

Esbo-rapport

Galatea-Galene

Structor

OX2

Administrativa uppgifter

Sökande: Galatea-Galene Vindpark AB

Organisationsnummer: 559347-9420

Adress: Lilla Nygatan 1,
Box 2299, 103 17 Stockholm

Tel växel: 08 – 559 310 00

Kontaktperson: Projektledare tillståndsansökan:
Hans Ohlsson, OX2 AB
E-post: galatea-galene@ox2.com

Berört vattenområde: Svensk ekonomisk zon

Denna Esbo-rapport (MKB eller Esbo-MKB) har upprättats av: Katarina Helmersson och Elisabeth Mörner, Structor Miljöbyrån Stockholm AB med bidrag från AquaBiota, NIRAS, Bohusläns museum, SSPA, Geo, DNV, Lunds universitet, EnviroPlanning och Norconsult.

Beställare: Galatea-Galene Vindpark AB

Datum: 2022-09-06

Rapporten har granskats av: Hans Ohlsson, Göran Loman, Emelie Zakrisson, OX2 samt Eva Isaeus, AquaBiota.

Rapporten har godkänts av: Hans Ohlsson

Om OX2

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

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

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

Läsanvisning

Samtliga underlagsrapporter som tagits fram inom projektet utgör referensrapporter till denna Esbo-rapport och benämns som R.1, R.2, R.3 osv löpande i texten. Referensrapporter kan lämnas ut på begäran. En lista på referensrapporter som tagits fram inom projektet redovisas i samband med bilagorna till denna Esbo-rapport, se sidor 14–16.

Icke-teknisk sammanfattning

Om Esborapporten och planerad verksamhet

Galatea-Galene Vindpark AB (nedan benämnt "OX2") planerar att anlägga en storskalig havsbaserad vindpark utanför den halländska kusten. Vindparken benämns Galatea-Galene och består av två delområden inom Sveriges ekonomiska zon, utanför Varberg och Falkenbergs kommuner. 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.

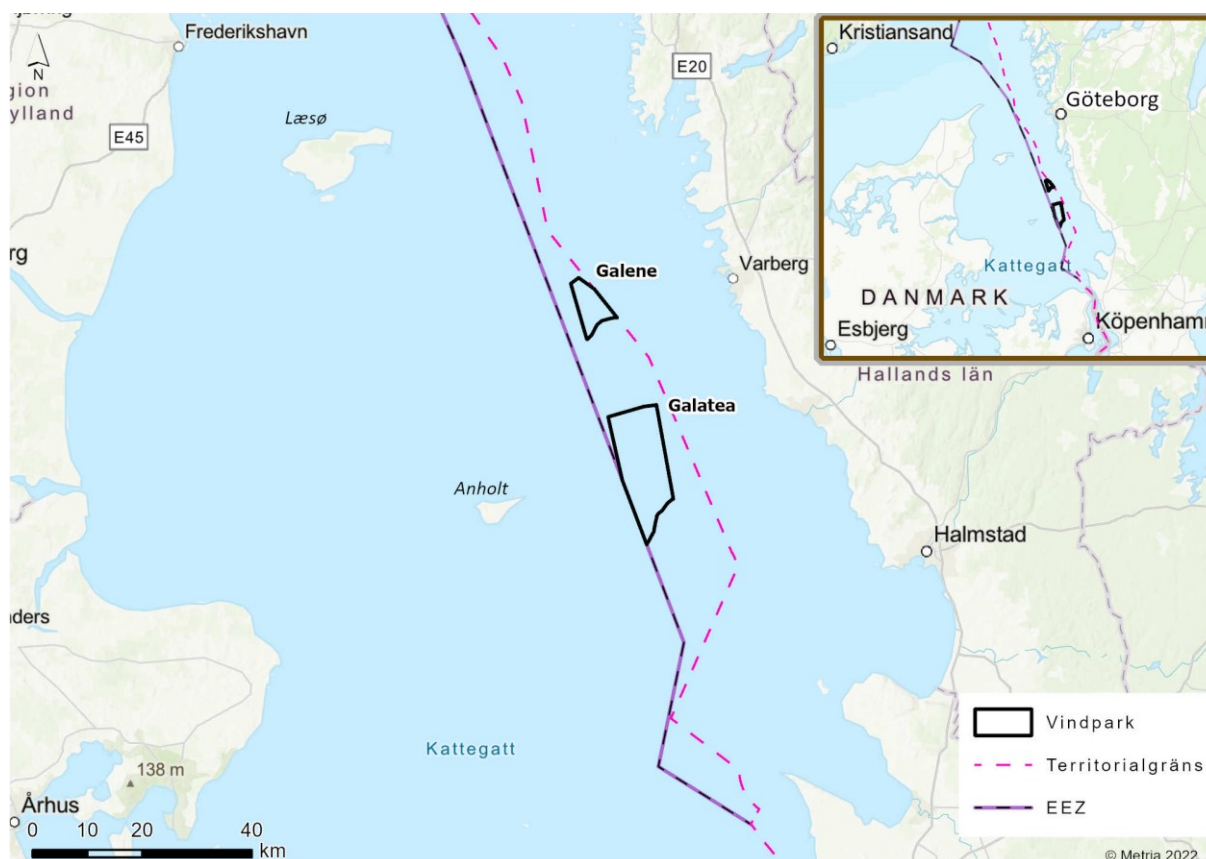
Denna Esbo-rapport utgör ett led i det samråd som OX2 håller ifråga om den planerade verksamhetens potentiella gränsöverskridande effekter, i enlighet med konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang. Denna rapport beskriver således vindpark Galatea-Galenes bedömda gränsöverskridande påverkan.

Planerad vindpark Galatea-Galene kommer att ha en uppskattad maxeffekt om cirka 1700 MW och omfatta upp till 101 vindkraftverk med en totalhöjd om maximalt 340 meter. Havsbaserad vindkraft utvecklas snabbt och det sker en kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Den slutgiltiga utformningen av vindparken kommer därför att bestämmas utifrån den mest lämpliga teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för upphandling och byggnation, samt utifrån optimering av energiproduktionen. Vindparkens utformning, inklusive placering av internkabelnät och transformatorstationer, kommer att anpassas efter platsens förutsättningar avseende bland annat vind, klimat, vågor, vattenströmmar och geologiska egenskaper.

Lokalisering och områdesbeskrivning

Den planerade vindparken Galatea-Galene ligger i Kattegatt och området består idag helt av öppet hav utan några öar. Vindparken planeras att bestå av två delområden, Galatea och Galene. Delområde Galatea är cirka 173 km² stort och ligger 24 km väster om Falkenberg, delområde Galene är cirka 42 km² stort och ligger cirka 21 km väster om Varberg. Vattendjupet inom delområdet Galatea varierar mellan 23 och 83 meter, där medeldjupet är cirka 35 meter. Vattendjupet inom Galene varierar mellan 18 och 96 meter. Vindparksområdet domineras av djupa mjukbottenar med stort inslag av lera. Bottenytan som kan komma att påverkas av ianspråktagande i samband med etablering av vindparken utgör cirka 0,13 % av vindparkens totala yta.

Intill den planerade vindparken ligger de tre svenska Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank. Väster och öster om planerad vindpark ligger riksintresse för sjöfart. Närmaste danska Natura 2000-områden är Kims top og den Kinesiske Mur samt Nordvestlige Kattegatt, beläget ca 3 km väster om vindparken.



Kunskapsunderlag

Som utgångspunkt för beskrivningar och bedömningar i Esbo-rapporten har information från myndigheter, vetenskaplig litteratur och forskningsresultat, miljöutredningar, tekniska rapporter samt inventeringsdata använts. Inom ramen för projektet har inventeringar gjorts med avseende på till exempel sjöfågel, tumlare och fisk. Modelleringar och analyser har utförts för utbredning av naturtyper, sedimentspridning, ljudutbredning (under och ovan vatten), skuggor och hydrografi. Fotomontage och visualiseringar har tagits fram för att visualisera hur vindkraftverken syns i landskapet. Undersökningar av bottenflora- och fauna inom vindparken har gjorts genom undervattensvideo och med bottenhuggare. Provtagning av sediment har också gjorts.

Resultatet från de genomförda inventeringarna och modelleringarna stämmer väl överens med resultat från tidigare inventeringar och underlag. Kunskapsunderlaget bedöms vara robust och vetenskapligt grundat samt av den omfattning att tillförlitliga bedömningar av verksamhetens effekter och konsekvenser kan göras.

Konsekvenser av sökt verksamhet

Konsekvensbedömningar har genomförts för alla faser av verksamheten; anläggning, drift och avveckling. Bedömningen av miljökonsekvenserna för respektive miljöaspekt görs 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 föroreningar, barriäreffekter och undanträngning samt visuellt intryck. Vidare har risker och säkerhetsaspekter bedömts liksom påverkan på motstående intressen såsom totalförsvaret, friluftsliv och yrkesfiske.

Konsekvensbedömningarna i denna MKB har utgått från ett worst case. Detta innebär att bedömningarna av den planerade verksamhetens påverkan på avgränsade miljöaspekter utgått från de största konsekvenserna som kan komma att uppstå. I realiteten bedöms påverkan och konsekvenserna bli mindre.

Klimatpåverkan

Verksamheten i sig medför utsläpp av växthusgaser, i huvudsak i anläggnings- och driftsfasen, från framförallt arbetsmaskiner, fartyg och vid tillverkning av komponenter. Dessa utsläpp beräknas ha kompenserats för redan efter cirka åtta månaders drift av vindparken. Verksamheten utgör en viktig del i samhällets omställning genom fossilfri elproduktion och kommer på så vis vara en del i uppfyllanden av Sveriges och EU:s miljö- och klimatmål. Sett till den enskilda vindparken är den globala påverkan liten positiv och sett till den regionala och nationella påverkan medför vindparken en måttligt positiv påverkan med stora positiva konsekvenser.

Bottenflora och bottenfauna

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

Fisk

Gränsöverskridande påverkan på fisk kan främst uppstå under anläggningsfasen från sedimentspridning och undervattensljud från installation av fundament. Under installation av fundament kommer ljuddämpande skyddsåtgärder att användas. Påverkan på fisk bedöms som mycket lokal och någon gränsöverskridande negativ påverkan bedöms inte uppstå. Vindparken kan även medföra positiv påverkan genom reveffekter och begränsning av bottentrålning.

Marina däggdjur

Tre arter av marina däggdjur förekommer kontinuerligt inom vindparksområdet; tumlare, knubbsäl och gråsäl. Närliggande Natura 2000-områden är utpekade till skydd för tumlare. Ön Anholt väster om Galatea-Galene används året runt av gråsäl och knubbsäl. Gränsöverskridande påverkan på marina däggdjur bedöms främst uppstå under anläggningsfasen från undervattensljud vid geofysiska undersökningar och installation av fundament. Skyddsåtgärder kommer att vidtas vid undersökningsarbeten i form av bland annat mjuk uppstart och observatörer. Vid pålning av fundament kommer användning av akustiska metoder, mjuk uppstart och ljuddämpande utrustning att tillämpas med hänsyn till tumlare, till undvikande av att marina däggdjur utsätts för nivåer av undervattensljud som kan orsaka skada eller störning. Tumlare, som är den art av de tre marina däggdjuren som är mest känslig för undervattensljud, är särskilt känsliga under kalvnings- och parningsperiod. Därför kommer ytterligare skyddsåtgärder vidtas som säkerställer att inga ljudnivåer som kan orsaka undvikandebeteende kommer att uppkomma i intilliggande Natura 2000-områden under tumlares kalvnings- och parningsperiod. Förutsatt användning av skyddsåtgärder är den samlade bedömningen att den gränsöverskridande påverkan på marina däggdjur blir liten med försumbar till liten konsekvens.

Fågel

De fåglar som förekommer inom vindparken och intilliggande områden, inklusive utsjöbankarna och Natura 2000-områdena, utgörs av rastande samt övervintrande och flyttande fåglar. Häckande fåglar förekommer inte inom vindparken eller angränsande områden. Under våren migrerar fåglar, framförallt rovfåglar från den danska kusten till den svenska västkusten, och då bland annat över delområde Galatea. Gränsöverskridande påverkan på fågel kan uppstå genom undanträngning, förändring av livsmiljöer och kollisioner. I aktuellt område är det framförallt alkor som bedöms känsliga för störningar och som kan påverkas mest av verksamheten genom undanträngning och förlust av livsmiljöer. Påverkan på alkor från undanträngning och förlust av livsmiljöer bedöms som liten med små konsekvenser, för övriga arter bedöms påverkan som obetydlig med försumbara konsekvenser. När det kommer till kollisionsrisker bedöms måsfåglar vara de sjöfåglar som främst kan flyga i den potentiella riskzonen med roterande turbinblad och som därmed har störst känslighet. Av de rovfåglar som migrerar över vindparksområdet bedöms ormvråk vara känsligast för kollisionsrisker då den förekommer i högst antal. Kollisionsrisker bedöms bli försumbara för samtliga fågelarter som flyger genom eller inom vindparksområdet, dels då undvikandegraden är relativt hög och då antalet potentiellt påverkade fåglar utgör en mycket liten andel av respektive fågelarts population.

Fladdermöss

Inom vindparksområdet är det migrerande fladdermöss som potentiellt kan förekomma. Gränsöverskridande påverkan på fladdermöss kan uppstå genom undanträngning och kollisioner under driftskedet. Skyddsåtgärder i form av utrustning för att detektera fladdermöss kommer användas och påverkan från den etablerade vindparken kommer undersökas genom ett särskilt undersökningsprogram. Vindparken kommer dessutom förses med driftregleringsutrustning. Med de skyddsåtgärder som föreslås bedöms den gränsöverskridande påverkan bli obetydlig och konsekvensen försumbar.

Landskapsbild

Gränsöverskridande påverkan på landskapsbilden uppstår huvudsakligen under driftsfasen av vindparken. Vindkraftverken kommer att bli synliga och kunna urskiljas från ön Anholt. Konsekvenserna bedöms huvudsakligen till måttliga. Vindparken upptar relativt stora delar av horisonten men avståndet mellan vindparken och Anholt är stort. Vid Anholt fyr kommer vindkraftverken uppta större delen av horisonten och konsekvensen bedöms som stor då landskapet har ett högt värde och en struktur och innehåll som är känsligt för förändring.

Rekreation och friluftsliv

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

Yrkesfiske

Både det danska och svenska yrkesfisket påverkas lokalt av vindparken i form av längre transportvägar och färre eller minskade fiskeområden. Framförallt påverkas fiske av havskräfta som är det dominerande yrkesfisket inom vindparksområdet. Den samlade bedömningen är att

den gränsöverskridande påverkan på yrkesfisket är liten med små negativa konsekvenser, då det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket. OX2 har för avsikt att verka för samexistens genom att om möjligt undvika de viktigaste områdena för yrkesfiske samt anpassa vindkraftverkens positioner och kabelläggning för att möjliggöra fortsatt fiske inom delar av vindparken.

Sjöfart

Under anläggningsfasen föreligger viss risk för att anläggningsfartyg och övrig fartygstrafik från projektet påverkar övrig sjötrafik. Till undvikande av att fartyg felaktigt kommer in i arbetsområdet kommer OX2 att vidta ett flertal åtgärder under anläggningsfasen, såsom övervakning av sjöfartstrafik av en projektknuten *marine coordinator* och att enskilda arbetsområden kommer att vara tydligt avgränsade och utmärkta. Med vidtagna åtgärder bedöms den gränsöverskridande påverkan under anläggningsfasen vara *obetydlig* med *försumbara* konsekvenser. Detta gäller även för avvecklingsfasen.

Under driftsfasen kan vindparken, utan beaktande av riskreducerande åtgärder, innebära en något ökad sannolikhet för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk). Genom riskreducerande åtgärder och iakttagande av ett tillräckligt säkerhetsavstånd kan sannolikheten för sådana olyckor minimeras. Konsekvenser från verksamheten bedöms bli försumbara under driftsfasen.

Säkerhet och risker

Verksamheten kan ge upphov till olika risker under både anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Risker som verksamheten kan ge upphov till kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser 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 och planering av verksamheten samt inom riskanalyser.

Försvarsintressen

Forsvarsministeriet i Danmark bedömer att vindpark Galatea-Galene kan påverka deras radarsystem på den danska ön Anholt. OX2 har därför gett oberoende konsulter i uppdrag att genomföra tekniska analyser för att bedöma påverkan i enlighet med de önskemål som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört inom ramen för Esborapporten. OX2 kommer att ta del av de slutsatser som utredningen resulterar i, i syfte att i dialog med danska Forsvarsministeriet närmare undersöka nödvändiga åtgärder som kan behöva vidtas för att undvika störningar på radarsystem.

Natura 2000

Anläggande av vindpark Galatea-Galene innebär inte något fysiskt intrång eller att någon bottenyta tas i anspråk i något Natura 2000-område, varken på den svenska eller på den danska sådan. Bevarandemål för utpekade naturtyper kopplat till utbredning och strukturer påverkas därmed inte av verksamheten.

Vindpark Galatea-Galene påverkar inte heller förutsättningarna för att bibehålla eller nå gynnsam bevarandestatus för utpekade naturtyper och utpekade arter. De skyddsåtgärder som kommer att vidtas kopplar till att undvika negativ påverkan på tumlare till följd av undervattensljud som

uppstår under anläggningsfasen, dels vid seismiska undersökningar, dels vid pålning under installation av fundament. För utpekade fågelarter bedöms planerad verksamhet inte medföra några konsekvenser, varken kort- eller långvariga, som negativt kan påverka deras bevarandestatus.

Skyddsåtgärder

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

Utformningen av vindparken kommer att anpassas så att inga fundament eller erosionsskydd anläggs på bubbelrev, hästmusselbankar, maerl eller haploops-samhällen eller inom ett avstånd om 50 meter från dessa naturtyper, med undantag för bubbelrev där avståndet ska vara minst 200 meter.

Ett flertal skyddsåtgärder kommer också vidtas för sjöfarten. Till exempel kommer en del av vindparksområdet att undantas från vindkraftverk med fundament och skyddsavstånd ska hållas till farleder. 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 underhållsarbete med installationsfartyg utförs. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas.

Fladdermöss kommer att skyddas genom driftreglering av vindkraftverken och förekomst av fladdermöss kommer att undersökas genom ett särskilt undersökningsprogram. Även vindparkens påverkan på migrerande rovfågel kommer att undersökas i enlighet med ett särskilt undersökningsprogram med möjlighet att införa driftreglering till skydd för migrerande rovfåglar.

Kumulativa effekter

Kumulativa effekter kan uppstå med andra befintliga eller planerade vindparker. De verksamheter som beaktats i bedömningen av kumulativa effekter är den befintliga vindparken Anholt, de planerade vindparkerna Kattegatt Offshore, Stora Middelgrund och Hesselø, sjöfart och fiske. Kumulativa effekter kan uppstå från sedimentspridning och undervattensljud i det fall flera vindparker anläggs samtidigt och ljudalstrande samt grumlande arbeten sker samtidigt inom projekten, vilket inte bedöms som sannolikt. Kumulativa effekter från flera vindparker under driftfas kan främst påverka fåglar i form av barriäreffekt, kollisionsrisk och undanträngning/störning. Migrerande landfåglar som passerar genom vindpark Galatea-Galene kommer först att passera vindpark Anholt på vägen mellan Danmark och Sverige. Totalt beräknas den årliga kollisionsrisken från kumulativa effekter bli försumbar då andelen av den biogeografiska populationen av landfåglar som eventuellt påverkas är liten. För sjöfågel bedöms den kumulativa effekten bli liten. Även fladdermöss kan utsättas för kollisionsrisker, med införande av kontrollprogram vid driftstart bedöms ingen negativ påverkan uppstå.

Intilliggande befintliga farleder och en intensiv fartygstrafik i området ger idag upphov till undervattensljud. De tillkommande fartygstransporterna i området till följd av planerad verksamhet och andra planerade vindparker bedöms bidra till försumbar ökning av undervattensljud från fartyg i både drifts- och anläggningsfas.

En bedömning av kumulativa effekter på landskapsbilden har gjorts genom fotomontage. Vindkraftverken kommer att bli synliga vid horisonten från stora delar av Anholt. Vindkraftverken kommer att synas från platser med höga värden men på ett relativt långt avstånd, den överskridande påverkan samt konsekvenser bedöms sammantaget bli måttliga till stora. Detta är huvudsakligen kopplat till att vindparken bryter den idag till stor del obrutna horisonten.

Kumulativa effekter på sjöfarten bedöms inte uppstå under driftskedet. Under anläggningsfasen kan kumulativa effekter uppstå om vindparkerna anläggs samtidigt och exempelvis väljer samma installationshamn på västkusten. Att anläggningsfaserna skulle överlappa med varandra bedöms dock inte som sannolikt.

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 vald lokalisering har andra alternativ i Skagerak och Kattegatt studerats. Dessa har valts bort på grund av exempelvis för stora djup, motstående intressen i fråga om sjöfart och militär samt en större påverkan på landskapsbild och turism- och friluftsliv till följd av etablering närmare kusten. Området för vindpark Galatea-Galene ligger mellan Natura 2000-områden och utanför befintliga farleder. Området är relativt djupt men har 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.

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 Galatea-Galene 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, solenergi eller kärnkraft. Nollalternativet innebär också att verksamhetens bidrag till att begränsa klimatförändringarna genom omställning till förnybar energi uteblir.

Innehåll

1. Inledning	17
1.1. Bakgrund och syfte	17
1.2. Behovet av havsbaserad vindkraft	18
1.3. Samråd enligt Esbo-konventionen	19
1.4. Nationella prövningar	23
2. Avgränsningar	25
2.1. Verksamheten	25
2.2. Geografisk avgränsning	25
2.3. Miljöaspekter och tidsskeden	25
3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning	26
3.1. Lokalisering	26
3.2. Natura 2000	29
3.3. Bottenförhållanden	31
3.4. Hydrografi och vindförhållanden	37
3.5. Närliggande verksamheter	38
4. Verksamhetsbeskrivning	41
4.1. Översikt	41
4.2. Parkutformning	41
4.3. Beskrivning av verksamhetens huvudkomponenter	44
4.4. Projektets olika faser	49
4.5. Preliminär installationsplan	52
5. Förutsättningar och metodik för konsekvensbedömningar	53
5.1. Underlag för metoder för beskrivning av rådande förhållanden	53
5.2. Metodik för konsekvensbedömningar	54

5.3. Förutsättningar för konsekvensbedömningar	57
5.4. Osäkerheter	61
6. Påverkansfaktorer	62
6.1. Sedimentspridning	62
6.2. Föroreningsspridning	63
6.3. Fysisk påverkan på botten	64
6.4. Reveffekt	64
6.5. Undervattensljud	65
6.6. Luftburet ljud	67
6.7. Undanträngning och barriäreffekter	68
6.8. Kollisionsrisk	69
6.9. Skuggning	69
6.10. Visuell förändring	70
6.11. Elektromagnetiska fält	70
7. Effekter och konsekvenser sökt verksamhet	71
7.1. Bottenflora och bottenfauna	72
7.2. Fisk	88
7.3. Marina däggdjur	101
7.4. Fågel	121
7.5. Fladdermöss	133
7.6. Landskapsbild	135
7.7. Rekreation och friluftsliv	140
7.8. Yrkesfiske	144
7.9. Sjöfart	157
7.10. Risk och säkerhet	174
7.11. Försvarsintressen	180

7.12. Klimatpåverkan.....	182
8. Kumulativa effekter	190
8.1. Anläggningsfas.....	190
8.2. Driftsfas.....	192
8.3. Avvecklingsfas.....	194
9. Skyddsåtgärder.....	194
10. Samlad bedömning gränsöverskridande påverkan.....	197
10.1. Samlade konsekvenser av verksamhetens gränsöverskridande påverkan.....	197
10.2. Natura 2000	200
10.3. Klimatmål	200
10.4. Danmarks havsstrategi och god miljöstatus (god miljøtilstand)	201
11. Alternativredovisning	201
11.1. Inledning	201
11.2. Alternativ lokalisering.....	201
11.3. Alternativa sätt att nå samma syfte	209
11.4. Alternativa komponenter och arbetsmetoder.....	209
11.5. Nollalternativ.....	210
12. Uppföljning och kontroll	211
13. Sakkunskap	212
13.1. Projektorganisation.....	212
13.2. Sakkunniga på uppdrag av OX2	213
Referenser.....	215

Bilagor

Bilaga 1. Ljudberäkning av ljud från vindkraft. Vindpark Galatea-Galene, danska modellen. OX2 AB, 2022-08-10.

Bilaga 2. Marine mammals and offshore wind farms in Kattegatt. Galatea-Galene offshore wind farm – Dansk resume. Niras, 2022-04-11.

Bilaga 3. Birds and offshore wind farms in Kattegatt. Galatea-Galene offshore wind farm – Dansk resume, Niras 2022-06-29.

Bilaga 4. Bedömning av visuell påverkan på landskapsbilden för Anholt. Norconsult, 2022-05-20.

Referensrapporter framtagna inom projektet

R.1 Bottenmiljöer och havsbaserad vindkraft i Kattegatt – vindpark Galatea-Galene, AquaBiota Water Research, november 2021. *Bilaga B.1 till Ansökan enligt SEZ.*

R.2 Marine mammals and offshore wind farms in Kattegatt. Galatea-Galene Offshore Windfarm, inklusive svensk sammanfattning, NIRAS A/S, november 2021. *Bilaga B.2.A till Ansökan enligt SEZ.*

R.3 Tumlare i Kattegatt – vindpark Galatea-Galene, AquaBiota Water Research, september 2021 *Bilaga B.2.B till Ansökan enligt SEZ.*

R.4 Fisk och havsbaserad vindkraft i Kattegatt – vindpark Galatea-Galene, AquaBiota Water Research Report 2021:06, oktober 2021. *Bilaga B.3 till Ansökan enligt SEZ.*

R.5 Galatea-Galene OWF, Sediment spill iteration 2, NIRAS A/S, juni 2022. *Bilaga K.4 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.6 Offshore Wind Farm Galatea-Galene, Underwater noise technical report, NIRAS A/S, November 2021. *Bilaga B.5 till Ansökan enligt SEZ.*

R.7 Yrkes-och fritidsfiske kring Galatea-Galene, AquaBiota Water Research, november 2021. *Bilaga B.6 till Ansökan enligt SEZ.*

R.8 Nautisk riskanalys Galatea-Galene, RE20209812-01-00-C. SSPA, november 2021. *Bilaga B.7.A till Ansökan enligt SEZ.*

R.9 Further review of selected OWFs. Detailed review of traffic compositions and distances. DNV, juni 2021. *Bilaga B.7.B till Ansökan enligt SEZ.*

R.10 Vindpark Galatea-Galene. En marinarkeologisk förstudie Kattegatt, svensk ekonomisk zon. BM dnr 21/0347. Bohusläns museum, oktober 2021. *Bilaga B.8 till Ansökan enligt SEZ.*

R.11 eDNA-inventering av fisk och marina däggdjur – Galatea-Galene. AquaBiota Water Research, oktober 2021. *Bilaga B.9 till Ansökan enligt SEZ.*

R.12 Technical memo, Kattegat Sea, Offshore Denmark and Sweden. Brief geological context of the Kattegat Sea and two OWF site. Geo, oktober 2021. *Bilaga B.10 till Ansökan enligt SEZ.*

R.13 Galatea-Galene Hydrodynamic Pressure. NIRAS A/S, juli 2021. *Bilaga K.12 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.14 Birds and offshore wind farm in Kattegatt. NIRAS A/S, augusti 2021. *Bilaga B.12.A till Ansökan enligt SEZ.*

R.15 Galatea-Galene Offshore Wind Farm Migrating birds. NIRAS A/S, november 2021. *Bilaga B.12.B till Ansökan enligt SEZ.*

R.16 Förekomst av sjöfåglar (och tumlare) i södra Kattegatts utsjöområden 2020 – 2021 med fokus på de planerade vindkraftsparkerna Galatea och Galene. Biologiska Institutionen, Lunds universitet, 2021. *Bilaga B.13 till Ansökan enligt SEZ.*

R.17 Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid den projekterade havsbaserade vindparken Galene och Galatea i Kattegatt, Enviroplanning AB, oktober 2021. *Bilaga B.14 till Ansökan enligt SEZ.*

R.18 Landskapsanalys Galatea-Galene, Norconsult, oktober 2021. *Bilaga B.15.A till Ansökan enligt SEZ.*

R.19 Fotomontage Galatea-Galene. Norconsult, 2021. *Bilaga B.15.B till Ansökan enligt SEZ.*

R.20 Kumulativa Fotomontage Galatea-Galene, Norconsult, 2021. *Bilaga B.15.C till Ansökan enligt SEZ.*

R.21 Ljudberäkning av ljud från vindkraft, vindpark Galatea-Galene. OX2, oktober 2021. *Bilaga B.16 till Ansökan enligt SEZ.*

R.22 Strategi för biologisk mångfald. Naturpositiva vind- och solkraftsparker till 2030. OX2, 2021. *Bilaga B.17 till Ansökan enligt SEZ.*

R.23 Samrådsredogörelse. *Bilaga B.18 till Ansökan enligt SEZ.*

R.24 Komplettering av "Landskapsanalys Galatea-Galene", Norconsult, juni 2022. *Bilaga K.2 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ*

R.25 Kompletterande provtagning sediment – vindkraftspark Galatea-Galene, NIRAS A/S, juni 2022. *Bilaga K.3 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.26 Benthiska och hydrografiska undersökningar i Galatea-Galene 2020-2021, AquaBiota, maj 2022. *Bilaga K.4 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.27 Impact of new seismic survey SSV on underwater noise prognosis, Galatea-Galene OWF, NIRAS A/S, februari 2022. *Bilaga K.9 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.28 Galatea-Galene OWF, Note on revised mitigation effect of HSD-DBBC NAS, NIRAS A/S, maj 2022. *Bilaga K.10 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.29 Alternativa installationsmetoder vid pålning, OX2 maj 2022. *Bilaga K.12 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.30 Optimering av layout och micrositing, OX2, maj 2022. *Bilaga K.17 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.31 Possibilities of Search and Rescue Helicopters in Galatea-Galene, Marico, 2022. *Bilaga K.18 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.32 Avveckling av en havsbaserad vindpark, OX2, maj 2022. *Bilaga K.19 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

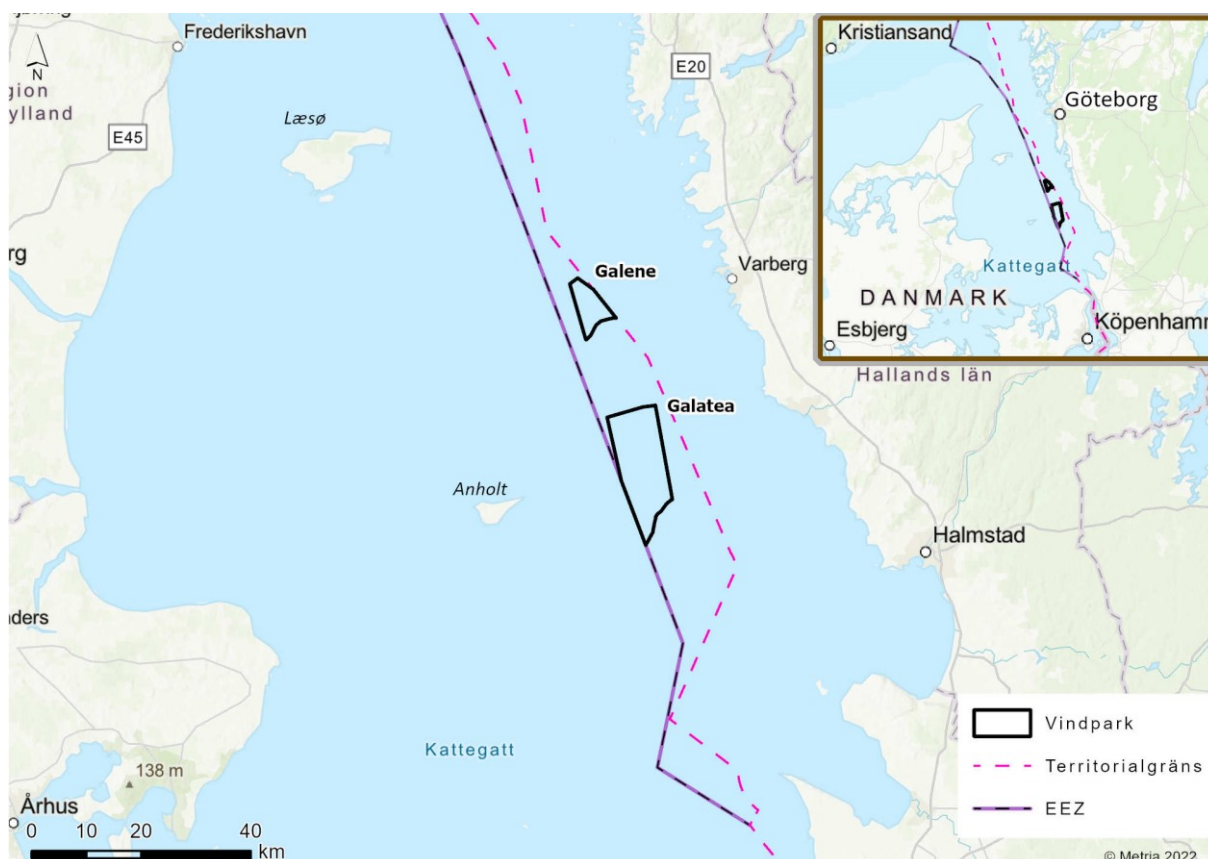
R.33 Safety distance analysis for the Galatea-Galene wind farm: calculating distances between offshore wind farms and shipping lanes, Marico, 2022. *Bilaga K.22 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

R.34 Förekomst av sjöfåglar (och tumlare) i södra Kattegatts utsjöområden 2020 – 2022 med fokus på de planerade vindkraftsparkerna Galatea och Galene. Sammanställning av inventeringsresultat 21-10-09 till 22-04-23. Biologiska Institutionen, Lunds universitet, 2022. *Bilaga K.25 till kompletteringsföreläggande enligt SEZ.*

1. Inledning

1.1. Bakgrund och syfte

Galatea-Galene Vindpark AB planerar en storskalig havsbaserad vindpark i Kattegatt utanför Hallands kust inom Sveriges ekonomiska zon, benämnd Galatea-Galene. Galatea-Galene består av två delområden utanför Falkenberg och Varbergs kommuner (se Figur 1). Verksamhetens förväntade elproduktion uppskattas generera omkring 6–7 TWh el per år, vilket motsvarar elanvändningen för drygt 1 miljon hushåll¹.



Figur 1. Översiktskarta över vindparken.

Projektet är en viktig del i Sveriges och EU:s process att ställa om till förnybara energikällor och att bidra till att uppfylla Sveriges energipolitiska mål, som bland annat anger att svensk elproduktion till år 2040 ska vara 100 procent 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.

¹ Cirka 5000 kWh per hushåll.

För att kunna bidra till att uppfylla Sveriges klimatmål krävs därför storskalig elproduktion som kan byggas ut inom närtid.

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

Det övergripande syftet med vindpark Galatea-Galene är att producera förnybar el och på så sätt bidra till att nå Sveriges energi- och klimatmål samt förse samhälle och näringsliv, framför allt i södra Sverige, med konkurrenskraftig el.

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

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

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 kan bidra 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 el.

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

I slutet av 2020 presenterade EU-kommissionen EU:s strategi för havsbaserad förnybar energi. Strategin antogs i februari 2022 och i denna föreslås att Europas havsbaserade vindkraft ska utökas, från nuvarande 12 GW till åtminstone 60 GW senast 2030 och 300 GW senast 2050. För att kunna öka kapaciteten havsbaserad förnybar energi, med största möjliga nytta för EU:s ekonomi, måste försörjningskedjan för havsbaserad förnybar energi kunna öka sin kapacitet och upprätthålla en högre installationstakt.

Utöver ovanstående enades länderna kring Östersjön den 30 augusti 2022 om att samverka på olika sätt för att bland annat främja en kraftig utbyggnad av havsbaserad vindkraft i Östersjöregionen till år 2030 och att driva snabbare tillståndsprocesser. Potentialen för vindkraft till havs är enligt deklarationen 93 GW och målet till år 2030 är minst 19,6 TWh, vilket är en sjufaldig ökning från dagens nivå (The Marienborg Declaration, 2022).

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 landa på 310 TWh år 2045, en ökning med 120 % från dagens 140 TWh. Parallellt med ovanstående närmar sig de befintliga kärnkraftverken slutet av sin livslängd, vilka utgör cirka 40 % av dagens elproduktion. Sverige behöver således mycket ny elproduktion, inom närtid.

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

1.3. Samråd enligt Esbo-konventionen

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

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

- Underrättelse (artikel 3) – En planerad verksamhet som kan antas medföra en betydande (skadlig) gränsöverskridande påverkan ska via den ansvariga myndigheten underrätta potentiellt berörda parter. *Detta steg har genomförts.*
- Upprättande av miljökonsekvensbeskrivningen (artikel 4) – I den mån berörda parter fortsatt vill delta i samråd enligt Esbokonventionen ska en miljökonsekvensbeskrivning (s.k. Esbo-rapport/MKB) upprättas. *Danmark har meddelat sin önskan att delta i samråd och denna rapport har därför upprättats.*
- Samråd på grundval av miljökonsekvensbeskrivningen (artikel 5) – Esbo-rapporten/MKB:n översänds via ansvarig myndighet till de berörda parter som fortsatt avser delta i förfarandet.
- Slutligt beslut (artikel 6) – Efter genomfört samråd ska i ett slutligt beslut avseende den föreslagna verksamheten tillses att vederbörlig hänsyn tas till såväl resultatet av miljökonsekvensbeskrivningen som inkomna synpunkter. I fråga om prövningar av havsbaserade vindparker belägna inom svensk exklusiv ekonomisk zon utgör regeringens tillståndsbeslut i prövningen enligt SEZ det slutliga beslutet, vilket avslutar Esbo-samrådet.

² I högriskscenariot blir alla hittills aviserade satsningar på elektrifiering verklighet.

För vindpark Galatea-Galene inleddes samrådsprocessen enligt Esbokonventionen under september 2020, då en underrättelse översändes via Naturvårdsverket till Finland, Danmark, Estland, Lettland, Litauen och Polen. Med underrättelsen översändes ett samrådsunderlag som redogjorde för det planerade projektet och den möjliga gränsöverskridande påverkan som verksamheten skulle kunna medföra. Samrådet pågick mellan den 23 september till den 4 november 2020.

Totalt inkom elva svar, där sju av dem var från Danmark, ett från Estland, ett från Lettland, ett från Finland och ett från Polen. Danmark har meddelat fortsatt deltagande i miljöbedömningsprocessen enligt Esbokonventionen, inklusive möjlighet att ta del av förevarande Esbo-MKB. Estland, Lettland, Finland och Polen har meddelat att de inte avser att delta i ett fortsatt Esbosamråd.

1.3.1. Synpunkter från Danmark

De synpunkter som inkommit från danska myndigheter och föreningar har främst avsett följande aspekter: påverkan på fågel, fladdermus, säl och yrkesfiske. Vidare inkom synpunkter avseende kumulativa effekter och behov av utredning kring skadeverkningar gällande radar på Anholt.

I Tabell 1 sammanfattas inkommande synpunkter från Danmark och hur dessa har hanterats inom ramen för denna MKB.

Tabell 1 Sammanfattning av inkommande synpunkter samt hur dessa hanterats.

Samrådspart	Yttrande	Bemötande/hantering
Miljøstyrelsen/Arter og naturbeskyttelse	Miljøstyrelsen/Arter og naturbeskyttelse har framfört att realisering av projektet potentiellt kan medföra gränsöverskridande påverkan på tillbakavärande flyttfåglar. Detta kan ske genom undanträngning från övervintringsområden och migrationsstråk. Detta kan påverka Danmarks direktivförpliktelser, jämför fågeldirektivets artikel 4.2. Miljøstyrelsen/Arter og naturbeskyttelse önskar, i förhållande till fåglar, att man belyser påverkan under anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas, vad gäller barriäreffekter, förlust av födosöksområden samt kollisionsrisk. Kumulativa effekter behöver också utredas som ett led av miljöbedömningsprocessen.	OX2 har genomfört flera fågelinventeringar för att utreda förekomst av fåglar, inklusive migrerande fåglar, i det planerade området. Utredningarna har gett en god bild över förekomst av fåglar. Inom ramen för miljöbedömningsprocessen har projektets påverkan i de olika faserna utretts och beskrivits vad gäller bl.a. barriäreffekter, undanträngning och kollisionsrisker, vilket även inkluderar en bedömning av kumulativa och gränsöverskridande effekter, se Bilaga 3 samt referensrapporterna R.14, R.15, R.16 och R.34. En rapport med bedömningar av påverkan på fågel har tagits fram (referensrapport R.14) Slutsatser gällande påverkan och konsekvenser på fåglar redovisas i avsnitt 7.4.
Danmarks Fiskeriforening PO	Föreningen har anfört att Kattegatt redan är fullt med aktiviteter och att det inte finns plats för ytterligare så stora projekt som Galatea-Galene. Föreningen anser att fiskeområdena begränsas hela tiden och undrar vilken hänsyn som	OX2 har beaktat synpunkter från yrkesfiskare i arbetet med MKBn och kommer att göra vissa anpassningar av parkens utformning som möjliggör trålning i vissa delar. Övrigt yrkesfiske än bottenstrålning kommer att kunna fortgå i stora delar av parken under driftsfasen, med undantag för en säkerhetszon närmast

	tagits till fisket som idag förekommer i området. Föreningen påpekar även att projektområdet är placerat på några av de bästa fiskeområdena i Kattegatt. Det är avgörande att samexistens prioriteras och säkras och att allt fiske möjliggörs inom parken. Föreningen anser att det också är mycket viktigt att placeringarna av vindkraftverken tar hänsyn till fiskarnas fiskerutter. Det är viktigt att bjuda in parter som Fiskeriverket och andra intressen så tidigt som möjligt i processen. Danmarks fiskeriförening förväntar sig att fiske kommer att vara tillåtet inom parkområdet samt att de blir involverade i parkens layout.	vindkraftverken. En beskrivning och bedömning av vindkraftsparkens påverkan på yrkesfiske under anläggningsfas respektive driftfas samt slutsatser gällande påverkan och konsekvenser sammanfattas i avsnitt 7.8 i denna Esbo-rapport. Till grund för beskrivningar och bedömda konsekvenser ligger omfattande underlagsrapporter som beskriver dels påverkan på fisk (R.4), dels påverkan på yrkesfisket (R.7).
Energistyrelsen	Energistyrelsen anser att det är mycket viktigt att danska och svenska myndigheter samarbetar och koordinerar sig gällande miljöbeskrivningar och kumulativa effekter av etableringen av både Galatea-Galene samt den danska planerade vindparken Hesselø.	Vad gäller samordning och koordinering mellan myndigheter hänvisas till den dialog som Energistyrelsen har med Naturvårdsverket. Vad gäller kumulativa effekter beskrivs dessa i kapitel 8.
Forsvarsministeriet	Forsvarsministeriet har framfört att vindparken har relativt kort avstånd till Försvarets radaranläggning på Anholt (18 km) och kan därför påverka denna i form av t.ex. störningar och /eller skuggning. Omfattning av påverkan bör analyseras och vid behov avlägsnas eller minskas. Om påverkan inte kan undvikas eller minskas kan krav på justering av vindparken eller kompensation komma att framföras.	OX2 har inlett en påverkansanalys enligt metod framförd av danska Forsvarsministeriet. Resultatet av denna analys kommer att redovisas för Forsvarsministeriet när den är genomförd.
Norrdjurs Kommune	Norrdjurs Kommune anser att eventuell påverkan på närliggande danska Natura 2000-områden måste beskrivas i kommande MKB. Det har observerats fladdermöss på Anholt. Vindparkens placering kan påverka fladdermöss genom kollisioner. För att kunna värdera påverkan är det nödvändigt att känna till eller estimerar vilka fladdermöss som kan flyga över Kattegatt samt populationsstorlekar. Kunskapen kring migration av t.ex. brun fladdermus och trollpipistrell är generellt låg men mycket tyder på att de i stort följer samma stråk som fåglarna.	Det har inom projektet tagits fram omfattande Natura 2000-utredningar där påverkan på de Natura 2000-områden som är belägna i närheten av området hanteras. Påverkan på danska Natura 2000-områden beskrivs i kapitel 7. Påverkan på fladdermöss har utretts och beaktats i MKB:n med tillhörande underlagsrapport som sammanfattas i avsnitt 7.5 (R.17). Skyddsåtgärder kommer att vidtas för att undvika negativa konsekvenser, vilket beskrivs i avsnitt 7.5.

	Norddjurs Kommune lyfter även att det finns ett sälreservat på Anholt, ”Totten”, där finns både knobbsäl och gråsäl. Bestånden är inte särskilt stora men de senaste åren har det varit fler gråsäl på Anholt. Vindparkens påverkan på gråsäl och knobbsäl måste beskrivas i MKB. Vindparkens påverkan på danska fågelskyddsområden måste enligt Norddjurs Kommune beskrivas närmare i kommande MKB. Detta omfattar även Fågelskyddsområde nr.32 Farvandet nord for Anholt. Norddjurs Kommune anser även att Galatea-Galene kommer att ha en markant påverkan på landskapsbilden från Anholt. Visualiseringar från Anholt måste tas fram och påverkan på landskapsbild måste beskrivas i MKB. Även parkens nattbelysning måste beskrivas och visualiseras. Vidare anser kommunen att Anholt måste tydliggöras i kartmaterial och att buller/luftburet ljud från vindparken måste utredas. Kommunen anser även att kumulativa effekter i förhållande till redan existerande samt planerade vindparker måste beskrivas.	En rapport med bedömningar av påverkan på marina däggdjur har tagits fram vilken ligger till grund för miljöbedömningen (R.2). Rapporten inkluderar sälreservatet på ”Totten”. Slutsatser från denna rapport gällande påverkan och konsekvenser på knobbsäl och gråsäl sammanfattas i avsnitt 7.3. Fågelinventeringar har utförts och visar en god bild av förekomst av fåglar inom och i närområdet. Inventeringarna, tillsammans med data från tidigare undersökningar i närområdet anses ge ett robust kunskapsunderlag. Påverkan på fåglar och fågelskyddsområden beskrivs i avsnitt 7.4. Påverkan på landskapsbilden från Anholt och de tre önskade visualiseringspunkterna beskrivs i avsnitt 7.6 samt i Bilaga 4. Anholt har tydliggjorts i kartmaterial. Ljudberäkningar har gjorts och redovisas i avsnitt 6.6 samt i Bilaga 1. Ljudberäkningarna har skett utifrån den så kallade danska modellen, vilket är en modell för beräkning av vindkraftbuller som rekommenderas av danska miljöstyrelsens förordning ”Bekendtgørelse om støj fra vindmøller, Bekendtgørelse nr 135 af 07/02/2019”. Kumulativa effekter för anläggnings-, drift- och avvecklingsfas, relaterat till andra tillståndsgivna eller planerade vindkraftparker samt övriga verksamheter i området beskrivs i kapitel 8.
Søfartsstyrelsen	Søfartsstyrelsen lyfter att både Galatea samt Galene är placerat nära och mellan internationella fartygsrutter i Kattegatt, T-rutten och S-rutten. De anger att även om vindkraftverk inte placeras i själva rutterna vill de särskilt påpeka, särskilt för Galatea, att området ligger tätt in på T-rutten.	Synpunkten har tagits i beaktande. En marin riskanalys har genomförts utifrån gällande normer och rekommendationer och ett erforderligt säkerhetsavstånd kommer att hållas mellan vindkraftverk och intilliggande rutter. Påverkan på sjöfarten beskrivs i avsnitt 7.9.
Vandmiljø og Friluftsliv	Vandmiljø og Friluftsliv efterfrågar information om projektet innebär en direkt eller indirekt påverkan på vattenförekomster som i sin tur medför att aktuellt tillstånd försämras eller att fastlagda miljömål inte kan uppnås, eller att den danska havstrategin inte uppfylls.	Påverkan på vattenmiljö samt bottenflora- och fauna, fisk och marina däggdjur beskrivs i avsnitt 7.1–7.3. Då påverkan bedömts som försumbar till liten bedöms några danska ytvattenförekomster eller havsområden inte påverkas av vindparken. Vindparken påverkar inte några grundvattenförekomster. Vindparken bedöms därmed inte påverka den

	Vandmiljø og Friluftsliv anser att MKB bør redogöra för gränsöverskridande påverkan gällande ytvattenförekomster, grundvattenförekomster och danska havsområden. Vandmiljø og Friluftsliv lyfter att kumulativa effekter behöver beskrivas i MKB.	danska havstrategin eller fastlagda miljömål (se även avsnitt 10.4). Kumulativa effekter för anläggnings-, drift- och avvecklingsfas, relaterat till andra tillståndsgivna eller planerade vindkraftparker samt övriga verksamheter i området beskrivs i kapitel 8.
--	---	---

1.3.2. Synpunkter från övriga länder

Estland (Ministry of the Environment) har i sitt svar avseende Esbonotifieringen angett att samrådshandlingarna kommit myndigheter och icke-statliga organisationer till del, samt varit föremål för en allmän redovisning. Estland har på basis av inkomna synpunkter och en egen bedömning bedömt att Estland inte behöver vara del av det fortsatta Esbosamrådet men att Estland, om MKB:n skulle översättas till engelska, gärna emotser en kopia.

Finland (Miljöministeriet) har angett att projektet sannolikt inte medför en betydande gränsöverskridande påverkan i Finland och att Finland inte kommer att medverka i Esbosamrådet.

Lettland (Environment State Bureau of the Republic of Latvia) har yttrat att synpunkter inhämtats från berörda departement och myndigheter och kommit till slutsatsen att projektet inte kommer att ha betydande gränsöverskridande effekter för Lettland, och att ett fortsatt deltagande i miljöbedömningsprocessen därför inte kommer att vara aktuellt för Lettland. De önskar dock hållas underrättade om projektet och resultaten från miljöbedömningsprocessen.

Polen (Department of Environmental Impact Assessment) har i sitt yttrande angett att samrådshandlingarna kommit berörda myndigheter tillhanda. Polen kommer inte att delta i Esbosamrådet med hänsyn till att inga betydande gränsöverskridande effekter uppkommer genom projektet. Synpunkter avseende påverkan på marina däggdjur och fåglar lyfts, men anger att det inte är troligt att projektet kommer att påverka polska Natura 2000-områden samt att de undersökningar avseende fåglar som görs för projekt Galatea-Galene är värdefulla för att få en bättre kunskap om hur havsbaserad vindkraft kan påverka den marina miljön. Polen önskar ta del resultaten från miljöbedömningen.

Med anledning av önskemål om att ta del av resultat från Esbo-MKB:n kommer OX2 att ta fram en engelsk version av den icke-tekniska sammanfattningen som Naturvårdsverket kan tillhandahålla länderna.

1.4. Nationella prövningar

1.4.1. Pågående prövningar

Parallellt med förevarande Esbosamråd fortlöper de nationella prövningarna av vindpark Galatea-Galene. OX2 har under slutet av 2021 och början av 2022 ingett ansökningar om tillstånd enligt följande:

- Tillstånd enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken (Natura 2000-tillstånd) för verksamhetens påverkan på Natura 2000-områdena Fladen (SE0510127), Lilla Middelgrund (SE0510126) respektive Stora Middelgrund och Röde bank (SE0510186).

Ansökan om Natura 2000-tillstånd prövas av Länsstyrelsen i Hallands län.

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

Ansökan om tillstånd till vindparken enligt SEZ prövas av regeringen (ansökan handläggs av Miljödepartementet).

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

Ansökan om tillstånd till utläggning av undervattenskablar prövas av regeringen (ansökan handläggs av Näringsdepartementet).

1.4.2. Kommande prövningar

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

2. Avgränsningar

2.1. Verksamheten

Denna rapport omfattar påverkan och konsekvenser av gränsöverskridande karaktär till följd av att vindpark Galatea-Galene etableras, med tillhörande verksamheter och installationer.

Följdverksamheter till vindparken utgörs i huvudsak av anslutningskablar till land och fartygstrafik till och från vindparken. Anslutningskablar bedöms inte medföra någon gränsöverskridande påverkan på grund av dess lokalisering längre bort från angränsande länder samt dess begränsade omgivningspåverkan, varför dessa inte konsekvensbedöms i denna Esborapport. Fartygstrafiken behandlas under respektive konsekvensavsnitt i kapitel 7.

Vidare gäller följande utgångspunkter för verksamheten:

- Vindparken kommer att omfatta upp till 101 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 340 meter, som placeras inom området baserat på fundaments- och teknikval samt med hänsyn till övriga intressen och platsspecifika bottenförhållanden.
- Den tekniska utvecklingen av bland annat 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 så kallat worst case. Med worst case avses att beskriven påverkan och bedömda konsekvenser i praktiken inte kan bli större än vad som beskrivs i denna MKB. Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön. För olika påverkansfaktorer bedöms olika worst case. I avsnitt 5.3.1 redovisas worst case för olika påverkansfaktorer kopplat till berörda mottagare.

2.2. Geografisk avgränsning

Konsekvensbedömningarna omfattar det geografiska område som kan påverkas av den sökta verksamheten och som bedömts vara relevant att utreda. Detta innefattar såväl det direkta påverkansområdet där verksamheten bedrivs och där fysiska åtgärder vidtas som kringliggande områden där en påverkan kan påvisas, exempelvis anslutande havsområden, omkringliggande farleder 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. Denna Esbo-MKB utgör en redogörelse över den påverkan som kan vara gränsöverskridande.

2.3. Miljöaspekter och tidsskeden

De miljöaspekter som beskrivs och bedöms i denna Esbo-MKB, och som alltså är miljöaspekter som kan ha en gränsöverskridande effekt, listas i Tabell 3. Miljökonsekvenser beskrivs och

bedöms för anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Vilka faser som bedömts relevanta för respektive aspekt ses i Tabell 2. För beskrivning av respektive fas se kapitel 4.

Tabell 2. Aspekt respektive för vilken fas dessa konsekvensbedöms.

Aspekt	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Bottenflora- och fauna	x	x	x
Fisk	x	x	x
Marina däggdjur	x	x	x
Fågel	x	x	x
Fladdermöss		x	
Landskapsbild		x	
Rekreation och friluftsliv		x	
Yrkesfiske	x	x	
Sjöfart	x	x	x
Risk och säkerhet	x	x	x
Militära områden		x	
Klimatpåverkan	x	x	x
Ekosystemtjänster	x	x	x

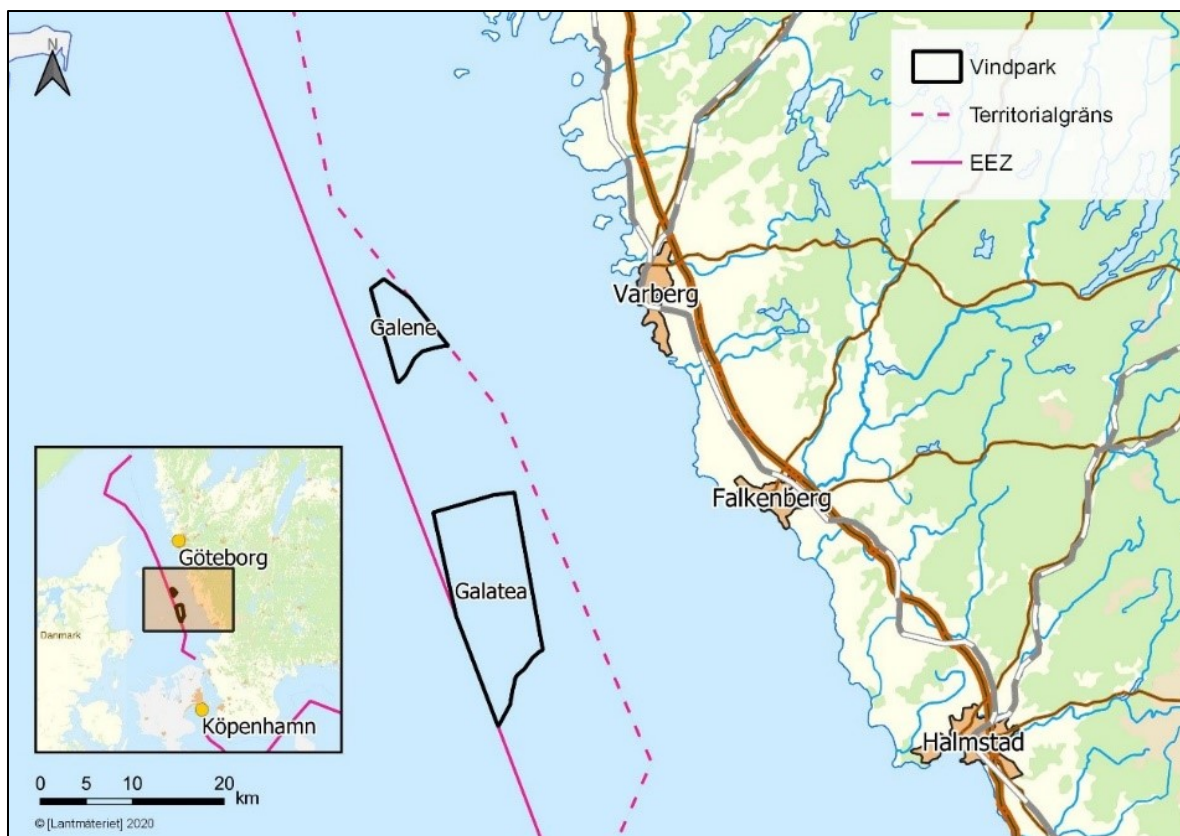
Ingen risk för gränsöverskridande effekter har bedömts kunna uppstå ifråga om kulturmiljö, luftfart och radio- och telekommunikation, varför dessa aspekter inte omfattas av denna rapport.

3. Lokalisering och omgivningsbeskrivning

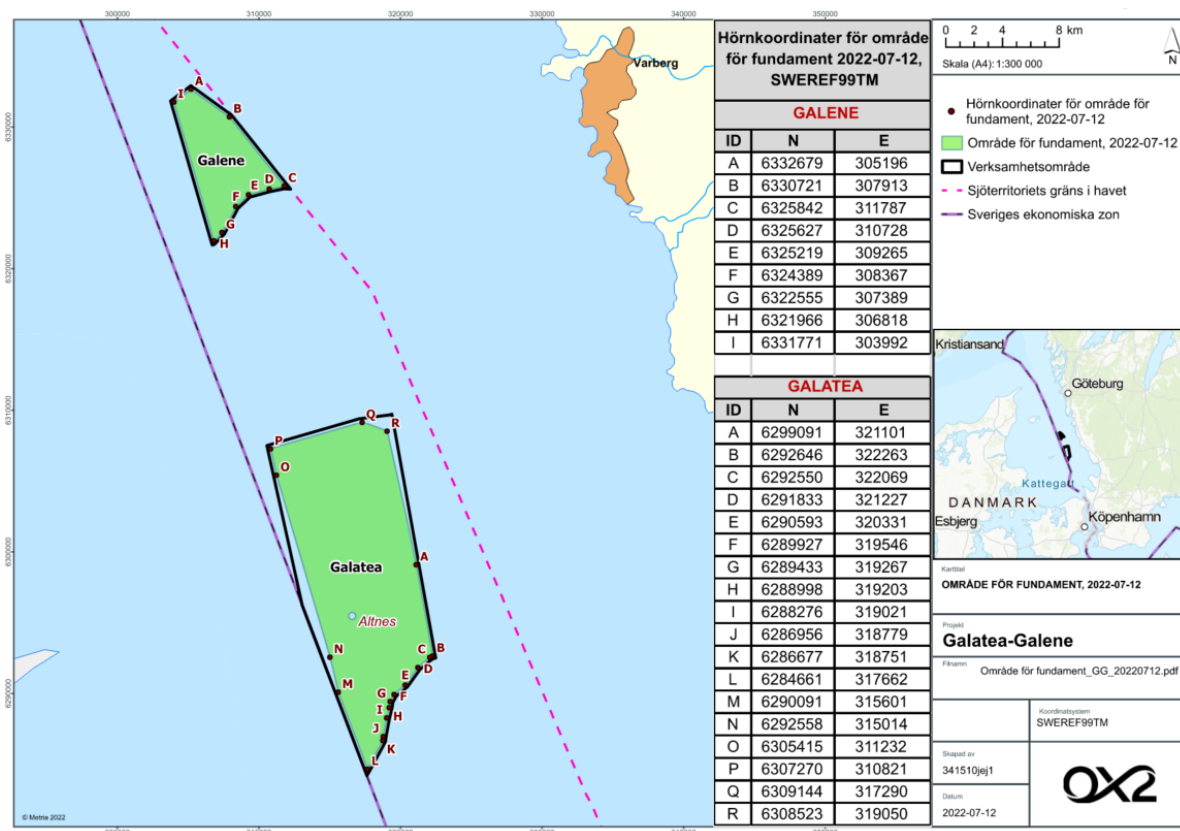
3.1. Lokalisering

Den planerade vindparken Galatea-Galene ligger i Kattegatt, inom Sveriges ekonomiska zon. Området består helt av öppet hav och saknar öar. Enligt Havs-och vattenmyndighetens havsplan för Kattegatt ligger Vindpark Galatea-Galene inom utsjöområde Halmstad till Kungsbacka. Området har beteckningen "generell användning" (G) där ingen särskild användning har företräde.

Vindparken planeras att bestå av två delområden, Galatea och Galene, se Figur 2 nedan. Delområdet Galatea är cirka 173 km² stort och ligger cirka 24 km väster om Falkenberg. Delområdet Galene är cirka 42 km² stort och ligger cirka 21 km väster om Varberg.

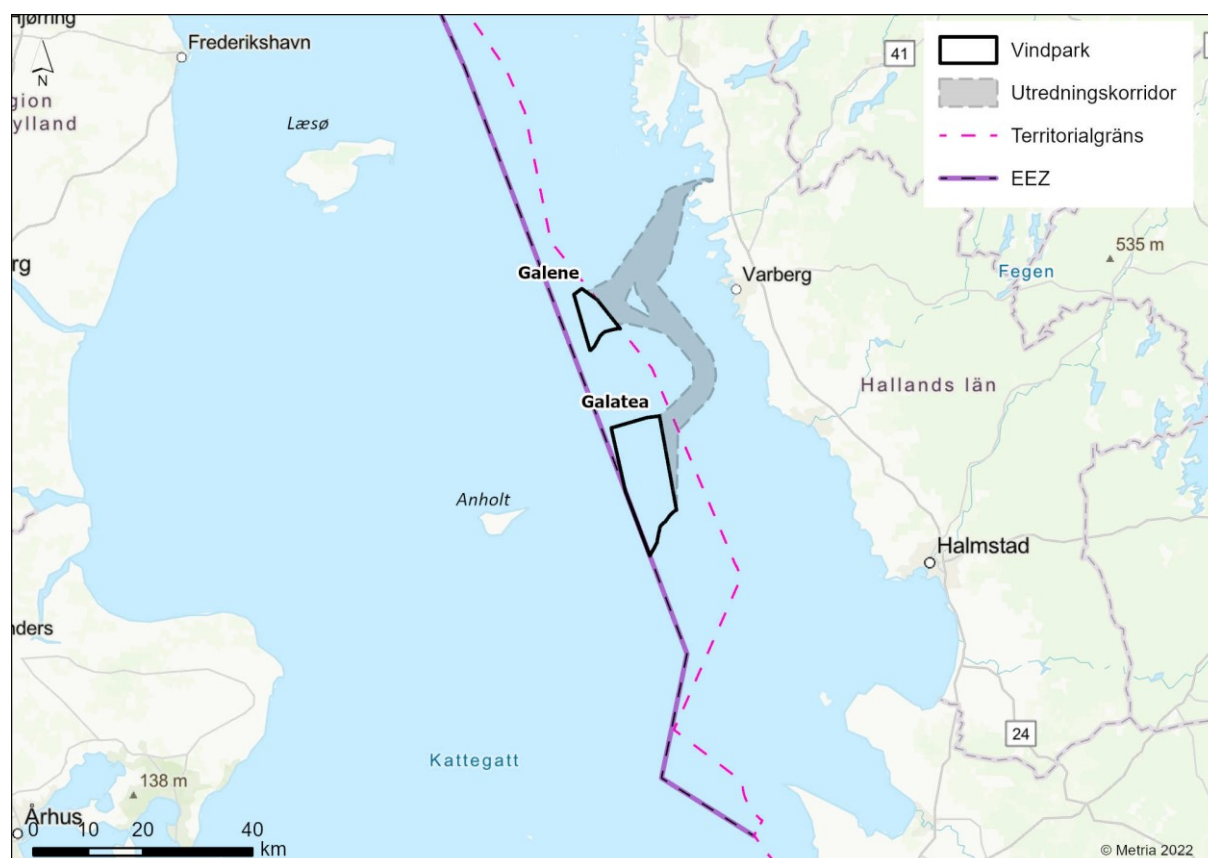


Figur 2. Lokalisering av vindpark Galatea-Galene.



Figur 3. Karta över område inom vilket fundament kommer att anläggas.

Den i nuläget mest troliga anslutningspunkten av vindparken till transmissionsnätet som identifierats är vid Ringhals i Varbergs kommun. Anslutningskablar till en anslutningspunkt vid Ringhals planeras anläggas inom de kabelkorridorer som visas i Figur 4. Totalt kommer 2–6 anslutningskablar att anläggas. Kabelkorridorerna som undersöks är cirka 4–7,5 km breda, men planerade kablar tar endast ett fåtal meter av havsbotten i anspråk. Den närmare placeringen av anslutningskablar inom dessa korridorer kommer fastställas efter närmare undersökningar och detaljprojektering samt efter att Svenska kraftnät anvisat anslutningspunkt. Som anges i avsnitt 2.2 kommer anslutningskablar att provas i särskild ordning.



Figur 4. Vindpark samt utredningskorridorer för anslutningskablar.

3.2. Natura 2000

I närområdet av planerad vindpark ligger flera Natura 2000-områden som är utpekade enligt art- och habitatdirektivet (SCI)³ och/eller fågeldirektivet (SPA)⁴, se Figur 5. De Natura 2000-områden som ligger närmast Galatea-Galene är Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank.

Andra svenska Natura 2000-områden i Kattegatt är Morups bank som ligger 9 km öster om Galatea, Balgö som ligger 11 km öster om Galene samt Nordvästra Skånes havsområde som ligger direkt söder om Stora Middelgrund och Röde bank. Dessa områden har inte bedömts påverkas av planerad vindpark och tillhörande interna kabelnät.

Närliggande Natura 2000-områden i danska vatten är Kims Top og den Kinesiske Mur, 3 km väster om Galene, samt Farvandet nord for Anholt och Anholt og havet nord for, 7 km väster om Galatea. Söder om Galatea ligger på den danska sidan Natura 2000-området Store Middelgrund. Ett danskt Natura 2000-område som bland annat ersätter Kims top og den Kinesiske Mur, Farvandet nord for Anholt och Anholt og havet nord for pekades ut i november 2021. Området heter "Nordvestlige Kattegatt" och är som närmast beläget 3 km väster om Galene (se Figur 5). Det finns ännu ingen Natura 2000-plan för området men utpekade arter finns framtaget. I Tabell 3 redovisas svenska och danska Natura 2000-områden, för danska områden redovisas både de tidigare utpekade områdena samt det nya "Nordvestlige Kattegatt" som ska ersätta delar av dessa.

Tabell 3. Intilliggande Natura 2000-områden med utpekade naturtyper och arter (avgränsat till de naturtyper som är belägna i vatten).

Natura 2000-område	Utpekade naturtyper	Utpekade arter
Fladen (SE0510127)	Rev (1170) Sandbankar (1110) Bubbelrev och undervattenskratrar (1180)	Tumlare (1351)
Lilla Middelgrund (SE0510126)	Rev (1170) Sandbankar (1110)	Tumlare (1351) Sillgrissla (A119) Tordmule (A200) Tretåig mås (A188)
Stora Middelgrund och Röde bank (SE0510186)	Rev (1170) Sandbankar (1110) Bubbelrev och undervattenskratrar (1180)	Tumlare (1351)
Kims top og den kinesiske mur (danskt, DK00VA247)	Rev (1170) Bubbelrev (1180)	Tumlare (1351)
Anholt och havet nord for (danskt, DK00DX146, innehåller habitatområde och fågelskyddsområde)	Sandbankar (1110) Laguner (1150)	Tumlare (1351) Gråsäl (1364) Knubbsäl (1365)

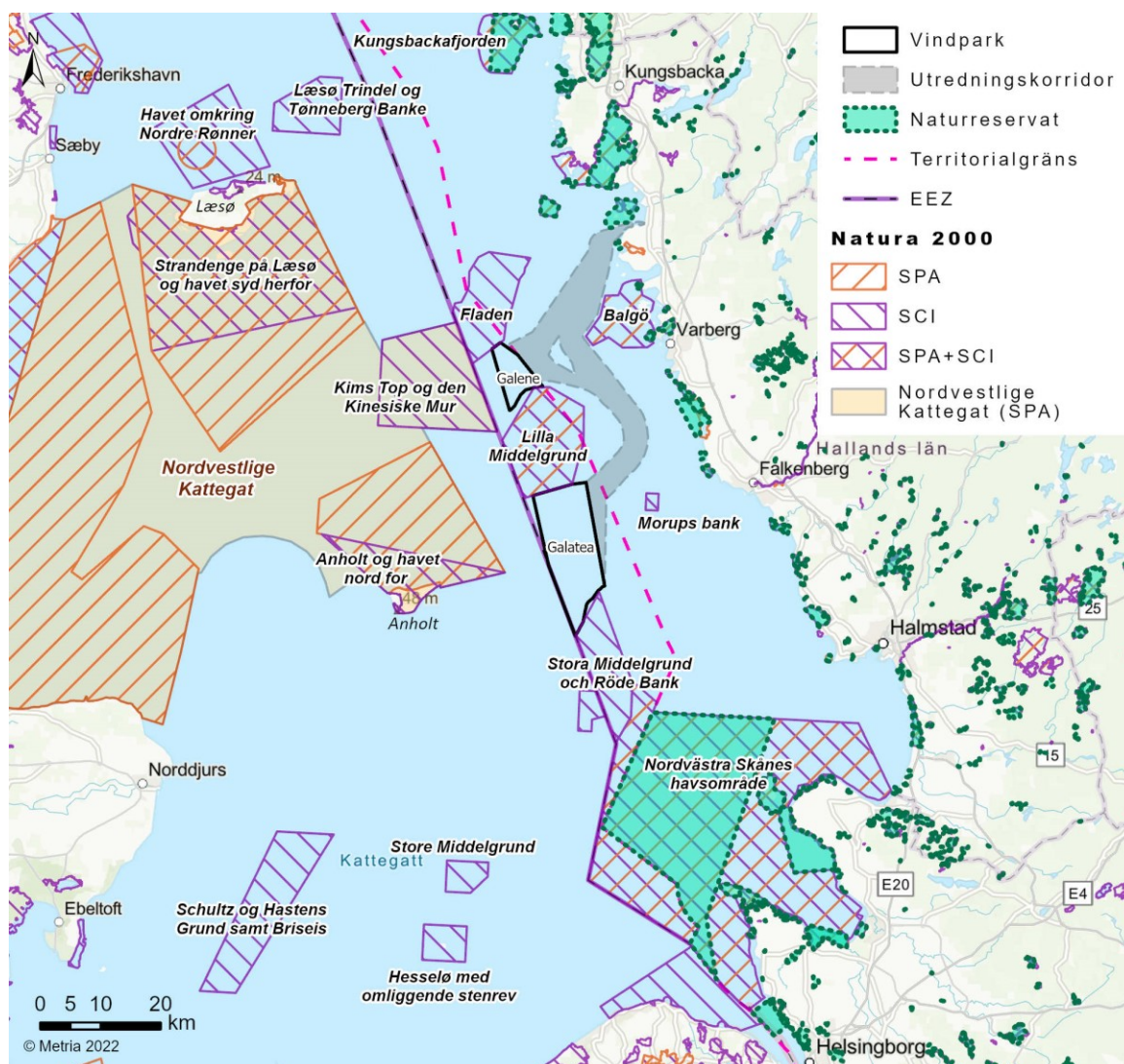
³ Rådets direktiv 92/43/EEG av den 21 maj 1992 om bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter.

⁴ Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/147/EG av den 30 november 2009 om bevarande av vilda fåglar.

Farvandet nord for Anholt (dansk, fågelskyddsområde inom samma Natura 2000-område som ovan)		Silvertärna (A194) Småtarerna (A195) Svärta (A066) Sjöorre (A065) Ejder (A063)
Stora Middelgrund (dansk, DK00VA250)	Sandbankar (1110) Rev (1170) Bubbelrev (1180)	Tumlare (1351)
Nordvestlige Kattegat (dansk, DK00FC371)		Skärfläcka (A132) Kärnsnäppa (A466) Silvertärna (A194) Småtarerna (A195) Svärta (A066) Sjöorre (A065) Ejder (A063) Jorduggla (A222) Törnskata (A338) Kentsk tärna (A191) Grönben (A166) Trana (A127) Myrspov (A157) Ljusbukig prutgås (A046) Mörkbukig prutgås (A046) Smålom (A001)

Potentiell påverkan som den planerade vindparken kan ha på Natura 2000-områden beror delvis 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-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank. Påverkan på dessa områden prövas inom ramen för en tillståndsprövning enligt 7 kap. 28 a § miljöbalken (Natura 2000-tillstånd). Påverkan på de danska Natura 2000-områden som anges i Tabell 3 beskrivs i kapitel 7.



Figur 5. Översikt av närliggande Natura 2000-områden och naturreservat, här med det nya danska Natura 2000-området "Nordvestlige Kattegat". Områden med beteckning SPA (orange skrafferat) omfattar områden enligt fågeldirektivet och områden med beteckning SCI (lila skrafferat) omfattar områden enligt art-och habitatdirektivet.

3.3. Bottenförhållanden

I detta avsnitt beskrivs bottenförhållanden inom vindparken Galatea-Galene. Bottenförhållanden är avgränsade till vattendjup och botten-topografi, botten-substrat, sedimentens status samt den djupare geologin.

Det finns god kännedom om botten-substrat, geologi och djupförhållanden inom vindparken utifrån undersökningar som gjorts inom ramen för projektet samt undersökningar gjorda av Sjöfartsverket samt SGU. Det finns även kännedom om närområdet från befintliga och planerade havsbaserade vindparker i danskt vatten (Anholt och Hesselø).

3.3.1. Vattendjup och botten-topografi

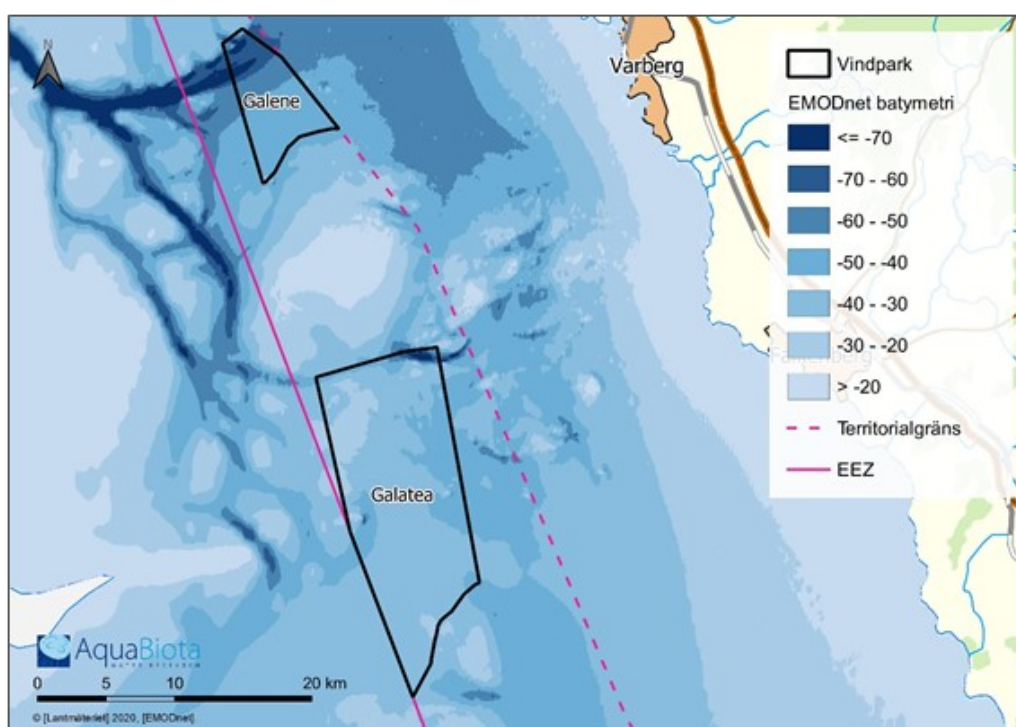
Kattegatt är ett relativt grunt havsområde med ett medeldjup på 23 meter, som utgör ett gränsområde mellan Östersjöns bräckta vatten och Nordsjöns marina förhållanden. Nära den svenska kusten varierar vattendjupet mellan cirka 30–60 meter medan det längs den danska kusten varierar mellan cirka 10–20 meter. Det största djupet i Kattegatt är över 100 meter.

Vindparken Galatea-Galene är lokaliserad i djupare utsjöområdena i svenska Kattegatt, mellan bankarna Fladen, Lilla Middelgrund och Stora Middelgrund.

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 de två delområdena. I Figur 6 redovisas djupförhållandena i vindparken samt närområde.

Vattendjupet inom delområdet Galatea varierar mellan 23 och 83 meter, där medeldjupet är cirka 35 meter. Havsbotten inom Galatea är relativt plan med undantag för några lokala erosionsdalar. Den största erosionsdalen förekommer i det nordöstra hörnet, där också den djupaste delen av Galatea är belägen, och lutning av havsbotten är relativt brant. Det förekommer även några mindre erosionsdalar i de centrala västra och centrala östra delarna av Galatea. Den grundaste delen av Galatea är det nordvästra hörnet.

Vattendjupet inom Galene varierar mellan 18 och 96 meter, där djupet ökar i nordvästlig riktning. I det nordvästra hörnet finns en tydlig erosionsdal och där är djupet som störst och lutningen av havsbotten är brant.



Figur 6. Karta över djupförhållandena i vindparken samt närområdet, där mörkare blå färg indikerar djupare områden.

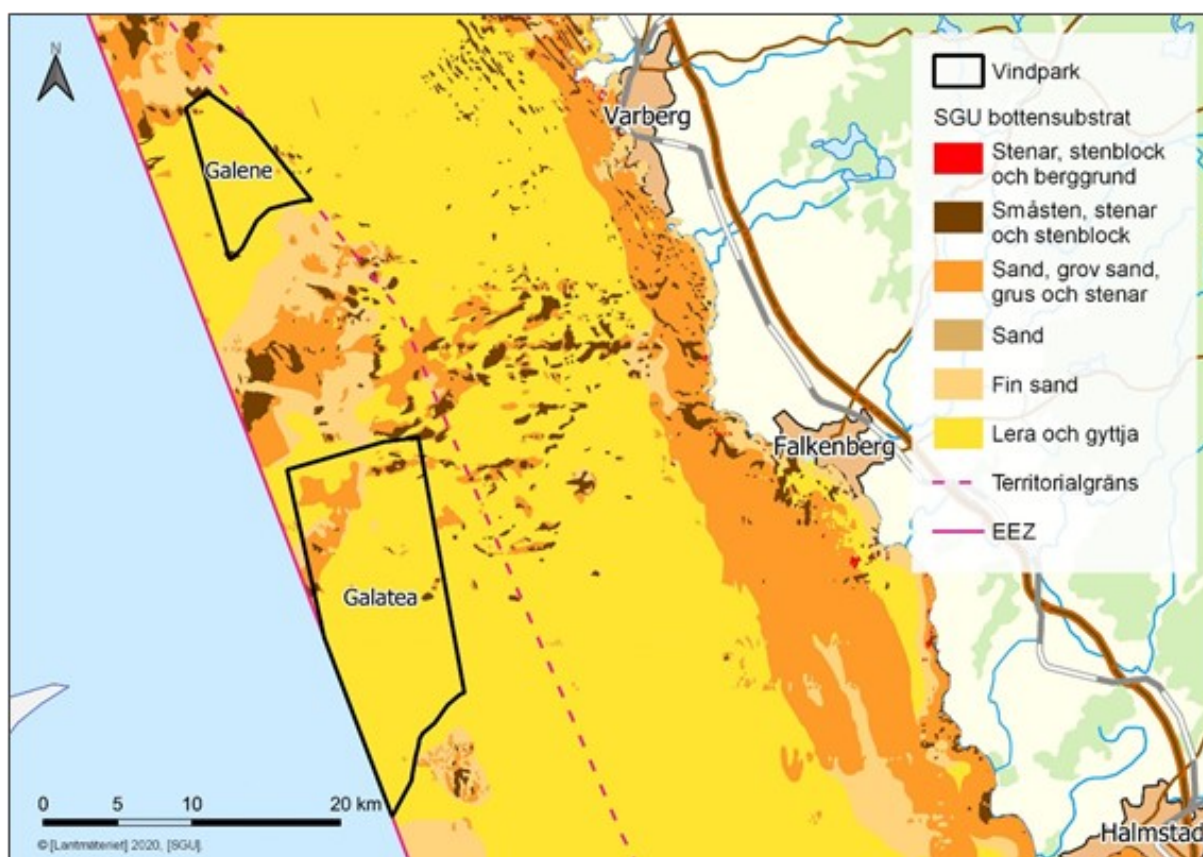
3.3.2. Bottensubstrat

För vindparksområdet har SGU:s Maringeologi 1:100 000 använts för att beskriva bottensubstraten inom vindparken. Egna undersökningar genom drop-video, bottenhugg och provtagning har genomförts för att verifiera och komplettera existerande data (referensrapporter R.1, R.25 och R.26).

