskrivning av vilka fundament som använts som underlag för bedömningar i MKB och bilagor se Bilaga C till ansökan.

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. En omriktarstation kan placeras på en separat plattform.

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 19 visas några exempel på hur plattformen och fundament kan vara utformade. Det kan finnas landningsplats för helikopter.



Figur 19. Exempel på fundament och utformning av havsbaserade transformatorstationer/plattformar, OX2 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.

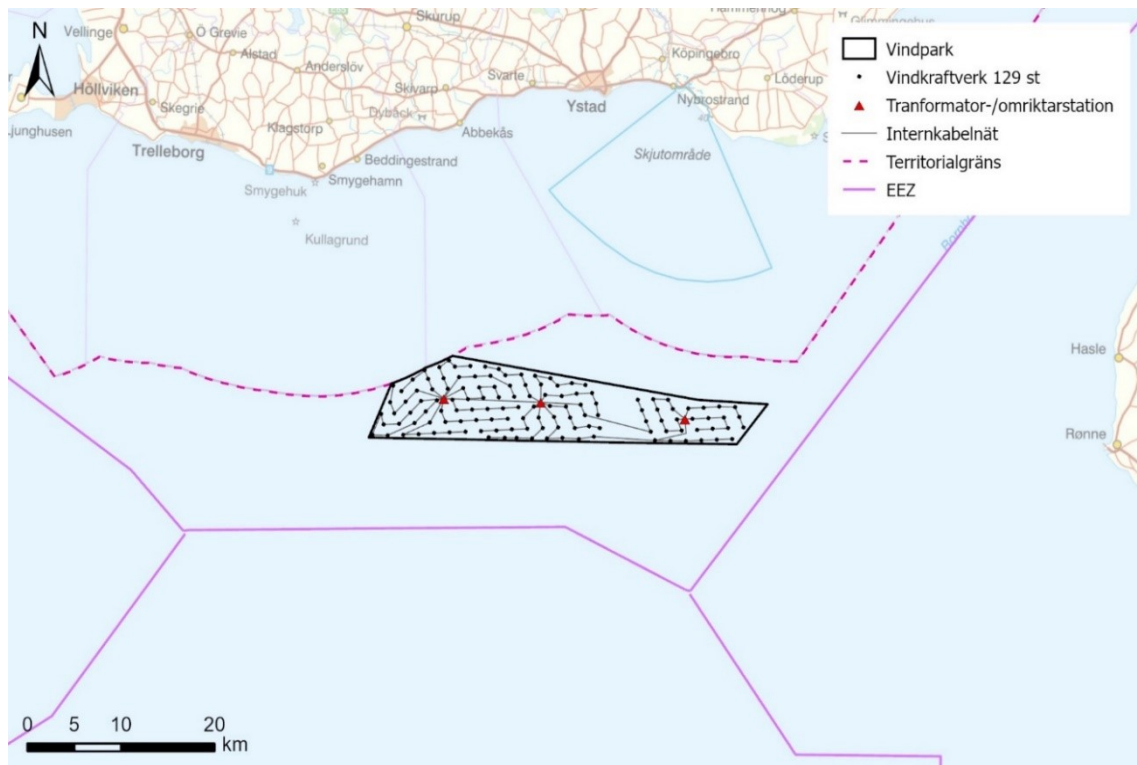
Omriktarstationen används vid likströmsöverföring och liknar till utformningen en transformatorstation. Omriktarstationen konverterar växelströmmen som generas vid vindkraftverken till likström. En omriktarstation kan användas ensam eller i kombination med transformatorstationer.

4.3.4. Internt kabelnät

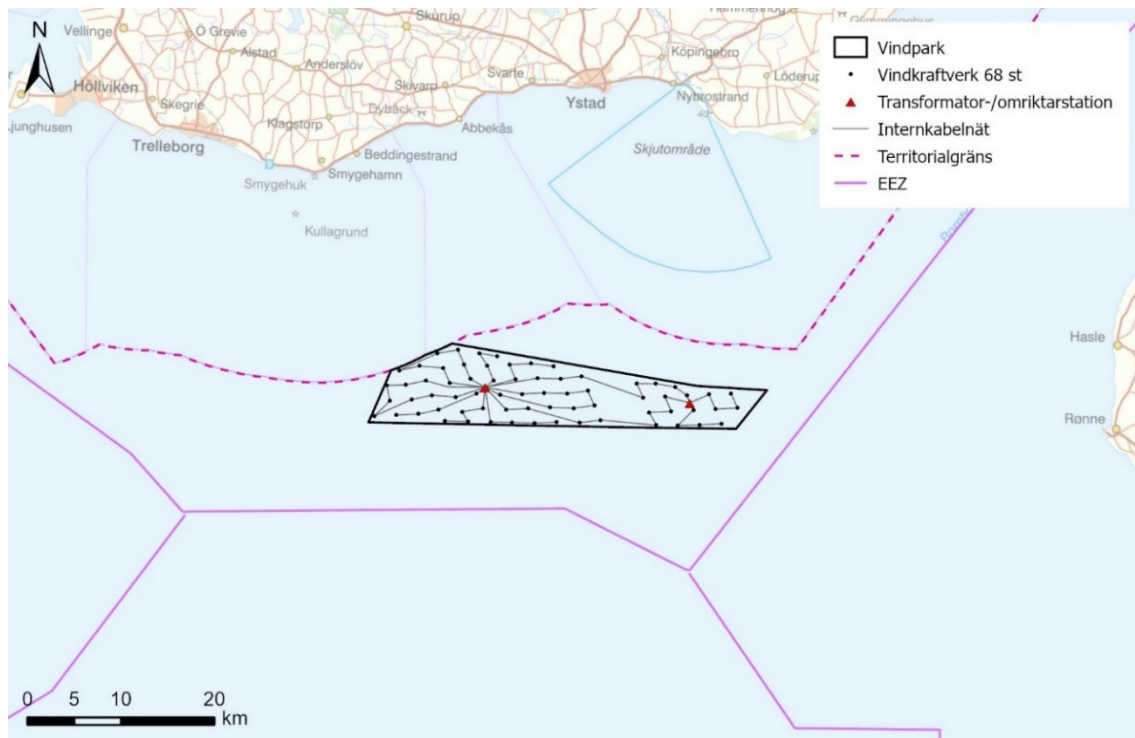
Det interna kabelnätet utgör förbindelsen mellan vindkraftverken och de havsbaserade transformatorstationerna genom att sammankoppla enstaka vindkraftverk i grupper (radialer) som sedan kopplas till transformatorstationen.

Den sammanlagda längden på det interna kabelnätet beror på vindkraftverkens spänningsnivå, effekt och antal. Även andra faktorer, som till exempel bottenens 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 internnätsskablar 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 20 och Figur 21 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.



Figur 20. Exempel på internkabelnät inom vindparken med 129 stycken vindkraftverk. (Källa: Lantmäteriet)



Figur 21. Exempel på internkabelnät inom vindparken med 68 stycken vindkraftverk. (Källa: Lantmäteriet).

4.3.5. Anslutningskablar

Anslutningskablar ingår inte i den sökta verksamheten utan kommer att prövas i en separat process när anslutningspunkt valts. Kablarna utgör dock en följdverksamhet till vindparken och beskrivs i kapitel 8.

När elektriciteten transformerats och eventuellt omriktats överförs denna via en eller flera anslutningskablar till en anslutningspunkt på land. Kablarnas antal och utformning beror bland annat på vilken teknologi (HVAC–High Voltage Alternating Current, högspänd växelström eller HVDC–High Voltage Direct Current, högspänd likström) som används samt spänningsnivå.

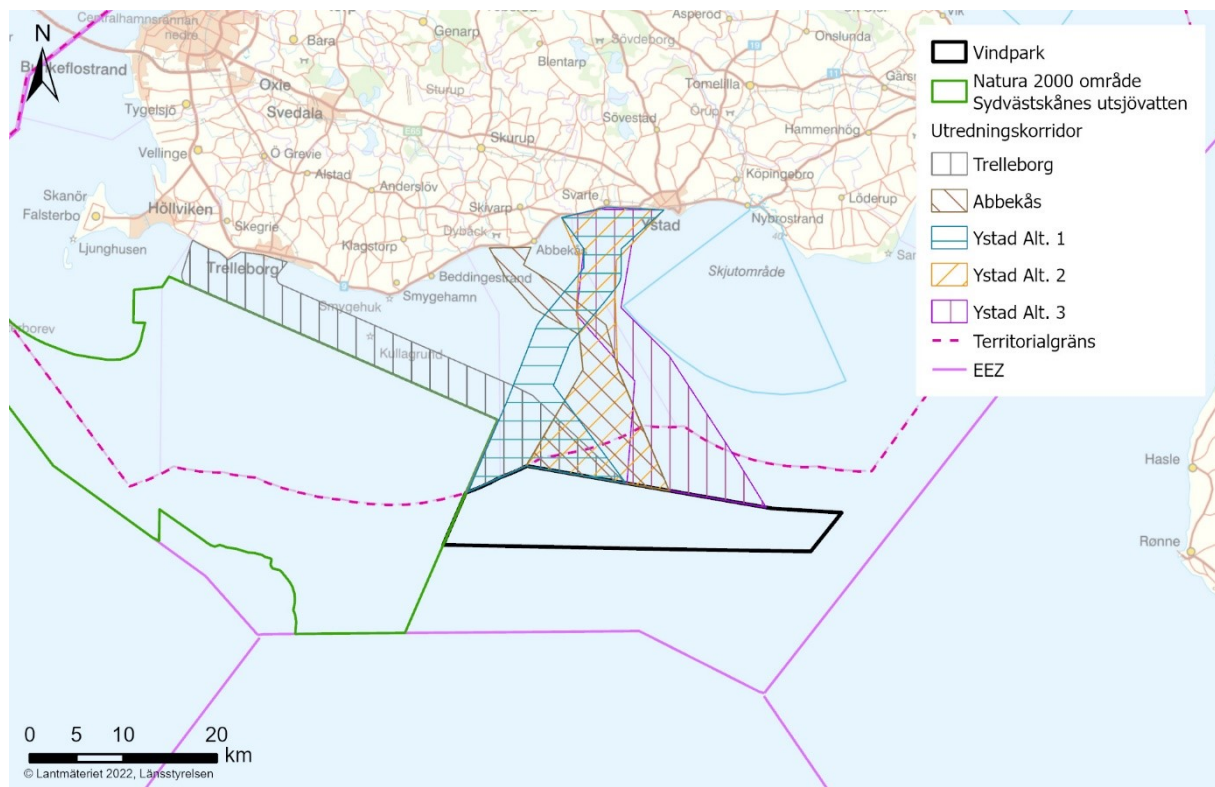
Antalet kabelförband för vindpark Triton kommer att bestämmas utifrån vindparkens slutgiltiga kapacitet och med vilken spänningsnivå som elektriciteten kan överföras samt om överföringen sker med likström eller växelström. Utredningskorridorer för Triton visas i Figur 22.

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 mm² 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 mm² 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. Anslutningskablar position förs in på sjökort och märks ut genom skyltning vid landfästet.



Figur 22. Utredningskorridorer för anslutningskablar, vid slutet av korridoren fortsätter kabeln på land. (Källa: Lantmäteriet och Naturvårdsverket).

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 23. 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 meteorologi. 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, sidosökande sonarer), multibeam echo sounder (MBES, multi-stråle ekolod som karterar havsbotten) och seismiska undersökningar (2D, 3D).
- Geotekniska undersökningar som innefattar geotekniska borrhningar och sedimentundersökningar (genom till exempel spetsstryckssondering 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 platsen.
- 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 SEZ/KSL-MKB. För närmare beskrivning av undersökningar som kan bli aktuella, se Bilaga C till Ansökan.

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 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 göras resor till en eller flera slutmonterings- eller tillverkningshamnar. En Guard vessel kommer användas under anläggningsfasen för bevakning, tur- och returrenor till hamnar.

För en mer detaljerad beskrivning av anläggningsfasen hänvisas till Bilaga C till ansökan.

Förslag till skyddsåtgärder

Under anläggningsfasen föreslås ett antal skyddsåtgärder, bland annat för de undersökningar som behöver vidtas och vid installationen av fundament. I kapitel 11 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 yttligare karaktär och i begränsad eller lokal omfattning.

4.4.3. Avvecklingsfas

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.

Metoden för avveckling kommer att ske enligt praxis och den lagstiftningen som gäller vid tiden för avveckling. Eftersom tekniken och kunskapsläget förändras snabbt (och livslängden för en vindkraftpark förväntas vara 40 till 45 år) är det dock osäkert exakt hur avvecklingen kommer att ske och exakt vilka delar som kommer att monteras ned i slutänden. I takt med ökad erfarenhet och kunskapsläge gällande avveckling av havsbaserade vindparker förväntas marknaden mogna och utvecklas. Detta kan till exempel leda till att nya och mer effektiva och ändamålsenliga fartyg kan finnas på marknaden eller bättre möjligheter att återvinna material, se vidare i Bilaga C.

4.5. Preliminär installationsplan

En övergripande tidplan som beskriver principerna för anläggningsarbetarna för vindparken visas i Tabell 8. 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. 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 8. Preliminär installationsplan för Triton.

	År 1	År 2	År 3	År 4
Transformatorstation land				
Anslutningskabel land				
Transformatorstation hav				
Anslutningskabel havs				
Fundament vindpark				
Internt kabelnät				
Vindkraftverk				

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 9.

· Tabell 9. 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	CTD-mätningar	Aquabiota
Fågelinventering	Mars samt april 2021	Flyginventering, observationer	Ottvall Consulting
Inventering av tumlare	Juni 2021-pågående	Akustiska tumlardektorer, F-pods	Aquabiota
Inventering av marina däggdjur och fisk	Juni samt augusti 2021	eDNA-inventering	Aquabiota
Modellering av bottenfauna	Oktober 2021	Modellering	Aquabiota
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 se vidare Bilaga B.1-B.17.

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 provningen, för följdverksamhet görs konsekvensbedömningen mer översiktligt.

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

- **Känslighet** – 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 10. 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 11.

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

· Tabell 11. 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 12 redovisas den samlade skalan för känslighet/värde samt påverkan och vilken konsekvens som utfaller.

· Tabell 12. 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, militära intressen samt radio- och telekommunikation.

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). Vindkraftverkens effekt är inte styrande men används för att få en realistisk storlek på framtida vindkraftverk, Figur 15 och Figur 16.

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 byggs 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 13. 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: ○ Initialt har förutsättningen för bedömningarna av ljudutbredning vid pålning av monopiles varit användande av enkel bubbelgardin som ljuddämpande åtgärd samt mjuk uppstart. ○ 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: ○ 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. ○ Sediment släpps ut två meter under havsytan och mäts som ett medelvärde av de tio översta meterna av vattenskolumnen, samt de tio nedersta meterna, för bedömning av påverkan på fisk och larver • Vid nedläggning av kablar utgår bedömningar från att kablarna spolplas ner i havsbotten, då denna metod orsakar större sedimentspridning än andra metoder.	Bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur
Miljögifter/ Föroreningspridning, se avsnitt 6.3	Se "Sedimentspridning". Vidare är antagandet att alla föroreningar som kan lösa sig i vatten också gördet.	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	Bottenflora och bottenfauna

	- transformatorstationer på jacket-fundament - internkabelnät - temporär påverkan av jack-up fartyg (stödbensfartyg)	
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 . Magnetfältet avtar sedan snabbt åt sidan och cirka fyra meter från centrumlinjen är magnetfältet under 1 μT (se även bilaga C till Ansökan). 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 förläggingsdjup 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 - påverkansradie om 50 meter från vindkraftverket - 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 11 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 11.

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 3.8.

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, se Bilaga B.1-B.18, redovisas mer specifik information kring antaganden i underlag och bedömningar.

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.

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 beteendepåverkan¹¹ 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 14, Tabell 15 och Tabell 16.

¹¹ Beteendepåverkan kan också ske i naturliga förhållanden som till exempel vid en rovdjursattack.

- Tabell 14. 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
Undvikande beteende	100 dB re 1µPa (SPLRMS-fast)
Tillfällig hörselnedsättning, TTS	140 dB re 1µPa2s (SELcum)
Permanent hörselnedsättning, PTS	155 dB re 1µPa2s (SELcum)

- Tabell 15. Viktade gränsvärden för ljudnivåer som kan ge upphov till TTS och PTS för säl (knubbsäl och gråsal), från Tougaard m.fl. 2015, 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 16. Öviktade 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 (Bilaga B.12.A-12.C) utifrån kunskap om platsspecifika miljöförhållanden (exempelvis batymetri och botten 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 botten sediment. En punkt är placerad i det sydvästra hörnet av vindparken, intill Natura 2000-område Sydvestskånes 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 borrar 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 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 (Bilaga B.11). Sedimentspridningsberäkningar har också utgått från ett worst case, med en monopile som förankras ned till djup om 50–65 meter samt att ett stort antal fundament behöver borraras. 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. 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. 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 (2019:25).

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, 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 kvadratkilometer (cirka 1,5 %) av vindparkens totala yta om 250 kvadratkilometer.

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, Bilaga B.13. Bedömning och resonemang om hydrografiska förändringar, fysisk påverkan på botten samt påverkan på relevanta aspekter beskrivs i kapitel 7. Fysisk påverkan på botten kan även få konsekvenser för marin arkeologiska objekt, vilket beskrivs i kapitel 7.9.

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 hårbottensytor i form av fundament i ett område som naturligt utgörs av mjukbottenar. Sådana strukturer är väl kända för att attrahera många vattenlevande djur. I södra Östersjön domineras hårbottensytor bland annat av blåmusslor och havstulpaner, tillsammans med associerade organismer, som till exempel märkräkor 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.

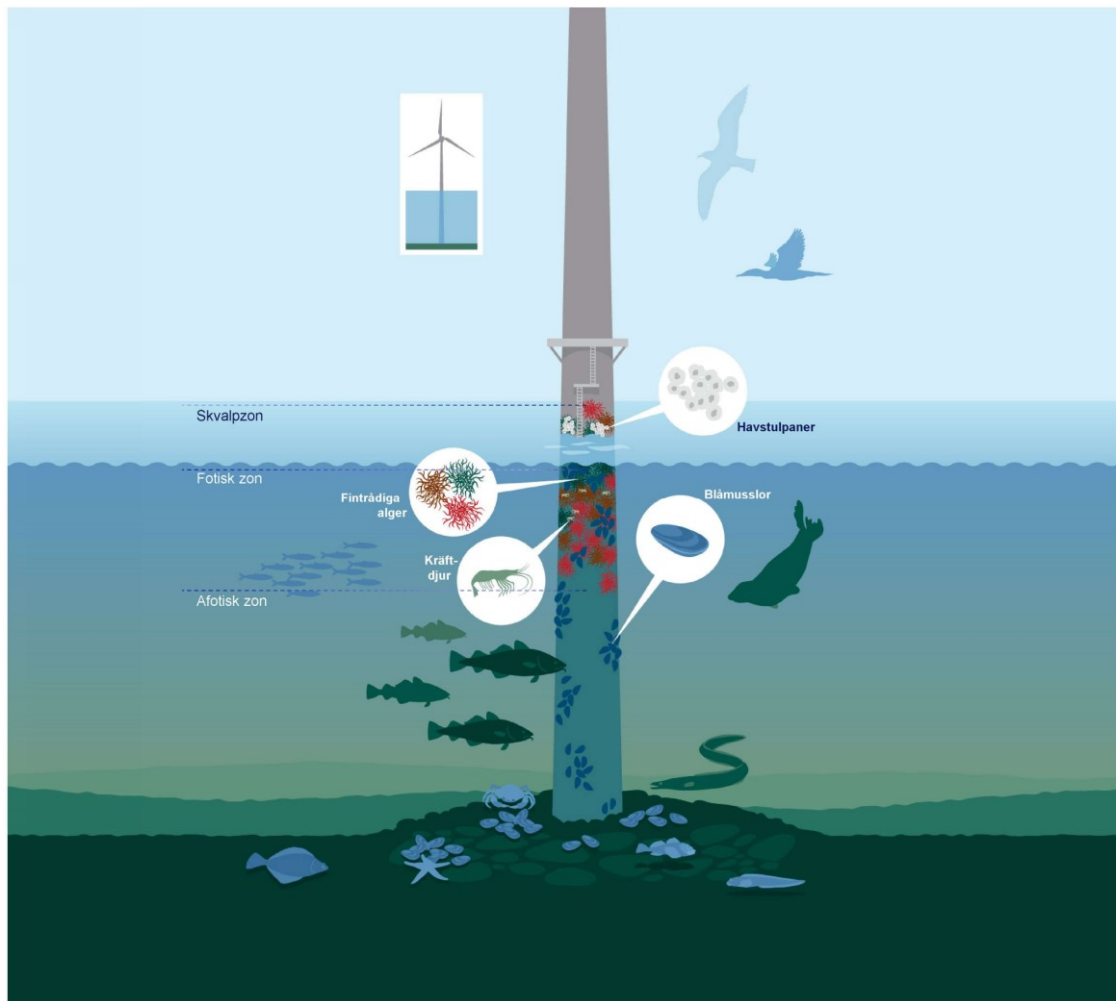
6.6. Reveffekt

Etableringen av vindkraftverk inom vindparkområdet innebär att artificiella rev bildas som en följd av att fundament tillför en hårbottenmiljö. 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 fundamentets 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 hårbottenmiljöerna 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 24 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 24. 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 och i kapitel 8 för anslutningskablar (följdverksamhet).

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, framförallt 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 vindkraftparker (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 ianspråktaga 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.

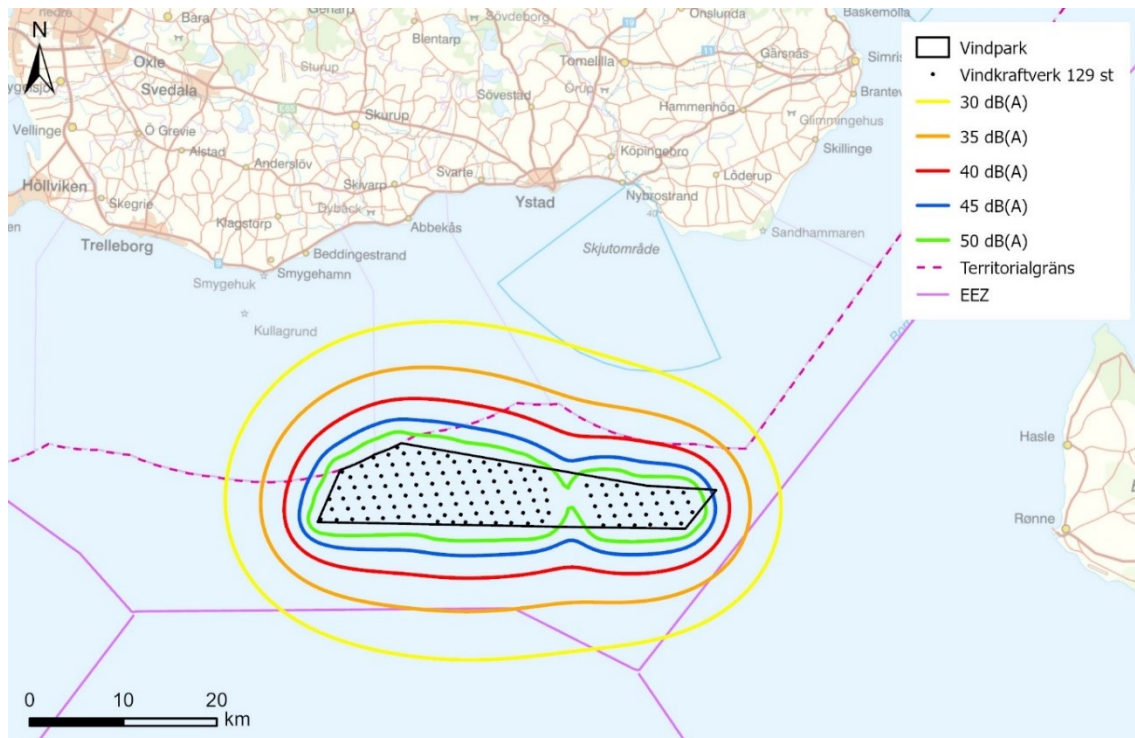
6.11. Luftburet ljud

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 (källljud). Ljudspridningen från olika vindkraftverk och leverantörer är således inte samma vid samma vindhastighet.

Ljudnivån avtar med avståndet från vindkraftverken. Ljudets hörbarhet och utbredningsförmåga beror på meteorologiska förhållanden, främst vindhastighet, fuktighet och lufttemperatur. Dessutom påverkas ljudutbredningen av markens egenskaper i form av markdämpning. Vatten är akustiskt 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. 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. I Figur 25 nedan visar resultaten från ljudberäkningarna.



Figur 25. Resultat ljudutbredningar i WindPro för exempellayout för Triton. (Källa: Lantmäteriet)

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 (Bilaga B.16). Påverkan på boende och friluftsliv av luftburet ljud beskrivs därför inte vidare i denna MKB.

Konsekvenser för marina däggdjur till följd av luftburet ljud bedöms i kapitel 7.

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.

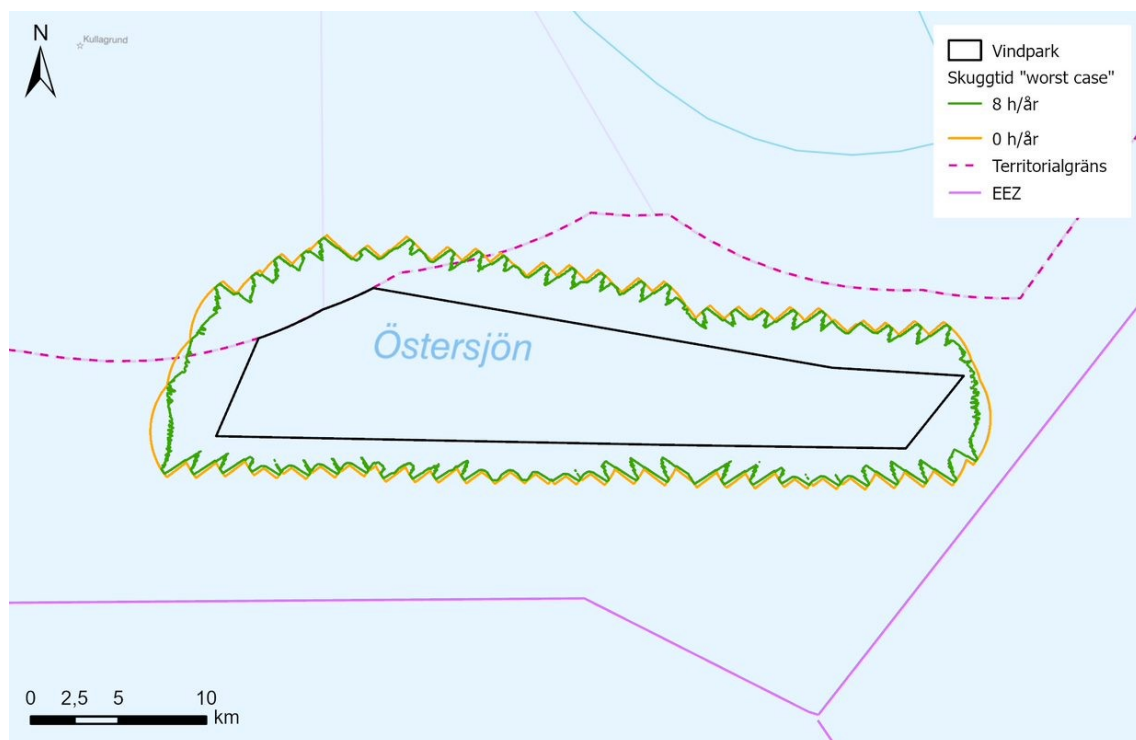
Skuggor kan tränga ner i vattnet men det begränsade siktdjupet innebär att skuggorna inte når djupare vatten.

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. (Källa: Lantmäteriet)

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 vindkraftparken, 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 7.11.

7. Effekter och konsekvenser

7.1. Klimatnytta och klimatpåverkan

Samlad konsekvensbedömning

Vindkraft är bland de kraftslag som har lägst växthusgasutsläpp. Större vindkraftverk (högre installerad effekt) är mer effektiva ur detta perspektiv än mindre vindkraftverk.

Energi används när vindkraftverk tillverkas, vid utvinning av metaller och material, installation, transport, nedmontering och avfallshantering/återvinning. Den mängd energi som används vid dessa processer brukar jämföras med hur mycket elektricitet som produceras under vindkraftverkens livslängd. Beroende på antaganden i olika studier beräknas det för havsbaserade vindkraftverk ta mellan cirka 5–11 månader att producera den mängd elektricitet som motsvarar energin som använts vid tillverkning, uppförande, drift och nedmontering av vindkraftverket. Däremot blir vindkraftverken alltmer större och effektiva och för vindpark Triton kan återbetalningstiden förväntas bli ännu kortare.

För vindpark Triton som förväntas ha en livslängd på 40–45 år, innebär det att vindkraftverken kommer att producera cirka 60 gånger mer el under den planerade driftperioden än vad som motsvarar insatsenergin.

En vindpark som Triton kan bidra till att Sverige kan uppnå sina klimatmål, det nationella behovet av havsbaserad vindkraft och riksdagens mål om helt förnybar elproduktion år 2040. Vindpark Triton kan även bidra avsevärt till Skånes utbyggnadsbehov och förse länet med totalt omkring 7,5 TWh elproduktion om året. Vindpark Tritons förväntade årsproduktion på 7,5 TWh skulle med 2020 års siffror motsvara cirka 5 % och höja den totala elproduktionen i Sverige från vindkraft från 17 till 22 %. Vindpark Triton bedöms sammantaget medföra mycket stora positiva konsekvenser med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reduktion av växthusgasutsläpp.

7.1.1. Förutsättningar

Structor Miljöpartner har på uppdrag av OX2 gjort en utredning och en sammanställning av klimatiforskning, klimatpolitik och livscykelanalyser av olika energislag, samt beräkningar av växthusgasutsläpp och klimatnytta med vindpark Triton, se Bilaga B.1. I denna bilaga presenteras och tydliggörs den havsbaserade vindkraftens klimatpåverkan och klimatnytta, samt effekterna av vindpark Triton specifikt.

Riksdagens mål är 100 % förnybar 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).

Energimyndigheten och Naturvårdsverket antog år 2021 en nationell strategi för hållbar vindkraftsutbyggnad som utgår från ett utbyggnadsbehov av vindkraft motsvarande minst 100 TWh till 2040-talet, varav cirka 80 TWh för landbaserad vindkraft. En utbyggnad av havsbaserad vindkraft har pekats ut som en av de viktigaste bidragande faktorerna för att uppnå målet med 100 TWh vindkraft till år 2040.

Vindkraftsutbyggnaden bidrar även till Sveriges mål om att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045. För att nå detta mål krävs en elproduktion med fortsatt låga växthusgasutsläpp samt kraftigt minskade utsläpp i transport-, industri- och jordbrukssektorn. För att användningen av fossila bränslen ska minska i dessa sektorer krävs bland annat en ökad elektrifiering. En ökad elektrifiering kommer innebära en ökad efterfrågan på el från vindkraft och andra förnybara källor. Vid elproduktionen från ett vindkraftverk uppstår i princip inga växthusgasutsläpp. Genom livscykelanalys har det konstaterats att utsläppen är en följd av tillverkning, råmaterial, montering, underhåll, nedmontering och materialåtervinning. Vindkraften är sammantaget bland de kraftslagen med lägst växthusgasutsläpp, mer finns att läsa om det i Bilaga B.1.

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.¹²

I den internationella klimatpanelens (IPCC) syntesrapport (AR5) finns en sammanställning av livscykelutsläpp för olika elproduktionsslag.¹³ Växthusgasutsläppen räknas i form av gram koldioxidekvivalenter per kilowattimme (g CO₂e/kWh). När det gäller vindkraft är utsläppen, enligt deras studie, cirka 11 g CO₂e/kWh.¹⁴ Det finns även livscykelanalyser som resulterar i utsläpp av växthusgaser på mellan 7 och 56 g CO₂e/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 CO₂e/kWh, för ett genomsnittligt vindkraftverk till havs.¹⁵ Även Vattenfall AB har genomfört livscykelanalyser för nyare (landbaserade) vindkraftverk, som resulterat i lägre växthusgasutsläpp, på 6–7 g CO₂e/kWh.¹⁶ Enligt IPCC genererar havsbaserad vindkraft 1 g CO₂e/kWh mer än landbaserad.¹⁷ Därav kan det, utifrån Vattenfalls studie, antas att vindpark Triton resulterar i koldioxidutsläpp på cirka 8 g CO₂e/kWh.¹⁸ Då produktionen från aktuella vindkraftverk förmodas vara betydligt högre än de landbaserade som livscykelanalysen baseras på kan dock koldioxidutsläppen förväntas

¹² Länsstyrelsen Skåne, Region Skåne & Kommunförbundet Skåne, Klimat- och energistrategi för Skåne, 2018.

¹³ 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.

¹⁴ Energimyndigheten, Vindkraftens resursanvändning http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/strategi-for-hallbar-vindkraftsutbyggnad/vindkraftens-resursanvandning_slutversion-20210127.pdf

¹⁵ Hengstler, J. et al. (2021) Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. Climate Change | 35/2021

¹⁶ Vattenfall, Nya vindkraftverk ger lägre klimatavtryck <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/nyheter/2019/nya-vindkraftverk-ger-lagre-klimatavtryck>

¹⁷ 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.

¹⁸ 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.

vara lägre än 8 g CO₂e/kWh för vindpark Triton. Det finns mer att läsa om beräkningar i Bilaga B.1.

Beräkningarna för rimlig ersättningsmix grundar sig på bedömningen från Nätverket vindkraftens klimatnytta (2019)¹⁹, och grundas på att den samlade klimatnyttan med vindkraft är i storleksordningen 600 g/kWh. Detta är en samlad bedömning utifrån flera olika studier. Läs mer i Bilaga B.1.

Med antagandet att elförbrukningen för ett hushåll är 5000 kWh/år^{20 21}, kan vindpark Triton förse 1,5 miljoner hushåll med el, eller räckta 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).²²

Självförsörjningsgraden för den totala elproduktionen i Skåne län är idag 23 %. Med vindpark Triton ökar självförsörjningsgraden till cirka 81 %.

Energimyndighetens officiella statistik över vindkraft i Sverige visar att det under år 2020 producerades 27,6 TWh el från vindkraftverk i Sverige. Det motsvarar ungefär 17 % av Sveriges elproduktion under år 2020. För att göra en jämförelse med i vilken storleksordning vindpark Tritons förväntade årsproduktion på 7,5 TWh ligger mot 2020 års siffror, skulle Tritons bidrag motsvara cirka 5 % och höja den totala elproduktionen från vindkraft från 17 % till 22 %.

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 ₂ e	x	x	x

Energimyndigheten har i sin rapport år 2021²³ 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.

¹⁹ Nätverket vindkraftens klimatnytta består av OX2 och fem andra aktörer. Läs mer här: <https://www.klimatnytta.nu/>.

²⁰ Energimyndigheten, Normal elförbrukning och elkostnad för villa <https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-villa/>

²¹ Energimyndigheten, Normal elförbrukning och elkostnad för lägenhet <https://www.energimarknadsbyran.se/el/dina-avtal-och-kostnader/elkostnader/elforbrukning/normal-elforbrukning-och-elkostnad-for-lagenhet/>

²² Vattenfall, Räcker elen till bilarna? <https://www.vattenfall.se/fokus/eldrivna-transporter/racker-elen-till-elbilarna/>

²³ Energimyndigheten (2021) Vindkraftens resursanvändning. Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp.

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.²⁴ 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.

Baserat på de beräkningar som presenterats i Bilagan B.1 genererar vindpark Triton utsläpp av växthusgaser motsvarande 7,3 g CO₂e/kWh. Vid jämförelse med rimlig ersättningsmix²⁵ är den förväntade utsläppsreduktionen 4,5 miljoner ton CO₂/kWh, vilket motsvarar cirka 10 procent av Sveriges territoriella utsläpp år 2020²⁶.

Vindpark Triton bedöms bidra till att möjliggöra omställningen av industri, transport och samhälle och är viktig för att säkra ett konkurrenskraftigt näringsliv i södra delen av landet. Personbilar och andra lätta fordon släpper ut cirka tolv miljoner ton koldioxid per år och en elektrifiering av dessa transporter skulle kräva en elproduktion på cirka tolv TWh. Svensk ståltillverkning genererar koldioxidutsläpp på cirka 5,8 miljoner ton (år 2016) och för att bli fossilfri bedömer industrin att cirka 15 TWh el krävs för vätgasproduktion. En sådan elektrifiering, som dessa två exempel, kan innebära att 1 TWh vindkraft kan minska utsläppen av koldioxid med cirka 600 000 ton. Klimatnyttan för elektrifiering är i samma storleksordning som när vindkraft ersätter kol- och gaskraft genom export till Europa.²⁷

Konsekvensen för klimatpåverkan bedöms bli mycket positiv, då vindparken bidrar till att förverkliga Sveriges klimatmål mot noll nettoutsläpp.

· Tabell 18. 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 ₂ e	Hög	Stor positiv	Mycket positiv

²⁴ 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

²⁵ 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. Läs mer om rimlig ersättningsmix i Bilagan B.1.

²⁶ Naturvårdsverket, Territoriella utsläpp och upptag <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-territoriella-utslapp-och-upptag>

²⁷ https://7f94ab9b-b2cc-453c-8243-dd17bd82407f.filesusr.com/ugd/361822_ae969621597f47cc81601981ad4eae47.pdf

Den sammantagna bedömningen av påverkan i form av minskade CO₂-utsläpp för hela vindpark Tritons livscykel är att den ger en mycket stor positiv konsekvens för klimatet och omställningen till förnybar elproduktion.

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 av bottenytor som permanent och tillfälligt påverkas genom fysisk påverkan eller substratförändringar från vindpark och internt kabelnät är mycket liten. 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.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för bottenflora och bottenfauna. En mer detaljerad beskrivning av bottenflora och bottenfauna inom området, liksom bedömd påverkan, effekter och konsekvenser av anläggande, drift och avveckling av den planerade vindparken, återfinns i Bilaga B.2, som AquaBiota Consulting ABC AB tagit fram på uppdrag av OX2 AB. Analysen i rapporten samt i MKB utgår från ett worst case-scenario, vilket är en situation med en större påverkan än den som sannolikt kommer att inträffa.

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 bräckvattensarter 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 7. 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.

Bottenflora

Det finns inga förutsättningar för vegetation inom vindparksområdet, på grund av det aktuella djupet samt att bottensubstratet utgörs av mjukbottnar. Rödalger är annars den grupp av alger som har den största djuputbredningen och har observerats ner till 38 meter i Östersjön, men då i områden med grövre substrat (Kågesten m.fl., 2020). Inte heller inom angränsande delar av Natura 2000-området, väster om vindpark Triton, har alger hittats på motsvarande djupa mjukbottnar.

Bottenfauna

Inventeringsdata av bottenfauna har inhämtats från undersökningar både inom Tritons planerade verksamhetsområde och i områden runt omkring, 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 i området domineras av djur som lever nedgrävda i sedimentet, så kallad infauna. Bottenhuggundersökningar som har utförts 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 (*Limecola 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.

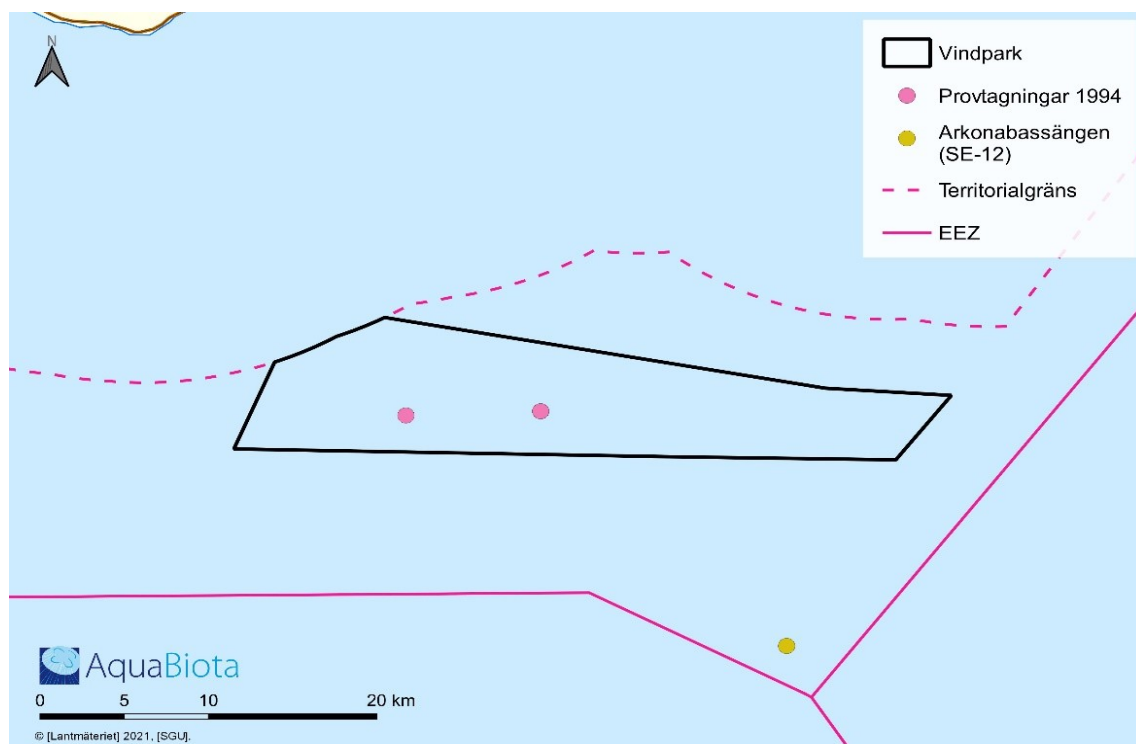
Miljögifter

Miljögifter i sediment kan påverka olika bottenlevande organismer på olika sätt, till exempel genom skador på ägg och äggsamlingar, missbildade embryon och lagring i fettvävnader (bioackumulation) som sedan kan vandra upp i näringskedjan (biomagnifikation) (Havsmiljöinstitutet, 2016). Samtliga ytsediment i utsjön omkring Sverige innehåller miljögifter, men halten varierar mellan olika havsbassänger och områden. Halter av miljögifter är generellt högre i Östersjön än i Västerhavet, samtidigt som halterna även är högre närmare kusten än längre ut. I södra Östersjön, där Triton är beläget, är halterna av de organiska miljögifterna relativt höga medan metallhalter är lägre.

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.

Inom ramen för SGU's karteringar av havsbotten i svensk ekonomisk zon (SEZ) görs också analyser av sediment med avseende på vissa grundämnen och organiska föreningar. Det finns två sådana mätpunkter inom Triton, med kemiska analyser av prover tagna år 1994 i samband med kartering av havsbotten (Figur 27). Inom den nationella marina miljöövervakningen tas prov från ackumulationsbottnar av SGU i 16 utsjöstationer inom den svenska ekonomiska zonen. Dessa prover analyseras med avseende på ett flertal grundämnen (inklusive metaller) och organiska föreningar och prover har tagits och analyserats åren 2003, 2008 och 2014. Det finns även en sådan station i Arkonabassängen (SE-12) med ett vattendjup om 47 meter, cirka elva kilometer söder om Triton (Figur 27). För att bedöma påverkan från miljögifter (vissa metaller och organiska föreningar) i sedimenten inom det planerade området är data från denna station mycket användbar. Detta då data är aktuella, innehåller många mätparametrar och utgör en relativt lång tidsserie. Det representerar även väl de regionala källor och deras spridningsmönster som är av betydelse för koncentrationerna av metaller och organiska föreningar i Arkonabassängen där parkområdet är lokaliserat. Då Arkonabassängen är belägen på ett sådant stort avstånd från punktkällor från land, är det just dessa regionala spridningsmönster som är relevanta.



Figur 27. Sedimentprovtagningar av SGU med avseende på miljögifter och näringsämnen inom och utanför Triton.

För att utvärdera halterna av miljögifter i sedimenten är utgångspunkten de gränsvärden som anges för vissa organiska miljögifter och metaller i Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (2019:25). Enligt dessa ligger vissa av de organiska föreningarna och metallerna i sedimenten över gränsvärdena för god miljöstatus, vilka redogörs nedan.

Vad gäller halter av metaller i sediment i Arkonabassängen (SE-12) är det kvicksilver (Hg) och bly (Pb) som bör uppmärksammas. Kviksilverhalterna om cirka 0,20 mg/kg TS (torrs substans) i Arkonabassängen är tillsammans med utsjöstationen i Bottenviken de högsta av samtliga 16

utsjöstationer i den nationella marina miljöövervakningen (SGU, 2019). Halterna av Hg i sedimenten i SE-12 är 2–3 gånger högre jämfört med de övriga stationerna inom miljöövervakningen, med undantag för Bottenviken. Halterna av Pb uppvisar ett liknande mönster som Hg, med högsta värden i Bottenviken och Arkonabassängen. Halterna i SE-12 är runt 80 mg/kg TS och därmed under det effektbaserade riktvärdet om 120 mg/kg TS (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Undersökningar gjorda inom ramen för Baltic Pipes tillståndsansökan från parkområdet har dessutom påvisat lägre halter av både Hg och Pb i sedimentet, jämfört med det som uppmättes i SE-12 (Ramboll, 2019).

Gällande halter av organiska föreningar i sediment i Arkonabassängen är polycykliska aromatiska kolväten (PAH) av särskilt intresse. PAH är ett samlingsnamn för flera olika organiska föreningar som har vissa strukturella egenskaper gemensamt. En vanlig summa-parameter för dessa är PAH-16, vilken är summan av 16 vanligt förekommande PAH-föreningar i miljön. Av samtliga utsjöstationer har SE-12 högst halter av PAH-16: cirka 2,5 mg/kg TS, vilket är mellan 2–5 gånger högre än i övriga 15 stationer. Det är också i SE-12 som halterna av antracen ligger högst men under det effektbaserade riktvärdet. För ytterligare fyra PAH:er (naftalen, benso(a)pyren, benso(b)fluoranten och benso(k)fluoranten) finns det mer osäkra indikativa värden, omräknade till halt i sediment från toxicitet för vattenlevande organismer (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Samtliga av dessa, förutom för naftalen, överskrider de indikativa riktvärdena för halter i sediment vid samtliga tre mätningar (2003, 2008 och 2014) i SE-12 (SGU, 2019). Vidare uppmättes lägre halter av dessa fyra PAH:er vid Baltic Pipes undersökningar inom vindpark Triton, förutom för ett värde för benso(b)fluoranten som precis översteg halten som uppmättes i SE-12 (Ramboll, 2019).

Slutligen för tennorganiska föreningar, såsom tributyltenn (TBT) och dess nedbrytningsprodukter, har samtliga utsjöstationer i Egentliga och södra Östersjön halter av TBT i sediment som överstiger det effektbaserade riktvärdet om 1,6 µm/kg TS, vid en TOC-halt om 5 % (Havs- och vattenmyndigheten, 2019a). Även om halterna av TBT i sediment i SE-12 har sjunkit sedan 2003 års mätning var de fortfarande över riktvärdet vid 2008 och 2014 års mätningar. Eftersom det finns ett särskilt åtgärdsprogram inom Havsförvaltningen för att minska halterna av TBT i den marina miljön måste särskild uppmärksamhet riktas mot halterna av TBT inom Triton. TBT-halterna vid Baltic Pipes undersökningar överskred dock aldrig detektionsgränsen vid någon station (Ramboll, 2019).

Av de mätningar som har gjorts i Arkonabassängen (åren 1994–2014) ligger fosforhalten i sedimentet på omkring 1–3 g/kg TS, vilket är relativt höga halter för svenska utsjösediment. En ökning av näringsämnen i vattenpelaren kan leda till en ökad primärproduktion i ytlagret under vår- och sommarperioden. När detta sedan sjunker till botten och bryts ner så konsumeras syre, vilket leder till att syreförhållandena på botten kan försämrast. Vid Baltic Pipes undersökningar låg fosforhalten på en betydligt lägre nivå, som högst omkring 1 g/kg TS, vid stationerna inom Triton. Halterna av kväve låg mellan cirka 3,7 och cirka 5,9 g/kg TS (Ramboll, 2019).

Sedimentationshastigheten i Arkonabassängen (SE-12) är cirka 0,57 centimeter/år (SGU, 2019). Till följd av utsläpp och deponering av miljögifter sedan omkring 1950-talet kan miljögifter förväntas förekomma på ett djup av 0,4 meter ned i sedimentet. Sediment som ligger djupare ned förväntas bestå av oförorenat material.

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 19. Bedömda påverkansfaktorer under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Asterisk (*) visar vilka påverkansfaktorer och vilka faser som ingår i bedömningar av kumulativa effekter (Kapitel 9).

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	

För närmare beskrivning av bottenflora och bottenfauna, utförda utredningar och modelleringar samt utförliga beskrivningar kring konsekvensbedömningar och grunder för dessa, se Bilaga B.2.

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. Närmare beskrivning av anläggningsarbeten och worst case finns att läsa i Bilaga B.2.

Fysisk påverkan

För att utvärdera vindparkens direkta fysiska (mekaniska) påverkan på bottenmiljön har beräkningar utförts av hur stor bottenyta som påverkas av fundament och erosionsskydd för 129 vindkraftverk och sex transformatorstationer/plattformer samt kabelnät och jack up-fartyg i samband med vindparkens anläggningsfas. Beräkningen är baserad på att sex transformatorstationer/plattformer etableras, men troligen kommer färre transformatorstationer/plattformer att etableras.

Konsekvensbedömningarna baseras på det scenario, worst case, som orsakar den största fysiska påverkan på bottenmiljön. Beroende av vilken typ av fundament som kommer att användas påverkas olika stora bottenytor vid etableringen (Tabell 20). Den största påverkade bottenytan (worst case-scenario) uppkommer vid anläggning av gravitationsfundament, där varje fundament med erosionsskydd har en bottendiameter om 70 meter i diameter. Den totala bottenytan som tas i anspråk vid anläggning av 129 gravitationsfundament, inklusive tillhörande erosionsskydd, uppgår till 0,497 km², vilket motsvarar cirka 0,20 % av parkområdets totala yta.

Varje transformator/plattform antas stå på två fackverksfundament av fyra ben per fundament, där varje ben med erosionsskydd påverkar en bottenyta om 30 meter i diameter. Den totala bottenytan som tas i anspråk vid anläggning av sex transformatorstationer/plattformar beräknas uppgå till 0,034 km², vilket motsvarar cirka 0,014 % av parkområdets totala yta.

· Tabell 20. 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	Gravitationsfundament	Transformatorstationer/ 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 mjukbotten 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 km², 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 km², 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 21.

· Tabell 21. Andelar av parkområdets totala bottenyta som påverkas vid anläggning av fundament, erosionsskydd, transformatorstationer och internkabelnät samt jack up-fartyg vid montering av vindkraftsfundament.

	Gravitationsfundament	Erosionsskydd	Transformatorstationer/plattformar	Erosionsskydd	Internkabelnät	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

Konsekvensbedömning av fysisk påverkan

Påverkan på parkområdets bottenmiljö utgörs initialt av den fysiska störningen av havsbotten som sker vid anläggning av fundament för vindkraftverk och transformatorstationer, erosionsskydd och internkabelnät samt jack up-fartyg som används vid montering av fundament och vindkraftverk. Framför allt riskerar stationära djur som inte kan förflytta sig från platsen att skadas av den direkta mekaniska inverkan som sker vid anläggningsarbeten.

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 22).

