



Bilaga D - Miljökonsekvensbeskrivning
Vindkraftpark Polargrund Offshore

2024-05-27

Administrativa uppgifter

Projektnamn	Polargrund Offshore
Verksamhetsutövare	Polargrund Offshore AB Ringvägen 100 118 60 Stockholm Organisationsnummer: 559336-3848
Verksamhetskod	Vindkraftpark: 40.90 (miljöprövningsförordningen) och 11 kap. miljöbalken Vätgasproduktion: 40.15 (miljöprövningsförordningen) Vätgaslagring: 39.60 (miljöprövningsförordningen)
Juridiskt ombud	Fröberg & Lundholm Advokatbyrå
MKB upprättad av	Ramboll Sweden AB
Bolagets hemsida	www.skybornrenewables.com
Hemsida	www.polargrundoffshore.com
Vattenområde	Kalix kommuns territorialvatten och i Sveriges ekonomiska zon i Bottenviken
Lokalisering	Kalix kommun och Sveriges ekonomiska zon
Län	Norrbottnens län
Prövningsinstans	Territorialhavet: Mark- och miljödomstolen vid Umeå tingsrätt Sveriges ekonomiska zon: Regeringen (Klimat- och näringslivsdepartementet)
Spridningstillstånd för sjögeografisk information	©Sjöfartsverket (beteckningsnummer 24-01274)
Kartor	©Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, Garmin, HERE, Geonames.org, and other contributors ©Lantmäteriet (CC)
Projektledare	Fredrik Hallander +46 (0)76 103 72 56 f.hallander@skybornrenewables.com
Projektledare tillstånd	Anna Roxell +46 (0)70 268 33 68 a.roxell@skybornrenewables.com

Icke teknisk sammanfattning

Denna miljökonsekvensbeskrivning (MKB) omfattar anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken Polargrund Offshore (nedan Polargrund), som innefattar vindkraftverk med tillhörande internt kabel- och/eller rörledningsnät och plattformar så som transformatorstationer och kompressorstationer. Vindkraftparken utvecklas av Skyborn Renewables via projektbolaget Polargrund Offshore AB.

Den aktuella MKB:n är underlag för tillståndsansökningarna till vindkraftparken och vätgasproduktionen, inklusive det interna kabel- och/eller rörledningsnätet. Inom territorialhavet krävs bl.a. tillstånd för miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet enligt 9 och 11 kap. miljöbalken. Tillstånd för den del av projektområdet som ligger inom Sveriges ekonomiska zon ansöks enligt lagen (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon. För nedläggningen av det interna kabelnätet och rörledningsnätet krävs även tillstånd enligt lagen (1966:314) om kontinentalsockeln för hela projektområdet. Eftersom ansökan innefattar vätgasproduktion är Sevesolagstiftningen tillämplig inom svenskt sjöterritorium varför MKB:n även är underlag för tillstånd om lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

För en översiktlig beskrivning av projektet kan denna icke-tekniska sammanfattning läsas och de sammanfattade bedömningarna beskrivs i kapitel 17. För den som vill sätta sig in i hela projektet rekommenderas läsning av MKB:n i sin helhet i kapitelföljd. Samrådsredogörelsen finns att läsa i bilaga D2. Skyborn har genomfört flera utredningar, fördjupningar och inventeringar inom projektområdet vilka beskrivs i sin helhet i bilagorna till MKB: n.

Om projektet

Vindkraftparken Polargrund omfattar maximalt 120 vindkraftverk med en maximal totalhöjd om 350 m. Vindkraftparken kommer att kunna producera el om ca 10 TWh eller ca 200 000 ton vätgas per år. Projektområdet för vindkraftpark Polargrund är lokaliserad i Bottenviken och ligger inom både territorialhavet och Sveriges ekonomiska zon samt angränsar till Finlands ekonomiska zon. Vindkraftparken ligger ca 10 km från den närmaste ö och ca 35 km från närmaste fastland. Projektområdet har en area på 341 km² och ett medeldjup om ca 45 m.

Syftet med att etablera en storskalig vindkraftpark i Bottenviken är att producera och förse norra Sverige med ett betydande tillskott av energi, i form av el och/eller vätgas. Elanvändningen förväntas öka kraftigt i norra Sverige och det behöver tillkomma i genomsnitt ca 5 TWh fossilfri elproduktion per år för att möta efterfrågan.

Ansökt verksamhet

Den havsbaserade vindkraftparken utgörs av vindkraftverk som omvandlar energin från vinden till elektricitet och/eller till vätgas. Det interna kabelnätet samlar upp den producerade elen och leder den till en transformator- eller omriktarstation. Motsvarande system för vätgas består av rörledningar som leder vätgasen till en kompressorstation för att säkerställa rätt tryck och flöde i ledningarna. Vindkraftverken och plattformarna (t.ex. transformatorstationerna) inom projektområdet förankras till havsbotten med hjälp av fundament. Val av vindkraftverk (storlek, effekt med mera), fundamentstyp, slutgiltiga positioner och övriga tekniska specifikationer kommer att fastställas i samband med detaljprojektering inför anläggningsskedet. Den slutliga layouten tas fram med hänsyn till identifierade intressen, tekniska förutsättningar och lokala förhållanden.

Samråd

Inför tillståndsansökan har ett avgränsningssamråd hållits med Norrbottens länsstyrelse och Kalix kommun samt med övriga myndigheter, företag, organisationer, föreningar och allmänhet. Utöver det nationella samrådet har ett samråd enligt Esbokonventionen genomförts med finska samrådsparter. Avgränsningssamråden pågick under år 2022.

Inkomna yttranden har sammanställts i en samrådsredogörelse, se bilaga D2.

Alternativ

Enligt lokaliseringsprincipen i 2 kap. 6 § miljöbalken ska verksamheter eller åtgärder som tar ett mark- eller vattenområde i anspråk välja en plats där ändamålet kan uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljö. När platsen för havsbaserad vindkraft ska väljas är syftet därför att den planerade vindkraftparken ska kunna producera så mycket el som möjligt och samtidigt undvika negativa miljöeffekter i så stor utsträckning som möjligt, i enlighet med 2 kap. 7 § miljöbalken.

En detaljerad studie av möjlig lokalisering av större vindkraftparker har därför genomförts med avsikt att finna lämpliga platser för anläggning av större vindkraftparker, se bilaga D3. I studien har områden med ogynnsamma förutsättningar av olika anledningar valts bort både med hänsyn till tekniska svårigheter och/eller miljömässiga anledningar. Sju olika platser valdes ut för en närmare studie av förutsättningar och jämförelse av miljöeffekter. Av jämförda lokaliseringar bedömdes området utanför Kalix och Haparanda, det vill säga området för vindkraftpark Polargrund, vattenområdet vid Eystrasaltbanken och vattenområdet öster om Finngrundarna vara de mest lämpliga lokaliseringarna.

Nollalternativet

Nollalternativet skulle innebära att verksamheten inte utvecklas och därmed att vattenområdet utanför Kalix och Haparanda skulle förbli ett öppet vattenområde utan vindkraftverk och tillhörande fundament, ledningar och plattformar. Området skulle, med andra ord, behålla sin nuvarande karaktär. Detta skulle i sin tur innebära att det bedömda miljökonsekvenserna till följd av projektet aldrig skulle uppstå, såvida inga andra vindkraftsprojekt eller verksamheter skulle byggas i det utpekade området i stället för Polargrund.

Om vindkraftsanläggningen inte skulle uppföras skulle projektet inte kunna bidra med en ansevärd produktion av förnybar el på ca 10 TWh eller ca 200 000 ton vätgas per år. Detta innebär att ett betydande tillskott till Sveriges elproduktion inte kommer till stånd, med konsekvenser för bl.a. industrins och samhällets behov av en förnybar och fossilfri el samt försämrade möjligheter att nå både nationella och regionala klimatmål.

Konsekvensbedömning

Bolaget har låtit genomföra flera expertbedömningar, undersökningar och modelleringar för att ta fram denna MKB. Bland annat har inventeringar av fågel, fisk och bottenfauna utförts, yrkesfisket har undersökts, ljudmodelleringar och beräkningar har tagits fram och modellering av uppgrumlade sediment genomförts. Under projektets gång har ett flertal olika skyddsåtgärder identifierats som kan användas för att minimera påverkan från verksamheten.

I tabellen nedan och i följande avsnitt sammanfattas de miljöaspekter och intressen som kan komma att påverkas i något skede av vindkraftparken.

Miljöaspekt	Påverkansfaktor	Konsekvens		
		Anläggning	Drift	Avveckling
Bottenflora och bottenfauna	Grumling och sedimentpålagring	Försumbar		Försumbar
	Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	
Fisk	Undervattensbuller	Liten	Försumbar	Liten
	Grumling och sedimentpålagring	Försumbar		Försumbar
	Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Elektromagnetiska fält		Försumbar	
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	
Marina däggdjur	Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Grumling och sedimentpålagring	Försumbar		Försumbar
	Luftburet buller		Liten	
	Fysisk påverkan under havsytan		Försumbar	
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	
Fåglar	Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Liten	Försumbar
Fladdermöss	Fysisk påverkan ovan havsytan		Försumbar	
Yrkesfiske	Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Sjöfart	Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten
Luffart	Fysisk påverkan ovan havsytan		Liten	
Marinarkeologi	Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar		Försumbar
Rekreation och friluftsliv	Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Luftburet buller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Rennäring	Fysisk påverkan ovan havsytan		Försumbar	
Totalförsvaret	Fysisk påverkan ovan havsytan		Liten	
	Fysisk påverkan under havsytan		Liten	
Miljöövervakningsstationer	Grumling och sedimentpålagring	Försumbar		Försumbar
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	

Bottenflora och bottenfauna

Undersökningar visar att det är små områden inom projektområdet där solljuset når ner till havsbotten, vilket medför att utbredningen av vegetation är begränsad. Enbart en art av flora (ishavstofs) påträffades vid bottenundersökningarna i projektområdets grundaste delar. Bottenfaunan, djur som lever på eller i sedimentet, inom projektområdet utgörs av arter som är vanliga i hela Östersjön och inga rödlistade arter påträffades under undersökningarna. Konsekvenserna för bottenflora och bottenfauna bedöms bli försumbar under vindkraftsparkens alla skeden.

Fisk

Projektområdet har undersökts med avseende på fisk genom nätprovfiske och genom eDNA-undersökningar. Arter av intresse som detekterats, förväntas förekomma eller har lyfts under samrådet som särskilt viktiga är strömming, lax, öring, sik, siklöja och tånglake. Grumling och sedimentpålagring, fysisk påverkan under havsytan, elektromagnetiska fält och utsläpp av kylvatten och retentat bedöms ge försumbara konsekvenser för fisk. Modelleringen av undervattensbuller inklusive skyddsåtgärder under anläggningskedet visar att områden där ljudet kan överskrida nivån för tillfälliga skador (TTS) för vuxen lax respektive smolt kan uppkomma på ett avstånd om ca 22 km respektive 24 km från ljudkällan i de delar av projektområdet som omges av djupare vatten. Undervattensbuller bedöms kunna ge upphov till en liten konsekvens under anläggnings och avvecklingskedet med hänsyn till laxens sårbarhetsstatus och anpassningsbarhet samt dess vandring genom Bottenviken. Under driften bedöms konsekvensen av undervattensbuller bli försumbar.

Marina däggdjur

I Bottenviken förekommer det två olika arter av marina däggdjur, gråsäl och vikare. Vikare detekterades i större omfattning än gråsäl vid eDNA-undersökningar som har utförts inom undersökningsområdet. Konsekvenserna för marina däggdjur bedöms bli försumbara med undantag för påverkansfaktorn luftburet buller under driftskedet eftersom vikaren använder isen som liggplats under vintern. Det luftburna bullret från vindkraftverken kan ge upphov till en viss habitatexkludering på individnivå men inte i en omfattning med betydelse för populationen. Konsekvensen för driftskedet bedöms därför som liten.

Fåglar

Utifrån genomförda sträckstudier kan konstateras att det havsgående sträcket av fåglar i de centrala delarna av Bottenviken för sjöfågel och rovfågel har låga numerärer, både under vår och höst. Den huvudsakliga migrationen sker utmed kusterna. Vid vissa väderlägen kan det ske ett mer omfattande sträck av tättingar centralt i Bottenviken men aldrig av några betydande antal migrerande fåglar. Under 2022 och 2023 resulterade inventeringar i området i 21 fåglar/dag under våren och 207 fåglar/dag under hösten, vilket sammantaget är ytterst få fåglar. Inventeringar under sommaren 2022 och 2023 av födosökande fåglar resulterade också i en låg täthet på mellan 0,05–0,2 individer per kvadratkilometer bestående av måsfåglar, lommar och alkor. Området bedöms sammantaget ha en liten betydelse för både migrerande och födosökande fåglar.

Miljöeffekterna på fåglar kan huvudsakligen uppkomma under driftskedet eftersom fåglar kan kollidera med vindkraftverken, att parken kan ge en viss undanträngande effekt och i mindre omfattning att parken utgör en barriär för migrerande och födosökande fåglar. Effekterna för framför allt vissa migrerande fåglar kan i allmänhet vara måttliga till stora till följd av kollisioner. Barriäreffekten för migrationen bedöms som små vid

Polargrund, då den extra sträcka som migrerande fåglar behöver flyga med tillhörande energiförlust blir försumbar i jämförelse med den långa sträcka de migrerar. Undanträngning och barriäreffekt är artrelaterad och effekterna beror också på förekomsten av andra lämpliga habitat att flytta till. Undanträngnings- och barriäreffekter för födosökande lommar, måsfåglar och alkor har bedömts vara liten till försumbar.

Antalet fåglar som passerar genom området under migrationen är lågt vilket innebär att få migrerande fåglar förväntas kollidera med vindkraftverken, få fåglar födosöker inom området och få fåglar berörs av undanträngnings- och barriäreffekter. Till följd av det låga antalet fåglar bedöms den planerade vindkraftparkens konsekvenser för fågel bli liten i driftskedet. I anläggnings- och avvecklingskedet bedöms konsekvenserna bli försumbara.

Fladdermöss

I norra Bottenviken är förekomsten av fladdermöss liten, endast nordfladdermus förväntas finnas. Projektområdet eller dess närhet bedöms inte nyttjas av fladdermöss varken för migration eller för födosök och inga fladdermöss detekterades under inventeringarna.

Fladdermöss kan förolyckas genom t.ex. kollisioner med vindkraftverken om de migrerar genom området eller om de attraheras av de tillkommande vindkraftverken i havet. Konsekvensen för fladdermöss bedöms som försumbar med hänsyn till den låga förekomsten av fladdermöss.

Yrkesfiske

Fångster från de senaste 20 åren har studerats för att kunna genomföra en bedömning av yrkesfisket i området. Enbart en liten andel av den totala fångsten i Bottenviken görs inom projektområdet, främst av strömming och siklöja. I och med det hinder vindkraftparken ger upphov till under samtliga skeden förväntas det yrkesfiske som utförts med trålning inte kunna fortsätta bedrivas inom vindkraftparken. Eftersom yrkesfisket som sker i projektområdet är ytterst begränsat (<1% jämfört med omgivande ICES rektanglar) bedöms de begränsningar som uppstår ge försumbara konsekvenser för yrkesfisket.

Under anläggningskedet uppkommer undervattensbuller som kan påverka fiskförekomsten i området. Fiskförekomsten varierar samtidigt naturligt mellan år och områden, vilket innebär att yrkesfisket även normalt behöver genomföra förändringar av sina fiskemönster. Yrkesfisket är dock begränsat i området och konsekvensen från undervattenbuller bedöms därför som försumbar.

Sjöfart

Projektområdet kommer inte kunna trafikeras på samma sätt vid en etablering av vindkraftparken som det görs idag. Projektområdet överlappar dock inga sjötrafikstråk. Närmaste fartsstråk är farleden Kemi-Nordvalen som ligger öster om projektområdet. Sjötrafiken genom projektområdet är mycket låg och trafikintensiteten är också generellt mycket låg i de analyserade fartygsstråken (<2000 passager per år). Under samtliga skeden (anläggning, drift och avveckling) kommer fartygstrafiken genom projektområdet behöva ta hänsyn till pågående anläggnings- eller avvecklingsarbeten och/eller skyddsavstånd till vindkraftverken vilket innebär en något förlängd rutt. Konsekvensen bedöms därmed som liten för sjöfarten under isfria förhållanden. Vintersjöfarten bedöms endast i förhållande till risker, se separat avsnitt.

Luftfart

I och med att vindkraftparken tar ett utrymme i luftrummet i anspråk innebär det att utrymmet begränsas för luftfarten. En flyghinderanalys har genomförts vilket visar att TAA och RNP berörs. Preliminärt besked är att det inte uppstår någon påverkan på dessa eller inflygningen för den civila trafiken. Området är begränsat och hinderytan bedöms ha liten betydelse och effekt på luftfarten i detta område. Konsekvensen under vindkraftparkens olika skeden bedöms därför som liten.

Marinarkeologi

En frivillig arkeologisk utredning (etapp 1) har utförts, baserat på genomförd sjömätning. I utredningen påträffades 29 indikationer på objekt som kan vara av antikvariskt intresse, varav 3 anses vara vrakliknande formationer. Det finns sen tidigare inga kända kulturhistoriska lämningar inom projektområdet.

Vid anläggningsarbetena kan fysiska ingrepp på havsbotten skada kulturhistoriska lämningar. Under detaljprojekteringen kommer kompletterande utredningar för att identifiera antikvariska objekt utföras vid behov. För att undvika påverkan på identifierade antikvariska objekt kommer skyddsåtgärder vidtas efter samråd med berörda myndigheter. Konsekvensen under anläggnings- och avvecklingsskedet bedöms därmed som försumbar.

Rekreation och friluftsliv

Friluftslivet inom eller i direkt anslutning till projektområdet är begränsat p.g.a. avståndet till närmaste öar och fastlandet. Underlaget baseras på en utredning avseende påverkan på fritidsfisket och en analys av luftburet buller för vindkraftparken samt från vätgasproduktionen. Därefter har en kompletterande utredning om luftburet buller visat att bullret från vindkraftparken i huvudsak maskeras av naturliga bakgrundsljud. Områden som är viktiga för friluftslivet bedöms ligga på ett sådant avstånd att det inte påverkas i en betydande grad av luftburet buller från vindkraftparken. Fysisk påverkan ovan havsytan och luftburet buller bedöms ge försumbara konsekvenser för friluftsliv och rekreation.

Rennäring

Renarna är beroende av speciella betesområden vid olika tider på året och vandrar därför i ett invariant mönster mellan de olika platserna. Vinterbetet sker längs kusten i Haparandas, Kalix och Luleås skärgårdar, där Malören och Sandskär är närmast belägna vinterbetesmarker från projektområdet (som närmast ca 10 km från projektområdet). Liehittjäja koncessionssameby och Kalix koncessionssameby är de samebyar som skulle kunna beröras av etableringen. På grund av avståndet till vindkraftparken bedöms konsekvensen under drift bli försumbar.

Totalförsvaret

Östersjön, och därav Bottenviken, är en strategiskt viktig region för Försvarmakten. I områdesbeskrivningarna för den gällande havsplanen pekas inte särskild hänsyn för försvaret ut men en viss osäkerhet redovisas kopplat till försvarets intressen som omfattas av sekretess. I förslaget till ändrade havsplaner anges att särskild hänsyn till försvaret ska tas. Försvarmakten har yttrat sig om att vindkraftsetablering riskerade att medföra skada på totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess. Projektområdet har sedan Försvarmaktens yttrande ändrats och förändringen har meddelats till Försvarmakten, något svar har vid upprättandet av

MKB:n inte erhållits. Etablering av vindkraftparken minskar det tillgängliga området för totalförsvaret i Bottenviken inom en begränsad yta. Konsekvensen bedöms med bakgrund av tillgänglig information som liten.

Miljöövervakningsstationer

I norra delen av den planerade vindkraftparken finns en miljöövervakningsstation för provtagning av fysikaliska och kemiska parametrar. Norr och väster om vindkraftparken finns ytterligare tre mätstationer som har syfte att klassa vattenförekomsten i området. Uppgrulande sedimentet från anläggnings- och avvecklingsarbeten kan påverka vattenkemin och sedimentprover genom sedimentation om sedimenten sprids från platen där anläggningsarbeten sker. Retentat och kylvatten från bl.a. vätgasproduktionen under driften skulle kunna påverka vattenkemin lokalt i området men p.g.a. den snabba omblandningen med omgivande vattenmassor bedöms konsekvenserna från detta som försumbara. Konsekvenserna bedöms även bli försumbara för grumling och sedimentation eftersom påverkan är både lokal och begränsad tidsmässigt.

Visuell inverkan på landskapet

Projektområdet är beläget långt ut till havs med stora avstånd till fastland och skärgård med undantag för några närliggande öar på ca 10 km avstånd. För att utreda den visuella påverkan har en landskapsanalys tagits fram (bilaga D16) som baseras på framtagna fotomontage (bilaga D4), ZTV (zone of theoretical visibility) (ingår i bilaga D16) och hindersbelysningsanimeringar (bilaga D5).

Den visuella påverkan kan generellt beskrivas utifrån betraktarens avstånd till vindkraftparken vilket beror på omgivningens förutsättningar. Detta betyder att påverkan generellt avtar med avståndet vilket leder till att den visuella påverkan är närmast obefintlig från fastlandet men påtaglig från närliggande öar.

För närzonen (0-25 km) blir påverkan påtaglig från närliggande öar. Inom mellanzonens yttre ölandskap (25-35 km) bedöms påverkan generellt bli måttlig för de karga öarna och liten till måttlig för öarna med mer vegetation. För platser i mellanzonens inre ölandskap (35-50 km) där horisonten döljs av andra öar och vegetation bedöms påverkan bli liten medan de platser som har fri sikt över havet som mest påverkas i måttlig grad. Påverkan inom fjärrzonen (dvs >70km) bli försumbar.

Riksintressen och skyddade områden

Projektområdet överlappar inte med något riksintresse för kommunikation (sjöfart och luftfart), yrkesfiske, rennäring eller friluftslivet. Luleå hamn som är av riksintresse för kommunikation skulle potentiellt kunna påverkas indirekt om trafiken ökar tillfälligt, t.ex. under anläggningskedet. Sammantaget bedöms dock varken anläggning, drift eller avveckling av vindkraftparken att påtagligt försvåra dessa ovan nämnda riksintressen eller dess syften.

För riksintresset kulturmiljövård bedöms vindkraftparken ge måttliga konsekvenser på riksintresseanspråken på Malören och Sandskär p.g.a. den förändrade utblicken från öarna. En anpassning av vindkraftparkens utbredning har gjorts för att minska påverkan på utblicken från framför allt hamnen på Malören. Riksintressena Rödkallen och Nässkatan bedöms få inga till små negativa konsekvenser och riksintressena Småskär, Seskarö, Storebben/Svarthällan och Hindersön bedöms inte få några negativa konsekvenser från vindkraftparken.

Under samrådet har Försvarsmakten yttrat sig om att vindkraftparkens undersökningsområde kan medföra påtaglig skada på riksintressen för totalförsvaret som omfattas av sekretess. Projektområdet har sedan

Försvarsmaktens yttrande ändrats och förändringen har meddelats till Försvarsmakten. Dialog pågår mellan Skyborn och Försvarsmakten kring förutsättningarna för hur verksamheterna skulle kunna anpassas.

Skyborn har låtit utreda i vilken utsträckning den planerade vindkraftparken skulle kunna innebära en störning på utpekade habitat och arter samt typiska arter i Natura 2000-områden. Utredningarna har omfattat påverkan på fågel samt marina arter och habitat. Projektområdet för vindkraftparken ligger på ett så stort avstånd från Natura 2000-områden att verksamheten inte ger upphov till störningar som kan påverka aktuella arters bevarandestatus eller ge påverkan på utpekade habitat med föreslagna skyddsåtgärder.

Den planerade vindkraftparken gör inget areellt intrång i de omkringliggande naturreservaten. Avstånden är relativt stora och effekter av betydelse i form av buller, sedimentspridning med mera från anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken når inte in i reservaten. Verken kommer dock att vara synliga från platser inom naturreservaten. Sammantaget bedöms den planerade verksamheten varken strida mot naturreservatens ändamål/syfte eller reservatens föreskrifter.

Avståndet mellan den planerade vindkraftparken och nationalparken Haparanda skärgård är relativt stort och effekter av betydelse i form av luftburet och undervattensbuller samt sedimentspridning under anläggning, drift och avveckling bedöms inte nå in i nationalparken. Vindkraftverken kommer dock att vara synliga från flera platser inom nationalparken.

För skydd av värdefulla kust- och havsområden på en internationell nivå finns Helcom konventionen. Områden som pekats ut enligt konventionerna kallas Marine Protected Areas, MPA. Det närmaste MPA Haparanda Archipelago ligger ca 1 km norr om projektområdet. Flera arter av fisk, fågel samt vikare är listade inom MPA. Sammantaget bedöms de sydligaste delarna av MPA-området bli berörda av effekter till följd av undervattensbuller men konsekvenserna för de värden som värnas blir begränsade.

Kumulativa effekter

Kumulativa effekter har utretts för befintliga och tillståndsgivna verksamheter. Under anläggningsskedet skulle undervattenbuller kunna ge upphov till kumulativa effekter på fisk ihop med befintlig sjöfart och yrkesfiske. Fartygstrafiken och yrkesfisket i och i närheten av projektområdet är litet och bullerkällorna bedöms därför inte samverka på ett sådant sätt att kumulativa effekter av betydelse uppkommer under anläggningsskedet.

Påverkan på sjöfarten vid en etablering av Polargrund är huvudsakligen begränsad till de fartyg som idag passerar genom projektområdet och berör huvudsakligen fartygstrafik till och från hamnarna i finska Kemi och Röyttä. Det fartygsstråk som huvudsakligen berörs av Polargrund under driftskedet är Nordvalen-Kemi. En kumulativ effekt kan uppstå om fartygstrafiken på stråken påverkas av ytterligare verksamheter, inga befintliga eller tillståndsgivna vindkraftpark eller andra konstruktioner har kunnat identifierats i norra Bottenviken.

Kumulativa effekter har utretts för rennäringsen baserat på inkomna yttranden under samrådet, vindkraftparken under driften bedöms inte bidra till några kumulativa effekter vad gäller rennäringsen.

Inom projektområdet är yrkesfisket av mycket låg omfattning och det finns inga tillståndsgivna vindkraftparker som kan bidra till att kumulativa effekter av betydelse kan uppstå.

Etableringen av vindkraftparken Polargrund kommer minska det tillgängliga området för Försvarsmakten något. Om etablering av fler vindkraftparker i närområdet sker minskar det totala tillgängliga vattenområdet för övningsverksamhet i Bottenviken ytterligare, dock finns inga befintliga eller tillståndsgivna vindkraftparker vilket ger att inga kumulativa effekter kommer att uppstå.

Risker för sjöfarten

För att fastställa risker i samband med sjöfarten har en så kallad Hazid-workshop (riskidentifieringsworkshop) utförts i enlighet med rekommenderad och etablerad metodik för nautisk riskanalys, i vilken representanter från både finska och svenska myndigheter samt andra intressenter såsom hamnoperatörer deltog. En riskanalys i relation till sjöfarten togs därefter fram (bilaga D18). Baserat på de faror som identifierades under workshoppen och i riskanalysen beslutade Skyborn att begränsa projektområdet till det område som ansökan omfattar idag.

Sannolikheten för grundstötning ökar något till följd av etableringen av vindkraftparken men ökningen är mycket liten och risken för grundstötning bedöms som försumbar.

Under isfria förhållanden kommer fartygstrafiken tvingas till ruttanpassningar för att passera projektområdet. De beräknade olyckssannolikheterna är dock låga och det finns tillräckligt med utrymme för trafiken att kunna passera på säkert avstånd från vindkraftparken vilket gör att riskerna under isfria förhållanden bedöms bli acceptabla.

Riskerna under perioder med is är högre än under isfria förhållanden då vindkraftparken kommer att påverka vintersjöfarten, inklusive isbrytarnas verksamhet. I första hand är det trafik till och från hamnarna i Kemi och Torneå som kommer att påverkas av en etablering. Vindkraftparken kommer att medföra att behovet av isbrytarassistans ökar för att säkerställa god sjösäkerhet. I vilken grad är dock osäkert och kommer variera mellan olika år.

Sammantaget bedöms riskerna och påverkan på sjöfarten högre vintertid än sommartid, men har förbättrats utifrån justering av projektområdet.

Risker med vätgas

Inom vindkraftsparken kommer vätgas produceras. Vätgasen är mycket lättantändlig och är även explosiv inom specifika blandningsförhållanden med luft.

En riskutredning har genomförts för vätgasen. I riskutredningen har konsekvensavstånd beräknats för olika scenarion. Konsekvensavstånden delas in i två kategorier, dels konsekvenser för utrustning/konstruktion, dels konsekvenser för människors hälsa. Den bedömda risken är en kombination av sannolikheten för att en händelse ska inträffa och konsekvensen av denna.

För de anläggningsdelar som innehåller vätgas inom vindkraftsparken så är det största beräknade konsekvensområdet 53 m. Detta konsekvensavstånd gäller för människors hälsa vid ett rörbrott på en kompressorplattform. Sannolikheten för att en sådan händelse ska inträffa är liten om föreslagna skyddsåtgärder implementeras. En gasmolnsbrands förlopp är kortvarig och kompressorplattformen kommer vara placerad inom vindkraftsparken där tredje man inte vistas mer än tillfälligt. Den sammanlagda sannolikheten för att en sådan händelse ska leda till allvarlig skada eller ett dödsfall bedöms därför vara mycket liten eller försumbar och även om konsekvensen av en sådan händelse är allvarlig bedöms risken vara acceptabel. För övriga händelser där konsekvensavstånden är kortare bedöms risken för en allvarlig skada eller ett dödsfall på tredje man vara acceptabel.

Sammantaget bedöms riskerna kopplade till produktion och hantering av vätgas inom anläggningen vara acceptabla.

Risk för iskast

Vindkraftparken etableras i ett område där isbildning kan uppstå på bl.a. rotorbladen och ge så kallade iskast. Sannolikheten för att någon skulle träffas bedöms dock som mycket liten eftersom vindkraftparken ligger långt ute till havs där trafikintensiteten är mycket låg. Eftersom det går fort i teknikutvecklingen finns det flera möjliga tekniker som kan bli aktuella att implementera för att förebygga risken för is. Vilken teknik som kommer användas kommer utredas vidare inför anläggningskedet.

Risker för främmande invasiva arter

Risken för spridning av främmande invasiva arter i och med etableringen av vindkraftparken bedöms vara låg, dels p.g.a. vindkraftparkens utformning där installationerna är utspridda i ett stort område vilket minskar risken för en effektiv spridning samt dels för att området i sig inte utgör något artrikt område där arter lätt sprids. Utöver detta regleras hanteringen av barlastvatten enligt gällande lagstiftning vilket innebär en minskad risk för spridning av främmande invasiva arter från arbetsfartyg i området. Sammantaget bedöms risken för spridning av främmande invasiva arter vid etableringen av Polargrund som försumbar.

Gränsöverskridande påverkan

Eftersom projektområdet angränsar till finsk ekonomisk zon bedöms projektet medföra viss gränsöverskridande påverkan. De påverkansfaktorer som kan ge upphov till gränsöverskridande påverkan är sådana som ha en geografisk utbredning in över finskt vatten, i detta fall: undervattenbuller (fisk, marina däggdjur, yrkesfiske), grumling och sedimentpålagring (bentisk miljö) samt visuell påverkan (visuella inverka på landskapet). I övrigt påverkas även sjöfarten i området.

För gränsöverskridande påverkan har en mindre påverkan på fisk och yrkesfiske identifierats. Påverkan är förknippat med det undervattenbuller som kan uppkomma under anläggningskedet. Sammantaget bedöms ingen gränsöverskridande påverkan av betydelse att uppstå på dessa mottagare.

Den sjöfart som passerar genom vindkraftparken idag kommer att behöva anpassas och välja rutter som går runt vindkraftparkområdet. Detta innebär att sjöfarten som idag passerar igenom parkområdet kommer ansluta till fartygstråket Nordvalen – Kemi på finskt vatten. Utrymmet öster om vindkraftparken är stort och ett säkerhetsavstånd vid passage kommer att kunna hållas. Riskerna för sjöfarten bedöms bli högre vintertid än sommartid, eftersom fartyg och isbrytare inte kan passera genom parkområdet och således kan behöva välja rutter med svårare isförhållanden. Säkerställande av tillräcklig isbrytarassistans bedöms som den viktigaste åtgärden för att begränsa riskerna som uppstår till följd av vindkraftparken.

Gällande visuell påverkan på landskapet kommer Polargrund bl.a. vara synligt från ön Selkä-Sarvi som ligger inom mellanzonen. På ön finns en samling byggda kulturmiljöer av riksintresse för Finland. Den visuella påverkan på landskapet varierar med avståndet och bedöms kunna bli försumbar till måttlig i mellan- och fjärrzonen, där mellanzonen är 25-50 km och fjärrzonen 50-70 km från projektområdet.

Samlad bedömning

Den sammanlagda konsekvensbedömningen varierar mellan försumbar och måttlig. Verksamheten kommer inte ge störningar på Natura 2000-områden som kan påverka aktuella arters bevarandestatus eller ge påverkan på utpekade habitat p.g.a. avståndet från vindkraftparken. Verksamheten kommer inte påtagligt försvåra riksintressena kommunikation (sjöfart och luftfart), yrkesfiske, rennäring eller friluftslivet eller dess syften. En anpassning av vindkraftparken har gjorts för riksintresset kulturmiljö. Konsekvensen bedöms som störst till måttlig för riksintresset Sandskär och Malören. Dialog pågår mellan Skyborn och Försvarsmakten kring förutsättningarna hur verksamheten kan anpassas till riksintresset för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess.

Den planerade verksamheten bedöms inte bidra negativt till möjligheterna att uppfylla miljökvalitetsnormerna för havsmiljön. Vindkraftparkens bidrag med att producera och förse norra Sverige med grön energi kommer bidra positivt till miljömålen en God bebyggd miljö, Begränsad klimatpåverkan och Generationsmålet. Vidare bedöms den planerade verksamheten inte försvåra möjligheten att uppnå de nationella målen.

Innehållsförteckning

1. Inledning	18
1.1 Bakgrund	18
1.2 Projektbeskrivning	18
1.3 Om sökanden	20
1.4 Tillståndskrav	21
1.5 Syfte och omfattning av MKB	22
2. Samråd	24
2.1 Nationellt samråd	24
2.2 Samråd enligt Esbokonventionen	25
3. Verksamhetsbeskrivning	26
3.1 Parkutformning	26
3.2 Vindkraftverk	26
3.3 Transformatorstationer och andra plattformar	27
3.4 Fundament	28
3.5 Kabelnät	28
3.6 Vätgasproduktion	30
3.7 Projektskeden	30
4. Alternativredovisning	33
4.1 Alternativa lokaliseringar	33
4.2 Alternativ utformning och omfattning	34
4.3 Nollalternativet	38
5. Områdesbeskrivning och planförhållanden	39
5.1 Planförhållanden	39
5.2 Meteorologiska förhållanden	42
5.3 Oceanografi	44
5.4 Bottenförhållanden	48
6. Avgränsning och metodik	55
6.1 Avgränsning av miljökonsekvensbeskrivningen	55
6.2 Underlag	56
6.3 Metodik	59
7. Påverkansfaktorer	64
7.1 Grumling och sedimentpålagring	64

7.2 Undervattensbuller	66
7.3 Luftburet buller	67
7.4 Fysisk påverkan ovan havsytan	69
7.5 Fysisk påverkan under havsytan	69
7.6 Elektromagnetiska fält	70
7.7 Utsläpp av kylvatten och retentat	70
7.8 Isförhållanden	71
7.9 Djup-, ström- och vågförhållanden	71
7.10 Visuella påverkan och hindersbelysning	72
8. Skyddsåtgärder och andra åtaganden	73
8.1 Skyddsåtgärder för anläggningsskedet	73
8.2 Skyddsåtgärder för driftskedet	76
8.3 Skyddsåtgärder för avvecklingsskedet	77
9. Nuläge, effekter och konsekvenser	78
9.1 Benthisk miljö	78
9.2 Fisk	88
9.3 Marina däggdjur	105
9.4 Fåglar	114
9.5 Fladdermöss	126
9.6 Yrkesfiske	128
9.7 Sjöfart	134
9.8 Luftfart	140
9.9 Marinarkeologi	142
9.10 Rekreation och friluftsliv	145
9.11 Rennäring	147
9.12 Totalförsvaret	151
9.13 Miljöövervakningsstationer	153
10. Övriga bedömningar	157
10.1 Visuella inverkan på landskapet	157
10.2 Miljökvalitetsnormer	161
10.3 Riksintressen	166
10.4 Skyddade områden	179
10.5 Verksamheten i förhållande till miljömål	187
10.6 Kumulativa effekter	188

11. Risker och säkerhet	192
11.1 Risker för sjöfarten	192
11.2 Risker med vätgas	193
11.3 Risk för iskast	196
11.4 Risk för främmande och invasiva arter	197
12. Gränsöverskridande påverkan	198
12.1 Undervattensbuller	198
12.2 Grumling och sedimentpålagring	199
12.3 Visuellt påverkan	200
12.4 Risker för sjöfart	200
12.5 Samlad bedömning	201
13. Bedömning av följdverksamheter	202
13.1 Förberedande undersökningar	202
13.2 Anläggning, drift och avveckling av ledningar till fastlandet	203
13.3 Ökad sjötrafik och aktiviteter i hamnar	204
13.4 Hantering av överskottsmassor	205
14. Kontroll och uppföljning av verksamheten	206
15. Klimat	207
15.1 Mål och åtgärder på energi- och klimatområdet	207
15.2 Klimatnytta	210
15.3 Livscykelanalys	212
16. Samhällsnytta	215
16.1 Nationell nytta	215
16.2 Produktionen från Polargrund Offshore – potential och nyttor	217
16.3 Regional och lokal nytta	218
17. Samlad bedömning	220
18. Utredningsgruppen	222
19. Begreppslista	224
20. Referenser	228

Bilagor

- D.1 Kartbilaga projektområde
- D.2 Samrådsredogörelse
- D.3 Lokaliseringsutredning – utredning avseende lokalisering av större vindkraftparker
- D.4 Rapport fotomontage
- D.5 Hinderbelysningsanimering
- D.6A Underwater noise prognosis
- D.6B Modellerings av undervattensljud
- D.7 Ljudimmissionsberäkning av ljud från vindkraft
- D.8 Utredning av buller från vätgasproduktion
- D.9 Sediment and hydrodynamic impact – Modellerings av sedimentspridning och hydrodynamisk påverkan
- D.10 Fältundersökningar
- D.11 Nulägesbeskrivning av bentisk miljö
- D.12 Nulägesbeskrivning fisk
- D.13 Nulägesbeskrivning marina däggdjur
- D.14 Sammanställning av inventeringar och utredningar fågel
- D.15 Yrkesfiske
- D.16 Visuell inverkan på landskapet
- D.17 Kulturmiljöutredning
- D.18 Nautisk riskanalys
- D.19 Bedömning Natura 2000
- D.20 Frivillig marinarkeologisk utredning steg 1
- D.21 Sammanfattning och bedömning, fladdermöss

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Skyborn Renewables AB (nedan Skyborn) är specialiserade inom utveckling, byggnation och drift av havsbaserade vindkraftparker, i såväl Sverige som i andra länder. I Sverige finns mycket goda förutsättningar för en utbyggd elproduktion till havs pga. goda vindförhållanden och en lång kust med relativt oexploaterade havsområden. Skyborns planerade verksamhet, vindkraftpark Polargrund Offshore (nedan Polargrund), är lokaliserad i norra Bottenviken ca 35 km från kusten, söder om Kalix i Norrbottens län. Syftet med att etablera en storskalig vindkraftpark i det aktuella området i Bottenviken är att producera och förse norra Sverige med ett betydande tillskott av el och/eller vätgas.

Kommande årtionden väntas en kraftig ökning av elanvändningen i norra Sverige, i synnerhet driven av industrins elektrifiering och omställning till fossilfria processer och produkter. Utvecklingen är ett led i att minska koldioxidutsläppen, som enligt Sveriges klimatlag ska vara netto-noll år 2045. I genomsnitt behövs det tillkomma ca 5 TWh ny fossilfri elproduktion årligen i norra Sverige för att möta efterfrågan. Det betyder att det på kort tid behöver byggas ut mängder av ny fossilfri elproduktion i regionen för att klara omställningen. Enbart LKAB har aviserat ett behov av 70 TWh fossilfri el för att kunna producera 1 000 000 ton vätgas i omställningen för att uppnå en helt fossilfri verksamhet till år 2045.

På både kort och medellång sikt har den havsbaserade vindkraften störst potential att bidra med stora volymer fossilfri el. Fullt utbyggd kan vindkraftpark Polargrund ha en installerad effekt om 3 GW och med en potentiell produktion om ca 10 TWh el eller 200 000 ton vätgas årligen vilket skulle bidra till att möjliggöra den gröna omställningen i regionen.

Vidare finns även långt framskridna planer på vätgasnät i regionen genom Nordic Hydrogen Route som är ett initiativ mellan Gasgrid Finland och Nordion Energi. Projektet syftar till att etablera/bygga en vätgasinfrastruktur i Bottenviksregionen och en öppen vätgasmarknad innan år 2030.

Aktuell miljökonsekvensbeskrivning (MKB) omfattar projektet vad avser anläggande, drift och avveckling av vindkraftparken Polargrund med produktion av el och/eller vätgas samt det interna kabelnätet och/eller rörledningssystemet inom vindkraftparken. Miljöbedömningen omfattar således inte anläggande och drift av exportkablar eller rörledningar från projektområdet in till fastlandet.

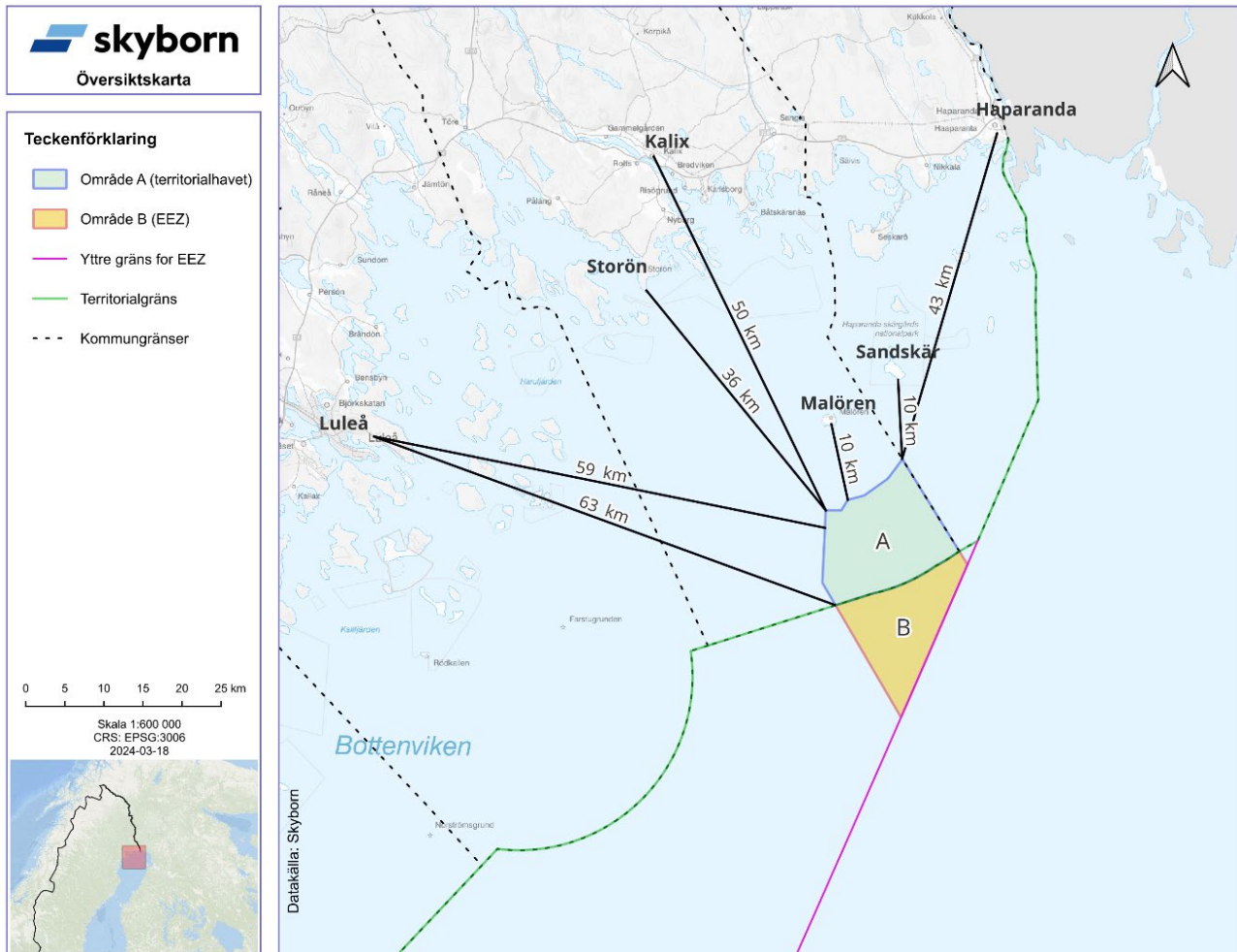
1.2 Projektbeskrivning

1.2.1 Områdesbeskrivning

Projektområdet för vindkraftparken Polargrund är lokaliserat i Bottenviken ca 10 km från närmaste öar och ca 35 km från närmaste fastlandspunkt, se Tabell 1-1. Vindkraftparken ligger inom både territorialhavet och svensk ekonomisk zon (EEZ), och angränsar till Finlands ekonomiska zon, se Figur 1-1.

De två havsområdena, territorialhavet och Sveriges ekonomiska zon (EEZ), prövas genom olika lagstiftningar med skilda prövningsmyndigheter vilket beskrivs närmare i avsnitt 1.4. För att underlätta de separata prövningarna men även ge möjlighet till en samlad bedömning av projektet i sin helhet har projektområdet delats in i två geografiska områden. Den första delen omfattar projektområdet inom territorialhavet kallat "delområde A" och andra delen omfattar projektområdet inom EEZ kallat "delområde B", se Figur 1-1.

Delområde A är beläget i territorialvattnet i Kalix kommun och omfattar en area om ca 191 km². Området har ett djup på mellan ca 12 m till 120 m, med ett medeldjup på ca 45 m. Delområde B ligger i EEZ med en area om ca 150 km² och ett djup som varierar mellan ca 13 m och ca 86 m, med ett medeldjup på ca 46 m. Den totala arean för hela projektområdet uppgår därmed till ca 341 km² med ett medeldjup om ca 45 m.



Figur 1-1. Lokalisering av vindkraftparken Polargrund i Norra Bottenviken, samt avstånd till närmaste öar och till vissa platser på fastlandet.

Tabell 1-1 Uppskattat avstånd i km från projektområdet i delområde A (territorialhavet) och B (EEZ) till olika platser i närområdet.

Plats	Avstånd del A (km)	Avstånd del B (km)
Malören	Ca 10	Ca 22
Sandskär	Ca 10	Ca 23
Luleå kommungräns	Ca 17	Ca 17
Likskär	Ca 53	Ca 56
Seskarö	Ca 26	Ca 40
Storö fyr	Ca 36	Ca 47
Haparanda hamn	Ca 34	Ca 46

Plats	Avstånd del A (km)	Avstånd del B (km)
Haparanda stad	Ca 43	Ca 54
Kalix	Ca 50	Ca 63
Luleå	Ca 59	Ca 63
Torneo	Ca 46	Ca 56
Kemi stad	Ca 48	Ca 53
Uleåborg	Ca 68	Ca 66

1.2.2 Tekniska förutsättningar

Miljökonsekvensbeskrivningen och tillståndsansökan för Polargrund Offshore utgår från följande förutsättningar:

- Antal vindkraftverk: maximalt 120 st.
- Totalhöjd: upp till 350 m.
- Rotordiameter: upp till 330 m.
- Alternativ utformning med elproduktion: ca 9–10 TWh per år.
- Alternativ utformning med vätgasproduktion: ca 200 000 ton vätgas per år.

För verksamheten utreds således två tekniska alternativ, dels att överföra elen som produceras via kablar in till land för uppkoppling mot det svenska elnätet, dels att använda elen till att producera vätgas inom parken och överföra vätgasen till land via rörledningar.

Val av fundament och positionerna för vindkraftverken kommer att fastställas med hänsyn till identifierade intressen i området, tekniska förutsättningar och lokala förhållanden. Vindkraftverkens positioner kommer även att utformas för optimal drift baserat på bl.a. vindkraftverkens dimensioner, möjliga vakeffekter och separationsavstånd mellan verken. Utöver dessa faktorer kommer hänsyn tas till övrig infrastruktur som krävs i form av exportkablar eller rörledningar, transformatorstationer och/eller andra plattformar och mätutrustning. Den slutgiltiga designen av vindkraftparken vad gäller positioner, rotorstorlek och totalhöjd kommer att fastställas under detaljprojekteringen i ett senare skede av projektet när tillstånd meddelats, allt i enlighet med dagens praxis vad avser tillståndsprövning och etablering av havsvindparker.

Den tekniska beskrivningen och miljöbedömningarna baseras på tre alternativa s.k. exempellayouter. Samtliga layouter baseras på att upp till 120 vindkraftverk, med en maximal totalhöjd om 350 m, kommer att anläggas utspjutt över projektområdet men där antalet vindkraftverk och därmed också tätheten varierar mellan territorialhavet och EEZ.

Exempellayout 1 har en jämn fördelning av turbiner över hela projektområdet, dvs. inom territorialhavet och EEZ. Exempellayout 2 baseras på ett maximalt antal vindkraftverk inom territorialhavet, dvs. 85 vindkraftverk, vilket betyder att 35 vindkraftverk anläggs i EEZ. Exempellayout 3 är på motsvarande sätt en layout med maximalt antal verk i EEZ, dvs. 75 vindkraftverk, vilket betyder att 45 vindkraftverk anläggs i territorialhavet.

1.3 Om sökanden

Projektet Polargrund drivs av projektbolaget Polargrund Offshore AB som ägs av det tyska moderbolaget Skyborn Renewables GmbH. Skyborn är en global koncern som planerar, anlägger och förvaltar

vindkraftparker till havs. Sammantaget har koncernen ca 20 års erfarenhet av utveckling, byggnation och drift av vindkraftparker. Fram t.o.m. år 2024 har Skyborn utvecklat åtta havsbaserade vindkraftparker som nu är driftsatta eller under byggnation.

Skyborn gick tidigare under namnet wpd Offshore och ingick då i wpd-koncernen. Sedan hösten 2022 ägs Skyborn av Global Infrastructure Partners (GIP) och är inte längre en del av wpd-koncernen.

Utvecklingsarbetet i Sverige bedrivs genom Skyborn Renewables Sweden AB. Skyborn Renewables Sweden AB arbetar helt och hållet med utveckling av koncernens svenska projekt- och nätbolag.

Verksamheten i Sverige startade år 2002 genom utveckling av den havsbaserade vindkraftparken Kriegers Flak utanför Trelleborg. Idag utvecklar Skyborn Renewables Sweden vindkraftparksprojekten Eystrasalt Offshore, Storgrundet Offshore, Polargrund Offshore samt Fyrskippet Offshore. Sammantaget erbjuder den svenska projektportföljen en potential om ca 10 GW installerad effekt vilket motsvarar omkring 40 TWh elproduktion.

1.4 Tillståndskrav

En etablering av en havsbaserad vindkraftpark, belägen såväl i svenskt sjöterritorium som svensk ekonomisk zon, kräver ett antal olika tillstånd, m.m. Flera tillstånd kommer således att sökas för att möjliggöra en etablering av vindkraftparken. Denna MKB utgör underlag för samtliga tillståndsansökningar som avser vindkraftparken med tillhörande infrastruktur inom projektområdet. Syftet är att skapa en samlad beskrivning och bedömning av den sökta verksamheten. I följande avsnitt redovisas de tillstånd som krävs för att få etablera och driva vindkraftparken.

1.4.1 Tillstånd enligt 9 och 11 kap. miljöbalken - i svenskt sjöterritorium

För uppförande, drift och avveckling av vindkraftparken och vätgasproduktion med tillhörande infrastruktur inkl. internkablar och/eller rörledningar som är belägna inom territorialhavet (delområde A) krävs tillstånd för miljöfarlig verksamhet samt vattenverksamhet enligt 9 kap. och 11 kap. miljöbalken (MB). Tillstånd meddelas av mark- och miljödomstolen. Inför ansökan ska en MKB upprättas. För att tillstånd ska kunna ges för vindkraftparken krävs även tillstyrkan från kommunen, i detta fall Kalix kommun.

1.4.2 Tillstånd enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon

Delområde B är beläget i Sveriges ekonomiska zon varför tillstånd krävs enligt 5 § lagen (1992:1140) om Sveriges ekonomiska zon (LSEZ) för att uppföra de anläggningar som verksamheten är förenad med, dvs. vindkraftverk, omriktar- och transformatorstationer, mätmaster samt tillhörande anläggningar för vätgasproduktion. Tillstånd enligt LSEZ prövas och meddelas av regeringen. Handläggningen brukar dock ske vid en länsstyrelse på regeringens uppdrag. Till en ansökan om LSEZ-tillstånd ska en MKB upprättas och för prövningen tillämpas 2–4 kap. och 5 kap. 3–5 och 18 §§ MB.

1.4.3 Tillstånd enligt lagen om kontinentalsockeln

För utläggning av de undervattenskablar och/eller rörledningar som ansluter vindkraftverken inom projektområdet (det interna kabelnätet och/eller rörledningsnätet) krävs tillstånd enligt 3 § lagen (1966:314) om kontinentalsockeln ("KSL") för både delområde A och B. Tillstånd prövas av regeringen. För prövning enl. KSL tillämpas 2–4 kap. och 5 kap. 3–5 och 18 §§ MB.

1.4.4 Tillstånd enligt Seveso-lagen

För prövningen av del A är även den s.k. Sevesolagstiftningen tillämplig i svenskt sjöterritorium, dvs. lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor. Denna lagstiftning är som utgångspunkt emellertid inte tillämplig i den ekonomiska zonen med mindre vindkraftparken är uppförd, men för fullständighets skull beskrivs dock frågorna angående Seveso för hela vindkraftparken, dvs. både del A och del B.

1.4.5 Tillstånd enligt lagen om brandfarliga och explosiva varor

Vätgas klassas som en brandfarlig gas som omfattas av lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE). Denna lag syftar till att hindra, förebygga och begränsa olyckor och skador på liv, hälsa, miljö och egendom som kan uppkomma genom brand eller explosion orsakad av brandfarliga eller explosiva varor (LBE). LBE föreskriver tillståndsplikt för verksamheter som hanterar vätgas över en viss mängd. Gränsen går vid 1 000 liter för yrkesmässig, icke-publik verksamhet utomhus och vid 250 liter för motsvarande inomhus. På motsvarande sätt som när det gäller Seveso är LBE tillämplig för den del av vindkraftparken som ligger inom svenskt territorium (del A) och tillstånd kan därav behöva sökas. LBE-tillstånd söks i den kommun där verksamheten ska bedrivas och som även skulle bedriva tillsyn över verksamheten, se 17 och 21 §§ LBE.

1.4.6 Övriga tillstånd och dispenser

Utöver de tillstånd som krävs för uppförande, drift och avveckling av vindkraftparken (se ovan) kommer Skyborn i ett senare skede även att söka tillstånd för exportkablar och/eller rörledningar som ska ansluta vindkraftparken till transmissionsnätet eller till annan anläggning på land. Tillstånd till nedläggning och drift av anslutningskablar söks enligt 11 kap. MB (vattenverksamhet), ellagen (linjekoncession) samt KSL. Tillstånd för anslutningskablar och rörledningar kommer att sökas när anslutningspunkt till transmissionsnätet har fastställts. En separat MKB kommer att tas fram avseende verksamhet hänförlig till anslutningskablarna och rörledningar. Eftersom anslutningskablarna även kan betraktas som en s.k. följdverksamhet till vindkraftparken kommer emellertid dessa beskrivas översiktligt i denna MKB. Nedläggning av anslutningskablar resp. rörledningar kan även aktualisera andra tillstånd eller dispenser beroende på sträckning och skyddade områden, t.ex. dispens från dumpningsförbud och strandskyddsdispens. Dessa frågor kommer som angetts att utredas i samband med att en separat MKB tas fram för den s.k. landanslutningen.

Inför etablering av vindkraftparken och det interna ledningsnätet kommer flera undersökningar av havsbotten att genomföras. Undersökningstillstånd för utforskning av havsbotten på kontinentalsockeln (från gränsen för allmänt vatten och inom ekonomisk zon) söks enligt KSL, eller genom att en anmälan görs enligt kontinentalsockelförordningen.

1.5 Syfte och omfattning av MKB

Denna MKB är en del av miljöbedömningsprocessen för den planerade etableringen av vindkraftparken Polargrund Offshore med tillhörande infrastruktur, inkl. internt ledningsnät, och utgör underlag för tillståndsansökningarna kopplat till dessa verksamheter. Miljöbedömningsprocessen syftar till att integrera miljöaspekter i planering och beslutsfattande så att en hållbar utveckling främjas. Genom processen genomförs både samråd och djupare analyser som syftar till att anpassa projektet så att negativa miljökonsekvenser minimeras på allmänna och enskilda intressen. En MKB syftar till att beskriva planerad verksamhet, de rådande miljöförhållandena i området, bedöma miljöeffekterna av den planerade

verksamheten samt vilka skyddsåtgärder eller anpassningar som behöver beaktas för att minimera eller kompensera för negativa miljökonsekvenser.

Miljökonsekvensbeskrivningen för vindkraftparken och dess infrastruktur omfattar påverkan, miljöeffekter och konsekvenser på berörda intressen till följd av anläggning, drift och avveckling av verksamheten. Underlaget omfattar alla anläggningar som krävs för vindkraftparkens drift såsom turbiner, transformatorstationer, vätgasproduktionsanläggningar, mätmaster och internkabelnät för överföring av el och/eller rörledningar för transport av vätgas inom vindkraftparken.

För beskrivning av avgränsningen av föreliggande MKB, se kapitel 6.

Exportkablarna eller rörledningarna in till land utgör en så kallad följdverksamhet. Tillstånd för anläggning och drift av ledningarna från vindkraftparken till en anslutningspunkt på land kommer att sökas separat i ett senare skede. Påverkan från följdverksamheter beskrivs översiktligt i kapitel 13.

2. Samråd

För anläggning av en vindkraftpark som prövas för tillstånd i Sveriges ekonomiska zon (EEZ) och i territorialhavet ska en specifik miljöbedömning göras eftersom verksamheten ska antas ha en betydande miljöpåverkan. Som en del av miljöbedömningen sker avgränsningssamråd enligt 6 kap. 29–31 §§ MB. Om verksamheten eller åtgärden kan antas medföra en betydande miljöpåverkan i ett annat land ska dessutom, enligt 6 kap. 33–34 §§ MB och 21–25 §§ miljöbedömningsförordningen (2017:966), information lämnas om verksamheten och dess möjliga gränsöverskridande konsekvenser och vilken typ av beslut som kan komma att fattas till det land som kan bli påverkat.

2.1 Nationellt samråd

Ett avgränsningssamråd har genomförts för ansökan enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon (LSEZ) och miljöbalken (MB) samt kontinentalsockellagen (KSL). Samrådet inkluderade även ett samråd enligt Sevesolagen. Inför samrådet togs ett samrådsunderlag fram med information om vindkraftparkens lokalisering, omfattning och utformning samt identifierade motstående intressen. I samrådsunderlaget presenterades också information om den tänkta utformningen och innehåll för MKB:n.

Samrådet inleddes med ett samrådsmöte med Länsstyrelsen i Norrbottens län (länsstyrelsen) och Kalix kommun i april 2022. Efter mottagna synpunkter från länsstyrelsen och kommunen på bl.a. samrådsrets och omfattning av kommande MKB, inleddes samråd med övriga myndigheter, företag, organisationer, föreningar och allmänhet. De myndigheter, företag, organisationer och föreningar som bedömdes kunna vara berörda bjöds in till samrådet via mejl. Information om samrådet kungjordes även för allmänheten i tidningarna Norrländska Socialdemokraten, Haparandabladet, Kalixbladet, Extra Luleå och Reklamguiden Kalix samt informerades om på projektets websida.

Utöver det inledande samrådsmötet med länsstyrelsen och Kalix kommun har fördjupade samrådsmöten genomförts med länsstyrelsen och flera andra parter. För allmänheten hölls det öppna samrådsmöten i Kalix folkhögskola den 30 och 31 maj 2022. Mellan den 1 och 19 juni 2022 anordnade Skyborn även en öppen utställning om projektet Polargrund i Kalix Galleria som allmänheten fick möjlighet att ta del av.

Skyborn har tagit emot sammanlagt 23 yttranden från myndigheter, sex från företag och organisationer, fyra från föreningar och 13 från privatpersoner. Inkomna synpunkter från möten och skriftliga yttranden har beaktats både vid omfattningen av vilka undersökningar och ytterligare utredningar som genomförts, vid utveckling av utformningen för verksamheten samt vid utformning av MKB:n.

Avgränsningssamrådet har sammanfattats i en samrådsredogörelse som beskriver samrådet, de samrådsmöten som genomförts med länsstyrelsen och andra parter samt inkomna samrådsyttrande och bemötanden av dessa, se bilaga D2.

2.2 Samråd enligt Esbokonventionen

Eftersom projektområdet för Polargrund gränsar till finsk ekonomisk zon har samråd enligt Esbokonventionen genomförts. Esbosamrådet genomfördes mellan juli och september 2022 och samordnades av svenska Naturvårdsverket. Skriftliga yttranden har inkommit från finska miljöministeriet och åtta andra parter. Traficom (Transport- och kommunikationsverket), Lapland närings-, transport- och miljöcenter (NMT Lapland), Norra Österbotten Närings-, transport- och miljöcenter, Finlands viltcentral (Finnish Wildlife Agency), Trafikledsverket (Finnish Transport Infrastructure Agency), BirdLife Finland, Finlands yrkesfiskarförbund och Finlands naturskyddsförening (Finnish Association for Nature Conservation) har inkommit med yttranden och meddelat att de vill medverka i MKB-processen. Försvarsministeriet, Meteorologiska institutet, Museiverket (Finnish Heritage Agency) och Naturresurscentrum (LUKE) (Natural Resources Institute Finland) har meddelat att de inte ansett det nödvändigt att medverka.

Efter att Skyborn mottagit de skriftliga yttrandena från ESBO-samrådet har Skyborn erbjudit sig att hålla samrådsmöten med de finska parterna. Ingen av de finska parterna har visat intresse för detta.

För utförlig redogörelse av samrådet enligt Esbo-konventionen, se samrådsredogörelsen i bilaga D2.

3. Verksamhetsbeskrivning

I detta avsnitt presenteras en sammanfattad beskrivning av projektets tekniska aspekter. En mer detaljerad beskrivning finns i den tekniska beskrivningen för vindkraftparken, se bilaga C till ansökan. Den tekniska beskrivningen utgör en beskrivning av vindkraftparkens huvudsakliga delar så som vindkraftverk, fundament, transformatorstationer, mätutrustning, övriga plattformar och tillhörande internkabelnät. I en separat teknisk beskrivning presenteras även vätgastillverkning inom vindkraftparken (se bilaga C1 till ansökan). Bilagorna beskriver komponenter och metoder som kan komma att användas vid anläggning och drift samt vid avveckling av verksamheten.

3.1 Parkutformning

I projektet beaktas turbinstorlekar upp till den största storlek som bedöms kunna vara tillgängligt vid byggnation. Turbinernas storlek styr i viss mån hur många vindkraftverk som optimalt kan placeras inom det sökta området. Beroende på turbinstorlek och teknikval kan antalet vindkraftverk inom vindkraftparken komma att bli upp till 120 stycken, med en maximal totalhöjd om 350 m.

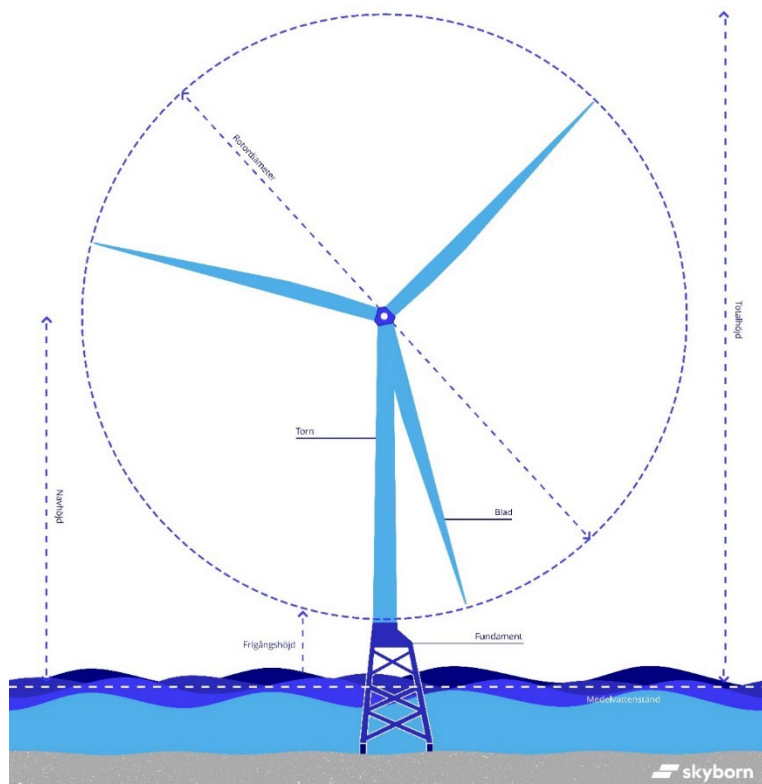
De planerade vindkraftverken är typcertifierade enligt IEC 61000–1, som bl.a. definierar lämpliga operativa atmosfäriska förhållanden i relation till turbinens effekt, rotorstorlek och tekniska specifikationer. Turbinklassningen och vindkraftverkens dimensioner är avgörande för det separationsavstånd som måste hållas mellan vindkraftverk inom en vindkraftspark. Vidare behöver vindkraftparkens utformning anpassas utifrån olika parametrar, såsom meteorologiska och hydrologiska förhållanden, vattendjup och geologi.