Området som omfattas av vindpark Galatea-Galene domineras av djupa mjukbottnar med högt inslag av lera, vilket indikerar att vindparksområdet till största delen utgörs av ackumulationsbottnar. En ackumulationsbotten är en bottenyta där material tillförs och ackumuleras över tid. I båda delområdena förekommer även mindre områden med sand- och hårbottenssubstrat.

Delområdet Galatea har botten substrat som domineras av lera, med undantag för grundare områden i delområdets nordvästra delar som till större delen utgörs av sand, grus och stenar. I den nordöstra delen av Galatea finns även ett mindre område med stenar och stenblock. Bottenhugg från vindparksområdet tyder även på att mjukbottenssamhället *Brissopsis/A.chiajei* är vanligt förekommande.

I den nordvästra delen av Galatea bedöms det finnas både erosions- och transportbottnar. Enligt information från lokala fiskare undviker fiskare delvis att bottentråla i den delen av Galatea då substratet (här finns bland annat sten och stenblock) innebär en ökad risk för skada på trålredskap (vilket också syns i Figur 7). Trålning sker till viss del där det finns mjukare substrat och mellan block och stenar. Detta bekräftar indikationen att substratet utgörs åtminstone delvis av grövre fraktioner så som block och sten. I delområde Galene domineras också botten substraten av lera, med inslag av sand och block i delområdets grundare delar längst i norr samt längst ner i sydväst.



Figur 7. Karta över botten substrat för Galatea-Galene, där mörkare färger indikerar hårdare substrat.

3.3.3. Status på sediment

Bottarna inom Galatea-Galene domineras 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.

Samtliga ytsediment i utsjön omkring Sverige innehåller miljögifter, men halten varierar mellan olika områden. Halten av miljögifter är generellt lägre på västkusten än i Östersjön på grund av den större vattenomsättningen i västerhavet. Högre halter är också vanligare närmare kusten än längre ut. I Kattegatt visar undersökningar att botten har gynnsamma förhållanden för bentiska organismer och att de organiska miljögifterna minskat och visar en nedåtgående trend. Detta gäller även flera miljögifter uppmätta i organismer (Apler och Josefsson 2016, Havsmiljöinstitutet 2016).

Provtagningar med avseende på miljögifter har tagits inom Galatea av SGU, på fyra lokaler mellan åren 1986 och 1993. Samtliga prover är tagna i det ytliga sedimentet (0–10 eller 0–20 mm) och har analyserats med avseende på utvalda grundämnen (bland annat metaller) och organiska föreningar såsom PCB:er, DDT och dess nedbrytningsprodukter, HCH, HCB, klordan samt PAH:er. Av de fyra provlokaler inom Galatea återfinns högst halter av de analyserade miljögifterna i lokalerna närmast respektive längst ifrån kusten. Samtidigt har lägst halter av miljögifter hittats vid den nordligaste lokalen. Då proverna togs för cirka 30 år sedan innebär det att de halter som vid denna tidpunkt var ytliga sediment nu har överlagrats med ytterligare några centimeter. I den aktuella delen av Västerhavet kan pålagringen av bottensediment vara mycket hög, mer än 5 mm per år i djuphålorna.

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 samtliga föroreningar inom klasserna 1–3 (mycket låg halt – medelhög halt), förutom för PAH:n benso(b)fluoranten som visar på förhöjda halter (klass 4, hög halt) vid den östligaste lokalen. Trots att benso(b)fluoranten påvisar förhöjda värden i en provlokal inom Galatea visar den sammanlagda koncentrationen av PAH:er inte på förhöjda värden vid någon av provlokalerna. Övriga organiska miljögifter ligger inom det intervall som påträffats i sediment inom övriga havsområden utmed den svenska kusten. Därmed anses halterna av de organiska miljögifterna som normala för utsjösediment med ackumulationsbotten inom svenska havsområden.

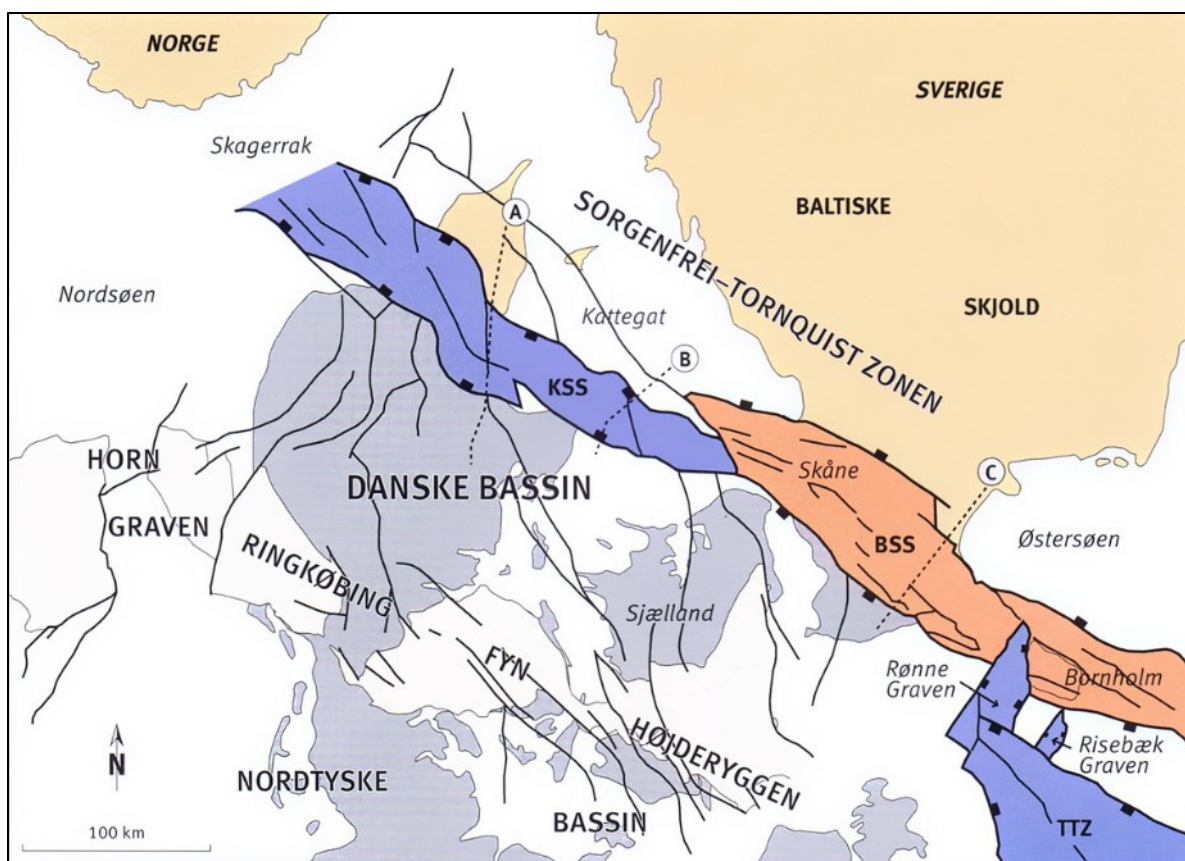
Under hösten 2021 och våren 2022 utfördes sedimentprovtagning inom området för vindpark Galatea-Galene (AquaBiota 2021, NIRAS 2022). Nedan sammanfattas resultatet från dessa referensrapporter, R.1 och R.25. Totalt provtogs åtta stationer inom vindparken varav fem inom Galatea och tre inom Galene, se Figur 8. Bottensedimenten samlades in för att kunna jämföra halter med svenska bedömningsgrunder och gränsvärden. Resultatet från provtagningen bekräftar den övergripande bilden enligt SGU:s tidigare undersökningar vad gäller sedimentens halter av metaller och organiska föreningar. Resultaten visade inte något överskridande av gränsvärden som anges för aktuella organiska miljögifter och metaller i Havs- och vattenmyndighetens författningssamling (2019:25).



Figur 8. Provtagningspunkter för miljögifter utförda av AquaBiota Water Research ytprovtagning (punkt 1-8) under augusti och september 2021, kompletterande djupare skikt maj 2022 (punkt 2, 5 och 7), samt provtagningslokaler av organiska miljögifter tagna av SGU mellan 1986 och 1993.

3.3.4. Geologi

Kattegatt ligger i sprickzonen mellan den Baltiska Skölden (Fennoskandiska) och den Danska Bassängen (Gravesen, 2009). Sprickzonen går i en nordvästlig till sydöstlig riktning och kallas Sorgenfrei-Tornquists sprickzon eller Tornquistska zonen. Sprickzonen kännetecknas av intensiv förkastning och deformation. Den senaste tektoniska händelsen var en inversion under sena kritaperioden. Kritlagren som är mäktiga söder om sprickzonen är mycket tunna inom zonen och saknas helt i ett område runt den danska ön Anholt.



Figur 9. Sorgenfrei-Tornquists sprickzon (Gravesen, 2009).

Sprickzonen är fortfarande aktiv, då det fortsatt förekommer skalv. Det senaste märkbara jordskalvet inträffade 2012 cirka 5 km sydöst om Galatea med en magnitud på 4.3 på Richterskalan. 1985 och 1986 inträffade två skalv cirka 20 respektive 25 km söder om Galatea med magnitud 4,6 respektive 4,2 på Richterskalan.

Baserat på maringeologiska kartor och den analys OX2 har låtit genomföra av SGU:s geologiska profiler, kan det konstateras att följande jordtyper förekommer inom parkområdet, se Tabell 4. Inom varje delområde förekommer variationer i utbredning och tjocklek av de förekommande jordtyperna.

Tabell 4. Jordarter inom vindparken.

Enhet	Litologi	Tjocklek
Post-glacial lera	Mjuk och känslig lera som primärt består av lera, och organiska sediment (gyttja) och gyttjeler	Galatea. 0–10 meter Galene: 0–30 meter
Glacial lera	Styv lera	Galatea. 10–40 meter Galene: 30–70 meter
Lera till gyttja	Lera blandat med större stenar, grus och mindre stenar	Galatea. 40–70 meter Galene: 70–100 meter

Galene

Tre geologiska tvärsnitt täcker de norra, centrala och södra delarna av Galene (Geologiska sektioner, Maringeologiska Kartan 05B Lilla Middelgrund-Varberg SGU Ser. Am nr 5). I den nordöstra delen består det översta lagret av 10 meter mjuk lera och gyttja, följt av upp till 40 meter glacial lera som täcker ett äldre lager av glacial lera och silt. I nordvästra Galene förekommer inte den organiska lera och endast ett tunt lager av glacial lera täcker äldre glacial varvig lera och silt. Centralt i den norra delen av Galene finns grunda gasfickor. Den centrala delen av Galene kännetecknas av 15 meter organisk lera och gyttja, 35 meter glaciallera som täcker äldre glacial varvig lera och silt. Tjockleken av den organiska lera och gyttjan minskar mot den östra delen av området varefter den nästan upphör. Den södra delen av Galene består överst av fem meter organisk lera och gyttja, följt av 20 meter glacial lera och därefter fem meter glacial fin sand och silt som täcker den äldre glaciala varviga lera och silten.

Galatea

Tre geologiska tvärsnitt (Geologiska sektioner, Maringeologiska Kartan 05B Lilla Middelgrund-Varberg SGU Ser. Am nr 5) täcker de centrala och norra delarna av Galatea. Det översta lagret består av cirka 20 meter organisk lera och gyttja följt av 15 meter glacial lera som täcker ett äldre lager av glacial varvig lera och silt. I nordöstra Galatea observeras ingen gyttja. Här finns cirka 15 meter glacial lera till som täcker den glaciala varviga lera och siltskiktet. I den centrala västra delen av Galatea finns 30 meter glacifluviala avlagringar som täcker den glaciala varviga lera och siltskiktet. I det centrala östra området av Galatea observeras 15 meter organisk lera och gyttja följt av 25 meter glacial lera, som täcker ett äldre lager av glacial varvig lera och silt. Cirka 4,5 km öster om de centrala delarna av Galatea har grunda gasfickor observerats.

3.4. Hydrografi och vindförhållanden

Strömförhållanden

I Kattegatt är det främsta permanenta strömsystemet den baltiska strömmen som kommer från Östersjön och transporterar bräckt vatten ut till Skagerrak. Den baltiska strömmen förstärks på vägen mot Skagerrak med inflöden från både Göta älv och Nordre älv och möter sedan den Jutska strömmen i norra Kattegatt. Den Jutska strömmen kommer ifrån Nordsjön, via Jyllands västkust, och transporterar vatten med en betydligt högre salthalt, in till Kattegatt. Generellt har ytströmmar en högre hastighet medan djupvattenströmmar rör sig mycket långsammare (SMHI, 2011). Vattnet i området strömmar framför allt i östlig riktning, vilket gäller för hela vattenkolumnen. När det bräckt vatten från Östersjön når det saltare vattnet uppstår ett språngskikt, en så kallad haloklin. Haloklinen i Kattegatt är stabil året om och ligger på cirka 1015 meters djup. Strömhastigheten i Galatea-Galene är låg och ligger på ett genomsnitt lägre än 0,1 m/s, samt har ett årligt maximum på cirka 0,5 m/s (ERA5).

Salthalt, temperatur och syrehalt

CTD-undersökningar (konduktivitet, temperatur och djup) har genomförts vid fyra tillfällen under 2020–2021 (november 2020 samt juni, augusti och september 2021) vid 26 stationer inom Galatea-Galene för att studera skillnader i salthalt, temperatur och syrehalt över olika säsonger. Som komplement till beskrivningen används även dataunderlag från SMHI:s utsjöstationer belägna norr och öster om vindparken, där mätningar av samtliga parametrar är pågående.

Salthalten i Kattegatts djupvatten är relativt stabil året om för hela det aktuella området, och ligger omkring 31–34 PSU (Practical Salinity Unit, en PSU motsvarar en promille, g/kg). Ytlagret är betydligt sötare där salthalten varierar mer under året, med en högre salthalt under vintern och en lägre under sommaren. Saliniteten vid ytan var som högst under mätningarna i augusti 2021 men minskade sedan betydligt till den lägsta uppmätta ytsaliniteten i september 2021. Saliniteten vid botten var relativt konstant under samtliga mättillfällen.

Vattentemperaturen inom vindparken varierar under året med högre temperaturer under sommaren och lägre under vintern, framför allt i ytvattnet. CTD-undersökningarna visade den högsta temperaturen vid ytan under augusti 2021 och den lägsta under november 2020. I november 2020 låg yttemperaturen på cirka 8–10 °C med en liten ökning med djupet till cirka 13 °C för samtliga stationer. I augusti 2021 låg yttemperaturen omkring 18 °C medan djupvattnet har en lägre temperatur, omkring 9 °C.

Genomförda mätningar inom ramen för OX2:s arbete visar en syrehalt på omkring 6–8 ml/l i parkområdets ytvatten. Mätningarna sträcker sig ned till 30–66 meters djup beroende på station, och visar inga syrefria bottenar i området. Inte heller enligt SMHI:s syrekarta förväntas syrefria bottenar förekomma i området. SMHI:s mätserier visar även att syrehalten är som högst under början av året (februari-mars) och som lägst under sensommaren (juli-september).

Siktdjup

Mätningar från SMHI vid två stationer belägna i närheten av Galatea-Galene visar att siktdjupet är som bäst under sommaren och tidig höst (juni-september) och som sämst under våren (februari-april). Vid mätstationen norr om Galene (benämnd Fladen) har det största siktdjupet, 12 meter, uppmätts i juli. Medelvärdet under de senaste 10 åren för denna mätstation är cirka 9,5 meter. Vid mätstationen nordost om Galatea har det största siktdjupet, 15 meter, uppmätts i september. Medelvärdet under de senaste 10 åren för denna mätstation är cirka 10 meter (SMHI 2021). Enligt den senaste regionala kustvattenkontrollen som Länsstyrelsen i Halland låtit genomföra var siktdjupet under sommarmånaderna 7 meter (Medins Havs och Vattenkonsulter 2020). För mätstationerna Anholt E och Falkenberg N14, som ligger vid Anholt respektive sydöst om Stora Middelgrund, har sikten för majoriteten av åren 1993–2019 bedömts vara bra (Länsstyrelsen Hallands län 2020a). Förutom naturlig grumling kan även mänskliga faktorer som exempelvis bottentrålning och muddring påverka siktdjup och grumling. I området för Galatea-Galene med närområde sker idag fiske med bottentrål, vilket utgör en källa till grumling.

Vindförhållanden

I vindparken bedöms den genomsnittliga vindhastigheten uppgå till cirka 9,5 m/s på 100 meters höjd över havet. Vindriktningen domineras av vindar från väst och sydväst, cirka 40 % av tiden (ERA5).

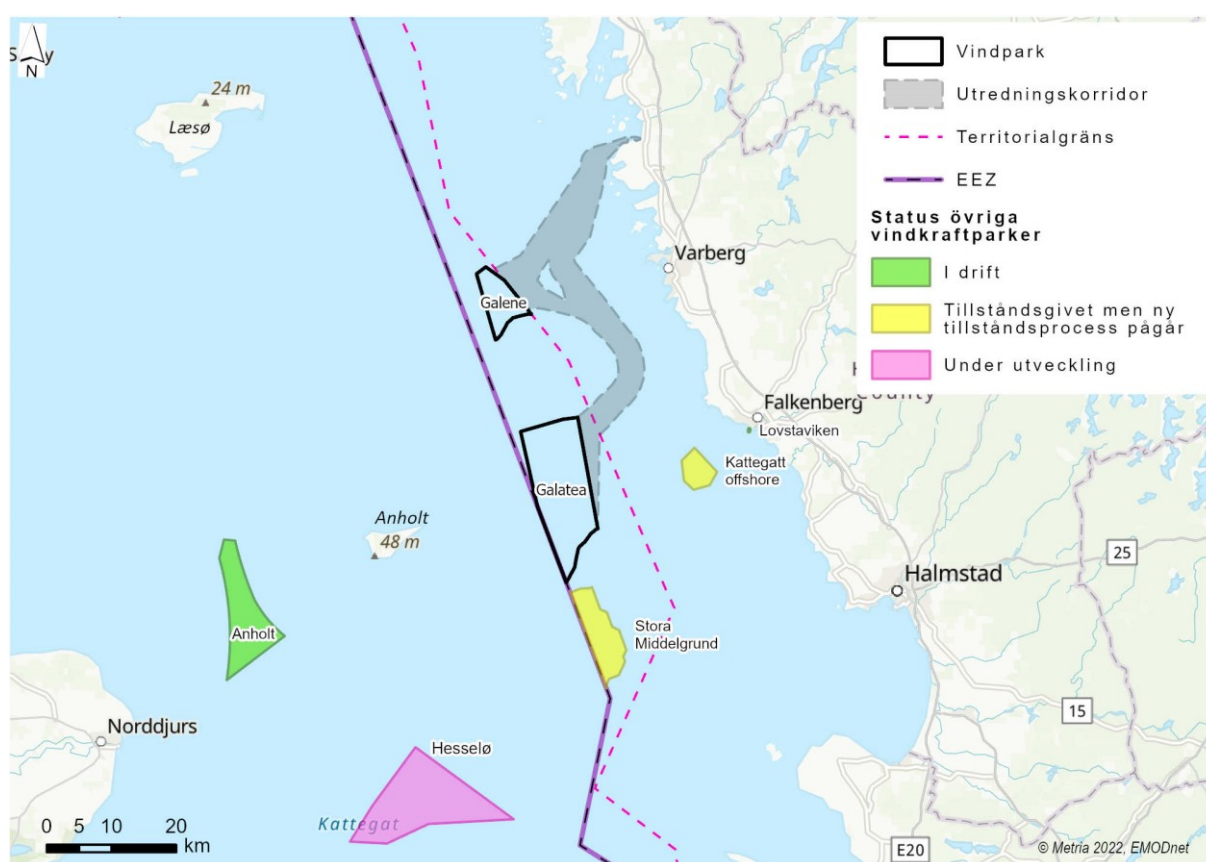
3.5. Närliggande verksamheter

3.5.1. Närliggande vindparker och projekt

Den närmaste befintliga vindparken är den danska parken Anholt, belägen cirka 20 km sydväst om ön Anholt med ett avstånd om cirka 45 km till Galatea-Galene. Vindparken vid Anholt består av 111 vindkraftverk och har varit i drift sedan år 2012.

I den svenska delen av Kattegatt planeras flera vindparker. En av dessa är projektet Kattegatt Offshore (projektägare Green Investment Group), cirka 15 km öster om vindpark Galatea-Galene, inom territorialvattnet. Projektet har sedan tidigare ett beviljat tillstånd men har ansökt om ett nytt tillstånd för högre och färre vindkraftverk.

En annan planerad vindpark är Stora Middelgrund (projektägare Vattenfall), belägen strax söder om Galatea. För Stora Middelgrund pågår tillståndsprövning för ett nytt tillstånd enligt SEZ samt ett Natura 2000-tillstånd. Ansökan för tillstånd enligt SEZ gavs in till regeringen under hösten 2020 och Natura 2000-tillståndsansökan till Länsstyrelsen i Hallands län under våren 2021. Vattenfall projekterar även vindpark Kattegatt Syd som överlappar med samma område som Galatea. Samråd för Kattegatt Syd pågick under vintern år 2021. Tillståndsansökan för projektet gavs in i juli 2021. I den danska delen av Kattegatt arbetar den danska energimyndigheten med planering och förstudier av vindparken Hesselø. Vindparken Hesselø ligger cirka 35 km sydväst om delområde Galatea.



Figur 10. Vindparker som är befintliga, tillståndsprövade och under utveckling i närheten av Galatea-Galene.

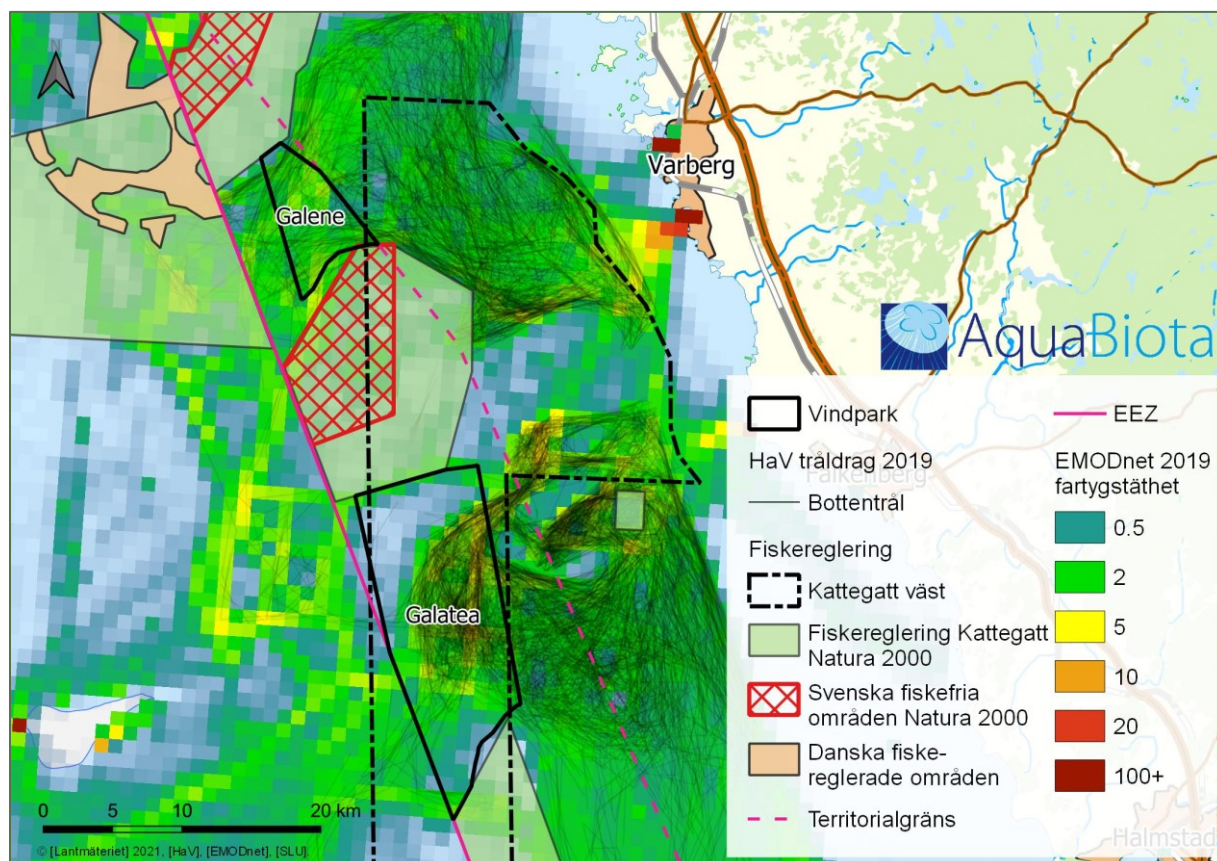
3.5.2. Fiske

Fiske förekommer i större delen av Västerhavet inklusive Kattegatt. I området kring Galatea-Galene pågår ett kommersiellt trålfiske (Havs- och vattenmyndigheten 2019, se Figur 11). Fisket utgörs framförallt av bottentrålning efter havskräfta. Utöver yrkesfisket i området trafikeras området även av fiskebåtar som rör sig mellan olika fiskeområden (AIS-data, EMODnet). För utförligare beskrivningar, se kapitel 7.

År 2009 inrättades ett antal fiskfria områden i Kattegatt som en konsekvens av bland annat torskens negativa utveckling i området. Fredningsområdet är uppdelat i tre zoner (se Figur 11)

med olika fiskebestämmelser där Galatea till stor del överlappar med zonen “buffertzon väst”, där fiske är tillåtligt utan särskilda restriktioner med undantag för januari-mars som utgör torskens mest intensiva lekperiod. Endast fiske med selektiva redskap som inte fångar torsk är då tillåtna inom detta område.

Fisket är även reglerat i delar av de skyddade Natura 2000-områdena i Kattegatt (Europeiska kommissionen 2022). Inom delar av de svenska skyddade områdena råder det ett totalt fiskeförbud medan det är möjligt att fiska med vissa typer av redskap i övriga delar. Inom delar av sex danska Natura 2000-områden i Kattegatt råder förbud att fiska med mobila bottenkontaktsredskap, se Figur 11.



Figur 11. Kartan visar det kommersiella trålfisket i området under 2019. Gråa streck visar drag med bottentrål från svenska båtar, även AIS-data på fartygstäthet från alla europeiska fiskefartyg i timmar per 1 km ruta, samt fiskereglerade områden, bland annat Kattegatt Väst som till stor del överlappar med delområdet Galatea.

3.5.3. Sjöfart

Sjöfarten i Kattegatt är omfattande och vältrafikerade farleder finns på respektive sida om den planerade vindparken. Farlederna väster och öster om både Galatea och Galene är av riksintresse för sjöfart med fartygstrafik till och från Öresund och Stora Bält. Statistik från området visar att cirka 35 000–38 000 fartygspassager sker årligen i de intilliggande farlederna som går på sidorna om vindpark Galatea-Galene (SSPA 2021), varav en stor del består av tankfartyg, bulkfartyg och general cargo-fartyg. Den intensiva sjöfarten i området innebär att buller och rörelser från fartygstrafik förekommer i området. Ytterligare information finns i kapitel 7.

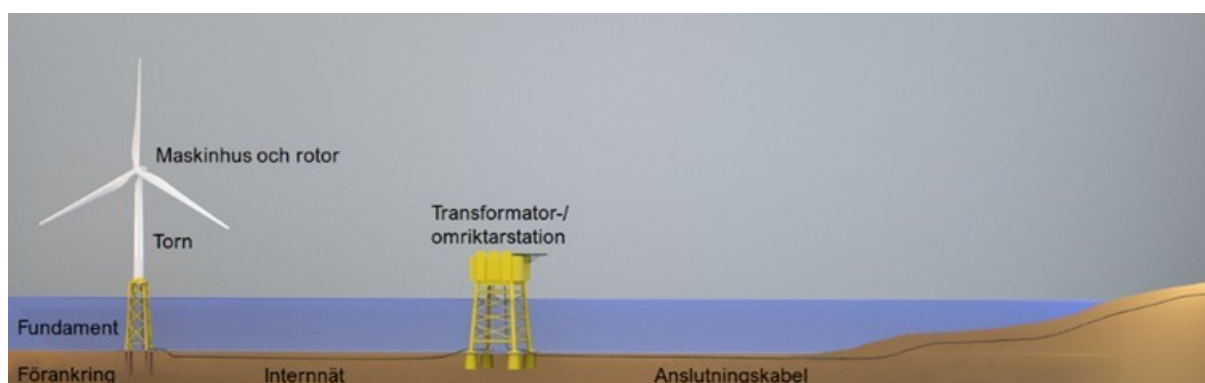
4. Verksamhetsbeskrivning

I detta kapitel beskrivs den sökta verksamheten och dess huvudkomponenter.

Inom vindkraftområdet sker en snabb och kontinuerlig teknikutveckling, vilket medför att mer kostnads- och miljöeffektiv teknik successivt blir tillgänglig. Detaljutformning av vindparken, inklusive slutligt fastställd placering av vindkraftverken, val av fundament och 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

En vindpark består i huvudsak av vindkraftverk monterade på fundament, vilka på olika sätt är förankrade i havsbotten, ett internt kabelnät som binder samman vindkraftverken till en eller flera transformatorstationer (eller omriktarstationer) samt anslutningskablar som för producerad elektricitet till en anslutningspunkt på land (se exempel i Figur 12). Runt fundamenten anläggs erosionsskydd.



Figur 12. Exempel på en vindparks olika delar.

En havsbaserad vindpark omfattar följande huvudsakliga komponenter.

- Vindkraftverk
- Fundament för vindkraftverk
- Sjökablar för internt kabelnät samt kommunikation mellan vindkraftverken och för anslutning av vindkraftparken till elnätet på land
- Fundament för havsbaserad transformator- eller omriktarstation, samt tillhörande överbyggnad (plattform)
- Erosionsskydd för fundament
- Mätmast

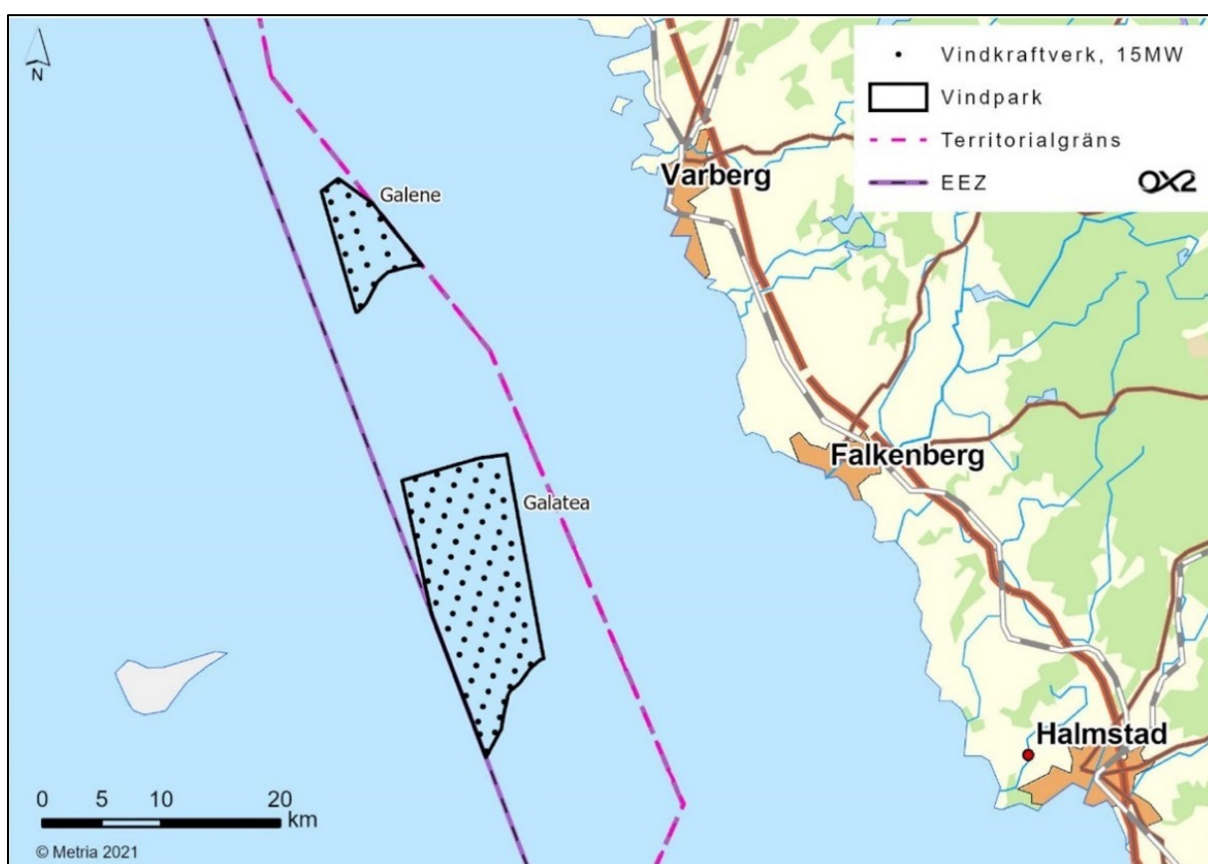
4.2. Parkutformning

Den planerade vindparken kommer ha en uppskattad total installerad effekt om cirka 1500–1700 MW och kommer att omfatta maximalt 101 vindkraftverk.

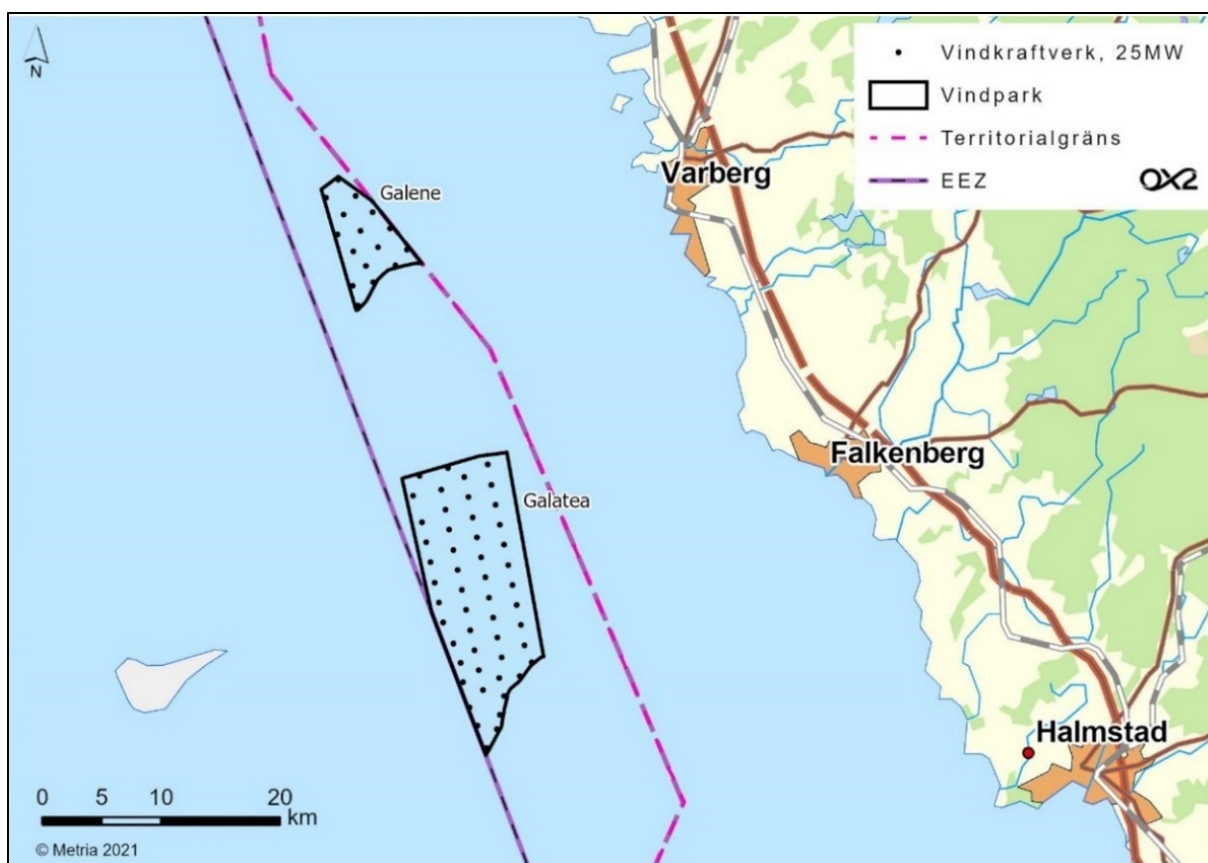
Vindparkens slutliga utformning kommer bland annat att bestämmas utifrån:

- Platsspecifika förutsättningar i form av geologi, vindmätningar, vågor och strömmar.
- De vindkraftverk och övrig teknik som finns tillgängligt vid tidpunkten för upphandling och byggnation.
- Optimering av elproduktion och kostnader.
- Av tillståndet satta begränsningar avseende dimensioner, villkor och omgivningspåverkan kopplat till exempel naturvärden, ljud, sedimentspridning och visuella intryck.

Vindkraftverk av olika storlek ger olika antal och olika utformning av en vindparks layout. I Figur 13 och Figur 14 presenteras två exempel på parklayouter för Galatea-Galene, 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. Minsta avstånd mellan vindkraftverken kommer vara fyra rotordiametrar. I Tabell 5 redovisas grundläggande uppgifter för de två olika layoutexemplen.



Figur 13. Exempel på layout för 101 vindkraftverk med en installerad effekt på 15 MW för respektive vindkraftverk inom vindpark Galatea-Galene.



Figur 14. Exempel på layout för 68 vindkraftverk med en installerad effekt på 25 MW för respektive vindkraftverk inom vindpark Galatea-Galene.

Tabell 5. Exempel på utformning av verksamheten och uppgifter om området.

	Exempel med 15 MW		Exempel med 25 MW	
	Galatea	Galene	Galatea	Galene
Antal vindkraftverk¹	80	21	52	16
Vindkraftverkens maximal totalhöjd	260 meter		340 meter	
Rotordiameter	230 meter		310 meter	
Minsta avstånd mellan vindkraftverk	Fyra rotordiametrar		Fyra rotordiametrar	
Frigång	30 meter		30 meter	
Estimerad kabellängd internkabelnät (cirka)	191 km	42 km	160 km	40 km
Maximalt antal transformatorstationer	2	1	2	1
Antal anslutningskablar till land	2 - 6 ²		2 - 6 ²	
Vindparkens yta	173 km ²	42 km ²	173 km ²	42 km ²
Vattendjup	23 – 83 meter	18 – 96 meter	22 – 83 meter	18 – 96 meter
Uppskattad total installerad effekt	1200 MW	315 MW	1300 MW	400 MW
Uppskattad årlig elproduktion¹	cirka 6 TWh		Cirka 7 TWh	

1. Beror av vindkraftverkens storlek.

2. Antalet anslutningskablar per delområde är inte specificerat då de två delområdena antingen kan kopplas samman via kablar eller så förs kabel direkt från ett delområde till land.

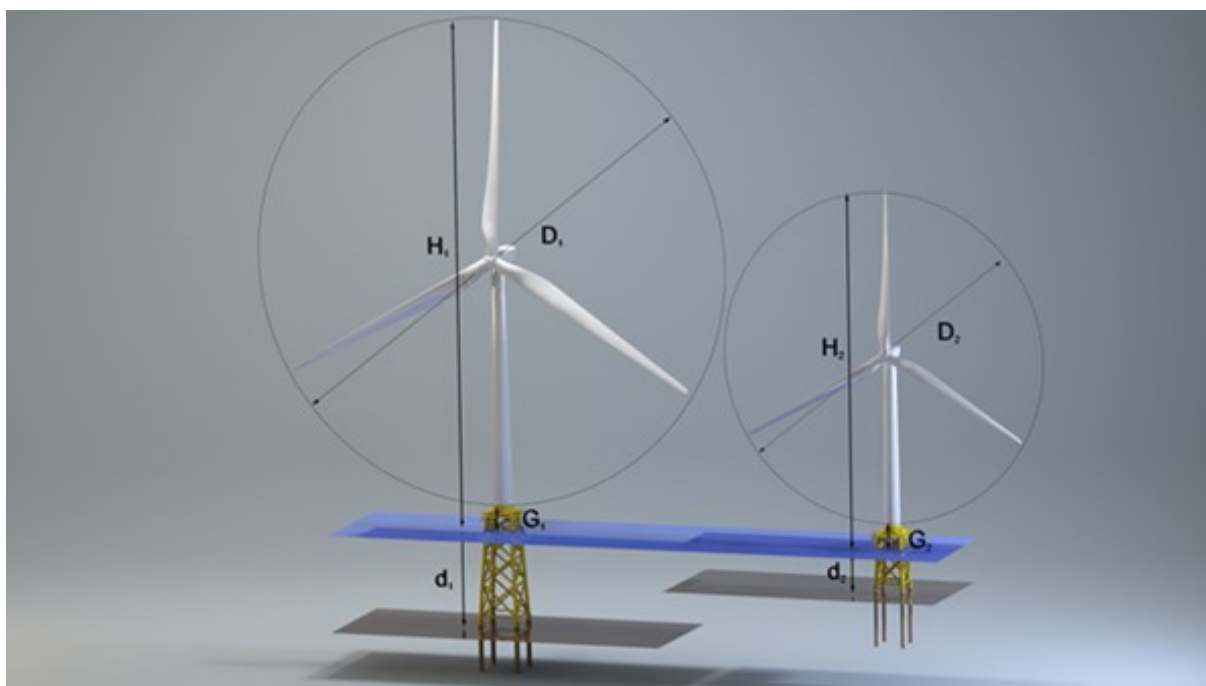
4.3. Beskrivning av verksamhetens huvudkomponenter

4.3.1. Vindkraftverk

Översiktligt består ett vindkraftverk 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 uppvindsturbiner (se Figur 15). Vertikalaxlade vindkraftverk är idag inte kommersiellt gångbara.

Vindkraftverk förväntas producera el vid vindhastigheter från cirka 3 m/s och uppnå maximal produktion vid vindhastigheter mellan 10 och 14 m/s. När vindarna (vid sällsynta tillfällen) överstiger cirka 30 m/s stängs vindkraftverket av för att åter automatiskt starta när vindhastigheten är lägre.

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



Figur 15. Exempel på vindkraftverk. D =rotordiameter, H = totalhöjd, G =frigång, d =vattendjup.

Tabell 6. Exempel på vindkraftverks dimensioner som kan bli aktuella inom vindpark Galatea-Galene.

	Exempel 1	Exempel 2
Effekt per vindkraftverk	25 MW	15 MW
Rotordiameter D (m)	310	230
Navhöjd (m)	185	145
Totalhöjd H (m)	340	260
Frigång G (m)	30	30

4.3.2. Fundament

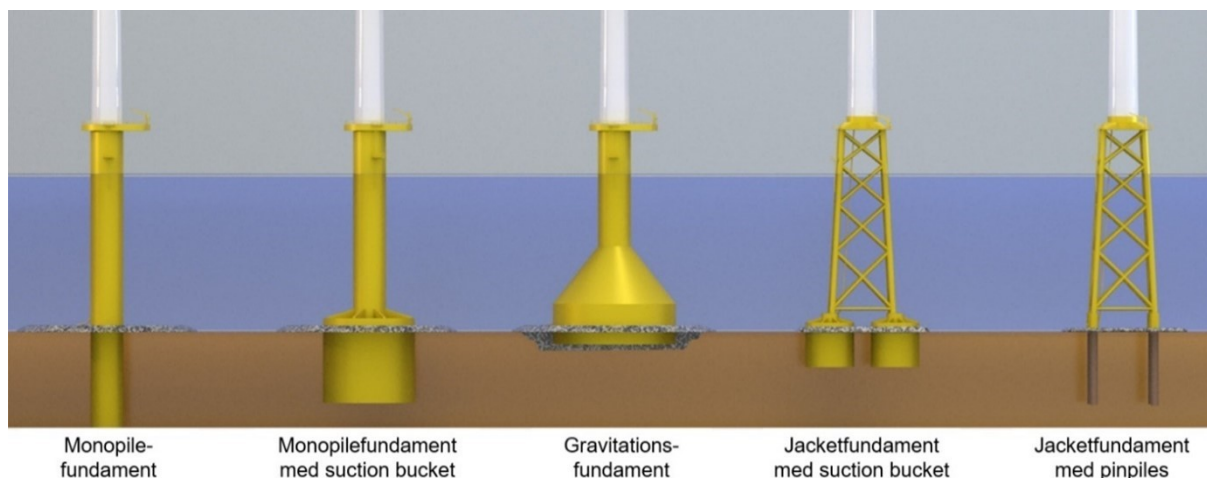
Fundamentets funktion är att bära upp vindkraftverken. I detta avsnitt beskrivs olika typer av fundament som kan bli aktuella för Galatea-Galene.

Bottenfasta fundament

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

- Monopile, oftast en nedslagen stålcylinder
- Monopile med *suction bucket* (en stålcylinder med en sugkassun)
- Gravitationsfundament av betong eller annat material

- Jacketfundament, en fackverksstruktur som grundläggs på tre eller fyra ben som förankras genom *suction buckets* (sugkassun)
- Jacketfundament som förankras med *pinpiles*, mindre stålplåtar som slås ner i havsbotten



Figur 16. Exempel på olika fundamentstyper.

Inom de två delområdena varierar vattendjupet och de geologiska förutsättningarna. Olika typer av fundament kan användas på olika platser inom vindparken, även om det vanligtvis är samma fundamentssort inom en vindpark.

Utifrån de geologiska förhållandena på platsen och den teknik som är tillgänglig idag är det tre, av de ovan nämnda fundamenten som är aktuella för Galatea-Galene: gravitationsfundament (enbart inom delar av Galatea), monopilefundament och jacketfundament med pinpiles. Slutligt val av fundament beror bland annat på teknisk utveckling, geotekniska förhållanden och val av vindkraftverk. 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 bottenstrukturer. Den vanligaste typen av erosionsskydd är lager av sten, grus och sand i varierande storlek som läggs runt basen på fundamentet.

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

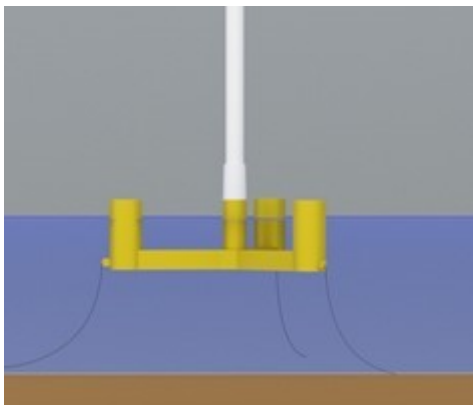
Flytande fundament

Ett alternativ till de idag använda bottenfasta fundamentstyperna är en flytande fundamentslösning. Hittills har flytande fundamentslösningar inriktats mot större vattendjup än de mer traditionella bottenfasta fundamentstyperna. Den tekniska utvecklingen har dock medfört att bottenfasta fundament kan byggas på allt djupare vatten. På motsvarande sätt bidrar den snabba utvecklingen av flytande fundament till att dessa fundament kan anläggas på grundare djup. I nuläget är flytande fundament ännu inte kommersiellt gångbara men marknaden förväntar sig en snabb utveckling den kommande tioårsperioden.

Flytande vindkraftsfundament delas normalt in i tre olika typer:

- Sparfundament, en cylinderformad struktur
- Semi-submersible, en under ytan delvis nedsänkt plattform
- TLP (tension leg plattform), en plattform helt nedsänkt under vattenytan

Av de flytande fundamentlösningarna är det primärt en semisubmersible som kan användas inom Galatea-Galene, då sparfundament och TLP generellt kräver djupare vatten. Förankring i botten sker med hjälp av långa staglinor eller kedjor, som förtöjs med någon form av ankare eller pålar (piles). Precis som för bottenfasta fundament anpassas fundamentlösningen efter de lokala förutsättningarna.

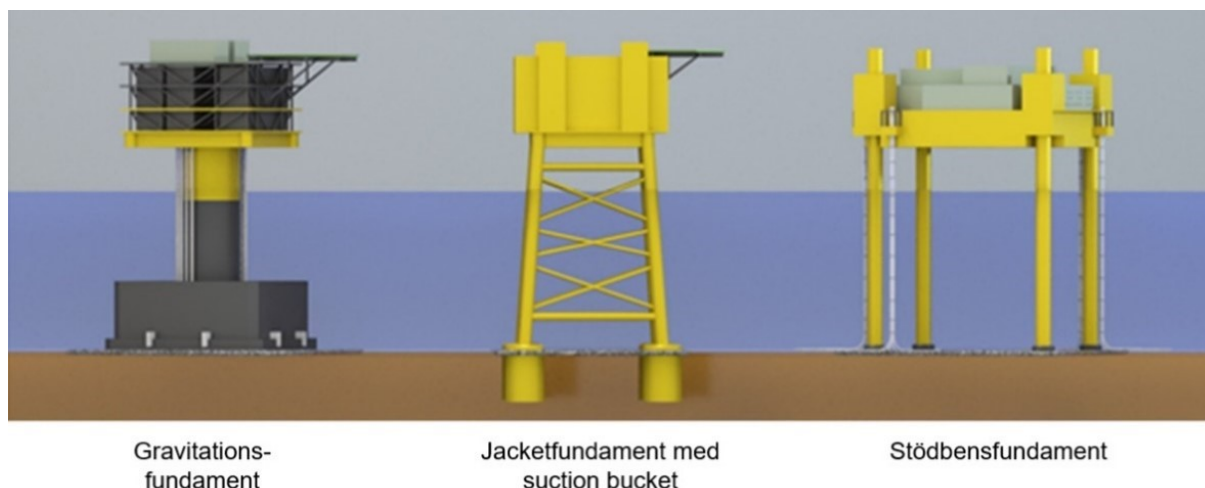


Figur 17. Semisubmersible fundament.

4.3.3. Transformator- och omriktarstationer

Inom vindparken installeras upp till tre havsbaserade transformatorstationer och/eller omriktarstationer. Transformatorstationen samlar upp internkabelnätet och transformerar spänning från en lägre till en högre spänningsnivå för att minska förluster av elektricitet vid överföring till land. Från transformatorstationen ansluts ett antal exportkablar som för elektriciteten fram till anslutningspunkten på land. Transformatorstationer består av ett fundament och en överbyggnad. Om överföringen till land i stället för högspänd växelström sker med högspänd likström 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 är i grunden samma som finns för vindkraftverk men är dimensionerade med hänsyn till de laster som stationernas utformning ger upphov till. I Figur 18 visas några exempel på hur plattformen och fundament kan vara utformade. Det kan finnas landningsplats för helikopter.



Figur 18. Exempel på fundament och utformning av havsbaserade transformatorstationer.

Antal, utformning och placering av transformatorstationerna kommer att bestämmas under vindparkens detaljprojektering och baseras på storlek och antal vindkraftverk, bottenförhållanden och optimal dragning av kablar. De mest troliga placeringarna är i vindparkens centrala eller östliga delar.

Omriktarstationen används vid likströmsöverföring och liknar till utformningen en större transformatorstation. Omriktarstationen konverterar växelströmmen som genereras vid vindkraftverken till likström. Som mest kommer en omriktarstation att behövas inom vindparken, och kan användas ensam eller i kombination med transformatorstationer.

4.3.4. Internt kabelnät

Det interna kabelnätet binder samman vindkraftverken med de havsbaserade transformatorstationerna genom att sammankoppla enstaka vindkraftverk i grupper (radialer) som sedan kopplas till transformatorstationen.

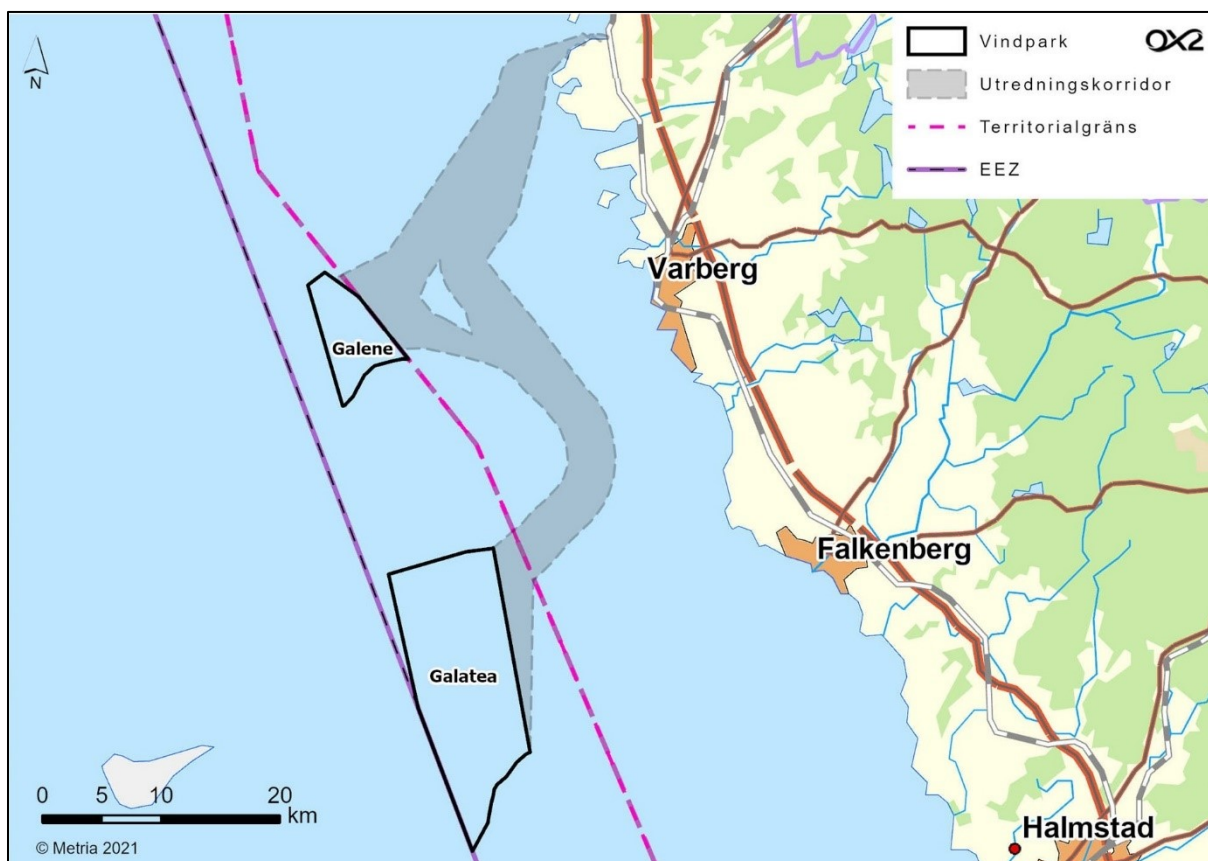
Längden på det interna kabelnätet beror på vindkraftverkens spänningsnivå, effekt och antal. Även andra faktorer, som till exempel bottenens beskaffenhet, kan påverka kabelnätets längd. Utifrån den kabelteknik som finns tillgänglig i dag, kan internkabelnätet exempelvis bestå av 66 kV-kablar, vilka kan överföra en samlad effekt på runt 80–100 MW per kabel. Det betyder att sex 15 MW vindkraftverk kan anslutas längs samma radial, eller fyra stycken 25 MW vindkraftverk. Spänningsnivån hos internnätsskablar förväntas stiga upp mot 170 kV de närmsta tio åren. Detta skulle göra att den totala överföringskapaciteten för varje kabel ökar och på så sätt reduceras antalet radialer och därmed den totala längden kablar.

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 exempelvis fiskeredskap och ankare. Gränsöverskridande påverkan bedöms ej uppstå till följd av det interna kabelnätet.

4.3.5. Anslutningskablar (exportkablar)

När elektriciteten transformerats och eventuellt omriktats överförs denna via en eller flera anslutningskablar till en anslutningspunkt på land.

Affärsverket Svenska kraftnät har ännu inte tilldelat en anslutningspunkt för Galatea-Galene. Projektet har identifierat en möjlig anslutningspunkt till transmissionsnätet vid Ringhals i Varbergs kommun. Utredningskorridorer har tagits fram till anslutningspunkten. Vilka sträckningar som slutligen kommer att väljas inom korridoren bestäms efter att detaljerade undersökningar genomförts. Anslutningskablar utgör en följdverksamhet till vindparken men bedöms inte medföra någon gränsöverskridande påverkan.



Figur 19. Vindpark Galatea-Galene samt utredningskorridorer för anslutningskablar.

4.4. Projektets olika faser

Verksamheten kommer att realiseras i olika faser. Projektet befinner sig för närvarande i tillståndsfasen som efterföljs av anläggningsfasen, drift- och avvecklingsfasen. I avsnittet beskrivs i stora drag de aktiviteter som ingår i faserna.



4.4.1. Anläggningsfas

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

I detaljprojekteringen tas en slutlig utformning av parken fram. Komponenterna anpassas utifrån tekniska krav samt utifrån platsspecifika förutsättningar såsom geologi, hydrologi och väderförhållanden och dimensioneras för att klara extremfall för temperatur, vindhastigheter, våghöjd med mera enligt gängse standard. Därutöver beaktas potentiella konsekvenser från de pågående klimatförändringarna, i form av exempelvis förändringar med avseende på havsytans nivå, temperatur och vindklimat, såsom genomsnittlig vindhastighet och styrkan av extrema vindhändelser.

Under detaljprojektering och installation av vindparken genomförs undersökningar av området inom vindparken och korridor för anslutningskabel. Syftet med undersökningarna är att erhålla detaljerad information inför detaljprojektering, slutliga konstruktionshandlingar och för kontroll av anläggningsarbetena.

De typiska undersökningsmetoder som kan komma att bli aktuella är:

- Geofysiska undersökningar för att kartlägga bottenförhållanden, kan innefatta sidescan sonar (SSS, sidoseende sonarer), multibeam echo sounder (MBES, multistråleekolod som karterar havsbotten) och seismiska undersökningar (2D, 3D)
- Geotekniska undersökningar som innefattar geotekniska borrhningar och sedimentundersökningar (genom till exempel spetstryckssondering och vibrocores)
- Magnetometri som används för att undersöka botten efter framförallt artificiella objekt så som vrak, dumpade föremål och lämnad odetonerad ammunition (UXO)
- Vågmätning som innebär att bojar läggs ut för att få högupplöst information om våg och strömförhållanden på siten. Även vindmätning kan bli aktuellt.
- Miljö/sedimentprovtagning och filmning.

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

När den slutgiltiga utformningen av vindparken är på plats, och komponenter har upphandlats och tillverkats kan installation av parken starta. Hela installationen genomförs helst under en säsong (så långt som möjligt vill arbete till havs under vinterperioden undvikas), men ibland kan det behöva ske 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, varefter resterande del av vindparken installeras och driftsätts under nästföljande säsong.

En vanlig ordning vid installationen till havs är att först installera fundamenten, transformatorstation och anslutningskablar. Slutligen monteras alla vindkraftverk, med torn, maskinhus och rotorblad. Installationen av vindkraftparken avslutas med driftsättning, som inkluderar provkörning.

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

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 med installation av fundament, och nedläggning av kablar kan ske samtidigt som installation av fundament eller vindkraftverk.

Förslag till skyddsåtgärder

Under anläggningsfasen föreslås ett antal skyddsåtgärder, bland annat för de undersökningar som behöver vidtas och vid installationen av fundament. I avsnitt 5.3.2 och kapitel 9 beskrivs skyddsåtgärder och 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 parkens livstid. Vindparken förväntas vara i drift cirka 40–45 år.

Service och underhåll

Det närmare utförandet för drift och underhåll utarbetas när vindparken är anlagd. 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.

Elektromagnetiska fält

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

För internkabelnätet genereras högst magnetfält rakt ovanför kabeln. Magnetfältet avtar sedan snabbt och cirka fyra meter från centrumlinjen är magnetfältet under 1 μT .

4.4.3. Avvecklingsfas

När verksamheten nått sin livslängd kommer den att avvecklas och vindkraftverk, fundament och transformatorstationer demonteras och platsen för fundament återställs i erforderlig omfattning. En avvecklingsplan kommer att tas fram cirka två år innan avvecklingsarbeten påbörjas. Syftet med avvecklingsplanen är att minimera de kortsiktiga och långsiktiga effekterna på miljön samt att området ska vara säkert för fartyg och annan användning. 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 bedömningen i samråd med myndigheten

närmare tidpunkten för avveckling om huruvida miljöskadan som ett bortplockande av strukturerna medför är större än miljönyttan.

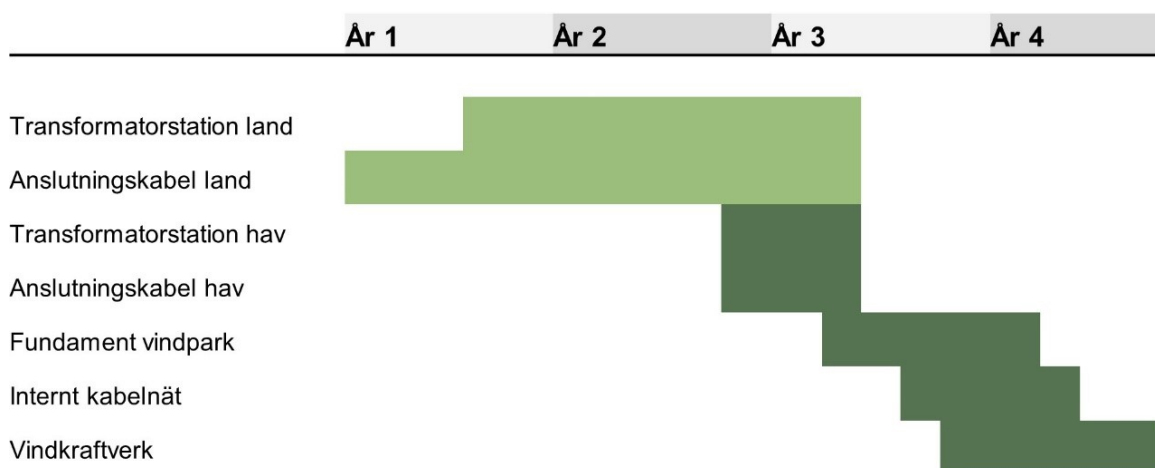
En del komponenter i ett vindkraftverk kan komma att renoveras eller säljas vidare, beroende på hur lång livslängd komponenten har och hur länge de har använts. Det finns alltså möjlighet att återanvända rotorblad, gir mekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn efter renovering. Flera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

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

4.5. Preliminär installationsplan

En övergripande tidplan som beskriver principerna för anläggningsarbetena för verksamheten visas i Figur 20. 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. Anläggningsarbete för vindparken sker under senare delen av 2020-talet med förväntad driftsättning av vindparken runt år 2030.

Installationstid beror på val av teknik, tidsrestriktioner satta av myndigheter och tillgänglighet av installationsfartyg. Även möjlighet till elanslutning och koordinering med Svenska Kraftnät's tidplan tas med i beräkningen. Installationsarbeten till havs kan generellt ske året runt även om de påverkas av väderförhållanden, både av vindstyrkor och vågklimat. Under vinterhalvåret är vädret generellt mer utmanande, vilket kräver längre installationstider med längre perioder av stillastående.



Figur 20. Övergripande tidplan.

5. Förutsättningar och metodik för konsekvensbedömningar

5.1. Underlag för metoder för beskrivning av rådande förhållanden

Nulägesbeskrivningen har tagits fram med utgångspunkt i information från myndigheter, vetenskaplig litteratur, miljö- och tekniska rapporter, befintliga inventeringsdata, 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 konsekvensbedömningen, se Tabell 7.

Tabell 7. Genomförda utredningar med koppling till MKB:n.

Utredning/undersökning	Metod	Författare
Sedimentmodellering	Modellering	NIRAS, 2021
Undervattensljud	Modellering	NIRAS, 2021–2022
Inventering av sjöfågel och tumlare	Flyginventering (utfört vid tolv olika tillfällen, 2020–2022)	Lunds universitet, 2021, 2022
Inventering av tumlare	Akustiska tumlardetektorer (utfört mellan augusti 2020 - pågående)	AquaBiota, 2021–2022
Inventering av tumlare och fisk	eDNA-inventering (utfört vid tre tillfällen, 2020–2021). Trålning (TV3) juni och augusti 2021.	AquaBiota, 2021
Modellering av naturtyper och habitat	Modellering	AquaBiota, 2021
Inventering av epifauna och flora¹⁾	Dropvideo	AquaBiota, 2021
Inventering av infauna	Bottenhugg	AquaBiota, 2021
Provtagning av miljögifter	Bottenhugg	AquaBiota, 2021, NIRAS 2022
Luftburet ljud	Modellering	OX2, 2021, 2022
Nautisk riskanalys	Modellering	SSPA, 2021, Marico 2022
Ljudutbredning seismiska undersökningar	Modellering	NIRAS, 2021e
Hydrografi	Modellering	NIRAS, 2021
Marinarkeologisk förstudie		Bohusläns museum, 2021
Visualiseringar, fotomontage och siktanalyser		Norconsult, 2021, 2022
Landskapsanalys		Norconsult, 2021, 2022

1) Utfört inom vindparken.

Kunskapsunderlaget (befintligt underlag som vetenskapliga studier, litteratur, inventeringar och modelleringar, och det underlag som tagits fram i arbetet med ansökningarna) 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, naturtyper och fisk stämmer väl överens med resultat från tidigare inventeringar och det underlag som inhämtats och analyserats från myndigheter, vetenskaplig litteratur och forskning.

I respektive underlagsrapport som tagits fram för Galatea-Galene beskrivs närmare vilka metoder, modelleringar, undersökningar med mera som använts för nulägesbeskrivning och för konsekvensbedömningar. Samtliga underlagsrapporter utgör referensrapporter till denna Esbo-rapport och benämns som R.1, R.2, R.3 osv löpande i texten.

5.2. Metodik för konsekvensbedömningar

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

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

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

Känsligheten eller värdet av en miljöaspekt beskrivs utifrån områdets befintliga förutsättningar och kan utgöras 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 mänskliga intressen såsom yrkesfiske eller landskapsbild. För de biologiska värdena används mottagarnas känslighet och för mänskliga intressen används känslighet/värde.

En mottagares känslighet/värde bedöms utifrån:

- Mottagarens status (exempelvis populationstrender, förekomst, områdets betydelse för mottagaren)
- Mottagarens känslighet och anpassningsbarhet för den påverkansfaktor som avses (till exempel sedimentation eller undervattensbuller)
- Mottagarens känslighet under olika perioder av året till exempel kan mottagaren vara mer känslig under parningssäsongen eller migrationsperioder
- Mottagarens skyddsvärde

Mottagarens känslighet/värde utvärderas för relevanta påverkansfaktorer under respektive fas av verksamheten såsom 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 8. Beskrivning av påverkan.

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

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.

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

I Tabell 9 redovisas den samlade skalan för känslighet/värde samt påverkan och vilken konsekvens som utfaller.

Tabell 9. 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/värde	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 miljöaspekterna där bedömningsmetodiken inte följs fullt ut är risk och säkerhet samt militära intressen. För aspekten risk och säkerhet bedöms om de risker som sökt verksamhet kan ge upphov till är acceptabla eller ej, se vidare i avsnitt 7.10.

5.2.5. Konsekvensbedömningar Natura 2000

Ett systematiskt arbetssätt har använts för att identifiera och bedöma verksamhetens potentiella påverkan, effekter och konsekvenser för Natura 2000-områdenas utpekade arter och naturtypernas bevarandestatus och för att beskriva skyddsåtgärder för att undvika, minimera eller minska påverkan.

För att bedöma konsekvenserna till följd av verksamheten på respektive Natura 2000-område används som utgångspunkt de förutsättningar som anges i bevarandeplanen (benämns Natura 2000-plan för danska Natura 2000-områden) för när gynnsam bevarandestatus råder. Dessa skiljer sig åt mellan naturtyper och arter. Av bevarandemålen kan, i de fall mål finns framtagna och specificerade, utläsas vad som behövs för att livsmiljöerna och arterna i området ska kunna

bidra till att upprätthålla gynnsam bevarandestatus på biogeografisk nivå, exempelvis hur stora populationerna och arealerna behöver vara, vilka strukturer och funktioner som är nödvändiga och vilka typiska arter och arters livsmiljöer som ska beaktas vid prövningen.

Oavsett om det finns bevarandemål eller inte angivna i bevarandeplanen, görs en beskrivning av hur verksamheten eller åtgärden kan påverka områdets möjlighet att bidra till upprätthållandet (eller uppnåendet) av den gynnsamma bevarandestatusen för de aktuella arterna och naturtyperna.

För påverkan och effekter på Natura 2000-områden har konsekvensens betydelse bedömts enligt skalan; ingen/försumbar, mycket liten, liten, måttlig, stor eller mycket stor positiv eller negativ konsekvens. Konsekvenserna har kopplats till påverkan och störningar på naturtypernas och arternas utbredning (ytor), populationer och funktioner.

Konsekvenserna relateras slutligen till verksamhetens påverkan på de berörda arternas och naturtypernas bevarandemål och bevarandestatus. Bedömningen utgår från om konsekvenserna försvårar bibehållande eller uppnående av gynnsam bevarandestatus för arterna och naturtyperna. Exempel på bedömningar, som gjorts utifrån nuvarande bevarandestatus, som sker i detta steg är om verksamheten påverkar:

- Möjligheten att nå bevarandemålen kopplade till Natura 2000-området.
- Naturtypernas utbredning eller tillstånd.
- Fysiska strukturer eller funktioner som är nödvändiga för att upprätthålla en gynnsam bevarandestatus.
- Bevarandestatus hos naturtypernas typiska arter.
- Artens populationsutveckling på lång sikt.
- Artens utbredningsområde inom en överskådlig framtid.
- Artens livsmiljö i förhållande till populationsutvecklingen.

5.3. Förutsättningar för konsekvensbedömningar

5.3.1. Bedömningar utifrån ett worst case

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

OX2 har tagit fram två representativa exempel på hur vindparken kan komma att utformas. Dessa utgår från vindkraftverk med en installerad effekt om 15 MW (101 vindkraftverk) respektive 25 MW (68 vindkraftverk). Med ökad effekt per verk ökar i regel också rotordiametern. Detta medför ökad totalhöjd och att det krävs ett större avstånd mellan vindkraftverken. Vindkraftverkens effekt är inte styrande men används för att få en realistisk storlek på framtida vindkraftverk.

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

För att inte underskatta påverkan och samtidigt utforma relevanta villkor för verksamheten har maximal påverkan därför bedömts genom att applicera 25 MW vindkraftverk med tillhörande fundament på utformningen för 15 MW, det vill säga att 101 stycken vindkraftverk med en 310 meters rotor och ett monopilefundament på 14 meter anläggs inom vindparken (detta utgör därmed worst case). Detta är i praktiken inte ett optimalt scenario (det blir ineffektivt och olönsamt att bygga på ett sådant sätt), men innebär att den bedömda miljöpåverkan bygger på mycket konservativa antaganden.

Anläggandet av vindpark Galatea-Galene med 101 stycken vindkraftverk med en 310 meters rotor och ett monopilefundament på 14 meter innebär att hela installationen bedöms utifrån ett worst case. Utgångspunkten är att 25 % av alla fundament borrar, vilket är högre än de 10–15 % som använts i liknande projekt de senaste åren. Pålning är det primära vaket vid val av anläggningsmetod medan borrar tillämpas sekundärt när geologin inte medger anläggning genom pålning. Med detta som bakgrund är det inte realistiskt att mer än 25% av fundamenten anläggs genom borrar. Eftersom bedömningarna inte ska underskatta påverkan, och då inga lokaliseringar kan uteslutas för borrar, förutsätts också i sedimentmodelleringarna att samtliga fundament i anslutning till Natura 2000-områden (det vill säga så många som 37 fundament) till 100 %, det vill säga en maximal sedimentexponering. Detta är ett mycket konservativt antagande.

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 och val av fundament) är i samtliga fall detsamma för mottagarna, även om de kan påverkas på olika sätt.

Tabell 10. Antaganden för worst case som använts i modelleringar/beräkningar för respektive påverkansfaktor kopplad till naturtyper/arter.

Påverkansfaktor	Worst case	Mottagare
Undervattensljud	Installation (pålning) av monopile med 14 meter i diameter. Position på fundamentet har lagts där de högsta ljudnivåerna bedöms uppstå. Tidsperiod på året då ljudutbredningen är som störst har även använts. Förutsättning är användande av bubbelgardin och mjuk uppstart (soft start).	Marina däggdjur, fisk
Sedimentspridning	Maximalt antal vindkraftverk med det största fundamentet (101 monopilefundament med 14 meter i diameter). 25 % av fundamenten borrar ner. Även samtliga monopilefundament i anslutning till Natura 2000-områden anläggs i modellering genom borrar. Monopilefundament borrar ner till sitt maximala förankringsdjup. Sediment släpps ut vid havsbotten (worst case för bottenflora- och fauna) respektive ytan (worst case för fisk). För marina däggdjur spelar detta mindre roll. Vid nedläggning av kablar utgår bedömningar från spolning. Kablarna läggs cirka 1 meter under havsbotten. ¹⁾	Bottenflora- och fauna, fisk, marina däggdjur
Fysisk påverkan	0,289 km ² (cirka 0,13 %) av vindparkens totala yta om 215 km ² tas i anspråk. 0,494 km ² (0,23 % av vindparkens totala yta) påverkas tillfälligt av kabelförläggningen av internkabelnätet.	Bottenflora och bottenfauna
Kollisionsrisk	Maximalt antal vindkraftverk med de största verken (101 vindkraftverk med en rotor på 310 meter).	Fåglar, fladdermöss
Undanträngning	Maximalt antal vindkraftverk med snabbast roterande rotor (101 vindkraftverk med en rotor på 230 meter). Fåglar undviker hela vindparken och inte enbart specifika vindkraftverk. Inget yrkesfiske kommer fortgå inom vindparken.	Fåglar, yrkesfiske
Barriäreffekter	Maximalt antal vindkraftverk med de största verken (101 vindkraftverk med en rotor på 310 meter). Fåglar undviker hela vindparken och inte enbart specifika vindkraftverk.	Fåglar
Föroreningspridning	Se "Sedimentspridning". Antagandet är att alla föroreningar som kan lösa sig i vatten också gör det.	Bottenflora- och fauna, fisk
Elektromagnetiska fält	Maximal belastning 1200 Ampere, en meters förläggningsdjup.	Marina däggdjur, fisk
Luftburet ljud och skuggor	101 vindkraftverk med de största verken (25 MW) och med en rotor på 310 meter.	Närboende, bottenflora och bottenfauna, fisk
Visuellt intryck	Maximalt antal vindkraftverk med de största verken (101 vindkraftverk med en rotor på 310 meter).	Landskapsbild
Nautiska risker	Tät placering av vindkraftverk. Avståndet mellan vindkraftverken är i en storleksordning om en kilometer (för de två exempellayouterna med turbiner om 15 MW och 25 MW innebär fyra rotordiametrar ett avstånd om 920 meter respektive 1 240 meter).	Sjöfart

1) Om viss trålning blir fortsatt aktuellt inom vindparken kan kablar behöva läggas djupare (cirka 2 meter) i havsbotten.

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 9 och omfattar bland annat följande skyddsåtgärder som varit utgångspunkter för konsekvensbedömningarna:

- Vid undersökningar med seismisk utrustning tillämpas skyddsåtgärder genom soft-start, passiv akustisk övervakning och observatörer.
- Bullerreducerande teknik som exempelvis bubbelgardin eller motsvarande ska användas vid pålning.
- Endast en monopile kommer att pålas i taget för att undvika kumulativ ljudpåverkan.
- Pålning ska inledas med mjuk uppstart (soft-start), varefter styrkan i hammarslagen successivt trappas upp till full styrka (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 cirka 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 rekommendationer enligt TSFS 2017:66.
- Vindkraftsparkens utbredning ska framgå tydligt i sjökort.

5.3.3. Kumulativa effekter

Kumulativa effekter bedöms för sådan påverkan från Galatea-Galene som sammanfaller eller kan adderas till påverkan från andra projekt och verksamheter. Vid bedömning av kumulativa effekter inkluderas påverkan av andra verksamheter och aktiviteter som kan leda till effekter på miljön under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen för verksamheten. Befintliga och tillståndsgivna verksamheter, samt vindkraftsprojekt som tidigare fått tillstånd men som är under pågående tillståndsprövningar för nya tillstånd, har tagits i beaktande för den kumulativa bedömningen.

Projekt som planeras och som befinner sig i planeringsstadium är sällan tillräckligt definierade för att kunna göra en fullständig kumulativ bedömning med tillräckligt hög grad av säkerhet och relevans. Mot denna bakgrund är de bedömda kumulativa effekterna, i förhållande till andra vindparker som ännu inte realiserats, i stor utsträckning preliminära.

I Tabell 11 redogörs för vilka befintliga och planerade vindparker som beaktats i bedömningen av kumulativa effekter

Utöver andra vindparker inkluderas även verksamheter som fiske och sjöfart i bedömningen av kumulativa effekter. I Tabell 11 och Figur 10 redovisas närliggande vindparker och huruvida de beaktats i bedömning av kumulativa effekter.

Tabell 11. Befintliga och planerade vindparker i närheten av vindpark Galatea-Galene.

Vindpark	Projektets status	Beaktas i bedömningen av kumulativa effekter
Anholt	Befintlig vindpark, i drift sedan 2012.	Ja
Hesselø	Tillstånd finns ej, under planering.	Ja, översiktligt
Kattegatt Offshore	Tillstånd enligt miljöbalken finns. Ny tillståndsprövning pågår för ändrad verksamhet (högre vindkraftverk).	Ja
Kattegatt Syd	Tillstånd finns ej, under planering. Projektet omfattar samma område som Galatea.	Nej
Stora Middelgrund	Har tidigare erhållit tillstånd enligt SEZ från regeringen år 2008, med förlängd arbetstid genom beslut år 2014 (till år 2020). Ny tillståndsprövning pågår för tillstånd enligt SEZ och Natura 2000-tillstånd.	Ja

5.4. Osäkerheter

MKB:n bygger på information från myndigheter, vetenskaplig litteratur, miljö- och tekniska rapporter, undersökningar samt modelleringar av bland annat naturtyper och habitat samt beräkningar och 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 antagen men inte mer omfattande än vad som beskrivits.

I respektive underlagsutredning (som samtliga utgör referensrapporter till denna MKB), redovisas mer specifik information kring antaganden i underlag och bedömningar, men som sammanfattas i denna MKB.

6. Påverkansfaktorer

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

De påverkansfaktorer som studerats är följande:

- Sedimentspridning
- Kollisionsrisk
- Föroreningsspridning
- Fysisk påverkan på botten
- Undervattensljud
- Luftburet ljud
- Undanträngning
- Barriäreffekter
- Elektromagnetiska fält
- Skuggor
- Visuellt intryck
- Reveffekt

6.1. Sedimentspridning

I anläggningsfasen kommer planerad verksamhet att ge upphov till sedimentsuspension och sedimentation. 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. Med tiden sedimenterar partiklarna. Sedimentsuspension mäts i mg/l. Sedimentation är ett mått på hur mycket partiklar som sedimenterat på botten och då överlagrar befintlig botten.

Suspenderat material i form av grumling kan påverka till exempel fiskar genom beteendeförändringar och försämrad sikt samt bottenfauna som filtrerande djur, där höga halter av suspenderat sediment kan täppa igen filtrationsmekanismen. Hur känsliga bottenlevande organismer och fiskar är, och i vilken utsträckning de påverkas av suspenderat sediment och sedimentation, varierar mellan olika arter.

Under anläggningsfasen genomförs geotekniska undersökningar inklusive provborrning och spetstrycksondering, vilket kan ge upphov till liten och ytterst lokal sedimentsuspension och sedimentation. Under installationen av verksamheten ger anläggning av fundament för vindkraftverk, transformatorstationer och mätmast, erosionsskydd och kablar upphov till sedimentsuspension och sedimentation.

OX2 har låtit NIRAS genomföra en sedimentspridningsmodellering (R.5). Sedimentspridning har modellerats för olika fundamentstorlekar och antal samt när sedimentet släpps ut vid havsbotten alternativt vid vattenytan. Sedimentspridningsberäkningar har också utgått från ett worst case, med en monopile som förankras ned till maximalt djup om 70–80 meter samt att ett stort antal av

fundamenten behöver borrar. För samtliga scenarier har antagits att sedimentet utgörs av silt (kornstorlek 0,019 mm) samt att kablar anläggs genom nerspolning i sedimentet, vilket är den installationsteknik som ger störst mängd sedimentspill. För vindparksområdet har underlag från SGU använts för att beskriva bottensubstraten. Underlaget visar att Galatea-Galene domineras av djupa mjukbottnar med högt inslag av lera vilket kan leda till en större sedimentspridning än om området hade dominerats av grövre bottensubstrat, vilket är fallet inom till exempel de närliggande utsjöbankarna Stora och Lilla Middelgrund.

Även under avvecklingsfasen kan sedimentsuspension och sedimentation uppkomma då vindparken nedmonteras.

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

6.2. Föroreningsspridning

Området inom planerad vindpark utgörs till största delen av ackumulationsbottnar. De flesta organiska miljöföroreningar ligger bundna till sedimentpartiklar och organiskt material och kan därmed 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 föroreningar efterhand.

Samtliga ytsediment i utsjön kring Sveriges kust innehåller miljögifter, men halten varierar beroende på område. Halten av miljögifter är generellt lägre utanför västkusten än i Östersjön på grund av att vattenomsättningen är större i Västerhavet. Högre halter är också vanligare närmare kusten än längre ut. Miljögifter i bottensediment kan potentiellt spridas i samband med fysisk störning av havsbotten. Miljögifter ackumuleras i tunna skikt och en eventuell spridning är begränsad till endast precis där fysisk störning sker. Utspädning sker därefter i vattenkolumnen.