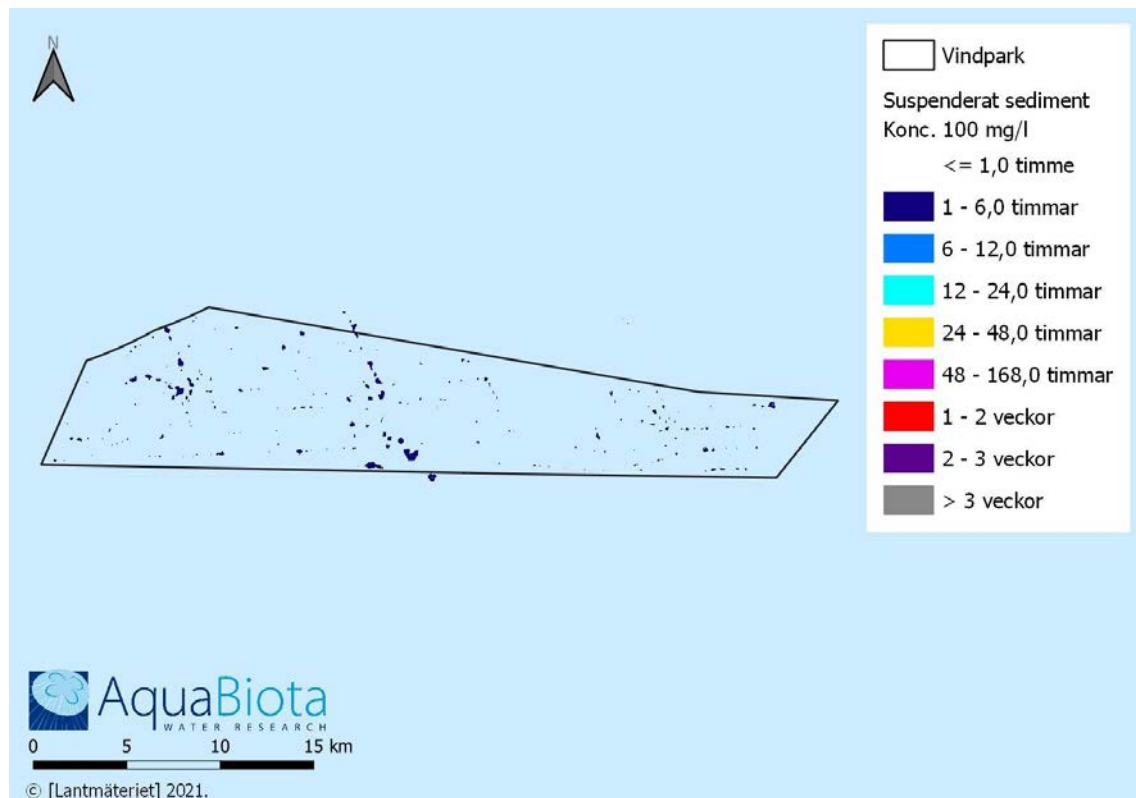
· Tabell 22. Konsekvensbedömning av fysisk påverkan på bottenfaunan i samband med anläggning av vindparken.

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 botten.

Modelleringar har utförts av Niras, året 2021 (Bilaga B.11) för suspenderat sediment och sedimentpålagringar. Modelleringarna bygger på att alla fundament och kablar anläggs sekventiellt men resultaten sammanfattas i en och samma karta, se Figur 28. 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 km² vilket motsvarar cirka 2,5 % av områdets totala yta (Figur 28).



Figur 28. 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).

Konsekvensbedömning av suspenderat sediment

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 23).

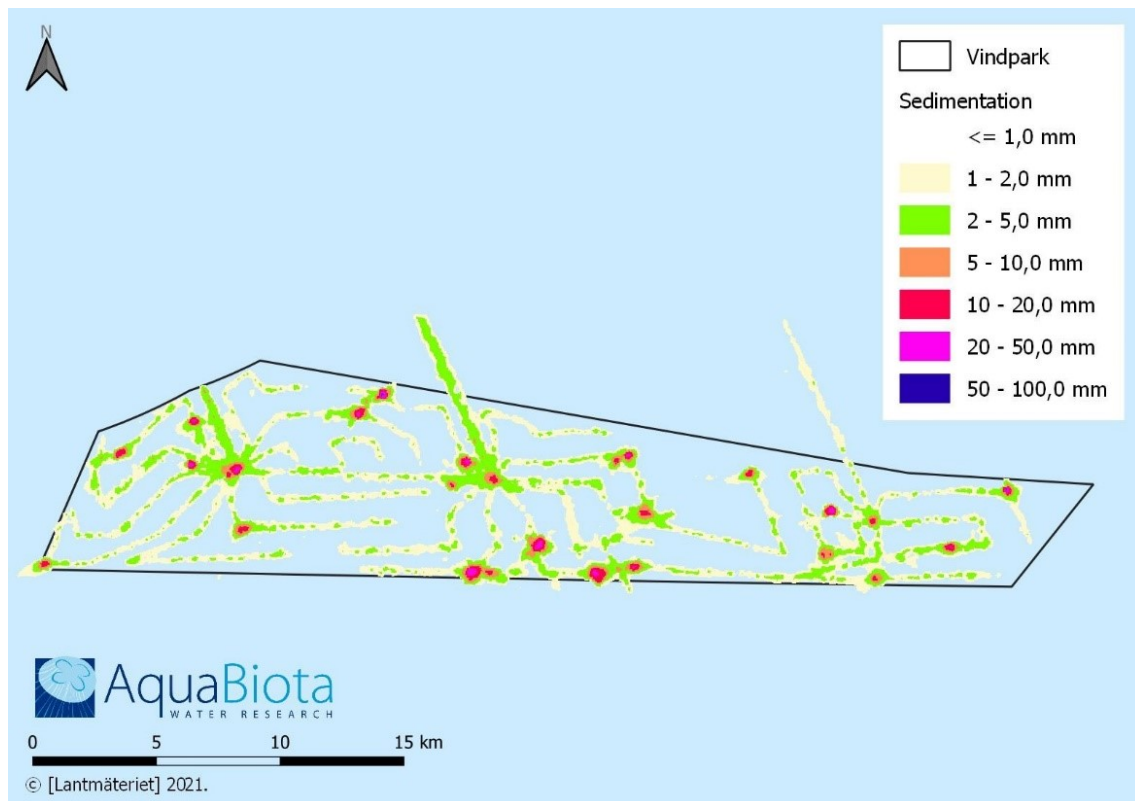
· Tabell 23. Konsekvensbedömning av suspenderat sediment för bottenfauna i parkområdet.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet	Påverkans storlek	Konsekvens
-----------------	------------------------	-------------------	------------

		och omfattning	
Suspenderat sediment	Liten	Obetydlig	Försumbar

Konsekvensbedömning av sedimentation

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 29).



Figur 29. 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 24).

· Tabell 24. Konsekvensbedömning av sedimentation för bottenfaunan i vindparksområdet.

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

Konsekvensbedömning av miljögifter och näringsämnen

Utifrån de bottenundersökningar som gjorts av SGU inom och utanför Triton samt antaganden som ligger till grund för modellering av sedimentspridning (Bilaga B.11) 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 (2019:25). 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 25).

· Tabell 25. Konsekvensbedömning av spridning av miljögifter och näringsämnen i samband med sediment-spridning.

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 26).

Tabell 26. 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 Faase, 2014). Närmast vattenlinjen på fundamenten inom parkområdet förväntas fintrådiga alger som trådslick (*Pilayella/Ectocarpus*) samt fjäderslick (*Polysiphonia fucooides*). 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 20) Tabell 20. Projektets angivna ytor som tas i anspråk vid användning av olika typer av vindkraftsfundament samt transformatorstationer/plattformar (worst case-scenario). 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 mjukbottenytor för den befintliga mjukbottenfaunan.

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 Faase, 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 biotan 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 27).

· Tabell 27. 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. Nyttillskottet 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 nyttillskottet 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 28).

· Tabell 28. 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 begravnade 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. Citerade studier i Bilaga B.2 redovisar försök med mångfald högre styrka på magnetfält än den effekt man maximalt kan förvänta sig vid drift av vindparken. 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 29. 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

NIRAS har på uppdrag av OX2 tagit fram en hydrodynamisk modell med syftet att utreda hur vindparken kan komma att påverka områdets hydrografiska förhållanden (Bilaga B.13). Utifrån ett worst case-scenario med 129 gravitationsfundament kommer anläggningen av vindparken endast ge upphov till obetydliga förändringar av områdets hydrografiska förhållanden. Anläggandet av vindparken kan innebära en minskning av den årliga medelströmshastigheten om som mest cirka 0,005 m/s, men endast i närområden runt fundamenten (omkring 125 meter) i parkområdets östra del.

Vid anläggning av bottenfasta fundament kan även skiktningen mellan vattenmassor påverkas, vilket kan leda till förändrade salinitetsförhållanden. I parkområdet är vattenmassorna skiktade, med det tyngre och saltare vattnet närmast botten (se avsnitt 3.7). Till följd av vindparkens fundament kan språngskiktet förflyttas vertikalt, vilket skulle medföra en marginellt ökad salinitet i ytvattnet och minskad salinitet i bottenvattnet. I ett worst case-scenario kan en genomsnittlig förändring av salthalt uppkomma om 0,3 PSU omkring skiktningen på ett avstånd om 450 meter nedströms från vindparken, vilket innebär en ytterst minimal påverkan på områdets salinitetsförhållanden (Bilaga B.13).

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 30).

Tabell 30. Konsekvensbedömning av hydrografiska förändringar för bottenfaunan i parkområdet under vindparkens driftsfas.

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

Mikroplaster

Med mikroplast avses plastpartiklar som är mindre än fem millimeter i diameter. Plastpartiklar som hittas i den marina miljön kommer från många olika källor. En del kommer från nedbrytning och slitage av olika typer av plastföremål i havsmiljön, till exempel fiskeutrustning, flytbryggor eller

båtskrov. Utsläppsvatten från reningsverk innehåller bland annat mikroplaster från hygienprodukter, tvätt och damm. Plastpartiklar bryts ned mycket långsamt och kan troligen påverka havslivande organismer negativt, dels för att de blir en del av födan som inte medför någon näring, dels för att de kan bära med sig miljöföroreningar (Naturvårdsverket, 2017).

Vindkraftverkens rotorblad kan släppa ifrån sig mikroplastpartiklar. Förväntad tillförsel av mikroplaster från vindkraftverk beräknas till 0,15 kilogram per vindkraftverk och år (NORWEA, 2021), vilket ger ett worst case-scenario (max antal verk under 40-45 år) för hela vindpark Triton om 19,35 kilogram per år. Som jämförelse uppskattar Magnusson m.fl. (2016) tillförseln av mikroplast från andra havsbaserade källor (båtskrov, fiskeredskap och pontoner) i Sverige till 491–1625 ton per år. Bottenfaunans känslighet för mikroplaster bedöms som måttlig, men påverkans storlek och omfattning är obetydlig i jämförelse med övrig belastning. Detta resulterar i en försumbar konsekvens (Tabell 31).

· Tabell 31. Konsekvensbedömning av mikroplaster för bottenfaunan i parkområdet under vindparkens driftsfas.

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

Avvecklingsfas

Vid avveckling förväntas påverkan från arbetena motsvara de som för anläggningsfasen fast det omvända. 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. En nedmontering av fundament kan då leda till att arter som gynnats av artificiella rev förlorar sin livsmiljö. Ett sätt att behålla en så kallad revfunktion kan vara att lämna kvar delar av fundament. Detta kan också minska sedimentspridning i samband med avvecklingsarbetet. För strukturer under havsbotten (delar av fundament samt kablar) och erosionsskydd görs bedömningen av vilka avvecklingsåtgärder som ska vidtas i samråd med tillsynsmyndigheten närmare tidpunkten för avveckling.

Suspenderat sediment och sedimentation

Avvecklingen av fundament kommer generera mycket små mängder sediment då de delar som installeras i botten som utgångspunkt kommer lämnas kvar och endast de delar som är ovan botten tas bort. Förhöjda sedimentnivåer kan förväntas om sjökablar ska hämtas upp från botten. Påverkan och konsekvenser under avvecklingsfasen påminner därför om den påverkan som sker under anläggningsfasen, fast i en betydligt mindre omfattning. Då såväl förhöjda halter av suspenderat sediment som den efterföljande sedimentationen uppkommer i en begränsad omfattning under anläggningsfasen, som inte bedöms påverka bottenfaunan i området, kommer inte heller avvecklingsfasen medföra en negativ påverkan på bottenfaunan. Påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig vilket leder till en försumbar konsekvens (Tabell 32).

· Tabell 32. Konsekvensbedömning av sedimentspridning för bottenfauna inom parkområdet under avvecklingsfasen.

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

Miljögifter och näringsämnen

I samband med nedmonteringen av fundament och upphämtning av sjökablar under avvecklingsfasen kan en högst begränsad sedimentspridning uppstå, se avsnitt 6.2. Då denna spridning av sediment är betydligt mer begränsad i storlek och omfattning än under anläggningsfasen förväntas heller ingen större spridning av miljögifter och näringsämnen uppkomma. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens (Tabell 33).

· Tabell 33. Konsekvensbedömning av miljögifter och näringsämnen under avvecklingsfasen.

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

Främmande arter

På samma sätt som under anläggningsfasen kommer installations- och fraktfartyg som använder sig av barlastvatten att förekomma inom området, vilket kan medföra en risk för att främmande arter sprids in till vindparksområdet. Med beaktande av barlastkonventionen och gällande regelverk (se avsnitt 6.5) bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig, vilket leder till en försumbar konsekvens för introduktion av främmande arter (Tabell 34).

· Tabell 34. Konsekvensbedömning av introduktion av främmande arter under vindparkens avvecklingsfas

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

7.3. Fisk

Samlad konsekvensbedömning

Genomförda inventeringar visar att de vanligaste förekommande arterna inom parkområdet är sill, skarpsill, torsk, skrubbskädda, rödspätta, sandskädda och vitling. I Arkonabassängen förekommer torsklek men området ingår inte i torskens huvudsakliga lekområden. 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 erosionskydd fungerar som artificiella rev, som lokalt kan öka mängden fisk och höja den biologiska mångfalden. Etablering av vindparken kommer att skydda fisk och botten, särskilt med hänsyn till att bottentrålningen begränsas.

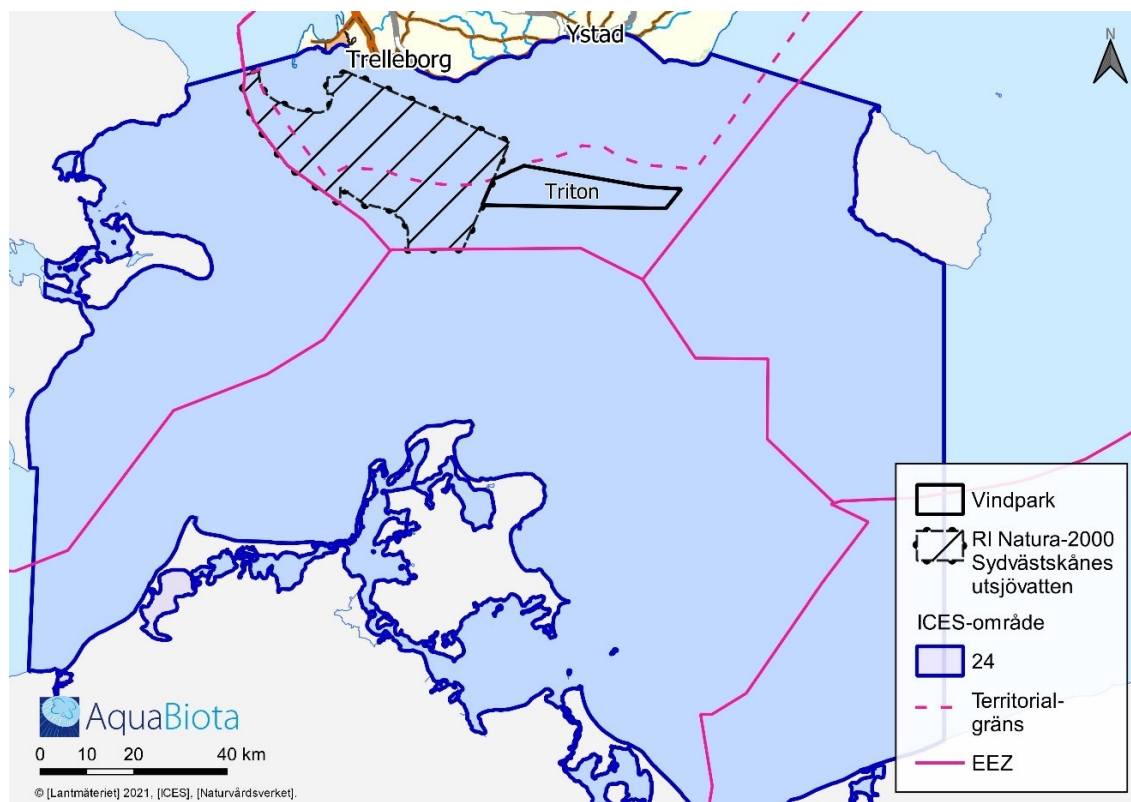
Den samlade bedömningen när det gäller vindpark Triton är att konsekvenser för fisk, bedömda utifrån olika påverkansfaktorer, under anläggningsfasen blir försumbar till liten, och under driftsfasen försumbar till måttlig positiv, beroende på påverkansfaktorer och art. Under avvecklingsfasen bedöms konsekvenserna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

7.3.1. Förutsättningar

Informationen i detta kapitel är en sammanfattning av den utredning gällande fisk som har utförts som underlag till denna MKB, se Bilaga B.3.

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. Havsbottenar, 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 30). Det sträcker sig från Bälthavet i väst till Bornholm i öst.



Figur 30. Karta över Östersjön söder om Skåne med vindpark Triton. Havsområdet ICES 24 benämns Arkonahavet.

Metodik för inventering av fiskbestånden

Som underlag för beskrivning av förutsättningar gällande fisk i aktuellt område har en genomgång av befintliga data genomförts. Fiskarters förekomst har undersökts med trålningsdata från ICES Database of Trawl Surveys (DATRAS) som för perioden åren 2000–2020 har samlats in under november-mars i den så kallade Baltic International Trawl Survey (BITS) (ICES 2014a, ICES 2014b). Datasetet ger information om positioner och fångst per timme indelat i storlek och art

gällande ICES havsområde 24, det vill säga Arkonahavet söder om Skåne. BITS-data bedöms vara mycket användbart tack vare långa tidsserier och att provfiske med trål ger en bra bild av fiskesamhället. BITS trålningsdata redovisas i abundans (rumslig fördelning av arter och individer), biomassa och längdklasser på fisk, vilket ger information om fiskfaunans sammansättning.

Inventering av fiskbestånden i vindpark Triton har även gjorts inom ramen för denna miljökonsekvensbeskrivning, med hjälp av två metoder: eDNA-analyser samt provfiske, vilka beskrivs kortfattat nedan.

Vattenprovtagning med efterföljande DNA-analys, så kallad eDNA (environmental DNA), har utförts i parkområdet under två tillfällen, i juni och i augusti år 2021. Prover togs cirka fem meter från botten samt cirka fem meter under ytan vid tio lokaler, vilket resulterade i totalt 20 prover från vardera provtagningstillfället (se Bilaga B.14). Med hjälp av eDNA finns det möjlighet att observera arter som är svårare att detektera med hjälp av provfiske. Detekterade DNA-sekvenser per art ger en relativ uppskattning av hur vanlig en art är i ett prov. Eftersom eDNA i vattenmassan är relativt kortlivat (uppskattningsvis två till tio dagar beroende på miljöförhållanden) ger analyserna en bild av artförekomst i närtid.

Provfiske genomfördes i juni och augusti år 2021, efter eDNA-provtagningarna. Bottentrålning utfördes i enlighet med BITS-manualen (ICES, 2014b). Totalt genomfördes tio tråldrag där varje tråldrag varade i 30 minuter och var cirka tre kilometer långa. Tråldragen utfördes vid samma lokaler, både i juni och augusti. Fiskarna artbestämdes och mättes på plats.

Fiskarter

I följande beskrivning kategoriseras de vanligaste fiskarterna i Östersjön söder om Skåne, baserat på livsmiljö uppdelat i tre grupper: pelagiska fiskar (öppet hav), bentopelagiska fiskar (botten och öppet hav) och demersala fiskar (botten). I ett eget avsnitt nedan behandlas rödlistade arter samlat.

Vid provtagning och undersökningen av fisk under juni och augusti år 2021 med hjälp av eDNA var de fiskar som detekterades överlag typiska för de besökta lokalerna och regionen i stort. De vanligaste förekommande arterna var skarpsill, sill, rödspätta, skrubbskädda, sandskädda, vitling och torsk. Det förekom också för regionen mer sällsynta arter i undersökningen, som randig sjökock, rödtunga, bergskädda, tunga, knot, ansjovis, marulk och havskatt. Sju rödlistade arter detekterades: torsk (sårbar), fyrtömmad skärlånga (nära hotad), vitling (sårbar), kolja (sårbar), kummel (sårbar), långa (starkt hotad) och havskatt (starkt hotad) (Birgersson och Andersson-Li., 2021).

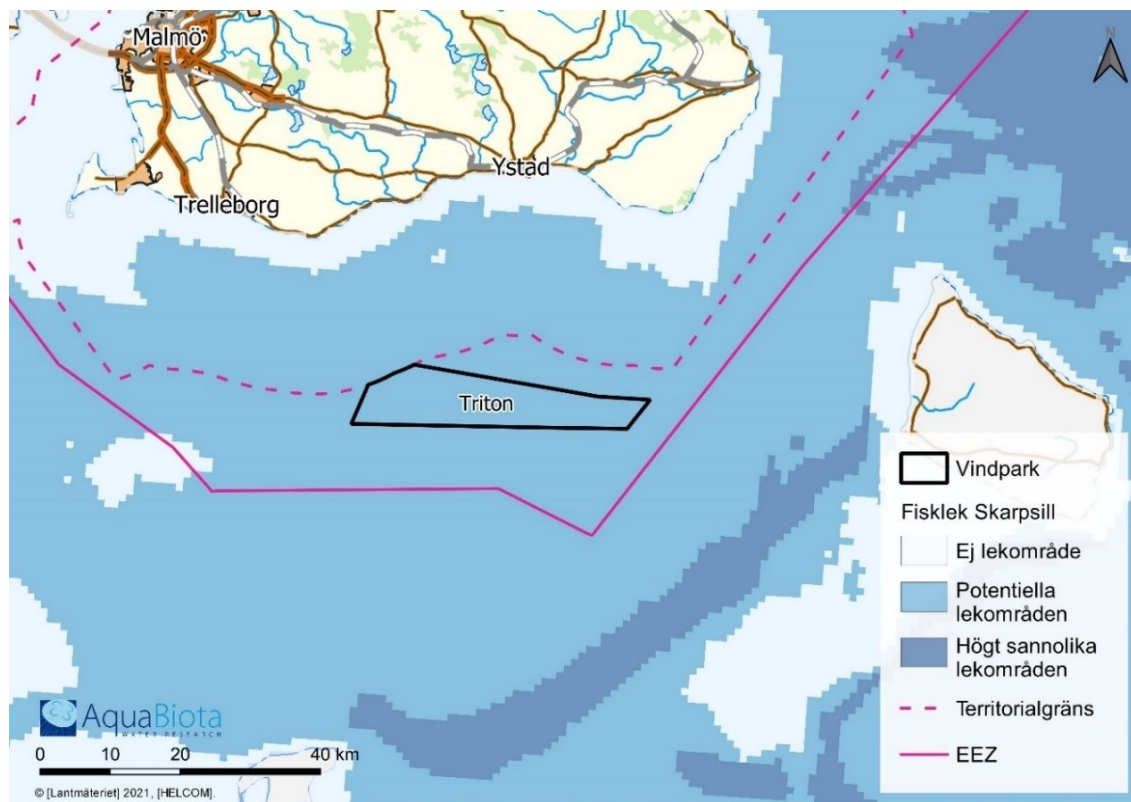
Vid trålprovfisket som utfördes inom vindparksområdet i juni och augusti år 2021, enligt Baltic International Trawl Survey (BITS) manual (ICES, 2014b) var de vanligaste förekommande arterna torsk, sill, skarpsill, skrubbskädda, rödspätta, sandskädda och vitling. Inslaget av ung torsk var stor och kommersiell storlek på plattfisk var vanligt förekommande. I juni var fångsten av torsk och skrubbskädda större jämfört med augusti. I augusti var fångsten av rödspätta, sandskädda, vitling, sill och skarpsill större än i juni. Färre förekommande arter i fångsterna var fyrtömmad skärlånga, tunga, piggvar, rötsimpa, oxsimpa och sjurygg. Sjurygg förekom endast under trålfisket i juni (Öhman m.fl., 2021).

Pelagiska fiskar

Pelagisk fisk befinner sig i huvudsak i öppet vatten. Den pelagiska delen av havet har generellt en mer artfattig fiskfauna jämfört med grundare områden. Samtidigt fiskas det pelagisk fisk i Östersjön, söder om Skåne, i höga kvantiteter (ICES, 2020a). De vanligaste pelagiska fiskarterna inom detta område är skarpsill, taggmakrill, ansjovis och nors (ICES, 2014a).

Skarpsill (*Sprattus sprattus*) är en typisk pelagisk fisk i södra Östersjön, vilken ofta förekommer i stora stim (Kullander, 2012; ICES, 2014a). I början av nittioalet började beståndet öka hastigt på grund av kraftig rekrytering och lägre predationstryck, som en följd av en starkt nedåtgående torskpoptation (ICES, 2020a). De totala landningarna från yrkesfisket har dock minskat sedan år 1997, när de uppgick till drygt 529 000 ton. Mellan åren 2011–2016 landades cirka 250 000 ton per år. Beståndet har ökat något de senaste åren och år 2019 landades cirka 314 000 ton skarpsill (ICES, 2020b).

Skarpsill leker i öppet hav mellan mars och augusti inom ett djupområde på cirka tio till 40 meter (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Skarpsillen finns högre upp i vattenmassan under vår och tidig sommar (Stepputtis m.fl., 2010) när bottenvattnet är kallt. Skarpsill undviker kalla temperaturer ($<4^{\circ}\text{C}$) 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., 2010). I stort sett hela Arkonahavet utgör potentiellt lekområden för arten (HELCOM, 2021) (Figur 31). 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 31. Karta över områden i närheten av Triton där det sannolikt förekommer lekande skarpsill (HELCOM 2021).

Taggmakrill (*Trachurus trachurus*) förekommer i Östersjön söder om Skåne under vinterhalvåret (Grygiel och Trella, 2007, Więcaszek m.fl., 2011) men migrerar sedan ut i Nordsjön och Atlanten för vårlek (ICES, 2009). Det betyder att det inte finns ett lekbestånd av taggmakrill i södra Östersjön. Taggmakrillens främsta föda är fisk, små kräddjur och bläckfisk (Kullander m.fl., 2012). Trots att den är relativt vanlig i området så är arten rödlistad internationellt som sårbar (VU) i IUCN rödlista (Smith-Vaniz m.fl., 2015). Rödlistebedömningen för taggmakrill i Sverige enligt Art-databanken beskrivs som ej tillämplig (NA) (art som är tillfälliga besökare eller ej inhemsk).

Ansjovis (*Engraulis encrasicolus*) är idag en relativt regelbunden förekommande art i Östersjön, där den brukar uppehålla sig i närheten av kusten (Kullander m.fl., 2012). Dock är förhållandena inte gynnsamma nog för att arten ska kunna ha ett fast lekbestånd. Istället migrerar ansjovis till Nordsjön under sensommaren (Alheit m.fl., 2012). Ansjovis äter främst plankton och fiskägg i den fria vattenmassan (Kullander m.fl., 2012).

Nors (*Osmerus eperlanus*) är en vanligt förekommande art i hela Östersjön. Antalet i sydvästra Östersjön är dock något lägre än i andra delar av Östersjön, då arten föredrar lägre salthalter (Shpilev m.fl., 2005; ICES, 2014a). De håller sig också mer kustnära, gärna vid flodmynningar (Kullander, 2012). Leken sker under februari-mars då norsen migrerar upp i rinnande vatten och lägger äggen på botten. Dessa dras sedan med av vattendraget och kläcks efter cirka tre till fem veckor (Kullander m.fl., 2012). Födan består främst av zooplankton och mindre kräddjur (Northcote och Hammar, 2006; Taal m.fl., 2014). I större individer har även fisk observerats i maginnehållet (Taal m.fl., 2014).

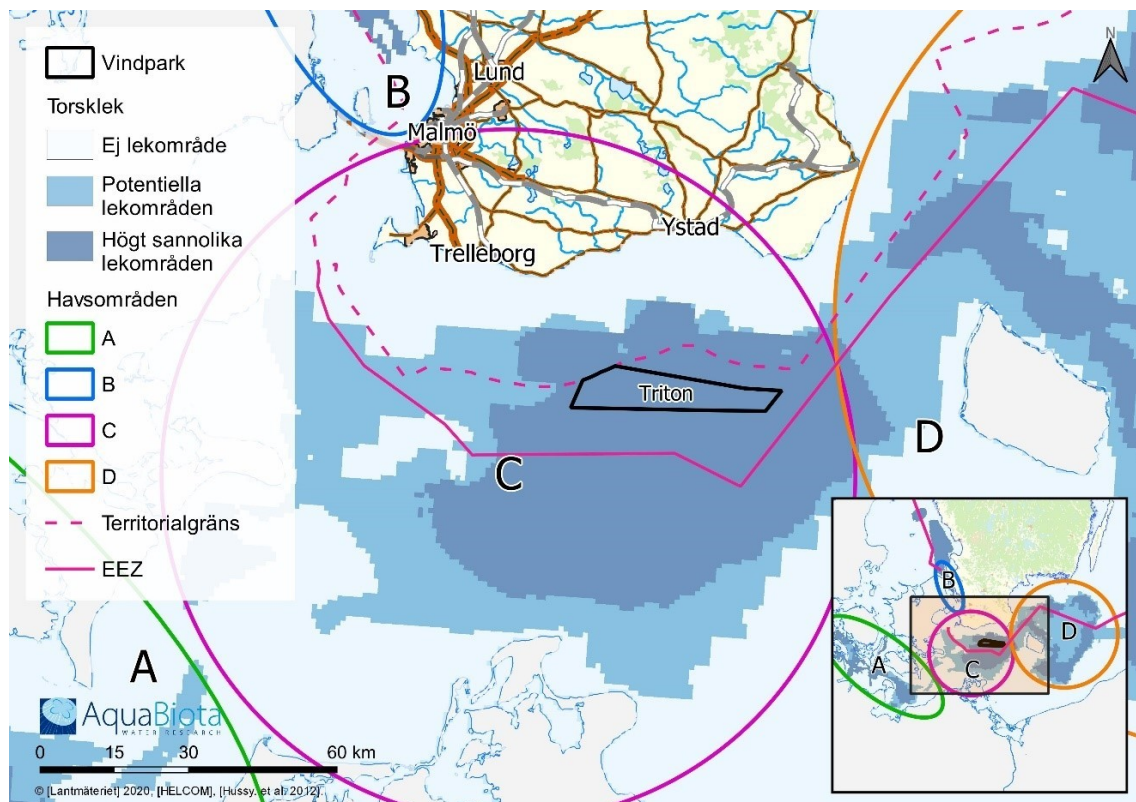
Bentopelagiska fiskar

Arter som är bentopelagiska uppehåller sig i öppet vatten och rör sig återkommande ner till botten för att söka föda (Hislop m.fl., 1991; Eggleton m.fl., 2018). Inom fisket i Östersjön, söder om Skåne, är sill, vitling och torsk de tre vanligaste bentopelagiska arterna i trålningsundersökningar (ICES, 2014a).

Sill (*Clupea harengus*) förekommer i stim och befinner sig från ytan ner till cirka 200 meters djup. Sill äter främst mindre kräftdjur, djurplankton och fisklarver, men större individer äter även fisk (Kullander, 2012). Sillens lek sker främst i grundare områden (noll till 40 meter) där äggen läggs på sand- och grusbotten, men även i hårbottenmiljöer med vegetation (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b; von Nordheim m.fl., 2018) (Figur 32). I Skåne har ålgräsängar pekats ut som viktiga lekbiotoper (Gunnartz, 2011). Sillens fisklarver är pelagiska och återfinns i de öppna vattenmassorna.

Sillens bestånd i Östersjön söder om Skåne består av lokalt lekande population men också av den vårlekande sillen från Skagerak-Kattegatt som födosöker i sydvästra Östersjön (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b; Gröshler m.fl., 2013). Dessa populationer behandlas alla som ett bestånd enligt ICES, på grund av sitt vandringsbeteende (ICES, 2020c). Beståndet vandrar in i kustområden för lek under perioden mars-maj. Efter lek vandrar vuxen fisk mot Skagerack-Kattegatt och till viss del även ut i Nordsjön (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Detta bestånd har minskat kraftigt sedan nittiotalet, och landningar har gått från cirka 200 000 ton till drygt 25 000 ton under år 2019. Utav dessa fiskades 39 % (cirka 9 900 ton) inom Öresund, Bälthavet och Arkonahavet (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b).

Studier pekar på att sillens delpopulationer hittar tillbaka till sina specifika lekområden (Lamichanney, 2017). Populationernas förflyttningar beror på faktorer som salthalt, temperatur och födotillgång, vilket utgör naturliga gränser mellan vissa subgrupper. Detta innebär att genetiska skillnader finns mellan populationer då de inte leker med varandra i stor utsträckning (Gou, 2016).



Figur 32. Karta över områden i sydvästra Östersjön där det sannolikt förekommer lekande sill (HELCOM 2021).

Vitling (*Merlangius merlangus*) är en rovfisk som lever i stim, ofta i djupare vatten över lerblandade sandbottnar (Kullander m.fl., 2012). Födan består i huvudsak av sillfiskar, småfisk och diverse evertrebrater (Ross m.fl., 2016). Vitlingens lek är pelagisk och sker mellan januari-juni på 30–100 meters djup. Det förekommer lek såväl i sydvästra Östersjön som i Kattegatt och Nordsjön, men beståndsstrukturen är relativt okänd (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Beståndet klassas idag som sårbart (VU) enligt Artdatabankens rödlista (SLU Artdatabanken, 2020). Det förefaller dock finnas ett litet bestånd i Östersjön som bedöms vara stabilt över tid (ICES, 2014a).

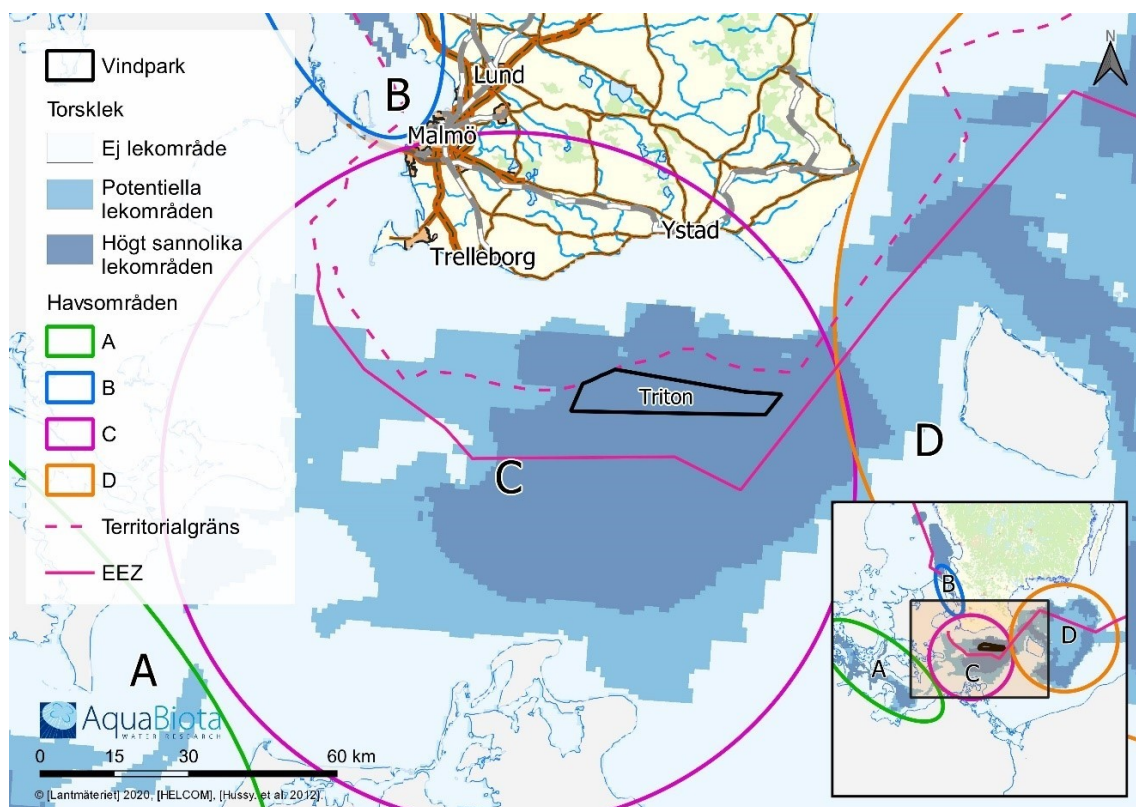
Torsk (*Gadus morhua*) är en rovfisk som söker sig ned till djupa mjukbottnar i jakt på föda. Arten är en viktig toppredator i ekosystemet och påverkas därmed av ändringar i lägre nivåer i födoväven. En studie av maginnehåll hos torsk visade att små individer främst äter bottenlevande organismer, medan större individer främst äter fisk (Kulatska m.fl., 2019). Torsken leker i den fria vattenmassan på djup där saliniteten är högre (Hussy, 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 Bälthavet 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 33) (Bleil och Oeberst 2002; Bleil m.fl., 2009; Hussy 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 (ICES 2020a; Nissling och Westin, 1997; Bleil och Oeberst, 2004; Bleil m.fl., 2009). 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 och syrekoncentration (Hussy m.fl. 2016).



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 förekommer (Figur 33) (HELCOM 2021). HELCOM har pekat ut ett område i havet söder om Skåne som utgör cirka 3 800 km² där lek kan förekomma, vilket är betydligt mindre än beståndens huvudsakliga lekområden (Bleil m.fl. 2009). Den planerade vindparken Triton är cirka 250 km², och utgör cirka sju procent 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.

Fisk som migrerar och därmed passerar området, förekommer under vissa perioder av året som till exempel den rödlistade ålen (*Anguilla anguilla*) och öring (*Salmo trutta*) (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b).

Demersala fiskar

Fiskar som lever på eller i nära anslutning till botten, demersala fiskar, är vanligt förekommande i både djupa och grunda områden i Östersjön söder om Skåne (Länsstyrelsen, 2020; Bilaga B.2)

Sandskädda (*Limanda limanda*) är mer vanlig i västra Östersjön än i den östra delen där salthalten begränsar spridningen (ICES, 2020a; Rau m.fl., 2019). Beståndet i Östersjön tillhör troligen samma bestånd som Kattegattbeståndet (ICES, 2020a). Arten föredrar mjuka bottnar av sand eller lera nära kusten, där de har bentiska djur i sedimenten som huvudsaklig föda (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Under lekperioden, april-juni, migrerar sandskädda mot djupare vatten, vanligtvis runt 30 meter eller djupare (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b).

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.

Rödspätta (*Pleuronectes platessa*) lever nergrävda i sedimenten på sand- eller lerbotten ner till cirka 50 meters djup, där den lever på bottenlevande djur (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). I Arkonahavet räknas rödspätta som tillhörande Östersjöbeståndet medan rödspätta i Bälthavet tillhör Nordsjöbeståndet. I Östersjön sker leken på cirka tio meters djup och ägg och larver förs sedan med strömmar till uppväxtområden (Nissling m.fl., 2002; Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Enligt Nissling m.fl. (2002) kan rödspätta leka i Arkonahavet och Bornholmsbassängen. De leker även sporadiskt i Gdansk djupet och Gotlandsbassängen (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b).

Rödspätta fiskas i Arkonahavet (ICES, 2020a). Beståndet har visat på en ökning sedan år 2001 och beståndets lekbiomassa är idag över den gräns där arten får svårt föröka sig (ICES, 2021; Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Artens beståndstatus är därmed god och fiskekvoten för år 2022 har därför ökat med 25 % (Havs- och vattenmyndigheten, 2021c).

Andra arter som har noterats vid trålprovfiske eller i eDNA-analyser, men som förekommer i mindre omfattning, är tobiskung (*Hyperoplus lanceolatus*, fyrtömmad skärlånga (*Enchelyopus cimbrius*), tunga (*Solea solea*), piggvar (*Scophthalmus maximus*), rötsimpa *Myoxocephalus scorpius*, oxsimpa (*Taurulus bubalis*) och sjurygg (*Cyclopterus lumpus*).

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 35). 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 35. 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). Arter med asterisk* har lyfts fram av OSPAR som arter som behöver starkt skydd (OSPAR 2008).

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

De rödlistade arter som är vanligast i sydvästra Östersjön är torsk och vitling (ICES, 2014a). 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, som beskrivs i Bilaga B.14, 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.

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 en procent 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, 2019). 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).

Samspel mellan fisk och det övriga ekosystemet

Vindpark Triton domineras av mjukbottnar med postglacial lera, lergyttja och gyttja (Tibblom m.fl., 2021a). Dessa mjukbottnar hyser olika arter av havsborstmaskar, musslor och andra evertebrater som kan bli föda för fisk, i synnerhet demersala plattfiskar som enbart finner sin föda på botten (Pethon och Svedberg, 1998; SLU, 2020; Havs- och vattenmyndigheten, 2021a), men även de bentopelagiska fiskarterna som rör sig mellan botten och den fria vattenmassan. I det öppna vattenet 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.

Den mänskliga faktorn som påverkar fisken mest i området är fisket. Förutom fiskets uttag av betydande delar av bestånden påverkar bottentråkning demersala fiskars diet, eftersom hela bottenfaunan påverkas av störningen av botten (Eggleton m.fl., 2018; Havs- och vattenmyndigheten, 2021b).

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 (Barret 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 (Bilaga B.3), och därmed bör predationstrycket från fåglar på fisk inom parkområdet vara lågt.

I havet söder om Skåne finns gråsäl (*Halichoerus grypus*), och även knubbsäl (*Phoca vitulina*) kan förekomma (HELCOM, 2018). Inom Natura 2000-områdena Falsterbohalvöns havsområde och Sydvästskånes utsjövatten är båda arter utpekade (Naturvårdsverket, 2021). Sälar utgör en viktig del av ekosystemet. De påverkar fiskbeståndens storlek och sammansättning lokalt då varje individ konsumerar flera kilo fisk om dagen (Naturhistoriska riksmuseet, 2012). Säl har observerats söka föda kring vindkraftsfundament som en sannolik följd av reveffekten, då fisk aggregerar runt dem (Andersson och Öhman, 2010).

Gråsälspopulationerna i Östersjön minskade kraftigt under 60- och 70-talen till följd av jakt och miljögifter (Hårding och Härkönen, 1999; Härkönen, 2011), men idag är gråsälspopulationen i Östersjön stor och består av mer än 40 000 djur. Detta har bidragit till en ökning av parasiter i torsk, då säl är en viktig del i parasiternas livscykel (Haarder m.fl., 2014; Sokolova m.fl., 2018).

I sydvästra Östersjön förekommer tumlare från Bälthavspopulationen, i synnerhet i de västra delarna (Benke m.fl., 2014; Mikkelsen m.fl., 2016) och nordost om ön Rügen (Gallus m.fl., 2012). Tumlare har en hög konsumtion av fisk. Hos vuxna tumlare i Bälthavspopulationen uppskattas det årliga intaget av torsk stå för 36 % av deras födointag (Andreasen m.fl., 2017), men sill och smörbultar utgör också en stor del av populationens föda (Sveegard m.fl., 2012). Tumlare, liksom säl, kan söka sig till undervattensstrukturer för att hitta föda (Scheidat m.fl., 2011).

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 36. Bedömda påverkansfaktorer under vindparkens anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggning	Drift	Avveckling
Undervattensljud	Vindpark	x	x	x
Sedimentspridning*	Vindpark + intern-kabelnätet	x		x
Reveffekt	Vindpark		x	

*Innefattar suspenderat material och sedimentation.

För närmare beskrivning av fisk, förekomst i sydvästra Östersjön, utförda inventeringar samt detaljer om konsekvensbedömningen hänvisas till Bilaga B.3.

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 borraras. Montering av ett monopile-fundament tar under goda förhållanden mindre än en dag, oftast några timmar.

Undervattensljud

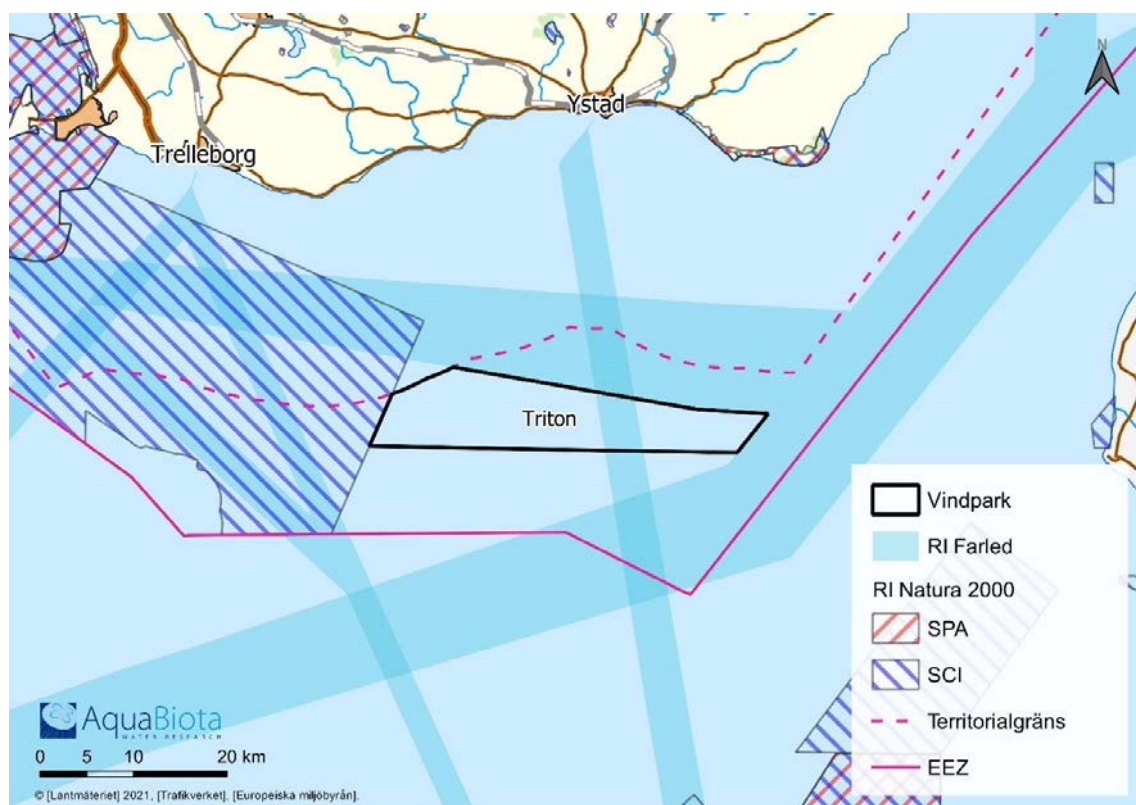
När vindkraftverk anläggs till havs kan ljudnivåer under vattnet uppstå som kan ge effekter på fisk. Hur fisk påverkas beror på faktorer som ljudstyrka och artsammansättning. En viktig aspekt är också hur mycket fisk det finns i berört område. Mängden fisk kan i vissa delar av svenska havsområden vara så liten att få fiskar blir påverkade. Ljud sprids också olika beroende på djup, botten typ och vattenmiljö. Botten vid området för Triton utgörs främst av mjukbotten av lera, vilka har bättre ljudabsorptionsförmåga än hårda botten.

Inom Triton planeras geotekniska undersökningar med vibrocorer, spetstrycksondering (CPT) och borrhning, 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 beteenderekaktion, som till exempel flykt eller en temporär hörselnedsättning (Mueller-Blenkle m.fl., 2010a; 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 34).



Figur 34. 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.

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. Ett exempel på att torsk lek 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 torsk lek (Havs- och vattenmyndigheten, 2020b).

Det finns flera studier som har undersökt hur torsk reagerar på ljud (Hawkins och Popper, 2020; Hammar m.fl., 2014; Mueller-Blenke m.fl., 2010a). 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-Blenke m.fl. (2010a) 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 (Bilaga B.12.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 (Bilaga B.12.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). 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 larvfase (Havs- och vattenmyndigheten, 2020b). Sannolikheten är dock liten att sill leker inom det planerade verksamhetsområdet för Triton vindpark. 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 vindkraftsfundament 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.

Skyddsåtgärder

Vid anläggandet av vindpark Triton kommer skyddsåtgärder att tillämpas. Ljuddämpande teknik, som dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper eller motsvarande, kommer att användas vid pålning för att reducera ljudutbredningen. Pålningen kommer att inledas med så kallad mjuk uppstart, det vill säga slag om cirka 10–15 % av maximal styrka, vilket följs av ramp-up, alltså en successiv ökning i styrka av slagen. Denna skyddsåtgärd minskar påverkan på fisk i och med att fiskarna lämnar närområdet innan pålning med full styrka inleds, givet att många arter som t.ex. 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 för att aktivt hålla borta fisk och tumlare från ett anläggningsområde (van der Meijs m.fl., 2015).

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

I samband med att vindkraftsfundamenten installeras kan bottensediment röras upp och spridas i vattnet. Anläggandet av ett fundament tar upp till sex timmar. Sediment frigörs i synnerhet när monopiles behöver borraras ner, vilket är ett worst case-scenariot. Endast en mindre andel (maximalt 15 %) av monopile-fundamenten behöver borraras när vindpark Triton anläggs. Även andra fundamentstyper kan generera en viss sedimentspridning, men i mindre omfattning än monopile-fundament som borraras. Sediment kan även röras upp när sjökablar plöjs eller spolras ner i bottenstratum.

Sediment i vattnet och fisk

Förhöjda nivåer av suspenderat material kan påverka fisk på olika sätt, men de har ofta en tolerans för variation i sedimentkoncentrationer, och möjlighet att röra sig ifrån sedimentplymer (Wilber och Clarke, 2001; Kemp m.fl., 2011). Utöver koncentrationen är också varaktigheten av sedimentplymen av central betydelse (Newcombe och MacDonald, 1991). Karlsson m.fl. (2020) visar att koncentrationer på upp till 100 mg/l, som varar i upp till 14 dagar, generellt har liten påverkan på fisk.

Det finns olika effekter av suspenderat material på fisk. Det kan t.ex. handla om beteendeförändringar, ökad stress, andningssvårigheter, försämrad sikt eller ökad mortalitet. Ägg är vanligtvis mer känsliga för suspenderat material än vuxen fisk, och 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).

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 botten 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 torsk klara vatten över vatten med låga koncentrationer av suspenderat material, om de har möjligheten att välja (Westerberg m.fl., 1996).

Om anläggningsarbete frigör stora mängder sediment under lång tid, kan det ha en lokal påverkan på fisk. Fisk klarar generellt koncentrationer på upp till 100 mg/l i upp till 14 dagar. Enligt sedimentspridningsanalysen som har genomförts för denna undersökning (NIRAS, 2021b) kommer suspenderat sediment i en koncentration om 100 mg/l att som mest spridas över en yta som är mindre än 0,2 km² runt ett fundament och grumlingen beräknas ha lagt sig inom tolv timmar.

Anläggning av fundament för vindkraftverk frigör sediment som kan ha en liten påverkan på fisk, men denna lokala påverkan bör ställas i relation till den sedimentering som trålfiske orsakar, eftersom trålfiske i dagsläget är vanligt förekommande i området.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Känsligheten för suspenderat material för de arter som finns inom projektområdet Triton, och angränsande Natura 2000-område, bedöms vara från liten till måttlig.
- När det gäller pelagiska ägg och fisklarver är en påverkan av suspenderat sediment av mindre betydelse eftersom ägg och fisklarver är spridda över stora ytor, och har en naturligt hög mortalitet, vilket gör att en eventuell påverkan blir en del av en naturlig variation.
- Suspenderat sediment i en koncentration om upp till 100 mg/l i två veckors tid är en nivå som flertalet arter och levnadsstadier klarar. Vid borrhning av fundament blir det enligt simulering en spridning på som mest 0,2 km² med en koncentration om upp till 100 mg/l,

vars varaktighet inte sträcker sig längre än tolv timmar. Effekten av suspenderat material bedöms vara obetydlig och konsekvensen för fiskfaunan bedöms vara försumbar.

Bedömd konsekvens

- Den samlade bedömningen är att konsekvensen för fisk av suspenderat material från anläggningen av vindpark Triton är försumbar.