Området är belagt med havsis under vintern. I de flesta fall handlar det om is som rör på sig, s.k. drivis. I vissa fall bildas även stationär, s.k. fast-is, i mindre utsträckning. Det förekommer även risk för atmosfärisk is vilken kan orsaka isbildning på vindkraftverkets komponenter som torn, rotorblad, maskinhus och båtlandning, mm. Konstruktion och dimensionering av vindkraftparkens delar som olika plattformar och vindkraftverk utförs med hänsyn tagen till laster från olika typer av is som förväntas förekomma.

För att fastställa tekniska förutsättningar behöver omfattande geotekniska undersökningar utföras vid platsen för varje enskilt fundament. Sådana geotekniska undersökningar utförs i ett senare projektskede.

3.2 Vindkraftverk

Ett havsbaserat vindkraftverk utvinner energi genom att omvandla luftens rörelseenergi till elektricitet med hjälp av en rotor med en tillkopplad elgenerator. Rotorn består av ett nav där, på de flesta moderna verk, tre rotorblad är monterade. Rotorn är i sin tur monterad på ett maskinhus högst upp på vindkraftverkets torn som bl.a. inrymmer elgeneratorn och styrsystemet. Vindkraftverken förses med hinderbelysning enligt gällande regelverk för att undvika kollisioner från flyg- och sjötrafik. Figur 3-1 visar en principskiss av ett vindkraftverk.



Figur 3-1 Principskiss av ett vindkraftverk på ett fackverksfundament. ©Skyborn Renewables

3.3 Transformatorstationer och andra plattformar

Transformatorstationer eller omriktarstationer används inom en vindkraftpark för att öka spänningen från den medelhöga spänningen i internkabelnätet och ibland också för att likrikta strömmen för vidare transmission till land via exportkablar. Fyra havsbaserade transformatorstationer eller omriktarstationer för antingen HVAC (växelström, eng. "High Voltage Alternating Current") eller HVDC (likström, eng. "High Voltage Direct Current") eller en kombination planeras installeras inom projektområdet. De samlar en serie av vindkraftverk via internkabelnätet med en beräknad spänningsnivå i kablarna om upp till 170 kV. Inom vindkraftparken kan även redundanskablar, med en spänningsnivå om upp till 525 kV förläggas mellan transformatorstationerna för att sammankoppla dessa.

Vindkraftparkens slutgiltiga totala effekt, antal vindkraftverk, plattformens kapacitet och miljömässiga faktorer är avgörande för antalet transformatorstationer eller omriktarstationer som installeras. Vid användning av större transformatorstationer behövs ett färre antal.

För att kyla komponenter kan luftkyllning och /eller vattenkyllning användas. Vid vattenkyllning används ett primärt slutet kylsystem i kombination med ett sekundärt system, som normalt utgörs av havsvatten. Vid användning av havsvatten i kylsystemet leds vatten via rör upp i plattformen och återförs till havet med en något förhöjd temperatur.

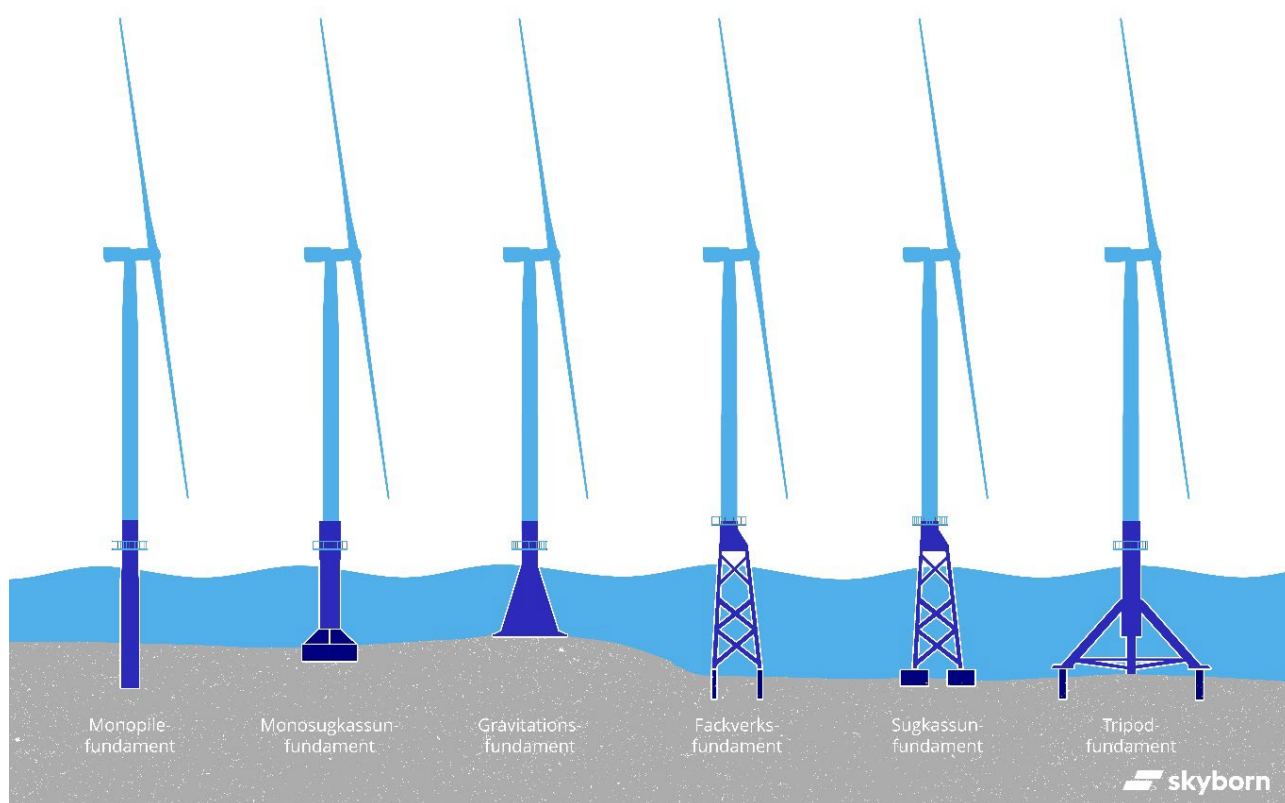
Inom vindkraftparken kan även en logi- och logistikplattform upprättas som bas för underhållsarbete. Inom parken kan även särskilda mätplattformar utrustade med mätmaster anläggas för att inhämta platsspecifika data om vindförhållanden och andra meteorologiska storheter. I tillägg till vanliga vindmätare som mäter lokalt

med t.ex. propeller, skovelhjul eller ultraljud kan sensorer med kapacitet att mäta på avstånd t.ex. SODAR/Lidar-teknik (ljud- respektive laserradar) användas.

3.4 Fundament

Vindkraftverk och plattformar förankras i havsbotten med fundament. Slutligt val av fundamentstyper baseras på vindkraftverkets specifikationer, platsspecifika förhållanden som geologi, batymetri, variationer av våg- och vattenstånd, havsis samt förutsättningar på marknaden. Idealt används en enskild typ av fundament, men en kombination kan övervägas om detaljprojektering visar att det är fördelaktigt.

Några exempel på fundamentstyper som beaktats för projektet är monopilefundament, monosugkassunfundament, gravitationsfundament, fackverksfundament och sugkassunfundament samt tripod-fundamentet, se Figur 3-2.



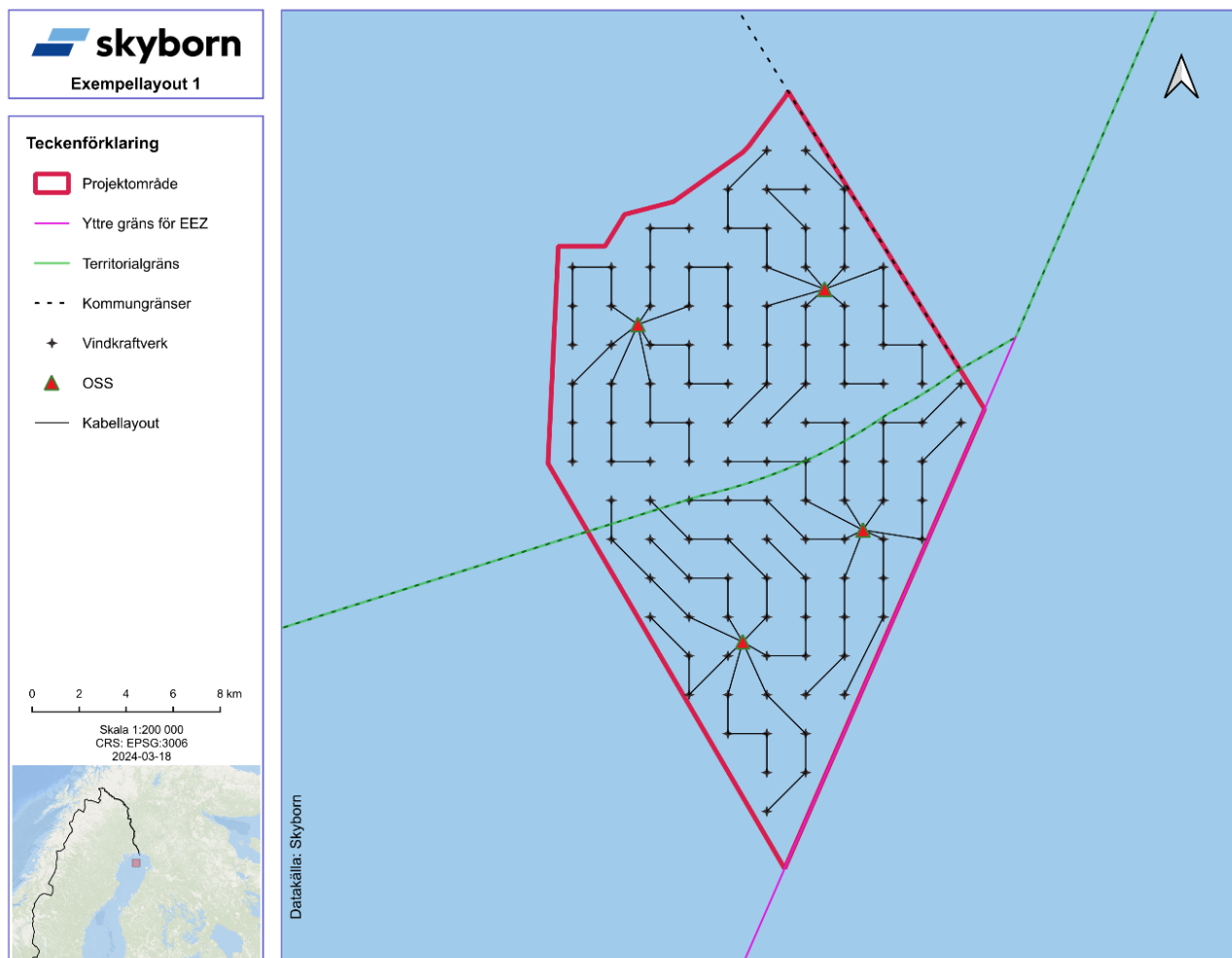
Figur 3-2 Exempel på fundamentmodeller som är aktuella i Polargrund. ©Skyborn Renewables.

3.5 Kabelnät

I detta avsnitt beskrivs kabelnätet inom vindkraftparken. I Figur 3-3 redovisas exempellayout 1, tillsammans med tillhörande layout för internkabelnät och redundanskablar. Den totalt uppskattade kabellängden för det interna kabelnätet beror på antalet vindkraftverk och utformning av elektrisk infrastruktur. Samma omfattning och placering av ledningar kan antas för alternativ med rörledning för vätgas inom parken.

3.5.1 Internkablar

Internkabelnätet ansluter varje vindkraftverk direkt eller indirekt via en serie andra vindkraftverk (s.k. "strängar") till en transformator- eller omriktarstation. Spänningsnivån i kablarna, vindkraftverkens effekt och transformatorstationernas/omriktarstationernas kapacitet påverkar utformningen av internkabelnätet. I Figur 3-3 redovisas ett exempel på hur kabellayouten kan se ut för exempellayout 1.



Figur 3-3. Parkutformning och internt ledningsnät för exempellayout 1.

3.5.2 Redundanskablar och kommunikationskablar

För att öka tillförlitligheten av ström inom vindkraftparken vid eventuella stopp av en transformatorstation eller omriktarstation kan stationerna kopplas samman med högspänningskablar, s.k. redundanskablar. Spänningsnivån i dessa kablar kan skilja sig ifrån spänningsnivån i det interna kabelnätet. HVAC eller HVDC kan användas i redundanskablarna beroende på val av teknik i exportkablarna vilket påverkar vilken spänning som är aktuell.

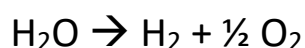
Kommunikationskablar kan förläggas mellan vindkraftverk, transformator- och omriktarstationer samt logi- och logistikplattformar. I en 3-fas AC-kabel inkluderas vanligtvis fiberoptik i kabeln för kommunikation. I andra fall används separata kommunikationskablar.

3.6 Vätgasproduktion

Inom ramen för Polargrund ingår vätgasproduktion som ett alternativ eller komplement till ren elproduktion. En separat teknisk beskrivning, bilaga C1, beskriver vätgasproduktionen vid varje turbin (dvs. decentraliserad vätgasproduktion), vilket är den utformning som ligger till grund för bedömningarna i denna MKB.

3.6.1 Elektrolys

Vätgastillverkningen genom elektrolys sker i en elektrolysör och innebär att vatten spjälkas till sina beståndsdelar i form av syre och väte med hjälp av likström. Syrgas och vätgas bildas vid elektroderna i en reaktion som beskrivs i sambandet nedan.



Det vatten som används vid vätgasproduktion kommer att utgöras av havsvatten som renas och avsaltas. Från reningssteget erhålls rent vatten som används vid vätgastillverkningen samt ett så kallat retentat, vilket är det vatten med något högre salthalt som återförs till havet.

Kylning av systemet utförs i första hand med havsvatten, men även luftkylning kan vara aktuellt för vissa anläggningsdelar. Kylvatten utgörs av havsvatten och det återförs till havet med något högre temperatur än innan.

3.6.2 Rörledningsnät

Skillnaden mellan att transportera energi i form av elektricitet eller vätgas består i allt väsentligt av att vätgas transporteras i rörledningar snarare än elledningar samt att vätgasen kan behöva separata kompressorstationer för att säkerställa rätt tryck och flöden i ledningarna. I anläggningsskedet ersätts det interna kabelnätet av installation och inkoppling av rörledningar.

Rörledningsnätet bedöms vara inom samma storleksordning och längd som det interna kabelnätet vid anläggning, drift och avveckling. Därför används samma exempellayout som antagits för elkabelnätet inom parken, se Figur 3-3.

3.7 Projektskeden

3.7.1 Anläggningsskede

Byggnationen av vindkraftparken förväntas ta minst två säsonger. Det kan även bli aktuellt att parken byggs ut och tas i drift i olika etapper. Några av installationsmomenten kan utföras parallellt medan andra är beroende av att föregående moment är slutfört. Inför anläggningsskedet (byggskedet) sker detaljprojektering inklusive fördjupade platsundersökningar, se avsnitt 13.1. Baserat på detta fastställs den slutliga designen, inklusive fundamentstyp, samt de tekniska lösningarna som kommer att användas inom parken. Arbetsmoment och metoder beror på valet av fundamentstyp och andra tekniska lösningar.

Vanligtvis utförs bottenförberedande arbeten, såsom schaktning, plöjning och dumpning, varefter installation av verk och andra anläggningsdelar utförs stegvis inom parken.

Bottenförberedande arbeten, såsom schaktning för att plana ut bottenytan eller att material tillförs för att säkerställa en jämn och fast botten, behövs främst för gravitationsfundament, monosugkassunfundament och sugkassunfundament. Fundament av typen monopile, fackverk och tripod förankras i havsbotten genom pålning eller borring och kräver mindre förberedande arbete i form av schaktning och annan bottenberedning.

Fundamenten tillverkas oftast på land och därefter används olika typer av installationsfartyg för att installera fundamenten på havsbotten. Vindkraftverken installeras därefter på fundamenten med hjälp av olika typer av installationsfartyg med höglyftande kranar. För att förenkla arbetet till havs sker förmontering av komponenter vid land i så stor uträkning som möjligt. Transporten av turbinkomponenterna och själva installationen brukar utföras av samma fartyg.

Installation av fundament för transformatorstationer eller andra plattformar sker på liknande sätt som för vindkraftverkens fundament. Beroende på vikt och storlek kan transformatorstationen placeras på fundamentet via ett lyft, alternativt via flera lyft där olika moduler installeras var för sig. Efter att fundament och transformatorstation är på plats påbörjas arbeten med att driftsätta anläggningen.

Innan nedläggning av kablar påbörjas utförs förberedelsearbete längs den planerade kabelsträckningen för att ta bort eventuella hinder. Huvudsakligen plogas eller schaktas kablar ner till ett visst djup under havsbotten, med efterföljande överfyllnad, eller så läggs den på havsbotten för att sedan täckas med t.ex. sten, bottenmaterial, betongmadrass, stensäckar eller skyddsror. Lokala förhållanden styr vilken teknik som är mest optimal och ofta används en kombination av metoder.

De förberedelser och nedläggningsmetoder som beskrivs för elkablar ovan är i stort desamma för läggning av rörledningsnät för vätgas. Rörledningsnätet byggs upp av rörsektioner som läggs på botten med specialfartyg. Under nedläggningsförfarandet sammanfogas rören, skarvarna kontrolleras och rören matas sammanhängande ut och sänks ned på havsbotten.

3.7.2 Driftskede

Efter slutförd anläggning och genomförd testfas, där vindkraftparkens system och komponenter testas, inleds driftskedet av projektet. Ett havsbaserat vindkraftverk producerar normalt energi i vindhastigheter inom intervallet 3–30 m/s. Vid höga vindhastigheter, runt 30 m/s, stoppas verken. När vindhastigheten har återgått till säkra nivåer återupptas elproduktionen.

Under driftskedet sker verksamhet med personal vid vindkraftverken under schemalagd service, löpande underhåll och eventuellt reparationsarbete. Inspektioner görs regelbundet av vindkraftsverk och dess komponenter, fundament, ledningar och erosionsskydd. Reparations- och underhållsarbeten kan utgöras av utbyte av komponenter, service och underhåll av ledningar, åtgärder på erosionsskydd, utbyte av vätskor och smörjmedel mm.

Arbete till havs begränsas av väderförhållandena som kan försvåra åtkomst till vindkraftverken. Transport av personal till vindkraftverken sker primärt via båt men användning av helikopter och svävare kan förekomma.

3.7.2.1 Säkerhet

För att uppnå en säker drift av vindkraftparken implementeras diverse säkerhetsfunktioner i vindkraftverken och vindkraftparken. Under driften övervakas vindkraftparken av avancerade kontrollsystem. Vidare kommer vindkraftparken vara utrustad med hinderbelysning enligt gällande föreskrifter. På alla vindkraftverk kommer det att finnas livräddningsflottar och utrustning för att personal, om det behövs (t.ex. om väderförhållning omöjliggör hämtning), ska kunna vara kvar ett par dygn. På de större plattformarna kommer det också att finnas möjligheter att stanna på platsen under längre perioder för att minimera transporter till och från land.

3.7.2.2 Hantering av kemiska produkter

Kemikalier som oljor och andra fluider förekommer både i mekaniska och elektriska komponenter i vindkraftverken. Vid normal drift orsakar vindkraftverk inga utsläpp varför alla system innehållande kemikalier

i vindkraftparken är utformade som slutna system. Det finns också passiva uppsamlingssystem, som i händelse av läckage på komponentnivå kan hantera och samla upp kemikalier. Det finns därutöver aktiva övervakningssystem som dels mäter nivåer i tankar och tekniska komponenter, dels läckageövervakar utrymmen där kemikalier inte ska förekomma och notifierar driftcentralen t.ex. vid onormala ändringar i nivåer eller vid detektering av läckage. Varningar triggas av t.ex. tryckfall, värmeutveckling och ändring av nivåer i smörjmedels- och uppsamlingssystem. Beroende på felets art kan berört vindkraftverk stoppas automatiskt eller manuellt.

Smörjmedel byts med intervall definierade av underhållsplanen för respektive komponent. Underhållsarbetet kan innehålla moment med transferering och påfyllning av kemikalier vilket i sig utgör en risk för spill som hanteras i en räddningsplan.

Som i vindkraftverken, kommer kemikalier att användas i de elektriska och mekaniska komponenterna i transformatorstationer och omriktarstationer. Alla komponenter som innehåller kemikalier (t.ex. olja eller diesel) är konstruerade för att mekaniskt kunna motstå högre påfrestningar. Konstruktionen är ett slutet system för att samla upp eventuella läckage på komponentnivå och därmed förhindras externt läckage under normal drift.

3.7.3 Avveckling

Vindkraftparkens komponenter har en uppskattad teknisk livslängd vid anläggning som idag sätts av tillverkarna till ca 35 år men genom att byta ut gamla komponenter och kontinuerligt introducera den senaste tekniken kan det vara möjligt att förlänga den tekniska livslängden för vindkraftparken till upp emot 50 år.

I dagsläget sker avveckling genom att vindkraftverken och andra plattformar monteras ned med hjälp av stora kranar eller andra lyftanordningar och transporteras till land för att återanvändas, återvinnas eller deponeras. Vid avveckling av pålade fundament, sågas pålarna av vid eller på ett visst djup under havsbotten. För övriga fundamentstyper avlägsnas de i enlighet med avvecklingsplan som tas fram i senare skede med hänsyn till att det inte ska finnas kvar fundamentdelar som utgör hinder eller fara för annan verksamhet, såsom fartygstrafik. Delar av fundament och erosionsskydd kan lämnas kvar efter bedömning av miljönytta med avseende på transporter och omhändertagande av massorna och de livsmiljöer som kan ha skapats på havsbotten.

Avveckling av intern- och redundanskablar innebär vanligtvis att kablarna tas upp från botten och transporteras bort med fartyg. Kablarnas olika material separeras, återvinnas eller deponeras. Kablar och externt kabelskydd kan vid avveckling också lämnas kvar på havsbotten. Avveckling av interna rörledning förväntas ske på liknande sätt som för kablar. Avvecklingen sker enligt en avvecklingsplan som tas fram i samråd med tillsynsmyndigheten.

4. Alternativredovisning

4.1 Alternativa lokaliseringar

För en verksamhet eller åtgärd som tar ett mark- eller vattenområde i anspråk ska det enligt lokaliseringsprincipen i 2 kap. 6 § MB väljas en plats där ändamålet ska kunna uppnås med minsta möjliga intrång och olägenhet för människors hälsa och miljö. När det gäller val av lokalisering för vindkraft behöver den planerade vindkraftparken kunna producera så mycket el som möjligt samtidigt som negativa miljökonsekvenser undviks så långt som det är rimligt med hänsyn till den avvägning som ska göras enligt 2 kap. 7 § MB.

Fördelen med att bygga vindkraftparker ute till havs är att det generellt förekommer högre vindhastigheter med lägre turbulens jämfört med på land. Havsbaserade vindkraftparker har också fördelen att de kan byggas mindre fragmenterade till följd av färre begränsande faktorer såsom bebyggelse, skyddsavstånd, annan infrastruktur etc.

Det kan konstateras att det saknas rimliga förutsättningar att etablera vindkraftsanläggningar på land med motsvarande storlek som vindkraftparken Polargrund, med hänsyn till det areella intrånget, skyddade områden, höga naturvärden, närhet till bebyggelse samt byggbarhet. Lokaliseringar på land har därför inte ansetts vara realistiska alternativ för att uppnå verksamhetens syfte.

Projektområdets lokalisering har tagits fram genom en lokaliseringsutredning där möjliga lokaliseringar av större vindkraftparker har genomförts i syfte att finna lämpliga platser för anläggande av havsbaserad vindkraft, se bilaga D3. Områden med sämre förutsättningar så som naturreservat, nationalparker och Natura 2000-områden har valts bort. Arbetet inkluderade även gällande havsplaner. Vidare har det vägts in om en etablering av vindkraft kan vara förenlig med riksintresseanspråk, bl.a. för totalförsvaret, sjöfart och yrkesfisket. Utredningen tar även hänsyn till tekniska aspekter som byggbarhet avseende bl.a. djupförhållanden och möjligheten till potentiella nätanslutningar. I dagsläget bedöms det medföra stora tekniska och ekonomiska utmaningar att anlägga vindkraft med fasta fundament på havsbotten djupare än ca 60 m och där medelvinden understiger 8 m/s på 150 m höjd. När områden med ovan nämnda begränsningar valts bort återstår ett begränsat antal lämpliga områden i Sveriges sjöterritorium.

Efter en bredare utredning av olika platser för lokalisering av havsbaserade vindkraftparker utanför Sveriges kust har en närmare analys gjorts av sju områden, varav tre områden ansetts vara de lämpligaste för etablering av vindkraft vid en jämförelse av platsernas förutsättningar, se bilaga D3 och Tabell 4-1.

De mest centrala aspekterna som legat till grund för urvalet av lämpliga lokaliseringar är planförutsättningar, riksintressen för naturvård, kulturmiljövård och friluftsliv, biologiska värden, luftfart, sjöfart, boendemiljö och byggbarhet.

Tabell 4-1 Alternativa områden för lokalisering av större vindkraftverk. Grön färg avser goda förutsättningar, ljusgrön färg avser medel-goda förutsättningar och röd färg avser ogynnsamma förutsättningar.

Område	Planförutsättningar	RI Naturvård, Kulturmiljövård och Friluftsliv	Biologiska värden	Luftfart	RI Sjöfart	Boendemiljö	Byggbarhet
1 (Vattnen utanför Kalix och Haparanda)							
2 (Vattnen nordost Husum)							
3 (Vattnen vid Eyrasaltbanken)							
4 (Vattnen vid Sylen)							
5 (Vattnen ost Finngrunden)							
6 (Vattnen ost Gävle)							
7 (Vattnen syd Hoburgen)							

Vattnen vid Eyrasaltbanken (3) och vattnen ost om Finngrunden (5) utvecklas också av Skyborns bolag för etablering av vindkraftparker. Vattnen utanför Kalix och Haparanda (område 1) är ett område där naturvärden inte bedöms påverkas av betydelse vid en vindkraftsetablering. Andra intressen i området bedöms kunna samexistera med energiutvinning. Vattnen utanför Kalix och Haparanda har därför bedömts vara väl lämpat för etablering av en storskalig vindkraftpark.

4.2 Alternativ utformning och omfattning

En alternativredovisning ska redogöra för alternativa utformningar och skälen för den valda utformningen med hänsyn till miljöaspekter och andra intressen. I följande avsnitt redovisas vilka alternativa utformningar som är möjliga avseende parkutformning, olika fundamenttyper etc. De olika alternativa utformningarna har liten påverkan på vilka konsekvenser som uppkommer. Det kommer därför framför allt vara de tekniska aspekterna som kommer att styra i detaljprojekteringen och ge den slutliga utformningen av verksamheten.

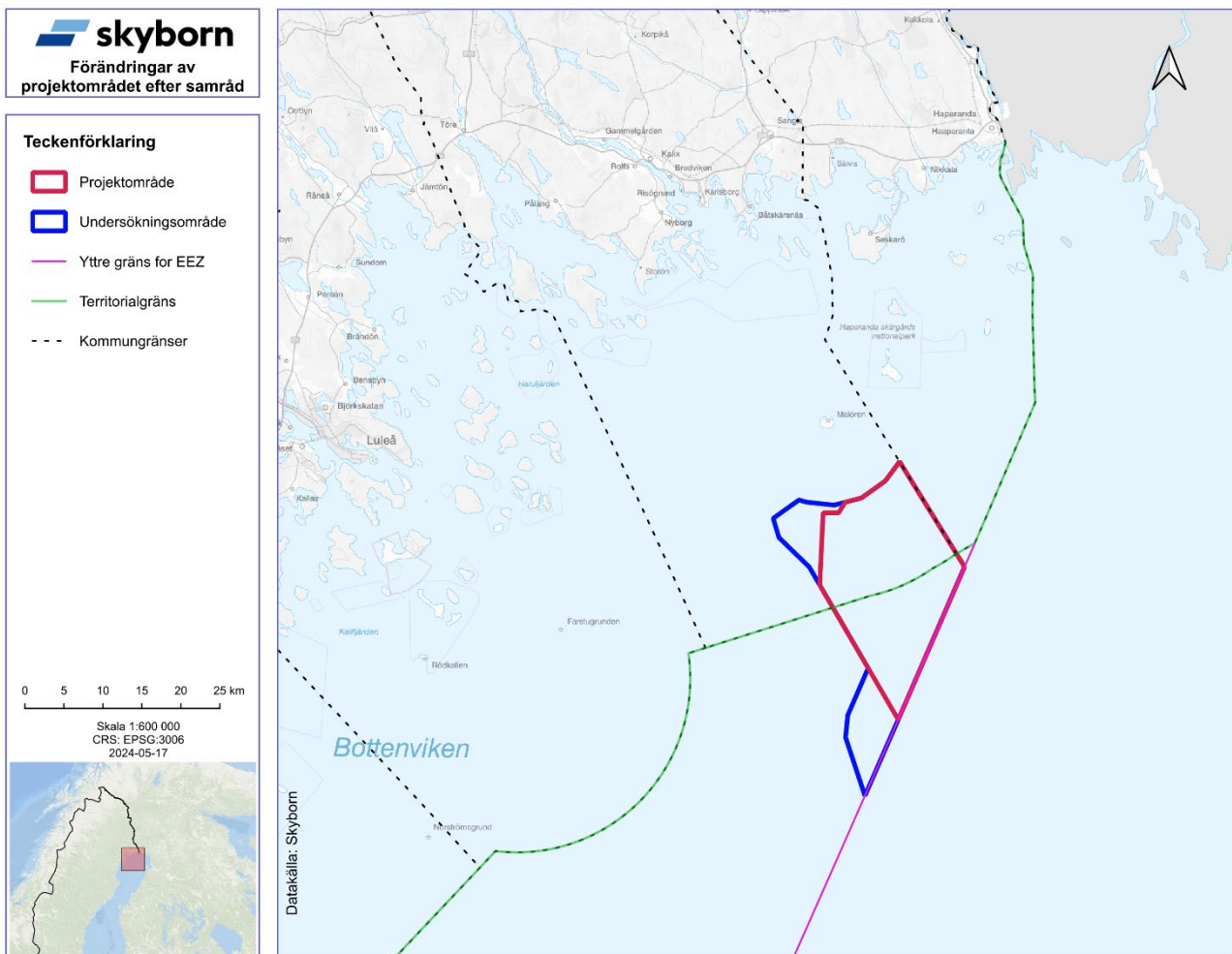
4.2.1 Anpassningar av projektområdet

Inför samrådet undersökte Skyborn möjligheten att anlägga en vindkraftpark omfattande upp till 120 vindkraftverk med en totalhöjd om 350 m, inom ett undersökningsområde som omfattande ca 441 km² i norra delen av Bottenviken. Undersökningsområdet som presenterades under samrådet hade arbetats fram successivt genom avvägningar mellan olika intressen som presenteras i lokaliseringsutredningen (bilaga D3). Därefter har det tagits hänsyn till synpunkter under samråds- och MKB-processen vilket har resulterat i att Skyborn reviderat projektområdet så att det nu avser ett ca 20 % mindre geografiskt avgränsat område.

Under samrådet inkom det yttranden som ställde sig kritiska till det presenterade undersökningsområdet kopplat till intresset sjöfart. Det har därefter genomförts nautiska riskutredningar med avseende på verksamheten och sjöfarten (se bilaga D18) där det konstaterats att riskerna kan reduceras betydligt om undersökningsområdets begränsas i söder. Med hänsyn till detta valde Skyborn att utreda ett reducerat område för vindkraftparken med begränsningar i undersökningsområdets södra delar. Vid en jämförelse mellan modelleringen av risker för det nya reducerade området jämfört med undersökningsområdet som presenterades under samrådet gick riskerna ned med närmare 50%, under isfria förhållanden. Det har även konstaterats att riskerna vintertid minskar eftersom ruten förbi/runt projektområdet minskar både i sträcka och

därmed i tid för passerande fartyg. För vintersjötrafiken innebär förändringen att transitsträckorna och behovet av isbrytarassistans som vindkraftparken ger upphov till minskar i betydande grad. Med hänsyn till detta har Skyborn valt att reducera projektområdet i söder, se Figur 4-1.

En annan uppmärksam fråga under samrådet har varit riksintresset för kulturmiljön på närliggande öar. Ytterligare utredningar kopplat till kulturmiljön visar på att utblicken mot horisonten från ön Malören, norr om vindkraftparken, påverkas i hög utsträckning av undersökningsområdet. Skyborn har pga. detta, och i samråd med kulturmiljöexperter, valt att minska undersökningsområdets utbredning i väster för att på så sätt minska påverkan på utblicken från framför allt Malören och Sandskär, se Figur 4-1. Förändringen innebär att vindkraftsparkens visuella utbredning minskar över horisonten samt att avståndet från hamnen på Malören ökar något.



Figur 4-1. Förändring av undersökningsområdet som presenterades under samrådet till gällande projektområde.

Resultatet, vid hänsyn tagen till både sjöfart och kulturmiljö, ger ett nytt reducerat projektområde som omfattar ett område på ca 341 km². Den tekniska utformningen, dvs. antalet vindkraftverk och totalhöjden är fortsatt detsamma som tidigare. Vidare kommer antalet vindkraftverk i exempellayouterna inom territorialvattnet och svensk ekonomisk zon vara samma som under samrådet, se Tabell 4-2. Skyborn kommer till följd av byggtekniska begränsningar i första hand anlägga vindkraftverk där vattendjupen är mindre än ca 60 m.

Konsekvensbedömningarna för verksamheten har utförts på det reducerade projektområdet med de tekniska förutsättningarna som presenteras i kapitel 3 och i den tekniska beskrivningen, se bilaga C till ansökan. Bedömningarna i denna MKB baseras genomgående på den layout eller den konstruktion som medför störst miljöpåverkan för respektive aspekt eller intresse.

4.2.2 Tekniska alternativ

För att möjliggöra en så effektiv energiutvinning som möjligt utreder Skyborn förutsättningarna för både produktion av el och vätgas inom projektområdet. Vid produktion av el kopplas vindkraftverken samman med ett internt kabelnätverk som beskrivs i avsnitt 3.5, elen transporteras därefter in till land via en eller flera exportkablar för uppkoppling mot det svenska elnätet alternativt annan mottagare. Vid produktion av vätgas kopplas vindkraftverken samman med ett internt rörledningssystem som även dessa övergår till en eller flera exportledningar in till land, se avsnitt 3.6. Valet av teknik beror på flera faktorer, där bl.a. utbyggnad av det nationella el- och gasledningssystem väger tungt. Utbyggnaden av det svenska transmissionsnätet för att möjliggöra anslutning av havsbaserad vindkraft hanteras av Affärsverket svenska kraftnät (SVK). SVK redovisade i oktober 2023 förutsättningarna för möjliga anslutningar fram till år 2040 där anslutningspunkter med en kapacitet om ca 1–1,4 GW planeras. I nuläget ser det inte ut att vara möjligt att ansluta hela vindkraftparkens effekt i form av elproduktion till en och samma station på land för uppkoppling mot det svenska elnätet. Verksamheten kan därför komma att utvecklas utifrån tre scenarion:

1. Vindkraftparken producerar endast el som transporteras in till land via exportkablar som ansluts vid en eller flera stationer
2. Vindkraftparken producerar endast vätgas som transporteras via rörledningar in till land med anslutning hos lämplig mottagare eller rörledningssystem
3. Vindkraftparken kombinerar elproduktion via kablar och vätgasproduktion via rörledningar som transporteras in till land via separata ledningar.

Vid scenario tre kommer båda teknikerna utvecklas inom parkområdet men systemen kommer vara separerade, och eventuellt anläggas i olika etapper. Eftersom bedömningarna som görs inom denna MKB baseras på den teknik som ger upphov till störst miljöpåverkan, ett så kallat *worst case*, bedöms inte kombinationen i scenario tre ge upphov till en större påverkan än scenario ett eller två.

4.2.3 Antal vindkraftverk och vindkraftparkens utformning

Med hänsyn till den snabba teknikutvecklingen söker Skyborn inte tillstånd för fasta positioner för vindkraftverken, utan i stället att vindkraftparken begränsas av det sökta området, totalhöjden och antalet vindkraftverk. Skyborn kan på så vis säkerställa att vindkraftparken byggs med bästa möjliga teknik och vid de positioner som bäst tillvaratar vindresursen vilket möjliggör en så effektiv energiproduktion som möjligt. För lokaliseringen av enskilda vindkraftverk behöver hänsyn också tas till havsbottens förutsättningarna för olika typer av fundament.

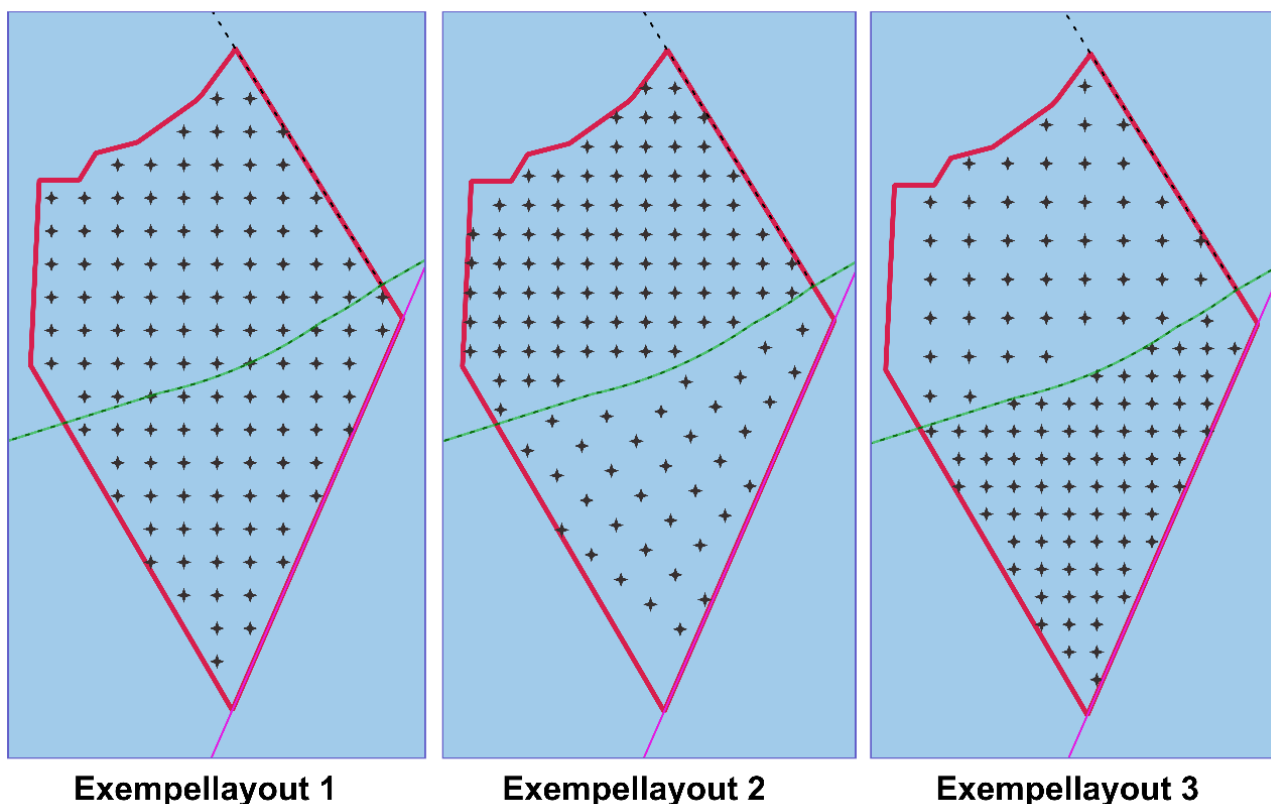
Fördelning av hur vindkraftverken skulle kunna anläggas i förhållande till territorialvatten och den svenska ekonomiska zonen har övervägts och presenteras i form av tre exempellayouter, se Tabell 4-2 och Figur 4-2. För att kunna anpassa vindkraftverkens slutliga placering utifrån de mest fördelaktiga förhållanden eftersträvas en så flexibel utformning som möjligt med ett troligt utfall som hamnar någonstans mellan de tre exempellayouterna.

Tabell 4-2 Maximalt antal vindkraftverk inom territorialvatten och den svenska ekonomiska zonen.

	Territorialvatten	Ekonomisk zon
Layout 1	Jämn fördelning	Jämn fördelning
Layout 2	85	35
Layout 3	45	75



Exempellayouter



Figur 4-2. Exempellayouter över parkområdets utformning utifrån parametrarna som presenteras i tabell 4.2 ovan.

4.2.4 Fundament

Vindkraftverken anläggs på fasta bottenförankrade fundament. De olika fundamentstyperna medför delvis olika miljöeffekter under anläggnings-, drifts- och avvecklingskedet. Framför allt är det undervattensbuller och sedimentspridning som kan ge upphov till tillfällig påverkan under anläggningskedet.

Anläggning av monopilefundament, fackverksfundament och tripodfundament ger upphov till tillfälligt förhöjda ljudnivåer, där framför allt undervattensbuller från pålning kan påverka marina däggdjur och fisk. Monosugkassunfundament, sugkassunfundament och gravitationsfundament kan i sin tur kräva omfattande schaktning som ger upphov till sedimentspridning med efterföljande dumpning av massor i havet vilket huvudsakligen kan påverka den bentiska miljön och fisk.

Under driftskedet är det framför allt det fysiska intrånget som kan skilja sig åt mellan olika fundament. Det fysiska intrånget skiljer sig åt både i form av bottenanspråk och fysiskt intrång genom vattenpelaren.

Valet av fundament kommer att göras i ett senare skede och är beroende av detaljprojektering. Bedömningarna i följande MKB kommer baseras på den fundamentstyp som bedöms ge upphov till störst påverkan för respektive påverkansfaktor, ett s.k. *worst case* scenario. Det betyder t.ex. att bedömningen för undervattensljud baseras på den fundamentstyp som ger upphov till högst ljudnivåer vid installation. På motsvarande sätt bedöms påverkansfaktorn grumling med avseende på den fundamentstyp som ger upphov till störst behov av schaktning.

Flytande fundament bedöms inte vara en lämplig teknik att använda för verksamheten, eftersom dessa kräver större vattendjup. Det finns även tekniska utmaningar med anledning av havsis inom området som gör att det inte bedöms lämpligt med flytande fundament.

4.2.5 Undervattenskablar och rörledningar

Utöver vindkraftverk och fundament kommer ett internt kabelnät och/eller rörledningsnät anläggas inom området för att samla ihop den producerade elen eller vätgasen från ett antal vindkraftverk till en transformator- eller omriktarstation eller för vätgas till en kompressorstation, för vidare transport in till land. Undervattenskablarna och rörledningarna kan förläggas direkt på botten, med eller utan skydd, eller grävas ner i havsbotten. Kablar och rörledningar benämns fortsättningsvis i ett samlat begrepp som ledningar.

Ledningsnätet, förläggningsmetoder och vilken typ av skydd som krävs kommer fastställas inför den slutliga parkutformningen. En exempellayout för det interna ledningsnätet presenteras i Figur 3-3, se avsnitt 3.5.

Olika förläggningsmetoder ger upphov till olika miljöeffekter och risker vid anläggning och drift. Nedgrävning av kablar och rörledningar ger lokalt upphov till grumling av sediment. Om kablarna eller rörledningarna förläggs direkt på botten kan användning av externt kabelskydd innebära att något större andel av bottenytan behöver tas i anspråk även under driftskedet vilket skapar hårda strukturer på botten.

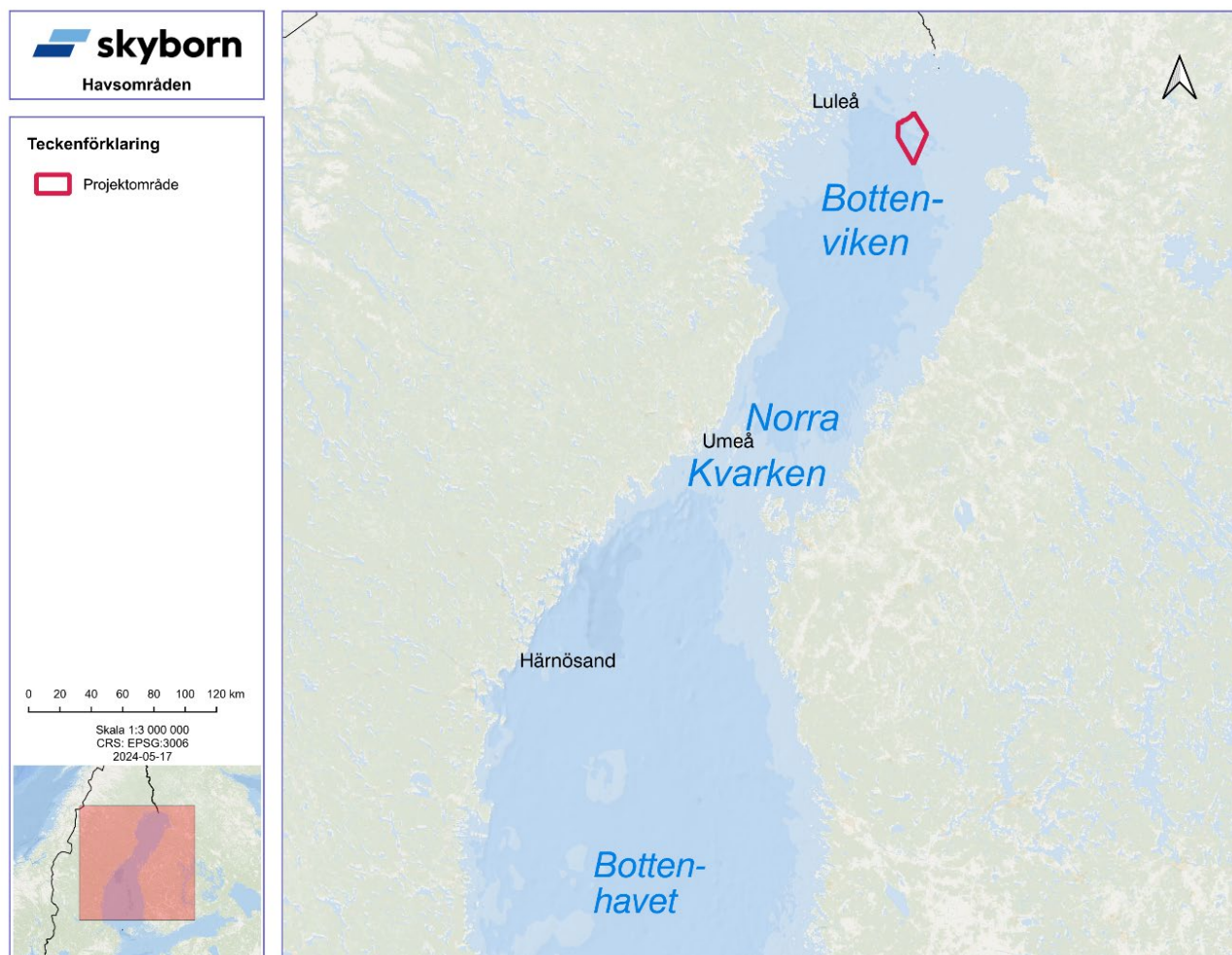
4.3 Nollalternativet

Nollalternativet innebär att vattenområdet där projektområdet är lokaliserat förblir ett öppet vattenområde utan vindkraftverk med tillhörande fundament, ledningar och stationer. Om ingen vindkraftpark anläggs behåller området sin nuvarande karaktär. De miljökonsekvenser som verksamheten bedöms ge upphov till på relevanta naturvärden eller motstående intressen uppstår således inte, såvida inte ett annat vindkraftsprojekt eller verksamhet anläggs i det aktuella området i stället. Området är idag tämligen opåverkat av mänsklig aktivitet och inga andra kända verksamheter är aktuella inom området. Om det inte etableras någon vindkraftpark förblir den lokala naturmiljön i stort sett oförändrad på kort och lång sikt i jämförelse med nuläget.

Ur ett annat perspektiv ger nollalternativet inte möjligheten att produceras den beräknade förnybara energin motsvarande ca 9–10 TWh per år om vindkraftsanläggningen inte uppförs. Den fossilfria energin behövs för att elektrifiera Sveriges fordonsflotta samt för att industrin ska kunna ställa om för att reducera sina utsläpp av växthusgaser. Om elen eller vätgasen från vindkraftsparken Polargrund skulle användas för att ersätta fossil energi i industriella processer eller för fordonsdrift skulle koldioxidutsläppen kunna minska med ca 3 miljoner ton/år. Detta motsvarar ca 7 % av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser år 2022 som är 45,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Naturvårdsverket, 2024d). En mycket stor utsläppsminskning uteblir alltså i nollalternativet. Möjligheterna att nå både de nationella och regionala klimatmålen till år 2045 skulle därmed minska väsentligt om vindkraftsparken inte kommer till stånd.

5. Områdesbeskrivning och planförhållanden

Projektområdet är lokaliserat i Bottniska viken som är Östersjöns nordligaste vattenområde vilket angränsar till både Sverige och Finland. Bottniska viken delas i sin tur in i sex områden, där tre av områdena: Bottenviken, (som projektområdet är beläget inom), Norra Kvarken och Bottenhavet, framgår i Figur 5-1. Beskrivningarna som används i följande MKB utgår från dessa avgränsade områden.



Figur 5-1. Karta som redovisar benämningen av olika havsområden inom norra Bottniska viken, dvs Bottenviken, Norra Kvarken och Bottenhavet.

5.1 Planförhållanden

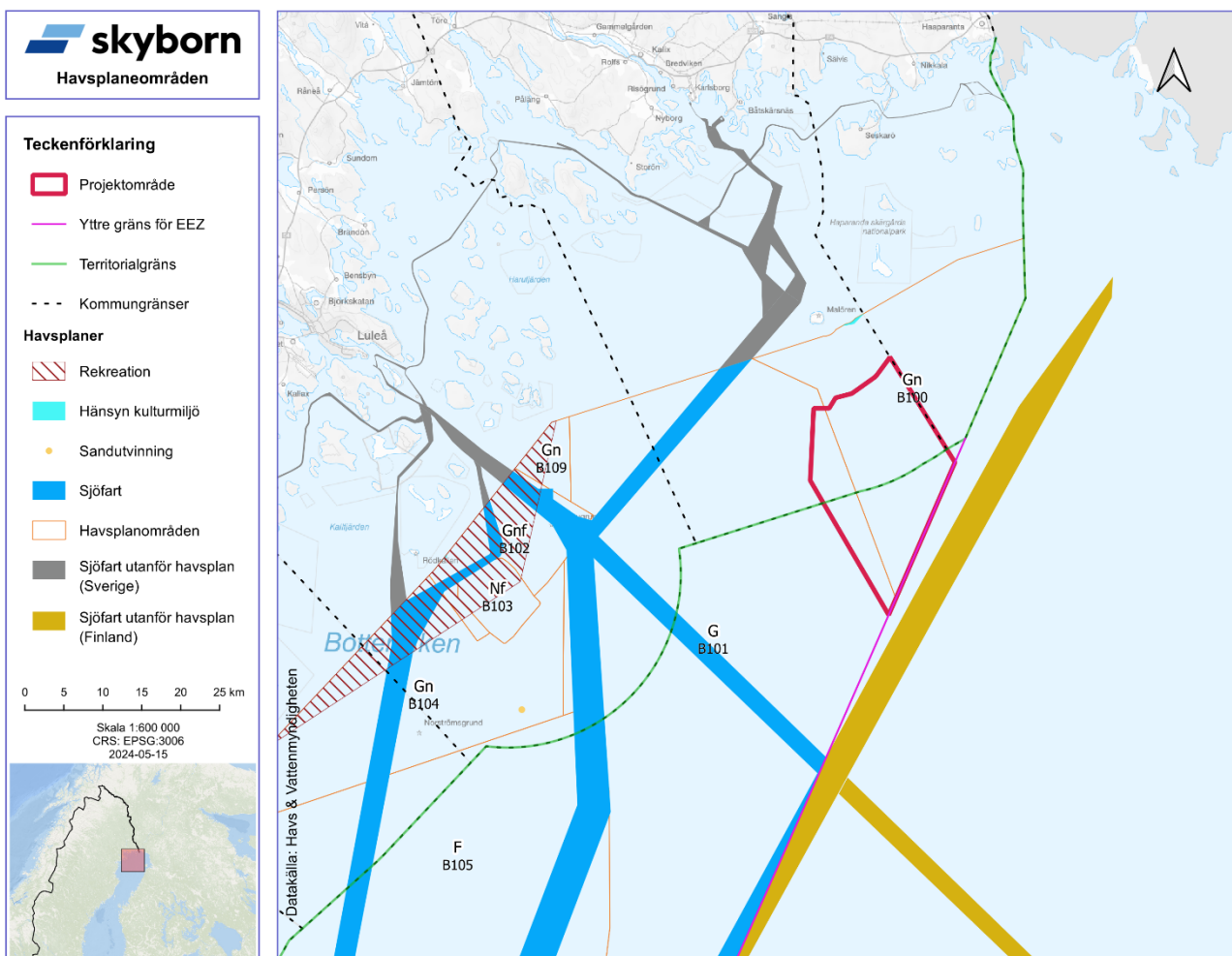
I följande avsnitt beskrivs havsplanen och övriga planer som överlappar med projektområdet eller som kan påverkas av planerad verksamhet.

5.1.1 Gällande havsplan

Gällande havsplaner beslutades av regeringen i februari 2022 och delas in i tre delområden; Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. En havsplan ger vägledning om hur ett havsområde bör användas och fungerar som ett stöd vid beslut, planering samt som underlag inom tillståndsprövningar. Syftet med havsplanerna är att bidra till en långsiktigt hållbar utveckling.

Havsplaneringen är en process som ska bidra till att havsanknutna näringar kan utvecklas samtidigt som god miljöstatus uppnås och upprätthålls. Havsplaneringen skapar goda möjligheter till samsyn om hur haven ska användas hållbart och är en av flera processer i den samlade havs- och vattenförvaltningen som tillsammans med övrig förvaltning och samhällsutbyggnad verkar för att uppnå uppsatta mål.

Projektområdet överlappar med havsområdena B100 och B101 som pekas ut i havsplanen för Bottenviken, se Figur 5-2. Båda områdena utpekade ut för generell användning där särskild hänsyn ska tas till höga kulturmiljövärden. För B100 ska även hänsyn tas till höga naturvärden, fisklek och däggdjur. Utöver generell användning är B101 utpekat för användning av sjöfart eftersom sjötrafiken är en viktig industri i norra Sverige med flera viktiga hamnar längs kusten.



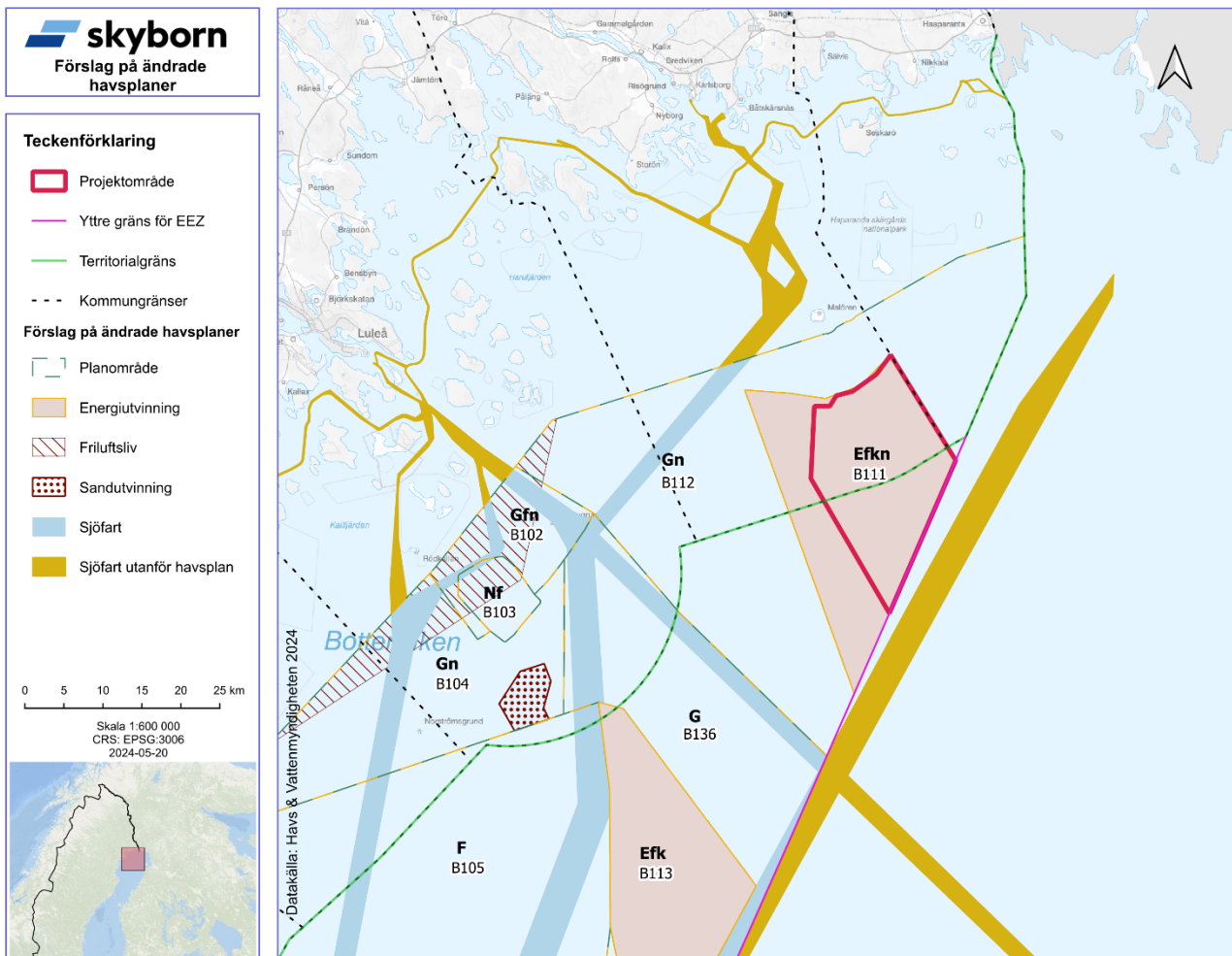
Figur 5-2. Projektområdet i förhållande till gällande havsplan för Bottniska viken.

5.1.2 Förslag till ändrade havsplaner

Det pågår ett arbete att ta fram förslag till ändrade havsplaner för att möta behovet av ökad energiutvinning. Förslag till ändrade havsplaner ska lämnas till regeringen senast den 31 december 2024 (Havs- och vattenmyndigheten, 2024). Havsplanerna ska bidra till att nå samhällsmålet om 100 procent fossilfri elproduktion år 2040. Samråd om förslag till havsplanerna hölls mellan 14 september och 15 december 2023.

Mellan den 16 maj och den 30 augusti 2024 är förslag till ändrade havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet med tillhörande konsekvensbeskrivning ute på granskning. I förslaget som presenterades

den 16 maj 2024 pekas ett område som överlappar projektområdet ut för energiutvinning, område B111 (sydöst om Malören), se Figur 5-3. Inom B111 ska särskild hänsyn ges till totalförsvarets intressen, höga kulturvärden och höga naturvärden.



Figur 5-3. Projektområdet i förhållande till förslag på ändrade havsplaner (2024).

5.1.3 Kommunala och regionala planer

Delar projektområdet ligger i Kalix kommun. Kalix kommuns gällande översiktsplan från år 2009 beskriver hur kommunen på lång sikt vill använda mark och vatten för utveckling av bostäder, verksamheter, infrastruktur, natur och vatten. I planen finns ett specifikt avsnitt om vindkraft där det framgår att kommunen är positiv till vindkraft, men att hänsyn måste tas till övriga allmänna intressen vid etablering (Kalix kommun, 2009).

För närvarande pågår arbete med att ta fram en ny översiktsplan och ett förslag till ny plan är ute på samråd under perioden 28 april till 28 juni 2024. I det nya förslaget pekar kommunen ut lämpliga områden för vindkraft både på land och till havs för att kunna bidra till att trygga samhällets ökade behov av förnybar energi. Polargrund är ett av de områden som pekats ut och omnämns särskilt i planförslaget. Den nya översiktsplanen planeras att antas i slutet av 2024 (Kalix kommun, 2024).

5.2 Meteorologiska förhållanden

De meteorologiska förutsättningarna för vindkraft i Norra Bottenviken är generellt mycket goda. Detta beror på att medelvinden är betydligt högre över havet än över land, där topografi och vegetation påverkar vindflödet inom gränsskiktet. I och med att vindflödet är relativt opåverkat över stora vattenytor blir turbulensintensiteten betydligt lägre till havs jämfört med på land.

För att kartlägga de atmosfäriska förhållandena vid vindkraftpark Polargrund har bolaget analyserat meteorologiska data från flera olika källor. Den vindresursutredning som genomförts är baserad på mesoskalig modelleringsteknik med indata i form av globala re-analysserier och publika data som Global Wind Atlas (GWA) och New European Wind Atlas (NEWA). Analyserna har verifierats med meteorologisk mätdata från en närliggande fysisk mätpunkt i norra Bottenhavet.

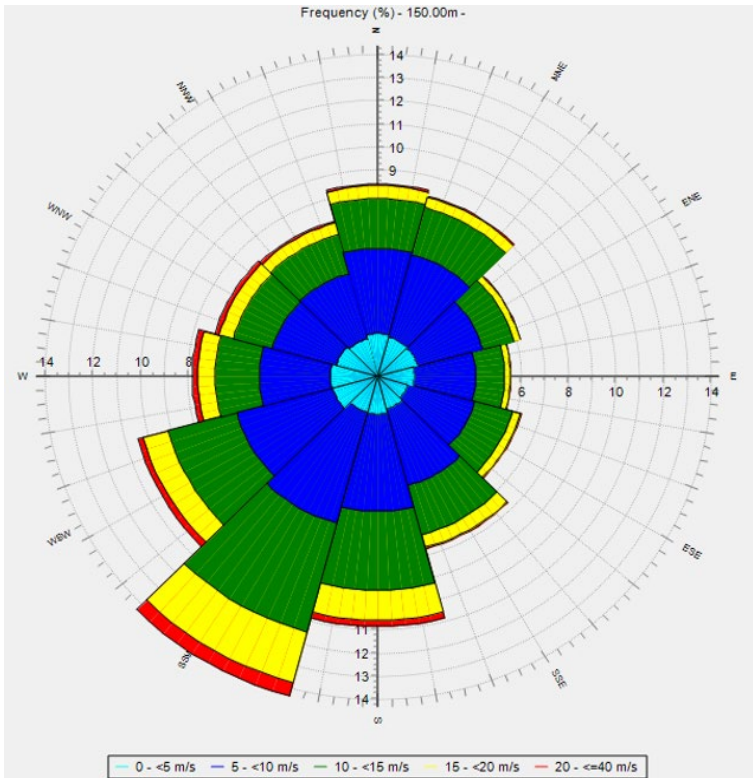
Som huvudsaklig datakälla har EMD-WRF Europe+ mesoscale använts. Denna data sträcker sig över 20 år och är analyserad med en geografisk upplösning av 3x3 km och med timvis upplösning. ERA5-dataset från European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) är ett globalt dataset. GWA:s vindkartering är baserad på en nedskalningsprocess där ett ERA5-dataset från Europeiska (ECMWF) användes under simuleringsperioden 2008–2017. Nedskalningsprocessen görs för ett lokalt vindklimat med ett nodavstånd om 250 m för höjderna 10 m, 50 m, 100 m, 150 m och 200 m över hav och mark. Bolaget har också undersökt data från New European Wind Atlas (NEWA). Inom ramen för NEWA utfördes mikroskalemodelleringen med Danmarks Tekniske Universitets WASP-modell. Metodiken liknar den som används i Global Wind Atlas, förutom att upplösningen är högre, där nodavståndet endast är 50 m. Nedskalningsprocessen baseras även här på ERA5-data.

Vindresursutredningen visar att den långtidskorrigerade medelvinden vid 150 m höjd uppgår till ca 9,0 m/s vid vindkraftpark Polargrund. I relation till IEC 61400-1 klassas området i närheten av en klass I-plats (högvindområde). Energiresursen vid vindkraftpark Polargrund bedöms således vara mycket hög. Vidare är turbulensintensiteten under klass C för hela vindspektrumet.

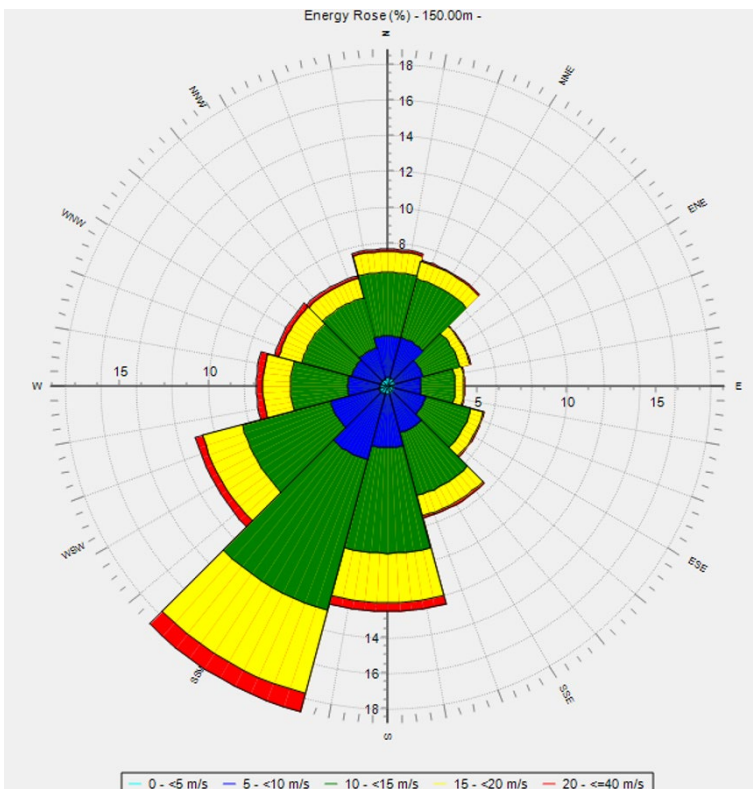
I Tabell 5-1 redogörs för estimerade långtidskorrigerade meteorologiska förhållanden i norra Bottenviken. Vidare visar vindrosorna i Figur 5-4 och Figur 5-5 vindens frekvensmässiga (tidsmässiga) och energimässiga fördelning för mittpunkten i projektområdet.