I augusti 2021 utfördes en sedimentprovtagning av ytliga sediment i vindparken och analyserade förekomsten av miljögifter (R.1). En kompletterande provtagning skedde i maj 2022 med syfte att kartlägga de djupare sedimentens eventuella innehåll av miljöstörande ämnen (R.25).

För att bedöma föroreningsgraden i relation till normalt förekommande haltnivåer i Östersjöns ytliga sediment har uppmätta halter klassats enligt bedömningsgrunder för kust och hav (Naturvårdsverket 1999; SGU 2017). I den provtagning som skedde i augusti 2021 (R.1) visade resultatet sammantaget på genomgående halter i klass 3, medelhög föroreningsgrad, (med undantaget av tennorganiska föreningen DBT i klass 4 vid en station).

Resultatet från provtagningen som skedde i maj 2022 (R.25) visar på metallhalter av föroreningsgrad klass 1 eller 2, det vill säga de ligger på mycket låga till låga nivåer vilket motsvarar förekommande bakgrundsnivåer. Halten tennorganiska föreningar var totalt sett medelhöga i de analyserade sedimenten, med en föroreningsgrad som är som mest medelhög. Värdena kan liksom metallerna anses vara i nivå med förväntade bakgrundshalter. Även halten av övriga organiska föreningar bedöms vara låg och i paritet med förekommande bakgrundsnivåer.

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

6.3. Fysisk påverkan på botten

Med fysisk påverkan på botten avses direkta ingrepp i botten samt ianspråktagande av bottenyta. Den planerade verksamheten 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 samt hur mycket erosionsskydd som anläggs. Den maximala bottenytan som permanent kan komma att tas i anspråk inom vindpark Galatea-Galene beräknas uppgå till 0,29 km² (cirka 0,13 %) av vindparkens totala yta om 215 km². Det område som tillfälligt kan komma att påverkas av kabelförläggningen av internkabelnätet beräknas till cirka 0,494 km² (0,23 % av vindparkens totala yta). Sammanlagt kan den direkta fysiska påverkan (såväl permanent som tillfällig) omfatta ett område om 0,783 km², vilket motsvarar 0,36 % av vindparkens totala yta.

Omstrukturering av botten kan ge en förändrad hydrografi 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 vindkraftpark i drift är minimala till följd av de stora avstånden mellan verken. Vindparkens potentiella påverkan på områdets hydrodynamiska förhållanden har utretts av OX2, vilken visar på mycket begränsade och lokala hydrografiska förändringar till följd av vindparken (R.13).

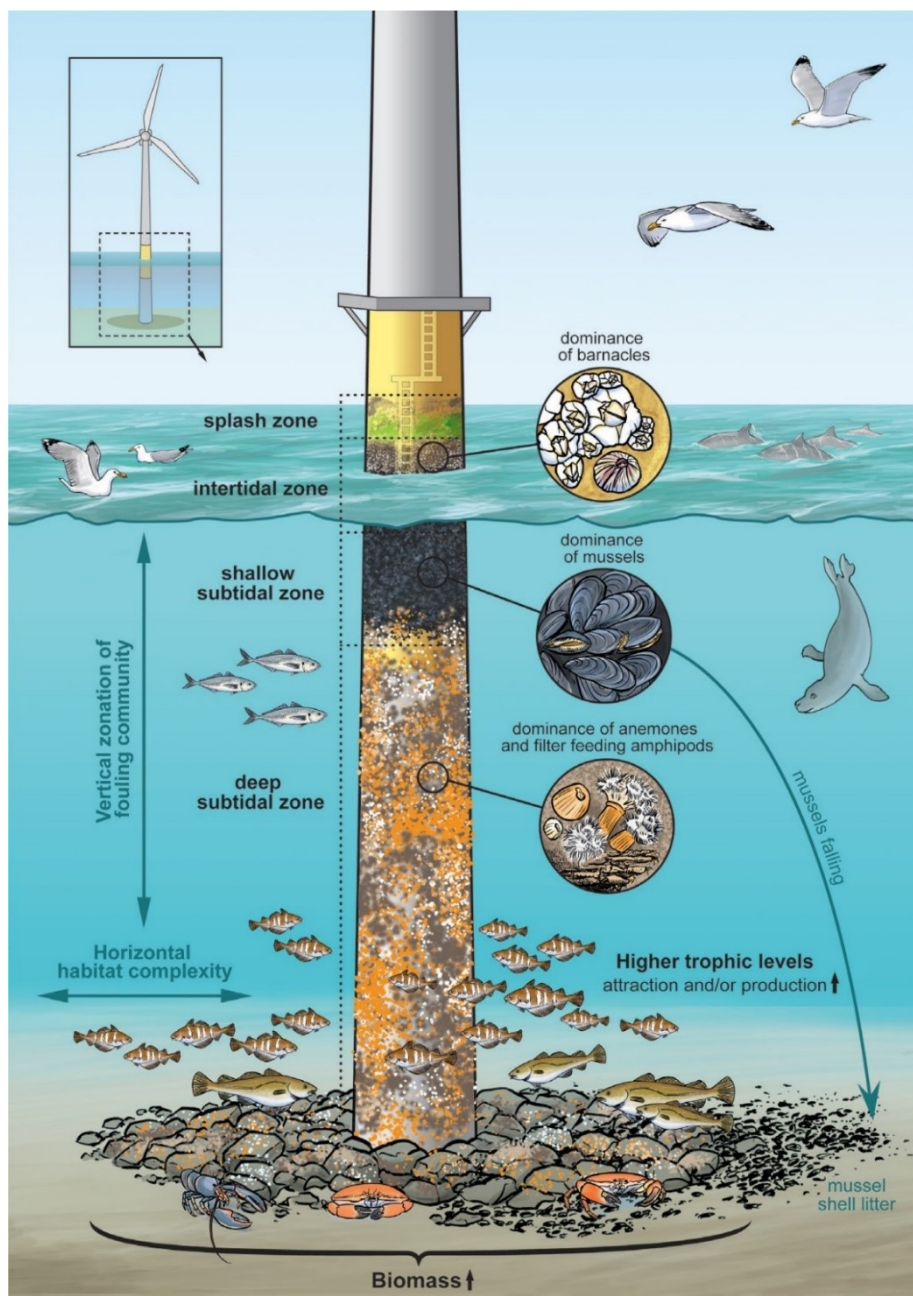
Bedömning och resonemang om fysisk påverkan på botten, förändrad hydrografi samt påverkan på relevanta aspekter beskrivs i kapitel 7.

6.4. Reveffekt

Vid anläggande och drift av vindparken i Galatea-Galene förväntas så kallad reveffekt uppkomma. Fundament och erosionsskydd, vars hårda strukturer utgör så kallade artificiella rev, skapar förutsättningar för etablering av hårbottenarter under vindparkens driftsfas. 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, havstulpaner och sjöpongar förväntas kolonisera fundamentets grundare delar. Vidare kan höga täckningsgrader av koralldjur som död mans hand (*Alcyonium digitatum*) och havsnejlika (*Metridium senile*) etablera sig på större djup (Vanagt och Faase 2014). En etablering av alger som finns i området kan leda till en högre biologisk mångfald eftersom förekomsten av algsamhällen annars är begränsat i Galatea-Galene, 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 koralldjur 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 21 visar en översikt över möjlig etablering av arter vid det artificiella revet ett havbaserat vindkraftverk utgör, samt det ekosystem det skapar förutsättningar för (Dergraer m.fl., 2020).



Figur 21. Översikt över reveffekten vid ett havsbaserat vindkraftverk fördelat över hela vattenpelaren från botten till ytan. Illustration av Hendrik Gheerardyn i "Offshore Wind Farm Artificial Reefs Affect Ecosystem Structure and Functioning: A Synthesis" av Dergraer et al. (2020). ©Creative Commons Attribution 4.0 International License: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Bedömning och resonemang om reveffekt beskrivs för relevanta aspekter i kapitel 7.

6.5. Undervattensljud

Undervattensljud till följd av planerad verksamhet kan uppkomma både i anläggningsfas, driftsfas och avvecklingsfas. Under anläggningsfasen kommer ljudalstrande moment som anläggande av fundament förekomma. Även i samband med undersökningar för detaljprojektering 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 beteendeförändring, eller tillfällig eller permanent hörselnedsättning. Med

beteendeförändring avses framförallt 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 ses i Tabell 12 och de påverkansnivåer som använts som bedömningsgrunder för säl ses i Tabell 13.

Tabell 12. Viktade gränsvärden för impulsivt ljud för undvikande beteende, TTS och PTS för tumlare, från Tougaard m.fl. 2015, National Marine Fisheries Service 2018 och Southall et al. 2019.

Påverkan	Gränsvärde
Undvikandebeteende	100 dB re 1 μ Pa (SPL _{RMS-fast})
Tillfällig hörselnedsättning, TTS (temporary threshold shift)	140 dB re 1 μ Pa ² s (SEL _{cum})
Permanent hörselnedsättning PTS (permanent threshold shift)	155 dB re 1 μ Pa ² s (SEL _{cum})

Tabell 13. Viktade gränsvärden för impulsivt ljud för TTS och PTS för knubbsäl och gråsäl, från National Marine Fisheries Service 2018 och Southall et al. 2019.

Art	Påverkan	Gränsvärde
Knubbsäl	Tillfällig hörselnedsättning, TTS (temporary threshold shift)	170 dB re 1 μ Pa ² s(SEL _{cum})
	Permanent hörselnedsättning PTS (permanent threshold shift)	185 dB re 1 μ Pa ² s(SEL _{cum})
Gråsäl	Tillfällig hörselnedsättning, TTS (temporary threshold shift)	170 dB re 1 μ Pa ² s(SEL _{cum})
	Permanent hörselnedsättning PTS (permanent threshold shift)	185 dB re 1 μ Pa ² s(SEL _{cum})

NIRAS har utfört en modellering av undervattensljud vid pålning och seismiska undersökningar med hjälp av modell dBSea 2.3.3 (NIRAS 2021b) utifrån kunskap om platsspecifika miljöförhållanden (exempelvis batymetri och botten sedimentkomposition). Modellering av utbredningen av undervattensljud har utförts för tre olika platser inom planerad vindpark, vilka representerar worst case där ljudutbredningen bedöms bli som störst, samt under den tid på året då ljudutbredningen är som störst.

En modelleringspunkt mitt i delområde Galene har valts, eftersom batymetrin här är relativt platt och ljud därför kan spridas obehindrat i alla riktningar. De övriga två modelleringspunkterna som valts ligger inom delområde Galatea, en i den norra delen där de översta sedimentlagren utgörs av några av de hårdaste och minst ljudabsorberande, samt en i den södra delen i direkt anslutning till Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank. I genomförda ljudmodelleringar har enkel bubbelgardin och mjuk uppstart (soft-start) ingått som förutsättningar i

beräkningarna för worst case vid pålning. Resultaten från modelleringarna och ljudutbredningens bedömda påverkan på marina däggdjur redovisas i avsnitt 7.3 och referensrapport R.2.

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

Konsekvenser på marina däggdjur och fisk till följd av undervattensljud bedöms i kapitel 7.

6.6. Luftburet ljud

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

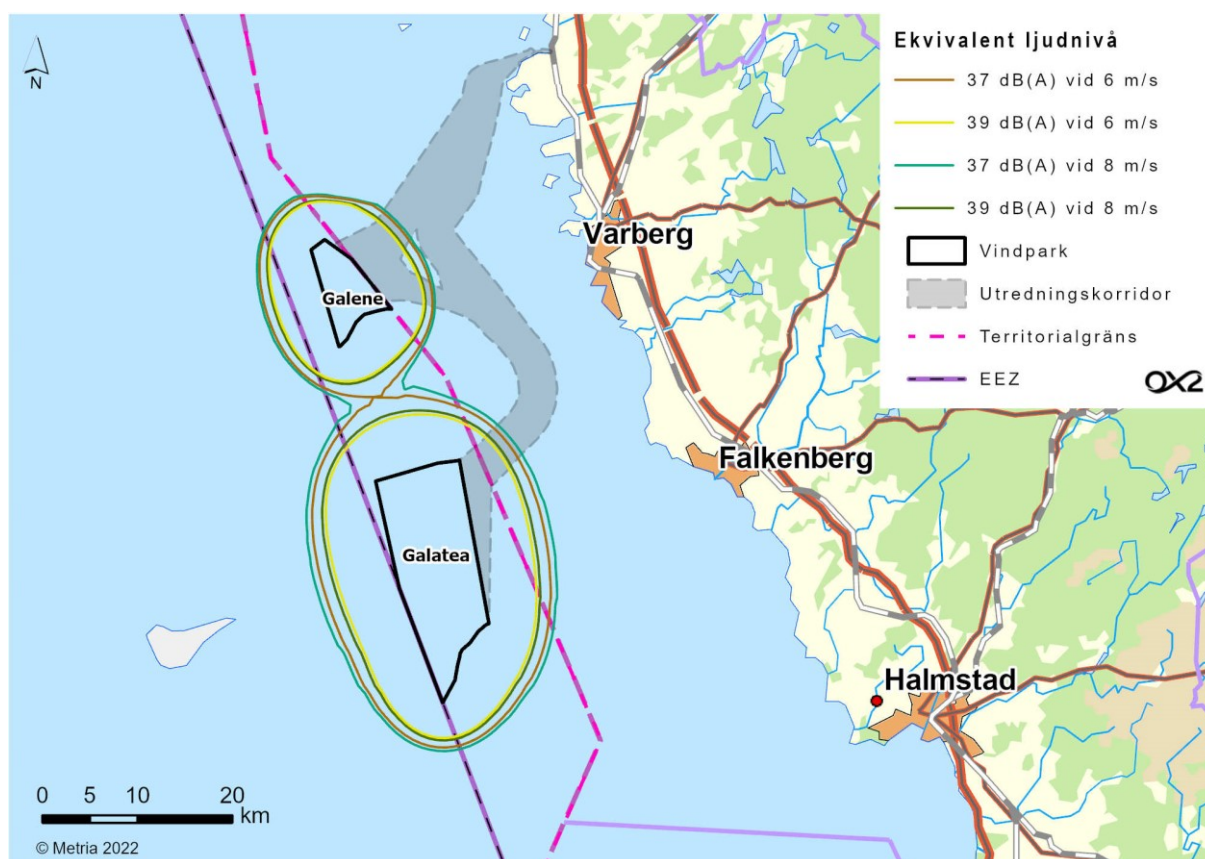
Ljudnivån avtar med avståndet från vindkraftverken. Ljudets hörbarhet och utbredningsförmåga beror på meteorologiska förhållanden, främst vindhastighet, fuktighet och lufttemperatur. Dessutom påverkas ljudutbredningen av markens egenskaper i form av markdämpning. Vatten är akustiskt sett hårt, vilket 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 101 vindkraftverk i storleksordningen 25 MW och rotordiameter 310 m.

Beräkning av A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus har utförts av OX2 med modellen Nord2000 enligt svensk praxis för havsbaserad vindkraft. För denna beräkning har en fiktiv 25 MW-turbin använts som referens med en navhöjd på 185 m. Faktisk 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 den fiktiva turbinen utifrån tillgängliga data från befintliga turbiner. Resultatet från beräkningarna visar att gällande riktvärden för bostäder (40 dBA utomhus) och friluftsområden (35 dBA) från Naturvårdsverket inte överskrids vid kusten. Enligt ljudberäkningarna kommer inte heller lågfrekvent ljud att vara någon risk för boende vid kusten.

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

miljöstyrelsens förordning "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller, Bekendtgørelse nr 135 af 07/02/2019". I Figur 22 nedan visas resultatet från denna beräkning. Resultatet visar att riktvärdena för A-vägd ekvivalent ljudnivå, 39 dB(A) respektive 37 dB(A) ligger utanför den danska ön Anholt med marginal. Detta innebär att inga bostäder eller områden där låga ljudnivåer bör eftersträvas påverkas av ljudnivåer över riktvärdena. Beräkningarna visar också att lågfrekvent ljud inomhus inte kommer att överskrida riktvärdet 20 dB för boende på Anholt. Påverkan på boende och friluftsliv av luftburet ljud beskrivs med anledning av ovanstående, inte vidare i denna MKB.



Figur 22. Resultat ekvivalent ljudnivå för exempellayout Galatea-Galene. Beräkning gjord i WindPRO 3.5, danska beräkningsmodellen.

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

6.7. Undanträngning och barriäreffekter

Fåglar kan påverkas av en vindpark genom undanträngning och barriäreffekt. Undanträngning uppkommer till följd av störningar från omgivningen såsom exempelvis vindkraftverk i drift (närvaron av vindkraftverk, ljud och belysning) eller fartyg. Störningar i 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 energiförbrukning, vilket speciellt kan påverka fåglar som måste passera en vindpark dagligen, exempelvis mellan födosöksområden och övernattningsplatser (Masden m.fl. 2009). Även marina däggdjur som

kontinuerligt återfinns inom områden kan påverkas av undanträngning vid framförallt anläggning av vindparker.

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

6.8. Kollisionsrisk

Etablering av vindkraftverk i flygstråk för fågel kan också leda till kollision. Kollision har modellerats av NIRAS (2021c) genom en metod som är utvecklad för den havsbaserade vindkraftsindustrin av British Trust of Ornithology genom forskningsprojektet Strategic Ornithological Support Services (SOSS) (Band 2012). I modellen antas att alla fåglar på vardera sida om vindparkens delområden flyger genom vindparken en gång per månad. Genom att metoden tar hänsyn till olika fågelarter och turbinslag bestäms därigenom sannolikheten för att individer av en viss art kommer att kollidera med vindkraftverken. Baserat på de skattade resultaten av antalet fåglar från genomförda inventeringar fastställs hur många fåglar som maximalt skulle kunna komma att kollidera med vindkraftverken vid ett worst case. Då worst case utgör ett extremfall har även modelleringar utifrån andra parkformationer genomförts.

Även fladdermöss kan kollidera med från vindparker om denna ligger inom stråk som används av fladdermöss. Om fartyg trafikerar inom vindparker till havs kan även detta innebära en risk för kollision för sjöfarten.

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

6.9. Skuggning

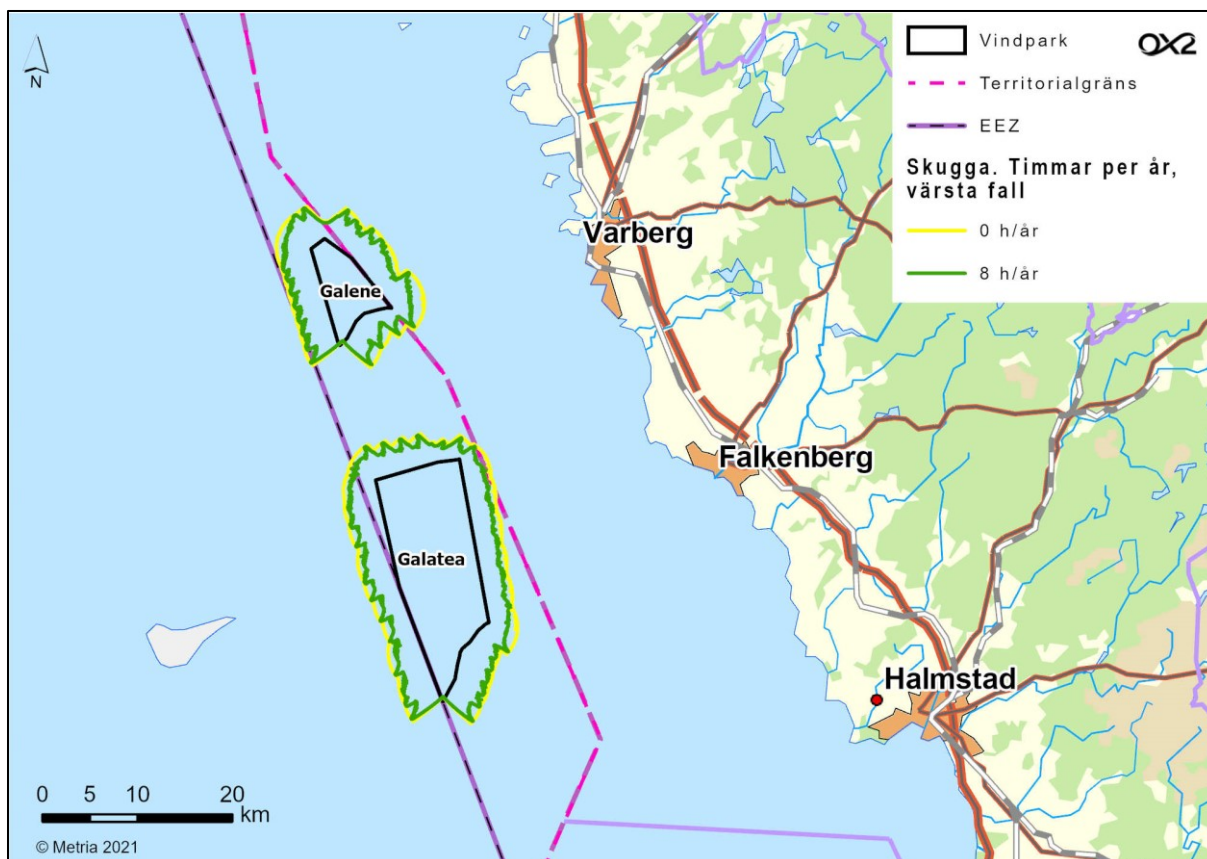
Vindkraftverk ger upphov till skuggor och reflexer från verkens torn och rotorblad. Tornets skugga ändras efter solens läge likt ett solur, skuggans längd varierar beroende på årstid. När verken är i drift och rotorbladen bryter eller reflekterar solstrålar eller artificiell belysning uppkommer skuggor och reflexer.

Påverkan från skuggning samt upplevd störning därav beror på flera faktorer såsom 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 ca 2 km. På dessa avstånd uppfattas de dock endast som diffusa ljusförändringar.

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

Skuggutbredning har tagits fram av OX2 för att beskriva skuggpåverkan från vindparken. Worst case med 68 respektive 101 vindkraftverk av storleken 25 MW med 310 meter rotordiameter och 185 meter navhöjd har använts. 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 en rörlig skugga samt att rotorplanet alltid är vinkelrätt mot solinstrålningen.

Resultaten från simuleringen visas i Figur 23. Ur figuren kan utläsas att inga skuggor kommer nå fastlandet eller Anholt till följd av det långa avståndet. Skuggor kommer alltså endast att uppkomma på vattnet och i vattnets övre skikt.



Figur 23. Resultat av skuggsimulering för 101 vindkraftverk av storleken 25MW. De olika färgerna visar på hur många timmar per år ett visst område kommer att vara skuggat.

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.

I kapitel 7 beskrivs konsekvenser av planerad verksamhet på landskapsbild (se även Bilaga 4).

6.11. Elektromagnetiska fält

Inom den planerade vindparken Galatea-Galene 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. Styrkan på det magnetiska fältet i en given punkt beror på flera faktorer som exempelvis strömstyrka och hur

djupt kabeln är nedgrävd i botten. Fältet avtar i styrka med avstånd från ledningen. Worst case för internkabelnätet är ett högsta magnetfält precis ovanför kabeln på cirka 23 μT , magnetfältet avtar sedan snabbt åt sidan och cirka 4 meter från centrumlinjen är magnetfältet under 1 μT . Flertalet fiskarter har förmågan att känna av magnetiska fält (Öhman m.fl. 2007) och det jordmagnetiska fältet används för navigering. Även vissa valar har visat sig kunna orientera sig med hjälp av magnetiska fält.

Eftersom det inte anläggs några sjökablar inom danskt vatten och att påverkan från magnetiska fält genererat från internkabelnätet är lokal och koncentrerad till området precis ovanför kablarna samt ett par meter ut åt varje håll, kommer denna påverkansfaktor inte att beskrivas vidare i denna Esbo-MKB.

7. Effekter och konsekvenser sökt verksamhet

I detta kapitel beskrivs de miljöeffekter och konsekvenser som kan komma att uppstå vid anläggande, drift och avveckling av den planerade vindparken. Konsekvenskapitlen innefattar förutsättningar för respektive miljöaspekt, mottagarens värde, påverkans omfattning samt den resulterande konsekvensen för respektive bedömd miljöaspekt. Bedömningarna har utförts enligt metodiken som beskrivs i kapitel 5 ovan. Samtliga bedömningar utgår från ett worst case. I de fall skyddsåtgärder har inkluderats i konsekvensbedömningarna framgår detta för respektive miljöaspekt. Om skyddsåtgärder bedömts nödvändiga för att reducera uppkomna konsekvenser anges detta. Samtliga skyddsåtgärder, både sådana som OX2 åtar sig att utföra liksom förslag på ytterligare åtgärder och fortsatt arbete, redovisas vidare i kapitel 9.

I konsekvensavsnitten beskrivs först den allmänna påverkan och konsekvensen för respektive miljöaspekt. Den gränsöverskridande påverkan och konsekvenser sammanfattas sedan sist för varje miljöaspekt, under en separat underrubrik.

7.1. Bottenflora och bottenfauna

Samlad konsekvensbedömning

För bottenflora och bottenfauna är det framför allt sedimentspridning och fysisk påverkan på botten under anläggningsfasen som innebär påverkan. Ytterligare relevanta påverkansfaktorer är reveffekt samt substratförändringar.

För samtliga påverkansfaktorer utom sedimentation under anläggningsfasen bedöms påverkan vara obetydlig och konsekvenserna försumbara. För sedimentation bedöms påverkan under anläggningsfasen vara liten och konsekvensen mycket liten kopplat till sedimentspridning vid borring av fundament och nedläggning av kablar i det interna nätet. För påverkansfaktorn substratförändringar under driftsfasen bedöms vindparken medföra måttliga positiva konsekvenser i form av skapande av artificiella rev som främjar biologisk mångfald. En ytterligare positiv påverkan på bottenmiljöerna är den begränsning vindparken innebär för möjligheten att utföra bottentrålning i området, vilket gör att de negativa konsekvenserna som bottentrålning innebär, uteblir.

Påverkan på bottenflora och bottenfauna under anläggningsskedet är mycket lokal och anläggningsskedet bedöms därför inte leda till någon gränsöverskridande påverkan. Under driftsfasen bedöms den gränsöverskridande påverkan som liten positiv och konsekvensen som måttligt positiv för substratförändringar och reveffekt. Någon påverkan på de danska Natura 2000-områdena bedöms inte uppkomma.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för bottenflora och bottenfauna, vilket sammanfattar referensrapport R.1 "*Bottenmiljöer och havsbaserad vindkraft i Kattegatt*".

7.1.1. Förutsättningar

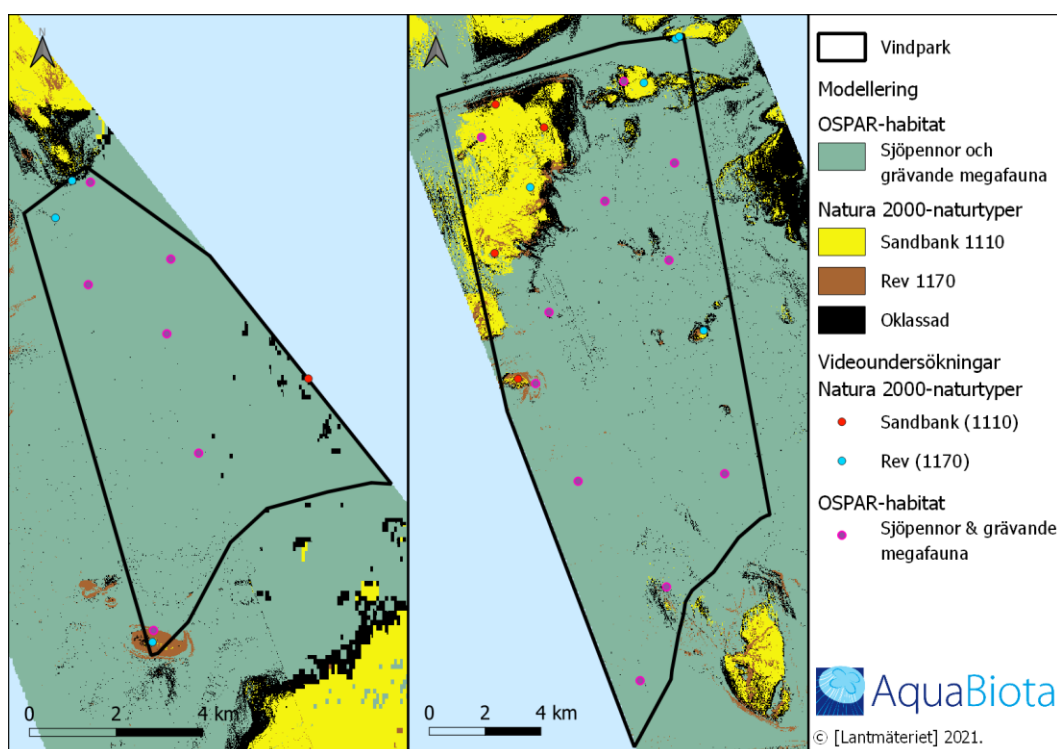
Platsen för den planerade vindparken Galatea-Galene ligger i Kattegatt, mellan saltare havsvatten i Skagerrak i norr och bräckt vatten i Östersjön i söder. Skiktningen av salt och bräckt vatten resulterar i artrika bottenar med en stor mångfald av marina arter som lever i det relativt salta bottenvattnet. Inom Galatea varierar vattendjupen mellan 23 och 83 meter och vattendjupen i Galene varierar mellan 18 och 96 meter.

Området för Galatea-Galene består i huvudsak av djupa mjukbottenar med högt inslag av lera, samt mindre områden med sand- och hårbottensubstrat. För att kartlägga bentiska naturtyper och habitat i området har en rumslig modellering baserat på inventeringsdata och heltäckande fysiska gjorts (R.1). I Figur 24 nedan visas resultat av modellering av olika naturtyper och habitat i området vid Galene och Galatea. De modellerade naturtyperna och habitaterna består av Natura 2000-naturtyperna sandbankar (1110) och rev (1170), OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande

megafauna samt HELCOM HUB⁵-biotoperna mjukbotten med blandad fauna AB.H1V, mjukbotten med sjöpennor AB.H2T1 och sandbotten med blandad fauna AB.J1V. Modelleringar enligt biotopklassificeringssystemet HELCOM HUB och undersökningar som utförts inom ramen för Galatea-Galene ger en likartad bild enligt utredningen.

Under 2021 genomfördes videoundersökningar i området och resultaten (i form av punktdata) överensstämmer väl med den rumsliga modelleringen av områdets bentiska naturtyper och habitat (Figur 24).

Mer detaljerade platsspecifika undersökningar kommer att göras som en del av micrositings-processen. De detaljerade undersökningarna kommer att säkerställa att fundament inte placeras på särskilt skyddsvärda naturtyper och habitat.



Figur 24. Sammanfogade resultat från rumslig modellering och punktdata från videoanalyser med avseende på OSPAR-habitat och Natura 2000-naturtyper (R.1 och Tiblom m.fl. 2022)

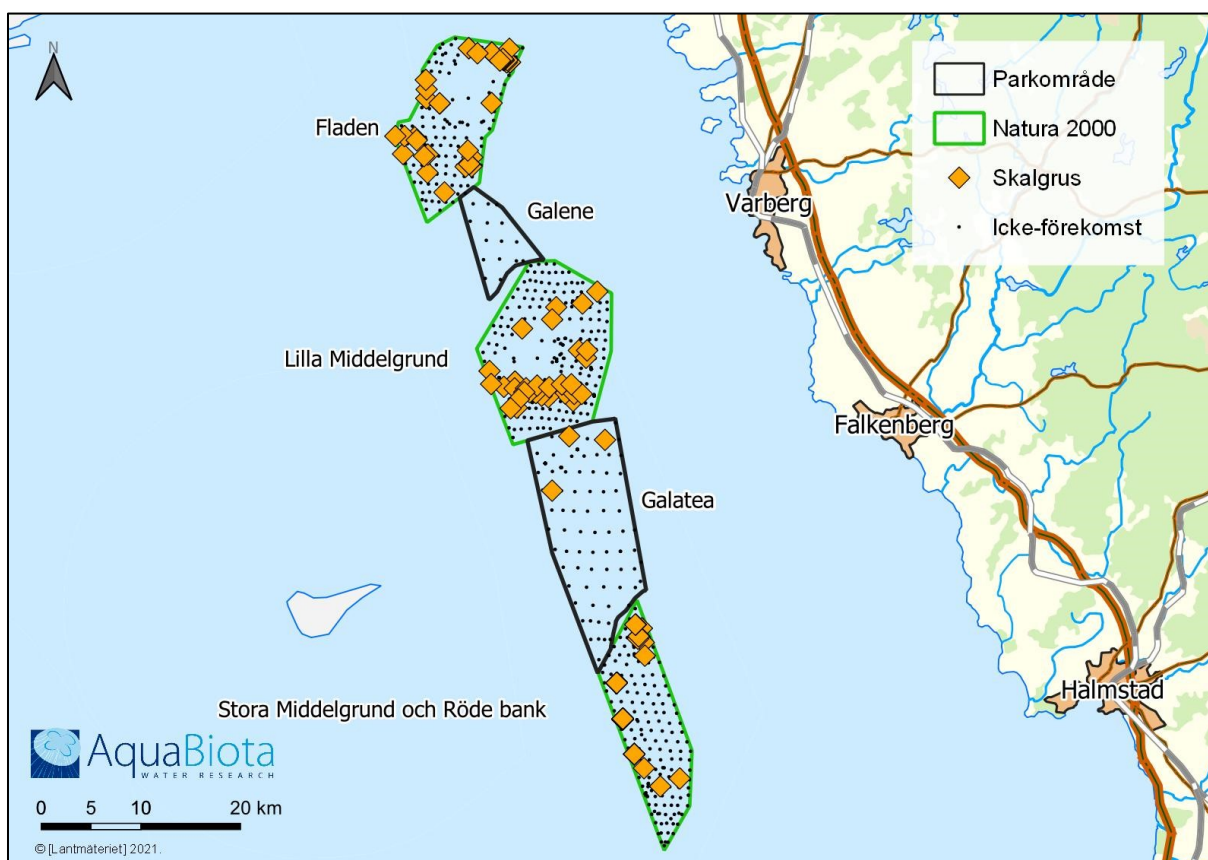
I det huvudsakliga mjukbottenhabitatet som utgör större delen av Galene och Galatea (klassat som OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna) visar inventeringsdata att sjöpennorna liten piprensare (*Virgularia mirabilis*) och fjädersjöpenna (*Pennatula phosphorea*), havskräftor (*Nephrops norvegicus*) och koralldjuret cylinderros (*Pachycerianthus multiplicatus*) är vanligt förekommande. Vid de undersökningar som OX2 låtit genomföra i området var tagghudingar den djurgrupp som påträffades vid flest antal stationer och bidrog till den högsta abundansen samt den högsta biomassan. De dominerande arterna gällande abundans var trådormstjärnorna slätbukig trådormstjärna (*Amphiura filiformis*) och fjällig trådormstjärna (*A. chiajei*) medan lyrsjöborren (*Brissopsis lyrifera*) stod för den största totala biomassan. Dessa

⁵ Ramverk för klassificering av biotoper och habitat i Östersjön.

resultat stämmer väl överens med tidigare undersökningar i området (SLU Aqua 2018, SMHI Shark 2020).

Stationerna klassificerades enligt HELCOM HUB vilket resulterade i sex olika biotoper, där biotopen lerbotten dominerat av *Brissopsis lyrifera* och *Amphiura chiajei* (AB.H3O2) var dominerande.

HELCOM HUB-biotopen skalgrusbottnar har observerats på tre lokaler i norra delen av Galatea, se Figur 25. Skalgrusbottnarna utgör ett viktigt habitat för flertalet fastsittande och marina grävande organismer såsom kräftdjur. I områden som detta som i övrigt domineras av mjukbottnar utgör skalgrusbottnar en möjlighet för etablering av hårbottenarter (Länsstyrelsen Halland 2018a, Coalition Clean Baltic 2020).



Figur 25. Förekomster och icke-förekomster av skalgrusbottnar inom parkområdet och angränsande Natura 2000-områdena baserat på tillgängliga data från tidigare undersökningar i området.

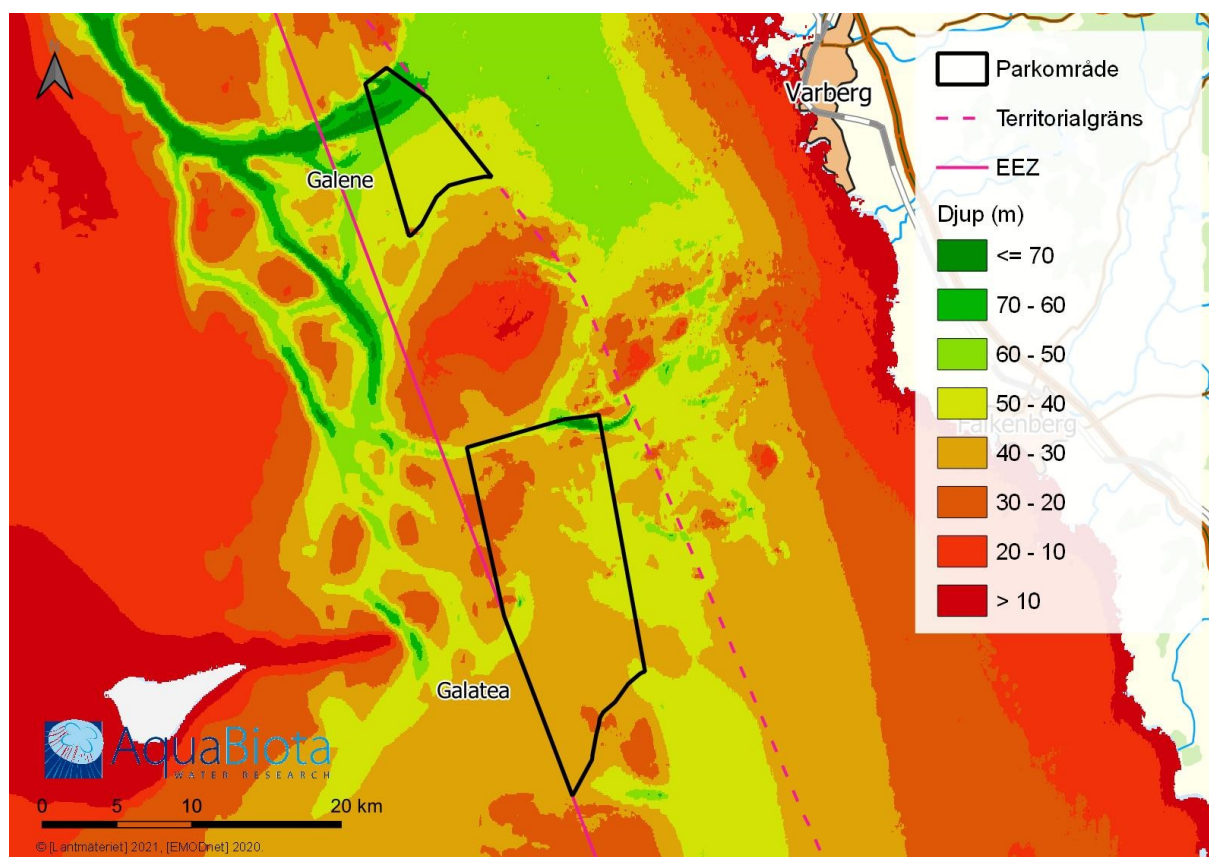
Sand- och hårbottenytor klassade som naturtyperna sandbankar respektive rev förekommer i mindre utsträckning och då framför allt i de norra delarna av Galatea. Tabell 14 nedan listar ett antal för naturtyperna typiska arter som observerats inom området.

Tabell 14. Förekommande typiska arter inom det planerade parkområdet för respektive naturtyp. Typiska arter utgår ifrån SLU ArtDatabankens listor över typiska arter (SLU ArtDatabanken 2021d), uppgifter från referensrapport R.1.

Sandbankar (1110)	Rev (1170)
Kamsjöstjärna (<i>Astropecten irregularis</i>)	Ätlig sjöborre (<i>Echinus esculentus</i>)
Stor kammussla (<i>Pecten maximus</i>)	Krabbtaska (<i>Cancer pagurus</i>)
Liten piprensare (<i>Virgularia mirabilis</i>)	Rödvit eremitkräfta (<i>Pagurus bernhardus</i>)
	Död mans hand (<i>Alcyonium digitatum</i>)
	Kilrödblåd/Rödblåd (<i>Coccotylus/Phyllophora</i> sp.) ⁶

Många alger behöver hårdbottenytor att fästa sig i, vilket saknas i större delen av vindparken. Algerna behöver också ljus för sin fotosyntes, vilket ställer krav på att vattnet inte är för djupt. Det krävs alltså att reven eller sandbottnarna ligger tillräckligt grunt, så att ljus når ner, för att algerna ska kunna växa där. Som kan utläsas ur Figur 26 är det en väldigt liten del av delområde Galatea, samt ett ytterst lite område i Galenes sydvästra hörn, som har tillräckligt grunda områden för att alger ska ha bra förutsättningar att växa. Grundare hårdbottenytor återfinns i stället i större utsträckning på intilliggande utsjöbankar. Det lämpliga området för alger utgör bara några enstaka procent av de planerade vindparkernas totala yta, vilket innebär att utbredningen av alger inom den planerade vindparken förväntas vara mycket begränsad. I samband med videoundersökningarna som OX2 låtit genomföra inom vindparken noterades totalt 6 arter/artpar av rödalger vid mindre än hälften av stationerna.

⁶ Identifierade som artpar i undersökningarna vilket innebär att de inte går att skilja från varandra.



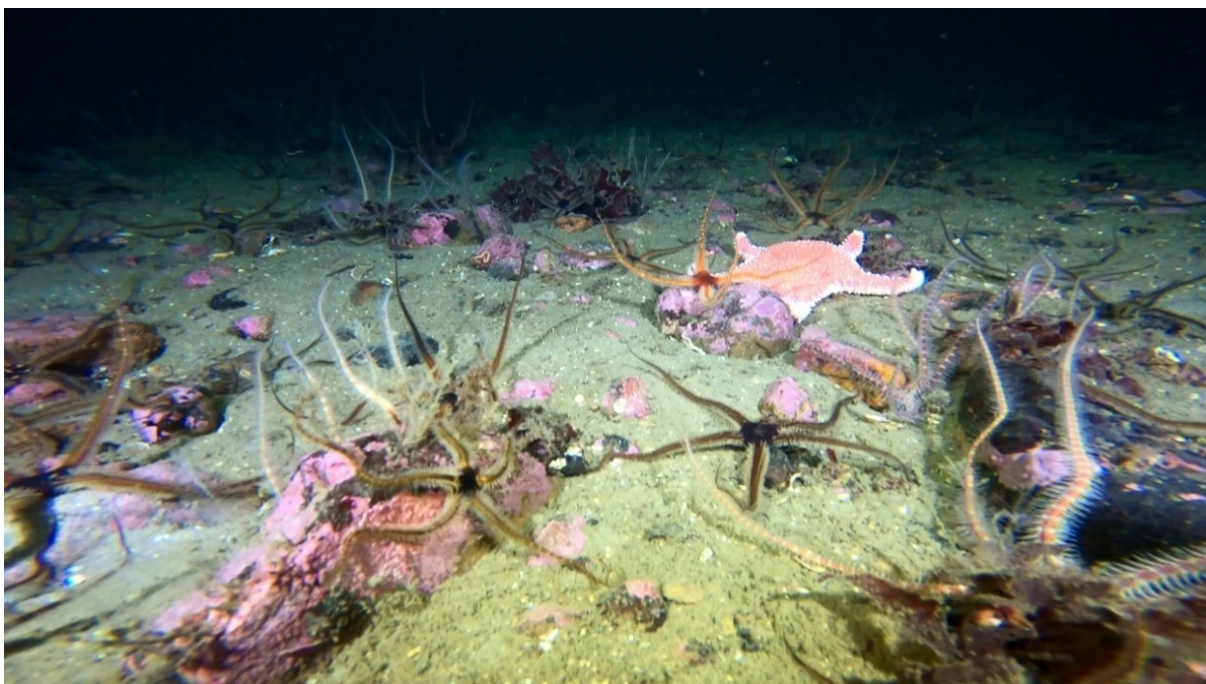
Figur 26. Djuputbredning inom parkområdet.

Rödlistade arter

Fyra rödlistade bottenfauna-arter påträffades vid inventeringar som OX2 låtit genomföra i området; småögd trollhummer (*Munida rugosa*), nordhavsräka (*Pandalus borealis*), större vindeltrappa (*Epitonium turtonis*) samt hästsjöstjärna (*Hippasteria phrygiana*). De tre förstnämnda är rödlistade enligt den svenska nationella rödlistan medan hästsjöstjärnan numera endast är rödlistad enligt HELCOM⁷:s rödlista, där den är klassad som sårbar (VU). Både småögd trollhummer och nordhavsräkan är klassade som nära hotade (NT) medan den större vindeltrappan är klassad som starkt hotad (EN).

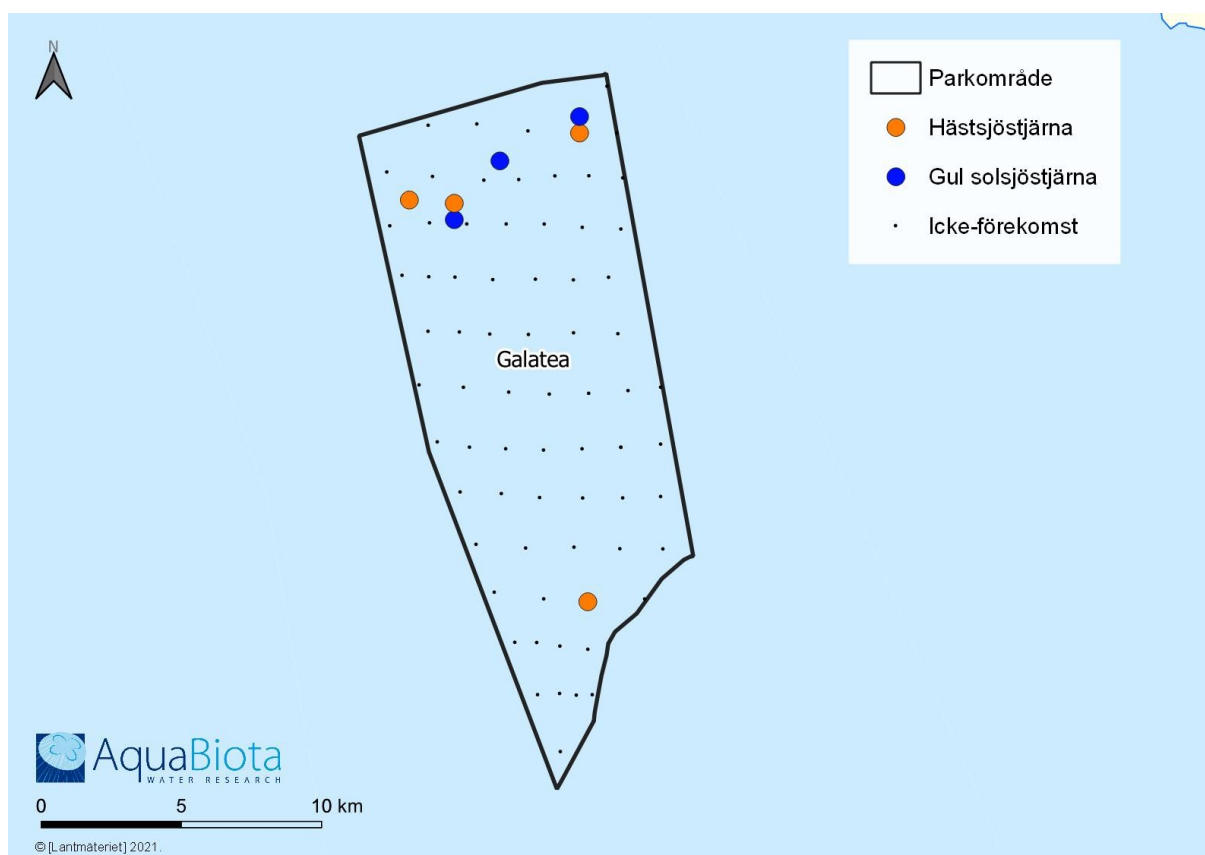
Från tidigare undersökningar i området har ytterligare en rödlistad art observerats inom Galatea; gul solsjöstjärna (*Solaster endeca*) (PAG 2016, Länsstyrelsen i Hallands län 2018). Enligt den svenska rödlistan är den gula solsjöstjärnan klassad som sårbar (VU). Detta då en minskning av populationen pågår eller förväntas att ske, bland annat på grund av försämrad kvalitet på de hårda och sandiga bottnar som utgör sjöstjärnans habitat. Figur 27 visar en bild på taggormstjärnor (*Ophiotrix fragilis*), sotormstjärnor (*Ophiocomina nigra*) och ett exemplar av hästsjöstjärna som återfunnits inom det undersökta området.

⁷ Helsingforskommissionen (HELCOM).



Figur 27. Taggormstjärnor (*Ophiotrix fragilis*) och sotormstjärnor (*Ophiocomina nigra*) tillsammans med ett exemplar av hästsjöstjärna (*Hippasteria phrygiana*) i område med grövre bottensubstrat (AquaBiota 2021)

I samband med de tidigare undersökningarna inom parkområdet har flera individer av hästsjöstjärnor observerats inom delområde Galateas norra delar samt en individ i delområdets södra del (Figur 28) (PAG 2016, Länsstyrelsen i Hallands län 2018). Hästsjöstjärnan förekommer längs hela den svenska västkusten men är förhållandevis sällsynt. Oftast påträffas den i kallare vatten i Kattegatt. Inga rödlistade arter har observerats inom delområde Galene, varken i de tidigare undersökningarna eller i de undersökningar som OX2 låtit göra inom området.



Figur 28. Förekomster av rödlistade arter enligt den svenska rödlistan och HELCOM:s rödlista inom delområdet Galatea. Punkterna precis bredvid varandra är observationer från samma lokal. Underlaget utgörs av tillgängliga data från tidigare undersökningar i området (referensrapport R.1).

7.1.2. 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 att sedimentet släpps ut direkt vid botten då detta utgör worst case för relevanta påverkansfaktorer. I Tabell 15 listas vilka påverkansfaktorer som identifierats för påverkan på bottenflora och bottenfauna under respektive fas (se kapitel 6 för närmre beskrivning av dessa).

Tabell 15. Påverkansfaktorer som är aktuella för respektive fas och verksamhet vid konsekvensbedömningar för bottenflora och bottenfauna.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Fysisk påverkan	Vindpark + internkabelnät	X		X
Sedimentspridning	Vindpark + internkabelnät	X		X
Miljögifter	Vindpark + internkabelnät	X		X
Reveffekt	Vindpark		X	X
Substratförändringar	Vindpark		X	
Hydrografiska förändringar	Vindpark		X	
Skuggning	Vindpark		X	

Anläggningsfas

Fysisk påverkan

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

Vid anläggning av vindparken uppkommer en direkt fysisk störning av havsbotten vid installation av vindkraftsfundament, erosionsskydd, transformatorstationer och nedläggning av kablar i internkabelnätet. Vid grävning och bormning riskeras påverkan på växter och djur som inte kan flytta på sig eller som kan täckas över. Den maximala fysiska påverkan som vindparkens bottenanspråk kan ge upphov till har beräknats utifrån ett worst case-scenari, Tabell 16.

Tabell 16. Beräknad fysisk påverkan vid anläggning av monopile-fundament, transformator-/omriktarstationer och erosionsskydd för vindparken bestående av 101 st 25 MW-verk.

	Galatea	Galene	Total yta
Antal monopilefundament	80	21	
Bottendiameter (m) per monopile inkl. erosionsskydd	60	60	
Antal transformator-/omriktarstationer med 4 ben	2	1	
Bottendiameter (m) per ben inkl. erosionsskydd	30	30	
Totalt påverkansområde vindkraftverk + transformator-/omriktarstation (km ²)	0,23	0,06	0,29

Den maximala bottenytan som permanent kan komma att påverkas i samband med etablering av vindparken utgör cirka 0,29 km² av vindparkens totala yta om 215 km² vilket motsvarar cirka 0,13 %. Det område som tillfälligt kan komma att påverkas av läggandet av det interna kabelnätet är cirka 0,494 km² vilket motsvarar cirka 0,23 % av vindparken (dvs. 0,23 % utöver de 0,13 % som påverkas permanent).

Som nämnts ovan visar beräkningarna att endast en mycket liten andel av vindparkens totala yta kan komma att påverkas i worst case vid anläggning av vindparken. En återetablering av mjukbottenlevande organismer kommer att kunna ske på de ytor som påverkats av kabelanläggning. Vissa 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. Tiden för återhämtningen varierar även mellan olika områden. Återhämtningen av en muddrad yta är vanligtvis 1–3 år, men successionsprocesserna är normalt långsammare på djupa än grunda bottnar (Hammar m.fl. 2009).

Inom vindparkområdet pågår i dagsläget ett bottentrålningfiske (Havs- och vattenmyndighetens VMS databas, 2021) som fysiskt påverkar botten. Den fysiska störningen av havsbotten från bottentrålningfisket i området påverkar betydligt större ytor än vad som kommer att påverkas vid anläggningen av vindparken. Många bottenlevande arter, som exempelvis sjöpennor, är känsliga för bottentrålning. Erfarenheter från vindparker till havs visar att fiske i ett område minskar om en vindpark etableras. Detta kan ge en reservateffekt då bottnarna fredas från intensivt fiske och bottentrålning.

Bottenfloran och bottenfaunans känslighet för fysisk påverkan bedöms som hög, men då endast en mycket liten andel (cirka 0,36 % totalt) av vindparkens totala yta berörs, bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Konsekvensen av verksamhetens fysiska påverkan för områdets bottenflora och bottenfauna blir därmed försumbar.

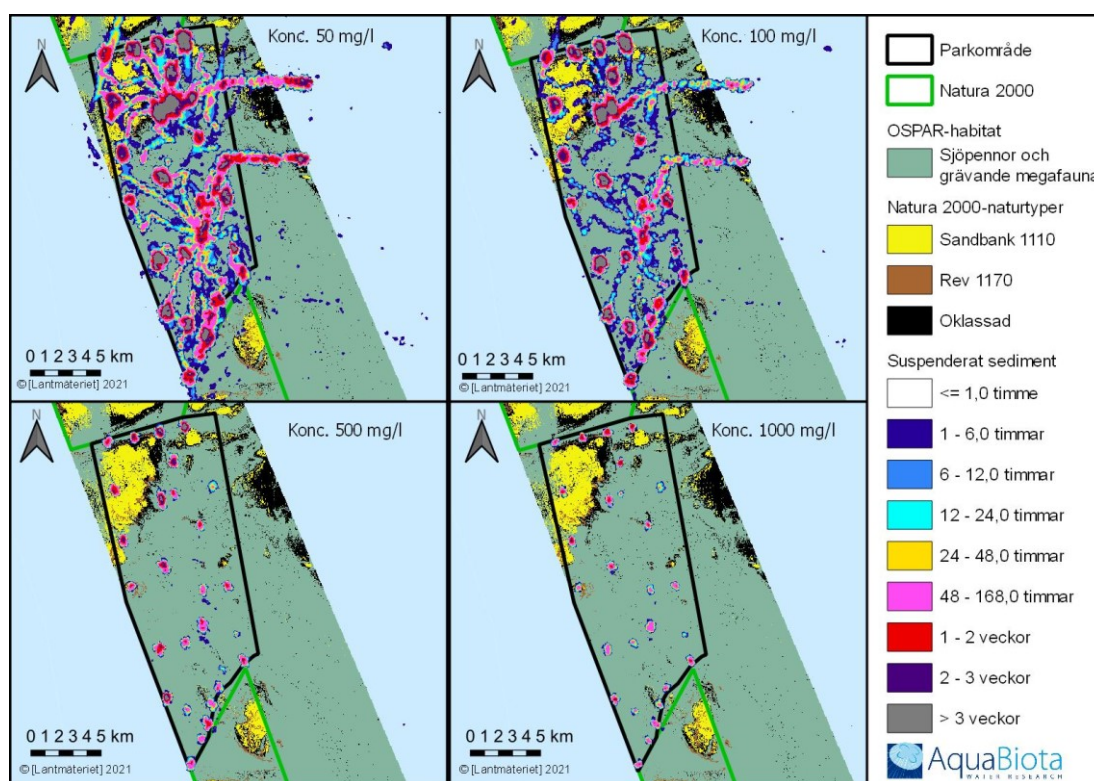
Sedimentspridning

Vid installation av fundament, erosionsskydd och kabelnedläggning uppkommer sedimentspridning med tillfälligt förhöjda halter av suspenderade partiklar (grumling) i vattnet och med sedimentation som följd.

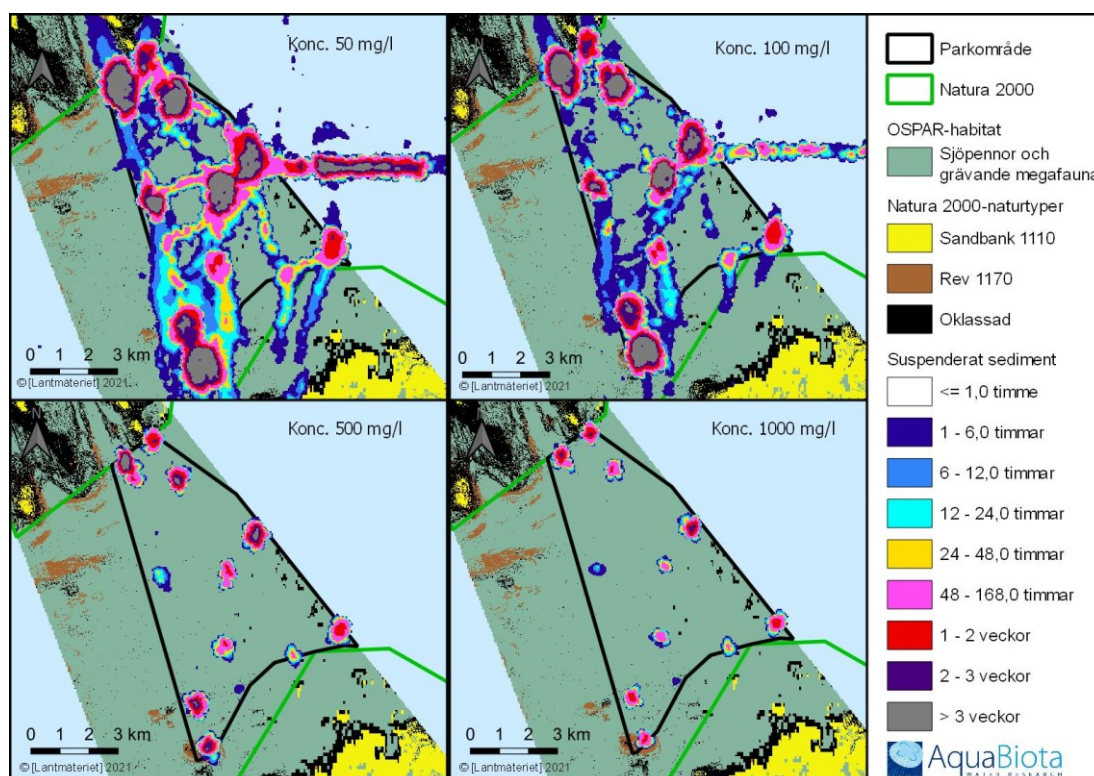
De flesta bottenlevande djur är toleranta för tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment, men långvarig exponering kan påverka vissa filtrerande arter negativt. Hos alger kan övertäckning leda till en hindrad fotosyntes och möjlig minskad tillväxt och till slut nedbrytning. Den planerade vindparken utgörs huvudsakligen av mjukbottnar där faunan har utvecklat en viss anpassning till den naturliga grumling som råder på botten som utgörs av lera och sand.

Konsekvensbedömningarna för sedimentspridning har utgått från påverkan på OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna samt naturtyperna sandbankar och rev, vilka tillsammans täcker in vindparkens bottenmiljöer. Vid bedömning av habitatens och naturtypernas känslighet har arter som bedömts representativa för respektive naturtyp använts.

Resultatet från genomförda modelleringar av sedimentspridning vid anläggning av fundament och internt kabelnät ses i Figur 29 och Figur 30. I dessa ses att suspenderat sediment av lägre halter på 50–100 mg/l har en större spridning än de högre halterna på 500–1000 mg/l som har en ytterst lokal spridning runt anläggningsplatserna för fundamenten. Efter några veckor är återstående halter låga (<100 mg/l) förutom på några platser lokalt runt anläggningsplatserna för de borrade fundamenten.



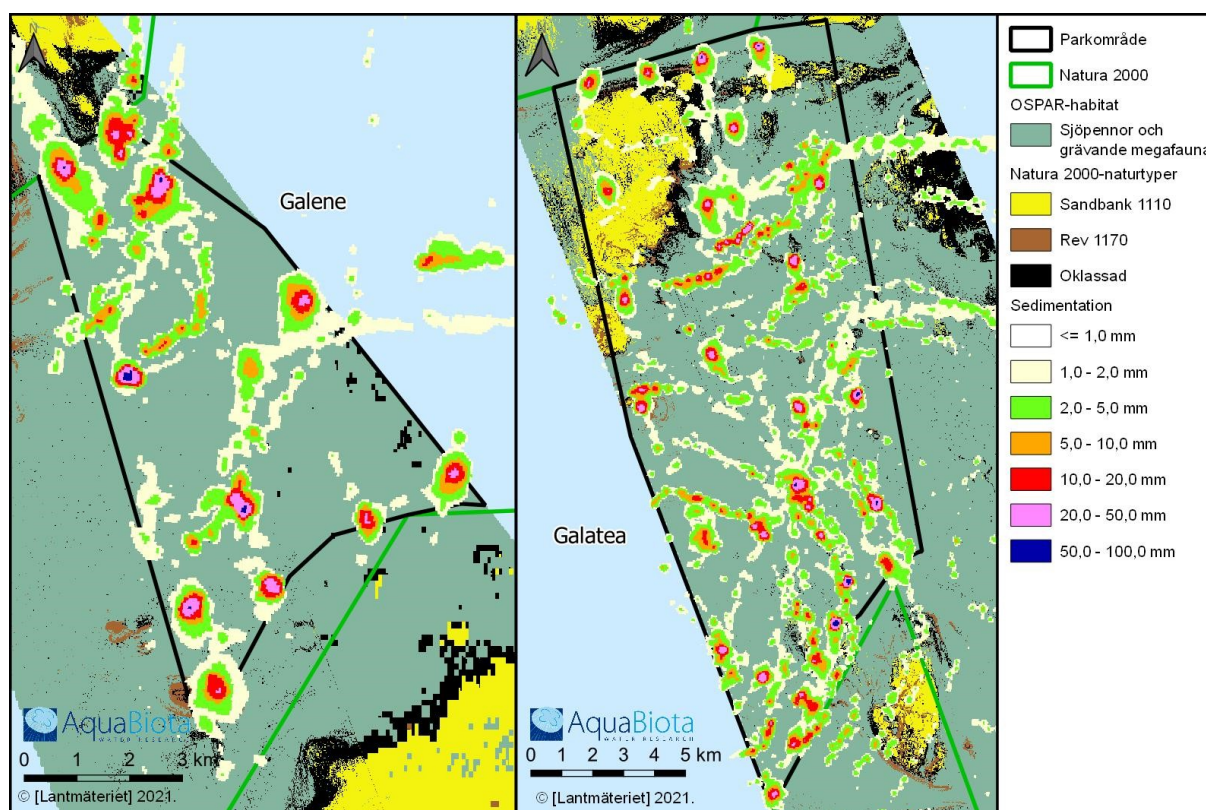
Figur 29. Suspenderat sediment i halterna 50, 100, 500 och 1000 mg/l (medelvärde av 10 meter ovan havsbotten) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom delområdet Galatea. Halterna är lägre högre upp i vattenvolymen.



Figur 30. Suspenderat sediment i halterna 50, 100, 500 och 1000 mg/l (medelvärde av 10 meter över havsbotten) tillsammans med utbredning av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpennor och grävande megafauna inom delområdet Galene. Halterna är lägre högre upp i vattenvolymen.

Vid bedömningar av hur organismer påverkas av sedimentspridning är det viktigt att beakta den naturliga grumligheten i området. Valeur och Jensen (2001) uppmätte den naturliga koncentrationen av suspenderat sediment mellan 10 och 40 meters djup i Öresund till upp mot 40 mg/l suspenderat sediment vid perioder med hårda vindförhållanden. Vindparken domineras av mjuka djupbottnar där hårbottenytorna är begränsade. Suspenderade halter från anläggning av verksamheten kan också jämföras med de halter av suspenderat sediment som uppkommer i samband med fiske genom bottentrålning. Vid bottentrålning skapas en sedimentplym som vanligtvis når 4–10 meter över botten (Churchill 1989, De Madron m.fl. 2005). Sedimenthalterna brukar ligga på mellan 100 och 300 mg/l, ibland upp mot 500 mg/l, och är som högst mitt i plymen strax ovanför botten. Sedimentplymen kan sprida sig cirka 480 meter sidledes fyra timmar efter trålning vid en strömstyrka på 0,14 m/s (De Madron m.fl. 2005). Inom den planerade vindparken sker idag trålfiske vilket innebär en uppgrumling av havsbotten. Jämfört med suspenderat sediment från worst case från anläggning av vindparken är fisket med bottentrålning mer återkommande och över en större yta.

Det suspenderade sedimentet kommer till slut att sedimentera och lägga sig på botten. Hur snabbt detta sker beror bland annat på kornstorleken på sedimentpartiklarna. Figur 31 visar att den största sedimentationen sker lokalt runt anläggningsplatserna för fundamenten. Inom cirka 3 % av vindparken uppkommer en sedimentation på över 10 mm.



Figur 31. Sedimentation tillsammans med utbredningen av Natura 2000-naturtyperna sandbank (1110), rev (1170) och OSPAR-habitatet sjöpenor och grävande megafauna inom delområdena Galene (vänster) och Galatea (höger).

Det habitat som huvudsakligen kommer att beröras av förhöjda halter av suspenderat sediment och sedimentpålagringar är OSPAR-habitatet sjöpenor och grävande megafauna, då det utgör områdets dominerande habitat. Grävande megafauna som exempelvis havskräfta, förväntas inte påverkas negativt av sedimentspridning då de till stora delar lever nedgrävda i bottensediment. Sjöpenor är väl anpassade till mjukbottenmiljöns förhållanden och kan vid fara skydda sig genom att gräva ner sig i bottensedimentet.

Då sandbankar och rev endast förekommer i mycket liten utsträckning inom vindparken, och då främst i den nordvästra delen av delområde Galatea, kommer begränsade ytor av dessa naturtyper beröras av sedimentspridning. Enskilda individer av exempelvis juvenila individer av stor kammussla (*Pecten maximus*), taggormsstjärna samt andra mindre fastsittande organismer som förekommer på hårbottenar, kan komma att påverkas av förhöjda partikelhalter och övertäckning av sediment. Påverkan är dock mycket lokal och sedimentationen, som kan uppgå till maximalt 50–100 mm kring några av de borrade fundamenten, bedöms inte påverka några populationer av de för naturtyperna representativa arterna i området. Hårbottenmiljöer kan påverkas av att täckas med sediment, vilket kan innebära påverkan på nyrekrytering om algsporer och djurlarver får svårt att fästa på de övertäckta ytorna. Revmiljöerna bedöms dock sammantaget att gynnas i området då vindparkens hårda strukturer skapar artificiella rev.

Områdena där en påverkan till följd av förhöjda halter av suspenderat sediment (från cirka 100 mg/l) och sedimentpålagringar (maximalt 50–100 mm) är mycket små i förhållande till vindparkens totala yta. Anläggningsfasen pågår dessutom under en begränsad period.

Sammantaget bedöms anläggningen av vindparken resultera i en obetydlig/liten påverkan på bottenflora och bottenfauna i området till följd av förhöjda halter av suspenderat sediment och

sedimentation. Mottagarnas känslighet är liten och konsekvensen bedöms därmed som försumbar/mycket liten för områdets bottenflora och bottenfauna.

Föroreningsspridning

Spridning av föroreningar i sediment kan påverka olika bottenlevande organismer på olika sätt, till exempel genom skador på ägg och äggsamlingar, missbildade embryon, lagring i fettvävnader (bioackumulation) som sedan kan vandra upp i näringskedjan (biomagnifikation) (Havsmiljöinstitutet 2016).

Provtagningar av sediment har utförts i augusti 2021 samt maj 2022 (detaljerade uppgifter om resultat finns i referensrapporter R.1 och R.25) Provtagningarna bekräftar den övergripande bilden enligt tidigare undersökningar av SGU (2019) vad gäller sedimentens halter av metaller och organiska föreningar. För att bedöma effekterna av potentiell påverkan från spridning av organiska miljögifter och metaller till vattenmiljön är utgångspunkten de gränsvärden som anges för vissa organiska miljögifter och metaller i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25). Resultaten av provtagningarna visar att inga riktvärden eller gränsvärden överskrids.

Metallhalterna i sedimenten från området Galatea-Galene ligger på mycket låga till låga nivåer vilket motsvarar förekommande bakgrundsnivåer. Halten tennorganiska föreningar var totalt sett medelhöga i de analyserade sedimenten. Värdena kan liksom metallerna anses vara i nivå med förväntade bakgrundshalter. PCB uppträder genomgående under rapporteringsgränsen, och vissa enskilda PAH uppvisar hög till medelhög halt. Med tanke på att både metallhalterna och de tennorganiska föreningarna typiskt inte visar några tecken på lokal påverkan och den organiska halten i sedimenten är liten görs bedömningen att halten organiska föreningar från området Galatea-Galene är låg och i paritet med förekommande bakgrundsnivåer. I den mån planerad verksamhet kan medföra spridning av bottenmaterial bedöms den inte medföra risk för att omgivande bottenmiljöer förorenas.

Eftersom halterna av organiska miljögifter och metaller inte överskrider gällande gränsvärden, uppehållstiden i vattenmassan är begränsad, samt att en utspädningseffekt av eventuella föroreningar kommer att ske när sedimentet omlagras och sprids i vattenpelaren, bedöms eventuella spridda miljögifter inte påverka bottenflora och bottenfauna negativt. Trots en måttlig känslighet hos mottagaren bedöms påverkans storlek och omfattning som obetydlig. Därmed bedöms den sammanlagda konsekvensen av miljögifter som försumbar för områdets bottenflora och bottenfauna.

Inom delområde Galatea finns utöver ovan nämnda föroreningsrisker även vraket *Altne*, som förliste 1998, och som har bedömts av Sjöfartsverket som ett vrak som kan orsaka potentiella miljörisker. Ett oljeläckage från vraket skulle påverka bottenflora och bottenfauna negativt och känsligheten är hög för påverkan av olja hos flertalet organismgrupper. En säkerhetszon på 250 meter kommer att hållas mellan vindkraftsfundamentens anläggningsplatser och vraket. Utifrån detta bedöms konsekvensen av oljeläckage på områdets bottenflora och bottenfauna som försumbar. Detta eftersom påverkans storlek och omfattning anses vara obetydlig med hänsyn till att risken för en olycka är osannolik.

Driftsfas

Substratförändringar och reveffekt

Vid de mjukbottenytor där fundament, erosionsskydd och transformatorstationer anläggs kommer det ske en förändring av ysubstrat, med en övergång från mjukt till hårt substrat. Ingen substratförändring sker vid förankring av kablar i botten. Förändringarna är begränsade. Av den totala arealen av sandbankar kommer endast 0,14 % av habitatet påverkas av förändrade substratförhållanden, vilket endast utgör cirka 0,01 % av vindparkområdets totala yta. Fundament och erosionsskydd, vars hårda strukturer bidrar till en reveffekt (se avsnitt 6.4 ovan) skapar förutsättningar för etablering av hårbottenarter under vindparkens driftsfas. Då vindkraftsfundamenten penetrerar hela vattenkolumnen blir även det totala tillskottet av hårt substrat betydligt större än minskningen av de befintliga mjukbottensytorna.

Anläggning av fundamenten förväntas ge en ökad produktion av blåmusslor (*Mytilus edulis*), vilket i sin tur kan attrahera ytterligare arter. I grundare delar av fundamenten förväntas även kolonisering av bland annat havstulpaner och sjöpungar. På större djup kan koralldjur som död mans hand (*Alcyonium digitatum*) och havsnejlika (*Metridium senile*) etablera sig. Block och stenar som utgör erosionsskydd runt fundament förväntas även bidra med substrat och livsmiljö för bland annat koralldjur och kräftdjur så som krabbtaska (*Cancer pagurus*), hummer (*Homarus gammarus*) och eremitkräftor (*Pagurus* sp.). På sikt kan även substratförändringarna och etableringen av koralldjur och alger bidra till nya livsmiljöer, locka till sig andra arter och fungera som barnkammare för flera fiskarter. Etableringen av fundament och erosionsskydd kan därför även vara av betydelse sett ur ett större ekosystemperspektiv.



Figur 32 Musslor som etablerats på vindpark Lillgrunds fundament efter endast några år.

Fundament och erosionsskydd gynnar inte enbart inhemska hårbottenarter utan erbjuder även nya substrat för främmande hårbottenarter. Verksamheten förväntas dock inte bidra med en introduktion av främmande arter i området, utan det handlar främst om larver som kan spridas till området med strömmar från andra delar av Kattegatt. I och med att vindparken redan har ett visst inslag av hårbottenytor i båda delområdena, samt att det finns i närliggande områden, så finns redan förutsättningarna för att främmande arter ska kunna etablera sig i området.

Anläggning av vindparkens hårda strukturer medför en utökad livsmiljö för hårbottensfaunan. För florán förväntas den ökade tillgången på hårt substrat öka utbredningen av alger i området. Bottenfloran och bottenfaunans känslighet för substratförändringar bedöms som hög med tanke på att det förändrar arternas livsmiljö. Sammantaget förväntas de artificiella reven leda till en lokalt ökad artdiversitet och biomassa i området runt fundament och erosionsskydd men med tanke på den begränsade yta som tas i anspråk i förhållande till vindparkens totala yta (påverkans storlek och omfattning bedöms som liten positiv) bedöms konsekvensen av substratförändringar som måttlig positiv för bottenfloran och bottenfaunan inom vindparken.

Hydrografiska förändringar

Förändringar av havsbottens struktur kan ge en förändrad hydrodynamik i ett område. Det i sin tur kan leda till förändring av bottenstruktur (Hammar m.fl. 2009). I en vindpark där avståndet mellan vindkraftverken, som utgör strukturförändringarna av botten, är stora blir de hydrografiska förändringarna minimala enligt danska studier (Dong energy m.fl. 2006). Ytterligare studier av marina konstruktioner har också påvisat minimala hydrografiska effekter (Øresundskonsortiet 2000, Edelvang m.fl. 2001). NIRAS har på uppdrag av OX2 AB tagit fram en hydrodynamisk modell med syftet att utreda hur vindparken kan komma att påverka områdets hydrodynamiska

förhållanden (NIRAS 2021d). Även NIRAS utredning visar att hydrografiska förändringar blir lokala och mycket begränsade.

Vid förändrade hydrografiska förhållanden påverkas förutsättningarna för både bottenfloran och bottenfaunan, varför känsligheten hos mottagaren bedöms som hög. Påverkans storlek och omfattning är dock obetydlig då förändringen av hydrografen är liten och endast påverkar miljön i nära anslutning till fundamenten. Detta resulterar i en försumbar konsekvens.

Skuggning

Vindkraftverken kommer ge upphov till olika typer av skuggor. Tornets skugga är stationär medan skuggan från rotorbladen är rörlig. Skuggning kan potentiellt påverka bottenfloran genom nedsatt fotosyntes. Framförallt alger som växer på gränsen till sin maximala djuputbredning kan påverkas av en eventuell skuggningseffekt (Andrulewicz och Otremba 2011). Bottenfaunan påverkas inte av skuggning. Då vinkeln till solen förändras under dagen kommer skuggningen förändras likt ett solur och inte skugga samma områden hela tiden. Känsligheten hos mottagaren bedöms vara liten. Med tanke på att utbredningen av alger i området förväntas vara mycket begränsad, då mycket små ytor är grunda nog för att vara beväxta av alger, bedöms påverkan vara obetydlig och den sammantagna konsekvensen av skuggning på bottenfloran och bottenfaunan som försumbar.

Avvecklingsfas

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

7.1.3. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

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

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

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

Delområdet Galene angränsar till det danska Natura 2000-området Kims Top og den Kinesiske Mur, där Natura 2000-naturtyperna rev (1170) och bubbelrev (1180) är utpekade. I närområdet

finns ytterligare Natura 2000-områden med utpekade naturtyper, Anholt och havet nord för med utpekade naturtyper sandbankar (1110) och laguner (1150) samt Stora Middelgrund med utpekade naturtyper rev (1170), bubbelrev (1180) och sandbankar (1110), se även Tabell 3.

Inga fysiska ingrepp kommer att göras inom något Natura 2000-område. Som nämnts tidigare uppkommer sedimentspridning med tillfälligt förhöjda halter av suspenderade partiklar (grumling) i vattnet och med sedimentation som följd vid installation av fundament, erosionsskydd och kabelnedläggning. Suspenderat sediment med halten 50 mg/l och en varaktighet på endast ett fåtal timmar uppkommer precis på gränsen till det danska Natura 2000-området Stora Middelgrund. Inom samma begränsade område förväntas även en sedimentation om maximalt två mm sediment uppkomma. Mängden av sediment som sprids till Natura 2000-området och den yta som berörs är så pass liten så att påverkans storlek och omfattning bedöms som obetydlig. Konsekvensen bedöms därmed som försumbar. Resterande Natura 2000-områden i danskt vatten ligger för långt bort för att nås av sedimentspridning. Därmed bedöms konsekvensen för suspenderat sediment och sedimentation som försumbar på utpekade naturtyper inom Natura 2000-områdena i danskt vatten. Inga andra påverkansfaktorer bedöms påverka Natura 2000-områdena.

7.2. Fisk

Samlad konsekvensbedömning

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

Under anläggningsfasen uppkommer den huvudsakliga påverkan på fisk från undervattensljud och sedimentspridning. Den tydligaste effekten på fisk när vindparken har etablerats och är i drift bedöms vara reveffekten. Reveffekt innebär att vindkraftsfundament och erosionsskydd fungerar som artificiella rev, som lokalt kan öka mängden fisk och höja den biologiska mångfalden, se vidare om påverkansfaktorn reveffekt i kap 6.4 ovan. Etablering av vindparken kommer att skydda fisk och bottnar, särskilt med hänsyn till att trålfisket begränsas.

Den samlade bedömningen är att konsekvenser för fisk, bedömda utifrån olika påverkansfaktorer, under anläggningsfasen blir liten till försumbar och under driftsfasen försumbar till liten positiv. Under avvecklingsfasen blir konsekvenserna försumbara.

Påverkan på fisk bedöms som mycket lokal och bedöms inte leda till någon gränsöverskridande negativ påverkan. Konsekvenser på danska Natura 2000-områden bedöms som försumbara på grund av avståndet.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för fisk och sammanfattar referensrapport R.2 "*Fisk och havsbaserad vindkraft i Kattegatt*".

7.2.1. Förutsättningar

Kattegatt är ett välstuderat hav och mycket data och forskningsresultat finns från området. Det finns flera källor att utgå från, bland annat trålningsdata från Internationella havsforskningsrådet,

ICES, som ger en heltäckande bild av fiskfaunan i området. Utöver detta har provfiske och eDNA-undersökningar genomförts inom ramen för Galatea-Galene.

Fiskfaunan

Artrikedomen när det gäller fisk är förhållandevis hög i Kattegatt generellt. Vindpark Galatea-Galene hyser ett flertal fiskarter men de angränsande utsjöbankarna och Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank uppvisar en större mångfald. Generellt har djupare områden färre fiskar och arter än grundare områden, eftersom grunda områden ofta har en mer varierad livsmiljö vad gäller bottenstruktur, växter och födotillgång. De kan också fungera som lekområden och uppväxtmiljöer. Vanligt förekommande arter i Kattegatt är bland annat sill och skarpsill, olika arter av torskfiskar och plattfiskar. Fisk som migrerar och passerar området förekommer under vissa perioder av året, till dessa arter hör bland annat ål, taggmakrill och lax. De tio vanligaste arterna i Kattegatt enligt trålningsdata visas i Tabell 17 nedan.

Tabell 17. De tio vanligaste arterna i Kattegatt och deras typiska livsmiljöer. Trålningsdata oktober–mars 1999–2019. Källor: ICES 2014, Froese och Pauly 2021.