· Tabell 37. 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
Tobiskung	Ljud pålning	Liten	Liten negativ	Mycket liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Taggmakrill	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ansjovis	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar
Nors	Ljud pålning	Måttlig	Liten negativ	Liten
	Sedimentering	Liten	Obetydlig	Försumbar

Driftsfas

Reveffekt

Den största effekten havsbaserad vindkraft har på fisk är det som beskrivs som reveffekt, det vill säga att vindkraftverkens fundament fungerar som artificiella rev med en positiv påverkan på fisk (Öhman, 2006; Bergström m.fl., 2012). 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.

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 Kalmar-sund 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 mjukbottenar, men också i den öppna vattenkolumnen vid den tillförda strukturen. Detta som ett resultat av att en ny hårbottenmiljö 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, Esgrö m.fl., 2020) där fiskfaunan i ett område får möjlighet att återhämta sig.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Bedömningen är att fundamenten i Triton kommer att medföra en reveffekt, det vill säga det kommer att bli mer fisk i anslutning till verken jämfört med hur det var på samma plats innan. Det gäller både vid botten och i vattenkolumnen.
- Givet att vindpark Triton domineras av mjukbottenar så skapar vindkraftsfundamenten en ny livsmiljö i området vilket kan locka till sig arter som naturligt återfinns i hårbottenmiljöer. Typiska hårbottenarter skulle kunna finna en hemvist som ett resultat av reproduktion och den pelagiska larvfasen. Även mer rörliga arter skulle kunna besöka verken för att söka mat och skydd med ökad ansamling som följd.
- Mycket talar för att torsk gynnas av vindkraftverk då de finner föda och skydd vid fundamenten. Mängden torsk kan öka i vindparken genom att individer stannar kvar i området en längre tid, men också av individer som är tillfälliga besökare.
- Flera arter som förekommer naturligt i området bedöms inte påverkas av fundamenten. Dessa arter kommer att fortsätta uppehålla sig i den omgivande mjukbottenmiljön som tar upp en betydligt större yta än fundamenten.

Bedömd konsekvens

- I anslutning till varje enskilt fundament bedöms reveffekten innebära stor 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

Vindkraftverk kan ge ifrån sig ljud som går att uppfatta i vattnet. Ljudet kan komma från mekaniken i maskinhuset eller orsakas av vindinducerade vibrationer i tornet (Kikuchi, 2010; Pangerc m.fl., 2016; Tougaard m.fl., 2020). Som konstaterats ovan kan fisk påverkas av ljud på olika sätt, i synnerhet vid högre ljudnivåer. Vindkraftverk i drift avger dock ljudnivåer som generellt är lägre än ljudnivåer från fartyg i samma frekvensområde (Tougaard m.fl., 2020). Noterbart är också att dykare som utfört inventeringar vid vindkraftverk inte upplever några starka ljud (MC Öhman, egna observationer).

Efter anläggningsfasen kommer viss båttrafik pågå i området som en del av drift och underhåll av kraftverken. Båttrafiken bedöms vara av mindre betydelse vad gäller påverkan på fisk, inte minst med tanke på att det blir en nettominskning då vindkraftsetableringen sannolikt kommer innebära att antalet fiskefartyg, och annan sjötrafik, minskar inom vindparken. Ytterligare en aspekt att beakta är att vindparken är omgiven av fartygsstråk med en kontinuerlig närvaro av fartyg vilket ger en ständig ljudpåverkan inom området.

I en undersökning som utfördes av Båmstedt m.fl. (2009) kunde det konstateras att de arter som studerades inte uppvisade några tydliga beteendeförändringar när de utsattes för ljud från vindkraftverk i drift. Wahlberg och Westerberg (2005) som sammanfattat forskning kring ljud från vindkraftverk och hur de kan påverka fisk kom fram till ett liknande resultat. Deras slutsats var att ljud från vindkraftverk i drift inte leder till flyktbeteende eller fysiologiska skador.

Eventuella effekter av ljud kan sättas i relation till andra aspekter som kan påverka fisk, som till exempel reveffekten. Som nämnts ovan har det konstaterats att den ökade närvaron av fisk kring vindkraftsfundamenten i vindparken Lillgrund är ett tecken på att ljud från vindkraftverk i drift har en liten effekt på fisk (Bergström m.fl., 2013). Detta visade sig inte minst när det gällde torsk, vilket är en art som är vanligt förekommande i anslutning till vindkraftverk (Bergström m.fl., 2013; De Troch m.fl. 2013; Reubens m.fl., 2013, 2014a, 2014b; Van Hal m.fl., 2017).

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Vindkraftverk i drift kan ge ifrån sig ljud. Effekten på fisk är av mindre betydelse vilket inte minst visar sig i den reveffekt som uppstår i anslutning till vindkraftsfundament och som påvisats i ett flertal studier.
- Den båttrafik som behövs för underhåll av vindparken är begränsad och kommer att vara av mindre omfattning än pågående sjötrafik. Dessutom kommer övrig sjötrafik genom parken sannolikt att minska under driftsfasen, samtidigt som vindparken är omgiven av fartygsstråk med en kontinuerlig närvaro av fartyg vilket ger en ständig ljudpåverkan inom området.

Bedömd konsekvens

- Den samlade bedömningen är att konsekvensen av ljud som genereras av ett vindkraftverk i drift, eller från båttrafik för underhåll är försumbar.

Magnetiska fält

Sjökablar med elektrisk ström, som är vanligt förekommande i Europa och i andra delar av världen (ESCA, 2019), kan generera 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 hårbottenssubstrat 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

Klimatförändringarna påverkar havet på många sätt och leder bland annat till ökad vattentemperatur, ökad förurning, minskad syrehalt och förändrad stratifiering (Stocker m.fl., 2013). Dessa olika faktorer påverkar fiskars spridning i havet (Hwang och Jung, 2012; Petrik m.fl., 2020). Förändringar vad gäller artsammansättning och mängd fisk i Sveriges havsområden är därför att vänta som en följd av ändrat klimat (Havenhand och Dahlgren, 2017). Dessa förändringar kommer förstås också att påverka fiskbestånden i havsbaserade vindparker.

Med pågående klimatförändringar bedöms hela havsområdet påverkas och det som förändras på andra rev kommer sannolikt även hända på vindkraftverken. Fisk och bentiska organismer bedöms finnas i liknande sammansättning som längs närliggande kust, vid öar och utsjöbankar.

En viktig drivkraft för att anlägga havsbaserad vindkraft är att öka den fossilfria elproduktionen så att samhället kan ställas om mot minskad klimatpåverkan. Vindparken kommer att bidra till omställningen av elproduktionen och därmed till att minska negativ klimat- och miljöpåverkan från andra energislag.

Sammanfattning av påverkan och effekter

- Bedömningen är att organismer som uppehåller sig i anslutning till vindkraftsfundamenten inte påverkas annorlunda av klimatförändringar än i omgivande vatten.
- Vindkraftverk till havs i ett förändrat klimat bedöms inte försämra förutsättningarna för fiskfaunan i området.
- Vindpark Triton kommer att bidra till att motverka pågående klimatförändringar.

Bedömd konsekvens

- Anläggning av vindpark Triton bedöms innebära försumbara till små positiva konsekvenser gällande klimatpåverkan och dess följd effekter på fisken i södra Östersjön.

· Tabell 38. 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
Tobiskung	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Taggmakrill	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Ansjovis	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar
Nors	Reveffekt	Liten	Liten positiv	Mycket liten positiv
	Ljud	Liten	Obetydlig	Försumbar
	Magnetiska fält	Liten	Obetydlig	Försumbar

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 hårbottenarter 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 39. 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 byggandet 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 Meijs m.fl., 2015).

7.4. Marina däggdjur

Samlad konsekvensbedömning

Tre arter av marina däggdjur förekommer inom vindparksområdet; tumlare, knubbsäl och gråsäl. Vindpark Triton ligger i ett övergångsområde där tumlare från både Bälthavspopulationen och Östersjöpopulationen kan förekomma. 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. Nyligen genomförda studier av Östersjöpopulationen indikerar dock att populationen långsamt återhämtar sig. Vindpark Triton ligger i gränsområdet för båda populationernas utbredning och projektområdet bedöms inte som ett viktigt habitat eller ett fortplantningsområde för tumlare (vilket stöds av den låga tätheten av tumlare som inventeringarna har visat). Tumlare från Bälthavspopulationen kan förekomma i området året om medan enstaka individer från Östersjöpopulationen kan förekomma under vinterperioden.

Knubbsälar och gråsälar förväntas förekomma i projektområdet för Triton, dock anses området vara av låg/måttlig vikt för knubbsäl och gråsäl eftersom ingen av arterna verkar använda området som ett särskilt födosöksområde. En av de största liggplatserna i södra Östersjön för både knubbsäl och gråsäl ligger 50 kilometer nordväst om parkområdet för vindpark Triton (Måkläppen).

Påverkan 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 i form av mjuk uppstart vilket innebär att marina däggdjur kommer att hinna förflytta sig från området med förhöjda ljudnivåer under den tid undersökningen pågår. 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 så som mjuk uppstart, dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper 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 påverkan av undvikandebeteende hos tumlare orsakat av undervattensljud från pålningsarbeten 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.

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.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för marina däggdjur. En mer detaljerad beskrivning av marina däggdjur inom området, liksom bedömd påverkan, effekter och konsekvenser av anläggande, drift och avveckling av den planerade vindparken återfinns i Bilaga B.4.A.

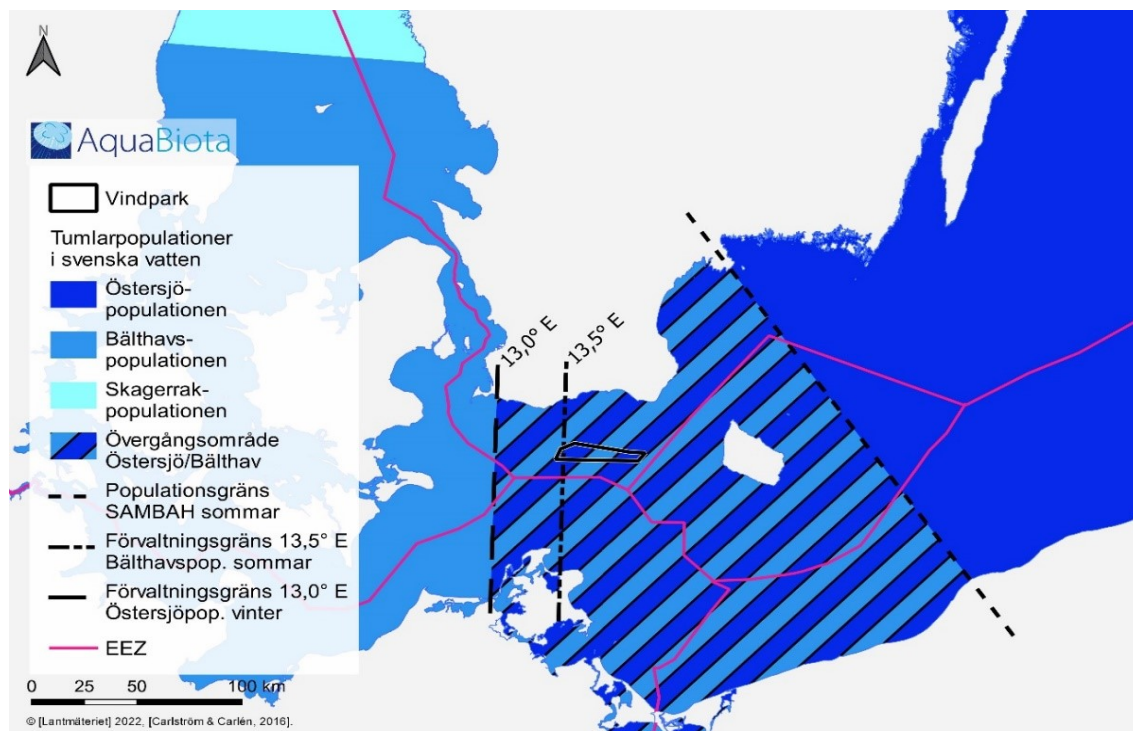
7.4.1. Förutsättningar

Tre arter av marina däggdjur bedöms förekomma inom vindparken och har därför konsekvensbedömts. Dessa är tumlare, knubbsäl och gråsäl.

Tumlare

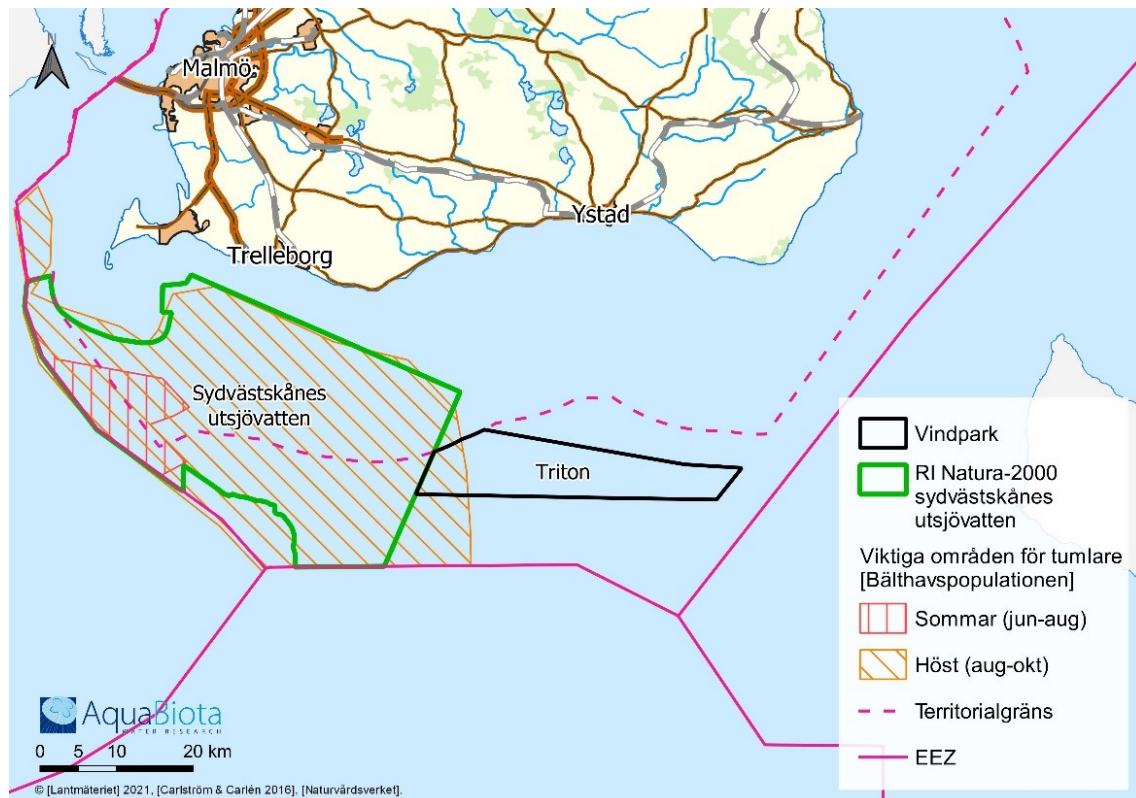
Tumlare är en liten tandval som är fridlyst och skyddad genom EU:s art- och habitatdirektiv (bilaga 2 och 4). Skyddet innebär bland annat att gynnsam bevarandestatus ska uppnås eller bibehållas för arten. I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är tumlaren som art klassad som livskraftig (LC), 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 30. Benke m.fl., 2014). Vindpark Triton ligger i ett övergångsområde där tumlare från främst Bälthavspopulationen men även den hotade Östersjöpopulationen kan förekomma (Figur 30). 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 35. Tumlarpopulationer i svenska vatten (Carlström och Carlén, 2016).

Inom området för Sydvästkånes 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 36 (Carlström och Carlén, 2016).



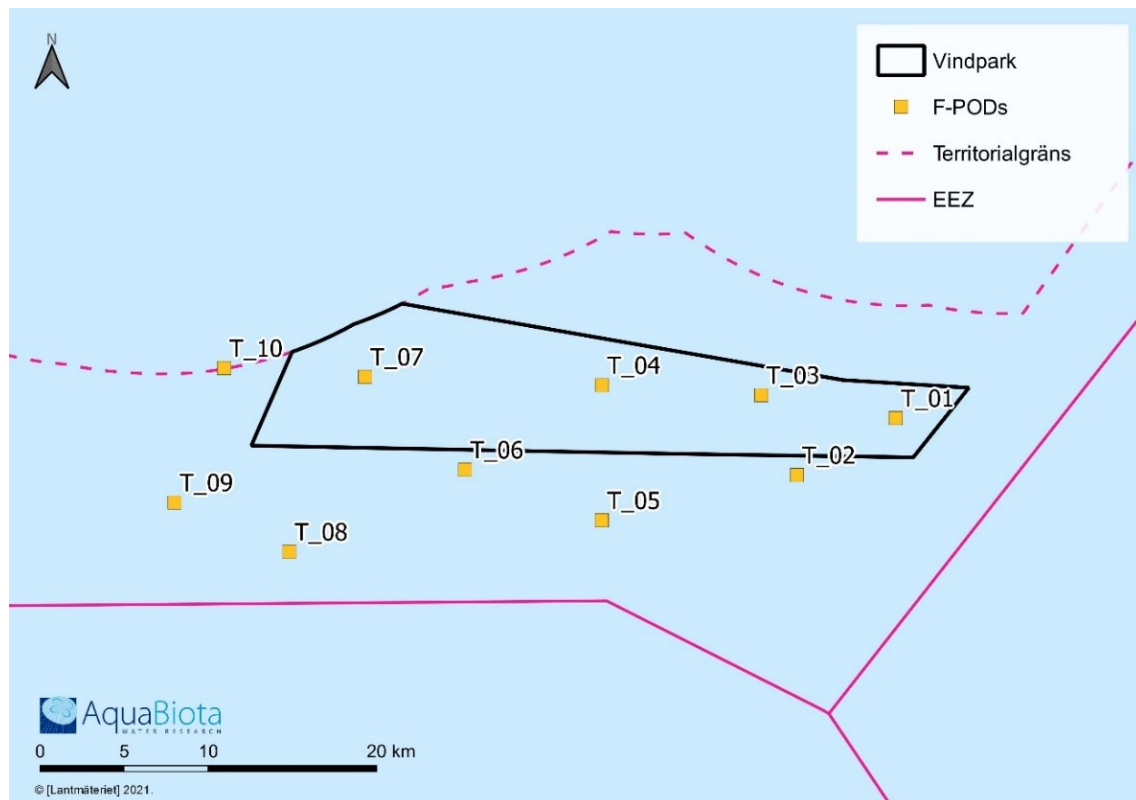
Figur 36. Viktiga områden för tumlare i vindpark Tritons närområde, per säsong (Carlsson och Carlén, 2016).

För projektets räkning placerades F-PODs²⁸ ut inom Tritons parkområde under sommaren 2021 (se Figur 37). För att möjliggöra jämförelse med tidigare undersökningar användes sedan en skalningsfaktor för att standardisera F-POD-data så att det motsvarar C-POD²⁹-data. Uppgifterna från undersökningen stödjer observationerna från SAMBAH³⁰, 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 (Bilaga B.14). Tumlare detekterades alltså endast i 2,5 % av alla prover. I motsvarande studie i Kattegatt (Birgersson m.fl., 2021) detekterades tumlare i 66 % av 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 (Bilaga B.4.A).

²⁸ Passiv akustisk anordning som detekterar och spelar in klickjuden från tumlarens ekolokalisering. Detektionerna analyseras för att utvärdera förekomst och aktivitet av tumlare.

²⁹ Passiv akustisk anordning som detekterar och spelar in klickjuden från tumlarens ekolokalisering. Detektionerna analyseras för att utvärdera förekomst och aktivitet av tumlare. Föregångare till F-pods.

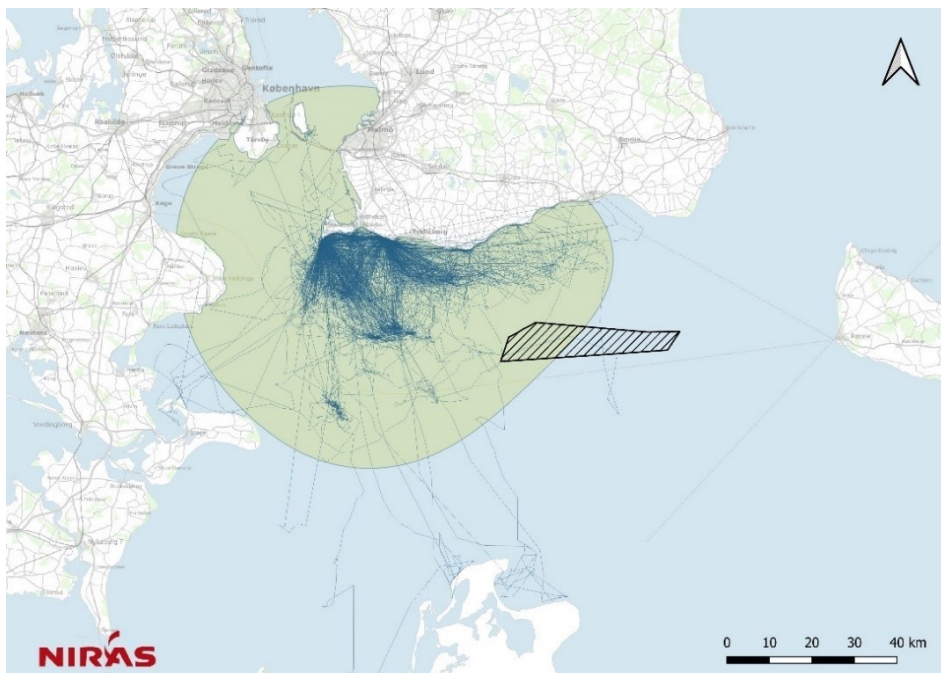
³⁰ Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise. Internationellt projekt för att bevara Östersjöns tumlarpopulation.



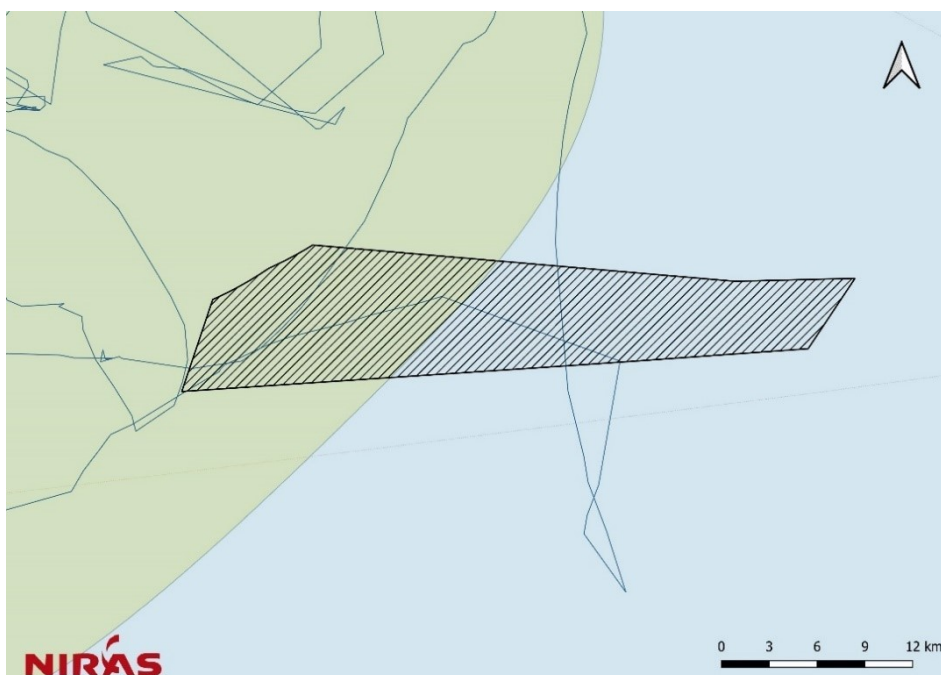
Figur 37. Placering av F-PODs inom och i närheten av vindparksområdet.

Gråsäl och knubbsäl

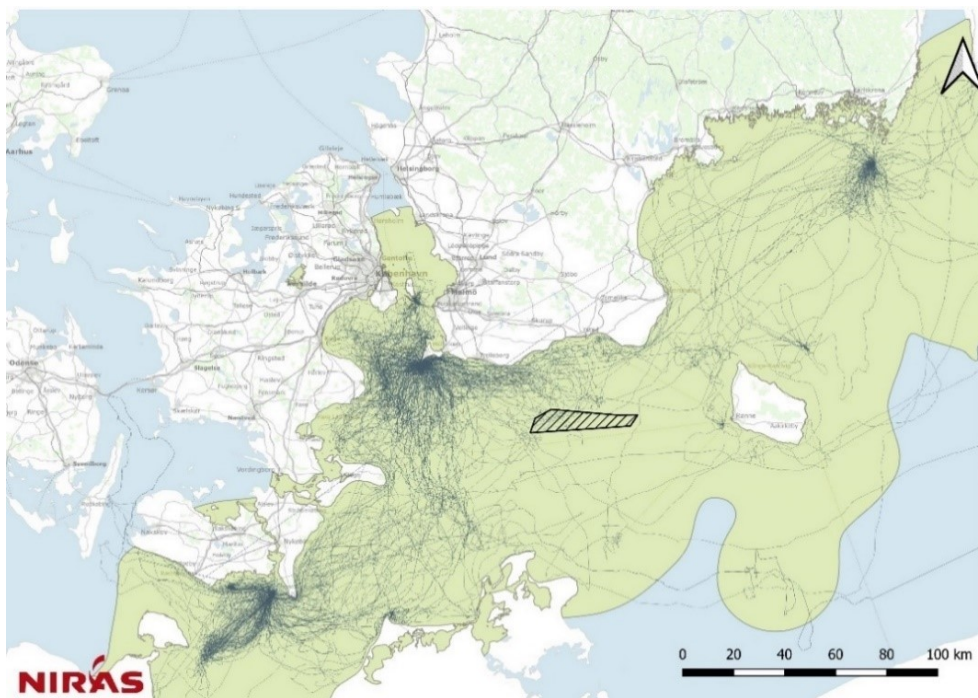
Båda arterna gråsäl och knubbsäl är fridlysta och skyddade genom EU:s art- och habitatdirektiv (bilaga 2 och 5). I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är knubbsäl som art klassad som livskraftig (LC), med undantag för Kalmarsundpopulationen som är klassad som sårbar (VU). I SLU Artdatabankens 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 Måklappen. Naturreservatet består av en lång sandrevell 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 Måklappen under tidsperioden åren 2012-2013 respektive åren 2009-2013. I Figur 38 respektive Figur 39 visas rörelsemönstret för de tio knubbsälarna respektive elva gråsälarna och deras beräknade hemområde som täcker hela året. GPS-data visade att en av knubbsälarna och att gråsäl simmade in i vindparksområdet 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 (Bilaga B.14). 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 (Bilaga B.14).



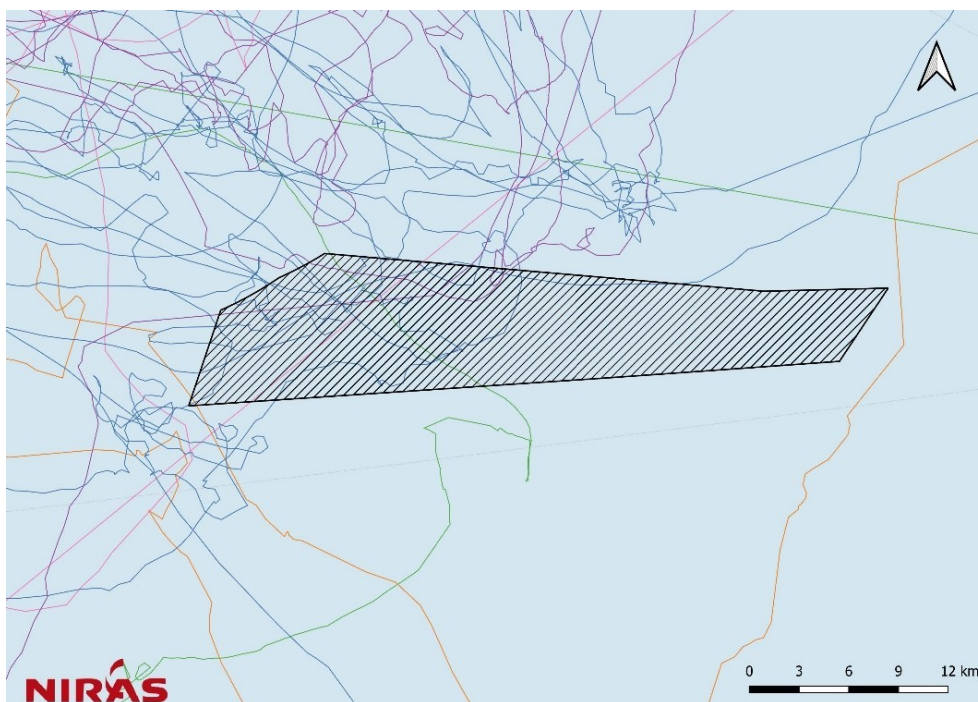
Figur 38. Rörelsemönster (blå linjer) från tio knubbsälar utrustade med GPS-sändare vid Måkläppen, Sverige i samband med utarbetande av MKB för Kriegers Flak OWF i danska vatten. Det gröna området är det uppskattade kärnområdet (95%) baserat på rörelsemönster för knubbsäl. Modifierad efter Dietz et al. (2015). GPS-data samlades in av DCE, Aarhus Universitet. © SDFE



Figur 39. 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 40. Rörelsemönster (blå linjer) från elva gråsälar utrustade med GPS-sändare vid Måklappen, 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 41. Rörelsemönster för de gråsälarna som simmade i området för vindpark Triton. Gråsälarna utrustades med GPS-sändare vid Måklappen, 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 gråsäl. 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 40. 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.

För närmare beskrivning av marina däggdjur, förekomst i sydvästra Östersjön, utförda inventeringar samt detaljer om konsekvensbedömningen hänvisas till Bilaga B.4.A.

Anläggningsfas

Den huvudsakliga risken för påverkan på marina däggdjur under anläggningsfasen är undervattensljud från geofysiska undersökningar och påning 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 borrhning.

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. Ljudmätningar i en nyligen genomförd studie (Bilaga B.4.B) visar att de uppmätta ljudnivåerna från geofysiska undersökningar är betydligt lägre än de som modellerats fram inom ramen för projektet. De geofysiska undersökningarnas påverkan på marina däggdjur är således baserade på mycket konservativa antaganden. För att bedöma effekterna av undervattensljud från seismiska undersökningar har modelleringar gjorts (Bilaga B.12.A). Modelleringen visar att undervattensljud från seismiska undersökningar kan medföra beteendepåverkan på ett avstånd upp till 6,5 kilometer från ljudkällan (worst case). Undersökningar med seismisk utrustning kommer att inledas med mjuk uppstart (soft-start), akustisk övervakning och observatörer kommer att användas. Med dessa skyddsåtgärder bedöms inte marina däggdjur utsättas för ljudnivåer som kan orsaka tillfällig hörselnedsättning (TTS) eller permanent hörselnedsättning (PTS) (för gränsvärden, se avsnitt 6.1) vid utförande av undersökningar av havsbotten. Akustisk övervakning och observatörer vid uppstart av undersökningarna kommer tillse att inga

marina däggdjur, så långt det är möjligt, finns i det direkta närområdet vid uppstart av utrustningen. Mjuk uppstart, då utrustningen startar med lägre energinivåer, ger dessutom de marina däggdjuren möjlighet att simma ut till ett säkert avstånd innan utrustningen körs på full effekt. En 30 minuters mjukstart medför att marina däggdjur som simmar med en hastighet av 1,5 m/s kan simma upp till 2,7 kilometer bort från undersökningsfartyget innan utrustningen körs på full effekt. Om man adderar att undersökningsfartyget färdas i fyra knop (två meter/sekund) i motsatt riktning skulle avståndet mellan fartyget och individen vara över fem kilometer när utrustningen kommer upp på full effekt. Med skyddsåtgärder förväntas undersökningarna lokalt och tillfälligt påverka tumlare och säl i närheten av undersökningsfartyget så att de undviker området (6,5 kilometer från källan) i närheten av undersökningarna. De marina däggdjuren förväntas återvända när undersökningsfartyget har passerat.

Då ljudet från borrar och andra geotekniska undersökningar är lågfrekvent förväntas de ha en begränsad påverkan på marina däggdjur. Ljudet från borrar 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 (Bilaga B.12.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 11 samt i Bilaga B.4.A). 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 hammarlagens energi gradvis ökar. Påverkan på marina däggdjur från undervattensljud har beskrivits och bedömts i Bilaga B.4.A.

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 42. 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. Marina däggdjur kommer inte utsättas för nivåer överstigande TTS då utbredningen av ljud överstigande gränsvärde 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

som överstiger tröskelvärde för undvikandebeteende. Vid användandet av dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper kan undervattensljud från pålning som överskrider tröskelvärde 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 tröskelvärde 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%

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 (undvikandebeteende beskrivs närmare i Bilaga B.4.A) 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 till liten. 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. Sälans 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 gråsäl och knubbsäl kan därför inte uppskattas på samma sätt som för tumlare. Istället 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 knubbsäl har märkts med satellitsändare. Det området som kan påverkas av undervattensljud ligger inom eller överlappar området för hemområdet³³ för både gråsäl och knubbsäl, Figur 43 och Figur 44. Gråsäl har ett betydligt större hemområde jämfört med knubbsäl och påverkan på gråsäl bedöms därför vara betydligt lägre. 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 säl 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 43 och Figur 44 samt Tabell 47 och Tabell 48.

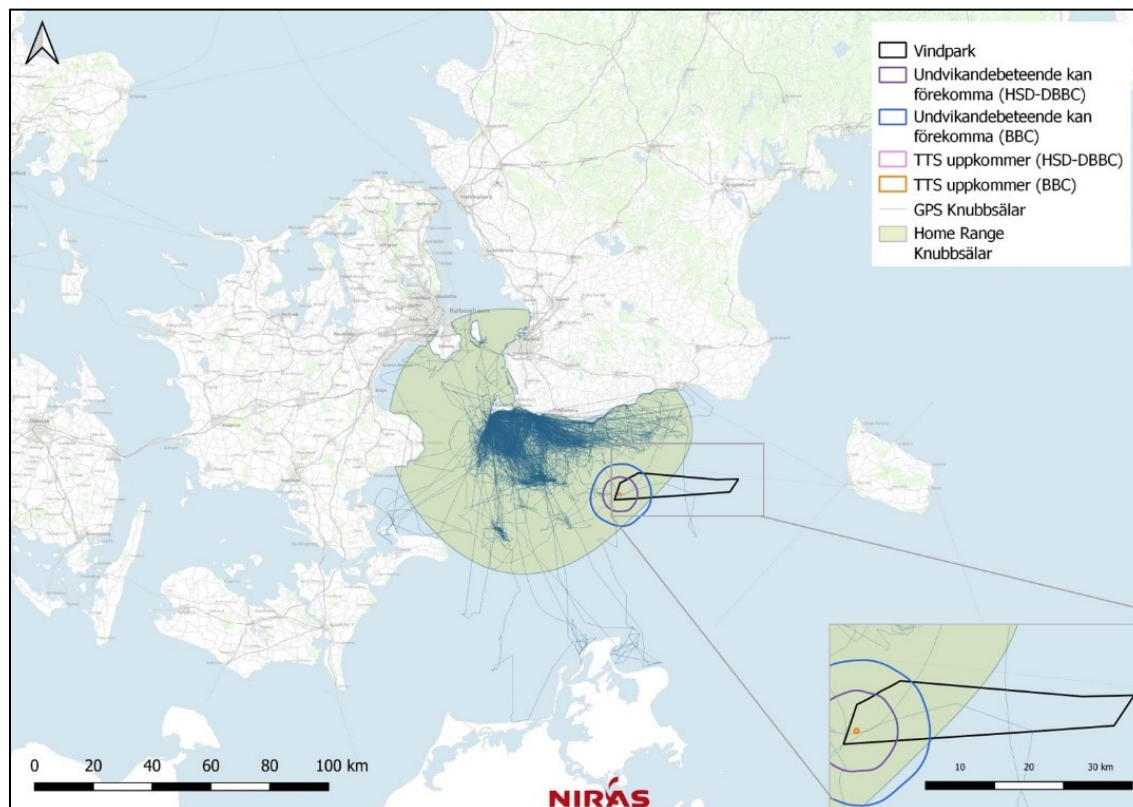
³³ Hemområde är ett biologiskt begrepp som definierar det område som utgör mer eller mindre varaktig hemvist för en eller flera individer av en viss djurart.

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.

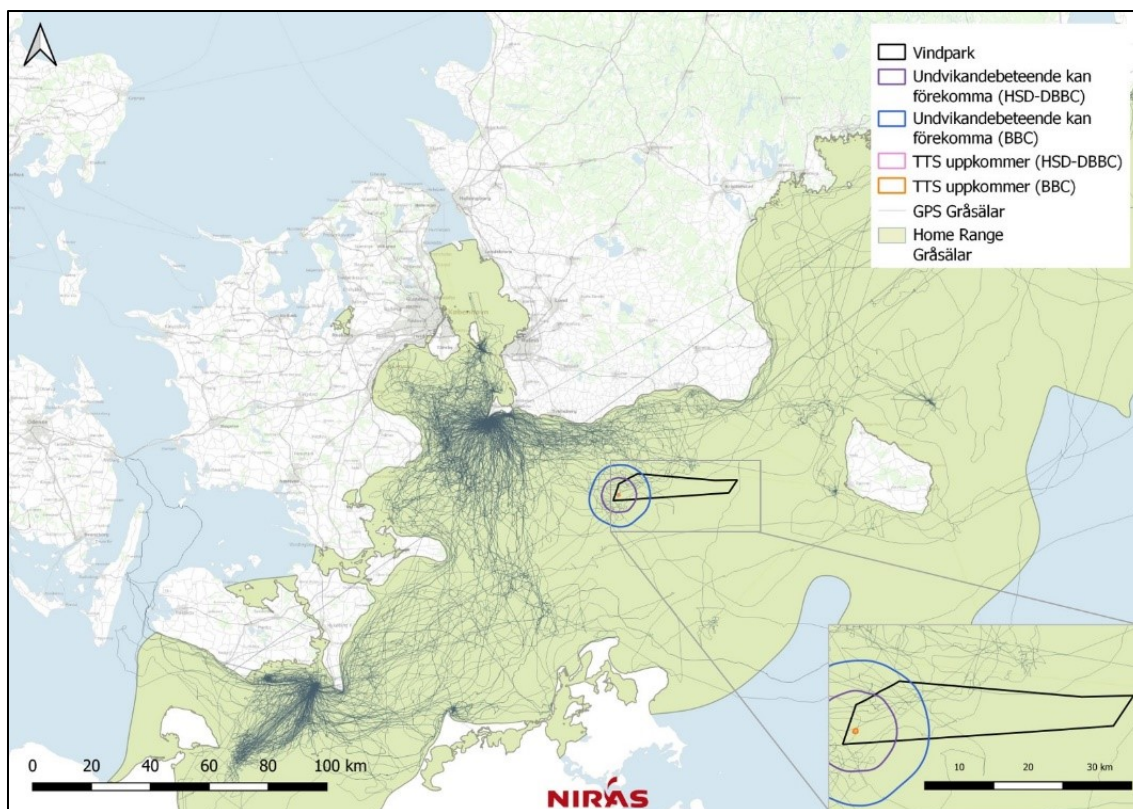
	Påverkan	Påverkansavstånd
Säl	PTS	<25 meter
	TTS	825 meter

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



Figur 43. Resultat från modellerat undervattensljud och överlappning med hemområde för knubbsäl vid pålning inom vindparkområdet. Orange re-spektive röd ring visar inom vilket område TTS uppkommer med enkel re-spektive 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, se Bilaga B.4.A.



Figur 44. 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, se Bilaga B.4.A.

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 km ²	5 234 km ²	7,5%
	Gråsäl		70 727 km ²	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 km ²	5 234 km ²	2,3 %
	Gråsäl		70 727 km ²	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. Sälarna 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-måttlig	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. Sälarna kan däremot påverkas av luftburet ljud från anläggning och då framför allt om det uppkommer vid deras ligplatser. Närmast ligplats för säl är Måkläppen som är beläget 50 kilometer från vindparken. Med hänsyn till det stora avståndet mellan vindparken och sälars ligplatser, 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 borrhning, varför borrhning har använts som anläggningsteknik vid bedömning av worst case för sedimentspridning. Anläggande av fundament med borrhning 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 sälarna 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

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 Bilaga B.15). 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 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. Säl kan höra ljud från vindkraftverken på ett längre avstånd än tumlare. Studier har dock visat att vissa knubbsäl 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. Intelligande 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 hårbottenmiljöerna (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 SEL_{ss}, VHF ≤ 120 dB tumlare re 1 μPa²s 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 1 μPa på ett avstånd om 11,6 kilometer från ljudkällan.
- Till skydd för tumlare vid undersökningar med metoderna sidoavsökande sonar och multi-stråleekolod 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.

7.5. Fladdermöss

Samlad konsekvensbedömning

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. 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 genom ökad kollisionrisk med vindkraftverken under driftfasen.

Genom användande av skyddsåtgärder i form av driftreglering under tillfällena med stor migration bedöms påverkan vara obetydlig och konsekvenserna försumbara för fladdermöss till följd av vindparken.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för fladdermöss. En mer detaljerad beskrivning av fladdermöss, samt bedömning av påverkan, effekter och konsekvenser av anläggande, drift och avveckling av den planerade vindparken, återfinns i Bilaga B.5, som Enviroplanering har tagit fram på uppdrag av OX2.

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 och trollpipistrell (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 (*Pipistrellus nathusii*), större brunfladdermus (*Nyctalus noctula*), 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 vindkraftparker. (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 projektering 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, dvärgpipistrell 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 (Seebens-Hoye et al, 2020). 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

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.

7.6. Fågel

Samlad konsekvensbedömning

Då bottendjupet inom vindpark Triton är större än vad flertalet sjöfågelarter regelbundet nyttjar för födosök, är det enbart några pelagiskt fiskätande arter som påträffas regelbundet i området.

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 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.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för fågel. En mer detaljerad beskrivning av fågel inom området, liksom bedömd påverkan, effekter och konsekvenser av anläggande, drift och avveckling av den planerade vindparken återfinns i Bilaga B.6.

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.

Kollisionsriskmodellering

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 vindkraftparker (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, 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 sänkades 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, nattskärna samt gråhäger).

Förekomst av sjöfågel

Fågelförekomsten i Arkonabassängen har dokumenterats i olika geografiska områden under en rad inventeringar i Tyskland, Danmark och Sverige. Inventeringarna sammanfattas i tabell 2 i bilaga B.6.

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, sot-höna 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. Resultaten från inventeringen finns sammanställda i avsnitt 3.2 i Bilaga B.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 finns från ett flertal studier som utförts över lång tid, studierna har sammanställt kunskap om migrationstider, -rutter och flyghöjder med mera. För fördjupad beskrivning hänvisas till Bilaga B.6. 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. Resultaten redovisas i Bilaga B.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 östlig 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, vilket framgår av Bilaga B.6, tabell 31. Det är ett begränsat antal rovfåglar som

passerar vindpark Triton, dels är det relativt få individer som flyger över Arkonabassängen och dels ligger huvudpassagen väster om Triton.

7.6.2. Konsekvenser

Vindkraftens påverkan på fåglar delas in i tre påverkansfaktorer: kollisionrisker, 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 Bilaga B.6. För fullständig källhänvisning och utförliga bedömningar hänvisas till denna rapport.

I utredningen i Bilaga B.6 har en bedömning gjorts för ett antal referensarter för respektive påverkansfaktor. Referensarterna har valts för att representera även övriga fågelarter som förekommer regelbundet i Arkonabassängen. Arterna har även valts med tanke på dokumenterad känslighet för vindkraft, samt för att erhålla en varierad grupp av arter med olika beteenden, storlek och migrationsstrategier.

· Tabell 58. 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, nattskär, 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 kollisionrisk. 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 kollisionrisk 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 fiskmå, 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 16 i Bilaga B.6.

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 vindkraftpark 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 kollisionfallen 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 redovisas mer utförligt i Bilaga B.6, men 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 bläsgås 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 grönben 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.

Nattskärre

Nattskärrens 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.

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 59. Sammanställning av bedömda arter och artgrupper av fåglar, påverkansfaktorer, känslighet och konsekvenser (Ottvall 2021).

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
Nattskär	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 fågelobservationer, eller med utveckling av modeller och teknik som analyserar väderförhållanden för ett större

geografiskt område. Utifrån dessa förutsättningar så har bedömningen gjorts i Bilaga B.6, att driftreglering kan behövas under sammanlagt 80 timmar.

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 kollideringsrisken. En minskning av rotationshastigheten från 5 till 1,5 varv per minut har exempelvis bedömts reducera kollideringsrisken 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. Av bedömningar och rekommendationer i Bilaga B.6 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. 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 kollideringsrisken 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 kollideringsrisk för fåglar och/eller orsaka störningar under deras flyttperioder, samt att ingen påverkan uppstår på tranopopulationen. Genom dessa skyddsåtgärder bedöms konsekvensen för tranor bli försumbar.

7.7. Landskapsbild och kulturmiljö

Samlad konsekvensbedömning

Skånes kust är starkt präglad av havet och här finns ett flertal riksintressen som har en koppling till det omgivande havslandskapet.

Den planerade vindparken Triton med maximalt 370 meter höga vindkraftverk kommer att medföra en visuell påverkan på kulturmiljöer och landskapsbild utmed Skånes sydkust. I praktiken blir det svårt att upptäcka vindkraftverken vid 50 kilometers avstånd från vindparken (med obruten utblick) då vindkraftverkets maskinhus (nav) försvinner bakom horisontlinjen och endast spetsarna av rotorbladen syns över horisonten. Även väderförhållandena kommer påverka synbarheten. Fotomontagen som ligger till grund för denna bedömning visar ett worst case-scenario, det vill säga hur vindparken syns i klart väder mitt på dagen under sommarhalvåret. Både ljus- och väderförhållanden kommer dock att variera under årstiderna och sikten kommer ofta att vara mer begränsad än vad som framgår av fotomontagen.

Vindkraftverken kommer att bli synliga och kunna skönjas vid horisonten från stora delar av Skånes kust, från områden med värden kopplade till fri horisont och utblickar samt från områden som är mycket välbesökta. Avståndet mellan vindparken och kusten är dock stort, mellan 20 och 30 kilometer.

Den visuella påverkan på och de negativa konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö sammantaget blir försumbar eller liten, men måttlig från ett par mer känsliga miljöer. Vid riksintresset Ales stenar M: K173 Kåseberga, det mest känsliga av alla studerade områden, bedöms den visuella påverkan på upplevelsevärden bli mycket stor, men eftersom kunskaps- och bruksvärden endast påverkas obetydligt och påverkan i sig är reversibel då vindparken avvecklas efter cirka 40–45 år bedöms de negativa konsekvenserna bli sammantaget måttliga vid Ales stenar och vid fyrplats Sandhammaren. Sammantaget är bedömningen att det inte föreligger risk för påtaglig skada för något av de berörda riksintressena.

Flera platser längs Skånes kust bedöms ha höga till måttliga upplevelsevärden. Genom att vindkraftverken kommer att synas från platser med höga värden, men att avståndet är stort, bedöms påverkan samt konsekvenser sammantaget bli försumbara till måttliga. Detta är främst kopplat till att vindparken bryter horisonten, dock är området inte orört idag, utan på olika avstånd utanför kusten kan man sedan generationer bakåt se fartyg.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för landskapsbild. En mer detaljerad beskrivning av bedömd påverkan, effekter och konsekvenser av anläggande, drift och avveckling av den planerade vindparken, återfinns i Bilaga B.7.A. Fotomontage återfinns i bilaga B.7.B.

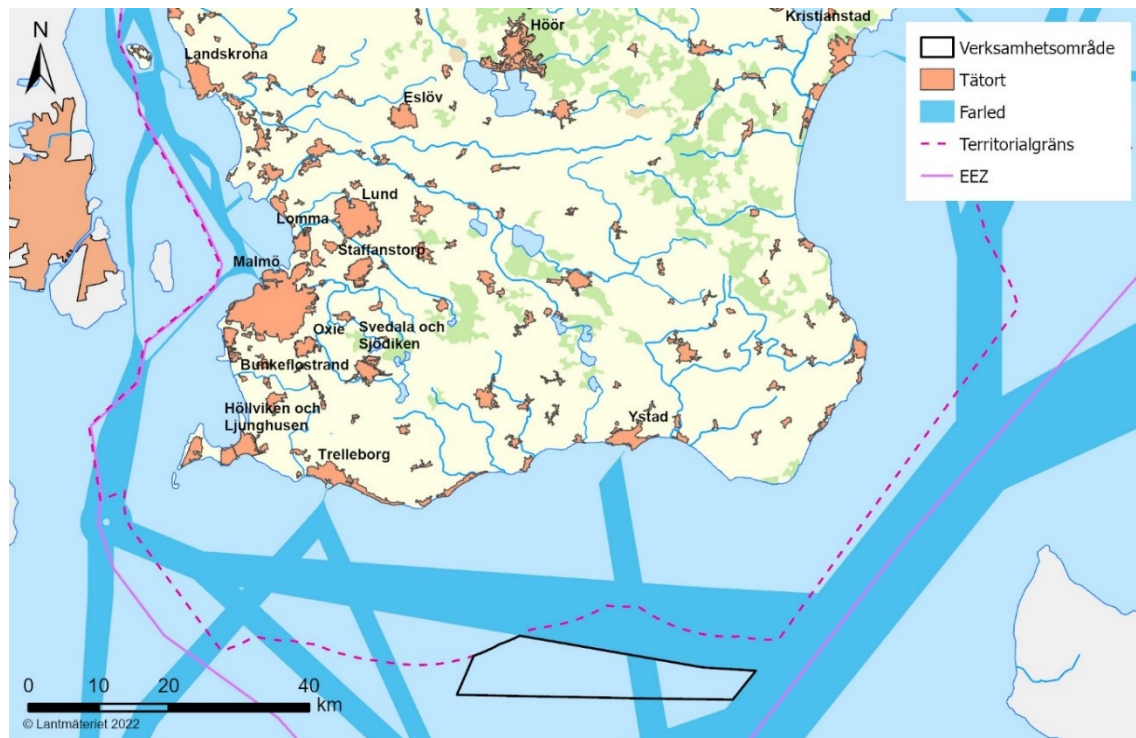
7.7.1. Förutsättningar

Bebyggelse och infrastruktur

I dag är Skånes sydkust starkt urbaniserad med två städer av hamn- och industrikaraktär samt ett antal mindre tätorter där urbanisering och förtätning pågår, se bebyggelse- och transportmönster i

Figur 45. Närmaste bebyggelse finns i Smygehuk på den skånska sydkusten, cirka 22 kilometer från parkområdet. Städerna Ystad och Trelleborg ligger cirka 30 kilometer respektive 33 kilometer från parkområdet och fornlämningen Ales stenar på cirka 30 kilometers avstånd.

Havet har varit och är än idag en viktig kommunikationsled, både i fartygsstråken längs Skånes kust och över Östersjön. Hamnen i Trelleborg är Sveriges näst största industrihamn för gods efter Göteborgs hamn medan Ystad hamn är en av Sveriges största hamnar för färjetrafik och gods-transporter till både Polen och Bornholm. Den täta fartygstrafiken till hamnarna i Trelleborg och Ystad i kustnära fartygsstråk präglar havslandskapet längs med kustområdet.