Tabell 5-1. Långtidskorrigerad meteorologiska förhållanden vid 150 m för olika modelleringsmetoder i norra Bottenviken.

Källa	Långtidskorrigerad medelvind vid 150 m	Medeltemperatur	Luftdensitet	Turbulens @ 15 m/s
EMD-WRF	Ca 8,99 m/s	Ca 3°C	Ca 1,26 kg/m ³	Ca 5 %
GWA	Ca 8,62 m/s	-	-	-
NEWA	Ca 8,59 m/s	Ca 3,5°C	Ca 1,26 kg/m ³	-



Figur 5-4 Vindros som visar tidsdistributionen för vinden vid 150 m höjd enligt EMD-WRF.



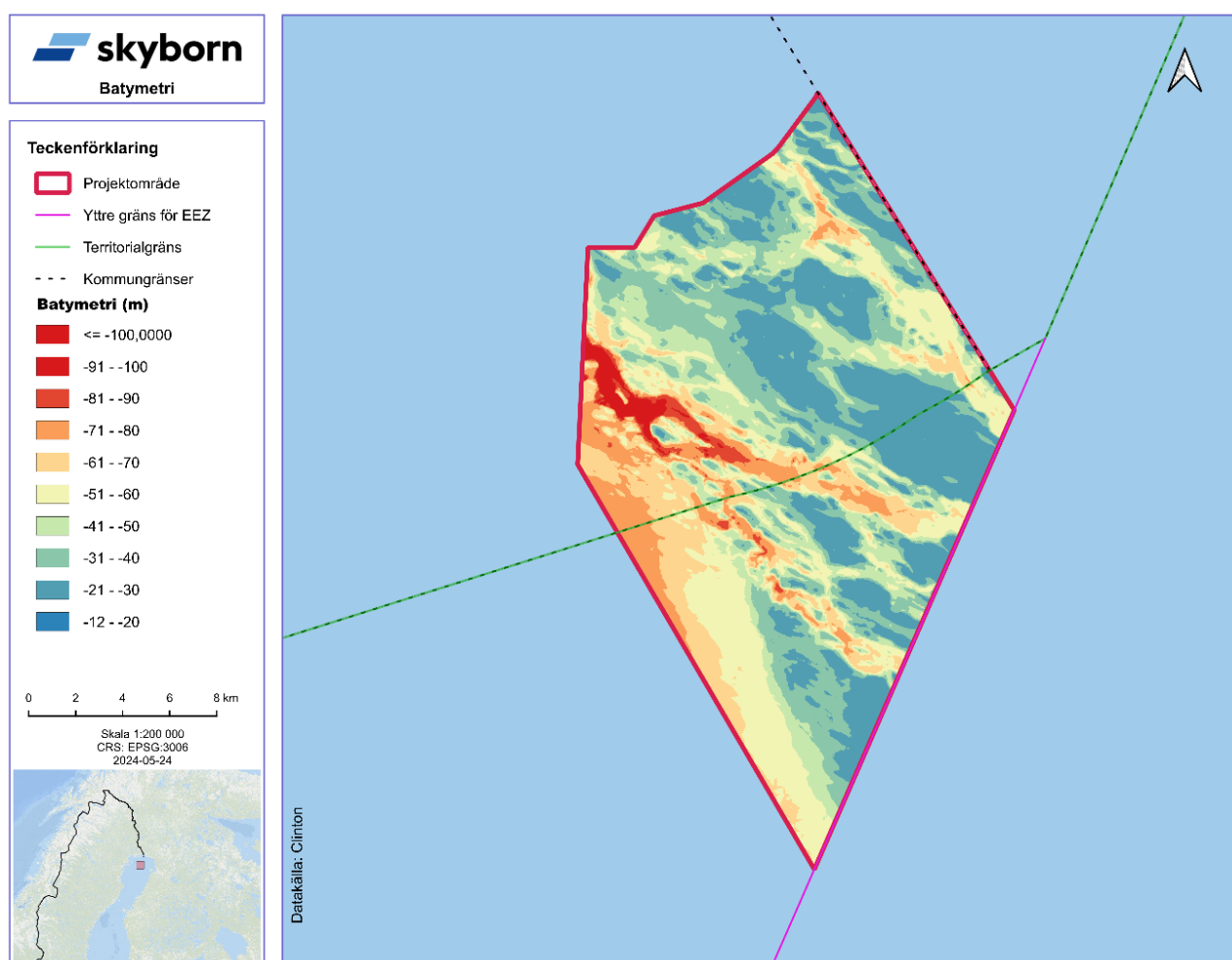
Figur 5-5 Vindros som visar energidistributionen för vinden vid 150 m höjd enligt EMD-WRF.

5.3 Oceanografi

5.3.1 Batymetri

Batymetri beskriver terrängens (havsbottnens) fysiska form under vattenytan, dvs motsvarigheten till topografi på land och beskrivs vanligtvis med avseende på djupförhållanden. Projektområdet är relativt grunt i förhållande till andra delar av Östersjön och tydligt påverkat av landhöjningen på ca 8 mm per år.

Skyborn har låtit genomföra sjömätningar inom projektområdet för att kartlägga områdets vattendjup och batymetri. Mätningarna visar att vattendjupet varierar mellan 12-120 m, med ett medeldjup på 45 m. Inom delområde A varierar vattendjupet mellan 12-120 m och präglas av en del djupare rännor. Medeldjupet inom delområde A är 45 m. Delområde B har ett vattendjup som varierar mellan 13–86 m, med ett medeldjup på 46 m. Projektområdet är i sin helhet grundare i de nordöstra delarna och djupare i de sydvästra och södra delarna. Batymetrin redovisas i Figur 5-6.



Figur 5-6 Djupförhållanden inom projektområdet baserat på underlag från utförd sjömätning (Clinton, 2024).

5.3.2 Salthalt, temperatur, syre och siktdjup

Bottenviken präglas av en omfattande tillförsel av sötvatten från de stora älvorna som har sitt utlopp längst kusten och det råder ofta rena sötvattensförhållanden vid älvmyningarna. Saltskiktningen i vattenmassan är ofta mycket svag, vilket betyder att salthalten mellan ytvattnet och de djupare delarna är relativt lika.

Medelsalthalten i Bottenviken är ca två till fyra promille. Den låga salthalten gör att limniska arter dominerar både flora och fauna och endast ett fåtal marina arter återfinns i området.

Ur SMHI:s databas har information om vattentemperatur hämtats från en mätpunkt i Bottenviken som var aktiv mellan 2009–2019. Medeltemperaturen vid mätstationen var ca 10°C och temperaturen varierade över åren mellan -1°C och 25°C.

Mätning av salthalt, temperatur och syrehalt samt siktdjup har utförts inom projektområdet i syfte att utreda de hydrografiska förhållandena. Mätningar utfördes vid fyra tillfällen; i juni, september och november 2022 samt juni 2023, se bilaga D10.

Mätningar under juni och september visade på ett tydligt termoklin (temperatursprångskikt) i vattenpelaren, på ett djup mellan 7–30 m. Bottenvattnet hade en jämnare temperatur på mellan 2–3°C. I november 2022 var temperaturen jämnare genom hela vattenpelaren, vilket sannolikt beror på den naturliga omblandningen i vattenpelaren som är vanlig under vår och höst.

Salthalten i vattenpelaren följde i stora drag samma mönster som temperaturen under juli 2022 med en haloklin (dvs. saltsprångskikt) på mellan 10–15 m. Vid andra stationer observerades en svagare salthaltsökning utan tydliga haloklin. Saliniteten varierade från ca 2,3 PSU vid ytan ner till ca 3,2 PSU vid botten på de djupare stationerna. Förhållandena är typiska för Bottenviken där salthaltsgradienten kan vara väldigt svag pga. bl.a. tillförsel av sötvatten från älvarna. I november 2022 var salthalten jämnare och något högre än tidigare på året. I ytvattnet varierade mellan saliniteten mellan 2,75–2,9 PSU med en ökning till uppåt 3,3 PSU närmare botten.

Syremätningarna tyder på att hela vattenpelaren är syresatt och att det inte råder syrefria förhållanden i vare sig vattenpelaren eller vid botten, men att mindre variationer förekommer. Resultatet styrks även av att de bottenprover som tagits inom projektområdet inte påvisat sediment med tecken på syrefria förhållanden.

Det uppmätta siktdjupet inom området tyder på svaga årliga variationer där juniresultaten 2022 och 2023 har något kortare siktdjup än motsvarande mätningar under september och november. Siktdjupet varierar naturligt med årstid och väderförhållanden. Under sommarmånaderna ökar vanligtvis primärproduktionen¹, vilket kan leda till minskat siktdjup under de varmaste månaderna.

5.3.3 Vågor och strömmar

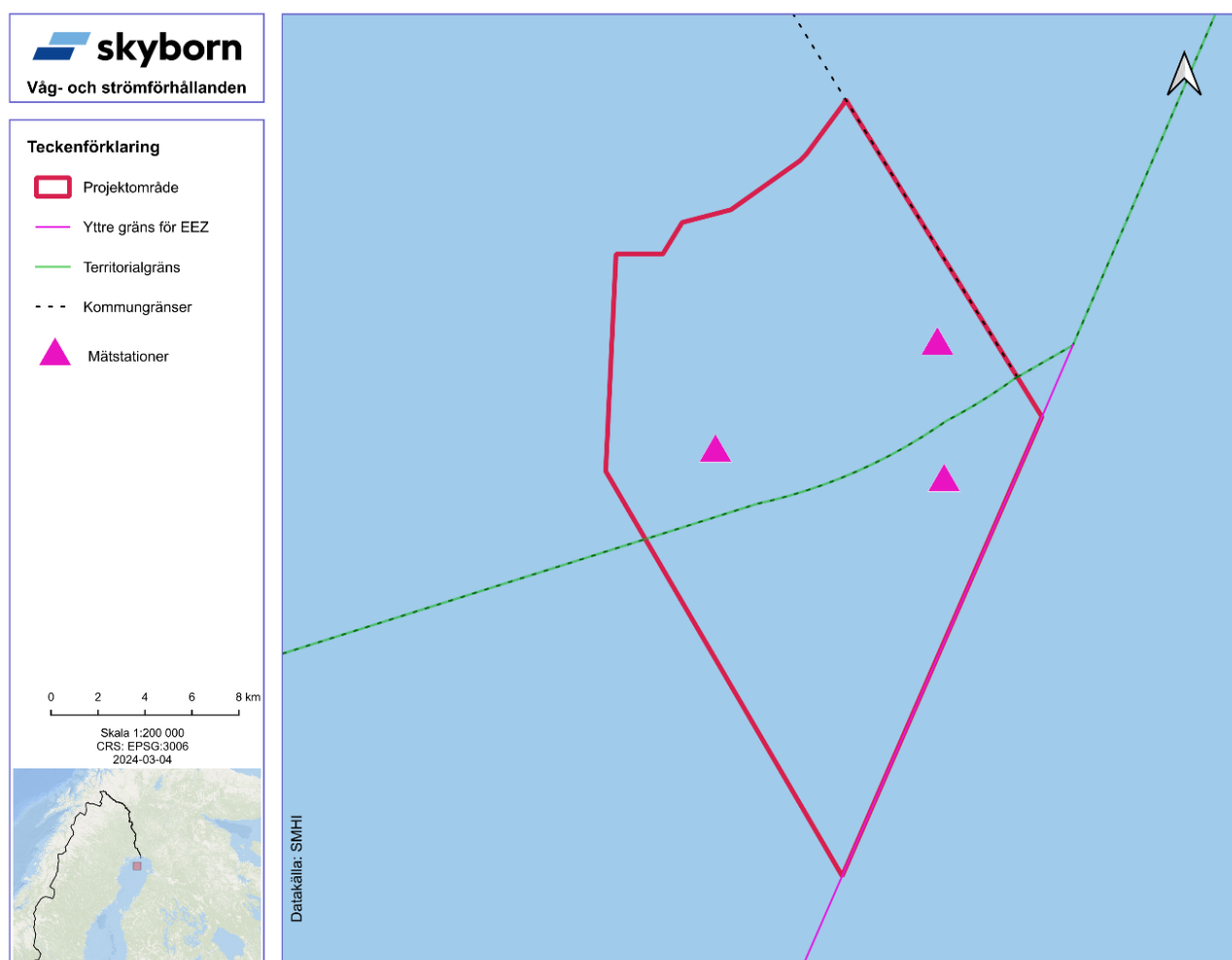
Strömmarna i havet uppstår främst av vind- och vattenståndskillnader, men påverkas även av lokala förhållanden som avstånd till kustlinjen, bottenpografien och jordens rotation. Östersjön har inga starka permanenta strömmar eftersom det är ett relativt litet och begränsat havsområde. Däremot påverkas sötvattentillrinningen från älvar och vattendrag av jordens rotation, vilket leder till en svag moturs cirkulation vid ytan längs kusten. Strömförhållanden i Bottenviken styrs till stor del av vinden, men strömmar inducerade av vattenståndsskillnader kan också uppstå. Även vågorna orsakas framför allt av rådande vindförhållanden och beror huvudsakligen på vindens styrka, riktning och varaktighet. Dessutom är ströklängden, distansen över öppet vatten, en viktig faktor som påverkar hur stora vågorna kan bli.

För att utreda ström- och vågförhållanden inom projektområdet har våg- och strömmätningar utförts vid tre stationer i projektområdet, se Figur 5-7. Mätningarna har av praktiska skäl utförts under den isfria perioden, och de är därför representativa för typiskt sommar- och sensommarväder under perioder med relativt svaga vindar med tillfälliga kulingvindar. Den signifikanta våghöjden uppmättes som högst till ca 2,4 m och i samband

¹ Primärproduktion är den biologiska process där levande organismer omvandlar oorganiska ämnen till organiska ämnen. Främst är det gröna växter, alger och bakterier som utför omvandlingen och dessa kallas primärproducenter.

med det uppmättes även den högsta våghöjden på 4 m. De vanligaste våghöjderna under mätperioden ligger inom intervallet 0,25–0,5 m. Eftersom väderförhållandena under mätningarna varit relativt lugna går det att förvänta sig både högre våghöjder kombinerat med längre vågperioder. Förutsatt att havsisen inte lagt sig är SMHIs bedömning att mycket starka vindar skulle kunna driva upp den signifikanta våghöjden till en storleksordning av 5-7 m med en maximal våghöjd på ca 8-10 m vilket anses motsvara rekordnoteringarna vid SMHIs nordligast vågboj, Finngrundet. Ett sådant tillfälle har dock låg sannolikhet att uppstå årligen och uppskattas som en händelse med kort varaktighet. (Edlund, 2022).

Generellt sett är medelströmmen högre vid ytan och lägre närmare botten. Den maximala strömhastigheten uppmättes till 80,2 cm/s på 11 m djup. Under extremväder bedöms den lokala strömhastigheten tillfälligt kunna uppgå till ca 150–200 cm/s.



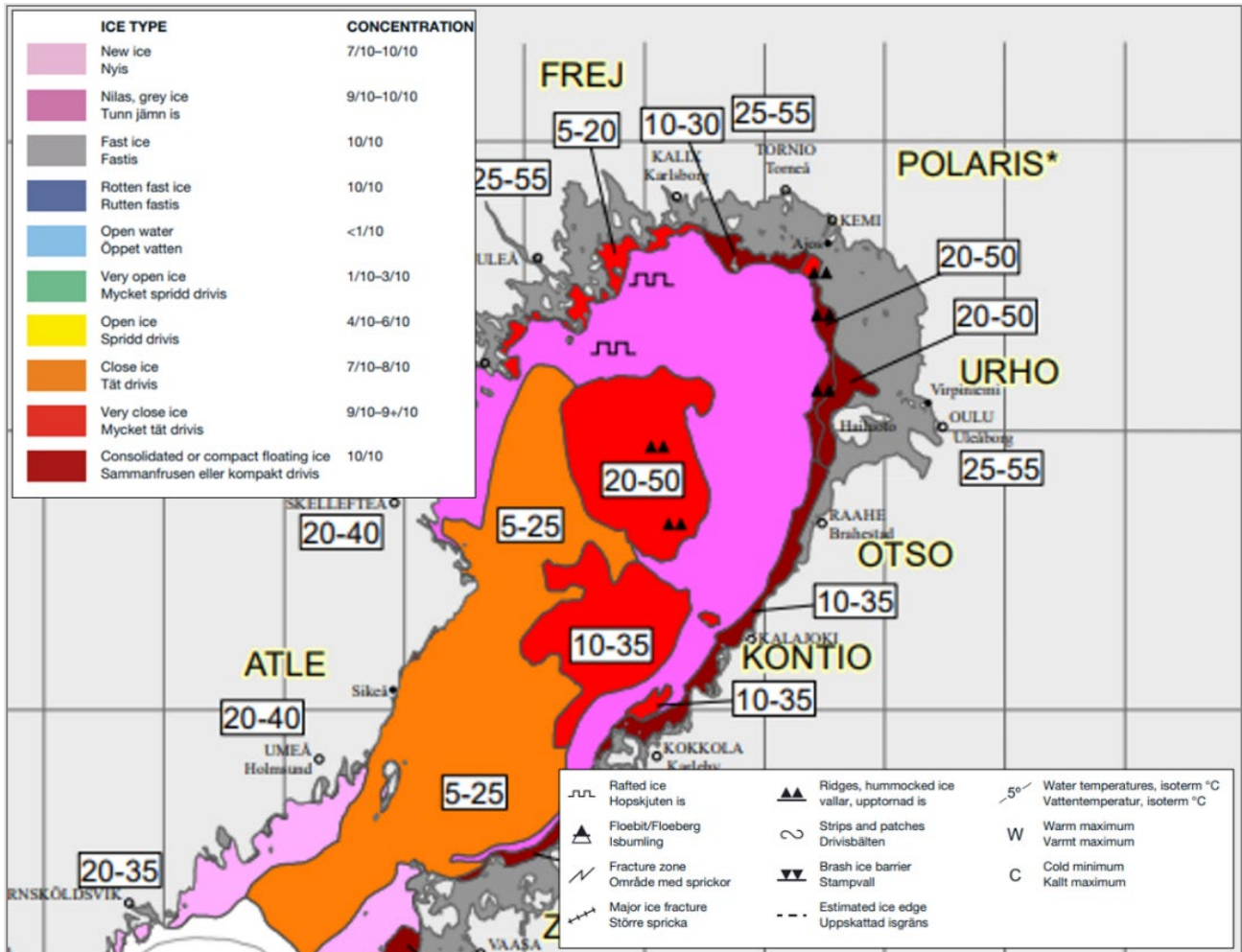
Figur 5-7 Mätstationer från SMHIs undersökning.

5.3.4 Isförhållanden

Isens utbredning i Bottenviken varierar mellan olika år, men förekommer alltid i Bottenviken, där issäsongen vanligtvis varar från början av december till mitten av maj. Isens tjocklek i det aktuella området varierar men kan uppgå till ca 40–80 cm. Under säsongen 2010/2011 uppmättes den största isutbredningen i Östersjön sedan år 1987, med en utbredning på ca 300 000 km², vilket är den senaste isvintern som klassades som sträng. I Bottenviken noterades, under samma säsong, isflak med en tjocklek på ca 50–70 cm. Enligt statistik

från SMHI för åren 1975 och 2004 för Bottenviken var isens medeltjocklek 42 cm och issäsongen längd ca 204 dagar i genomsnitt. (bilaga D18)

Enligt SMHIs och FMIs digitala iskartor förekommer havsis inom projektområdet mellan 115-132 dagar per år i medeltal. 50 års-värdet² för maximal istjocklek ligger på 83 cm men uppbruten och återfusen havsis, s.k. konsoliderade islager kan uppgå lokalt till ca 1,3 m.



Figur 5-8. Iskarta över Bottenviken från 4 februari 2022 vilket var när isutbredningen var som störst under isvintern 2021/2022.

Isens förflyttning beror framför allt på vindens riktning och styrka, vilket gör att isen periodvis kan ansamlas på antingen den finska eller den svenska sidan av Bottenviken. Förflyttningen kan skapa öppna råkar. Under våren uppstår vanligtvis en halvmåneformad råk i norra Bottenviken som kan sträcka sig hela vägen från Luleå, upp till Kemi fyr, och vidare ner till mot Raahe, ibland hela vägen ner till Kokkola (bilaga D18).

Vid vindhastigheter över 5 m/s, bestäms isens drifriktning vanligtvis av vinden med en generell drifhastighet på 1-3 % av vindhastigheten. Vid sydliga vindar kan stora mängder is ansamlas i norra Bottenviken, vilket gör att isförhållandena i det aktuella området kan bli mycket besvärliga med stor vallbildning. Det största vallarna som har uppmätts i Bottenviken var ca 28 m djupa, varav ca 3 m ovanför havsnivån.

² Ett 50-års väder har en återkomsttid på 50 år, återkomsttid är ett mått på hur ofta en ovanlig händelse kan förväntas, i detta fall isens tjocklek.

I framtiden förutses den genomsnittliga isutbredningen i Östersjön och Bottenhavet att minska när klimatet blir varmare. Isvinterns längd kommer troligtvis att minska, men även isens genomsnittliga tjocklek. Störst förändringar väntas dock uppstå längre söderut medan det aktuella området i norra Bottenviken påverkas i mindre grad. Inget pekar dock på att havsisen helt kommer att försvinna från Östersjöregionen under nuvarande sekel. Dessutom förväntas de årliga variationerna vara stora även i framtiden. En utförligare beskrivning av isförhållandena i området beskrivs i bilaga D18.

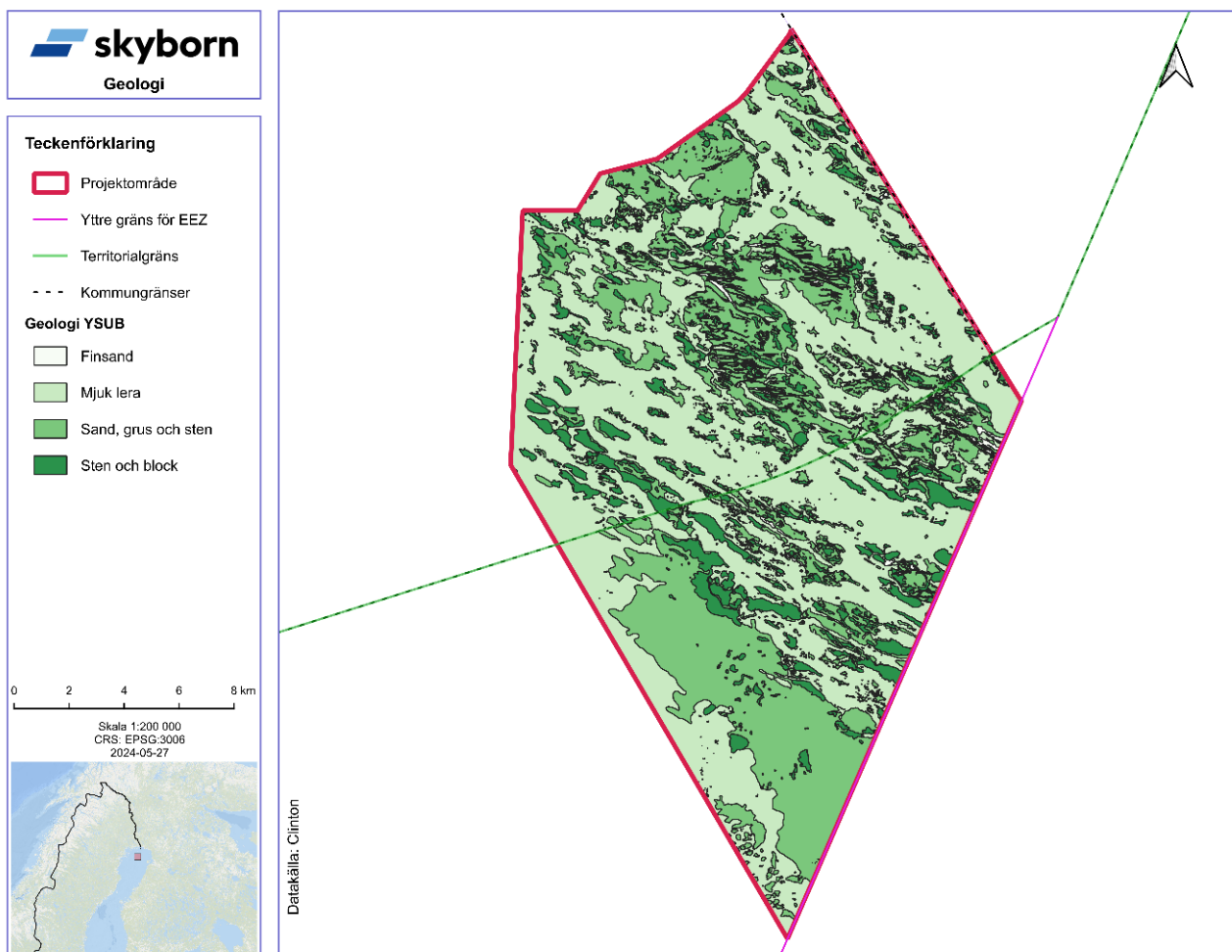
5.4 Bottenförhållanden

Sedimenten på den svenska kontinentalsockeln har bildats under den yngsta perioden i jordens utvecklingshistoria, kvartärtiden, och då med få undantag under den senaste istiden (glaciala perioden) samt den därpå följande och nu pågående varmare perioden (postglaciala perioden). Baserat på bildningsmiljö delas sedimenten in i två huvudgrupper: glaciala och postglaciala sediment. Glaciala sediment har bildats i en miljö som påverkats av en inlandsis och dess smältvatten. Postglaciala sediment har bildats genom omlagring av glaciala sediment samt genom nybildning efter inlandsisens avsmältning.

5.4.1 Bottensubstrat

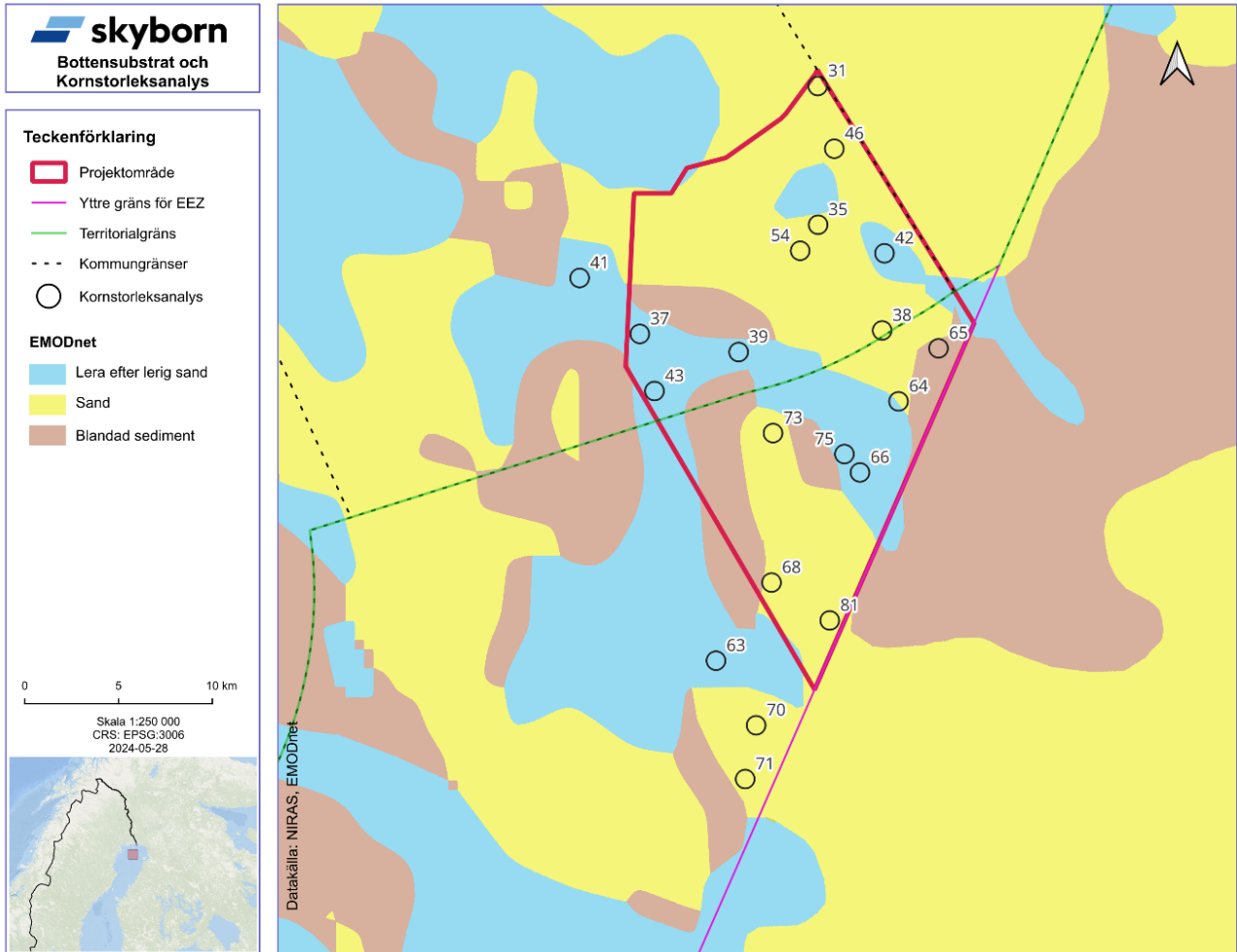
Hur en havsbotten ser ut och förändras beror på flera olika faktorer som t.ex. batymetri, strömförhållanden och sedimentens sammansättning. Generellt kan en havsbotten delas in i tre olika typer; ackumulations-, transport- och erosionsbotten. Med en ackumulationsbotten avses områden där material tillförs och ansamlas över tid och kännetecknas av områden med finkorniga sediment som lera, gyttja och dy. Över transportbottnar förekommer förhållanden som gör att ungefär lika mycket material tillförs som transporteras bort med strömmar, vågor och andra hydrografiska processer. En erosionsbotten är ett område där bottenmaterialet över tid eroderar och består oftast av grövre material med inslag av större stenar och berg.

Ytsubstratets sammansättning är tolkad utifrån geofysiska data från utförd sjömätning tillsammans med sedimentprovtagning från området och data från SGU och EMODnet. Projektområdet utgörs enligt tolkningen i stort av omväxlande glaciala och postglaciala sediment där bottensubstratet till största delarna utgörs av ca 55 % postglaciala leror och ca 45% grövre material som utgörs av morän eller sand, se Figur 5-10 och Figur 5-9.



Figur 5-9 Ysubstratets sammansättning enligt geofysisk undersökning och tolkning (Clinton, 2024)

För att utreda bottenförhållanden inom projektområdet har en sedimentprovtagning genomförts som redovisas i bilaga D10. Resultaten från kornstorleksfördelningen stämmer bra överens med underlaget från EMODnet och utförda geofysiska undersökning med i huvudsak finkorniga sediment, se Tabell 5-2. Sedimentprovtagning har huvudsakligen utförts inom områden med finare sedimenten, se Figur 5-10. Inom delområde A förekommer framför allt siltiga och sandiga sediment. Vid provpunkt 43, som ligger i delområde A, var sedimenten något lerigare än vid de övriga punkterna och i de nordöstra delarna dominerar sandigare sediment. Även inom delområde B dominerar proverna av finkorniga sediment i form av sand, silt och gyttja. Gyttja förekommer främst i de djupare delarna av området medan sand dominerar i de grundare delarna. Den sammanfattade informationen om bottenmaterialet visar att område A består av en något större andel postglacial lera än delområde B.



Figur 5-10 Bottensubstrat enligt EMODnet samt platser där kornstorleksanalys är utförd.

Resultaten från provtagningarna bekräftar att finare sediment ackumuleras inom områdets djupare partier, vilket innebär att området troligtvis består av växlande ackumulationsbotten och transportbotten.

Tabell 5-2 Substrat vid provtagningsstationerna från de ytligaste proverna, jordarternas beteckningssystem enligt Sveriges Geotekniska Förening. (0-20cm eller 0-10 cm beroende på provtagningsmetod). Beteckningssystemet förkortas enligt följande, sa – sand, si – silt, cl – lera, gy – gyttja och su – sulfidhaltig. Kornstorleksfördelning har analyserats för utvalda prover från provtagningsstationerna som visas i Figur 5-10.

Station	Substrat
31	saSi
35	Sa
37	Si
38	Sa
39	saSi
41	Si
42	saSi
43	clSi
46	Sa
54	(su)saSi
63	(su)siGy
64	(su)(gy)fsaSi
65	Sa
66	Sa
68	(cl)Gy
70	Sa
71	siSa
73	siGy
75	(su)(gy)fsaSi
81	Sa

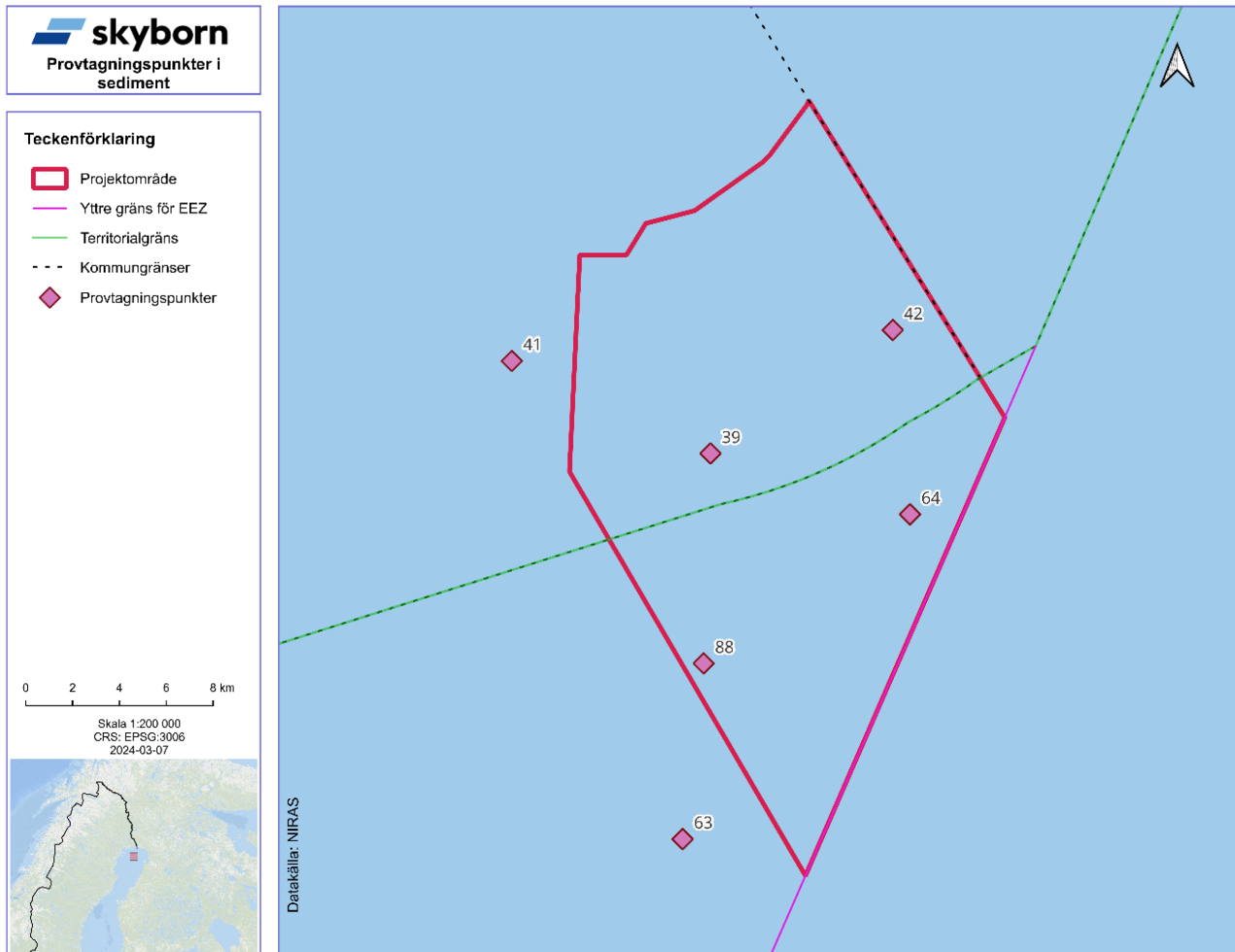
5.4.2 Föroreningar i sediment

Fina partiklar kan binda föroreningar och näringsämnen som sedimentera och ansamlas på ackumulationsbottenar, dessa fungerar i sin tur som sänkor med flera sedimentlager. Finkorniga sediment har generellt förmågan att binda större mängder föroreningar jämfört med grövre sediment. Återsuspendering (grumling) kan i sin tur frigöra föroreningar i den fria vattenmassan via både naturliga och antropogena (orsakad av människan) processer.

Vid bedömning av föroreningar i sediment används rikt- och gränsvärden som baseras på två typer av bedömningsgrunder. Dels effektbaserade bedömningsgrunder, dels tillståndsbaserade bedömningsgrunder. De effektbaserade gränsvärdena är framtagna för några av de substanser som kan ackumuleras i sediment eller biota och är framtagna för att skydda bottenlevande organismer (HVMFS 2019:25). Gränsvärdena används bl.a. i havsmiljöförvaltningen för att bedöma god miljöstatus.

Naturvårdsverket har tagit fram tillståndsbaserade bedömningsgrunder för metallhalter som bygger på statistisk tillståndsklassning av sediment längs Sveriges kust (Naturvårdsverket, 2024c). Dessa riktvärden utgår från fördelningen av halter i svenska sediment, vilket ger en fingervisning av föroreningsituationen i undersökta sediment. Som ett komplement till dessa har SGU tagit fram motsvarande jämförelsevärden för halter av organiska föroreningar (SGU, 2017).

För att utreda om det finns förorenade sediment inom undersökningsområdet har en sedimentprovtagning genomförts där det förekommer finare sediment. Resultatet presenteras i sin helhet i bilaga D10. Totalt uttogs prover vid sex olika stationer och från tre olika sedimentdjup, se Figur 5-11.



Figur 5-11 Provtagningsstationer för sediment inom projektområdet (bilaga D10).

Halterna av metaller ligger generellt på en låg till mycket låg nivå, se Tabell 5-3. Vid två stationer har höga eller mycket höga halter av arsenik detekterats i de ytliga sedimenten. Stationerna ligger långt ifrån varandra och fördelningen i djupled tyder på att det endast förekommer avvikelser i de ytliga sedimenten, eftersom detektionen för underliggande sedimentlager påvisar mycket låga halter av arsenik.

Tabell 5-3 Resultat av analyserade sedimentprov avseende metaller och TOC. Metallhalter är klassade efter NV4914. Värden angivna med < samt med grå färgmarkering anger analysresultat under laboratoriets rapporterings gräns. Värden markerade i vitt anger uppmätt halt för ämnen där jämförvärde saknas (bilaga D10).

	Mycket låg halt			Låg halt			Medelhög halt			Hög halt			Mycket hög halt					
Metaller										39			41			42		
mg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50			
As	10,1	3,83	3,73	42,4	8,49	4,33	8,72	2,2	1,81									
Ba	43,5	44	48,6	94,9	67,8	62	28,3	29,4	32,3									
Cd	0,159	<0,1	<0,1	0,217	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1									
Co	5,76	6,58	6,81	12,9	10,8	8,64	5,09	5,09	5,63									
Cr	19,8	22,6	24,8	38	37,2	33,8	16,8	19	20,9									
Cu	8,69	9,5	11,9	21	19,2	17,1	7,73	8,12	7,68									
Hg	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04									
Ni	10,3	5,1	5,04	23,1	19,3	17,6	9,49	8,95	10,6									
Pb	7,76	5,1	5,04	16	9,68	6,06	4,76	3,44	3,35									
V	24,7	31,3	33,3	50,8	49,2	45	22,6	24,7	29,1									
Zn	32,3	25,1	29,9	67,9	49,9	44,2	22,7	21,6	24,7									
Torrsubstans (TS)	61,5	62	57,8	36	40,5	43	67,5	69,5	70,8									
TOC (%)	0,6	0,8	9,2	1,4	0,8	3,4	0,4	0,5	5,3									

	88			64			63		
Metaller									
mg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50
As	17,4	13	8,19	9,6	2,63	1,69	63,9	5,74	8,37
Ba	107	152	184	32,7	29,4	27,5	126	95,1	89,1
Cd	0,145	<0,1	<0,1	0,119	<0,1	<0,1	0,457	0,102	<0,1
Co	13,7	12,8	12,8	5,23	4,22	3,97	18,7	12,6	10,6
Cr	38,6	43,4	53,8	15,5	16,2	14,5	52,4	44,4	38,8
Cu	20,3	22,7	26,8	6,66	6,09	5,9	33,6	24	20,5
Hg*	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ni	25,5	24,4	28	9,1	7,65	7,25	30,8	24,4	21,2
Pb	11,9	9,36	11,8	5,27	3,51	2,85	31,8	11,7	8,87
V	48,4	51,7	59,7	20,4	20,8	18,5	63,9	55,1	48,9
Zn	59,3	66,4	80,5	25,6	18,3	16	109	63	54,8
Torrsubstans (TS)	41,5	50	42,6	68,5	73	75,7	28,7	33	34
TOC (%)	1,77	1,56	2,18	0,34	0,34	0,31	2,13	2,12	2,02

Vid fyra av stationerna har tennorganiska föreningar detekterats i medelhöga halter i det ytliga skiktet, se Tabell 5-4. I underliggande sedimentlager ligger halterna under detekteringsgränsen. Även andra organiska föreningar har generellt uppmätts i låga eller mycket låga halter. Endast en station avvek med en medelhög halt av bens(b)flouranten som är en typ av PAH-förening, även detta i det ytligaste skiktet.

Tabell 5-4 Tennorganiska föroreningar klassade enligt SGU rapport 2017:12 (bilaga D10).

Mycket låg halt	Låg halt			Medelhög halt			Hög halt			Mycket hög halt
Tennorganiska föreningar	39			41			42			
µg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	
MBT	<1	<1	<1	1,61	<1	<1	<1	<1	<1	
DBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
TBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,85	<1	<1	
Tennorganiska föreningar	88			64			63			
µg/kg TS	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-50	
MBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,33	<1	<1	
DBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
TBT	<1	<1	<1	1,18	<1	<1	<1	<1	<1	

Analyserade prover indikerar att sedimenten inom projektområdet generellt innehåller låga nivåer av föroreningar från sedimentytan ned till ett sedimentdjup om ca 50 cm. Eftersom föroreningshalterna visar en trend av att avta med djupet så förväntas även underliggande lager innehålla låga nivåer av föroreningar.

6. Avgränsning och metodik

6.1 Avgränsning av miljökonsekvensbeskrivningen

Enligt 6 kap. 37 § MB ska en MKB ha den omfattning och detaljeringsgrad som är rimlig med hänsyn till rådande kunskaper och bedömningsmetoder, och som behövs för att en samlad bedömning ska kunna göras av de väsentliga miljöeffekter som verksamheten eller åtgärden kan antas medföra. För denna MKB har, i syfte att få en lämplig avgränsning som möter miljöbalkens krav, avgränsats utifrån geografiskt område, tid respektive sak enligt nedan.

Denna MKB utgör underlag till de tillståndsprövningar som presenterades i avsnitt 1.4.

I en MKB ska det ska vara möjligt att bedöma verksamhetens totala påverkan på miljön. Vid tillståndsprövningar av havsbaserad vindkraftpark prövas, mot bakgrund av de olika lagstiftningarna som tillämpas parallellt i relation till verksamheten, vindkraftparken och exportkablar var för sig. För att ge en helhetsbild av projektet beskrivs följdverksamheter så som exportkablar och exportrörledningar i kapitel 13. Kartor och tekniska beskrivningar visar tydligt vad som hör till respektive prövning.

Avgränsning av verksamhetens omfattning begränsas till anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken med tillhörande underhåll och infrastruktur inom projektområdet. Infrastrukturen omfattar i huvudsak fundament, turbiner, plattformar för t.ex. transformatorstationer, omriktarstationer, kompressorstationer samt internkablar och rörledningar som beskrivs i kapitel 3 och i den tekniska beskrivningen, se bilaga C till ansökan.

Avgränsningen i tid utgörs av verksamhetens bedrivande från anläggningsskede till avvecklingsskede. Förväntad livslängd från det att vindkraftparken är driftsatt, dvs driftskedet, beräknas uppgå till ca 50 år.

6.1.1 Geografisk avgränsning

Miljökonsekvensbeskrivningens geografiska avgränsning är det område där påverkan till följd av planerade arbeten och anläggningar kan uppkomma under etablering, drift eller avveckling av vindkraftparken. Det omfattar de värden och intressen inom dessa områden som kan komma att beröras direkt, indirekt eller kumulativt av verksamheten. Påverkan från verksamheten kan därmed få olika geografiska utbredningar beroende på vilka miljöaspekter eller intresse som bedöms. Den geografiska avgränsningen bestäms därför av det område där en miljöeffekt kan uppkomma på ett värde eller intresse, vilket beskrivs utifrån resp. påverkansfaktor. Även gränsöverskridande påverkan behandlas i MKB:n i de fall en påverkan sker över nationsgränser eller i annan nations ekonomiska zon, som i detta fall är avgränsat till finskt territorium.

6.1.2 Avgränsning av miljöaspekter och intressen

Miljöbedömningen ska avgränsas till de miljöaspekter och intressen som av någon betydelse kan påverkas av miljöeffekter från verksamheten eller till aspekter som särskilt påtalats i samrådsprocessen. Syftet med avgränsningen är att ge miljöbedömningen en lämplig omfattning och detaljeringsgrad så att den får en bättre tillgänglighet.

En miljöaspekt består t.ex. av marina däggdjur eller fisk, dessa omfattas i sin tur av mottagare som t.ex. specifika arter så som sälar eller lax. Andra intressen som beskrivs och bedöms inom MKB:n är t.ex. yrkesfiske, sjöfart och riksintressen. Om effekten är ytterst begränsad i omfattning (t.ex. i tid eller utbredning) eller om mottagaren inte är känslig för den effekt som uppkommer utreds inte påverkansfaktorn vidare.

De miljöaspekter och intressen som kan påverkas och som därmed bedöms i MKB:n har avgränsats till bentisk miljö (bottenflora och bottenfauna), fisk, marina däggdjur, fåglar, fladdermöss, yrkesfiske, sjöfart, luftfart, kulturmiljö och marin arkeologi, friluftsliv och rekreation, rennäring, totalförsvaret, miljöövervakningsstationer, landskapsbild, miljö kvalitetsnormer, riksintressen och skyddade områden.

Utöver ovan nämnda miljöaspekter och intressen bedöms även kumulativa effekter, risk och säkerhet, gränsöveröverskridande påverkan, följdverksamheter samt miljömål.

Ramen för avgränsningen har bl.a. skett genom avgränsningssamråd som beskrivs i kapitel 2 och bilaga D2. Både vid samrådet och det fortsatta arbete med MKB:n har det framkommit att vissa aspekter med anledning av vindkraftsprojektet inte kommer att påverkas av betydelse och har därför avgränsats bort vilket innebär att de inte kommer beskrivas ytterligare i följande MKB. Avgränsade aspekter framgår av Tabell 6-1.

Tabell 6-1 Aspekter som avgränsats bort och som inte kommer att redogöras ytterligare för i MKB.T

Aspekt	Kommentar
Människors hälsa	Vindkraftparken kommer att anläggas och drivas som närmast ca 10 km från närmaste ö med bebyggelse. Till följd av det långa avståndet till där människor uppehåller sig kommer ingen påverkan på människors hälsa uppstå av betydelse till följd av t.ex. buller vid anläggning och drift, skuggor eller luftföroreningar.
Naturresurser (icke levande naturtillgångar på havsbotten)	Det finns inget utpekade område för utvinning av råmaterial eller potential för koldioxidlagring inom eller i nära anslutning till projektområdet.
Infrastruktur (rörledningar, kablar, telekom etc.)	Ingen infrastruktur har identifierats inom projektområdet.
Vissa miljö kvalitetsnormer (MKN)	<p><i>MKN grundvatten.</i> Ingen påverkan på grundvattenförhållanden uppkommer till följd av planerade arbeten.</p> <p><i>MKN luftföroreningar.</i> Avståndet mellan vindkraftparken och där människor vistas bedöms vara så stort att ingen påverkan under vindkraftparkens olika skeden bedöms uppstå.</p> <p><i>MKN buller.</i> Avståndet mellan vindkraftparken och där människor vistas bedöms vara så stort att bullerutbredningen inte bedöms påverka platser där människor vistas.</p> <p><i>MKN fisk- och musselvatten.</i> Inget angivet område som omfattas av dessa miljö kvalitetsnormer finns i närheten av projektområdet.</p>

6.2 Underlag

6.2.1 Utförda undersökningar och utredningar

Skyborn har genomfört omfattande utredningar och undersökningar av rådande miljöförhållanden och verksamhetens miljöeffekter bl.a. genom fältundersökningar, litteraturstudier, analyser och modelleringar inom och i närheten av projektområdet. Det framtagna kunskapsunderlagets omfattning är därmed stort och vetenskapligt underbyggt. Informationen finns beskriven i sin helhet i respektive underlagsrapport som närmare beskriver vilken metod som undersökningen eller utredningen har baserats på.

Skyborn innehar sedan tidigare ett undersökningstillstånd för undersökning av havsbotten, som ligger till grund för de undersökningar som genomförts inför aktuell ansökan.

Miljöbedömningarnas utgångspunkt baseras således på framtagna nulägesbeskrivningar och utredningar/modelleringar om miljöeffekten storlek för de olika påverkansfaktorerna kopplat till den planerade vindkraftparken under anläggning, drift och avveckling. I Tabell 6-2 redovisas de inventeringar, utredningar och modelleringar som ligger till grund för de olika miljöbedömningarna i denna MKB.

Tabell 6-2 Genomförda inventeringar, utredningar och modelleringar som ligger till grund för de olika miljöbedömningarna.

Inventering/utredning/modellering	Metod	Bilaga/referens	År	Utförare
Sjömätning	Geofysiska fältinventering (multi-beam echo sounder (MBES), Backscatter (BCS), Sub Bottom Profiling (SBP))	Referens	2023	Clinton Marine Survey
Oceanografi	Mätningar och analys av vågor och strömmar	Referens	2022	SMHI
Fältundersökningar inkl. miljögifter	Fältundersökningar och analys av sediment i projektområdet.	D10	2023	Niras
Meteorologisk mätning	Meteorologisk mätning	Referens	2023	SMHI
Sedimentspridning och hydrodynamik	Dataanalys och modellering	Bilaga D9	2024	Niras
Nulägesbeskrivning Fisk	Fältundersökning inom projektområdet med eDNA och provfiske, litteraturstudie	Bilaga D12	2024	Niras
Nulägesbeskrivning Marina däggdjur	Fältundersökning inom projektområdet med eDNA samt litteraturstudie	Bilaga D13	2024	Niras
Nulägesbeskrivning Bentisk miljö	Fältundersökningar med videokartering och bottenfaunaprovtagning, samt litteraturstudie	Bilaga D11	2024	Niras
Habitatmodellering	Modellering av data från fältundersökningar med bottenhugg och videokamera	Referens	2024	Niras
Sammanställning fågel	Sammanställning av genomförda inventeringar och utredningar	Bilaga D14	2024	WSP

Fågelutredning	Förstudie fågelförekomst Polargrund	Referens	2022	WSP
Fågelutredning	Förstudie höststräck Bottenviken	Referens	2022	P Hansson
Fågelutredning	Migration av kungsörn, havsörn, fjällvråk och trana kring norra Bottenviken	Referens	2023	P Hansson
Fågel- och Fladdermusutredning	Förstudie	Referens	2022	WSP
Fågelutredning	Migration av termikflyttande fåglar på svenska sidan av nordligaste Bottenviken	Referens	2022	P Hansson
Fågelinventeringar	Fågelinventering med båt och radar	Referens	2023	Ottvall Consuting
Fågelinventeringar	Sommarinventering med båt	Referens	2022	WSP
Fågelinventeringar	Sommarinventering med båt	Referens	2023	WSP
Fågelinventering	Sträckstudie från Malören	Referens	2022	WSP
Fågelinventeringar	Sträckräkning från Haparanda sandskår	Referens	2023	P Hansson
Fågelinventering	Sträckstudie från Malö- ren	Referens	2023	WSP
Fladdermusinventering	Fältstudie med autobox på Malören	Referens	2023	WSP
Sammanställning fladdermöss	Sammanställning av genomförda inventeringar och utredningar	Bilaga D21	2024	WSP
Natura 20000	Utredning	Bilaga D19	2024	Ramboll
Marinarkeologisk utredning	Litteraturstudie och analys av sjömåtningsdata	Bilaga D20	2024	Nordic Maritime Group
Kulturmiljö	Analys	Bilaga D17	2024	Tyréns

Visualisering	Fotomontage	Bilaga D4	2024	GisVis
Visualisering hinderljus	Animation	Bilaga D5	2024	GisVis
Landskapsanalys	Analys, inkl. ZTV	Bilaga D16	2024	Ramboll
Luftburet buller	Beräkning	Bilaga D7	2024	Akustikkonsulten
Luftburet buller, vätgas	Beräkning	Bilaga D8	2024	Akustikkonsulten
Undervattensbuller	Modellering	Bilaga D6	2024	Niras
Flyghinderanalys	Analys	Referens	2024	Lufftartsverket
Nautisk riskanalys inkl. HAZID-workshop	ISO 31000 och 31010, FSA-metodik, samt workshop	Bilaga D18	2024	RISE
Risikanalys vätgas	Analys	Bilaga E1 till ansökan	2024	Ramboll
Rennäringsutredning	Utredning	Referens	2024	Ecogain
Elektromagnetiska fält	Beräkning, inkluderad i TB	Bilaga C till ansökan	2024	Skyborn
Kylvatten och retentat	Beräkning	Bilaga D9	2024	Niras
Avvecklingskostnader	Skrivbordsanalys	Referens	2023	Tyréns
Yrkesfiske	Analys	Bilaga D15	2024	Niras
Fritidsfiske	Litteraturstudie	Referens	2024	Niras

6.2.2 Planerade undersökningar och utredningar inför anläggning

Ytterligare detaljerade fältundersökningar kommer att utföras inför, och som en del av, detaljprojekteringen av parken. Det kan dels röra sig om olika typer av geofysiska undersökningar med ekolod, såsom multistrålände, sidotrålände och penetrerade ekolod, vilka i sig inte innebär någon fysisk påverkan på bottenmaterialet, dels kan det röra sig om geotekniska undersökningar så som provborrningar och geotekniska tester t.ex. spetstrycksondering och sedimentprovtagningar, vilka medför ett fysiskt ingrepp i bottenmaterialet som kan orsaka viss grumling.

Utökade mätningar kommer även att utföras av vindar och oceanografi, med vågor och havsströmmar samt mätningar av havsis t.ex. avseende isens tjocklek och rörelsemönster. Dessa mätningar sker under längre tid och med högre upplösning än hittills utförda mätningar.

6.3 Metodik

Denna MKB beskriver de konsekvenser som kan uppstå under anläggning, drift och avveckling av den planerade vindkraftparken Polargrund. För att kunna beskriva detta har ett systematiskt arbetssätt använts för att identifiera och bedöma verksamhetens potentiella miljöeffekter och vilka konsekvenser som kan uppkomma under projektets olika skeden.

6.3.1 Metodbeskrivning för konsekvensbedömning

Bedömningarna av miljöeffekter, miljövärde och konsekvenser som görs i denna MKB utgår ifrån olika frågeställningar:

- Hur stor är miljöeffekten? Hur ofta och när sker den? Är den temporär eller bestående?
- Hur stort miljövärde har den miljöaspekt eller det intresse som kan påverkas? Förändras värdet positivt eller negativt?
- Vad blir konsekvensen för miljöaspekten/intresset i förhållande till omfattningen av miljöeffekten?

Konsekvensen bedöms utifrån miljöeffektens storlek och det aktuella miljövärdet för miljöaspekten eller intresset på platsen. Konsekvensbedömningen omfattar den planerade verksamhetens förväntade miljöeffekter där hänsyn tagits till åtaganden om eventuella skyddsåtgärder för att undvika, minimera eller minska miljöeffekten.

Miljöeffektens storlek och mottagarens/intressets miljövärde är begrepp som ska anges så objektivt och transparent som möjligt och innebär att konsekvensbedömningen ska innehålla resonemang om hur dessa bestämts. Miljöpåverkan identifieras med utgångspunkt i projektets aktiviteter i olika skeden och beskrivs som påverkansfaktorer. Påverkansfaktorer kan ha olika betydelse för olika mottagare. Utredningar och modellering har gjorts för att bedöma miljöeffekterna på respektive miljöaspekt eller intresse.

6.3.1.1 Miljöeffektens storlek

Miljöeffekten som kan uppkomma ska relateras till den miljöaspekt eller det intresse som ska bedömas. Den kan t.ex. utgå ifrån olika arters känslighet för ljud, föroreningshalter eller annan påverkan. Storleken bestäms utifrån respektive påverkansfaktor och den effekt som kan uppstå hos mottagaren, t.ex. en viss halt eller ljudnivå som ger en effekt på den miljöaspekt som ska bedömas.

Följande omständigheter tas också i beaktande vid bedömning av miljöeffektens storlek:

- Vilken geografisk utbredning miljöeffekten har (lokal inom projektområdet, regional, nationell eller global).
- Vilken varaktighet miljöeffekten har – försumbar (≤ 1 dag), kortvarig (1 dag till 4 månader), långvarig (4 månad till enstaka år) eller under vindkraftparkens hela livslängd inkl. avveckling (50 år) eller permanent.
- Under vilken tid på året miljöeffekten pågår kopplat till mottagarens känslighet.
- Miljöeffektens frekvens – ofta, vanlig eller sällan.
- Egenskaper hos effekten – t.ex. tillfällig hörselnedsättning för marina däggdjur, hinder för vissa typer av fartyg etc.

6.3.1.2 Miljöaspektens eller intressets miljövärde

En miljöaspekt eller ett intresse bedöms baserat på den mottagare som är mest känslig mot respektive miljöeffekt. Detta innebär att t.ex. miljöaspekten fisk bedöms utifrån den eller de arter som är mest känslig mot den aktuella påverkansfaktorn.

Mottagarens miljövärde ska relateras till det område där en miljöeffekt kan uppkomma men också ses i ett vidare perspektiv. Som exempel kan mottagaren säl nämnas. Miljövärdet bedöms i den mån sålar utnyttjar det påverkade området, hur och när den nyttjar det påverkade området och hur livskraftig populationen är regionalt. För t.ex. yrkesfiske ska bedömningen beakta det fiske som sker inom området som påverkas men också jämföras ur ett regionalt perspektiv.

Miljövärde anger en känslighet eller mottaglighet för den studerade miljöeffekten. Den klassas som stor, måttlig, liten eller ingen/försumbar, se Tabell 6-3. För de olika mottagarna är t.ex. specifika kvaliteter, särart och lagstadgat skydd viktigt vid bedömning.

För biologiska mottagare kan olika kriterier används för att bestämma nivån på miljövärde, t.ex. skyddsvärde, förändringskänslighet, anpassningsbarhet eller populationsstorlek.

För socioekonomiska intressen kan utnyttjandegrad och befintliga regleringar eller riktlinjer som t.ex. beskriver bevarandevärde av specifika platser/aktiviteter eller sociala värderingar såsom kulturella, ekonomiska, historiska värden eller friluftsvärden, användas för att bestämma storleken.

Mottagarens miljövärde ska bestämmas med beaktande av det område där påverkan kan uppkomma, t.ex. i det område som fysiskt tas i anspråk eller i det område där en viss föroreningshalt eller ljudnivå kan uppkomma. Även om en mottagares miljövärde på en nationell eller regional nivå är stort behöver den inte vara det på lokal nivå inom det område där påverkan kan uppkomma.

6.3.1.3 Konsekvensbedömning

Miljökonsekvensbedömningen inleds med en beskrivning av rådande miljöförhållanden och bedömningar av hur miljöeffekterna påverkar miljöaspekten eller intresset. Därefter genomförs en konsekvensbedömning utifrån förväntade miljöeffekter från projektet under anläggnings-, drift- och avvecklingskedet, vilket omfattar den förändring av rådande miljö som projektet förväntas ge upphov till utifrån konservativa antaganden.

Konsekvensbedömningen genomförs med hjälp av en matris som presenteras i Tabell 6-3.

Tabell 6-3 Matris för konsekvensbedömningen.

		Miljöeffektens storlek			
		stor	måttlig	liten	ingen/försumbar
Mottagarens miljövärde	stort	mycket stor konsekvens	stor konsekvens	måttlig konsekvens	ingen/försumbar konsekvens
	måttligt	stor konsekvens	måttlig konsekvens	liten konsekvens	ingen/försumbar konsekvens
	litet	måttlig konsekvens	liten konsekvens	liten konsekvens	ingen/försumbar konsekvens
	inget/försumbart	ingen/försumbar konsekvens	ingen/försumbar konsekvens	ingen/försumbar konsekvens	ingen/försumbar konsekvens

6.3.2 Metodbeskrivning för bedömning av påverkan på Natura 2000

En utredning av påverkan på Natura 2000-områden har genomförts och redovisas i bilaga D19. Vid bedömning av påverkan på närliggande Natura 2000-områden har Naturvårdsverkets handbok följts. Bedömningen har gjorts gentemot syftet med att bevara Natura 2000-områdena och utgår ifrån de bevarandemål som är beskrivna i de fastställda bevarandeplanerna för resp. område, vilka syftar till att gynnsam bevarandestatus ska uppnås eller bibehållas. Bedömningen görs således inte enligt matrisen i Tabell 6-3, utan bygger på i vilken omfattning det föreligger risk för skada på de naturtyper och arter som är utpekade för de aktuella Natura

2000-områdena och som avses skyddas i enlighet med uppsatta bevarandeplaner och lagkrav. Bedömning görs även av verksamheten kan innebära en störning som kan försvåra bevarandet av de typiska arterna för de utpekade naturtyperna.

6.3.3 Övriga bedömningar

Det finns ytterligare några bedömningar som inte följer metodbeskrivningen i avsnitt 6.3.1, utan i stället är inriktad på t.ex särskilda bestämmelser som gäller för dessa aspekter. Det kan t.ex. handla om mottagare där bedömningen inte görs i en graderad skala, utan där konsekvensen antingen blir eller uteblir. I Tabell 6-4 presenteras dessa aspekter, som alltså inte bedöms enligt den ovan återgivna metodiken.

Tabell 6-4 Bedömning av övriga aspekter och lagrum.

Aspekt	Bedömning enligt:
Miljömål	Beskrivs utifrån hur projektet berörs av relevanta miljömål samt hur det påverkar uppfyllelsen av de nationella målen.
Riksintressen	Beskrivning av påverkan på riksintressen och deras utpekade värden till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken och bedömning av huruvida en påtaglig skada uppkommer eller om verksamheten påtagligt försvårar riksintressets syfte.
Landskapsbild	Bedömningen för landskapsbild utgår från huruvida en visuell förändring av landskapets karaktär sker. Bedömningen tar stöd i siktbarhetsanalys och fotomontage.
Miljökvalitetsnormer	Bedömning av påverkan på förutsättningarna att bidra till och upprätthålla god miljöstatus i enlighet med havsmiljöförordningen (2010:1341) och MKN för ytvattenförekomster inom territorialvattnet.
Kumulativa effekter	Kumulativa effekter beskrivs sammanfattande mellan vindkraftparken Polargrund och befintliga eller tillståndsgivna verksamheter enl. gällande praxis.
Gränsöverskridande effekter	Gränsöverskridande miljöpåverkan bedöms utifrån samma metodik som för aktuella intressen innanför Sveriges gränser.
Risk och säkerhet	Risker beskrivs och hanteras med riskanalyser för sjöfart och vätgasproduktion.
Bedömning av följdverksamheter	En beskrivning och generell bedömning görs översiktligt av de följdverksamheter som bedöms uppstå till följd av vindkraftparken.

6.3.4 Konservativ bedömning

Skyborn ansöker om tillstånd till att etablera maximalt 120 vindkraftverk med en totalhöjd om 350 m. Fördelningen av antal turbiner mellan resp. delområde kan dock variera och som tidigare beskrivits är det maximala antal turbiner inom territorialvattnet 85 st. medan det maximala antalet inom den ekonomiska zonen är 75 stycken. Teknikval och utförande i anläggnings-, drift- och avvecklingskedena kan dock bestämmas först efter detaljprojektering, varför det görs en konservativ bedömning av miljöpåverkan och dess konsekvenser som utgår från ett *worst case scenario* (WCS) avseende utförandet av parken. Vad som utgör WCS varierar beroende på vilken påverkansfaktor och mottagare som studeras.

För varje påverkansfaktor har bedömningen därför fått utgå ifrån anpassade WCS. Metodiken kan sammantaget resultera i ett scenario med generellt högre påverkan och större konsekvenser än det faktiska utfallet, men därigenom säkerställs att miljöeffekterna inte underskattas. Detta innebär att oavsett utformning av vindkraftparken bedöms den totala miljöpåverkan som verksamheten ger upphov till inte bli större än vad som beskrivits och bedömts inom ramen för denna MKB.

WCS relaterar inte alltid till verkens antal och placering, utan kan i vissa fall bero på annat, t.ex. val av fundament eller teknik för överföring av energi (elenergi eller vätgas).

6.3.5 Osäkerheter

Vid konsekvensbedömningar används olika underlagsrapporter, utredningar, modelleringar och beräkningar, se avsnitt 6.2. I största möjliga mån eftersträvas att få en så heltäckande bild av verkligheten som möjligt, men ett visst mått av osäkerheter råder alltid. Osäkerheter som är knutna till en specifik utredning, som t.ex. osäkerheter knutna till inventeringsmetod eller analysmetod redovisas i respektive underlagsrapport.

7. Påverkansfaktorer

Med påverkansfaktorer menas de förändringar som sker i miljön till följd av verksamhetens aktiviteter och är således centrala i bedömningen av miljökonsekvenserna. Påverkansfaktorerna varierar mellan olika skeden och beror till stor del på vilka arbeten eller verksamheter som pågår. Under anläggningskedet beror påverkansfaktorerna på vilka installationer som sker medan det under driftskedet huvudsakligen handlar om påverkan som beror på vindkraftverkens fysiska närvaro eller underhålls-/reparationsarbeten. I Tabell 7-1 presenteras en sammanställning av förutsedda påverkansfaktorer.