1. Sill	<i>Clupea harengus</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
2. Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>	Öppet vatten (pelagisk)
3. Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
4. Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	Bottenlevande (demersal)
5. Lerskädda	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Bottenlevande (demersal)
6. Vitlinglyra	<i>Trisopterus esmarkii</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
7. Rödspätta	<i>Pleuronectes platessa</i>	Bottenlevande (demersal)
8. Torsk	<i>Gadus morhua</i>	Botten och öppet vatten (bentopelagisk)
9. Fjärsing	<i>Trachinus draco</i>	Bottenlevande (demersal)
10. Taggmakrill	<i>Trachurus trachurus</i>	Öppet vatten (pelagisk)

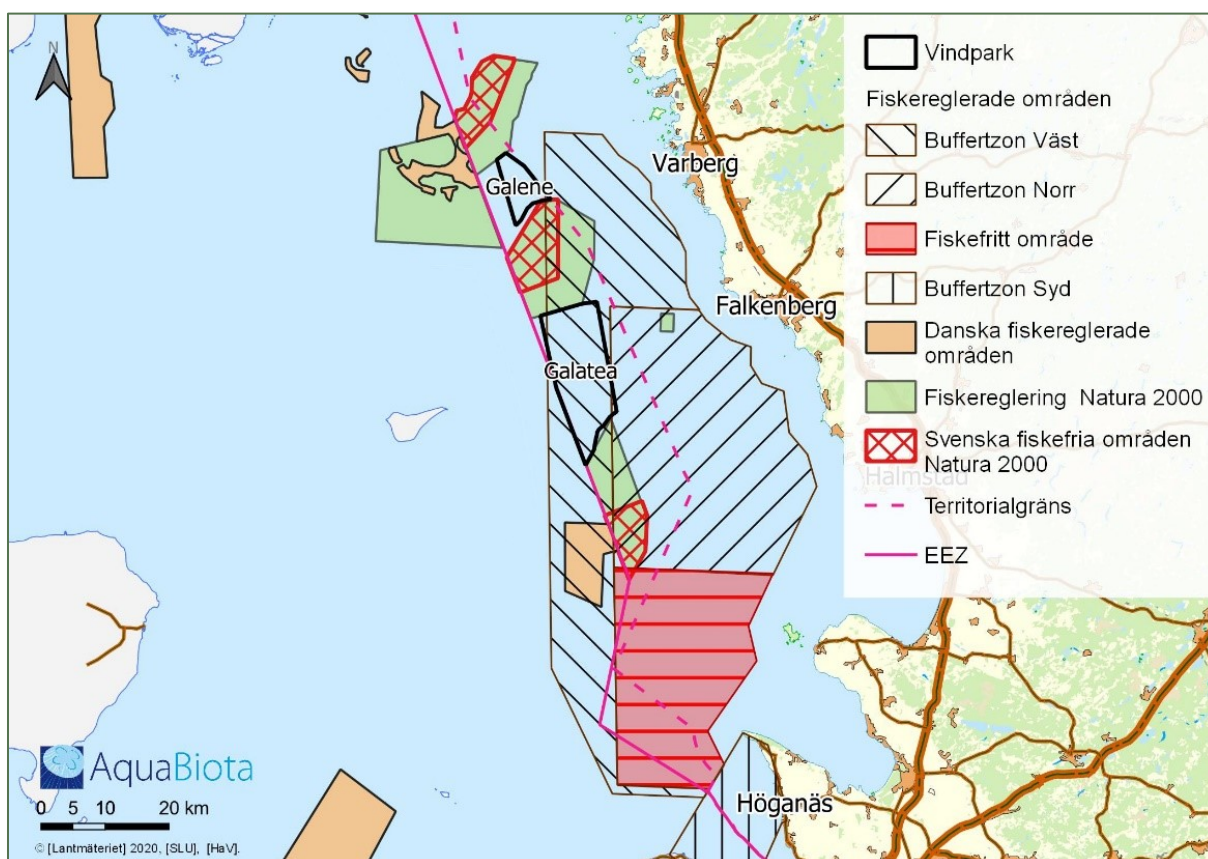
Som kan ses i Tabell 17 kategoriseras fiskarna baserat på deras typiska livsmiljöer, uppdelade i tre grupper: pelagiska fiskar (öppet hav), demersala fiskar (botten) samt en ytterligare kategori, bentopelagiska fiskar (botten och öppet hav) som lever i båda miljöerna.

Torskbeståndet i Kattegatt utgörs i huvudsak av en egen population. Samtidigt sker det en viss uppblandning från områden utanför Kattegatt. Torsk har rapporterats vara vanligt förekommande i anslutning till Natura 2000-områden i Kattegatt, i synnerhet i grunda områden, som kan fungera som uppväxtområden (Naturvårdsverket, 2010). Torskens populationsutveckling i Kattegatt har varit svag under en längre tid. En viktig anledning till torskens nedgång är det höga fisketrycket (Svedäng och Bardon 2003).

Arten leker i den fria vattenmassan och efter leken flyter torskäggen fritt i vattnet tills de kläcks. Även fisklarverna flyter fritt i den så kallade pelagiska larvfasen. Lekaktiviteten i Kattegatt är betydligt lägre idag än vad den var tidigare (ICES 2020d). Vitale m.fl. (2008) har kartlagt torskens lekområde. Denna kartläggning visade att i synnerhet sydöstra delen av Kattegatt, från området utanför Falkenberg och söderut mot Skälderviken samt Laholmsbukten, är viktigast ur leksynpunkt. Detta område är därför skyddat sedan 2009. Cirka 2 mil söder om delområde Galatea har även ett helt fiskefritt område på 647 km² inrättats för att skydda de viktigaste lekområdena för torsk, se Figur 33 (Wikström m.fl. 2016). Utöver det inrättades även en

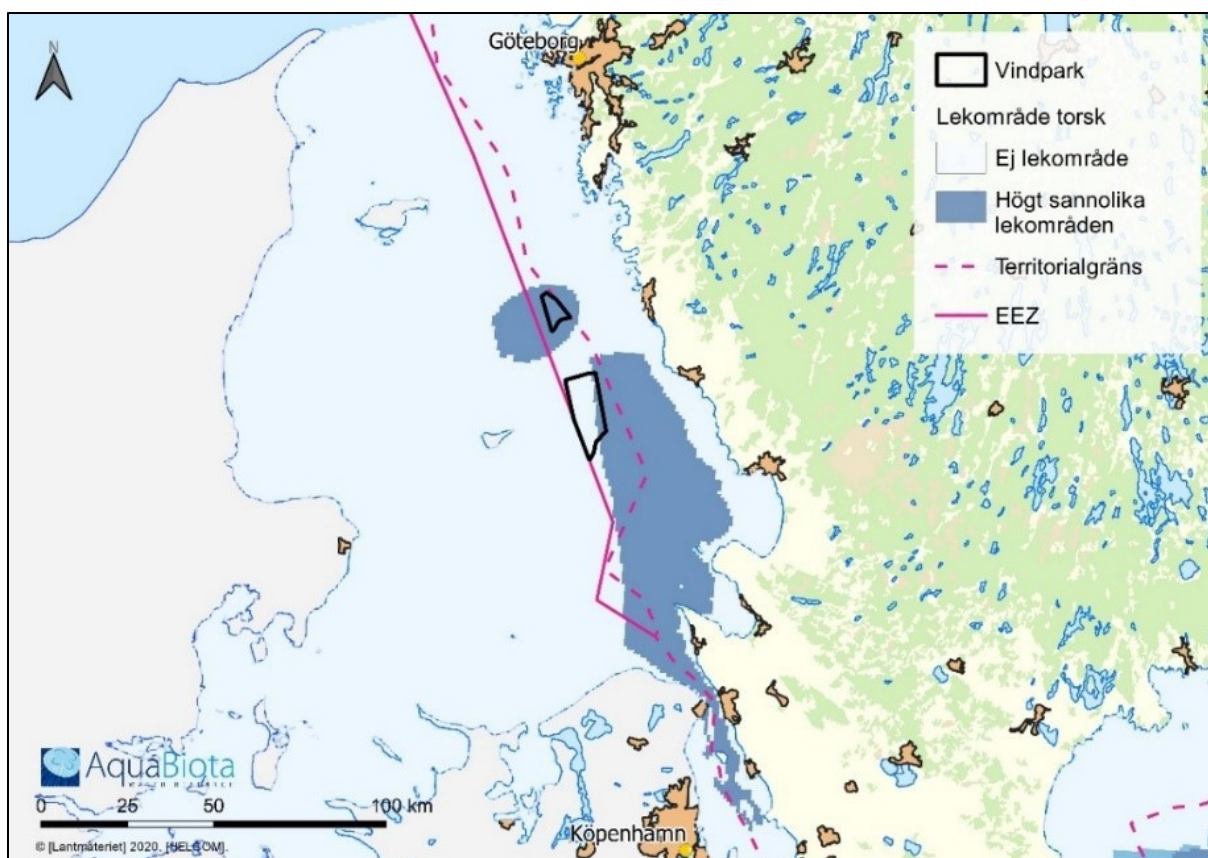
buffertzonen på cirka 2 500 km². Inom buffertzonen väst, den del som sträcker sig över Galatea, får endast fiske med redskap som inte fångar torsk användas under lekperioden januari-mars.

I juli 2022 trädde ytterligare fiskereglering i Kattegatt i kraft inom skyddade Natura 2000-områden (Europeiska kommissionen 2022). Inom delar av de svenska skyddade områdena råder det ett totalt fiskeförbud medan det är möjligt att fiska med vissa typer av redskap i övriga delar (Figur 33). Inom delar av sex danska områden i Kattegatt råder förbud att fiska med mobila bottenkontaktredskap.



Figur 33. Kattegatts fiskereglerade områden. I de röda områdena råder permanent fiskeförbud. Inom buffertzonen väst (där Galatea ingår) endast fiske under lekperioden januari-mars med redskap som inte fångar torsk. Fiske utan särskilda restriktioner resten av året. Inom buffertzonen norr är trålning helt stoppat januari-mars och under resten av året endast redskap som selekterar bort torsk. Inom Natura 2000-områdena är fisket begränsat för att skydda biologisk mångfald i marina skyddade områden på utsjöbankarna och för att motverka bifångst av tumlare och sjöfågel (Europeiska kommissionen 2022, Havs- och vattenmyndigheten 2022).

En sammanställning av lekområden i Östersjön och Kattegatt har gjorts av HELCOM, se Figur 34. De har identifierat ett möjligt lekområde i Kattegatt som täcker en yta om cirka 2 888 km² (HELCOM 2021a, 2021b). Ytan för delområdet Galene, och en mindre angränsande del av Galatea, ligger inom den utpekade ytan för möjlig lek enligt HELCOM och utgör 2,6 % av hela lekområdet. Noterbart är att HELCOM:s beskrivning inte visar hur leken kan variera inom hela det potentiella lekområdet, vilket framgår mer tydligt i studien av Vitale m.fl. (2008), som visar att det är mest lek i sydöstra delen av Kattegatt.



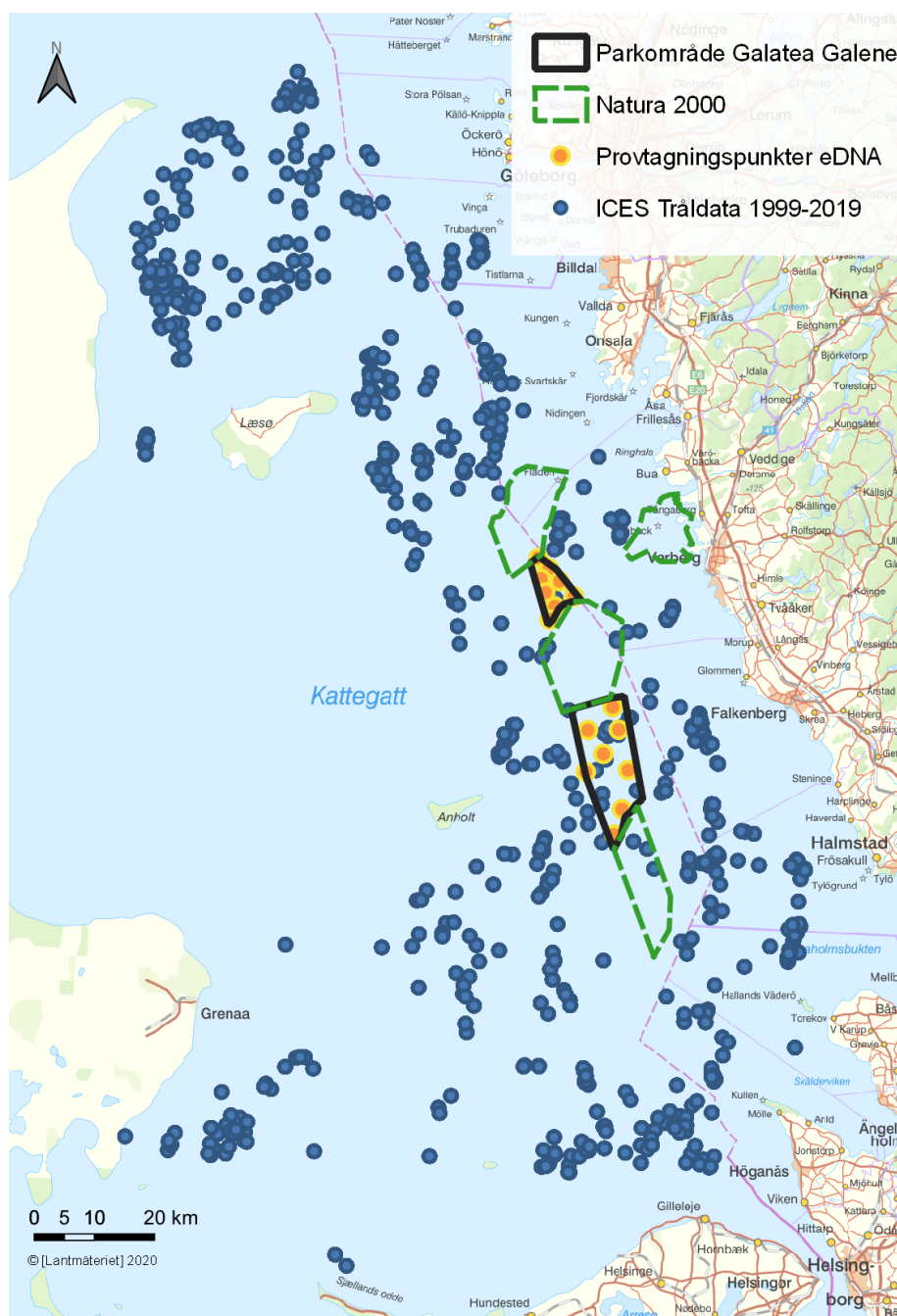
Figur 34. Karta över områden i närheten av Galatea-Galene där det sannolikt kan förekomma torsklek enligt HELCOM (2021a, 2021b).

Undersökningar och provtagningar av fiskfaunan

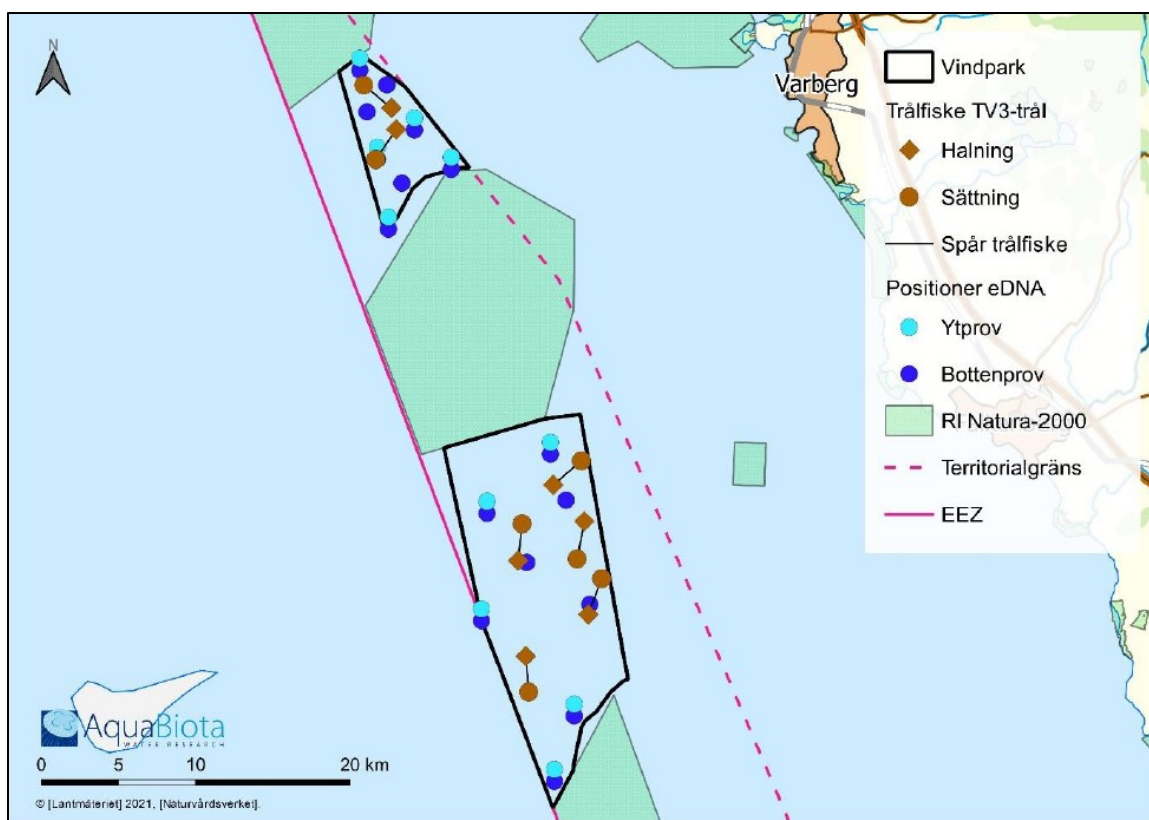
Inom ramen för projekt Galatea-Galene har provtagning och undersökning av fisk inom vindparken utförts under augusti år 2020 samt februari år 2021 med hjälp av eDNA (referensrapport R.4). Även provfiske med trål har genomförts i juni och augusti 2021. Figur 35 visar vilka tråldatapunkter samt eDNA-provtagningspunkter som ligger till grund för beskrivningar om fiskfaunan i området. I Figur 36 syns mer detaljerat var projektet undersökt fiskfaunan via eDNA samt provfiske.

Resultaten från eDNA-proverna påvisar en skillnad i fisksamhälle under de två olika säsongerna (sommars respektive vinter). De flesta arter har påträffats både under sommaren och vintern men vissa är mer vanligt förekommande under en av de två säsongerna. Vissa arters närvaro är säsongsberoende. Taggmakrill är till exempel mycket vanligare i området på vintern, medan makrill i stället dominerar på sommaren.

Under både sommaren och vintern är demersala (bottenlevande) fiskarter de vanligast förekommande arterna. Rödlistade arter som har detekterats inom vindparken är bland annat ål, långa och fyrtömmad skärlånga. Läppfiskar, i detta fall de typiska hårbottenfiskarna stensnultra och berggylta, noterades också i eDNA-undersökningarna, vilket var förväntat eftersom detektionerna främst förekommit i närheten av utsjöbankarna samt då DNA kan ha en viss spridning med strömmar. Enligt resultaten från eDNA-proverna är både sill och torsk utbredda i vindparken, både vid botten och ytan samt under både sommaren och vintern. Av vandringsfiskar noterades lax i hela vindparken under sommaren, men var mer sällsynt i vinterprovtagningen.



Figur 35. Karta över Kattegatt som visar Galatea-Galene, eDNA-provtagningspunkter, tråldatapunkter och Natura 2000-områden i närheten av vindparksområdet (AquaBiota, 2021).



Figur 36. Provtagningspunkter för eDNA samt för provfiske med trål (AquaBiota, 2021).

7.2.2. Konsekvenser

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

Tabell 18. Påverkansfaktorer som är aktuella för respektive fas vid konsekvensbedömningar för fisk gällande vindparken.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Ljud	Vindpark	X	X	X
Sedimentspridning	Vindpark/internt kabelnät	X		X
Reveffekt	Vindpark		X	X
Spridning av icke önskvärda arter	Vindpark		X	
Skuggning	Vindpark		X	
Klimat			X	

Bedömningen av påverkan på fisk av ljud som uppstår vid grundläggning av vindkraftsfundament är gjord utifrån ett worst case, vilket innebär att fundament av typen monopile (14 meter diameter) används och att de anläggs genom pålning. Skyddsåtgärder i form av bubbelgardin och så kallad

"mjuk uppstart"⁸ kommer användas och ingår som förutsättning i utförda beräkningar och konsekvensbedömningar.

Anläggningsfas

Ljud

Mänskliga ljud kan påverka fisk och orsaka stress, flyktbeteende och andra beteendeförändringar. I värsta fall kan fiskarnas hörselorgan påverkas negativt. Fiskar har generellt god hörsel som de använder för att söka föda, orientera sig, upptäcka predatorer, samt för kommunikation. Hörselorganen består bland annat av örat, simblåsan och sidolinjen.

Inför anläggandet av vindparken kommer geofysiska och geotekniska undersökningar utföras. Särskilt användandet av seismisk utrustning kan medföra störningar i form av ljud. Tiden för undersökningarna är begränsad och skyddsåtgärder såsom mjuk uppstart används när det är nödvändigt för att tillse att fisk inte uppehåller sig i närheten vid undersökningarna. Även ljud från fartygen kan skrämma bort fisk inför undersökningar. Påverkan på fisk till följd av ljudpåverkan från de geotekniska och geofysiska undersökningarna bedöms vara liten. Konsekvensen bedöms därmed vara liten.

Vid pålning av fundament uppstår undervattensljud som, som tidigare beskrivits, påverka fisk. Omfattningen av påverkan beror av hur mycket fisk som finns inom påverkansområdet under pågående arbeten, hur känsliga fiskarterna är för ljud, samt vilka skyddsåtgärder som vidtas (vilket i sig också har betydelse för hur mycket fisk som kommer finnas i området när åtgärder utförs). Olika arter av fisk påverkas olika av ljud, bland annat beroende på olika hörselupptagningsförmåga (arter med bättre hörselförmåga kan vara mer känsliga).

Inom Galatea-Galene finns som tidigare nämnt framförallt djupa mjukbottnar. Detta är positivt ur störningssynpunkt då det dels finns färre fiskar här i jämförelse med t.ex. utsjöbankarna eller kustnära hårbottenmiljöer, dels att de mjuka bottenarna kan ha en luddämpande effekt jämfört med hårbottnar. Bedömningen är att det ljud som genereras under pålning av fundament, i ett worst case, skulle kunna ha en temporär inverkan på fisk som uppehåller sig inom några kilometer från anläggningsplatsen, se Tabell 19.

⁸ Arbetena inleds med slag av kraftigt reducerad kraft (ca 10-15% av full styrka) för att skrämma bort fisk innan full kraft i slagen appliceras.

Tabell 19. Dataanalys med distanser för temporär hörselnedsättning (TTS), respektive fysiologiska skador⁹, på torsk och sill i relation till ljud som uppstår vid grundläggningen av ett vindkraftsfundament.

Art (ålder, flykthastighet)	Ljuddämpning	Position	SEL _{C24h,unweighted} [m]	
			TTS	Skada
Torsk (Juvenil 0,38 m/s)	BBC	1	9 000	<25
		2	11 800	<25
		3	10 900	<25
	HSD-DBBC (uppdaterad)	1	4 600	<25
		2	5 000	<25
		3	4 500	<25
Torsk (Vuxen, 0,9 m/s)	BBC	1	5 700	<25
		2	7 700	<25
		3	6 900	<25
	HSD-DBBC (uppdaterad)	1	2 000	<25
		2	2 300	<25
		3	2 100	<25
Sill (1,04 m/s)	BBC	1	5 000	<25
		2	6 800	<25
		3	6 100	<25
	HSD-DBBC (uppdaterad)	1	1 600	<25
		2	1 800	<25
		3	1 600	<25
Larver och ägg (0 m/s)	BBC	1	-	640
		2	-	820
		3	-	760
	HSD-DBBC (uppdaterad)	1	-	300
		2	-	390
		3	-	350

Möjliga effekter av påverkan är beteendereaktion eller en temporär hörselnedsättning hos fisken. Ljud inom ett tiotal meter kan vara skadligt men fisken bedöms inte uppehålla sig inom detta avstånd i och med planerade skyddsåtgärder som att inleda pålningen med mjuk uppstart.

Fisklarver och fiskägg är vanligtvis utspridda över stora områden och har en naturligt hög mortalitet. Påverkan av ljud från pålning och dess effekter på fisklarver och fiskägg i anläggningsområdets närhet bedöms vara liten. En lokal påverkan från ett anläggningsarbete utgör en ytterst begränsad del i den naturliga variationen i mortalitet hos larver och ägg. Effekten

⁹ Som exempel kan anges så kallad Barotrauma, vilket medför att simblåsan trycks ihop eller expanderar till följd av tryckförändringar (Andersson m.fl. 2016, Bergström m.fl. 2012). Detta kan leda till att vävnad omkring simblåsan skadas när den komprimeras/expanderar, till att luftbubblor skapas i organ och/eller blodkärl eller att simblåsan och blodkärl spricker (Hastings och Popper 2005, McCauley m.fl. 2003).

på fiskpopulationsnivå bedöms vara obetydlig och konsekvenserna bedöms därmed vara försumbara.

Vissa fiskarter skulle kunna uppfatta ljudet från anläggningsarbetet. Ljudet kommer dock inte att vara i nivåer som orsakar permanent skada på fiskar. Hos plattfiskar, makrill och fjärsing som saknar simblåsa bedöms känsligheten för ljud vara liten. Påverkans storlek och omfattning bedöms därmed som liten negativ. Med detta som bakgrund bedöms konsekvensen för arter utan simblåsa bli liten negativ.

Fiskar med simblåsa, såsom torsk, taggmakrill och sill har bättre förmåga att uppfatta ljud. Dessa kan tillfälligt reagera på ljudet och även få en temporär hörselnedsättning. Deras känslighet för ljud bedöms därför som måttlig. Då påverkan är kortvarig och lokal samt att åtgärder kommer vidtas bedöms påverkans storlek och omfattning, liksom konsekvensen till liten negativ. Konsekvensen bedöms därför bli liten.

I samband med lek producerar torskhanar ett lågfrekvent ljud med hjälp av en muskel som påverkar simblåsan (Fudge och Rose 2009). Dessa ljud är 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 gör dem mindre känsliga. Ett exempel på att torsk lek fungerar, trots mycket buller, är torsk leken i Öresund (Havs- och vattenmyndigheten 2020b). Öresund är ett av världens mest trafikerade vattenområden (Vieira m.fl. 2020).

Som beskrivits ovan utgör den del av vindparken där det skulle kunna förekomma lek av torsk cirka 2,6 % av det möjliga lekområdet för torsk enligt en sammanställning av HELCOM (HELCOM 2021a, 2021b). En temporär påverkan av lek i området skulle således endast beröra en liten del av torsk lekspopulationen i Kattegatt och påverkan på populationsnivå skulle därmed vara högst begränsad. För de torsk som leker bedöms känslighet vara måttlig till hög om lek skulle pågå i anslutning till pålning av fundament. Påverkans storlek och omfattning i relation till hela lekområdet bedöms vara obetydlig vilket gör att konsekvensen är försumbar. Därtill ska tilläggas att sannolikheten är större att huvuddelen av torsk leken sker i sydöstra delen av Kattegatt, utanför vindparken, vilket är ett område som dessutom är skyddat (Vitale m.fl. 2008, Wikström m.fl. 2016). Oaktat att konsekvenserna som verksamheten bedöms få på torsk bedömts som försumbara, föreslås som ett ytterligare försiktighetsmått att pålning inte äger rum under perioden januari-mars inom delområde Galene, vilket är den period då torsk leken i Kattegatt är som mest intensiv (Vitale m.fl. 2005, 2008, Wikström m.fl. 2016, Havs- och vattenmyndigheten 2021). Denna restriktion ligger också i linje med de fiskerestriktioner som finns i det område som Galatea är beläget inom – buffertzonen väst. Buffertzonen väst ligger i anslutning till ett fiskefredningsområde i sydöstra Kattegatt, beläget söder om Galatea. Inom buffertzonen får endast fiske med redskap som inte fångar torsk användas under lekperioden januari-mars.

Beräkningarna ovan av undervattensljud från pålning förutsätter användande av enkel bubbelgardin (BBC) och mjuk uppstart. Som en skyddsåtgärd för tumlare kommer dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper (HDS + DBBC, eller motsvarande) att användas vid pålning, se avsnitt 7.3. Detta minskar påverkansområdet för undervattensljud från pålning, vilket även minskar påverkan och konsekvens för fisk (i Tabell 19 redovisas påverkansområde vid olika typer av ljuddämpning).

Ökad båttrafik under anläggningsskedet bedöms ha en mycket liten påverkan på fisk. Detta grundar sig i att ökningen av sjötrafik är temporär och området redan har en hög närvaro av

sjötrafik på grund av fiske, lastfartyg och annan kommersiell sjötrafik. Galatea-Galene är även omgiven av vältrafikerade farleder. Påverkan bedöms som obetydlig och konsekvensen därmed som försumbar.

Sedimentspridning

Vid anläggning av fundament och nedläggning av kablar på botten inom den planerade vindparken rörs bottensediment upp och kan spridas i vattnet. Då mjukbottnar dominerar inom Galatea-Galene finns också en bakgrunds nivå av suspenderat material. Förhöjda halter av suspenderat material i vattnet kan påverka fisk. Omfattning av påverkan beror av koncentrationer och exponeringstid där högre koncentrationer och längre exponering ger större påverkan. Effekten på fisk varierar också mellan arter och livsstadier. Karlsson m.fl. (2020) lyfter fram i en kunskapssammanställning att koncentrationer på upp till 100 mg/l, i upp till 14 dagar, generellt har en liten påverkan på fisk. Om exponeringen sker under en kortare tid, timmar till dagar, kan flera arter klara koncentrationer på uppåt 1 000 mg/l. Värt att notera är att utöver koncentrationen i sig är också varaktigheten av central betydelse (Newcombe och MacDonald 1991).

Det finns olika effekter som suspenderat material kan ha på fisk. Beteendeförändringar, ökad stress, svårigheter med andningen, försämrad sikt eller ökad mortalitet är möjliga följder. Större fiskar löper mindre risk att partiklar ska fastna i gälarna och är generellt inte lika känsliga som mindre fiskar. Ägg är i huvudsak mer känsliga för suspenderat material än vuxen fisk, och fisklarver är generellt känsligare än både ägg och vuxen fisk.

En sedimentspridningsmodellering har utförts för att undersöka spridningen av suspenderat sediment vid anläggning av Galatea-Galene (för utgångspunkt enligt worst case, se avsnitt 5.3.1). I modelleringen ingick anläggning av både fundament och kablar. Vindkraftverk anläggs sekventiellt, en efter en, och tiden mellan installation kan vara allt från 1–2 dagar upp till veckor, beroende på väder. Det betyder att det i huvudsak blir ett spridningstillfälle vid ett verk åt gången. Modelleringen visar att spridningen av 100 mg/l blir begränsad i rum och tid. Den totala ytan av spridningsytan är cirka 24 hektar (0,24 km²) vilket motsvarar en hypotetisk radie om cirka 280 meter om spridningen skulle motsvara en cirkel. Modelleringen visar också att större delen av sedimentplymen upplöses inom 24 timmar. Installationen av det interna kabelnätet bedöms utgöra en mycket liten del av det sediment som sprids under anläggningsfasen.

Vid förhöjda nivåer av suspenderat material i vattnet kan fisklarvers födointag och andning störas och de har, till skillnad från fiskar, svårt att simma till ett område med mindre sediment. Äggen påverkas i mindre utsträckning än larverna. Mortaliteten hos ägg och fisklarver i havet är naturligt hög och pelagiska ägg och larver flyter med strömmar och är vida utspridda. En lokal tillfällig påverkan bedöms därför ha liten effekt på populationsnivå för arter med pelagiska ägg och larver som t.ex. torsk, makrill och taggmakrill. Om det under anläggningsfasen blir en lokal påverkan bedöms det som en försumbar del av den naturliga variationen. För arter som sill vars ägg läggs på botten skulle äggen kunna bli mer känsliga då de samlas på en specifik plats. Koncentrationerna som uppstår bedöms dock inte vara så höga eller varaktiga för att konsekvenser ska uppstå för sillpopulationen i Galatea-Galene och närliggande vatten. Sillens fisklarver är dessutom pelagiska.

Känsligheten för suspenderat material för de arter som finns inom Galatea-Galene bedöms vara från liten till måttlig. När det gäller pelagiska ägg och fisklarver blir påverkan liten då de sprids över stora ytor. Att det dessutom är levnadsstadier som har en naturligt hög mortalitet gör att en eventuell påverkan blir en del av en naturlig variation. En koncentration om 100 mg/l i två veckor

är en nivå som flertalet arter och levnadsstadier klarar. För de verk där det borras blir det enligt tidigare nämnda simulering en spridning på cirka 24 hektar vid den koncentrationen för att sen minska i närtid. Som en följd därav bedöms påverkan från suspenderat material vara liten till obetydlig och konsekvensen för fiskfaunan därmed liten till försumbar.

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

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

Driftsfas

Reveffekt

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

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

Att den planerade vindparken angränsar till utsjöbankar med mycket fisk skulle kunna bidra till en ökad reveffekt. Detta då dessa områdens livsmiljöer, bland annat rev och sandbankar, gör att det finns fler arter i området som kan attraheras till fundamenten som livsmiljö jämfört med om hela Kattegatt hade varit en mjukbottenmiljö som naturligt har färre arter av fisk. Även pelagiska ägg och larver som trivs i revmiljöerna kan föras dit av havsströmmar och etablera sig i reven.

Av erfarenheter från andra vindkraftparker, samt mot bakgrund av vilka arter som finns på utsjöbankarna i Kattegatt, görs bedömningen att vindparken kommer att medföra en reveffekt och att bland annat torsk, lyrtorsk, glyskolja, grässnulta och skärsnulta förväntas kunna återfinnas vid vindkraftsfundamenten i Galatea-Galene efter en tid efter etableringen. Torskpopulationen bedöms kunna gynnas av tillförseln av de artificiella reven, som vindkraftsfundamenten skapar, då dessa kan utgöra skydd mot predatorer (såsom säl och tumlare) och dessutom utgör levnadsmiljö för småfisk och ryggradslösa djur som fisken äter.

Reveffekten ger lokalt en stor positiv konsekvens för fiskar som får nya levnadsmiljöer i anslutning till fundamenten och fler fiskar kommer finnas där i jämförelse med vad som funnits på samma plats innan anläggandet av vindkraftverken. Verken utgör dock en begränsad del av hela vindparken, varför den positiva konsekvensen sett till det stora hela är liten. Sammantaget bedöms reveffektens konsekvens därmed vara liten positiv.

Ljud

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

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

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

Spridning av icke önskvärda arter

Som tidigare nämnts gör reveffekten att vissa för området nya livsmiljöer uppstår vid vindkraftverkens fundament och erosionsskydd. Lokalt, i vindkraftverkens närområde, skulle detta kunna gynna vissa arter som är naturligt förekommande i Kattegatt men som är mer sällsynta i Galatea-Galenes mjukbottenmiljöer. Exempel på sådana arter är läppfiskar. Fisk upplever inte vindkraftsfundamenten som ett onaturligt habitat utan snarare som en livsmiljö liknande naturliga stenrev. Verken utgör därmed inte en livsmiljö som gynnar andra arter än de som redan förekommer naturligt i hårbottenmiljöer i Kattegatt. Sannolikheten att det skulle dyka upp främmande och invasiva arter på verken i Galatea-Galene bedöms inte vara större än att de skulle uppstå på utsjöbankarna och andra omgivande hårbottenmiljöer. Vindkraftverkens sammanlagda yta är försumbar i jämförelse med de omgivande utsjöbankarna Fladen, Lilla Middelgrund, Stora Middelgrund och Röde bank, varför dessa spelar en betydligt större roll för spridning av främmande arter än Galatea-Galene.

Risken bedöms också som liten att ett fåtal befintliga arter får oproportionellt stor generell dominans i vindparksområdet till följd av anläggandet av vindkraftverken.

Den samlade bedömningen är att risken att etableringen av Galatea-Galene skulle leda till spridningen av icke önskvärda fiskarter gynnas är mycket liten. Konsekvenserna bedöms därför som försumbara.

Klimat

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

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

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

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

Avvecklingsfas

Arbetena under avvecklingsfasen kommer att ha en temporär påverkan på fisk och påverkan kommer framförallt att komma från ökade fartygstransporter. Påverkan från ljud och suspenderat material vid avveckling bedöms vara obetydlig och konsekvenserna försumbara. Det är även möjligt att metoderna vid tidpunkten för avveckling kommer vara mer effektiva och skonsamma och ha en mindre miljöpåverkan än dagens metoder.

Att avveckla vindkraftparken innebär att de tillskapade artificiella revmiljöerna försvinner om verken tas bort i sin helhet. Detta kan innebära negativ påverkan på både arter som etablerat sig, samt de omgivande ekosystemen. Vilka återställningsåtgärder som ska vidtas kommer att bli föremål för samråd med berörda myndigheter. Avvecklingens påverkan utifrån verksamheten i dess helhet bedöms dock vara liten negativ och konsekvensen bli liten.

7.2.3. Skyddsåtgärder

Under anläggningsfasen kommer ett antal skyddsåtgärder att vidtas för tumlare som också syftar till att skydda fisk, se vidare i avsnitt 7.3.3 nedan. Dessa innefattar bland annat att dubbel bubbelgardin (DBBC) och hydro sound damper (HSD) kommer att användas och att metoder så som mjuk uppstart används. Utöver detta finns det andra akustiska metoder för att mota bort fisken inför anläggning av fundament genom pålning som alstrar höga ljudnivåer. Till skydd för torslek har bolaget föreslagit som skyddsåtgärd att ingen pålning får ske i delområde Galene under perioden 1 januari–31 mars.

7.2.4. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Som redogjorts för ovan bedöms påverkan på fisk under anläggningsfasen som obetydlig och konsekvensen som liten negativ till försumbar. Under driftsfasen bedöms påverkan som liten positiv genom reveffekten medan påverkan från ljud och spridning av icke önskvärda arter bedöms som försumbar. Under avvecklingsfasen blir konsekvenserna försumbara. Sammanfattningsvis bedöms påverkan på fisk som mycket lokal och bedöms inte leda till någon gränsöverskridande negativ påverkan.

På grund av avstånden mellan vindparken och de danska Natura 2000-områdena blir sedimentspridningen låg och konsekvenser på danska Natura 2000-områden bedöms därför som försumbara.

7.3. Marina däggdjur

Samlad konsekvensbedömning

Påverkan från sökt verksamhet på marina däggdjur bedöms främst uppstå under anläggningsfasen genom det ljud som uppstår vid anläggning av fundament. Den totala påverkan på marina däggdjur under anläggningsfas bedöms bli liten med försumbar till liten konsekvens. Denna bedömning görs mot bakgrund av dels iakttagande av skyddsåtgärder vid pålning, dels att det som ett ytterligare försiktighetsmått även kommer att användas ljuddämpande utrustning i form av dubbel bubbelgardin och Hydro Sound Damper (eller utrustning med motsvarande ljuddämpande effekt) vid pålning, oavsett tid på året. Dessutom kommer skyddsåtgärder vidtas som säkerställer att inga ljudnivåer över gränsvärdet för undvikandebeteende för tumlare (100 dB re 1 µPa (SPL_{RMS-fast})) sprids in till intilliggande Natura 2000-områden under tumlares kalvnings- och parningsperiod.

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

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

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för marina däggdjur och sammanfattar referensrapporter R.2 "*Marine mammals and offshore wind farms i Kattegatt, Galatea-Galene Offshore Wind farm*", R.3 "*Tumlare i Kattegatt – vindpark Galatea-Galene*", R.27 "*Impact of new seismic survey SSV on underwater noise prognosis*" och R.28 "*Note on revised mitigation effect of HSD-DBBC*". En dansk sammanfattning av bedömningarna återfinns i Bilaga 2.

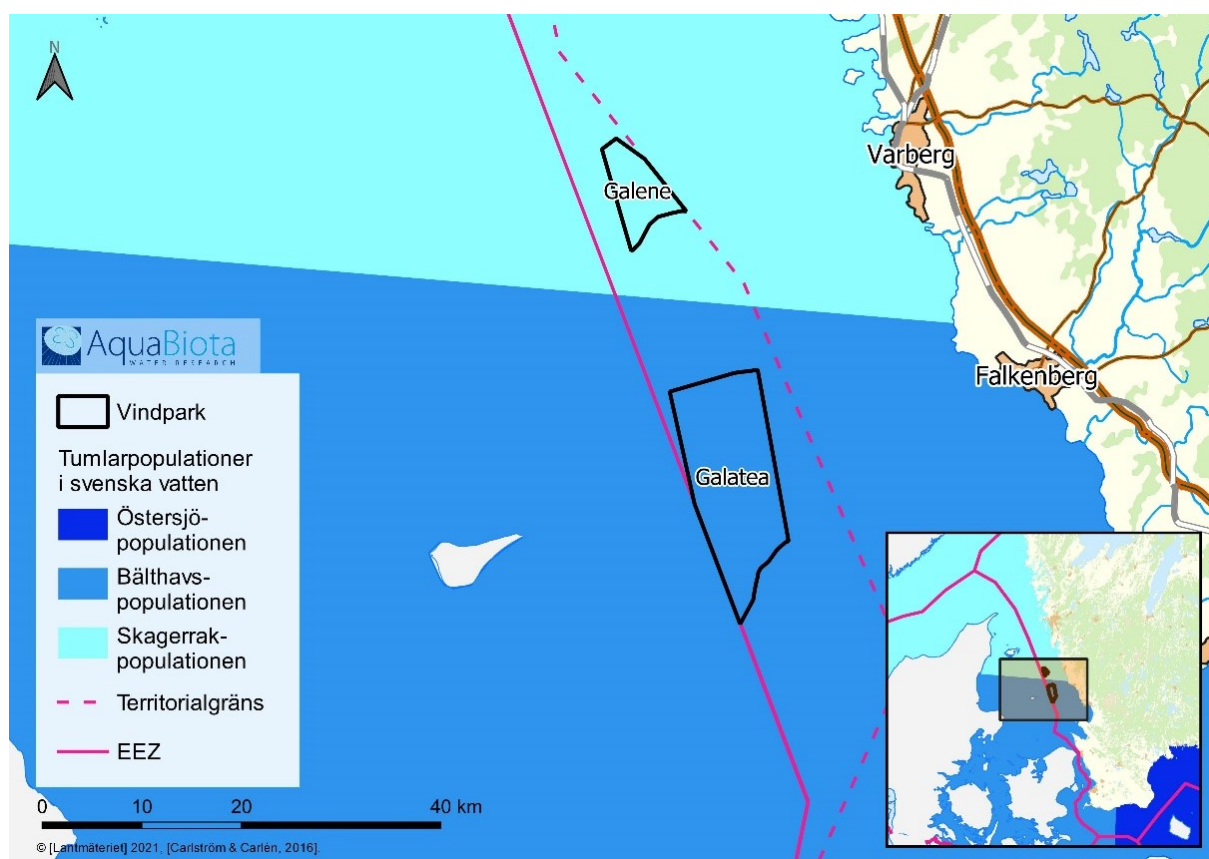
7.3.1. Förutsättningar

Tre arter av marina däggdjur bedöms förekomma kontinuerligt 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) samt den svenska artskyddsförordningen (2007:845). 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). Enligt Sveriges senaste rapportering enligt art- och habitatdirektivet 2019 bedöms artens bevarandestatus för den atlantiska regionen, där Kattegatt ingår, vara gynnsam.

I Kattegatt förekommer tumlare från två olika populationer, dels Skagerakpopulationen som är en del av Nordsjöpopulationen och som primärt återfinns från mellersta Kattegatt till Skagerak, dels Bälthavspopulationen som finns från mellersta Kattegatt till sydvästra Östersjön strax öster om Bornholm (se Figur 37). Tumlare är framförallt känsliga under sommaren då de föder sina kalvar, parar sig och har små kalvar som diar. Parningssäsongen i Kattegatt och Skagerrak infaller mellan juli och augusti och honan föder sedan en kalv drygt 10 månader senare. Därefter diar kalven i 8–10 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.



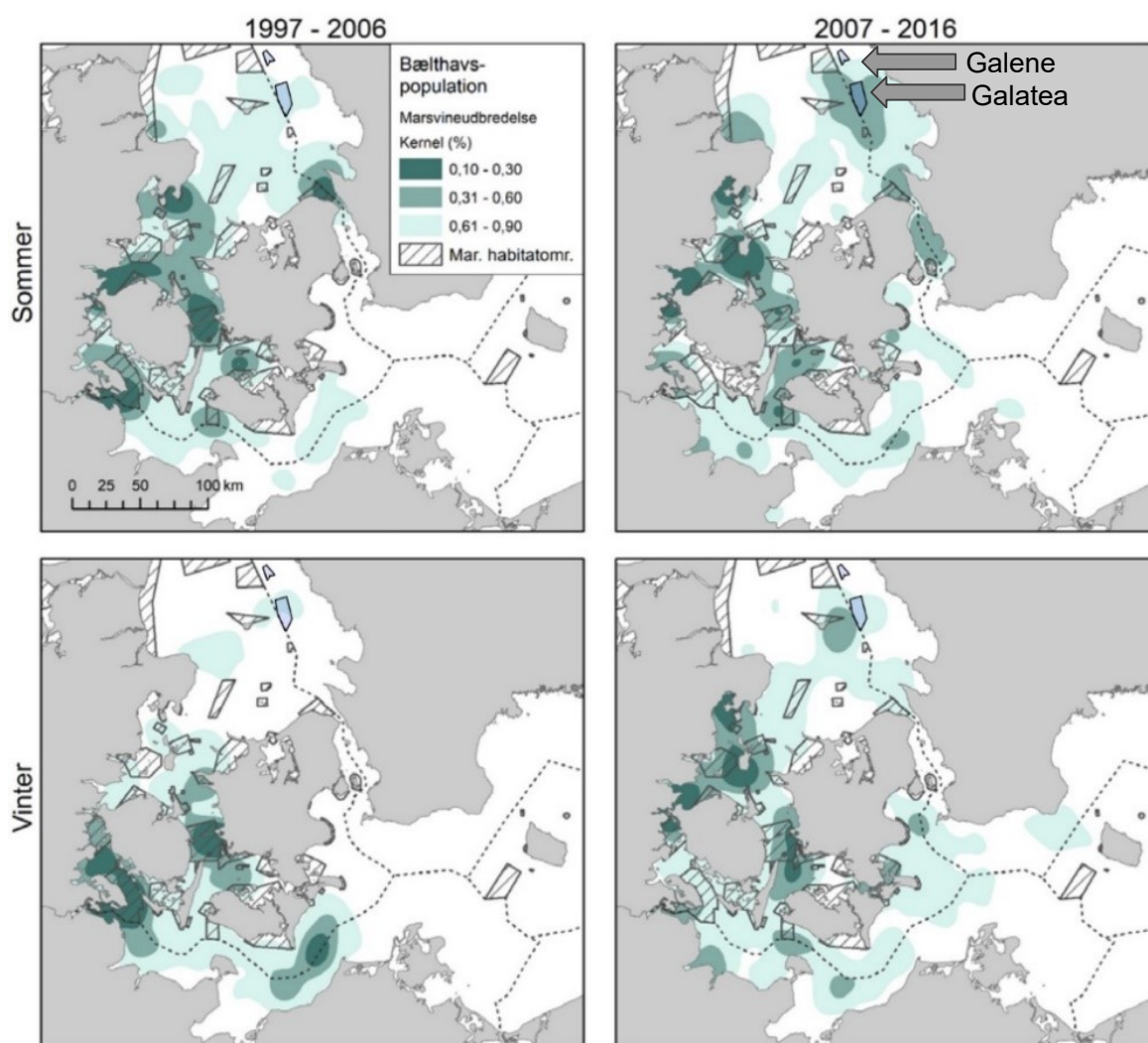
Figur 37. Populationsgränser för tumlare i förhållande till vindpark Galatea-Galene, källa AquaBiota.

Tumlare förekommer i Kattegatt året om och baserat på satellitstudier av märkta tumlare i danska vatten 1997–2016 (Teilman m.fl. 2008, Sveegaard m.fl. 2018, Carlström och Carlén 2016) har två viktiga områden för tumlare pekats ut i närheten av Galatea-Galene, se Figur 38. Ett av områdena är Fladen-Balgö, nordost om delområde Galene, som nyttjas av tumlare från Bälthavspopulationen i hög utsträckning under våren. Det andra området är Stora Middelgrund-Norra Öresund som ligger söder om delområde Galatea, som nyttjas av tumlare från Bälthavspopulationen under sommaren.

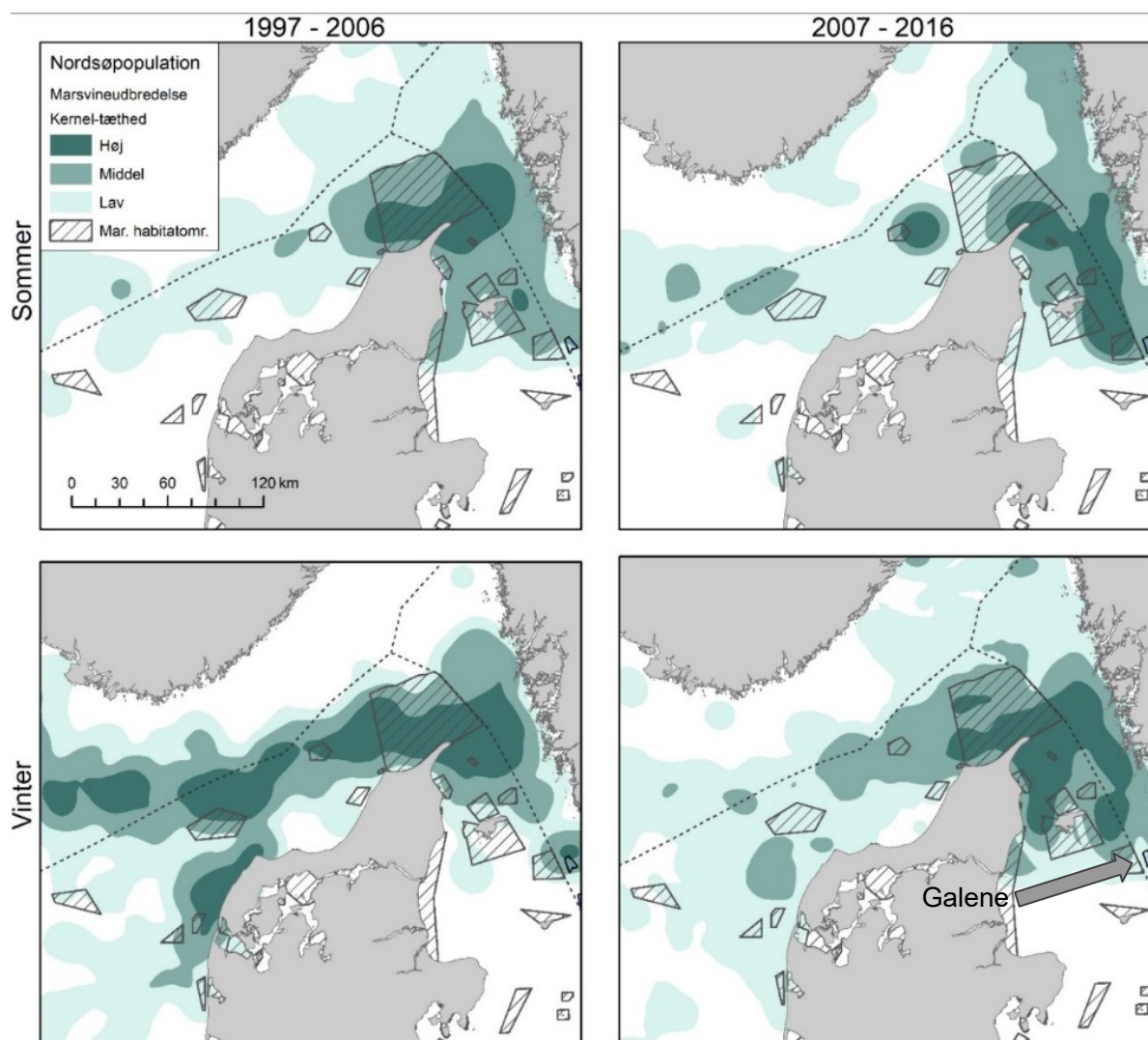


Figur 38. Karta över viktiga områden för tumlare från Bälthavspopulationen per säsong, i närheten till den sökta vindparken (Carlström och Carlén 2016). Natura 2000-områdena "Kims top og den Kinesiske Mur", "Farvandet nord for Anholt" samt "Anholt och havet nord for" har numera ersatts av området "Nordvestlige Kattegatt".

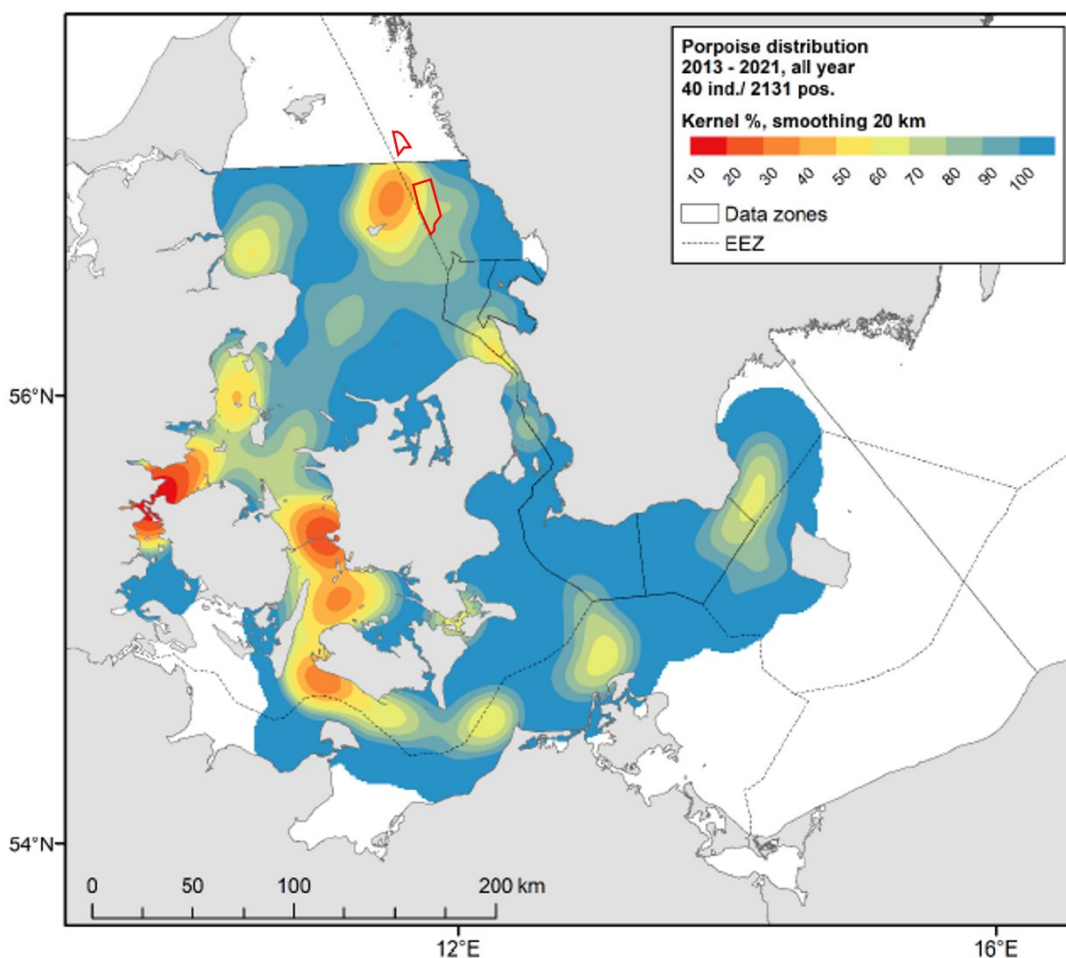
Inom vindpark Galatea-Galene visar data från danska satellitstudier (Sveegard m.fl. 2018, Teilmann m.fl. 2022), se Figur 39, 40 och Figur 41 och data från den nationella miljöövervakningen på medelhög täthet av tumlare under sommaren.



Figur 39. Utbredning av satellitmärkta tumlare i Bælthavsförvaltningsområdet analyserat som Kernel-tätheter (ju mörkare färg desto högre täthet) fördelat på tioårsperioder över säsong, med geografiskt korrekt placerade parkområden (modifierad från Svegaard m.fl. 2018).

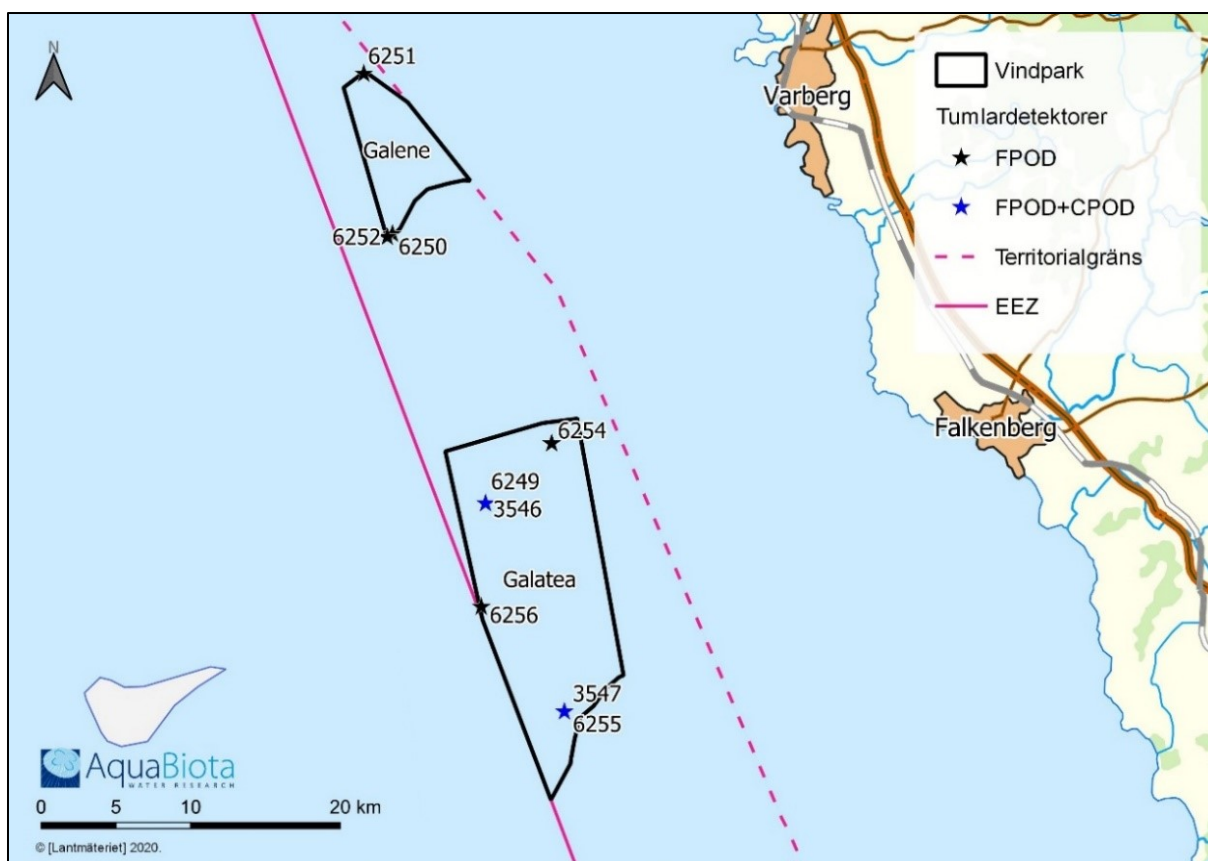


Figur 40. Utbredning av satellitmärkta tumlare i Nordsjön och Skagerrak analyserat som Kernel-tätheter (ju mörkare färg desto högre täthet) fördelat på tioårsperioder över säsong, med geografiskt korrekt placerade parkområden (modifierad från Sveegaard m.fl. 2018).



Figur 41. Kärnområden (Kernel-tätheter) för tumlare av Bälthavspopulationen 2013 – 2021. Ju rödare färg desto högre täthet. Med vindpark Galatea-Galene inritat i rött (modifierad från Teilmann m.fl. 2022).

Undersökningar utförda av AquaBiota Water Research, på uppdrag av OX2, under 2020–2021 (se Figur 42, för mer detaljerad information hänvisas till referensrapport R.3) med tumlardetektorer i form av akustiska övervakningsinstrument (modell F-PODS), detekterade tumlare vid alla stationer inom Galatea-Galene. Data från dessa undersökningar visar att tumlare förekommer i området för vindparken med relativt höga tätheter under den undersökta perioden och att detektionerna saknar tydliga säsongsmönster. Galatea hade som mest detektioner under mars 2021 och Galene som mest under januari 2021. Under de tre månaderna (augusti, september och oktober 2020), då det finns överlappande data med miljöövervakningen har Galatea och Galene något lägre genomsnittligt antal detektioner än miljöövervakningens stationer. Under sommaren, då tumlarna är mer känsliga för störning, har delområdena liknande genomsnitt och ligger i linje med medelvärdet för intilliggande Natura 2000-områden under 2019 och 2020.



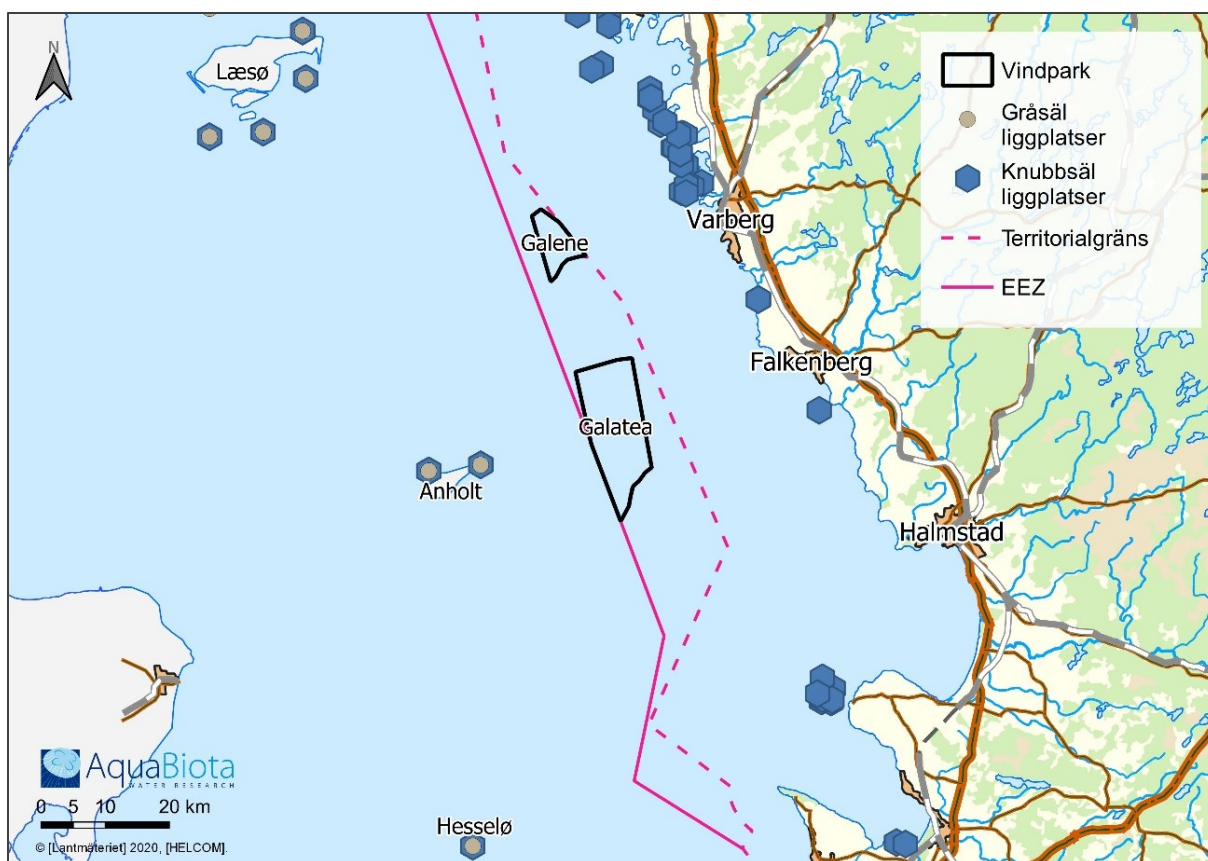
Figur 42. Utplacerade tumlardetektorer i den planerade vindparken Galatea-Galene, AquaBiota 2021 (referensrapport R.3).

I samband med utplacering av tumlardetektorer (under augusti 2020 och februari 2021) samt under genomfört provfiske (under juli och augusti 2021) samlades även eDNA¹⁰ in inom Galatea-Galene. Förekomst av tumlare återfanns i huvudparten av proverna, vilket även det visar på att tumlare är vanligt förekommande i området.

Knubbsäl och gråsäl

Enligt HELCOM är knubbsälen i svenska vatten uppdelad i fyra underpopulationer, där Kattegattpopulationen är närmast vindparken (HELCOM 2018). Det förekommer flera liggplatser (kolonier) i Kattegatt runt den planerade vindparken (illustrerade i Figur 43). Den som är närmast vindparken finns på ön Anholt, rakt väst om Galatea, och som är en av de största kolonierna i Kattegatt. På dessa platser vilar sälarna och föder upp sina ungar. Platserna används året om av både knubbsäl och gråsäl.

¹⁰ Environmental DNA, teknik för att samla in DNA i vattenprover.



Figur 43. Liggplatser för gråsäl och knubbsäl i Kattegatt. Den största enskilda kolonin av gråsäl i Kattegatt förekommer på ön Anholt.

Tidigare studier visar att knubbsäl rör sig över stora områden i Kattegatt men att de är som mest stationära runt Anholt under parningssäsongen, som framförallt sker under juli och augusti, (Dietz m.fl. 2013). Ett större antal knubbsäl återfinns både vid Anholt (cirka 830 år 2018), Læsø (1 000–1 200 senaste fem åren, Miljøstyrelsen 2020a) och Hesselø (1 200–1 400 senaste 13 åren, Miljøstyrelsen 2020b). Knubbsäl föder sina ungar i slutet av maj till slutet av juni. Områden där parningen sker är inte kända men förekommer troligen i närheten till liggplatser (Søgaard m.fl. 2015). Då den planerade vindparken ligger relativt nära viktiga liggplatser, där ett stort antal knubbsäl uppehåller sig, förväntas knubbsäl använda området för vindparken året runt för födosök, men det bedöms inte utgöra ett extra viktigt födosöksområde. Området bedöms därför vara av medelstor vikt för knubbsäl.

Data från Miljøstyrelsen (2020c) visar att gråsäl återfinns vid Anholt i betydligt mindre antal än knubbsäl. Mellan 2014–2018 observerades ett årsmedel om cirka 20 individer (totalt mellan 10–42 individer). Gråsäl i Kattegatt föder sina ungar i december till januari. Även gråsäl kan, liksom knubbsäl, förflytta sig genom och födosöka i vindparken. Jämfört med knubbsäl förflyttar sig gråsäl längre distanser och gråsäl bedöms därför inte lika knutna till området kring och i där vindparken planeras som knubbsäl. Området för vindparken anses vara av låg vikt för gråsäl, eftersom väldigt få gråsäl förväntas i närområdet och inom vindpark samt att födosök sker på längre distanser.

Båda arterna gråsäl och knubbsäl är fridlysta och skyddade genom EU:s art- och habitatdirektiv (bilaga 2 och 5) samt den svenska artskyddsförordningen (2007:845). I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är knubbsäl som art klassad som livskraftig (LC), med undantag för Östersjöpopulationen som är klassad som sårbar (VU). Enligt Sveriges senaste rapportering enligt art- och habitatdirektivet 2019 bedömdes bevarandestatusen för den atlantiska regionen för

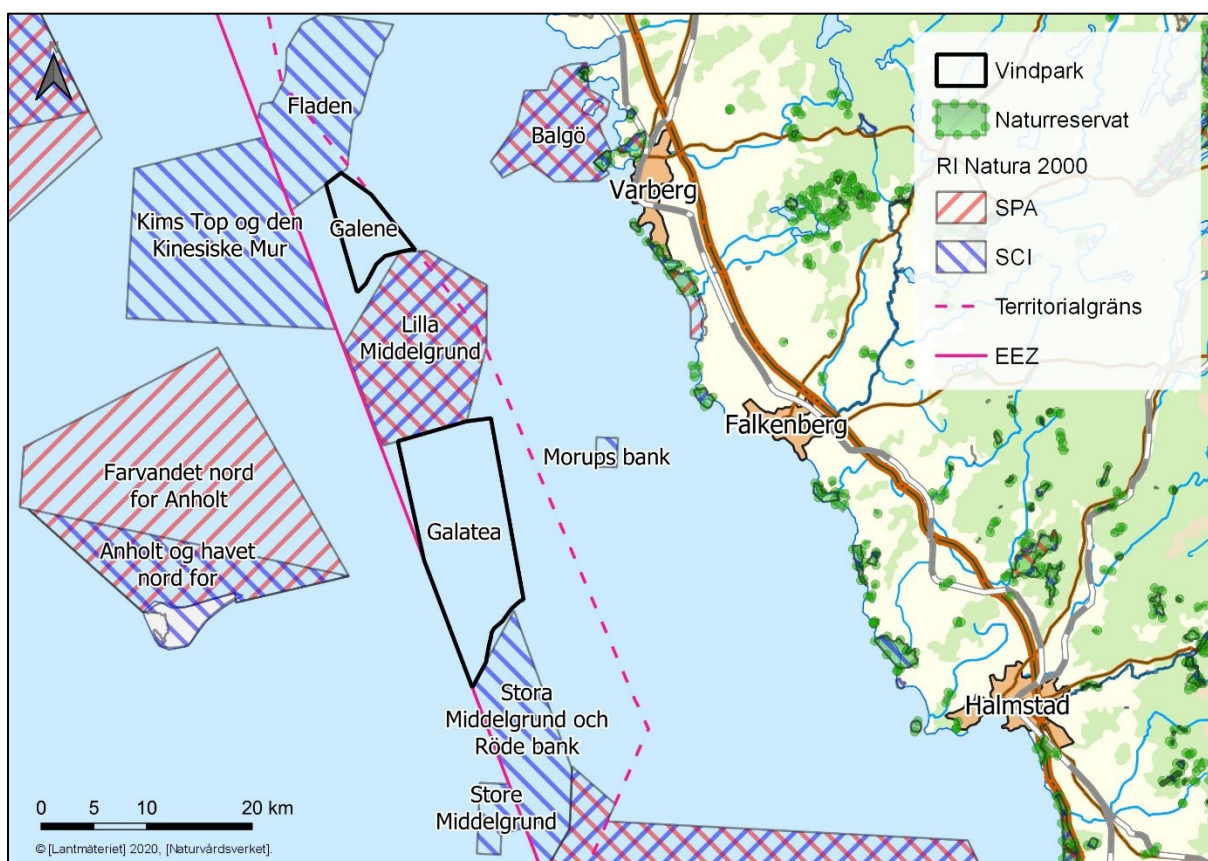
knubbsäl, där Kattegatt ingår, som gynnsam. I SLU Artdatabankens nationella rödlista (2020) är gråsäl som art klassad som livskraftig (LC). Enligt Sveriges senaste rapportering enligt art- och habitatdirektivet 2019 bedöms bevarandestatusen för gråsäl i den atlantiska regionen, där Kattegatt ingår, vara gynnsam.

Övriga marina däggdjur

Andra valarter utöver tumlare har observerats i Kattegatt t.ex. vikval, knölval och olika delfinarter. Deras rörelsemönster eller populationsestimat kan inte kartläggas då dessa endast har observerats sporadiskt. Sannolikheten att dessa arter ska förekomma i vindparken under anläggning är mycket låg och övriga marina däggdjur förutom tumlare, gråsäl och knubbsäl inryms inom de bedömningar och skyddsåtgärder som beskrivs nedan.

Natura 2000-områden

I närheten av vindpark Galatea-Galene ligger flera Natura 2000-områden både inom svenskt vatten och danskt vatten som är utpekade för marina däggdjur (Figur 44, Tabell 20).



Figur 44. Natura 2000-områden i närheten av Galatea-Galene. Natura 2000-områdena "Kims top og den Kinesiske Mur", "Farvandet nord for Anholt" samt "Anholt og havet nord for" har numera ersatts av området "Nordvestlige Kattegatt".

Tabell 20. Närliggande Natura 2000-områden utpekade för marina däggdjur och ungefärligt avstånd till vindpark Galatea-Galene. Områden som direkt kan påverkas av vindparken är fetmarkerade.

Natura 2000 area	Ungefärligt avstånd till Galatea-Galene	Marina däggdjur som området har pekats ut för
SE0510127 Fladen	Ansluter till vindpark Galatea-Galene	Tumlare
SE0510126 Lilla Middelgrund	Ansluter till vindpark Galatea-Galene	Tumlare
SE0510186 Stora Middelgrund och Röde Bank	Ansluter till vindpark Galatea-Galene	Tumlare
DK00VA247 Kims Top og den Kinesiske Mur	> 3 km	Tumlare
DK00DX146 Anholt og havet nord for	> 8 km	Tumlare
		Knubbsäl
		Gråsäl
DK00VA250 Store Middelgrund	> 10 km	Tumlare
SE0510050 Balgö	> 10 km	Tumlare
		Knubbsäl
		Gråsäl
SE0420360 Nordvästra Skånes havsområde	> 12 km	Tumlare
		Knubbsäl
		Gråsäl

7.3.2. 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 närmre beskrivning av dessa).

Tabell 21. Bedömda påverkansfaktorer för marina däggdjur och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggning	Drift	Avveckling
Undervattensljud	Vindpark	x	x	x
Sedimentspridning*	Vindpark + internkabelnätet	x		x
Luftburet ljud	Vindpark	x	x	x

*Innefattar suspenderat material och sedimentation.

Anläggningsfas

Undervattensljud

Undersökningsarbeten

De geofysiska undersökningar som genomförs inför och under anläggningsfasen kan ge upphov till undervattensljud. Undervattensljud och påverkansavstånd från geofysiska undersökningar har modellerats av NIRAS (Niras, 2021e) för de undersökningsmetoder som planeras för att undersöka sedimenten och de djupare bottenlagren. Påverkansavstånden som presenterats i dessa är att betrakta som konservativa och sedan modelleringarna genomfördes har ny information om ljudspridning från undersökningar publicerats där undervattensljud har uppmätts och undersökts i detalj vid undersökningar i Nordsjön (Pace m.fl. 2021). Dessa mätningar har visat att avstånden för undvikandebeteende enbart var cirka 2,2 km för Sparker respektive cirka 730 meter för Innomar. Sammantaget kan de små skillnaderna i miljöförhållandena i Kattegatt jämfört med Nordsjön under vintern förväntas resultera i något längre påverkansavstånd i Kattegatt. Det är dock osannolikt att påverkansavstånden för Sparker kommer överstiga 3 km för undvikandebeteende hos tumlare. För Innomar bedöms påverkansavstånd över 2 km vara osannolikt (R.27).

Skyddsåtgärder kommer att vidtas för att undvika påverkan på marina däggdjur. Bolaget kommer att tillämpa mjuk uppstart (soft-start) som ska tillämpas i minst 30 minuter innan seismisk utrustning används för undersökningar. Om undersökningarna avbryts under en längre tid ska en ny sekvens av mjuk uppstart genomföras. Under uppstart av undersökningsarbeten med seismisk undersökning ska även passiv akustisk övervakning nyttjas och det ska finnas observatörer på fartyget som spanar efter marina däggdjur i närheten av fartyget.

Med hänsyn till dessa skyddsåtgärder bedöms påverkan på marina däggdjur till följd av undervattensljud vid undersökningar bli obetydlig och konsekvensen försumbar på individnivå och utan risk för påverkan på populationsnivå. Påverkan är begränsad i tid och marina däggdjur bedöms återvända när arbeten upphör.

Anläggningsarbeten

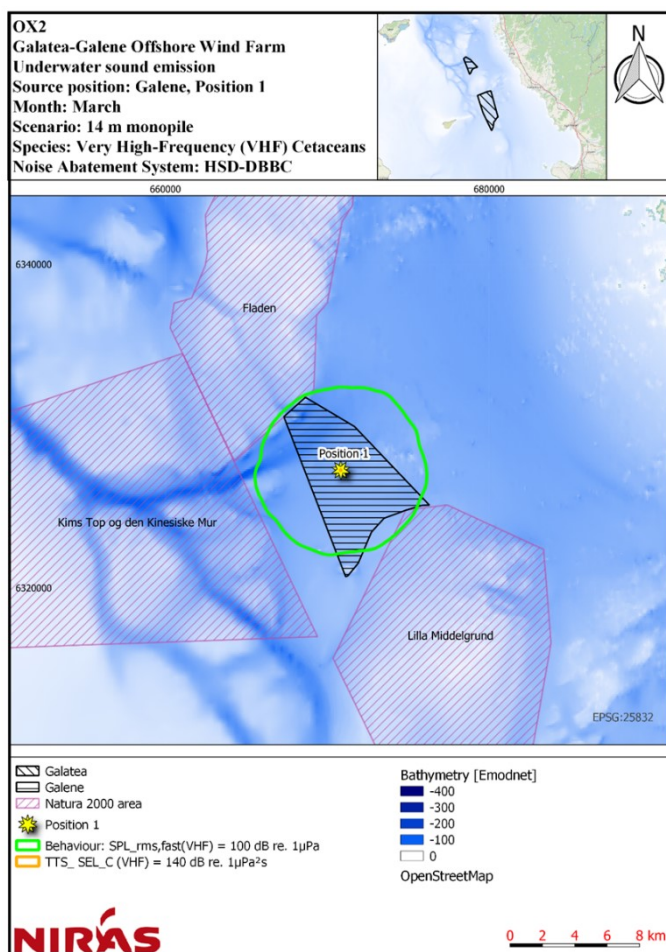
Under installation av vindparken kan undervattensljud uppkomma från anläggning av de olika komponenterna i vindparken, huvudsakligen vid installation av fundament genom pålning.

Utbredningen av undervattensljud vid installation av fundament genom pålning har modellerats (referensrapport R.6), se avsnitt 6.5. Ljudutbredningsmodelleringarna har utgått från ett worst case i ljudutbredning, med pålning av monopiles (14 meter i diameter), utifrån tre olika positioner i vindparken under den tid på året då ljudutbredningen är som störst (under mars månad). Utifrån modelleringarna har påverkansavstånd för undvikandebeteende, tillfällig hörselnedsättning (TTS) och permanent hörselnedsättning (PTS) beräknats (för gränsvärden, se kapitel 6), vid tillämpning av enkel bubbelgardin (BBC) samt vid tillämpning av dubbel bubbelgardin (DBBC) + HSD för att kunna utreda skillnaden mellan de ljuddämpande utrustningarna (NIRAS 2021b). Ljudnivåer vid vilken hörselpåverkan eller beteendepåverkan kan uppstå skiljer sig mellan tumlare respektive säl (gäller både knubbsäl och gråsäl). Resultaten redovisas nedan.

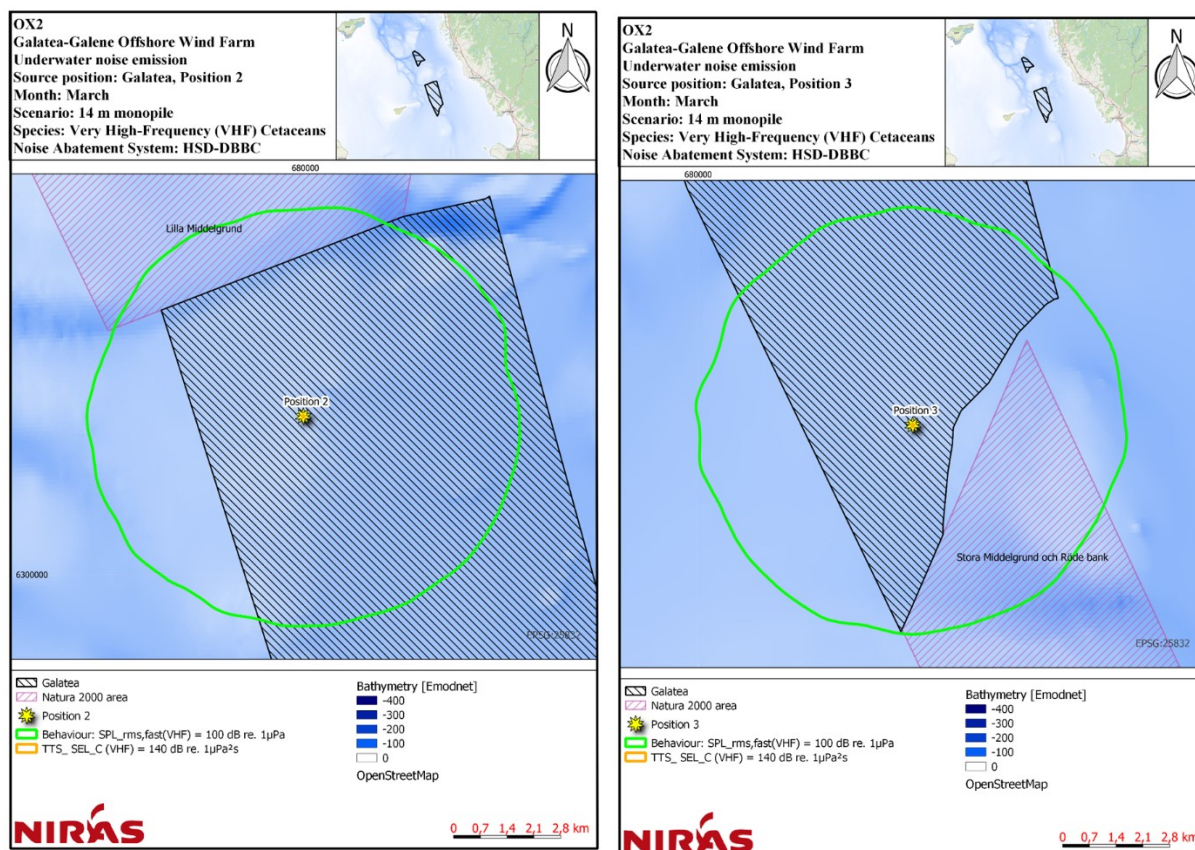
Undervattensljud kan även komma från fartygstrafik. Vindparken ligger dock mellan två större farleder och i ett område med intensiv fartygstrafik, där mängden installationsfartyg är mycket liten i förhållande till övrig trafik.