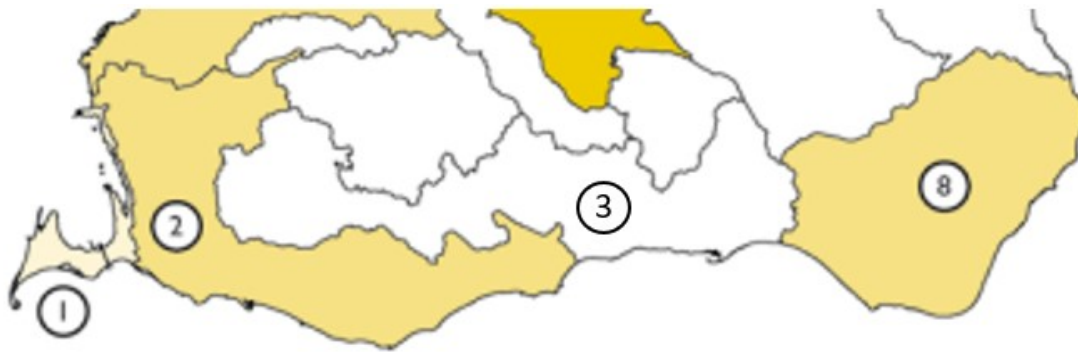


Figur 45. Bebyggelsemönster och transportstrukturer i Skåne. (Källa: Lantmäteriet och Sjöfartsverket).

Den långa kontinuiteten i nyttjandet av kusten är mycket tydlig, både vad gäller odlingslandskapet, fornlämningar och de många välbevarade fiskelägena. Byarna återfinns något förenklat i två stråk, dels inom två kilometer från kusten, dels utmed områdets åar. Olika successionsstadier hos vegetationen i det skånska landskapet är till exempel knutna till människans utnyttjande av landskapet, såväl som till andra naturgeografiska förändringsprocesser. Kulturvärden till havs får ofta sin förklaring och sitt sammanhang av lämningar eller miljöer på land. Havets och vindens resurser har alltid varit och är fortfarande ett ekonomiskt landskap som använts genom alla tider för fiske, handel och som energikälla. Detta vittnar ett stort antal fornlämningar efter forna tiders vindmøllor och väderkvarnar i det skånska kulturlandskapet om.

Skånes landskapskaraktärer

Landskapets karaktär beror på dess rumsliga samt visuella struktur, historiska och nutida användning samt landskapets naturgeografiska strukturer. Landskap är inte statiska, de förändras ständigt av naturens krafter samt av de som bor och verkar i landskapet. Länsstyrelsen i Skåne har tagit fram en landskapskaraktärsanalys, "Det skånska landsbygdsprogrammet" 2007, där områdena närmast kusten beskrivs som "Kustslätt / dynlandskap", "Låglänt landskap" och "Mosaikartat odlat backlandskap".



Figur 46. De karaktärsområden som ligger närmast vindpark Triton är (1) Skanör-Falsterbo strandäng, (2) Söderslätt, (3) Sydsånska backlandskapet, Österlenslätten (8). Källa: Länsstyrelsen Skåne, "Det skånska landsbygdsprogrammet".

- Skanör-Falsterbo strandäng (1) ligger intill havet till största delen lägre än 5 meter över havet.
- Söderslätt (2) inom Vellinge, Svedala, Trelleborgs och Skurups kommuner beskrivs som en flack svagt böljande jordbruksbygd. De låglänta odlingslandskapen är generellt belägna under 50 meter över havet och domineras av ett flackt landskap med en tydlig karaktär av kontinuerligt brukande under lång tid.
- Det mosaikartade, odlade sydsånska backlandskapet (3) är kraftigt böljande med stor variation i topografin. Till största delen ligger karaktärsområdet mer än 50 meter över havet och utgör en övergång till de skånska åsarna. Landskapet domineras av ett brutet landskap och en varierande grad av marktäckning, generellt över 80 %.
- Österlenslätten (8) har en varierande bebyggelsestruktur och skapar tillsammans med landskapet en variation i åkerbrukslandskapet.

Topografiska förhållanden

Skåne karaktäriseras av slättlandskap och kännetecknande för kusten är just det öppna kustlandskapet, där långa sträckor av odlade slätter och betade marker direkt möter havet. Det öppna landskapet medför långa siktlinjer ut över marken och havet. Delar av kusten har bitvis högre terräng som förstärker upplevelsen av rymd med vida blickar över omgivande hav.

7.7.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för landskapsbild. I Tabell 60 visas vilka påverkansfaktorer som bedömts och i vilken fas. Vindparken bedöms huvudsakligen påverka landskapsbilden under driftsfasen, varför enbart denna fas konsekvensbedöms.

Tabell 60. Bedömda påverkansfaktorer för landskapsbild och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Visuell förändring av kulturmiljö och landskap	Vindpark		x	

Driftsfas

Hur upplevelsen av den förändrade visuella vyn från land uppfattas är subjektiv och starkt beroende av vem åskådaren är och vilken inställning personen har till vindkraft. Känsligheten och den visuella påverkan på landskapet är därav svårbedömd. Sommarturister, permanentboende och markägare nyttjar landskapet på olika sätt och användandet varierar även under året.

Yttre faktorer som väderförhållanden, årstid och ljusförhållanden påverkar hur synlig vindparken är under olika dagar. Oavsett åskådarens inställning kommer vindkraftverken att förändra den tidigare obrutna horisonten och vissa dagar kommer de att vara synliga på stora avstånd i landskapet, medan de andra dagar knappt kommer synas från land överhuvudtaget. Påverkan är reversibel eftersom vindparken kommer att monteras ned efter cirka 40–45 år. Man kan även beskriva det som att man lånar landskapet i en generation för att sedan lämna tillbaka det.

Vindpark Triton kommer att synas från Skånes sydkust och för bedömning av visuell förändring har bland annat Riksantikvarieämbetets vägledning³⁴ använts vid känslighetsbedömning. Den är relaterad till två typer av företeelser: det ena är generell känslighet mot visuell påverkan i havsbilden, den andra är ett generellt hänsynsavstånd som definierats till 15 kilometer från värdekärnorna. Från samtliga platser utmed Skånes kust är avståndet till vindpark Triton längre än 20 kilometer. Vanligtvis medför landbaserade vindparker och vindkraft i strandnära lägen även störningar i form av ljud och skuggor som påverkar upplevelsen av landskapet. Inga sådana störningar bedöms uppstå från vindpark Triton på grund av avståndet mellan vindparken och kustmiljöerna, se vidare i avsnitt 6.12.

Bedömningen av visuell påverkan och konsekvenser för kulturmiljö och landskapsbild baseras på en worst case-ansats, det vill säga en teoretisk maximal utbyggnad av den planerade vindkraftparken. Detta innebär 129 vindkraftverk med en totalhöjd av 370 meter inom parkområdet. Vindkraftverken kommer att utmärkas för luft- och sjöfart enligt gällande regelverk och föreskrifter vid tidpunkten för byggnation. I bedömningen ingår konsekvenserna av hinderbelysning på en navhöjd om 200 meter.

Identifierade skyddade värden inom influensområdet

Skyddade värden för kulturmiljön är inte lika känsliga för påverkan då tåligheten varierar.

Hur kulturmiljöer och landskap bedöms kunna ta emot nya inslag utan att områdets karaktär och utvecklingsmöjligheter påverkas påtagligt brukar benämnas tålighet. 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).

Dessa värden kan vara känsliga för visuell påverkan i varierande grad. Generellt bedöms storskaliga landskap med låg komplexitet vara tåligare mot vindkraft än de flesta övriga landskap där stora objekt lättare börjar dominera. Vindkraftverken kan i regel undvika negativ påverkan på landskapets kunskapsvärden, eftersom den direkta markkonsumtionen är liten. Landskapets upplevelsevärden inbegriper visuella, symboliska och identitetsskapande värden. Särskilt känsliga

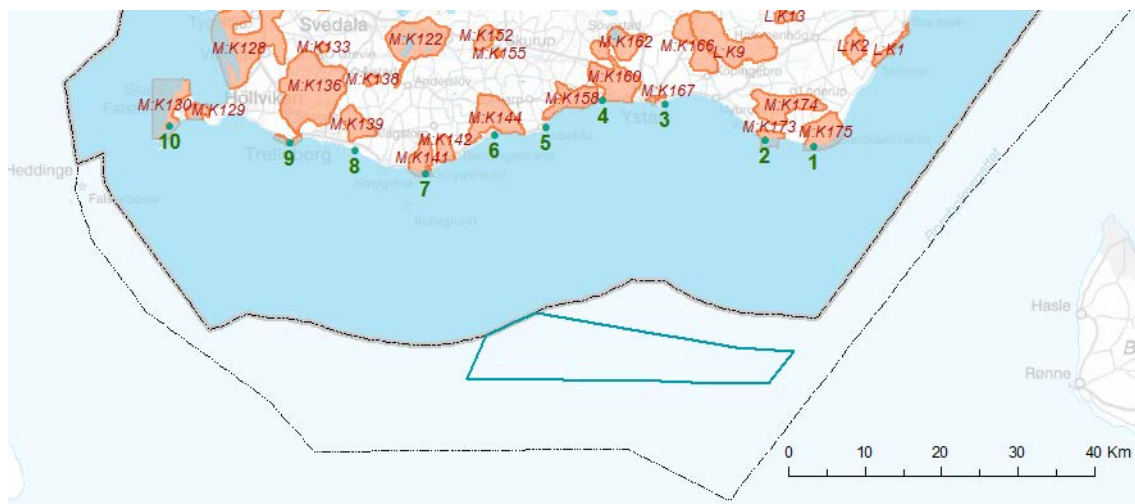
³⁴ RAÄ (2014): Handbok Kulturmiljövårdens riksintressen enligt 3 kap. 6§ miljöbalken (2014-06-23) Handbok-riksintressen-140623.pdf (raa.se)

landskapsrum med upplevelsevärden är kontemplativa, ålderdomliga, monumentala eller symboliska landskapsrum.

Områdenas tålighet korrelerar även med avstånd till planerad vindkraftsanläggning och om värden riskerar beröras direkt eller om de utsätts för visuell påverkan. Landbaserad vindkraft, kustnära vindkraft och vindkraft belägen längre från kusten inom ekonomisk zon påverkar landskapet på olika sätt.

Känslighetsbedömningen i kust- och havsområdena grundar sig på två typer av avstånd: frisiktsområden, det vill säga områdena med utblickar som helst bör hållas helt fria från vindkraft, samt områdena där ett generellt hänsynsavstånd mellan vindkraft och de identifierade värdekärnorna bedöms vara tillräckligt för att skydda värdena.

Tio platser har valts ut för fotomontage och digitala rörliga simuleringar för konsekvensbedömning. Platsernas placering längs kusten ses i Figur 47.



Figur 47. Fotopunkter för fotomontage (grön markering) och riksintresseområden för kulturmiljövård (rosa markering). (Källa: RAÄ).

Platserna, som ligger utspridda längs kusten, bedöms vara representativa för kuststräckan som ligger närmast vindpark Triton. Urvalet har gjorts efter bland annat synbarheten, platser med höga kulturhistoriska värden och höga värden för rekreation.

Här nedan beskrivs fem av platserna, fotopunkterna 10, 9, 7, 3 och 2. Samtliga tio fotopunkter redovisas och bedöms i Bilaga B.7.B.

Fotopunkt 10- Riksintresse M: K130, Skanör och Falsterbo och M: K129 Skanörs ljung

Figur 48. Riksintresse M: K130, Skanör och Falsterbo och M: K129 Skanörs ljung, Vellinge kommun (10), vy mot planerad vindkraftpark från fotopunkt 10, avståndet är cirka 50 kilometer. Se även samma montage i större format i bilagan. Nedre bilden har inlagda röda symboler som hjälpmedel för att visa vindkraftverkens lokalisering. Fotomontagen visar worst case, 129 vindkraftverk med totalhöjd 370 meter.

Området har en sammanhållen karaktär, utblickar och historiska landmärken och är välbesökt av allmänheten samt bedöms vara av nationell betydelse. Halvön Skanör utgör en central del i värdekärnan Klagshamn–Maglarp som pekas ut i havsplaneförslaget som ett varierat landskap med historisk dimension där fyrplatsen utgör ett dominerande landmärke på den utsatta och exponerade halvön Skanör. Området har unika visuella värden som bedöms ha hög känslighet mot förändringar i havslandskapet. Avstånd till närmaste vindkraftverk är dock cirka 50 kilometer vilket motsvarar den yttre gränsen till visuellt effektivt influensområde. De planerade vindkraftverken är synliga inom en smal sektor och parken underordnar sig det storskaliga havslandskapet. Den negativa visuella påverkan på landskapsbilden och påverkan på bruks-, kunskaps- och upplevelsevärden kopplade till kulturmiljön bedöms bli obetydliga. Konsekvenserna för kulturmiljön och landskapet bedöms därmed bli försumbara under driftsfasen.

Fotopunkt 9-Riksintresse M: K136 Fuglie – Mellan Greve mm

Figur 49. Riksintresse M: K136 Fuglie-Mellan Greve mm, Trelleborg och Vellinge kommun (9), vy mot planerad vindkraftpark från fotopunkt 9 på Stavstensudde vid monumentet, rest till minne av Karl XII:s landstigning 1715, avståndet är cirka 35 kilometer. Se även samma montage i större format i bilagan. Nedre bilden har inlagda röda symboler som hjälpmedel för att visa vindkraftverkens lokalisering. Fotomontagen visar worst case, 129 vindkraftverk med totalhöjd 370 meter.

Kustmiljö tolkas som huvudmotiv även till detta riksintresse och helhetsmiljön har tydliga samband till havslandskap. Riksintressets kärnområde ligger dock längre in mot land och kustzonen är visuellt påverkat av industrihamnen i Trelleborg. Området har i stor utsträckning sammanhållen karaktär, utblickar och landmärken, och bedöms ha måttlig känslighet mot visuell påverkan i havsbilden. Avstånd till närmaste vindkraftverk är cirka 35 kilometer och vindparken underordnar sig i havslandskapet inom en begränsad sektor och samverkar med urbana element i horisonten. Den visuella påverkan på landskapsbilden och påverkan på bruks-, kunskaps- och upplevelsevärden kopplade till kulturmiljön bedöms bli liten. Konsekvensen för kulturmiljön och landskapet bedöms därmed bli liten under driftsfasen.

Fotopunkt 7-Riksintresse M: K 141 Östra Torp-Smygehamn och M: K142 Äspö



Figur 50. M: K141 Östra Torp-Smygehamn, Trelleborg (7), vy mot planerad vindkraftpark från fotopunkt 7 vid Smygehuk, avståndet är cirka 22 kilometer. Se även samma montage i större format i bilagan. Nedre bilden har inlagda röda symboler som hjälpmedel för att visa vindkraftverkens lokalisering. Fotomontagen visar worst case, 129 vindkraftverk med totalhöjd 370 meter.

Området har i stor utsträckning utblickar och landmärken och som Sveriges sydligaste udde är Smygehuk av nationell betydelse och välbesökt av allmänheten. Området är dock visuellt påverkat av historisk industrihamnmiljö och känsligheten mot visuella förändringar i havsbilden bedöms som måttlig. Äspö ligger strax öster om M: K141 och huvudmotiv till riksintressets utpekande är det öppna odlingslandskapet och kyrkbyn, samt fornlämningar i kustnära lägen. Båda områdenas värden bedöms ha måttlig känslighet mot förändringar i havslandskapet. Avståndet till närmaste vindkraftverk är 22 kilometer och de närmaste vindkraftverkens roterande delar syns i sin helhet ovanför horisonten. Anläggningen har en underordnad betydelse för omkringliggande havslandskap. Områdenas visuella värden och karaktär försvagas endast marginellt. Den negativa visuella påverkan på landskapsbilden bedöms bli liten och påverkan på bruks-, kunskaps- och upplevelsevärden kopplade till kulturmiljön bedöms bli obetydliga. Konsekvensen för kulturmiljön och landskapet bedöms därmed bli liten under driftsfasen.

Fotopunkt 3-Riksintresse M: K167 Ystads stadskärna

Figur 51. M: K167 Ystads stadskärna, Ystad (3), vyn mot planerad vindpark från fotopunkt 3 vid Ystad saltsjöbad, avståndet är cirka 30 kilometer. Se även samma montage i större format i bilagan. Övre bilden: fotomontage. Nedre bilden: Röda symboler som hjälpmedel för att visa vindkraftverkens lokalisering. Fotomontagen visar worst case, 129 vindkraftverk med totalhöjd 370 meter.

Stadsmiljön i sjöfartsstaden Ystad med välbevarat gatunät, byggnader och lämningar från medeltiden tolkas som huvudmotiv till riksintressets utpekande. Helhetsmiljön har naturligtvis samband till havet men det orörda havslandskapet tolkas inte ha en central betydelse. Havsbilden är även påverkad av den moderna hamnen och dess anläggningar. Området bedöms därmed ha en liten känslighet för förändringar i havsbilden. Den planerade vindparken blir synlig inom en bred sektor men eftersom avståndet till de närmaste vindkraftverken är cirka 30 kilometer kommer vindparken inte att kunna dominera i landskapet och den negativa visuella påverkan bedöms bli liten. Konsekvensen för kulturmiljön och landskapet bedöms därmed bli liten under driftsfasen.

Fotopunkt 2-Riksintresse M: K173 Kåseberga



Figur 52. M: K173 Kåseberga, Ystad (2), vyn mot planerad vindkraftpark från fotopunkt 2 vid Ales stenar. Se även samma montage i större format i bilagan, avståndet är cirka 27 kilometer. Nedre bilden har inlagda röda symboler som hjälpmedel för att visa vindkraftverkens lokalisering. Fotomontagen visar worst case, 129 vindkraftverk med totalhöjd 370 meter.

Riksintressets huvudmotiv är fornlämningsmiljön med skeppssättningen Ales stenar är Sveriges största skeppssättning, med ett dominerande läge på Kåsebergaåsen. Helhetsmiljön har samband med havslandskap och i riksintresset ingår även fiskeläget Kåseberga med sitt ursprung i en medeltida fiskehamn. Riksintressets känslighet mot visuella ändringar i havslandskapet bedöms vara hög. Området har unika visuella värden och är av nationell betydelse. Riksintresset har en sammanhållen karaktär, utblickar i alla riktningar över havet och det omgivande landskapet och värden är kopplade till både naturlandskapet och kulturmiljön. Skeppssättningen är belägen på Kåsehuvud 32 meter ovanför havsytan och platsen som helhet utgör en målpunkt för besökare och ett landmärke i kustlandskapet. Riksintresset M: K173 ingår även i värdekärna Ystad-Maglehem där Ales stenar beskrivs som monumentalt belägen uppe på åsen med vida utblickar.

Både synbarhetsanalysen och fotomontaget visar att den planerade vindparken blir synlig från Kåseberga och riksintresset påverkas visuellt. Avstånd till närmaste vindkraftverk är 27 kilometer och de roterande delarna syns i sin helhet.

Upplevelsevärden i sig har alltid en subjektiv komponent och är beroende av betraktarens inställning till förändringen. En förändring i den här typen av landskap kan upplevas både som ett störande element eller som ett nytt skikt i kulturlandskapet som per definition är ett resultat av en ständigt pågående förändringsprocess. En vindpark synlig från Kåseberga öppnar även för möjligheten för en besökare att stanna upp och reflektera över kunskap som krävs vid monumentala byggprojekt, människans grundbehov och vilka arv som består när tidsperspektivet förlängs.

Områdets visuella värden, karaktär och utblickar påverkas och försvagas av vindkraftsetablering. Visuella stråk utmed skeppssättningens längdaxel påverkas dock inte och utblickarna söderut mot Bornholm över havet förblir oförändrade. Påverkan på upplevelsevärden under driftsfasen bedöms bli stor.

Bruksvärden som handlar om hur området kan användas för jordbruk och turism samt kunskapsvärden som innehåller vetenskapliga och pedagogiska aspekter påverkas betydligt mindre, då ingen direkt markkonsumtion är aktuell. Påverkan på bruks- och kunskapsvärden kopplade till kulturmiljön bedöms därför bli obetydliga.

Påverkan är reversibel eftersom vindparken har en förväntad livslängd på 40–45 år och därefter avvecklas. Detta kan ur ett större tidsperspektiv, som platsen så tydligt illustrerar, uppfattas som en relativt kort tid.

Sammantaget bedöms de negativa konsekvenserna för landskapsbild och kulturmiljö för Kåseberga bli måttliga då den visuella konsekvensen för upplevelsevärden bedöms bli mycket stor, medan konsekvenserna för bruks- och kunskapsvärden bedöms bli försumbara.

Sammanfattande konsekvensbeskrivning

Den visuella påverkan på och de negativa konsekvenserna varierar från försumbar till måttlig för berörda riksintressen, se Tabell 61.

Tabell 61. Sammanställning av bedömd påverkan och konsekvens för kulturmiljö och landskapsbild i driftsfas.

Objekt och referenspunkt till fotomontage (nr)	Generell känslighet mot visuell påverkan i havsbilden Avstånd till vindpark Triton	Påverkan (Driftsfas)	Konsekvens (Driftsfas)
Riksintresse M: K130, Skanör och Falsterbo och M: K129 Skanörs ljun, Vellinge kommun (10)	Hög 45 - 50 kilometer	Obetydlig	Försumbar
Riksintresse M: K136 Fuglie-Mellan Greve mm (9)	Måttlig 35 kilometer	Liten negativ	Liten
Riksintresse M: K139 Gylle-Dalköpinge (8)	Liten 30 kilometer	Obetydlig	Försumbar
M: K141 Östra Torp-Smygehamn (7)	Måttlig, 22 kilometer	Liten negativ	Liten
M: K142 Äspö (7)	Måttlig, 22 kilometer	Liten negativ	Liten
M: K144 Östra Vemmenhög – Tullstorp (6)	Måttlig, 24 kilometer	Liten negativ	Liten
K158 Sjörup - Charlottenlund – Snårestad (5)	Måttlig, 28 kilometer	Liten negativ	Liten
M: K160 Bjärsholm-Balkåkra – Skårdby (4)	Måttlig, 28 kilometer	Liten negativ	Liten
M: K167 Ystads stadskärna (3)	Liten, 30 kilometer	Liten negativ	Mycket liten
M: K173 Kåseberga (2)	Hög, 27 kilometer	Obetydlig för bruks- och kunskapsvärden mycket stor för upplevelsevärden	Sammantaget: måttlig
M: K175 Sandhammaren (1)	Hög, 27 kilometer	Liten negativ	Måttlig

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 kusten och det faktum att 30 dB(A) nivå för Triton ligger långt utanför kusten indikerar att lågfrekvent ljud inte kommer att vara någon risk för närboende. 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.

7.8.1. Förutsättningar

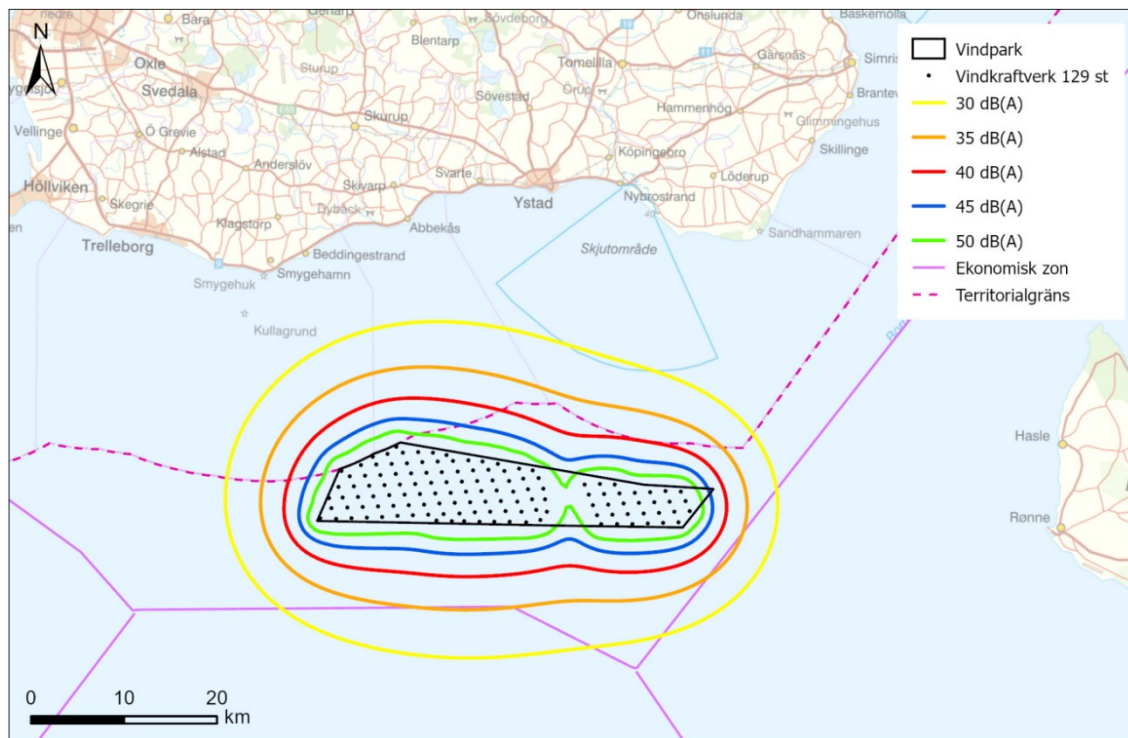
Boendemiljö, ljud

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.

OX2 har gjort ljudberäkningar utifrån en exempellayout motsvarande worst-case som använts som underlag för ljudberäkningen. Den består av 129 vindkraftverk och baseras på ett framtida vindkraftverk om 25 MW och rotordiametern 340 meter (Bilaga B.15). Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus har utförts i modellen Nord2000 i enlighet med praxis. Det innebär att beräkningarna har utförts för medelvinden åtta m/s på tio meter höjd.

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. Resultatet av beräkningen pekar på att lågfrekvent ljud inte kommer att överskrida Folkhälsomyndighetens riktlinjer för närboende.

Figur 53 visar att ljudnivån beräknas understiga Naturvårdsverkets riktvärde för bostad med stor marginal för worst case-scenariot. Riktvärdena avseende A-vägd ekvivalent ljudnivå är 40 dB(A) utomhus för bostäder och 35 dB(A) utomhus inom friluftsområden. 40 dB(A)-linjen ligger minst 18 kilometer ute till havs där inga bostäder finns.



Figur 53. Ljudutbredning med exempellayout 129 vindkraftverk med 25 MW-vindkraftverk, vilket är worst case för ljudets spridning i luft. (Källa: Lantmäteriet).

Rekreation

I Bilaga B.9 redogörs för nuvarande förhållanden vad gäller rekreationsaktiviteter i form av fritidsfisket i parkområdet. Fritidsfiske definieras i rapporten 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 turboatsverksamhet med fiske och dykning. Verksamheten pågår under hela året, i genomsnitt besöker en turboatsverksamhet det planerade vindparksområdet cirka två gånger per månad, men sommartid är det något oftare frekventerat. I huvudsak inriktas fisket på torsk, lax och öring.

Generellt är fritidsfisket som störst under maj–juni vid Sveriges sydkust (Havs- och vattenmyndigheten, 2019c). 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; Hüsey 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. Rekreativsmöjligheterna 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

7.9. Kulturmiljö – marinarkeologi

Samlad konsekvensbedömning

Påverkan på kulturmiljö avser påverkan på kulturhistoriska lämningar, vilka kan påverkas av fysiska ingrepp. Enligt kulturmiljöregistret (RAÄ) finns sex kända kulturmiljölämningar i form av vrak inom parkområdet. Risken för skador eller påverkan på dessa eller andra fornlämningar kan undvikas genom de undersökningar som genomförs inför anläggning av vindparken för att upptäcka eventuella okända lämningar. Efter analys av undersökningens resultat kommer vindparkens utformning och arbetsområden att anpassas så att påverkan på fornlämningar undviks.

Den sammantagna bedömningen är därför att konsekvensen för marinarkeologiska lämningar blir försumbar.

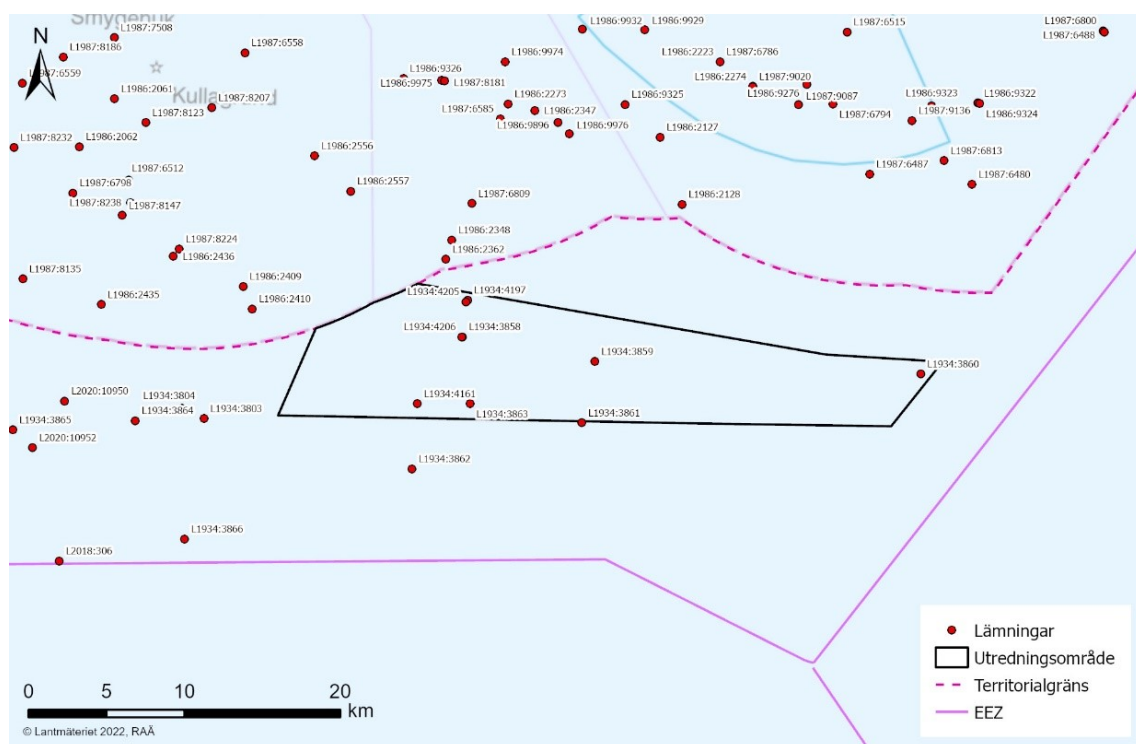
7.9.1. Förutsättningar

En marinarkeologisk förstudie är utförd av Bohusläns museum under år 2021 (Bilaga B.8), där målet för studien har varit att sammanställa kända fartygsförlisningar samt lokalisera tidigare ej registrerade lämningar inom utredningsområdet. Förstudien bygger på en översiktlig genomgång av Kulturmiljöregistret (KMR), befintligt arkivmaterial (Skandinaviskt vrakarkiv) och historiskt kartmaterial. Även en genomgång av sedan tidigare kända fornlämningar i området samt av tidigare genomförda utredningar/undersökningar ingår.

En fornlämning är skyddad enligt 2 kap. 1 och 1 a §§ kulturmiljölagen (1988:950). Definitionen för fornlämning är att den ska vara en lämning efter människors verksamhet under forna tider som

tillkommit genom äldre tiders bruk och vara varaktigt övergiven. Lämningen behöver dessutom ingå i någon av de kategorier som finns uppräknade i kulturmiljölagen samt när det gäller fartyglämning vara förlist före år 1850. Länsstyrelsen kan dock i det enskilda fallet besluta om att fornlämningsförklara en yngre lämning om det finns särskilda skäl med hänsyn till dess kulturhistoriska värde³⁵. En övrig kulturhistorisk lämning är spår efter mänsklig verksamhet som tillkommit under och efter år 1850. En övrig kulturhistorisk lämning har inte samma lagskydd som en fornlämning, men ska visas hänsyn och aktsamhet.

Den marinarkeologiska studiens utredningsområdet omfattar samma område som vindpark Tritons verksamhetsområde. Utredningsområdet har sedan tidigare delvis berörts av två arkeologiska utredningar *'Beneath the Baltic–Baltic Pipe, screening of geophysical survey data in Swedish Section'* (Jonsson, 2020) och Hansa Power Bridge (Fredholm, 2019). Dessa projekt identifierade tidigare okända fartyglämningar.



Figur 54. Karta över utredningsområdet med registrerade lämningar markerade. På två av de markerade platserna inom utredningsområdet ligger lämningarna så nära varandra att de markeras av samma röda cirkel. (Källa: RAÄ).

Det finns historiska handelsvägar i den här delen av Östersjön, och troliga handelsvägar har rekonstruerats längs södra Östersjön och Skånes kust utifrån spridningen av arkeologiska fynd och historiska källor finns från tidig medeltid (Englert & Trakadas, 2009; Näsman, 1991), genom högmedeltid (Berggren, Hybel & Landen, 2002; Childs, 2002), och vidare till tidigmodern tid (efter år 1500). Med tanke på Östersjöns goda förutsättningar för bevarande av vrak och att det inte skett någon systematisk utredning/inventering kan det förväntas att fler lämningar kan finnas. Sonar-

³⁵ Riksantikvarieämbetet 2021. Vägledning – Fornlämningsbegreppet och fornlämningsförklaring. <https://www.raa.se/lagar-och-stod/kulturmiljolagen-kml/fornminnen-2-kap/fornlamningsbegreppet-och-fornlamningsforklaring/>

och magnetfältundersökningar kommer att genomföras inför anläggningsfasen, för att söka efter eventuella vrak och lämningar. Undersökningstillstånd har erhållits för detta.

Resultat och information från dessa undersökningar kommer att analyseras av marinarkeologisk expertis för att identifiera eventuella marinarkeologiska lämningar. De lämningar som riskerar att påverkas av arbeten under projektets faser kommer att besiktigas av arkeologer för att kunna bedöma och fastställa antikvarisk status samt utbredning.

Om tidigare okända fartygslämningar eller andra kulturhistoriska lämningar påträffas i samband med undersökningarna kommer dessa att anmälas till svenska myndigheter i enlighet med kulturmiljölagen.

En fornlämning kan skadas eller förstöras genom fysisk påverkan som till exempel grävning, ank-ring, pålning eller liknande. Störst är risken i anläggningsfasen då fundament och kabeldragning utförs. I senare skeden utförs arbeten på samma platser, så anpassningar och hänsyn under detaljprojektering har stor betydelse under hela vindparkens livslängd.

Tabell 66. Potentiella påverkansfaktorer på kulturmiljölämningar som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysisk påverkan/skada på kulturmiljölämning till havs	x	x	x

7.9.2. Konsekvenser

Anläggningsfas

Multistråleekolod, sonar- och magnetfältundersökningar kommer att användas inför anläggning för att registrera eventuella okända lämningar. Om marinarkeologiska objekt identifieras inom området ska dessa så långt möjligt undvikas vid utformning av vindparken och det interna kabelnätet. Om det finns risk för att marinarkeologiska lämningar kommer att beröras av anläggningsarbeten ska verksamhetsutövaren i samråd med Länsstyrelsen Skåne låta besiktiga och vid behov undersöka dessa innan arbetena får påbörjas. Efter analys av undersökningsresultaten kommer utformning och arbetsområden att anpassas för att undvika påverkan på lämningarna. Som skyddsåtgärd upprättas en buffertzona vid behov i samband med anläggning, drift och avveckling.

Under anläggningsfasen bedöms inte någon risk föreligga för påverkan eller skada på marinarkeologiska lämningar, då anpassningar görs för att undvika lämningarna.

Konsekvensen bedöms vara obetydlig under anläggningsfasen eftersom vindparkens utformning anpassas så att inga lämningar berörs.

Tabell 67. Bedömd konsekvens för rekreation under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan/skada på kulturmiljölämning till havs.	Hög	Ingen	Försumbar

Driftsfas

Driftsfasen förväntas inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska lämningar eftersom dessa undviks redan under anläggningen, och därmed är placeringen av fundamenten redan då anpassade för att undvika lämningar. Under driftsfasen kan servicearbeten som till exempel byte av växellåda eller blad behöva ske med hjälp av jack up-fartyg. Även sådant arbete kommer att ske på sätt så att inga lämningar skadas. Driftsfasen förväntas därför inte ha någon påverkan på eventuella marinarkeologiska lämningar.

Konsekvensen bedöms vara obetydlig under driftsfasen eftersom vindparkens utformning anpassas så att inga lämningar berörs.

Tabell 68. Bedömd konsekvens för rekreation under driftsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan/skada på kulturmiljölämning till havs.	Hög	Ingen	Försumbar

Avvecklingsfas

Utformningen och arbetsområden anpassas för att helt undvika påverkan på lämningarna, samt som skyddsåtgärd hålls även en buffertzon till lämningar vid behov.

Konsekvensen bedöms vara obetydlig under avvecklingsfasen eftersom vindparkens utformning anpassas så att inga lämningar berörs.

Tabell 69. Bedömd konsekvens för rekreation under avvecklingsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk påverkan/skada på kulturmiljölämning till havs.	Hög	Ingen	Försumbar

7.10. Yrkesfiske

Samlad konsekvensbedömning

Parkområdet har vissa värdefulla fisktillgångar i framför allt sill, skarpsill och torsk. Förutsättningarna för att bruka dem har minskat med restriktiva kvoter och fiskestopp. Kvoter för år 2022 bestämmer i enlighet med åren innan fortsatt fiskestopp för både torsk och sill för att ge fiskbestånden möjlighet att återhämta sig.

År 2020 gjordes inga fångster i parkområdet av svenska yrkesfiskare och det danska fisket dominerades detta år av mindre kvantiteter plattfisk. Vidare visar fisketrycksmodelleringar att det svenska fisketrycket även historiskt varit betydligt lägre inom parkområdet i jämförelse med närliggande områden och parkområdet är inte ett utpekat riksintresse för yrkesfisket eller i havsplanen utpekat användningsområde för yrkesfiske. Med beaktande av ovanstående bedöms parkområdet i dagsläget ha ett litet värde för fiskenäringen. Yrkesfisket kan påverkas av vindparken under anläggnings- och avvecklingsfasen då det av säkerhetsskäl inte kan nyttja vissa delområden i anknytning till arbetsområden. Under driftsfasen kommer ytan tillgänglig för bottentrålning av tekniska och säkerhetsmässiga skäl begränsas medan övrigt fiske bedöms kunna fortgå.

Det fiske som främst kan komma att påverkas av vindpark Triton är 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. 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.

7.10.1. Förutsättningar

Informationen i detta kapitel är en sammanfattning av den utredning gällande yrkesfiske som har utförts som underlag till denna MKB, se Bilaga B.9.

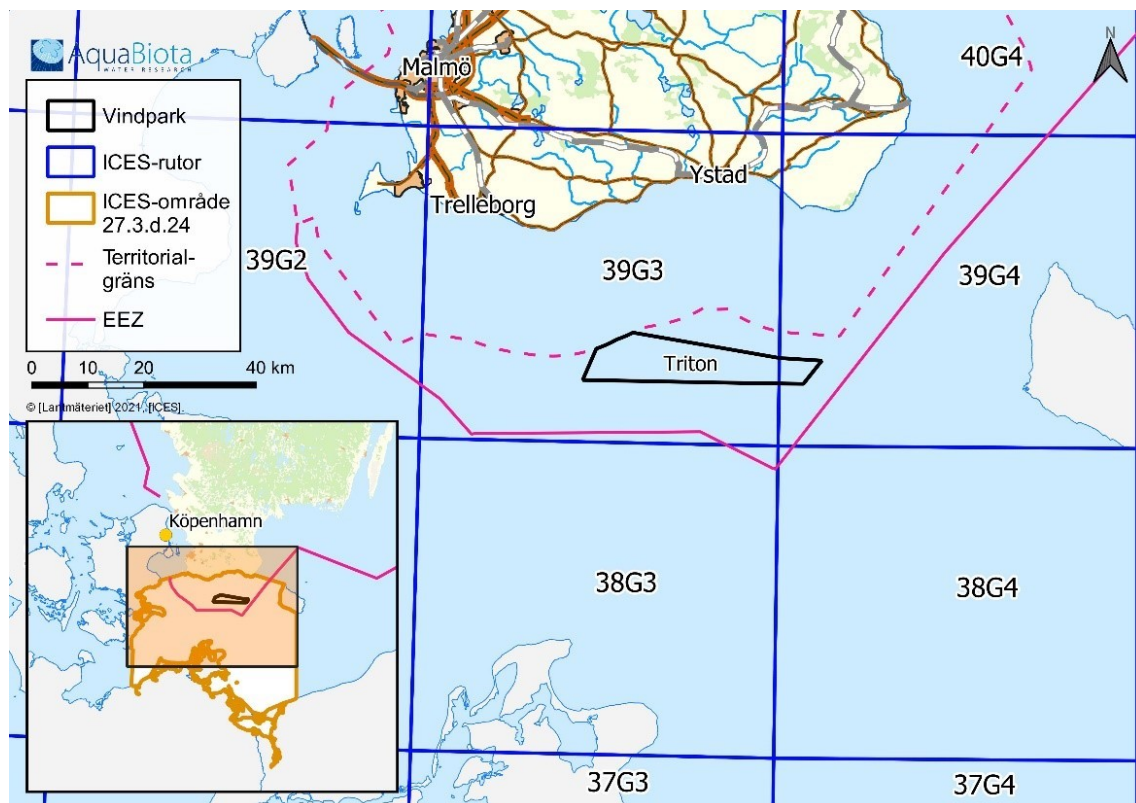
Metodik för utredning av konsekvenserna för yrkesfisket

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 55),
- 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 55. 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 fiskeметод, 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. Mer information om enskilda fiskarters utveckling finns i Bilaga B.9.

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, 2020a). 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

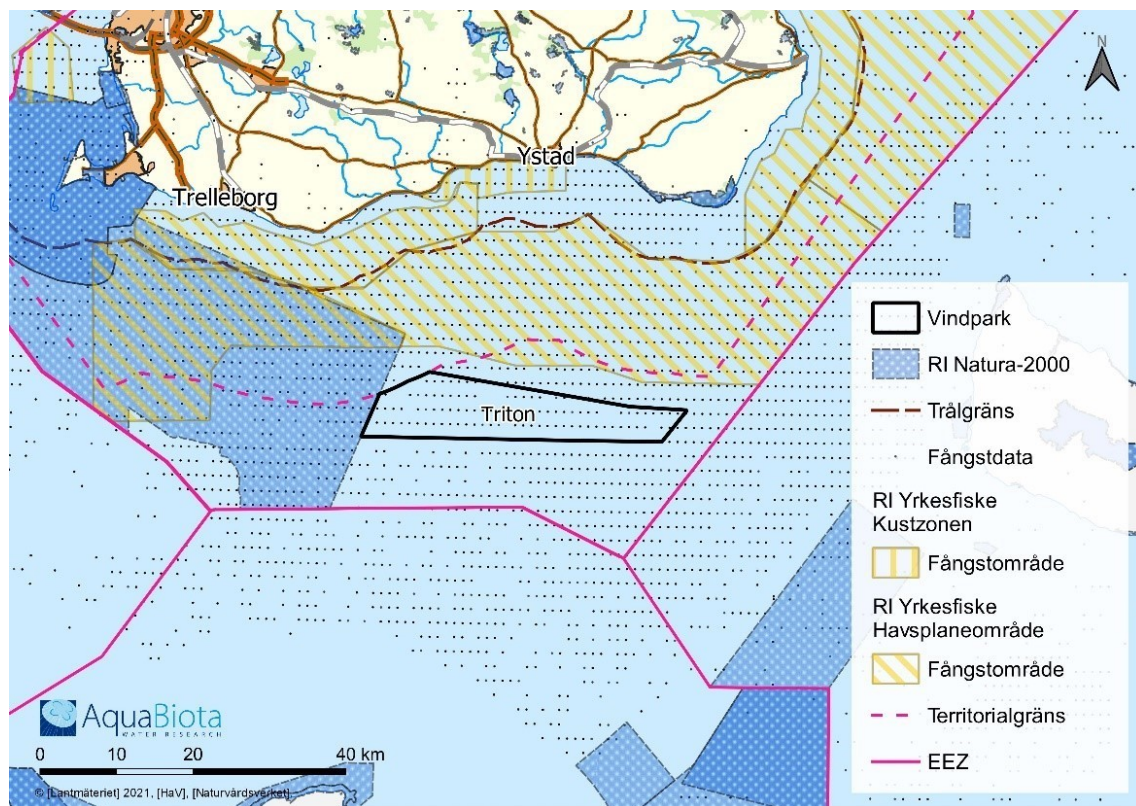
För att bedöma konsekvenserna av vindkraftsetableringen på yrkesfisket jämförs effekterna av planerad etablering med ett nollalternativ, se nedan.

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. 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 30). 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 utpekad riksintresse för yrkesfisket och inte heller utpekad användningsområde för yrkesfiske i havsplanen. Riksintresseområden för yrkesfiske finns belägna norr om parkområdet, mot Skånes kust (Figur 56).

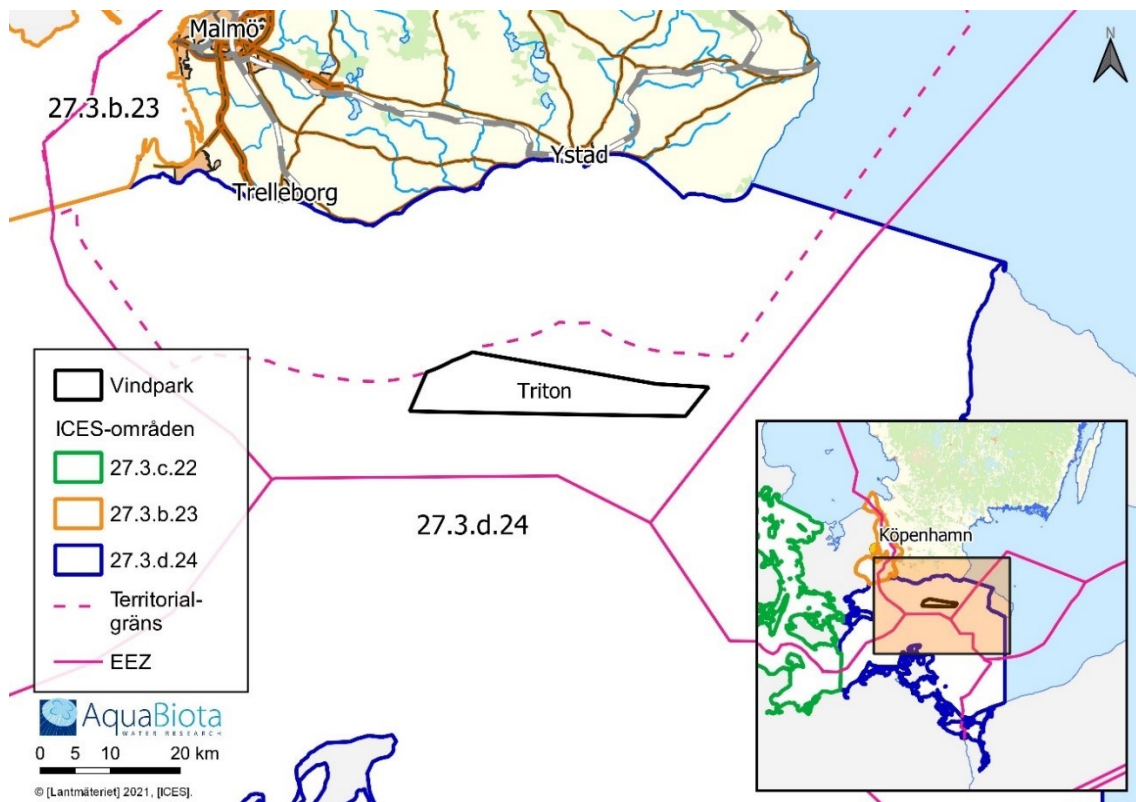


Figur 56. Tritons läge i förhållande till riksintresseområden för yrkesfiske (Havs- och vattenmyndigheten, 2020a), Natura 2000-områden och trålgräns fyra nautiska mil från kusten (innanför vilken trålning är förbjudet).¹

Fiskekvoter och fisketryck inom ICES-rutor

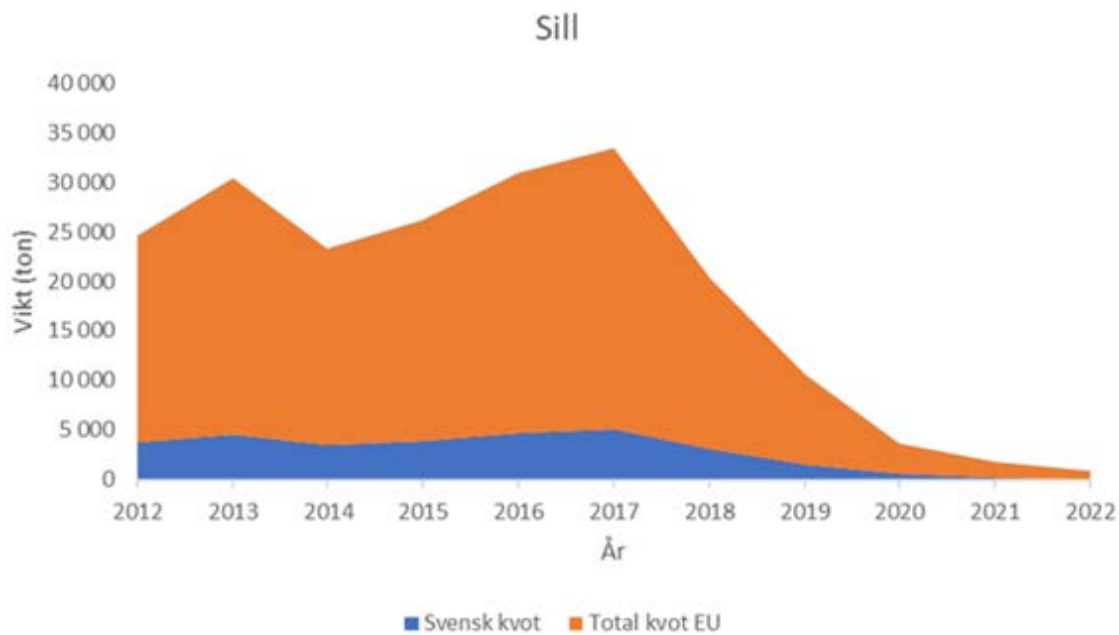
Fiskekvoterna fördelas av EU genom den gemensamma fiskepolitiken (GFP). Kvoterna bestäms i samråd med ICES, som är ett mellanstatligt forskningsinstitut som bland annat hanterar de naturliga fiskeresurserna i norra Europa genom sitt organ *Fisheries Resources Steering Group* (FRSG) (Havs- och vattenmyndigheten, 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 57 (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Fisket regleras också genom bestämmelser om fredningstider, fiskefria områden och redskapsförbud (Bergenius m.fl. 2018).



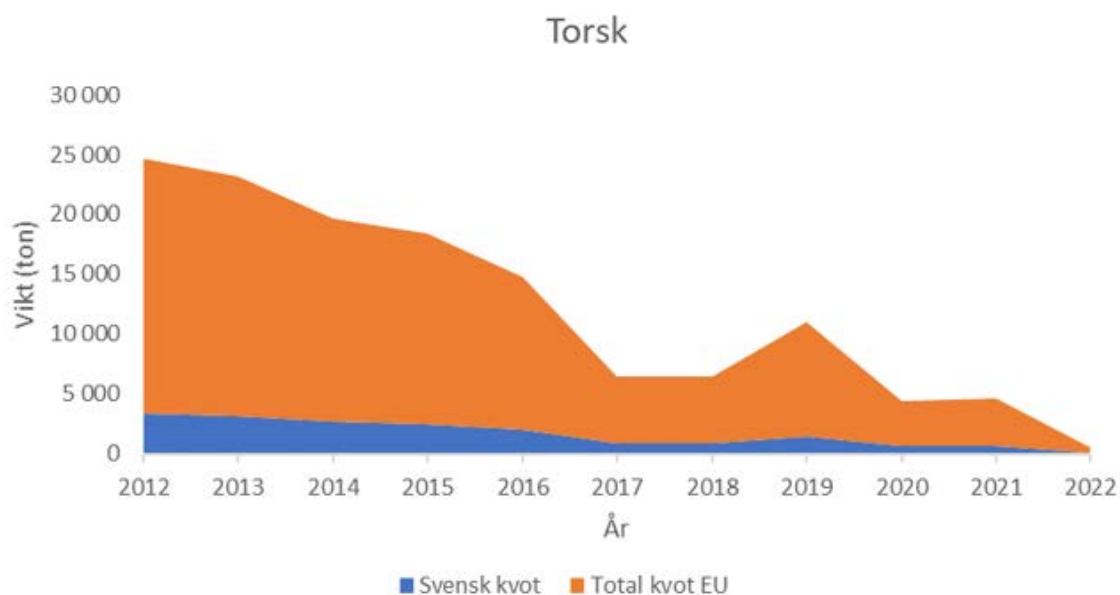
Figur 57. Tritons placering i ICES delområde 27.3.D.24, samt ICES delområden 27.3.D.22–23.