Vilken miljöeffekt som uppstår av en påverkansfaktor beror i sin tur på vem mottagaren är. Mottagaren kan vara en specifik art eller omfatta ett specifikt intresse som tex yrkesfiske. Miljöeffekterna blir därav den påverkan som uppstår i form av t.ex. en halt/nivå, ett intrång eller ett hinder. Miljöeffekterna redovisas under effektavsnittet för respektive miljöaspekt/mottagare eller intresse i kapitel 9. Hur stor påverkan blir kan minimeras genom olika projekthanpassningar och skyddsåtgärder vilka beskrivs i kapitel 8.

Tabell 7-1 Sammanställning av påverkansfaktorer under alla projektskeden.

Påverkansfaktor	Anläggningskede	Driftskede	Avveckling
Grumling och sedimentpålagring	x		x
Undervattensbuller	x	x	x
Luftburet buller	x	x	x
Fysisk påverkan ovan havsytan	x	x	x
Fysisk påverkan under havsytan	x	x	x
Djup-, ström- och vågförhållanden		x	
Elektromagnetiska fält		x	
Utsläpp av kylvatten och retentat		x	
Isförhållanden		x	
Visuell påverkan och hinderbelysning		x	

Varje påverkansfaktor utreds och hanteras utifrån ett *worst case* scenario. Modelleringar och utredningar utgår därför från antaganden som gjorts utifrån den aktuella påverkansfaktorn. Exempelvis antas för undervattensbuller att fundament anläggs genom pålning av monopiles, vilket ger upphov till högre nivåer av undervattenbuller än övriga fundamentstyper. En redogörelse för vilka antaganden som gjorts för respektive modellering eller utredning beskrivs närmare i respektive bilaga och översiktligt för varje påverkansfaktor i följande avsnitt.

7.1 Grumling och sedimentpålagring

Under anläggningskedet finns det arbetsmoment som ger upphov till uppgrumling av sediment till vattenpelaren. Hur stor grumlingen blir beror främst på vilken typ av anläggningsarbete som pågår och vilken metod som används samt sedimentens sammansättning och strömförhållanden. De suspenderade sedimenten kan spridas från platsen där grumlingen uppstår via strömmar. När sedimentpartiklarna sedan sjunker till botten (sedimenterar) kan påverkan, p.g.a spridningen, uppstå både inom projektområdet och på

omgivande bottenområden genom sedimentpålagring. Fina sediment som lera och silt ger högre nivåer av grumling än grövre sediment som grus och sand. Finare partiklar har även längre uppehållstid i vattenmassan vilket påverkar hur länge grumlingen pågår och hur långt grumlingen kan sprida sig.

Anläggningsarbeten som ger upphov till grumling är bl.a. schaktning för fundament och installation av det interna ledningsnätet.

Vid avveckling kommer vissa arbetsmoment, som kan ge upphov till sedimentspridning, behöva utföras för att avlägsna vindkraftverken och tillhörande infrastruktur. Hur avvecklingen kommer att ske bestäms i ett senare skede och beror till stor del på den tekniska utvecklingen och vilken praxis som finns när vindkraftparken börjar närma sig sin maximala livslängd.

Modellering av grumling och sedimentation

För att utreda påverkan från grumlande arbeten har en sedimentmodellering utförts, modelleringen beskrivs i sin helhet i bilaga D9. Modelleringen utfördes på layouten för undersökningsområdet som presenterades under samrådet. Eftersom mängden sediment som bedöms ge upphov till grumling från schaktningsarbeten och installation av det interna ledningsnätet har motsvarande omfattning och storlek som det nya projektområdet är modellens resultat representativa även för det aktuella projektområdet. En redogörelse för detta beskrivs i underlagsrapporten (bilaga D9).

De installationsmoment som kan ge upphov till störst grumling är schaktning för gravitationsfundament och nedgrävning (plöjning) av de interna ledningarna. I stället för att gräva eller ploga ner kablar kan kablarna spolas ner, vilket normalt ger upphov till mer grumling än grävning/plöjning. Bottenförhållandena inom parken, med grova sediment eller fast lera gör att spolning inte bedöms vara en lämplig metod. Modelleringen har därför baserats på installationsmetoden plöjning för det interna ledningsnätet.

Den totala mängden sediment som bedöms kunna komma att frigöras i vattenmassan är i storleksordningen ca 250 000 m³. Av denna mängd faller tunga partiklar direkt till botten och ca 70% suspenderas. Större delen av den suspenderade mängden, ca 75% antas i modelleringen frigöras till vattenmassan nära botten (ca 2 m ovan bottenytan) och resterande del vid vattenytan (ca 2 m under havsytan).

Modelleringen visar att grumlingen har en spridning på upp till ca 5 km utanför projektområdet och att koncentrationerna generellt är som högst lokalt runt fundamenten där schaktning sker. Koncentrationerna varierar både tidsmässigt och i vattenpelaren och modellen visar att en koncentration på 10 mg/l generellt kan förväntas i den ytliga vattenmassan med en varaktighet på upp till 24 h. Nära havsbotten har motsvarande koncentration, dvs 10 mg/l, en varaktighet på upp till 2 dygn med undantag från lokala platser runt anläggningsarbetena där varaktigheten kan var något längre. Koncentrationer över 100 mg/l uppstår framför allt nära botten med en varaktighet på drygt 2 dagar.

Vidare visar modellen att sedimentationsnivåer på mer än 10 mm främst uppstår mycket lokalt runt installation av enskilda fundament och täcker sammanlagt en yta av totalt 1 ha inom undersökningsområdet. Sedimentationsnivåer över 5 mm uppkommer inom en mycket liten del, ca 1 % av undersökningsområdets totala yta.

Eftersom de tre exempellayouterna ger upphov till likartade volymer av massor, framför allt beroende av att antalet fundament är detsamma och att det interna kabel- eller rörledningsnätet inte skiljer sig nämnvärt i längd, anses de vara relativt likvärdiga vid jämförelse mellan resultaten. I Tabell 7-2 summeras resultaten från modellen för de tre layouterna. Beräkningarna visar att det område som täcks av 5 mm sediment uppgår till ca 1,5 km² och att endast upp till 0,01 km² täcks av upp till 10 mm sediment.

Tabell 7-2 Beräkningsresultat avseende utbredning av sedimentpålagringens omfattning för de olika exempellayouterna.

Modellerad sedimentation			
Sedimentpålagring (mm)	5 mm	10 mm	25 mm
Area som påverkas (ha) - Layout 1	100	0	-
Area som påverkas (ha) - Layout 2	134	1	-
Area som påverkas (ha) - Layout 3	153	1	-

Resultaten från modelleringen och vilka inputparametrar som använts redovisas i sin helhet i bilaga D9.

7.2 Undervattensbuller

Under anläggning och drift av en vindkraftpark uppkommer undervattensljud från anläggningsarbeten, underhållsarbeten och från enskilda vindkraftverk under drift. Spridningen av undervattensljud beror på flera faktorer, bl.a. salthalt, temperatur, djup, batymetri, sedimentsstruktur och hydrografi. Ljud dämpas t.ex. bättre av mjuka botten än av hårda. Dessutom är ljudutbredningen i vattenmassan betydligt längre än i luft och bedöms kunna spridas upp till fyra gånger snabbare.

De flesta miljöer har ett bakgrundsbuller som kommer från både biotiska och abiotiska (icke-levande) faktorer som brukar ligga på en frekvens mellan 1 Hz och ca 100 kHz. För Östersjön presenterar ICES bakgrundsbuller från kontinuerliga dataset av undervattensbuller. Undervattensbullernivåerna presenteras som ett genomsnitt för varje kvartal från 2018 (Q1 – Q4). ICES-kartorna visar att de omgivande bullernivåerna varierar avsevärt med säsong och med frekvens. Inom projektområdet observeras nivåer upp till 85 dB för det lägsta frekvensbandet på 63 Hz, upp till 90 dB för 125 Hz frekvensbandet och upp till 95 dB i 500 Hz-bandet. Den maximala ljudnivån sker under Q4, medan bullernivåerna tenderar att vara lägre resten av året. (Bilaga D6)

Undervattensbuller i höga och potentiellt skadliga nivåer uppstår endast under anläggningsskedet vid installation av fundament, framför allt vid installation genom pålning. Det mest ljudintensiva momentet som en vindkraftpark kan ge upphov till är pålning av monopilefundament.

Utöver undervattensbuller från anläggningsarbeten uppstår även ljud från fartygstransporter, servicearbeten samt vindkraftverk under drift, men dessa ljudkällor bedöms inte avge ljudnivåer i direkt skadliga nivåer men skulle potentiellt kunna ge ett avvikande rörelsebeteende för vissa arter.

Anläggande av bottenfundament

Ljudnivån som alstras vid anläggning av fundament beror framför allt på fundamentstyp och installationsmetod. Pålning av monopilefundament ger upphov till högst bullernivåer och är därmed dimensionerande för bedömningarna. Storleken på fundament, hammarens slagfrekvens och hammarteknik är andra faktorer som påverkar ljudalstringen. För att minska ljudutbredningen kan olika ljudreducerande tekniker användas.

Fartygstrafik

En ökad fartygstrafik till och från verksamheten kan förväntas under samtliga skeden men varierar i intensitet beroende på vilka arbeten som pågår. Området är redan idag exponerat för fartygstrafik vilket betyder att fartygstransporterna kopplat till vindkraftparken inte kommer ge upphov till en helt ny typ av ljudkälla. De genomsnittliga ljudnivåerna inom farleder för fartyg varierar normalt mellan 100–130 dB re 1 µPa, inom frekvensomfång på 50–200 Hz (Nord Stream 2 AG, 2017).

Turbiner

Under drift kommer vindkraftverken avge ljud som kan skilja sig från de naturliga bakgrundsljuden i området. Ljuden från vindkraftverken varierar i styrka och frekvensfördelning och beror bl.a. på vindhastigheten. Stomljudets frekvens och intensitet påverkas av vindhastighet, fundamentens egenskaper samt antalet turbiner och deras effekt. Tougaard m.fl. (2020) kommer fram till slutsatsen att oavsett turbinens storlek är ljudet som alstras lågt i jämförelse med andra icke naturliga ljud (som t.ex. fartyg) och driftljudet avtar dessutom kraftigt med ökat avstånd från fundamentet.

Underhålls-/reparationsarbeten

Undervattenbullret vid underhållsarbeten och reparationsarbeten skiljer sig åt beroende på vilka aktiviteter som behöver genomföras. En del underhåll kan genomföras utan ökat undervattenbuller bortsett från fartygstransport till och från området. Karaktären av ljudet som alstras under servicearbetena beror bl.a. på vilken del som påverkas dvs. vindkraftverk, plattformar eller internt ledningsnät och vilka fundament som slutligen väljs.

Modellering av undervattensbuller

För att utreda påverkan från undervattenbuller har en bullermodellering och utredning genomförts för anläggning och drift, se bilaga D6. Utredningen har i ett första skede jämfört installation av monopile fundament och fackverksfundament som visar att installation av monopile fundament ger upphov till ett större påverkansområde än fackverksfundament för installationsmetoden pålning. Modelleringen har därefter baserats på installation av monopilefundament som ett *worst case* scenario.

Modelleringen har genomförts vid sex representativa punkter fördelade inom projektområdet och presenteras i form av ljudutbredningskartor för relevanta arter.

För att minska ljudpåverkan från pålning av monopilefundament har skyddsåtgärder i form av *Hydro Sound Damper* (HSD) och *Double Big Curtain* (DBBC) inkluderats i modellen. Resultaten i modellen tar även hänsyn till ramp-up och soft start.

Resultatet från modelleringen beskrivs utifrån relevanta tröskelvärden för marina däggdjur och fisk. Dessa riktvärden beskrivs mer ingående i effektevasnitten för marina däggdjur och fisk, se kapitel 9.

7.3 Luftburet buller

Luftburet buller uppstår framför allt till följd av arbetsmoment med anläggningsfartyg under anläggningsskedet samt driftbuller från vindkraftverken under driftskedet.

Påverkan från luftburet under anläggningsskedet uppstår framför allt vid installation av fundament och vindkraftverk samt vid fartygstransporter. Stora kranfartyg kommer att krävas för transport och installation av vindkraftverken med tillhörande fundament, torn och turbiner. Dessa kommer i sin tur att servas av små stödfartyg för leverans av förnödenheter, personal och material. På samma sätt kommer olika storlekar av kabelinstallationsfartyg att vara nödvändiga vid installation av det interna kabelnätet eller rörledningsnätet.

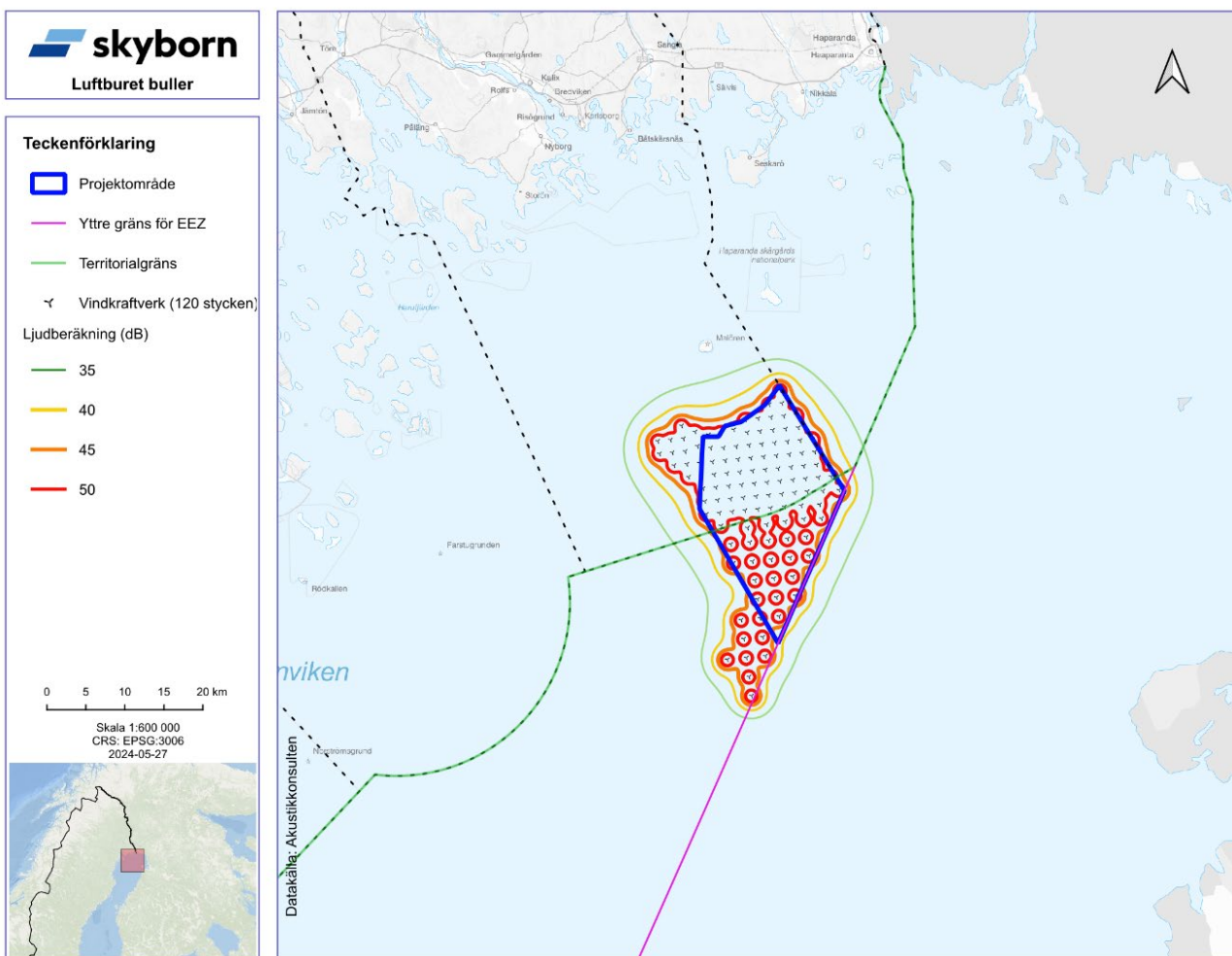
I driftskedet uppkommer ljud både från själva vindkraftsverken samt i viss mån från vätgasproduktion. Ljud från vindkraftverken under drift kan delas in i två olika typer, dels mekaniskt ljud från bl.a. växellådan, dels aerodynamiskt ljud från luftens passage över bladen.

Beräkning av luftburet buller under drift

En indikativ ljudberäkning för driftskedet har utförts för undersökningsområdet av Akustikkonsulten som presenteras i sin helhet i bilaga D7. Resultatet för A-vägd ekvivalent ljudnivå utomhus jämförs mot riktvärdet 40 dBA enligt praxis, se Figur 7-1. Det är en låg ljudnivå om man jämför med andra bullerkällor som t ex flyg och fartygstrafik. För lågfrekvent ljud inomhus mellan 31,5–200 Hz görs jämförelsen mot riktvärdena i Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus, FoHMFS 2014:13.

Framtagen ljudberäkning visar att inga riktvärden överskridas, varken utomhus eller inomhus, på några av de närliggande öarna eller fastlandet. Det ska tilläggas att beräkningarna är utförda baserat på det undersökningsområde som presenterades under samrådet. Marginalen på resultaten gör dock att beräkningarna anses vara representativa även för projektområdet.

Vidare har beräkningar genomförts för luftburet buller för vätgasproduktion och hur det skulle påverka den sammanlagda ljudbilden från både vätgasproduktion och vindkraftverk. Beräkningarna och resultaten presenteras i sin helhet i bilaga D8. Resultaten visar att inga riktvärden överskrids och att det inte uppstår någon betydande kumulativ effekt mellan vätgasproduktionen och vindkraftverken inom undersökningsområdet.



Figur 7-1 Ljudutbredning under driftskedet baserat på exempellayout 2.

7.4 Fysisk påverkan ovan havsytan

De fysiska installationerna i form av vindkraftverk och andra plattformar och den svepyta som tas i anspråk av rotorbladen kan ge begränsningar på tillgängligheten inom projektområdet eller ge upphov till undanträngning i den mån det skapar en barriär i landskapet.

De effekter som den fysiska påverkan orsakar är främst kopplat till kollisionsrisk för fåglar och fladdermöss, begränsningar på yrkesfisket och begränsning samt risker för sjöfarten, militär verksamhet och flyg i området. Hur stor den fysiska påverkan blir beror på flera parametrar. Storleken och antalet vindkraftverk är styrande men även avståndet mellan vindkraftverken har betydelse. Effekterna från de fysiska installationerna beror på mottagaren och specificeras närmare under respektive miljöaspekt eller intresse i kapitel 9.

Etablering av vindkraftparken kan medföra begränsningar för flygtrafiken med hänsyn till olika typer av hinderbegränsande ytor (som Minimum Sector Altitude, MSA) i luftrummet kring flygplatser. En flyghinderanalys har därför utförts av Luftfartsverket.

För påverkan på yrkesfisket har bedömningen baserats på att vissa fiskeredskap inte kommer vara möjliga att använda inom projektområdet eftersom de fysiska hindren i form av vindkraftverk och andra plattformar gör det svårare att navigera genom området och att risken för skada på fiskeutrustningen ökar. För vidare beskrivning av yrkesfisket se kapitel 9 och bilaga D15.

7.5 Fysisk påverkan under havsytan

Fysisk påverkan under havsytan innebär en tillfällig, långvarig eller permanent påverkan på havsbotten och i vattenpelaren pga. de konstruktioner som anläggs samt från installationer under anläggningskedet. Den fysiska påverkan av havsbotten uppkommer under alla skeden, t.ex. genom bottenanspråk, habitatförändring och reveffekter. Hur stort område som tas i anspråk under driftskedet beror på vilken typ av fundament som används, hur många vindkraftverk som anläggs, hur mycket kabelskydd som kommer krävas samt i vilken utsträckning erosionsskydd används kring fundamenten. Under anläggningskedet beror den fysiska påverkan på arbetsområdet, tex arbetsbredden längs en intern ledning som innefattar förberedande arbeten och installation av ledningar. På motsvarande sätt kan fysiskt intrång ske vid avvecklingen. De fasta fundamenten kan i sin tur även ge upphov till effekter i form av skuggning.

Artificiella reveffekter kan uppstå när fasta strukturer som fundament, erosionsskydd eller kabeltäckning introducerar nya hårda strukturer på havsbotten. Reven skapar en tredimensionell struktur som ger en variation av ytor i olika lutning och exponeringsgrad vilket kan bidra till att öka områdets biologiska mångfald då olika arter och organismer gärna söker sig till dessa strukturer. Reveffekter kan vara både positiva och negativa beroende på lokala förutsättningar och i vilken miljö den konstgjorda strukturen tillförs. En skillnad från andra typer av artificiella rev är att vindkraftverken (fundamenten) sträcker sig genom hela vattenkolumnen under driftskedet. Detta innebär att det uppstår ytor genom hela vattenpelaren som skapar nya förutsättningar för organismer att etablera sig på.

Det interna ledningsnätet kan ge antingen tillfällig eller långvarig fysisk påverkan beroende på installationsmetod och lokala förhållanden. En kabel som plöjs ned kommer ge en tillfällig påverkan under anläggningskedet där habitatet kan återetablera sig under driftskedet. Där ledningar behöver skyddas fysiskt genom övertäckning skapas nya hårda strukturer på havsbotten som består under hela vindkraftparkens livslängd.

Störst bottenanspråk uppstår om 120 enskilda vindkraftverk och andra plattformar anläggs med gravitationsfundament, eftersom det är denna typ av fundament som upptar störst yta. Den totala ytan som gravitationsfundament och det interna ledningsnätet tar i anspråk under anläggningskedet uppgår till totalt 8 km² inklusive erosionsskydd och övertäckning av kablar. Det motsvarar ca 2,3 % av projektområdets totala yta. Under driftskedet motsvarar de fysiska installationerna ca 1,7 % av projektområdets totala yta.

7.6 Elektromagnetiska fält

Det interna kabelnätet ger upphov till ett elektromagnetiskt fält som varierar beroende på bl.a. strömstyrkan och vilken typ av kabel som används. Det elektromagnetiska fältets styrka är som högst vid maximal elproduktion och utgörs av dels ett elektriskt fält, dels ett magnetiskt fält. Det elektriska fältet kan minimeras genom kabelns utformning. Det magnetiska fältet kring ledaren kan inte blockeras på samma sätt men det avtar snabbt med avståndet och är försumbart jämfört med jordens egna statiska magnetfält, som har en fältstyrka på ca 50 μT . Magnetfältet kring en växelströmsledare kommer att skifta med strömmens frekvens, vilket skiljer sig från jordens statiska magnetfält. Strömstyrkan i de olika delarna av det interna kabelnätet beror på hur vindkraftverkens kablar kopplas samman. De elektromagnetiska fälten beskrivs mer ingående i den tekniska beskrivningen, se bilaga C till ansökan.

Beräkning av elektromagnetiska fält

För att uppskatta det magnetiska fältet har Skyborn beräknat den indikativa storleken på magnetfältet kring kablarna inom internkabelnätet för tänkbara strömstyrkor och kabelkonfigurationer. Beräkningarna presenteras i sin helhet i den tekniska beskrivningen, se bilaga C till ansökan.

Den beräknade styrkan på magnetfältet avtar med ökat avstånd från en nedgrävd HVAC-kabel. Det estimerade magnetfältet är ca 12,5 μT vid bottenytan för en kabel som är nedgrävd två meter och avtar till under 1 μT efter åtta meter. Vid en meters nedgrävningdjup är det estimerade magnetfältet ca 50 μT vid bottenytan och avtar till ca 1 μT efter åtta meter.

Vid användning av likströmsteknik, HVDC, i redundanskablarna uppstår ett magnetiskt fält kring kablarna som skiljer sig från det som uppstår kring växelströmskablar. Indikativ storleksordning på magnetfältet kring likströmskablar där polerna ligger intill varandra uppskattas till 65 μT vid bottenytan och avtar till ca 1 μT efter 8 m. Om likströmskablarna installeras separat med ett större avstånd mellan polerna minskar den reducerade effekten på magnetfältet som närliggande kablar ger upphov till vilket resulterar i ökande styrka på magnetfältet. Vid ett nedgrävningdjup på en meter uppgår det estimerade maximala magnetfältet kring en separat HVDC-kabel till 200 μT vid bottenytan och avtar till under 20 μT vid 10 meters avstånd. Vid två meter nedgrävningdjup uppgår det estimerade maximala magnetfältet till 100 μT vid bottenytan och avtar till ca 15 μT efter 20 meter.

7.7 Utsläpp av kylvatten och retentat

Under driftskedet kommer kylvatten från vätgassystem och/eller andra plattformar att släppas tillbaka ut i vattenmassan. Vattnet som släpps ut från vattenkylningssystemet består av uppvärmt havsvatten med en uppskattad temperatur på ca 15 °C. När havsvatten används som råvara till vätgasproduktion uppkommer även ett retentat, dvs det vatten som blir över när havsvattnet avsaltas för att kunna användas för produktion av vätgas. Retentatet har en högre salthalt (salinitet) än det omgivande havsvattnet.

Modellering av kylvatten och retentat

För att utreda hur utsläpp av varmare vatten och retentat kan påverka den omgivande vattenmiljön har en modellering genomförts av Niras som presenteras i bilaga D9.

Modelleringen visar att utsläppet av saltvatten från vätgasproduktionen blandas med omgivande vattenmassor där skillnaderna avtar inom mindre än 10 m från utloppet. Eftersom påverkan är så pass lokal runt enskilda fundament går det inte att urskilja någon skillnad mellan de tre exempellayouterna. Förändring av saliniteten som kan uppstå inom projektområdet vid summering av retentat från vätgasproduktion vid samtliga vindkraftsturbiner uppgår till mindre än 1 % av den naturliga saliniteten och ligger i nivå med de naturliga variationerna i vattenmassan.

Modelleringen visar vidare att utsläppet av varmare vatten från kylsystemet vid en transformatorstation har ett lokalt påverkansområde på mellan 10 och 40 m från utloppspunkten. Den totala påverkan i form av temperaturförändringar inom projektområdet ligger inom spannet -0.25 till 0.25 grader beroende på säsong. I jämförelse mot naturliga säsongsvariationer och årliga variationer av temperatur är denna förändring ytterst liten. Eftersom påverkan endast uppkommer lokalt kring enskilda fundament är det ingen skillnad mellan de tre layouterna. Modelleringarna har gjorts för undersökningsområdet, men är till följd av den lokala påverkan applicerbar även för det aktuella projektområdet.

7.8 Isförhållanden

Eftersom projektområdet ligger i ett område som generellt blir istäckt varje vinter finns det risk att vindkraftverken och övriga plattformar skulle kunna bidra till en förändrad isbildning som i sin tur skulle kunna leda till svårigheter och risker för befintlig fartygstrafik. Det råder dock osäkerheter kring hur och i vilken omfattning isbildningen påverkas av fasta strukturer. Det pågår i dagsläget forskning som syftar till att kunna modellera hur grupper av havsbaserade vindkraftverk påverkar isförhållandena på lokal nivå kring enskilda och grupper av fundament samt på bassängnivå (dvs. hela Bottenviken).

För att utreda och beskriva påverkan på fartygstrafiken kopplat till isbildningen och i vilken omfattning riskbildningen för fartygstrafiken ändras mellan olika säsonger har en riskanalys tagits fram av RISE. Riskanalysen och påverkan på isförhållandena redovisas i bilaga D18 och sammanfattas i kapitel 11.

7.9 Djup-, ström- och vågförhållanden

När nya strukturer i form av vindkraftverk med tillhörande infrastruktur anläggs i ett havsområde kommer miljön under ytan att förändras. Till exempel utgör fundamenten och omgivande erosionsskydd en lokal förändring i batymetrin genom att nya strukturer tillförs. Vindkraftverken kan även påverka strömmarna i vattenmassorna inom och i angränsande vattenområden till projektområdet. En sådan förändring skulle kunna leda till att finkorniga bottensubstrat förflyttas om strömmarna ökar markant. Strukturena skulle även kunna ge upphov till förändringar på våghöjden inom och i anslutning till projektområdet.

Modellering av strömmar och vågor

För att utreda hur vindkraftverken påverkar de hydrodynamiska förhållandena inom projektområdet och i omgivande vattenområde har en modellering genomförts av Niras. Modelleringen presenteras i sin helhet i bilaga D9 och sammanfattas i korthet i följande avsnitt.

Modelleringen sattes upp för layouten på undersökningsområdet som presenterades under samrådet och i rapporten redogörs det för att modellens resultat är jämförbar mot det nya justerade projektområdet.

Inom modelleringen har påverkan på strömmar, våghöjder och fenomenet uppvällning hanterats. Enligt modelleringen ger samtliga strukturer inom vindkraftsparken upphov till en genomsnittlig årlig minskning av strömmarna inom projektområdet på upp till 0,015 m/s vid ytan och en ökning på upp till 0,006 m/s utanför projektområdet. Påverkan varierar över året. I september och oktober visar modellen att en liten ökning av strömhastigheten kan observeras på strax över 100 km söder om vindkraftsparken.

Även våghöjden påverkas av strukturerna som går igenom vattenytan. Den genomsnittliga signifikanta våghöjden minskar mot land från söder till norr och den genomsnittliga förändringen inom projektområdet är ca 0,5 till 0,75 mH_{m0}. Den största skillnaden sker i januari när isutbredningen oftast ligger norr om projektområdet. När isen har lagt sig inom hela projektområdet sker det ingen påverkan på våghöjden. Den årliga maximala minskningen av den signifikanta våghöjden är ca 5% inom projektområdet och på ett avstånd av ca 10 till 20 km har förändringen minskat till 1,5%.

Modelleringen av fenomenet uppvällning, dvs när kallt vatten från större djup flödar upp till ytan, ger endast en mycket liten påverkan. Maximalt har modelleringen visat på en ökning av $1,2 \times 10^{-5}$ m/s inom en begränsad radie på 40 km runt projektområdet.

7.10 Visuell påverkan och hindersbelysning

Under driftskedet kommer vindkraftsparken vara synlig från närliggande öar och delar av fastlandet. Hur stor visuell förändring vindkraftverken medför i ett område beror på landskapets karaktär, skala och brukande. Det kan bl.a. bero på avstånd från betraktaren, hur landskapet ser ut, hur höga vindkraftverken är och vilka väderförhållanden som råder. Utöver det kan belysning och ljusmarkeringar som är nödvändiga för flyg- och sjötrafik påverka omfattningen av den visuella påverkan, framför allt under dygnets mörkare timmar.

Hur betraktaren uppfattar denna typ av förändring är högst individuellt och kan delvis styras av människors olika anknytning till området samt deras inställning och acceptans gentemot vindkraft.

Eftersom visuell påverkan baseras på synbarheten från land har *worst case scenario* definierats utifrån layouten att flest antal vindkraftverk anläggs i territorialvattnet som ger den högsta tätheten av verk mot land/bebyggda områden.

Visualisering av worst case scenario

För att utreda visuell påverkan har både fotomontage och synbarhetsanalyser genomförts. Fotomontagen visualiserar hur vindkraftsparken kan komma att se ut från land. Urvalet av fotoplats har gjorts efter vindkraftsparkens potentiella synbarhet, populära besöksmål och förslag från Kalix och Haparanda kommuner. Fotomontaget redovisas i bilaga D4.

För den visuella påverkan på landskapsbilden har även en landskapsbildsanalys genomförts som redovisas i bilaga D16 och presenteras i kapitel 10.

För hinderbelysningen har en animerad visualisering tagits fram för att visa hur ljusen syns från närliggande öar och delar av fastlandet. Animeringen har utgått från samma layout som för respektive fotomontage men utförts för dygnets mörka timmar, nattetid, då ljusen från vindkraftverken syns som tydligast. Animeringen redovisas i sin helhet i bilaga D5.

Resultaten från synbarhetsanalysen presenteras i form av kartunderlag och baseras på tillgängliga höjddata för land inklusive fasta objekt i form av t.ex. byggnader.

8. Skyddsåtgärder och andra åtaganden

8.1 Skyddsåtgärder för anläggningskedet

En grundläggande del i upprättandet av en MKB och för att kunna göra erforderliga miljöbedömningar är projektets utformning med relevanta skyddsåtgärder och andra åtaganden för att minimera påverkan på omgivande miljö och intressen. I följande avsnitt redovisas de skyddsåtgärder och försiktighetsmått som kommer att genomföras i samband med anläggningskedet av vindkraftparken.

8.1.1 Sjösäkerhet m.m.

Skyborn har haft och kommer att ha avstämningar och samråd med de myndigheter som bevakar sjöfartsfrågor, i syfte att utforma parken och utföra anläggningsarbeten med hänsyn till sjöfartssäkerhet. Bolaget kommer fortsätta dialogen med berörda myndigheter och även utföra samråd utifrån aktuella frågeställningar inför bygg-, drift- och avvecklingskedet. Relevanta myndigheter bedöms i nuläget bestå av följande parter: Sjöfartsverket, Transportstyrelsen, Trafikverket, Försvarsmakten, Kustbevakningen, Länsstyrelsen i Norrbottens län samt Kalix kommun. Eftersom parken gränsar till Finlands ekonomiska zon och farleden från Kemi och Torneå föreslås även samråd med Finska Transport och kommunikationsverket, Traficom. Eventuellt kan ytterligare finska relevanta myndigheter tillkomma. Vissa frågor kan även beröra angränsande kommuner, dvs. Luleå och Haparanda kommun.

En viktig åtgärd i syfte att minska risker och påverkan på sjöfarten och då i synnerhet vintersjöfarten har varit att minska utbredningen på parkområdet, jämfört med det undersökningsområde som redovisades under samrådet och som låg till grund för den nautiska riskanalysen. En betydande justering i detta avseende har gjorts av att den södra delen av området har exkluderats från vindkraftparken. Denna justering minskar påverkan på isbrytarkapaciteten samt även längden på isbrytarassistans jämte parkområdet och transitsträckorna för isbrytarna jämfört med utbredning i enlighet med undersökningsområdet. Det medför även att sträckan som fartygsstråket Kemi - Nordvalen går parallellt med/angränsar till vindkraftparken minskar och kortare rutförlängning för trafik mellan Kemi/Torneå – Skellefteå samt Kemi/Torneå – Luleå. Övriga riskreducerande åtgärder för anläggningskedet sammanfattas i nedan punkter:

- Skyborn kommer i god tid innan byggnads- och anläggningsåtgärder vidtas samråda med Transportstyrelsen och Sjöfartsverket och eventuellt andra myndigheter i Sverige och Finland om erforderliga åtgärder för begränsning av påverkan för sjöfarten.
- Information om anläggningsarbeten kommer, senast 6 veckor innan arbete påbörjas, lämnas för publicering i "Underrättelse för sjöfarare (Ufs)/Notice to mariners".
- Innan byggnads- och anläggningsåtgärder påbörjas ska en beredskaps- och räddningsplan utarbetas i samråd med Länsstyrelsen i Norrbottens län, Sjöfartsverket och Kustbevakningen samt berörda kommuner. Planen ska bl.a. omfatta uppgifter om insatser för sjöräddning, bärgning och räddning av eventuella skadade, skydd av miljön vid eventuella oljeutsläpp och bärgning av eventuella skadade fartyg. Planen ska även redovisa ansvarsfördelning, tillgängliga räddningsresurser och bogserbåtskapacitet i projektområdets närhet. Beredskaps- och räddningsplanen ska följas upp, utvärderas och förbättras. Uppgifterna i planen ska hållas aktuella.
- Anläggningsåtgärder kommer att utföras i enlighet med anvisningar som lämnas av Sjöfartsverket och Transportstyrelsen i syfte att undvika att fartygstrafiken till och från områden för anläggningsarbeten ska utgöra en risk för övrig sjöfart.

- Under anläggningsarbetet ska projektområdet övervakas och fartyg som riskerar att navigera fel i förhållande till vindkraftparken ska varnas.
- Under anläggningskedet kommer arbetsområdet tydligt att märkas ut i syfte att förhindra påsegling.

8.1.2 Oexploderad ammunition

Vid detaljprojektering och inför anläggning kommer utredning av om det finns risk för oexploderad ammunition, s.k. UXO, inom den planerade vindkraftparken att genomföras. Undersökningar inom arbetsområdet kommer vid behov att genomföras med magnetometer, eller annan motsvarande utrustning. Om UXO påträffas kommer det att anmälas och hanteras i föreskriven ordning.

8.1.3 Marinarkeologi

Enligt den frivilliga arkeologiska utredning som utförts (etapp 1) så är bedömningen att det finns tre troliga vrak (klass 2) inom projektområdet och ytterligare 24 objekt av potentiellt antikvariskt intresse med lägre klassning. Lämningsarna kan påverkas av fysiska ingrepp, såsom muddringsarbeten, nedläggning av ledningar eller ankring med tunga ankare. En andra utredningsetapp med okulärbesiktning med hjälp av dykande arkeologer eller ROV, planeras i de områden där fysiska ingrepp planeras. Om marinarkeologiska lämningar påträffas där anläggningsarbeten ska utföras kommer fynden att rapporteras till Länsstyrelsen i Norrbottens län. Samråd kommer vidare att ske med länsstyrelsen förutsatt att fysiska anläggningsarbeten ska ske närmare än 50 m från ytterkant av en arkeologisk lämning eller indikation på en sådan.

8.1.4 Undervattensbuller

Undervattensljud kan påverka fiskar och marina däggdjur där störningskänsligheten är som störst under anläggningskedet om fundament installeras genom pålning. Polargrund är beläget på stort avstånd från potentiella lekrområden för strömming, närmaste potentiella lekområdet finns vid ön Malören norr om projektområdet. Den känsligaste arten för bullerstörningar i byggskedet har bedömts vara vandrande lax i Bottenviken där vandrigen skulle kunna påverkas om stora vattenområden påverkas av en omfattande ljudutbredning.

Konsekvensbedömningarna avseende ljudpåverkan och skyddsåtgärder har därför utgått från lax och dess tröskelvärden för dödlig skada respektive för temporär hörselnedsättning (TTS). Ljudmodelleringen visar att ljud överskridande tröskelvärdet för dödlig skada enbart uppstår inom mindre än 200 m från ljudkällan och att området för ljudspridning överskridande tröskelvärdet för TTS kan begränsas genom användning av ljuddämpande utrustning.

Laxen vandrar enligt tillgängliga studier i huvudsak närmare kusten. Oaktat det och eftersom vandrande fisk ändå skulle kunna förekomma inom det område där buller från pålning kan uppkomma avser Skyborn att begränsa påverkan med såväl åtgärder för att fisk och marina däggdjur ska hinna avlägsna sig genom bullerbegränsande åtgärder.

Syftet med de bullerbegränsande åtgärderna är att säkerställa att utbredningen av undervattensljud inte på ett betydande sätt överskrider den utbredning som ligger till grund för bedömningen av miljökonsekvenser.

Pålning ska inledas med s.k. mjuk uppstart, varefter styrkan i hammarslagen successivt trappas upp, s.k. ramp-up. Varaktigheten av mjuk uppstart respektive ramp-up får vid inledning av pålning för varje enskilt fundament som utgångspunkt inte vara kortare än 30 minuter.

Vid pålning ska ljuddämpande åtgärder vidtas så att utbredningen av undervattensljud inte blir större än den utbredning av ljud som kan orsaka TTS för lax, enligt Bilaga D6, och som ligger till grund för bedömning av miljökonsekvenser. Bullerdämpande åtgärder ska ske med utrustning såsom dubbla bubbelgardiner, hydro sound damper eller annan utrustning med motsvarande effekt.

Bullerbegränsande åtgärder

Hur ljud från pålning sprider sig och propagerar i vattnet är i mycket stor utsträckning beroende på de platsspecifika förutsättningarna så som bottenstrukturer och geologi, batymetri, vattendjup, slagenergi och slagfrekvens, typ av slaghammare samt val av fundament och påldimension. Att ljudutbredningen kan skilja sig från en position till en annan visas bl.a. i ljudmodelleringsrapporten, se bilaga D6.

Beräkningar av utbredning av undervattensbuller för bedömningar i denna MKB är baserad på tillgängliga uppgifter om ljud vid pålning, antaganden om pålarnas dimensioner och effekt hos olika skyddsåtgärder.

Inför byggstart kommer mer detaljerade modelleringar och beräkningar av undervattenbuller kunna utföras, baserat på de anläggningsmetoder, fundamentstyper och den layout som slutligen har valts. Installationsmetoder och skyddsåtgärder förväntas då också ha utvecklats och det är av vikt att val av skyddsåtgärd kan fastställas först i detta skede.

Att beakta vid val av skyddsåtgärder är även att användande av skyddsåtgärderna i sig medför en miljöpåverkan i och med att de medför en inte oansenlig energi- och materialåtgång. De kan även få en effekt på den totala arbetstiden, då det är ett komplicerat arbetsmoment att installera.

Innan pålningsarbeten påbörjas ska en uppdaterad beräkning av undervattensljud (ljudberäkning) från pålning genomföras. Ljudberäkningen ska baseras på vald pålningsmetod inklusive pålningsenergi och pålens (vid monopile) eller pålarnas (vid fackverksfundament) dimensioner. Beräkningarna ska också visa vilka skyddsåtgärder som behöver vidtas för att säkerställa att pålningen inte medför större påverkan än vad som redovisats i ljudmodelleringen (TTS för lax), bilaga D6, och som legat till grund för konsekvensbedömningarna. Således kan, baserat på utredningen, en eller flera av de föreslagna skyddsåtgärderna utgå eller ersättas av andra metoder. Formerna för hur val och omfattning av skyddsåtgärder ska godkännas framgår i ansökan.

Kontrollmätning och uppföljning av undervattensljud

För att verifiera ljudmodelleringarna och säkerställa att den faktiska ljudalstringen stämmer med beräknade avstånd för tröskelvärden kommer Skyborn att utföra kontrollmätningar från de fyra första installerade fundamenten. Mätning kommer att utföras på fyra olika avstånd från ljudkällan för att kontrollera hur ljudet propagerar i vattnet. Lämpliga avstånd bör beslutas inom ramen för kontrollprogrammet.

Den närmare utformningen av kontroll av undervattensljud bör regleras i kommande kontrollprogram.

Sammantaget bedömer Skyborn att denna metodik för uppföljning och kontroll säkerställer att ljudutbredningen från pålningsarbeten inte påverkar ett så stort vattenområde i Bottenviken med en utbredning av TTS som skulle kunna ge en betydande påverkan på vandrande lax och dess lek eller inte på ett betydande sätt påverkar fisk och marina däggdjur inom utpekade Natura 2000-områden. Det är också ett lämpligt förfarande för att ta hänsyn till de platsspecifika skillnaderna för fundamentplaceringarna, faktiska anläggningsmetoder samt för att säkerställa effekten av ljuddämpande utrustning.

8.1.5 Fågel och fladdermus

Utförda omfattande undersökningar och inventeringar har gett en god uppfattning av att förekomst av fågel i projektområdet är liten. Vid utförda inventeringar har vidare ingen fladdermus detekterats vid projektområdet.

Utöver detta ligger projektområdet långt ute till havs och är inte attraktivt för födosök eller utgör ett viktigt migrationsstråk. Till följd av detta saknas behov att vidta skyddsåtgärder specifikt för fågel och fladdermöss.

8.2 Skyddsåtgärder för driftskedet

8.2.1 Avfall och kemikalier

Avfall och kemikalier kommer att hanteras i enlighet med gällande regelverk. Därutöver ska åtgärder vidtas vid transformatorstationer och andra anläggningsdelar som innehåller större volymer olja eller andra kemikalier så att läckage inte ska uppkomma alternativt inte spridas till havet. Exempel på åtgärder är att behållare har dubbla barriärer eller att läckagevakter installeras. Det ska även finnas utrustning för uppsamling av oljespill från turbiner och transformatorer på plats.

8.2.2 Sjösäkerhet m.m.

Som nämnts ovan är den viktigaste åtgärden för att minska risker vintertid att en tillräcklig isbrytarkapacitet kan säkerställas. Skyborn kan i dagsläget inte åta sig att vidta en specifik sådan åtgärd men är öppen för fortsatta samråd och dialog i frågan.

Skyborn kommer även att vidta övriga rimliga och nödvändiga åtgärder avseende eventuell omsektorisering av fyrljus, och anpassning av andra sjösäkerhetsanordningar som påverkas av verksamheten.

Vindkraftverk och övriga anläggningsdelar kommer att förses med hindermarkering enligt Transportstyrelsens och Sjöfartsverkets föreskrifter.

Skyborn kommer vidare att samråda med Sjöfartsverket och Länsstyrelsen i Norrbotten län om sådana riskreducerande åtgärder som ombesörjs av berörda myndigheter. Detta gäller t.ex. utmärkning av vindkraftparken i sjökort och i övrigt i enlighet med gällande rekommendationer.

Skyborn kommer även, i samråd med berörda myndigheter, efter att parken är driftsatt utvärdera eventuella radarstörningar för fartyg. Riskreducerande åtgärder i form av då tillgänglig teknik implementeras efter behov.

Vid behov kommer åtgärder att vidtas för att förebygga iskast från rotorbladen.

8.2.3 Vätgasproduktion

Det finns väletablerade säkerhetsrutiner, internationella standarder och EU-direktiv för säkerheten kring produktion, komprimering, lagring och transport av vätgas, som tagits fram inom t.ex. olje- och gasindustrin. Exempelvis används ofta vätgassensorer som tidigt kan upptäcka eventuellt läckage av vätgas och övervaka gaskvalitet. Nedan följer ett antal skyddsåtgärder som minskar sannolikheten för att en händelse skall inträffa.

- Bärande strukturer och processutrustning inom 12 m från elektrolysör och bufferttankar brandskyddas för att minska sannolikheten för kumulativa risker.
- Det kommer vid behov att upprättas skyddszoner runt anläggningsdelar där vätgas hanteras. Exempelvis runt kompressorplattform eller där det finns bufferttankar placerade.

Utöver ovanstående kommer anläggningen att designas utifrån gällande standarder och branschpraxis vad gäller:

- Brandlarm
- Aktiva system för brandbekämpning eller brandbegränsning
- Gasdetektorer för övervakning på distans.
- System för avstängning av processen vid onormala driftförhållanden.
- Nödventilation och tryckavlastande system
- Åskskydd

8.3 Skyddsåtgärder för avvecklingskedet

Vid en nedläggning av verksamheten ska avvecklingsåtgärder vidtas. Det kan bli aktuellt att lämna kvar vissa anläggningsdelar om detta medför mindre miljöpåverkan/större miljönytta än att avveckla dem. Det kan gälla ledningar på havsbotten och djupare delar av fundament. Eftersom detta skede ligger långt fram i tiden är det lämpligt att avvecklingsplanen tas fram först inför avvecklingen. Avvecklingen ska ske på ett sådant sätt att eventuella kvarlämnade konstruktioner inte utgör hinder för sjöfart eller annan framtida verksamhet.

För avvecklingskedet kommer Skyborn att senast 6 månader innan avvecklingsarbeten påbörjas, lämna in en skriftlig arbets- och tidplan för avvecklingsarbetena till Länsstyrelsen i Norrbottens län. Planen ska redovisa hur avveckling planeras ske med beskrivning av olika moment. Planen ska också redovisa relevanta skyddsåtgärder. Bolaget kommer i god tid innan avvecklingsåtgärder vidtas för vindkraftparken att samråda med Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, Trafikverket och Kustbevakningen eller motsvarande myndigheter om erforderliga åtgärder till skydd mot påverkan på sjöfarten och för eventuella sjöräddningsinsatser.

9. Nuläge, effekter och konsekvenser

9.1 Bentisk miljö

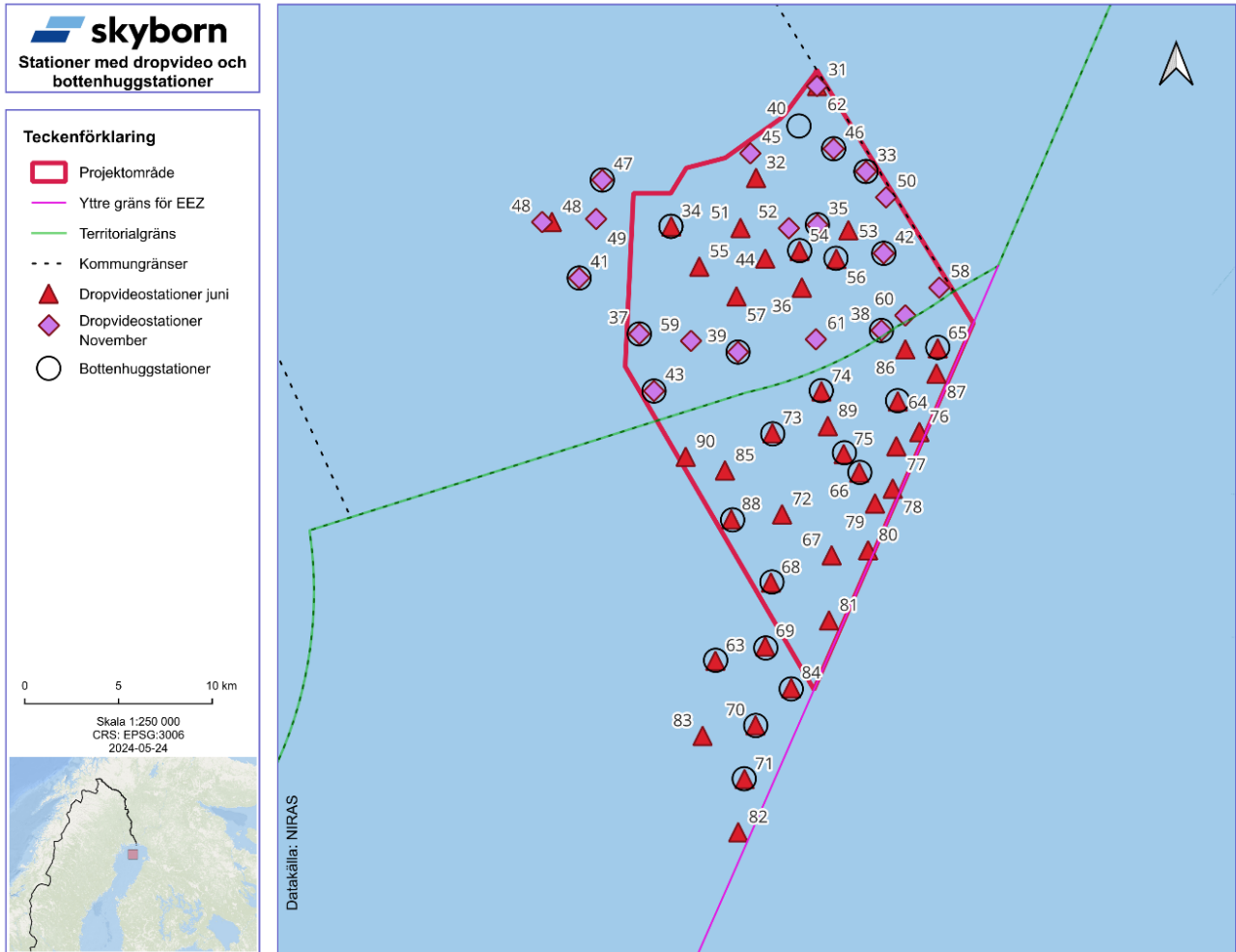
I detta avsnitt redovisas förekomsten av bottenflora och bottenfauna i det planerade vindkraftområdets närhet, vindkraftparkens påverkan och effekter på den bentiska miljön (bottenmiljön) samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på underlag av Niras som presenteras i bilaga D11. I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som nulägesbeskrivningarna är baserade på.

9.1.1 Nulägesbeskrivning

Vilken bottenflora och bottenfauna som finns i området för den planerade vindkraftparken beror på flera olika abiotiska (icke levande) faktorer. Den låga salthalten i Bottenviken är en av de faktorer som leder till låg artrikedom bland både flora och fauna. Artsammansättningen består till största del av ett fåtal brackvattenarter som är vanligt förekommande i stora delar av Östersjön.

Ljusförhållandena spelar en stor roll för bottenfloras utbredning och beror delvis på vattendjupet. I Bottenviken påverkas även ljusförhållandena av istäcket under vintern, samt de omkringliggande älvarna som för med sig humusämnen, hur långt ljuset penetrerar vattenpelaren. Den fotiska zonen kallas det område i vattnet som nås av solljuset och där fotosyntes kan ske, och under detta djup förekommer ingen växtlighet. Utifrån siktdjupet har den fotiska zonen beräknats sträcka sig ned till ca 23 m, vilket överensstämmer väl med vart den fotiska zonen generellt är i Östersjön (20–25 m).

Mot ovanstående bakgrund undersöktes i november 2022 och juni 2023 den planerade vindkraftparken med dropvideo (60 stationer) och bottenhugg (26 stationer), se Figur 9-1 och bilaga D10.



Figur 9-1 Provtagningsstationer för dropvideo och bottenhugg utförda i november 2022 och juni 2023 inom och i anslutning till den planerade vindkraftparken.

Sammanlagt har 5 taxa (arter) av infauna (djur som lever i sedimentet) samt en art av flora observerats inom undersökningsområdet, vilka framgår av Tabell 9-1. Inga av de observerade arterna är rödlistade enligt rödlistan 2020 (SLU Artdatabanken, 2020). Artsammansättningen överensstämmer med tidigare data från miljöundersökningar runt den planerade vindkraftparken.

Tabell 9-1 Identifierade arter från undersökningarna inom den planerade vindkraftparken.

Bottenfauna	Bottenflora
Vitmärla (<i>Monoporeia affinis</i>)	Ishavstofs (<i>Battersia arctica</i>)
Ishavsgråsugga /skorv (<i>Saduria entomon</i>)	
Nordamerikansk havsborstmask (<i>Marenzelleria</i> sp.)	
Pungräka (Mysidae)	
Hoppkräfta (Copepoda)	

Videoundersökningarna visade inga eller en mycket sparsam förekomst av epifauna (djur som lever på sedimentet). Av de observationer som gjordes var ishavsgråsugga, även kallad skorv, och pungräka vanligast. I bottenstratum syntes ofta tydliga spår av epifauna, t.ex. skorv, som krupit runt på botten. Vid provtagning med bottenhugg var vitmärla och nordamerikansk havsborstmask de arter som förekom vid flest provtagna stationer. Totalt för hela området, och de båda provtagningstillfällena, varierade individtätheten mellan 40–1 760 individer/m² och medelvärdet i bottenhuggen var 554 individer/m². Undersökningen visar vidare att artsamhället är relativt homogent och att det inte finns några större skillnader i utbredningen av olika arter inom delområde A och B.

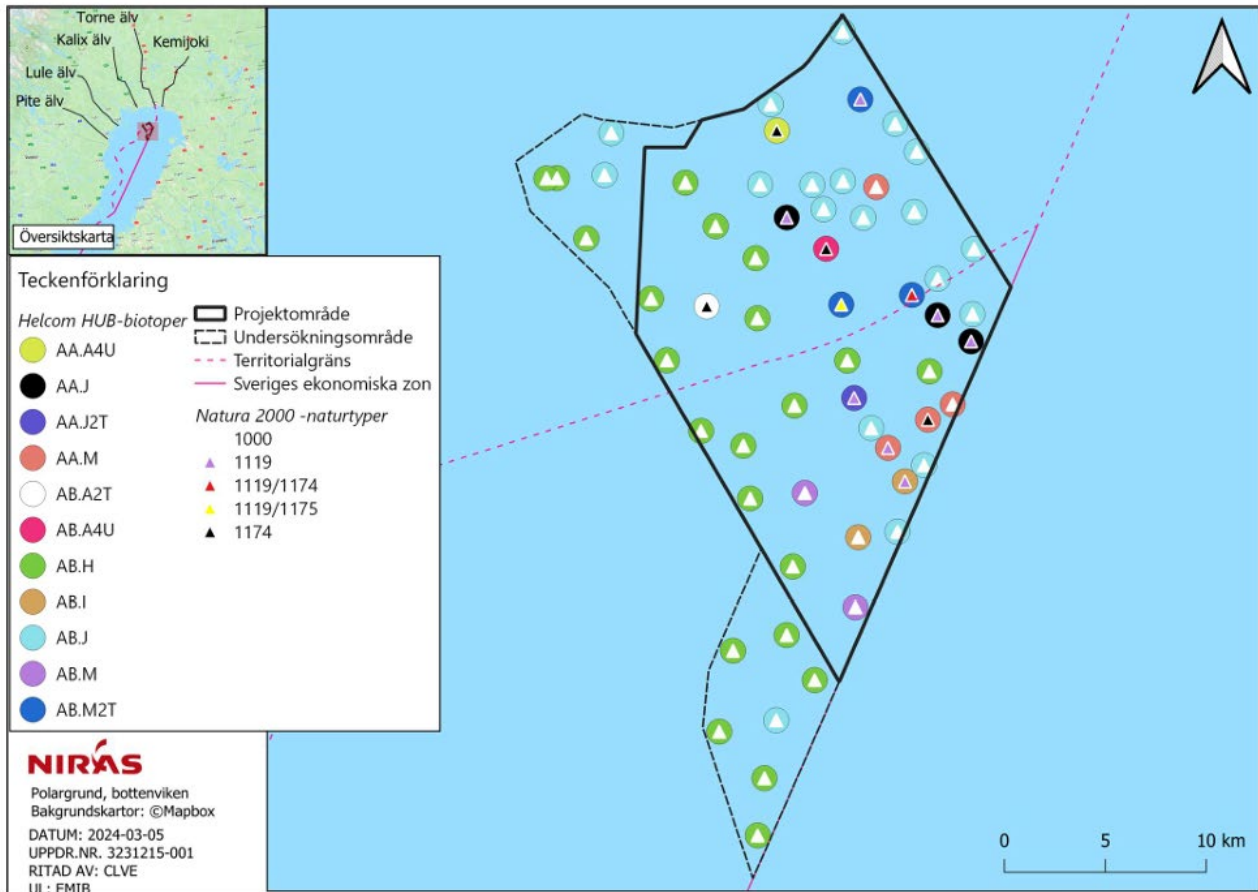
Flora i form av ishavstofs observerades vid en videoprovtagningstation belägen på en grundklack på 18,5 m djup. Att arten endast observerats vid en station beror sannolikt på att endast ca 0,02 % av projektområdets yta innehåller botten inom den fotiska zonen, och enbart ca 0,007 % av projektområdets yta består av hårbotten där ishavstofs kan växa.

9.1.1.1 Helcom HUB-biotoper och Natura 2000-naturtyper

Biotoper enligt HELCOM och Natura 2000-naturtyper har klassificerats inom området för att få en bild av förekommande habitat och områdets miljötillstånd. Klassificeringen har utgått från både modellering och insamlade fältdata (se bilaga D11) som framgår av Figur 9-2.

Biotoper bestäms utifrån vilken art eller grupp som representerar ≥ 50 % av stationens totala biomassa. Alla klassificerade habitat består av lösa substrat och är klassade enligt sin fördelning av löst substrat; lerbotten, sandbotten eller grovsubstrat. Från bottenhuggprovtagningen identifierades nio olika Helcom HUB biotoper varav en klassificeras som rödlistad och nära hotad (NT) enligt HELCOM. Den rödlistade biotopen (Helcom HUB biotop AB.H3N1) utgörs av mjuk ler/gyttjig botten med vitmärlan som dominerande art. Biotopen har blivit hotad i samband med utbredningen av den nordamerikanska havsbortsmasken (*Marenzelleria* sp.), vilken är en invasiv art som har börjat dominera biotoperna som tidigare dominerades av vitmärlan. Även biotopen AB.H3M3 (afotisk lerbotten dominerad av nordamerikansk havsborstmask *Marenzelleria* sp.), som inte är rödlistad, återfanns i stor omfattning inom undersökningsområdet. Dessa biotoper (AB.H3N1 och AB.H3M3) gick inte att urskilja från varandra och täckte ca 54,5 % av projektområdet. På grund av den nordamerikanska havsborstmaskens gemensamma utbredning tillsammans med vitmärla anses emellertid inte projektområdet hysa några betydande naturvärden eftersom botten med en blandning av dessa arter är allmänt förekommande i hela Östersjön.

Naturtypsklassningen baserar sig på förekommande substrat, arter samt djupet. Totalt förekommer det fyra olika Natura 2000-naturtyper i undersökningsområdet. Majoriteten av videoundersökningstationerna (47 av 60) klassificerades till naturtypen *marint vatten*. Fyra stationer naturtypsbedömdes som *rev* (1170), underkategorin "Geogent rev" (1174, 0–30 m). Två stationer visade på mosaik (blandning) av naturtyperna sandbank (1110, underkategorin 1119 sandbank utan dominerande vegetation) och *rev* (1170), där den ena stationen var grundare än 30 m (1174) och den andra djupare än 30 m (1175). Enligt modelleringen täcker Natura 2000-naturtypen *rev* (1170) ca 7,8 % av projektområdet och naturtypen sandbankar (1110) 17 %.



Figur 9-2 Karta över biotop- och Natura 2000-klassificeringen i undersökningsområdet (svart streckad linje) för videoundersökningsstationerna. Projektområdet ses som svart heldragen linje.

9.1.2 Effekter på bottenmiljön

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på havsbottens flora och fauna är grumling och sedimentpålagring, fysisk påverkan under havsytan samt utsläpp av varmt vatten och retentat. Effekterna beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-2 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer.

Tabell 9-2 Potentiell påverkan på havsbottens flora och fauna.

Påverkansfaktorer	Anläggning	Drift	Avveckling
Grumling och sedimentpålagring	X		X
Fysisk påverkan under havsytan	X	X	X
Utsläpp av kylvatten och retentat		X	

9.1.2.1 Grumling och sedimentpålagring

Miljöeffekter under anläggningskedan

Vid anläggningsarbeten sker en ökad sedimentspridning i form av grumling och sedimentpålagring. Grumlingens omfattning beror både på typen av arbete som utförs och på lokala förhållanden. Fina sediment, som lera och silt, ger vanligtvis högre nivåer av grumling än grövre sediment som grus och sand. Finare partiklar har också en längre uppehållstid i vattenmassan, vilket påverkar grumlingens varaktighet och spridning. De suspenderade sedimenten sprids från grumlingsplatsen via bl.a. strömmar. När sedimentpartiklarna sedan sjunker till botten (sedimenterar) påverkas även den omgivande botten genom sedimentpålagring.

För att undersöka omfattningen av grumling och sedimentpålagring har en modellering genomförts för projektområdet (bilaga D9). I dessa modelleringar har olika layouter av vindkraftparken studerats samt olika scenarier för sedimentspridande arbeten.

Förhöjda grumlingshalter till följd av schaktarbeten bedöms i huvudsak uppkomma lokalt och inom projektområdet. Varaktigheten av förhöjda halter av grumling om 10 mg/l och 100 mg/l kommer generellt inte att överstiga 48 timmar respektive 24 timmar. Sedimentpålagringen bedöms bli som mest omkring tio millimeter och uppkommer endast i en begränsad omfattning och utbredning (huvudsakligen i närområdet där fundament och kablar installeras) se vidare kapitel 7.1.

Bottenflora

För bottenflora kan grumling minska ljusförhållandena i vattnet, vilket kan hämma fotosyntesen hos bottenfloran. Detta kan i sin tur påverka tillväxten och överlevnaden hos alger och kärlväxter negativt. Om grumlingen är mycket intensiv kan det också leda till betydande sedimentpålagring, vilket riskerar att täcka över vegetationen. Denna pålagring kan skada plantorna genom såväl vikten av det sedimenterade materialet som en försämrad fotosyntes. Om sedimenteringen är tillräckligt stor och helt täcker över vegetationen finns det en risk att den påverkade floran dör. Utbredningen av bottenflora inom vindkraftparken är begränsad p.g.a det generellt stora djupet. Endast en art har noterats inom området; brunalgen ishavstofs (*Battersia arctica*), som är en vanlig art i Östersjön.

Bottenfauna

Skillnaden i tolerans mot sedimentpålagring mellan arter och organismgrupper av bottenfauna är stor. Generellt sett är mobila arter, eller organismer som lever nedgrävda i sedimentet (infauna), mer toleranta än fastsittande flora och fauna, eller mindre rörliga djur som lever ovanpå sedimentet (epifauna). Partikelkoncentration och exponeringstid är viktiga faktorer att beakta vid påverkan. Koncentrationer under 100 mg/l suspenderat material under kortare tid än 14 dagar har generellt en låg direkt påverkan (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020). En del arter klarar upp till 1000 mg/l under kortare exponeringstider (timmar).

Den epifauna som återfinns inom projektområdet, bestående av pungräkor och skorv, har en högre känslighet för förhöjda halter suspenderat material i jämförelse med den infauna som förekommer i det berörda området, t.ex. nordamerikansk havsborstmask, vilken främst förekommer nedgrävd i sedimenten. Pungräkor kan anses vara måttligt känsliga för ökade grumlingshalter, särskilt om förhöjda halter av suspenderat sediment uppkommer under en längre tid. Det har påvisats en dödlighet på 40 % vid exponering av en grumlingshalt på 230 mg/l under 28 dagar samt en dödlighet på 60–80 % vid exponering av över 1000 mg/l under 28 dagar (bilaga D9). Inga effekter kunde dock noteras efter en kortare exponeringstid (fyra dagar) för samma grumlingshalter. Skorv anses inte vara känslig mot de halter av suspenderat sediment som uppkommer inom vindkraftparken eftersom den kan leva både nedgrävd och ovanpå sedimentet, samt snabbt förflytta sig, varför

den anses vara tolerant mot sedimentpålagring. Skorv förväntas därmed inte begränsas av tillfälligt förhöjda halter av suspenderat sediment.

Miljöeffektens storlek bedöms sammanfattningsvis som försumbar.

Miljöeffekter under avvecklingskede

Vid avveckling av vindkraftparken kan sedimentspridning uppstå vid nedmontering av anläggningar som uppförts i bottensedimenten dvs fundament och kablar. Dock kan vissa anläggningsdelar komma att helt eller delvis lämnas kvar, vilket i så fall skulle ge upphov till mindre grumling och sedimentation än vad som uppstår under anläggningskedet. För bedömningen antas att alla bottenstrukturer avlägsnas och att sedimentspridningen motsvarar den omfattning som kan ske under anläggningen. Miljöeffekten bedöms därmed som försumbar.