Tumlare

Resultat från modelleringarna av ljudexponeringsnivåer (SEL) för tumlare ses i Figur 45. Det föreligger inte risk för att tumlare utsätts för ljudnivåer som medför PTS om de skyddsåtgärder som ingår i modelleringarna vidtas (enkel bubbelgardin eller motsvarande samt mjuk uppstart). Ljudnivåer inom gränsen för tillfällig hörselnedsättning kan i ett worst case förekomma under pålning inom ett väldigt begränsat område inom vindparken, enbart i direkt anslutning till installationsplatsen. Undvikandebeteende på tumlare kommer att förekomma inom delar av vindparken.



Figur 45. Resultat från modellerat undervattensljud (referensrapport R.6) för tumlare vid pålning inom Galene (worst case, mars med hänsynsåtgärder motsvarande dubbla bubbelgardiner och HSD). Grön ring visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma.



Figur 46. Resultat från modellerat undervattensljud (referensrapport R.6) för tumlare vid pålning inom Galatea (worst case, mars med hänsynsättgärder motsvarande dubbla bubbelgardiner och HSD). Grön ring visar inom vilket område som beteendepåverkan kan uppkomma.

I Tabell 22 ses hur stort område inom vilket TTS respektive undvikandebeteende för tumlare kan uppkomma. Antalet potentiellt påverkade tumlare i tabellen grundar sig på uppskattning av tätheten av tumlare i området under sommaren vid senaste SCANS-III inventering, vilket är 1 – 1,1 individer/km² (Hammond m.fl., 2017). Mindre än 1 % av Skagerrak- respektive Bälthavspopulationen kommer att påverkas temporärt av undervattensljud vid pålning i ett worst case.

Tabell 22. Resultat från modellerat undervattensljud för tumlare vid pålning, worst case (mars månad). Förutsättning enkel bubbelgardin respektive dubbel bubbelgardin, hydro sound damper och mjuk uppstart. Område för respektive delområde där undvikandebeteende kan uppstå samt beräknat antal tumlare och andel av population.

Delområde	Påverkan	Påverkat område	Antal tumlare som kan påverkas	Påverkade tumlare på populationsnivå	
				Skagerrak (31 000)	Bälthavs (42 000)
Enkel bubbelgardin (BBC)					
Galene	TTS	<1 km²	<1–2	0,003–0,006 %	0,002–0,005 %
	Undvikande-beteende	179 km²	179–197	0,58 – 0,64 %	0,43 – 0,47 %
Galatea	TTS	<1 km²	<1–2	0,003–0,006 %	0,002–0,005 %
	Undvikande-beteende	195 km²	195–215	0,63 – 0,7 %	0,46 – 0,51 %
Dubbel bubbelgardin (DBBC) + HSD					
Galene	Undvikande-beteende	85 km²	85 – 94	0,27 – 0,30 %	0,20 – 0,22 %
Galatea	Undvikande-beteende	97 km²	97 – 107	0,31 – 0,34 %	0,23 – 0,25 %

Tabell 23. Potentiell påverkan från pålning på de två tumlarpopulationerna i vindpark Galatea-Galene under maj månad. Förutsättning dubbel bubbelgardin och hydro sound damper. Område inom respektive delområde där undvikandebeteende kan uppstå samt beräknat antal tumlare och andel av populationen.

Delområde	Påverkan	Påverkat område	Antal tumlare som kan påverkas	Påverkade tumlare på populationsnivå	
				Skagerrak (31 000)	Bälthav (42 000)
Galene	Undvikandebeteende	61 km ²	61 – 68	0,2 – 0,22 %	0,15 – 0,16 %
Galatea	Undvikandebeteende	55 km ²	55 – 61	0,18 – 0,20 %	0,13 – 0,14 %

Vid pålning kommer bolaget att som ytterligare försiktighetsmått använda sig av DBBC+HSD (eller ljuddämpande utrustning med motsvarande effekt) året om för att nå så stor ljuddämpning som möjligt.

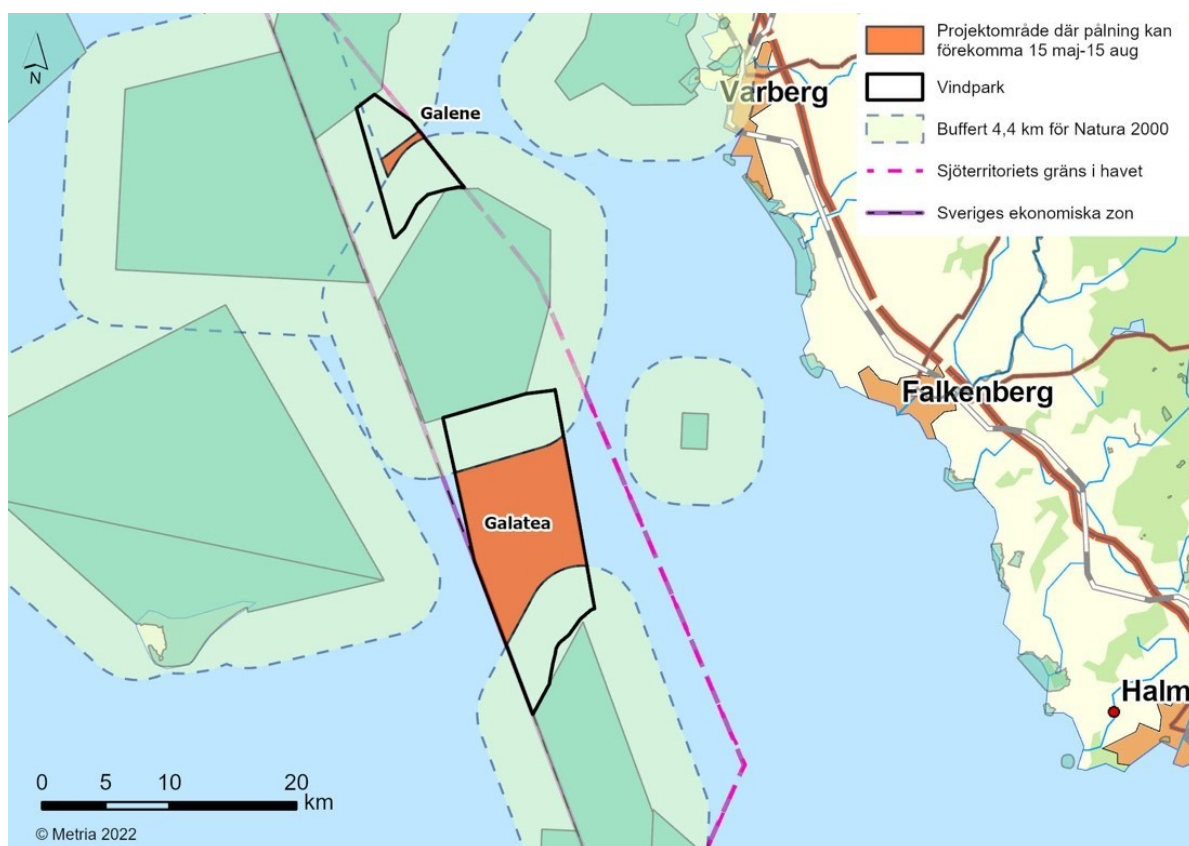
Pålning kommer även att inledas med mjuk uppstart (soft-start), varefter styrkan i hammarslagen successivt trappas upp till full styrka (ramp-up). Perioden för mjuk uppstart och ramp-up ska, tillsammans med övriga skyddsåtgärder, vara tillräcklig för att skydda tumlare mot undervattensljud från pålningen som överskrider tröskelvärdena för permanent hörselnedsättning (PTS) respektive temporär hörselnedsättning (TTS) för tumlare. Bolaget har föreslagit att varaktigheten av perioden med mjuk uppstart och ramp-up ska fastställas i en arbetsplan för pålningsarbeten som ges in till tillsynsmyndigheten minst sex (6) månader innan pålningsarbeten påbörjas. Ljud från pålning kommer även att följas upp och kontrolleras i enlighet med ett kontrollprogram för anläggningsfasen.

Resultaten från modelleringen med skyddsåtgärder i form av DBBC+HSD visar att det inte föreligger någon risk för att tumlare utsätts för ljudnivåer som medför PTS eller TTS om skyddsåtgärder med ljuddämpning och mjuk uppstart vidtas.

När fundamenten anläggs kommer tumlare temporärt undvika området där pålning sker. Pålning för Galatea-Galene är dock tillfällig och tumlare återvänder efter att pålningen upphört. I Tabell 23 visas att färre än 0,3 % av Skagerrak- respektive Bälthavspopulationen riskerar att påverkas temporärt av undervattensljud vid pålning med användning av DBBC+HSD. Gränsvärde för undvikandebeteende till följd av pålning behöver heller inte innebära att tumlare helt undviker området. Studier har visat att beteendepåverkan minskar med ökat avstånd från ljudkällan och att tumlare kan vänja sig vid undervattensljud och bli mer toleranta (Graham 2019), till exempel från första till sista installationen av fundament inom en vindpark. Tumlare är dessutom opportunistiska jägare och begränsas inte till ett område för födosök, vilket gör att de kan söka föda i andra områden än där pålning sker.

Området för vindparken bedöms i sig vara av måttlig betydelse för tumlare, men vindparken ligger i närheten av områden som bedöms vara viktiga för tumlare under parnings- och kalvningsperioden (15 maj till 15 augusti). De närliggande Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund, Stora Middelgrund och Röde bank samt det danska Natura 2000-området Kims Top og den Kinesiske Mur är alla viktiga områden för tumlare. Om pålning under parnings- och kalvningsperioden orsakar beteendepåverkan på tumlare finns det en risk för negativ påverkan på nyfödda kalvar och antalet lyckade parningar, vilket kan påverka reproduktionen av tumlare i området.

Påverkan på tumlare vid pålning under parnings- och kalvningsperioden kommer att bli begränsad om DBBC+HSD används under denna period. Som ytterligare skyddsåtgärd kommer pålning under kalvnings- och parningsperioden 15 maj-15 augusti enbart att utföras på platser som inte ger upphov till undvikandebeteende (dvs. en ljudnivå överstigande $SPL_{RMS-fast, VHF} = 100$ dB tumlare re 1 μ Pa) inom intilliggande Natura 2000-områden, se Figur 48.



Figur 47. Del av projektområdet vari pålning kan föregå under perioden 15 maj-15 augusti utan att överstiga tröskelvärden för beteendepåverkan för tumlare inom Natura 2000-områdena enligt worst case med avstånd för ljudspridning baserat på månaden maj.

Tabell 24. Överlapp av undervattensljud och närliggande danskt Natura 2000-område (Kims Top og den Kinesiske mur) och antalet potentiellt påverkade tumlare baserat på tätheter från den senaste SCANS-III inventeringen (från 2016) med 1-1,1 individer/km² i Kattegatt (Hammond m.fl. 2017). Överlappet visar ett worst case scenario med installation av monopile med 14 meter i diameter under mars och maj månad med ljuddämpande åtgärder motsvarande dubbel bubbelgardin och hydro sound damper.

Månad	Ljuddämpande åtgärd	Natura 2000-område	Storlek på Natura 2000-område	Överlapp med undvikande-beteende tumlare inom Natura 2000-område	Överlapp med undvikande-beteende tumlare inom Natura 2000-området	Antal potentiellt påverkade tumlare inom Natura 2000-området
Mars	Dubbel-bubbelgardin och Hydro sound damper (DBBC+HSD)	DK00VA247 Kims Top og den Kinesiske Mur	262 km ²	9 km ²	3 %	9–10
Maj	Dubbel-bubbelgardin och Hydro sound damper (DBBC+HSD)	DK00VA247 Kims Top og den Kinesiske Mur	262 km ²	4 km ²	2 %	4

För att dokumentera effektiviteten av ljuddämpningen och för att verifiera att ljudspridningen inte överstiger den modellerade, kommer undervattensljud vid pålningsarbeten mätas på två olika avstånd från pålningsplatsen.

Med de ytterligare skyddsåtgärderna, som tar hänsyn till kalvnings- och parningsperiod, ger pålningen en temporär och reversibel påverkan under en kort tid, med ett begränsat antal exponerade tumlare. Då känsligheten är måttlig hos tumlare bedöms konsekvensen som liten.

Säl

Säl kommer, liksom tumlare, inte att utsättas för ljudnivåer som medför PTS. I Tabell 25 ses hur stort område inom vilket TTS respektive undvikandebeteende för knubbsäl och gråsäl kan uppkomma. Säl 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 används som används för tumlare.

Det finns ingen känd information om densiteten av knubbsäl i vindparken och antalet påverkade knubbsälar kan därför inte uppskattas på samma sätt som för tumlare. Istället har andelen av knubbsälarnas hemområde¹¹ som temporärt påverkas av undervattensljud beräknats med det konservativa antagandet att undervattensljud vid pålning inom Galatea-Galene helt överlappar med knubbsälarnas hemområde. Anholt är den närmaste liggplatsen och används i bedömningen. Baserat på studier av knubbsälar vid Anholt (Dietz et al. 2013), stannar sälar i samma område under sommaren när kutarna föds. Hemområdet, med utgångspunkt från Anholt, uppskattas då vara 1 722 km², resten av året bedöms hemområdet vara större. Gråsälar har ett betydligt större hemområde jämfört med knubbsäl och påverkan på gråsäl bedöms därför vara betydligt lägre.

¹¹ 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 25. Påverkansområde och andel av knubbsälars hemområde inom vilken påverkan kan uppstå, resultat från modellerat undervattensljud vid pålning, worst case, monopile 14 meter i diameter med ljuddämpande åtgärder motsvarande enkel bubbelgardin samt dubbel bubbelgardin och hydro sound damper.

Delområde	Påverkan	Påverkat område	Hemområde knubbsäl (sommar)	Procent (%) av hemområde som påverkas
Enkel bubbelgardin (BBC)				
Galene	TTS	<1 km ²	1 722 km ²	<0,06 %
	Undvikandebeteende	179 km ²		10,4 %
Galatea	TTS	<1 km ²		<0,06 %
	Undvikandebeteende	195 km ²		11,3 %
Dubbel bubbelgardin (DBBC) + hydro sound damper (HSD)				
Galene	Undvikandebeteende	85 km ²	1 722 km ²	5 %
Galatea	Undvikandebeteende	97 km ²		5,6 %

När fundamenten anläggs kommer både knubbsäl och gråsäl temporärt undvika området där pålning sker. Överlappet av sälarnas hemområde blir dock litet, som mest cirka 5–6 % med föreslagna skyddsåtgärder (DBBC-HSD). Övriga skyddsåtgärder för tumlare skyddar även säl. Pålning för Galatea-Galene 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 i sig bedöms vara av måttlig betydelse för säl. Baserat på ovanstående ger pålningen en temporär och reversibel påverkan under en kort tid med begränsat antal exponerade sälar. Då känsligheten är måttlig hos säl bedöms konsekvensen som liten.

Luftburet ljud

Vid installation av fundament kan förutom undervattensljud även luftburet ljud uppkomma. Tumlare kommer endast upp till vattenytan för att andas och är under resten av tiden under vattnet. De bedöms därför inte påverkas av luftburet ljud från anläggning. Sälar däremot kan påverkas av luftburet ljud från anläggning och då framförallt om det uppkommer vid deras liggplatser, i det här fallet Anholt som är belägen på längre avstånd än 18 kilometer från vindparken. Med anledning av att sälars liggplatser är belägna på långt avstånd från vindparken bedöms påverkan på säl från luftburet ljud under anläggningsfasen som obetydlig. Detta innebär att konsekvensen bedöms som försumbar.

Sedimentspridning

Anläggning av fundament samt det interna kabelnätet kommer medföra viss spridning av suspenderat sediment och sedimentering. Sedimentspridning uppstår som högst vid anläggande av fundament med hjälp av borrhning, vilket utgör ett worst case kopplat till sedimentspridning. Anläggande av fundament med borrhning innebär mindre undervattensbuller som är den påverkansfaktor som kan påverka marina däggdjur mest. Tumlare använder främst sin ekolokalisering när de jagar varför 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 grumliga vatten.

Påverkan från sediment är lokal och minskar med avståndet. Merparten av det suspenderade sedimentet kommer att sedimentera relativt fort i närhet till det installerade fundamentet, se avsnitt 7.1.2. Ju längre bort från fundamentet desto mer späds sedimentet ut i Kattegatt. Påverkan på marina däggdjur från sedimentspridning bedöms som obetydlig och då känsligheten är måttlig bedöms konsekvenserna som försumbara.

Driftsfas

Ljudet från vindkraftverken kommer finnas under hela driftsfasen förutom för korta perioder utan vind eller under storm. Ljudet är lågt och av permanent karaktär (uppstår när vindkraftverken är igång). I tidigare studier har både säl och tumlare setts vid havsbaserade vindparker i drift i samma 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 ökat undervattensljud från verksamheterna. 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. I närheten går flera farleder med mindre och större fartyg. 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 och då känsligheten är liten hos marina däggdjur bedöms konsekvenserna som försumbara.

Under driftsfasen av vindpark och internt kabelnät bedöms den totala påverkan på marina däggdjur bli obetydlig.

Avvecklingsfas

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

Artskydd

Den samlade bedömningen är att påverkan på tumlare till följd av verksamheten (vindpark och internt kabelnät) på individnivå är obetydlig och utan risk för påverkan på populationsnivå. Tumlare är skyddade enligt art- och habitatdirektivet och listas i direktivets bilaga 4. Påverkan på tumlare från vindparken och det interna kabelnätet bedöms som 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.

7.3.3. Skyddsåtgärder

Som redogjorts för ovan kommer under anläggningsfasen flera skyddsåtgärder att vidtas för att undvika negativ påverkan på marina däggdjur:

- Vid seismiska undersökningar kommer mjuk uppstart, passiv akustisk övervakning och observatörer användas.
- Inför pålning ska akustiska metoder som motar bort tumlare användas i erforderlig omfattning. Under pålning ska mjuk uppstart, dubbel bubbelgardin och Hydro sound damper (eller ljuddämpande utrustning med motsvarande effekt) att användas.
- Under tumlares kalvnings- och parningsperiod 15 maj-15 augusti får undervattensljud från pålning inte överstiga gränsvärden för undvikandebeteende (100 dB re 1 μ Pa (SPL_{RMS-fast})) inom Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund, Stora Middelgrund och Röde bank och Kims Top og den Kinesiske Mur.

7.3.4. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Undervattensljud från pålningsarbeten kan medföra förhöjda ljudnivåer inne på danskt vatten. Då tumlare och sälar är mycket rörliga är det samma populationer som berörs på svenskt och danskt vatten.

Natura 2000-området Kims Top og den Kinesiske Mur är utpekade för tumlare och är speciellt viktigt under sommaren då de föder sina kalvar och parar sig (15 maj–15 augusti). Inom Kims Top og den Kinesiske Mur förekommer främst tumlare från Skagerrak-/Nordsjöpopulationen som har en gynnsam bevarandestatus. Undervattensljud som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende kan tillfälligt förekomma inom det danska Natura 2000-området Kims Top og den Kinesiske Mur inom ett område som för worst case scenariot är 9 km² och motsvarar 3 % av det Natura 2000-området, se Tabell 24. Detta motsvarar 9–10 tumlare som kan uppleva undervattensljud som överstiger tröskeln för undvikandebeteende under mars månad (worst case). För de flesta installationsplatser kommer överlappet dock vara mindre än vad som redovisas i Tabell 24. Övriga närliggande Natura 2000-områden på danskt vatten (Anholt och havet nord for och Store Middelgrund) kommer inte beröras av undervattensljud som överstiger tröskelvärdet för undvikandebeteende vid pålningsarbeten om man använder ljuddämpande åtgärder som motsvarar minst DBBC+HSD.

Bedömningen av påverkan på tumlare i de danska vattnen är den samma som för de svenska. Om pålning under sommaren orsakar beteendepåverkan på tumlare finns det en risk för negativ påverkan på nyfödda kalvar och antalet lyckade parningar, vilket kan påverka reproduktionen av tumlare i området. Om installation av fundament genom pålning sker utanför kalvnings- och parningssäsongen för tumlare kommer den inte ha samma negativa påverkan på nyfödda kalvar och parning. Genom de föreslagna skyddsåtgärderna i avsnitt 7.3.3 som tar hänsyn till kalvnings- och parningsperiod ger pålningen en temporär och reversibel påverkan under en kort tid, med ett

begränsat antal exponerade tumlare. Då känsligheten är måttlig hos tumlare bedöms konsekvensen som liten utan risk för påverkan på populationsnivå vare sig på kort eller lång sikt eller påverkan av upprätthållandet av populationernas gynnsamma bevarandestatus.

Bedömningen av påverkan på säl är den samma i svenska och danska vatten. Närmaste liggplats ligger på den danska ön Anholt. Pålningen under anläggningsfasen ger en temporär och reversibel påverkan på säl under en kort tid med begränsat antal exponerade sälar. Då känsligheten är måttlig hos säl bedöms konsekvensen som liten utan risk för påverkan på populationsnivå vare sig på kort eller lång sikt eller påverkan av upprätthållandet av populationernas gynnsamma bevarandestatus.

7.4. Fågel

Samlad konsekvensbedömning

I anläggningsfasen kan störningar uppstå som kan leda till undanträngning och förändring av livsmiljö. Påverkan från verksamheten under anläggningsfas bedöms som liten med små konsekvenser för alkor då dessa bedöms som känsligast för störning. För övriga fågelarter bedöms påverkan som obetydlig med försumbara konsekvenser.

I driftsfasen kan, utöver undanträngning och förlust av livsmiljöer till följd av störningar, även kollisionrisker uppstå. Påverkan och konsekvenser från verksamheten under driftsfas från undanträngning och förändring/förlust av livsmiljö bedöms vara samma som under anläggning. Påverkan från kollisionrisker bedöms bli försumbara för samtliga fågelarter som flyger genom eller inom området. Under avvecklingsfasen bedöms verksamheten ge upphov till liknande påverkan och konsekvenser som under anläggningsfasen.

Ovan nämnda konsekvenser för fåglar är desamma ur ett gränsöverskridande perspektiv. Galatea-Galene bedöms inte medföra några negativa effekter och konsekvenser på utpekade fågelarter inom danska Natura 2000-områden. Denna bedömning gäller för samtliga faser av projektet. Verksamheten bedöms inte, varken under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen, påverka förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus för berörda fågelarter.

Vindparkens eventuella påverkan på migrerande rovfåglar efter driftsättning av vindparken kommer att studeras genom ett undersökningsprogram. Behövs det skyddsåtgärder till undvikande av kollision kan åtgärder som driftreglering av vindparken genomföras.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för fågel, vilket sammanfattar referensrapport R.14 "*Birds and offshore wind farm in Kattegatt*", R.15 "*Galatea-Galene Offshore Wind farm migrating birds*", R.16 "*Förekomst av sjöfåglar (och tumlare) i södra Kattegatts utsjöområden 2020-2021*" och R.34 "*Förekomst av sjöfåglar i södra Kattegatts utsjöområden (2020-2022)*". En dansk sammanfattning av bedömningarna återfinns i Bilaga 3.

7.4.1. Förutsättningar

I aktuellt område inom Kattegatt förekommer olika typer av fåglar året om. Framförallt har Kattegatts utsjöbankar, som utgörs av de svenska Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund och Stora Middelgrund och Röde bank, samt de danska Natura 2000-områdena Kims Top og den Kinesiske Mur, Farvandet nord for Anholt och Anholt og havet nord for samt Store Middelgrund ett rikt fågelliv. Fåglarna som förekommer inom vindparken och intilliggande områden, inklusive utsjöbankarna, utgörs av rastande samt övervintrande och flyttande fåglar. Häckande fåglar förekommer inte inom vindparken eller angränsande områden.

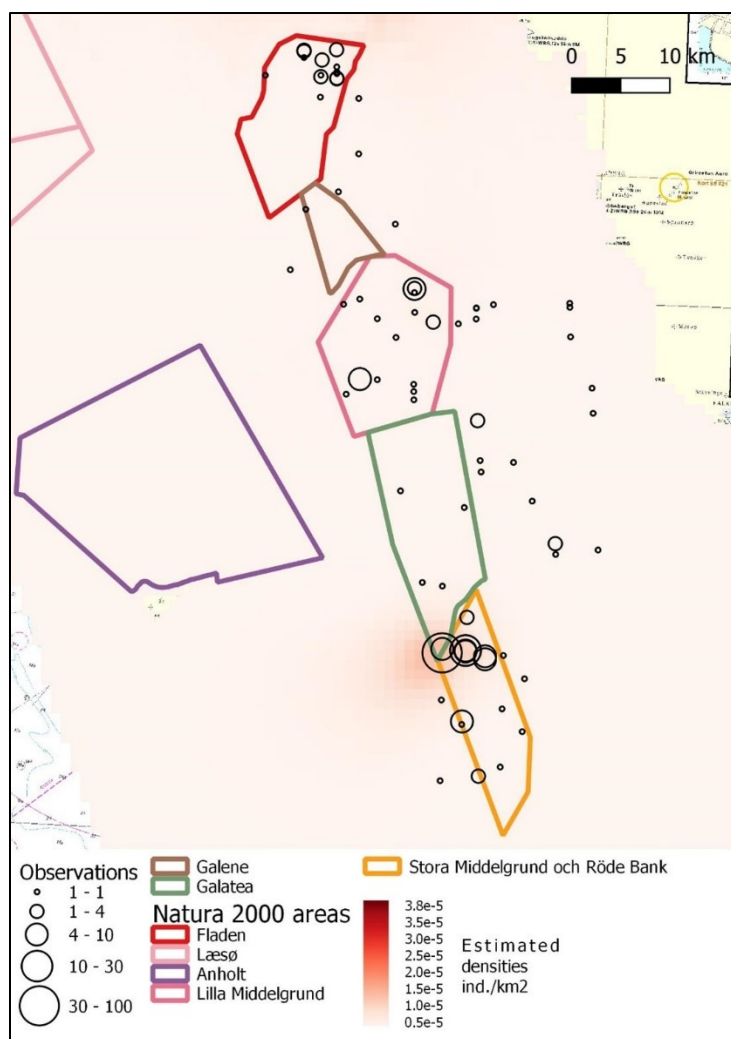
Inventering av sjöfågel har utförts inom projekt Galatea-Galene mellan hösten 2020 och våren 2022 (Haas 2021, R.14 och R.34). Resultaten från inventeringarna ger en samstämmig bild som ligger till grund för bedömningarna.

Studieområdet omfattade vindparken inklusive en 5 km buffertzoon, Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund samt Stora Middelgrund och Röde bank och kabelkorridorer. Under fågelinventeringarna påträffades 22 olika arter, där gråtrut var flest i antal, följt av alkor (framförallt sillgrissla och tordmule), havstrut och storskarv.

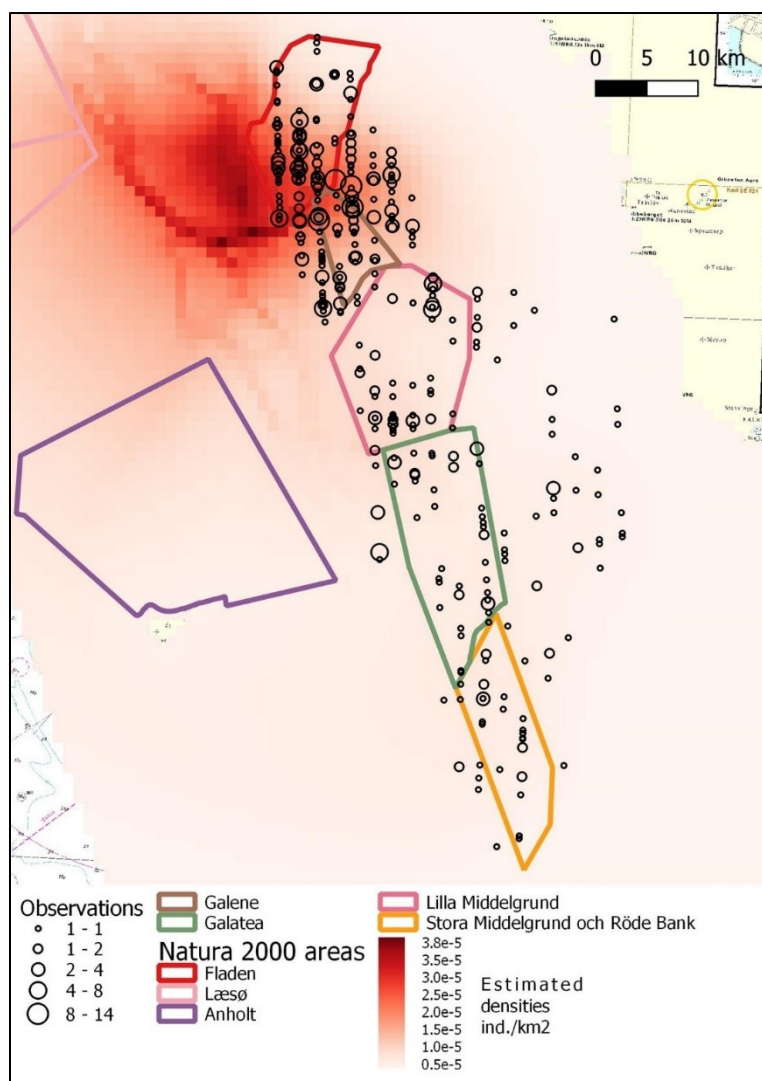
De flesta arter av sjöfågel som påträffats i inventeringarna är ytfödosökande eller pelagiskt födosökande arter. Bentiska födosökande arter som svärta och sjöorre noterades i låga antal vid inventeringen. De låga antalen bentiska födosökande arter beror troligen på att djupet överlag inom vindparken och resterande studieområde är för stort för dessa arter. Den bentiska födosökande arten alfågel påträffades vid ett tillfälle, denna art födosöker frekvent på djup större än 20 meter. Dock utgör de alfåglar som övervintrar i Kattegatt en ytterst marginell andel av de som övervintrar i Nordvästeuropa, majoriteten spenderar vintrarna i Östersjön (Skov m.fl. 2011, Nilsson 2016).

Måsar påträffas utspritt över hela studieområdet med något högre koncentrationer runt utsjöbankarna, inom Natura 2000-områdena, och närmare den svenska kusten. Inom vindparken är koncentrationen av måsar lägre. Gråtrut påträffades framförallt under vinter och sommar i Kattegatt och då i huvudsak nära hamnar eller vid fiskebåtar, eftersom arten äter fisk som kastas från dessa (Garthe och Scherp 2003). Gråtrut påträffades utspritt över hela studieområdet men med en viss koncentration i den norra delen och i de tre Natura 2000-områdena intill vindparken. Det utspridda mönstret stämmer överens med tidigare undersökningar i området (Nilsson 2020; Nilsson 2021).

Arter som livnär sig på pelagisk fisk, såsom tordmule och sillgrissla, förknippas med mer djupa vatten utanför bankarna och är mer jämnt utspridda i östra Kattegatt med högst koncentrationer mellan Anholt, svenska kusten och Nordsjökusten. Alkor påträffades i genomförda inventeringar främst i den norra delen av studieområdet med en tydlig koncentration kring Natura 2000-område Fladen under vintern. Alkor förekom även inom vindparksområdet och då framförallt inom delområde Galene som angränsar till Fladen.



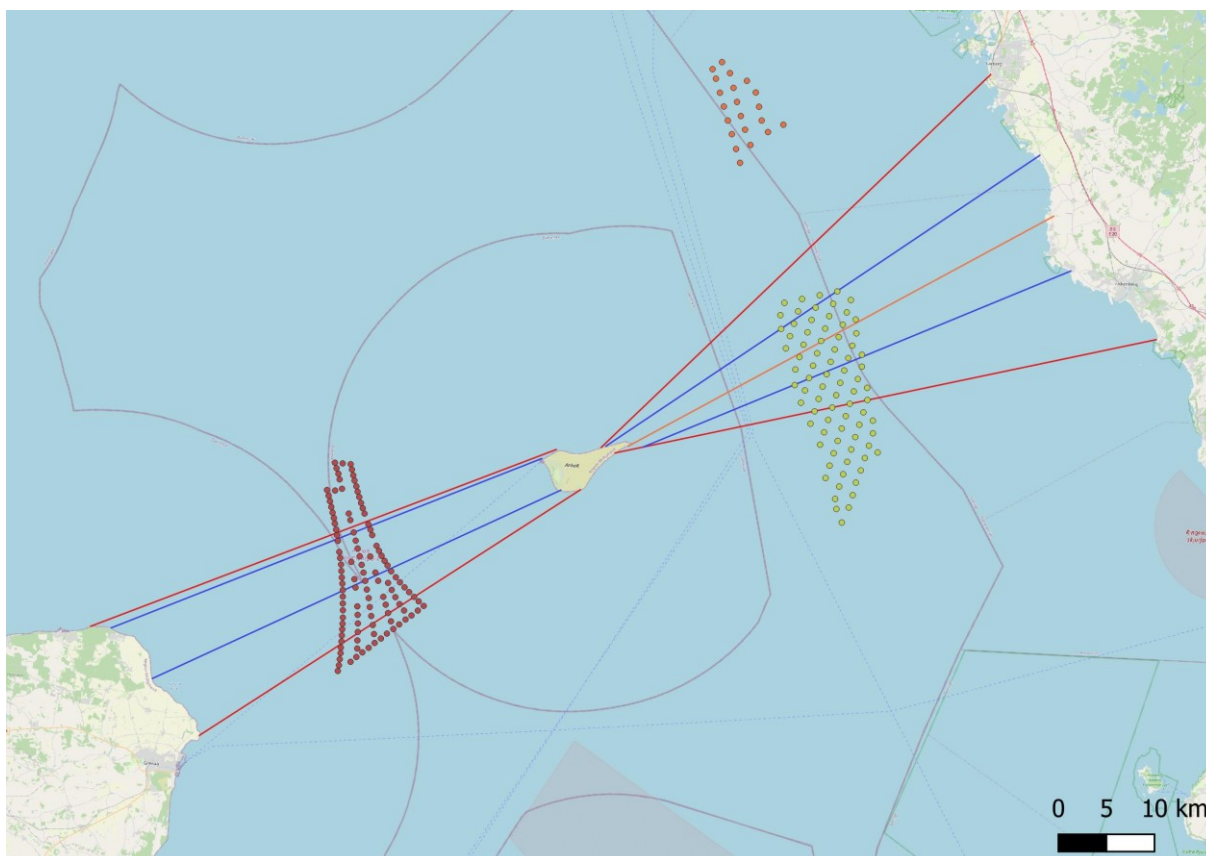
Figur 48. Observationer och beräknad densitet (antal/km²) av gråtrut baserad på data från november (från referensrapport R.14).



Figur 49. Observationer och beräknad densitet (antal/km²) av alkor baserad på data från januari (från referensrapport R.14).

Inom hela studieområdet påträffades, som tidigare nämnts, sjöfåglar framförallt inom och i närheten av Natura 2000-områdena och utsjöbankarna Fladen, Lilla Middelgrund och Stora Middelgrund och Röde bank, vilka angränsar till vindparken. Framförallt Fladen har ett relativt högt antal rastande fåglar, främst olika arter av sjöänder som förknippas med sandbankar och arter som livnär sig på bentiska musslor, men även måsar. Den övergripande trenden av förekomst av sjöfåglar i studieområdet är att antalet individer stiger fram till mitten av vintern, för att sedan sjunka fram till att övervintrande fåglar lämnat området i april-maj.

Under våren migrerar fåglar, framförallt rovfåglar, från Djursland i Danmark till den svenska västkusten. Resultat från uppföljning efter att den havsbaserade vindparken Anholt byggts, samt andra nyligen gjorda observationer, indikerar att rutten inte är av lika högt värde som exempelvis migrationskorridoren mellan Själland-Sverige och Skagen-Sverige/Norge i den nordligaste delen av Jylland. Detta då färre antal rovfåglar observerats mellan Djursland och västkusten. Vid både Skagen och norra Själland kan lika många migrerande fåglar passera under en dag som passerar Anholt under hela våren. Under våren 2021 genomfördes studier vid ön Anholt (Ottvall 2021) som bekräftade tidigare migrationsmönster och indikerade migrationskorridorer, se Figur 50.



Figur 50. Rutt för migrerande fåglar mellan Djursland, Jylland, till svenska västkusten via Anholt. De blå linjerna indikerar mellan var huvudruten går och de röda linjerna indikerar den maximala bredden på ruten. Vindparkerna Anholt och Galatea-Galene är även utpekade. Kartan är modifierad från Jensen m.fl 2016 och Ottvall 2021.

Metodik för identifiering av fågelarter som kan påverkas av vindpark Galatea-Galene

För att identifiera vilka fågelarter som förekommer i området och som kan påverkas av en vindpark, har OX2 låtit Calluna (2021) göra en förstudie. Förstudien har utgått från ett brett perspektiv för att inkludera alla fågelarter. Den bruttolista som fallit ut har sedan gått igenom utifrån olika kriterier för att skilja ut de fågelarter som skulle kunna påverkas av verksamheten.

I ett första steg har uttag ur Artportalen gjorts och filterats så att arter som endast uppträder sporadiskt i landskapet eller som inte har en regelbunden återkommande flyttrörelse över landskapet avgränsats bort. Fågelarterna som är kvar på listan efter filtrering studeras sedan vidare med avseende på artspecifika kriterier samt allmänna kriterier. Artspecifika kriterier kopplar till om arten nyttjar eller förväntas nyttja området för vindparken och allmänna kriterier kopplar till populationsstorlek.

Förstudien har sedan resulterat i en lista (Appendix 1 till referensrapport R.15), där fågelarter listas och beskrivning sker över om arten till exempel är rödlistad, information om populationen och dess storlek i nationellt och regionalt perspektiv, vad de kan tänkas göra i området (till exempel födosöka, rasta, övervintra, migrera) samt en känslighetsbedömning av om arten kan påverkas av verksamheten. Förstudien är framtagen enligt försiktighetsprincipen och har inte tagit hänsyn till t.ex. djupdata inom vindparken.

Därefter har ytterligare avgränsning skett utifrån vilka fågelarter som är relevanta att göra konsekvensbedömningar för, se Tabell 26. Arter har till exempel avgränsats bort som främst

befinner sig mer kustnära och inte ute i vindparksområdet, är mycket ovanliga eller som flyger lågt.

Tabell 26. Fåglar från förstudien för vilka konsekvensbedömning utförts.

Art	
Alfågel	Skrattmås
Alkekung	Smålom
Bivråk	Sparvhök
Blå kärrhök	Stenfalk
Brun glada	Storlom
Brun kärrhök	Stormfågel
Ejder	Storskarv
Fiskgjuse	Svartnäbbad islom
Fiskmås	Svärta
Gråtrut	Tobisgrissla
Havssula	Toppskarv
Havstrut	Tordmule
Lärfalk	Tornfalk
Ormvråk	Trana
Praktejder	Tretåig mås
Röd glada	Vigg
Sillgrissla	Vitnäbbad islom
Silltrut	Ängshök
Sjööorre	

7.4.2. Konsekvenser

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

Tabell 27. Påverkansfaktorer för fågel.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggning	Drift	Avveckling
Undanträngning	Vindpark	x	x	x
Kollision	Vindpark		x	

Förändring/förlust av livsmiljöer	Vindpark	x	x	x
--	----------	---	---	---

Påverkan på flyttande landfåglar bedöms som försumbar då flytt över Kattegatt är begränsad och sker över en bredare yta.

Anläggningsfas

Förändring/Förlust av livsmiljöer

Anläggningsarbeten, inklusive arbetsmoment/installation, fartyg och arbetsmaskiner, kan potentiellt ge en påverkan på fågel genom en förändring av tillgången på föda. Fisk kan, som tidigare nämnts, påverkas av undervattensljud och sedimentation från installation av fundament och kablar under anläggningsfasen. Då påverkan är temporär och fiskarna återvänder till platsen efter installation, bedöms ingen minskning av fiskbeståndet uppstå (se vidare kapitel 7.2). Bottenlevande organismer kan påverkas av sedimentation under installation av fundament och det interna kabelnätet. Olika fåglars känslighet för påverkan baseras på en kombination hur flexibel arten är i födoval och födosök samt antalet individer som påverkas.

Fåglar som livnär sig på en stor variation av byten, eller som jagar på ett större område och inte är begränsad i sitt val av föda, bedöms inte påverkas. Måsar och skarv tillhör denna kategori.

Arter som livnär sig på bottenlevande föda, t.ex. alfågel och sjöorre, bedöms ha en låg flexibilitet i födoval (Furness m.fl. 2013). Sedimentation under installation kan påverka tillgång på exempelvis musslor. Sedimentationen är begränsad men då arter som alfågel, sjöorre och svärta helst håller ett längre avstånd till båtar och arbetsmaskiner kommer de troligen undvika området där anläggning sker. Antalet individer av fåglar inom denna kategori som kan påträffas inom vindparken och en 2 km buffertzoon bedöms vara väldigt få. Med avseende på att påträffade arter är mycket få och att anläggningsskedet pågår under en begränsad period bedöms påverkan som obetydlig och konsekvenserna försumbara.

Alkor har en viss flexibilitet i habitat användning och födosök (Furness m.fl. 2013). Då alkor förekommer utspritt i området bedöms påverkan som liten. Då känsligheten är måttlig bedöms konsekvensen liten.

Övriga fågelarter som påträffats i studieområdet dyker antingen inte efter mat och brukar inte förekomma till havs eller påträffas i ett lågt antal. Ingen påverkan på dessa från förändringar i livsmiljön under anläggningsfasen kommer därför ske.

Undanträngning

Under anläggningsfasen är det framförallt störningar från båttrafik till och från området, arbetsmoment etc. som kan påverka fåglar genom undanträngning. Måsfåglar är inte störningskänsliga utan dras snarare till båtar, därför bedöms ingen negativ påverkan till följd av undanträngning på dessa uppstå.

För arter som påträffats i inventeringar men som är ovanliga ute till havs och inte dyker efter mat (vitkindad gås, gräsand och knölsvan) eller som påträffats i väldigt få antal (ejder, svärta,

havssula, stormfåglar, småskrake, smålom) bedöms vindparksområdet inte vara ett viktigt område. Ingen negativ påverkan till följd av undanträngning på dessa uppstår.

De fågelarter som bedöms kunna påverkas av undanträngning under anläggningsfasen är alfågel, sjöorre, skarvar och alkor. Störningarna under anläggningsfasen bedöms dock vara lokalt begränsade till där arbeten för tillfället sker. Påverkan på arterna bedöms som obetydlig med försumbara konsekvenser utom för alkor som bedöms vara något mer känsliga och där påverkan bedöms som liten med små konsekvenser.

Driftsfas

Förändring/Förlust av livsmiljöer

Under driftsfas har fundament, inklusive erosionsskydd, samt det interna kabelnätet anlagts och utgör permanenta strukturer. Påverkan till följd av förändring/förlust av livsmiljö kopplar till ianspråktagandet av bottenyta och är mer begränsad än i anläggningsfas där en större störning kan uppkomma.

Som tidigare beskrivits avseende anläggningsfasen bedöms fåglar som livnär sig på en stor variation av byten eller som jagar på ett större område inte vara begränsade i födosök och bedöms därför inte påverkas.

I driftsfasen täcks en delar av botten med nya strukturer i form av fundament och tillhörande erosionsskydd, vilket kan påverka födan för de fåglar som återvänder till vindparken efter anläggning. Viktigt att påpeka är att bottenytan som täcks är väldigt liten och fundament på vattendjup över 30 meter kommer att ha en liten påverkan då nästan inga av fågelarterna födosöker så djupt ner. Bottenytan som tas i anspråk av vindparkens fundament och tillhörande erosionsskydd utgör en liten del av vindparkens totala yta. Det interna kabelnätet anläggs under bottenytan och bedöms inte påverka livsmiljön.

För fågelarter som livnär sig på bottenlevande föda bedöms endast alfågel kunna påverkas, då denna är den enda arten inom gruppen som påträffats i ett större antal inom vindparken och resterande studieområde samt att denna födosöker på större djup. Antalet ejdrar, sjöorrar och svärter som potentiellt kan påverkas är väldigt få och påverkan bedöms därför som obetydlig med försumbar konsekvens. Alfåglar bedöms ha en liten flexibilitet i födoval vilket ger en måttlig känslighet. Antalet alfåglar som kan påverkas bedöms dock som liten och påverkan bedöms därför som obetydlig med försumbara konsekvenser.

Påverkan på alkor gällande förändring i livsmiljö bedöms vara lika för driftsfasen som i anläggningsfasen. Påverkan bedöms som liten. Baserat på en måttlig flexibilitet i födoval och ett måttligt antal potentiellt påverkade fåglar bedöms känsligheten för alkfåglar som måttlig och konsekvensen bedöms därför som liten.

Övriga fågelarter som påträffats i studieområdet dyker antingen inte efter mat och brukar inte förekomma till havs (exempelvis vitkindad gås, gräsand och knölsvan), alternativt har påträffats i ett lågt antal (exempelvis småskrake, havssula och smålom). Ingen påverkan på dessa från förändringar i livsmiljön bedöms därför ske.

Undanträngning

Under driftsfasen kan störning på fåglar uppkomma som leder till undanträngning. För att bestämma respektive arts känslighet har antalet potentiellt undanträngda fåglar beräknats som en andel av den biogeografiska populationen¹². Området där påverkan bedöms kunna uppstå omfattar vindparken och buffertzoner på 1–5 km (R.14).

För fågelarter som inte är känsliga för störning, som måsfåglar och skarvar (Garthe och Hüppop 2004, Furness m.fl. 2013), bedöms ingen påverkan från undanträngning uppstå. Samma gäller för de arter som påträffats inom studieområdet men inte inom själva vindparksområdet, som ejder, svärta, vitkindad gås, gräsand och knölsvan eller de arter som endast påträffats i väldigt låga antal (färre än 30 stycken, som havssula, småskrake och smålom), då detta indikerar att vindparksområdet inte är ett viktigt födosöksområde för dessa arter. Påverkan bedöms som obetydlig och konsekvenserna som försumbara.

De arter som bedömts kunna påverkas av undanträngning är alkor, alfågel och sjöorre. För dessa fågelarter har en buffertzon från vindparken använts vid bedömning inom vilka individer kan påverkas av störningar och undanträngning. Buffertzonerna är konservativa antaganden; 2 km för alfågel och lommar samt 5 km för sjöorrar och svärter. För alkor används en buffertzon på 500 meter, detta då alkfåglar är mindre känsliga för störning. Inga alfåglar eller sjöorrar påträffades inom vindparken eller ovan nämnda buffertzon och ingen påverkan bedöms därför uppstå för dessa arter. Utifrån genomförda inventeringar har populationen inom vindparken beräknats till 971 alkor. För att säkerställa ett worst case har det för modelleringen antagits att 30 % av alkorna trängs undan från vindparken och att 10 % av dessa alkor konkurreras ut från födoresurser och dör. I ett sådant modellerat och teoretiskt scenario skulle det motsvara 29 alkor per år. Detta är ett worst case (se beskrivning i avsnitt 5.3.1) där alla undanträngda alkor trängs undan till ett och samma område vilket är ett mycket konservativt antagande. Undanträngda fåglar kommer i verkligheten att fördelas jämnt över intilliggande områden runt vindparken. Totalt beräknas antalet alkor som undanträngs utgöra mindre än 1 % av den uppskattade populationen av alkor inom vindparksområdet och intilliggande områden.

Utöver de modellerade resultaten måste områdets förutsättningar beaktas i bedömningen. Tillgången på föda bedöms generellt inte vara en begränsande faktor i Kattegatt och fiskpopulationerna förväntas stärkas ytterligare genom föreslagna marina skyddsområden för fisk inom Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund, Stora Middelgrund och Röde bank samt Morups bank. Vidare kommer, som en följd av verksamheten, fisket sannolikt att minska inom vindparken. Detta leder i sin tur till att mängden fisk inom vindparken ökar, med positiv effekt som även sträcker sig till intilliggande områden. Det bedöms därför inte uppstå konkurrens om föda inom de områden som ligger utanför vindparksområdena, vilket minskar negativa undanträngningseffekter ytterligare. Detta ska även ställas i relation till att vindparken idag omgärdas av stora farleder med intensiv fartygstrafik. Det är därför mycket sannolikt att störning från fartygstrafiken är en lika stor faktor för påverkan på alkor utspridning i området som födotillgång. Alkor bedöms inneha en låg känslighet i förhållande till undanträngning och

¹² Den del av en artpopulation som fåglar inom vindparksområdet är en del av. Är artberoende men de flesta arter inom och vid Galatea-Galene övervintrar i västra Östersjön, Kattegatt och väster om Danmark. Arterna häckar ofta i Skandinavien, Arktis och/eller Ryssland.

påverkans storlek och omfattning till följd av undanträngning har bedömts till måttlig. Detta innebär sammantaget att konsekvensen på alkor till följd av undanträngning bedöms som liten.

Kollisionsrisker

Kollisionsrisker baseras på ett worst case med 101 stycken vindkraftverk med en rotor av 310 meter samt att alla fåglar flyger igenom vindparken en gång i månaden. Kollision har modellerats/beräknats genom användning av den så kallade bandmodellen (R.14).

Sjöfåglar

Kollisionsrisk för de under inventering påträffade arterna/grupperna andfåglar, gäss, knölsvan, skarv, lommar, stormfåglar, silltrut, storlabb och havssula har inte beräknats. Detta då antalet observerade individer är lågt och/eller att inga observationer gjordes inom vindparksområdet.

Måsfåglar är de fåglar som observerats inom vindparksområdet och som främst bedöms kunna flyga i den potentiella riskzonen där rotorbladen går (Rydell m.fl. 2017). Främst är det större måsfåglar som gråtrut och havstrut som kan utsättas för kollisionsrisk, där flyghöjd till stor del överlappar med rotorbladets rörelse (Cook m.fl. 2012, Furness m.fl. 2013, Johnston m.fl. 2014). Även fiskmås har en relativt hög risk att flyghöjd överlappar rotorbladets rörelse. Tretåig mås flyger på lägre höjd och kollisionsrisken är mindre. Förutom att måsfåglar kan flyga på höjder där risk för kollision föreligger så visar måsarna ett lågt undvikandebeteende till havsbaserade vindparker och ses ofta inom dessa. Det kan därför förväntas att kollisioner mellan måsfåglar och vindkraftverken kommer att ske och måsfåglar bedöms ha den största känsligheten mot vindparker när det kommer till kollisioner, särskilt de större måsfåglarna gråtrut, havstrut och silltrut (Furness m.fl. 2013, Rydell m.fl. 2012).

Totalt visar genomförda kollisionsberäkningar för stora måsfåglar på 118 kollisioner årligen. Med ett påslag för de måsfåglar som påträffades inom vindparken och buffertzon men som inte kunde artbedömmas, blir siffran 151. För mindre måsfåglar beräknades totalt 3 kollisioner per år. I Tabell 28 nedan ses beräkningarna fördelat på art.

Tabell 28. Resultat från kollisionsberäkningar för måsfåglar.

Art	Kollisioner per år	Biogeografisk population	Kollisionsrisk i % av population
Gråtrut	67	1 440 000	<0,001
Havstrut	51	360 000	<0,001
Fiskmås	2	1 640 000	<0,001
Tretåig mås	1	6 970 000	<0,001

Kollisionsrisken i ett worst case beräknas utgöra mindre än 0,001% av den totala populationen. Sett till den årliga kollisionsrisken som en andel av den lokala populationen i sydöstra delen av

Kattegatt, är potentiellt påverkade individer mindre än 1%. Baserat på detta, och de konservativa antaganden som är gjorda, bedöms konsekvenserna från kollisionrisk på måsfåglar bli försumbar och utan påverkan på måsfåglars bevarandestatus. Beräkningar är utförda utifrån ett konservativt antagande. Vindparkens lokalisering och utformning medför att riskerna för måsfåglar är lägre vid Galatea-Galene än om verksamheten skulle placerats närmare land eller på intilliggande utsjöbankar, eftersom måsfåglar uppehåller sig i större mängder inom grundare områden där det är enkelt att födosöka.

Alkor flyger på låg höjd, huvudsakligen under 20 m. Detta är en av anledningarna till att frigången mellan rotorblad och vattenyta satts till 30 m. I modellen har antagits att hela populationen av fåglar inom vindparken och en buffertzona på 4 km flyger genom vindparken samtidigt en gång i månaden. Detta utgör ett worst case. Den maximala årliga kollisionrisken för alkor beräknas bli 0,32 individer, vilket motsvarar mindre än 0,001 % av Östersjöpopulationen för tordmule och sillgrissla som används som referens. Detta bedöms som så pass lågt att ingen negativ påverkan bedöms uppstå på alkor till följd av verksamheten med avseende på kollision. Konsekvenserna bedöms därmed bli försumbara och utan påverkan på artens bevarandestatus.

De migrerande sjöfåglar som påträffats och som är relevanta att bedöma utifrån kollisionrisk är ejder, praktejder, sjöorre och svärta. Ett fåtal individer av arterna påträffades under genomförda inventeringar men det finns en större övervintrande population i Kattegatt som migrerar till den arktiska tundran och Ryssland. Migrationen följer framförallt kustlinjen och flygningen sker på låg höjd. Detta innebär att majoriteten av de migrerande andfåglarna inte kommer passera vindpark Galatea-Galene under migration. Kollisionrisken är därför låg. Migrerande andfåglar anses också undvika vindkraftverk i hög utsträckning (Peterson och Fox 2019). Detta ses även i studier vid den befintliga havsbaserade vindparken Nysted (Danmark) där sjöfåglar som flög in i vindparken minskade flyghöjden till under rotorhöjd (Petersen m.fl. 2006). Bedömningen är att kollisionrisken för migrerande sjöfåglar är liten och konsekvenserna är försumbara.

Rovfåglar

Av de rovfåglar som migrerar över vindparksområdet bedöms ormvråk vara känsligast för kollisionrisk då den förekommer i högst antal. Kollisionrisk har modellerats för arten där antagandet att alla individer som lämnar Anholt kommer att passera delområde Galatea i rotorhöjd använts. Resultatet visar att 106 ormvråkar potentiellt kolliderar årligen i ett worst case. Resultat från observationer vid vindparken Anholt indikerar att 62 % av migrerande ormvråkar antingen vänder om eller flyger runt vindparken när de når denna. Det är därför realistiskt att anta ett undvikande om 62 % vilket skulle resultera i en årlig kollision om 40 ormvråkar. Rovfåglar kommer i realiteten endast passera de vindkraftverk som står inom migrationskorridoren, om hänsyn tas till detta samt undvikande om 62 % resulterar det i en årlig kollision om 32 ormvråkar.

I worst case ingår samtliga vindkraftverk inom delområde Galatea, i verkligheten ligger inte alla vindkraftverk inom migrationskorridoren. Tas hänsyn till överlapp mellan delområde och migration (se Figur 50), samt 62 % undvikande, beräknas 32 ormvråkar årligen kollidera. Detta innebär att färre än 0,02 % av de häckande ormvråkarna i Skandinavien potentiellt kan utsättas för kollisionrisk. Ingen av de övriga rovfåglar som migrerar från Danmark till Sverige genom aktuellt område bedöms utsättas för kollisionrisk överstigande 0,02 % av den biogeografiska populationen (Skandinavien). Även sett till de lokala populationerna i Hallands län bedöms den årliga kollisionrisken inte överstiga 1 % av populationen för någon art. Därtill ska beaktas att avståndet mellan vindkraftverken i Galatea-Galene kommer vara betydligt större än avstånden

mellan vindkraftverken i Anholt, som modelleringen baseras på. Det kan därmed förväntas en betydligt mindre risk för kollisioner än vad beräkningarna i ett worst case visar. Konsekvenserna från kollisionsrisker på rovfåglar bedöms som försumbar. Etableringen av vindpark Galatea-Galene bedöms heller inte påverka rovfåglarnas bevarandestatus.

Avvecklingsfas

Påverkan på fåglar under avvecklingsfasen bedöms bli likvärdig med påverkan under anläggningsfasen och kopplar framförallt till störningar från båttransporter, se avsnitt ovan.

Artskydd

Den samlade bedömningen är att påverkan på fåglar till följd av verksamheten kommer att bedrivas utan risk för påverkan på någon fågelarts populationsnivå och med ett upprätthållande av artskyddet för fåglar som svarar mot ekologiska, vetenskapliga och kulturella behov.

7.4.3. Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

Vindparkens eventuella påverkan på migrerande rovfåglar efter driftsättning av vindparken kommer att studeras. Skulle det visa sig finnas ett behov av ytterligare skyddsåtgärder till undvikande av kollision under intensiva migrationsperioder kan åtgärd såsom driftreglering av vindkraftverk genomföras.

7.4.4. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

I den utredning som gjorts för fågel i området framgår det att vindparken bedöms medföra försumbara konsekvenser för alla fågelarter utom för alkor där konsekvensen bedömts som liten negativ kopplat till undanträngning under anläggningsfasen. Modelleringarna för kollisionsrisker visar att kollisionsrisken för fåglar som passerar igenom Galatea-Galene medför en försumbar konsekvens. Påverkan och konsekvenser är desamma ur ett gränsöverskridande perspektiv.

Nordvestlige Kattegatt är ett nytt danskt Natura 2000-område som ersätter ett antal tidigare Natura 2000-områden (se avsnitt 3.2). Med hänsyn till att mycket få av de utpekade arterna finns inom området för Galatea-Galene bedöms arterna inte påverkas av projektet. Bedömningen är att inga negativa effekter uppstår på Natura 2000-området Nordvestlige Kattegatt (därmed inte heller på de Natura 2000-områden som Nordvestlige Kattegatt ersätter) med dess utpekade arter till följd av barriäreffekter, kollisioner eller undanträngning. Denna bedömning gäller för samtliga faser av projektet. Galatea-Galene kommer inte heller att hindra uppfyllandet av målen som anges i Natura 2000-planen. Verksamheten bedöms inte, varken under anläggnings-, drifts- eller avvecklingsfasen, påverka förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus för berörda fågelarter.

Vindparkens eventuella påverkan på migrerande rovfåglar efter driftsättning av vindparken kommer att studeras genom ett undersökningsprogram. Vid behov kan skyddsåtgärder i form av exempelvis driftreglering användas till undvikande av att migrerande rovfåglar kolliderar med vindkraftverken under perioder med intensiv migration.

7.5. Fladdermöss

Samlad konsekvensbedömning

Påverkan på fladdermöss bedöms kunna uppstå i driftsfasen av vindparken genom kollisionsrisker med vindkraftverken under fladdermössens migrationsperiod. Förutsatt registrering av fladdermusaktivitet i vindparken och att vindkraftverken driftregleras vid behov för att undvika att fladdermöss kolliderar med vindkraftverken, bedöms ingen negativ påverkan och därmed inga negativa konsekvenser uppstå på fladdermöss, ej heller gränsöverskridande sådana.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för fladdermöss och sammanfattar referensrapport R.17 *"Bedömning av påverkan på fladdermusfaunan vid den projekterade havsbaserade vindparken Galene och Galatea i Kattegatt"*.

7.5.1. Förutsättningar

Det är idag mindre känt hur migrerande fladdermöss rör sig på västkusten och hur en eventuell migration över Kattegatt ser ut. Migrationsmönster hos fladdermöss i Östersjöområdet och Öresund är betydligt mer kartlagda. I Sverige finns minst två arter som migrerar till kontinenten under hösten för att sedan flyga tillbaka under våren (Ahlen m.fl. 2009, Rydell m.fl. 2014). Dessa arter är brunfladdermus och trollpipistrell. Dessa förefaller dock vara vanligare på svenska östkusten än på svenska västkusten baserat på resultat från långtidsövervakningar vid kustnära landbaserade vindparker (Pettersson 2015a-b, 2016, 2017, 2018).

En studie har visat att både migrerande och landbaserade stationära fladdermusarter har observerats upp till 14 kilometer från kusten sydväst om Onsalahalvön (Ahlén 2009). Utöver dessa observationer finns inga kända studier som rör fladdermusmigration på västkusten. Fladdermöss har observerats vid havsbaserade vindparker men det finns få studier där inspelningsövervakning har genomförts. De fåtal studier där det har genomförts tyder på att fladdermössen främst flyger på en låg höjd (<10 meter) över öppet hav med enstaka registreringar i navhöjd. Det ska dock noteras att vindkraftverken i studien var betydligt lägre än de som planeras för Galatea-Galene (Rydell och Wickman 2015, Brabant m.fl. 2019). Majoriteten av registreringar har gjorts under stiltje eller svag vind.

Stationära arter har inte observerats födosöka så långt ut från kusten som vindparken planeras att anläggas (mellan 20–30 km från land). Därför bedöms främst migrerande arter kunna påverkas av vindparken. Migration sker två gånger per år, en gång på våren och en gång på hösten. Det är i nuläget oklart hur migrerande fladdermusarter på västkusten följer kustlinjen ner mot Öresund, om de drar över öppet hav till Jylland eller om båda alternativen nyttjas.

Att genomföra en förinventering vid havsbaserade vindparker är svårare jämfört med landbaserade vindparker. Om en båt behöver användas krävs att vindförhållandena är gynnsamma och en inventering kan endast genomföras en kväll/natt i taget. Vidare är det inte känt var eventuella stråk går i området, vilket ytterligare försvårar en förstudie.

7.5.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för fladdermöss. I Tabell 29 visas vilka påverkansfaktorer som bedömts och i vilken fas.

Tabell 29. Bedömda påverkansfaktorer för fladdermöss och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Kollisionsrisk	Vindpark		x	

Driftsfas

När vindparken är på plats kan migrerande fladdermöss som lämnar svenska västkusten passera genom vindparken, och då främst delområde Galatea med riktning mot Anholt och vidare mot Jylland på vägen söderut. Eventuella migrerande fladdermöss som passerar vindparken kan kollidera med vindkraftverken. Risk för kollision kan inträffa under en kortare period under våren (april) och sensommar till tidig höst (augusti-september) till följd av fladdermössens migrationsrörelser.

Med anledning av ovanstående kommer OX2 att undersöka förekomsten av fladdermöss genom ett undersökningsprogram när vindparken är på plats. Fladdermöss registreras i detta med hjälp av detektorer som installeras på vindkraftverken. Om en hög fladdermusaktivitet skulle registreras under de två migrationsperioderna (april samt augusti-september) då en förhöjd kollisionsrisk förekommer, kommer vindkraftverken att driftregleras, det vill säga att vindkraftverken stängs av under den känsliga perioden. Erfarenhet från driftreglering av landbaserad vindkraft tyder på att skyddsåtgärden har verkan och skyddar de mest utsatta arterna (Rydell pers. komm., R.14).

Under förutsättning att ett undersökningsprogram där registrering av fladdermöss under driftsfas sker och att det vid behov sker driftreglering av vindkraftverken, är den samlade bedömningen att ingen negativ påverkan och därmed inga negativa konsekvenser uppstår på fladdermöss.

Artskydd

Alla fladdermöss är skyddade enligt 4 § artskyddsförordningen. Förutsatt ovanstående skyddsåtgärder om fladdermöss förekommer inom vindparken, är slutsatsen att skyddet för fladdermöss upprätthålls.

7.5.3. Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

Inför driftsfasen kommer ett undersökningsprogram att upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten, för kontroll och uppföljning av eventuell förekomst av fladdermöss i vindparken. Under undersökningsperioden kommer vindparken vara försedd med detektions- och driftregleringsutrustning för att kunna stänga av verken till undvikande av betydande risk för kollision med vår- och höstmigrerande fladdermöss.

7.5.4. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

I den utredning som gjorts för fladdermöss framgår det att fladdermöss passerar framförallt delområdet Galatea under två migreringstoppar, vårmigration (april) samt höstmigration (augusti-september). Skyddsåtgärder i form av utrustning för att detektera fladdermöss kommer användas och påverkan från den etablerade vindparken kommer undersökas genom ett särskilt undersökningsprogram. Vindparken kommer dessutom förses med driftregleringsutrustning. Med de skyddsåtgärder som föreslås bedöms konsekvensen för fladdermusfaunan i området bli försumbar. Den gränsöverskridande påverkan bedöms därför också som obetydlig och konsekvensen som försumbar.

7.6. Landskapsbild

Samlad konsekvensbedömning

För att bedöma gränsöverskridande påverkan på landskapsbild har fotomontage gjorts från tre representativa blickpunkter på Anholt; Sønderbjerg, Anholt fyr och Flakket. Vindparken kommer vara synlig från alla tre blickpunkter och konsekvenserna bedöms huvudsakligen till måttliga. Vindparken upptar relativt stora delar av horisonten men avståndet mellan vindparken och Anholt är stort. Vid Anholt fyr kommer vindkraftverken uppta större delen av horisonten och konsekvensen bedöms därför vid denna utblick som stor då landskapet har ett högt värde och en struktur och innehåll som kan uppfattas som mer känsligt för förändring.

I detta avsnitt beskrivs förutsättningar, påverkan och konsekvenser för landskapsbild avgränsat till Anholt. Analysen baseras på Bilaga 4 där särskild påverkan på landskapsbilden från Anholt bedöms.

7.6.1. Förutsättningar

Bebyggelse och infrastruktur

Anholt är belägen mitt i Kattegatt. Ön är cirka 21,75 km² till yta och har ett invånarantal på cirka 138 personer (2020). Bebyggelsen, med samhället Anholt, är koncentrerad till öns västra sida. Anholt tillhör Norddjurs kommun i Region Midtjylland.

Topografiska förhållanden

Anholt har en särpräglad natur och delar av ön är naturreservat. Ön är utpekad som ett National Geologisk Intresseområde i Danmark. Dess västra delar utgörs av ett backigt moränlandskap och området Ørkenen i öster är Nordeuropas största öken och består av omväxlande sanddyner och ljunghedar. Ön är inte helt platt utan har en höjdrygg i väster med utsiktsplatser. Inga högre byggnader finns på ön förutom fyren i öster. Den populära hamnen och samhället Anholt ligger i väster med skydd från västanvinden av en skogklädd höjdrygg med högpunkten Sønderbjerg som når 48 m ö h. Totten, den yttersta spetsen av Ørkenen, är ett sälreservat som ej får beträdas, men sälarna kan beskådas från Anholt Fyr.

Turism och rekreation kopplat till utblickar och öppna vyer

Anholt är ett välbesökt turistmål under sommarhalvåret, med upp emot 60 000 besökare. Hamnen är då full av nöjesseglare och fiskebåtar men också kitesurfare utnyttjar havet kring ön. Utöver detta nyttjas hela ön för vandring och naturupplevelser till följd av sin unika natur och sitt strategiska läge för seglare i Kattegatt. Vid Nordbjerg och vid Sønderbjerg på öns sydvästra spets kan man se vatten så långt ögat når med mer än 60 km till närmaste fastland, se Figur 51 nedan.



Figur 51 Vy från Sønderbjerg.

7.6.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för landskapsbilden. Vindparken bedöms huvudsakligen påverka landskapsbilden under driftsfasen, varför enbart denna fas konsekvensbedöms.

Tabell 30. Bedömda påverkansfaktorer för landskapsbild och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Visuell förändring	Vindpark		X	

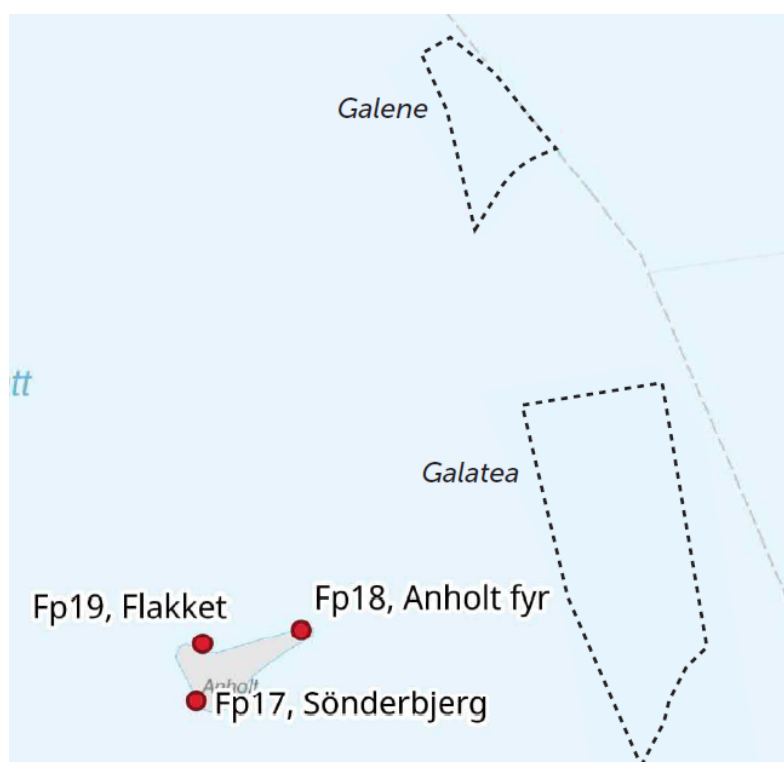
Driftsfas

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 vis och användandet varierar även under året. Vindparken kommer även att vara mer eller mindre synlig beroende på olika yttre faktorer som ljusförhållanden, väderförhållanden och rotationshastighet. Oavsett åskådarens inställning kommer vindkraftverken förändra den tidigare obrutna horisonten och vara synliga på stora avstånd i landskapet.

Bedömningen av vindparkens visuella gränsöverskridande påverkan baseras på fotomontage som simulerar den framtida utsikten från tre blickpunkter på Anholt, Sønderbjerg, Anholt fyr och Flakket (se Bilaga 4). Beträktarens ögonhöjd varierar mellan cirka 2 meter över havet (Flakket) upp till 50 meter över havet (Sønderbjerg). Avståndet till närmsta vindkraftverk vid Sønderbjerg är 26,8 kilometer, vid Anholt fyr 18,6 kilometer och vid Flakket 25,2 kilometer.



Figur 52. Karta över Anholt



Figur 53. Kartan visar de tre blickpunkterna på Anholt varifrån fotomontage tagits fram.

Sønderbjerg

Från Sønderbjerg ges utblickar över Kattegatts horisont i tre väderstreck. I nordväst skymmer dock den skogsklädda höjdryggen. Landskapet kring Sønderbjerg har ett högt värde, med utblick över Ørkenen bestående av sanddynor och ljunghedar, vilket är naturgivna förutsättningar som är unika för norra Europa och som är känsliga för förändring.

Vindpark Galatea-Galene kommer att vara synlig från utvald blickpunkt vid Sønderbjerg, se Figur 54. Vindkraftverken inom främst Galatea upptar en relativt stor del av horisonten och är synliga från utblickspunkten. Områdets funktion som rekreationsplats med utblick över den fria horisonten påverkas och inslaget av vindparken i horisonten ger ett mer människopåverkat intryck än idag, vilket bedöms påverka områdets karaktär. Till följd av vindparkens stora avstånd till land (Galatea cirka 27 kilometer och Galene cirka 38 kilometer) bedöms påverkan och konsekvensen som måttlig. Synbarheten varierar mycket beroende på väder och nattetid kan en negativ effekt uppstå då hindersbelysningen på vindkraftverken kan uppfattas.



Figur 54. Fotomontage Galatea-Galene från Sønderbjerg. För större bilder hänvisas till Bilaga 4.

Anholt fyr

Anholt fyr ligger i naturreservatet för Ørkenen och är omgiven av sanddynsmiljön. Från utsiktspunkten ges en 360-graders vy över Kattegatts horisont. Landskapet kring Anholt fyr har ett högt värde med sin ökenkaraktär som är specifik för Nordeuropa genom sin storlek och havsomslutna läge. Vindpark Galatea-Galene kommer vara synlig från utvald blickpunkt vid Anholt fyr. Vindkraftverken upptar större delen av horisonten. Områdets naturliga karaktär och utblicken över den fria horisonten påverkas. Avståndet är långt till vindparken (cirka 18 kilometer till Galatea och 30 kilometer till Galene) från fotopunkten, men inslaget av vindparken i horisonten bedöms påverka områdets speciella landskapskaraktär negativt. Eftersom landskapet har ett högt värde och en struktur och ett innehåll som kan betraktas som mer känsligt för förändring bedöms påverkan vid denna utblick bli stor.



Figur 55. Fotomontage Galatea-Galene från Anholt Fyr. För större bilder hänvisas till Bilaga 4.

Flakket

Flakket är en udde som ligger inom naturreservatet Ørkenen och utgörs av ett flackt landskap bestående av våtmarksområden med inslag av tidigare strandlinjer. Även landskapet kring Flakket har ett högt värde med sin ökenkaraktär som är unik för Nordeuropa genom sin storlek och havsomslutna läge.

Vindpark Galatea-Galene kommer vara synlig från utvald utblickspunkt vid Flakket. Vindparken upptar en relativt stor del av horisonten. Inslaget av vindparken i horisonten ger ett mer människopåverkat intryck än idag, vilket bedöms påverka områdets karaktär. Nattetid kan en negativ effekt uppstå då den blinkande hindersbelysningen på vindkraftverken kan skymtas. Besökare som åker till platsen för att uppleva den speciella naturen som upplever landskapet i förändring från skymning till natt kommer att bli påmind av vindparken genom hindersbelysningen. Till följd av vindparkens stora avstånd till ön (Galatea cirka 25 kilometer och Galene cirka 35 kilometer) kommer vindkraftverken att uppfattas som relativt små men de är ändå synliga och i relation till den unika naturmiljön bedöms påverkan och konsekvensen som måttlig.



Figur 56. Fotomontage Galatea-Galene från Flakket. För större bilder hänvisas till Bilaga 4.

7.6.3. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Ur ett gränsöverskridande perspektiv kommer Galatea-Galene att vara synlig från blickpunkter på Anholt. Konsekvenserna bedöms huvudsakligen till måttliga. Vindparken upptar relativt stora delar av horisonten men avståndet mellan vindparken och Anholt är stort. Vid Anholt fyr kommer vindkraftverken uppta större delen av horisonten och konsekvensen bedöms därför just vid denna punkt som stor då landskapet har ett högt värde och en struktur och innehåll som kan betraktas som mer känsligt för förändring.

7.7. Rekreation och friluftsliv

Samlad konsekvensbedömning

Under anläggningsfasen kan tillgängligheten till området bli något begränsad. Påverkan, inklusive gränsöverskridande sådan, bedöms dock som liten och eftersom området bedöms innehålla ett litet värde för rekreation och friluftsliv bedöms konsekvensen bli mycket liten. Påverkan från undervattensljud bedöms innebära försumbara konsekvenser för aktiviteter som fritidsfiske och tumlarsafari.

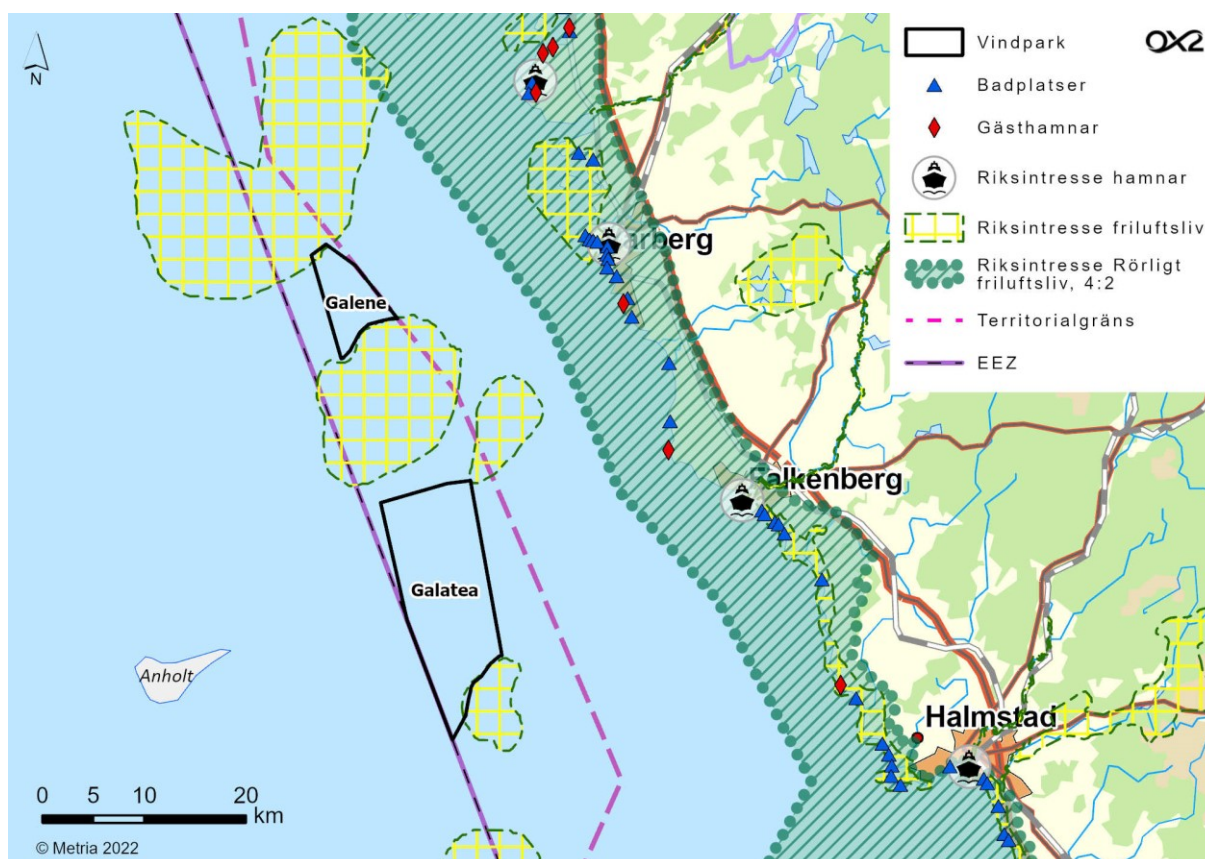
Under driftsfasen kommer segling- och fritidsbåtstrafik samt fritidsfiske kunna fortgå inom vindparken. Några negativa konsekvenser för rekreation och friluftsliv kopplat till tillgänglighet kommer därmed inte att uppstå under vindparkens driftsfas.

Fritidsfisket bedöms påverkas marginellt genom avlysning av området under anläggningsfasen, under driftsfasen kommer området vara tillgängligt för fritidsfiske varför detta inte påverkas nämnvärt. Påverkan på fritidsfisket bedöms därför som obetydlig och konsekvenserna som försumbara.

I detta avsnitt beskrivs rekreation och friluftsliv kopplat till aktiviteter och tillgänglighet. Värden som hör samman med utsiktsplatser, öppna landskap och fri horisont beskrivs i avsnitt 7.6 Landskapsbild.

7.7.1. Förutsättningar

Områdena Lilla Middelgrund, Fladen, Stora Middelgrund, Röde bank och Morups bank inom svenskt vatten är utpekade som områden med särskilt goda förutsättningar för berikande upplevelser i natur- och/eller kulturmiljöer och för vattenanknutna friluftaktiviteter (även utpekade som riksintresseområden för friluftsliv). Aktiviteter som nämns i värdebeskrivningarna för riksintresseområden är fritidsfiske, dykning och tumlarsafari. Även om sportdykning nämns så anges också att det är begränsat på grund av områdenas väderkänslighet. Längs den svenska kusten löper ett område av riksintresse för rörligt friluftsliv och kusten i Halland är också av riksintresse för högexploaterad kust.



Figur 57 karta som visar värden kopplat till rekreation och friluftsliv.

Lokalt sportfiske till havs är en populär rekreation och är tidvis väldigt aktivt, liksom tumlar- och sälsafari. Anholt är ett välbesökt turistmål under sommarhalvåret, till följd av sin natur och sitt strategiska läge för seglare i Kattegatt. Även kitesurfare utnyttjar havet kring ön.

I Kattegatt bedrivs fritidsfiske (innefattar all typ av fiske som sker utan att det krävs yrkesfiskelicens) (Fiskeriverket 2008). Det mesta av fritidsfisket i Kattegatt består av havsbaserat fiske (Fiskeriverket, 2008) vilket cirka 70 % utförs från båt (Havs- och vattenmyndigheten 2019a, b).

Utövare av fritidsfiske i Kattegatt använder till största del handredskap och till en mindre grad mängdredskap (Havs- och vattenmyndigheten 2019b). Handredskap innefattar redskap som är rörliga med lina och får högst ha tio krokar, till exempel spö eller pilk (Länsstyrelsen, 2020b). Mängdredskap innefattar alla andra typer av redskap som kan ge en större mängd fångst per redskap, till exempel nät, tinor och burar (Länsstyrelsen 2020b; Fiskeriverket 2008). Den vanligaste fiskemetoden i Kattegatt är spinnfiske vilket utförs med ett spö och står för hela 38 % av allt utfört fritidsfiske (Havs- och vattenmyndigheten 2019a). Näst störst är pilk- och trollingfiske samt mete som alla når nästan 20 % vardera av allt fiske. Enligt Carlén m.fl. (2013) var det totala värdet för fritidsfiske i Kattegatt cirka 300 miljoner kronor under år 2013. Detta är relativt lågt i jämförelse med kustfisket i resterande delar av Sverige, undantaget är södra Östersjön där värdet är mindre.

Inom fritidsfisket på västkusten består fångsterna under sommaren i huvudsak av makrill. På hösten fokuseras fisket mer mot hummer men också mot bland annat plattfisk, berggylta och öring (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Lokala fritidsfiskeverksamheter rapporterar att

makrillfisket dominerar sett till hela året men är koncentrerat till sommartid samt en del på hösten (L. Bengtsson, personlig kommunikation, 3 februari 2021).

Enligt de som bedriver fritidsfiskeverksamhet (Fladen Fisketurer) i området är möjligheterna för fritidsfiske små inom området för Galatea-Galene. Detta då djupet är för stort för fiskeverksamhet, det är för strömt för att fiska med handredskap samt att lerbottnarna huvudsakligen inte håller de fiskarter som fritidsfiskeverksamheterna har som målarter. De viktigaste områdena för fritidsfisket är utsjöbankarna, till exempel Lilla Middelgrund och Fladen.