Fiskekvoterna för sill, torsk och skarpsill under åren 2012–2022 visas i diagram (Figur 58, Figur 59 och Figur 60). 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 58).



Figur 58. Svensk fiskekvot för sill i förhållande till den totala kvoten för EU i Västra Östersjön (27.3.D. 22 – 24).

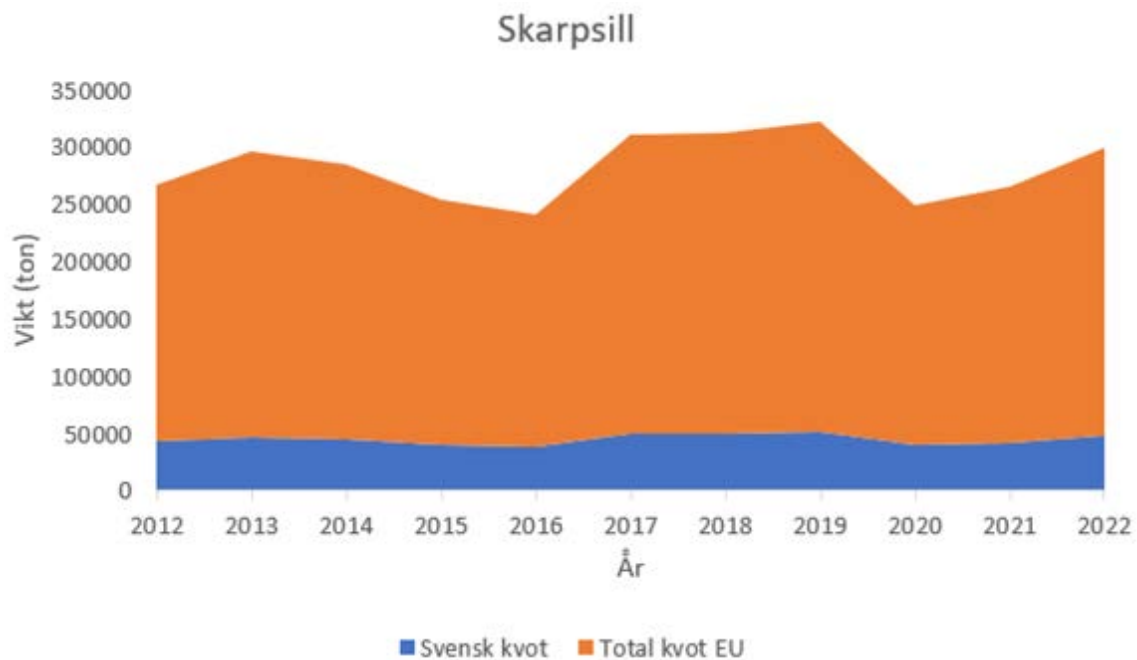
Kvoterna för torskfisket har minskats sedan år 2012 med bara en tillfällig ökning år 2019, för att idag endast utgöras av bifångstkvoter, se Figur 59. År 2022 stängs allt fiske efter torsk i Östersjön. Riktat fiske efter det östra beståndet har varit stoppat sedan år 2019 och under år 2022 inträder fiskeförbud även för det västra beståndet.



Figur 59. Svensk fiskekvot för torsk i förhållande till totala kvoten för EU i Västra Östersjön (27.3.D. 22 – 24).

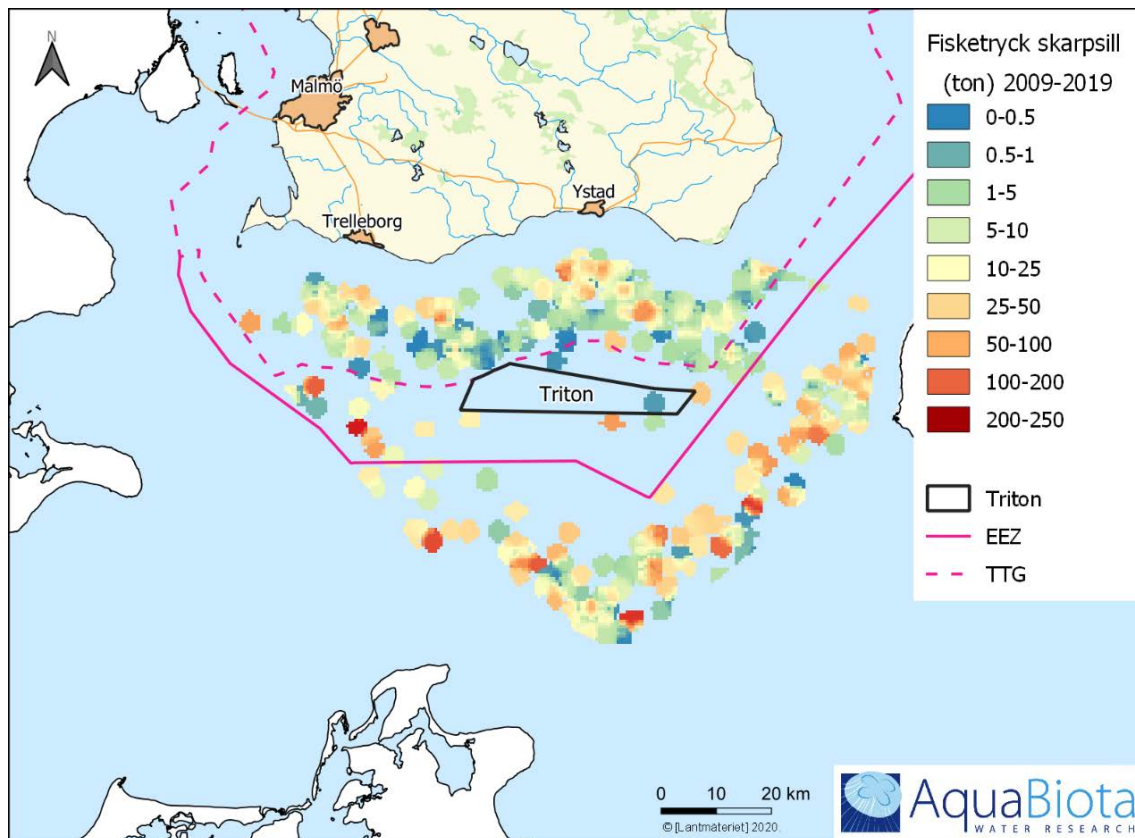
I dagsläget anses beståndet av skarpsill ligga över godkänt intervall för fiske, dock anses fiskeri-mortaliteten vara för hög enligt ICES:s rekommendationsrapport (ICES, 2020b). För år 2022 sker ändå en ökning av kvoten på skarpsill med 13 %, se Figur 60. Skarpsill går framför allt till

beredningsindustrin som använder denna fångst till fiskmjöl för djurkonsumtion (76 % av fångsten 2020).



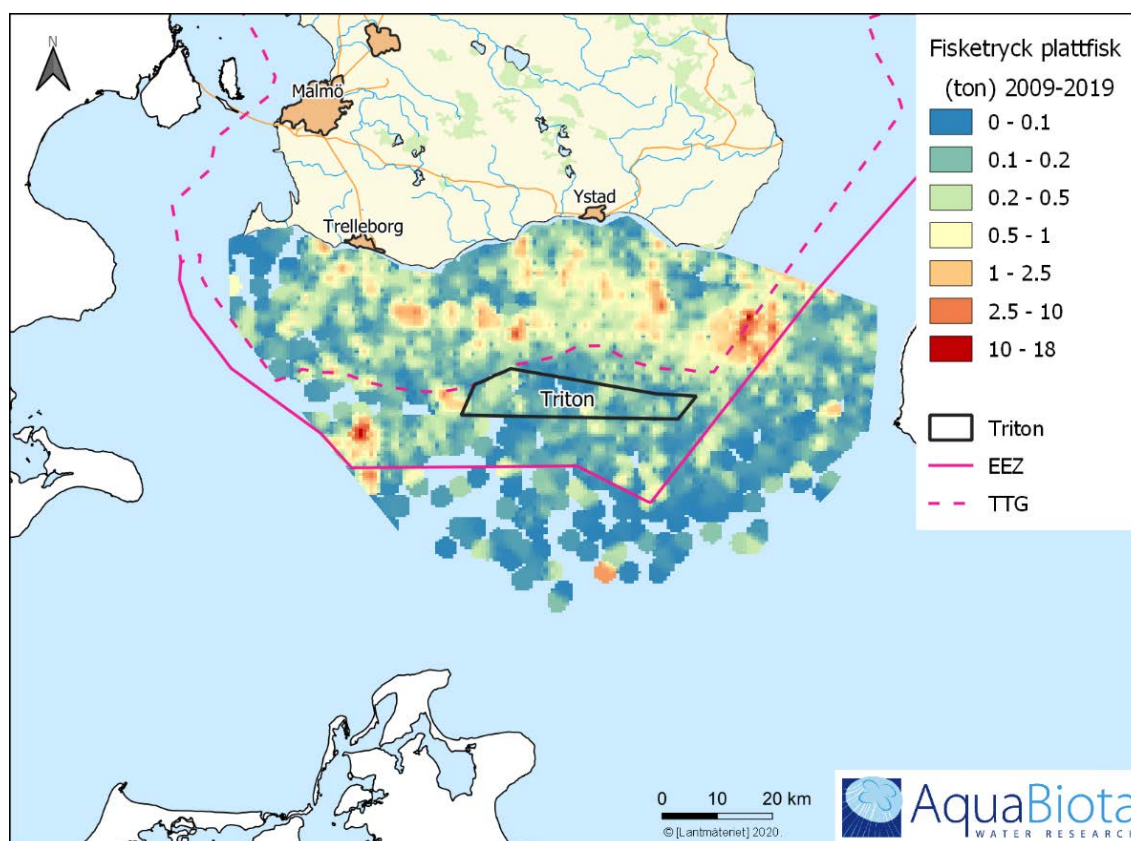
Figur 60. Svensk fiskekvot för skarpsill i förhållande till totala kvoten för EU, i hela Östersjön mellan 2012 – 2022.

Svenskt fisketryck på skarpsill under åren 2009–2019 har modellerats, se Figur 61. Fisket av skarpsill med svenska fiskebåtar i vindparksområdet tycks ha varit ytterst litet under åren för undersökningen.



Figur 61. Aggregerat svenskt fisketryck i ton av skarpsill för perioden 2009–2019. Värdena baseras på periodens totala fångstvärde aggregerade per inrapporteringspunkt.

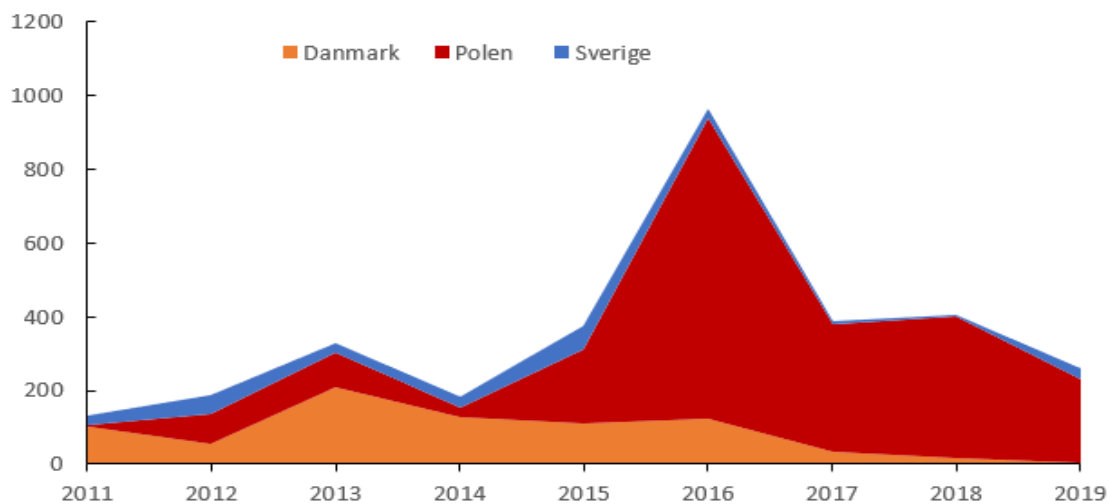
Svenskt fisketryck på plattfisk under åren 2009–2019 har modellerats, se [Figur 62](#). Fisket av plattfiskar (rödspätta, skrubbskädda och piggvar) är mer intensivt närmare kusten. Det demersala fisket, det vill säga fisket av arter som lever på eller nära botten, bedrivs ofta av mindre och mellanstora båtar.



Figur 62. Aggregerat svenskt fisketryck i ton av plattfisk för perioden 2009–2019. Värdena baseras på periodens totala fångstvärde aggregerade per inrapporteringspunkt. Modellen illustrerar det sammantagna fisketrycket av fisket för rödspätta, skrubbskädda och piggvar.

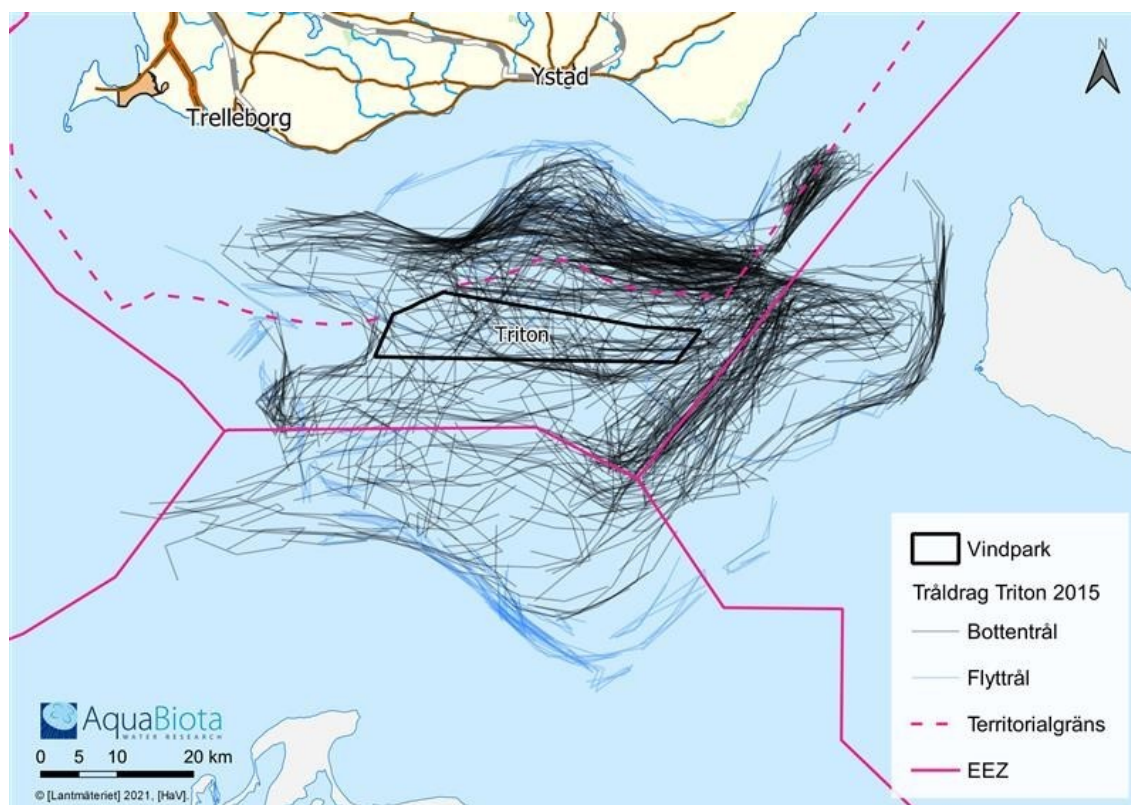
Fiske inom vindparksområdet

Inom vindpark Triton fiskar framför allt Polen, Sverige och Danmark. Av dessa nationer stod Polen för cirka 87 % av den totala fångsten år 2019 (se Figur 63), vilken dominerades av sill och skarp-sill. Fångsten inom det planerade vindparksområdet domineras av pelagisk trålning. Totalt landades cirka 287 ton från planerat vindparksområde år 2019, vilket motsvarar cirka 1,3 % av det totala fisket i ICES-rutorna 38G3, 38G4, 39G3 och 39G4 det året.

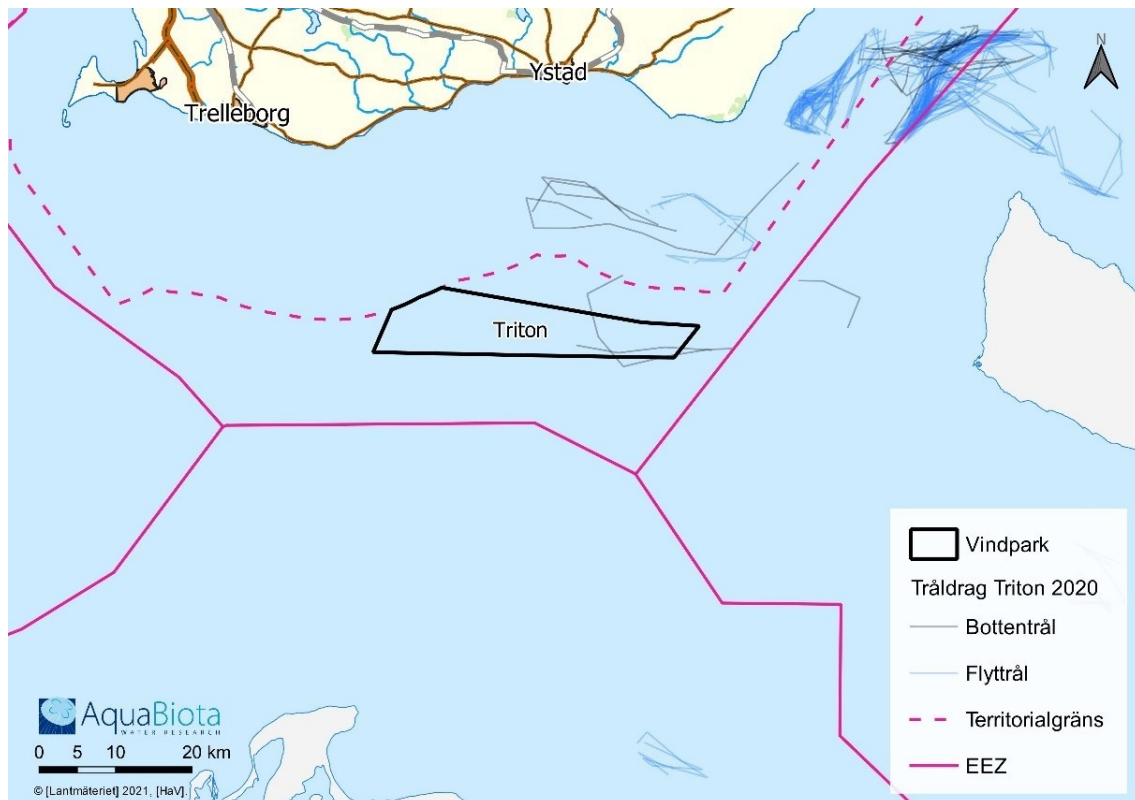


Figur 63. Danska, polska och svenska fångstdata inom vindparksområdet Triton mellan 2011–2019.

På grund av beslutade restriktioner av fisket har antalet svenska tråldrag i området minskat markant mellan åren 2015 och 2020 (se Figur 64 och Figur 65).



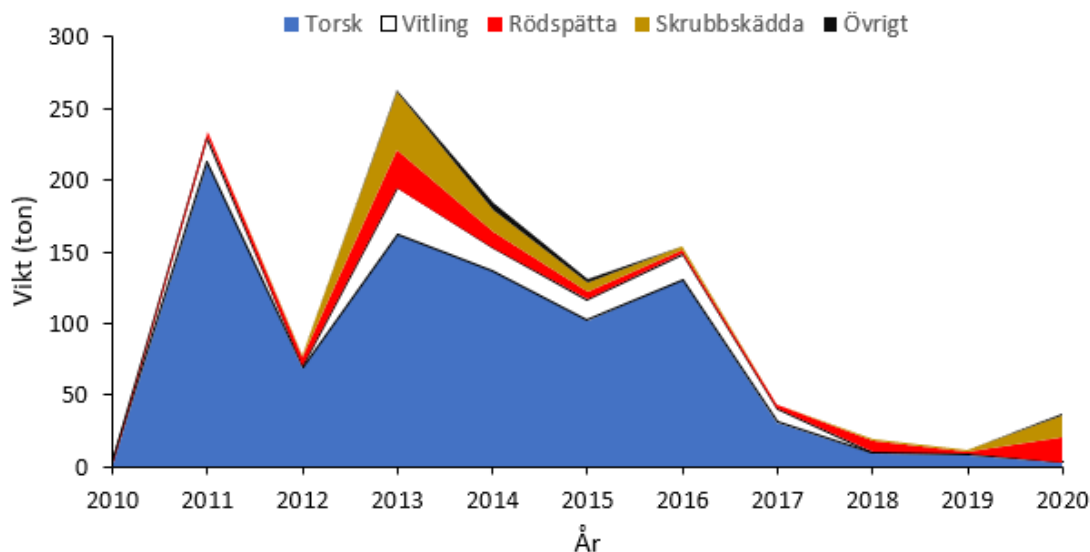
Figur 64. Svenska tråldrag i och runt om Triton 2015 (Data: Havs- och vattenmyndigheten, 2020a).



Figur 65. Svenska tråldrag i och runt om Triton 2020 (Data: Havs- och vattenmyndigheten).

Fisketrycksmodelleringar visar att det svenska fisketrycket även historiskt varit betydligt lägre inom parkområdet i jämförelse med närliggande områden.

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.

Fisket har alltså minskat kraftigt i och omkring vindpark Triton de senaste åren. Områdets betydelse för fiskerieringen i framtiden avgörs av EU:s gemensamma fiskepolitik (GFP). De två mest värdefulla fisketillgångarna 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 bottenstrål. 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 fiskerieringen.

7.10.2. 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 litet värde för yrkesfisket.

Påverkan på yrkesfisket bedöms bli liten negativ under avvecklingsfasen 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. Områdena 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 litet 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 bottenrålning 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.

7.11. Sjöfart

Samlad konsekvensbedömning

Såväl norr som söder om 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 iakttä 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.

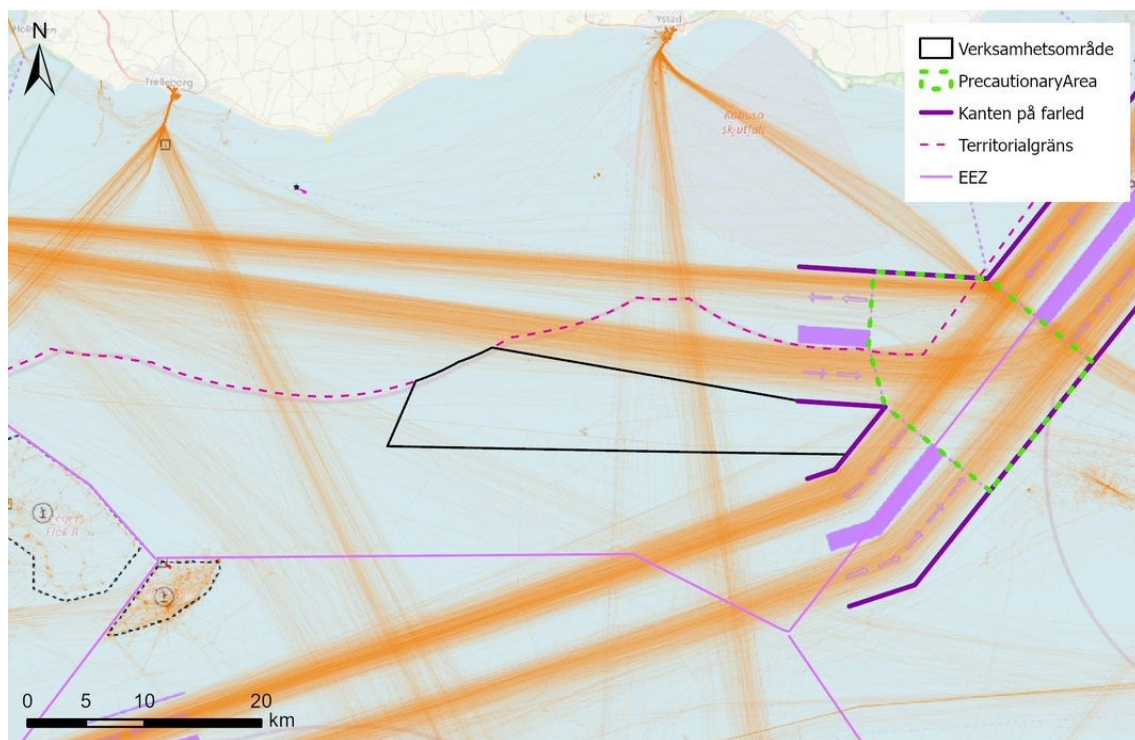
7.11.1. Förutsättningar

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-Pax-fartyg 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.

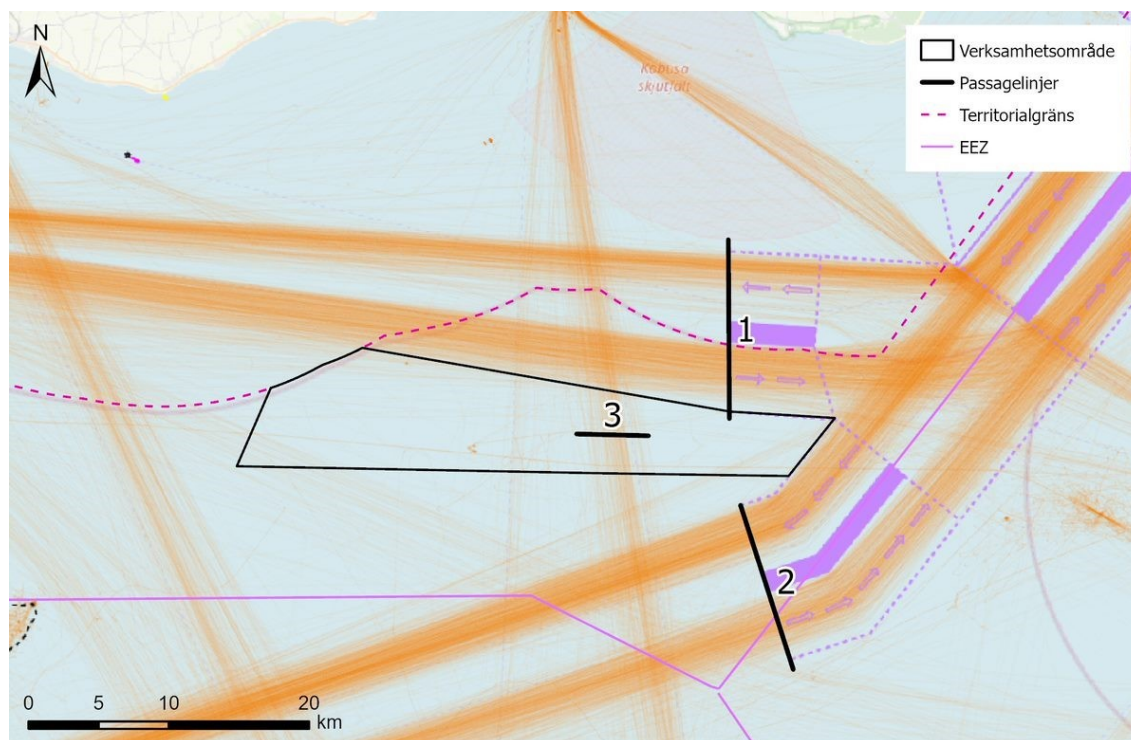
Öster om vindparken finns trafiksepareringszonen *TSS Bornholmsgat* där tre trafikstråk möts. Vid detta TSS-område föreligger även en så kallad *Precautionary Area* som är ett område där fartyg ska navigera med särskild försiktighet och inom vilket trafikflödets riktning kan vara definierat. De angränsade delarna intill detta *Precautionary Area* är definierat som fartygsstråk, övriga leder är fartygsstråk.



Figur 67. Ruttsystemet öster om Triton, med markerad "Precautionary area". Lila områden visar trafiksepareringszoner (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-data³⁶, 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 trafiksepareringen vid TSS:er.

Över *rutt 1*, norr om Triton, passerade 19 185 fartyg under år 2020. Av dessa fartyg utgörs cirka 93 % av fartyg med en fartygslängd upp till 200 meter, varav majoriteten är så kallade general cargo-fartyg³⁷ 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

³⁶ AIS: Automated Identification System, system som gör det möjligt att identifiera ett fartyg och följa dess rörelser från andra fartyg och från trafikövervakningscentraler.

³⁷ General Cargo: styckegodsfartyg

dimensionerande ur ett riskbedömningsperspektiv. Fartyg i längdsegmentet 200–250 meter utgör cirka 1 100 passager per år.

Över *rut 2*, söder om Triton, passerade 24 212 fartyg under år 2020. Även här är merparten av fartygen av general cargo-typ, men tankfartyg, containerfartyg, Ro-Ro-fartyg³⁸ och bulkfartyg är också vanligt förekommande. På aktuell rutt förekommer större fartyg än på ruten norr om Triton (*rut 1*). Under år 2020 registrerades närmare 3 500 fartyg i längdsegmentet upp till 250 meter. För *rut 2* bedöms en fartygslängd om 250 meter vara dimensionerande ur ett riskbedömningsperspektiv. De största registrerade fartygen i *rut 2* är Maersks containerfartyg som är 399 meter långt med en bredd om 59 meter, med ett djupgående på cirka 12 meter. 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-fartyg³⁹ som regelbundet går mellan Ystad och Świnoujście, med en längd upp till 200 meter. För *rut 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).

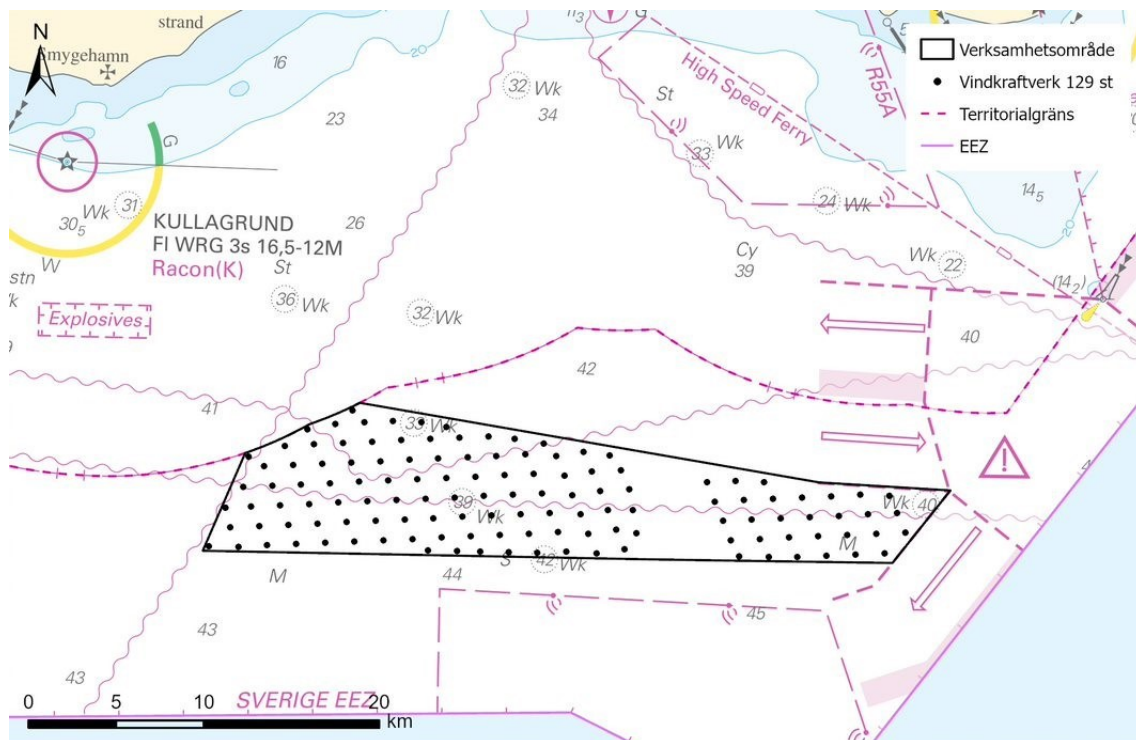
Identifierade risker och riskanalys

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 tidigare 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 iaktas eller bli föremål för dialog med berörda sjöfartsmyndigheter. Riskanalysen har utförts utifrån en utformning av vindparken som utgör worst case för riskanalysen, och som består av två

³⁸ Ro-Ro: Roll on, Roll off. Termen Ro-Ro-fartyg används som begrepp för fartyg med rullande last som exempelvis bilar, trailers och tåg.

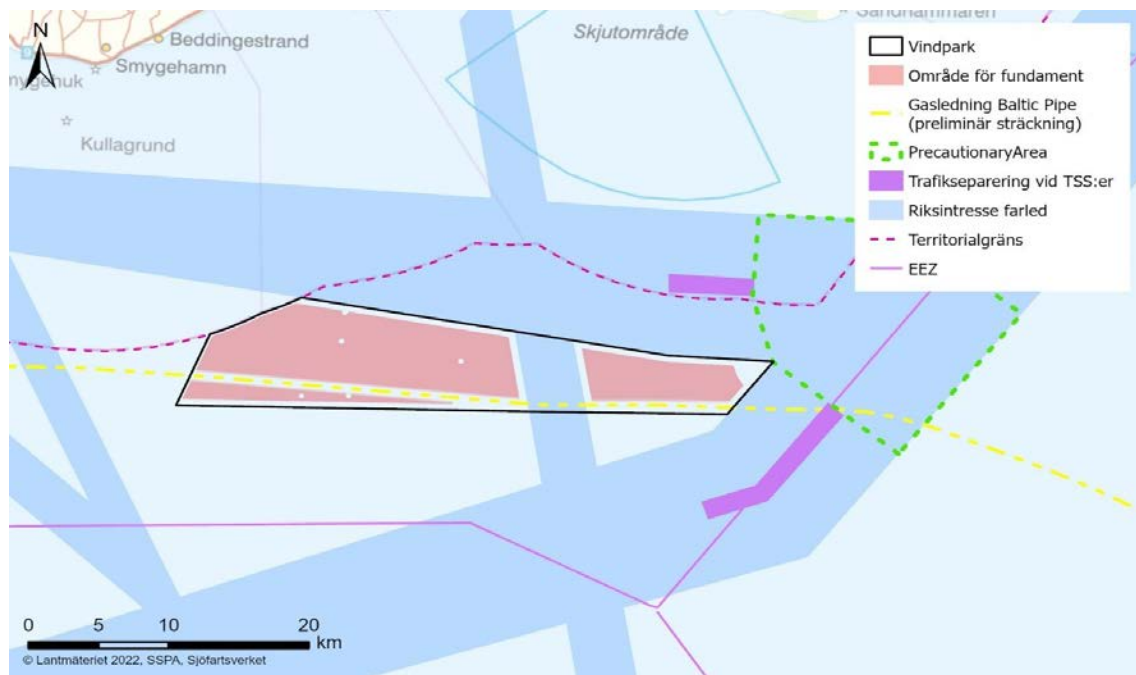
³⁹ Ro-Pax: Roll on roll off och passagerare, Ro-Paxfartyg tar både rullande gods och passagerare ombord.

alternativ omfattande 129 vindkraftverk med ett avstånd om 500 meter (se Figur 69) respektive 1 000 meter till gränsen för intilliggande fartygsstråk.



Figur 69. Layout med 500 meter säkerhetsavstånd.

I kartan i Figur 69 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
 - o Kollision mellan fartyg
 - o Grundstötning
 - o Allision⁴⁰ (vindparksområde, vindkraftverk)
 - o Konflikter⁴¹ med installationsfartyg
 - o Konflikter med underhållsfartyg
 - o Konflikter med fritidsbåtar
- Tekniska risker
 - o Störning på navigationsutrustning
 - o Svårigheter med nödankring
- Miljöolyckor
 - o Svårigheter med räddningsaktioner
 - o 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

⁴⁰ 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.

⁴¹ Med konflikter avses här att två fartyg kommer för nära varandra och tvingar fram en undanmanöver.

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, kabellägningsfartyg och andra fartyg som fraktar material. Det uppskattas att det under anläggningsfasen kommer att ske cirka 1 600 fartygsrörelser tur och retur till parkområdet, vilket innebär cirka sex fartygsrörelser per dag om installationsfasen uppgår till cirka ett år (260 arbetsdagar). Som ett worst case har antagits att all fartygstrafik involverad i etableringen kommer att korsa fartygsstråket med högst trafikintensitet, det vill säga stråket på den södra eller sydöstra sidan av Triton. Detta kan bli fallet om exempelvis Rønne på Bornholm nyttjas som installations- och slutmonteringshamn och en polsk hamn utgör utskeppningshamn, men flera olika hamnar runt Östersjön kan bli aktuella att använda.



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 undanmanövrer 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 avskärmd mot trafiken i rutterna.

Av de identifierade riskerna för anläggningsfasen bedöms riskerna kopplade till den ökade trafikintensiteten och korsande av fartygsstråk vara mest kritisk. Bevakningsfartyg och CTV-fartyg,

som står för många av passagera, antas vara relativt snabbgående och ha god manöverförmåga, vilket gör att det antas ha goda förutsättningar att kunna undvika en potentiell kollision med ett fartyg på trafikstråken. De större installationsfartygen kan dock antas ha sämre förutsättningar att anpassa kurs. Var och när passage över trafikstråket sker kan dock styras med hjälp av en *marine coordinator* för att undvika situationer med passager nära andra passerande fartyg.

Sannolikheten för övriga identifierade faror bedöms som lägre och mer mindre allvarliga konsekvenser. Riskreducerande åtgärder, såsom löpande information till sjöfarten, övervakning med en *marine coordinator* samt utmärkning av området, bedöms vara effektiva åtgärder för att undvika risker och påverkan på sjöfarten, se skyddsåtgärder i avsnitt 7.11.4 nedan.

7.11.2. Driftsfas

Under driftsfasen är de sjöfartsrelaterade riskerna främst hänförliga till fartygstrafiken i fartygsstråk 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 innebär 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 (*JALA 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 way-points 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 rutten, 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 igång.

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 karaktäriseras på motsvarande sätt som grundstötning; *powered allision*, då fartyget på grund av mänskligt fel seglar in i vindparken under framdrivning, eller *drifting allision*, då fartyget på grund av tekniskt fel, exempelvis blackout, driver in i vindparken utan att framdrivningsmaskineriet är igång. Vid allisioner kan kollision ske om fartyg som driver mot parken inte hinner nödankra eller återfå manöverförmågan innan interaktion med vindparken sker.

Modellering av sannolikhet för olyckor och incidenter

Utifrån 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 incidenter 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.

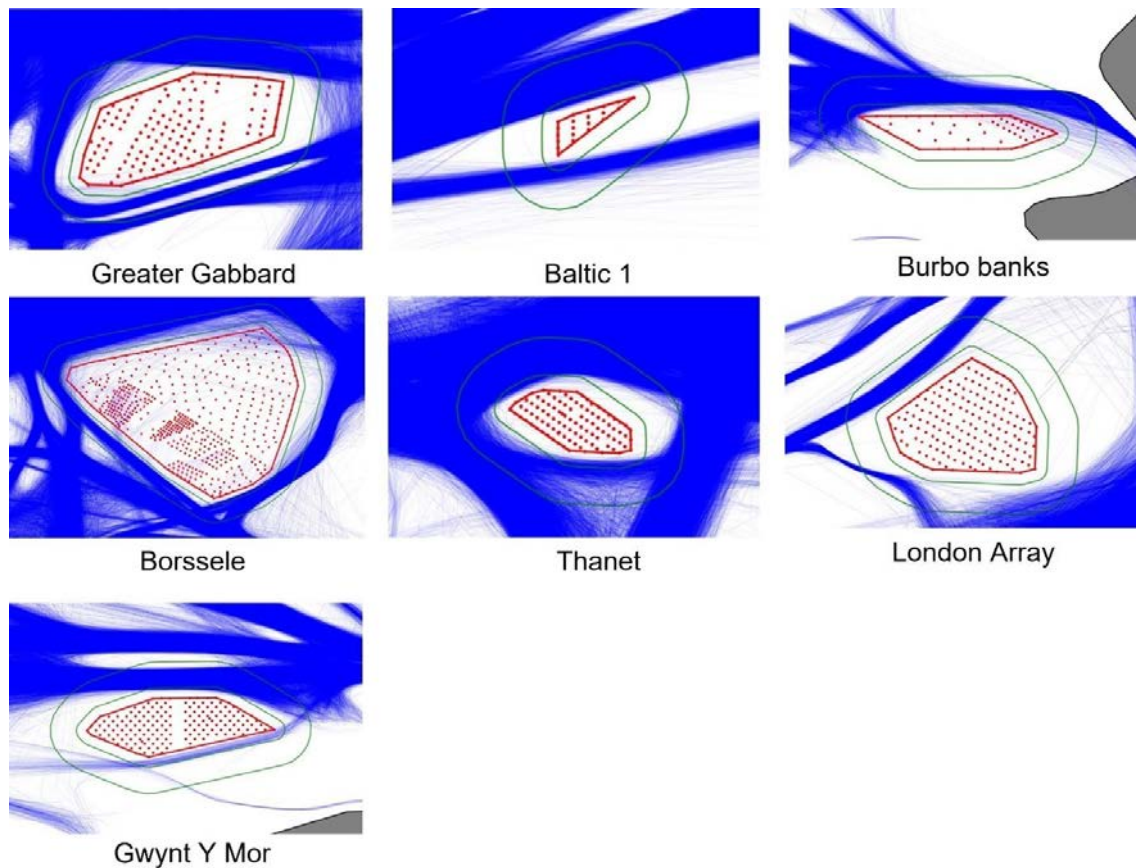
Utifrån dagens trafikscenario beräknas sannolikheten för en incident (worst case) med ett vindkraftverk uppstå 0,041 gånger per år (1 gång på 24 år), om ett avstånd mellan fartygsstråk och vindpark om 500 meter tillämpas och inga hopträngningseffekter sker. Om vindparken medför en hopträngningseffekt 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 0,049 respektive 0,023 antal incidenter 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 vindparker påverkan på sjöfart i under svenska förhållanden. Det finns dock erfarenheter från ett flertal andra befintliga vindparker i Östersjön, Nordsjön och Irländska sjön och många av dessa ligger intill fartygsstråk med intensiv trafik, se [Figur 77](#) (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, även 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 och bland annat möjliggöra en 360°-gir, däribland PIANC⁴² och den metodik som bland annat tillämpas i Nederländerna och Danmark (nedan den "nederländska modellen").

Enligt PIANC (PIANC, 2018) beräknar hur stort utrymme som rekommenderas vid sidan av en utpekad fartygsstråk med tydlig avgränsning. Modellen baseras på längden av det dimensionerande fartyget (L), som är 200 meter för fartygsstråken norr om Triton och 250 meter för fartygsstråken söder (och sydöst) om Triton. Med konstanten M avses en sjömil (1 852 meter). Den generella riktlinjen är att bredden på avståndet beräknas enligt formeln: $0,3M + 6L + 500$ meter. För trafiken norr om Triton innebär detta ett avstånd 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 ett

⁴² PIANC är en global organisation som tillhandahåller rådgivning för marin infrastruktur, såsom fartygsstråk och hamnar.

fartygsstråk. För fartygsstråken vid Triton finns emellertid inte en fastställd kant, vilket krävs för att på korrekt sätt tillämpa PIANC:s modell.

Den *nederländska modellen* tillämpas i flera länder för beräkning av erforderliga säkerhetsavstånd, inklusive för undanmanöver. Den nederländska modellen har rekommenderats till EU (the Netherlands, 2015) och tillämpas bland annat även av danska Søfartsstyrelsen (Danish Maritime Authority, DMA) vid bedömning av erforderlig fartygsstråksbredd vid framtagande av danska havsplaner (DNV, 2021). Riktlinjerna för säkerhetsavstånd enligt den nederländska modellen utgörs av en beräkning av den totala bredden av den korridor som krävs för säker manövrering, det vill säga den sammanlagda bredden av fartygsstråken och bredden av skyddszoner (the Netherlands, 2015; DNV, 2021). I jämförelse med PIANC beaktar den nederländska modellen även fartygstrafiken vid beräkning av hur bred korridor (inklusive skyddszon) som fordras.

Den totala bredden beräknas enligt den nederländska modellen formeln: $((2L \times X) + 0,3 N + 6L) \times 2$, där L är längden av det dimensionerande fartyget, och X är en konstant beroende på fartygsstrafiken (X=2 vid <4 400 passager per år, X=3 vid 4 400–18 000 passager och X=4 vid >18 000 passager). Faktorn 2 används vid dubbelriktade fartygsstråk, men eftersom fartygsstråken vid Triton är väl separerade i en östgående och en västgående del är det inte aktuellt (i gengäld blir resultatet den bredd som krävs för den enskilda färdriktningen).

Den östgående delen av fartygsstråken norr om Triton har en dimensionerande fartyglängd om 200 meter och ett flöde om 9 590 fartyg per år (hälften av det sammanlagda flödet för båda riktningarna). Den västgående fartygsstråken söder om Triton har en dimensionerande fartyglängd om 250 meter och ett flöde om 12 110 (hälften av det sammanlagda flödet för båda riktningarna). För den östgående fartygsstråken norr om Triton innebär detta en total bredd (fartygsstråk och skyddszon) om 2 960 meter (1,6 M), för den västgående fartygsstråken söder (och sydöst) om Triton innebär detta en total bredd (fartygsstråk och skyddszon) om 3 560 meter (1,9 M).

Det kan konstateras att områden som utgör riksintresse för fartygsstråk med marginal inrymmer de erforderliga fartygskorridorerna (fartygsstråk och säkerhetsavstånd) som krävs enligt den nederländska modellen.

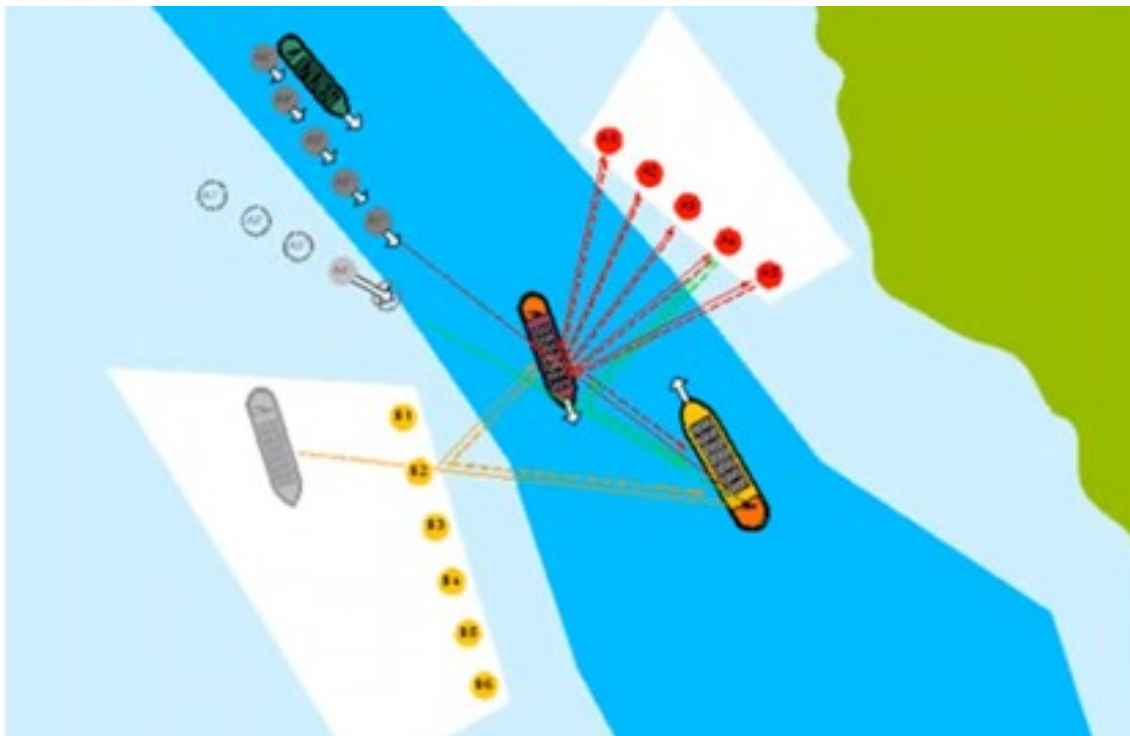
Vidare ska vägas in att norr om Triton är väst- respektive östgående trafik tydligt separerad, vilket gör att sannolikheten för behov av en undanmanöver för att undvika en *head-on* kollision bedöms som liten. Detsamma gäller för trafiken i TSS:en på den sydöstra sidan. I området öster om Triton, i *Precautionary Area*, förekommer korsande trafik genom att den trafik som kommer från nordost och som ska gå söder om Triton behöver korsa trafiken som kommer västerifrån norr om Triton. Utrymmet för undanmanövrar anses här vara litet och parkområdet kan möjligen hindra en återgång till den normala rutten i de fall sydvästgående fartyg har behövt hålla ut sin kurs till styrbord. En 360°-gir i detta läge medför istället en risk för kollision med östgående trafik. Avståndet mellan vindkraftverk och *Precautionary Area* har därför ökats till 2778 meter (1,5 M) och möjlighet finns att genomföra 360°-gir parkområdet.

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 skugg-effekter. I Figur 71 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 reflekteras i det orangea fartyget och radarn på det gula fartyget tolkar signalerna som att vindkraftverken finns bakom det röda fartyget. Radareko från det orangea fartyget reflekteras i ett gult vindkraftverk och radarn på det gula fartyget tolkar det som att det orangea fartyget finns bakom vindkraftverken.

Enligt PIANC kan risk för störningar på fartygs navigationsutrustning uppstå när fartyg passerar på ett avstånd från vindkraftverken som är mindre än 1,5 M. Dessa radarstörningar kan vara i form av "small target loss", vilket innebär att radarn inte kan hålla det markerade radarmålet, eller "swapping targets". Detta kan exempelvis leda till att fritidsbåtar och fiskebåtar inte upptäcks i tid. Vid passage på avstånd mindre än 0,25 M (cirka 500 meter) kan även störningar på radarns X-band uppstå, vilket kan medföra så kallade spökekon. Omfattningen av störningseffekter beror dock på flera omständigheter och vad den faktiska radarstörningen blir i en vindpark behöver studeras i det enskilda fallet med hänsyn till vindkraftverkens storlek och avstånd.



Figur 73. 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, fränsett 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 74. Sjøräddning övas vid Lillgrunds vindpark.

7.11.3. 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 med hänsyn till etableringen av vindparken, men det föreligger en risk för viss ökad sannolikhet för kollision med vindkraftverk. Med de åtgärder (avsnitt 7.11.4) 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. 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.

7.11.4. 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 Sjöfartsstyrelsens 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 mot svarighet, 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 Søfartendes) 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 driftfasen när underhållsarbete med installationsfartyg utförs för undvikande av sjöfartsrelaterade risker.

7.12. 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, Naviar, 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.