9.1.2.2 Fysisk påverkan under havsytan

Miljöeffekter under anläggningskede

Den bottenflora- och icke mobil fauna samt de habitat som finns på de platser där fundament, erosionsskydd och kablar installeras kommer tillfälligt att försvinna. Omfattningen av påverkan beror bl.a. på antalet och typen av fundament som installeras i området. Kablarna kommer antingen att anläggas genom nedgrävning under sedimentet eller genom nedläggning på havsbotten och täckas av över. De påverkade ytorna kommer att återkoloniserats efter anläggningen och påverkan är därmed tillfällig.

Bottenflora

Bottenfloran är mycket känslig för fysiska störningar av botten, och det är mycket troligt att alla individer inom det begränsade påverkade området kommer att försvinna. Utbredningen av bottenflora inom projektområdet är begränsad p.g.a det generellt stora djupet och endast en art har noterats; brunalgen ishavstofs (*Battersia arctica*). Miljöeffekten på bottenflora bedöms därför vara försumbar.

Bottenfauna

Vad gäller bottenfaunan är flera arter, inklusive skorv och pungräkor, mobila, vilket innebär att de kan flytta sig bort från områden där fundament, erosionsskydd och kablar installeras. Arter som är beroende av substrat, såsom vitmärla och nordamerikansk havsborstmask som lever nedgrävda i mjukbotten, har en högre känslighet än de mobila arterna.

I områden där ledningar läggs ut finns det möjlighet till återkolonisering, eftersom substratet delvis återställs efter anläggningsarbetet. En återkolonisering kommer att följa den naturliga successionen, där opportunistiska arter som olika typer av maskar och kräftdjur kommer att återvända till sedimenten först. Denna återkolonisering tar vanligtvis mellan 1–3 år.

Miljöeffektens omfattning bedöms vara begränsad eftersom det är mycket små områden som kommer att påverkas i förhållande till den totala ytan. Även om den befintliga faunan är känslig för fysisk påverkan kommer möjligheten till återkolonisering av delar av den yta som tas upp av internkabelnätet medföra en begränsad påverkan. Därför bedöms miljöeffekten bli försumbar.

Miljöeffekter under driftskede

Under driftskedet kommer vindkraftverken ge upphov till olika typer av skuggor som tidigare inte funnits i området. Från vindkraftstornen uppkommer fasta skuggor som kommer röra sig i förhållande till solen, samtidigt som vindkraftverkens rotorblad kommer ge upphov till rörliga skuggor.

Bottensubstratet inom projektområdet varierar och utgörs av både hårt och mjukt substrat. Fundament och erosionsskydd kommer tillföra ytor av hårbottenkaraktär till området vilket under driften av vindkraftparken kan eventuellt påverka utbredningen lokalt av arter inom området för vindkraftparken.

Bottenflora

Påverkan från skuggning kan endast ske under de månader som området är fritt från is samt i de delar av vattenmassan dit solljuset når ned, dvs. den fotiska zonen. Djupet inom projektområdet överstiger generellt den fotiska zonen som inom projektområdet ligger vid ca 23 meters djup. Den fotiska zonen utgör endast ca 0,02 % av projektområdets yta enligt habitatmodelleringen. Miljöeffektens storlek när det kommer till skuggning är därför högst begränsad, varför den bedöms som försumbar.

För bottenfloran innebär en ökning av hårbottenytor inom projektområdet en fördel, då större ytor blir tillgängliga som vegetation kan växa på. Dessutom penetrerar vindkraftverken hela vattenpelaren, vilket innebär att fler hårbottenytor inom den fotiska zonen uppkommer. Vindkraftparken kommer därmed sannolikt ge upphov till en mycket begränsad reveffekt där bottenfloran mycket lokalt kan utöka sin utbredning inom området. Att det skulle uppstå någon betydande ökad biologisk mångfald till följd av reveffekten bedöms dock som osannolikt, dels p.g.a den låga salthalten i området, isens påverkan samt dels p.g.a det relativt stora avståndet mellan fundamenten. Avstånden mellan verken innebär att den påväxt som uppkommer endast bidrar lokalt till en eventuell ökad biologisk mångfald. Miljöeffektens storlek gällande reveffekten bedöms därmed som försumbar.

Utbredningen av bottenfloran påverkas också av isen under vinterhalvåret. Havsis kommer finnas i området i snitt mellan 115–132 dagar per år. I de flesta fall handlar det om is som rör på sig, s.k. drivis. Det förekommer även stationär, s.k. fast is i mindre omfattning. Inom området räknar man med att både isvallar och konsoliderade islager kommer att skapas. Utbredning av is kan påverka bottenförhållanden främst i grunda områden men också kopplat till den vegetation som kan etablera sig på fundamenten där isvallar kan pressas nedåt mot fundamenten och därmed skrapa bort och skada den vegetation som finns där. De arter av vegetation, inklusive ishavstofs, som finns i Bottenviken är anpassade till dessa förhållanden eftersom isen breder ut sig i området varje vinter och återkoloniserar gynnsamma platser relativt fort.

Bottenfauna

Reveffekter kan påverka förekomsten av bottenfaunan i ett område, där dess etablering styrs i hög utsträckning av faktorer såsom djup, exponeringsgrad och strömmar (Enhus C., 2017). Om biomassan och utbredningen av algsamhället ökar på den del av fundamenten som är inom den fotiska zonen till följd av reveffekten kan mängden fauna som nyttjar dessa som habitat eller föda också tänkas öka. Vindkraftparken skulle därmed kunna ge upphov till en viss reveffekt där bottenfaunan lokalt kan utöka sin utbredning inom området, då enbart gällande hårbottenarter (epifauna). Att det skulle uppstå någon större ökad biologisk mångfald bedöms dock som osannolikt, då en del hårbottenytor redan finns i området samtidigt som avståndet mellan verken kommer vara relativt stora. Miljöeffektens storlek bedöms därmed som försumbar.

Miljöeffekter under avvecklingskede

Effekterna under avvecklingskedet liknar den under anläggningsskedet när det kommer till fysisk påverkan under havsytan. Om vindkraftverkens fundament och erosionsskydd av miljömässiga skäl lämnas kvar efter parkens avveckling kommer påverkan från dessa kvarstå, men i mindre grad än vad det varit under driftskedet. Skulle fundament och erosionsskydd däremot avlägsnas helt försvinner förutsättningarna för reveffekter och områdets ekologiska förutsättningar skulle på sikt sannolikt återgå till de förhållanden som rådde innan

vindkraftparken anlades. Det medför då en liknande påverkan som den under anläggningskedet där miljöeffektens storlek bedöms som försumbar.

9.1.2.3 Utsläpp av kylvatten och retentat

Miljöeffekter under driftskede

Under driftskedet kommer kylvatten från vätgassystem och/eller andra plattformar att släppas tillbaka ut i vattenmassan. Vattnet som släpps ut från vattenkylningsystemet består av uppvärmt havsvatten med en uppskattad temperaturökning på ca 15 °C. När havsvatten används som råvara till vätgasproduktion uppkommer även ett retentat, dvs det vatten som blir över när havsvattnet avsaltas för att kunna användas för produktion av vätgas. Retentatet har en högre salthalt (salinitet) än det omgivande havsvattnet (bilaga D9).

Bottenflora

Utsläpp av varmare och saltare vatten från vätgasproduktionen kommer ske relativt högt upp i vattenmassan, ca tio meter under ytan. Detta medför att påverkan på vegetation som växer på botten kommer bli begränsad. Känsligheten för utsläpp av saltare vatten hos den enda vegetationen som observerats inom projektområdet, ishavstofs, är låg eftersom arten har sin utbredning i havsområden med väldigt varierande salthalt och kan därmed anpassa sig till allt från väldigt låga salthalter till väldigt höga. Känsligheten för varmare vatten bedöms vara något större eftersom ishavstofs är en arktisk art och gärna lever lite djupare ner i den fotiska zonen, där temperaturen är mer stabil. Utsläppet kommer dock snabbt att blandas med det omgivande vattnet och påverkansområdet kommer att bli lokalt kring utsläppspunkten och fundamentet. Miljöeffektens storlek bedöms därmed bli försumbar.

Bottenfauna

Det är enbart epifauna som förväntas kunna påverkas av utsläpp av saltare och varmare vatten, dvs skorv och pungräkor. Båda dessa arter är mobila djur som kan förflytta sig från områden som de inte trivs i och deras känslighet bedöms vara låg för både saltare och varmare vatten. Eftersom spridningen av varmare vatten kommer ske upp mot ytan anses påverkan vid botten bli mycket begränsad och enbart vid de fundament som ligger inom de allra grundaste delarna av projektområdet. Spridningen av saltare vatten kommer sjunka till botten men eftersom omblandningen kommer ske inom en mycket kort tidsram samt att skorv och pungräkor kan förflytta sig från områden som de inte trivs i kommer påverkan bli ytterst begränsad. Miljöeffektens storlek bedöms därmed som försumbar.

9.1.3 Konsekvensbedömning

9.1.3.1 Grumling och sedimentpålagring

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Bottenflora

Bottenfloran inom vindkraftparken är begränsad pga. det generellt stora djupet inom projektområdet. Endast en art har noterats inom området; brunalgen ishavstofs (*Battersia arctica*). Det är en liten brunalg som anses vara relativt tålig och som växer i den nedre delen av den fotiska zonen. Enligt den nationella rödlistan (SLU Artdatabanken, 2020) bedöms arten som livskraftig och har klassats som livskraftig sedan den först började bedömas år 2010. Bottenfloras miljövärde bedöms därför som försumbart.

Utbredningen av grumling och sedimentpålagring är relativt begränsad, där förhöjda halter av suspenderat sediment vid botten främst uppkommer lokalt vid fundamenten, med undantag för några mindre områden vid anläggningskedet av internkabelnätet. Även varaktigheten är relativt kort. Sedimentpålagringen är också begränsad, där mängden sedimenterat material endast överstiger tio millimeter mycket lokalt, allra närmast

arbetsområden. Miljöeffektens storlek bedöms därför som försumbar. Sammantaget leder detta till en försumbar konsekvens för bottenfloran.

Bottenfauna

Generellt är de arter av bottenfauna som noterats inom vindkraftparken toleranta för en temporär förhöjd grumling och sedimentpålagring. Dessa arter är också vanliga i hela Östersjön och ingen av dem är rödlistad. Mottagarens miljövärde bedöms därmed som försumbar.

Då varaktigheten av grumling inte generellt överstiger 48 timmar (10 mg/l) och sedimentpålagringen maximalt ligger omkring tio millimeter, samt att det endast uppkommer i en begränsad omfattning och utbredning (huvudsakligen i närområdet där fundament och kablar installeras) bedöms miljöeffektens storlek som försumbar. Sammantaget leder detta till en försumbar konsekvens för bottenfaunan.

9.1.3.2 Fysisk påverkan under havsytan

Konsekvensbedömning för anläggnings och avvecklingskedet

Påverkan under anläggnings- och avvecklingskedet på den bentiska miljön beror till stor del på valet av fundament. I Sverige är gravitationsfundament och monopilefundament de vanligaste teknikerna, där den första av dessa upptar störst yta och utgör därmed *worst case* från vilka bedömningarna utgår ifrån. Det finns även andra typer av fundament som t.ex. jacketfundament eller tripodfundament som bygger på andra tekniker. Vilken fundamentstyp som kommer användas i detta projekt är under utredning, men kommer anpassas efter den mest lämpade tekniken med hänsyn till rådande bottenförhållanden och övriga förutsättningar under detaljprojekteringen.

Bottenflora

Under anläggningsskedet kommer bottenfloran som finns på de platser där fundament, erosionsskydd och kablar installeras att försvinna. Omfattningen av påverkan på bottenfloran beror bl.a. på antalet och typen av fundament som installeras i området.

Inom området för vindkraftpark Polargrund har endast en art av vegetation hittats, brunalgen ishavstofs. På grund av att artens utbredning inom projektområdet är mycket begränsad, och att arten inte är rödlistad och finns i stora delar av Östersjön, bedöms bottenfloras miljövärde som försumbart.

Tillsammans med miljöeffektens storlek, som bedöms som försumbar till följd av de mycket små ytor i förhållande till projektområdets totala yta som kommer att påverkas, samt att återkolonisation kommer kunna ske, bedöms den totala konsekvensen för bottenfloran under anläggningsskedet vara försumbar.

Bottenfauna

Bottenfaunans miljövärde bedöms som försumbart då artsamhället är relativt homogent med få arter som är vanligt förekommande i stora delar av Östersjön. Då miljöeffektens storlek bedöms vara försumbar till följd av att området som påverkas är litet i förhållande till hela projektområdet samt att återkolonisering kommer att ske för flera av arterna bedöms konsekvensen därmed som försumbar.

Den fysiska påverkan under havsytan bedöms leda till försumbara konsekvenser för såväl bottenflora som bottenfauna. Under avvecklingskedet bedöms påverkan vara lokal och den bottenyta som fundament, erosionsskydd och kablar tagit i anspråk kommer efter avlägsnandet att kunna återgå till förhållanden liknande de innan vindkraftparken fanns på plats. Den sammantagna konsekvensen under avvecklingskedet bedöms därmed som försumbar.

Konsekvensbedömning för driftskede

Bottenflora

Den enda art av bottenflora som observerats inom projektområdet är ishavstofs. Miljövärde bedöms, mot bakgrund av artens utbredda förekomst i Östersjön, som försumbart. Tillsammans med miljöeffektens storlek, som bedömts som försumbar till följd av de mycket små ytor i förhållande till projektområdets totala yta som kommer att påverkas, samt att återkolonisation kommer kunna ske, bedöms den totala konsekvensen för bottenfloran under anläggningskedet vara försumbar.

Bottenfauna

Bottenfaunan som förekommer inom vindkraftparken utgörs till viss del av mobila arter (skorv och pungräkor), som kan förflytta sig från områden de inte föredrar, vilket leder till att de är mindre känsliga. Vindkraftparken i sig utgör inte ett särskilt betydande område för någon av arternas populationer. Arterna är inte heller rödlistade eller hotade. Miljövärde bedöms därmed som försumbart. Sammantaget bedöms konsekvensen bli försumbar.

9.1.3.3 Utsläpp av kylvatten och retentat

Konsekvensbedömning för driftskede

Bottenflora

Ishavstofs är vanlig i både Bottenviken och hela Östersjön och är inte rödlistad, varför miljövärde bedöms vara försumbart. Under vindkraftparkens driftskede kommer hårda strukturer introduceras i form av fundament och andra strukturer inom den fotiska zonen som vegetation kan etablera sig på. Den nya vegetationen som eventuellt kommer etablera sig på fundamenten kommer behöva tåla de förändringar i både temperatur och salthalt som kommer ske i anslutning till utsläppspunkten för varmare och saltare vatten.

Den sammantagna konsekvensen för utsläpp av varmare och saltare vatten från vätgasproduktionen för bottenfloran bedöms bli försumbar.

Bottenfauna

Bottenfaunans miljövärde bedöms som försumbar eftersom den epifauna som finns i området, skorv och pungräkor, är vanliga arter i hela Östersjön, inte är hotade och utan större ansträngning kan förflytta sig från områden som de inte trivs i. Den sammantagna konsekvensen av utsläpp av varmare och saltare vatten från vätgasproduktionen på bottenfaunan bedöms som försumbar.

9.1.3.4 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövårdets storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-3 sammanfattas konsekvensbedömningarna för bentisk flora och fauna.

Tabell 9-3 Övergripande bedömning av konsekvenserna för bentisk flora och fauna.

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövårdets storlek	Konsekvens
Anläggningskedet			
Grumling och sedimentpållning	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Driftskedet			
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Utsläpp av kylvatten och retentat	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Avvecklingskedet			
Grumling och sedimentpållning	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar

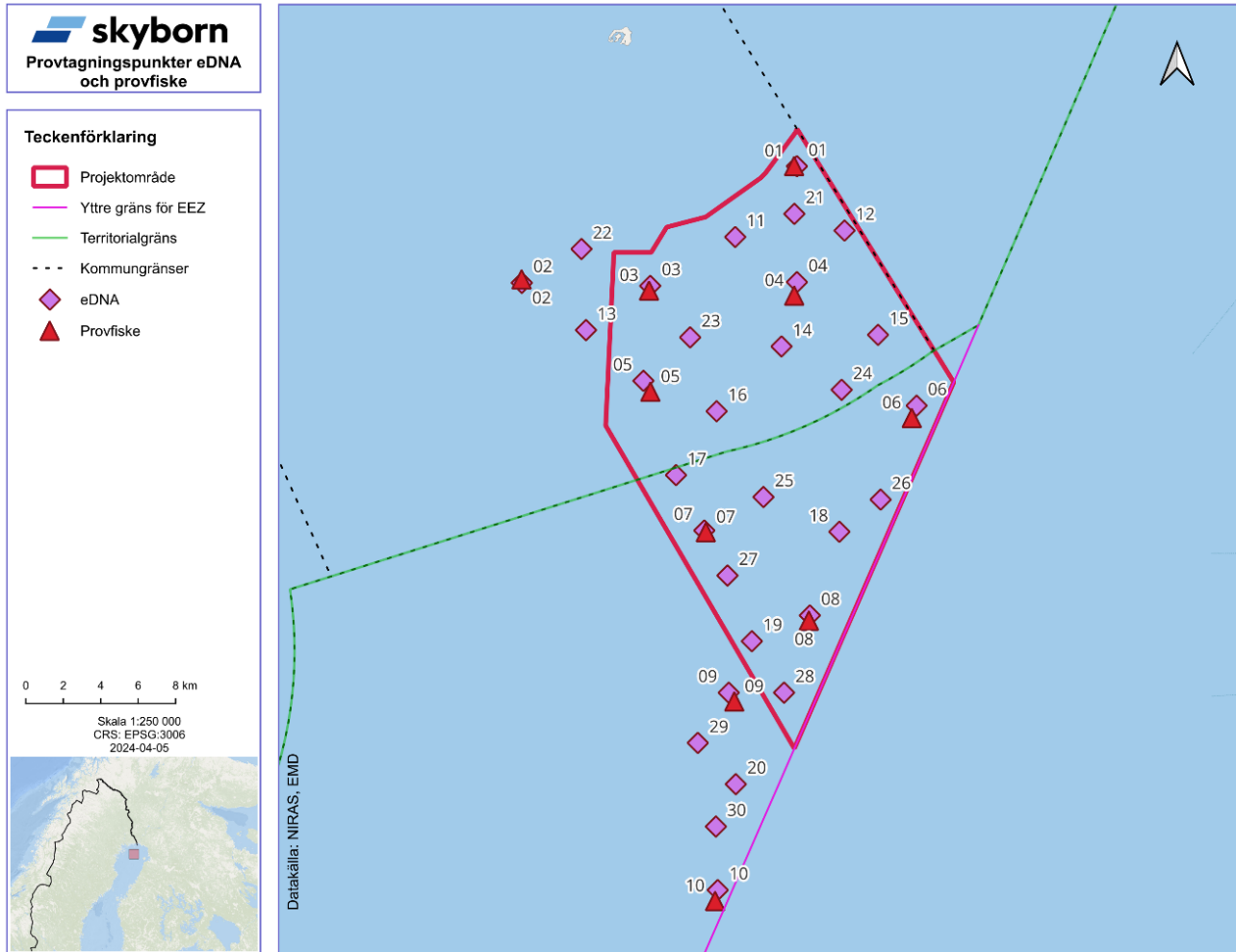
9.2 Fisk

I detta avsnitt redovisas förekomsten av fisk i det planerade vindkraftområdets närhet, vindkraftparkens påverkan och effekter på relevanta fiskarter samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken Polargrund. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på underlag från NIRAS som presenteras i bilaga D12. I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som nulägesbeskrivningarna är baserade på.

9.2.1 Nulägesbeskrivning

Bottenviken präglas av de många älvar som mynnar ut i havet. Här finns en blandning av fiskarter som är antingen typiska för sötvatten eller saltvatten. Bottenviken karaktäriseras av isen som normalt täcker området fyra till sex månader per år. Dessa förutsättningar utgör försvärande förutsättningar för många arter och ekosystemet är därför generellt artfattigt, vilket även gäller fiskar.

I juni och september 2022 genomfördes undersökningar av fisksamhället inom undersökningsområdet genom provfiske och eDNA-undersökningar, se Figur 9-3. eDNA-undersökningar innebär att vattenprover tas för att sedan analysera löst DNA i vattnet för att identifiera vilka arter av fisk som lämnat dessa biologiska spår vid varje provtagningsplats. eDNA är kortlivat i vattenmiljön vilket medför att den huvudsakliga mängden eDNA som analyseras är av lokal härkomst och beskriver därmed den lokala artsammansättningen. Små mängder löst eDNA kan dock ha spridits från mer avlägsna platser med vattenströmmar vilket innebär att observationer baserade på få eDNA-detektioner skall tolkas med försiktighet. Totalt analyserades 60 vattenprover från de två undersökningsperioderna. Provfisket utfördes genom ett standardiserat fiske med nät (utsjölätkar), dels för att kunna undersöka fiskarnas längd och vikt, bedöma lekmognad och status, dels för jämförelse och verifiering av eDNA-resultaten. Under varje undersökningstillfälle provfiskades 10 lokaler.



Figur 9-3 Provtagningsstationer för provfiske och eDNA i juni och september 2022.

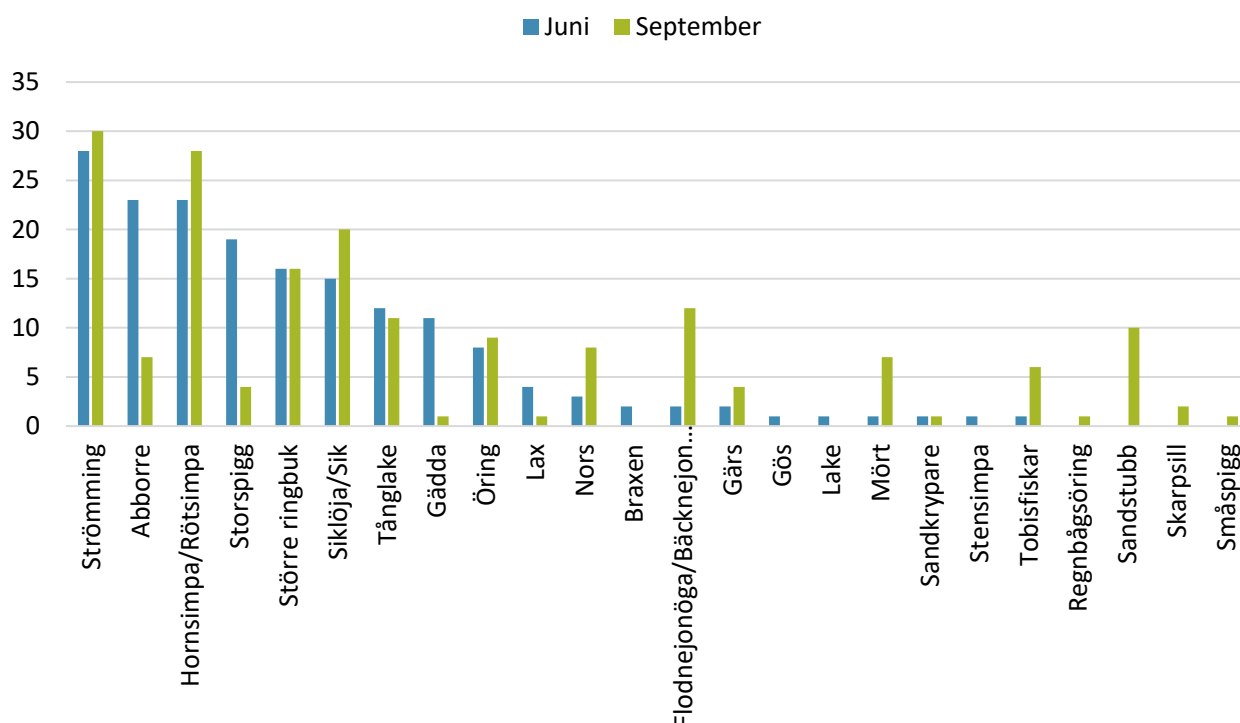
Från nätprovfisket fångades totalt 398 individer uppdelat på fem olika arter. Fler arter och individer fångades i september än i juni, se Tabell 9-4. Strömming stod för 75 % av den totala fångsten (302 individer). I juni dominerade siken i vikt och i september dominerade strömmingen i vikt.

Tabell 9-4 Fiskarter och antal individer i juni och september fångade i nätprovfisket.

Fiskart	Juni	September	Total
Strömming	56	246	302
Hornsimpa	34	16	50
Sik	19	23	42
Gärs	-	3	3
Rötsimpa	-	1	1

Totalt detekterades 24 artspecifika DNA-sekvenser i eDNA-undersökningarna för fisk i de vattenprover som togs, se Figur 9-4. Tre av dessa sekvenser kunde associeras till mer än en art då dessa arters DNA-sekvenser var nästan identiska. De arter som inte kunde skiljas åt var horn- och rötsimpa, bäck- och flodnejonöga, samt sik och siklöja. Alla dessa arter kan finnas inom projektområdet. Tobisfiskar (*Ammodytidae*) kunde heller inte skiljas till art, dock är det i stort sett bara kusttobis (*Ammodytes tobianus*) som förekommer i Bottenviken. I juni var de relativa koncentrationerna av eDNA-sekvenser dominerande av strömming, abborre och röt-/hornsimpa medan det i september var strömming, röt-/hornsimpa och siklöja/sik. Lake detekterades i eDNA-undersökningen och är klassad som sårbar (VU) enligt rödlistningen 2020 (SLU Artdatabanken, 2020). Dock detekterades endast enstaka fynd av lake, vilket tyder på att området för den planerade vindkraftparken inte är av betydelse för arten. Detektion av sandkrypare var inte förväntad då denna art inte har rapporterats så här långt norrut i Östersjön. Dessa detektioner bör därför tolkas med viss försiktighet.

eDNA artförekomst Polargrund



Figur 9-4 Under eDNA undersökningen i juni och september 2022 detekterades 24 olika sekvenser för fisk. Diagrammet visar antalet detektioner för de olika sekvenserna. Några av dessa sekvenser gick det inte att bestämma till art: horn- och rötsimpa, bäck- och flodnejonöga, sik och siklöja samt tobisfiskar.

I november 2022 och juni 2023 utfördes även bentiska undersökningar i undersökningsområdet för Polargrund, bl.a. med hjälp av dropvideo (se vidare i avsnitt 9.1.1). Under dessa undersökningar identifierades totalt sju fiskarter. I november 2022 observerades enstaka individer av strömming, tånglake, gärs, hornsimpa, rötsimpa, skarpsill och stensimpa. Under provtagningen i juni 2023 observerades strömming och tånglake. Dessa observationer bekräftar vilka de vanligaste bottenlevande fiskarterna är i projektområdet.

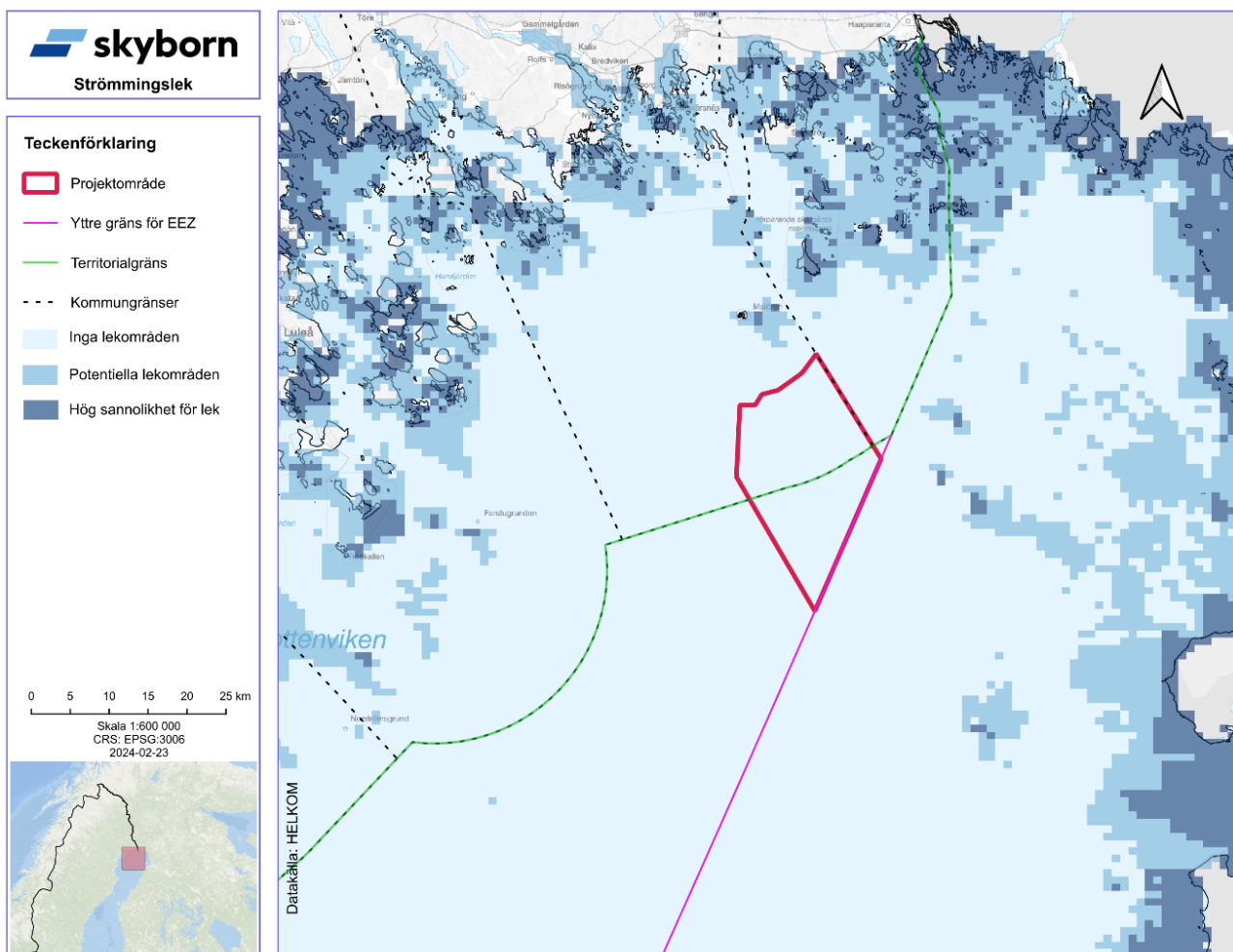
Nedan följer en beskrivning av arter som detekterats som är av intresse eller som förväntas förekomma i undersökningsområdet och som under samrådsfasen lyfts som särskilt viktiga.

9.2.1.1 Strömming

Strömming (*Clupea harengus*), som arten sill kallas norr om Kalmar i Östersjön, är allmänt förekommande i Sverige och påträffas längs kusterna samt i utsjöområden. I Bottniska viken behandlas all strömming som ett förvaltningsbestånd enligt ICES (International Council for the Exploration of the Sea).

Strömmingen utgör en betydande del av den fiskbiomassa som finns i den fria vattenmassan och har därmed en central roll i ekosystemet, både som en födoresurs och som predator. Arten lever ned till ett djup av 200 m, men grunda områden har betydelse både som uppväxtområden för unga individer och för leken.

I Östersjön kan strömmingen leka både under vår och höst. De vuxna fiskarna samlas och leker på grundare lekområden, på ett djup av 0,5–4 m, men även ned till 10 m vilket är mer sällsynt. I södra Östersjön har även lek på djup ned till 20 m observerats. Äggen faller ned till botten där de fixeras på bottensubstrat och växtlighet. Generellt vandrar de vårlekande strömmingarna in till kusten medan de höstlekande strömmingarna även kan leka på utsjöbankar. Beroende på temperaturen i vattnet tar det mellan 10–20 dagar från befruktningen till att ägget kläcks. Helcom har modellerat sannolikheten för strömmingslek i Östersjön baserat på förekomsten av de habitat som förknippas med strömmingsleken, se Figur 9-5. Inom projektområdet finns enligt Helcoms modellering inga områden där strömming sannolikt leker.



Figur 9-5 Modellerade områden av Helcom där strömmingen med hög sannolikhet eller potentiellt leker. Inom den planerade vindkraftparken finns inga lekområden (Helcom, 2020).

I eDNA-undersökningarna 2022 detekterades strömming i nästan alla prover under undersökningarna i juni och september och var därmed den art som var mest frekvent förekommande i undersökningsområdet. Strömming dominerade även i antal fångade individer under båda provtagningstillfällena för nätprovfisket. Sannolikheten för att arten ska leka inom projektområdet är låg med hänsyn till djupet i området. Sammantaget bedöms därför projektområdet vara av liten betydelse för arten.

9.2.1.2 Lax

Atlantlax (*Salmo salar*) är en fiskart som i Östersjön fortplantar sig i rinnande vatten (sötvatten), men tillbringar sin övriga tid i saltvatten där de födosöker, tillväxer och blir könsmogen, detta kallas anadrom livscykel. Den spenderar ca 1–5 år ute till havs innan den återvänder för att leka i den älv där den föddes i. Detta kallas för "homing-beteende", en genetisk inprogrammerad strävan att återvända och leka i samma vattendrag som de föddes i.

Vattenregleringar och kraftverksbyggen har påverkat laxens möjlighet att nå sina naturliga lekmiljöer och i många fall har de förstörts genom uppdämningarna. Detta innebar att laxbestånden i Östersjön kraftigt minskade under 1900-talet, och i dagsläget uppgår bestånden till endast en liten del av den storlek som de hade innan utbyggnaden av vattenkraften i de stora älvarna inleddes. Vid senaste beräkningen (2022) bedöms smoltproduktionen ha uppgått till ca 3 miljoner i Östersjön, innan vattenkraftsutbyggnaden bedöms den ha uppgått till minst 7 miljoner. Situationen för laxen försämrades ytterligare när storskaliga utbrott av laxsjukdomen M74 drabbade fisken i början av 1990-talet. Som kompensationsåtgärd för vattenkraften påbörjades utsättningar av odlad lax i stor skala under 1960-talet och den odlade laxsmolten har dominerat antalsmässigt under lång tid. Östersjöländernas gemensamma aktionsplan har inneburit att produktionen av vild lax ökat under 2000-talet, vilket beror på minskat yrkesfiske, minskad dödlighet i M74, samt omfattande restaureringsarbeten av älvarna. SLU bedömer i nuläget att bestånden av vildlax på svenska sidan av Bottenviken har god status. Dock verkar sjukdomen M74 återkomma med ett par års mellanrum, då dödligheten från sjukdomen återigen ökade under åren 2016-2018. Sedan 2014 har även nya hälsoproblem hos bestånden av lax i Östersjön rapporterats, då vuxen fisk på lekvandring uppvisat interna blödningar och hudskador, som följts av svampinfektioner, vilka relativt omgående lett till fiskens död. Orsaken till dessa hälsoproblem är ännu inte klarlagda, men korrelerar med fysiologiska symptom på stress.

Majoriteten av laxarna dör efter leken, men en del av dem återhämtar sig och vandrar ut i havet igen för att senare återvända för att leka ännu en gång. I Östersjön sker vandringen från tidig vår till sen höst, men den huvudsakliga vandringen sker under maj-juni. Exempelvis har 90% av Tornelaxen vandrat upp i älven innan slutet av juni under de senaste 20 åren. Leken sker under oktober till januari, äggen kläcks i april-maj och utvandringen av den unga laxen (smolten) sker när de är ca 10–20 cm stora (vid 1-2 års ålder). Simhastigheten varierar mellan 10–50 km/dag ute till havs men minskar betydligt när laxen nått fram till älvens mynning. När laxen vandrar simmar den i huvudsak nära ytan, på ca 2 m djup.

En studie av laxens vandringsmönster längs finska kusten som genomfördes under tre säsonger visade att laxen simmade närmare kusten under två säsonger när vattentemperaturen var lägre och mer centralt i Bottenviken under ett varmare år. Studier på laxens vandringsmönster visar att både den vuxna laxen och smolten vandrar främst längs den finska kusten. I princip alla migrationsstudier har dock gjorts genom att fånga lax längs kusten och märka dessa för att sedan studera var de befinner sig vid återfångst. Studier eller provtagningar har inte utförts tidigare i de centrala delarna av Bottenviken. Det finns därmed begränsat underlag om hur förhållandet mellan de som simmar mer centralt i Bottenviken och de som simmar mer kustnära ser ut.

Laxens vandringsmönster kan även skilja sig åt beroende på vart de har sitt födosöksområde. Lax som vandrar från Ålands hav kan använda både svenska och finska kusten på vägen norrut, och fisk som befinner sig norr om Kvarken korsar sällan havet utan vandrar längs sin valda rutt till älvarna i Bottenviken. En viss variation finns även mellan de olika älvspopulationerna, där lax från Luleåälven (svenska kusten) påträffas både längs finska och svenska sidan av Bottenviken, medan lax från Torneälven (gränsen mellan Sverige och Finland) och Kalixälven (svenska kusten) i större utsträckning enbart följer finska sidan. Vidare har det visat sig att laxar från andra älvar kan migrera norrut och födosöka i Bottniska viken. Gällande smolten har få studier utförts med avseende på hur de vandrar ut från älvarna, men sannolikt nyttjar de vattenströmmarna från älvarnas utflöden.

I eDNA undersökningar påvisades lax i ca 17 % av stationerna i juni och ca 3 % av stationerna i september. Ingen lax fångades i nätprovfisket, men detta var väntat eftersom bottengarn är en ineffektiv metod för att fånga lax, då de i huvudsak simmar ytligt. Enligt undersökningen förekommer lax i Bottenvikens yttre havsmiljö i större grad under juni vilket sammanfaller med en aktivare tid av laxens vandringsperiod. Därutöver har lax landats vid tre av de sammanlagt nio tillfällen då svenskt yrkesfiske skett inom det planerade projektområdet under åren 2010-2022 (bilaga D15). Sammantaget visar tillgängliga data att lax nyttjar projektområdet och kan vandra i yttre havsmiljö på väg mot sina lekområden. Eftersom lekvandringen är ett avgörande moment, och många viktiga lekälvar mynnar i Bottenviken, bedöms passagen av området kunna vara av stor betydelse för laxen.

9.2.1.3 Öring

Öring (*Salmo trutta*) kan leva permanent i sötvatten eller enbart fortplanta sig i strömmande sötvatten för att sedan vandra ut till havs för att födosöka, växa i storlek, samt köns mogna. Öringar som vandrar ut till havs för att köns mogna benämns som havsöring. Havsöringen lämnar sötvattnet när den är mellan 1–5 år gammal och vandrar ut i havet där den i Östersjön primärt födosöker efter skarpsill och strömming. Havsöringen håller sig generellt relativt stationärt och kustnära i närheten till de större älvarnas mynningsområden men kan även uppehålla sig i utsjön. I jämförelse med lax rör sig öring mycket närmare kusten, även under själva vandringen. Efter mellan sex månader och tre år i havet återvänder havsöringen för att leka i de vattendrag där de växt upp. Öringen lägger sina ägg i lekgröpar de grävt i strömsatta grusbottenar under hösten och de kläcks sedan under följande vår. En viktig älv för rekryteringen av Bottenvikens havsöringar är Torneälven. Både odlad och vild öring från Torneälven förekommer längs den svenska och finska kusten men vandringarna går sällan längre söderut än Kvarken.

Data från undersökningar av juvenila havsöringar visar på ökade tätheter i flera vattendrag sedan 1990-talet. Trots detta har tätheten av öring minskat i Bottenviken där den nedåtgående trenden tros bero på ett historiskt överfiske. Som art bedöms öring som livskraftig, men i Bottenviken är rekryteringsstatusen låg. Åtgärder har vidtagits för att främja öringens täthet i Bottenviken, däribland att införa ett förbud för nätfiske på vatten grundare än tre meter.

Undersökningar som NIRAS utförde under 2022 påvisade en viss förekomst av öring i och omkring undersökningsområdet i både juni och september. Öring påträffades genom eDNA-provtagning (i färre än 9 prover per undersökningstillfälle under juni och september) men inte under provfiske med nät, sannolikt p.g.a att näten placerades vid botten och öring främst simmar nära ytan. Öring har inte landats av svenska yrkesfiskare inom projektområdet mellan åren 2010–2022 (bilaga D15). Projektområdet utgör sannolikt ett födosöksområde, men det bedöms sammantaget vara av liten betydelse för arten.

9.2.1.4 Sik

Sik (*Coregonus maraena*) förekommer i både vattendrag, sjöar och i stora delar av Östersjön. På grund av dess olika levnadsmiljöer har arten utvecklat flera så kallade ekotyper vilket innebär morfologiska anpassningar till den miljö i vilken de lever, där älvsiken och sandsiken är de ekotyper som förekommer i Östersjön. Älvsiken vandrar under hösten/vintern in i älvar och åar där den leker, medan sandsik leker i mer kustnära skärgårdsvikar. Märkningsstudier visar att sik sällan vandrar längre än 20 km mellan födosöks- och lekområden. Studier på havslekande sik som sandsik, har påvisat att de generellt vandrar mindre än 10 km mellan födosöks- och lekområden, bortsett från vissa individer som kan vandra upp till 70 km. Älvsiken vandrar till skillnad från kustlekande sik generellt längre sträckor mellan födosöks- och lekområden.

Undersökningarna inom undersökningsområdet påvisar förekomst av sik under både juni och september. Som tidigare nämnts kunde eDNA-undersökningen inte skilja på arterna sik och siklöja (*C. albula*). Dock styrker nätprovfisket att det sannolikt är sik som detekterades då endast sik, och inte siklöja, fångades vid provfisket. Med anledning av detta antas projektområdet möjligtvis kunna utgöra ett födosöksområde för siken under vår och sommar, men eftersom arten har stora områden i Bottenviken att använda för födosök bedöms området vara av liten betydelse för arten i stort.

9.2.1.5 Siklöja

Siklöja (*Coregonus albula*) är en fiskart som lever i den fria vattenmassan i brackvatten i Bottniska viken, där den bl.a. livnär sig på mindre kräddjur och insekter. Arten påminner om sik både genetiskt och morfologiskt. Siklöjan leker endast i den nordligaste delen av Bottenviken där salthalten är tillräckligt låg. Det finns både vårlekande-, höstlekande- och vinterlekande populationer av siklöja. Den vårlekande populationen leker i april-maj och den höstlekande under september-oktober, medan den vinterlekande populationen kan leka in i december (Havs- och vattenmyndigheten, 2023). Djupet för leklokaler varierar, men vårleken sker oftast på djupare vatten än höstleken. Den unga siklöjan uppehåller sig huvudsakligen kustnära och tar sig längre ut till havs när de är ca 2 cm långa.

Vid eDNA-undersökningen utförd av NIRAS gick det inte att urskilja arts specifika sekvenser mellan sik och siklöja. Nätprovfisket tyder dock på att detta sannolikt är sik då ingen siklöja fångades inom den planerade vindkraftsparken. Fångst av siklöja från yrkesfisket har inrapporterats från undersökningsområdet under 2022, se vidare i avsnitt 9.6 om yrkesfisket. Siklöja kan därmed under vissa perioder finnas inom den planerade vindkraftsparken. Det är dock inte sannolikt att siklöjan leker i området utan de individer som befinner sig i området är troligtvis där för att födosöka. Projektområdet bedöms därmed vara av liten betydelse för arten avseende rekrytering och födosök.

9.2.1.6 Tånglake

Tånglake (*Zoarces viviparus*) är en bottenlevande fiskart som kan leva ned till 40 m djup. Arten är relativt stationär och föredrar kalla vatten och steniga botten där den livnär sig på olika slags bottenfauna. Tånglaken har till skillnad från majoriteten av andra fiskarter en inre befruktning vilket innebär att de föder levande ungar. Leken sker vanligtvis två gånger per säsong, under sensommar samt höst. Ungarna föds ca 4 månader efter befruktningen. Tånglaken är en så kallad indikatorart för att utvärdera miljöförhållandena då den är känslig för miljögifter som kan påverka dess fortplantning. Även tillväxthastighet och konditionsfaktorer hos honor kan indikera på olika miljöförhållanden. Tånglaken är klassad som livskraftig då senare år påvisat en ökning av arten efter att tidigare kraftigt reducerats.

Tånglake detekterades i flera prover under eDNA-undersökningen men ingen individ av arten fångades under nätprovfisket. Tånglaken noterades dock under dropvideo-undersökningarna. Inom projektområdet är det

endast mindre områden som har de förhållanden som tånglaken trivs i. Området i sig bedöms utgöra ett habitat av liten betydelse för arten.

9.2.1.7 Storspigg

Storspigg (*Gasterosteus aculeatus*) är vanligt förekommande längs hela den svenska kusten. Detta är en mindre fiskart som är 6–7 cm lång men kan bli uppemot 10 cm. Under senhösten och vintern uppehåller sig storspiggen i Östersjön pelagiskt, långt ifrån kusten. På sommaren och under leken (maj-juli) finns den dock närmare kusten på grunt vatten. Storspiggen har ökat kraftigt till följd av minskat predationstryck, då rovfiskarnas utbredning i ytterskärgården har minskat. Arten anses idag utgöra en störning i ekosystemet pga. dess stora antal då de äter upp mindre djur som betar på fintrådiga alger. De fintrådiga algerna kan då breda ut sig och konkurrera ut annan kustnära vegetation. Storspiggen äter dessutom andra fiskars rom vilket visat sig påverka förekomsten av bl.a. abborre och gädda negativt.

Enligt undersökningarna förekommer storspigg i undersökningsområdet. eDNA-fragment från arten påträffades i synnerhet i juni 2022, men då vid ett fåtal provtagningsstationer. Inga individer av arten fångades under nätprovfisket, men det utfördes under perioden då storspiggen uppehåller sig kustnära. Att arten inte påträffades i nätprovfisket samt detekterades i låg omfattning under september 2022 tyder på att området inom den planerade vindkraftparken är av liten betydelse för arten.

9.2.2 Effekter på fisk

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på fisk är undervattensbuller, grumling och sedimentation, fysisk påverkan under havsytan, elektromagnetiska fält och utsläpp av kylvatten och retentat. Effekterna beskrivs i följande avsnittet och i Tabell 9-5 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer.

Tabell 9-5 Potentiell påverkan på fisk.

Påverkansfaktorer	Anläggning	Drift	Avveckling
Undervattensbuller	x	x	x
Grumling och sedimentation	x		x
Fysisk påverkan under havsytan		x	
Elektromagnetiska fält		x	
Utsläpp av kylvatten och retentat		x	

9.2.2.1 Undervattensbuller

Miljöeffekter under anläggningskedet

Vid anläggningsarbeten av vindkraftverk till havs uppstår undervattensbuller i och med ökad fartygstrafik i området samt vid olika typer av anläggningsarbeten. Slagning av pålar för monopilefundament är det moment som genererar de högsta ljudnivåerna och är därmed WCS för undervattensbuller under anläggningskedet.

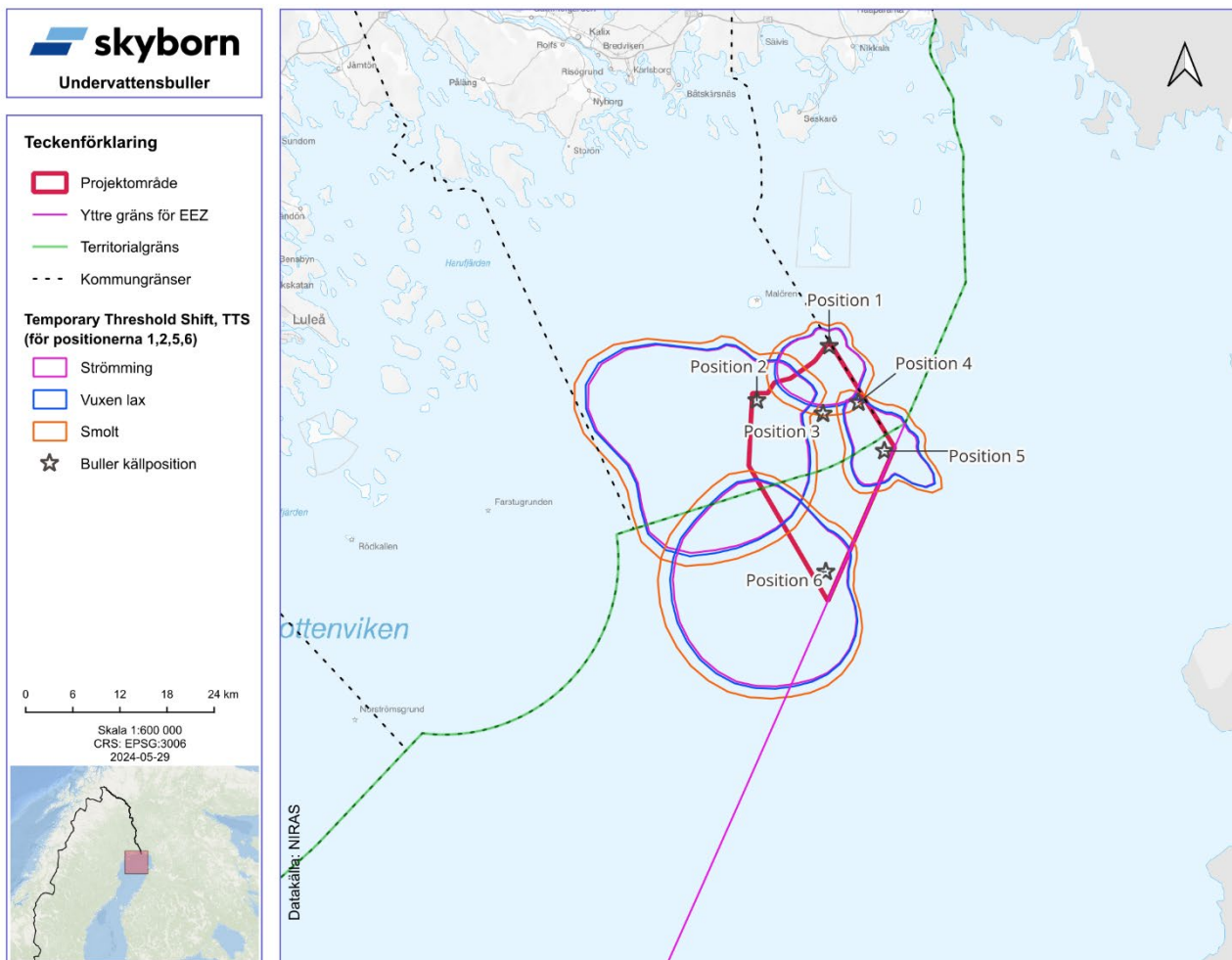
En lyckad vandring för lax, öring och sik (ekotypen älvsik) är viktig för populationernas överlevnad och vandringen är därmed en känslig del av arternas livscykel. Vandringen för dessa arter sker mellan tidig vår och sen höst varje år, vilket också sammanfaller med den period på säsongen då pålning för grundläggning

av fundament kan komma att utföras. Konsekvensbedömningen för undervattensbuller under anläggningskedet utgår därmed från dessa arter av vandrande fisk med särskild fokus på lax.

Olika arter av fisk har olika hörsselförmåga beroende på förekomst av simblåsa, hur luftfylld den är samt om det finns en förbindelse mellan simblåsan och innerörat. Fiskar med förbindelse mellan simblåsa och innerörat har mycket god hörsel. Strömming har en sådan förbindelse och anses vara en hörselspecialist. Atlantlaxen är ett exempel på fisk med simblåsa, men där simblåsan inte är involverad i hörseln. Den har därmed god hörsel men är generellt mindre känslig för undervattensbuller än vad strömmingen är. För fisk som saknar simblåsa, t.ex. olika arter av simpör, är hörseln mer begränsad.

Vid mycket höga ljudnivåer kan fiskar påverkas fysiologiskt genom temporära hörselnedsättningar (Temporary Threshold Shift, TTS), samt vävnadsskador och mortalitet (Putland, Montgomery, & Radford, 2019). Även fiskägg och fisklarver har påvisats påverkas av höga ljudnivåer genom en ökad mortalitet (Andersson M. H., 2016). Eftersom fisk kan återställa skadade hårceller i innerörat anses TTS vara ett övergående tillstånd, men kan ändå pågå under flera dagar eller veckor (Popper A. N., o.a., 2014). Under denna period är de mer sårbara för predation, har försämrad jaktförmåga, och försämrad kommunikationsförmåga (Smith, Kane, & Popper, 2004; Amoser & Ladich, 2003; Popper & Hawkins, 2019; Hawkins & Popper, 2018). Ljudets spridning vid pålning, som *worst case*, under etableringen av vindkraftparken Polargrund har modellerats, se bilaga D6, där tröskelvärden för lax (inkluderat smolt) och strömming gällande TTS är 186 dB re.1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SEL, och för skada på inre organ 204 dB re.1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SEL (207 dB re.1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ SEL för larver och ägg), i enligt med Popper et. al. (2014).

Modellering av undervattensljudets utbredning vid pålning för monopilefundament har utförts vid sex positioner utspridda inom projektområdet. Utbredningen av TTS blir för fyra av sex modellerade positioner (position 1; 3; 4; 5; se Figur 9-6 begränsad. För övriga två positioner, som ligger i den västra och sydvästra delen av projektområdet, blir utbredningen av TTS för vuxen atlantlax och dess smolt 22 km respektive 24 km från ljudkällan (position 2 och 6) i riktning mot väst och sydväst om projektområdet. Den yta inom vilket vuxen lax och smolt kan påverkas av TTS är som störst ca 600 km² respektive 700 km² (se Figur 9-6), vilket kan jämföras med projektområdets yta på 341 km². Detta beror på områdets batymetri, med djupare vatten väster om projektområdet. Det är därmed främst vid pålning i projektområdets västra och sydvästra delar som genererar undervattenbuller med en utbredning där TTS som skulle kunna ge en betydande påverkan på vandrande lax, eftersom det riskerar att påverka en betydande del av antalet laxar som passerar området. Utbredningen av denna omfattning bedöms kunna uppstå vid pålning inom ca en tredjedel av projektområdet och höga ljudnivåer med en större utbredning kan således uppstå vid ca en tredjedel av pålningsarbetena vid en jämn fördelning av vindkraftverken. Eftersom TTS kan påverka laxen i flera veckor kan denna effekt dröja kvar när fisken nått sitt lekområde. Detta kan potentiellt leda till att fisken har svårare att lokalisera och välja lämpliga partners, men kan även leda till utebliven reproduktion (De Jong, o.a., 2020). Vidare visar ljudmodelleringen att ljudnivåer som kan orsaka skador på inre organ endast kan uppstå på ett avstånd av mindre än 200 m från ljudkällan, se bilaga D6. De flesta fiskar kommer att ha rört sig bort ifrån området till följd av skyddsåtgärder i form av ramp-up samt den ökade aktiviteten i området där pålningen sker, varför endast enstaka individer bedöms kunna drabbas av dessa skador. Ingen påverkan på populationsnivå förväntas.



Figur 9-6 Modellerad utbredning av undervattensbuller motsvarande TTS vid påljning av monopile, för fiskarterna strömning, vuxen lax och smolt. Modellresultat redovisas ovan för modellerade positioner 1, 2, 5 och 6, vilket är de positioner som ger störst spridning utanför projektområdet (bilaga D6).

För beteendepåverkan hos fisk finns inga tröskelvärden. Detta innebär att det inte går att modellera för när en beteendepåverkan uppstår hos fisken. Reaktionerna hos fisken kan variera mellan individer och arter till följd av skillnader i hörselkänslighet. En beteendepåverkan på fisk från undervattensbuller inkluderar ett förändrat simbeteende, samt ändrad simriktning och hastighet (Mueller-Blenkle, o.a., 2010; Thomsen, Lüdemann, Kafemann, & and Piper, 2006). Detta kan innebära att de undviker annars gynnsamma områden avseende lek och födosök (Engås, Lokkeborg, Ona, & Soldal, 1996; Slotte, Hansen, Dalen, & Ona, 2004; Kok, o.a., 2021). Beteendestörningen kan också innebära att fiskar utgör lättare byten för predatorer, eller orsaka förändrade vandringsmönster för vandrande fisk. Ändrade vandringsmönster kan medföra att vandringen förlängs och/eller att fisken behöver simma längre avstånd för att undgå de höga ljuden. Om vandringen fördröjs och fisken når fram senare är risken att det är större konkurrens om föda, lämpliga lekplatser, och/eller lekpartners. Effekter på beteende hos fisk är generellt svårt att bedöma då inga tröskelvärden finns kring när relevanta effekter som kan orsaka en påverkan på fiskens beteende uppstår. Därför har bedömningarna utgått från risken för TTS och dess följeffekter.

Påljningsarbetet antas pågå under perioden april-november vilket överlappar med känsliga tider på året för atlantlaxen (se avsnitt 9.2.1.2). Bedömningen utgår från att påljningsperioden överlappar helt med vandringsperioden, pågår frekvent under 6-18 månader utspritt över flera säsonger, samt att TTS leder till flera

negativa följd effekter såsom fördröjd vandring, försämrade kommunikationsförmåga med artfränder, samt ökad risk för predation. Dock bedöms denna påverkan endast föreligga vid pålning i en tredjedel av projektområdet (den västra delen) och därmed under ca en tredjedel av pålningsperioden. Vid pålning i resterande två tredjedelar av projektområdet bedöms dessa störningar vara mindre sannolika. Sammantaget bedöms därmed miljöeffekten till liten under anläggningskedet.

Miljöeffekter under driftsskede

Under driftsskedet kommer ljud i varierande omfattning att genereras under hela vindkraftparkens livstid. Ljuden som uppstår från vindkraftverken varierar i styrka beroende på vindhastigheten, turbineffekten och antal vindkraftturbiner. Därutöver kan även underhållsarbeten och reparationsarbeten, samt fartygsbuller till följd av dessa, generera undervattensljud i olika omfattning.

Strömmingens hörselomfång överlappar med de frekvenser som uppstår från vindkraftverken under drift. Strömmingen är även en av de vanligaste arterna i Bottenviken. Av dessa anledningar bedöms arten vara styrande gällande påverkan av undervattensbuller under driftsskedet.

Fiskar har olika förmågor att uppfatta driftljud från vindkraftverk. I studier på strömming har de påvisats kunna uppfatta vindkraftsljud på flera kilometers avstånd (Andersson, Sigray, & Persson, 2011; Thomsen, Lüdemann, Kafemann, & Piper, 2006). I vissa fall kan driftljuden innebära skrämselföretande vid mycket nära avstånd till vindkraftverk under höga vindhastigheter (Wahlberg & Westerberg, 2005). Sannolikt kan även ljudbaserad kommunikation mellan individer av fisk påverkas nära vindkraftverken (Thomsen, Lüdemann, Kafemann, & Piper, 2006). Enligt ljudmodelleringarna är det däremot osannolikt att ljudnivåerna från vindkraftverk i drift kommer att orsaka TTS hos fisk.

I ett flertal studier har fiskar påvisats uppehålla sig i vindkraftparker trots driftljud. Detta har observerats i ett flertal vindkraftparker där tätheten av olika fiskarter är högre inom vindkraftparkområdet i jämförelse med referensområden utanför (Andersson & C., 2010; Bergström, o.a., 2013; Krone, Gutow, Brey, Dannheim, & A., 2013; Leonhard, Stenberg, & Støttrup, 2011; Vandendriessche, Derweduwen, & Hostens, 2015). Fenomenet beror sannolikt på den så kallade reveffekten, där fundament och övriga installationer har en tilldragande effekt, se vidare i avsnitt 9.2.2.4. Studierna indikerar att den eventuella negativa effekten som ljudnivåerna har under driftsskedet är begränsad.

Varaktigheten av undervattensljudet är lång då den motsvarar vindkraftparkens livslängd. Påverkansområdet är dock begränsat till strax bredvid vindkraftverken inom projektområdet vilket innebär att det är ett lokalt område som berörs. Potentiellt kan det innebära en viss minskning av födosöksområden för fisk om de undviker vindkraftverken. I nuläget finns dock inget vetenskapligt stöd för att undervattensljud från vindkraftverk under drift har en avskräckande effekt på fisk, utan att fisken i många fall istället uppehåller sig inom vindkraftparken. Miljöeffekten bedöms som försumbar.

Miljöeffekter under avvecklingskede

Eftersom avvecklingskedet ligger långt fram i tiden och att teknikutveckling sker i en hög takt är det svårt att specificera vilka avvecklingsmetoder som kommer användas vid tidpunkten för avvecklingen. Undervattensljudet kommer dock att vara lägre än under anläggningskedet då ingen pålning kommer att ske under avvecklingen. För att ta höjd för osäkerheter i avvecklingsmetodik klassas miljöeffekten dock ändå som densamma som för anläggningskedet, dvs som liten.

9.2.2.2 Grumling och sedimentpålagring

Miljöeffekter under anläggningskedet

Vid anläggningsarbeten sker en ökad sedimentspridning i form av grumling och sedimentpålagring, framför allt vid plöjning av ledningar samt vid anläggningsarbeten av fundament. Sedimentspridningen har modellerats för att kunna bedöma påverkan från verksamheten, se bilaga D9.

Hur fiskar påverkas av sedimentspridning beror på hur omfattande uppgrumlingen är i tid och rum och vilka arter, livsstadier, och lekmiljöer som finns i det berörda området. Fiskar har generellt en viss tolerans för kortvarig grumling då det sker naturligt i havet, t.ex. genom kraftiga stormar eller regnskuror som för med sig partiklar från land (Hammar, Magnusson, Rosenberg, & Granmo, 2009). Olika fiskarter har dock en varierad känslighet för grumling (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020), t.ex. är bottenlevande fiskarter ofta tåliga för grumling då de lever nära botten där grumling naturligt sker. Generellt klarar fiskar halter av suspenderat material om 100 mg/l i upp till 14 dagar innan direkta negativa effekter uppstår. Vid högre koncentrationer suspenderat material om 1000 mg/l har fiskar påvisats klara av exponering i enstaka timmar innan negativa effekter uppstår (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020).

Fisk kan påverkas genom beteendestörning då de undviker områden med förhöjda halter suspenderat material. Studier på sill har t.ex. påvisat ett undvikandebeteende vid halter suspenderat material av 3 mg/l, vilket är en grumlingshalt som förekommer naturligt i havsområdet (Westerberg, 1996). Vid övervakning av fisk i samband med anläggningskedet av Lillgrunds vindkraftpark uppmättes grumlingshalten till 10 mg/l, men ingen påverkan på förekomsten av olika arter eller deras respektive tätheter av vuxna och juvenila individer kunde observeras (Bergström, Sundqvist, & Bergström, 2013).

Fiskägg och larver är mer känsliga för grumling än vuxna individer då de inte har samma förmåga att undvika områden med förhöjda halter suspenderat material. På pelagiska ägg, det vill säga ägg som flyter i vattenmassan, kan partiklar fästa vilket gör att de blir tyngre och sjunker ner i djupare vatten där syrehalten och temperaturen är lägre, vilket kan innebära en ökad dödlighet. Vid en salthalt på 6 PSU har torskägg påvisat minskad flytförmåga vid exponering för halter suspenderat material om 5 mg/l under 70 h och vid 40 mg/l under 7 h (Westerberg, 1996). Kläckningsförmågan kan även försämrats vid exponering av suspenderat material om nivåerna når 500–1000 mg/l (Auld & Schubel, 1978). Sillägg är tåligare och har visats klara halter av suspenderat material på upp till 7 000 mg/l, men vid sedimentpålagring från 1 cm kläcktes inte äggen alls (Messieh, 1981).

För fisklarver kan födosök försvåras eller andningsorganen påverkas av förhöjda halter av suspenderat sediment (Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020). Sillarver har påvisat ett försämrat födointag vid exponering för halter suspenderat material om 20 mg/l, men har observerats klara av halter suspenderat material om 540 mg/l under 2 dygn (Johnston & Wildish, 1982; Karlsson, Kraufvelin, & Östman, 2020; Messieh, 1981).

Enligt utförd sedimentmodellering, se bilaga D9, kommer förhöjda grumlingshalter till följd av schaktarbeten i huvudsak uppkomma lokalt och inom projektområdet. Varaktigheten av förhöjda halter av grumling om 10 mg/l och 100 mg/l kommer generellt inte att överstiga 48 timmar respektive 24 timmar. Höga halter av grumling, över 100 mg/l, kommer enligt beräkningarna endast att uppkomma lokalt kring anläggningsarbetena och nära havsbotten, i sammantaget upp till ett dygn. Sedimentpålagringen bedöms bli som mest omkring tio millimeter och uppkommer endast i en begränsad omfattning och utbredning inom området (huvudsakligen i närområdet där fundament och kablar installeras) se vidare kapitel 7.1.

De förhöjda halterna suspenderat material om 100 mg/l bedöms inte innebära någon risk för negativa effekter på vuxna fiskindivider med hänsyn till den korta varaktigheten. Däremot kan fiskar som berörs av de förhöjda halterna suspenderat material sannolikt undvika området, framför allt känsligare arter som strömming vilken påvisats undvika områden där halten suspenderat material överstiger 3 mg/l. Dock kommer majoriteten av de förhöjda halterna suspenderat material att förhålla sig bottennära vilket gör att pelagiskt levande fiskarter som strömming inte berörs i lika stor utsträckning som bottenlevande arter som generellt har en större tålighet mot grumling. Eventuellt kan det förekomma larver av strömming inom projektområdet men sannolikt i mindre omfattning. Dessa kan potentiellt påverkas inom de områden där halter större än 20 mg/l finns med minskad jaktförmåga och ett försämrat födouptag till följd. Sammantaget bedöms miljöeffekten från grumling och sedimentation som försumbar.

Miljöeffekter under avvecklingskede

Med anledning av att avvecklingsskedet ligger långt fram i tiden samt att teknikutveckling sker i en hög takt går det inte att specificera vilka avvecklingsmetoder som kommer användas vid tidpunkten för avvecklingen, och därmed vilken påverkan som kan uppkomma. Grumlingen och sedimentpålagringen bedöms dock inte vara större än under anläggningsskedet, snarare mindre, då t.ex. ingen plöjning (se kapitel 7.1) planeras. För att ta höjd för osäkerheter i avvecklingsmetodik klassas miljöeffekten som densamma som för anläggningsskedet, dvs som liten.

9.2.2.3 Elektromagnetiska fält

Miljöeffekter under driftskede

Kablar för elöverföring genererar ett elektriskt och ett magnetiskt fält, se vidare i den tekniska beskrivningen (bilaga C till ansökan). På grund av kablarnas isolerande lager avgränsas det elektriska fältet bort, varför enbart påverkan från det magnetiska fältet bedöms.

Fiskarter har olika förmåga att uppfatta elektromagnetiska fält där ett antal arter använder jordens naturliga magnetfält för att orientera sig mellan födosöks- och lekområden (Nyqvist, o.a., 2020). Fiskarter som delvis eller till stor del orienterar sig genom elektromagnetiska fält är vandrande arter så som ål, lax och öring.