7.7.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för rekreation och friluftsliv. I Tabell 29 visas vilka påverkansfaktorer som bedömts och i vilken fas.

Tabell 31. Bedömda påverkansfaktorer för rekreation och friluftsliv och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Hinder	Vindpark, internt kabelnät	X	X	X
Sedimentspridning	Vindpark, internt kabelnät	X		X
Undervattensljud	Vindpark	X		
Reveffekt	Vindpark		X	

Anläggningsfas

Under anläggningsfasen installeras och monteras vindkraftverk med tillhörande komponenter samt det interna kabelnätet. Under denna fas kommer fartyg och arbetsplattformar av olika slag förekomma inom området, dels för installation, dels för transport till och från området. Utöver att tillgängligheten till och genom området kan påverkas av aktiviteter och fartyg kan installationsmomenten i sig också medföra påverkan såsom sedimentspridning och undervattensljud.

Området för vindpark Galatea-Galene bedöms ha litet värde för friluftsliv och rekreation. Detta grundar sig främst på att området består av öppet hav (det ingår inte i någon skärgård), är väderutsatt och i området är det stora vattendjup. Miljön inom Galatea-Galene erbjuder, enligt fritidsfiskare, inte goda fritidsfiskemöjligheter. De grundare utsjöbankarna som ligger i anslutning till vindparken bedöms inneha höga värden. Här är det grundare och bättre förutsättningar för fiske.

De moment som ingår i anläggningsfasen kan tillfälligt påverka rekreation och friluftsliv i form av begränsad tillgänglighet inom området. Säkerhetszoner kommer upprättas vid byggnation vilket kan innebära hinder. Rutter för olika typer av upplevelser till havs kan behöva dras om och längre färdsträckor kan också uppstå för fritidsfiskare som ska ut till utsjöbankarna, om de behöver åka runt vindparksområdet istället för genom. De som bedriver fritidsfiskeverksamhet menar att fisketurer går till både Fladen och Lilla Middelgrund under samma dag, vilket betyder att de kan

komma behöva passera genom eller nära delområde Galene och möjligen delområde Galatea. Vindparken kommer dock enbart införa en begränsad säkerhetszon runt varje anläggningsplats och segling och fritidsbåtstrafik kommer kunna fortgå inom stora delar av vindparken, även under anläggningsfasen.

Området för vindpark Galatea-Galene kommer inte att vara stängt för fritidsbåtar eller andra fritidsverksamheter under anläggningsfasen men tillgängligheten till området kan bli något begränsad. Denna påverkan bedöms dock som liten. Då området bedöms innehålla ett litet värde för rekreation och friluftsliv och påverkan bedöms som liten bedöms konsekvensen för friluftsliv och rekreation bli mycket liten. Då fritidsfisket är mycket begränsat inom området bedöms konsekvenserna för fritidsfisket vara försumbara.

Fritidsfiske och tumlarsafari skulle kunna påverkas om till exempel undervattensljud och sedimentspridning påverkar och skrämmar bort fisk och marina däggdjur som förekommer i området och dess närhet. Sediment bedöms enbart spridas i begränsad omfattning, främst lokalt i närheten till respektive anläggningsplats, och under korta perioder. Påverkan till följd av sedimentspridning kommer därmed att vara försumbar på fisk och marina däggdjur. Fisk och marina däggdjur kommer att motas bort innan arbetsmoment som till exempel pålning, men kommer att komma tillbaka till området när anläggningsarbetena upphört. Anläggning av Galatea-Galene kommer därmed inte att medföra lägre fångster av fisk för fritidsfiskare och marina däggdjur kommer även efter anläggningsskedet att uppehålla sig i vindparksområdet och dess närhet. Påverkan från undervattensljud bedöms därmed innebära försumbara konsekvenser för aktiviteter som fritidsfiske och tumlarsafari.

Driftsfas

Under driftsfasen kommer segling- och fritidsbåtstrafik samt fritidsfiske kunna fortgå inom vindparken, vilket innebär att det inte kommer att ske någon påverkan, varken för friluftsliv och rekreation inom vindparken eller inom närbelägna riksintresseområden. Några negativa konsekvenser för rekreation och friluftsliv kopplat till tillgänglighet kommer därmed inte att uppstå under vindparkens driftsfas.

En positiv påverkan skulle kunna vara att det skulle bli mer tillgång på fisk inom parkområdet genom en potentiell reveffekt, som får flera arter av fiskar att aggregeras i parkområdet (Hooper m.fl., 2017) och som också skulle kunna spridas till utanförliggande områden. Vindparken skulle då kunna ha en positiv effekt på fritidsfisket, även utanför vindparken.

Avvecklingsfas

Avvecklingsfasen bedöms innebära liknande konsekvenser som för anläggningsfasen men i betydligt mindre skala. Avvecklingen av vindpark Galatea-Galene med tillhörande internkabelnät bedöms därför inte medföra några negativa konsekvenser på rekreation och friluftsliv.

7.7.3. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Som framgår ovan kommer området inte att vara stängt för fritidsbåtar eller andra fritidsverksamheter under anläggningsfasen men tillgängligheten till området kan bli något begränsad med bland annat skyddsavstånd kring vindkraftverk och arbetsområden. Under anläggnings- och avvecklingsfasen kan fritidsfisket av säkerhetsskäl komma att exkluderas i

vissa delområden i anknytning till arbetsområden. Detta får endast en tillfällig påverkan. Driftsfasen bedöms inte medföra några begränsningar i tillgänglighet för rekreation och friluftsliv, inkluderat fritidsfiske, bortsett från de skyddsavstånd som kommer etableras i direkt anslutning till vindkraftverken. Påverkan bedöms därmed bli obetydlig med en försumbar konsekvens.

7.8. Yrkesfiske

Samlad konsekvensbedömning

Bedömningen utgår från ett worst case vilket innebär att yrkesfiske inte kommer att kunna bedrivas inom Galatea-Galene. Detta för att erfarenheter visar att kommersiellt fiske inom vindparker minskar jämfört med innan parkerna kom till även om det formellt inte funnits några förbud eller dylikt som förhindrat tillträde. Därmed påverkas yrkesfisket lokalt i form av längre transportvägar och därmed möjligt uteblivna inkomster för fiskenäringen om alternativa fångstplatser saknas. Lokala fiskeflottor i Hallands län påverkas i form av färre eller minskade fiskeområden. Det yrkesfiske som påverkas mest är fisket av havskräfta, vilket är det dominerande yrkesfisket inom Galatea-Galene. Fiske av övriga kommersiella arter i Kattegatt så som sill, skarpsill och rödspätta har historiskt varit litet inom den planerade vindparken och inget riktat fiske mot torsk utförs i Kattegatt. Detta yrkesfiske påverkas således inte.

Påverkan på yrkesfisket, till följd av Galatea-Galene, bedöms sammantaget vara liten negativ, då det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket. Positiva effekter uppkommer också för yrkesfisket i form av ökad lekbiomassa som kan komma av att bottentrålningen, som kan påverka ägg och larver, minskar samt genom reveffekter som också gynnar den marina mångfalden. För yrkesfisket bedöms sammantaget en liten negativ konsekvens uppstå.

Worst case är i detta fall mycket konservativt då delar av vindparken troligen kommer att kunna användas även fortsättningsvis för yrkesfisket och fiske med passiva redskap kommer sannolikt att kunna fortsätta inom parken. OX2 kommer att verka för samexistens med vindparken och yrkesfisket bland annat genom att om möjligt undvika de viktigaste områdena för yrkesfisket samt genom anpassning av parkens utformning. Redan nu har hänsyn tagits till bottentrålning i utformningen av området och inom stråk i den nordligaste delen av Galatea kommer fundament inte att placeras.

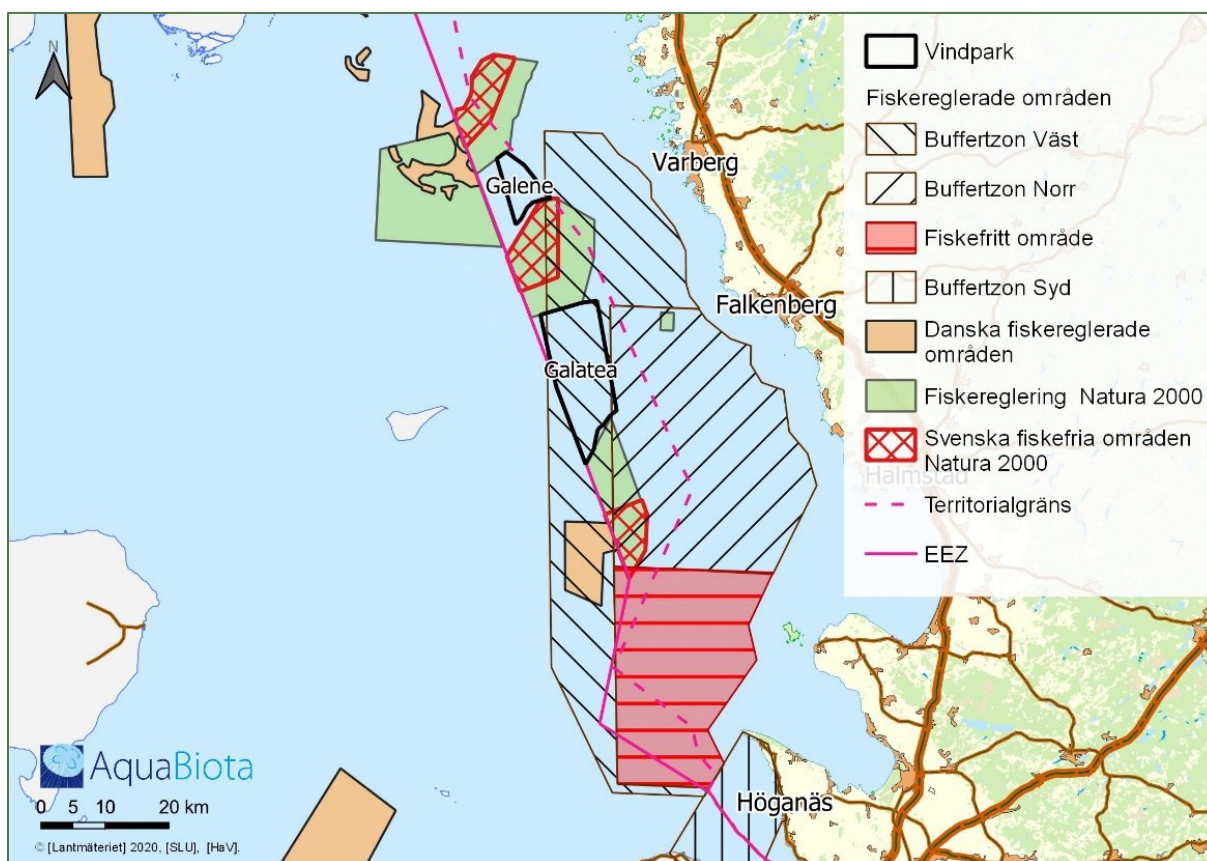
För det danska fisket bedöms påverkan och konsekvenserna vara desamma som beskrivits ovan till följd av minskat fångstområde. I ett worst case kommer det danska fisket som bedrivs inom vindparken att behöva omfördelas och bedrivas inom andra områden.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser av verksamheten för yrkesfiske vilket sammanfattar referensrapport R.7 "*Yrkes-och fritidsfiske kring Galatea-Galene*".

7.8.1. Förutsättningar

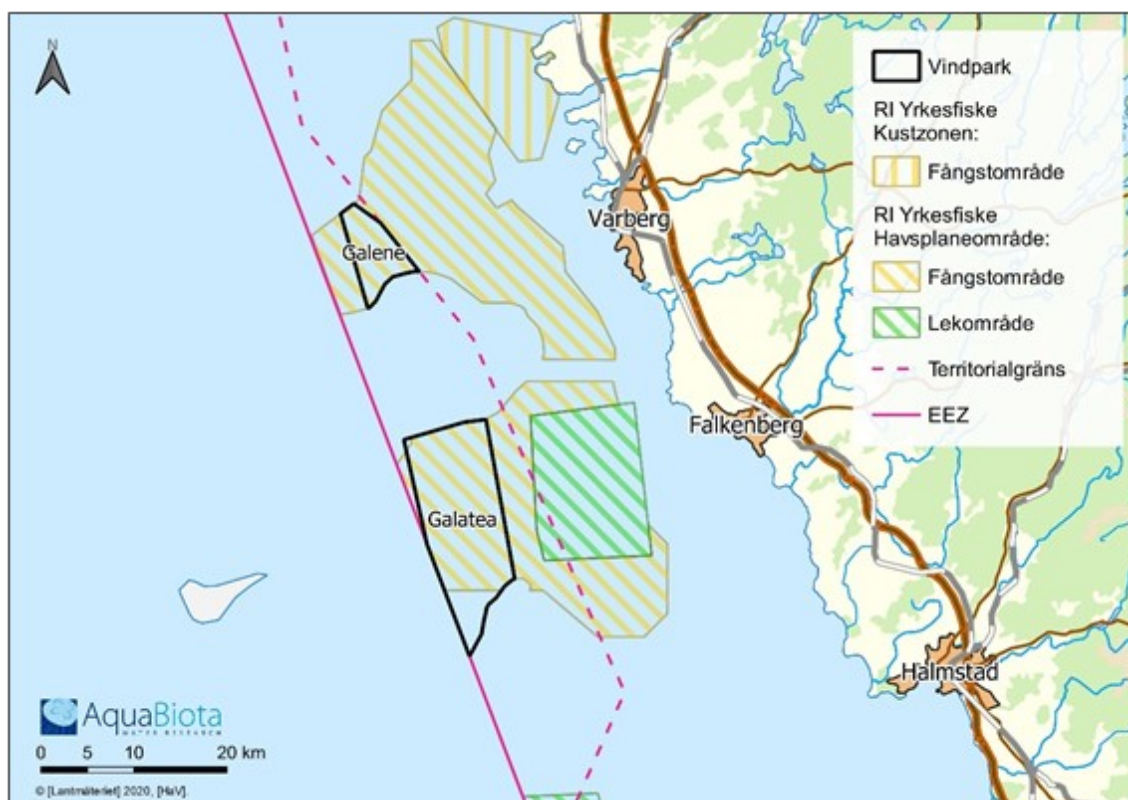
I Kattegatt, i områden i närheten av den planerade vindparken, finns utpekade, högst sannolika lekområden för torsk (blå områden i Figur 34). Fisket i Kattegatt är reglerat inom flera områden i

närheten av vindparken med fiskefria områden, fiskereglerade områden samt buffertzoner som är områden med restriktioner för fiske av torsk (skrafferade områden i Figur 58). Fisket inom skyddade marina områden i Kattegatt är reglerat sedan juli 2022 för att skydda den biologiska mångfalden och för att motverka bifångst av tumlare och sjöfågel (Europeiska kommissionen 2022). Inom delar av de svenska skyddade Natura 2000-områdena råder det ett totalt fiskeförbud medan det är möjligt att fiska med vissa typer av redskap i övriga delar (Figur 58). Inom delar av sex danska marina skyddade områden i Kattegatt, utpekade med stöd av havsmiljödirektivet, samt ett Natura 2000-område råder också förbud att fiska med mobila bottenkontaktredskap (Europeiska kommissionen 2022) (Figur 58).



Figur 58. Kattegatts fiskereglerade områden. I de röda områdena råder permanent fiskeförbud. Inom buffertzon väst (där Galatea ingår) endast fiske under lekperioden januari-mars med redskap som inte fångar torsk. Fiske utan särskilda restriktioner resten av året. Inom buffertzon norr är trålning helt stoppat januari-mars och under resten av året endast redskap som selekterar bort torsk. (Europeiska kommissionen 2022, Havs- och vattenmyndigheten 2022).

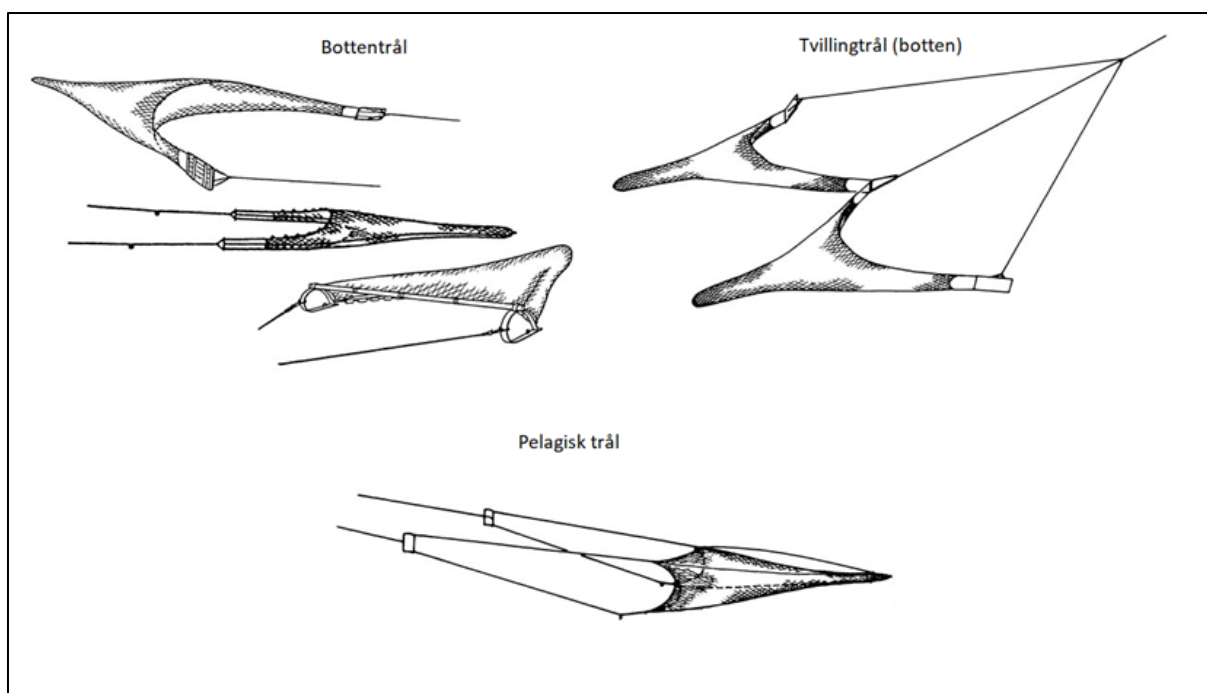
Delar av Galatea och Galene omfattas även av riksintresse för yrkesfisket, se Figur 59.



Figur 59. Riksintrasseområden för yrkesfisket.

Sill, skarpsill och torsk tillhör de historiskt viktigaste kommersiella arterna för svenskt fiske, sett till kvantitet respektive värde av den landade fångsten (Hentati–Sundberg 2017). Fisket av dessa arter i Kattegatt har genom regleringar (kvoter och förbud) minskat kontinuerligt under 2000-talet i förhållande till höga nivåer under 1960- till 1990-talen. En art som bidrar alltmer till den totala fångsten i området och framför allt till värdet av fångsten, är havskräftan som till skillnad från fiskarterna ovan har nått historiskt höga nivåer på 2000-talet. Rödspätta, kolja, vitling och gråsej är exempel på andra arter som har fiskats historiskt i Kattegatt men fiskas i betydligt mindre utsträckning idag.

De fyra dominerande kommersiellt fiskade arterna i Kattegatt idag är havskräfta, rödspätta, sill och skarpsill. Samtliga av dessa arter fiskas huvudsakligen med olika typer av trålfiske som visas i Figur 60. I Figur 63 längre ner illustrerar det kommersiella trålfisket i området genom en karta med grå streck för varje tråldrag som utfördes av svenska båtar inom området år 2019.



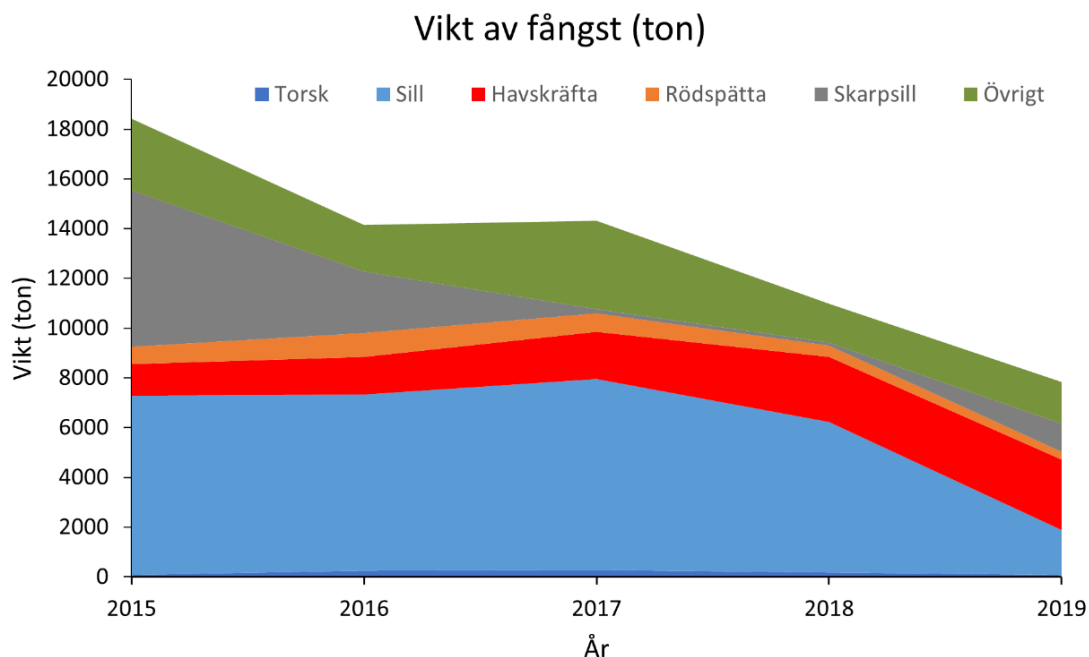
Figur 60. Olika typer av trålredskap tillika de vanligast förekommande trålningsmetoderna i Kattegatt. Bild: Food and Agriculture Organization (FAO) <https://www.fao.org/fishery/geartype/103/en> [Hämtad 2021-11-01].

Sill och skarpsill fångas huvudsakligen med pelagisk trål medan havskräfta och rödspätta fångas med olika bottentrålar så som singeltrål eller tvillingtrål, se Figur 60. Torsk fångas också som oönskad bifångst när andra demersala (levande på eller nära botten) arter så som havskräftan fiskas.

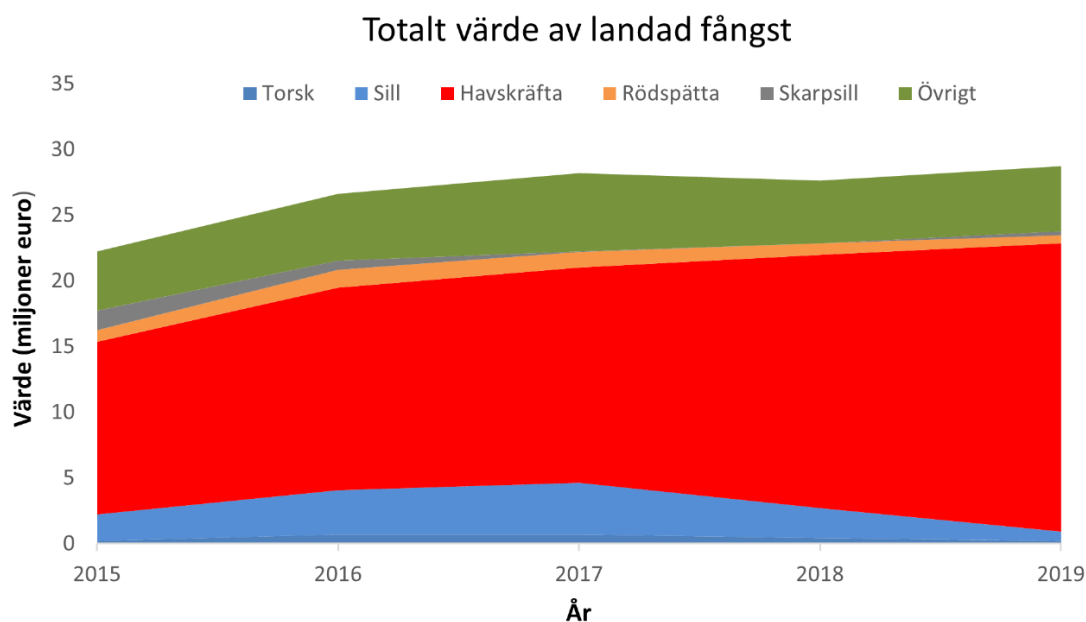
Fisket efter havskräfta präglar numera yrkesfisket i Kattegatt och i synnerhet det halländska fisket. Träslövsläge, cirka fem kilometer söder om Varberg (Halland,) är en av de största landningshamnarna för bottentrålare som fiskar havskräfta och andra demersala arter (Bergenius m.fl. 2018).

De två nationer som fiskar överlägset mest i Kattegatt är Danmark och Sverige. Tyskland och Frankrike fiskar också men i sådan liten utsträckning att deras andelar bedöms vara försumbara i sammanhanget. Danmark har det högsta ekonomiska värdet av landad fångst, medan Sverige har haft den högsta totala vikten av fångsten under åren 2015–2018 (R.7).

Figur 61 och Figur 62 nedan visar total vikt av fångst respektive totalt värde av landad fångst, av de kommersiellt fiskade arterna under åren 2015–2019, fiskat i Kattegatt av Sverige och Danmark.



Figur 61. Total vikt av landad fångst (Sverige och Danmark) i Kattegatt fördelat på arter (referensrapport R.7).



Figur 62. Totalt värde på landad fångst (Sverige och Danmark) i Kattegatt fördelat på arter (referensrapport R.7).

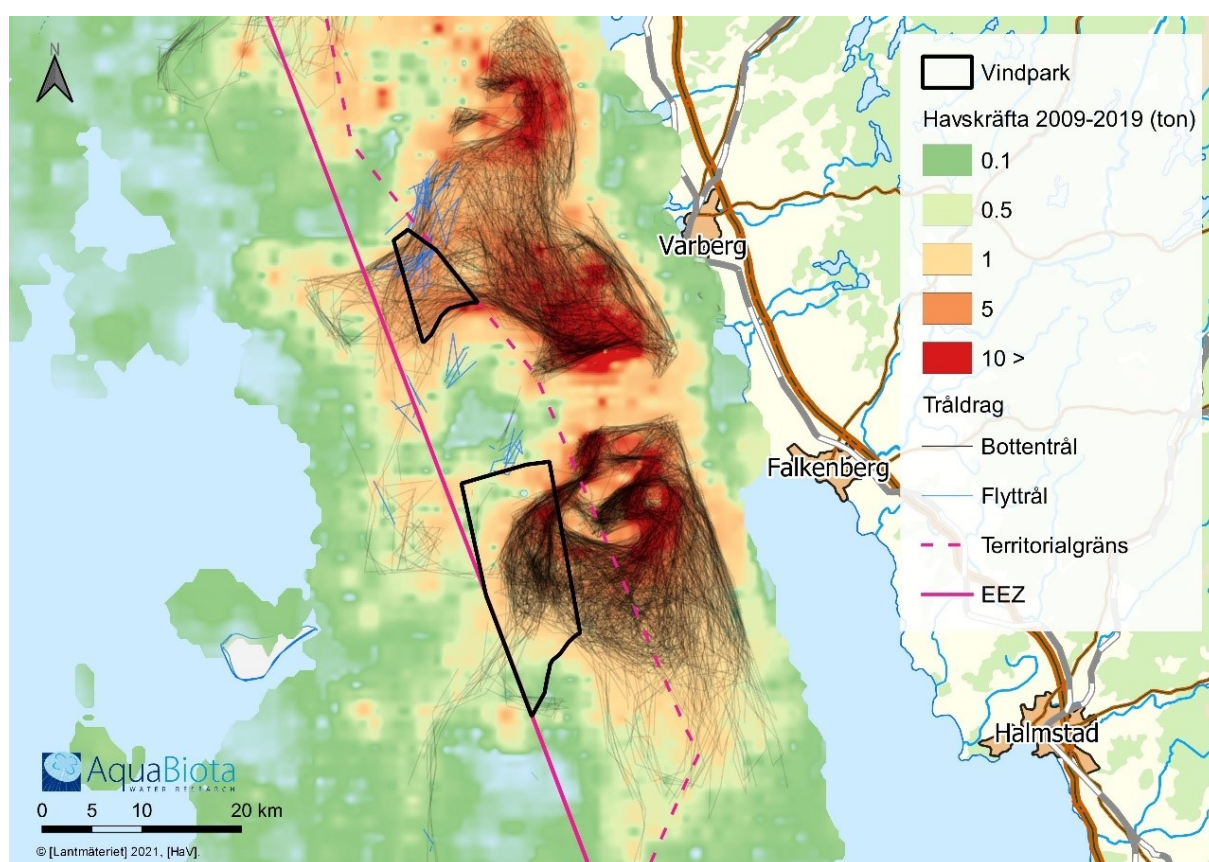
Inom de Natura 2000-områden som finns i regionen har fisket under perioden 2009–2019 haft liknade fångster som övriga området utanför Hallands kust. De arter som landats i högst kvantiteter är sill, skarpsill, havskräfta, fjärsing och plattfiskarter.

Fiskekvoter reglerar hur mycket fisk av olika arter som får tas upp årligen i ett visst område. Kvoter i Europa fördelas genom EU:s gemensamma fiskepolitik och bestäms med stöd av forskningsinstitut med expertgrupper specialiserade på förvaltning av vildfångade bestånd.

Samråd sker även med EU:s kommission för fiskerifrågor (STECF, u.å). Fisket regleras också genom bestämmelser om fredningstider, fiskefria områden och redskapsförbud (Bergenius m.fl. 2018).

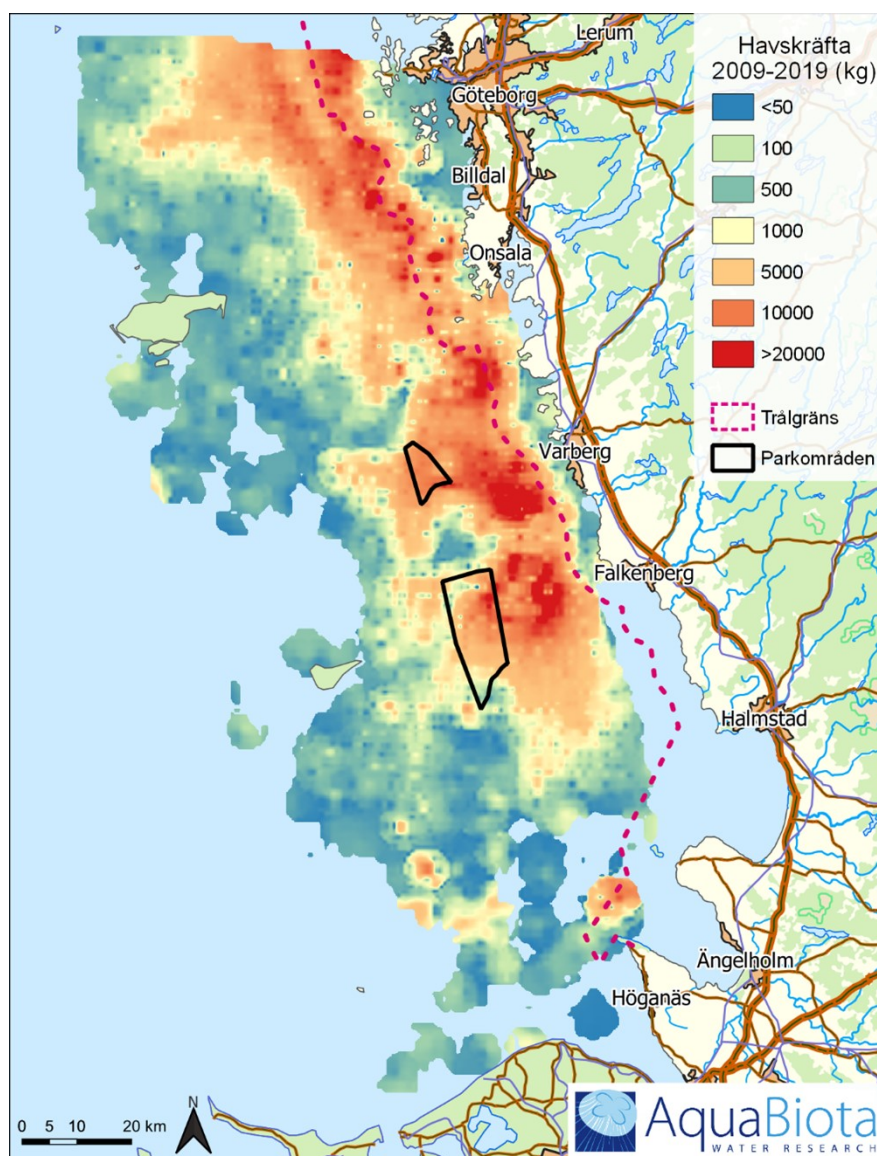
Fiskekvoterna styr alltså yrkesfiskets omfattning i ett område. Kvoterna på havskräfta, som avser Kattegatt och Skagerak, ökade kraftigt efter år 2015 och har sedan dess legat på stabila nivåer. Sillkvoten för Kattegatt och Skagerak har minskat successivt sedan år 2013. Detta kan delvis bero på ett försämrat tillstånd för sillbeståndet, samt rekommendationer om landad fångst som formulerats av ICES (ICES 2021b). Kvoterna för rödspätta, som avser en separat kvot för Kattegatt, har minskat årligen sedan år 2015. Rekryteringen av rödspätta har varit god, men trots detta ligger fiskdödligheten över ICES riktvärden (ICES 2021a).

Figur 63 nedan visar tråldrag och fiskeintensiteten av det största fisket inom området, fisket av havskräfta, inom den planerade vindparkens delområden med omnejd.



Figur 63. Tråldrag år 2019 av svenska fartyg (grå streck) tillsammans med fiskeintensiteten av det största fisket (havskräfta) (Havs- och vattenmyndigheten 2021).

Som kan utläsas i Figur 63 överlappar Galatea-Galene områden där bottentrålning av havskräfta sker och en viss fiskeintensitet förekommer. Det kan också konstateras att de planerade vindparkerna ligger i utkanten av de mest fiskeintensiva områdena som till största del ligger längre inåt kusten. Figur 64 visar det beräknade fisketrycket av havskräfta inom området. Figuren visar också att Galatea-Galene ligger i utkanten av områden med högt fisketryck avseende havskräfta. Även denna bild visar att de mest fiskeintensiva områdena till största del ligger längre inåt kusten än den planerade vindparken.

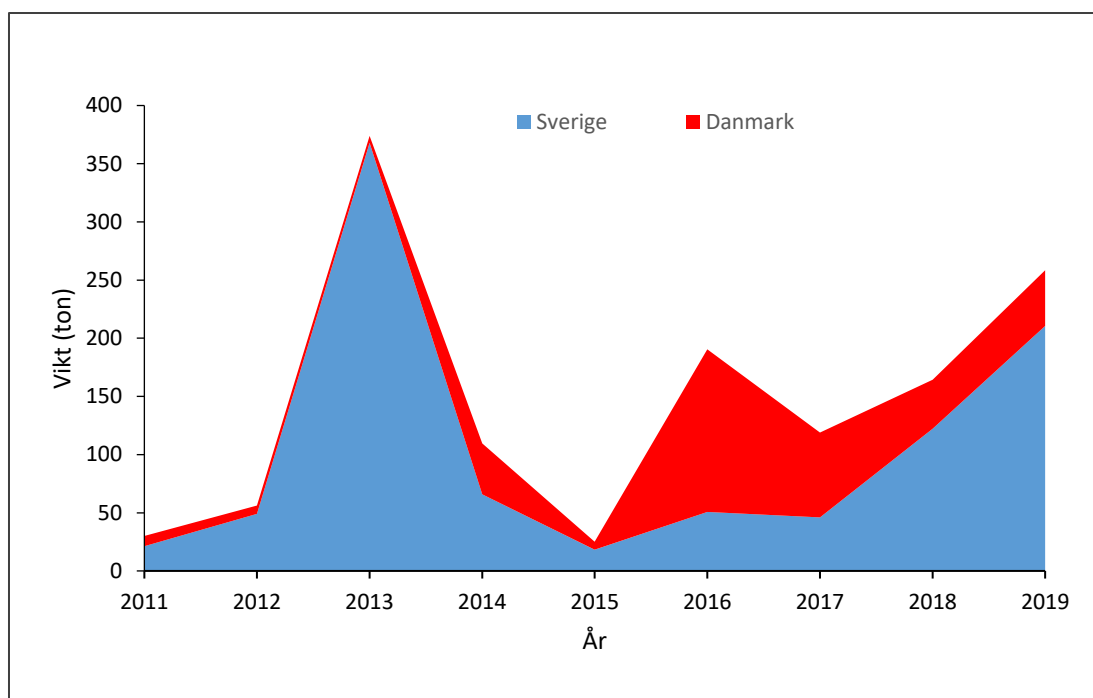


Figur 64. Beräknat fisketryck av havskräfta i anslutning till vindparksområdet. Fångst data är den totala för hela perioden 2009–2019 (Havs- och vattenmyndigheten. 2020).

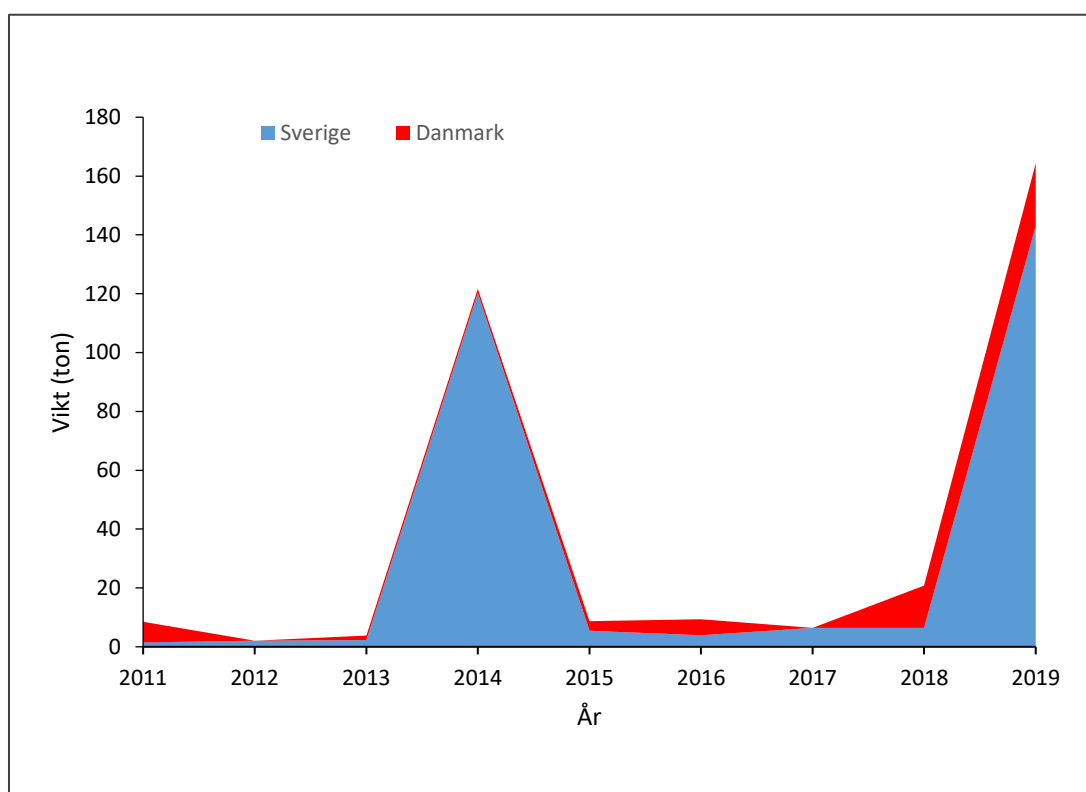
Fisketrycket av rödspätta inom området är betydligt lägre än det för havskräfta även om detta fiske också är förekommande i framför allt Galatea. Fisketrycket av sill och skarpsill inom området är litet och sporadiskt vilket beror på att de pelagiska fiskarternas stim hittas och fiskas på olika ställen olika år till skillnad från de demersala arterna som har en mer jämn spridning och fångas jämnt utspritt på botten. De pelagiska arterna fiskas därmed inom området vissa år och vissa år inte.

Inom området för vindpark Galatea-Galene fiskar framför allt fiskare från Sverige och Danmark. Det totala svenska fisket är betydligt större än det danska. Sverige landade sammanlagt 351 ton fångst år 2019 inom vindparken Galatea–Galene, medan Danmark landade 69,1 ton baserat på fångstdata från Havs- och vattenmyndigheten (2020a) och Fiskeristyrelsen DK (2021).

Den totalt landade fångsten inom Galatea-Galene (Sveriges och Danmarks) var 420 ton år 2019. Detta är 10 % av det totala fisket i ICES-rutorna som analyserades (43G1, 43G2, 42G1 och 42G2). Sett över åren 2011–2019 har det totala svenska fisket inom området för vindparken varit betydligt större än det danska både inom delområde Galatea och Galene, särskilt under år med ett mer intensivt pelagiskt fiske efter sill, Figur 65 och Figur 66.



Figur 65. Ländernas proportioner av det totala yrkesfisket (Pelagisk trål, bottentrål och passiva redskap) i Galatea (2011–2019).



Figur 66. Ländernas proportioner av det totala yrkesfisket (Pelagisk trål, bottentrål och passiva redskap) i Galene (2011–2019).

Det demersala fisket är dock mer jämnt fördelat mellan länderna. Den danska fångsten av olika arter är lik den svenska, dvs. att havskräfta utgör en betydande del av fångsten, men också fjärsing under vissa år. Även rödspätta fångas av båda länderna i parkområdet.

Sammanfattningsvis är Kattegatts största kommersiella fiskefångstarter de demersala (levande i, på eller nära botten) fångstarterna havskräfta och rödspätta, samt de pelagiska (levande i den fria

vattenmassan) arterna sill och skarpsill. I ett större område regionalt runt den planerade vindparken landas mellan 32–55 % av den totala vikten (motsvarande 54–64 % av fångstvärdet) av fisket i Kattegatt totalt. Området är alltså betydelsefullt ur ett fiskenäringssperspektiv. Det är framför allt fisket efter havskräfta som dominerar i det regionala perspektivet. Huvuddelen av fisketrycket gällande havskräfta är beläget närmare kusten än det planerade vindparksområdet i Galatea-Galene även om det också finns delar av den planerade vindparken där fisketrycket är högt. Samma sak gäller för övriga av de kommersiella arterna.

Enligt Havs- och vattenmyndigheten fiskar 58 fartyg med hemmahamn i Hallands län (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). 34 av dessa fartyg fiskar med passiva redskap, som bur och nät. Det är ofta mindre båtar (5–10 meter). Övriga båtar är trålare som fiskar demersalt. Dessa båtar är oftast större (10–27 meter). Fiskeflottan avseende registrerade yrkesfiskare och båtar i området är historiskt sett liten under 2000-talet. Även storleken på fartygen sett till motorstyrka har minskat men i mindre utsträckning. Mönstret tyder på att andelen större båtar i fiskeflottan är högre idag än tidigare år (Hentati–Sundberg 2017).

7.8.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för yrkesfisket. Bedömningarna utgår från att inget kommersiellt fiske kommer att kunna bedrivas inom vindparken, vilket är worst case för yrkesfisket och ett mycket konservativt antagande då fortsatt fiske till viss del kan vara möjligt, se vidare i stycket om åtgärder och fortsatt arbete längre ner i detta avsnitt. Konsekvenser för yrkesfisket inträffar huvudsakligen under driftsfasen, när samtliga vindkraftverk finns på plats. Bedömningarna nedan av påverkan, effekter och konsekvenser fokuserar därför primärt på driftsfasen. De påverkansfaktorer som berör fisket är framför allt undanträngningseffekter och barriäreffekter.

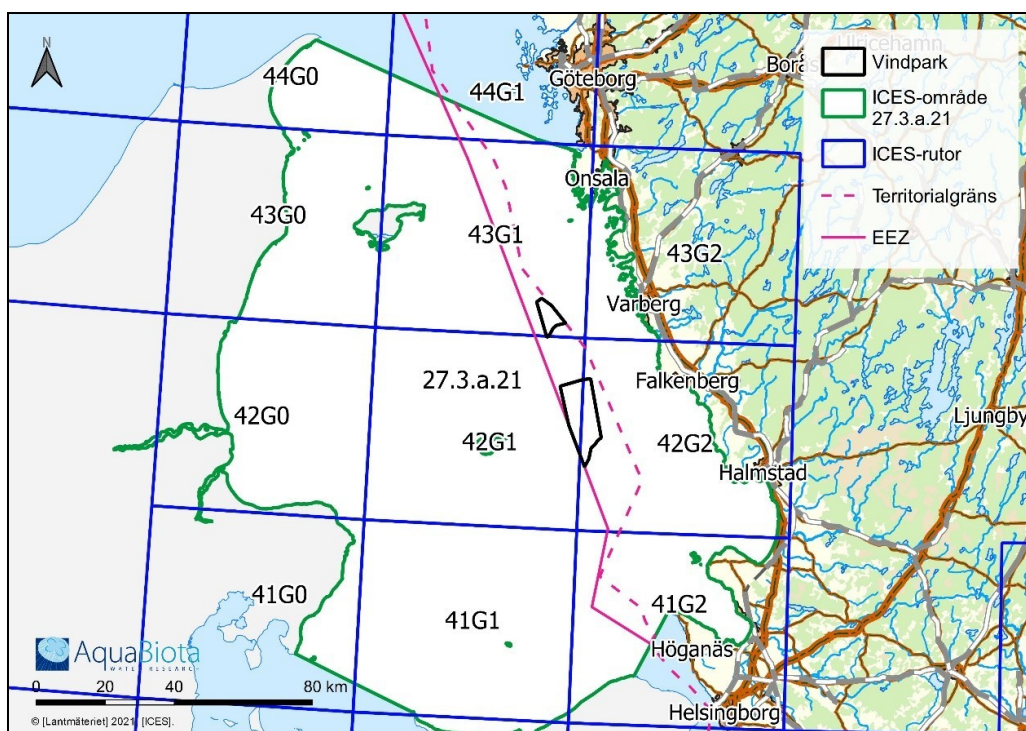
Tabell 32 listar vilka påverkansfaktorer som identifierats för påverkan på yrkesfisket under respektive fas (se kapitel 6 för närmre beskrivning av dessa).

Tabell 32. Påverkansfaktorer för yrkesfiske och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

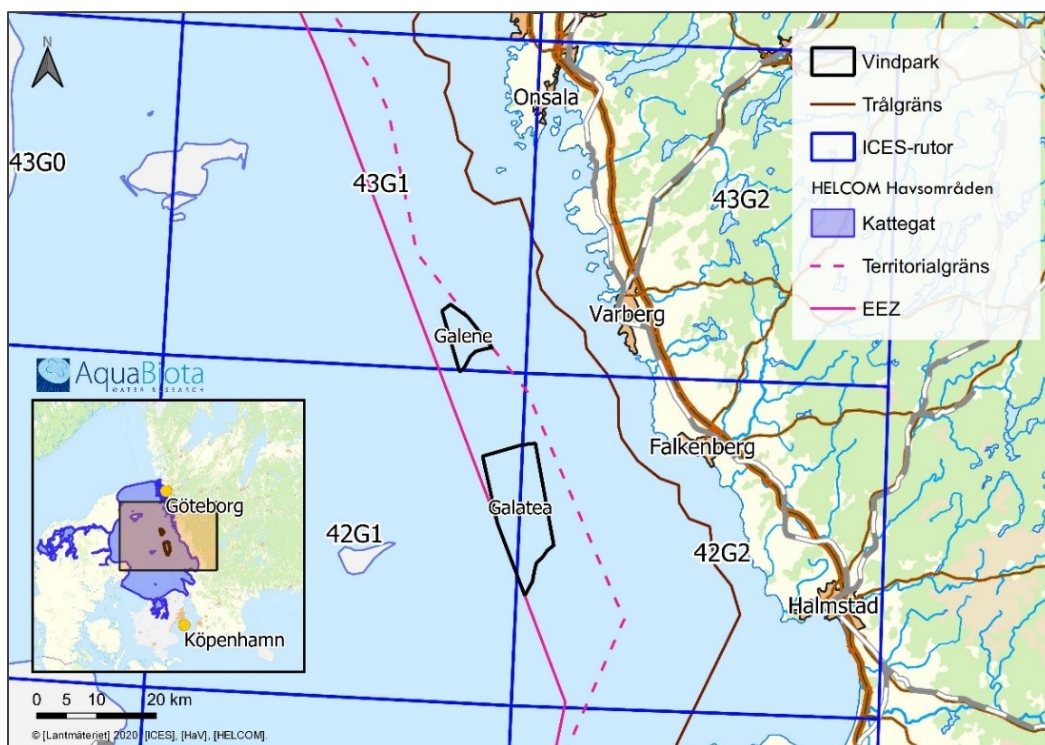
Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Undanträngning, barriär	Vindpark, internt kabelnät		X	

Påverkan för yrkesfisket har bedömts utifrån utredning och insamling av information. Geografisk analys har kombinerats med modellering av fisketryck och insamling av fångstdata för bedömningarna. För att möjliggöra jämförelse av det totala yrkesfisket i Kattegatt med det lokala fisket kring och inom vindparksområdet har olika geografiska skalor studerats:

- Ett större område för Kattegatt, Internationella Havsforskningsrådets (ICES) delområde 27.3.A.21, inom vilket det planerade vindparksområdet är beläget, se Figur 67.
- Regional skala, de ICES-rutor som omringar vindpark Galatea-Galene, se Figur 68.
- Lokalt fiske inom vindpark Galatea-Galene



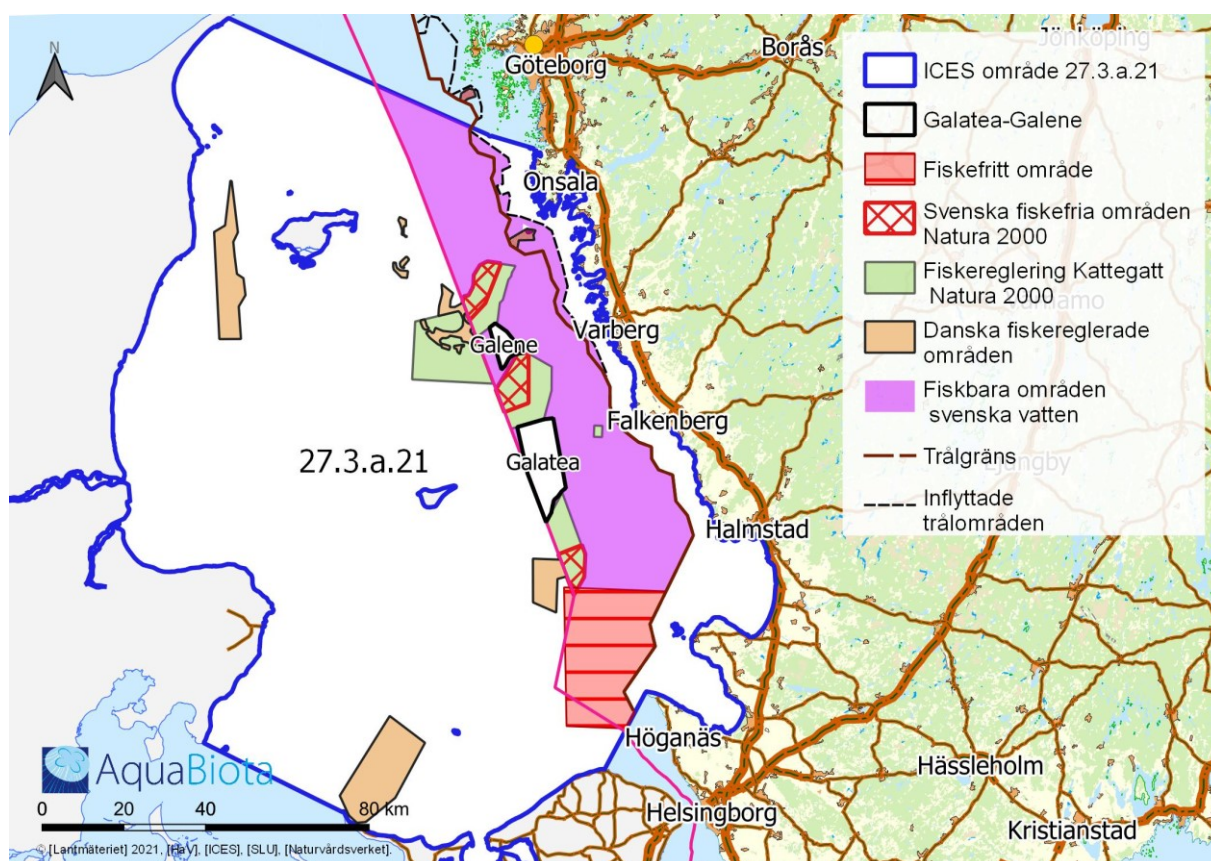
Figur 67. Det markerade området är Kattegatt ICES delområde 27.3.A.21 (från "Food and Agricultural Organization" fao.org).



Figur 68. Översikt för Galatea-Galenes position i Kattegatt, samt trålgräns och ICES-rutor.

Driftsfas

Möjligheterna till att bedriva fiske i området för den planerade vindparken påverkas olika beroende på fångstmetod. Det yrkesmässiga trålfisket, både pelagisk trålning och botten trålning, kommer i worst case inte att kunna bedrivas inom området för Galatea-Galene. Det innebär att det kommersiella fisket av sill, skarpsill, havskräfta och plattfisk, så som rödspätta, inte kommer att kunna bedrivas som idag om inte specifika åtgärder vidtas som exempelvis större förläggingsdjup för kablar och anpassning av parkens utformning. I ett worst case utan olika typer av anpassningsåtgärder kommer det yrkesmässiga fisket därmed behöva omfördelas. Möjligheterna till omfördelning, det vill säga att förlägga fisket till andra områden, blir därmed avgörande för påverkan på fisket i området. Figur 69 visar en bild över ICES-området för Kattegatt, dess fiskbara områden i svenska vatten, samt de planerade vindparksområdena. Figuren visar också regleringar av fiske inom närliggande Natura 2000-områden och danska habitatområden, vilket i viss mån kan påverka möjligheterna till omfördelning, se vidare i kapitel 8 där kumulativa effekter beskrivs.



Figur 69. Fiskereglerade områden i Kattegatt. Inom Galatea – Galene kan, i ett worst case, inte yrkesfiske bedrivas inom parken. Röda markeringar indikerar idag fiskefria områden. fiskerestriktioner i lila färg visualiserar den svenska ekonomiska zonen (EEZ) in till trålgränsen som fortfarande kommer kunna användas av yrkesfisket utan begränsningar.

Möjligheterna till omfördelning av det pelagiska fisket av sill och skarpsill bedöms som goda då det fisket redan täcker stora områden i sökande efter fiskstim. Att fisket sker över större ytor och följer fisken innebär att fisketrycket på en plats kan vara stort ett år för att sedan inte fiskas alls nästa år. Torskfiske är stoppat i Kattegatt och torsk fångas därmed endast som bifångst. Torskfisket bedöms därmed inte påverkas av etableringen och driften av vindparken i Galatea-Galene.

Fisket av havskräfta är som tidigare beskrivet det vanligaste fisket inom den planerade vindparken liksom i hela Kattegatt där det finns mjuka bottenar. Havskräftefisket är ett värdefullt fiske i Kattegatt och tillsammans med räkfisket utgör det de största demersala fiskena i västerhavet. Galatea-Galene är lokaliserat i ett utpekade fångstområde där fångsterna av havskräfta ökat under den analyserade tidperioden. I worst case, där yrkesfiske bedrivs inom vindparksområdet, måste detta fiske omfördelas till andra platser. Detta skulle potentiellt innebära en ekonomisk förlust för kräftfisket om motsvarande fångst inte kan upphämtas på andra platser. Samtidigt är fisket efter havskräfta stort i hela Kattegatt och de största fångsterna av havskräfta sker närmare kusten samt i både Hallands och Västergötlands kust- och utsjövatten. Då fisket av havskräfta med bottentrål bedrivs på specifika platser där fisket är gynnsamt kan konkurrensen om andra områden öka när den planerade vindparken blir otillgänglig. Den utförda utredningen visar att det framförallt är de mindre båtarna som står för de största fångsterna av havskräfta. Att områdena närmare kusten som är mer tillgängliga för de mindre båtarna har än större fisketryck än områdena längre ut, som vid den planerade vindparken, tyder på att de mindre båtarna inte bör påverkas i någon högre grad. Omfördelning bedöms därmed som möjlig utan att öka konkurrensen. Fiske med passiva redskap, så som fiske av havskräfta med bur, bedöms även kunna fortgå efter utbyggnad av vindparken.

Även rödspätta har tidigare fångats i större utsträckning i vissa delar av framförallt Galatea. Fångsterna av rödspätta idag är dock små sett till både landad fångst och värde under de år som undersökts och området för vindpark Galatea-Galene bedöms inte vara av stor vikt för fisket efter rödspätta. Möjligheter för en omfördelning av detta fiske bedöms vara goda.

Det småskaliga fisket som är mer lokalt knutet är känsligare för undanträngning och barriäreffekter än det storskaliga (Bergenius m.fl 2018). Det lokala fisket med passiva redskap som sker i kustsegmentet påverkas dock inte av den planerade vindparken som ligger längre ut från land. En majoritet av de halländska fiskefartygen använder passiva redskap som inte kommer begränsas i större omfattning. Totalt utgör Galatea-Galene endast en liten del, cirka 6,7 %, av Kattegatts¹³ totala fiskbara¹⁴ områden och ligger till stor del utanför de viktigaste områdena för fisket. Positiva effekter tillkommer också så som en ökad lekmassa av flera fiskarter i delar där bottentrålning upphör och reveffekter inom vindparken som också gynnar den marina mångfalden. Detta bedöms också kunna ha en positiv effekt på yrkesfisket i det långa perspektivet.

Med beaktande av vad som beskrivits ovan bedöms värdet för yrkesfisket vara måttligt då områdena för Galatea-Galene används för kommersiellt fiske, men de mest värdefulla fiskeområdena finns närmare land. Påverkan på yrkesfisket, till följd av anläggandet av Galatea-Galene, bedöms vara liten negativ. Detta då ytor som används för fisket tas i anspråk och möjligheterna till fiske begränsas där, samtidigt som det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket till andra platser, samt att vissa positiva effekter för fiskpopulationerna uppstår, vilket i längden gynnar yrkesfisket. För yrkesfisket bedöms därmed liten negativ konsekvens uppstå. Kumulativa effekter för fisket beskrivs i kapitel 8.

¹³ ICES-område 27.3.a.21

¹⁴ Totalyta av områden inom det aktuella ICES-området som avgränsas av Sveriges ekonomiska zon (EEZ) i väst och av trälgränsen och inflyttade trålområden i öst, exklusive idag fiskefria områden.

Åtgärder och fortsatt arbete

Bedömningarna i avsnitten ovan utgår från ett konservativt antagande (worst case) om att aktivt yrkesfiske inte kommer att bedrivas alls inom den planerade vindparken. I realiteten kommer dock visst fiske troligtvis kunna fortgå. Majoriteten av det demersala fisket bedrivs med relativt små fiskefartyg (12–18 meter) där trålningsutrustningen är mindre. Många av de mindre fartygen bedriver även fiske med passiva redskap så som nät, not och bur, vilket har bättre förutsättningar att kunna bedrivas inom vindparksområdet under driftsfas. Detta talar för att dessa båtar har en större anpassningsmöjlighet inom ett vindparksområde då utrustningen inte kräver stor plats.

Däremot anses fiske med bottentrål som problematiskt vid havsbaserad vindkraft. OX2 kommer att verka för att skapa förutsättningar för samexistens mellan vindparken och bottentrålning. Fundamentens positioner och förläggningsdjup av havskablar kan anpassas för att utforma vindparken efter båda parter behov, och det utvärderas om det är möjligt att hålla vissa områden inom vindparksområdet som är särskilt viktiga för yrkesfiskarna fria från anläggning av fundament, eller om det är möjligt att placera vindkraftverken på ett sådant sätt som möjliggör att bottentrålning kan fortgå inom delar av parken. Detta förutsätter i så fall att det kan göras på ett säkert sätt. Redan nu har hänsyn tagits till bottentrålning i utformningen av området för fundamentplacering. Avståndet mellan verksamhetsområdet och området för fundamentplacering har utökats från 200 meter till 300 meter i den nordligaste kanten av Galatea där det är populärt att bottentråla och i det nordöstra hörnet av Galatea har området för fundament minskats än mer. Vid fortsatt utvärdering av möjlig anpassning beaktas även möjligheterna att kunna fortsätta bedriva pelagisk trålning inom vindparken.

Om det blir möjligt att delvis fortsätta bottentråla efter havskräfta i vindparken Galatea–Galene bedöms påverkan på yrkesfisket minska markant. Däremot skulle då positiva effekter för bottenflora- och fauna samt fisk reduceras då dessa följer av minskad eller upphörd bottentrålning inom området, se vidare i avsnitt 7.1 och avsnitt 7.2.

7.8.3. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Det danska fisket kan påverkas genom att ett minskat fångstområde uppstår inom verksamhetsområdet då vindparken har etablerats. Då det svenska fisket är betydligt större än det danska inom området blir påverkan på det danska fisket dock mindre. För det demersala fisket som är mer jämnt fördelat mellan länderna bedöms dock påverkan och konsekvenser vara detsamma för det svenska och danska fisket. Det danska fisket som bedrivs inom vindparken kan i ett worst case behöva omfördelas och bedrivas inom andra områden. Möjligheterna till omfördelning av fisket ses dock som goda då fångsterna har varit stora längs hela västkusten, från kustnära områden till utsjöområden, Figur 64. Sammantaget bedöms påverkan på det danska yrkesfisket, till följd av anläggandet av Galatea-Galene, vara liten negativ.

7.9. Sjöfart

Samlad konsekvensbedömning

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 projektknuten *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.

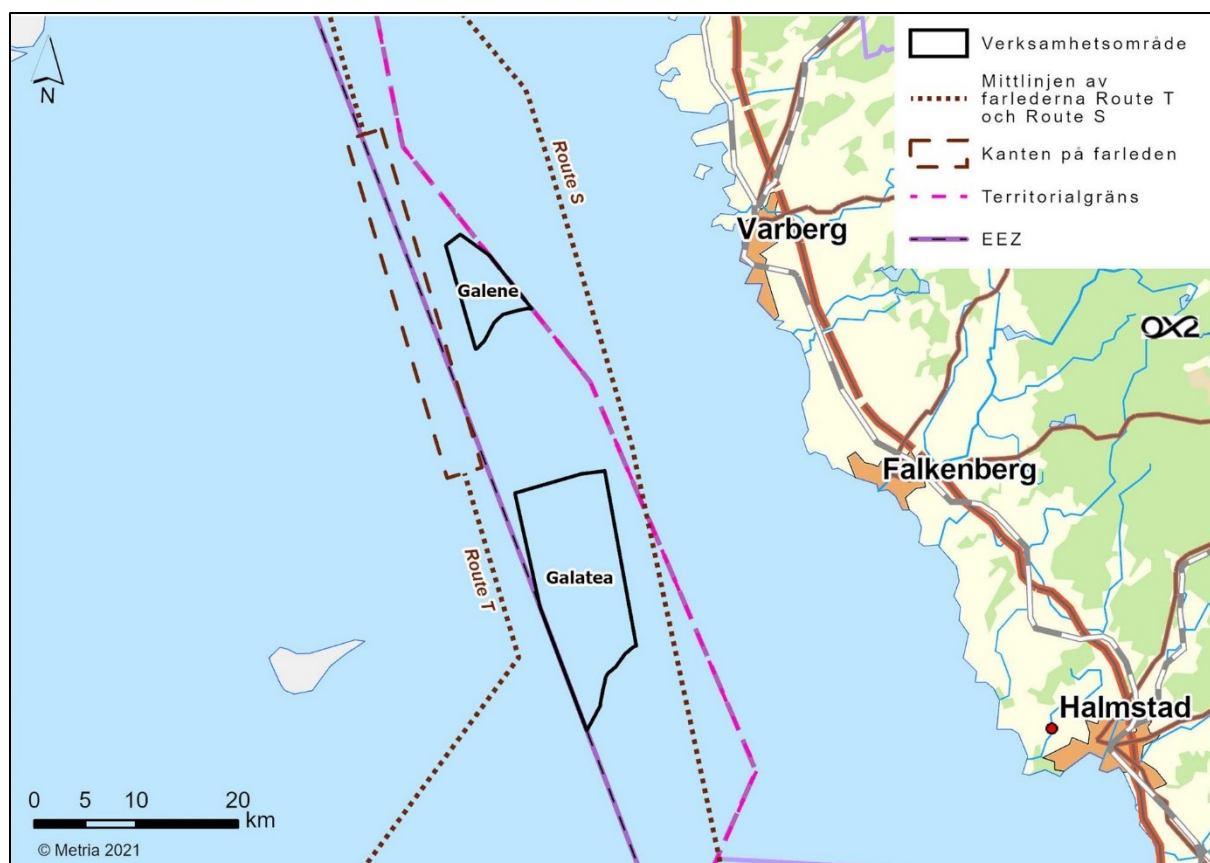
Under driftsfasen beräknas vindparken, utan beaktande av riskreducerande åtgärder och upprätthållande av säkerhetsavstånd, innebära en viss ökning av sannolikheten för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk). Flera riskreducerande åtgärder kommer dock att genomföras och ett erforderligt säkerhetsavstånd upprätthållas. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

Avsnittet beskriver förekomst av samt bedömd påverkan och konsekvenser för sjöfart vilket sammanfattar referensrapport R.8 "*Nautisk Riskanalys Galatea-Galene*". Baserat på den nautiska riskanalysen har Marine and Risk Consultants Ltd, Marico, gjort en fördjupad analys av de lokala förhållandena och utvärderat erforderligt säkerhetsavstånd, även denna referensrapport R.33 "Safety distances analysis" sammanfattas i detta avsnitt.

7.9.1. Förutsättningar

Farleder

Vindpark Galatea-Galene är lokaliserad mellan två farleder. På den västra sidan av vindparken (i den danska ekonomiska zonen) går *Route T* (T-rutten), som är den rekommenderade rutten för trafik mellan Skagen och Stora Bält. Även fartygstrafik mellan Öresund och Skagen, som har ett djupgående på över 10 meter, rekommenderas denna rutt. Den 1 juli 2020 infördes ett nytt ruttsystem för sjöfarten i området (DMA 2020). Det nya ruttsystemet innebär att en stor del av trafiken som tidigare passerade väster om de aktuella områdena numera följer en rekommenderad rutt öster om området, *Route S* (S-rutten). Både T-rutten och S-rutten är av riksintresse för kommunikationer. *Route T* ligger också inom dansk ekonomisk zon och bedömning påverkan på farleden omfattar även den danska delen av farleden.

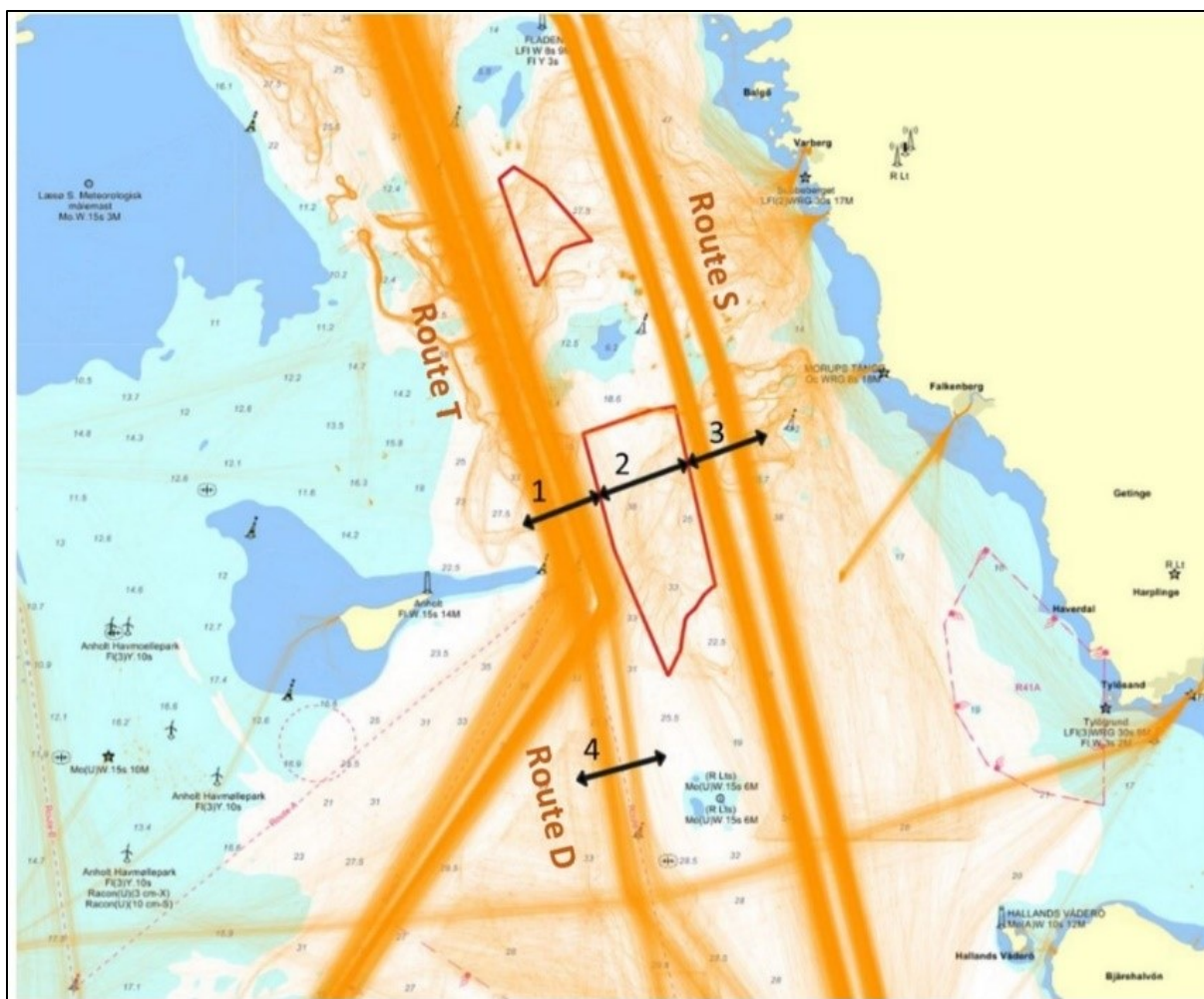


Figur 70. Farlederna vid vindpark Galatea-Galene.

Trafikflöden

Av Figur 71 framgår att den sydgående trafiken på S-rutten passerar nära Galateas nordöstra hörn och att den nordgående trafiken på T-rutten gör en babordsgir väster om Galatea och sedan går på en rutt utmed den västra sidan av Galatea och Galene.

SSPA och Marico Marine har, på uppdrag av OX2, analyserat sjötrafiken i området. Trafikflödet har analyserats över fyra snitt, så kallade passagelinjer. I figuren avser passagelinje 1 i första hand trafik på T-rutten, passagelinje 2 avser trafik som passerar genom det tänkta området för Galatea (exempelvis fartyg från Morup som ska till T-ruten eller fiskefartyg), passagelinje 3 avser trafik på S-rutten öster om vindkraftsområdena. Linje 4 avser trafiken som går på den gamla så kallade D-rutten mellan Skagen och Öresund.



Figur 71. Trafikmönster baserat på AIS-registreringar¹⁵ under perioden juli 2020 - december 2020, med de fyra passagelinjerna som analyserats av SSPA.

Eftersom ett nytt ruttsystem i Kattegatt nyligen har införts har tillgängliga data vid analysen för det aktuella trafikmönstret varit begränsat till sex månader; juli 2020 – december 2020. Under denna period skedde totalt 10 599 passager över linje 1, T-rutten. En stor del av trafiken utgjordes av bulkfartyg samt tankfartyg med en längd på 150–200 meter. SSPA bedömer att fartyg på 250 meter, ur ett riskbedömningsperspektiv, är dimensionerande på T-rutten. Totalt skedde 522 passager över linje 2, vilket motsvarar 1 044 passager på årsbasis. Huvuddelen av trafiken utgjordes av mindre fartyg med en längd på under 50 meter. Över linje 3 skedde totalt 7 200 passager, vilket motsvarar totalt 14 400 passager på årsbasis. En stor del av trafiken utgjordes av general cargo-fartyg med en längd på mellan 50 och 150 meter. SSPA bedömer att fartyg om 200 meter, ur ett riskbedömningsperspektiv, är dimensionerande för S-rutten. Totalt skedde 2 671 passager över linje 4. Av dessa hade endast 25 passager ett djupgående på över 10 m. Resterande 2 646 passager skulle, om det nya ruttsystemet efterföljts, ha passerat över linje 3. Sammanfattningsvis kan konstateras att vid passagelinje 1, 2, 3 och 4 sker cirka 21 000,

¹⁵AIS (Automatic Identification System) är ett system som gör det möjligt att identifiera ett fartyg och följa dess rörelser. Systemet bygger på att varje fartyg regelbundet skickar ut informationen på en digital radiokanal.

1 000, 14 000 respektive 5 400 passager per år (baserat på trafikmönstret under juli–december 2020), vilket motsvarar ett genomsnittligt flöde om 60, 3, 40 respektive 15 fartyg per dygn.

Under åren 2016–2019 var den sammanlagda trafiken över de tre snitten förhållandevis konstant. Under 2020 noterades en reduktion om cirka 6 % och en viss övergång av trafik från T-rutten skedde till S-rutten (globalt sett uppskattas att sjöfarten under 2020 har minskat med 4,1 % på grund av Covid-19 (UNCTAD 2020).

Baserat på Trafikverkets trafikprognoser kan godstransporterna med sjöfart (ton km/år) antas öka med cirka 24 % från 2020 till 2030 (Trafikverket 2020). Ökningen kan innebära en ökad fartygsfrekvens, dock kommer troligen en del av ökningen ske genom att fartygen 2030 kommer att vara större och därmed kan transportera mer gods. För modellering och beräkning av olyckssannolikheter för ett framtida scenario med antagna trafikflöden 2030 har SSPA antagit ett trafikscenario som innebär en ökning av trafiken med 20 % på samtliga rutter i modellen jämfört med scenariot baserat på AIS-data för 2020.

7.9.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för sjöfart. Metodiken baseras på etablerade metoder för maritima riskanalyser och SSPA har gjort en nautisk riskanalys i enlighet med ISO-standard 31000 och 31010 (referensrapport R.8), liksom den av IMO rekommenderade FSA-metodiken (Formal Safety Assessment) där så bedömts vara möjligt. Därefter har Marico Marine genomfört en fördjupad marin riskanalys (referensrapport R.33) Resultaten sammanfattas nedan.

Följande påverkansfaktorer vid anläggning, drift och avveckling har identifierats.

Tabell 33. Bedömda påverkansfaktorer för sjöfart.

Påverkansfaktor	Verksamhet	Anläggning	Drift	Avveckling
Risk för kollisioner, grundstötning och allisioner¹⁶	Vindpark	x	x	x
Störningar på kommunikations-och radarutrustning	Vindpark	x	x	x
Konflikter mellan olika typer av fartyg och fritidsbåtar	Vindpark	x	x	x

Utgångspunkten för bedömningen av olika påverkansfaktorer har genomförts i en så kallad Hazid-workshop (HAZard IDentification workshop), där olika nautiska risker (under anläggningsfasen och driftsfasen) identifierats (utifrån vilken ovanstående tabell utgått från). Samtliga identifierade potentiella faror, dess primära orsak, möjliga preventiva säkerhetsåtgärder samt omedelbara och slutliga konsekvenser dokumenterades i ett Hazid-protokoll.

¹⁶ 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). I SSPA:s rapport inbegriper allision även när ett fartyg kommer i konflikt med en vindpark, utan att därmed kollidera med ett verk. En allision med vindparken innebär således att ett fartyg felaktigt kommer in i vindparken

Bland de kategorier av risker som identifieras kan noteras:

Sjöfartsrelaterade

- Kollisioner mellan fartyg
- Grundstötningar
- Allisioner (vindpark, vindkraftverk)

Tekniska

- Störningar på navigationsutrustning
- Svårigheter med nödankring

Miljöolyckor

- Svårigheter med räddningsaktioner
- Svårigheter att sanera utsläpp

Anläggningsfas

Anläggningsfasen för den planerade vindparken är relativt kort jämfört med vindparkens operativa drifttid men är ändå viktig ur ett nautiskt riskperspektiv, eftersom den omfattar en rad olika aktiviteter med olika fartygsrörelser inom och till/från parkområdet.

Fartygen rör sig till och från tillverkningshamnar och slutmonteringshamnar, till och från hamn för lager av material och till och från installationshamn. Installationshamnen är den hamn varifrån persontransporter samt transport av mindre komponenter sker. Det är till och från denna hamn som korsande av farleder sker i största utsträckning och mest frekvent, med dagliga resor tur och retur. Till största del utgörs denna trafik av besättningsbåtar.

För transporter av större komponenter, såsom vindkraftverk, kablar och fundament, kan de olika enheterna följa T-rutten eller S-rutten (beroende på om de kommer söderifrån eller norrifrån) för att sedan kunna vika in i aktuellt parkområde utan att behöva korsa en farled. På returreisa sker passage av motstående trafikstråk. Nautiska risker uppstår även inom parkområdet när olika typer av fartyg och anläggningsplattformar är i rörelse inom området.



Figur 72. Exempel på crew transfer vessel.

Följande orsaker till risker under anläggningsskedet har identifierats:

- **Korsande trafik:** Fartygstransporter mellan en installationshamn belägen på den svenska västkusten och anläggningsområdet. Dessa transporter innebär att anläggningsfartygen kan tvingas korsa den relativt tätt trafikerade S-rutten, vilket därmed medför en tillkommande kollisionsrisk.
- **Parkområdets yttre gräns inte tydligt definierad:** Innan vindkraftverken står på plats är den yttre gränsen inte lika tydligt definierad som när parken står klara. Fartyg som kommer ur kurs kan komma in i arbetsområdet.
- **Anläggningsarbeten vid parkområdets ytterkant:** Parkområdets gräns är mindre tydlig under installationen än när etableringen är klar och kan innebära en ökad kollisionsrisk eller skador på exempelvis det interna kabelnätet till följd av ankring av fartyg som inte är medvetna om att det inom området finns kablar på botten.
- **Visuella störningseffekter:** Stark arbetsbelysning kan, om den inte avskärmas mot trafikstråken, störa och/eller blända passerande fartyg och försvåra upptäckt av andra passerande fartyg. Även radarstörningar skulle kunna förekomma i likhet med "small target loss" som identifierats i driftsfasen.

OX2 kommer att vidta ett flertal åtgärder under anläggningsfasen såsom övervakning av sjöfartstrafik av en projektknuten *marine coordinator* och avhysning för obehörig trafik från enskilda arbetsområden. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som *hög*, men med vidtagna åtgärder bedöms påverkan vara *obefintlig*, vilket innebär en *försumbar* konsekvens.

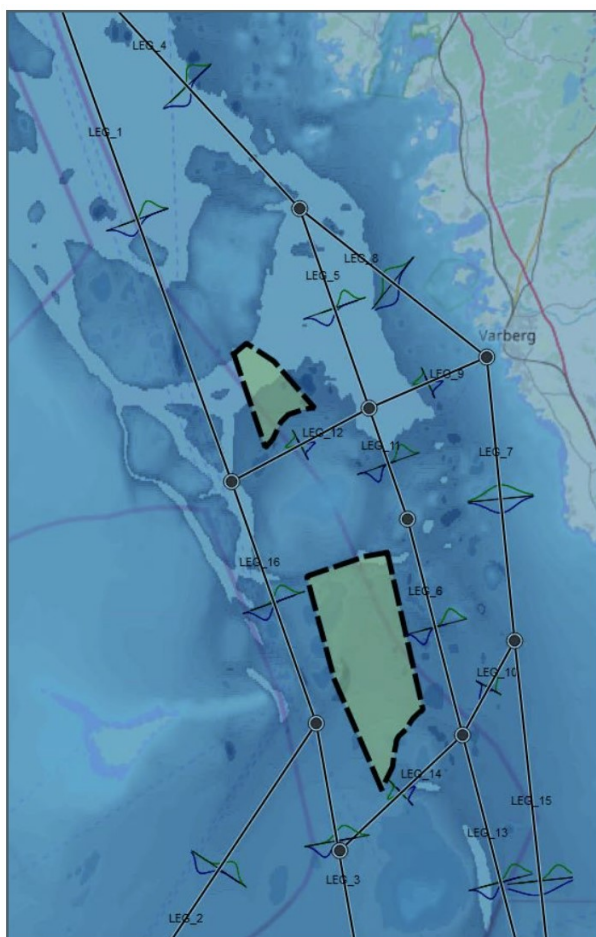
Driftsfas

Kollisionsrisk

För att bedöma om och hur vindparken kan komma att påverka sannolikheten för grundstötningar och kollisioner mellan fartyg samt för att uppskatta sannolikheten för att fartyg seglar eller driver in i vindparken, används programmet IWRAP Mk2 (*IALA Waterway Risk Assessment Program*).

I programmet används AIS-data för att beräkna sannolikheten för kollisioner längs respektive leg (länkar) och vid definierade waypoints (noder), se Figur 73. Sannolikheten för grundstötningar i trafikstråkens närområde beräknas också längs definierade djupkurvor och landkonturer.