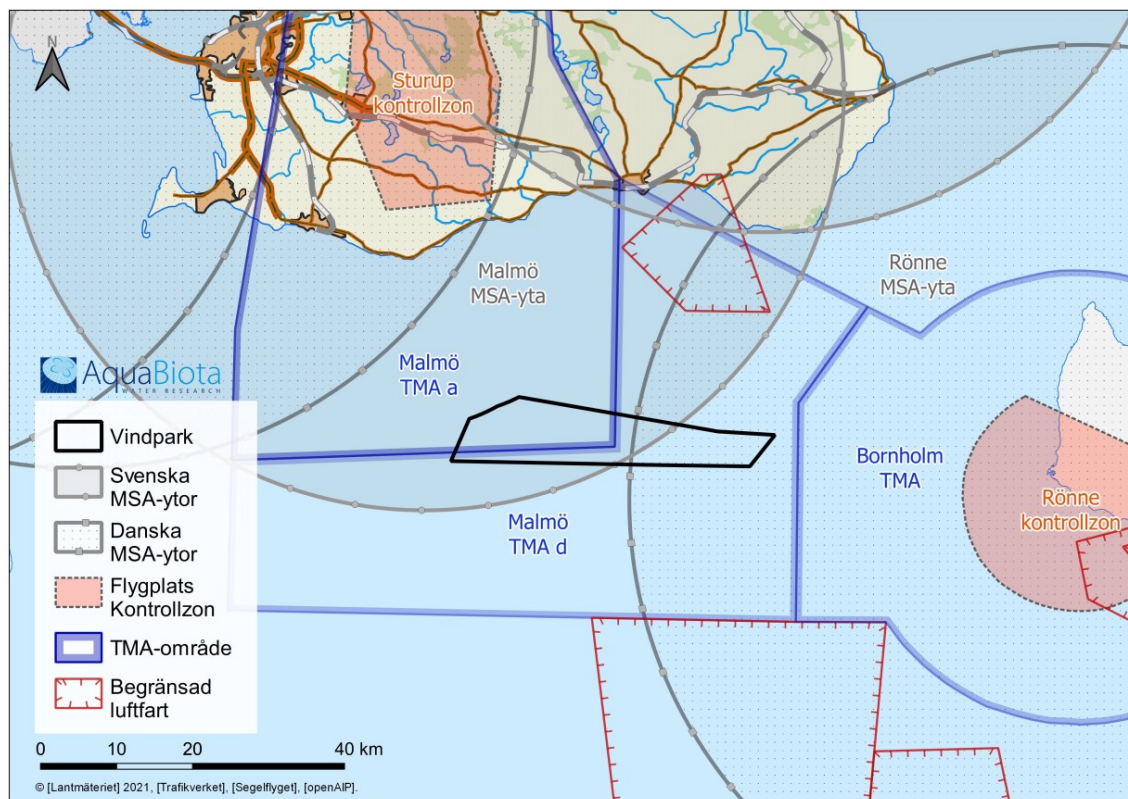
7.12.1. Förutsättningar

MSA-ylor (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-ylor som hör till befintliga flygplatser.

Det finns flygplatser i närheten av vindpark Triton vars flygprocedurer kan bli påverkade. En flyghinderanalys har därför beställts från Luftfartsverket för att undersöka vilken påverkan vindpark Triton har på närliggande flygplatser. Svaret på flyghinderanalysen erhöles 2021-08-23, med resultatet att två flygplatser, Malmö och Kristianstad, kan beröras. Vid närmare analys visas att Kristianstads flygplats inte kommer att påverkas.

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 75. De berörda flygplatserna Malmö och Rönne med MSA-ytor och 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, Naviar, om att anpassa den MSA-ytan.

Projektområdet Triton överlappar inte med något av Försvarsmaktens utpekat lågflygningsområde. Potentiell påverkan och samverkan med berörda parter redovisas vidare i avsnitt 7.14.

Tabell 70. Potentiella påverkansfaktorer på flyget som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysisk störning i luftrummet	x	x	x

7.12.2. 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 71. 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 72. 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 73. Bedömd konsekvens för luftfart under anläggningsfasen.

Påverkansfaktor	Mottagarens känslighet/värde	Påverkans storlek och omfattning	Konsekvens
Fysisk störning i luftrummet	Liten	Obetydlig	Försumbar

7.13. Risk och säkerhet

Samlad konsekvensbedömning

Utöver risker för sjöfarten, vilket redogjorts för tidigare, kan verksamheten ge upphov till andra oplanerade händelser under både anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Riskerna kan bestå av miljörisker (exempelvis utsläpp av olja, olycksrisker (exempelvis torn som faller), arbetsmiljörisker (exempelvis arbeten på hög höjd) och risker till följd av yttre händelser (exempelvis extremväder och oexploderad ammunition). Risker som verksamheten kan ge upphov till kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser, upprättande av 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 samt inom riskanalyser.

7.13.1. Förutsättningar

Nedan beskrivs hur OX2 arbetar samt fortsatt kommer att arbeta med frågor kring säkerhet, samt typiska risker som är kopplade till etablering och drift av en havsbaserad vindpark. 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 och egendom. Därtill kommer risker som berör flera av dessa aspekter. Ekonomiska risker behandlas inte i denna MKB.

Den miljö i vilken ett havsbaserat vindkraftprojekt 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 klagörande 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 vindkraftprojekt 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. Risker 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.

Tabell 74. 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

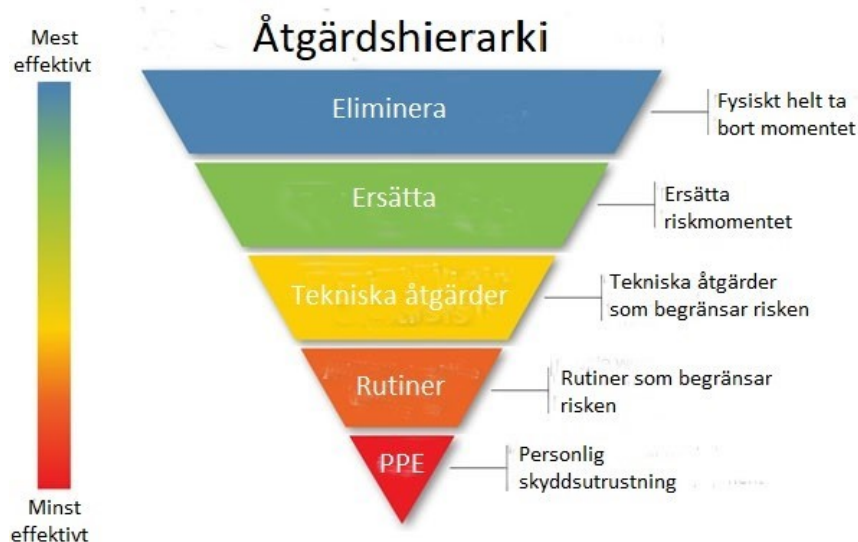
*Design, RAMS och toolbox-talk är generella åtgärder liksom personlig skyddsutrustning.

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 76).

- 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 76. Åtgärdshierarki. Den mest effektiva åtgärden är att helt ta bort ett moment som medför en risk. Som sista åtgärd används personlig skyddsutrustning (detta innebär naturligtvis att man alltid ska använda relevant personlig skyddsutrustning, men innan denna åtgärd ska risken ha eliminerats eller reducerats av andra barriärer).

Nedan illustreras användningen av åtgärdshierarkin med ett exempel där en vindgivare på maskinhuset har gått sönder:

- Det har konstaterats att en vindmätare på maskinhuset är trasig. Vid riskanalys av denna åtgärd konstateras att det finns risk för att teknikerna faller när teknikerna befinner sig på taket av maskinhuset.
- Den första åtgärden skulle vara att låta bli att reparera vindgivaren. Alternativt kan man ersätta den skadade vindgivaren med en som placeras mer lättillgängligt, som kan nås inifrån.
- Nästa steg är att med fysiska hinder, ett räcke, begränsa risken för fallolyckor.
- Den fjärde nivån är att införa särskilda rutiner, exempelvis att arbetet bara får utföras under ideala väderförhållanden av person som genomgått särskilt träning för just detta moment.
- Den sista skyddsbarriären är den personliga skyddsutrustningen, i det här fall en sele. En sele kan tyckas vara en bra lösning i sig men eftersom även en sådan kan falla kan det inte vara den enda åtgärden som övervägs.

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 spilltrång 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 Försvarmaktens 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 Försvarmakten, 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 7.11. För att minska risken för fartygskollisioner, grundstötning och fartygsdrift kommer flera skyddsåtgärder och försiktighetsmått att vidtas, utifrån rekommendationer i den marina riskanalysen (Bilaga B.4.A).

Innan anläggningsarbeten påbörjas, ska en beredskaps- och räddningsplan utarbetas efter samråd med tillsynsmyndigheterna, andra berörda myndigheter samt berörda kommuner avseende bland annat insatser för sjöräddning, räddningsåtgärder och bärgning av eventuella skadade fartyg. Samråd kommer även att ske med Sjöfartsverket och Transportstyrelsen inför anläggningsfasen om åtgärder som krävs för skydd mot störningar för sjöfarten. Övervakning i verksamhetsområdet ska ske under anläggningsfasen och även fortsatt under driftfasen om Sjöfartsverket eller Transportstyrelsen bedömer att sådant behov föreligger. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas.

7.13.7. Skyddsåtgärder

I kommande arbete kommer OX2 att fortsatt arbeta med riskhantering och riskminimering. Nedan beskrivs detta arbete övergripande.

Projektets HSSE Management Proceedings

OX2 har påbörjat upprättandet av en HSSE (Health, Safety, Security and Environment) Management Proceedings, som beskriver hur projektet kommer planera, hantera, övervaka och

samordna frågor kring hälsa, säkerhet och miljö under hela vindparkens design-, konstruktions- och driftsättningsfas.

Beredskaps- och räddningsplan

OX2 kommer i god tid 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.

7.14. Totalförsvarets intressen

Samlad konsekvensbedömning

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.

Försvarmakten har i samrådet för vindpark Triton uttryckt att uppförande av den föreslagna vindkraftparken skulle medföra påtaglig skada på riksintresse för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess, och som därför inte kan redovisas öppet geografiskt eller redovisas i riksintresses katalogen. Möjliga åtgärder till skydd för totalförsvarets intressen vid en samexistens med vindparken kan exempelvis vara installation av signalspaningsutrustning och radarutrustning. OX2:s föresats är att en fortsatt dialog med Försvarmakten kan generera samförstånd om lämpliga lösningar för att möjliggöra uppförandet av vindparken samtidigt som totalförsvarets intressen upprätthålls.

7.14.1. Förutsättningar

Totalförsvarets intressen avser alla myndigheter som deltar i Sveriges försvar och som har särskilda uppgifter för att möta och avhjälpa de faror som uppstår då nationen ställs inför hot. Totalförsvaret består av två delar – en militär och en civil del. Försvarmakten är enligt förordningen (1998:896) om hushållning med mark- och vattenresurser med mera sektorsmyndighet avseende redovisning av områden som av myndigheten bedöms vara av riksintresse för totalförsvarets militära del. I begreppet militär del ingår även andra myndigheters områden och verksamhet, så som FOI, FRA och FMV, varför Försvarmakten företräder även dessa vad gäller riksintressen och samhällsplanering (Försvarmakten, 2019).

Totalförsvarets riksintressen och områden av betydelse för totalförsvaret regleras utifrån 3 kap. 9 § miljöbalken. Riksintressen för totalförsvarets militära del omfattar riksintressen som redovisas öppet men också riksintressen som av sekretesskäl inte redovisas öppet.

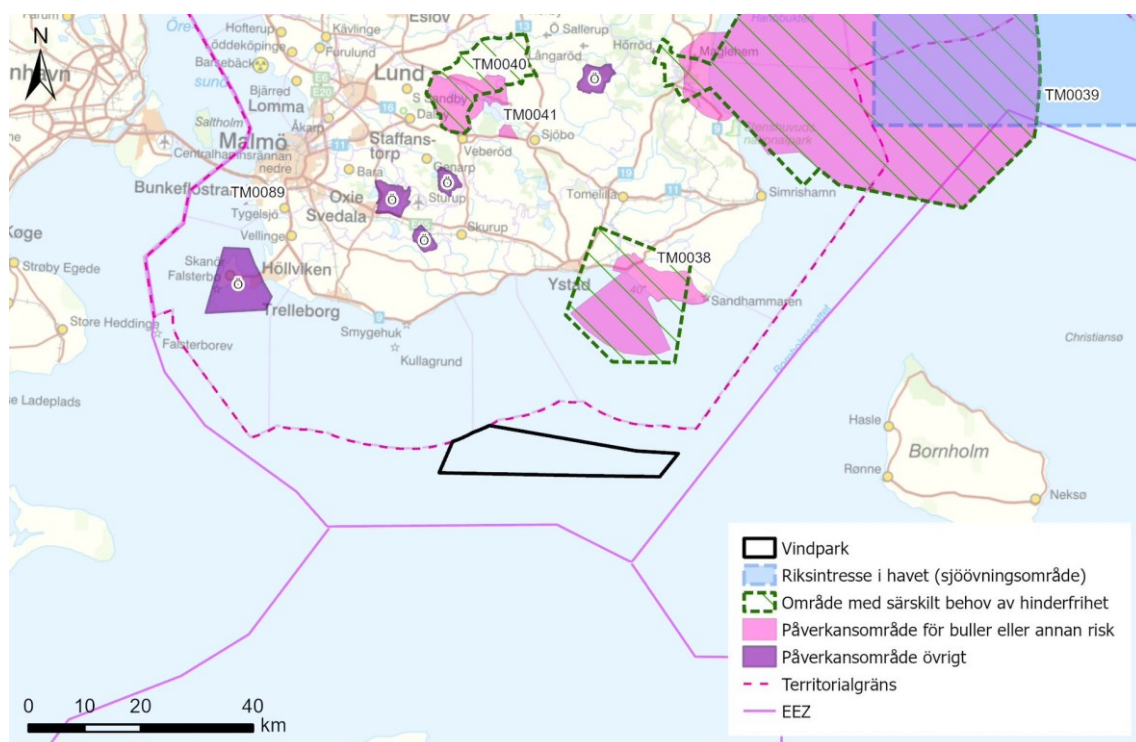
Civila flygplatser och sjöövningsområden definieras som områden av betydelse för totalförsvarets militära del. Civila flygplatser är en sådan resurs som Försvarmakten har behov av att nyttja för att lösa det uppdrag som beslutats av riksdag och regering (Försvarmakten, 2019). För fartygsförbanden i samverkan med flyg- och helikopterförband krävs även sjöövningsområden. Dessa behövs för att uppnå och behålla förmågan till väpnad strid över, på och under vattnet.

Enligt det förslag till havsplan som nu finns tillgängligt ligger vindpark Triton inom utsjöområde Bornholmsgattet, Ö267, inom område med beteckningen G, "generell användning", se vidare i kapitel 3.3. Dock föreslås försvaret ha företräde i området före energiutvinning.

Triton ligger inte i något av totalförsvarets intresseområden eller inom påverkansområde som redovisas öppet i Försvarmaktens riksintressekatalog⁴³, se Figur 77 och Tabell 75. Den planerade vindkraftpark 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 84 i avsnitt 10.

Trots att vindpark Triton inte ligger inom något område av riksintresse så har Försvarmakten i samrådet uttryckt att uppförande av den föreslagna vindkraftparken skulle medföra påtaglig skada på riksintresse för totalförsvarets militära del enligt 3 kap 9 § miljöbalken som omfattas av sekretess enligt 15 kap 2 § offentlighets- och sekretesslagen, och som därför inte kan redovisas öppet geografiskt eller redovisas i riksintressekatalogen.

Närmaste riksintresse till vindparken är Kabusa skjutfält i Ystad kommun (TM0038) och berörs av ett område med särskilt behov av hinderfrihet, vilket ligger 14 kilometer från Triton.



Figur 77. Totalförsvarets intressen. (Källa: Lantmäteriet och Försvarmakten).

⁴³ Riksintressen - Försvarmakten (forsvarsmakten.se)

Tabell 75. Totalförsvarets riksintressen i Skåne län och avstånd till respektive vindpark.

Benämning	Riksintressen	Påverkansområde	Avstånd Triton
TM0038	Kabusa skjutfält i Ystad kommun.	- Område med särskilt behov av hinderfrihet - Påverkansområde för buller eller annan risk	14 kilometer 16 kilometer
TM0039	Ravlunda skjutfält och Kristianstad och Simrishamns kommuner	- MSA-områden - Område med särskilt behov av hinderfrihet - Påverkansområde för buller eller annan risk - Stoppområde för höga objekt - Lågflygningsområde med påverkansområde - Sjöövningsområde	53 kilometer 55 kilometer
Ö	- Försvarets telenät - Radar och radiosystem - Signalspaning FRA-anläggning - Försvarsmaktens ammunitionsförråd	Omfattas av försvarssekretess. Försvarsmakten och andra myndigheter inom totalförsvaret har anskaffat och nyttjar olika typer av anläggningar. Flertalet är fortifikatoriskt skyddade, byggda under eller på mark eller insprängda i berg. Detta för att tillsammans med Försvarsmaktens övriga förmågor bidra till den samlade försvarseffekten	33 kilometer

Tabell 76. Potentiella påverkansfaktorer på totalförsvarets intressen som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysiska och tekniska störningar för totalförsvarets område med sekretess	x	x	x
Fysiska och tekniska störningar för totalförsvarets öppna riksintressen	x	x	x

7.14.2. Konsekvenser

I detta avsnitt beskrivs påverkan på totalförsvarets intressen som eventuellt begränsar Försvarsmaktens uppgifter och övrig verksamhet inom totalförsvarets militära del inom Skåne län. Då samma påverkan och konsekvens bedöms uppstå under samtliga faser görs bedömningen samlad.

Totalförsvarets värde/känslighet för riksintresse och områden av betydelse som helt eller delvis omfattas av försvarssekretess bedöms vara högt i enlighet med bedömningsmetodiken. På grund av försvarssekretessen kan ingen bedömning av påverkans storlek och omfattning eller konsekvens göras i nuläget.

En havsbaserad vindpark med höga vindkraftverk/objekt kan påverka totalförsvarets intressen på ett antal sätt. Vindkraftverk 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 Försvarsmaktens 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 bakom 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.

Den planerade vindparken bedöms varken under anläggnings-, drifts eller avvecklingsfasen medföra någon påverkan på skjutfälten Kabusa och Ravlunda (TM0038, TM0039), då vindpark Triton är belägen utanför skjutfältens påverkansområde (se Figur 77). Dessa riksintressen bedöms ha högt värde/känslighet, men eftersom någon påverkan inte uppkommer på riksintressena bedöms vindparken inte medföra några konsekvenser. Samma bedömning görs för övriga riksintressen som anges i Tabell 75.

För övriga riksintressen och områden av betydelse som helt eller delvis omfattas av försvarssekretess är det i nuläget inte möjligt att göra en relevant konsekvensbedömning på grund av sekretessbelagd information om de militära skyddsobjekten.

7.14.3. Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

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.

OX2:s föresats är att en fortsatt dialog med Försvarsmakten kan generera samförstånd om lämpliga lösningar för samexistens och vilka åtgärder som skulle kunna vidtas, i form av exempelvis installation av signalspaningsutrustning och radarutrustning, som kan möjliggöra en sametablering av vindparken och riksintresset för totalförsvaret.

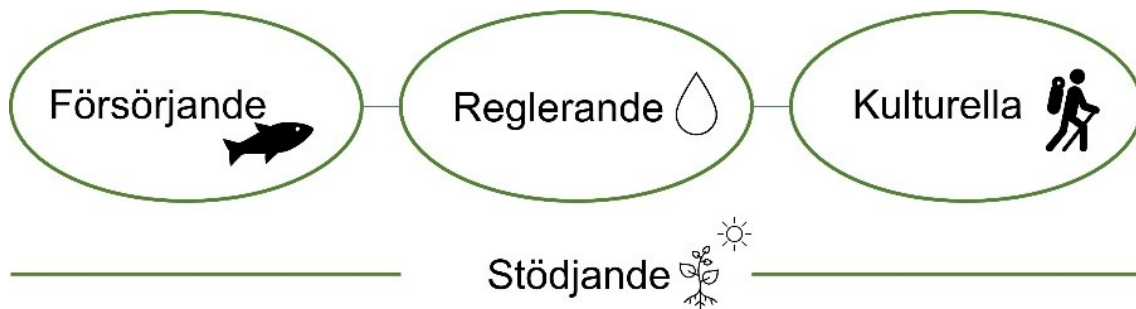
7.15. Ekosystemtjänster

Samlad konsekvensbedömning

Ekosystemtjänster används som begrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Påverkan på ekosystemtjänster i området uppstår framförallt under anläggningsfasen i form av sedimentspridning, undervattensljud och avstängningar som minskar tillgängligheten till området, denna påverkan är dock begränsad geografiskt och i tid. Verksamheten bedöms medföra försumbara konsekvenser på ekosystemtjänster.

7.15.1. Förutsättningar

Ekosystemtjänster används som begrepp för de nyttor, i form av välfärd och livskvalitet, som människor och samhälle får från naturen. Begreppet ekosystemtjänster har använts sedan början av 2000-talet och myntades i och med forskningsprogrammet Millennium Ecosystem Assessment (2005) som syftade till att utreda förändringar i ekosystem och deras påverkan på människor. Forskningsprogrammet tog fram en kategoriindelning av ekosystemtjänster: försörjande, reglerande, kulturella och stödjande ekosystemtjänster (Figur 78).



Figur 78. Illustration av de fyra olika grupperna av ekosystemtjänster.

Utifrån Havs- och vattenmyndighetens rapport (2015:12) om ekosystemtjänster från svenska hav och påverkansfaktorer har följande ekosystemtjänster bedömts vara relevanta att beskriva och bedöma för vindpark Triton:

- Stödjande: Upprätthållande av näringsvävens dynamik, upprätthållande av livsmiljöer, upprätthållande av biologisk mångfald
- Försörjande: Tillhandahållande av livsmedel
- Reglerande: Kvarhållande av sediment, reglering av giftiga ämnen
- Kulturella: Rekreation, kulturarv

Stödjande

Upprätthållande av näringsvävarnas dynamik – En näringsväv beskriver sambandet och samverkan mellan producerande, konsumerande och nedbrytande organismer i ett ekosystem. Rubbningar i ekosystemet, både högt upp och långt ner i näringsväven, eller näringskedjan, kan orsaka földeffekter på hela ekosystemet i stort. Till exempel kan överfiske av rovfiskar leda till ökad biomassa av bytesfisk som äter djurplankton och botten djur, vilket i sin tur leder till att biomassan av djurplankton minskar. Detta kan resultera i att dess föda, växtplankton och trådalger, ökar. Upprätthållande av näringsvävarnas dynamik är tätt sammankopplat med de två övriga stödjande ekosystemtjänsterna *upprätthållande av livsmiljöer* och *upprätthållande av biologisk mångfald*.

Upprätthållande av biologisk mångfald – Långsiktigt upprätthållande av biologisk mångfald är en stödjande funktion till de flesta andra ekosystemtjänsterna från havet. Övergödning, överfiske, fysisk påverkan som trålning och miljöolyckor är exempel på faktorer som kan påverka ekosystemtjänsten negativt. Upprätthållande av biologisk mångfald kopplar även till miljömålet "ett rikt växt- och djurliv" samt Natura 2000, se kapitel 12.

Upprätthållande av livsmiljöer – Utbredningen och kvaliteten på livsmiljöer är viktiga för ekosystemens struktur och funktion. Livsmiljöerna består av biologiska, fysiska och kemiska komponenter vilka alla är viktiga för att uppfylla livsmiljöernas stödjande ekosystemtjänster.

Reglerande

Kvarhållande av sediment och **Reglering av giftiga ämnen** – Kvarhållande av sediment är framför allt viktigt vid kusten för att motverka erosion och skred. På djupt vatten kopplar kvarhållande av sediment till föroreningar och sedimentspridning. Djupare havsbotten påverkas i liten grad av vågor och vind, men i desto större grad av fysiska ingrepp som exempelvis botten trålning med sedimentspridning och förändringar i utbytet av ämnen mellan vatten och botten sediment som eventuell följd.

Försörjande

Tillhandahållande av livsmedel – Från haven fås livsmedel, främst i form av fisk och skaldjur.

Kulturella

Rekreation – Haven ger upphov till rekreation både från land och vatten. Rekreativa värden från havet är till exempel att kunna vistas i havsnära miljöer, båtturer, fritidsfiske och fågelskådning.

Kulturarv – I haven finns kulturhistoriska lämningar, både marina och sådana som tidigare legat ovanför vattenytan. Påverkan på kulturarv beskrivs och bedöms i kapitel 7.9.

7.15.2. Konsekvenser

Anläggningsfas

Under anläggning kommer sedimentspridning uppkomma, huvudsakligen vid installation av fundament. Förutom sedimentspridning kan störningar i form av undervattensljud och båttrafik uppkomma under anläggningsfasen. Påverkan på de stödjande ekosystemtjänsterna som avgränsats ovan inkluderas och beskrivs i konsekvensbedömningen för de olika organismgrupperna bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur och fågel i avsnitt 7.2, 7.3, 7.4 och 7.6. Sammantaget bedöms vindparken ge försumbar till liten konsekvens på arter och livsmiljöer under anläggningsfasen, detta framför allt med koppling till sedimentspridning och undervattensljud. Då konsekvenserna är små och temporära bedöms den planerade vindparken inte påverka de stödjande ekosystemtjänsterna.

Sedimentspridning under anläggning är lokal och temporär. Uppvirvlat sediment kommer att åter-sedimentera. Påverkan på de reglerande ekosystemtjänsterna är därmed försumbar under anläggningsfasen.

Under anläggandet av vindparken kommer åtkomsten till området vara något begränsad vilket kan påverka försörjande ekosystemtjänster i form av produktion av fisk samt kulturella ekosystemtjänster som fritidsfiske och båtturer. Påverkan på rekreation beskrivs och konsekvensbedöms i avsnitt 7.8, vilken sammantaget bedöms vara lokal och temporär med försumbara konsekvens. Påverkan på fisk beskrivs och konsekvensbedöms i avsnitt 7.3, vilket sammantaget bedöms bli försumbar till liten. En begränsning av yrkesfiske (kapitel 7.10) inom vindparksområdet kan även potentiellt ge positiva effekter på produktion av fisk.

Verksamheten bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av varken stödjande, reglerande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under anläggningsfas.

Driftsfas

Under driftsfasen kommer mjukbottnar tas i anspråk av fundament samtidigt som hårda strukturer skapas som kan ge upphov till reveffekt. Utöver detta kan vindkraftverken leda till störning och undanträngning för grupper som fåglar och fladdermöss. Påverkan på de stödjande ekosystemtjänsterna som angetts ovan inkluderas och beskrivs i konsekvensbedömningen för de olika organismgrupperna bottenflora och bottenfauna, fisk, marina däggdjur, fladdermöss och fågel i avsnitt 7.2, 7.3, 7.4, 7.5 samt 7.6. Under driftsfasen kommer miljörisker att hanteras för att motverka

spill av oljor och kemikalier, se avsnitt 7.13. Sammantaget bedöms vindparken ge försumbar till liten konsekvens på arter och livsmiljöer under driftsfasen och de stödjande ekosystemtjänsterna. Om yrkesfisket, huvudsakligen bottentrålning, begränsas i området bedöms samtliga stödjande ekosystemtjänster som nämns ovan gynnas.

Vindparken innebär en begränsning för yrkesfiske inom vindparken jämfört med idag. Positiv påverkan på fisk kan ske till följd av reveffekt. Reveffekten kan lokalt leda till ökad biologisk mångfald vilket även kan sprida sig till omgivande områden. Därmed skulle de försörjande ekosystemtjänsterna gynnas. Likaså skulle de kunna gynnas på längre sikt av minskad bottentrålning. Påverkan på fisk samt yrkesfiske beskrivs i avsnitt 7.3 och 7.10. Den samlade bedömningen under driftsfasen för fisk bedöms bli försumbar till måttlig positiv, beroende på påverkansfaktorer och art.

Rekreation som utförs inom vindparken kommer inte att påverkas av verksamheten då till exempel fritidsbåtar och mindre fiskebåtar fortsatt kan åka genom området. Vindparken kommer att bli synlig från rekreationsområden, både till havs och på land. Den fria horisonten bryts på sina håll men tillgängligheten påverkas inte varför de kulturella ekosystemtjänsterna inte påverkas.

Verksamheten bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av varken stödjande, reglerande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under driftsfas.

Avvecklingsfas

Under avvecklingsfasen bedöms liknande påverkan som under anläggningsfasen ske, fast i betydligt mindre omfattning. Verksamheten bedöms samlat inte påverka förutsättningarna för tillhandahållande av varken stödjande, reglerande, försörjande eller kulturella ekosystemtjänster under avvecklingsfas.

7.16. Hushållning av resurser och nationell miljöövervakning

Samlad konsekvensbedömning

Till vindpark Triton används råvaror, material och bränslen vilket är negativt ur resurshushållningssynpunkt. Det material som används går dock till största delen att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och sammantaget bedöms konsekvenserna således vara försumbara. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. Vindparken bedöms på detta sätt innebära ett effektivt nyttjande av energi och material för att kunna nyttja vindresurser.

För vindparken ianspråkats naturresurser och det går åt råvaror och material, bränsle och energi vid bland annat tillverkning av vindparkens olika komponenter. I detta avsnitt beskrivs användning av naturresurser och hantering av avfall under vindparkens olika faser. Med naturresurser avses i detta avsnitt framförallt råvaror och material men även energi samt hushållningen med vatten- och vindresursen i vindpark Triton berörs.

7.16.1. Råvaror

Ett vindkraftverk består i huvudsak av komponenter tillverkade av stål, aluminium och glasfiberkompositer. De flesta moderna vindkraftverk består till största del, mellan 80 och 90 % av vikten, av stål och järn (Energimyndigheten, 2020b). Glasfiberkomposit utgör i regel mellan 5 och 8 % av vikten och används i rotorbladen. Plastmaterial utgör mellan 3 och 4 %. Beroende på vilka fundament som slutligen väljs är de naturresurser som framför allt går åt till fundamenten järn och kol för ståltillverkning. Till gravitationsfundament i betong kan det till exempel användas kalksten till cement som med sand och vatten blir betong samt även sten och grus till ballast i fundamenten. Till erosionsskydd går det framför allt åt naturresurser i form av sand, grus och sten. Sjöablarna består av en kärna av metallerna koppar eller aluminium som omsluts av ett skyddande lager.

7.16.2. Transporter och bränsle

Bränsle används till för olika typer av transporter samt för att driva tillhörande maskiner.

För drift av vindkraftverken behövs i maskinhuset förutom växellådsolja bland annat kylarvätska, hydrauloljor, smörjoljor och batterivätskor. En mindre mängd olja för service och underhåll av vindkraftverken behövs också under driftsfasen.

De olika huvudkomponenterna till vindparken tillverkas vid olika fabriker och transporteras därefter till den plats där slutmontering sker. Naturresurser som sten, sand och grus kommer, när så är möjligt, att hämtas från närmast möjliga plats på land, vilket kan bidra till att minska transportavstånd och bränslemängd. Exempel på fartyg som kan behövas vid installation är bland annat installationsfartyg, pråmar, arbetsplattformar, servicefartyg och kranfartyg. Fartyg för transport av personal, resurser och förnödenheter, så kallade *crew transfer vessels* (CTV), kommer att utgå från en närbelägen hamn och kommer att behövas i projektets samtliga faser. Det pågår ett utvecklingsarbete för en övergång till el- och vätgasdrivna CTV:er. Under anläggning och avveckling kan det även förekomma en eller flera guard vessels som säkrar installationsområdet från annan trafik. Även helikoptertransporter av vissa personal eller komponenter kan vara aktuella.

Fartygstrafiken optimeras genom en noggrann planering för att minska transportavstånd och begränsa antalet turer där så är möjligt, vilket minimerar bränsleanvändningen. Fartygen som tas i bruk under projektets faser kommer bland annat att väljas ut på grundval av deras energieffektivitet och minsta koldioxidavtryck.

7.16.3. Återanvändning och återvinning

Det avfall som uppstår under anläggningsfasen och driftsfasen avses i första hand att återanvändas och i andra hand att återvinnas i största möjliga utsträckning. Under anläggningsfasen uppstår avfall framför allt i form av metaller, emballage och brännbart avfall. Detta avfall avses sorteras och hanteras i enlighet med gällande lagstiftning och sedan transporteras kortast möjliga sträcka för omhändertagande. Mängden massor som eventuellt kan behöva flyttas, för att plana ut botten inom vindparken, avses begränsas. I driftsfasen uppstår avfall vid underhåll av vindparken. Det avfall som genereras under driftsfasen består främst av spilloljor, oljefilter slitagekomponenter och emballage. Dessa sorteras och omhändertas enligt gällande lagstiftning. Den mängd avfall och farligt avfall som uppstår under anläggningsfasen och driftsfasen är små i förhållande till materielmängd som uppkommer vid avvecklingsskedet av vindkraftparken.

När vindparken nått sin livslängd kommer vindkraftverk, fundament och transformatorstationer att demonteras och platsen återställs i erforderlig omfattning. Under avvecklingsfasen används bränsle till transporter för att forsla bort delar av vindparken. Transporterna under avvecklingsfasen förväntas vara av ungefär samma omfattning som under anläggningsfasen. En avvecklingsplan tas fram cirka två år innan demontering påbörjas i syfte att minimera effekterna på miljön och andra intressen.

Avvecklingen av vindparken ligger långt fram i tiden vilket innebär att marknaden då kan se an norlunda ut för omhändertagande av vindkraftverk som tagits ur bruk. För de relativt få vindkraftverk som ännu tagits ur bruk i Sverige har det redan idag funnits en marknad för att sälja vidare delar av vindkraftverken. Det bedöms vara sannolikt att det i ännu högre utsträckning utvecklats en marknad för detta när det blir aktuellt med avveckling av vindpark Triton. En del komponenter i ett vindkraftverk kan komma att renoveras och/eller säljas vidare, beroende på hur lång livslängd respektive komponent faktiskt har kvar. Det finns alltså möjlighet att återanvända rotorblad, girmekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn efter renovering. Flera bolag erbjuder idag också ombyggnadsservice av komponenter. Om inte komponenterna kan återanvändas är de flesta delarna i ett vindkraftverk återvinningsbara. Exempelvis så har stål, koppar och aluminium etablerade återvinningsprocesser sedan länge. Rotorblad består huvudsakligen av glasfiberkompositer och återanvänds främst i cementindustrin. Nya återvinningsprocesser är under utveckling, så att plastkomponenter och glasfibrer kan separeras och återanvändas istället för jungfruligt material. Fundament och plattformar till havs består till största delen av stål som kan återvinnas vid en nedmontering. Vid avveckling av gravitationsfundament (med betong som ballast), kan betongen användas som fyllnadsmassor till andra konstruktioner. Det sker en utveckling inom återvinningsindustrin, vilket öppnar för möjligheter att även återvinna kablar på ett effektivt sätt. Kablarna klipps då upp för att sära på samtliga material för att sedan återvinnas var för sig. Återanvändning och materialåtervinningen bör inriktas på att nedmonterings inverkan på miljön ska minimeras.

7.16.4. Energi

I klimatavsnittet beskrivs den livscykelanalys som genomförts för vindkraftverk (LCA), se avsnitt i 7.1. Där jämförs vindparkens producerade el med insatsenergin, det vill säga den energi som används vid tillverkningen av ett vindkraftverk, utvinning av de metaller och material som används i vindkraftverket, installation och transport samt under drift och vid nedmontering och avfallshantering/återvinning. Livscykelanalysen visar att insatsenergin bara utgör några procent av den el som vindparken producerar under sin livslängd. Vindpark Triton kommer att producera cirka 60 gånger mer el under den planerade driftperioden än vad som går åt till insatsenergin.

Större vindkraftverk är mer effektiva än mindre vindkraftverk, och det tar därför kortare tid för stora vindkraftverk att producera lika mycket el som insatsenergin vilket ger en större optimering av resurserna.

7.16.5. Marin yta

Parkområdet är cirka 250 kvadratkilometer stort men den bottenytan där det sker en fysisk påverkan i samband med etablering av vindparken (för vindkraftverk, transformatorstationer, erosionskydd och internkabelnät) utgör som mest cirka 1,5 % av vindparkens totala yta, se vidare avsnitt 7.2.

7.16.6. Samlad bedömning

Under anläggningsfasen, och till viss del även driftsfasen, används råvaror, material och bränslen vilket är negativt beträffande hushållning med naturresurser. Det material som används i form av framförallt stål, betong och naturmaterial (exempelvis, sten, grus, sand) går dock till största delen att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och sammantaget bedöms konsekvenserna således vara försumbara ur resurshushållningssynpunkt. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur att stora mängder förnyelsebar el kan produceras. Vindparken bedöms på detta sätt innebära ett effektivt nyttjande av energi, material och vindresurser. Genomförda konsekvensutredningar visar att vindparken i stor utsträckning kan samexistera med övriga intressen som nyttjar berört område, vilket innebär ett optimalt nyttjande av resurser. Berört vattenområde nyttjas endast temporärt under den tid som vindkraften behövs som energikälla för den gröna omställningen och kan sedan nyttjas för ett annat ändamål om andra behov uppstår längre fram. Efter sin livstid kan vindparken nedmonteras och platsen återställas. Detta temporärt begränsade nyttjande av berörda naturresurser och ytan medför att ingen miljöskuld lämnas kvar till kommande generationer.

7.17. Radio- och telekommunikation

Samlad konsekvensbedömning

Utifrån samråd har ingen operatör uppgett att de skulle kunna påverkas av verksamheten. Påverkan från vindkraftverken på radio- och telekommunikation har således bedömts vara obetydlig.

Den påverkan som vindkraftverk kan medföra är till exempel störningar på radio- och teleutrustning i befintliga radiolänkstationer samt på radiobaserade teleförbindelser till och från stationen. Med detta som bakgrund har OX2, med underlag från Post- och telestyrelsen, kontaktat relevanta radiolänkoperatörer. Samtliga berörda har angett att vindparken inte kommer att ha någon påverkan på radiolänkar, mobilnät eller andra kommunikationssystem. Vidare har Post- och telestyrelsen informerat att inga enskilda operatörer har tillstånd till fast radio i området.

Påverkan från vindkraftverken på radio- och telekommunikation har bedömts vara obetydlig och beskrivs således inte vidare i denna MKB.

7.18. Övriga intressen

Samlad konsekvensbedömning

Parkområdet upptar cirka fem procent av ett område som av SGU identifierats vara lämpligt för lagring av koldioxid. I dagsläget finns inga kända aktuella eller planerade projekt för koldioxidlagring i området. Vid en eventuell framtida anläggning för koldioxidlagring bör det utredas om den kan anpassas så att den kan samexistera med vindparken.

Då närmaste utpekade områden för sandutvinning är belägna på betydande avstånd från vindpark Triton dit ingen sedimentspridning enligt modelleringen sker, bedöms ingen/obetydlig påverkan ske. Verksamheten har således inga/försumbara konsekvenser för möjligheten att utvinna sand.

I detta avsnitt beskrivs påverkan på naturmaterial och andra naturresurser.

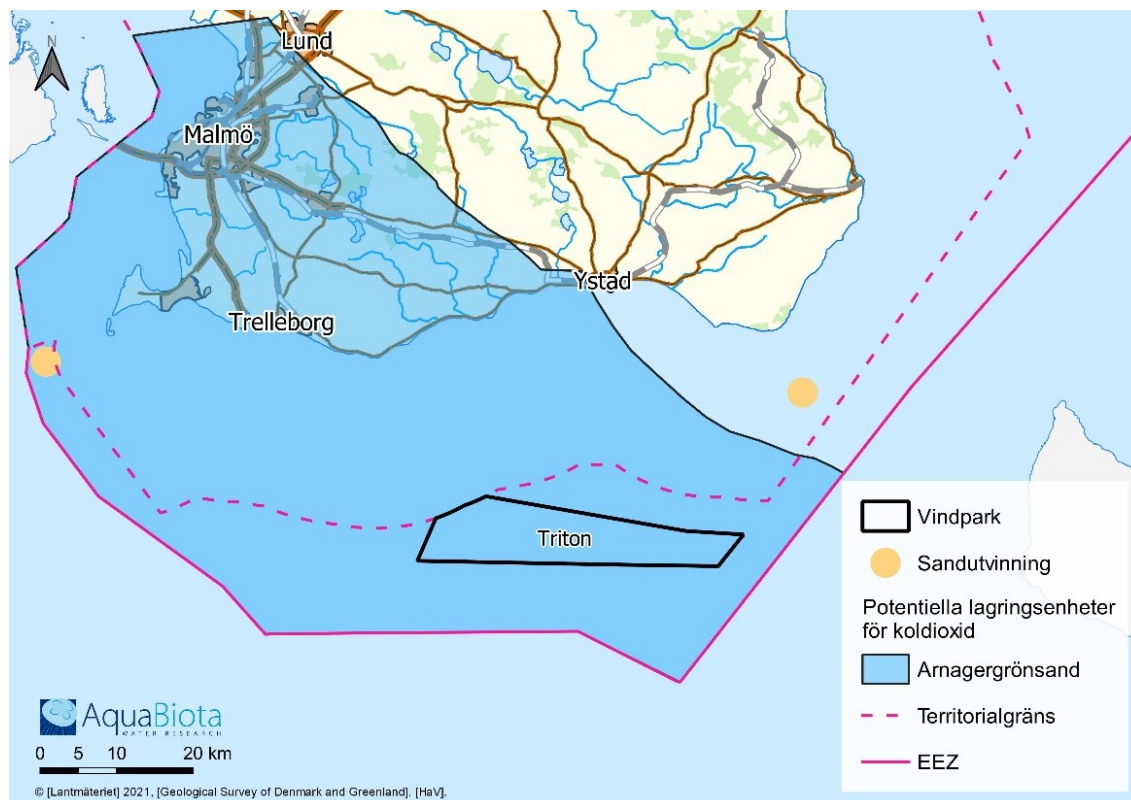
7.18.1. Förutsättning

Koldioxidlagring

Koldioxidlagring i berggrunden är ett sätt att minska utsläppen av koldioxid till atmosfären och tekniken lyfts bland annat fram i handlingsplanerna för att nå klimatmålen. Idag förekommer ingen lagring tills havs i Sverige men SGU har medverkat till att identifiera områden som bedöms som lämpliga för lagring av koldioxid. Ett av dessa, Arnagergrönsand, återfinns i sydvästra Skåne och överlappar med Tritons projektområde. Området är 5177 kvadratmeter stort och beräknas kunna lagra 202 kubikmeter koldioxid (Mortensen m.fl. 2017).

Sandutvinning

SGU har inom ett regeringsuppdrag, tillsammans med Havs- och Vattenmyndigheten, lokaliserat fyra områden som möjliga för ett geologiskt och miljömässigt hållbart sanduttag (SGU, 2017). Två av dessa områden, Sandflyttan respektive Sandhammar bank, är belägna cirka 60 kilometer nordväst respektive 15 kilometer nordöst om vindpark Triton och finns angivna i förslaget till havsplan, se Figur 79.



Figur 79. Koldioxidlagring och sandutvinning.

Tabell 77. Potentiella påverkansfaktorer på naturresurser som uppkommer under vindparkens olika faser.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Sedimentation	x		x
Fysisk påverkan		x	(x)
Kumulativa effekter	x		x

7.18.2. Konsekvenser

Koldioxidlagring

I dagsläget finns inga kända aktuella eller planerade projekt för koldioxidlagring i området. Sökanden har heller ingen kännedom om liknande projekt i svenskt vatten och en konsekvensbedömning av påverkan på eventuella framtida anläggningar är således inte möjlig. Vindparken upptar cirka fem procent av det område som identifierats vara lämpligt för lagring av koldioxid. Koldioxidlagring förväntas ske flera hundra meter under havsbotten med en mottagnings- och mellanlagringsdel ovan havsytan. Vid en eventuell framtida anläggning för koldioxidlagring bör det utredas om den kan anpassas så att den kan samexistera med vindparken.

Sandutvinning

Vindpark Triton skulle potentiellt kunna påverka möjligheten till sandutvinning genom spridning och överlagring av sediment och eventuella föroreningar i anläggnings- eller avvecklingsfasen. Denna sedimentation skulle om det når berörda områden för sandutvinning kunna påverka kvaliteten på den sand som utvinns. Den sedimentmodellering som genomförts (Bilaga B.11) visar dock att sedimentspridningen vid anläggningsarbeten i ett worst case är lokal och främst berör parkområdet. I avvecklingsskedet bedöms sedimentspridningen bli ännu mindre. Berörd naturresurs bedöms ha en liten känslighet då sedimentation är naturligt förekommande i havsmiljön. Då

närmaste utpekade områden för sandutvinning är belägna på betydande avstånd från vindpark Triton (cirka 15 respektive 55 kilometer) dit ingen sedimentspridning enligt modelleringen sker, Figur 79, bedöms ingen/obetydlig påverkan ske. Verksamheten har således inga/försumbara konsekvenser för möjligheten att utvinna sand.

8. Effekter och konsekvenser av följdverksamhet

Anslutningskablar till land (se avsnitt 4.3.5) och transporter utgör följdverksamhet till den sökta verksamheten och dess konsekvenser sammanfattas i detta kapitel. Anslutningskablarnas läge inom de planerade kabelkorridorerna kommer fastställas när anslutningspunkten slutligt anvisats av Svenska kraftnät. För anslutningskabeln kommer därför ett separat tillstånd att ansökas i särskild ordning, inom vilket konsekvenserna utreds mer i detalj. Nedan beskrivs påverkan och konsekvenser som kan uppstå översiktligt.

8.1. Anslutningskablar

Ingen påverkan från anslutningskablar bedöms uppstå på fladdermöss, luftfart, landskapsbild eller på boende och rekreation.

Inom utredningskorridor för anslutningskablar kommer seismiska undersökningar genomföras. Givet att mjuk uppstart och ramp-up används bedöms påverkan från undervattensljud på marina däggdjur som försumbar då inga nivåer över PTS eller TTS bedöms uppstå och området där beteendepåverkan kan ske är lokalt begränsad. Påverkan är temporär.

Vid anläggning av anslutningskablar kommer viss sedimentspridning uppstå när kablarna spolade ner i botten. Där havsbotten utgörs av mjukbotten kommer kablarna att grävas, spolade eller plöjas ned i sedimentet medan där havsbotten utgörs av hårbotten kommer de att täckas över och skyddas av sten eller betongmattor.

I samband med installering av anslutningskablar in till land kan bottenfloran och bottenfaunan komma att påverkas under vindparkens olika faser. I de områden där kablarna kommer att förläggas kommer en direkt fysisk påverkan att uppstå. Även en viss sedimentspridning kommer uppstå i samband med anläggningen som kan komma att påverka bottenfloran och bottenfaunan till följd av förhöjda halter av suspenderat sediment och en efterföljande sedimentation.

Känsligheten för suspenderat material för de arter som finns i anslutning till anslutningskabelkorridorerna bedöms vara liten till måttlig. Precis som för internkabelnätet bedöms sedimentkoncentrationen, varaktigheten av sediment i vattnet och spridningsytan bli av sådan begränsad omfattning att påverkan från suspenderat material blir liten och konsekvensen för fiskfaunan försumbar.

Som tidigare beskrivet är marina däggdjur mindre känsliga för sedimentspridning och kan jaga även i grumligt vatten. Påverkan på marina däggdjur från följdverksamheten bedöms bli obetydlig med försumbara konsekvenser.

I likhet med det interna kabelnätet kommer även anslutningskablar att ge upphov till elektromagnetiska fält. De elektromagnetiska fälten är, så som beskrivs tidigare i kapitel 6.7, som störst

vid kabeln för att sedan snabbt avta. I likhet med det interna kabelnätet bedöms påverkan på marina däggdjur, bottenflora och bottenfauna samt fisk från elektromagnetiska fält från anslutningskablarna vara obetydlig med försumbara konsekvenser.

För fåglar kan påverkan från följdverksamhet uppstå under anläggningsfasen och då i form av tillfällig undanträngning i och med störningar från fartyg och anläggningsarbeten. Beroende på vilken plats för anslutning på land som väljs, så kan konsekvenserna för fågellivet skilja sig. Områden av betydelse för fågellivet bör om möjligt undvikas. Eventuellt bör tid för anläggningsarbeten väljas för att inte inträffa under fåglars häckningsperiod.

Då anslutningskablar anläggs troligt i samordning med vindpark (inklusive det interna kabelnätet) kommer risker hanteras gemensamt.

Anslutningskablarnas påverkan på och konsekvenser för rekreation och friluftsliv bedöms bli desamma som för det interna kabelnätet inom vindparken. Eftersom anslutningskablarna dras hela vägen in till land kan visst ljud uppkomma temporärt för boende och för rekreation när anläggningsarbeten för kabeldragning utförs.

Utredningskorridor för anslutningskabel till fastlandet är ännu inte fastslagen, varför möjliga korridorer kommer att utredas vidare för kulturmiljö i senare skede, närmare detaljprojekteringen. Kabelkorridorer för anslutningskablar kan precis som för de interna kablarna anpassas för att undvika påverkan på kulturmiljö.

Anslutningskablarna kommer att passera fartygsstråket. Dessa kablar kan komma i konflikt med ankring som ska undvikas intill kablarna.

8.2. Transporter

I anslutning av installationsarbetet kan undervattensljud komma från fartygstrafik. Antalet installationsfartyg är väldigt litet i förhållande till övrig trafik. Med den begränsade fartygstrafiken i området anses påverkan på marina däggdjur vara liten/begränsad.

Även under driftsfasen kan undervattensljud uppkomma från fartygstransporter av personal och utrustning vid exempelvis servicearbeten. 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. Konsekvenserna för fisk och marina däggdjur bedöms som försumbara (se kapitel 7.3 och 7.4).

Påverkan från transporter tas också upp i sjöfart, kapitel 7.11. Dagligen kommer att ske passager med servicefartyg till vindparken. Sjöfartens känslighet för olyckor med dessa fartyg får ses som *hög*. De åtgärder som vidtas med exempelvis definierade korsningspunkter (redan idag korsar färjetrafiken de två fartygsstråken norr respektive söder om Triton, liksom fiskefartyg) innebär att påverkan bedöms som *obetydlig* vilket innebär en *försumbar* konsekvens.

9. Kumulativa effekter

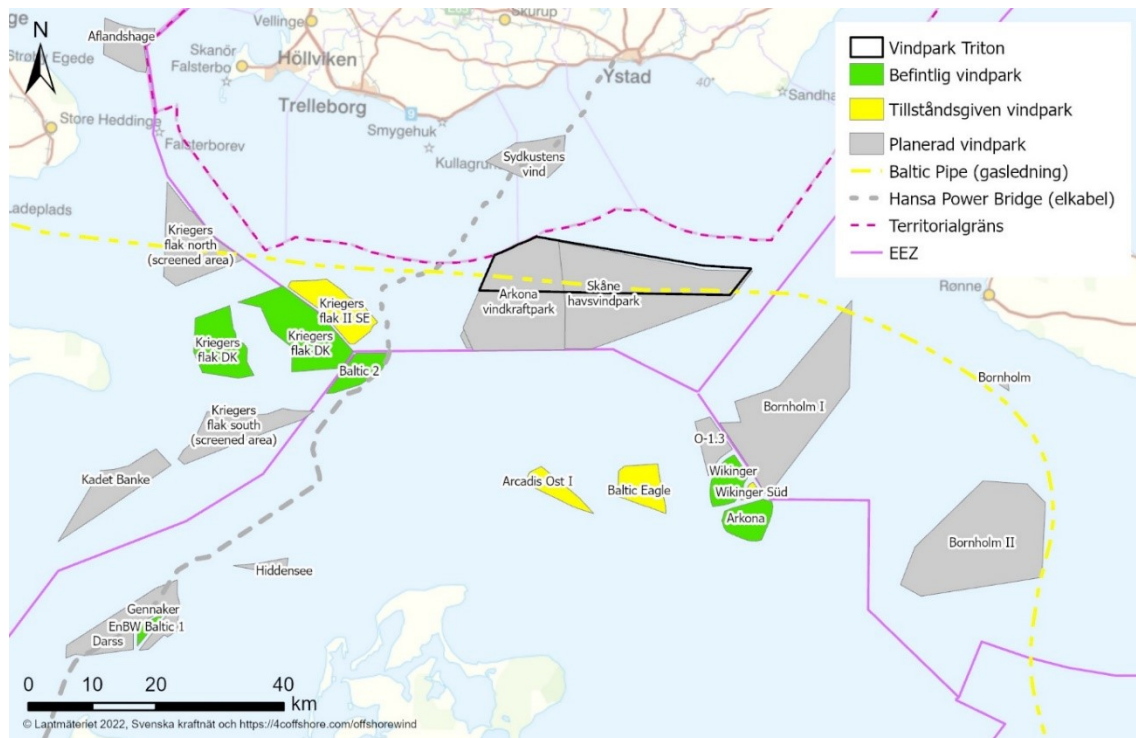
I detta kapitel beskrivs bedömningen av kumulativa effekter. Kumulativa miljöeffekter beskriver hur en åtgärd tillsammans med andra tidigare, pågående eller framtida åtgärder påverkar miljön i ett område. Här beskrivs således de samlade effekterna från planerad vindpark Triton i kombination med potentiell 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 80). Utav dessa är idag fem vindparker i drift; danska Kriegers flak, EnBW Baltic 1, Wikingen, Arkona och Baltic 2. Vindparkerna Wikingen 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 och fiske 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 sker under vintern år 2021/2022.