Fältstudier på elektromagnetiska fält kring undervattenskablar och vindkraftverk har inte kunnat påvisa att akvatiska organismer undviker områdena där de elektromagnetiska fälten uppstår (Bergström, Sundqvist, & Bergström, 2013; Degraer, o.a., 2020; Dunlop, Reid, & Murrant, 2015).

Dock har studier som fokuserat på magnetosensitiva arter (som känner av magnetiska fält) och deras orienteringsbeteende funnit att förändringar i magnetfältet kan ge en observerbar påverkan. Både vuxna individer och smolt av kungslax (*Oncorhynchus tshawytscha*) justerar sin simriktning i respons till mycket små förändringar (0,43 μ T - 7.8 μ T) av det naturliga magnetfältet (Putman, Jenkins, Michielsens, & Noakes, 2014) (Naisbett-Jones, Putman, Scanlan, Noakes, & Lohmann, 2020). Inga fysiska skador har observerats hos larver eller hos juvenila regnbågar (*Oncorhynchus mykiss*) eller hos vuxen atlantlax på ett magnetfält om 10 μ T respektive 95 μ T (Armstrong, Hunter, Fryer, & Rycroft, 2015; Fey, Jakubowska, Andrulewicz, Otremba, & Urban-Malinga, 2019; Jakubowska, Fey, Otremba, & Urban-Malinga, 2021).

Vidare har studier på hur elektromagnetiska fält från sjökablar påverkar ål genom elektromagnetiska fält utförts där en marginell fördröjning av passagen av sjökablar kunnat observeras som i förhållande med ålens långa vandring ut till Sargassohavet är försumbar (Lagenfelt, Andersson, & Westerberg, 2012). Liknande resultat har även observerats för smolt av kungslax som vandrat ut till havet (Wyman, o.a., 2018).

Migrerande lax och öring simmar under majoriteten av tiden nära ytan, huvudsakligen grundare än fem meter från ytan (Hedger, o.a., 2009; Kristensen, Righton, del villar-Guerra, Baktoft, & Aarestrup, 2018; Sturlaugsson, 2017; Hedger, o.a., 2009). Detta innebär att dessa arter kommer att hålla ett större avstånd från det magnetiska fältet där styrkan är betydligt mindre.

Det magnetiska fältet kommer inte att generera signifikanta beteendeförändringar hos de arter som finns i projektområdet. Miljöeffekten bedöms därmed som försumbar.

9.2.2.4 Fysisk påverkan under havsytan

Miljöeffekter under anläggningsskedet

Vid tillförsel av nya strukturer i form av vindkraftverk, undervattenskablar med mera kan effekter uppstå från den direkta fysiska förändringen av miljön. Tillförseln av hårdstrukturerna innebär en viss förlust av naturligt habitat för bottenlevande fisk inom projektområdet under anläggningen. Utöver detta kan de nya strukturerna innebära direkta hinder om de anläggs i olika fiskarters vandringsvägar.

Totalt kommer ca 8 km² tas i anspråk under anläggningsskedet, vilket motsvarar ca 2,4 % av projektområdet (341 km²). Den area av botten som förändras vid anläggning av Polargrund vindkraftpark utgör en mycket liten del av de olika fiskarternas habitat i Bottenviken. Vindkraftverken anläggs med stora avstånd mellan sig (1–3 km) varför de inte kommer vara något hinder för olika fiskarters vandring. Miljöeffekten bedöms som försumbar.

Miljöeffekter under driftsskedet

Den area av botten som förändras vid anläggning av Polargrund vindkraftpark utgör en mycket liten del av de mjukbottenlevande fiskarternas habitat i Bottenviken.

Fisk kan attraheras av hårda strukturer i vattnet, t.ex. vrak, eftersom dessa kan leda till att det skapas så kallade artificiella rev. Anledningen till att de söker sig till dessa strukturer är pga. skydd och föda då andra organismer också kommer använda dessa strukturer (Floeter, o.a., 2017; Langhamer, 2012; Maar, Bloding, Petersen, Hansen, & Timmermann, 2009; Skerritt, Fitzsimmons, Polunin, Berney, & Hardy, 2012).

Till skillnad från många andra typer av revstrukturer förekommer vindkraftverken i hela vattenkolumnen, från botten upp till ytan. Detta medför att reveffekten inte enbart omfattar konstruktionerna på botten utan även de delar av tornet som löper genom vattenkolumnen. Därmed kan diverse fiskarter med olika levnadssätt påverkas.

Flera studier har visat att anläggning av havsbaserade vindkraftsfundament genererar en reveffekt för fisk (Glarou, Zrust, & Svendsen, 2020; ter Hofstede, Driessen, Elzinga, Van Koningsveld, & Schutter, 2022). Två ytterligare studier har demonstrerat en tydlig reveffekt vid Utgrunden vindkraftpark i Kalmarsund i Östersjön, givet den stora mängd fisk som befann sig i nära anslutning till verken (Andersson & C., 2010; Wilhelmsson, Malm, & Öhman, 2006). En metaanalys, som omfattade 13 studier som utförts inom vindparksområden i Östersjön, Öresund, Nordsjön, och Irländska sjön, visade att tätheter av fisk var högre inom vindparksområden i jämförelse med referensområden. Vidare fann forskarna att det framför allt var fiskätande fiskarter som attraherades av vindkraftsparkernas förekomst (Methratta & Dardick, 2019). I andra studier kring olje- och gasplattformar har man observerat andra arter av fisk än enbart rovfiskar (Neira, 2005). Detta belyser att fiskarter med olika ekologi kan gynnas av artificiella rev. Sannolikt innebär detta att fisk som förekommer inom projektområdet kan komma att gynnas av reveffekterna från Polargrund vindkraftpark.

Att det skulle uppstå någon betydande ökad biologisk mångfald i projektområdet bedöms dock som osannolikt. Avstånden mellan verken innebär att den påväxt som kan uppkomma endast bidrar till en eventuell ökad biologisk mångfald lokalt vid varje enskilt verk. Endast ca 0,09 % av projektområdets hårbottenyta finns inom

den fotiska zonen, vilket motsvarar 0,007% av hela projektområdet. Detta reducerar möjligheten för ökad växtlighet på de tillförda hårda strukturerna. Eftersom driftskedet motsvarar vindkraftparkens livslängd blir effekten långvarig vilket kan innebära en påverkan på fiskpopulationer i flera generationer. Däremot är effekten mycket begränsad. Med avseende på detta bedöms miljöeffekten som försumbar.

Miljöeffekter under avvecklingskedet

Vid avvecklingen av vindkraftparken kan vindkraftverk, fundament, undervattenskablar och erosionskydd avlägsnas helt alternativt lämnas kvar till viss del. Om hårda strukturer från vindkraftverken tas bort bedöms miljön, som ändrats till följd av introduktion av hårda strukturer under driftskedet, att återgå till det tidigare tillstånd som rådde innan anläggning av vindkraftparken. Detta innebär då att en eventuella reveffekten som uppstått inom projektområdet kommer försvinna. Reveffekten bedömdes under driften till försumbar vilket innebär att även den miljöeffekt som eventuellt försvinner under avvecklingen kommer vara i samma storleksordning. Miljöeffekten bedöms som försumbar.

9.2.2.5 Utsläpp av kylvatten och retentat

Under driftskedet kommer kylvatten från vätgassystem och/eller andra plattformar att släppas tillbaka ut i vattenmassan. Vattnet som släpps ut från vattenkylningsystemet består av uppvärmt havsvatten med en uppskattad temperaturökning på ca 15 °C. När havsvatten används som råvara till vätgasproduktion uppkommer även ett retentat, dvs det vatten som blir över när havsvattnet avsaltas för att kunna användas för produktion av vätgas. Retentatet har en högre salthalt (salinitet) än det omgivande havsvattnet (bilaga D9).

Den ökade temperaturen skulle kunna innebära negativa effekter på fisk genom fysiologisk stress och överlag negativa effekter på ekosystemet i området (Dahms & Killen, 2023; Little, Loughland, & Seebacher, 2020). Resultatet från modelleringen visar dock att både retentat och kylvattnet blandas med det omgivande havsvattnet och späds ut snabbt och påverkan blir endast lokal kring utsläppspunkten. Salthalten och temperaturen i Bottenviken varierar under året naturligt som följd av tillförseln av sötvatten från älvarna samt omblandning i vattenmassan vilket gör att ekosystemet och fisken i området är anpassade till detta. Utsläppen ger upphov till en förändring som ligger inom de naturliga variationerna. Miljöeffektens storlek blir därför försumbar.

9.2.3 Konsekvensbedömning

9.2.3.1 Undervattensbuller

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Bedömning av miljövärde

Sik och öring nyttjar troligtvis inte påverkansområdet i betydande utsträckning då de huvudsakligen finns närmare kusten, se avsnitt 9.2.1. De kan nyttja projektområdet för födosök i någon omfattning men området bedöms vara av liten betydelse för arten i detta avseende. Därför utgår bedömningarna av mottagarens miljövärde i området från lax och deras vandring.

Homing-beteendet medför en sårbarhet för laxen. Detta beteende innebär att laxen vandrar upp i de älvar där de en gång föddes för leka. Beteendet gör att laxen därmed kan bibehålla de lokala anpassningarna för de olika bestånden, så att de skiljer sig både genetiskt och ekologiskt (Thorstad, Økland, Aarestrup, & Heggberget, 2008). Även om ett fåtal individer kan vandra upp i andra älvar än de föddes i har studier visat att dessa har mycket lägre reproduktionsframgång (Mobley, Granroth-Wilding, & Ellmen, 2019). I detta avseende är de mindre anpassningsbara än arter som är mindre beroende av specifika geografiska platser för sin lek.

I norra Bottenviken mynnar flera av landets viktigaste laxälvar, däribland Kalixälven och Torneälven. Torneälven står för den absolut största produktionen av smolt bland alla vildlaxälvar i Östersjön och är väsentlig för svenska och finska laxbeståndet. Upp till 45 % av all lax som förekommer i södra Östersjön har sitt ursprung i Torneälven (SLU, 2023). Åbyälven, en vildlaxälv som mynnar i Bottenviken, avviker dock från det generella mönstret då antalet uppvandrande laxar minskat kraftigt sedan 2018 (SLU, 2022). Utöver Torneälven, som utgör landsgränsen mellan Sverige och Finland, mynnar ett flertal laxälvar på den finska sidan av Bottenviken. Närmast projektområdet ligger älvarna Kuivajoki och Simojoki. Enligt en rapport från 2011 är Kuivajokis laxpopulation i dåligt skick, och lekframgången per lekande lax i Simojoki är bland de lägsta i Bottniska viken (HELCOM, 2011). Trots att lax i Bottenviken generellt uppvisar positiva trender och god status enligt SLU är bestånden betydligt mindre än innan vattenkraftsutbyggnaden. De drabbas även av nya och återkommande problem, se avsnitt 9.2.1.2, som kan påverka uppvandringsframgång och smoltproduktion. Situationen för laxbestånden i Bottenviken är därför mycket komplex och sårbar för påverkan. Baserat på sårbarhetsstatus och anpassningsbarhet bedöms laxens miljövärde som måttligt.

Konsekvensbedömning

Sammantaget bedöms konsekvensen av undervattensljud för fisk under anläggnings- och avvecklingskedet som litet eftersom miljövärdet bedöms som måttligt och miljöeffekten som liten.

Konsekvensbedömning för driftskedet

Bedömning av miljövärde

Projektområdet utgör inget viktigt område för någon specifik fiskart. Det berörda området är en del av strömmingens habitat men har inte någon betydelse med avseende på födosök eller lek. Miljövärdet bedöms således som försumbart.

Konsekvensbedömning

Sammantaget bedöms konsekvensen av undervattensljud för fisk under driftskedet som försumbar eftersom både miljövärdet och miljöeffekten har bedömts till försumbar.

9.2.3.2 Grumling och sedimentationspålagring

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Bedömning av miljövärde

Projektområdet utgör inget lekområde för någon fiskart och ägg och larver bedöms därmed inte komma att påverkas. Strömming finns i området och lek sker i närområdet vilket innebär att larver kan finnas inom projektområdet, men sannolikt inte i någon större omfattning. Miljövärdet bedöms därmed som försumbart.

Konsekvensbedömning

Sammantaget bedöms konsekvensen av grumling och sedimentpålagring för fisk under anläggnings- och avvecklingskedet som försumbar eftersom både miljövärdet och miljöeffekten är bedöms som försumbara.

9.2.3.3 Elektromagnetiska fält

Konsekvensbedömning för driftskedet

Bedömning av miljövärde

Vid Polargrund finns sannolikt en viss förekomst av magnetosensitiva fiskarter så som lax och öring. Förekomsten av ål är mycket ovanlig i Bottenviken varför igen påverkan på arten förutses. Lax och öring kan till viss del påverkas av de magnetiska fälten om de passerar i nära anslutning till kablarna. Arterna simmar dock vanligtvis högre upp i vattenmassan när de vandrar till sina älvar. Miljövärdet bedöms därmed som

försumbart då det generellt inte finns några fiskarter vilka kan beröras i någon direkt omfattning av de magnetiska fälten.

Konsekvensbedömning

Sammantaget bedöms konsekvensen till försumbar då även miljöeffekten bedöms som försumbar.

9.2.3.4 Fysisk påverkan under havsytan

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Bedömning av miljövärde

Inom projektområdet förekommer ett visst antal mjukbottenlevande fiskarter så som rötsimpa (*Myococephalus scorpius*), hornsimpa (*Myococephalus quadricornis*), tobisfiskar (*Ammodytidae*), och sandstubb (*Pomatoschistus minutus*). Dessa arter är inte hotade eller speciellt känsliga för fysisk störning av havsbotten. Inte heller utgör området ett habitat av särskild vikt för någon av arterna. Utöver mjukbottenlevande fiskarter förekommer vandrande fiskarter i projektområdet, exempel lax och öring. Dock kommer fundamenten och annan infratstruktur inte störa vandringen och de upptar endast 2,4 % av bottenytan i projektområdet, vilket inte utgör en habitatförlust av betydelse för någon art i området. Därför bedöms miljövärdet som försumbart.

Konsekvensbedömning

Sammantaget bedöms konsekvensen av fysisk påverkan under havsytan för fisk under anläggnings- och avvecklingskedet som försumbart eftersom både miljövärdet och miljöeffekten är bedömt till försumbart.

Konsekvensbedömning för driftsskedet

Bedömning av miljövärde

Baserat på studier från havsbaserade vindkraftverk och gas- och oljeplattformar förutspås att både bottenlevande, pelagiska, och bentopelagiska fiskarter, samt plankton-, kräftdjur-, och fiskätande fiskarter, kan gynnas av de nya konstruktionerna på havsbotten och i vattenpelaren. Mjukbottenlevande fiskar som påträffats i undersökningsområdet är simpor, sandstubb, och kusttobis, och en hårbottenlevande fisk som påträffats i området är t.ex. tånglake (*Zoarces viviparus*). Andra fiskarter som påträffats i undersökningsområdet som uppehåller sig i nära anslutning till skydd är t.ex. abborre och storspigg (*Gasterosteus aculeatus*). Strömning och siklöja kan gynnas genom ökad tillgång på föda såsom plankton, kräftdjur, och fiskar av mindre storlek. Inom projektområdet är ingen av de arter som kan påverkas av reveffekter rödlistade (SLU Artdatabanken, 2020), och därmed särskilt skyddsvärda eller bedöms som särskilt förändringskänsliga för påverkansfaktorn. Därför bedöms mottagarens miljövärde som försumbart.

Konsekvensbedömning

Konsekvensen bedöms sammantaget som försumbar med hänsyn till att både miljöeffekt och miljövärde är försumbart.

9.2.3.5 Utsläpp av kylvatten och retentat

Konsekvensbedömning för driftsskedet

Sik är allmänt förekommande i Östersjön, men har ett relativt lågt temperaturoptimum och hotas därmed av ökade temperaturer (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Siklöja är allmänt förekommande i Bottenviken. Även siklöja har ett relativt lågt temperaturoptimum och hotas av ökade temperaturer (Mober, Hansson, & Lindell, 2014). Tånglake är en bottenlevande art och en ishavsrelikt (dvs att den vandrat in från ishavsområdet och sedan stängts in i Östersjön i och med landhöjningen) som anpassat sig till det varmare vattnet i Östersjön. Vanligtvis påträffas den relativt kustnära, men på sommaren när vattnet värms upp vid kusten söker den sig

till det djupare och svalare vattnet (Nilsson, 2014). Projektområdet bedöms pga. bottenförhållandena inte vara ett viktigt område för arten.

Arterna som nämns ovan är känsliga för den aktuella påverkan och bestånden har minskat. Dock är påverkansområdet begränsat till projektområdet, vilket inte är ett viktigt område för arterna. Därför bedöms mottagarens miljövärde i området som försumbar. Konsekvensen bedöms sammantaget som försumbar med hänsyn till att både miljöeffekt och miljövärde är försumbart.

9.2.3.6 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-6 sammanfattas konsekvensbedömningarna för fisk.

Tabell 9-6. Övergripande bedömning av konsekvenserna för fisk.

Påverkansfaktorer	Miljöeffekt	Miljövärde	Konsekvens
Anläggningskedet			
Undervattensbuller	Liten	Måttligt	Liten
Grumling och sedimentpålagring	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Driftskedet			
Undervattensbuller	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Elektromagnetiska fält	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Utsläpp av kylvatten och retentat	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Avvecklingskedet			
Undervattensbuller	Liten	Måttligt	Liten
Grumling och sedimentpålagring	Försumbar	Försumbart	Försumbar
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbart	Försumbar

9.3 Marina däggdjur

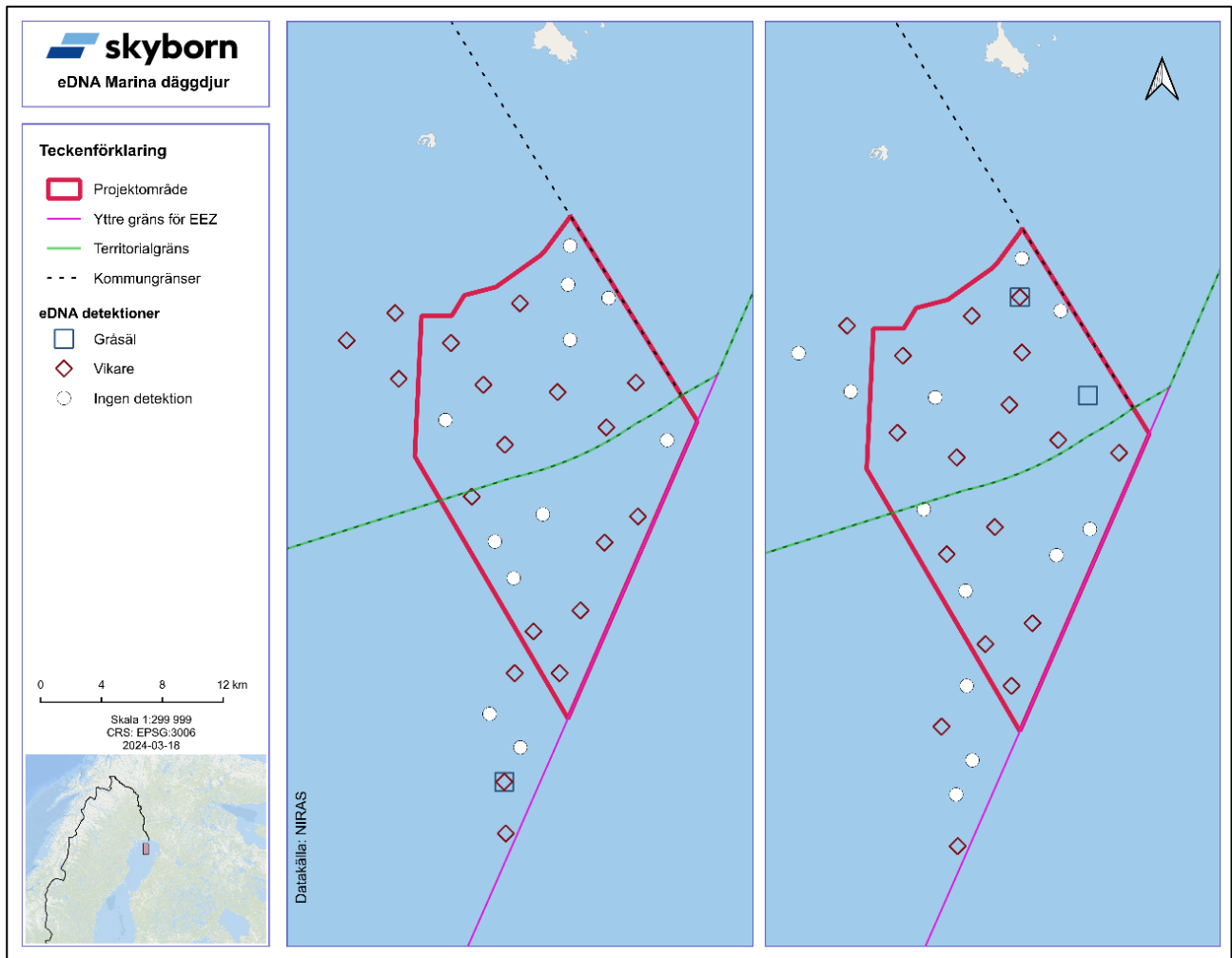
I detta avsnitt beskrivs förekomsten av marina däggdjur i det planerade vindkraftområdets närhet, vindkraftparkens påverkan på marina däggdjur samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken Polargrund. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på underlag från Niras som presenteras i bilaga D13. I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som nulägesbeskrivningarna är baserade på.

9.3.1 Nulägesbeskrivning

I Bottenviken förekommer de marina däggdjuren gråsäl och vikare. Vikare kan delas in i delpopulationer där Bottenvikens population anses vara den största i förhållande till andra delpopulationer i Östersjön. Gråsälens

förekommer i hela Östersjön, men med en högre täthet kring Ålands hav och Stockholms skärgård. Tumlare och knobbsäl är sällsynt förekommande i Bottenviken och kommer inte hanteras i följande avsnitt.

Under juni och september 2022 utfördes eDNA-provtagning inom undersökningsområdet. Totalt provtogs 30 lokaler under dessa två tillfällen, se Figur 9-7. Vikare detekterades vid 19 av 26 stationer i juni och 17 av 29 stationer i september 2022. Gråsäl detekterades vid 1 av 26 stationer i juni och 2 av 29 stationer i september 2022. eDNA-undersökningarna genomfördes liksom den metodik som presenteras under avsnitt 9.2.1. Resultatet av denna inventering tyder på att vikare förekommer i en större utsträckning inom undersökningsområdet än gråsäl. Provtagningarna har genomförts under den isfria perioden.



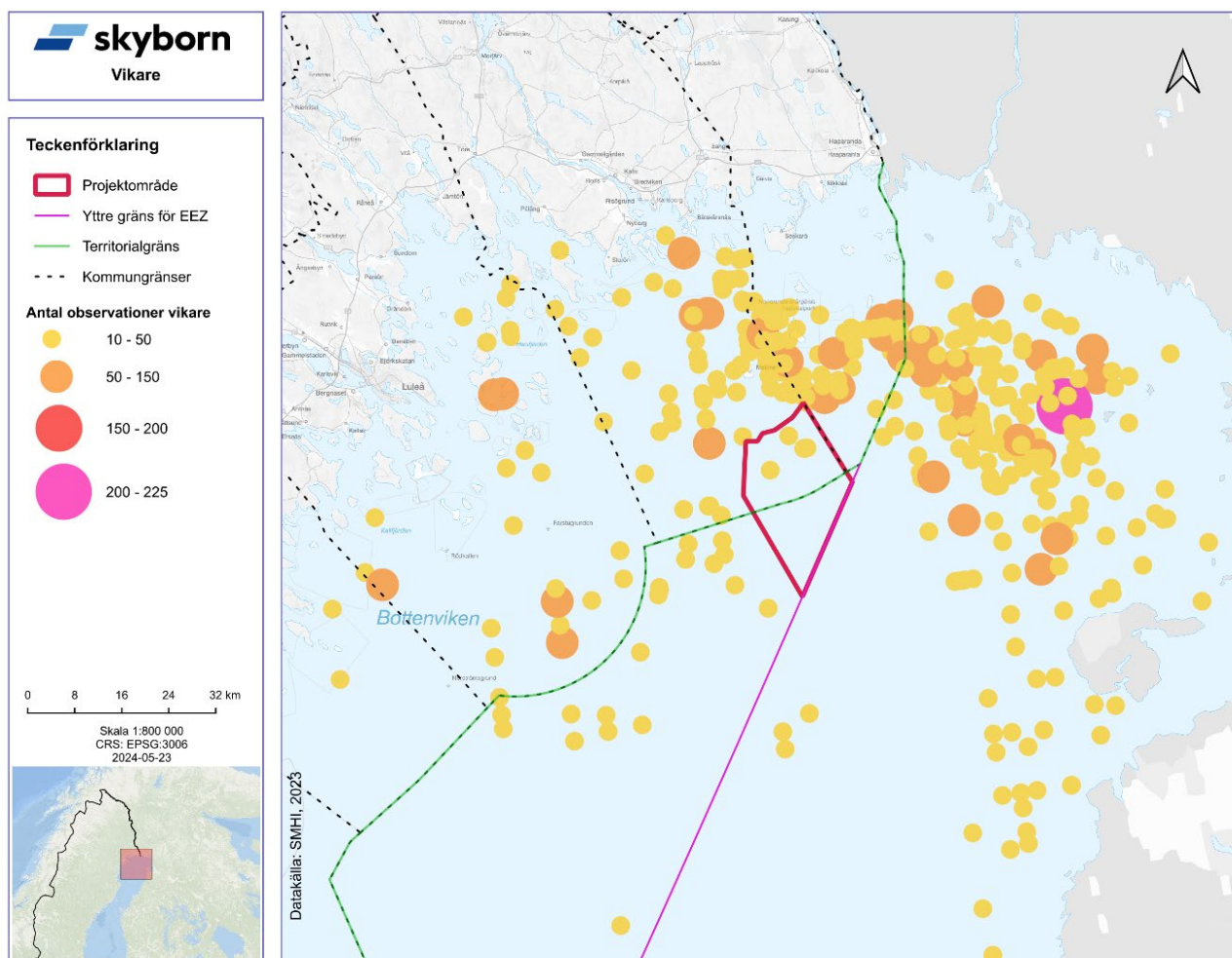
Figur 9-7 Identifikation av marina däggdjur vid eDNA-provtagning i undersökningsområdet

9.3.1.1 Vikare

Vikare är en relativt liten art med en medellängd om ca 150 cm och vikt upp till 140 kg. Populationen i Östersjön är en egen underart och är genetiskt isolerad från den arktiska populationen.

Arten är beroende av havsisar för pälsbyte och vid födsel av sina kutar (kutning) samt vid digivning. Under februari-mars föder vikaren sina kutar direkt på isen eller i isgrottor och diar sedan sina kutar i 3–8 veckor. Eftersom kutningen är beroende av istäcket varierar platsen där vikaren föder baserat på isutbredningen. Under kutningsperioden är vikaren relativt stationär och gör inga långa turer för födosök. Vikare är generellt mer känsliga för olika störningsmoment under perioden februari-maj då kutning, digivning, parning och

pälsbyte sker. Även under pälsbytet mellan april-maj befinner sig vikaren huvudsakligen på olika ligglplatser på land/is. Figur 9-8 visar observerade vikare vid ligglplatser under den årliga miljöövervakningen.



Figur 9-8 Antal observerade vikare vid ligglplatser under den nationella miljöövervakningens inventering under tidig vår. Data från 1995-2020 (SMHI, 2023).

Under sommaren, hösten och vintern spenderar vikaren mycket tid åt födosök och rör sig över stora områden, ofta långt ute till havs. Vikarens föda i Östersjön består till över 70% av storspigg men den äter även stimfisk i mellanstorlek så som strömming, abborre och olika norsfiskar. Vikaren kan även jaga lax samt bottenlevande arter som hornsimpa och skorv.

Under 1970-talet ansågs östersjöpopulationen av vikare vara sårbar och nära hotad. Populationen har därefter sedan sent 1980-tal haft en svag positiv utveckling. Östersjöpopulationen uppgår idag till ca 10 000 individer och anses vara livskraftig enligt den senaste rödlistan (SLU Artdatabanken, 2020). Vikare är även skyddade enligt EU:s art och habitatdirektiv.

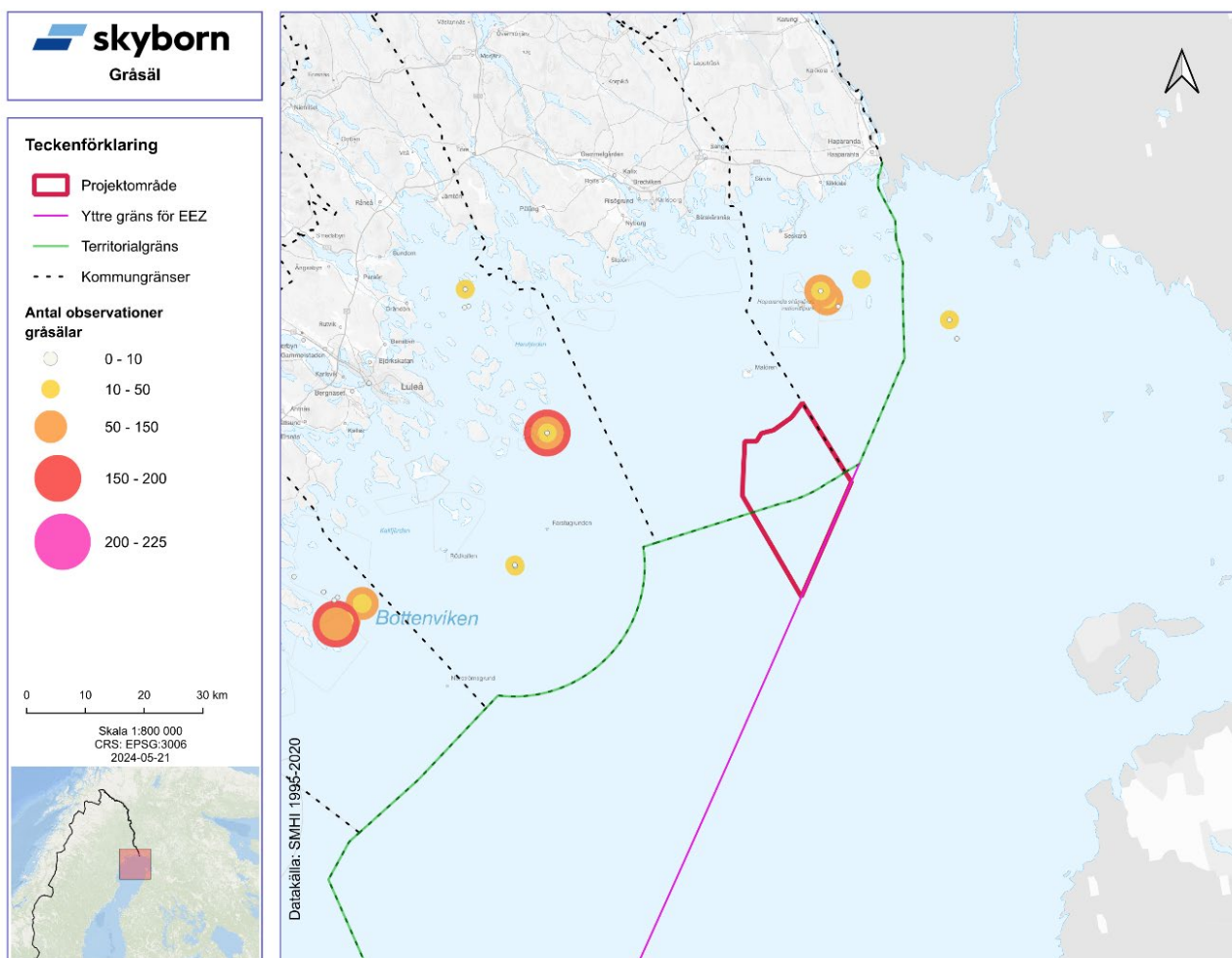
Vikare detekterades vid ett flertal provtagningsstationer inom undersökningsområdet vilket innebär att arten rör sig inom eller omkring projektområdet under sommaren, se Figur 9-8. Miljöövervakningen visar vidare att vikare kan finnas inom delar av projektområdet under vintern.

9.3.1.2 Gråsäl

Av de sälarter som finns i svenska vatten är gråsälen den största. Hanen kan bli ca 2,5 m lång, väga upp mot 300 kg och leva i upp till 30–40 år.

I genomsnitt föder honorna färre än en kut per år och under normala isförhållanden föds de flesta kutar i norra Östersjön under februari-mars direkt på drivisen. Längre söder ut i Östersjön föds vanligtvis kutarna på kobbar och skär. Efter födseln diar kutarna i ca 3 veckor. I slutet av digivningsperioden sker parningen och därefter lämnar honan ungen för att klara sig själv.

Gråsälens pälsbyte sker efter parningen under maj-juni, och de ligger då uppe på skär eller is beroende på isförhållandena. Under denna period uppskattas populationsstorleken utefter antalet individer på de olika liggplatserna, se Figur 9-9.



Figur 9-9 Antal observerade gråsäl vid liggplatser under den nationella miljöövervakningens inventering under tidig vår. Data från 1995-2020 (SMHI, 2023).

Gråsälen äter främst stim- och bottenlevande fisk så som strömming och tånglake, men även torsk, sik, simpbor och laxfiskar kan utgöra en del av födan beroende på vilket område gråsälen lever i. Den mest intensiva födosöksperioden är efter pälsbytesperioden i juni. Födosöksbeteendet är ganska jämt fördelat mellan dag och natt, och huvuddelen av födan söks i djupintervall på 10–40 m. Gråsälen återvänder ofta till samma viloplats och födosöker normalt upp till 50–100 km från dessa.

Gråsälens populationsutveckling har likt vikarens varit positiv sedan 1980-talet och populationen som helhet uppgår nu till mellan 47 600–63 500 individer. Sedan 2005 anses gråsälen i Östersjön vara livskraftig (LC) enligt SLU Artdatabanken. Arten tas upp i EU:s art- och habitatdirektiv och anses vara skyddsvärd i ett europeiskt perspektiv.

Gräsäl detekterades enbart vid ett fåtal provpunkter inom undersökningsområdet under såväl juni som september 2022. Data från miljöövervakningen visar att gråsälen framför allt förekommer närmare kusten och bedömningen är därför att arten endast förekommer sporadiskt inom eller i direkt närhet till projektområdet.

9.3.2 Effekter på marina däggdjur

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på marina däggdjur i området är undervattensbuller, luftburet buller, grumling och sedimentpålagring, fysisk påverkan under havsytan samt utsläpp av kylvatten och retentat. Effekterna som bedöms uppstå beskrivs nedan under respektive avsnitt. I Tabell 9-7 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer.

Tabell 9-7 Potentiell påverkan på marina däggdjur.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Undervattensbuller	x	x	x
Luftburet buller		x	
Grumling och sedimentpålagring	x		x
Fysisk påverkan under havsytan		x	
Utsläpp av kylvatten och retentat		x	

9.3.2.1 Undervattensbuller

Undervattensbuller kan spridas över stora avstånd i vatten och vilken påverkan det har styrs av bl.a. frekvensintervall, ljudstyrka, exponeringstid och hur nära sälarna befinner sig ljudkällan. Sälarna kan uppvisa olika typer av beteendeförändringar såsom undvikande- och flyktbeteende som följd av påverkan från ljud. I värsta fall kan undervattenljud leda till temporära- (TTS) eller permanenta hörselnedsättningar (PTS) (HELCOM, 2019). Både gräsäl och vikare tillhör familjen öronlösa sälarna och är beroende av ljud för att orientera sig, kommunicera, leta föda och detektera predatorer.

De tröskelvärden som är allmänt accepterade kommer från den danska Energistyrelsen (Energistyrelsen, 2022) och en rapport av Southall et al. (2019) som anger tröskelvärden för impulsiva ljud för säl på 170 dB re. 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (viktat värde) för TTS och 185 dB re. 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (viktat värde) för PTS.

Miljöeffekter under anläggningsskede

Undervattensbuller under anläggningsskedet bedöms utgöra den största risken för påverkan, särskilt om fundamenten anläggs genom pålning då sälarna är som mest känsliga för impulsiva ljud. Pålning är även det installationsarbete som genererar kraftigast undervattensljud. I de fall sälarna befinner sig i närheten av en plats där pålningsarbete utförs kan det leda till beteendeförändringar eller i värsta fall TTS eller PTS om inga skyddsåtgärder vidtas. Den mänskliga aktiviteten i området kommer öka under anläggningsskedet vilket kommer förändra den rådande ljudbilden. Däremot förekommer det redan regelbunden sjötrafik i området vilket

innebär att den ökade fartygsaktiviteten under anläggningskedet inte kommer bidra till att en ny typ av ljudkälla introduceras.

Olika studier har beskrivit att beteendeförändringar i form av undvikandebeteende har observerats hos sälar som befunnit sig inom en radie på 25–30 kilometer från ljudkällan vid pålning utan några ljuddämpande åtgärder (Aarts, Brasseur, & Kirkwood, 2017; Russel, o.a., 2016). Däremot saknas det i dagsläget belägg för att vindkraftparker medfört några långvariga effekter för sälar. Studier i samband med anläggnings- och driftskedet av vindkraftparkerna Horns Rev (Tougaard, o.a., 2006) och Nysted i Danmark (Edrén, o.a., 2010) påvisade en begränsad påverkan på säl under anläggning och drift. De effekter som kunde påvisas var att antalet sälar på land i närheten av vindkraftparksområdet minskade signifikant samt att de undvek ljudpåverkade områden under de dagar pålningen utfördes. Förekomsten av säl minskade bara under den period då pålningen pågick och inte under anläggningskedet i sin helhet (Russel, o.a., 2016; Edrén, o.a., 2010).

Den geografiska utbredningen av undervattensbuller från pålning kommer begränsas genom skyddsåtgärder. Skyddsåtgärderna utgörs dels av åtgärder för att sälarna ska hinna flytta sig från området (ramp-up och softstart), dels åtgärder för att begränsa ljudspridningen (DBBC och HSD eller motsvarande), se vidare i kapitel 8. Niras har genomfört modelleringar av undervattensljud under anläggningskedet, inklusive skyddsåtgärder, där påverkansavstånd för TTS beräknades som längst till 1750 meter (viktat för säl) och motsvarande påverkansavstånd för PTS beräknades till inom 200 m från ljudkällan.

Om pålning väljs som grundläggningss metod kommer undervattensbuller uppkomma under flera anläggningssäsonger. Däremot kommer den mest känsliga perioden då sälarna föder sina kutar och diar dem undvikas eftersom pålning planeras att utföras under de isfria perioderna på året. Gällande födosök innebär undervattensbullret att sälens chanser för födosök inte minskas utan enbart förflyttas till ett annat område under anläggningskedet.

Storleken på miljöeffekten bedöms sammantaget som försumbar.

Miljöeffekter under driftskedet

Under driftskedet kommer undervattensljud i varierande omfattning att genereras pga. vindkraftverkens vibrationer. Ljuden som uppstår från vindkraftverken varierar i styrka beroende på vindhastigheten, turbineffekten och antal vindkraftturbiner. Därutöver kan även underhållsarbeten och reparationsarbeten, samt fartygsbuller till följd av dessa, generera undervattensljud i olika omfattning.

Undervattensbullret varierar även över tid beroende på vindstyrkan (Pangerc, Theobald, Wang, Robinson, & Lepper, 2016). Det finns i dagsläget inga studier som tyder på att vindkraftparker i drift har en undanträngande effekt på sälar som befinner sig i vattnet. Snarare har motsatsen observerats. En studie från Nordsjön har visat att sälar aktivt söker sig till vindkraftparker för att leta föda kring vindkraftverkens fundament under driftskedet (Russell, o.a., 2014). Säl har även påträffats i de danska vindkraftparkerna Nysted och Rödsand II då parkerna varit i drift (Teilmann, Tougaard, Carstensen, Dietz, & Tougaard, 2006; McConnell, Lonergan, & Dietz, 2012).

Undervattensbullret under driftskedet är konstant men kommer att maskeras av andra omkringliggande bakgrundsljud samt att det avtar med ökat avstånd från vindkraftverken (Tougaard, Hermannsen, & Madsen, 2020). NIRAS modelleringar av undervattensbuller från vindkraftverken under drift visar att ingen PTS eller TTS hos säl uppkommer under driftskedet. Den totala ljudbilden inom området blir inte signifikant påverkat av

det undervattensbuller som alstras från servicefartyg. Miljöeffekten bedöms sammantaget bli försumbar under driften av vindkraftparken.

Miljöeffekter under avvecklingskedet

Med anledning av att avvecklingskedet ligger långt fram i tiden samt att teknikutveckling sker i en hög takt är det svårt att specificera vilka avvecklingsmetoder som kommer användas vid tidpunkten för avvecklingen. Undervattensbullret kommer dock att vara lägre än under anläggningskedet, då ingen pålning kommer att ske under avvecklingen. För att ta höjd för osäkerheter i avvecklingsmetodik klassas miljöeffekten dock ändå som densamma som för anläggningskedet, dvs som försumbar.

9.3.2.2 Luftburet buller

Miljöeffekter under driftskedet

Vindkraftverken genererar ett aerodynamiskt ljud i luften när bladen roterar. Generellt har detta ljud relativt måttliga ljudnivåer och ett brett frekvensspann. Ljudet reflekteras bort vid vattenytan eftersom vatten och luft har olika densitet och ljudet kommer därför inte att överföras ner i vattenkolumnen (Richardson, Greene, Malme, & Thompson, 1995). Ytterligare luftburet ljud som uppstår under driftskedet kommer från fartyg, svävare och helikoptrar som utför underhållsarbete eller transporterar utrustning eller människor.

Havsisen är vikarnas viktigaste habitat och vindkraftparken planeras att anläggas i ett område som under flera månader om året kan vara täckt av is. Luftburet buller under driftskedet kan därför ge upphov till en större påverkan på vikare under perioden med is än under den isfria perioden av året. Studier som visar påverkan från vindkraft på sälar som lever större delen av sina liv på is saknas men det finns några studier som visar förekomsten av säl på land i närheten av vindkraftparker. Resultatet från en av dessa studier visar att antalet sälar i det sälreservat som låg ca fyra km från vindkraftparken minskade under anläggningskedet, för att sedan öka stadigt under driftskedet. Att effekten av vindkraftparken var försumbar i sälreservatet tyckte författarna kunde visas med att det redan under första året föddes kutar inom sälreservat, vilket skulle kunna tyda på att sälarna upplevde det som en trygg plats (Edrén, o.a., 2010).

Effekter som skulle kunna uppstå hos sälarna under driftskedet till följd av luftburet buller är beteendeförändring, i detta fall att de undviker vissa platser, men detta uppstår troligtvis bara på individnivå. Även en viss habitatexkludering skulle kunna uppstå under perioden då det finns is och sälarna föder och diar sina kutar. Eftersom vindkraftparken förväntas ha en livslängd på upp till 50 år kan det även tänkas att det skulle kunna leda till en viss tillvänjning över tid för de individer som regelbundet kommer befinna sig i området. Ljudet som skapas ovan havsytan från vindkraftverken är även lägre än från andra befintliga ljudkällor som t.ex. flyg. Sammantaget medför detta resonemang att miljöeffekten på säl blir liten.

9.3.2.3 Grumling och sedimentpålagring

Miljöeffekter under anläggningskedet

Sälar använder både synen och morrhåren för lokalisering under födosök och rör sig regelbundet i både kustnära och utsjöområden där grumling förekommer naturligt. De kan lokalisera byten på upp till 180 m avstånd även vid dålig sikt eller mörker tack vara morrhåren som kan känna av rörelser i vattnet skapade av bytesdjur (Zheng, Kamat, Cao, & Kottapalli, 2021).

De moment som bedöms kunna ge upphov till mest grumling och sedimentation är schaktning för fundament och plöjning vid installation av ledningar. Modelleringar har genomförts av Niras för olika layouter i undersökningsområdet för att studera omfattningen av den grumling och sedimentpålagring som kan ske under anläggningskedet. Resultatet visar att både grumling och sedimentpålagring i huvudsak uppkommer

lokalt närmast fundamenten och ledningsarbetena. Höga halter av grumling, över 100 mg/l, kommer enligt beräkningarna endast att uppkomma lokalt kring anläggningsarbetena och nära havsbotten, i sammantaget upp till ett dygn. Detta medför att effekten av grumling och sedimentpålagring bedöms som försumbar.

Miljöeffekter under avvecklingskedet

Eftersom avvecklingskedet ligger långt fram i tiden samt att teknikutveckling sker i en hög takt går det inte att specificera vilka avvecklingsmetoder som kommer användas vid tidpunkten för avvecklingen. Grumlingen och sedimentpålagringen kommer dock inte att vara större än under anläggningskedet, snarare mindre, då sannolikt ingen plöjning kommer att ske under avvecklingen. För att ta höjd för osäkerheter i avvecklingsmetod klassas miljöeffekten som densamma som för anläggningskedet. Miljöeffekten från grumling och sedimentpålagring bedöms därmed som försumbar under avvecklingskedet.

9.3.2.4 Fysisk påverkan under havsytan

Miljöeffekter under driftskedet

Det finns studier som visar att fisk ansamlas inom vindkraftparker under driftskedet, vilket troligtvis kan förklaras av att fundament och erosionsskydd erbjuder ökad tillgång till skydd och föda, dvs att det uppkommer en viss reveffekt, se vidare i avsnitt 9.2.2.4 om fisk. Sälar kan till följd av detta lockas till området för födosök. Detta har bl.a. observerats i Nordsjön (Russell, o.a., 2014), under driftskedet i vindkraftparken Lillgrund i Öresund (Dietz, o.a., 2015) samt i Nysted och Rødsand II i sydvästra Östersjön utanför Danmark (McConnell, Lonergan, & Dietz, 2012). Att en eventuell reveffekt skulle uppstå i vindkraftparken bedöms inte missgynna sälarna på platsen. Tvärtom skulle den potentiellt ökade tillgången på föda för sälarna ha en positiv effekt, men enbart på individnivå. Miljöeffektens storlek bedöms därför som försumbar.

9.3.2.5 Utsläpp av kylvatten och retentat

Miljöeffekter under driftskedet

Under driftskedet kommer kylvatten från vätgassystem och/eller andra plattformar att släppas tillbaka ut i vattenmassan. Vattnet som släpps ut från vattenkylningssystemet består av uppvärmt havsvatten med en uppskattad temperatur på ca 15 °C. När havsvatten används som råvara till vätgasproduktion uppkommer även ett retentat, dvs det vatten som blir över när havsvattnet avsaltas för att kunna användas för produktion av vätgas. Retentatet har en högre salthalt (salinitet) än det omgivande havsvattnet (bilaga D9).

Halterna i utsläppsvattnet ligger inom de normala variationerna i Bottenviken. Salthalten och temperaturen i Bottenviken varierar under året naturligt som följd av tillförseln av sötvatten från älvarna samt omblandning i vattenmassan vilket gör att ekosystemet och de marina däggdjuren i området är anpassade till detta. Bedömningen för miljöeffektens storlek blir därför försumbar.

9.3.3 Konsekvensbedömning

9.3.3.1 Undervattensbuller

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Anläggning av vindkraftparken kommer huvudsakligen ske under den isfria perioden av året och undervattensljud från anläggningsarbeten bedöms därmed inte störa vikare nämnvärt under deras mest känsliga period, dvs då kutning och digvning sker på havsisen.

Projektområdet ligger långt från närmsta kända liggplats för gråsäl och anläggningsarbeten kommer som sagt huvudsakligen ske under den isfria perioden. Därmed kommer undervattensbuller inte påverka gråsälens känsligaste perioder i någon större utsträckning eftersom de under denna period spenderar den mesta tiden på land dit undervattensbuller inte når.

De sälur som potentiellt kan påverkas under anläggningsskedet är de som rör sig i området på jakt efter föda. Enligt fältundersökningar och utredningar förekommer både vikare och gråsäl inom området under den isfria perioden.

Vid pålningsarbeten kommer skyddsåtgärder att vidtas för att mota bort säl från området (ramp-up och soft start). Detta medför att sälarnas möjligheter till födosök inte minskas utan enbart förflyttas till ett annat område under en begränsad tid. Mottagarens miljövärde i anslutning till projektområdet bedöms därmed som försumbar. Sammantaget bedöms konsekvensen av undervattensljud för säl under anläggnings- och avvecklingsskedet som försumbar eftersom både miljövärdet och miljöeffekten bedöms vara försumbart.

Konsekvensbedömning för driftskedet

Under perioder med is i området kommer påverkan från undervattensbuller vara i stort sett obefintlig eftersom de flesta sälur kommer spendera den mesta av sin tid på isen. Under den isfria perioden kommer säl att regelbundet röra sig inom projektområdet för bl.a. födosök. Det finns dock inget som tyder på att området är extra viktigt som födosöksområde för säl och inte heller att ett stort antal individer spenderar mycket tid här. Miljövärdet bedöms bli försumbart under driftskedet. Med hänsyn till att även miljöeffekten bedöms bli försumbar blir konsekvensen av undervattensljud för säl under driftskedet försumbar.

9.3.3.2 Luftburet buller

Konsekvensbedömning för driftskedet

Vikare förväntas ha en större känslighet mot luftburet buller inom projektområdet jämfört med gråsäl eftersom de använder isen under vintern medan gråsälarna håller sig närmare land. Det finns flera dokumenterade liggplatser för vikare inom projektområdet där kutning sker, men dessa platser finns även utspridda över i stort sett hela Bottenviken. Eftersom liggplatserna varierar naturligt från år till år bedöms inte projektområdet ha någon speciell betydelse när det kommer till kutningsperioden för vikare i Bottenviken. Generellt är sälur toleranta mot störningar om de inte utgör ett direkt hot (Edrén, o.a., 2010) men det kan behövas en tillvänjningsperiod innan sälarna använder området i samma omfattning som tidigare.

Den habitatexkludering som eventuellt kan ske initialt förväntas endast ske på individnivå och inte ge någon betydande påverkan på populationsnivå. Utifrån detta resonemang bedöms miljövärdet bli liten. Till följd av att både miljöeffektens storlek och mottagarens miljövärde bedöms som liten blir den sammantagna konsekvensbedömningen liten för luftburet buller.

9.3.3.3 Grumling och sedimentpålning

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingsskedet

Både vikare och gråsäl utnyttjar sannolikt projektområdet för födosök, men eftersom påverkansområdet för grumling bedöms bli mycket lokal (närmast fundamenten) under anläggningsskedet är det bara en liten del av sälarnas livsmiljöer som kommer att beröras. Säl anses generellt inte vara känsliga för grumling. Mottagarens miljövärde bedöms därför som försumbart.

Både miljöeffektens storlek och mottagarens miljövärde bedöms som försumbar och den sammantagna konsekvensbedömningen för grumling och sedimentpålagring för säl är därmed försumbar.

9.3.3.4 Fysisk påverkan under havsytan

Konsekvensbedömning för driftskedet

Den geografiska utbredningen av fysisk påverkan under havsytan bedöms vara lokal och bara påverka en liten del av sälarnas livsmiljöer. Mottagarens miljövärde bedöms därmed som försumbar. Till följd av att både

miljöeffektens storlek och mottagarens miljövärde bedöms som försumbar blir den sammantagna konsekvensbedömningen försumbar för fysisk påverkan under havsytan.

9.3.3.5 Utsläpp av kylvatten och retentat

Konsekvensbedömning för driftskedet

Både gråsäl och vikare är vana att vistas i områden med naturliga fluktuationer i både salthalt och temperatur och är inte känsliga för små förändringar. Det skulle dock kunna ske en indirekt påverkan om någon av deras bytesdjur skulle påverkas negativt. Detta anses dock inte ske eftersom förändringarna i salthalt och temperatur är så pass små och lokala, se vidare i 9.2.2.5 om fisk. Mottagarens miljövärde bedöms som försumbar.

Både miljöeffektens storlek och mottagarens miljövärde bedöms som försumbar och den sammantagna konsekvensbedömningen för utsläpp av kylvatten och retentat för säl blir därmed försumbar.

9.3.3.6 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdets storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-8 sammanfattas konsekvensbedömningarna för marina däggdjur.

Tabell 9-8 Övergripande bedömning av konsekvenserna för marina däggdjur.

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövärdets storlek	Konsekvens
Anläggningskedet			
Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Grumling och sedimentpålning	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Driftskedet			
Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Luftburet buller	Liten	Liten	Liten
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Utsläpp av kylvatten och retentat	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Avvecklingskedet			
Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Grumling och sedimentpålning	Försumbar	Försumbar	Försumbar

9.4 Fåglar

I följande avsnitt redovisas fågellivet i det planerade vindkraftområdet och i norra Bottenviken, vindkraftparkers påverkan, effekter på fåglar samt vilken konsekvens för fågellivet som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken Polargrund. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på utförda undersökningar och inventeringar av fågellivet i Bottenviken som sammanställts av WSP, se Bilaga D14. I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som bedömningarna är baserade på.

9.4.1 Nulägesbeskrivning

Undersökning av vilka fåglar som förekommer i området för den planerade vindkraftparken har genomförts genom skrivbordsstudier och genom omfattande fältinventeringar under två säsonger. Information har även bl.a. inhämtats från Artportalen, Norrbottens Ornitologiska Förening, Haparanda Sandskärs fågelstation samt en lokal ornitolog med god lokalkännedom som regelbundet besöker Malören. Fältinventeringar med båt har genomförts i området vid sex tillfällen, tre tillfällen under år 2022 och tre under 2023. Vidare har sträckstudier genomförts från Malören under höstmigration år 2022 och 2023 samt från Haparanda Sandskär år 2023. Vårmigrationen har undersökts från Malören under 2023. Totalt omfattar genomförda inventeringar, från båt och närliggande öar, 65 dagar under vår, sommar och höst under både år 2022 och 2023. En mer detaljerad sammanställning av genomförda undersökningar och resultaten från dessa finns i Bilaga D14. Inventeringarna har genomförts av WSP, Ottvall Consulting och Vox Natura. Genom undersökningarna och inventeringarna har en god uppfattning om fågelförekomsten i området erhållits, kunskap som tidigare inte varit känd till följd av att området är beläget långt ut till havs.

Migration

Vårmigrationen sker tämligen koncentrerat, under en kort tidsperiod. Isen täcker Bottenviken in i maj månad, för att sedan släppa tämligen snabbt. Innan dess bedöms migrationen vara försumbar och än mer spridd över det istäckta havet. För fågelarter som ska längre norrut för att häcka finns ingen anledning att anlända innan snön och isen är borta på deras häckningsområden, varför migrationen ofta sker koncentrerat under en kort tid i maj och början av juni.

Genomförda inventeringar av vårmigrationen har resulterat i låga antal migrerande fåglar. Under inventeringar med båt och radar, vår-försommar 2022, observerades under 11 dagar totalt 271 migrerande fågelindivider, vilket gav ett snitt på endast 24,6 migrerande fåglar per observationsdag. Under den landbaserade inventeringen från Malören våren 2023 var antalet migrerande fågel ännu lägre, då 34 h bevakning under fem dagar endast gav totalt 70 sträckande fågelindivider, ett snitt på låga 2 migrerande fågelindivider per timme alternativt 14 migrerande fåglar per observationsdag. Totalt kunde 341 fåglar bokföras under sammanlagt 16 dagars inventering fördelade på våarna 2022 och 2023, vilket ger ett lågt snitt på endast 21 migrerande fågelindivider per dag.

En viss reservation i materialet finns då det inte är genomförbart att utföra inventeringar i det aktuella områden innan isen har släppt och det är möjligt att ta sig ut. Det kan tänkas ske ett uppbrott med fågel som legat och väntat på att isen ska släppa just i samband med islossningen och att det då förekommer mer migrerande fågel under ett kort tidsspann.

Höstmigrationen är i förhållande till vårmigrationen betydligt mer utspridd. Migrationen inleds redan under sommaren och fortsätter långt in på hösten. En tydlig nedgång i sträcket sker redan under oktober månad.

Bevakning av höstmigrationen har gjorts under en lång tidperiod under hösten 2022, både med båt och landbaserad bevakning från Malören och Haparanda Sandskär. Totalt inventerades sträcket under sammanlagt 40 dagar, från den 2 augusti till den 20 oktober. Båtinventeringen med både radar och observatör resulterade i totalt 2 934 registrerade dagmigrerande fågelindivider under totalt 17 dagar (exklusivt de 253 individer som noterades nattetid med radar). De landbaserade inventeringarna vid Malören i september 2022 resulterade i 174 fåglar under fyra dagar i september och 256 fåglar under fyra dagar i oktober, då enstaka tättingar och kringflygande måsfåglar har exkluderats. Den landbaserade inventeringen från Haparanda Sandskär hösten 2022 resulterade i 5 115 migrerande fåglar under 14 dagars bevakning.

Sammantaget ger bevakningen under hösten 2022 totalt 8 479 noterade dagmigrerande fåglar under totalt 40 dagars bevakning från båt, samt landbaserad bevakning från Malören och Haparanda Sandskär, ett snitt på 212 migrerande fågelindivider per dag där merparten bokförts vid den mest kustnära bevakningen från Haparanda Sandskär.

Under hösten 2023 kompletterades inventeringarna med bevakning från Malören 26-30 september 2023, då totalt 822 fåglar kunde bokföras varav 750 av dessa avsåg fem stora grupper med tranor. Förutom dessa tranor noterades således endast 72 fågelindivider under fyra dagars bevakning (en dag uteblev pga. dimma), ett snitt på 18 fåglar per dag.

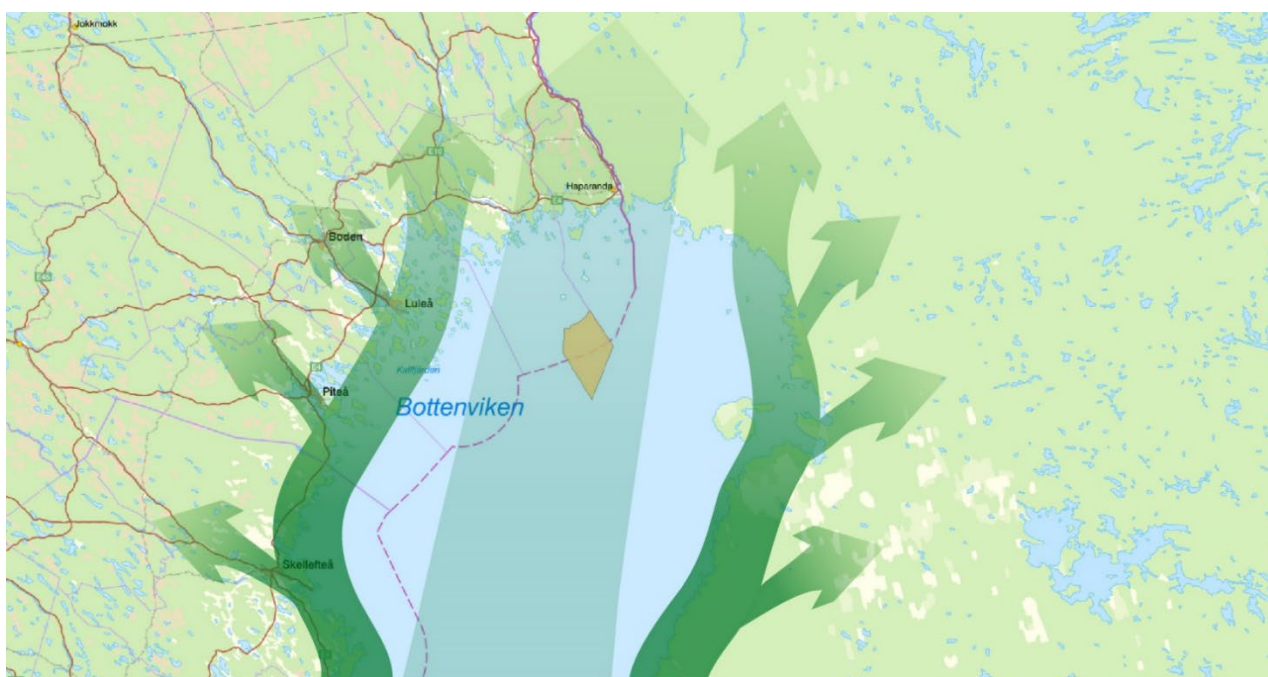
Adderas dessutom de ljudupptagningar som gjordes av nattsträckande fågel hösten 2022, så blir fortfarande antalet migrerande fåglar lågt. Totalt registrerades ljudupptagningar av 253 individer, vilka gjordes under nio nätter samt två tidiga morgnar mellan augusti och oktober.

Efter de perioder med bevakning av höststräcket som genomförts kan det konstateras att det är låga antal fåglar som sträcker över havet i mitten av Bottenviken. Under flera dagar kunde det gå flera timmar utan några noterade sträckande fåglar överhuvudtaget, trots kontinuerlig bevakning. Antalet fåglar var betydligt högre vid den mer kustnära lokalen Haparanda Sandskär jämfört med Malören längre ut till havs.

Under inventeringarna med båt inom utredningsområdet och från Malören hösten 2022 och 2023 noterades inte en enda segelflygande rovfågel. De rovfåglar som noterades var uteslutande aktivt flygande arter, som blå kärrhök, duvhök, sparvhök, stenfalk och tornfalk. Vid Haparanda Sandskär noterades däremot migrerande fjällvråk, ormvråk och kungsörn, men sådana arter flyger endast i undantagsfall över öppet hav om andra alternativ föreligger.

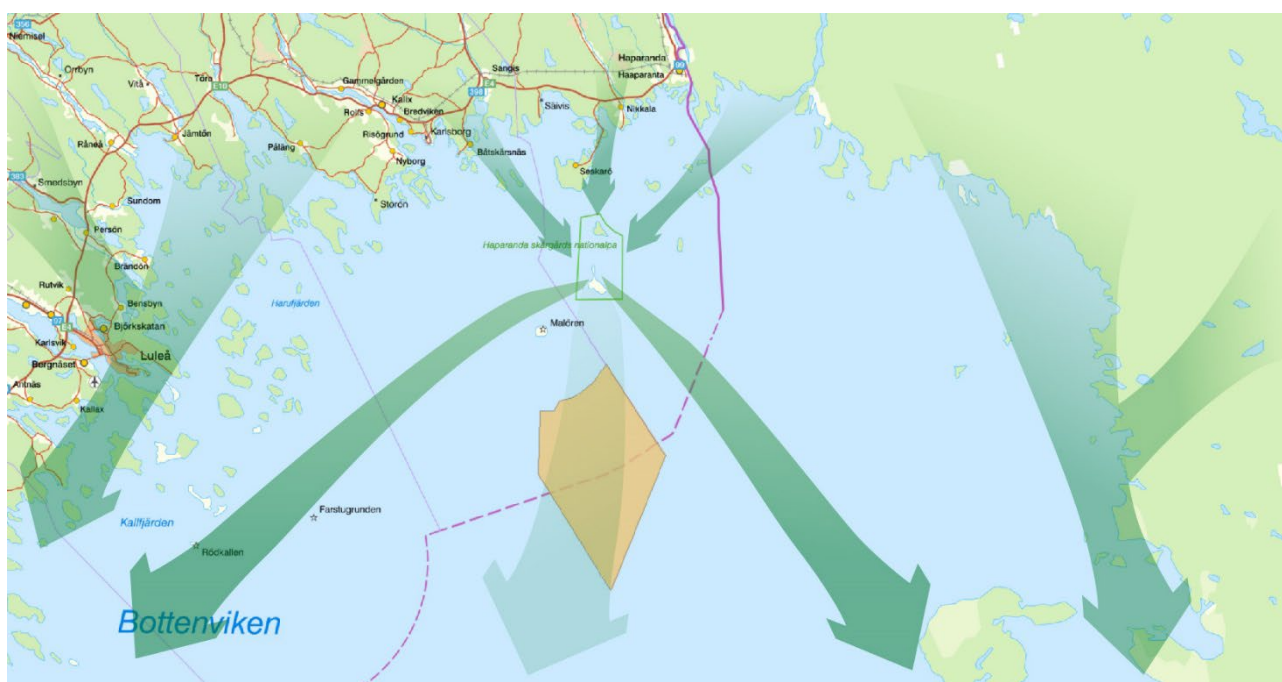
Migrationens ledlinjer

Under vårinventeringen kunde konstateras att migrationen var låg sett till antalet fågelindivider och att sträcket var utspritt, varför några tydliga ledlinjer inte kunde skönjas. Det är rimligt att anta att merparten av fåglarna passerar mer kustnära längs antingen den svenska eller den finska kusten, då utom synhåll från Malören eller från båten inom undersökningsområdet där bevakning har genomförts. I Figur 9-10 illustreras vårmigrationen.



Figur 9-10 Migrationsstråk för vårflytten

Merparten av noteringarna från de genomförda inventeringarna under hösten gjordes på den mest kustnära lokalen Haparanda Sandskär (5 115 fåglar på 14 dagar ger ett snitt på 365 fåglar/dag), medan betydligt lägre antal registrerades från båten inom undersökningsområdet (172 fåglar/dag) och från Malören (96 fåglar/dag, inklusive de stora flockarna med trana en dag). Resultatet indikerar tydligt att det går ut betydligt högre antal fågel från Haparanda Sandskär än vad som sedan ses i anslutning till Polargrund mitt ute i Bottenviken. De fåglar som ankommer Bottenviken norr-, öster- eller västerifrån följer således huvudsakligen kustlinjen söderut, i stället för att välja den rakare men mer riskfyllda vägen rakt över Bottenvikens öppna hav. Merparten av de migrerande fåglarna passerar därför inte ute i de centrala delarna av Bottenviken, där undersökningsområdet för Polargrund är lokaliserat. I Figur 9-11 illustreras höstmigrationen.



Figur 9-11. Migrationsstråk för höstflytten

Från inventeringarna på Malören kunde noteras att en liten andel landlevande fåglar som t.ex. aktivt flygande rovfåglar och tättingar ankommer i rak riktning från Haparanda Sandskär. De har sannolikt ankommit Bottenvikskusten norrifrån och fortsatt söderut ut mot den kustnära skärgårdens yttersta ö Haparanda Sandskär. Därifrån styr de vidare med kurs mot nästa ö, vilken är Malören. Inventeringarna på Malören visade att majoriteten av fåglarna som passerar ön sedan flyger vidare därifrån i en syd- till sydvästlig kurs längs Malörens västra sida, in mot den svenska fastlandskusten som går att se från Malören. I sammanställningen från sträckbevakningarna på Haparanda Sandskär hösten 2022 har även fåglarnas kurs från ön redovisats och för en mycket stor andel är kursen antingen sydvästlig längs den svenska kusten eller sydostlig mot den finska kusten. Att fåglarna så tydligt väljer att följa kustlinjen söderut förklarar således det betydligt högre antalet registrerade fåglar på Haparanda Sandskär.