Modellen har kompletterats med beräkning av sannolikheten för så kallade allisioner med parken, det vill säga att fartyg seglar eller driver in i vindparken. En sådan allision behöver inte leda till en faktisk olycka, om inte fartyget kolliderar med ett vindkraftverk. Sannolikheten för en allision med något av vindkraftverken är betydligt lägre då verken endast upptar en liten del av den totala ytan i området. Avstånden mellan vindkraftverken är i en storleksordning av en till drygt två kilometer, vilket ger utrymme för manövrering.



Figur 73. Noder och länkar som använts i IWRAP-modell för beräkning av sannolikheter för grundstötning, kollisioner och allisioner.

För driftsfasen har sannolikheten för riskhändelser i form av kollision, grundstötning och allision kvantifierats.

I dagsläget förekommer trafik genom vindparksområdet, i större omfattning vid delområde Galatea än delområde Galene. Risken bedöms som liten för att fartyg skulle vara ovetande om att vindparken finns där eller försöka gena över parkområdet. Utifrån ovannämnda riskhändelser har sannolikhet vid tre olika trafikscenarier beräknats:

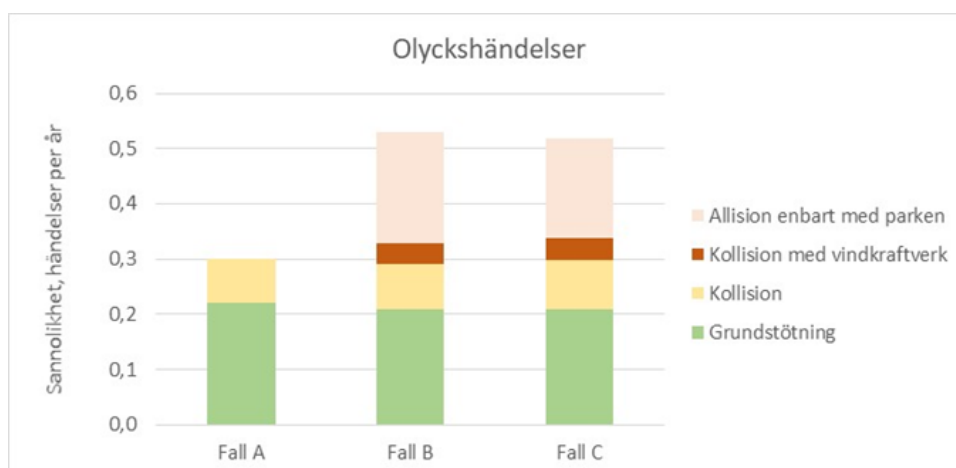
- *Scenario 1* - "base case"
Baseras på trafikmönster samt trafikintensitet för 1 juli – 31 december 2020.
- *Scenario 2* - trafiken anpassad till det nya ruttsystemet
Trafiken antas följa det nya ruttsystemet vilket innebär att trafiken på S-rutten ökar med cirka 37 % jämfört med i scenario 1, samtidigt som trafiken på den västra sidan av Galatea-Galene minskar när endast fartyg med djupgående större än 10 meter på en rutt mellan Skagen och Öresund passerar på västra sidan. Trafik som följer T-rutten till och från Stora Bält förändras inte.
- *Scenario 3* – 2030
Trafikscenario baserat på prognostiserad trafik för år 2030 där trafiken antas följa ruttsystemet och där trafiken ökar med 20 % jämfört med scenario 2.

För de olika scenarierna är studerat tre olika fall:

- *Fall A*, utan vindpark: Utgör ett nollalternativ. Modellen avser avspejla aktuellt trafikmönster i området.
- *Fall B*, med vindpark: Avser fallet när en vindkraftspark har etablerats. Trafikmönstret förändras inte jämfört med fall A.
- *Fall C*, med vindpark, minskad spridning av trafik vid passage nära park. I riskidentifieringen identifierades det föreliggande risk att fartygstrafiken som passerar på stråken i direkt närhet till parken kommer att trängas ihop när fler fartyg i dessa stråk väljer en rutt något längre från parken.

Som bakgrund till beräkningarna har dels vindparkområdets yttre gränser dels en preliminär layout på vindparken använts, båda tillsammans med AIS-data. Resultaten visar att vindparken kan medföra att sannolikheten för olyckor ökar något, men då utan att skyddsåtgärder beaktas.

I Figur 74 redovisas den sammanlagda sannolikheten för olyckor och incidenter. Allisionerna har delats upp i sådana där ett fartyg kommer in i vindparken men det inte sker någon kollision och sådana där det sker en kollision mellan fartyg och vindkraftverk. De förstnämnda är att se som en incidens medan de senare är en olyckshändelse, på samma sätt som en kollision mellan två fartyg och en grundstötning är en olyckshändelse. Av figuren framgår att vindparken medför att sannolikheten för olyckor ökar med cirka 10 %, men då har effekten av flera av de skyddsåtgärder som diskuteras nedan inte kvantifierats. Av figuren kan också utläsas att i fallet utan vindpark utgör grundstötning den största risken för olycka, samt att sannolikheten för kollisioner är ungefär en tredjedel av sannolikheten för grundstötningar.



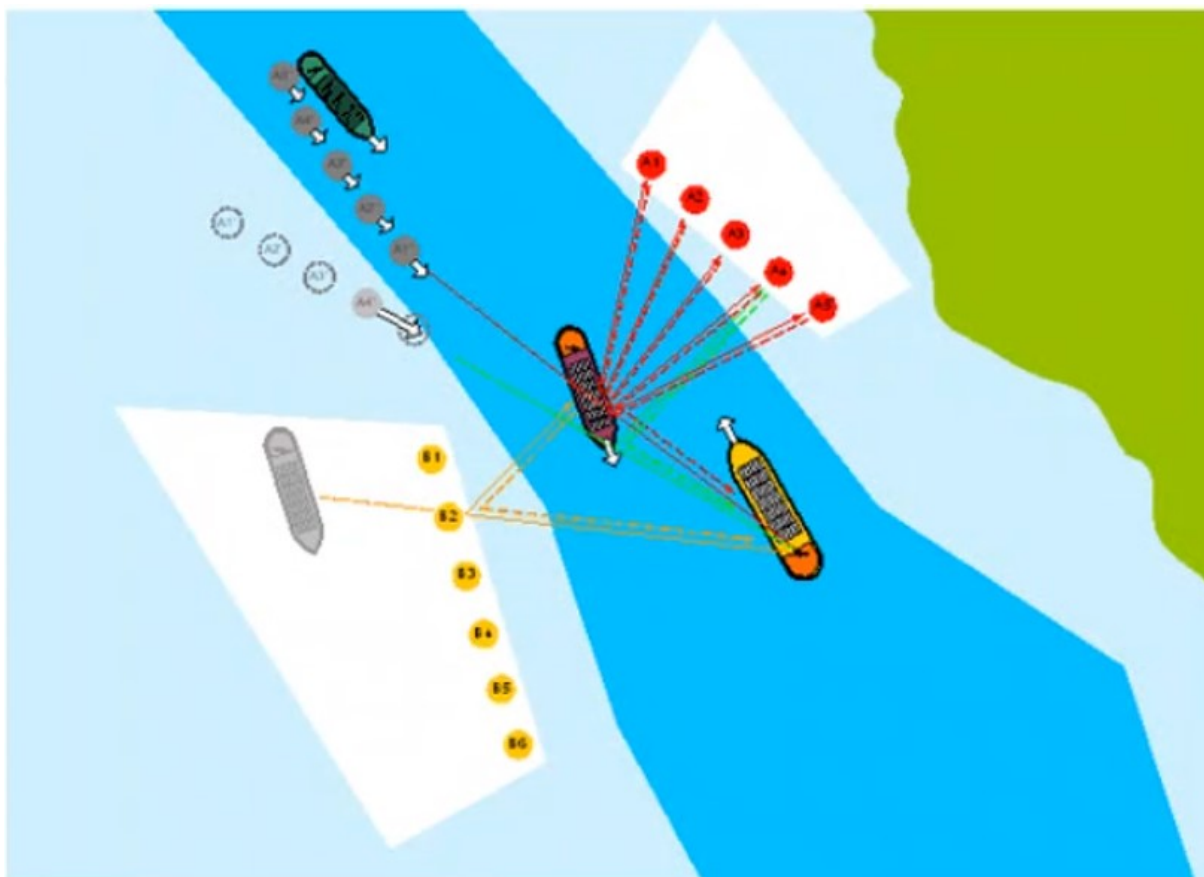
Figur 74. Sannolikhet för olyckor och incidenter, allisionerna är uppdelade i allisioner där fartyg kommer in i vindparken utan att det sker någon kollision (ljusrött) och där det sker en kollision med ett vindkraftverk (rött). Vindkraftparken innebär att sannolikheten för olyckor (kollisioner mellan fartyg, grundstötningar eller kollisioner mellan fartyg och vindkraftverk) ökar med cirka tio procent.

Om vindparken inte medför någon hopträngning av trafiken (fall B) leder den inte till någon ökning av sannolikheten för kollisioner. Med en simulerad hopträngning av trafiken (fall C) innebär vindparken att sannolikheten för kollisioner ökar med cirka 10 %. Omvänt innebär vindparken att sannolikheten för grundstötning minskar med cirka 5 %. Såväl som för grundstötning som kollisioner är det manöverodugliga fartyg (exempelvis fartyg med roderhaveri som inte kan styra eller fartyg med en utslagen motor som driver) som dominerar riskhändelserna. I de flesta fall kommer en allision med vindparken inte innebära en kollision med något av vindkraftverken, eftersom dessa bara upptar en liten andel av områdets yta. Beräkningarna visar att fartyg kan komma att ofrivilligt segla eller driva in i vindparken en gång på ca fyra år, men att en allision med något av vindkraftverken i vindparken kan antas ske en gång på cirka 25 år, dvs. en låg sannolikhet.

Marico Marine har utfört en utredning av nödvändigt säkerhetsavstånd mellan de farleder som ligger intill vindparken och närmaste vindkraftverk. Analysen baseras på SSPA:s beräkningar av sannolikheten för olika olyckor och är en fördjupad analys av säkerhetsavstånd som tar hänsyn till områdesspecifika data avseende bland annat trafikflöden, fördelningen av trafiken inom fartygsstråken, fartygstyper, omgivningsfaktorer, trafikprofiler och farledernas utbredning (R.33).

Radarstörning

Fartyg som passerar nära vindparken riskerar att få radarstörningar, med falska ekon och skuggeffekter. I Figur 75 illustreras hur radarstörningar uppkommer (notera att såväl fartygen som vindkraftverken är kraftigt överdrivna i storlek). Radareko från de röda vindkraftverken reflekterar i det orangea fartyget och radarn på det gula fartyget tolkar signalerna som att vindkraftverken finns bakom det röda fartyget. Radareko från det orangea fartyget reflekteras i ett gult vindkraftverk och radarn på det gula fartyget tolkar det som att det orangea fartyget finns bakom vindkraftverken. I samband med slutgiltig positionering av vindkraftverken kommer påverkan på radarstörning för sjöfarten att utredas. Vid behov kommer åtgärder i form av exempelvis radar installeras. Ett avstånd om 0,8 sjömil, som flertalet av de passerande fartygen håller till vindkraftområdet, är tillräckligt för att begränsa radarstörningar på passerande fartygs radar, alternativt att skyddsåtgärder vidtas för att undvika eventuella radarstörningar.



Figur 75. Principskiss som illustrerar uppkomsten av radarstörningar, källa DNV.

Korsande service- och underhållsfartyg

Trafik med service- och underhållsfartyg till och från vindparken förväntas ske dagligen. Denna trafik kommer troligen att utgå från svenska kusten och uppskattas därmed innebära att S-rutten korsas i en storleksordning av 700 gånger per år.

Vid simulering av så kallad "blind navigering", där hänsyn inte tas till omgivande trafik, kan sannolikheten för att ett korsande servicefartyg befinner sig inom ett kritiskt korsningsområde samtidigt som ett fartyg passerar på S-rutten, uppskattas enligt följande antaganden:

- Kritiskt korsningsområde är en rektangel över S-ruttens bredd om cirka två sjömil och en utsträckning tvärs det korsande flödet av servicefartyg av en sjömil.
- S-ruttens trafikflöde uppgår till 20 000 per år med en genomsnittlig hastighet av 12 knop.
- Korsande flöde av service- och underhållsfartyg antas uppgå till 700 per år med en hastighet av 15 knop.

Baserat på dessa antaganden beräknas sannolikheten för att två korsande fartyg samtidigt ska finna sig inom den kritiska rektangeln till $2,0 \times 10^{-3}$ per år. I praktiken är sannolikheten för en kollision väsentligt lägre, den kritiska rektangeln är cirka sju kvadratkilometer stor och någon blind navigering sker inte. Servicetrafiken övervakas och det sker en koordinering vid korsningen. Servicefartygen är dessutom relativt snabbgående och har god manöverförmåga.

Miljösanering och SAR

Vindkraftverken kan försvåra framkomligheten och tillgängligheten inom etableringsområdet vid exempelvis miljösanering och räddningsinsatser (SAR, Search And Rescue). Skulle ett utsläpp av olja ske i eller i närheten av vindparken kan vindparken komplicera Kustbevakningens arbete att begränsa utsläpp och ta upp olja. Det ska dock noteras att avståndet mellan vindkraftverken kommer vara minst cirka en kilometer, vilket möjliggör en säker navigering inne i vindparken. Vindparken kommer även vara utrustad med skyddsutrustning som också kan användas för att begränsa en eventuell spridning av utsläpp som driver in i vindparken liksom utsläpp inom vindparken. Sannolikheten för att ett större utsläpp sker inom vindparksområdet bedöms vara mycket liten, eftersom området förutsätts trafikeras av mestadels service- och underhållsfartyg. Mindre utsläpp av olja eller andra kemikalier kan uppstå i samband med underhåll av vindkraftverk men minimeras genom utrustning som exempelvis spilltråg eller andra möjligheter till uppsamling av ett eventuellt utsläpp samt länsar eller dylikt. Vindparken kommer att vara tillgänglig för fartygstrafik men att det inte kommer att vara tillåtet för allmänheten (annat än vid en nödsituation) att gå upp på ett vindkraftverk.

Vid sjöräddning liksom vid transport till vindparken kan helikopter komma att användas. Vid sådana insatser stoppas vindkraftverken. På liknande sätt som vid miljösanering, kan fartyg från vindparken snabbt vara på plats. Den brittiska myndigheten Maritime & Coastguard Agency (MCA) har publicerat en vägledning för hur havsbaserade vindkraftparker ska utformas för att sjöräddning med helikopter ska kunna genomföras på ett säkert sätt (Maritime & Coastguard Agency, 2021).Handledningen omfattar bland annat vindkraftparkernas layout, verkens utmärkning och möjlighet att stoppa verken i samband med räddningsaktioner. Vid avsökning flyger en helikopter linjärt, vilket innebär att en "slumpmässig" placering av verken skulle försvåra arbetet. Det fria avståndet mellan verken (bladspetsarna) ska enligt MCA överstiga 500 meter. För Galatea-Galene kommer det minsta avståndet mellan två verk att vara fyra rotordiametrar. För de exempellayouter som illustrerat vindparken, med avstånd om 920 meter respektive 1 240 meter, innebär detta att avståndet mellan bladspetsarna blir 690 meter respektive 930 meter.

Marico Marine har utvärderat möjligheterna för räddningsinsats med helikopter i Galatea-Galene och konstaterar att det är högst sannolikt att de exempellayouter som föreligger för Galatea-Galene skulle ha godkänts av MCA (R.31).



Figur 76. Sjøräddning övas vid Lillgrunds vindpark.

Säkerhetszon

Vindparken innebär en begränsning för fartyg som normalt sett inte följer farlederna. Det ska dock konstateras att avståndet mellan vindkraftverken i Galatea-Galene är så pass stort (cirka en till två kilometer) att det möjliggör navigering inom vindparken, även för större fartyg. I Europa föreligger några olika modeller för att beräkna den erforderliga bredden av en farled, inklusive säkerhetszoner, för att upprätthålla en god sjösäkerhet och bland annat möjliggöra en 360-gradersgir.

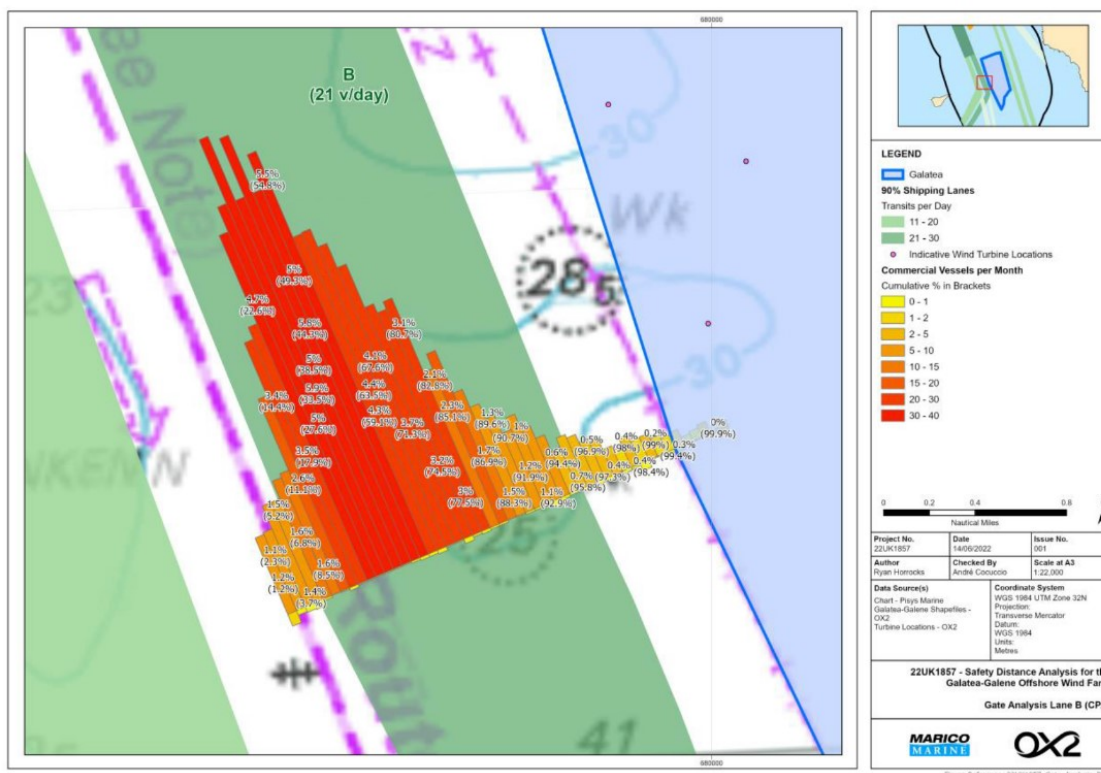
Enligt en modell beskriven av PIANC ska erforderligt säkerhetsavstånd fastställas i två steg (PIANC, 2018). I ett första steg, baserat på en preliminär design av vindparken (concept design), beräknas säkerhetsavståndet utifrån dimensionerande fartygslängd. När vindparkens slutliga design är fastställd (detailed design) görs en detaljerad analys av erforderligt säkerhetsavstånd, baserat på exempelvis analyser av trafikdata, riskanalyser och simuleringar, samt en värdering av kostnad/nytta.

Modellen enligt PIANC:s steg 1 (PIANC 2018) beräknar ett schablonvärde på hur stort utrymme som rekommenderas vid sidan av en farled med tydliga avgränsningar. Bredden på säkerhetszonen utöver existerande farled beräknas enligt formeln $0,3 \times M + 6L + 500$ meter. Där (L) är längden av det dimensionerande fartyget och konstanten M avser en sjömil (1 852 meter). Längden av det dimensionerande fartyget för T-rutten är 250 m och för S-rutten 200 meter. För T-rutten innebär detta en säkerhetszon om 2 556 meter (1,4 sjömil), för S-rutten blir säkerhetszonen 2 256 meter (1,2 sjömil), räknat från en definierad kant av farleden om en sådan funnits.

En 360-gradersgir antas i första hand kunna utgöra en undanmanöver för att undvika en *head-on collision*, alternativt för att undvika en *crossing* eller *merging collision*. På S-rutten är sannolikheten för denna typ av kollisioner liten eftersom det inte finns några *crossing* eller *merging points* i närhet till vindparken samt genom att nord- och sydgående trafik är separerad vilket gör att sannolikheten för *head-on collision* är låg. SSPA har konstaterat att avståndet mellan vindkraftverken är så pass stort att en 360°-gir kan ske inom parkområdet:

“Avståndet mellan vindkraftsverken i parken är dock relativt stort; som minst 920 m (layout med vindkraftsverk på 15 MW) respektive 1 240 m (layout med vindkraftsverk på 25 MW), vilket gör att det kan gå att göra en rundpall genom att nyttja utrymmet mellan verken. Detta skulle då endast medföra en interaktion med vindkraftsparken, utan allvarliga konsekvenser.”

I Storbritannien tillämpas en modell utvecklad av den brittiska myndigheten Maritime & Coastguard Agency (MCA). Enligt MCA är ett säkerhetsavstånd om 3,5 sjömil alltid till-fyllest men avståndet kan vara så kort som 0,5 sjömil om den kvarstående risken är "as low as reasonably practicable" (ALARP), där de lokala förhållandena beaktas. Vid avsaknad av TSS (Traffic Separation Scheme, trafikseparationssystem, trafikstråk där mötande trafik separeras genom trafiksepareringszoner), ska enligt MCA säkerhetsavståndet anges från det område i ett fartygsstråk där 90 procent av fartygen går (se exempel från T-rutten i Figur 77). Detta är en anpassning till de praktiska förhållandena vid ett fartygsstråk och kan innebära såväl ett längre som kortare avstånd än om avståndet utgått från en administrativ gräns.



Figur 77 Den gröna zonen markerar det område i T-rutten där 90 % av fartygstrafiken går och varifrån säkerhetsavståndet enligt MCA:s modell ska beräknas.

MCA:s modell kan ses som PIANC:s steg 2 (se beskrivning i avsnitt nedan), i det att betydligt fler förhållanden beaktas än vad som görs med PIANC:s steg 1. Förutom fartygsstorlek och trafikflöde analyseras även hur trafiken går inom fartygsstråket, fartygens manövrerbarhet, trafikfördelning, lokala miljöförhållanden och radarstörning.

Säkerhetszon för Galatea-Galene

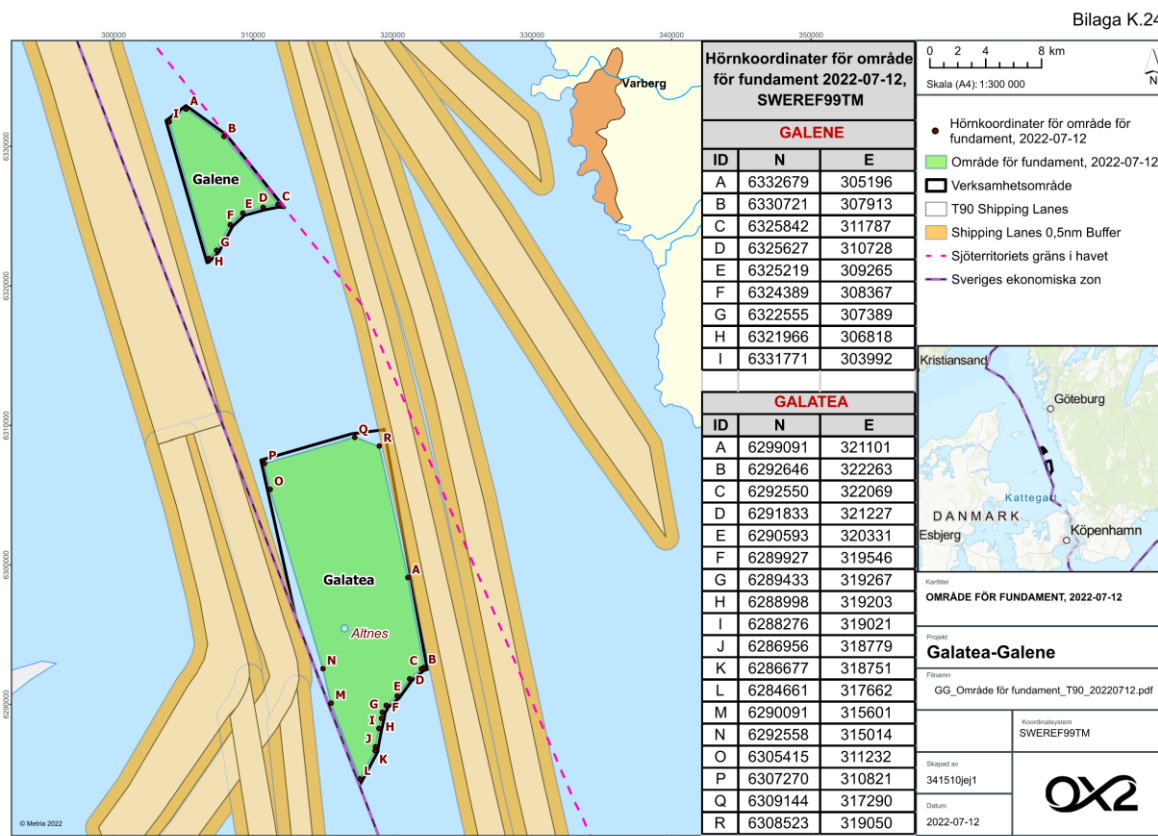
Enligt PIANC ska i ett steg 2 göras mer detaljerade analyser av erforderligt skyddsavstånd, baserat på rådande lokala förhållanden. Marico Marine har för Galatea-Galene gjort en mer detaljerad analys av erforderligt säkerhetsavstånd i enlighet med MCA:s modell, som kan jämföras med PIANC steg 2. I denna rapport (R.33) har Marico Marine konstaterat följande omständigheter:

- Trafiktäthet – Trafikflödet i närheten av Galatea-Galene är måttlig/hög;
- Fartygsstorlekar – Större fartyg förekommer över hela bredden av farleden men majoriteten av fartygstrafiken följer i mitten av fältet för 90-percentilen;
- Miljöförhållanden – Tidvatten är försumbart men en dominerande vind från väst till sydväst kan få fartyg att driva mot öster;
- Trafikprofil - Lastfartyg representerar den huvudsakliga fartygstypen (49 %) inom 10 sjömil från vindparken. Fiske- och fritidsfartyg utgör 15 % av fartygstyperna inom 10 sjömil från vindparken; samt
- Sjöfartsleder – 90-percentilfälten är ett måttligt/högt trafikflöde, de flesta farleder är tillräckligt breda för att möjliggöra en säker navigation; ett fartyg om 300 meter behöver en bredd av 0,8 sjömil och ett fartyg om 250 meter behöver 0,67 sjömil.

Slutsatsen i Maricos analys är att ett avstånd om 0,5 sjömil är tillfyllest.

Detta säkerhetsavstånd om minst 0,5 M kommer att upprätthållas för hela vindparken och innebär att det krävs en viss justering av vindparken i den sydvästra delen och i den nordöstra delen av Galatea, se Figur 78.

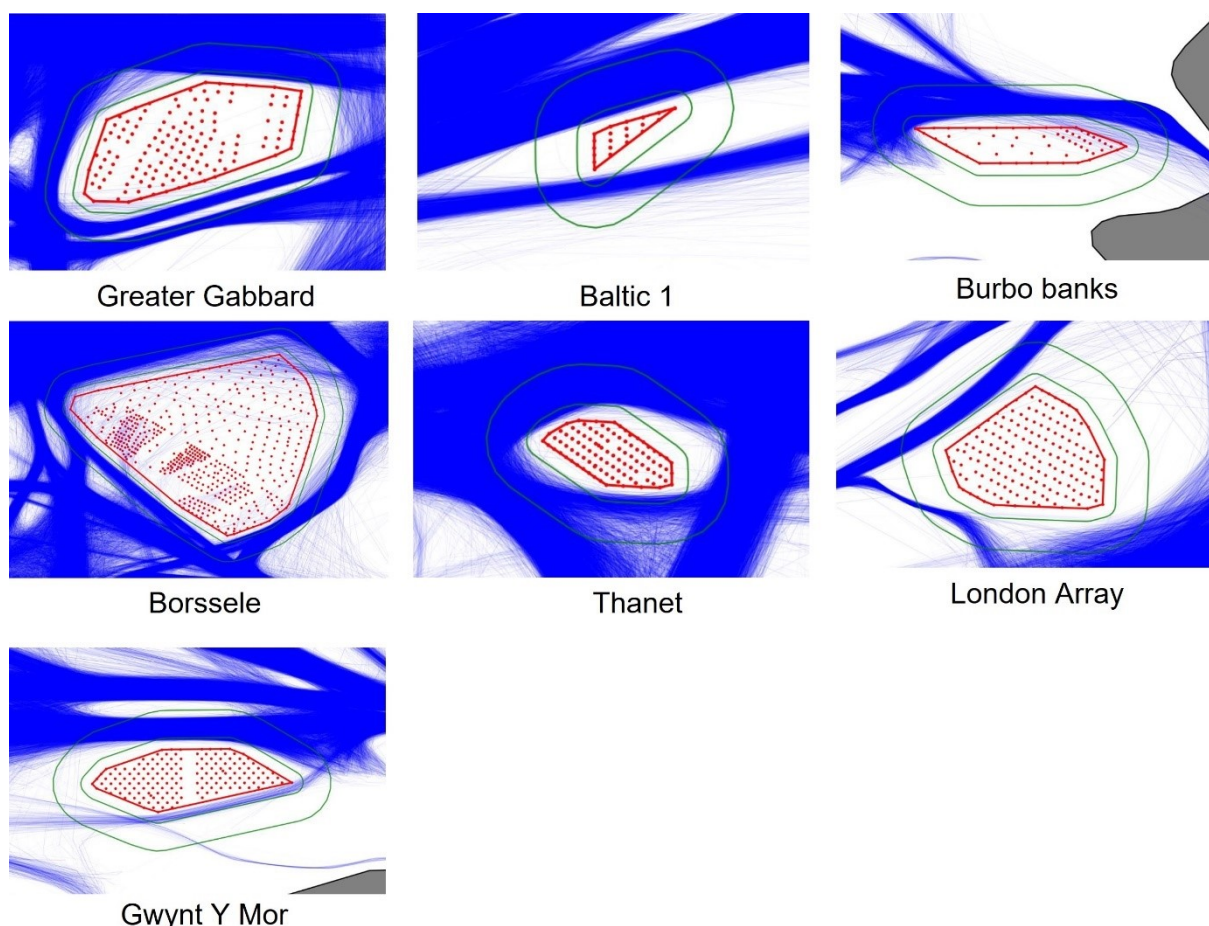
Som ytterligare försiktighetsmått för sjöfarten kommer ett utökat säkerhetsavstånd med en ytterligare buffertzon om 200 meter att tillämpas. Avståndet mellan närmaste fundament och farleder (90-percetil) kommer alltså att vara minst 0,5 M plus 200 meter. Detta bedöms vara ett tillräckligt säkerhetsavstånd att kunna upprätthållas mellan vindparken och de kringliggande farlederna. OX2 kommer också att upprätta en förnyad nautisk riskanalys inför fastställande av vindparkens utformning.



Figur 78 Enligt MCA:s modell erforderligt säkerhetsavstånd vid Galaea-Galene. De ljusa stråken i farlederna markerar var 90% av fartygstrafiken går och varifrån enligt MCA:s modell säkerhetsavståndet ska beräknas. Den tunna röda linjen markerar det erforderliga säkerhetsavståndet om 0,5 sjömil, i enlighet med MCA:s modell,

Praktisk erfarenhet från andra länder

Ett flertal vindparker har uppförts i Östersjön, Nordsjön och Irländska sjön, många av dessa ligger intill farleder med intensiv trafik, se Figur 79 (DNV 2021). Avstånd från fartygstrafiken till vindkraftverken är generellt omkring en kilometer, ibland ännu kortare. Den svenska vindparken Lillgrund i södra Öresund ligger cirka en kilometer från en stor farled (Drogden).



Figur 79. Fartygstrafik runt några vindparker i Europa. Den röda linjen markerar parkområden, de gröna linjerna 1 km respektive 5 km 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).

Simulering och fartygsrörelser

I PIANC (2018) beskrivs hur man senare i projektutvecklingen, under arbetet med en vindparks detaljerade design, med simuleringar kan visa behovet av skyddsavstånd. Eftersom slutlig val av vindparkens utformning, inklusive vindkraftverkens inbördes avstånd och placering, inte är gjord är det inte relevant att nu göra en sådan simulering. Detta skulle i stället kunna göras inför beslut om anläggningens slutliga utformning. Vid en sådan simulering byggs vindparken upp i en fartygssimulator och skeppare får under olika förhållanden passera förbi parken, inklusive att prova olika former av undanmanövrering och eventuella hopträngningseffekter.

Sammanfattande bedömning driftsfas

Under driftsfasen beräknas vindparken, utan beaktande av riskreducerande åtgärder, innebära en ökning av sannolikheten för olyckor (kollisioner, grundstötning och allisioner med vindkraftverk). Med planerade riskreducerande åtgärder förväntas dock sannolikheten för olyckor att minska.

Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som *hög*, men påverkan bedöms vara *obetydlig*, eftersom internationella rekommendationer kring skyddsavstånd har beaktats, vilket innebär en *försumbar* konsekvens.

Av Figur 79 framgår att för många havsbaserade vindparker i Europa passerar fartygstrafiken i praktiken på ett avstånd av mindre än en kilometer från vindkraftsverken.

Idag passerar mindre fartyg genom det som ska bli vindparken. Detta bedöms kunna ske även efter det att vindparken har uppförts. Sjötrafikens känslighet för att inte kunna nyttja området för vindparken bedöms som måttlig. Eftersom någon begränsning troligtvis inte kommer att ske för trafik genom vindparken bedöms påverkan som *liten*, vilket innebär en *liten negativ* konsekvens.

Dagligen kommer servicefartyg korsa S-rutten till och från vindparken. Sjöfartens känslighet för olyckor med dessa fartyg får ses som *hög*. De åtgärder som vidtas med exempelvis definierade korsningspunkter (redan idag korsar fiskefartyg S-rutten) innebär att påverkan bedöms som *obetydlig* vilket innebär en *försumbar* 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. Å ena sidan kan vindparken genom de fysiska hinder som verken utgör försvåra sådana insatser, å andra sidan kan vindparken bistå i sådana insatser. Väsentligt är att servicefartyg tillhörande vindparken snabbt kan vara på plats, samt att anläggningen tidigt kan upptäcka olyckor. Vindparkens negativa påverkan och dess positiva påverkan, antas i denna värdering av konsekvenser ta ut varandra. Konsekvensen bedöms därmed bli *försumbar*.

Avvecklingsfas

Nautiska risker under avvecklingsfasen är till stor del likartade dem under anläggningsfasen. Det ska dock poängteras det väsentliga i att besiktiga alla fästpunkter som används vid exempelvis tunga lyft och sjösäkring. Likt avvecklingsfasen bedöms sjöfartens känslighet för fartygsolyckor som *hög*, men med vidtagna åtgärder bedöms påverkan vara *obefintlig*, vilket innebär en *försumbar* konsekvens.

7.9.3. Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

Ett antal skyddsåtgärder kan vidtas för att minimera påverkan på sjöfart.

Anläggningsfas:

- Allt marint arbete under installationen 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). Denna marine coordinator kommer även att övervaka övrig fartygstrafik och kan bistå dessa. 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.
- För sjötrafik mellan verksamhetsområdet och installationshamnen kommer en rutt att definieras så att påverkan av korsande trafik vid S-rutten och/eller T-rutten blir så låg som möjligt.

- Tyngre transporter till vindparken som kommer norrifrån rekommenderas att ankomma via S-rutten och gå åter via T-rutten, transporter söderifrån rekommenderas ankomma via T-rutten och gå åter via S-rutten.
- Tydlig och frekvent information ska ges via UfS (Underrättelser för sjöfarande), NtMs (Notice to Mariners) och Søfartsstyrelsens EfS (Efterretninger for Søfarandes) om vilka anläggningsarbeten som pågår och vilka områden som är berörda.
- Området definieras och markeras ut i sjökort och visuellt med bojar som har racon eller radarreflektorer.
- Arbetsbelysning på arbetsfartyg och plattformar kommer att skärmis av för att reducera påverkan på passerande trafik.

Driftsfas:

- Den närmare placeringen av vindkraftverken ska ske efter samråd med Länsstyrelsen i Hallands län, Kustbevakningen, Havs- och vattenmyndigheten, Sjöfartsverket och Transportstyrelsen.
- Enskilda fundament utformas så att utstickande delar undviks. Utstickande delar kan vid en kollision öka risken för skador på fartyg. Fundamenten måste dock ha någon form av *boatlanding* och plattform.
- En uppdaterad nautisk riskanalys ska upprättas för de vindkraftverk som är positionerade närmast farlederna.
- Fundament får enbart anläggas inom det område som upprätthåller ett skyddsavstånd om 0,5 sjömil.
- Vindkraftverk och mätmaster ska förses med hindermarkering enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets föreskrifter.
- På fartyg som används vid service och underhåll ska det finnas utrustning för sjöräddning och miljöinsatser, exempelvis möjligheter att bärga människor, hjärtstartare, bårar och länsar för att begränsa spridning av kemikalier.
- Verksamhetsutövaren ska samråda med Sjöfartsverket och Transportstyrelsen om de åtgärder som krävs till skydd mot störningar för sjöfarten, däribland vid behov utrustning för undvikande av s.k. falska spökmål. Verksamhetsutövaren ska stå skäliga kostnader för sådana skyddsåtgärder.

7.9.4. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Vindparken är lokaliserad mellan två farleder med internationell trafik, varav den västra farleden (T-rutten) delvis ligger inom dansk ekonomisk zon. Gränsöverskridande påverkan uppstår därmed. Under anläggningsskedet kan det föreligga konflikter mellan anläggningsarbeten och övrig fartygstrafik och under driftskedet kan vindparken medföra en ökad sannolikhet för fartygsolyckor såsom kollisioner och allisioner. Beskrivningen ovan av hur vindparken kommer att påverka sjöfarten innefattar även den internationella trafiken och därmed den gränsöverskridande påverkan. Med olika åtgärder under såväl anläggningsskedet som driftskedet kommer riskerna att reduceras till en nivå som kan definieras som ALARP, as low as reasonably possible. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

7.10. Risk och säkerhet

Samlad konsekvensbedömning

Verksamheten kan ge upphov till olika risker under både anläggnings-, drifts- och avvecklingsfasen. Risker kommer kontinuerligt att hanteras och minimeras genom bland annat riskanalyser, arbetsmiljöplan samt skyddsåtgärder och rutiner. Verksamheten bedöms inte ge upphov till någon oacceptabel risk, detta gäller även för den gränsöverskridande påverkan.

I detta avsnitt beskrivs olycks- och miljörisker både genererat av verksamheten samt från yttre händelser.

7.10.1. Förutsättningar

Nedan beskrivs hur OX2 arbetar samt fortsatt kommer att arbeta med frågor kring risk och säkerhet. Vidare anges olika exempel på risker som kan förekomma i och med verksamheten.

Översiktligt kan risker i storskaliga anläggningsprojekt delas in i sådana som berör hälsa, miljö respektive egendom; därtill kommer risker som berör flera av dessa aspekter (ekonomiska risker behandlas inte i denna MKB).

Den miljö i vilken ett havsbaserat vindkraftsprojekt genomförs karaktäriseras av många stora utmaningar. Att det inte har uppförts någon vindpark i den svenska ekonomiska zonen tidigare understryker behovet av en noggrann planering av en sådan anläggning och ett 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 vindkraftsprojekt har flera unika förhållanden relaterade till exempelvis *arbetsplatsolyckor* (inklusive olyckor som drabbar tredje man), 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 34 nedan illustreras med olika exempel på vilka risker som kan uppstå inom ramen för verksamheten, inom parentes ges exempel på åtgärder. Risker för sjöfart, beskrivs separat i avsnitt 7.9 i denna MKB.

Tabell 34. 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)
Arbetsmiljörisker¹	• 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 • Sjöfartsrelaterade risker/kollisioner

¹ Design, RAMS och toolbox-talk är generella åtgärder. När det gäller arbetsmiljörisker bedöms dessa inte leda till gränsöverskridande påverkan. Dessa beskrivs därför inte vidare i denna Esbo-MKB.

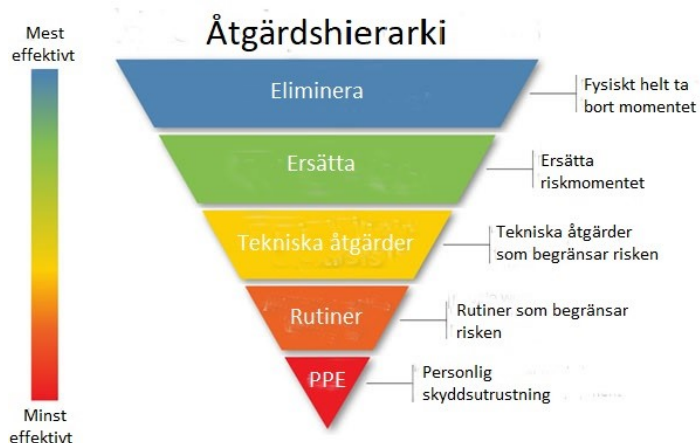
Notera att sammanställningen ovan illustrerar olika exempel på riskhändelser, inte deras orsak. En riskhändelse för sjöfarten kan exempelvis orsakas av att en befälhavare väljer att öka avståndet till vindparken, ett haveri på ett vindkraftverk kan vara orsakat av felaktiga antaganden kring yttre belastning (till följd av en klimatförändring) och en arbetsplatsolycka kan vara orsakad av bristfälliga rutiner.

7.10.2. 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 80):

1. I första hand ska en risk helt elimineras genom att ta bort det moment som medför risken.
2. I andra hand ska det riskfyllda momentet ersättas med ett som är mindre riskfyllt.
3. I tredje hand ska olika tekniska åtgärder begränsa risken.
4. I fjärde hand ska olika rutiner begränsa risken.
5. I sista, och femte, hand ska personlig skyddsutrustning begränsa risken.



Figur 80. Åtgärdshierarki. Den mest effektiva åtgärden är att helt ta bort ett moment som medför en risk. Som sista åtgärd används personlig skyddsutrustning (detta innebär naturligtvis att man alltid ska använda relevant personlig skyddsutrustning, men innan denna åtgärd ska risken ha eliminerats eller reducerats av andra barriärer.

7.10.3. Miljörisker

Utsläpp av olja eller andra kemikalier kan ske från fartyg och från anläggningen. De oljor och bränsle som finns behöver regelbundet bytas ut eller fyllas på. Vid dessa moment finns risk för ofrivilliga utsläpp. Sannolikheten för att ett större utsläpp sker inom vindparken bedöms vara liten eftersom parkområdet förutsätts trafikeras av endast service- och underhållsfartyg. Mindre utsläpp av olja eller andra kemikalier skulle kunna uppstå i samband med underhåll av verken, det ska dock noteras att vindkraftverken och annan utrustning utformas med exempelvis spilltråg och/eller andra möjligheter till uppsamling av ett eventuellt utsläpp. Vindparken kommer att ha utrustning i form av exempelvis länsar för hantering av sådana utsläpp.

Inför anläggningsarbeten kommer en beredskaps- och räddningsplan utarbetas efter samråd med berörda myndigheter och kommuner, se nedan, som bland annat kommer innehålla en plan för insatser för skydd av miljön vid eventuella oljeutsläpp och bärgning av eventuella skadade fartyg.

7.10.4. 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. 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 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 (brandsläckare, 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. Se även ytterligare skyddsåtgärder nedan.

7.10.5. Yttre händelser

Klimatanpassning

De pågående klimatförändringarna kan under vindparkens livstid innebära en ändring av områdets hydrografi (exempelvis höjning av vattenständen och ändrade vindförhållanden) och klimat (exempelvis ändrad frekvens för hårda vindar). Vid utveckling av vindpark Galatea-Galene måste dessa klimataspekter beaktas, även i ett kortare perspektiv om trettioåret år, detta då klimatet och dess förändringar påverkar designen av anläggningen (i första hand på grund av vind, is och vågor).

De direkta effekterna som klimatförändringarna kan medföra på vindparken kommer hanteras genom att vindparken dimensioneras för sådana förändringar, exempelvis när man fastställer återkomsten av olika extremhändelser (femtioårsstorm, hundraårsvåg m.m.). Det varmare klimatet leder till minskad utbredning av havsis, vilket således innebär en minskad påverkan på vindparken och en ökad tillgänglighet. Ett ytterligare exempel på hur vindparken kan klimatanpassas är att göra fundamenten något högre än vad som annars skulle ha varit fallet. Om vindparken klimatanpassas där vindkraftverken dimensioneras efter ett framtida klimat, bedöms risken för att olyckor till följd av förändrat klimat sker, som marginell.

Geologiska risker

Den organiska lera och gyttja som finns inom båda delområdena Galene och Galatea, samt även andra delar av Kattegatt, är känd för att vara ganska svag med ett spetstrycksmotstånd på 1 MPa eller mindre och en sleeve friction på 0,02 MPa eller mindre. Medan den glaciala leran visar spetstrycksmotstånd på 1,5 till 2,5 MPa och sleeve friction på 0,03 – 0,05 MPa. Exakt placering av vindkraftverk, och fundamentens utformning, kommer därför att anpassas efter de lokala geologiska variationerna som förväntas inom området.

Intervaller av sandavlagringar och sandiga moräner finns lokalt i det södra området Galene och de centrala delarna av Galatea. Sandigt material visar i allmänhet spetsmotstånd på 15 – 35 MPa och sleeve friction på 0,12 till 0,35 MPa i Kattegatthavet. Stenblock i alla storlekar är vanliga i glaciala och senglaciala enheter i hela Kattegatt (Geo, 2021). Stenblock på grunda djup kan utgöra en utmaning vid installation av havsbaserade vindparker. Detaljerade undersökningar av varje position kommer att genomföras för att minimera risken. Flera stora förkastningssprickor finns i de pre-kvartära jordarna i Kattegatthavet. Inga skär dock igenom Galatea-Galene (Geo, 2021).

Vindparken anläggs i närheten av den så kallade Tornquistiska sprickzonen som löper i nordvästlig-sydöstlig riktning. I zonen har det förekommit jordbävningar och det är fortfarande en aktiv zon där skalv kan förväntas. En jordbävning på 4,3 på Richterskalan skedde strax sydost om den danska ön Anholt den 6 augusti 2012, cirka 5 km sydväst om delområde Galatea. 1985

och 1986 inträffade två jordbävningar cirka 20 och 25 km söder om delområde Galatea med magnitud 4,6 respektive 4,2. Det bör dock noteras att de flesta jordbävningar (cirka 90 %) som förekommer i Kattegatthavet är magnitud 3 eller mindre och därför inte märkbara.

Vindkraftverken, och deras fundament, kommer att dimensioneras efter förhållanden inom vindparken och utformas så att det finns säkerhetsmarginaler mot jordskalv.

Grunda gasfickor är ett välkänt fenomen i Kattegatt. Grunda gasfickor är lätta att identifiera med hjälp av seismiska data och kommer att kartläggas före anläggningsfasen för att undvika olyckshändelser.

Icke-detonerad ammunition

Enligt Försvarmaktens kartläggning av riskområden förekommer det 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.

Sjöfartsrelaterade risker

Risken relaterade till sjöfarten redogörs för i avsnitt 7.9. För att minska risken för fartygskollisioner, grundstötning och fartygsdrift kommer flera skyddsåtgärder och försiktighetsmått vidtas, utifrån rekommendationer i den marina riskanalysen.

Innan byggnads- och anläggningsåtgärderna påbörjas, ska en beredskaps- och räddningsplan utarbetas efter samråd med Länsstyrelsen i Hallands län, Kustbevakningen, andra berörda myndigheter och kommuner. 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 till 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.

7.10.6. Fortsatt arbete och skyddsåtgärder

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

Projektets HSSE Management Proceedings

OX2 har påbörjat upprättandet av en HSSE (Health, Safety, Security and Environment) Management Proceedings, som beskriver hur projektet kommer planera, hantera, övervaka och samordna frågor kring hälsa, säkerhet och miljö under hela vindparkens design-, konstruktions- och driftsättningsfas.

Beredskaps- och räddningsplan

OX2 kommer i god tid för anläggningsfasen att i samråd med berörda myndigheter (såsom Kustbevakningen, Sjöfartsverket, Länsstyrelsen i Hallands län, Region Halland 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 tillverkningen av komponenter.

Kontroller, RAMS, Tool box-talk

Under tillverkning av komponenter kommer dokumenterade kontroller utföras löpande. Den färdiga komponenten kommer 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.

7.10.7. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Inom ramen för verksamheten kan olika risker uppstå som kan delas in i miljörisker, olycksrisker, arbetsmiljörisker och yttre händelser. Exempel på risker som kan ge upphov till gränsöverskridande påverkan är framförallt utsläpp av olja eller kemikalier, extremväder och geologiska risker (se mer i Tabell 34).

Mindre utsläpp av olja eller andra kemikalier skulle kunna uppstå i samband med underhåll av verken, det ska dock noteras att vindkraftverken och annan utrustning utformas med exempelvis spilltråg och/eller andra möjligheter till uppsamling av ett eventuellt utsläpp. Vindparken kommer att ha utrustning i form av exempelvis länsar för hantering av sådana utsläpp.

Hantering av olyckor vid vindkraftverk kommer också att ingå i den beredskaps- och räddningsplan som utarbetas inför anläggningsarbetena.

I kommande arbete kommer OX2 att fortsatt arbeta med riskhantering och riskminimering. Se vidare i avsnitt 7.10.6.

7.11. Försvarsintressen

Samlad konsekvensbedömning

Forsvarsministeriet i Danmark har anfört att Galatea-Galene vindpark kan påverka radarsystem på den danska ön Anholt och att den frågan bör utredas. OX2 har gett en oberoende konsult i uppdrag att utföra tekniska analyser för att bedöma påverkan på Forsvarsministeriets anläggning i enlighet med de önskemål gällande omfattning och utförare som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört i sitt yttrande. Forsvarsministeriet i Danmark kommer när analysen är avslutad ta del av vindparkens påverkan på radarsystemen.

OX2 kommer att i dialog med Forsvarsministeriet i Danmark att vidta de nödvändiga och rimliga skyddsåtgärder som kan krävas för att minimera vindparkens eventuella störningar på radarsystem på Anholt.

7.11.1. Förutsättningar

Detta avsnitt rör den gränsöverskridande påverkan som verksamheten kan ha på försvarsintressen, där det danska Forsvarsministeriet har framfört synpunkter inom ramen för Esbosamrådet.

7.11.2. Konsekvenser

En havsbaserad vindpark med höga vindkraftverk/objekt kan påverka totalförsvarets intressen på ett antal sätt. Vindkraftverk kan till exempel utgöra ett fysiskt hinder i lufrummet och utgöra begränsning för totalförsvarets verksamheter, till exempel inom lågflygningsområden där

vindkraftverk beroende av placering och utformning kan begränsa försvarets möjlighet att bedriva lågflygning. Sambands- och radarsystem och tekniska störningar på dessa kan ytterligare påverka totalförsvarets verksamhet negativt. Spaningsradar kan påverkas genom att signalen blockeras bakom vindkraftverken, små mål är svåra att urskilja i deras närhet och reflekterade signaler kan ge upphov till falska s.k. "spökmål". Även väderradar påverkas genom blockering av signalen. Ytterligare påverkan kan vara konflikter med sjöövningsområden.

7.11.3. Gränsöverskridande påverkan

Forsvarsministeriet i Danmark har angett att Galatea-Galene vindpark kan påverka deras radarsystem på den danska ön Anholt. OX2 har beställt och kommer att genom en tredje part att låta utföra tekniska analyser för att bedöma påverkan på Forsvarsministeriets anläggning i enlighet med de önskemål gällande omfattning och utförare som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört i sitt yttrande. Forsvarsministeriet i Danmark kommer när analysen är avslutad ta del av vindparkens påverkan på radarsystemen. OX2 kommer att, utifrån resultaten av ovan nämnd analys, ha en dialog med Forsvarsministeriet i Danmark, och andra relevanta parter, avseende nödvändiga anpassningar och skyddsåtgärder så vindparkens störningar på radarsystem på Anholt minimeras.

OX2 samarbetar med specialister verksamma inom hur havsbaserade vindparker kan påverka civila och militära radaroperatörer. Genom sina samarbetspartners följer OX2 utvecklingen, för att bättre förstå, identifiera och implementera anpassningar eller störningsreducerande lösningar för radar och annan kommunikationsutrustning. Dessa anpassningar och skyddsåtgärder bidrar till att säkerställa samexistens mellan vindparker och militära krav.

7.12. Klimatpåverkan

Samlad bedömning

Vindparken kommer under dess livstid, från anläggning till avveckling, att på olika sätt påverka klimatet. Under anläggnings- och avvecklingsfasen sker utsläpp av växthusgaser, exempelvis från tillverkning och från transporter, detta utsläpp kompenseras dock av den fossilfria elproduktion som vindparken medför under drift. Under driftskedet sker dels en lokal påverkan av vindklimatet, dels en indirekt global påverkan till följd av att vindparken kan ersätta fossilbaserad elproduktion.

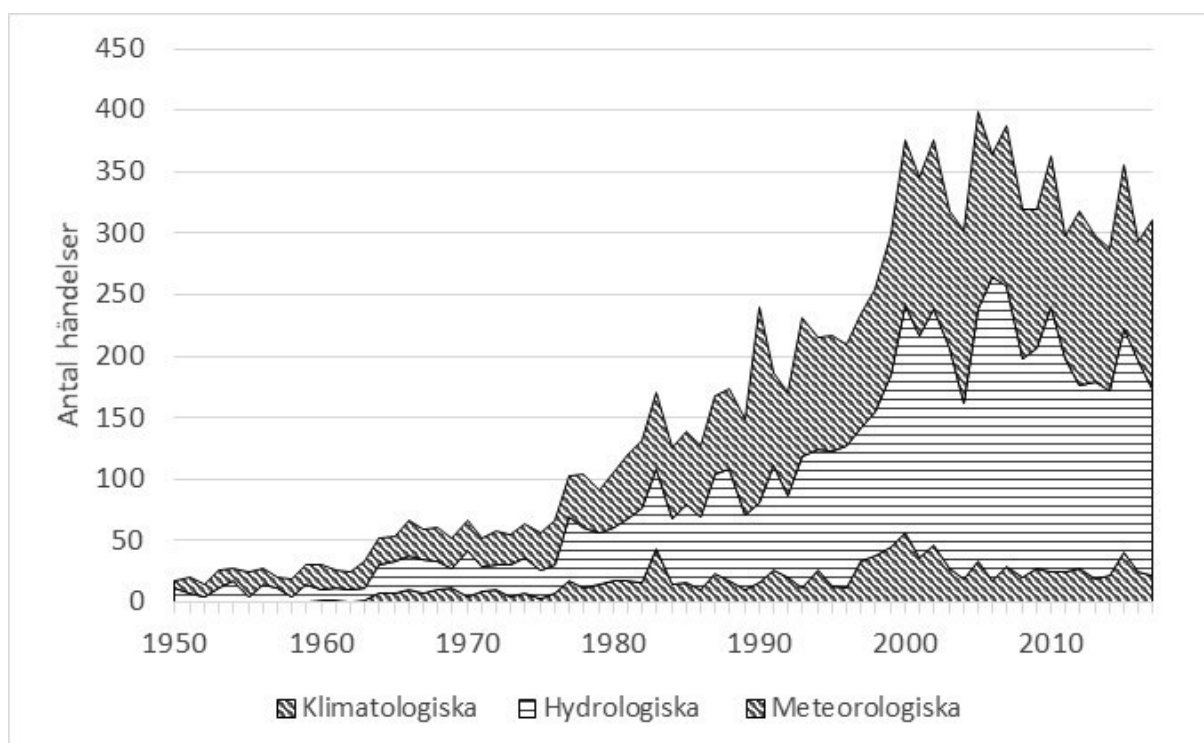
Miljöns (samhällets och ekosystemets) känslighet för en klimatförändring till följd av antropogent utsläpp av växthusgaser bedöms som hög. En havsbaserad vindpark som Galatea-Galene kan utgöra en viktig del i samhällets omställning till mer fossilfri elektricitet och minskad klimatpåverkan. Sett till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

I detta avsnitt beskrivs klimatpåverkan i form av verksamhetens påverkan på klimatet där fokus ligger på utsläpp av växthusgaser, energianvändning samt hushållning med naturresurser. Klimatanpassning beskrivs i avsnitt 7.10.

7.12.1. Förutsättningar

Bakgrund

Klimatförändringar har under de senaste åren fått ett allt större allmänt intresse. Sedan industrialiseringens början i mitten av 1800-talet har den globala medeltemperaturen fortlöpande ökat, vilket har lett till andra förändringar av klimatet: förändrade nederbördsmonster, vindförhållanden, utbredning av is och snö, havsytans nivå med mera (Bogren m.fl. 2019). I sin tur påverkar dessa förändringar såväl ekosystem på land och i hav som det mänskliga samhället. Oavsett de åtgärder som idag vidtas för att begränsa klimaförändringen, kommer det framtida klimatet att se annorlunda ut än dagens klimat. Det går också att se en markant ökning av antalet katastrofer i världen, betingade av klimatologiska, hydrologiska eller meteorologiska faktorer.



Figur 81. Antal naturkatastrofer i världen, betingade av klimatologiska, hydrologiska eller meteorologiska faktorer. (efter CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters <https://www.cred.be/>)

Dagens globala uppvärmning är ett av vår tids största hot och är främst orsakad av människans utsläpp av växthusgaser. En slutsats av IPCC:s rapport (2021) lyder:

”Den globala medeltemperaturen kommer att fortsätta att öka åtminstone till mitten av 2000-talet i samtliga utsläppsscenarioer som har beaktats i denna rapport. En global uppvärmning på 1,5°C och 2°C kommer att överskridas under 2000-talet om inte kraftiga utsläppsminskningar av koldioxid och andra växthusgaser görs under de kommande årtiondena.”

Historiska, nutida och framtida utsläpp kommer att fortsätta påverka atmosfärens sammansättning, och därmed klimatet, under lång tid framöver (SMHI, 2021). IPCC:s senaste rapport beskriver att det helt klart är mänsklig påverkan som värmt upp atmosfären, havet och landområdena. IPCC påpekar att den senaste tidens omfattning på förändringar i klimatsystemet saknar motstycke många århundraden till många årtusenden tillbaka i tiden.

Den största källan till utsläpp av växthusgaser, som bidrar till klimätförändring, är fossila bränslen såsom kol, bensin, diesel och naturgas.

Klimatpolitik och förnybar energi

Parisavtalet är ett rättsligt bindande internationellt avtal som övergripande syftar till att den globala temperaturökningen ska strävas efter att begränsas till 1,5 grader. Enligt Parisavtalet bör alla länder formulera och kommunicera långsiktiga strategier för att minska utsläpp av växthusgaser. I Sveriges långsiktiga klimatstrategi till FN understryks både det svenska målet om nettonollutsläpp år 2045 och målet om en helt förnybar elproduktion år 2040. Regeringen skriver i strategin att *”vindkraften genomgår en omfattande expansion som beräknas fortsätta och kommer att utgöra en betydande del av det framtida elsystemet”*.

Riksdagens mål är 100 % förnybar elproduktion i Sverige år 2040. Energimyndigheten skriver: *"Det är fullt möjligt att få ett fungerande 100 procent förnybart elsystem till 2040-talet. Men det kräver möjligheter för en fortsatt utbyggnad av vindkraft och av elnäten"* (Energimyndigheten 2019). 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 (Energimyndigheten och Naturvårdsverket 2021).

Klimatförändringar

IPCC:s scenarier för framtida klimat

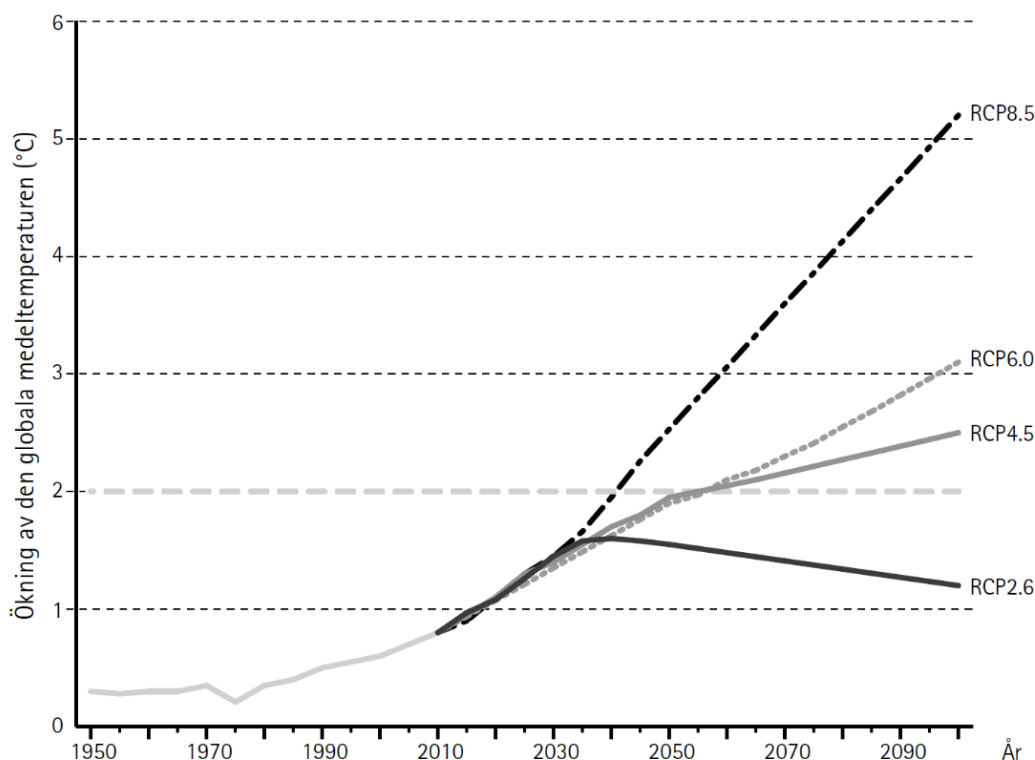
För att göra simuleringar av en framtida klimatutveckling krävs uppgifter om förutsättningarna för detta klimat, bland annat vad avser atmosfärens halter av växthusgaser och aerosoler samt av markytans beskaffenhet. Hur halten av växthusgaser och aerosoler kommer att förändras, liksom den framtida markanvändningen, är en funktion av samhällsutvecklingen och därmed inte helt lätt att förutse. IPCC, Förenta nationernas klimatpanel, har presenterat en rad scenarier för klimatutvecklingen vid olika framtida utsläppsnivåer av växthusgaser och aerosoler, baserade på antaganden rörande befolkningstillväxt och ekonomisk tillväxt, markanvändning, teknologiska förändringar samt tillgång på energi och bränsleanvändning. Scenarierna illustrerar hur förändringen kan gestalta sig.

IPCC:s scenarier benämns RCP, "Representative Concentration Pathways", och beskriver fyra utvecklingsvägar för det framtida klimatet (RCP8,5, RCP6,0, RCP4,5, RCP2,6). De fyra RCP-scenarierna benämns efter den strålningsdrivning (watt per kvadratmeter) som de olika scenarierna har år 2100 (Bogren m.fl. 2019). I IPCC "Sixth Assessment Report (IPCC 2021) studeras även så kallade "Shared Socioeconomic Pathways" (SSP) som beskriver hur olika demografiska utvecklingar kan påverka klimatet. RCP-scenarierna beskriver i första hand konsekvenserna av olika utvecklingar kring utsläpp av växthusgaser medan SSP-scenarierna i första hand beskriver vilken betydelse som olika åtgärder kan ha.

IPCC gör ingen värdering av vilket RCP-scenario som är troligast men RCP8.5 kan ses som ett worst case. Det scenariot karaktäriseras av ökade växthusgasutsläpp, med en koldioxidemission som år 2100 är tre gånger så hög som dagens och en snabb ökning av metanutsläppen.

Baserat på dessa scenarier kring hur strålningsdrivningen förändras, görs beräkningar av exempelvis den globala temperaturutvecklingen (se Figur 82). Med scenarierna RCP2.6, RCP4.5 och RCP6.0 beräknas för år 2050 en ökning av den globala medeltemperaturen med omkring 1,5–2,0 grader, jämfört med nivån 1961–1990. För scenariot RCP8.5 beräknas en temperaturökning med 2,5–3,5 grader. Till år 2100 beräknas för de fyra scenarierna temperaturökning av omkring 1,0, 2,5, 3,0 respektive 5,0 grader.

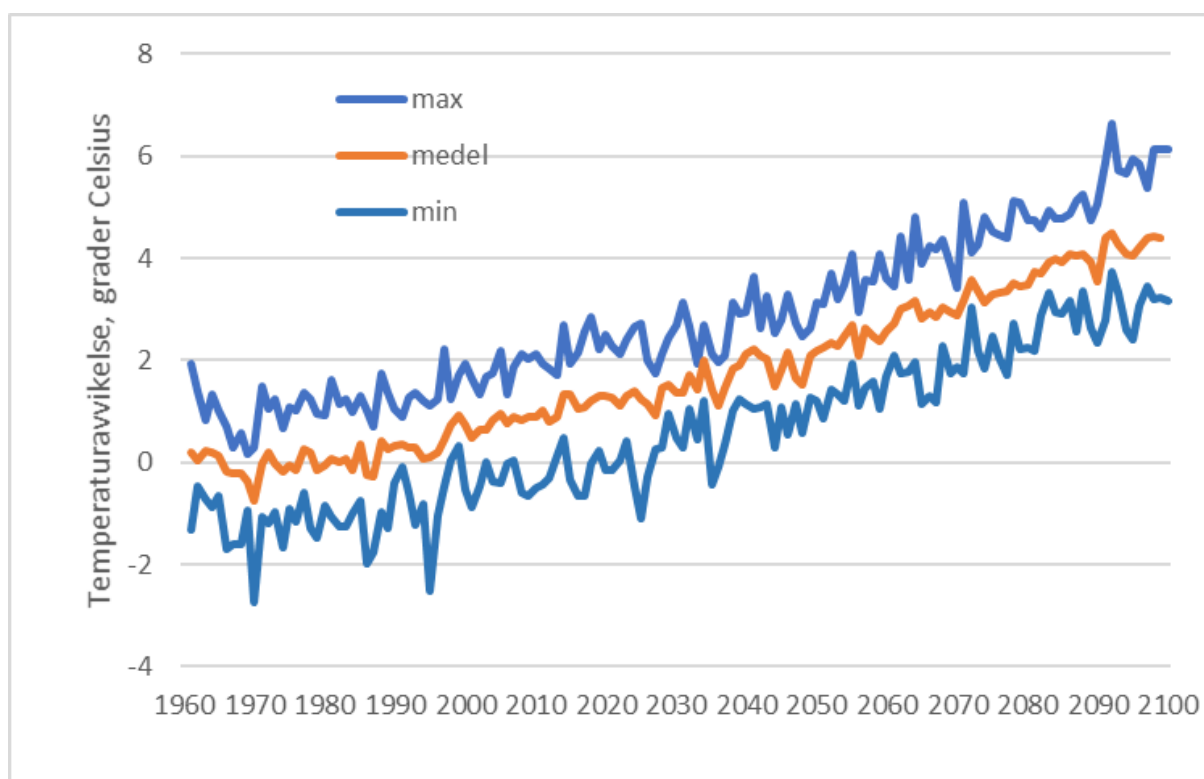
Baserat på de olika scenarierna för framtida klimatutveckling och resultat från globala klimatmodeller, kan utveckling i mindre regioner beräknas med regionala modeller.



Figur 82. Förväntad utveckling av den globala medeltemperaturen vid de fyra olika RCP-scenarierna (uttryckt som medelvärde vid olika simuleringsmodeller).

Hallands klimat

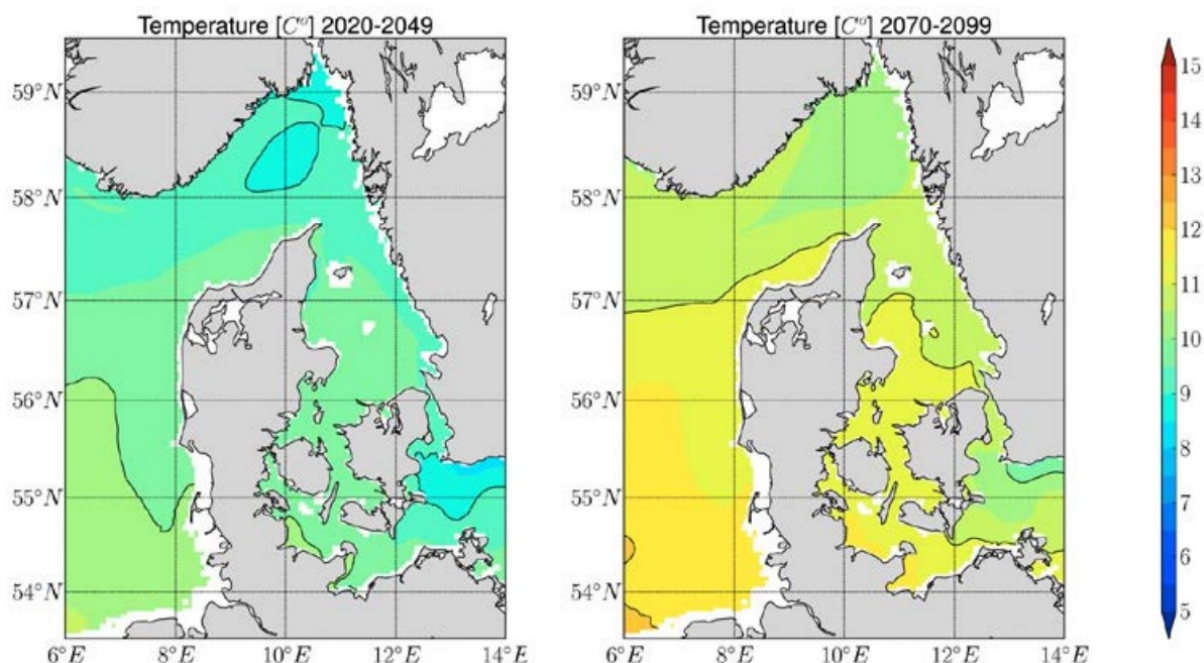
SMHI har, baserat på flera olika globala klimatmodeller, beräknat utvecklingen av medeltemperaturen i Halland (Person m.fl., 2015). För RCP4.5 beräknas, som ett medelvärde för de olika globala scenarierna, att medeltemperaturen i Halland, i slutet av seklet, ökar med knappt 2,5 grader, jämfört med referensperioden 1961–1990 (medeltemperaturen för referensperioden är 6,7 grader). För RCP8.5 beräknas ökningen till cirka 4,5 grader. Årsmedelnederbörden för Halland beräknas att öka med 15–25 % i jämförelse med referensperioden.



Figur 83. Beräknad temperaturavvikelse för Halland vid RCP8.5, jämfört med referensperioden 1961–1990. Beräkningarna baseras på nio olika globala klimatmodeller, grafens medel anger ett medelvärde för dessa modeller, max respektive min anger värdet för modellen med störst respektive minst avvikelse. (Källa: SMHI)

Kattegatts klimat

I ett samverkansprojekt med bland annat Havsmiljöinstitutet, Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket beskrivs Sveriges havsmiljö (Havsmiljöinstitutet, 2016). Det konstateras att havsvattnets ytemperatur i Kattegatt sedan 1970 har ökat med 0,43 grader per årtionde, detta är en betydligt högre ökning jämfört med världshaven, som uppvisar en genomsnittlig temperaturökning om 0,09–0,13 grader per årtionde. I projektet Hav möter land (Hordoir *et al.*, 2013) har beräknats hur temperatur, salthalt och vattenstånd kan förändras i ett framtida klimat. För ytvattnet beräknas en ökning med 2–3 grader till kommande sekelskifte, störst ökning sker under vintermånaderna.



Figur 84. Beräknad ytttemperatur för perioden 2020–2049 respektive 2070–2099 (Hordoir m.fl., 2013).

Trots en ökad nederbörd i Sverige har salthalten i Kattegatt inte ändrats nämnvärt och både ökningarna och minskningar har registrerats. För stationen Södra Kattegatts utsjö, har dock registrerats en statistiskt säkerställd ökning, med som medelvärde 0,54 PSU per årtionde (0,054 %). Någon markant framtida förändring av saliniteten har inte beräknats.

Eftersom den isostatiska landhöjningen (efter inlandsisen) är liten i södra Sverige, beräknas att havsnivåhöjningen till följd av klimatförändringen blir stor. Enligt beräkningar av SMHI skulle för de tre scenarierna RCP2.6, RCP4.5 och RCP8.5 medelhöjningen av havsnivåerna vid Varberg vid slutet av seklet uppgå till 17, 24 respektive 40 cm (medelvärde 2081–2100 relativt perioden 1986–2005) (Andersson 2018).

Kring vindförhållanden, och därmed även vågor, finns inte en lika tydlig trend. I ett varmare klimat skulle ökade temperaturkontraster kunna leda till högre vindhastigheter, detta har dock inte noterats, även om frekvensen av stormar har ökat något.

7.12.2. Konsekvenser

I det här avsnittet beskrivs identifierade effekter och konsekvenser för klimat. I Tabell 35 visas vilka påverkansfaktorer som bedömts och i vilken fas. Det interna kabelnätet bedöms i sig inte innebära någon påverkan. Hur vindparken påverkas av ett förändrat klimat beskrivs i avsnitt 7.10.

Tabell 35. Bedömda påverkansfaktorer för klimatpåverkan och under vilken/vilka faser detta kan uppstå.

Påverkansfaktor	Anläggningsfas	Driftsfas	Avvecklingsfas
Påverkan på lokalklimat		X	
Utsläpp kopplat till globalt/nationellt och regionalt klimat	X	X	X

Anläggningsfas

Ett syfte med en fossilfri produktion av elektricitet är att reducera det sammanlagda utsläppet av växthusgaser. I alla led vid tillverkningen av ett vindkraftverk (exempelvis utvinning av de metaller och material som används, tillverkning av de olika komponenterna, transporter till och från vindparken och installation) används energi i olika form, vilket leder till utsläpp av växthusgaser. Den totala energianvändningen kan beskrivas i en livscykelanalys (LCA). Den energi som används vid tillverkning, installation, drift och avveckling av en vindpark kan relateras till hur mycket elektricitet som produceras under vindparkens livstid. Härigenom får man ett mått på hur energieffektiv en vindpark är. För landbaserad vindkraft tar det runt ett halvår att producera den mängd energi som krävs för att tillverka, uppföra och nedmontera vindkraftverket (Energimyndigheten 2021a). Motsvarande siffra för havsbaserad vindkraft bedöms vara något längre, runt 8 månader (Energimyndigheten 2021a). För Galatea-Galene antas en livstid om 40–45 år. Detta innebär att verken producerar femtio gånger så mycket elektricitet som motsvarande den energi som används under vindkraftverkens livstid. Med i framtiden förväntade större verk kan antas att denna effektivitet blir än högre.

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

Driftsfas

Utsläpp av växthusgaser sker även under driftsfasen. Dessa är exempelvis kopplade till båttransporter och arbetsmaskiner som används vid service och underhåll av vindparken samt vid tillverkning av komponenter till vindparken. Lokalt kommer en vindpark att påverka vindklimatet, med en reducerad vindhastighet som följd. Att en vindpark påverkar vindklimatet kan illustreras med hur ett vindkraftverk genom vakeffekter¹⁷ minskar den elproduktion som sker vid bakomvarande verk. Som tumregel anges att avstånden mellan verk bör vara minst fyra gånger rotordiametern, men även på detta avstånd kvarliggier en viss vakeffekt. För en hel vindpark, kan uppskattas att den sammanlagda produktionen av elektricitet reduceras med i storleksordning av 10 %, till följd av dessa vakeffekter.

Enligt IPCC (2014) uppgår utsläppet av växthusgaser vid ett vindkraftverk i genomsnitt till 11 gram koldioxidequivaler per producerad kilowattimme ($\text{g CO}_{2e}/\text{kWh}$), utslaget över hela livscykeln. Utsläppen per kWh är mindre för större verk och IPCC anger ett intervall om 7–56 $\text{g CO}_{2e}/\text{kWh}$. Enligt Siemens Gamesa (u.å.) uppgår utsläppen av växthusgaser vid ett modernt vindkraftverk till 6 $\text{g CO}_{2e}/\text{kWh}$. I Tabell 36 ses en jämförelse mellan utsläpp av växthusgaser från vindkraft, kol, olja och naturgas.

¹⁷ När vindkraftverk utvinnet energi bromsas vinden upp. Om bakomvarande vindkraftverk står för nära hinner vinden inte återfå sin kraft och energiproduktionen blir då lägre, vilket kallas för vakeffekt.

Tabell 36. Beräknade årliga utsläpp från olika energikällor baserat på 6 TWh årlig produktion.

Energikälla	g CO _{2e} /kWh	Årligt utsläpp av CO _{2e} , årlig produktion 6 TWh
Vindkraft	6 ¹	0,042 miljoner ton
Kol	740 ²	4,4 miljoner ton
Olja	510 ²	3,1 miljoner ton
Naturgas	290 ²	1,7 miljoner ton

¹ Enligt Siemens Gamesa (u.å.).² Lägsta värde enligt IPCC 2014.

Som ses i tabellen ovan skulle utsläppen av växthusgaser uppgå till mellan cirka 50 och 125 gånger så mycket från fossila bränslen jämfört med vindkraft. Beroende på vilken typ av elproduktion som Galatea-Galene tränger ut (kol, olja eller gas) kan verksamheten reducera utsläppet av växthusgaser, för samma produktion, till cirka 1–2 %.

Avvecklingsfas

Vid nedmontering och återvinning av verksamheten med dess komponenter används energi som innebär utsläpp av växthusgaser. Klimatpåverkan under avvecklingsfasen bedöms dock vara obetydlig vilket innebär att konsekvenserna blir försumbara. De utsläpp och den energi som används under avvecklingsfasen har vindparken producerat flera gånger om fossilfritt. Om det dessutom antas att den teknik som finns tillgänglig vid tiden för avveckling är fossilfri, skulle inte någon påverkan på klimatet ske.

Det finns goda möjligheter till återanvändning av vissa komponenter i ett vindkraftverk, till exempel rotorblad, gir mekanism, växellåda, generator, maskinhus, bromsar och torn. Flera bolag idag erbjuder också ombyggnadsservice av komponenter. Om inte komponenterna kan återanvändas är de flesta delar i ett vindkraftverk återvinningsbara.

Fundament och plattformar till havs består till största delen av stål som kan återvinnas vid en nedmontering. Om man mot förmodan avvecklar gravitationsfundament (med betong som ballast), kan betongen användas som fyllnadsmassor till andra konstruktioner.

7.12.3. Sammanfattning gränsöverskridande påverkan

Som framgår ovan blir konsekvenserna för minskade utsläpp av CO₂ mycket positivt. De positiva konsekvenserna till följd av vindparken bedöms även vara positiva i ett gränsöverskridande perspektiv då klimatet är en global fråga som inte har några nationella gränser.

För att klara Parisavtalets temperaturmål behöver världen halvera de årliga utsläppen av växthusgaser under de kommande åtta åren enligt FN:s miljöprogramms senaste rapport från 2021 (UNEP Emissions Gap Report, 2021). Det krävs en snabb global omställning bort från fossila

bränslen tillsammans med en rad andra åtgärder som sänker utsläppen av växthusgaser. Vindpark Galatea-Galene bidrar till att uppnå de gemensamma klimatmålen.

Vindpark Galatea-Galene kommer även att bidra till den europeiska elförsörjningen och bidra till klimatnytta genom att ersätta kol- och gaskraft genom elexport till Europa.

8. Kumulativa effekter

I detta kapitel beskrivs bedömningen av kumulativa effekter. Med kumulativa effekter avses de samlade effekterna från planerad vindpark Galatea-Galene i kombination med potentiell påverkan från närliggande verksamheter eller åtgärder. I Kattegatt finns ett fåtal uppförda vindparker där den danska vindparken Anholt är den som bedöms kunna ge upphov till kumulativa effekter. I Kattegatt planeras även ett antal vindparker, se avsnitt 3.5 och Tabell 37. Vindparkerna som planeras närmast Galatea-Galene – projekten Kattegatt Offshore respektive Stora Middelgrund – har tidigare erhållit tillstånd men är nu föremål för nya tillståndsprövningar, bland annat för att parkerna ska kunna inrymma högre vindkraftverk. Den kumulativa bedömningen som redovisas nedan är därför förenad med betydande osäkerheter om och när dessa vindparker kommer att realiseras. Mot denna bakgrund är de bedömda kumulativa effekterna, i förhållande till andra vindparker som ännu inte realiserats, i stor utsträckning preliminära. Annan pågående verksamhet som bedöms ifråga om kumulativa effekter är sjöfart och fiske.

Tabell 37. Befintliga och planerade vindparker i närhet till vindpark Galatea-Galene för vilka kumulativa effekter bedöms.

Vindpark	Projektets status	Avstånd till Galatea-Galene
Anholt	Befintlig vindpark, i drift sedan 2012.	Cirka 43 km
Kattegatt Offshore	Tillstånd enligt miljöbalken finns. Ny tillståndsprövning pågår för ändrad verksamhet (högre vindkraftverk).	Cirka 14 km
Stora Middelgrund	Har tidigare erhållit tillstånd enligt SEZ (år 2008), med förlängd arbetstid genom beslut år 2014 (till år 2020). Ny tillståndsprövning pågår för tillstånd enligt SEZ och Natura 2000.	Cirka 1,6 km
Hesselø	Planering och förstudie pågår, ny lokalisering av parken fastställdes i juni 2022.	Cirka 35 km

8.1. Anläggningsfas

För påverkan från sedimentspridning och suspenderat material är det endast planerad vindpark Stora Middelgrund som bedöms kunna ge upphov till kumulativa effekter då Kattegatt Offshore samt Hesselø bedöms ligga på ett för stort avstånd från Galatea-Galene för att sedimentspridning till följd av anläggande av Galatea-Galene ska kunna nå det området, samt då anläggningsfaserna sannolikt inte överlappar (se nedan).