Figur 80. 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.

9.1. Anläggningsfas

Anläggningsfasen för Triton bedöms inte överlappa med anläggningsfasen för någon av de andra vindparkerna som identifierats (Figur 80). De kumulativa effekterna bedöms därmed vara försumbara.

Ifall flera vindparker skulle anläggas samtidigt har 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 (Bilaga B.12.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.

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 alls 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.

9.2. Driftsfas

9.2.1. Fisk och marina däggdjur

De undervattensljud som kan uppkomma från vindkraftverken under driftsfas är betydligt lägre än de ljud som genereras under anläggningsfasen. Intelligande 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.

9.2.2. 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 beskrivs utförligare i Bilaga B.6, men 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 tranopopulationen förväntas kunna hantera för att inte minska i antal beräknat med PBR-modellen. Om samtliga kända planerade projekt skulle anläggas (beskrivs i tabell 40 i Bilaga B.6) 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 verksamhetsutövarns 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. För detaljerad redovisning se avsnitt 5.2.2. i Bilaga B6.

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.

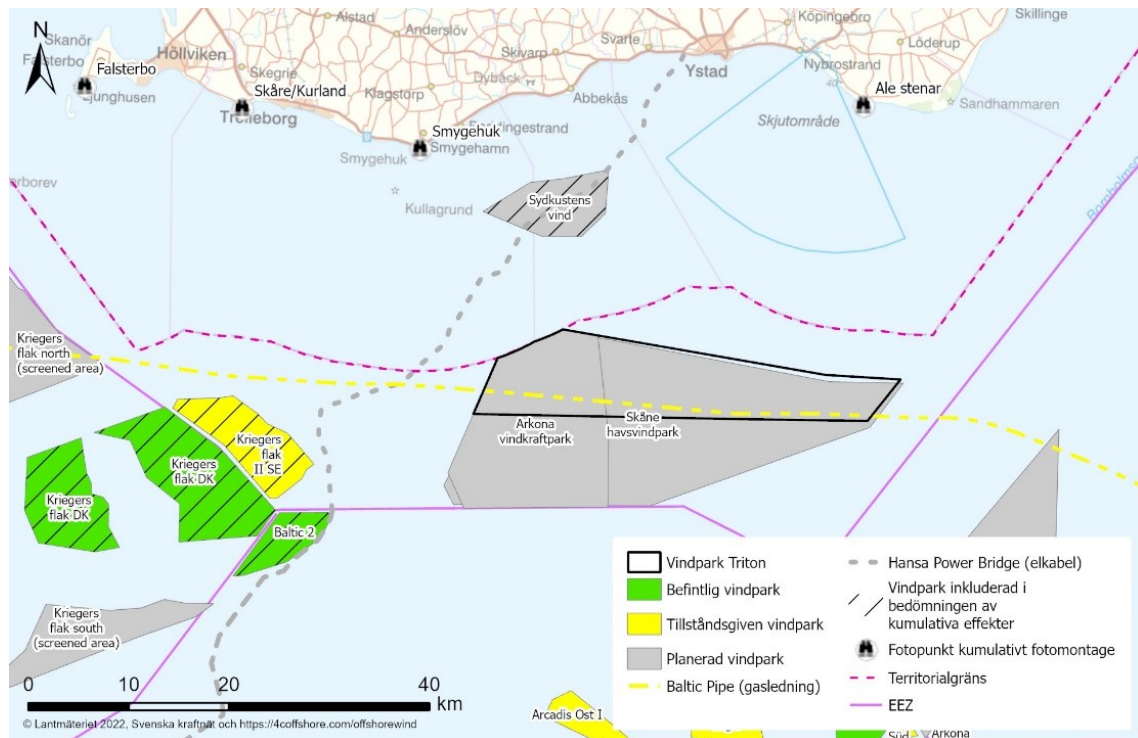
Migrerande sjöfåglar justerar ofta flygkurs för att flyga runt vindparker till havs. Den extra flygsträcka som en omväg runt vindpark Triton innebär under migrationen saknar betydelse i förhållande till den totala sträcka som fåglarna flyger mellan häckningsområden och övervintringsplatser. Detsamma 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.

9.2.3. 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 landskapsbild. 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 närvarande 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 närvarande 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.



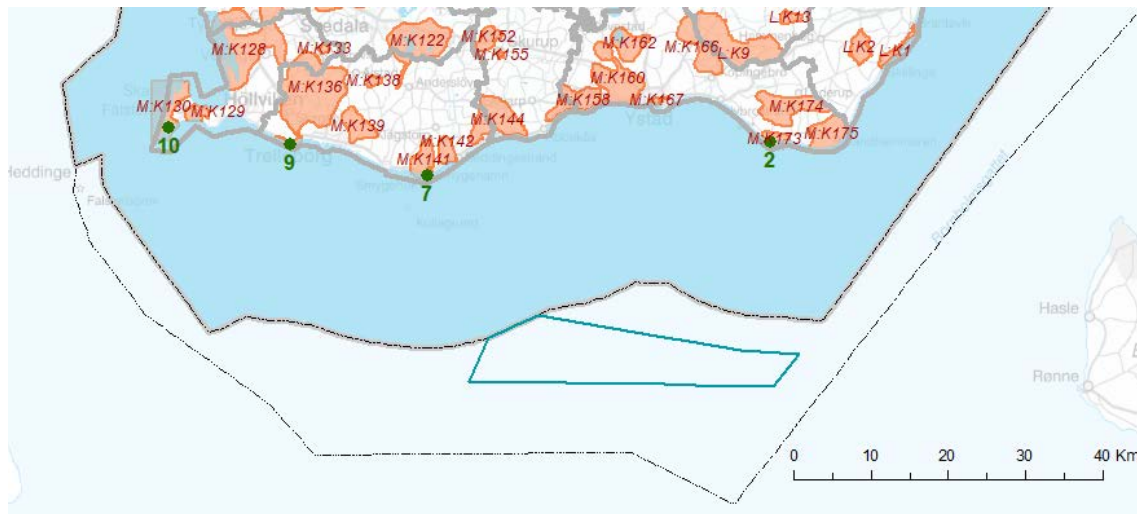
Figur 81. De närliggande vindparker som bedöms ha en kumulativ effekt på landskapsbild och kulturmiljö.

Efter en analys av de kumulativa fotomontagen från fyra utvalda platser, se Figur 82, görs bedömningen att den kumulativa visuella påverkan i det fallet då alla fem vindparkerna realiserar, blir fortsatt obetydlig och att de negativa konsekvenserna för kulturmiljö och landskapsbild blir försumbara vid Falsterbo (fotopunkt 10). Den visuella påverkan och konsekvensen bedöms bli liten vid Skåre-Kurland (fotopunkt 9). Tillägget i havsbilden från vindpark Sydkustens vind är tydligt men vindparken samverkar med industriella och övriga urbana landskapselement vid Trelleborgs hamn och Smygehamn som fond medan vindpark Triton utgör en separat horisontell gruppering i havslandskapet utan att hamna i visuell konflikt med vindpark Sydkustens vind.

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.

Vid Smygehuk (fotopunkt 7) skulle förändringen på landskapsbilden kunna bli påtaglig om vindparken Sydkustens Vind etableras och läggs in i bedömning av kumulativ påverkan. Avstånd från Smygehuk till närmaste vindkraftverk, vindpark Sydkustens vind, är cirka åtta kilometer och i bakgrunden kommer vindpark Triton synas på cirka 22 kilometer avstånd. Smygehuk har i stor utsträckning utblickar och landmärken och som Sveriges sydligaste udde är området av nationell betydelse och välbesökt av allmänheten. Området är dock visuellt påverkat av historisk industrihamnmiljö och känsligheten mot visuella förändringar i havsbilden bedöms som måttlig. Den kumulativa visuella påverkan bedöms bli måttlig till stor och konsekvenserna för landskapsbild och

kulturmiljö bedöms bli minst måttliga. Områdets visuella värden gällande kulturmiljö och karaktär som ändå är kopplade till en historisk industrihamn försvagas dock endast marginellt.



Figur 82. Referenspunkterna för kumulativa fotomontagen. (Källa: RAÄ)

9.2.4. 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.

9.2.5. 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.

9.2.6. Ekosystemtjänster

Om fler vindparker anläggs i närheten av Triton skulle det kunna innebära en utökad reveffekt i hela området vilket skulle kunna vara positivt för den biologiska mångfalden (se avsnitt 7.15).

Reveffekten ger en positiv påverkan på fisk, och flera vindparker i drift samtidigt skulle kunna leda till att det blir en viss interaktion (konnektivitet) mellan vindparker när det gäller fisk.

Minskad bottentrålning är positivt för övrigt bottenliv, vilket skulle kunna gynna den biologiska mångfalden och återhämtningen av sill- och torskbestånden i södra Östersjön.

9.3. 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.

10. Alternativredovisning

10.1. Inledning

Enligt 6 kap. 35 § miljöbalken ska MKB:n innehålla uppgifter om alternativa lösningar för verksamheten. Detta innebär enligt miljöbedömningsförordningen (2017:966) att uppgifter om möjliga alternativa utformningar, platser, alternativ i fråga om teknik, storlek, omfattning, skyddsåtgärder, begränsningar och försiktighetsmått, samt alternativa sätt att nå samma syfte ska redovisas i MKB:n.

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 10 och avser bedömda effekter om verksamheten inte kommer till stånd.

10.1.1. Utgångspunkter för lokalisering

För en verksamhet som tar ett mark- eller vattenområde i anspråk ska det väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön (lokaliseringsprincipen). Val av plats för verksamheten har skett utifrån en grundlig lokaliseringsutredning där slutliga val av OX2:s projekteringsområden till havs är resultatet av en systematisk utvärdering där mindre lämpliga lokaliseringar stegvis valts bort.

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.

Den primära 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 (se nedan) med minsta möjliga motstående intressen, begränsade negativa miljöeffekter och med möjlighet till elanslutning.

Lokaliseringsutredningen har resulterat i en projektportfölj med möjliga parkområden längs med hela Sveriges kust.

Nedan redogörs för de grundläggande utgångspunkter som tillämpats för att undersöka och utvärdera möjliga lokaliseringar och som utgjort kriterier för bedömning av lokaliserings-alternativen.

Geografisk avgränsning till södra Sverige

Elanvändningen i Sverige förväntas öka kraftigt enligt flera prognoser, främst till följd av en ökad elektrifiering av samhället, från nuvarande 140 TWh om året till 310 TWh år 2045⁴⁴. En stor del av den ökade elanvändningen kommer att ske kring tätorterna i södra Sverige till följd av en ökad urbanisering och elektrifiering. Redan idag råder periodvis effektbrist då det råder begränsningar i nätkapacitet för överföring till elområde 3 och 4 (södra halvan av Sverige). Dessutom är det brist på produktionskapacitet i samma områden.

Den lokala och regionala nätkapacitetsbristen innebär att verksamheters möjligheter till tillväxt begränsas och att omställningen till nettonollutsläpp och 100 % förnybar elproduktion i Sverige riskerar att fördröjas. Situationen har blivit än mer ansträngd sedan Ringhals 1 och 2 stängdes år 2019 respektive år 2020. Fram till år 2040 kommer dessutom en majoritet av den befintliga kraftproduktionen att behöva ersättas av åldersskäl (Energimyndigheten, 2018).

En ökad överföringskapacitet norrifrån (elområde 1 och 2) skulle mildra problemet, men ledtiderna för förstärkningar av transmissionsnätet är mycket långa. Dessutom ökar elbehovet i norra Sverige i och med etablering av nya elintensiva verksamheter och elektrifiering av industrin. I den regionala elnätanalys som Region Norrbotten och Region Västerbotten gjort år 2020 anges att södra Sverige i framtiden inte kan räkna med att förlita sig på el från dessa två regioner i norr. För att möta behoven på elmarknaden när möjligheterna till att överföra el från norra till södra Sverige förväntas minska kontinuerligt behöver elproduktionen öka till självförsörjande nivåer i södra Sverige. Elproduktionen i Skåne län låg de senaste åren på cirka tre TWh per år, däremot konsumeras det 13 TWh årligen i länet (Länsstyrelsen Skåne, 2020). Sammanfattningsvis kan en lokalisering av en vindpark i södra Sverige bidra till att täcka ett stort elbehov.

Vindkraft till havs möjliggör storskalig förnybar elproduktion i närtid

Den främsta möjligheten till ökad elproduktion i södra Sverige är storskalig havsbaserad vindkraft. Potentialen för havsbaserad vindkraft är långt större än motsvarande förutsättningar för landbaserad vindkraft. Utvecklingen för havsbaserade vindkraftverk går snabbare än för landbaserade vindkraftverk och har redan idag en generatorstorlek som är mer än dubbelt så stor som landbaserade motsvarigheter.

Jämfört med landbaserad vindkraft är vindarna till havs starkare och jämnare. I kombination med möjligheten att bygga större och sammanhållna vindparker med fler vindkraftverk blir elproduktionen från en havsbaserad park väsentligt högre än från en landbaserad. Elproduktionen från havsbaserad vindkraft från en enskild vindpark kan ligga i nivå med en eller flera kärnkraftsreaktorer.

⁴⁴ Trygg elförsörjning i Skåne (lansstyrelsen.se), 2020

Motsvarande vindkraftsproduktion på land skulle kräva fler vindkraftverk och mycket stora markytor. I praktiken är det inte möjligt att hitta tillgängliga ytor av den storleken i södra Sverige utan omfattande konflikter med andra intressen, infrastruktur, tätbebyggda områden och elnätsutbyggnad. Havsbaserade vindparker kan dessutom placeras längre från bebyggelse med mindre intrång i landskapet och konkurrerande intressen för markanvändning.

Sammantaget har havsbaserad vindkraft störst potential att i närtid producera de volymer el som behövs för att möta det kommande behovet av förnybar el.

Behov av tillgänglig nätinфраstruktur och kapacitet

Alla elproduktionsanläggningar förutsätter anslutning till elnätet. Från ett systemperspektiv kräver storskaliga produktionsanläggningar robusta inmatningspunkter och ett nät som är dimensionerat för inmatning av stora volymer.

I Sverige har nätinфраstrukturen byggts upp med utgångspunkt från stora inmatningspunkter, till exempel kärnkraftsanläggningarna. Det betyder i praktiken att anslutning av stora volymer i andra, mindre utbyggda nätområden, där nuvarande system inte klarar mottagande och överföring av omfattande elproduktion, kräver en omfattande utbyggnad av nya transmissionsnät som med nuvarande takt tar upp mot tio år att realisera. Även andra delar av elsystemet kan behöva byggas om beroende på anslutningspunkt och hur de dimensionerande flödena i nätet totalt sett påverkas. Vindpark Triton har lokaliserats med utgångspunkten att parken ska kunna anslutas med så liten påverkan som möjligt på befintligt elnät för att så snabbt som möjligt kunna bidra med förnybar el.

Regeringen har gett affärsverket Svenska kraftnät i uppdrag att genomföra förberedande arbete för att transmissionsnätet ska byggas ut till områden inom Sveriges sjöterritorium (Regeringen, 2021). Eftersom vindpark Triton är lokaliserad i närheten av flera elproduktionsanläggningar (andra tillståndsgivna vindparker) är det lämpligt att bygga ut transmissionsnätet här för att främja produktionen av förnybar el på ett kostnadseffektivt sätt.

Grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningar

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.

Minimal påverkan på miljön, natur, kultur och befintliga nyttjanden

Förutom de tekniska och ekonomiska förutsättningarna ingår ett antal andra viktiga urvalskriterier vid val av lokalisering av en havsbaserad vindpark. De parametrar som är av särskild vikt att eftersträva minimal påverkan på är:

- naturmiljö (till exempel Natura 2000-områden, känsliga livsmiljöer och arter)
- kulturmiljö (bland annat visuell påverkan och marinarkeologi)
- yrkesfiske
- sjöfart
- totalförsvarets intressen
- rekreation och friluftsliv
- befintliga verksamheter och anläggningar
- havsplanering och andra planförhållanden

10.1.2. Analys och urval

Till grund för val av lokalisering ligger en omfattande lokaliseringsutredning. Den externa konsulten Aquabiota Consulting, som har lång erfarenhet av marinbiologi, geografisk datahantering och vindkraft, har på uppdrag av OX2, tillsammans med intern expertis hos OX2, genomfört en detaljerad utredning för att identifiera möjliga lokaliseringar av storskaliga vindparker till havs i Sverige.

För analys av lämpliga parkområden har utöver de grundläggande tekniska och ekonomiska förutsättningarna kombinerats med övriga urvalskriterier (se ovan), men där analysen också detaljerats ytterligare och utgått från cirka 50 parametrar kopplade till 16 olika kategorier:

- marina däggdjur
- fåglar
- fisk
- bottenfauna
- fladdermöss
- skyddade områden
- rödlistade arter
- sjöfart
- totalförsvaret
- fiske
- havsplanering
- rörledningar och kablar
- flyg
- kulturmiljö
- riksintressen
- miljögifter och oexploderad ammunition

Parametrarna har sammanställts i ett geografiskt informationssystem (GIS) där olika lager av kartor och intressen lagts in som byggstenar i en detaljerad analys över vattnen i Skagerak, Kattegatt och Östersjön. Det första steget av lokaliseringsutredningen resulterade i runt 20 potentiella områden längs med Sveriges kust. Därefter, i ett andra steg (steg 2) av undersökningen, utvärderades de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för dessa områden ytterligare, tillsammans

med platsspecifika naturvärden (känsliga marina miljöer och arter), motstående intressen av större betydelse och elanslutningsmöjligheter.

Lokaliseringsanalysen har särskilt fokuserat på känsliga arter som typiskt sett påverkas av vindparker och det har varit en central utgångspunkt för OX2 att i möjligaste mån undvika de områden där känsligheten är som störst sett till marina arter och livsmiljöer. De platser som har de bästa tekniska förutsättningarna för placering av vindkraftverk till havs är normalt sett utsjöbankar, där det är grundare och därmed enklare och mer kostnadseffektivt att bygga en vindpark på. Det är dock just dessa områden som är de mest känsliga och värdefulla för bland annat marin flora och fauna, marina däggdjur, sjöfåglar och som lek- och uppväxtområden för fisk. För att så långt som möjligt undvika att vindparkerna medför en negativ påverkan på de mest värdefulla områdena med hänsyn till naturvärden och den marina miljön, har en viktig begränsning för alternativutredningen varit att parkområden ska ligga utanför Natura 2000-områden. Detta ligger också i linje med den strategi för biologisk mångfald som OX2 har där ett av målområdena anger att hänsynshierarkin ska vara vägledande vid utveckling av en ny vindpark. Därför ska OX2 undvika att etablera parker i områden med höga naturvärden och minimera påverkan genom att utforma och bygga parker med hänsyn till utpekade naturvärdesobjekt och arter.

Denna detaljerade lokaliseringsanalys resulterade i att flera av de först identifierade potentiella alternativen successivt föll bort, för att slutligen utmynna i de ur lokaliseringssynpunkt bästa alternativen i södra Östersjön, Egentliga Östersjön och Kattegatt som OX2 nu utvecklar parallellt. Ett av de utpekade områdena är Triton, vilket denna ansökan avser.

10.1.3. Alternativ längs södra Skånes kust

Utifrån den detaljerade lokaliseringsanalysen i steg 2 identifierades ett antal områden som bedömts uppfylla kriterierna för lämplig lokalisering av en vindpark ur såväl tekniska, ekonomiska och miljömässiga aspekter. Dessa områden har varit lokaliserade till Bottenhavet, egentliga Östersjön, sydvästra Östersjön samt Skagerak och Kattegatt. Alternativa lokaliseringar för etablering av vindparker i södra Sverige, både valda och bortvalda platser, framgår av Figur 83.



Figur 83. Alternativa lokaliseringar i södra Sverige. Bortvalda lokaliseringar är markerade med svarta stjärnor (ungefärligt läge). Lokaliseringar där OX2 valt att ansöka om vindparker är markerade med gröna stjärnor (ungefärligt läge). (Källa: Lantmäteriet).

Alternativ Bottenhavet

OX2 har utrett förutsättningarna att etablera en större vindpark i Bottenhavet. De motstående intressena har bedömts vara färre men kombinationen av större vattendjup, regelbunden förekomst av havsis och lägre vindhastigheter resulterar idag i tekniskt mera utmanande och ekonomiskt mindre lönsamma projekt i de norra delarna av landet. Isbildning och väderförhållanden medför dessutom högre anläggningstekniska risker. Även kabeldragning till land är tekniskt svårare med betydligt högre kostnader och risker som följd. Vidare skulle lokaliseringen geografiskt inte sammanfalla med de elområden som har stort underskott av elproduktion i förhållande till elförbrukning. Detta medför att den samhällsekonomiska nyttan med havsbaserad vindkraft är aktuellt större i de södra delarna av landet, vilket också ska vägas in i valet av plats. Syftet med vindpark Triton är därtill att förse framför allt södra Sverige med el varför en lokalisering i Bottenhavet har svårt att uppfylla projektets syfte och utgör således inte ett alternativ till vindpark Triton.

Alternativ Egentliga Östersjön

Inom ramen för den fördjupade lokaliseringsanalysen har flera områden i Egentliga Östersjön analyserats. Dessa har mycket goda vindförhållanden och lämpliga djup- och bottenförhållanden för vindparker. Dock finns det också många motstående intressen att beakta i Egentliga Östersjön, såsom fartygsstråk, militära intressen och Natura 2000-områden.

Utifrån lokaliseringsutredningen utvecklar OX2 ett område i Egentliga Östersjön, mellan Öland och Gotland, som benämns vindpark Aurora. Kring detta område har också andra områden utretts som alternativ. Sydost om Öland finns möjliga lokaliseringar som sammanfaller med områden som pekats ut som riksintressen för energiproduktion, men där platserna samtidigt ligger inom områden med hög risk för minor och annan odetonerad ammunition eller inom Natura 2000-områden, vilket innebär att dessa områden är mindre lämpliga för en vindparksetablering.

Ett område norr om Öland, utanför kusten till norra Småland och Östergötland har goda vindförhållanden. Närheten till land och öar möjliggör en kortare sträcka för anslutning till transmissionsnätet, inom ett område där det också föreligger ett stort elbehov. Det större djupet medför dock större tekniska utmaningar i närtid. Lokaliseringen närmare land innebär också en större påverkan på landskapsbilden. I området finns även en potentiell konflikt med ett militärt övningsområde i närheten, samt att det är ett viktigt migrationsstråk för fåglar längs kusten. Området har därför bedömts mindre lämpligt än de valda alternativen för projektutveckling.

Alternativ Skagerrak och Kattegatt

Längs Västkusten finns goda möjligheter till anslutning till transmissionsnätet med anledning av kapacitet och möjliga anslutningspunkter i närheten av Stenungssund och Ringhals (norr om Varberg). Lokaliseringsanalysen har resulterat i att två delområden i Kattegatt visat sig ha goda förutsättningar för utbyggnad av vindkraft utifrån uppsatta urvalskriterier. Områdena har mycket goda vindförhållanden, är belägna utanför skyddade naturmiljöer, det är relativt djupt men det finns goda förutsättningar för etablering av fundament, vilket gör det både tekniskt och ekonomiskt möjligt att etablera en park här samtidigt som bottenanspråk inte sker i känsliga naturmiljöer. OX2 har därför valt att utveckla de områdena i Kattegatt i ett projekt som av OX2 benämns vindpark Galatea-Galene.

OX2 har också utrett förutsättningarna inom större havsområden i Skagerrak, utanför norra, respektive södra Bohusläns kust. Här är vindförhållandena goda men på grund av de stora vattendjupen har det bedömts vara tekniskt och ekonomiskt svårt för en etablering här i närtid. Området utanför södra Bohusläns kust har även bedömts vara känsligt för migrerande fåglar till och från Skagen i Danmark. Även motstående intressen i fråga om sjöfart och militära övningsområden har medfört att bolaget ansett området vara mindre lämpligt för lokalisering av en vindpark.

Alternativ sydvästra Östersjön

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.⁴⁵

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

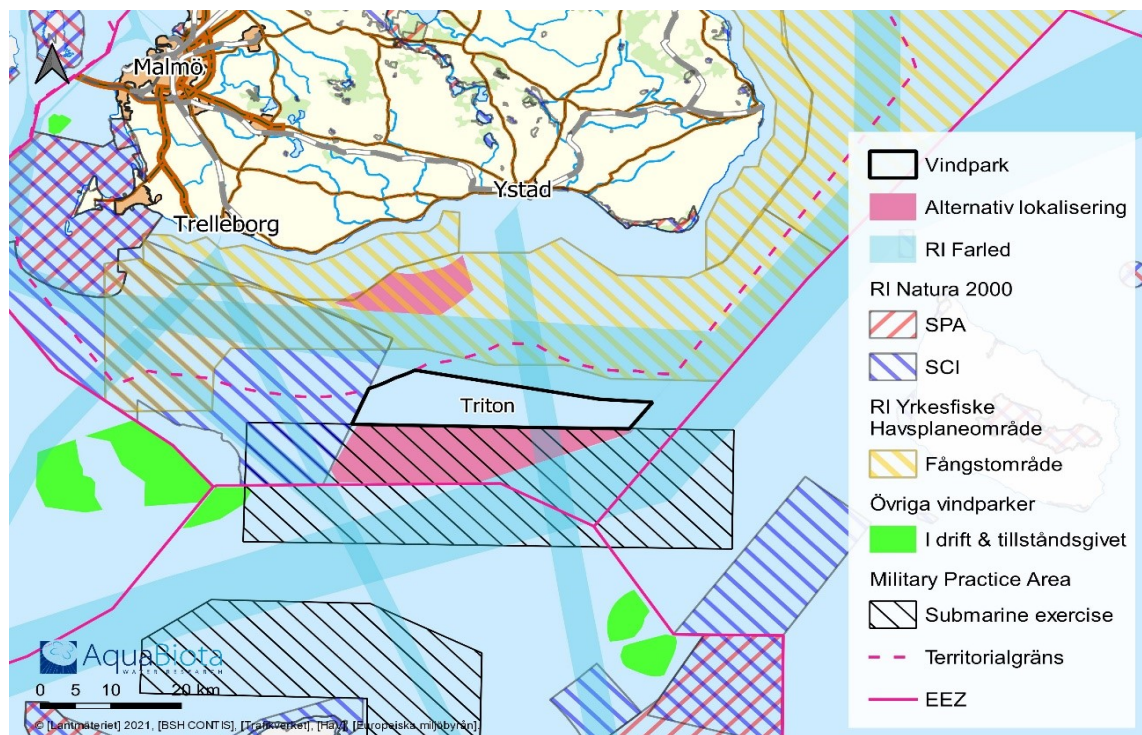
⁴⁵ Att det är ont om andra lämpliga områden för vindkraft i denna del av Östersjön bekräftas av att två andra bolag också planerar vindpark på delvis samma yta som vindpark Triton, se avsnitt 3.8.

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 40. 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 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.

10.1.1. Natura 2000 och lokalisering

Som angetts ovan har det varit en lokaliseringsförutsättning att i möjligaste mån undvika de områden där känsligheten är som störst sett till marina arter och livsmiljöer. Lokaliseringen av vindparken Triton har anpassats och utformats med hänsyn till det närliggande Natura 2000-området Sydvästkånes utsjövatten.

10.2. Alternativ utformning

I det följande beskrivs möjliga principiella alternativa utformningar av vindparken samt dess effekter på skyddade värden i Natura 2000-områdena. 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.

10.2.1. Fler vindkraftverk på en större yta

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.⁴⁶ Möjligheterna av att geografiskt utvidga det aktuella vindparksområdet begränsas dock av Natura 2000-områden, ett militärt övningsområde som förvaltas av NATO och befintliga fartygsstråk.

⁴⁶ Levelized Cost of Electricity (mått på den genomsnittliga nuvarande nettokostnaden för elproduktion för en produktionsanläggning under dess livstid.)

10.2.2. Fler eller färre vindkraftverk på samma yta

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.

Utvecklingen mot större vindkraftverk innebär också att färre vindkraftverk behöver anläggas för att nå samma eller högre elproduktion inom samma yta. Detta reducerar produktionskostnaden för el samtidigt som potentiell påverkan på omgivningen minskar.

10.2.3. Utformning av vindparken

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.

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.

10.3. Alternativa sätt att nå samma syfte

Alternativa sätt att producera elektricitet samt dess konsekvenser finns redovisade under nollalternativet. Dessa uppfyller dock inte delar av verksamhetens syfte, det vill säga att producera

förnybar el och bidra till att uppnå Sveriges satta klimatmål. Med anledning av detta har de inte studerats närmare.

10.4. Alternativa komponenter och arbetsmetoder

10.4.1. Fundament

Olika typer av fundament kan användas på olika platser inom vindparken, även om det vanligtvis är samma fundamentstyp inom en vindpark. Utifrån geologiska och andra platsspecifika förhållanden på platsen och den teknik som är ekonomiskt och tekniskt tillgänglig idag är det tre fundamentstyper som är aktuella för Triton: gravitationsfundament, monopilefundament och fackverksfundament (med pinpiles eller sugkassun). Den snabba teknikutvecklingen kan göra det möjligt att andra typer av fundament, eller hybrider av de presenterade fundamenten, kan bli aktuella vid tiden för byggnation om de visar sig vara effektivare och bedöms ge lägre miljöpåverkan.

Fundamenten som kan bli aktuella i Triton beskrivs i Bilaga C till ansökan, Teknisk beskrivning, samt i kapitel 4. Nedan beskrivs kortfattat olika för- och nackdelar utifrån den miljöpåverkan som installation av de olika fundamenten kan orsaka. I kapitel 5.3.1 beskrivs vilka alternativ som utgör grunden i konsekvensbedömningarna (worst case). I kapitel 7 beskrivs miljökonsekvenserna närmare.

Fördelarna med monopile är att det är en välbeprövad teknik som är förhållandevis enkel att tillverka, transportera och installera. Fundamentstypen kräver begränsad preparering av botten innan installation, tar relativt liten bottenyta i anspråk och installationen är relativt snabb. Nackdelen med en pålad monopile är alstringen av undervattensljud vid installationen som med sin impulsiva karaktär kan störa djurliv i närheten och inom Natura 2000-området, särskilt tumlare. En monopile kan också installeras genom borrhning som ger upphov till mer sedimentspridning än vid pålning, vilket är den påverkansfaktor vid sidan av undervattensljud, som i huvudsak kan ge upphov till viss miljöpåverkan i Natura 2000-området.

Fördelen med fackverksfundament är att de är applicerbara på stora vattendjup och bottenytan som tas i anspråk för själva fundamentet är relativt liten. Ljudalstringen vid pålning är mindre än vid installation av monopile då pålen är mindre och det därmed krävs mindre pålningsenergi. Däremot är tekniken mer komplicerad och kräver mer bottenpreparering än vid installation av monopile eftersom alla benen måste stå på samma nivå. Installationen tar längre tid än för monopile på grund av att fler pålar ska förankras.

Fördelarna med gravitationsfundament är att installationen genererar betydligt mindre undervattensljud än andra fundamentstekniker. Nackdelen är att de tar relativt sett stor bottenyta i anspråk.

10.4.2. Internt kabelnät

Kabelförläggning för det interna kabelnätet kan ske på olika sätt, till exempel med plöjning eller med nedspolning beroende på sedimentets beskaffenhet. Både plöjning och nedspolning genererar sedimentspridning. Nedspolning genererar dock mer sedimentspridning än plöjning varför utgångspunkten i miljökonsekvensbedömningarna är att samtliga kablar förläggs med nedspolning (worst case).

10.5. 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.

Sannolik utveckling av parkområdet och dess konsekvenser i nollalternativet beskrivs i 10.5.1. Nollalternativet innebär vidare att Tritons bidrag till Sveriges behov av storskalig utbyggnad av förnybar elproduktion uteblir, vilket har konsekvenser för den nationella elförsörjningen och klimatet, se vidare avsnitt 10.5.2 och 10.5.3.

10.5.1. Parkområdet och dess omgivning

Beslutade vindparker utanför Tritons parkområde, samt annan närliggande beslutad infrastruktur, kommer troligen att uppföras i nollalternativet.

Nollalternativet innebär att fartygstrafik fortsätter på samma sätt som i nuläget med en eventuell ökning av antalet fartygsrörelser. Även vid nollalternativet kommer att ske olyckor i form av kollisioner och grundstötning (någon allision kommer inte att ske). Om vindpark Triton inte kommer till stånd kommer flygrörelser att fortgå i området som tidigare.

Yrkesfisket bedöms inte påverkas i nollalternativet. Eventuell bottentrålning kommer att fortgå i parkområdet med liknande störningar som idag och torsk riskerar att fortsatt fångas som bifångst.

En sannolik utveckling bedöms vara att fisket fortgår inom parkområdet ungefär på motsvarande sätt och med liknande restriktioner som idag. Med tanke på populationsstatus för kommersiellt viktiga arter som sill och torsk är det sannolikt att den trend med restriktiva kvoter som råder kommer att fortgå. EU-kommissionen införde år 2019 fiskestopp för torskfiske i Östersjön för att stärka torskbeståndet. För att skydda fiskbestånden ytterligare har fiske, med vissa undantag, av alla arter förbjudits i Arkonahavet under perioden 15 maj-15 augusti. Det är okänt hur länge fiskestoppen kommer att gälla. Om de upphör förväntas trålfiske på populationerna av torsk och sill, samt bottenlevande arter, förekomma i nollalternativet. Vid bottentrålning störs bottenstrukturen och betydande mängder sediment gruldas upp i vattnet och sprids till omkringliggande områden (Palanques m.fl., 2001). Både fisk samt bottenflora och bottenfauna utsätts i dagsläget kontinuerligt för suspenderat material från bottentrålningen. Om verksamheten inte etableras kan de positiva effekter som den innebär med avseende på minskad bottentrålning och därmed en reduktion av den totala mängden sediment utebli. Nollalternativet kan därför medföra, ur sedimentspridningssynpunkt, en större påverkan än den planerade verksamheten.

Vid nollalternativet kommer den planerade vindparken Triton inte att uppföras och därmed tas inga naturresurser i anspråk. Det uppstår inte heller visuell påverkan till följd av projektet som kan innebära konsekvenser för bland annat landskapsbild och kulturmiljö.

I nollalternativet kan migrerande fåglar och fladdermöss passera genom området utan att riskera påverkan av vindparken i form av kollisioner. Nollalternativet innebär att fiskeaktiviteter och passager av andra fartyg fortsätter i parkområdet. Fisket kan vara positivt för måsfåglar som attraheras till fiskebåtar för att söka efter föda i anslutning till dessa, men negativt för arter som störs av båttrafik och håller avstånd till båtar. Båtar ute till havs kan även ge fladdermöss möjlighet för att kunna finna viloplats. Om vindpark Triton inte uppförs kommer inga geofysiska undersökningar att bekostas av projektören, och karteringen av fornlämningar inom området kommer att utebli.

Eventuella fornlämningar kommer att finnas kvar och fortsätta vara okända på samma sätt som idag, till skillnad mot om projektet genomförs och kunskapen ökar genom inventeringar.

Om verksamheten inte etableras innebär det också att de positiva effekter som vindparken kan medföra inte kommer till stånd, bland annat i form av reveffekter. Bottenflora, bottenfauna, fisk och marina däggdjur skulle gynnas av reveffekten, vilket uteblir i nollalternativet. För en närmare beskrivning av nollalternativen hänvisas till relevanta underlag till MKB:n.

10.5.2. Nationell elförsörjning

Som nämnts tidigare i kapitlet finns idag ett underskott av elproduktion i södra Sverige. I nollalternativet kommer vindparken Triton inte till stånd och behovet av elproduktion behöver täckas på annat sätt, i huvudsak genom elimport (med ökade utsläpp av växthusgaser som följd), landbaserad vindkraft eller kärnkraft. Det sistnämnda alternativet bedöms i dagsläget inte vara ett reellt alternativ med hänsyn till att reaktorer successivt avvecklas. Solel bedöms idag inte kunna täcka hela elbehovet då effekten av denna är låg under vinterhalvåret och att stora markytor kommer att krävas.

Å andra sidan kräver den pågående omställningen av industri och transportsektor stora mängder el. Tidigare använde dessa sektorer stora mängder fossilbaserade energibärare. För att avsevärt kunna reducera utsläppen från dessa processer är tillgången till förnybar el till konkurrenskraftiga priser och i tillräcklig utsträckning avgörande. Om utbyggnaden av elproduktion inte sker i motsvarande grad kan detta innebära att viktiga satsningar på till exempel elektrifierad industri inte kommer kunna genomföras i Sverige.

Om utebliven elproduktion från vindpark Triton inte ersätts med annan elproduktion i Sverige innebär det först en reducerad export och sedan ökad import (beroende på elbehov) från grannländerna. Baserat på den idag förhärskande energimixen i Europa förväntas det ökade importbehovet i första hand täckas av fossilbränslebaserad elproduktion från grannländerna. Huvudsakligen handlar det om kolkraft så länge sådan produktion finns kvar där. På grund av bränslekostnaderna har dessa kraftslag högre marginalkostnader och resulterar därför också i högre elpriser. Därutöver har kolkraft enligt siffror från IPCC (2014) ett utsläpp på 750–1000 gCO₂e/kWh, att jämföra med data från Vattenfall (2019) på landbaserad vindkraft om 6–7 gCO₂e/kWh. Enligt IPCC genererar havsbaserad vindkraft 1 gCO₂e/kWh mer utsläpp än landbaserad (IPCC, 2014).

Utbyggnad av havsbaserad vindkraft i Sverige ger goda förutsättningar för undvikande av import av utsläppstung elproduktion från andra länder. I ett längre perspektiv kan export av el från havsbaserad vindkraft ersätta användningen av kolkraft i närliggande länder, förutsatt att det trots det ökade elbehovet i Sverige blir ett överskott på elproduktion som kan exporteras. En sådan undanträngning av fossil kraftproduktion är inte möjlig i nollalternativet. Nollalternativet innebär att klimatnyttan med projektet inte realiseras.

10.5.3. Klimatpåverkan

Nollalternativet innebär ur klimatsynpunkt att utsläppsminskningar inte främjas, vilket i sin tur kan medföra svårigheter att minska klimatpåverkan kopplat till användningen av fossila bränslen. Liksom beskrivet i avsnittet ovan, kan utbyggnaden av havsbaserad vindkraft möta såväl behovet av elektrifiering inom industri- och transportsektorn, som att möjliggöra för elexport som tränger ut fossilbaserad kraftproduktion i Europa. Dessa möjligheter begränsas i nollalternativet, förutsatt att

inte samma kraftproduktion byggs ut på annat sätt och på andra platser. Beräkningar av klimatnytta med vindkraft kan göras på olika sätt (Andersson m.fl., 2021). Sammanfattningsvis kan dock konstateras att vindpark Triton möjliggör omfattande utsläppsminskningar oavsett om man beräknar dessa med avseende på elektrifiering eller undanträngning av fossil energi och oavsett vilka beräkningsmodeller som används. Klimatnyttan realiseras inte i nollalternativet, som därmed kan försvåra möjligheten att uppnå Sveriges klimat- och miljömål.

En försämrad möjlighet att begränsa klimatförändringarna genom omställning till förnybar energi innebär även en indirekt påverkan på kust- och havsområden på grund av klimatförändringarna. I de olika scenarier som redovisas av IPCC är det tydligt att effekten av klimatförändringarna är nära kopplad till den mängd växthusgaser som släpps ut. Enligt den senaste rapporten från IPCC så kommer den globala uppvärmningen överskrida två grader under 2000-talet om inte kraftiga utsläppsminskningar av koldioxid och andra växthusgaser görs under de kommande årtiondena (IPCC, 2021). Om utsläppen skulle fortsätta i samma takt som idag så innebär det att det kvarvarande utsläppsutrymmet globalt skulle förbrukas inom 7–8 år. Effekterna kan bland annat innebära stigande vattentemperatur, ökad havsförurning och förändrad salthalt vilket påverkar i stort sett alla ekosystemkomponenter i havsmiljön. Klimatrelaterade förändringar bedöms kunna ge allvarliga konsekvenser för havsmiljön, även i Östersjön, både i närtid och på längre sikt. Det är tydligt att klimatförändringarna redan påverkar svenska marina arter och prognoserna indikerar större effekter under de kommande årtiondena. De arter som lever i Östersjön är ursprungligen antingen sötvattens- eller saltvattensarter vilka lever under stress på grund av det bräckta vatten som utgör en förutsättning i Östersjön. För organismer som redan lever på gränsen till sina utbredningsområden kan förändringarna leda till att arter försvinner.

Dessutom bedöms framtidens klimatförändringar för närvarande innebära att havsytan i södra Sverige kommer att stiga med cirka en meter fram till år 2100 för att därefter fortsätta stiga ytterligare. En stigande havsnivå medför flera olika problem i Skåne. De hittills huvudsakligen identifierade problemen är översvämning av låglänta områden, stranderosion samt saltvatteninträngning i grundvattnet i kustnära områden. Detta leder till förändrade förutsättningar för samhällsplaneringen, inte minst i kustzonen. Flera kuststräckor kommer att kräva olika former av skyddsåtgärder mot stigande havsnivåer och stranderosion. Landskapsbilden och kulturmiljöerna i kustnära lägen kommer därmed att påverkas på omfattande sätt. Effekterna av klimatförändringarna som uppkommer är betydande vid ett nollalternativ där vindpark Triton inte anläggs och där inte heller annan förnyelsebar kraftproduktion byggs ut i tillräcklig omfattning.

11. Skyddsåtgärder

Följande skyddsåtgärder kommer att vidtas inom ramen för planerad verksamhet och har antingen ingått som förutsättning i konsekvensbedömningar, alternativt fallit ut till följd av konsekvensbedömningarna. Inom ramen för de konsekvensbedömningar som tagits fram har en bedömning gjorts över vilka skyddsåtgärder som är motiverade utifrån de konsekvenser som verksamheten medför för olika berörda aspekter.

Placering och utformning:

- Vindkraftverkens placering 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 driftfasen 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 Transportstyrelsen 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, sorteras 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 $1 \mu Pa^2 s$ på ett avstånd av 750 meter från ljudkällan och $SPL_{RMS-fast, VHF} 100$ dB tumlare re $1 \mu Pa$ på ett avstånd om 11,6 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.

12. Samlad bedömning

12.1. Samlade konsekvenser av den sökta verksamheten

Den förväntade årsproduktionen för vindpark Triton är cirka 7,5 TWh vilket beräknas kunna förse 1,5 miljoner hushåll med el. Vindpark Triton bidrar således på ett betydande sätt till omställningen till ett förnybart elektrifierat samhälle och är viktig för att säkra ett konkurrenskraftigt näringsliv i södra delen av landet. 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 klimatmål. Vindparken bedöms medföra **mycket stora positiva konsekvenser** ur klimathänseende genom att elproduktionen är förnybar samt kan ersätta fossil elproduktion och därmed reducera 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 och konsekvenser. Miljöpåverkan kan alltså vara mindre omfattande men inte mer omfattande än vad som beskrivits i denna MKB. Detta arbetssätt säkerställer att de tekniska lösningar som finns vid tidpunkten för anläggande går att använda (realiserbarhet) och att de effektivaste vindkraftverken med minsta möjliga miljöpåverkan kan användas (platseffektivitet).

Anläggningsfasen pågår under en begränsad period och skyddsåtgärder kommer att vidtas. För fisk och marina däggdjur bedöms **försumbara till små** negativa konsekvenser uppstå till följd av verksamheten, det vill säga både av vindparken samt det interna kabelnätet. Bottenflora förväntas inte finnas inom parkområdet eftersom parkområdet utgörs av mjukbotten som ligger på ett sådant djup att inte tillräckligt med solljus når ner till botten. För bottenfauna bedöms konsekvenserna vara **försumbara**. Konsekvenserna är främst kopplade till anläggningsfasen och påverkansfaktorer är framförallt fysisk påverkan, sedimentspridning och sedimentation samt

undervattensljud vid installation av fundament. Anläggningsfasen pågår under en begränsad period och skyddsåtgärder kommer att vidtas.

Påverkan som kan uppkomma under driftskedet på bottenfauna, fisk och marina däggdjur är skuggning, magnetiska fält samt hydrografiska förändringar. Dessa faktorer bedöms medföra **försumbara konsekvenser**. Under driftsfasen innebär vindkraftverken en påverkan främst på fåglar, landskapsbild och sjöfart, och till viss del på yrkesfisket. Påverkan från det interna kabelnätet under driftsfasen är framför allt kopplat till en begränsad möjlighet till bottentrålning inom vindparken.

För fåglar är den huvudsakliga påverkan under driftsfasen kollisionsrisken, vilken är olika beroende på fågelart. Kollisionsrisken bedöms dock generellt vara låg för de fåglar som kan förekomma inom vindparken. För att undvika kollision med migrerande tranor kommer skyddsåtgärder i form av driftreglering under hög migrationsaktivitet att vidtas. Samlat bedöms konsekvenserna med föreslagna skyddsåtgärder vara **försumbara**. Migrerande fladdermusarter skulle också kunna påverkas genom ökad kollisionsrisk med vindkraftverken. Genom användande av skyddsåtgärder i form av driftreglering under tillfällena med stor migration bedöms konsekvenserna vara **försumbara** för fladdermöss till följd av vindparken.

För yrkesfisket bedöms konsekvensen bli **mycket liten**. Detta då parkområdet har ett litet värde för fiskenäringen och fisket redan begränsas av rådande restriktioner, samtidigt som det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket till andra platser. Positiva effekter för fiskpopulationerna kan i längden gynna yrkesfisket.

Vindkraftverken kommer att bli synliga och kunna skönjas vid horisonten från stora delar av Skånes kust. Eftersom vindkraftverken kommer att synas från platser med höga värden men på ett relativt långt avstånd, bedöms påverkan samt konsekvenser för landskapsbild och kulturmiljöer på land sammantaget i huvudsak bli **försumbara till små**, men måttliga från ett par mer känsliga miljöer. Detta är huvudsakligen kopplat till att vindparken bryter den idag till stor del obrutna horisonten. Då vindparken är belägen så långt från land förväntas **inga konsekvenser** för boendemiljön med avseende på ljud. Under anläggningsfasen påverkas till viss del möjligheten till rekreation då tillgängligheten till parkområdet begränsas av säkerhetszoner vilket ger **små konsekvenser** för båttrafik och fritidsfiske.

Vindparkens utformning kommer att anpassas så att påverkan på marinarkeologiska lämningar undviks. Utformning av vindparken sker efter samråd med bland annat länsstyrelsen. Konsekvenserna för aspekten marinarkeologi bedöms bli **försumbara**.

För sjöfart beräknas vindparken under driftsfasen, utan beaktande av riskreducerande åtgärder, innebära en ökning av sannolikheten för kollisioner och allisioner med vindkraftverk. Samlat bedöms konsekvenserna vara **försumbara till måttliga**. 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.

Inga oacceptabla risker bedöms uppstå till följd av vindpark 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.

Den planerade vindpark Triton har vid utformningen anpassats så att det helt undviker det militära övningsområdet söder om vindparksområdet förvaltat av NATO som benämns Bravo 2, 3, 4 och 5. Vidare bedöms vindparken **inte ha någon påverkan** på eller medföra några konsekvenser för närmast belägna områden för totalförsvaret som redovisas oppet. För övriga områden som är av intresse för totalförsvaret och som helt eller delvis omfattas av försvarssekretess kan ingen bedömning göras i nuläget. OX2 kan anpassa alternativt förse parken med till exempel radarövervakningsutrustning för att möjliggöra samexistens med Försvarsmaktens intressen.

Till vindpark Triton används råvaror, material och bränslen vilket, i likhet med annan anläggningsverksamhet, är negativt ur resurshushållningssynpunkt. Det material som används går dock till största delen att återvinna eller återanvända vilket innebär ett effektivt resursutnyttjande och sammantaget bedöms konsekvenserna således vara **försumbara**. Nyttjandet av dessa resurser möjliggör i sin tur att stora mängder förnybar el kan produceras. Vindparken bedöms på detta sätt innebära ett effektivt nyttjande av energi, material och vindresurser.

För luftfart bedöms konsekvenserna bli **försumbara**. Vindpark Triton bedöms kunna byggas utan negativ inverkan på flygfarten efter anpassning av flygplatsernas hinderbegränsande ytor (MSA-ytor) samt att riktlinjer för flyghindermarkeringar kommer att uppfyllas. Vindparken kommer **inte att ha någon påverkan** eller medföra några konsekvenser på radiolänkar, mobilnät eller andra kommunikationssystem.

Vindparken medför **försumbara till måttliga positiva** konsekvenser (beroende på art) 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. 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.

I **Tabell 37** redovisas konsekvensernas storlek för respektive mottagare och intresse. I vissa frågor kvarstår fortsatt dialog, detta anges också i tabellen.

Tabell 78. Sammanfattning över bedömda konsekvenser för respektive mottagare/intresse med föreslagna skyddsåtgärder.

Intresse/Mottagare	Konsekvens
Klimatpåverkan och klimatnytta	Mycket stor positiv
Bottenflora och bottenfauna	Försumbar Liten positiv för artificiella rev
Fisk	Försumbar – liten negativ Försumbar — måttligt positiv för artificiella rev
Marina däggdjur	Försumbar — liten negativ
Fladdermus	Försumbar
Fågel	Försumbar
Landskapsbild och kulturmiljö	Försumbar – liten negativ (måttlig för ett par mer känsliga miljöer)
Boendemiljö	Ingen
Rekreation	Liten negativ
Marinarkeologi	Försumbar
Yrkesfiske	Mycket liten negativ Reveffekt och minskat fisketryck positivt långsiktigt
Sjöfart	Försumbar till måttlig negativ
Luftfart	Försumbar
Risk och säkerhet	Ingen oacceptabel risk
Totalförsvarets intressen	Fortsatt dialog
Ekosystemtjänster	Försumbar
Hushållning med naturresurser och energi	Försumbara
Radio- och telekommunikation	Ingen
Övriga intressen	Försumbara

12.2. Natura 2000

Vindparksområdet angränsar till Natura 2000-området Sydvästskaånes utsjövatten. Sydvästskaånes utsjövatten är utpekad som Natura 2000-område enligt art och habitatdirektivet (direktiv 92/43/EEG) för naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170) samt för arterna tumlare (1351), gråsäl (1364) och knubbsäl (1365). Natura 2000-området är också riksintresse enligt 4 kap. 1§ miljöbalken.

Ett Natura 2000-tillstånd har sökts separat för vindpark Triton. Ansökan, inklusive en Natura 2000-MKB, lämnades in till Länsstyrelsen Skåne i december 2021. Nedan sammanfattas den samlade konsekvensbedömningen för det närliggande Natura 2000-området Sydvästskaånes utsjövatten. Nedan sammanfattas den påverkan och de konsekvenser som kan uppstå på berört Natura 2000-område. För mer detaljer om konsekvensbedömning och skyddsåtgärder hänvisas till Natura 2000-MKB.

Anläggandet av verksamheten innebär inte något fysiskt intrång i Natura 2000-området. Ingen bottenyta inom Sydvästskaånes utsjövatten tas därmed i anspråk. Påverkan 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. De skyddsåtgärder som kommer att vidtas minskar bland annat 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 Sydvästskaånes 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). Verksamheten

påverkar inte möjligheten att uppnå eller bibehålla gynnsam bevarandestatus för de utpekade naturtyperna. Inte heller för de utpekade arterna tumlare, gråsäl och knubbsäl bedöms planerad verksamhet påverka bibehållandet alternativt möjligheten att uppnå gynnsam bevarandestatus, med beaktande av åtaganden om skyddsåtgärder.

12.3. Riksintressen

Vindparken överlappar samt ligger i anslutning till riksintressen enligt 3 och 4 kap miljöbalken.