Detta gäller framförallt alla landlevande fåglar, som t.ex. tättingar och rovfåglar. För den senare gruppen har bevakningarna både på Malören och från båt i utredningsområdet enbart bokfört aktivt flygande rovfåglar som sparvhök, stenfalk, tornfalk samt blå kärrhök. Men även dessa arter följer i huvudsak den kustnära rutt som

redogjorts för ovan. För segelflygande rovfåglar som t.ex. fjällvråk och ormvråk har inga fåglar noterats trots totalt 30 dagars bevakning från båt eller från Malören höstarna 2022 och 2023.

Även flertalet sjöfåglar tycks hålla samma kustnära kurs, de kommer i riktning från Haparanda Sandskär och passerar mycket nära Malörens östra eller västra sida. Endast ett fåtal sjöfågelarter som t.ex. lommar, alkor (tordmule och tobisgrissla), svärtor, sjöorrar och måsfåglar sågs passerar långt ut till havs öster om Malören. Men det rör då ett generellt lågt antal fåglar.

En observation som avviker från den allmänna bilden med låga antal migrerande fåglar, gäller de ca 750 migrerande tranor som sågs under en dag i september 2023, fördelade på fem stora grupper som flög söderut längs en rutt minst 10 km öster om Malören. Det är det enda tillfälle några större antal fåglar kunnat noteras på havet en bra bit öster om Malören. Dessa fåglar bedömts ha lyft från någon gemensam rastplats, för att flytta söderut då vädret var gynnsamt. Var dessa fåglar kommer ifrån är oklart, då det inte föreligger några så höga antal rapporterade tranor i Artportalen under hösten 2023, för områden norr om Polargrund. Däremot finns rapporter om upp till 1 500 rastande tranor vid Västra Yli-Kukkola i Tornedalen norr om Haparanda hösten 2020, så det området kan vara en potentiell uppsamlingsplats de startat ifrån. Då fåglarna passerade minst 10 km öster om Malören är det rimligt att anta att fåglarna höll en något sydostlig kurs och styrde mot den finska fastlandskusten. De hade i sådant fall hamnat i den östra delen av området för Polargrund, alternativt öster om vindkraftparken om deras mål var att nå kusten så snart som möjligt. Trots totalt 44 dagars bevakning under höstarna 2022 och 2023, har det i övrigt endast noterats två tranor vid ett tillfälle från båten i utredningsområdet. Det bedöms därför som sannolikt att de normalt håller en mer östlig kurs nära den finska fastlandskusten och därför inte syns från de platser bevakning utfördes ifrån. En mer östlig rutt gör att fåglarna passerar utanför Polargrund.

Utifrån genomförda sträckstudier kan sammanfattningsvis konstateras att det havsgående sträcket av fåglar i de centrala delarna av Bottenviken är lågt, både under vår och höst. Detta gäller framför allt för sjöfågel och rovfågel, medan det åtminstone vid vissa väderlägen kan vara ett mer omfattande sträck av tättingar. Detta var uppenbart vid några inventeringstillfällen på hösten från båten, där dagar med högre antal migrerande småfåglar kunde relateras till nordvindar. Det var oavsett det aldrig frågan om några betydande antal migrerande fågel, då samtliga genomförda inventeringar under fåglar sträcktid resulterade i låga antal migrerande fågelindivider. Inventering under våarna 2022 och 2023 resulterade endast i totalt 341 migrerande fåglar under 16 dagars bevakning (21 fåglar/dag), samt totalt 9 301 noterade fåglar under 44 dagars bevakning under höstarna 2022 och 2023 (207 fåglar/dag).

Födosökande fåglar

Inventeringar har genomförts under sommaren, för att utreda förekomst av födosökande fågel i området. Syftet med denna inventering var att utreda eventuell påverkan på häckande fåglar eller om det förekom födosökande fågel i området som skulle kunna trängas undan och på så sätt medföra en påverkan.

Under samtliga genomförda sommarinventeringar har låga antal fågel observerats vilket ger en låg täthet inom området för Polargrund. Den dag flest fågel observerades sommaren 2022 bokfördes totalt 70 fåglar inom utredningsområdet för Polargrund. Då utredningsområdet är ca 440 km² stort, ger 70 observerade fåglar en täthet av endast ca 0,2 fåglar/km². Den högsta dagsiffran 2023 var 24 fåglar, vilket ger en ännu lägre täthet av ca 0,05 fåglar/km².

När det gäller måsar och tärnor har antalet fåglar och observationernas platser varierat mellan inventeringstillfällena, fåglarna har inte varit koncentrerade till samma områden även om en viss nordlig

förskjutning noterades under 2023. Fåglarna förekommer i små numerärer och har mest setts flyga omkring eller födosöka och då ofta i mindre grupper. Det är rimligt att anta att dessa fåglar följer fiskstim i området och därför kan uppträda lite varstans där sådana förekommer.

I juni 2022 noterades under tre dagars inventering sammanlagt 19 fiskmåsar, 9 gråtrutar, 11 silltrutar, 1 obestämd trut, 3 obestämda måsfåglar, 4 silvertärnor, 9 obestämda fisk-/silvertärnor och 4 skrântärnor (med viss risk för dubbelräkningar av samma fåglar olika dagar). Under två dagars inventering 2023 noterades ännu lägre antal, med sammanlagt 5 fiskmåsar, 1 gråtrut, 2 silltrutar, 6 silvertärnor samt 13 obestämda fisk-/silvertärnor.

En viss förskjutning av observationerna till den norra delen av utredningsområdet har kunnat skönjas, men inte någon signifikant skillnad. Närheten till de närmast belägna öarna Malören och Haparanda Sandskär bedöms spela en roll för den nordliga fyndbilden, då det är sannolikt är därifrån t.ex. måsar och tärnor kommer.

En sammantagen bedömning ger att utredningsområdet hyser lite fågel och låga tätheter av rastande eller födosökande fågel under sommaren. Det finns inget som tyder på att utredningsområdet är ett viktigt födosöksområde under sommaren eller annan tid under året för någon fågelart.

Vid samtliga tillfällen inventering har skett från Malören både vår och höst, har i stället ett annat område, öster om Malören, bedömts utgöra ett viktigt födosöksområde. Under inventeringen i maj 2022 noterades hur häckande måsfåglar och tärnor på Malören (dvärgmå, fiskmå, gråtrut, kustlabb och silvertärna) kontinuerligt flög från ön och ut mot ett område mellan Malören och Haparanda Sandskär, för att sedan återkomma någon timme senare. Även vid sträckbevakningen höstarna 2022 och 2023 har det noterats hur fågel ständigt uppehåller sig i vattnet runt detta område. Området är ett grund benämmt Kjukan, där stenar ibland sticker upp över vattenytan. Grundet Kjukan är uppenbart ett viktigt födosöksområde för fågel. Några motsvarande rörelser av fågel eller ansamling av födosökande fågel inom området för Polargrund har inte konstaterats vid något tillfälle.

9.4.2 Effekter på fåglar

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på fåglar är fysisk påverkan ovan havsytan samt visuell påverkan och hinderbelysning. Effekterna beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-9 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer.

Tabell 9-9 Potentiell påverkan på fågel.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan	x	x	x
Visuell påverkan och hinderbelysning		x	

9.4.2.1 Fysiska påverkan ovan havsytan

Miljöeffekter under anläggnings-, drift och avvecklingskede

Påverkansfaktorn "Fysisk påverkan ovan havsytan" kan huvudsakligen ge följande effekter på fågel:

1. Kollision
2. Undanträngning/habitatsförlust
3. Barriäreffekt
4. Attraktion

Kollision

Kollision innebär att fåglar kolliderar med verk eller rotorblad och därför förolyckas eller skadas.

Kollisionsrisken för fåglar är i hög grad relaterat till de aktuella arternas undvikandebeteende. T.ex. visar smålom ett tydligt undvikandebeteende för vindkraftparker. Även fåglarnas normala flyghöjd påverkar risken för kollision. För t.ex. alkor, som normalt flyger på en låg höjd över vattenytan, är risken för kollision med verkens rotorblad vars avstånd är 20–30 m över havsytan mycket liten.

För rovfåglar och andra större segelflygande fåglar som t ex. tranor utgör risk för kollision den enda relevanta påverkan från havsbaserade vindkraftparker. Risken för att dessa arter ska förolyckas är avhängt parkens lokalisering, dvs. om den ligger längs deras migrationsrutt, och fåglarnas beteende då de närmar sig anläggningen. Det finns studier från USA av flyttande rovfåglar i anslutning till vindkraftparker på land där det har konstaterats ett storskaligt undvikande av vindkraftparker (Rydell J., 2017)

Migrerande rovfåglar kan klassificeras i två grupper. Den första gruppen utgörs av sådana segelflygande rovfåglar som utnyttjar varma uppvindar över land (s.k. termik) och sedan väljer den kortaste sträckan över havet för sin passage. Det innebär också att det för dessa arter kan föreligga en kollisionsrisk om en vindkraftpark anläggs inom en sådan kortare havspassage, då de är ovilliga att flyga över hav och därför ogärna avbryter sin rutt för att flyga en längre sträcka runt vindkraftparken. Till denna grupp hör t.ex. vråkar och örnar.

Den andra gruppen är aktivt flygande rovfåglar, som inte i samma utsträckning skyr havspassager utan i stället kan välja en mer rak kurs mot sin destination, oavsett om flygsträckan över havet blir längre. Till denna grupp hör bl.a. falkar och kärrhökar. Dessa arter bedöms mer sannolika som migrerande i anslutning till Polargrund och från inventeringarna har både blå kärrhök, stenfalk, lärkfalk och tornfalk noterats. Samtidigt bedöms kollisionsrisken vara mindre än för de segelflygande rovfågarna. Detta då de inte alls i samma utsträckning väljer den kortaste flygvägen då de inte på samma sätt skyr att flyga över hav, utan kan därför i stället vara mer benägna att flyga runt en park. Från tyska bukten finns GPS-data från en blå kärrhök som tydligt visade ett sådant undvikandebeteende när den mötte en havsbaserad vindkraftpark, genom att ändra sin rutt och flyga runt parken (Aarhus Universitet, muntligen). Även om det endast rör data från en fågel, så är det dokumenterade beteendet intressant.

Även tranor flyttar gärna över land för att utnyttja termiken, eftersom det är mycket energisparande. Samtidigt är de starka flygare och därför inte helt beroende av termik och kan flytta långa sträckor med aktiv flykt i stort sett helt utan glidflyktsmoment. Över havet väljer de oftast närmsta vägen till sin slutdestination och skyr inte nämnvärt längre vattenkorsningar. Vid landbaserade vindkraftverk är kollisionsrisken för tranor ytterst liten, vilket påvisats vid Klim-parken på Jylland (Drachmann, 2020). Tranor är starka flygare och bedöms i hög utsträckning kunna undvika att flyga i närheten av vindkraftverken.

Små fåglar (tättingar) flyger ofta mycket spritt och migrerar över havspassager på en bred front under både dagtid och nattetid, utan samma koncentration till vissa passager som t.ex. för segelflygande rovfåglar. Vid vissa vädersituationer kan dock koncentrationen av fågel öka, som t.ex. vid dimma eller andra förhållanden som trycker ner sträcket på lägre höjder. En viss risk för fågelkollisioner finns alltid under driften av en vindkraftpark. Eftersom tättingarna generellt har högre flyghöjd än höjden på vindkraftverk och inte följer något koncentrerat migrationsstråk, bedöms en vindkraftpark endast riskera att påverka en liten del av de migrerande fåglarna.

Undanträngning/habitatförlust

Undanträngning kan ske då vissa fågelarter skyr områden med vindkraftverk och i stället förflyttar sig till andra omkringliggande vatten, vilket där kan medföra en ökad påverkan genom en större numerär av fåglar och därigenom en ökad konkurrens om föda.

Habitatsförlust kan uppkomma till följd av att rev, grund eller andra för fåglar viktiga habitat försvinner då vindkraftverkens fundament anläggs, vilket också kan medföra att fåglarna trängs undan och därför tvingas flytta till andra områden för att t.ex. hitta föda.

Olika fågelarter påverkas olika mycket av havsbaserade vindkraftparker genom ett undvikandebeteende. Smålom har konstaterats vara den fågelart som är känsligast för etablering av marina vindkraftparker och ett varaktigt undvikande har dokumenterats på mer än tio km från vindkraftparker till havs (Petersen, 2014; Fox & Petersen, 2019; Mendel, 2019; Heinänen S. Ž., 2020). Det finns en hel grupp av arter där undvikande har konstaterats i mer varierande omfattning och inte lika konsekvent och totalt som för smålom. För arter som förekommer i Bottenviken återfinns bl.a. sjöorre, alfågel, tordmule och dvärgmåså i denna grupp (Rydell J., 2017)

När det gäller alkor kan en viss undanträngning ske, men det finns dock inga studier som visar på entydiga resultat (Rydell J., 2017). Tendenser i olika studier för alkor (sillgrissla och tordmule) är att båda arterna trängs undan och minskar i antal vid parken de första åren efter en etablering, men undanträngningseffekten är inte konsekvent och högst variabel mellan områden. Vid vissa vindkraftparker har ingen antalsförändring observerats och i några andra fall har alkorna ökat i antal efter vindkraftsetablering (Dierschke, 2016; Vallejo, 2017; Heinänen S. &., 2018).

Vidare har ett antal fågelarter klassats som "knappt påverkade alls av marin vindkraft, eller där antalet studier som visar på undvikande och attraktion är ungefär desamma". I den gruppen återfinns bl.a. ejder, fisktärna och silvertärna (Dierschke, 2016).

Sammantaget medför åtminstone de kortsiktiga och lokala effekterna av vindkraftutbyggnad till havs att många av de rastande och födosökande sjöfåglarna till viss del trängs undan. Huruvida undanträngningseffekten klingar av med tiden och om fåglarna i någon grad vänjer sig vid vindkraftverken är fortsatt tämligen dåligt utrett (Rydell J., 2017).

Barriäreffekt

Den barriäreffekt som en vindkraftpark innebär kan medföra en viss påverkan på fåglar, t.ex. för migrerande fåglar som kan behöva flyga en längre sträcka för att passera vindkraftparken. Generellt kan sägas att grupper med relativt låga olycksfrekvenser genom höga undvikandebeteenden också uppvisar relativt starka barriäreffekter.

Som nämnts ovan har flera arter sjöfåglar konstaterats undvika att vistas nära vindkraftverk. På dagen har tydliga förändringar av flygriktningen noterats på en till flera kilometers avstånd från vindkraftverk, men på

natten förändrades flygriktningarna först på 0,5–1 km avstånd. Undvikande av att flyga i närheten av vindkraftverk kan leda till barriäreffekter och således till en förlängning av fåglarnas flygväg förbi parken. Konstaterade förlängningar av de totala flyttningssträckorna var i förekommande fall små och saknar förmodligen betydelse, då den tillkommande sträckan normalt är mycket liten i förhållande till de sträckor fåglar normalt flyger under migrationen. Mer betydelsefullt och i stället positivt är att undvikandet resulterar i att olyckor med flyttande sjöfåglar vid marina vindkraftparker blir färre (Rydell J., 2017).

Undvikande konstaterades även för nattflyttande tättingar vid en havsbaserad park utanför Nederländernas kust. Lägre grad av undvikande konstaterades för tättingar vid samma park under dagtid, även om sistnämnda grupp klart och tydligt undvek enskilda turbiner även om de inte undvek parken som helhet (Krijgsveld, 2011).

Avseende barriäreffekt av migrerande fåglar förväntas den bli som tydligast för sjöfåglar, det vill säga lommar, svanar, gäss och änder. Dessa sjöfåglar uppvisar tydliga undvikanden inför vindkraftparker med en något förlängd migrationssträcka som följd. Denna extra flygsträcka bedöms innebära en biologiskt försumbar energiåtgång, i jämförelse med den långa sträcka som de ändå flyger under sin migration (Fox & Petersen, 2019). För merparten av övriga migrerande fåglar bedöms barriäreffekten vara ringa, men istället finns då en kollisionsrisk om fåglarna flyger delvis rakt igenom vindkraftparken.

Barriäreffekten kan ur en energisynpunkt således endast ha reell betydelse för fåglar vid dagliga förflyttningar mellan häckningsplatser och födosöksområden, då en längre flygsträcka möjligtvis påverkar häckningsframgången.

Attraktion

En viss attraktion till havsbaserade vindkraftparker har noterats för bl.a. småskrake, flertalet trutar och måsar och en stark attraktion har konstaterats för bl.a. storskarv, då verkens fundament erbjuder lämpliga sittplatser som attraherar fåglarna. För fiskätande fåglar som storskarv, småskrake och måsfåglar kan havsbaserade vindkraftparker dessutom erbjuda en förbättrad födotillgång, vilket ytterligare kan öka attraktionen (Dierschke, 2016).

9.4.2.2 Visuell påverkan och hinderbelysning

Miljöeffekter under driftskedet

Vindkraftverken förses med hinderbelysning, vilket gör att de blir synliga även i mörker.

Hinderbelysningen på vindkraftverk bedöms inte påverka fåglarnas nattmigration, mer än vid exceptionella väderförhållanden med nedsatt sikt. Ett välkänt fenomen som åtminstone tidigare kunde drabba fåglar som sträcker på natten är så kallat "fyrfall". Fenomenet uppkommer vid dålig väderlek, som t.ex. dimma, när fåglar attraheras av ljuset från t.ex. fyrrar vilket gör att risk för kollision uppstår. Men nya lampor i fyrrarna tycks gjort att detta problem minskat numera. Hinderbelysningen i en vindkraftpark har ett betydligt svagare ljussken än t.ex. fyrrar eller belysta broar, vilka i jämförelse utgör en större risk för nattmigrerande fåglar.

Det finns åtskilliga studier som har undersökt påverkan av hinderbelysning på vindkraftverk och konsensus är att det inte finns någon skillnad i fågeldödlighet mellan vindkraftverk med hinderbelysning och utan (Kerlinger, 2010). Däremot har det visat sig att ett blinkande ljus är bättre för fåglar jämfört med ett fast sken, samt att ett rött ljus är bättre än ett vitt.

Då åtskilliga studier som genomförts inte visar på någon ökad fågeldödlighet vid vindkraftverk med hinderbelysning jämfört med verk utan belysning, bedöms hinderbelysningen inte utgöra någon betydande risk för fågel.

9.4.3 Konsekvensbedömning

9.4.3.1 Fysiska påverkan ovan havsytan

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Under anläggnings- och avvecklingskedet kan fåglar påverkas av den fysiska närvaron av fartyg och de aktiviteter som uppstår under arbetena, t.ex. buller.

Studier från befintliga havsbaserade vindkraftparker har visat att fåglar generellt undviker området under anläggningskedet (Enhus C., 2017), vilket medför en temporär undanträngningseffekt för förekommande arter i anläggningskedet.

Arbetena kommer att pågå i olika delar av verksamhetsområdet vid olika tillfällen, vilket medför att det är förhållandevis små områden som exponeras för effekter vid varje enskilt tillfälle. Miljöeffektens storlek bedöms därför bli försumbar.

Verksamhetsområdet är lokaliserat långt ut till havs där inventeringar visat att antalet födosökande fåglar är lågt. Sammantaget bedöms därför miljövärdet för fåglar under anläggnings- och avvecklingskedet vara försumbart.

Med en försumbar miljöeffekt och ett försumbart miljövärde bedöms konsekvensen för fåglar i anläggnings- och avvecklingskedet bli försumbar.

Driftskedet

Migrerande fåglar

Utifrån genomförda sträckstudier kan konstateras att det havsgående sträcket av fåglar i de centrala delarna av Bottenviken har låga numerärer, både under vår och höst. Detta gäller framför allt för sjöfågel och rovfågel, medan det åtminstone vid vissa väderlägen kan vara ett mer omfattande sträck av tättingar. Vid sträckstudierna var det aldrig fråga om några betydande antal migrerande fågel, i genomsnitt 21 fåglar per dag under vårmigration och 207 fåglar per dag under höstmigration.

De låga antalen fågel beror till stor del på områdets nordliga läge, det stora flertalet fåglar som migrerar genom Östersjön tunnans ut längs vägen norrut. Men förklaringen ligger även i att landlevande fåglar som t.ex. rovfåglar och tättingar normalt föredrar att flyga över land under migrationen och därför följer kustlinjen så långt det är möjligt. Dessutom väljer även många sjöfåglar en mer kustnära rutt. Antalet migrerande landlevande fåglar avtar således med avståndet till kustlinjen och med Polargrunds lokalisering om minst 35 km från närmaste fastlandspunkt gör naturligt att antalet migrerande fåglar i området är lågt och utan några tydliga koncentrationer. För tättingar och aktivt flygande rovfåglar bedöms därför Polargrund utgöra en liten risk för påverkan och försumbara effekter på populationsnivå.

För segelflygande rovfåglar som t.ex. fjällvråk och ormvråk bedöms det som osannolikt att vindkraftparken Polargrund skulle medföra några effekter av betydelse, då inga segelflygande rovfåglar noterats trots totalt 16 dagars inventeringar från båt och från Malören under våren 2022 och 2023 och 30 dagars bevakning från båt eller från Malören höstarna 2022 och 2023. Eftersom segelflygande fåglar väljer den sträcka som utgör kortast passage över havet är det osannolikt att de migrerar över Polargrunds projektområde i någon större omfattning. Vid de genomförda inventeringarna från Malören och från båt inom undersökningsområdet noterades inte heller någon sådan migrerande segelflygande rovfågel överhuvudtaget. De genomförda studierna visar således att kollisionsrisken för segelflygande rovfåglar är mycket liten vid Polargrund.

De mer pelagiska arterna, som inte skyr öppet hav vid migrationer, kan exponeras för effekter. Det gäller arter som t.ex. lommar, tordmule och tobisgrissla, samt några arter dykänder som t.ex. svärta, sjöorre och alfågel liksom några arter måsfågel som t.ex. fiskmås, gråtrut och silltrut. Migrationen av sådana arter skulle kunna ta dem genom området för Polargrund. Men generellt har så pass låga antal av dessa arter noterats vid de genomförda sträckbevakningarna, att de effekter Polargrund skulle kunna medföra bedöms bli försumbar på populationsnivå. Denna bedömning stärks ytterligare i att vissa arter visar ett tydligt undvikandebeteende till vindkraftparker, som t.ex. smålom.

Sammantaget bedöms området för Polargrund inte omfattas av några betydande antal migrerande fåglar, varken under vår- eller höstmigrationen. Fåglar som migrerar till och från områden i nordvästra Sverige bedöms huvudsakligen följa den svenska fastlandskusten, medan fåglar som migrerar till och från områden i Finland eller den ryska tajgan eller tundran i huvudsak följer den finska fastlandskusten. Genom detta bedöms lokaliseringen av Polargrund inte ligga inom de huvudsakliga migrationsstråk som passerar genom Bottenviken, såväl vår som höst. Ett exempel på iakttagelse som stöder detta är att den absoluta merparten av de storlommar som noterades från båten under hösten 2022 flög söderut öster om Polargrund, alltså närmare den finska kusten. Dessa fåglar bör ha kommit från den ryska tundran med en sydlig eller sydvästlig flygriktning.

Men i vissa fall väljer fåglar ändå att gena över ett större havsområde. Detta gäller antingen för att korta ner flygsträckan, alternativt då havspassager är nödvändiga för den fortsatta migrationen. Inga av dessa scenarier är aktuella vid Polargrund, då området inte ligger längs någon sträckled som orsakas av en kort flygsträcka över hav eller genom en topografi som kanaliserar fåglarna ut mot Bottenvikens mitt. Det finns således ingen anledning för fåglarna att välja den mer riskfyllda vägen över öppet hav, då de i stället kan följa kustlinjerna både söderut om hösten och norrut om våren.

Polargrund bedöms genom sin lokalisering långt ute till havs sammantaget medföra en liten effekt på migrerande fåglar.

Födosökande fåglar

Lommar

Havsbaseerade vindkraftparker kan utgöra en risk för undanträngning och därigenom en habitatförlust, om fåglarna undviker att vistas i parken eller i dess närhet. Just smålom har konstaterats vara den fågelart som är känsligast för etablering av marina vindkraftparker och ett varaktigt undvikande har dokumenterats på mer än tio km från vindkraftpark till havs (Petersen, 2014; Fox & Petersen, 2019; Mendel, 2019; Heinänen S. Ž., 2020). Det är således sannolikt att de smålommar som vistas i området sommartid kommer att försvinna till andra områden om en vindkraftpark anläggs, vilket då medför en undanträngningseffekt på de lommar som förekommer där. Det rör sig dock sammanlagt om generellt låga antal fåglar. Under sommarinventeringen i juli 2022 noterades totalt 23 lommar under första dagen, 11 lommar under andra dagen samt 17 lommar under tredje dagen. Majoriteten av de artbestämda lommarna var smålom och av dessa har flertalet haft adult dräkt. Endast en säkert artbestämd storlom noterades 2022. Vid den uppföljande inventeringen 2023 noterades inga lommar alls vid besöket i juni, men däremot 12 smålommar den 6 juli.

Sammantaget bedöms Polargrund medföra en försumbar effekt på lommar, men en liten undanträngning av låga antal fågel kan ske på fåglar som födosöker inom området. De lommar som noterats sommartid i undersökningsområdet bedöms utgöras av icke-häckande fåglar. Projektområdets läge långt ut till havs bedöms medföra att det inte uppkommer några effekter alls på häckande lommar, då området är lokaliserat för långt från lämpliga häckningsplatser för att kunna utgöra födosöksområde för häckande fåglar.

Måsfåglar

Fisktärna och silvertärna ingår i de fågelarter som klassats som "knappt påverkade alls av marin vindkraft, eller där antalet studier som visar på undvikande och attraktion är ungefär desamma" (Dierschke, 2016). Viss attraktion till marina vindkraftparker har konstaterats för flertalet trutar och måsar, där attraktionen kan bero på att kraftverkens fundament erbjuder sittplatser för fåglarna.

Måsar och tärnor kan exponeras för effekter om fiskstimmens uppträdande förändras genom etablering av en vindkraftpark. Dessutom föreligger en viss effekt till följd av kollisioner för fåglar som uppehåller sig inom parken. Sammantaget bedöms etableringen av vindkraftparken ge upphov till en liten miljöeffekt för måsfåglar.

Alkor

Vid marina vindkraftparker är alkor en artgrupp som ofta får ett stort fokus, åtminstone i de södra delarna av landet, men längre norrut i Bottenviken är det en begränsad förekomst av alkor. Endast tordmule och tobisgrissla förekommer i dessa nordliga vatten och då i relativt låga antal, sannolikt förekommer det aldrig större koncentrationer av tresiffrigt antal alkor så pass långt norrut. Vid genomförda inventeringar noterades endast enstaka alkor, extremt låga antal i jämförelse med andra utsjöinventeringar längre söderut. Observationerna av alkor har en viss förskjutning till projektområdets norra halva, även om observationer även gjorts i söder.

När det gäller alkor bedöms kollisionsrisken som låg, då dessa frekvent flyger nära vattenytan och således under verkens rotorblad. Däremot kan en viss undanträngning ske, men när det gäller alkor finns inga studier som visar på entydiga resultat. Undvikande har konstaterats i varierande omfattning, men inte konsekvent och totalt undvikande (Rydell J., 2017). Tendenser i olika studier för alkor (sillgrissla och tordmule) är att båda arterna trängs undan och minskar i antal vid parken de första åren efter en etablering, men undanträngningseffekten är inte konsekvent och högst variabel mellan områden. Vid vissa vindkraftparker har ingen antalsförändring observerats och i några andra fall har alkorna i stället ökat i antal efter vindkraftsetablering. Sammantaget bedöms Polargrund utgöra en liten påverkan på alkor, med hänsyn till den låga risken för kollision och det låga antalet fåglar i området. Viss undanträngning av födosökande fåglar kan förekomma, men endast låga antal alkor har noterats födosöka i området. Vid de tre genomförda sommarinventeringarna 2022 påträffades 5 tordmular och 1 tobisgrissla vid den första inventeringen, 6 tordmular och 2 tobisgrisslor vid den andra och 7 tordmular och 2 tobisgrisslor vid den tredje inventeringen. Vid inventeringarna 2023 påträffades endast 1 tordmule vid junibesöket och 4 tordmular i juli, medan ingen tobisgrissla påträffades.

Barriäreffekten kan ur en energisynpunkt endast ha reell betydelse för fåglar vid dagliga förflyttningar mellan häckningsplatser och födosöksområden, då en längre flygsträcka möjligtvis påverkar häckningsframgången. En sådan problematik finns inte för Polargrund, då det inte konstaterats några viktiga födosöksområden för häckande fågel inom undersökningsområdet.

Sammanfattande bedömning av miljöeffekt och miljövärde för fågel under drift

Miljöeffekten på fåglar är som störst under driftskedet, då vindkraftparken kan medföra risk för kollision, undanträngning, samt i mindre omfattning barriäreffekt. Vindkraftparken upptar ett stort havsområde och effekterna för framför allt vissa migrerande fåglar kan vara måttliga till stora. Undanträngning och barriäreffekt är artrelaterad och konsekvenserna beror också på förekomsten av andra lämpliga habitat att flytta till. Barriäreffekt bedöms allmänt som små vid Polargrund, då den extra sträcka som migrerande fåglar behöver flyga med tillhörande energiförlust bedöms bli försumbara i jämförelse med den långa sträcka de migrerar. Sammantaget bedöms vindkraftparkens effekter på fågel vara måttliga.

Inventeringar som genomförts visar att det planerade vindkraftområdet endast till liten del används som födosöksområde för fågel. Miljövärdet av födosökande fåglar i vindkraftområdet bedöms därför vara försumbart.

Antalet fågel som passerar genom området under migrationen är lågt vilket innebär att få migrerande fåglar förväntas kollidera med vindkraftverken, få fåglar födosöker inom området och få fåglar berörs av barriäreffekter. Till följd av det låga antalet migrerande fåglar genom vindkraftparken bedöms miljövärdet sammantaget vara litet.

Med en måttlig miljöeffekt och ett litet miljövärde bedöms den planerade vindkraftparkens konsekvenser för fågel bli liten i driftskedet.

9.4.3.2 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-10 sammanfattas konsekvensbedömningarna för fågel.

Tabell 9-10 Övergripande bedömning av konsekvenserna för fågel.

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövärdets storlek	Konsekvens
Anläggningskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbart	Försumbar	Försumbar
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Måttlig	Liten	Liten
Avvecklingskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar

9.5 Fladdermöss

I detta avsnitt redovisas möjlig förekomst av fladdermöss i det planerade projektområdet och dess närhet, vindkraftparkers effekter på fladdermöss samt vilken konsekvens som bedöms uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken Polargrund. Beskrivningarna i följande avsnitt baseras på underlag från WSP (bilaga D21). I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som beskrivningarna är baserade på.

9.5.1 Nulägesbeskrivning

En förstudie av fladdermusförekomst har genomförts i syfte att kartlägga tidigare kända fladdermusförekomster i området samt eventuella migrationsstråk, se bilaga D21.

Vindkraftparken Polargrund bedöms huvudsakligen kunna påverka fladdermöss om det finns arter som migrerar genom området. Av de fladdermusarter som förekommer i Sverige klassas fyra arter som långmigrerande och kan migrera över sträckor på minst 1 500 km inom Europa (Batlife Sweden, 2023). Dessa

arter inkluderar större brunfladdermus, mindre brunfladdermus, trollpipistrell och gråskimlig fladdermus. Det är inte sannolikt att någon av dessa arter har migrationsstråk genom projektområdet.

Långmigrerande arter förekommer främst längre söderut i Sverige och flyger sällan så långt norrut som Bottenviken. Dock har långmigrerande arter observerats flyga norrut längs kusterna under migration och det går därför inte att helt utesluta att viss migration kan förekomma.

I Artportalen och Finlands Artdatacenter finns endast ett fåtal rapporter av långmigrerande arter längs kusten mot Bottenviken. Inga arter finns inrapporterade ute på havet. Förekommande arter långt norrut är nordfladdermus och eventuellt vattenfladdermus. Båda arterna är relativt stationära, men ibland regionalt migrerande.

Inventering med autobox har genomförts på Malören vid två tillfällen; maj 2023 och september/oktober 2023 bilaga D21. Vid dessa tillfällen detekterades inga fladdermöss.

Sammantaget visar genomförda studier och inventeringar att förekomsten av migrerande och födosökande fladdermöss i projektområdet och dess närhet är ytterst liten.

9.5.2 Effekter på fladdermöss

Den påverkansfaktor som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till effekter på fladdermöss är fysisk påverkan ovan havsytan. Effekterna beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-11 visas en översikt av den identifierade påverkansfaktorn.

Tabell 9-11 Potentiell påverkan på fladdermöss.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan		x	

9.5.2.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Miljöeffekter under driftskedet

Under drift kan effekter uppkomma på fladdermöss genom kollisioner med rotorbladen eller genom att de fastnar i en vindström och sugas in bakom rotorbladen, vilket ger en tryckfallsförändring som kan orsaka inre blödningar hos fladdermössen (Rydell J., 2017). Risken för att förolyckas varierar mellan olika fladdermössarter. Bland högriskarterna återfinns de arter som jagar insekter på stor höjd eller i övrigt rör sig i den fria luften.

Fladdermöss kan dras till strukturer ute i havet för födosök eller kan komma nära vindkraftverk under migration. Särskilt utsatta arter är de som födosöker efter insekter i den fria luften. Dessa är större brunfladdermus, gråskimlig fladdermus, nordfladdermus, dvärg-, syd- och trollpipistrell samt de sällsynta arterna mindre brunfladdermus och sydfladdermus. Av dessa är det endast nordfladdermus som kan finnas långt norrut i Sverige.

9.5.3 Konsekvensbedömning

9.5.3.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Konsekvensbedömning för driftskedet

Projektområdet är relativt stort och om det skulle finnas fladdermöss i området föreligger det en risk att dessa omkommer genom kollisioner eller genom tryckfallsförändringar som orsakar inre blödningar. Projektområdet ligger på stort avstånd från fastlandet. Avståndet till närmaste ö är också stort, 10 km. En vindkraftpark skulle

dock kunna attrahera fladdermöss på detta avstånd från närmaste. Miljöeffekten bedöms därför sammantaget vara måttlig.

Förekomsten av fladdermöss i området är ytterst sparsamt till följd av det nordliga läget och det är sannolikt endast nordfladdermus som kan förekomma. Utförda skrivbordsstudier samt fältinventeringar, se i bilaga D21, tyder på att det inte förekommer födosökande fladdermöss inom projektområdet. Förekomsten av fladdermöss i närområdet är sannolikt också ytterst litet. Avståndet till lokaler där fladdermöss skulle kunna förekomma är stort varför födosökande fladdermöss sannolikt inte kommer dras till vindkraftparken. Det finns inte heller några studier eller indikationer som visar på att det förekommer betydande migrationsstråk genom eller i närheten av projektområdet. Långmigrerande arter förekommer sannolikt inte så långt norrut som Polargrund. Sammantaget bedöms området inte vara av någon betydelse för fladdermöss och miljövärdet bedöms därför vara försumbart.

9.5.3.2 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-12 sammanfattas konsekvensbedömningarna för fladdermus.

Tabell 9-12 Övergripande bedömning av konsekvenserna för fladdermus.

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövärdets storlek	Konsekvens
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Måttlig	Försumbar	Försumbar

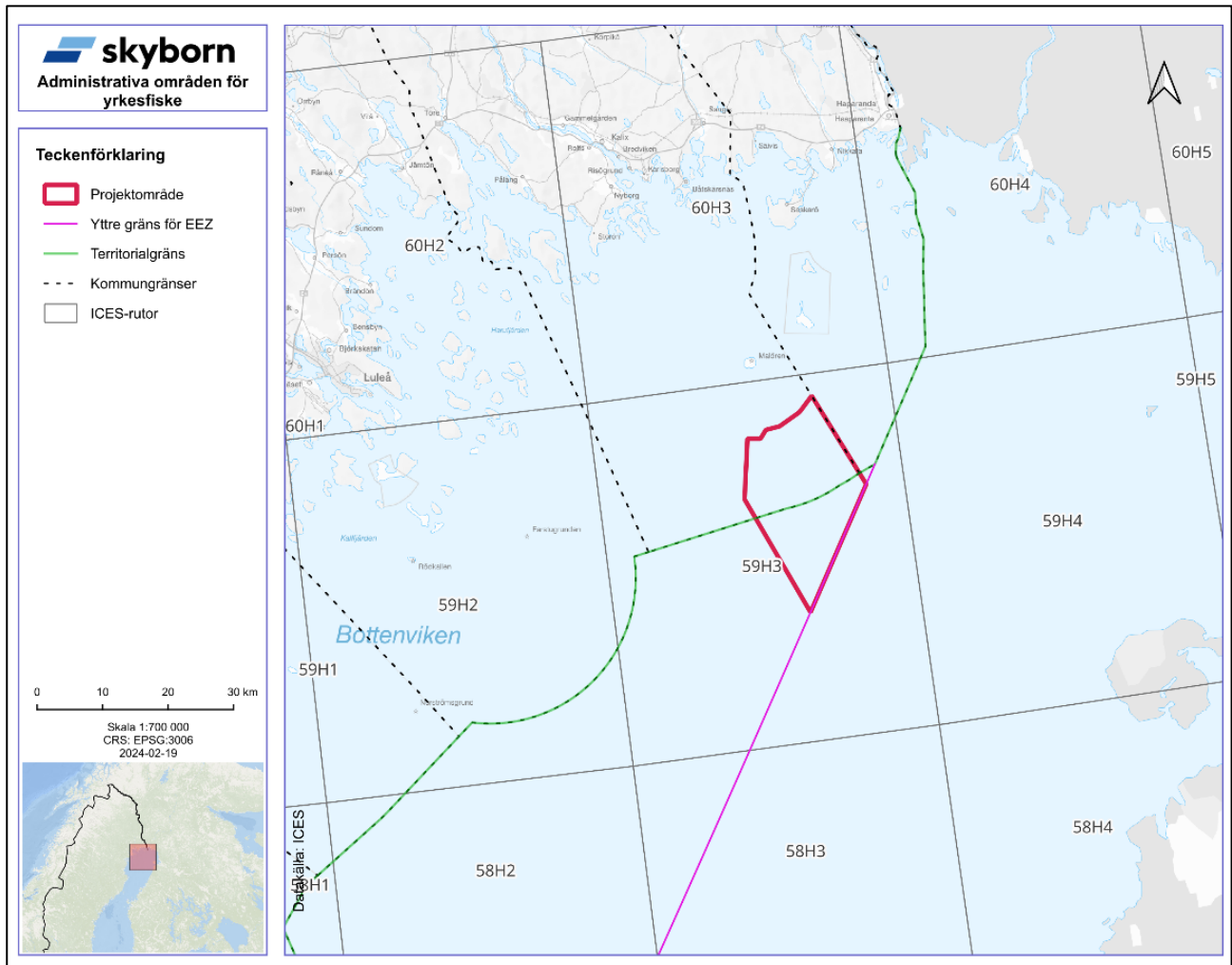
9.6 Yrkesfiske

I detta avsnitt redovisas yrkesfisket som pågår i det planerade vindkraftområdets närhet, vindkraftparkens påverkan och effekter på intresset samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling. Bedömningarna och beskrivningarna av yrkesfisket i följande avsnitt baseras på underlag från Niras som presenteras i bilaga D15. I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som använts för nulägesbeskrivningarna.

9.6.1 Nulägesbeskrivning

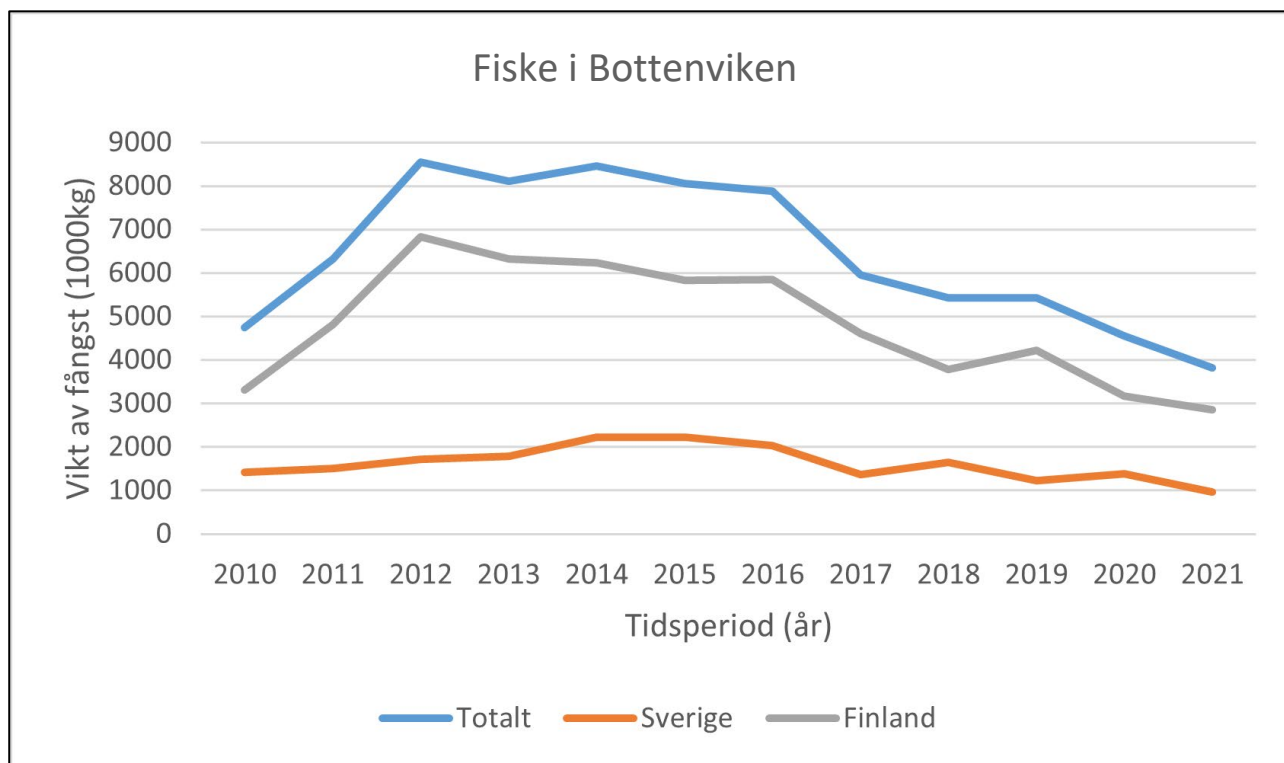
Yrkesfisket i den Europeiska unionen (EU) regleras av EU-kommissionen genom bestämda årliga fiskekvoter som fördelas mellan medlemsnationerna. Utöver EU:s gemensamma regleringar regleras yrkesfisket även nationellt genom bestämmelser om fredningstider, fiskefria zoner och redskapsbegränsningar. I Bottenviken är det Sverige och Finland som har fiskekvoter. Bolaget har haft samråd med berörda fiskeorganisationer där informationen som framkommit har använts i arbetet med framtagningen av MKBn.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES) delar in havsområden i olika administrativa delområden som ligger till grund för fiskeriförvaltningen. Fångstdata för Östersjön anges i ICES sub-rektanglar som är ca 30 x 30 nautiska mil. Hela Bottenviken utgörs av ICES-delområde 27.3.d.31. Den planerade vindkraftparken ligger inom ICES statistiska rektangel 59H3, se Figur 9-12.



Figur 9-12 ICES sub-rektanglar i den norra delen av Bottenviken i relation till den planerade vindkraftparken.

Finland har historiskt stått för majoriteten av fisket i Bottenviken (se Figur 9-13). Under 2022 utgjorde Finlands fångster 66 % av de totala landningarna. Finlands fångster ökade från år 2010 fram till år 2012 men har därefter sjunkit fram till 2021. Fångsterna för det svenska yrkesfisket följer i stort sett samma trend med en ökning från år 2010 till år 2015 för att sedan minska.



Figur 9-13 Landade fångster i Bottenviken mellan år 2010-2022.

Sedan 2010 har fångsterna främst dominerats av strömming och siklöja som tillsammans har stått för ca 75 % av fångsterna. Andra kommersiellt viktiga arter som regelbundet fiskas inom Bottenviken är: andra sikfiskar, lax, abborre, gädda och havsöring.

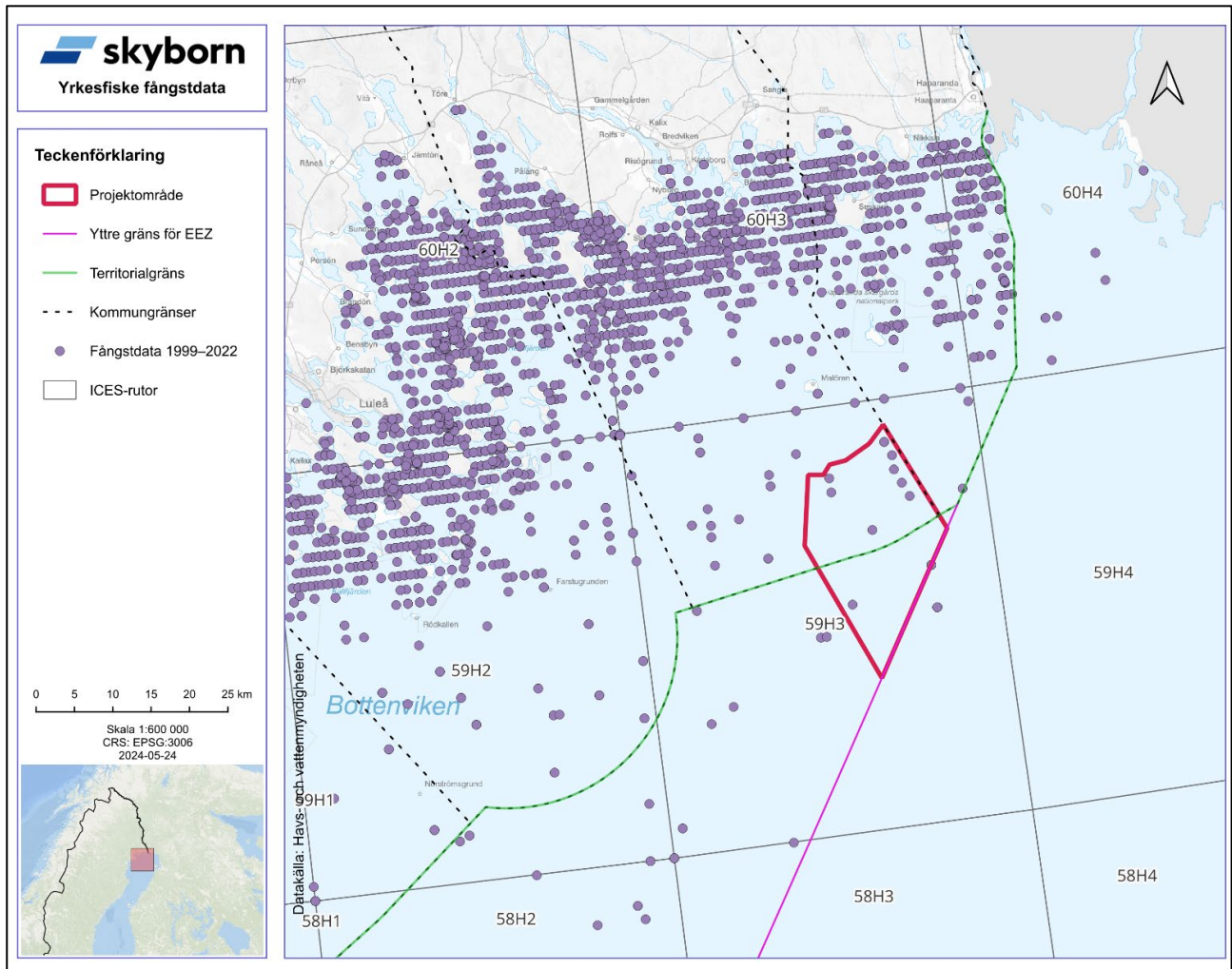
Under perioden 2010–2022 har yrkesfiskeflottan i Bottenviken i genomsnitt bestått av 1063 båtar, där den finska flottan utgjort ca 88,5 %. Både Sveriges och Finlands yrkesfiskeflottor består till största delen av mindre fartyg under 12 m.

9.6.1.1 Fångster inom ICES statistiska rektangel 59H3

Inom ICES statistiska rektangel 59H3 som omfattar projektområdet har Sveriges fångster varit i genomsnitt ca 1,1 ton fisk per år sedan år 1999.

Inom gränserna för projektområdet har svenska båtar fångat fisk vid nio tillfällen mellan 2010–2022, se Figur 9-14. Mellan samma år landades totalt ca 8,5 ton fisk med ett genomsnitt på 0,65 ton per år i rektangel 59H3.

Under perioden 1980–2022 har Finlands yrkesfiske inom rektangel 59H3 enbart bestått av strömmingsfiske. Sen år 2000 har Finland endast landat fisk från denna statistiska rektangel under två år, år 2009 och 2022. Fisket under 2022 uppgick till 37 ton strömming, vilket motsvarar ca 1 % av Finlands fiske i Bottenviken, samt 8 % av Finlands fiske i angränsande ICES statistiska rektanglar. Sammantaget bedöms trålning som sker inom projektområdet idag vara högt begränsad.



Figur 9-14 Fångstpositioner från det svenska fisket inom ICES sub-rektanglar.

9.6.2 Effekter på yrkesfisket

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till effekter på yrkesfisket är fysisk påverkan ovan havsytan och undervattensbuller. Effekterna beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-13 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer under projektets olika skeden.

Tabell 9-13 Potentiell påverkan på yrkesfiske.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan	X	X	X
Undervattensbuller	X	X	X

9.6.2.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Anläggnings-, drifts-, och avvecklingskedje

Under verksamhetens samtliga skeden kommer vindkraftparken ge upphov till fysiska hinder inom projektområdet som kommer påverka hur yrkesfisket kan bedrivas. Effekten på yrkesfisket kommer variera

beroende på vilka arbetsmoment som utförs i anläggningsskedet och vilken placering fasta vindkraftverk och plattformar eller andra anläggningar som uppförts får under driftskedet.

Storleken på miljöeffekten bedöms utifrån ett *worst case* vilket innebär att den typen av yrkesfiske som sker inom området idag (dvs trålning) inte antas kunna bedrivas inom projektområdet under något av de tre skedena, pga. upprättade säkerhetsavstånd till arbetsfartyg, anläggnings- och underhållsarbeten, fundament etc. Det ska dock förtydligas att den trålning som sker inom projektområdet idag är högst begränsad.

Fiske med specifika typer av passiva fiskeredskap skulle dock med stor sannolikhet kunna fortgå under driftskedet. Det är framför allt fiske i form av trålning, både bottenrål och pelagisk trålning, som bedöms bli svårt att utföra inom projektområdet pga. risker för utrustning och den begränsade manövreringsförmågan hos fiskefartygen vid dessa typer av fiske.

Eftersom begränsningen på yrkesfisket bedöms ske under hela vindkraftparkens livstid bedöms varaktigheten som permanent och den geografiska utbredningen bedöms som lokal inom projektområdet. Dessa faktorer, varaktighet och geografisk utbredning, gör att miljöeffekten sammantaget bedöms bli måttlig.

9.6.2.2 Undervattensbuller

Anläggningsskedet

Under anläggningsskedet kommer undervattensbuller uppstå, vilket kan påverka fiskförekomsten i området. Med vidtagna skyddsåtgärder kommer fiskmortalitet att undvikas men TTS för strömning kan uppstå både inom och utanför projektområdet, se avsnitt 9.2.2.1. Fisk kan även komma att skrämmas bort från projektområdet och från områden i anslutning till projektområdet och därmed resultera i en omfördelning av var fisken uppehåller sig.

En omfördelning av fisk innebär att yrkesfisket temporärt inte kan bedrivas på samma sätt som tidigare inom de områden som berörs av undervattensbuller. Yrkesfisket kan eventuellt behöva förändra sina fiskemönster under den begränsade tidsperiod som anläggningsskedet pågår för att fortsatt kunna landa samma mängd fisk som tidigare. Det yrkesfiske som förekommit inom det påverkansområde som motsvarar *worst case* för ljudutbredningen av undervattensbuller under anläggningsskedet har varit begränsat de senaste 20 åren och påverkan anses därmed bli begränsad.

Fiskförekomsten varierar samtidigt naturligt mellan år och områden, och bl.a. strömningen migrerar över stora områden i jakt på föda (plankton och larver) eller mot kustnära lekströmmar. Yrkesfisket är därmed flexibelt och följer strömmens migrationer. Yrkesfisket förväntas därmed kunna planera och anpassa sin aktivitet under den period som anläggningsskedet och medföljande bullerpåverkan pågår. Miljöeffekten under anläggningsskedet bedöms bli försumbar.

Driftskedet

Under driftskedet kommer ljud i varierande omfattning att genereras. Ljuden som uppstår från vindkraftverken varierar i styrka beroende på vindhastigheten, turbineffekten och antal vindkraftturbiner. Därutöver kan även underhållsarbeten och reparationsarbeten, samt fartygsbuller till följd av dessa, generera undervattensljud i olika omfattning.

Strömningen är en av de arter som är viktiga för yrkesfisket i Bottenviken och deras hörselomfång överlappar med de frekvenser som uppstår från vindkraftverken under drift. Ljudmodelleringarna visar dock att det är osannolikt att ljudnivåerna från vindkraftverk i drift kommer orsaka TTS hos fisk samt att spridningen av ljudet är mycket lokal kring fundamenten. I ett flertal studier har fiskar påvisats uppehålla sig i vindkraftparker trots

driftljud och flera av studierna visar till och med att det är högre tätheter av fisk inom vindkraftparkområdet än utanför, till följd av reveffekten. Miljöeffekten under driftskedet bedöms bli försumbar.

Avvecklingskedet

Eftersom avvecklingskedet ligger långt fram i tiden och att teknikutveckling sker i en hög takt är det svårt att specificera vilka avvecklingsmetoder som kommer användas vid tidpunkten för avvecklingen. Undervattensljudet kommer dock att vara lägre än under anläggningskedet då ingen pålning kommer att ske under avvecklingen. För att ta höjd för osäkerheter i avvecklingsmetodik klassas miljöeffekten dock ändå som densamma som för anläggningskedet, dvs som försumbar.

9.6.3 Konsekvensbedömning

9.6.3.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Anläggnings-, drifts-, och avvecklingskedet

Sammantaget har såväl fisket som fångsterna inom projektområdet från yrkesfisket varit mycket lågt under de senaste 25 åren. De arter som fångats under perioden 1990–2022 i Bottenviken har bestått av siklöja, andra sikfiskar, strömming, lax, abborre, gädda och havsöring. Sen 2010 har den svenska fångsten främst bestått av siklöja, där det riktade fisket mot denna art huvudsakligen sker i kustnära lekrområden. Vid jämförelse mot angränsande ICES-rektanglar till projektområdet motsvarar det svenska yrkesfisket i projektområdet mindre än en procent av de årliga fångsterna under samma period. Riktat fiske mot abborre och gädda sker i kustnära områden och fångsterna för strömming, lax och andra sikfiskar har varit mycket låga till försumbara inom projektområdet och under flera år obefintligt. Till följd av detta bedöms projektområdet inte vara ett viktigt fiskeområde för yrkesfisket och därför bedöms värdet som försumbart.

Med utgångsläget av ett *worst case*, att inget yrkesfiske kan bedrivas inom projektområdet blir bedömningen att effekten blir måttlig. Men eftersom värdet bedöms som försumbart, blir den sammantagna konsekvensen för yrkesfiskets försumbar.

9.6.3.2 Undervattensbuller

Anläggnings- och avvecklingskedet

Både det svenska och finska yrkesfisket inom projektområdet samt även inom det påverkansområde som är *worst case* för undervattensbuller har som tidigare nämnts begränsad betydelse för yrkesfisket i Bottenviken. Avseende undervattensbuller kan även områden utanför projektområdet, där yrkesfisket förekommer i något högre omfattning, potentiellt påverkas av ett förändrat mönster i var fisken uppehåller sig. Detta skulle eventuellt kunna leda till ökade transportsträckor och omkostnader för yrkesfisket, men bedöms inte påverka yrkesfiskets möjligheter att fylla sina kvoter. Värdet bedöms därmed vara litet.

Ett värde som är litet och en miljöeffekt som bedöms som försumbar ger sammantaget en försumbar konsekvens.

Driftskedet

Projektområdet utgör inget viktigt område för vare sig yrkesfisket eller någon målart för yrkesfisket och värdet bedöms därmed som försumbart.

Sammantaget bedöms konsekvensen av undervattensljud för yrkesfisket under driftskedet som försumbar eftersom både värdet och miljöeffekten bedöms som försumbart.

9.6.3.3 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-14 sammanfattas konsekvensbedömningarna för yrkesfiske.

Tabell 9-14 Övergripande bedömning av konsekvenserna för yrkesfiske.

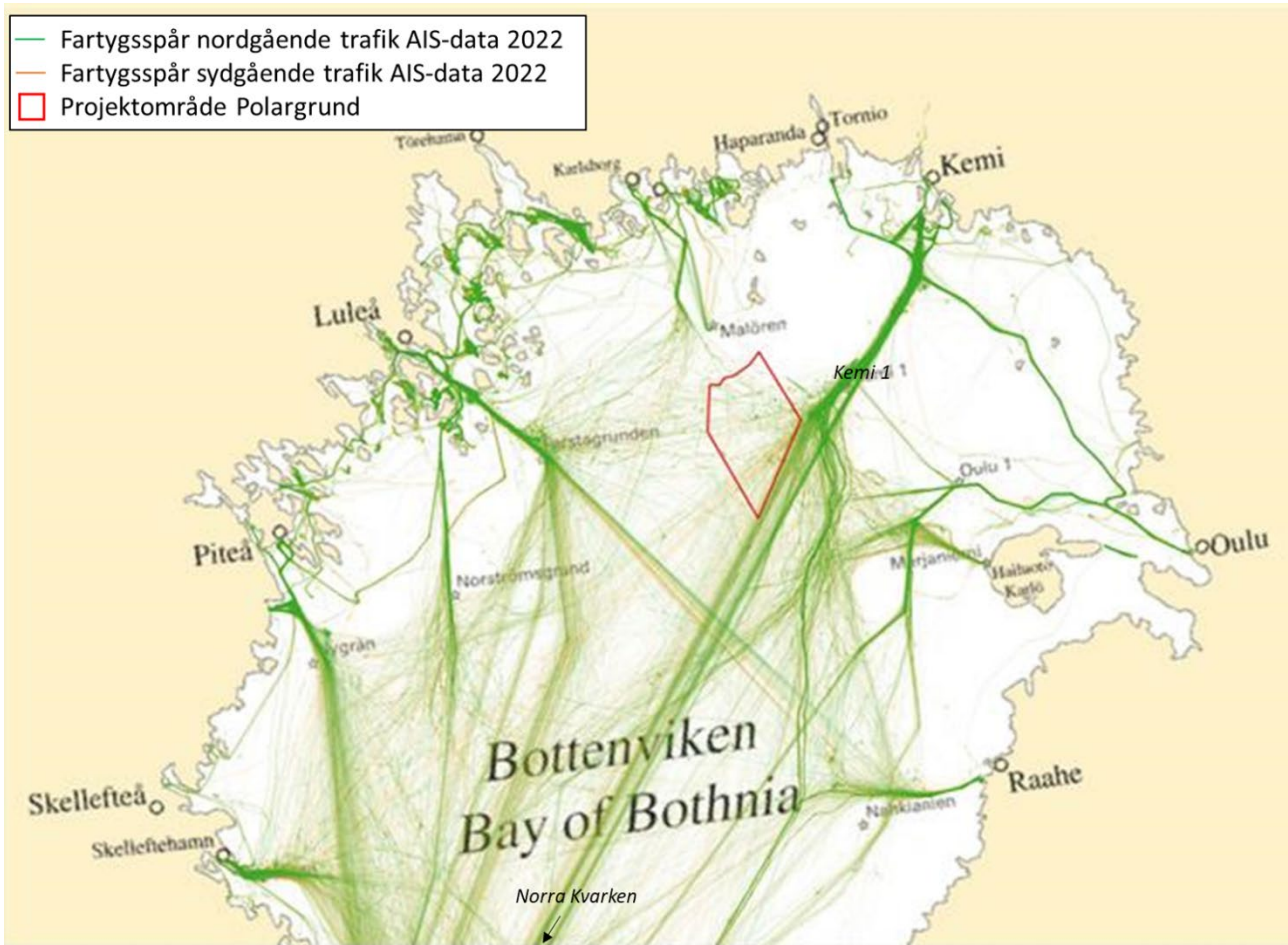
Påverkansfaktor	Miljövärdets storlek	Miljöeffektens storlek	Konsekvens
Anläggningskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbart	Måttlig	Försumbar
Undervattensbuller	Liten	Försumbar	Försumbar
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbart	Måttlig	Försumbar
Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Avvecklingskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbart	Måttlig	Försumbar
Undervattensbuller	Liten	Försumbar	Försumbar

9.7 Sjöfart

I detta avsnitt redovisas sjöfarten inom det planerade vindkraftområdets närhet, vindkraftparkers påverkan och effekter på intresset samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på RISE nautiska riskanalys som presenteras i bilaga D18. I bilagan framgår även vilka referenser och referensmaterial som använts för nulägesbeskrivningarna.

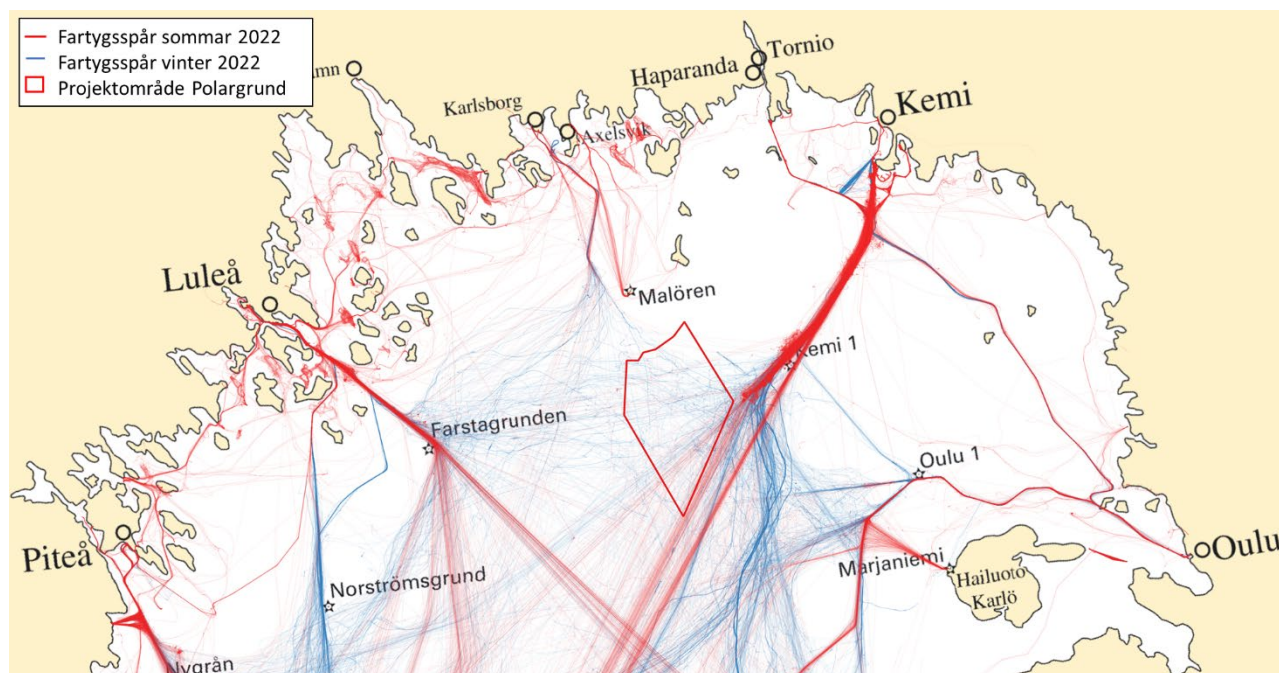
9.7.1 Nulägesbeskrivning

Projektområdet ligger utmed fartygsstråket mellan Norra Kvarken och fyren Kemi 1 med sjötrafik in till Kemi eller Torneå (Stråket Nordvalen – Kemi). Söder om området ligger fartygsstråket mellan Luleå och Brahestad. Trafik mellan Kemi och Luleå samt trafik mellan Kemi och Skellefteå respektive Piteå trafikerar delvis genom det aktuella projektområdet. Trafikmönstret i området visas i Figur 9-15 och baseras på AIS data från 2022.



Figur 9-15 Trafikmönster baserat på fartygsspår från AIS-data från år 2022.

Under vintern när hela eller delar av norra Bottenviken är isbelagd förändras trafikmönstret eftersom det kan vara mer fördelaktigt att välja andra rutter än de utpekade fartygsstråken. Trafikmönstret vintertid varierar kraftigt och beror på den aktuella issituationen som kan variera både inom respektive issäsong och mellan olika issäsonger. I Figur 9-16 presenteras fartygstrafiken från 2021 och 2022 uppdelat på vintertid och sommartid.



Figur 9-16. Trafikmönster vintertid (blått) respektive sommartid (rött) baserat på AIS-data från 2021 och 2022.

Under år 2022 passerade totalt 517 fartyg genom projektområdet. En stor del av de fartyg som passerade genom området var general cargo-fartyg med en storlek på 100–150 m. Utöver dessa registrerades även en del isbrytare, större tankfartyg och RoRo-fartyg. Det fartyg som passerade flest gånger var LNG-tankern Coral Energice med en längd på 164 m som registrerade 38 passager.

Längs fartygsstråket mellan fyren Kemi 1 och Norra kvarken, som ligger utmed projektområdets sydöstra sida, passerade totalt 900 fartyg under år 2022. Även här utgörs sjötrafiken till stor del av general cargo-fartyg med en längd på mindre än 150 m. För insegling mot Kemi finns två farleder som passerar väst respektive öst om fyren Kemi 1. Den västra har ett större dimensionerat djupgående på 12 m jämfört med åtta meter för den östra. Vid analys av fartygspassager förbi fyren framgår det att den västra farleden trafikeras mer frekvent vilket troligtvis beror på det större djupet.