Om anläggningsfaserna för Stora Middelgrund och Galatea-Galene inträffar samtidigt skulle en ökad sedimentspridning kunna uppstå genom additiva effekter i de områden där

påverkansområdet avseende sedimentspridning från respektive vindpark potentiellt överlappar. Detta skulle kunna resultera i en ökad negativ påverkan lokalt på framförallt bottenflora och bottenfauna. Bedömningen är att det huvudsakligen skulle vara vid gränsen till Natura 2000-område Stora Middelgrund och Röde bank som kumulativa effekter skulle kunna uppstå. Detta eftersom vindpark Stora Middelgrund planeras inom Natura 2000-området som angränsar till delområde Galatea. Den kumulativa påverkan av sedimentation och suspenderat material på bottenflora- och fauna bedöms ge upphov till liten till försumbar konsekvens. Även de kumulativa effekterna från sedimentspridning som kan påverka fisk bedöms som försumbara.

Kumulativa effekter ifråga 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 framförallt ske på marina däggdjur och fisk. Planerad vindpark Kattegatt Offshore kommer sannolikt inte att anläggas samtidigt som planerad vindpark Galatea-Galene (enligt tillståndet löper igångsättningstiden till år 2024) och någon kumulativ effekt vad avser undervattensljud uppstår därför inte. Om vindparken Stora Middelgrund skulle meddelas tillstånd och anläggas samtidigt som Galatea-Galene kan ljudalstrande arbetsmoment från pålning, som utförs relativt nära och samtidigt i båda vindparker, resultera i ett större påverkansområde. Det kan i sin tur leda till en längre sträcka för till exempel marina däggdjur och fisk att simma bort från området där höga nivåer av undervattensljud uppkommer samt en något större tillfällig habitatsförlust. Även fisk kan påverkas av kumulativa effekter från undervattensljud, konsekvensen bedöms dock som försumbar. Sådana kumulativa effekter kan dock undvikas genom en anpassad installationsplan och kommunikation med andra projektörer och myndigheter.

Under anläggningsfasen blir det sannolikt en begränsning i fisket, vilket kan medföra ekonomiska olägenheter för yrkesfiskare. Det bör dock noteras att det endast är en säkerhetszon runt det befintliga anläggningsarbetet av respektive vindkraftverk, och inte hela vindparken samtidigt. Detta betyder att även om fler projekt påbörjar anläggningsfasen samtidigt kommer detta ske under en begränsad period och på förhållandevis små ytor sett till arealerna det aktivt fiskas på i Kattegatt. Konsekvenserna för yrkesfisket under anläggningsfas bedöms som försumbara. Under anläggningsfasen kan kumulativa effekter uppstå för sjöfarten om vindparkerna anläggs samtidigt och exempelvis väljer samma installationshamn på Västkusten. Att anläggningsfaserna skulle överlappa med varandra bedöms dock inte som sannolikt och konsekvenserna bedöms som försumbara.

Anläggningsarbeten för en vindpark planeras lång tid i förväg och tillsynsmyndigheten kommer involveras i arbete med kontrollprogrammet, samt att både kontrollprogram som installationsplan ska inges till tillsynsmyndigheten flera månader innan arbetena påbörjas. Tillsynsmyndigheten kommer därmed ha en samlad bild över planerade arbeten i området, och kan tillsammans med verksamhetsutövarna samordna och koordinera utförandet till undvikande av kumulativa effekter, samt även förelägga om nödvändiga åtgärder. Mot denna bakgrund bedöms risken för kumulativa effekter under anläggningsfasen vara försumbar.

Intilliggande farleder ger redan idag upphov till undervattensljud och de tillkommande fartygstransporterna i området under anläggningsfasen från Galatea-Galene och Stora Middelgrund bedöms bidra till en mycket begränsad ökning av undervattensljud från fartyg.

8.2. Driftsfas

Det undervattensljud som kan uppkomma under driftsfas är betydligt lägre än i anläggningsfas. Intelligande farleder ger redan idag upphov till undervattensljud och de tillkommande fartygstransporterna i området, om vindparkerna Galatea-Galene, Kattegatt Offshore och Stora Middelgrund realiseras, bedöms bidra till försumbar ökning av undervattensljud från fartyg jämfört med befintlig fartygstrafik. Den kumulativa effekten från undervattensljud i driftsfas bedöms också som försumbar. Hesselø är beläget på för stort avstånd för att bidra till kumulativa effekter koppla till undervattensljud från fartyg.

Om fler vindparker anläggs i närheten av Galatea-Galene skulle det kunna innebära en utökad reveffekt i hela området vilket skulle kunna vara positivt för den biologiska mångfalden.

Sannolikt kommer etableringen av Galatea-Galene resultera i positiva kumulativa skyddseffekter för fisk då det inom större områden blir begränsat för intensivt fiske och bottentrålning varav fisk och övrigt marint liv kan växa ostört. Konsekvensen av negativa kumulativa effekter för fisk, utifrån verksamheten i dess helhet tillsammans med andra verksamheter, blir försumbar.

Planerad vindpark Kattegatt Offshore ligger närmre in mot land än Galatea-Galene och bedöms påverka andra fågelsamhällen än Galatea-Galene. Inga kumulativa effekter, som ger större påverkan än om endast Galatea-Galene anläggs, bedöms därför uppstå med denna.

Baserat på beräknad kollisionsrisk för vindpark Anholt och antagandet att majoriteten av landfåglarna som migrerar från väst till öst genom vindpark Galatea-Galene passerar vindpark Anholt först bedöms antalet landfåglar som eventuellt kolliderar vara få och en försumbar andel (0,02 %) av biogeografiska populationerna. För migrerande sjöfågel har inga kollisionsberäkningar gjorts för Anholt eller Stora Middelgrund (Skov m.fl. 2009, Ottvall och Ottosson 2021). I ansökningshandlingarna för respektive vindpark bedöms den totala påverkan på migrerande rastande och övervintrande sjöfåglar bli obetydlig till liten båda för den enskilda vindparken och kumulativa effekter. Bedömningen för vindpark Galatea-Galene är därför att kumulativa effekter på fågel är liten.

Utöver Anholt och Stora Middelgrund planeras också för Hesselø, söder om Anholt. Den preliminära screeningsrapporten som gjorts för Hesselø indikerar att sillgrissla och tordmule är de huvudsakliga arterna som påverkas av denna vindpark. Det bedöms i den preliminära analysen för Hesselø att vindparken kan leda till en undanträngning av upp till 3 925 tordmular och 1 227 sillgrisslor motsvarande 1,79 % och 0,68 % av den totala populationen av tordmule och sillgrisslor i Kattegatt (220 000 respektive 180 000). Det är osäkert till var de undanträngda fåglarna kommer att fördelas, men troligtvis finns endast 1 % av Kattegattbeståndet vid Stora Middelgrund. Detta gör att potentiellt färre än 100 alkor kommer att flytta till Natura 2000-området Stora Middelgrund och Röde bank från vindparkerna Galatea-Galene och Hesselø Offshore Wind Farm. Kombinerat med uppskattningsvis 900 alkor som undanträngs till följd av vindkraft på Stora Middelgrund innebär detta mindre än 0,1 % av den baltiska populationen. För Lilla Middelgrund och Fladen samt det danska Natura 2000-området Nordvestlige Kattegatt blir påverkan ännu mindre, eftersom det inom dessa Natura 2000-områden inte planeras någon ny vindpark, vilket planeras i Stora Middelgrund. Den kumulativa effekten från Anholt OFW, Hesselø och Stora Middelgrund bedöms inte bli större i kombination med Galatea-Galene. Bedömningen för vindpark Galatea-Galene är därför att kumulativa effekter på fågel är liten. De kumulativa effekterna kommer inte

leda till några negativa effekter på Natura 2000-områdenas status, eller bevarandestatus hos de utpekade fågelarterna för de aktuella Natura 2000-områden.

För fladdermöss bedöms konsekvensen från kumulativa effekter vara densamma som beskrivet i kapitel 7 ovan. Med införande av kontrollprogram vid driftstart för att säkerställa eventuellt behov av reglering av vindparken under migrationsperiod så bedöms ingen negativ påverkan uppstå.

Kumulativa effekter kan uppstå på landskapsbilden från Anholt och de vindparker som framförallt ger upphov till kumulativa effekter är Galatea-Galene och Stora Middelgrund. Hesselø ligger ensam söder om Anholt på ca 35 km avstånd och i en annan riktning än Galatea-Galene. Hesselø har en exponering mot Anholt på bara ca 28 grader. Hesselø bedöms med detta som bakgrund inte medföra kumulativa effekter på landskapsbilden.

Från Sønderbjerg syns Stora Middelgrund som upptar östra delen av vyn från utsiktspunkten i horisontlinjen. Den kumulativa effekten av Galatea-Galene blir att de förlänger sträckan med vindkraftverk norr om Stora Middelgrund. Kattegatt Offshore kommer mestadels skymmas utav Galatea. Anholt vindpark ligger på ungefär samma avstånd som delområde Galatea men har en lägre höjd vilket gör att påverkan av vindparken blir mindre. Den kumulativa effekten bedöms ge stor påverkan på landskapsbilden.

Även från Anholt fyr syns Stora Middelgrund i öster och den kumulativa effekten blir även här att Galatea-Galene förlänger sträckan med vindkraftverk norr om Stora Middelgrund. Delområdet Galatea är belägen något närmare Anholt fyr vilket gör att dess vindkraftverk blir väl synliga. Vindparken Kattegatt Offshore skymms av Galatea och blir svårare att urskilja vid horisonten. Anholt vindpark ligger väster om ön och är ej synlig från Anholt fyr. Den kumulativa effekten av de tillkommande vindparkerna bedöms ge stor påverkan på landskapsbilden.

Från Flakket skymms vindkraftverken i Stora Middelgrund av dynområdet i öster och innebär därmed ingen visuell påverkan för denna plats. Kattegatt Offshore syns inte heller från Flakket. Anholt vindpark ligger väster om ön och är knappt synlig från utblickspunkten. Med detta som bakgrund bedöms någon kumulativ effekt inte uppstå på landskapsbilden från Flakket.

Vilka kumulativa effekter som kan uppstå i driftsfasen på yrkesfiske beror till stor del på hur de olika vindparkerna kommer påverka utövandet av yrkesfisket och vilka begränsningar som vindparkerna kommer att medföra. Den negativa kumulativa effekt som kan uppstå är att vindpark Galatea – Galene tillsammans med andra vindparker begränsar en större yta för yrkesfisket. En ytterligare bidragande faktor till kumulativa effekter är den reglering av fiske i Natura 2000-områden i området som innebär ytterligare begränsning av fiskeområden. Sammantaget kan ungefär en fjärdedel av den tidigare fiskbara¹⁸ ytan inom Kattegatt i framtiden vara begränsad, till följd av etableringen av planerade vindparker och regleringar i Natura 2000-områdena. Konkurrensen kan då öka i andra fiskeområden. Totalt fiskestopp råder dock bara inom vissa ytor av de svenska Natura 2000-områdena. Ytterligare en negativ effekt är att fiskefartyg måste röra sig längre från landningshamnar. Sammanfattningsvis är bedömningen att de två närliggande

¹⁸ Med den fiskbara ytan avses det område inom ICES-område 27.3.a.21 som avgränsas av Sveriges ekonomiska zon (EEZ) i väst och trålgränsen samt inflyttade trålområden i öst.

projektområdena (Kattegatt Offshore och Stora Middelgrund) bidrar till en marginell kumulativ effekt på yrkesfisket, vilket gör att påverkans storlek och konsekvensen inte skiljer sig nämnvärt från den effekt Galatea–Galene har på yrkesfisket. Detta beror främst på att visst fiske kan fortgå i Kattegatt Offshore och att Stora Middelgrund är lokaliserat i ett område där det redan idag är restriktioner för fisket. Konnektivitet mellan parker kan uppstå, samt att större områden begränsas till viss del från yrkesfiske. Sammantaget bedöms påverkan av kumulativa effekter som liten negativ och konsekvensen som liten.

Inga kumulativa effekter på sjöfart bedöms uppstå under driftsfasen.

8.3. Avvecklingsfas

Avvecklingsfasen för respektive vindpark ligger så pass långt i framtiden att det idag inte är möjligt att bedöma kumulativa effekter för denna fas.

9. 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.

Placering och utformning:

- Fundament och erosionsskydd får inte placeras på bubbelrev, hästmusselbankar, maerl och haploops-samhällen, samt ej heller inom ett avstånd om 50 meter från dessa naturtyper, med undantag för bubbelrev där avståndet ska vara minst 200 meter.
- Fundament, erosionsskydd och kablar får inte anläggas närmare än 250 meter till vraket från lastfartyget Altnes.
- Vindkraftverk och mätmaster ska förses med hindermarkering enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets föreskrifter.

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 underhållsarbete med installationsfartyg utförs. Fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindparken ska varnas.
- Under anläggningsfasen kommer en rutt att definieras så att påverkan av korsande trafik vid S-rutten och/eller T-rutten blir så låg som möjligt.
- Under anläggningsfasen kommer arbetsområdet definieras och markeras ut i sjökort och visuellt med bojar som har racon eller radarreflektorer. Arbetsbelysning på

arbetsfartyg och plattformar kommer att skärmas av för att reducera påverkan på passerande trafik.

Kemikalier och avfall:

- Utrustning för uppsamling av spill av olja och andra flytande kemikalier från vindkraftverk och transformatorer ska finnas.
- Avfall, såväl fast som flytande, ska tas om hand, sorteras och förvaras så att risk för förorening eller andra olägenheter inte uppstår och transporteras till land för omhändertagande.
- På fartyg som används vid service och underhåll ska det finnas utrustning för sjöräddning och miljöinsatser, exempelvis möjligheter att bärga människor, hjärtstartare, bårar och länsar för att begränsa spridning av kemikalier.
- På fartyg som används vid service och underhåll ska det finnas utrustning för sjöräddning och miljöinsatser, exempelvis möjligheter att bärga människor, hjärtstartare, bårar och länsar för att begränsa spridning av kemikalier.

Marinarkeologi:

- En marinarkeologisk utredning ska genomföras. Om marinarkeologiska objekt identifieras inom vindparksområdet ska dessa så långt som möjligt undvikas vid etablering av fundament och undervattenskablar.

Undersökningsprogram:

- Förekomst av och påverkan på vår-och vintermigrerande 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 höstmigrerande fladdermöss.
- Radarundersökningar, fågelobservationer eller andra lämpliga undersökningar ska genomföras under en period om tre år efter driftsättning för att utreda migrerande rovfåglar rörelsemönster och undvikandegrad inom vindparken och dess påverkan av vindparken.

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 pålningsarbeten 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 tillräcklig 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 $SEL_{SS,VHF} \leq 112$ dB tumlare re $1\mu Pa^2s$ på ett avstånd av 750 meter från ljudkällan och $SPL_{RMS-fast, VHF} 100$ dB tumlare re $1\mu Pa$ på ett avstånd om 5,7 km från ljudkällan. Ljudet mäts på två avstånd för att dokumentera effektiviteten av ljuddämpningen och för att verifiera att den verkliga ljudspridningen vid pålning inte överstiger den modellerade.
- Under perioden 15 maj - 15 augusti får undervattensljud från pålning inte överstiga värdet $SPL_{RMS-fast, VHF} 100$ dB tumlare re $1\mu Pa$ inom Natura 2000-områdena Fladen, Lilla Middelgrund, Stora Middelgrund och Röde bank samt Kims top og den Kinesiske mur.
- Till skydd för torsklek får ingen pålning ske under perioden 1 januari - 31 mars inom delområde Galene.

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.
- En beredskaps- och räddningsplan kommer att tas fram i samråd med berörda myndigheter. I planen ska klargöras ansvarsfördelningen vid olika incidenter och olyckor, vilka åtgärder ska vidtagas, var utrustning finns och vem som ska informeras.

10. Samlad bedömning gränsöverskridande påverkan

10.1. Samlade konsekvenser av verksamhetens gränsöverskridande påverkan

Galatea-Galene bidrar positivt till Sveriges och EU:s miljömål som bland annat handlar om att lämna över ett hållbart samhälle till nästa generation. Galatea-Galene bedöms bli en viktig del i Sveriges och Europas process att ställa om till förnybara energikällor och att bidra till att uppfylla Sveriges och Europas klimatmål. Vindparken bedöms medföra **långvariga positiva konsekvenser** med avseende på ersättande av fossil elproduktion och därmed storskalig reduktion av växthusgasutsläpp. Dessa mer långsiktiga positiva konsekvenser behöver ställas i relation till de negativa konsekvenser som kan uppkomma och som i de flesta fall är av mer övergående och tidsbegränsad karaktär.

Påverkans- och konsekvensbedömningar är gjorda utifrån ett worst case. Bedömningarna baseras på antaganden om ett maximalt utformningsscenario som med betydande marginal tar höjd för vad som kan bli den största påverkan på miljön. Detta möjliggör en utformning av vindparken utifrån de gränser som tillståndet sätter. Detta arbetssätt har använts för att täcka in alla fall med mindre påverkan och konsekvenser. Miljöpåverkan kan alltså vara mindre omfattande men inte mer omfattande än vad som beskrivits i denna MKB.

För mottagare och värden kopplat till bottenflora- och fauna och fisk bedöms påverkan som mycket lokal och bedöms därmed inte leda till någon gränsöverskridande påverkan. För marina däggdjur bedöms den gränsöverskridande påverkan vara densamma som i svenskt vatten eftersom berörda populationer rör sig mellan Sverige och Danmark. Konsekvenserna är främst kopplade till anläggningsfasen och påverkansfaktorer är framför allt sedimentspridning och sedimentation samt undervattensljud vid installation av fundament. Ingen direkt fysisk påverkan kommer att ske inom danskt vatten. Anläggningsfasen pågår under en begränsad period och skyddsåtgärder kommer att vidtas vilket medför att konsekvenserna under anläggningsfasen bedöms vara lokala och därmed försumbara i ett gränsöverskridande perspektiv. Under driftskedet bedöms påverkan vara än mer lokal varför inga gränsöverskridande konsekvenser uppstår.

Under driftsfasen bedöms negativa konsekvenser främst uppstå för fåglar och för yrkesfiske. Dessa konsekvenser beror i huvudsak på vindkraftverken med tillhörande fundament.

För fåglar bedöms den huvudsakliga påverkan och konsekvenser vara kopplat till undanträngning (gäller huvudsakligen för alkor) samt kollisioner med vindkraftverk. Beroende på fågelart är kollisionsrisken större eller mindre. Samlat bedöms konsekvenserna vara **små till försumbara**.

För yrkesfisket, både det svenska och danska, bedöms konsekvensen bli **liten**. Detta då ytor som används för fisket tas i anspråk och begränsar möjligheterna till fiske, samtidigt som det bland annat finns goda möjligheter till omfördelning av fisket till andra platser. Positiva effekter för fiskpopulationerna kan i längden gynna yrkesfisket. OX2 arbetar för att skapa förutsättningar för samexistens mellan vindparken och bottentrålning. Genom dialog med yrkesfiskarna kan

fundamentens positioner, förläggingsdjup av havskablar med mera anpassas för att om möjligt utforma vindparken efter båda parter behov.

Vindkraftverken kommer att bli synliga och kunna skönjas vid horisonten från stora delar av Anholt. Eftersom vindkraftverken kommer att synas från platser med höga värden men på ett relativt långt avstånd, bedöms påverkan samt konsekvenser sammantaget bli **måttliga till stora**. Detta är huvudsakligen kopplat till att vindparken bryter den idag till stor del obrutna horisonten.

För aspekten rekreation och friluftsliv bedöms konsekvenserna bli **försumbara**.

Då vindparken är lokaliserad mellan två farleder med internationell trafik, varav den västra farleden (T-rutten) delvis ligger inom dansk ekonomisk zon, uppstår en gränsöverskridande påverkan. Under anläggningsskedet kan det föreligga konflikter mellan anläggningsarbeten och övrig fartygstrafik och under driftskedet kan vindparken medföra en ökad sannolikhet för fartygsolyckor såsom kollisioner och allisioner. Med olika åtgärder under såväl anläggningsskedet som driftskedet kommer riskerna att reduceras till en nivå som kan definieras som ALARP, as low as reasonably possible. Sjöfartens känslighet för fartygsolyckor får ses som hög, men påverkan bedöms vara obetydlig, vilket innebär försumbara konsekvenser.

Inga oacceptabla risker bedöms uppstå till följd av Galatea-Galene. Vindparken kommer att designas på sådant sätt att den kan motstå klimatförändringar. Vidare kommer OX2 att arbeta med riskhantering och riskminimering genom att bland annat ta fram en beredskaps- och räddningsplan i samråd med tillsynsmyndigheter och andra berörda myndigheter och kommuner.

Forsvarsministeriet i Danmark har angett att Galatea-Galene vindpark kan påverka deras radarsystem på den danska ön Anholt. OX2 har därför inlett tekniska analyser för att bedöma påverkan på Forsvarsministeriets anläggning i enlighet med de önskemål som Forsvarsministeriet i Danmark har framfört. Vid behov kommer nödvändiga åtgärder att vidtas för att minimera, anpassa eller etablera skyddsåtgärder så vindparkens störningar på radarsystem på Anholt minimeras.

De negativa konsekvenser som kan uppstå till följd av vindparken är i många fall kortvariga och begränsade, detta på grund av att de huvudsakligen är kopplade till anläggningsfasen och att de främst uppstår inom själva vindparksområdet. Detta ska ställas i relation till de mer långvariga positiva konsekvenser som kan uppstå till följd av de nya strukturer som skapas inom vindparken. Vindparken medför **måttliga positiva** konsekvenser i form av skapande av artificiella rev som främjar biologisk mångfald (så kallad reveffekt). Reven kan fungera som livsmiljö och skydd för bland annat fisk och uppväxtmiljö för yngel. Genom att tillföra nya levnadsmiljöer kan den biologiska mångfalden öka vilket också har betydelse sett ur ett större ekosystemsperspektiv. Vindkraftverk och fundament bedöms också stärka möjligheten för spridning av flora och fauna mellan de två delområdena och närliggande Natura 2000-områden vilket kan leda till en större biologisk mångfald och ett ökat skydd för arterna då risken för isolering i mindre delområden minskar. Vindparken bedöms därmed inte enbart innebära positiva effekter och konsekvenser med avseende på reducering av koldioxidutsläpp och klimatet utan på längre sikt även för den marina miljön i området, även vad gäller gränsöverskridande effekter.

Om yrkesfisket, inklusive bottentrålning, minskar inom området för vindparken innebär verksamheten ett tillkommande skydd för organismer som finns i verksamhetsområdet och som rör sig mellan delområdena och närliggande Natura 2000-områden. Denna positiva konsekvens

är beroende av den fortsatta dialogen med yrkesfiskarna och hur möjligheten till fortsatt bottentrålning i realiteten kommer att se ut. Här finns en målkonflikt mellan olika intressen.

I Tabell 38 redovisas konsekvensernas storlek för respektive mottagare och intresse. I vissa frågor kvarstår fortsatt dialog, detta anges också i tabellen.

Tabell 38. Sammanfattning över bedömda konsekvenser för respektive mottagare/intresse

Intresse/Mottagare	Konsekvens
Bottenflora- och fauna	Ingen negativ gränsöverskridande konsekvens (reveffekt ger positiv konsekvens även över gränser)
Fisk	Ingen negativ gränsöverskridande konsekvens (reveffekt ger positiv konsekvens även över gränser)
Marina däggdjur	Liten-försumbar
Fågel	Liten-försumbar
Landskapsbild	Måttlig-stor
Rekreation och friluftsliv	Försumbar
Yrkesfiske	Liten
Sjöfart	Försumbara, ingen oacceptabel risk
Risk och säkerhet	Ingen oacceptabel risk
Områden av intresse för totalförsvaret (Forsvarsministeriet i Danmark)	Tekniska studier pågår
Klimatpåverkan	Liten-stor positiv konsekvens

10.2. Natura 2000

Anläggande av vindpark Galatea-Galene innebär inte något fysiskt intrång eller att någon bottenyta tas i anspråk i något danskt Natura 2000-område. Mål för utpekade naturtyper kopplat till utbredning och strukturer påverkas därmed inte av verksamheten.

Negativa konsekvenser på Natura 2000-områdenas skyddade naturtyper och arter till följd av verksamheten bedöms främst uppstå under anläggningsskedet och är framförallt kopplat till sedimentspridning och sedimentation samt undervattensljud vid installation av fundament. För fåglar bedöms driftsfasen vara den fas där negativa konsekvenser huvudsakligen kan uppstå.

Vindpark Galatea-Galene påverkar inte förutsättningarna för gynnsam bevarandestatus för de utpekade naturtyperna eller utpekade arter (för tumlare tas hänsyn till beaktande av åtaganden om skyddsåtgärder). De skyddsåtgärder som kommer att vidtas kopplar till att minska påverkan till följd av undervattensljud som uppstår under anläggningsfasen, dels vid seismiska undersökningar, dels vid pålning under installation av fundament. Vid pålning av fundament kommer användning av akustiska metoder, mjuk uppstart och ljuddämpande utrustning att tillämpas med hänsyn till tumlare.

För utpekade fågelarter bedöms planerad verksamhet inte medföra några konsekvenser, varken kort- eller långvariga, som negativt kan påverka deras bevarandestatus.

10.3. Klimatmål

År 2015 kom världens länder genom Parisavtalet¹⁹ överens om att den globala temperaturökningen skulle hållas långt under 2 grader och att vi ska sträva mot att begränsa den till 1,5 grader. Parisavtalet kopplar även till FN:s Agenda 2030 där ett av huvudmålen är att lösa klimatkrisen. För att leva upp till målen i Parisavtalet har Sveriges riksdag beslutat om etappmål för minskning av landets klimatpåverkan. Enligt etappmålen ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären år 2045 för att därefter uppnå negativa utsläpp, det vill säga att sänka halten av växthusgaser i atmosfären. Utöver detta ska elproduktionen i Sverige enligt riksdagens mål vara 100 % förnybar till år 2040. Dessa målsättningar speglas även i miljökvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* som beskrivs i avsnitt 7.12. Enligt både regeringen²⁰ och Energimyndigheten²¹ krävs möjligheter till framtida expansion av vindkraften för att målen kring fossilfri elproduktion ska uppnås.

EU arbetar med en översyn av sina klimat-, energi- och transportslagstiftningar inom ramen för det så kallade 55 %-paketet för att anpassa gällande lagar till EU:s klimatmål till 2050. I planen ingår att EU:s samlade utsläpp ska minska med 55 procent till 2030 jämfört med 1990 och att EU ska uppnå klimatneutralitet senast 2050. Planen går också ut på att höja EU-målet om att den

¹⁹ 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 2021-10-26.

²⁰ Sveriges klimatpolitiska ramverk: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_Sweden.pdf Miljödepartementet. Hämtat 2021-10-29.

²¹ <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/sa-kan-100-procent-fornybar-elproduktion-se-ut/> Hämtat 2021-10-29

totala energimixen ska bestå av förnybara energikällor från 32 procent till minst 40 procent senast 2030.

Den planerade vindparken i Galatea-Galene bedöms producera lika mycket energi som krävs för tillverkning, anläggning och avveckling inom ett halvår-år från det att vindkraftsparken tas i drift. Under sin livstid ersätter parken fossil elproduktion och därmed kan växthusgasutsläppen reduceras i stor skala. Den planerade vindparken bedöms därför bidra positivt till uppfyllandet av Sveriges klimatmål och därmed även Parisavtalet och Agenda 2030. Vindpark Galatea-Galene bedöms även kunna bidra positivt till uppfyllandet av EU:s klimatmål.

10.4. Danmarks havsstrategi och god miljöstatus (god miljøtilstand)

Danmark har en havsstrategilag som implementerar betydande delar av EU:s havsstrategi som syftar till att säkerställa en god havsmiljö i medlemsstaternas marina områden genom att uppnå god miljöstatus senast 2020. I havsstrategin finns elva deskriptorer som beskriver god miljöstatus i havsmiljön på en övergripande nivå för elva temaområden; biologisk mångfald, främmande arter, kommersiellt nyttjade fiskar och skaldjur, marina näringsvävar, övergödning, havsbottens integritet, bestående förändringar av hydrografiska villkor, koncentrationer och effekter av farliga ämnen, farliga ämnen i fisk och andra marina livsmedel, marint skräp, och undervattensbuller.

Vindpark Galatea-Galene bedöms inte påverka möjligheten att nå eller upprätthålla god miljöstatus för de deskriptorer som anges ovan. Detaljerade konsekvensbedömningar för biologisk mångfald, främmande arter, fisk och yrkesfiske, bottenflora- och fauna, fågel, marina däggdjur, farliga ämnen och olycksrisker redovisas i kapitel 7.

11. Alternativredovisning

11.1. Inledning

En miljökonsekvensbeskrivning ska redovisa alternativa lösningar och lokaliseringar för verksamheten samt för nollalternativet. Alternativredovisningen redogör för de alternativ som studerats för verksamheten och de val som har gjorts med hänsyn till miljöeffekter och andra kriterier. I enlighet med praxis har en utgångspunkt för studerade alternativ varit att de ska uppfylla verksamhetens syfte, se kapitel 1.

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

11.2. Alternativ lokalisering

11.2.1. Utgångspunkter för lokalisering

OX2:s strategi för bolagets havsbaserade projektportfölj är att mer eller mindre parallellt driva fram flera storskaliga projekt längs Sveriges kust, 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 procent förnybar.

Den primära målsättningen har varit att utifrån en bred ansats och grundlig utredning av möjliga områden till havs välja ut de projektområden runt södra Sveriges kustområden som har de bästa förutsättningarna för etablering av vindkraft. Områdena ska uppfylla urvalskriterierna (se nedan) med minsta möjliga motstående intressen, få negativa miljöeffekter och med möjlighet till elanslutning.

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

Elbehovet i 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 upp till 310 TWh år 2045.²² En stor del av den ökade elanvändningen kommer att ske kring tätorterna i södra Sverige till följd av en ökad urbanisering och elektrifiering. Redan i dag råder periodvis nätkapacitetsbrist i elområde 3 och 4 (södra halvan av Sverige).

Den lokala nätkapacitetsbristen innebär att verksamheters möjligheter till tillväxt begränsas och att omställningen till 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.

En ökad överföringskapacitet norrifrån skulle mildra problemet, men ledtiderna för förstärkningar av transmissionsnätet är mycket långa. Även i norra Sverige ökar elbehovet i och med etablering av nya elintensiva verksamheter och elektrifiering av industrin. I den regionala elnätsanalys 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 minskar, behöver elproduktionen öka kraftigt i södra Sverige.

Vindkraft till havs

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

²² Baserat på Energiföretagens analys av högnivåscenario, 2021.

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.

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 behov av 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 kommande energibehov.

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 den mest robusta nätinфраstrukturen byggts upp i anslutning till 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 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.

I södra Sverige, och i synnerhet på västkusten, finns idag lämpliga anslutningspunkter med tillgänglig kapacitet för att ansluta storskaliga vindparker, bland annat vid eller i närheten av de platser där kärnkraftsreaktorer tagits ur drift. Dessa anslutningspunkter är dimensionerade för stora volymer elektricitet. Det finns även förutsättningar för anslutning till elnätet längre in på land, men det kräver större anpassningar i kraftsystemet och längre anslutningsvägar på land och i vatten.

11.2.2. Analys och urval

Målsättningen har varit att utifrån en bred ansats och grundlig utredning av möjliga områden till havs välja ut de områden runt södra Sveriges kustområden som har de bästa förutsättningarna för etablering av vindkraft. Områdena ska uppfylla urvalskriterierna med minsta möjliga motstående intressen, begränsade negativa miljöeffekter och med möjlighet till elanslutning.

Följande tekniska och ekonomiska förutsättningar har varit centrala utgångspunkter vid lokalisering av en havsbaserad vindpark:

- Stabila och starka vindförhållanden.
- Lämpligt vattendjup med hänsyn till bland annat de fundament som kan byggas i olika vattendjup.
- Lämplig geologi med hänsyn till bland annat de fundament som kan byggas på olika bottenförhållanden.
- Omfattningen på vindparken behöver vara av tillräcklig storlek för att få ekonomisk hållbarhet i projektet och konkurrenskraftig elproduktion.

Förutom de tekniska och ekonomiska förutsättningarna har hänsyn tagits till bland annat naturmiljö (till exempel Natura 2000-områden, känsliga livsmiljöer och arter), kulturmiljö, yrkesfiske, sjöfart, försvarsintressen och andra befintliga verksamheter och anläggningar.

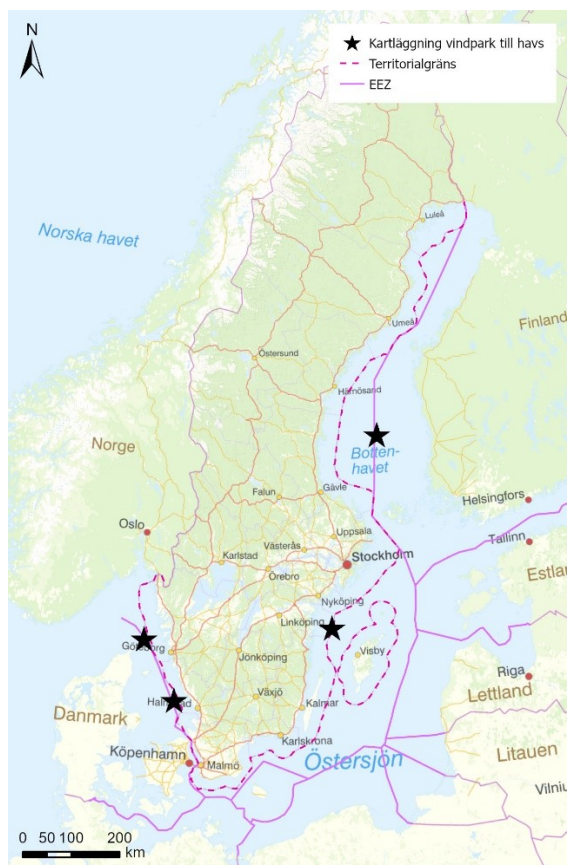
Genom lokaliseringsutredningen har de olika analysparametrarna sammanställts i ett geografiskt informationssystem (GIS) där olika lager av kartor och intressen lagts in som byggstenar i en detaljerad analys över vattnen i Kattegatt, Skagerak och Östersjön. Det första steget av lokaliseringsutredningen resulterade i runt 20 potentiella områden längs med södra Sveriges kust. Därefter, i ett andra steg (steg 2) av screeningen, 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.

Utöver naturvärden och motstående intressen av betydelse (såsom skyddade områden och farleder) är en avgörande faktor för val av lokalisering att det finns goda förutsättningar för anslutning av vindparken till land. Det är av central betydelse vid val av plats att det finns en etablerad elnätinfrastruktur och tillräcklig nätkapacitet för att kunna mottaga den producerade elen från vindparken. Sådana förutsättningar finns i vissa områden kring Sveriges kuster, vilka till stor del har varit styrande för lokaliseringarna av lämpliga projektområden.

Med beaktande av ovan resulterade den detaljerade lokaliseringsanalysen i de, ur lokaliseringssynpunkt, bästa alternativen i södra Östersjön, Egentliga Östersjön och Kattegatt, varav flera OX2 nu utvecklar mer eller mindre parallellt i sin projektportfölj, och varav ett av projekten är Galatea-Galene.

11.2.3. Alternativa lokaliseringar

Utifrån den detaljerade alternativanalysen i steg 2 identifierades ett antal områden som bedömts uppfylla kriterierna för lämplig lokalisering av en vindpark ur såväl tekniska, ekonomiska och miljömässiga aspekter. Utöver de områden som OX2 nu projekterar, har dessa områden varit lokaliserade till Bottenhavet, egentliga Östersjön samt Skagerak och Kattegatt, se Figur 85.



Figur 85. Alternativa lokaliseringar markerade med stjärnor.

Alternativ Bottenhavet

OX2 har utrett förutsättningarna att etablera en större vindpark i Bottenhavet. De motstående intressena har bedömts vara färre men med havsdjup och is kombinerat med lägre vindhastigheter är det en stor utmaning att bygga vindparker till havs i de norra delarna av landet. Isbildning och väderförhållanden medför anläggningstekniska risker. Även kabeldragning till land är tekniskt svårare med betydligt högre kostnader och risker som följd. Vidare är lokaliseringen inte där elbehovet är som störst och där det finns överföringsbegränsningar. Detta medför att den samhällsekonomiska nyttan med havsbaserad vindkraft är större i de södra delarna av landet, vilket också ska vägas in i valet av plats. En lokalisering i detta område har därför ansetts mindre lämplig än det valda alternativet.

Alternativ Egentliga Östersjön

Området norr om Öland, utanför kusten till norra Småland och Östergötland har goda vindförhållanden. Närheten till land och öar möjliggör kortare sträcka för anslutning till transmissionsnätet, inom ett område där det också föreligger ett stort elbehov. Det större djupet medför dock tekniska svårigheter. 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 det valda alternativet.

Alternativ Skagerak och Kattegatt

Lokaliseringsanalysen har visat att förutsättningarna för snabbast anslutning till befintligt transmissionsnät, och därmed en realisering av en vindkraftpark inom en nära framtid, finns längs västkusten, med anledning av kapacitet och möjliga anslutningspunkter i närheten av Stenungssund och Ringhals (norr om Varberg).

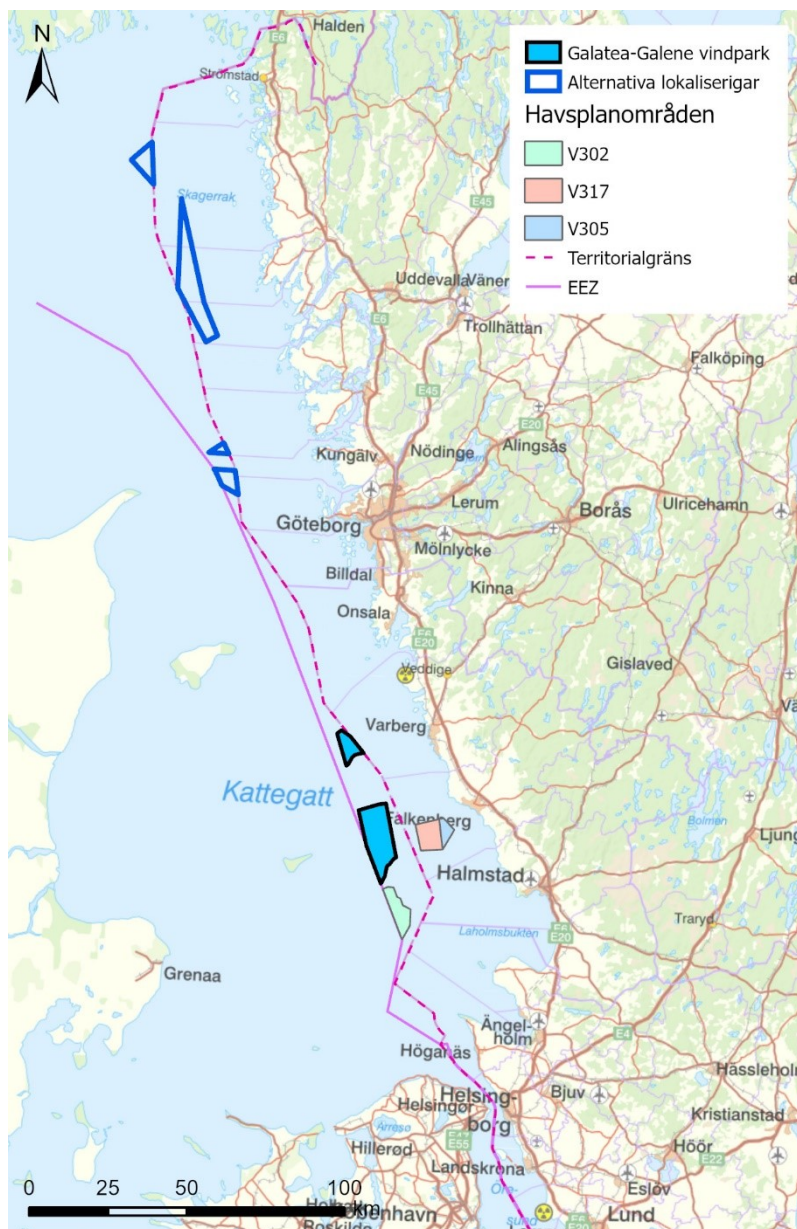
OX2 har utrett förutsättningarna inom större havsområden i norra Skagerrak, i ekonomisk zon utanför norra Bohusläns kust. Här är vindförhållandena goda men på grund av de stora vattendjupen har områdena efter närmare analys inte bedömts vara byggbara alternativ med avseende på tillgänglig teknik.

Ett annat område i Skagerrak, cirka 20 km utanför södra Bohusläns kust, har konstaterats ha goda förutsättningar för att ansluta till området kring Stenungssund, men även här har det stora vattendjupet bedömts göra det tekniskt och ekonomiskt svårt för en etablering. Området har även bedömts vara känsligt för migrerande fåglar till och från Skagen i Danmark. Även motstående intressen ifråga om sjöfart och militära övningsområden har medfört att bolaget ansett området vara mindre lämpligt för lokalisering av en vindpark.

OX2 har även bedömt förutsättningarna för att etablera en vindpark inom det område i Kattegatt som i Havs- och vattenmyndighetens förslag till havsplaner betecknas V317. Området är angivet som utredningsområde för energiutvinning med särskild hänsyn till natur, då området utgör ett riksintresseanspråk för lek område för fisk. I havsplanen anges särskilt att i området måste särskild hänsyn tas till försvarets intressen. Område V317 ligger närmare kusten än Galatea-Galene och har goda förutsättningar för nätanslutning. Alternativet har dock bedömts vara mindre lämpligt för en vindkraftsetablering med hänsyn till motstående försvarsintressen samt att lokaliseringen närmare land medför större påverkan för landskapsbilden, kulturmiljövärden och de turism- och rekreationsintressen som är värdefulla för Hallandskusten.

Kring anslutningspunkten vid Ringhals har OX2 även analyserat en möjlig lokalisering vid utsjöbanken *Stora Middelgrund* (som även lyfts fram som område för energiproduktion i förslag till havsplaner, beteckning V302). En vindkraftpark på Stora Middelgrund projekteras av Vattenfall sedan flera år tillbaka. Området är lokaliserat i ett Natura 2000-område, vilket medfört att OX2 bedömt området som mindre lämpligt jämfört med en lokalisering av vindpark utanför.

I Figur 86 redovisas de lokaliseringar som studerats i Skagerak och Kattegatt.



Figur 86. Alternativa lokaliseringar som studerats i Skagerrak och Kattegatt

Sökt alternativ: Galatea-Galene

Inom ramen för den fördjupade lokaliseringsanalysen uppstod naturliga avgränsningar mellan befintliga skyddsområden, genom hänsyn tagen till miljöpåverkan, elanslutning och tekniska förutsättningar, vilket resulterat i valt lokaliseringsalternativ Galatea-Galene.

Galatea-Galene ligger mellan Natura 2000-områden och utanför de farleder som utgör porten till Östersjön. Området är relativt djupt men har 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. Lokaliseringen innebär också få störningar på fågelarter som migrerar.

Galatea-Galene har mycket goda vindförhållanden och förutsättningar för snabb anslutning till det befintliga elnätet. Galatea-Galene är lokaliserat cirka 21–24 km från land. En lokalisering närmare

land skulle kunna påverka ytterligare känsliga områden med höga naturvärden, bland annat Morups bank, samt ha en större påverkan på andra intressen såsom landskapsbild och sjöfart.

Jämfört med studerade alternativ har Galatea-Galene bedömts ha de mest lämpliga förutsättningarna för en etablering av storskalig havsbaserad vindkraft, med begränsad påverkan på miljön samtidigt som lokaliseringen medför en effektiv och betydande elproduktion.

11.2.4. Alternativ utformning

I det följande beskrivs möjliga principiella alternativa utformningar av vindparken. 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.

Fler vindkraftverk på en större yta

Det är ekonomiskt mest hållbart att bygga vindparker med högre potentiell elproduktion, eftersom en stor del av projektets kostnader består av investeringskostnaden och ju fler kWh som kostnaderna kan slå ut på desto lägre LCOE²³. Vindparken Galatea-Galene består av två delområden vilket i sig ger en större yta än om endast ett område skulle användas för havsbaserad vindkraft. På så vis kan fler vindkraftverk anläggas geografiskt samlat. Möjligheterna att geografiskt utvidga den aktuella vindparken begränsas dock av Natura 2000-områden och riksintressen för friluftsliv och befintliga farleder.

Fler eller färre vindkraftverk inom samma yta

Tekniskt sett är det möjligt att minska avstånden mellan vindkraftverken för att få plats med fler vindkraftverk inom samma projektyta. Detta förutsätter dock att mindre vindkraftverk anläggs, eftersom elproduktionen från varje vindkraftverk annars minskar till följd av vindskugga. Det innebär ett sämre utnyttjande 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 verk. Fler mindre verk bedöms också vara sämre för fåglar med avseende på undanträngningseffekt och barriäreffekt.

Om mindre vindkraftverk anläggs har dessa en lägre effekt och 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-områden och farleder. Den snabba tekniska utvecklingen mot större och effektivare vindkraftverk medför också att mindre vindkraftverk försvinner successivt från marknaden.

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

²³ Levelized Cost of Electricity.

Utformning av vindparken

Olika utformningar av vindparken har studerats inom ramen för projektet. Möjliga utformningsalternativ genom kombinationer av antal, effekt och höjd ligger inom ramarna för de designscenarier som bl.a. redovisas i den tekniska beskrivningen. Begränsande parametrar för flexibiliteten i vindparkens utformning är sökt maximalt antal vindkraftverk (101 stycken) med en maximal totalhöjd om 340 meter. Det är också utifrån dessa maximala utformningsparametrar som miljökonsekvensbedömningarna utgår, utifrån de utformningsalternativ som är worst case.

Det sökta verksamhetsområdet har anpassats vad avser området inom vilket vindkraftverk kan anläggas med hänsyn till närliggande farleder, för att tillräckliga säkerhetsavstånd mellan vindpark och farleder i enlighet med internationella rekommendationer ska kunna upprätthållas. Området för placering av fundament har även anpassats utifrån vraket Altnes och yrkesfiskets intressen av bottentrålning i vissa områden.

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 MKB:n att konsekvensbedöma den utformning av verksamheten som bedömts vara worst case utifrån de olika påverkansfaktorena, se kapitel 7.

11.3. Alternativa sätt att nå samma syfte

Alternativa sätt att producera elektricitet samt dess konsekvenser finns redovisade under nollalternativet. Dessa uppfyller dock inte delar av projektets syfte, det vill säga att bidra till att uppnå Sveriges satta klimatmål, för vilket det krävs storskalig förnybar elproduktion inom närtid. Med anledning av detta har de inte studerats närmare

11.4. Alternativa komponenter och arbetsmetoder

11.4.1. Fundament

Olika typer av fundament kan användas på olika platser inom vindparken, även om det vanligtvis är samma fundamentssort inom en vindpark. Utifrån de geologiska förhållandena på platsen och den teknik som är tillgänglig idag är det tre bottenfasta fundamentstyper som är aktuella för Galatea-Galene: gravitationsfundament (enbart inom delar av Galatea), monopilefundament och fackverksfundament med pinpiles. 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 om de visar sig vara effektivare och bedöms ge lägre miljöpåverkan.

Ett alternativ till de idag använda bottenfasta fundamentstyperna är en flytande fundamentslösning. På Galatea-Galene är det primärt en semisubmersible lösning som kan tillämpas.

Fundamenten som kan bli aktuella i Galatea-Galene beskrivs i kapitel 4. Nedan beskrivs kortfattat olika för- och nackdelar utifrån den miljöpåverkan som installation av de olika fundamenten kan orsaka. I kapitel 5 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 relativt 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 vindparken, särskilt tumlare och fisk. En monopile kan också installeras genom borrhning som ger upphov till sedimentspridning.

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 krävs mer bottenpreparering än vid installation av monopile eftersom alla benen måste stå på samma nivå. Installationen tar också 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 och inte är ekonomiska på stora vattendjup.

Fördelar med semisubmersible vindkraftverk är att de tar relativt liten bottenyta i anspråk. Förankring kan ske på olika sätt, förankring med pålar kräver till exempel pålning som genererar undervattensljud och vid förankring uppstår, liksom för installation av övriga fundament, sedimentspridning.

11.4.2. Internt kabelnät och anslutningskablar

Kabelförläggning, både det interna kabelnätet samt anslutningskablar, kan ske på olika sätt, till exempel med plöjning eller med nedspolning. 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).

11.5. Nollalternativ

Nollalternativet innebär att verksamheten inte kommer till stånd. Någon miljömässig påverkan till följd av projektet kommer därmed inte uppkomma och inte heller någon förändring av området i form av etablerade vindkraftverk med tillhörande installationer.

Nuvarande fiskeverksamhet inom vindparken med burfiske och bottentrålning kommer att kunna fortgå i samma utsträckning som idag. Yrkesfiske bedöms i nollalternativet inte påverkas. Bottentrålningsfiske orsakar en betydande sedimentspridning och påverkan sker till skillnad från sedimentspridning vid anläggande av vindkraftsfundament kontinuerligt under en längre period. De negativa effekter på bottenflora- och fauna som bottentrålningen inom vindparken medför kommer i nollalternativet att kvarstå. Många av de bottenlevande arter inom vindparken som exempelvis sjöpennor är känsliga för bottentrålning. Även fisk kan påverkas av sedimentspridning från bottentrålning. Sedimentspridningen medför också en fortsatt kontinuerlig spridning av miljögifter från sediment till vattenpelaren vilket kan påverka ett stort antal organismer under lång tid.

Nollalternativet innebär vidare att Galatea-Galenes bidrag till Sveriges behov av storskalig utbyggnad av förnybar elproduktion uteblir, vilket har konsekvenser för den nationella elförsörjningen och klimatet, se vidare kapitel 11.5.1-11.5.2.

11.5.1. Nationell elförsörjning

Som nämnts tidigare i kapitlet finns idag nätkapacitetsbrist i södra Sverige. I nollalternativet kommer Galatea-Galene 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 (se beskrivning varför det inte är ett reellt alternativ i avsnitt 11.2.1) och kärnkraft. Det sistnämnda alternativet bedöms i dagsläget inte vara ett reellt alternativ med hänsyn till att reaktorer successivt avvecklas. Solel bedöms inte vara ett storskaligt alternativ eftersom stora markytor kommer att krävas.

Om utebliven elproduktion från Galatea-Galene inte ersätts med annan elproduktion i Sverige innebär det en reducerad export alternativt ökad import (beroende på elbehov) från grannländerna. Eftersom fossilbränslebaserad elproduktion har högst marginalkostnader är det sådan elproduktion som i första hand berörs, och huvudsakligen kolkraft så länge sådan kraftproduktion finns kvar i grannländerna. Kolkraft har 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 och än lägre utsläpp från högeffektiva havsbaserade anläggningar. Vilket innebär att utsläppen totalt sett skulle öka med i snitt cirka 7,3 miljoner ton per år.

11.5.2. 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. Nollalternativet kan även försvåra möjligheten att uppnå Sveriges satta klimat- och miljömål.

En försämrad möjlighet att begränsa klimatförändringarna genom omställning till förnybar energi innebär även en indirekt påverkan på kust- och havsområden i form av 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 Västerhavet, 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. För organismer som redan lever på gränsen till sina utbredningsområden kan förändringarna leda till att arter försvinner.

12. 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.

13. Sakkunskap

13.1. Projektorganisation

Projektorganisationen för vindpark Galatea-Galene har flerårig kunskap inom vindkraft. Personerna nedan har varit delaktiga i framtagandet av aktuell tillståndsansökan, projektering och projektplanering.

Namn	Roll i projektet	Erfarenhet
Hans Ohlson	MKB-ansvarig/projektledare	Hans har 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.
Elina Cuellar	MKB-stöd	Elina är marinbiolog och har tidigare erfarenhet av MKB från flera offshore-projekt bl.a. havsbaserad vindpark Storgrundet och "Utbyte av Öresundskablarna", 400 kV sjökablar mellan Skåne och Själland.
Emelie Zakrisson	Teknisk projektledare	Emelie har tidigare arbetat åt DONG Energy (numera Ørsted) och RWE 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, samt av installation och drift. Göran har tidigare bland annat arbetat på Vattenfall med Lillgrund och Kriegers flak samt Kentish Flats Extension och Thanet Extensions i Nordsjön, samt olika havsbaserade projekt i Nederländerna och Tyskland.

13.2. 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 Natura 2000-MKB:n. Experterna har sedan varit delaktiga i MKB-processen.

Namn	Utbildning	Erfarenhet
Elisabeth Mörner, Structor	Fil. Mag. Biologi, SLU	Elisabeth har mer än 15 års erfarenhet av arbete med tillståndsprövningar och MKB. Elisabeth har arbetat med och ansvarat för tillståndsprövningar inkl. upprättande av MKB i en rad större och komplexa projekt omfattande bland annat stadsutveckling, trafikleder, industri och hamnar. Exempel på uppdrag där Elisabeth varit delaktig och ansvarig för MKB kan nämnas tillståndsprövning för Oxelösunds hamn, tillståndsprövning för SSAB i Oxelösund, tillståndsprövning för Northvolt batterianläggning samt tillståndsprövning för ombyggnation av Slussen i Stockholm samt Mälarens reglering. Elisabeth 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.
Maria Berg Lissel, Structor	Civ.ing. Miljö-och vattenteknik	Maria har sedan 2016 arbetat med tillståndsärenden (inkl. MKB) enligt miljöbalken. Maria har arbetat med bland annat tillståndsärenden för vattenverksamhet och miljöfarlig verksamhet. Utöver detta arbetar Maria med klimat-och sårbarhetsanalyser och åtgärdsplaner kopplat till klimatanpassning i fysisk planering.
Eva Stensland Isaeus, AquaBiota	Fil. Dr. Zoologisk ekologi, SU	Eva är marinbiolog och har en bakgrund som delfinforskare. Hon har sedan 2012 arbetat med tillståndsfrågor enligt miljöbalken, både med framtagande av MKB och underlagsutredningar samt varit ansvarig för tillstånd i större infrastrukturprojekt på Svenska kraftnät.
Olov Tiblom, AquaBiota	M.Sc. Marinbiologi	Olov har en masterexamen i marinbiologi vid Stockholms universitet. Olov arbetar i flera olika tillståndsprövningar av havsbaserad vindkraft, han arbetar även med marina och limniska naturvärdesinventeringar. Olov har mycket goda artkunskaper och stor erfarenhet av artidentifiering av makrofyter och bottenfauna, både vid fältundersökningar och analyser av insamlade botten- och vegetationsprover på labb.
Marcus Öhman, (tidigare 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 bl.a. fiskerifrågor samt Naturvårdsverket där han var nationell chef för viltförvaltningen.
Martin Isaeus, AquaBiota	Fil.Dr. Marin ekologi	Martin arbetar med en mängd olika forsknings-och förvaltningsfrågor kring marin ekologi. Martin deltar i flera tillståndsprocesser gällande industriell verksamhet i marin miljö t.ex. havsbaserad vindkraft. Han har också stor erfarenhet av modellering av marina organismer och habitat med hjälp av geografiska informationssystem.

Frida Seger	M.Sc. Marina vetenskaper- Biologi	Frida har dubbla masterexamen i marina vetenskaper och biologi från Göteborgs universitet, vilket bland annat inkluderat kurser inom marin ekologi och marin biodiversitet. Frida arbetar sedan 2010 i flera olika tillståndsprövningar för havsbaserad vindkraft.
Mathilda Karlsson, AquaBiota	M.Sc. Marinbiologi	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 jobbar hon med tillståndsfrågor inom havsbaserad vindkraft samt utför fältundersökningar där hon samlar och utvärderar fältdata på bland annat fisk och bentisk fauna.
Rasmus Bisschop-Larsen, NIRAS	Can.Scient. Biologi, Köpenhamns universitet	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.
Maria Wilson, NIRAS	Fil. Dr. Zoofysiologi, AU	Maria har över 10 års erfarenhet inom forskning på undervattenljud, 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).
Bo Blomkvist; Norconsult AB	Master i landskapsarkitektur, SLU	Bo har arbetat som landskapsarkitekt i över 35 år och har en gedigen erfarenhet av större utrednings- och planeringsarbeten med fokus på rekreation och friluftsliv både inom och utom tätorten. Bo har arbetat i flertalet Trafikverksprojekt där han varit projektledare och ansvarat för framtagandet av underlag till MKB exempelvis väg 160 Stenungsund, väg 45 vid Glässnäs, E4 Utansjö - Gallsätter "Projekt Höga kusten" och väg 779/785 delen Kalvträsk. Bo har även ansvarat för flera grönstrukturprogram som innefattat inventeringar och landskapsanalyser.
Ida Mattsson	Master i landskapsarkitektur, SLU	Ida har arbetat som landskapsarkitekt i 3 år med uppdrag som innefattat platsanalyser, utvecklingsplaner, gestaltning och projektering i olika skeden och skalor. Ida har exempelvis tagit fram en omfattande landskapsanalys och underlag till MKB för Trafikverket i vägplanarbetet för E45 Sjöfjärden-Valnäs. Området är unikt med både höga natur- och kulturvärden där påverkan på Natura 2000-området Brosjön föranledde en lokaliseringstudie.
Edgar Wróblewski, Bohusläns Museum	Master i Marinarkeologi, Syddansk Universitet, Esbjerg, Danmark	Edgar har arbetat som arkeolog och projektledare på uppdragsarkeologiska projekt på land och under vatten bl.a. i Sverige, Norge och Danmark. Många av projekten var för kunder som t.ex. Sweco, Norconsult, Ramboll och Cowi som rörde allt från rörledningar, fiberkablar till kabelkorridorer i havet. Exempel på uppdrag där Edgar varit delaktig och ansvarig är 50Hertz vindkraftsparken i Östersjön, 2015–2016, där han agerade arkeologisk <i>supervisor</i> på ett fartyg som undersökte kabelkorridorer.
Andreas Widerberg, Bohusläns Museum	Master i Marinarkeologi, Syddansk Universitet, Esbjerg, Danmark	Andreas är marinarkeolog och yrkesdykare med erfarenhet som projektledare hos Bohusläns museum. Andreas har bland annat deltagit i utgrävningarna av några vrak vid Masthamnen i Göteborg (Västlänken-projektet) och lett en förundersökning av en stockbåt i Småland. Andreas har därtill projektlett ett flertal marinarkeologiska utredningar inför bland annat farledsutvidgningar och ledningssträckningar. Andreas har också arbetat med arkeologiska undersökningar i stadsmiljö.

Referenser

- Ahlen, I., Baagoe, H. & Bach, L., 2009.** Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1318–1323.
- Andersson, H., 2018.** Stigande havsnivåer och ökad översvämningrisk. MSB och SMHI.
- Andersson, M. H., Andersson, B. L., Pihl, J., Persson, L. K., Sigray, P., Andersson, S., ... & Hammar, J., 2016.** Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning.
- Andrulewicz E, Otremba Z., 2011.** Disturbances of Natural Physical Fields by Technical Activities and their Implications for Marine Life: the case of the Baltic Sea.
- Ashley, M.C., Mangi, S.C., & Rodwell, L.D., 2014.** The potential of offshore windfarms to act as marine protected areas- A systematic review of current evidence. *Marine Policy*, 45, 301–309.
- Bergenius, M., Ringdahl, K., Sundelöf, A., Carlshamre, S., Wennhage, H., Valentinsson, D., 2018.** Atlas över svenskt kust-och havsfiske 2003-2005. Aqua reports 2018:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Drottningholm Lysekil Öregrund. 245 s.
- Bergström L., Kautsky L, Malm T, Ohlsson H, Wahlberg M, Rosenberg R, Åstrand Capetillo N., 2012.** Vindkraftens effekter på marint liv. Naturvårdsverkets rapport 6488 från Vindval.
- Blackwell, S., Lawson, J. & Williams, M., 2004.** Tolerance by ringed seals (*phococystis hispida*) to impact pile driving and construction sounds at an oil production island. *S.I.:JASA*. 115:2346-2357. 2004.
- Bogren, J, Gustavsson, T och Loman, G, 2019.** Klimatförändringar – Naturliga och antropogena orsaker.
- Brabant, R., Laurent, Y., Poerink, B.J. och Degraer, S., 2019.** Activity and behaviour of *Nathusius' pipistrelle pipistrellus nathusii* at low and high altitude in North Sea offshore wind farm. *Acta Chiropterologica*, 21(2): 341-348.
- Braunova, 2013.** *Impact Study of Wind Power on Tourism on Gotland*.
- Börjesson, P. & Read, A.J., 2003.** Variation in timing of conception between populations of the harbour porpoise. *Journal of mammalogy* 84 (3):948–55.
- Carlén, O., Bostedt, G., Persson, L., & Brännlund, R., 2016.** Rekreativfiske i Sverige 2013- Omfattning Och Värde (Recreational Fishing in Sweden in 2013-Scope and Value). *Available at SSRN* 2884764.
- Carlström, J. & Carlén, I. 2016.** Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten. *AquaBiota Report* 2016:04. 91 sid.
- Clausen, K. m.fl., 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>.
- Churchill JH., 1989.** The effect of commercial trawling on sediment resuspension and transport over the Middle Atlantic Bight continental shelf. *Continental Shelf Research* 9: 841-865.

Coalition Clean Baltic, 2020. Management briefing: Gravel beds. Coalition Clean Baltic. Protecting the Baltic Sea Environment –www.ccb.se.

Coates DA, Kapasakali DA, Vincxa M, Vanaverbeke J., 2016. Short-term effects of fishery exclusion in offshore wind farms on macrofaunal communities in the Belgian part of the North Sea. Fisheries Research 179: 131-138.

Cook, A., Johnston, A., Wright, L., & Burton, N., 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to off-shore wind farms. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02, British Trust for Ornithology, Norfolk.

De Madron XD, Ferré B, Le Corre G, Grenz C, Conan P, Pujo-Pay M m.fl., 2005. Trawling-induced resuspension and dispersal of muddy sediments and dissolved elements in the Gulf of Lion (NW Mediterranean). Continental Shelf Research 25: 2387-2409.

Dietz, R. et al., 2013. Movements and site fidelity of harbour seals (*phoca vitulina*) in Kattegatt, Denmark, with implications for the epidemiology of the phocine distemper virus, s.l.:ICES Journal of Marine Science, 70(1): 186-195.

DMA, 2020. Danish Maritime Administration, Dansih Geodata Agency, Swedish maritime administration, Swedish transport agency. Hämtat från NEW SHIPPING ROUTES IN DANISH AND SWEDISH WATERS: <https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/NewShippingRoutes.pdf>.

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. Prinfto Holbæk-Hedehusene, Denmark. 244 sid.

Edelvang K., Møller A.L., Hansen E.A., 2001. DHI. Lillgrund Vindkraftpark, Environmental impact assessment of hydrography and sediment spill. Final Report.

Energiföretagen, 2019. Färdplan fossilfri el.

Energiföretagen, 2021. Efterfrågan på fossilfri el – Analys av högnivåscenario.

Energimyndigheten, 2019. Så kan 100 procent förnybar elproduktion se ut <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2019/sa-kan-100-procent-fornybar-elproduktion-se-ut/>.

Energimyndigheten, 2021a. Vindkraftens resursanvändning.

Energimyndigheten, 2021b. Vindkraftens resursanvändning – underlag till Nationell strategi för en hållbar vindkraftsutbyggnad. Ett livscykelperspektiv på vindkraftens resursanvändning och växthusgasutsläpp http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/strategi-for-hallbar-vindkraftsutbyggnad/vindkraftens-resursanvandning_slutversion-20210127.pdf.

Energimyndigheten, 2021c. Scenarier över Sveriges energisystem 2020 <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=185971>.

Energimyndigheten, 2021d. Inriktning för ökad samexistens mellan försvarets intressen och utbyggd vindkraft. Dnr 2021-000420.

Energimyndigheten och Naturvårdsverket, 2021. Nationell strategi för en hållbar vindkraft http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/strategi-for-hallbar-vindkraftsutbyggnad/er-2021_02.pdf.

Europeiska kommissionen 2022. Kommissionens delegerade förordning (EU) .../... av den 9.2.2022 om ändring av delegerad förordning (EU) 2017/118 om fastställande av bevarandeåtgärder för fisket i syfte att skydda Nordsjöns marina miljö

Fiskeriverket, 2008. Fritidsfiske och fritidsfiskebaserad verksamhet. Fiskeriverket, Göteborg.

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

Forcada, A., Valle, C., Bonhomme, P., Criquet, G., Cadiou, G., Lenfant, P., & Sanchez-Lizaso, J.L., 2009. Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, 379, 197-211.

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.

Furness, R., Wade, H., & Masden, E., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms.

Förvarsdepartementet, 2020. Regleringsbrev 2020 Myndighet Förvarsmakten - Ekonomistyrningsverket (esv.se)

Förvarsmakten, 2019. Bilaga 06 Halland 2019.pdf (forsvarsmakten.se)

Förvarsmakten, 2021. Riksintressen. <https://www.forsvarsmakten.se/sv/information-och-fakta/forsvarsmakten-i-samhallet/samhallsplanering/riksintressen/>

Geo, 2021. Technical memo, Kattegat Sea, Offshore Denmark and Sweden. Brief geological context of the Kattegat Sea and two OWF sites. Geo Job no. 204305. Report 8, 2021-10-04.

Goni, R., Adlerstein, S., Alvarez-Berastegui, D., Forcada, A., Renones, O., Criquet, G., & Planes, S., 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, 366. 159-174.

Graham, I m.fl., 2019. Harbour porpoise respond to pile-driving diminish over time. *Royal Society open Science*, 6:190335.

Halpern, B.S., & Warner, R.R., 2003. Matching marine reserve design to objectives. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1527), 1871-1878.

Hammar L, Magnusson M, Rosenberg R, Granmo Å., 2009. Miljöeffekter vid muddring och dumpning – En litteratursammanställning. Naturvårdsverket. Rapport 5999. 71 sid.

- Hastings, M.C., Popper, A.N., 2005.** Effects of sound on fish. California Department of Transportation Contract 43A0139 Task Order 1.
- Havenhand J, Dahlgren T., 2017.** Havsplanering med hänsyn till klimatförändringar. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:26.
- Havsmiljöinstitutet, 2016.** Havet 2015/2016. Om miljötillståndet i svenska havsområde.
- Havs-och vattenmyndigheten, 2015.** Ekosystemtjänster från Svenska hav, status och påverkansfaktorer. Rapport 2015:12.
- Havs-och vattenmyndigheten, 2012.** God havsmiljö 202, marin strategi för Nordsjön och Östersjön. Rapport 2012:20.
- Havs-och vattenmyndigheten, 2018.** Fritidsfiske i Sverige 2018. Sveriges officiella statistik.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2019a.** Fritidsfiske i Sverige, En inblick i fritidsfiskets omfattning under åren 2013 – 2017. Havs- och vattenmyndighetens rapport: 2019:5.
- Havs-och vattenmyndigheten, 2019b.** Fritidsfiske i Sverige 2019. Sveriges officiella statistik.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2020.** Fisk-och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2019: Resursöversikt. Rapport 2020: 3.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2020.** Kommersiella fångstdata 2009–2019 [Dataset]. Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg, Sverige.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2021.** Fisk-och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020: Resursöversikt. Rapport 2021: 6.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2022.** <https://www.havochvatten.se/arkiv/aktuellt/2022-06-20-nya-fiskeregleringar-for-att-skydda-biologisk-mangfald-i-bade-den-danska-och-svenska-delen-av-kattegatt.html>
- Hawkins AD, Picciulin M., 2019.** The importance of underwater sounds to gadoid fishes. The Journal of the Acoustical Society of America 146: 3536–3551.
- HELCOM, 2018.** Distribution of Baltic seals. Helcom core indicator report.
- Hentati-Sundberg, J., 2017.** Svenskt fiske i historiens ljus – en historisk fiskeriatlas. Aqua reports 2017:4. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Lyeskil. 56 s
- Hordoir, R, Väli, G och Borenäs, K, 2013.** Framtidens Kattegatt och Skagerrak – temperatur, salt och havsvattenstånd. Länsstyrelsen i Västergötlands län.
- IALA, 2013.** Recommendation O-139 on The Marking of Man-Made Offshore Structures.
- ICES, 2020.** Cod (*Gadus morhua*) in Subdivision 21 (Kattegat). In Report of the ICES Advisory Committee, 2020. ICES Advice 2020, cod.27.21. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5903>.
- IPCC, 2014.** Climate Change 2014 – Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC, 2021. Climate Change 2021. The Physical Science Basis.

Jensen, F., Ringgaard, R., Blew, J. & Jacobsen, E., 2016. Anholt Offshore Wind Farm. Post-construction of bird's migration. Rapport till DONG Energy.

Johnston, A. m.fl., 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines.

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.

LFV, 2020. Flyghinderanalys gällande uppförande av vindpark Galatea-Galene.

Lockyer, C. & Kinze, C., 2003. Stauts, ecology and life history of harbour porpoise (*phocoena phocoena*), in Danish waters. NAMMCO Scientific Publications 5 (Kinze):143.

Länsstyrelsen i Hallands län, 2018a. Videoundersökningar av epifauna i Kattegatt 2017. Del 1 av 2: Djupare delar av mellersta Kattegatt. Naturvårdsenheten. Meddelande 2018:8.

Länsstyrelsen i Hallands län, 2011. Vindkraft i Hallands län Beskrivning av det halländska landskapet ur ett vindkraftsperspektiv. Meddelande 2011:22 Länsstyrelsen Hallands län.

Länsstyrelsen i Hallands län, 2020a. Hallands kustvattenkontroll, Årsrapport 2019 med utvärdering 1993–2019.

Länsstyrelsen i Hallands län, 2020b. Fiskeregler i havet i Hallands län. Länsstyrelsen Hallands Län.

Maritime & Coastguard Agency, 2021. Offshore Renewable Energy Installations: Requirements, guidance and operational considerations for SAR and Emergency Response.

McCauley, R.D., Fewtrell J. & Popper A.N., 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. J Acoust Soc Am 113: 638–642.

Medins Havs-och vattenkonsulter, 2020. Hallands kustvattenkontroll, Hydrografi och växtplankton.

Mikkelsen, L. m.fl., 2017. Simulated seal scarer sounds scare porpoises, but not seals: species specific responses to 12 kHz deterrence sounds. S.l.:r. Soc. Open. Sci. 4:170286.

Miljøstyrelsen, 2020a. Natura 200-basisanalyse 2022-2027. Strandenge på Laesø og havet syd herfor. Natura 2000-område nr. 9. Habitatområde H9. Fuglebeskyttelseområde F10. S.l.:n.

Miljøstyrelsen, 2020b. Natura 200-basisanalyse 2022-2027. Hesselø med omkringliggende stenrev. Natura 2000-område nr. 128. Habitatområde H112. S.l.:n.

Miljøstyrelsen, 2020c. Natura 200-basisanalyse 2022-2027. Anholt og havet nord for. Natura 2000-område nr. 46. Habitatområde H42. Fuglebeskyttelseområde F32.s.l.:s.n.

National Marine Fisheries Service, 2018. Revision to technical guidance for assessing effects of anthropogenic sound on marine mammal hearing. S.l.:s.n.

Naturvårdsverket (u.å.) Vad är genomförandestöd?

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomställningen/det-globala-klimatarbetet/parisavtalet/vad-ar-genomforandestod/>

Naturvårdsverket, 2010. Undersökning av utsjöbankar - Inventering, modellering och naturvärdesbedömning. Naturvårdsverket rapport 6385.

Naturvårdsverket, 2020. Sveriges arter och naturtyper i EU:s art-och habitatdirektiv, Resultat från rapportering 2019 till EU av bevarandestatus 2013-2018. ISBN 978-91-620-6914-8.

Newcombe CP, MacDonald DD, 1991. Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. North American Journal of Fisheries Management 11:72–82.

Nilsson, L. 2016. Changes in numbers and distribution of wintering Long-tailed Ducks *Clangula hyemalis* in Swedish waters during the last fifty years. *Ornis Svecica* 26:162–176.

NIRAS, 2021a. Sediment spill iteration 22.

NIRAS, 2021b. Offshore Wind Farm Galatea-Galene, Underwater noise technical report.

NIRAS, 2021c. Birds and offshore wind farm in Kattegatt.

NIRAS, 2021d. Galatea-Galene hydrodynamic pressure.

NIRAS, 2021 e. OX2 Seismic Survey Galatea-Galene, Underwater Noise Modelling

Ottvall, R., 2021. Fågelinventeringar på Kattegatt Syd – Möjlig påverkan av vindkraft. Ottvall Consulting AB.

Ottvall, R., & Ottosson, U., 2021. Fågelinventeringar på Stora Middelgrund och Röde bank. Ottvall Consulting AB.

Palanques A, Guillén J, Puig P., 2001. Impact of bottom trawling on water turbidity and muddy sediment of an unfished continental shelf. *Limnology and Oceanography*, 46(5), 1100-1110.

Person, G, Asp, M, Berggreen-Clausen, S, Berglöv, G, Björck, E, Axén Mårtensson, J, Nylén, L, Ohlsson, A, Persson, H och Sjökvist, E, 2015. Framtidsklimat i Hallands län – enligt RCP-scenarier. SMHI Klimatologi nr 28.

Petersen, I., Pihl, S., Hounisen, J., Holm, T., Clausen, P., Therkidsen, O., & Christensen, T., 2006. Landsdækkende optællinger af vandfugle, januar og februar 2004. Danmarks Miljøundersøgelser. 76 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 606.

Peterson, I., & Fox, A., 2019. Offshore wind farms and their effects in birds. Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift, 113: 86-101.

Petterson, S., 2015a. Kontrollprogram fladdermöss vid Askone vindpark, Falkenbergs kommun, 2015. EnviroPlanning & Rio Göteborg Natur-och kulturkooperativ, Rapport på uppdrag av Varberg Energimarknad AB.

Petterson, S., 2015b. Kontrollprogram fladdermöss vid Västra Derome vindpark, Varbergs kommun, 2015. EnviroPlanning & Rio Göteborg Natur-och kulturkooperativ, Rapport på uppdrag av Varberg Energimarknad AB.

Petterson, S., 2016. Fördjupad fladdermusinventering vid Mortorp vindpark, Kalmar kommun. EnviroPlanning AB. Rapport på uppdrag av Green Extreme AB.

Petterson, S., 2018. Kontrollprogram fladdermöss vid Kvilla vindpark, Torsås kommun, 2015–2017. Rapport på uppdrag av Green Extreme 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.

Rasmussen, F., Melchild, K., Hansen, M., Jensen, T., LehnSchiöler, T., & Randrup-Thomsen, S., 2012. Quantitative assessment of risk to ship traffic in the Fehmarnbelt fixed link project. *Journal of Polish Safety and Reliability Association* 3(1), 123-134.

Russell, D. m.fl. 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. S.I.: Current Biology 24: R638-R639.

Rydell, J., m.fl., 2014. Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. Naturvårdsverket.

Rydell, J., Bach, L., Bach, P., Gula Diaz, L., Furmankiewicz, J., Hanger-Wahlsten, N., Kyheroinen, E-M, Lilley, T., Masing, M., Meyer, M.M., Petersons, G., Suba, J., Vasko, V., Vintulis, V. & 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. och 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. Naturvårdsverket.

SCB, 2019. Genomförandet av Agenda 2030 i Sverige Statistisk lägesbild 2019 <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/miljoekonomi-och-hallbar-utveckling/indikatorer-for-hallbar-utveckling/pong/publikationer/uppfoljning-av-agenda-2030/>.

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

Skov, H., Jensen, N., Durinck, J., Jensen, B., & Leonhard, S., 2009. Anholt Offshore Wind Farm. Birds. Report commissioned by Energinet.dk.

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

Svedäng H, Bardon G., 2003. Spatial and temporal aspects of the decline in cod (*Gadus morhua* L.) abundance in the Kattegat and eastern Skagerrak. *ICES Journal of Marine Science* 60: 32–37.

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.

Siemens Gamesa, u.å. A clean energy solution – from cradle to grave. Environmental Product Declaration SG 8.0-167 DD.

SLU. 2016a. Bottentrålningens effekter på mjukbottenfaunan i Kattegatt – delrapport 4. Aqua reports 2016:20.

SLU. 2016b. Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust-och havsområden. Aqua reports 2016:20.

SLU. 2016c. Ett fiskefritt område för skydd av torsk i Kattegatt. I: SLU. 2016b. Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust-och havsområden. Aqua reports 2016:20.

SLU Aqua 2018. Uttag ur trålstudie från 2018.

SMHI, 2021b. Klimatförändringen är tydlig redan idag

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-forandras/klimatforandringarna-marks-redan-idag-1.1510>.

SMHI Shark 2020. Zoobenthos. <https://www.smhi.se/data/oceanografi/datavardskap-oceanografi-och-marinbiologi/sharkweb> [Hämtad: 2020-12-21].

SMHI, 2011. Strömmar i svenska hav, faktablad nr 52–2011.

Southall, B., Finneran, J., Reichmuth, C., Nachtigall, P., Ketten, R., Bowles, A., Ellison, W., Nowacek, D., Tyack, P., 2019. Marine mammal noise exposure criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. S.I.:Aquatic Mammals, 45(2), 125-323

SSPA Sweden, 2021. Nautisk riskanalys Galatea Galene.

Sveegaard, S., Nabe-Nielsen, J. & Teilmann, J., 2018. Marsvins ubredelse och status for de marine habitatområder i danske farvande. Aarhus Universitet, DCE-National center for Miljø og energi, 36 s. – videnskabelig rapport nr. 284.

Svenska Kraftnät, 2019. Långsiktig marknadsanalys 2021 Executive summary - Scenarier för elsystemets utveckling fram till 2050 https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/langsiktig-marknadsanalys-2021_executive-summary.pdf.

Svenskt Näringsliv, 2021. Vad innebär en elanvändning om 240 TWh år 2045 för det svenska elsystemet? https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/4zb3wy_sn-21050-240-twh-rapportpdf_1172030.html/SN+21050+240+TWh+Rapport.pdf.

Sweco, 2017. Havsbaserad vindkraft – potential och kostnader, en rapport till Energimyndigheten.

Søgaard, B. m.fl., 2015. Arter 2014. NOVANA. S.I.:Aarhus Universitet, DCE – National Center for Miljø og Energi. 74s. Videnskabelig rapport fra DCE nr. 163.

Teilmann, J., Sveegard, S., Dietz, R., Petersen, I.K., Berggren, P., & Desportes, G., 2008. High density areas for harbour porpoises in danish waters. Neri technical report no. 657.

The Netherlands, 2015. Amendment to the General Provisions on Ships' Routing (resolution A.572(14)) on establishing multiple structures at sea.

Tougaard, J. m.fl., 2006. Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev offshore wind farm. S.I.:P. 67. NERI Im Auftrag von Vattenfall A/S.

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

UNCTAD, 2020. *Review of Maritime Transport 2020*. Geneva.

Valeur JR och Jensen A., 2001. Sedimentological research as a basis for environmental management: The Øresund fixed Link. *The Science of the Total Environment* 266:281-289.

Vattenfall, 2019. Certified Environmental Product Declaration of Electricity from Vattenfalls Wind Farms.

Vieira M, Amorim CP, Sundelo A, Prista N, Fonseca PJ., 2020. Underwater noise recognition of marine vessels passages: two case studies using hidden Markov models. *ICES Journal of Marine Science* 77: 2157-2170.

Vitale F., Cardinale M., Svedäng H., 2005. Evaluation of the temporal development of the ovaries in *Gadus morhua* from the Sound and Kattegat, North Sea. *Journal of fish biology* 67: 669-683.

Vitale F., Börjesson P., Svedäng H., Casini M., 2008. The spatial distribution of cod (*Gadus morhua* L.) spawning grounds in the Kattegat, eastern North Sea. *Fisheries Research* 90: 36-44.
Warren och Birnie, 2009. Re-powering Scotland: Wind Farms and the 'Energy or Environment?' *Scottish Geographical Journal* 125(2):97-126.

Wikström A, Wennhage H, Lövgren J, Svensson F, Börjesson P, Sköld M., 2016. Ett fiskefritt område för skydd av torsk i Kattegatt. I: Bergström m fl 2016. Ekologiska effekter av fiskefria områden i Sveriges kust- och havsområden. *Aqua reports* 2016:20.

Öhman M.C., 2006. Konstgjorda marina rev och fiskbiotoper. *Kustfiske och fiskevård*, sid. 187–191 (redaktörer Lindgren B, Carlstrand H).

Øresundskonsortiet, 2000. Environmental impact of the construction of the Øresund fixed link. Copenhagen 96 pp.

Elektroniska källor

ERA5, 2020. European Centre for Medium Range Weather Forecasts

Froese R, Pauly D., 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org

Havs- och vattenmyndigheten, 2021. Vrak – Miljöfarliga vrak. [Vrak - Miljöfarliga vrak - Miljöpåverkan - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](https://www.havochvatten.se/arkiv/aktuellt/2021-01-18/vrak-miljofarliga-vrak) [Hämtad: 2021-01-18].

Havs- och vattenmyndigheten, 2022. <https://www.havochvatten.se/arkiv/aktuellt/2022-06-20-nya-fiskeregleringar-for-att-skydda-biologisk-mangfald-i-bade-den-danska-och-svenska-delen-av-kattegatt.html>

Havs – och vattenmyndigheten, 2021b. Personlig kommunikation av AquaBiota Reserch AB med Fisketillståndsenheten.

HELCOM, 2021. Map and data service, öppen data.

ICES, 2014. Database of Trawl Surveys (DATRAS), 2014. ICES, Copenhagen

Naturvårdsverket, 2021. Kartverktyg Skyddad natur.