I detta avsnitt redovisas utpekade områden av riksintresse (utöver Natura 2000 som beskrivs ovan) som är belägna inom eller i närheten av den sökta verksamheten samt eventuell påverkan och konsekvenser på riksintressena. I avsnitt 3.5 finns kartor som redovisar berörda riksintresseområden.

12.3.1. Riksintresse för kommunikation

Sjöfart

Vindparken angränsar till riksintressen för kommunikation i form av fartygsstråk för sjöfarten. Genom vindparkens östra del går fartygsstråket Ystad-Sassnitz. Fundamenten kommer placeras utanför fartygsstråket. Under driftfasen beräknas vindparken, utan beaktande av riskreducerande åtgärder, innebära en ökad sannolikhet för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk). 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 så att ingen påtaglig skada uppstår på riksintresset.

Luftfart

Triton ligger inom Malmö Airport (MMX) och Rönne/Bornholms flygplats respektive MSA-yta. Genomförd flyghinderanalys visar att parkområdet bland annat överlappar med områden som utgör hinderbegränsade ytor (så kallade MSA-ytor) för Malmö Airport respektive Rönne/Bornholm flygplats. Bolaget har därför en pågående dialog med berörda flygplatser om att anpassa de hinderbegränsade ytorna. Markering med hinderbelysning kommer att utformas och installeras enligt gällande riktlinjer.

12.3.2. Riksintresse för yrkesfiske

Norr om vindpark Triton, ej direkt angränsande, finns riksintresse för yrkesfiske i form av ett antal fångstområden. Då riksintresseområden för yrkesfiske ligger utanför vindparksområdet bedöms riksintresset inte påverkas av planerad verksamhet.

12.3.3. Riksintresse för totalförsvarets militära del

Vindpark Triton har vid utformningen anpassats så att den helt undviker det militära övningsområdet förvaltat av NATO som är beläget direkt söder om parkområdet. Försvarsmakten har i samrådet för vindpark Triton uttryckt att uppförande av den föreslagna vindkraftparken skulle medföra påtaglig skada på riksintresse för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess, och som därför inte kan redovisas öppet geografiskt eller redovisas i riksintressekatalogen. OX2 kan

anpassa alternativt förse parken med till exempel radarövervakningsutrustning för att möjliggöra samexistens med Försvarmaktens intressen.

12.3.4. Riksintresse för energiproduktion

Väster och norr om Triton finns utpekade riksintresseområde för vindbruk enligt 3 kap. 8 § miljöbalken. För området norr om Triton pågår arbete med vindpark Sydkusten vind (under utveckling). För området väster om Triton finns tillstånd att uppföra vindparken Kriegers flak. Den sökta verksamheten förväntas inte påverka förutsättningarna för elproduktion i något av de utpekade riksintresseområdena.

12.3.5. Riksintresse för kulturmiljö

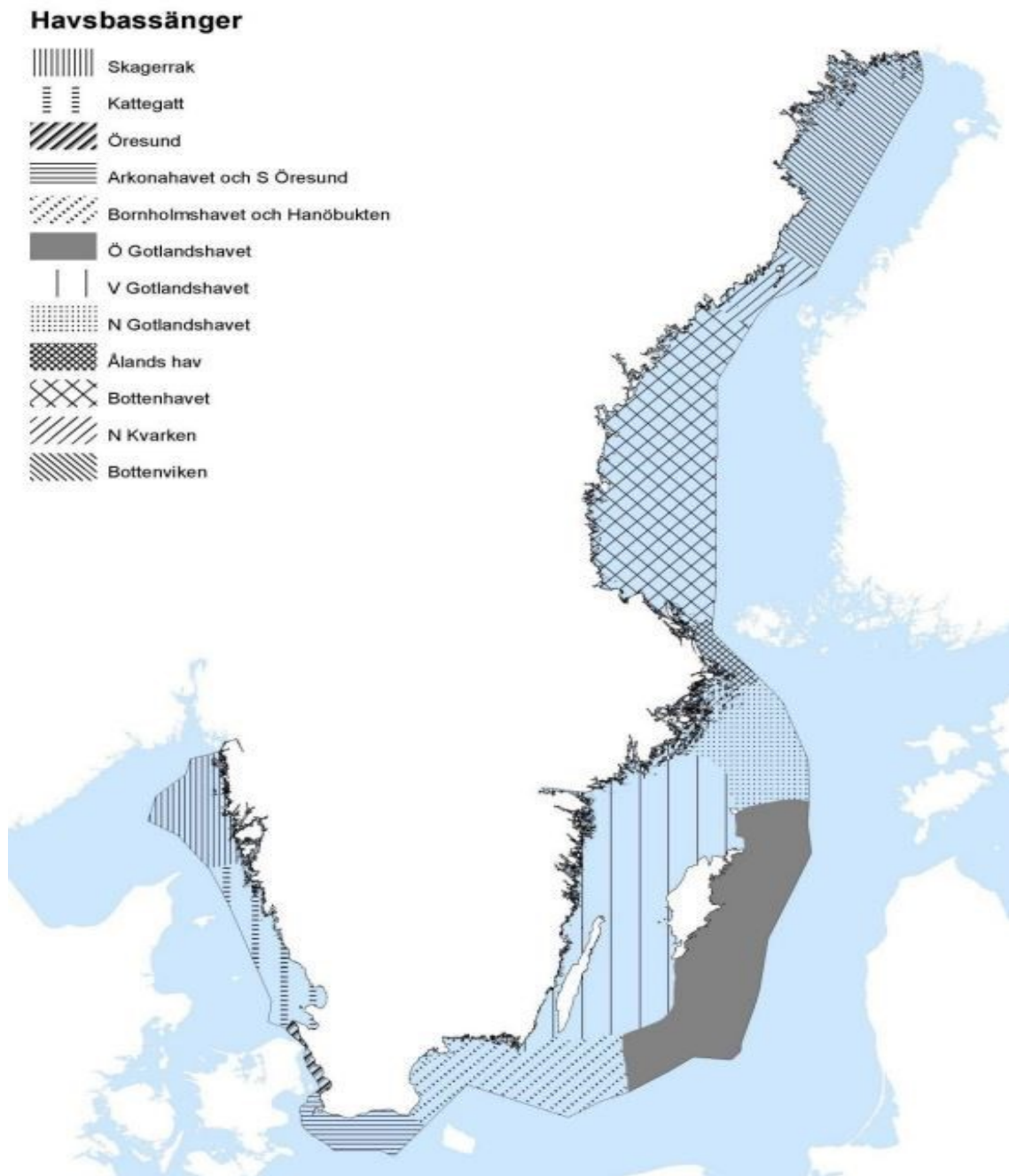
Utmed kusten finns ett antal riksintressen för kulturmiljövård. Tolv av dessa ligger inom det visuella influensområdet för vindpark Triton. I avsnitt 7.7 ses fotomontage och en mer detaljerad konsekvensbedömning för varje riksintresseområde. För Ales stenar vid Kåseberga (M: K173) som är det mest känsliga av alla studerade områdena mot visuella ändringar i havslandskapet bedöms konsekvenserna bli måttliga. Den visuella påverkan på och de negativa konsekvenserna för kulturmiljö bedöms sammantaget blir försumbar eller liten, men måttliga från ett par mer känsliga miljöer. Sammantaget bedöms inte någon risk föreligga för påtaglig skada för något av berörda riksintressen.

12.4. Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer för vatten fastställs med stöd av 5 kap miljöbalken, enligt vattenförvaltningsförordningen och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25. Miljökvalitetsnormer för vatten är bestämmelser om kvaliteten på miljön i en vattenförekomst som fastställts i syfte att varaktigt skydda människors hälsa eller miljön eller för att avhjälpa skador på eller olägenheter för människors hälsa eller miljön.

För havsmiljö finns elva miljökvalitetsnormer med indikatorer framtagna. Miljökvalitetsnormerna är styrmedel för att se till att god miljöstatus upprätthålls eller uppnås. Miljökvalitetsnormerna är utformade för att motsvara alla de belastningar som bedömts påverka miljön. De belastningar som omfattas är tillförsel av näringsämnen, tillförsel av farliga ämnen, biologisk störning och fysisk störning. En miljökvalitetsnorm för havsmiljön utgörs av en kvalitativ beskrivning av en önskad miljöstatus. Till varje norm kopplas en eller flera indikatorer som ska möjliggöra en bedömning om den kvalitativa beskrivningen uppfylls eller inte (Havs- och vattenmyndigheten 2012).

Vindpark Triton ligger inom förvaltningsområde "Arkonahavet och S Öresund" (HVMFS 2012:18, senast reviderad 2018) där hänsyn ska tas till miljökvalitetsnormer. De belastningar som påverkar mest i svenska havsområden bedöms av Havs- och vattenmyndigheten vara tillförsel av näringsämnen (kväve och fosfor), tillförsel av farliga ämnen, fysisk störning av bottnar och uttag av arter (Havs- och Vattenmyndigheten rapport 2018:27).



Figur 85. Havsbassänger/förvaltningsområden, Arkonahavet och S Öresund markerad med vertikala streck (Havs- och vattenmyndigheten 2012:20).

12.4.1. Miljökvalitetsnormer för södra Östersjön

I Tabell 79 redovisas bedömd påverkan på de miljökvalitetsnormer/deskriptorer som gäller för det aktuella förvaltningsområdet där projekt Triton planeras.

Vindpark Triton kommer inte att tillföra näringsämnen eller föroreningar under projektets livstid. Vindparkens verksamhet kommer att innebära minskat fiske i området samt tillföra en reveffekt från fundamenten vilket sammantaget kan gynna fiskbestånden. Under anläggningsfasen sker en viss fysisk påverkan på havsbotten, men påverkan är tillfällig och begränsad. Den sammantagna bedömningen är att vindpark Triton inte kommer att förhindra att miljökvalitetsnormer för havsmiljön uppnås.

Tabell 79. Bedömd påverkan och konsekvens på de MKN som gäller för det aktuella förvaltningsområdet där projekt Triton planeras.

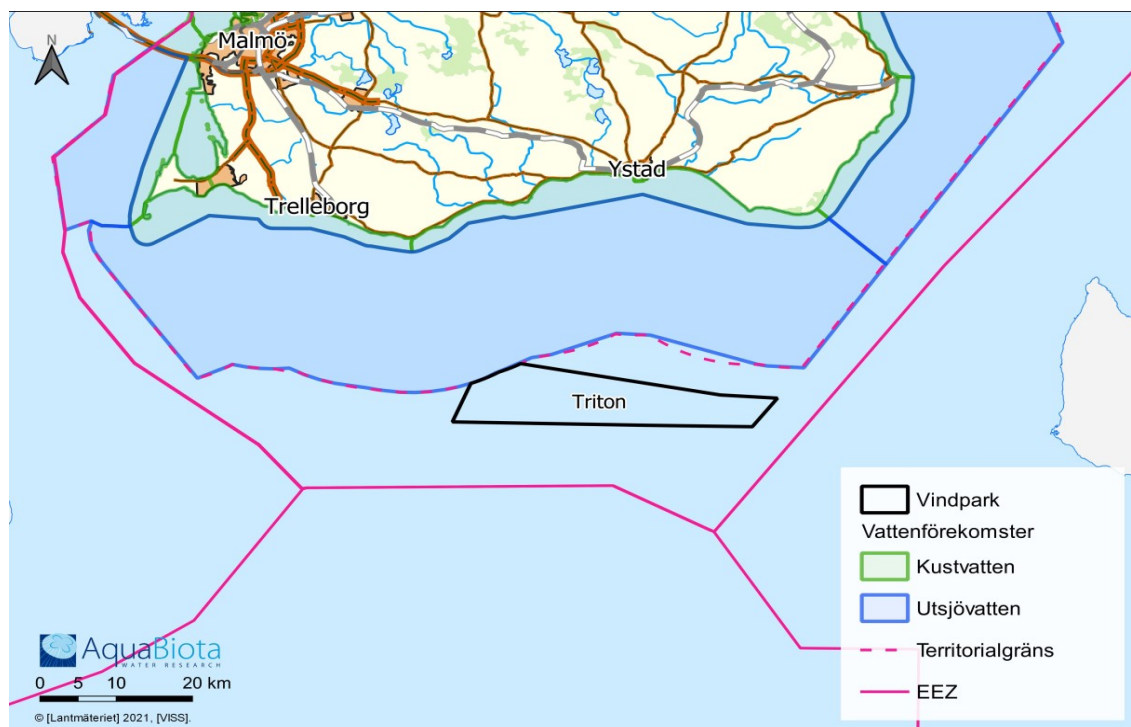
Miljökvalitetsnorm	Verksamhetens påverkan	Bedömd konsekvens
A.1 Tillförsel av näringsämnen från mänsklig verksamhet ska minska tills den inte orsakar koncentrationer av kväve och fosfor i havsmiljön som förhindrar att god miljöstatus uppnås.	Projektet kommer inte att tillföra näringsämnen men vid anläggning kommer ämnen lagrade i sedimenten kunna övergå till vattenpelaren vid sedimentspridning från till exempel borrning av fundament eller nedspolning av kablar.	Då projektet inte medför någon tillförsel av näringsämnen är bedömningen att projektet inte kommer förhindra att MKN uppnås.
B. 1 Tillförsel av farliga ämnen från mänsklig verksamhet ska minska tills den inte orsakar halter av farliga ämnen som förhindrar att god miljöstatus uppnås.	Projektet kommer inte medföra en tillförsel av några av de farliga ämnen som ligger till grund för bedömningen. Däremot kan ämnen lagrade i sedimentet i samband med anläggning övergå till vattenpelaren vid sedimentspridning från till exempel borrning av fundament eller nedspolning av kablar. Denna aspekt har beaktats genom beräkning av bidrag från spridning av sediment under byggske de med hjälp av data från SGU från det planerade parkområdet samt en närbelägen nationell miljöövervakningsstation (SE-12), se Bilaga B.2.	På grund av en begränsad sediment-spridning och sedimentering, främst koncentrerad till fundamenten och internkabelnätet (Bilaga B.11) samt att verksamheten inte medför någon tillförsel av angivna ämnen i B.1, är slutsatsen att påverkan från farliga ämnen är försumbar. Bedömningen är därför att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
B.2 Farliga ämnen i havsmiljön som tillförs genom mänsklig verksamhet får inte orsaka negativa effekter på biologisk mångfald och ekosystem.	Eventuella oljeföroreningar i byggske de och driftske de beaktas i miljöplaner för entreprenaden respektive rutiner för miljöskydd under drift, till exempel förebyggande skyddsåtgärder som uppsamlingstråk och länsar. (Se även avsnitt 7.13). Hantering och riskminimering av oljeföroreningar kommer att beaktas i miljöplan för entreprenad respektive miljöskydd under drift. MKN har beaktats genom beräkning av bidrag från spridning av sediment under byggske de, se Bilaga B.2.	Bedömningen är att projektet inte förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
C.1 Havsmiljön ska vara fri från avsiktligt nyss utsatta eller flyttade främmande arter och stammar, samt främmande arter spridda på annat sätt genom mänsklig verksamhet, som riskerar att	Vindkraftsfundamenten i sig utgör inte ett naturligt habitat då de är en hårbottenmiljö att jämföras med de naturliga stenrev som återfinns i Sydvästskånes utsjövatten. Livsmiljön i parkområdet blir därmed inte unik vilket gör det osannolikt att det skulle skapas en fauna där ovanliga arter gynnas mer än de som är naturligt förekommande i andra hårbottenmiljöer i regionen.	Denna MKN beaktas i bilagorna för fisk (Bilaga B.3) respektive bottenmiljöer (Bilaga B.2). Bedömningen är att projektet ej förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.

negativt påverka den genetiska eller biologiska mångfalden eller ekosystemets funktion.		
C. 3 Populationerna av alla naturligt förekommande fiskarter och skaldjur som påverkas av fiske har en ålders- och storleksstruktur samt beståndsstorlek som garanterar deras långsiktiga hållbarhet.	På lång sikt kan vindparken gynna fiskbestånden med minskad bottentrålning i parkområdet. Minskar fisketrycket på vuxna individer i parkområdet kan det minska fiskeridödligheten och öka lekbiomassan, vilket kan bidra till att värdena för indikatorerna höjs.	Bedömningen är att projektet kan bidra till att förutsättningarna för att MKN uppnås förbättras.
C.4 Förekomst, artsammansättning och storleksfördelning hos fiskesamhället ska möjliggöra att viktiga funktioner i näringssvåven upprätthålls.	Vindpark Triton kommer sannolikt att bidra med en reveffekt för ett antal arter, där det kommer bli mer fisk vid fundamenten jämfört med hur det var på samma plats innan. Yrkesfisket kommer sannolikt att omfördelas, det vill säga att det totala fisket inte kommer att minska i Södra Östersjön, men inom vindparken kommer detta att bidra till att området får lägre fisketryck, vilket kan ha en inverkan på förekomst, artsammansättning och storleksfördelning i och omkring parkområdet.	Denna MKN beaktas i bilagan för fisk (Bilaga B.3) och bedömningen är att projektet ej förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.
D.1 Den av mänsklig verksamhet opåverkade havsbottenarealen ska ha en omfattning som ger förutsättningar för att upprätthålla bottenarnas struktur och funktion för respektive livsmiljötyp.	Bottentrålningen i parkområdet kommer att begränsas, vilket minskar trålsvepen och hjälper till att upprätthålla bottenens struktur inom vindparksområdet. Uteslutning av bottentrålning i parkområdet kan innebära att trålning ökar i andra områden. Då omfördelningen bedöms ske till redan påverkade områden kommer den totala arealen trålsvepta områden att minska.	Projektet bedöms bidra till att miljökvalitetsnormen uppnås.
D. 2 Arealen av biogena substrat ska bibehållas eller öka.	Bottenmiljöerna i Triton består uteslutande av djupa mjukbottenar, utan strukturer på botten som skapas eller skapats av levande organismer. Naturtyperna sandbankar och rev som identifierats i angränsande Natura 2000-område Sydvestskånes utsjövattnen befinner sig på ett så långt avstånd från projektområdet att de inte kommer att påverkas av sedimentspridning under anläggningsfasen.	Bedömningen är att projektet inte kommer att påverka möjligheten att uppnå eller bibehålla MKN.
D.3 Permanenta förändringar av hydrografiska förhållanden som beror på storskaliga verksamheter, enskilda eller samverkande, får inte påverka biologisk mångfald och ekosystem negativt.	Studier i Danmark (Dong Energy m.fl. 2006) visar på att de hydrografiska förändringarna till följd av en vindpark i drift är minimala inom vindparken till följd av de stora avstånden mellan fundamenten. För projekt Triton har medelströmhastigheten i området undersökts (Bilaga B.13). Studien visar att förändringen av strömhastighet är mycket liten över hela det berörda området och att minskningen främst sker i närheten av fundament i parkområdet.	Bedömningen är att vindkraftsparken ej påverkar hydrografen annat än lokalt kring fundamenten och bedöms därmed inte heller påverka MKN.
E.1 Havsmiljön ska så långt som möjligt vara fri från skräp.	Skräp i bygg- och driftskede beaktas i miljöplan för entreprenaden respektive avfallsplan under drift. Förväntad tillförsel av mikroplaster från	Bedömningen är att projektet ej förhindrar att MKN uppnås och/eller bibehålls.

	vindkraftverk beräknas till 0,15 kilogram per vindkraftverk och år (Faktaark: Vindkraft, plast og Bisfenol A.—NORWEA), vilket ger ett worst-case för hela vindparken Triton om 0,019 ton per år. Som jämförelse uppskattar Magnusson m.fl (2016) tillförseln av mikroplaster från andra svenska havsbase-erade källor (båtskrov, fiskeredskap och pontoner) till 491–1625 ton per år, vilket är i storleksordningen femtio tusen gånger mer.	
E.2 Mänskliga verksamheter ska inte orsaka skadligt impulsivt ljud i marina däggdjurs utbredningsområden under tidsperioder då djuren är känsliga för störning.	Undervattensljud genereras vid t.ex. pålning av fundament. Genom ljuddämpande åtgärder så som dubbla bubbelgardiner och hydraulisk ljuddämpare (HSD) eller motsvarande kommer impulsivt ljud kraftigt reduceras. Vidare kommer skyddsåtgärder som akustiska metoder anpassade för att mota bort tumlare, såsom mjukstart och ramp-up att ytterligare reducera påverkan. Uppföljning av ljud från verksamheten under anläggningsfasen görs genom kontrollprogram.	Bedömningen är att projektet ej förhindrar att MKN uppnås med de föreslagna skyddsåtgärder som planeras, se avsnitt 7.4.

12.4.2. Vattendirektivet

Vindpark Triton ligger utanför territorialgränsen, och omfattas inte av någon vattenförekomst. (Sveriges vattenförvaltning som arbetar efter EU's Vattendirektiv, delar in landet i så kallade vattenförekomster efter typ och status/vattenkvalitet samt bedömer påverkan.) Den närmaste vattenförekomsten är "Del av Arkonahavets utsjövatten" (WA 78809202) som ligger norr om projektområdet, se Figur 86. Vindpark Triton ligger på ett avstånd på upp till åtta kilometer till vattenförekomsten.



Figur 86. Den närmaste vattenförekomsten heter "Del av Arkonahavets utsjövatten" (WA 78809202). Källa VISS Vattenkartan 2021.

I den senaste statusbedömningen klassas vattenförekomsten ha God kemisk status, förutom för förhöjda halter av kvicksilver och PBDE (polybromerade difenyletrar), där status bedöms som Ej god. För kvicksilver och PBDE överstigs gränsvärdet idag i Sveriges alla ytvattenförekomster. Betydande påverkanskällor för kvicksilver och PBDE bedöms vara atmosfärisk gränsöverskridande deposition.

Det finns inga miljökvalitetsnormer angivna för Del av Arkonahavets utsjövatten i VISS (2021).

Den påverkan som skulle kunna uppkomma från vindpark Triton är att grumlande arbeten vid anläggning av fundamenten kan leda till spridning av suspenderade sediment och sedimentation. Avståndet från vindparken till vattenförekomsten innebär dock att påverkan bedöms bli försumbar.

Bedömningen är att anläggningen av vindparken inte medför förändringar av statusklassificeringen, och att ingen försämring kommer att ske när det gäller kemisk status.

12.4.3. 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 80 görs en bedömning av hur respektive huvudområde kan komma att påverkas av vindkraftparken under anläggning, drift och avveckling.

Tabell 80. Potentiell påverkan från Triton vindkraftpark på de fyra huvudområdena i BSAP.

HUVUDOMRÅDE (MILJÖMÄSSIGA MÅL)	POTENTIELL PÅVERKANSAKTOR	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 miljö 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 och 7.16.
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 uppstartsrampe vid konstruktionsarbete bedöms påverkan bli försumbar, se avsnitt 7.3 och 7.4.

12.5. Miljö- och klimatmål

12.5.1. Sveriges nationella miljö kvalitetsmål

Riksdagen har beslutat om 16 nationella miljö kvalitetsmål⁴⁷ som beskriver det tillstånd som ska uppnås i ett generationsperspektiv. Utöver dessa finns det så kallade *Generationsmålet* som är ett övergripande mål som visar på den samhällsomställning som behövs för att kunna lämna över ett hållbart samhälle till kommande generationer. För sökt verksamhet har *Generationsmålet* samt fem nationella miljö kvalitetsmål bedömts vara relevanta att beskriva. De utvalda relevanta miljömålen är; *Begränsad klimatpåverkan*, *Hav i balans samt levande kust och skärgård*, *Ett rikt djur- och växtliv*, *Säker strålmiljö* samt *Giffri miljö*. Den planerade vindparken bedöms bidra positivt till generationsmålet och bedöms inte medföra att något miljömål inte kan uppnås. I följande stycken beskrivs och bedöms påverkan på de respektive miljömålen.

Miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* bedöms gynnas av etableringen av storskalig vindkraft så som den planerade vindparken Triton. Även Sveriges klimatpolitiska ramverk med "inga nettoutsläpp av växthusgaser i Sverige senast år 2045" såväl som FN:s klimatkonvention bedöms gynnas av storskaliga satsningar på vindkraft. Positiva synergieffekter så som renare luft och tryggare energiförsörjning bedöms kunna uppkomma. Sökt verksamhet kommer att medföra något ökade utsläpp till luft tillfälligt under anläggningsfasen till följd av tillverkning, installation och drift inklusive transporter till och från etableringsområdet. Nyttan för klimatet kommer dock att överstiga den initiala påverkan då ett havsbaserat vindkraftverk, enligt Energimyndigheten, efter åtta månader i drift har producerat den mängd energi som krävdes för att tillverka, uppföra och nedmontera det. Under vindparkens livstid bedöms verken generera mer än 60 gånger så mycket elektricitet som motsvarar den energi som används vid tillverkning, etablering, drift och avveckling av parken. Påverkan i tillverknings- och anläggningsfasen bedöms med andra ord vara liten i förhållande till den långvariga positiva påverkan som vindparken innebär med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reducering av växthusgasutsläpp.

Miljö målet *Hav i balans samt levande kust och skärgård* berörs av vattenarbeten vid installation av fundament samt internt kabelnät genom undervattensljud, förändrad bottenstruktur och sedimentspridning. Påverkan på bottenflora- och fauna, fisk och marina däggdjur är temporär och gynnsam bevarandestatus påverkas ej. I ett mer långsiktigt perspektiv kan vindparken tillföra ökad biologisk mångfald genom skapandet av artificiella rev, samt begränsning av intensivt fiske inom området, påverkan på botten och grumling då möjligheterna till bottentråkning inom området begränsas. Miljö målet beaktas genom val av anläggningsmetoder för att minimera grumling och ljuddämpande åtgärder av hänsyn till omgivande art- och habitatvärden. I det fall marin arkeologiska lämningar finns inom området kommer dessa att undvikas så långt som möjligt. Kustnära friluftsliv kommer fortsatt kunna bedrivas.

Miljö målet *Ett rikt växt- och djurliv* bedöms kunna gynnas av skapandet av nya artificiella rev (vid anlagda fundament och erosionsskydd). OX2 har även en strategi för biologisk mångfald, som beskriver hur OX2 genom vind- och solkraftsprojekt ska bidra till en övergång till förnybara energikällor samtidigt som den biologiska mångfalden gynnas. Målet är att OX2:s vind- och solkraftsparker ska vara naturpositiva till år 2030. Strategin innefattar bland annat att följa hänsynshierarkin och att skapa en naturpositiv klimatomställning. Inom ramen för projektet har OX2

⁴⁷ <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/>

arbetat med hänsynshierarkin genom att undvika att etablera parken i områden med höga naturvärden. Detta görs genom att anlägga parken utanför närliggande Natura 2000-områden. Dessutom minimeras påverkan genom att utforma och bygga parken med hänsyn till naturvärdesobjekt och arter. Detta uppfylls till exempel genom att begränsa ljud som uppkommer vid pålning som skydd för marina däggdjur och fisk. Verksamheten bedöms inte påverka någon bevarandestatus för naturtyper eller arter negativt.

Säker strålmiljö berörs lokalt kring de elektromagnetiska fält som uppstår runt internkabelnät och anslutningskabel. Som redogjorts tidigare medför dessa endast försumbara, lokala konsekvenser för fisk, bottenfauna och marina däggdjur och därmed motverkas inte uppfyllelsen av målet.

Miljömålet *Giffri miljö* bedöms beröras i mycket begränsad omfattning, huvudsakligen genom sedimentspridning vid anläggning som kan innehålla förorenade ämnen. Sedimentspridningen bedöms dock vara så begränsad att eventuella medföljande miljögifter inte medför negativa konsekvenser för miljö och arter. Vindparken motverkar därmed inte möjligheten till en uppfyllelse av målet.

Ett av *Generationsmålet*s sju strecksatser som förtydligar vad den svenska miljöpolitiken ska fokusera på, handlar om att andelen förnybar energi ska öka och att energianvändningen ska vara effektiv. Med tanke på vindparkens positiva bidrag gällande förnybar energi och begränsade påverkan gällande övriga miljömål och aspekter så bedöms den planerade vindparken Triton bidra positivt till generationsmålet om att lämna över ett hållbart samhälle till nästa generation.

Övriga miljö kvalitetsmål (*Skyddande ozonskikt, Grundvatten av god kvalitet, Ett rikt odlingslandskap, Frisk luft, Storslagen fjällmiljö, Ingen övergödning, Myllrande våtmarker, God bebyggd miljö, Levande sjöar och vattendrag samt Levande skogar*) bedöms inte beröras på sådant sätt att de är relevanta att beskriva här.

12.5.2. Nationella klimatmål

År 2015 kom världens länder genom Parisavtalet⁴⁸ överens om att den globala temperaturökningen skulle hållas långt under två grader och att vi ska sträva mot att begränsa den till en och en halv grader. Parisavtalet kopplar även till FN:s Agenda 2030 där ett av huvudmålen är att bekämpa klimatförändringarna. För att leva upp till målen i Parisavtalet har Sveriges riksdag beslutat om etappmål för minskning av landets klimatpåverkan. Enligt etappmålen ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045 för att därefter uppnå negativa utsläpp, det vill säga att sänka halten av växthusgaser i atmosfären. Utöver detta ska elproduktionen i Sverige enligt riksdagens mål vara 100 % förnybar till år 2040. Dessa målsättningar speglas även i miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* som beskrivs i avsnitt 12.5.1. Enligt både regeringen⁴⁹ och Energimyndigheten⁵⁰ krävs möjligheter till framtida expansion av vindkraften för att målen kring fossilfri elproduktion ska uppnås.

⁴⁸ 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/> hämtat 20211026.

⁴⁹ Sveriges klimatpolitiska ramverk: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_Sweden.pdf Miljödepartementet. Hämtat 2021-10-29.

⁵⁰ <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/sa-kan-100-procent-fornybar-elproduktion-se-ut/> Hämtat 2021-12-11

Den planerade vindparken Triton bedöms på kort tid producera lika mycket elektricitet, som motsvarar den energi som används för tillverkning, anläggning, drift och avveckling. Dessutom kommer vindparken vara i drift under en lång tid och kan under sin livstid ersätta fossil elproduktion. Därmed kan växthusgasutsläppen reduceras i stor skala, och vindparken bedöms bidra positivt till uppfyllandet av Sveriges klimatmål och därmed även Parisavtalet och Agenda 2030.

12.6. Regionala effekter vid etablering av en havsbaserad vindpark

Vid projektering, etablering och drift av en vindpark erfordras många kompetenser och många branscher är involverade. Det kan handla om över ett hundratal branscher och verksamheter i varierande storlek. Vidare krävs stöd från en mängd olika företag som kan erbjuda både varor och tjänster som krävs vid en vindkraftsetablering. I närområdet, främst Trelleborg och Ystad, finns förutsättningar för att utveckla och ta tillvara de arbetsmöjligheter som kommer att uppstå för etablerade företag specialiserade inom bland annat vindkraftsunderhåll, sjötransporter och sjömätning. Genom etableringen av vindpark Triton ökar också möjligheterna regionalt att bli ett centrum även för andra planerade vindparker. Medan installationsfasen är relativt kortvarig och personalen som används till den havsbaserade etableringen ofta är specialiserad och fokuserad på den kortare installationsfasen och arbetar på en global marknad, möjliggör den upp till 45 år långa driftsfasen skapandet av stabila regionala arbetstillfällen som behövs, dels för direkta arbetstillfällen med vindparken, dels för indirekta arbetstillfällen som uppstår till exempel om tillrest personal används i projektet som medför intäkter i form av övernattningar och konsumtion till regionen.

Direkta arbetstillfällen skapas av nödvändigheten att säkerställa stabil drift under vindparkens livstid. Detta sker genom att ett lokalt drift- och underhållskontor som är ansvarigt för verksamheten etableras på platsen. Drift- och underhållsorganisationen kommer att kräva olika typer av kvalificerade roller såsom offshore servicetekniker, men även stödtjänster i form av administrativ personal. Logistiken till vindparken kommer att ske från en hamn i regionen och ett långtidsavtal med en hamn kommer att ingås för det syftet. Baserat på en analys som konsultföretaget Peak Wind, som är specialiserade inom drift och underhåll av havsbaserade vindparker, gjort åt OX2 är det förväntade antalet direkta arbetstillfällen för vindparken cirka 60. Vidare är möjligheterna för forskning på och akademiska samarbeten omkring vindkraft stora, till exempel med Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet och Malmö Universitet.

Storskalig vindkraft innebär ökad tillgång på elektrisk energi och effekt i regionen. Det innebär att kommunala utbyggnadsplaner kan realiseras, att samhällets elektrifiering (främst inom fordons- och transportsektorn) kan genomföras, samt attrahera befintliga företag att investera och nya företag att etablera sig i regionen. Därtill kan överskott av energi konverteras till vätgas och ammoniak, vilket är viktiga råvaror för en stor bredd av industrin. Detta kan i sin tur utgöra språngbräda för fortsatt regional utveckling och är en viktig förutsättning för ekonomisk tillväxt och fortsatt god välfärd.

13. Uppföljning och kontroll

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.

14. Samråd

Samråd om den planerade verksamheten genomfördes under våren och sommaren år 2021. Samrådet för SEZ och KSL-tillståndsansökan samordnades med samråd för projektets Natura 2000-tillstånd. Digitala samrådsmöten hölls med Havs- och Vattenmyndigheten den 17 juni och med Länsstyrelsen Skåne den 29 juni 2021. Allmänheten har också givits tillfälle till samrådsmöten som genomfördes på plats i Skurup, Ystad och Trelleborg.

Samrådsmötena hölls i två omgångar där de första mötena genomfördes 30 juni–2 juli och de andra under perioden 10–12 augusti. Totalt inkom samrådsvar från 38 instanser.

Fullständig samrådsredogörelse finns att läsa i Bilaga B.18.

15. Sakkunskap

15.1. 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 81. Projektorganisation inom OX2 för vindpark Triton.

Namn	Roll i projektet	Erfarenhet
Tanja Tränkle	Projektledare	Tanja har erfarenhet från realisering av havsbaserad vindkraft i både Nordsjön och Östersjön. Hon har också lett flera forskningsprojekt inom vindkraften med speciell inriktning på krävande miljöer som kallt klimat och havsbaserad vindkraft. Specifika havsbaserade projekt är Baltic 1, Baltic 2 och Butendiek i Tyskland.
Hans Ohlsson	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 Westermøst Rough och Södra Midsjöbanken, samt en rad andra projekt i bland annat Storbritannien, Tyskland och Frankrike.
Göran Loman	Senior rådgivare	Göran har 25 års erfarenhet av projektledning inom havsbaserad vindkraft och miljötillstånd enligt miljöbalken och tidigare miljölagstiftning, samt av installation och drift. Göran har tidigare bland annat arbetat på Vattenfall med Lillgrund och Kriegers flak samt Kentish Flats Extension och Thanet Extension i Nordsjön därtill olika havsbaserade projekt i Nederländerna och Tyskland.
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.

15.2. 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 82. 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.
Ebba Sundberg, Structor	Civ.ing. Energi och miljö, KTH	Ebba har sedan 2018 arbetat med tillståndsärenden (inkl. MKB) enligt miljöbalken. Ebba har arbetat med bland annat tillstånds- och anmälningsärenden för vattenverksamhet och tillstånd för miljöfarlig verksamhet samt klimatanpassningsprojekt.
Katarina Helmersson, Structor	Civ.ing Naturresursteknik, Luleå Tekniska universitet	Katarina har sedan 2020 arbetat med tillståndsärenden (inkl. MKB).
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 vattenverksamhetsprojekt, 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 tillståndprocessen 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 tillståndsprovningar 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.
Marcus Öhman, AquaBiota	Fil Kand, Fil Mag, Fil Dr, Docent (SU, UU, University of East Anglia, James Cook University)	Marcus är biolog som doktorerat och forskat i marin ekologi, i synnerhet fiskars ekologi. Han innehar en docentur i zoologisk ekologi. Marcus var med och initierade det första forskningsprojektet som empiriskt studerade effekterna av havsbaserade vindkraft på fisk. Marcus har även arbetat på Regeringskansliet med bland annat fiskerifrågor samt Naturvårdsverket där han var nationell chef för viltförvaltningen.
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.
Viktor Birgersson, Aquabiota	M. Sc. Marinbiologi, SU	Viktor har en masterexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet. Han arbetar i stor utsträckning med olika tillståndsprövningar av havsbaserad vindkraft. En stor del av arbetet utgörs även av att koordinera och delta i de marinbiologiska undersökningar som utgör underlag för ovan nämnda tillståndprocesser. Viktor har bland annat vana av metoder som eDNA, provfiske och inventering av tumlare med hjälp av akustiska detektorer (F-Pods).
Richard Ottvall, Ottvall Consulting	Fil Dr Zooekologi, Lunds universitet, Post Doc CRNS-CEFE, Montpellier	Richard har bakgrund som forskare i fågelekolgi 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 vindkraftbolag 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.

16. 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.

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.

Andreasen H, Ross SD, Siebert U, Andersen N, Ronnenberg K, Gilles A., 2017. Diet composition and food consumption rate of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the western Baltic Sea. *Marine Mammal Science* 33: 1053-1079.

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.

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.

Berggren, L., Hybel, N., Landen, A. (Eds.), 2002. Cogs, Cargoes, and Commerce: Maritime Bulk Trade in Northern Europe, 1150-1400, Pontifical Institute of Mediaeval Studies.

Bergström L, Kautsky L, Malm T, Ohlsson H, Wahlberg M, Rosenberg R, Capetillo NÅ, 2012. Vindkraftens effekter på marint liv. Naturvårdsverket Vindval Rapport 6488

Bergström L, Sundqvist F, Bergström U, 2013. Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series* 485: 199–210.

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 island. s.l.:JASA. 115:2346-2357.

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.

Bohnsack, J. A., och Sutherland, D. L., 1985. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of marine science*, 37(1), 11–39.

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

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 Gusk. 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.

Båmstedt U, Larsson S, Stenman Å, Magnhagen C, Sigraý P., 2009. Effekter av undervattensljud från havsbaserade vindkraftverk på fisk från Bottniska viken. Vindval Naturvårdsverket Rapport 5924.

Börjesson, P. & Read, A.J., 2003. Variation in timing of connection 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.:Aqua-Biota Report 2016:04. 91 sid.

Childs, W.R., 2002. Timber for Cloth: Changing Commodities in Anglo-Baltic Trade in the Fourteenth Century, In: L. Berggren, N. Hybel, & A. Landen eds. *Cogs, Cargoes, and Commerce - Maritime Bulk Trade in Northern Europe, 1150-1400*, Papers in Mediaeval Studies, Toronto, Pontifical Institute of Mediaeval Studies, pp.181–212.

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>.

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.

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.

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

DHI., den 10 Mars 2021. *Metoccean Data Portal*. Hämtat från Global, Met. Parameters (incl. 10m wind) at 0.2 deg., Climate Forecast System Reanalysis (CFSR), NCEP NOAA: <https://www.metoccean-on-demand.com/#!/main>

Dietz, R. et al., 2015. Marine mammals - Investigations and preparation of environmental impact assessment for Kriegers 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 – Monitoring 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.

Eggleton JD, Depestele J, Kenny AJ, Bolam SG, Garcia C., 2018. How benthic habitats and bottom trawling affect trait composition in the diet of seven demersal and benthivorous fish species in the North Sea. Journal of Sea Research 142: 132-146.

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, 2020. Nyhetsarkiv. <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/okning-av-fornybar-elproduktion-under-2020/>

Energimyndigheten, 2020b. Vindkraftens resursanvändning - Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp.

Energimyndigheten, 2021. Vindkraftens resursanvändning. Underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp.

Energistyrelsen, 2016. Guideline for underwater noise - installation of impact-driven piles. København: ens.dk. April.

Englert, A., Trakadas, A., (eds), 2009. Wulfstan's Voyage –The Baltic Sea region in the early Viking Age as seen from shipboard, Maritime Culture of the North, Vol.2, Viking Ship Museum, Roskilde.

ERA5, 2020. European Centre for Medium Range Weather Forecasts:
<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/charts>

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.

Fiskeristyrelsen DK, 2021. Kommersiella fångstdata 2010-2020 [Dataset]. Fiskeristyrelsen, København, Danmark.

FOI, 2021. Möjligheter till samexistens mellan Försvarmaktens 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 Tidsskrift 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.

Försvarmakten, 2019. Riksintressen för förvarets militära del i Skåne län 2019. [Bilaga 13 Skåne 2019.pdf \(forsvarsmakten.se\)](#)

Försvarmakten, 2021. Redovisning avseende dialog och samverkan med relevanta aktörer för förnybar energiproduktion samt förutsättningar för att använda s.k. villkorade tillstånd (regleringsbrev 2021, punkt 32), FM2021-19201:1.

Gaultier S P, Blomberg A S, Ijäs A, Vasko V, Vesterinen E J, Brommer J E and Lilley T M., 2020. Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. *Environ. Sci. Technol.* 2020, 54, 10385–10398.

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>

Gibon et al, 2017. Life cycle assessment demonstrates environmental co-benefits and trade-offs of low-carbon electricity supply options, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017.

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.

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

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.

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).

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, 2018. Metaller och miljögifter – effektbaserade bedömningsgrunder och indikativa värden för sediment. Kunskapssammanställning baserad på ämnesrapporter framtagna inom vattendirektivsarbetet. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:31.

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, 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, 2020. Kommersiella fångstdata 2009–2019 [Dataset]. Havs- och vattenmyndigheten.

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 Vvattenmyndigheten VMS databas, 2021. Vessel Monitoring System (VMS). [Hämtad: 2021–09–14].

Havs- och vattenmyndigheten, 2021a. Bilaga 1: Allmänt om påverkan på bevarandevärden och marin miljö.

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>

Havsmiljöinstitutet, 2016. HAVET 2015/2016. Om miljötillståndet i svenska havsområden. Havsmiljöinstitutet, Havs- och vattenmyndigheten, Naturvårdsverket.

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.

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

Herr, D., Isensee, K., Harrould-Kolieb, E. och Turley, C., 2014. Ocean Acidification: International Policy and Governance Options. Gland, Switzerland: IUCN.

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.

Hwang K, Jung S., 2012. Decadal changes in fish assemblages in waters near the leodo ocean research station (East China Sea) in relation to climate change from 1984 to 2010. *Ocean Science Journal* 47: 83-94.

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).

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]

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.

Jonsson, M., 2020. Beneath the Baltic – Baltic Pipe, screening of geophysical data in Swedish Section, Baltic Sea, Swedish EEZ zone, Bohusläns museum, PM 18/0281, Unpublished.

Kaldellis & Apostolou., 2017. Life cycle energy and carbon footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart, Energy reports.

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, 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.

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.

Kemp P, Sear D, Collins A, Naden P, Jones I., 2011. The impacts of fine sediment on riverine fish. *Hydrological Processes* 25: 1800–1821.

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.

Kikuchi R., 2010. Risk formulation for the sonic effects of offshore wind farms on fish in the EU region. *Marine Pollution Bulletin* 60: 172–177.

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

Kågesten, G., Baumgartner, F. och Freire, F., 2020. High-resolution benthic habitat mapping of Hoburgs bank, Baltic Sea. November 2020. SGU-rapport 2020:34.

Laffoley, D. D. A. och Baxter, J. M. (Eds.), 2016. Explaining ocean warming: Causes, scale, effects and consequences. Gland, Switzerland: IUCN.

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.

Leonhard, S., Stenberg, C., & Støttrup, J., 2011. Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities Follow-up Seven Years after Construction. DTU Aqua Report, 246, 99 p.

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.

Lundvig, K H. 2020. *Seismic interpretation at Triton, Offshore Sweden - Interpretation of Sub-Bottom-Profiler single and multi-channel seismic data.* Lyngby. Danmark.

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.
- Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A. och Haikonen, K, 2016.** Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. *A Review of Existing Data.*, (C 183), 1–188.
- Masden, E.A., Haydon, D.T., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R. & Desham, M., 2009.** Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science* 66:746-753.
- 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.
- Mendecka & Lombardi, 2019.** Life cycle environmental impacts of wind energy technologies: A review of simplified models and harmonization of the results, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019.
- Mendecka & Lombardi, 2019.** Life cycle environmental impacts of wind energy technologies: A review of simplified models and harmonization of the results, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- 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., 2016.** Comparing Distribution of Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*) Derived from Satellite Telemetry and Passive Acoustic Monitoring.. s.l.:PLOS ONE 11(7): e0158788. doi:10.1371/journal.pone.0158788.
- 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.
- Miljödepartementet., 2010.** Havsmiljöförordning, SFS 2010:1341.
- Moore PG., 1977.** Inorganic particulate suspension in the sea and their effects on marine animals. *Oceanography Marine Biology Annual Review* 15: 225–363.
- Mortensen m fl. 2017.** Geologisk lagring av koldioxid i Sverige – Lägesbeskrivning avseende förutsättningar, lagstiftning och forskning samt olje- och gasverksamhet i Östersjöregionen. *Rapporter och meddelanden* 142. Sveriges Geologiska Undersökningar.
- Mueller-Blenkle C, Gill AB, McGregor PK, Metcalfe J, Bendall V, Wood D, Andersson MH, Sigray P, Thomsen F., 2010a.** 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, 2017. Mikroplaster. Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige. Rapport 6772. Juni 2017.

Naturvårdsverket, 2020. <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/>

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.

Northcote TG, Hammar J., 2006. Feeding ecology of *Coregonus albula* and *Osmerus eperlanus* in the limnetic waters of Lake Mälaren, Sweden. Boreal environment research, 11: 229-246.

NORWEA, 2021. Faktaark: Vindkraft, plast og Bisfenol A. Uppdaterad 26.05.21. <https://norwea.no/norwea-mener/2021/3/26/faktaark-vindkraft-plast-og-bisfenol-a?rq=bisfenol>

Näsman, U., 1991. Sea trade during the Scandinavian Iron Age: Its character, commodities, and routes, In: Crumlin-Pedersen (ed.), Aspects of Maritime Scandinavia, AD 200-1200. Proceedings of the Nordic Seminar on Maritime Aspects of Archaeology, Roskilde, 13th-15th March, 1989, The Viking Ship Museum, Roskilde, pp.23-40.

Pangerc T, Theobald PD, Wang LS, Robinson SP, Lepper PA, 2016. Measurement and characterisation of radiated underwater sound from a 3.6 MW monopile wind turbine. The Journal of the Acoustical Society of America 140:2913–2922.

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.

Pethon P, Svedberg U., 1998. Fiskar i färg. Norstedts Natur.

Petrik CM, Stock CA, Andersen KH, van Denderen PD, Watson JR., 2020. Large pelagic fish are most sensitive to climate change despite pelagification of ocean food webs. Frontiers in Marine Science 7: 588482.

Pettersson, J., 2005. The impact of offshore wind farms on birdlife in Kalmar Sund. A final report based on studies 1999-2003. Report prepared for the Swedish Energy Agency. Lund, Lunds universitet.

Pettersson, J., 2011. Småfåglars och sjöfåglars nattflyttning vid Utgrundens havsbaserade vindkraftpark – en studie med radar i södra Kalmar Sund. Rapport 6413, Naturvårdsverket.

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, 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.

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.

RAÄ - Kulturmiljöregistret <https://app.raa.se/open/fornsok/>.

Regeringen, 2021. <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2021/10/uppdrag-att-forbereda-utbyggnad-av-transmissionsnat-till-omraden-inom-sveriges-sjoterritorium/>. Hämtad 2021-12-11.

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.

Riksantikvarieämbetet, 2021. Vägledning – Fornlämningsbegreppet och fornlämningsförklaring. <https://www.raa.se/lagar-och-stod/kulturmiljolagen-kml/fornminnen-2-kap/fornlamningsbegreppet-och-fornlamningsforklaring/>

Rose, A., Brandt, M. J., Vilela, R., Diederichs, A., Schubert, A., Kosarev, V., ... & Freund, C. K., 2019. Effects of noise-mitigated offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight 2014-2016 (Gescha 2). Report by IBL Umweltplanung GmbH.

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.I.: Environmental Research Letters 6:025102

Schneider, M. & Fritzén, N.R., 2020. Flador och deras insektproduktion – betydelsen för lokala och migrerande fladdermöss i Kvarken. - Delrapport inom Interreg Botnia Atlantica projekt Kvarken Flada. 72 s.

SGU, Sveriges Geologiska Undersökning, 2019. Miljöföroreningar i utsjösediment – geografiska mönster och tidstrender av S. Josefsson och A. Apler. SGU-rapport 2019:06. Diarie-nr: 35–778/2017 och 35–1141/2018. SGU, Uppsala.

SGU, 2017. Förutsättningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige. Uppdrag enligt SGUs regleringsbrev 2016. Diarie-nr: 21-2973/2015. Sveriges Geologiska Undersökningar.

SGU, 2020. *Glaciala finkorniga sediment*. Hämtad från: <https://www.sgu.se/om-geologi/jord/fran-istid-till-nutid/isen-smalter/glaciala-finkorniga-sediment/>. Hämtad: 2021-12-03. Senast uppdaterad: 2020-11-12.

SGU. 2021. *Anläggning till havs*. Hämtad från: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/marin-miljo/anlaggning-till-havs/>. Hämtad: 2021-12-03. Senast uppdaterad: 2021-03-29

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., 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 off-shore wind farm. Aarhus University, DHI, NIRAS på uppdrag av Energinet).

Skov, H. & Mortensen, L.O., 2021. Assessment of collision risk of migrating Common Crane at the Triton Offshore Wind Farm. 26 October 2021.

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

SLU Artdatabanken, 2021a. Hoppanemon *Stomphia coccinea*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/stomphia-coccinea-217860> [Hämtad: 2021-06-02].

SLU Artdatabanken, 2021b. Vit skivmussla. *Macoma calcarea*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/Macoma%20calcarea-102741> [Hämtad: 2021-11-22].

SLU Artdatabanken, 2021c. Trubbig sandmussla. *Mya truncata*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/Mya%20truncata-218291> [Hämtad: 2021-11-22].

SMHI Shark, 2020. Zoobenthos. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi/sharkweb> [Hämtad: 2020-12-21].

SMHI Shark, 2021. Epibenthos. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi/sharkweb> [Hämtad: 2021-11-02].

SMHI, 2019. Oxygen Survey in the Baltic Sea 2018 – Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960-2018. Report Oceanography No. 65, 2018. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Göteborg, Sweden.

SMHI, 2020. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis>.

SMHI, 2021a. Rapport från SMHIs 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 Meteorological 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

Smith-Vaniz WF, Sidibe A, Nunoo F, Lindeman K, Williams AB, Quartey R, Camara K, Carpenter KE, Montiero V, de Moraes L, Djiman R, Sylla M, Sagna A., 2015. *Trachurus trachurus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T198647A43157137. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T198647A43157137.en>

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

Stocker TF, Qin D, Plattner G, Tignor M, Allen SK, Boschung J m.fl., 2013. IPCC 2013: Summary for policymakers in climate change 2013: The physical science basis, contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press

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>.

Tibblom O, Öhman MC, Karlsson M, Seger F, Ottwall R, Jönsson A, Birgersson V, 2021b Naturtyper i Natura 2000-området Sydvästskånes utsjövatten - Vindpark Triton. *AquaBiota Report* 2021:13

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

the Netherlands, 2015. Amendment to the General Provisions on Ships' Routing (resolution A.572(14)) on establishing multiple structures at sea.

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. & Michaelsen, M., 2018. Effet of larger turbines for the offshore wind farm at Kriegers Flak, Sweden. Assessment of impact on marine mammals., s.l: Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy

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

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.

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.

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

Vattenfall, 2019. EPD of Electricity from Vattenfalls' Wind farms. EPD Registration number: S-P-01435

Vattenfall, 2019. Nya vindkraftverk ger lägre klimatavtryck.

Walker MM., 1984. A candidate magnetic sense organ in the yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. *Science* 224: 751

Wahlberg M., Westerberg H., 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. *Marine Ecology Progress Series* 288: 295–309

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

Wilber DH, Clark DG., 2001. Biological effects of suspended sediments: A review of suspended sediment impacts of fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. *North American Journal of Fisheries Management* 21: 855–875

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., 2021b Fisk och havsbaserad vindkraft i Kattegatt - Vindpark Galatea Galene. *AquaBiota Report 2021:06*

Öhman MC, Sigray P, Westerberg H., 2007. Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio* 36: 630–633

Öhman MC., 2006. Konstgjorda marina rev och fiskbiotoper. *Kustfiske och fiskevård*, sid. 187–191 (redaktörer Lindgren B, Carlstrand H)