Sydväst om projektområdet längs fartygsstråket mellan Luleå och Brahestad registrerades 316 passager med en nordvästlig eller sydostlig kurs som stämmer väl överens med fartygsstråket. Av dessa stod fartyget Steel av fartygstypen "pusher tugs" för 85 passager. Fartyget används för att bogsera pråmar.

En sammanställning av fartygstrafiken under åren 2018–2022 visar på en relativt stor variation av fartygstrafiken både genom projektområdet och i angränsande fartygsstråk. Fartygstrafiken genom projektområdet var som högst år 2021 med 916 passager. Även antalet isbrytarassistanser varierar beroende på hur svåra isförhållandena har varit och hur många fartyg som har behövt assistans.

Hamnar

I norra Bottenviken finns det några större hamnar som påverkar hur fartygstrafiken ser ut i området. Längs den svenska kusten återfinns Kalix hamn, Luleå hamn och Piteå hamn, som visas i Figur 9-17. Utöver dessa finns ett antal mindre hamnar som bidrar med en mindre andel av den totala sjötrafiken.

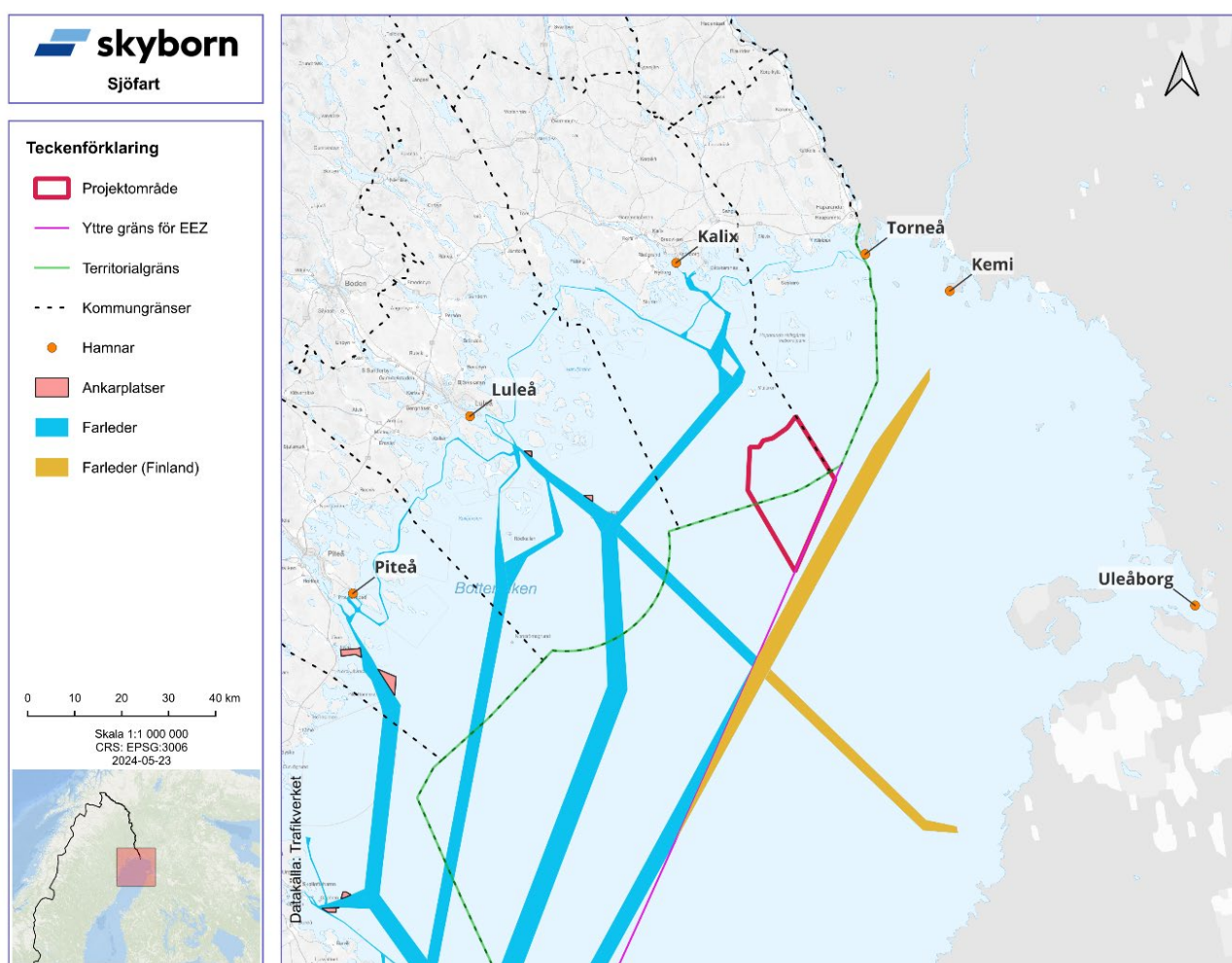
Kalix hamn ligger ca 40 km nordväst om projektområdet och är Östersjöns nordligaste djuphamn. Hamnen har ca 80 anlöp per år och största kund är Billerud Korsnäs AB. Kalix industrihotell förvaltar och utvecklar

hamnområdet samt farleden och har sjöfart året om. Hamnens kajlängd är 140 m och farledsdjupet är 8,5 m (Kalix Industrihotell AB, u.d.).

Luleå hamn ligger ca 50 km väster om undersökningsområdet och är en allmän hamn (TEN-T A). Hamnen anlöps av ca 600 fartyg per år och är Sveriges femte största hamn och används bl.a. som bulkhamn. Hamnen är i drift året om (Luleå Hamn AB, 2019).

Piteå hamn ligger ca 90 km västsydväst om projektområdet. Ca 80% av hamnens godsflöden utgörs av skogsprodukter. Hamnen kommer eventuellt få anslutning till den framtida Norrbotniabanan, vilket skulle bidra till hamnens utveckling (Piteå Hamn AB, 2024). Hamnen har ett inseglingsdjup på 11,2 m och är en av Bottenvikens djupaste hamnar. Hamnen har ca 300 anlöp per år och är i drift året om (Piteå Hamn AB, 2024).

I Haparanda och på flera av skärgårdsöarna finns mindre hamnar eller naturhamnar avsedda för mindre båtar.



Figur 9-17 Båttrafik, fyrar, ankarplatser och hamnar (Trafikverket, 2024).

9.7.2 Effekter på sjöfarten

Den påverkansfaktor som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till effekter på sjöfarten är fysisk påverkan ovan havsytan. Effekten beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-15 visas en översikt av identifierad påverkansfaktor under de olika skedena.

Tabell 9-15 Potentiell påverkan på sjöfarten.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan	x	x	x

9.7.2.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Effekter under anläggningskedet

Under anläggningskedet av en vindkraftpark ökar trafikintensiteten i området av fartyg som genomför anläggningsarbeten, vilket kan medföra påverkan på den befintliga sjöfarten. Den tillkommande trafiken kommer utgöras av fartyg med varierande storlek och manövreringsförmåga. En ökad trafikintensitet ger upphov till risker som presenteras i kapitel 11.

I följande kapitel bedöms sjöfarten med avseende på begränsningar i form av fysiska hinder. Under anläggningskedet består hindret i huvudsak av skyddsavstånd och säkerhetszoner för anläggningsarbeten och arbetsfartyg med begränsad manövreringsförmåga.

Effekter under driftskedet

Efter en etablering av vindkraftparken Polargrund antas sjötrafiken till och från Kemi och Torneå välja en rutt som passerar på ytterligare något större avstånd till parken än den befintliga farleden gör i dag och en ny girpunkt kan bli aktuell söder om projektområdet. De större fartyg som tidigare passerat genom projektområdet kommer att behöva trafikera andra rutter. Detta innebär sammantaget ett något förändrat trafikmönster. I stor utsträckning antas trafiken som idag passerar genom projektområdet att passera söder om området och ansluta till sjötrafikstråket längs vindkraftparkens sydöstra sida. Förändringen innebär att sjötrafiken mellan Luleå-Kemi, Skellefteå-Kemi samt Norra Kvarken – väster om fyren Kemi 1 sammanstrålar på ett gemensamt stråk som är parallellt med vindkraftparkens sydöstra sida. En del mindre fartyg, såsom fiskebåtar, mindre arbets- och servicebåtar samt fritidsbåtar, kommer troligen kunna fortsätta passera genom projektområdet mellan vindkraftverken.

9.7.3 Konsekvensbedömning

Konsekvensbedömning för anläggningskedet

Under anläggningskedet kommer sjötrafiken i viss mån behöva anpassas till följd av fartyg som utför anläggningsarbeten. Sjötrafiken som idag passerar genom projektområdet kommer att behöva ta hänsyn till pågående anläggningsarbeten. Detta innebär att fartygstrafiken i viss mån kommer behöva anpassa sig och troligtvis passera söder om de pågående anläggningsarbetena eller redan uppförda strukturer. Eftersom anläggningsarbetena i största mån utförs under isfria perioder bedöms dessa förändringar inte påverka sjötrafiken i någon betydande grad utöver anpassningen att välja en något längre rutt vilket medför längre transporter. Effekten som innebär en förändring av sjötrafikmönstret bedöms vara liten.

Värdet för intresset sjöfart baseras till stor del på den trafikintensitet som passerar inom och i nära anslutning till projektområdet. Totalt sett har den sammanlagda fartygsintensiteten genom projektområdet och i fartygsstråket varierat mellan 1728 och 1452 passager över åren 2018–2022. För att klassificera trafikintensiteten har Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer om trafikintensitet och komplexitet använts. Fartygsstråkets trafikintensitet klassificeras till mycket lågt om antalet fartygspassager är mindre än 2000 per år. Även om all den trafik som idag går mellan norra kvarken och fyren Kemi 1 istället skulle gå genom projektområdet så skulle antalet passager inte överskrida 2000 passager per år utifrån statistiken mellan år 2018 och år 2022. Det innebär att miljövärdet för sjöfarten bedöms vara litet.

Eftersom både värdet och effekten bedöms som litet blir den sammanvägda konsekvensen liten.

Konsekvensbedömning för driftskedet

Värdet för sjöfarten bedöms vara litet till följd av det begränsade antal fartyg som passerar i och i nära anslutning till projektområdet varje år, se resonemang under anläggningskedet ovan. Även om all den trafik som idag går mellan norra kvarnen och fyren kemi i stället skulle gå genom projektområdet så skulle antalet passager inte överskrida 2000 per år vilket ger en mycket låg trafikintensitet baserat på Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer.

Miljöeffekten som innebär en förändring av sjötrafikmönstret bedöms vara liten under isfria förhållanden, då det finns tillräckligt med utrymme för trafiken att kunna passera på säkert avstånd från vindkraftparken. Sjötrafiken bedöms inte påverkas i någon betydande grad utöver anpassningen att välja en något längre rutt vilket medför längre transporter. Till följd av att både effekten och miljövärdet bedömts som liten blir sammantaget konsekvensen liten.

Under vintern när hela eller delar av norra Bottenviken är isbelagd förändras trafikmönstret till följd av den aktuella situationen som kan variera både inom och mellan olika issäsonger. Vindkraftparken kommer att påverka riskerna i området vintertid och vintersjöfarten, inklusive befintliga isbrytares verksamhet. I första hand är det trafik till och från hamnarna i Kemi och Torneå som kommer att påverkas av en etablering, se vidare kapitel 11 om risker för sjöfarten.

Konsekvensbedömning för avvecklingskedet

Under avvecklingskedet kommer sjötrafiken likt under anläggningsarbetena att öka. Miljöeffekten bedöms därmed vara liten, varpå även konsekvensen blir liten.

9.7.3.1 Övergripande konsekvensbedömning

Effekten och värdets storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika områdena. I Tabell 9-16 sammanfattas konsekvensbedömningarna för sjöfarten. Observera att bedömningen endast gäller under isfria perioder.

Tabell 9-16 Övergripande bedömning av konsekvenserna för sjöfarten

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövärdets storlek	Konsekvens*
Anläggningskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten
Avvecklingskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten

*Endast under isfria perioder

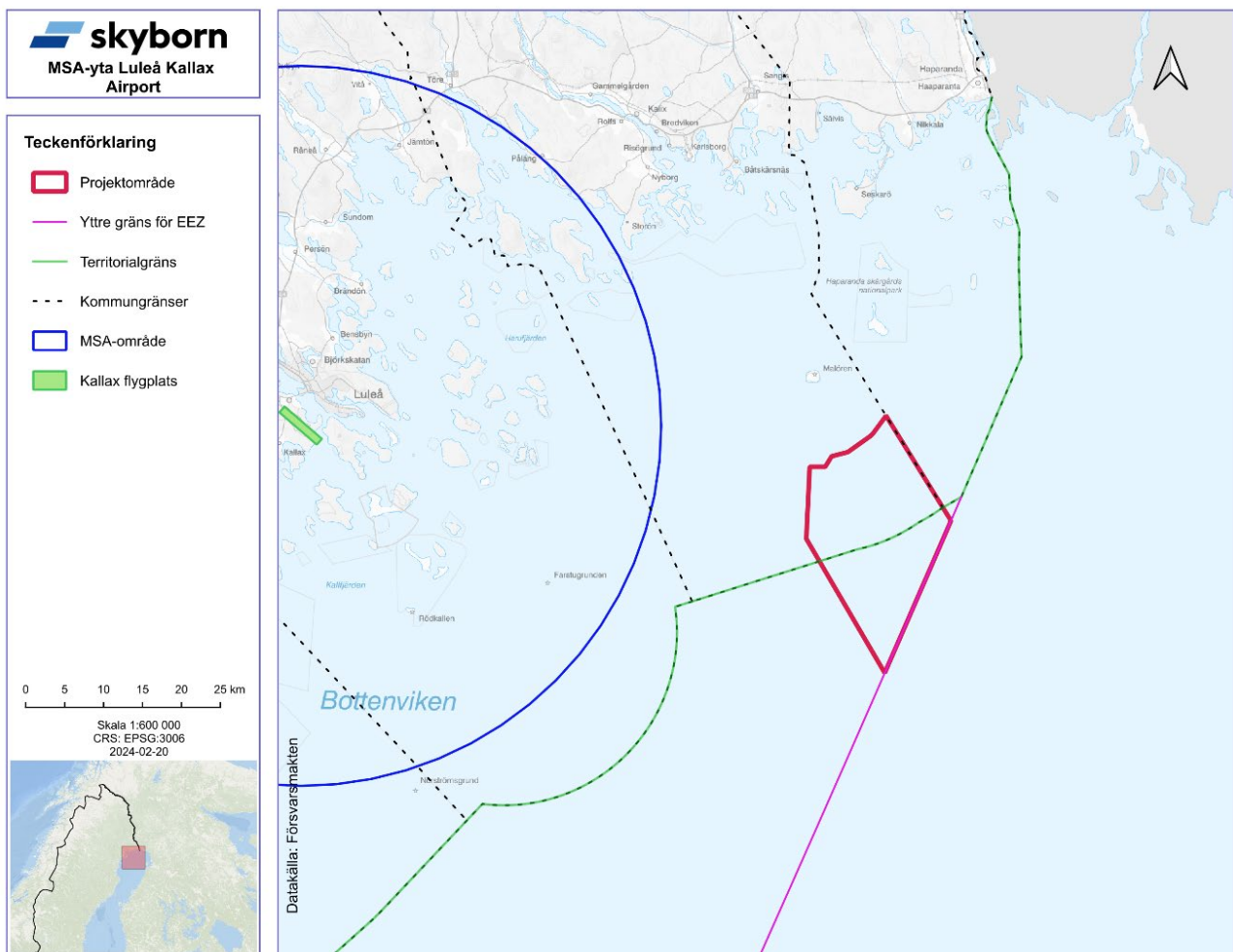
9.8 Luftfart

I detta avsnitt redovisas vindkraftparkens påverkan och effekter på luftfarten samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på den flyghinderanalys som utförts av luftfartsverket som presenteras i bilaga D21.

9.8.1 Nulägesbeskrivning

Den närmaste stora flygplatsen är Luleå Airport (Luleå Kallax), se Figur 9-18. Luleå Airport ligger ca 50 km väster om projektområdet. Det finns inga idag aktiva flygplatser i Kalix eller Haparanda kommuner.

I Finland ligger närmaste flygplats i Kemi-Torneå ca 52 km nordost om projektområdet. Ytterligare en flygplats finns i Uleåborg ca 83,5 km sydost om projektområdet.



Figur 9-18 MSA område för Kallax flygplats i Luleå.

9.8.2 Effekter på luftfarten

Den påverkansfaktor som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till effekter på luftfarten är fysisk påverkan ovan havsytan. Effekten beskrivs i följande avsnitt. I Tabell 9-17 visas en översikt av identifierad påverkansfaktor. Bedömningarna innefattar endast konsekvenser för civil luftfart.

Tabell 9-17. Potentiell påverkan på luftfart.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan	x	x	x

9.8.2.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Anläggnings-, drift-, och avvecklingsskedet

Vindkraftparken och dess vindkraftverk med en totalhöjd om som mest 350 m kommer att ta i anspråk ett utrymme i luftrummet. Varken under anläggning, drift eller avveckling kommer det att vara möjligt att flyga på låg höjd över projektområdet.

9.8.3 Konsekvensbedömning

9.8.3.1 Fysik påverkan ovan havsytan

Anläggnings-, drift-, och avvecklingsskedet

För att bedöma konsekvenserna för luftfart har Skyborn låtit Luftfartsverket (LFV) genomföra en flyghinderanalys, se bilaga D21. LFV har bedömt att vindkraftparken inte har någon påverkan på CNS-utrustning (kommunikation, navigeringsfyrar, radarstationer). LFV:s flyghinderanalys konstaterar att flygplatsen Luleå Kallax har en TAA (Terminal Arrival Altitude) som berörs, inflygningen PA551. Vidare berörs för flygplatsen Luleå Kallax även RNP (Required Navigation Performance) IAF PA551. Skyborn har haft en dialog med Luleå Kallax flygplats som har gjort en analys av hur ovan nämnda TAA och RNP påverkas. Preliminärt/muntligt besked är att det inte är någon påverkan på dessa eller inflygningen för den civila flygtrafiken i övrigt. Gällande den militära flygverksamheten vid Norrbottens Flygflottilj, F21 så pågår analys av nuvarande projektområde och bedömning i den delen kommer lämnas i ett samlat yttrande från Försvarmakten. I detta yttrande kommer även skriftligt svar gällande den civila delen eftersom Försvarmakten är flygplatshållare för Luleå/Kallax flygplats.

För att luftfart visuellt ska kunna se vindkraftverken under natten kommer vindkraftverken förses med hinderbelysning enligt gällande lagstiftning.

Vindkraftparken kommer att ta en permanent del av luftrummet i anspråk som inte kommer att kunna nyttjas av luftfarten. Samtidigt upprättas markering och hinderbelysning för att flyg inte ska komma in i vindkraftområdet. Området är begränsat och hinderytan bedöms ha liten betydelse och effekt för luftfart i detta område. Effektens storlek bedöms därför sammantaget vara liten.

Vindkraftparken med hinderområde bedöms i övrigt inte användas av luftfarten i någon omfattning av betydelse. Området bedöms inte heller ha någon särskild betydelse för flyg från omkringliggande flygplatser. Sammantaget bedöms den civila luftfartens värde i området vara litet.

Med en liten effekt och ett litet värde bedöms konsekvensen för luftfarten sammantaget bli liten.

9.8.3.2 Övergripande konsekvensbedömning

Effekten och värdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena. I Tabell 9-18 sammanfattas konsekvensbedömningen för luftfart.

Tabell 9-18 Övergripande bedömning av konsekvenserna för luftfart.

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövärdets storlek	Konsekvens
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten

9.9 Marinarkeologi

I detta avsnitt redovisas vindkraftparkens påverkan och effekter på marinarkeologin samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken. Bedömningarna och beskrivningarna i följande avsnitt baseras på den marinarkeologiska utredning som gjorts som baserats på genomförd sjömätning.

9.9.1 Nulägesbeskrivning

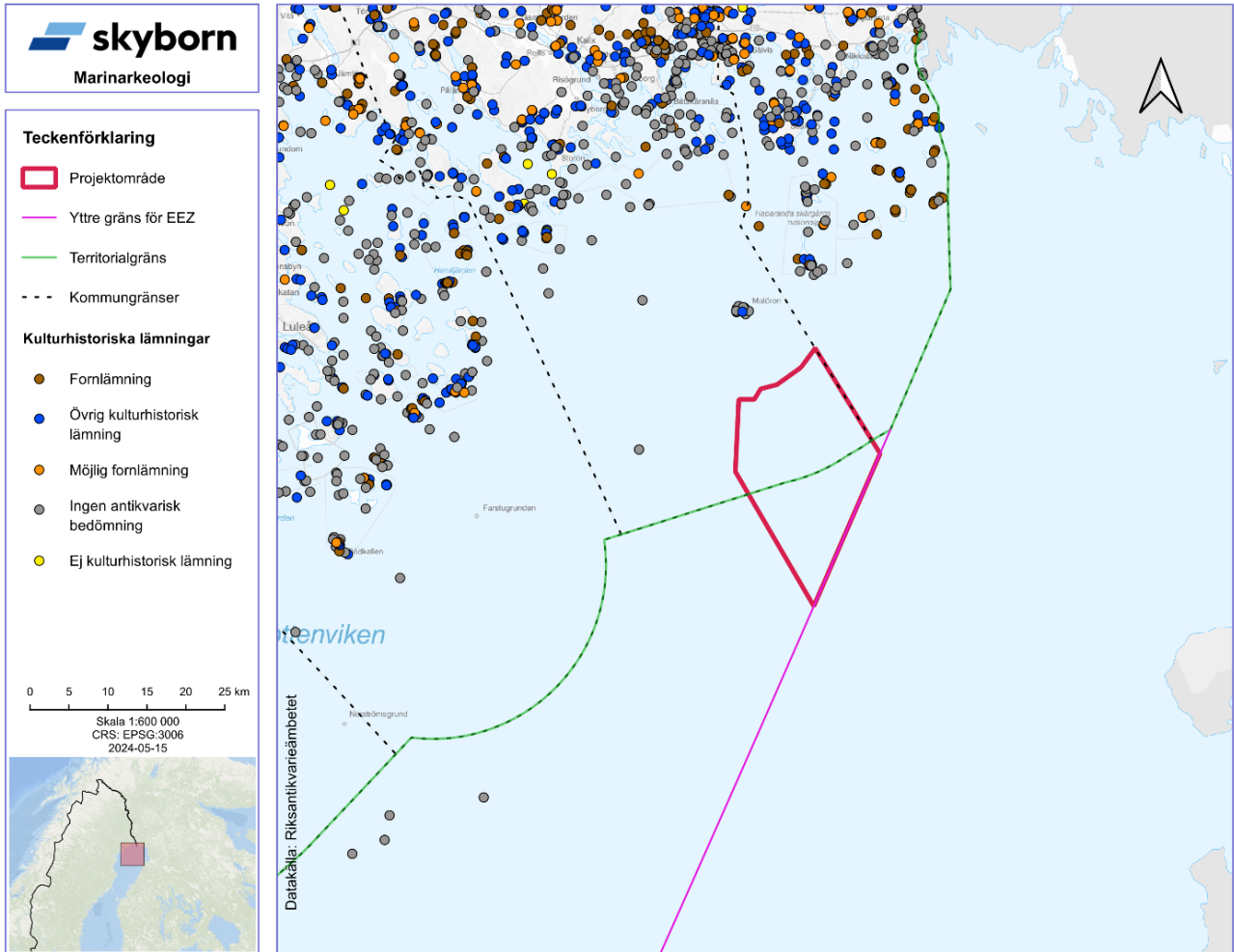
Till havs finns två relativt närliggande lämningar utan antikvarisk bedömning som registrerats i fornsök, se Figur 9-19. Den ena (L1992:6796) ligger ca 14,5 km nordväst och den andra (L1992:6682) ca 8 km sydväst om projektområdet. Lämningarna är utpekade som fartygs-/båtlämningar. Strax utanför Malören och Sandskär finns ytterligare lämningar utan antikvariska bedömningar. Alla dessa är klassificerade som fartygs-/båtlämningar.

En frivillig arkeologisk utredning etapp 1 har genomförts av Nordic Maritime Group AB på uppdrag av Skyborn. Utredningen baseras på data från sjömätningen som genomförts inom projektet. Inför etapp 1 utredningen genomfördes en förstudie som lyfter fram alla typer av antropogena lämningar som identifierats inom området och som kan ha betydelse för framtida planering av projektet (Nordic Maritime Group, 2024).

I dagsläget återfinns inga kända kulturhistoriska lämningar inom projektområdet. Den arkeologiska undersökningen som genomfördes för området hittade 29 indikationer på objekt som kan vara av potentiellt antikvariskt intresse. Dessa objekt klassificerades enligt en skala från 1-4.

1. *Tydligt vrak* – Denna klassificering får objekt endast om det inte råder några tvivel om att objektet är ett fartygsvrak.
2. *Troligt vrak* – Ett vrakliknande objekt som inte är lika tydligt som ett kategori-1-vrak. Det kan handla om en mycket sönderfallen fartygslämning eller att endast en del av objektet avtecknas i ytterkanten av sonarbild
3. *Vrakliknande formation* – Oftast en avlång formation som kan vara en nedbruten fartygslämning, ballasthög eller en naturformation. I denna kategori ryms även andra typer av vrak som bilar, flygplan eller andra fordon.
4. *Område med flera indikationer* – Ett område på botten som innehåller flera objekt, bestående av t.ex. timmer, stenar, och potentiella skeppsdelar (Nordic Maritime Group, 2024).

Tre objekt inom projektområdet har fått klassificering 2. Den största andelen av objekt som identifierats, nitton st, har fått klassificering 3. Resterande sju objekt har klassificering 4. Inga tydliga vrak har kunnat identifieras.



Figur 9-19 Lämningar registrerade i fornsök.

9.9.2 Effekter på marinarkeologi

Den påverkansfaktor som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till effekter på marinarkeologiska objekt är fysisk påverkan under havsytan. Effekten beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-19 visas en översikt av identifierad påverkansfaktor för de olika skedena.

Tabell 9-19 Potentiell påverkan på kulturmiljön och marinarkeologi.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan under havsytan	x		x

9.9.2.1 Fysisk påverkan under havsytan

Effekter under anläggningskedet

Vid anläggning av vindkraftparken genomförs fysiska ingrepp på havsbotten som kan skada kulturhistoriska lämningar. De arbetsmoment som bedöms kunna ge störst ingrepp på havsbotten är schaktning och installation av fundament och anläggning av ledningar. Även uppankrade fartyg kan potentiellt påverka eventuella vrak som kan finnas i området. Den fysiska påverkan uppstår därmed i huvudsak under anläggnings- och avvecklingskedet.

Under detaljprojekteringen kommer kompletterande utredningar av antikvariska objekt vid behov att utföras med en okulärbesiktning med hjälp av ROV eller dykande arkeologer.

Om arbeten fysiskt kommer att ske inom 50 m från ett antikvariskt objekt sker samråd med länsstyrelsen i enlighet med kulturmiljölagen. För de antikvariska objekt (klassificering 2 eller högre) som inte berörs fysiskt av anläggningen kommer skyddsåtgärder i form av säkerhetsavstånd upprättas vid anläggning, avveckling samt under reparations-/underhållsarbeten under drift vid sådana arbeten som eventuellt skulle kunna påverka dessa objekt.

Med ovan angivna skyddsåtgärder för att minimera påverkan på marinarkeologiska objekt bedöms miljöeffekten som försumbar.

Effekter under avvecklingskedet

Då avvecklingskedet ligger långt fram i tiden samt att teknikutveckling sker i en hög takt är det svårt att specificera vilka avvecklingsmetoder som kommer användas vid tidpunkten för avvecklingen och därmed i detalj vilken påverkan som uppkommer. Det bedöms dock osannolikt att något skyddsobjekt som identifierats under anläggningsskedet skulle påverkas under avvecklingskedet. Miljöeffekten bedöms som försumbar.

9.9.3 Konsekvensbedömning

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

NMGs undersökning visar potentiella antikvariska objekt inom området. Underlaget beskriver dock en viss osäkerhet eftersom området varit svårundersökt pga. formationer som skapats av att inlandsisen dragit fram i denna del av Bottenviken som kan misstas för antikvariska objekt. Miljövärdet bedöms som litet utifrån framtagna underlag.

Då miljövärdet bedöms som litet och miljöeffekten som försumbar blir den sammanvägda konsekvensen försumbar.

9.9.3.1 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika delområdena A och B. I Tabell 9-20 sammanfattas konsekvensbedömningarna för marinarkeologin. Visuella effekter på landskapsbilden och bedömning av riksintressen beskrivs i kapitel 10 och ingår därför inte i tabellen.

Tabell 9-20 Övergripande bedömning av konsekvenserna för marinarkeologi.

Påverkansfaktor	Miljövärdets storlek	Miljöeffektens storlek	Konsekvens
Anläggnings- och avvecklingskedet			
Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Liten	Försumbar

Särskilda förutsättningar i territorialhavet (område A)

Objekt 1–23 anträffas inom område A. Här återfinns två objekt (objekt nummer 6 och objekt nummer 7) som kan anses vara troliga vrak (Klass 2).

Särskilda förutsättningar i Sveriges ekonomiska zon (Område B)

Objekt 24–29 är anträffade inom zon B. Här återfinns ett objekt (objekt nummer 26) som kan anses vara en troliga vrak.

9.10 Rekreation och friluftsliv

Följande avsnitt behandlar rekreation och friluftsliv som bedrivs inom och i närheten av projektområdet. En utredning av fritidsfisket i området har genomförts av Niras (2024). För att utreda det luftburna bullret som kan uppstå under drift har även en bullerberäkning tagits fram av Akustikkonsulten som presenteras i bilaga D7 och D8. Utöver det har en kompletterande bullerberäkning genomförts för att svara på frågor som framkommit under samrådet, se samrådsredogörelsen, bilaga D2. Dessa frågor gäller förtydligande kring maskering av ljud från vågor och vind, ökat ljud vid nedisning och vindriktningens betydelse på ljudets spridning från vindkraftparken. Eventuell visuell påverkan på rekreation och friluftsliv bedöms inte i detta avsnitt utan lyfts istället i avsnitt 10.1.

9.10.1 Nulägesbeskrivning

Längs Norrbottens kust och skärgård finns goda förutsättningar för friluftaktiviteter. Området utmärker sig särskilt för sin stillhet och låga ljudnivå, en tilltalande landskapsbild och sällsynthet bland växter och djur. Dessa värden är även utpekade som riksintresse för friluftsliv som beskrivs närmre i avsnitt 10.3. Landskapet med dess värdefulla natur och långa soltimmar under sommarhalvåret och isarnas utbredning till havs under vinterhalvåret ger goda förutsättningar för friluftslivsaktiviteter. Under sommaren är det främst fritidsfiske, bad, kanot, och natur- och kulturupplevelser som lockar. Vinterhalvåret ger en möjlighet att utöva pimpelfiske, spark, långfärdsskridskor och skidåkning. Det är även populärt med promenader och vandringar året runt.

Fritidsfisket bedrivs främst längs kusterna då tillgängligheten och arterna som är vanliga mål för fritidsfisket generellt uppehåller sig närmre kusten. Fiske inom projektområdet kan dock inte uteslutas helt (Niras, 2024). Generellt är fritidsfisket i norra Sverige mer utbrett än i resten av Sverige, där inlandsfisket står för en stor del av fritidsfisket. År 2022 registrerades det totalt 1 784 000 fiskedagar för havs- och kustfiske i Bottniska viken, som sker främst under sommarmånaderna. Arterna som fiskas är bl.a. abborre, havsöring, och gädda. En stor del av fritidsfisket sker från båt och utförs med fasta redskap, vanliga metoder är spinnfiske, metfiske och pimpelfiske (Niras, 2024).

9.10.2 Effekter på rekreation och friluftsliv

De påverkansfaktorer som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på rekreation och friluftsliv är fysisk påverkan ovan havsytan och luftburet buller. Effekterna beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-21 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer.

Tabell 9-21 Potentiella effekter på rekreation och friluftsliv

Potentiell påverkansfaktor	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan	x	x	x
Luftburet buller	x	x	x

9.10.2.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Effekter under anläggning-, drifts-, och avvecklingskedet

Under anläggning- och avvecklingskedet kommer fritidsfiske inom och i närheten av projektområdet begränsas av tillfälliga avlysningar för sjöfarten intill pågående arbeten och runt arbetsfartyg. Under driftsskedet kommer fritidsfiske att kunna fortlöpa men med hänsyn till säkerhetsavstånd för vindkraftverk och

andra plattformar. Med hänsyn till dessa aspekter bedöms effekten bli försumbar för fritidsfisket eftersom begränsningarna upptar en liten yta som inte bedöms försvåra möjligheten för fritidsfiskets bedrivande.

9.10.2.2 Luftburet buller

Effekter under anläggnings-, drifts-, och avvecklingskedet

Den ekvivalenta ljudnivån beräknas till som högst 30 dBA vid de närmaste bostäderna (Malören). Det är således mycket god marginal till riktvärdet 40 dBA. Buller från vindkraftparken kan dessutom maskeras av naturliga bakgrundsljud. Studier visar att ljud från vindkraftverk blir helt maskerade och ej hörbart om det naturliga bakgrundsljudet uppgår till 10db högre. För öarna närmast Polargrund, dvs. Malören och Sandskär, kan konstateras att många av bostäderna ligger inom några hundra meter från strandlinjen. Det är därför rimligt att anta att vågorna i sig kan maskera ljud från vindkraftverken under delar av året, då vattnet inte är isbelagt och det förekommer vågor som bryter mot öarna. I tillägg till det så minskar även ljudnivån med minskad vindhastighet (Akustikkonsulten, 2024).

Nedisning kan i sin tur öka ljudnivåerna från vindkraftparken. Vid nedisning visar en studie ökade ljudnivåer på runt 10 db vid mätningar strax intill vindkraftparker. Dock minskar även i detta fall ljudnivån med ökat avstånd. För att uppnå den högsta förändringen på ljudnivån krävs att det dels måste bli nedisning på flera vindkraftverk samtidigt, dels måste blåsa i riktning mot mätpunkten (Akustikkonsulten, 2024).

Ett modernt vindkraftverk börjar avge ljud när vindhastigheten når 3-4 m/s. Vindens betydelse på ljudets spridning når normalt den högsta hastigheten runt 9-10 m/s och jämnas därefter ut till liknande ljudnivå även vid högre vindhastigheter. Den vanligaste vindriktningen i området är sydlig, även nordvästliga vindar är vanligt förekommande vilket i stor utsträckning styr hur ljudet sprider sig. Blåser det ut från land blir det minst påverkan på ljudbilden från närliggande öar (Akustikkonsulten, 2024).

Miljöeffekten på friluftsliv och rekreation bedöms utifrån framtagna underlag som försumbart.

9.10.3 Konsekvensbedömning

9.10.3.1 Fysik påverkan ovan havsytan

Konsekvensbedömning för anläggnings-, drift-, och avvecklingskedet

Fritidsfisket bedrivs främst längs kusten då målarterna gärna uppehåller sig längs kusten. Trots att projektområdet ligger långt utanför kusten har det inte gått att utesluta fritidsfisket helt, men merparten sker med stor sannolikhet närmre land där vattendjupet är grundare. Djupet inom projektområdet försvårar ytterligare för potentiella fritidsfiskare. Med denna bakgrund bedöms miljövärdet bli försumbart.

Med anledning av att fritidsfiske med hög sannolikhet främst sker närmre kusten och att övrig rekreation ligger på ett långt avstånd (10 km) från projektområdet till närmaste öar så bedöms konsekvensen på friluftsliv och rekreation som försumbar.

9.10.3.2 Luftburet buller

Konsekvensbedömning för anläggnings-, drift-, och avvecklingskedet

Områden viktiga för friluftsliv bedöms ligga på ett tillräckligt avstånd för att inte påverkas i betydande grad av luftburet buller från vindkraftparken. Eventuell spridning av luftburet buller kan framförallt uppstå nordost om projektområdet vid höga vindhastigheter eftersom den förhärskade vindriktningen är syd/sydvästlig. Påverkan bedöms därför vara försumbart från de närmaste öarna.

9.10.3.3 Övergripande konsekvensbedömning

Effekten och värdets storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika områdena. I Tabell 9-22 sammanfattas konsekvensbedömningarna för friluftsliv och rekreation.

Tabell 9-22 Övergripande bedömning av konsekvenserna för rekreation och friluftsliv

Påverkansfaktor	Miljövärdets storlek	Miljöeffektens storlek	Konsekvens
Anläggnings-, drift- och avvecklingskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbart	Försumbart	Försumbar
Luftburet buller	Försumbar	Försumbar	Försumbar

9.11 Rennäring

I detta avsnitt beskrivs rennärningen som pågår i förhållande till det projektområdet, vindkraftparkens påverkan samt vilken konsekvens som kan uppkomma till följd av anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken. I En rennäringsutredning har utförts av Ecogain där samebyarnas markanvändning i förhållande till projektområdet har analyserats.

Projektet har fört tidiga dialoger med samebyarna, Liehittjäja koncessionssameby, Kalix koncessionssameby, Gällivare skogssameby och Jåhkågasska tjiellde fjällsameby. De fyra samebyarna bjöds in till samråd i november 2021. Under 2022 hade Skyborn samrådsmöten med Liehittjäja och Kalix sameby. Gällivare sameby bedömer sig inte vara berörda av vindkraftparken och Jåhkågasska tjiellde sameby har uppgett att de inte har några synpunkter inom samrådet.

Berörda samebyars egen beskrivning av sin markanvändning och områdets förutsättningar för renbete är centrala underlag för bedömningarna.

9.11.1 Nulägesbeskrivning

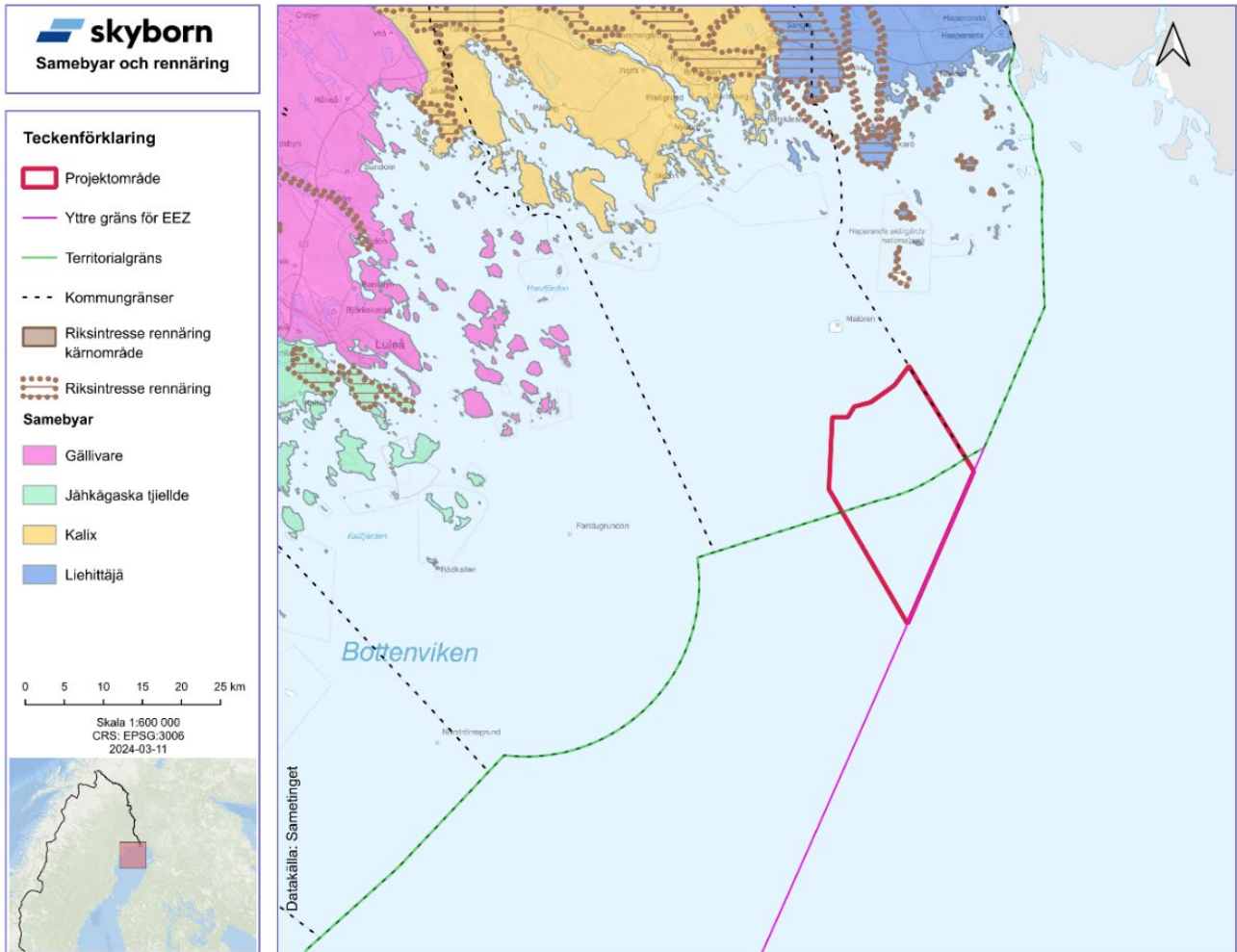
Renarna är beroende av speciella beten vid olika tider på året och vandrar därför i ett invariant mönster mellan de olika betesområdena. De ytor som används under olika årstider kallas årstidsland.

Längs kusten i Haparandas, Kalix och Luleås skärgårdar sker vinterbete. Vissa av öarna är även utpekade som riksintresse för rennäring (se avsnitt 10.3.6). En förutsättning för renbete på öarna i skärgården närmast projektområdet är att det ligger is på Bottenviken så att renarna självmant kan förflytta sig mellan fastlandet och öarna. Generellt sett sker detta i december. Då vandrar renarna naturligt, efter ett invariant mönster, ut till sitt vinterbetesland. De kan också drivas av renskötare till fots eller med skoter.

Isen når normalt ut till projektområdet varje vinter, men isförhållandena kan variera i stor utsträckning mellan olika år och även inom issäsongen. Issäsongen i norra Bottenviken varar normalt sett från början av december till mitten av maj. Isens utbredning i Östersjön och Bottenhavet har dock minskat tydligt de senaste 100 åren och isutbredningen väntas minska i framtiden i takt med att klimatet blir varmare.

9.11.1.1 Samebyar

Projektområdet ligger utanför renskötselområdet. Det finns dock ett antal öar i Bottenvikens skärgård, från Luleå till Haparanda, som geografiskt ligger närmre projektområdet. Dessa öar innefattar fyra samebyars markanvändningsområden. Dessa samebyar är Liehittjä (koncessionssameby), Kalix (koncessionssameby), Gällivare (skogssameby) och Jåhkågasska tjiellde (fjällsameby) vilka framgår i Figur 9-20:



Figur 9-20 Samebyarna Liehittjä, Kalix, Gällivare och Jåhkågasska tjiellde.

9.11.1.2 Samebyarnas områdesanvändning

I Tabell 9-23 nedan listas samebyarnas närmaste betesområden, och deras avstånd till projektområdet. Den sameby som har vinterbete närmast projektområdet är Liehittjä sameby, näst följd av Kalix sameby vilka därav beskrivs mer ingående nedan.

Tabell 9-23 Översiktlig information om de närmast belägna samebyarnas betesmarker. Källa: Samtinget, samt Ecogains avståndsberäkningar (Ecogain, 2024).

Sameby	Areal (km ²)	Vinterhjord (antal renar)	Gruppansvariga renskötare	Betesrätt närmast projektområdet
Liehittjä	1544	1200	5	Vinterbete ca 10 km norr om projektområdet.
Kalix	2605	1900	5	Vinterbete ca 27 km nord-nordväst om projektområdet.
Gällivare	8321	7000	35	Vinterbete ca 28 km nordväst om projektområdet.
Jåhkågasska tjiellde	9922	4500	45	Vinterbete ca 38 km sydväst om projektområdet.

Liehittjä sameby

Liehittjä sameby har sina betesmarker inom Haparanda kommun. Av de öar som nyttjas av samebyn är vissa utpekade som riksintressen (se avsnitt 10.3.). Sandskär är den ö som ligger närmast, ca 10 km norr om, projektområdet. Renarna nyttjar, som längst ut i skärgården, öarna Sandskär, Eevankarit, Mali, Letto, Ylikari och Inakari. Dessa öar nyttjas under vintertiden när isarna har lagt sig och bl.a. lavförekomster är goda. Ingen av öarna nyttjas för brunst eller kalvningsland. Seskarö används även som samlingsplats.

Samebyns renar betar i skärgården främst under perioden från december till april, och nyttjar framför allt öarna Seskarö och Sandskär för vinterbete. Renarna brukar vilja vandra ner mot Seskarö från november-december, men vandringen kan ske både tidigare och senare och beror till stor del av vädret. Flytten går från sommarbeteslandet väster om Luppjo ner till Sangis och ut mot Säivisnäs och Bredviken. Från Säivisnäs är det en kort sträcka att gå på isen med renarna till Seskarö. Samebyn flyttar till fots, förutsatt att isen är tillräckligt bra. Samebyn har i stort sett hela renhorden på Seskarö vintertid.

Renarna får ströva fritt under vinterbetesperioden. Vissa år har renarna vandrat ut till Malören, och i några få fall har samebyn även funnit renar som har vandrat ut mot Finland, så långt som till Uleåborg. Längre spontana vandringar sker oftast under dåliga betesår då renarna söker efter bete över ett större område. Enligt samebyn kan renarna vandra så långt ut som till projektområdet, men det är inte önskvärt och inte heller vanligt förekommande.

I början av april flyttas renarna tillbaka till fastlandet och mot sommarlandet väster om Luppjo, där renarna har sitt kalvningsland och huvudsakliga sommarland (Liehittjä sameby, 2022; Liehittjä sameby, 2023).

Kalix sameby

Kalix koncessionssameby har sina betesmarker inom Kalix kommun. De öar som nyttjas av Kalix sameby ligger som närmast ca 27 kilometer norr, respektive nordväst om projektområdet. Kalix sameby nyttjar betesmarker på ett antal öar i skärgården utanför Kalix och enligt uppgift betar man på öarna Rånön och Bergön men renar söker sig även lägre ut i skärgården i sydostlig riktning. Inga av dessa öar är utpekade som riksintressen för rennaringen; däremot är de utpekade som trivsalland för Kalix koncessionssameby, enligt Sametingets kartor. Ingen av öarna i skärgården nyttjas som samlingsplats, brunst eller kalvningsland.

Samebyn flyttar renarna till fots eller med lastbil ner mot kusten runt december och försöker få renarna i land igen i mars. Renarna vandrar fritt mellan öarna i skärgården för att söka föda under vintern. Det händer ibland att renarna går ut mot Malören, men renskötarna vill helst inte att renarna går ut ända dit. De uppger att det inte är några stora antal som går så långt ut (Kalix sameby, 2024).

9.11.2 Effekter på rennäringen

Den påverkansfaktor som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på rennäringen är fysisk påverkan ovan havsytan. Effekten beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-24 visas en översikt av identifierad påverkansfaktor. Någon effekt under anläggningskedet förväntas inte eftersom anläggningsarbeten kommer att ske under isfria perioder då renarna inte har möjlighet att komma nära.

Tabell 9-24 Potentiella effekter på rennäringen.

Potentiell påverkansfaktor	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan		x	

9.11.2.1 Fysisk påverkan ovan havsytan

Effekter under driftskedet

Forskning om potentiella effekter från driftsatta vindkraftparker på renskötseln har fokuserat på undvikande beteenden i form av olika störningseffekter som gör att renar i varierande grad undviker vindkraftparker eller minskar sin habitat användning i deras omedelbara närhet (Skarin, Sandström, Brandão Niebuhr, Alm, & Adler, 2021), (Tolvanen, Routavaara, Jokikokko, & Rana, 2023). Utifrån *Metodhandboken för rennäringens utredningar*, (Svensk vindenergi, 2022) utgår vindkraftsetablerings effekter på rennäringen från påverkan på betesresurser, betesro och barriäreffekter.

Studier har visat att renar har ett flyktavstånd mellan 0–1 km från störningskällan och en ökad hjärtfrekvens i 0–4 minuter efter en inträffad händelse. Andra få studier har visat att renars användning av betesområden kan påverkas inom 1–2 km från ett ingrepp. Studier har visat att renar undviker områden nära störningar, men många studier har emellertid visat att renar kan habituera sig eller få en ökad tolerans mot störningar. Empiriska studier har visat att renar undviker kontinuerlig störning eller permanenta ingrepp, så som vägar, kraftledningar, bebyggelse etc. på ett avstånd av minst 2 km. Det finns skillnader mellan olika säsonger och avstånd som renarna reagerar på störningar. Bl.a. är kalvningssäsongen extra känslig, eftersom kalvarna är små och vajorna rör sig över en begränsad yta där det är god betestillgång för att kunna producera mjölk (Skarin, Nellemann, Sandström, Rönnegård, & Lundqvist, 2013).

Renarna är främst känsliga för störningar under våren när kalvarna föds. Vid störning kan vajorna kasta sina kalvar eller lämna nyfödda kalvar pga. stress och/eller störning (Sametinget, 2021). Andra studier har visat att renar har reducerat sin användning av områden som ligger 3–5 km från vindkraftsanläggningar. Sametinget rekommenderar dock att kunskapen om effekterna av vindkraftverk på renar behöver styrkas genom långsiktiga studier (Sametinget, 2020).

9.11.3 Konsekvensbedömning

Konsekvensbedömning för driftskedet

Att Liehittjä koncessionssameby och Kalix koncessionssameby bedöms vara de samebyar som huvudsakligen skulle kunna beröras av etableringen, styrks av Sametingets samrådsyttrande i ärendet

(Sametinget, 2022). Därmed har arbetet med rennäringsutredningen kommit att fokusera på Kalix och Liehittjä samebyar (Ecogain, 2024).

Då projektområdet med en omgivande radie på ca 10 km inte primärt används av rennärningen bedöms miljövärdet vara försumbart. Enstaka renar uppges av samebyarna kunna, i undantagsfall vid dåliga betesår, vandra ut mot projektområdet under år med goda isförhållanden, men det är inte önskvärt för samebyarna, inte minst då det helt saknas betesresurser i området och pga. fartygstrafik och isbrytning vintertid.

Miljöeffekterna bedöms vidare vara försumbara till följd av det stora avståndet till närmsta betesområde varpå en direkt påverkan på betesresurser uteblir, likaså uppkommer ingen beteendestörning samt störning av betesron. Några barriärer bedöms inte uppstå eftersom projektområdet inte passeras av betande renar. Projektområdet korsar inte heller av någon flyttled och några riksintressen för rennärningen påverkas inte (se avsnitt 10.3).

För Kalix sameby bedöms den befintliga farleden för insegling till Kalix utgöra en barriär mellan deras vinterbete och projektområdet för Polargrund. En marginell positiv effekt kan uppstå då fartygstrafiken och isbrytningen vintertid förskjuts längre ifrån öar med renbete till följd av etableringen.

Sammanfattningsvis bedöms ingen negativ påverkan uppstå på rennärningen.

9.11.3.1 Övergripande konsekvensbedömning

Miljöeffekten och miljövärdet storlek skiljer sig inte mellan delområde A och B varför konsekvensen kommer vara samma i de olika områdena. I Tabell 9-25 sammanfattas konsekvensbedömningen för rennäring.

Tabell 9-25 Övergripande bedömning av konsekvenserna för rennäring

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Miljövärdets storlek	Konsekvens
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar

9.12 Totalförsvaret

9.12.1 Nulägesbeskrivning

Enligt Försvarsmakten är Bottenhavet och Östersjön en strategiskt viktig region för Försvarsmakten. Försvarsmaktens behov av att kunna verka i t.ex. kustband och hav har generellt ökat till följd av rådande säkerhetspolitiska läge och förvarsbeslutet från 2020 (Prop. 2020/21:30), som innebar en ändrad inriktning mot ett högre krav på operativ effekt och ökad förmåga. Påverkan på riksintressen för totalförsvaret hanteras i avsnitt 10.3.

Polargrund överlappar inga öppna riksintresseområden som behövs för totalförsvarets anläggningar enligt MB 3 kap 9§ andra stycket och inte heller några öppna områden av betydelse för totalförsvaret enligt MB 3 kap 9 § första stycket som t.e.x. lågflygningsområde, stoppområde för vindkraftverk eller påverkansområde för väderradar. I den gällande havsplanen är projektområdet beläget i område B100 och B101, se Figur 5-2 i avsnitt 5.1, som pekas ut för generell användning. I områdesbeskrivningarna anges inte särskild hänsyn för försvaret. Detta till skillnad från områdena för energiutvinning vid Ricklegrundet (B107) och Rata Storgrund (B108) där särskild hänsyn till totalförsvarets intressen anges. Vidare anges användning försvar vid Tåme skjutfält i Skellefteå kommun, eftersom det har ett påverkansområde som sträcker sig ut i havsplaneområdet

(B105). Särskild hänsyn till totalförsvarets intressen anges även vid flygövningsområdet vid Kallax (B102–B103) där en mindre del av ett stoppområde för höga objekt går in i havsplaneområdet. Stoppområdet ligger ca 70 km från projektområdet.

I granskningsversion av Förslag till ändrade havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet den som nu remitteras och planeras fastställas i slutet av 2024 av regeringen föreslås att område B111 pekas ut för energiutvinning. Området sammanfaller med projektområdet. Vid energiutbyggnad i Bottniska viken ska särskild hänsyn tas till totalförsvarets intressen i alla föreslagna områden med användning energiutvinning pga. risk för sammanlagd kumulativ påverkan från flera vindkraftparker.

Försvarmakten yttrade sig under samrådet 2022 över undersökningsområdet. I yttrandet framhölls att föreslagen vindkraftsetablering riskerade att medföra påtaglig skada på riksintresse för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess enligt 15 kap. 2 § offentlighets- och sekretesslagen (2009:400). Försvarmakten angav att de inte redogör mer specifikt för denna skada, eftersom det skulle riskera att avslöja uppgifter vars röjande kan medföra betydande men för totalförsvaret eller i annat fall för rikets säkerhet. Försvarmakten uppgav vidare att de motsätter sig ett uppförande av vindkraftparken Polargrund.

Skyborn har efter detta minskat utbredningen av parken till nu gällande projektområde, se avsnitt 4.2.1. Skyborn skickade det uppdaterade projektområdet till Försvarmakten i mars 2024 för att ta del av deras ställningstagande till det reviderade projektområdet. Något svar har vid MKBns upprättande inte erhållits.

9.12.2 Effekter på totalförsvaret

Detta avsnitt beskriver den potentiella påverkan på Försvaret. I Tabell 9-26 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer.

Tabell 9-26 Potentiell påverkan på totalförsvaret.

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Fysisk påverkan ovan havsytan		x	
Fysisk påverkan under havsytan		x	

Installerade konstruktioner kan utgöra fysiska hinder för militär verksamhet innefattande t.ex. fartyg, flygplan, helikoptrar, drönare, ubåtar, undervattensdrönare samt skjutningar under vatten. Påverkan på sonar och kommunikationssystem kan också uppkomma.

Vid kusten och i havet gäller Försvarmaktens öppna intressen främst övningsverksamhet och signalspaning. Fasta fysiska hinder placerade över, på eller under vattnet som kan begränsa verksamheten för flyg och fartyg innebär i regel en påverkan för Försvarmakten. Tekniska störningar som påverkar sambands- och radarsystem kan innebära en negativ påverkan på den militära verksamheten (Boverket, 2024).

Försvarmaktens sjöövningsområden används för att öva väpnad strid över, på och under vattnet. I övningarna används ofta olika typer av fartyg och ubåtar samt flyg- och helikopterförband. Försvaret radioanstalt bedriver också signalspaning över havet med syftet att kartlägga bl.a. yttre hot mot Sverige. Enligt Försvarmakten kan motorvägar, järnvägar, elkraftsanläggningar och radiomaster störa signalspaning inom ca 10 km i spaningssektorn. Havsbaserad vindkraft kan störa signalspaning på ännu längre avstånd (Boverket, 2024).

9.12.3 Konsekvensbedömning

9.12.3.1 Fysisk påverkan ovan och under havsytan

Konsekvensbedömning för driftskedet

Vindkraftparken hindrar till viss del sjöövningar och lågflygning i ett relativt stort område men det finns stora vattenområden som fortsatt är tillgängliga för övningar. Etablering av vindkraftparken minskar det tillgängliga vattenområdet i Bottenviken något. Miljöeffektens storlek bedöms som liten. Vindkraftparken planeras att uppföras i ett annars öppet vattenområde som Försvarmakten angett är en del av en strategiskt viktig region för deras verksamhet. Mot bakgrund av tillgänglig information bedöms direkt påverkan på öppna specifika intressen inte uppstå. Mottagarens miljövärde har med tillgänglig information bedömts vara litet. Sammantaget bedöms konsekvensen bli liten.

Särskilda värden av riksintresse för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess enligt 15 kap. 2 § offentlighets- och sekretesslagen (2009:400) har inte kunnat klarläggas av Bolaget och en fullständig bedömning av områdets militärstrategiska betydelse har inte kunnat göras.

9.12.3.2 Övergripande konsekvensbedömning

I Tabell 9-27 sammanfattas konsekvensbedömningarna för Försvaret utifrån öppna utpekade försvarsintressen.

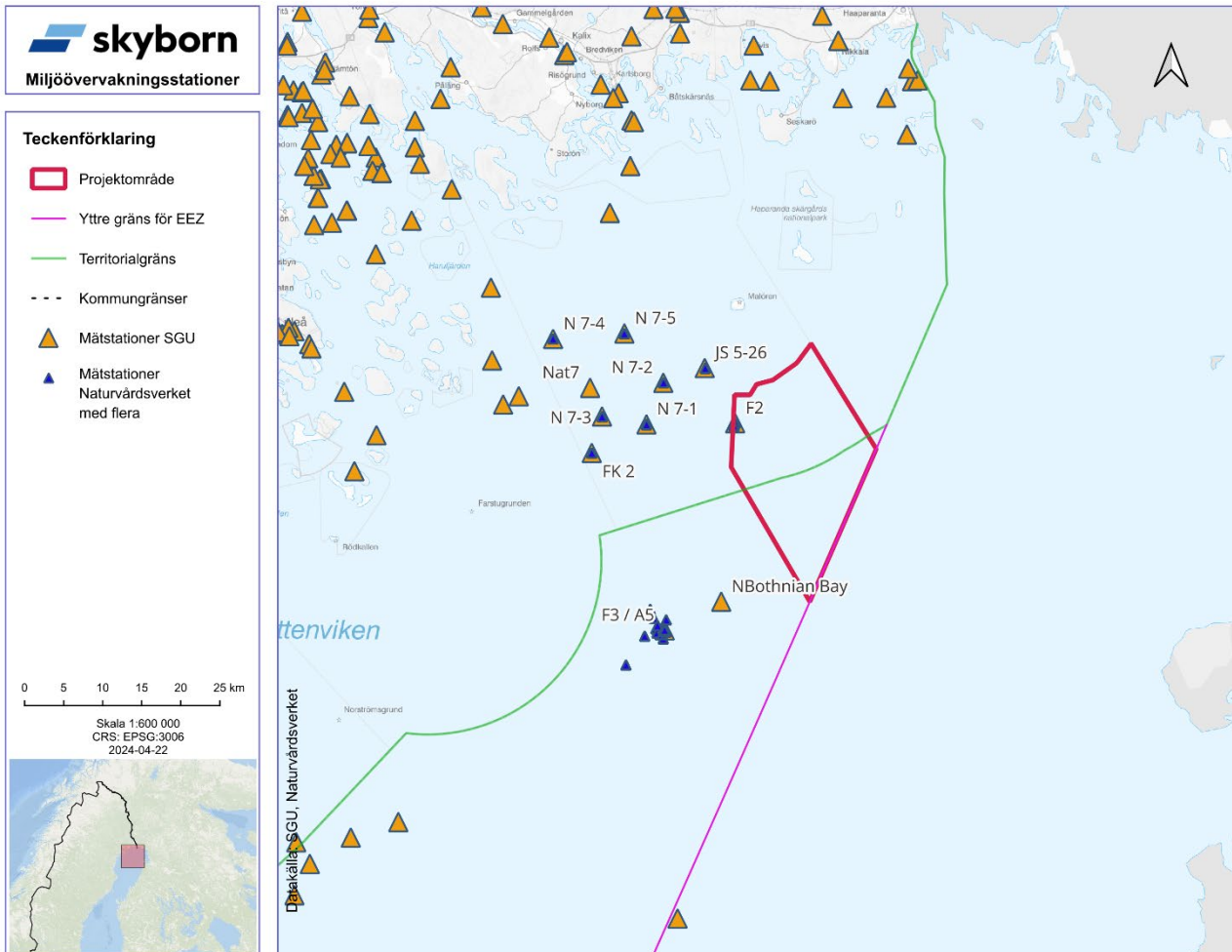
Tabell 9-27 Övergripande bedömning av konsekvenserna för Totalförsvaret

Påverkansfaktor	Miljöeffektens storlek	Mottagarens miljövärde	Konsekvens
Driftskedet			
Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten
Fysisk påverkan under havsytan	Liten	Liten	Liten

9.13 Miljöövervakningsstationer

9.13.1 Nulägesbeskrivning

Miljöövervakningsstationer inom den nationella miljöövervakningen mäter en eller flera parametrar, så som fysiska och kemiska egenskaper av vatten och sediment eller olika biologiska parametrar. Det övergripande ansvaret av det nationella miljöövervakningsprogrammet har Havs- och vattenmyndigheten. Mätstationer i närheten av undersökningsområdet framgår av Figur 9-21.



Figur 9-21 Mätstationer i närheten av undersökningsområdet (SMHI, SGU).

I den norra delen av den planerade vindkraftparken finns en miljöövervakningsstation, F2 (SE727621-185699). Station F2 användes senast år 2021 för provtagning av fysikaliska och kemiska parametrar. Miljöövervakningsstationen är en del av delprogrammet "den fria vattenmassan", som mäter hydrografiska, kemiska och biologiska parametrar. Delprogrammet ger information om säsongsmässiga variationer i närsalter, vattenutbyte och förekomst av syrebrist i Östersjön. Delprogrammet ger även underlag för uppföljning kring övergödning.

Strax norr och väster om den planerade vindkraftparken finns ytterligare mätstationer. JS 5-26 (SE728334-185318) ligger ca 5 km norr om, N 7-2 (SE728152-184785) ca 9 km nordväst om och N 7-1 (SE727620-184562) ca 11 km väst om den planerade vindkraftparken. Dessa tre mätstationer är en del av den nationella miljöövervakningen med syfte att klassa vattenförekomsten *Del av Bottenvikens utsjövatten* (SE650320-220650).

Miljöövervakningsstationen NBothnian Bay (SE725586-892219, Programspecifikt ID: SE-17) ligger ca 10 km sydväst om den planerade vindkraftparken och är en mätstation som undersöker organiska miljögifter och metallhalter i sediment. Mätstationen har funnits på plats sedan 2003, och provtagning planeras vid stationen att genomföras var 6:e år men nuvarande underlag redovisar senaste provtagningsomgången från år 2014. Mätstationen ägs av SGU (Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), 2023). Under samrådet har SGU

framfört att inga miljöövervakningsstationer för miljögifter i sediment finns inom eller i närheten av den planerade vindkraftsparken och dessa kommer därmed inte behandlas vidare (se bilaga D2).

9.13.2 Effekter på miljöövervakningsstationer

Den påverkansfaktor som uppstår till följd av den planerade verksamheten och som skulle kunna ge upphov till en effekt på miljöövervakningsstationer är grumling och sedimentpålagring samt utsläpp av kylvatten och retentat. Effekten beskrivs i följande avsnitt och i Tabell 9-28 visas en översikt av identifierade påverkansfaktorer under projektets olika skeden.

Tabell 9-28 Potentiell påverkan på miljöövervakningsstationer

Potentiell påverkan	Anläggning	Drift	Avveckling
Grumling och sedimentpålagring	X		X
Utsläpp av kylvatten och retentat		X	

9.13.2.1 Grumling och sedimentpålagring

Effekter under anläggnings- och avvecklingskedet

När arbete utförs på havsbotten kan det leda till uppgrumlade sediment, vilket potentiellt kan påverka provtagningsresultaten vid mätstationerna. Dessa resuspenderade sediment kan förändra vattenkemin och därmed provtagningsresultat från vattenprover innan de återigen sedimenterar, vilket i sin tur kan ha en inverkan på resultat från sedimentprover.

9.13.2.2 Utsläpp av kylvatten och retentat

Effekter under driftskedet

Under driftskedet kommer kylvatten från vätgassystem och/eller andra plattformar att släppas tillbaka ut i vattenmassan. Vattnet som släpps ut från vattenkylningsystemet består av uppvärmt havsvatten med en uppskattad temperatur på ca 15 °C. När havsvatten används som råvara till vätgasproduktion uppkommer även ett retentat, dvs det vatten som blir över när havsvattnet avsaltas för att kunna användas för produktion av vätgas. Retentatet har en högre salthalt (salinitet) än det omgivande havsvattnet (bilaga D9). Retentatet och kylvattnet skulle kunna påverka resultatet för vattenprover tagna inom miljöövervakningen.

9.13.3 Konsekvensbedömning

9.13.3.1 Grumling och sedimentpålagring

Konsekvensbedömning för anläggnings- och avvecklingskedet

Vattenprovtagningen som utförs inom ramen för den nationella miljöövervakningen kan endast påverkas om provtagningen sker nära vindkraftsparken under anläggnings- eller avvecklingskedet. SGU:s närmaste provtagningslokal ligger ungefär 10 km från projektområdet. Eftersom spridningen av sediment är begränsad (se bilaga D9), bedöms den därför inte påverkas av förhöjda halter av suspenderade sediment eller pålagring. Intressets miljövärde (vatten- och sedimentprovtagningen) bedöms vara måttlig, då provtagningen sker inom samma miljöövervakningsstationer över en lång tidsserie. Men eftersom sedimentspridningen är lokal och kortvarig bedöms miljöeffektens storlek vara försumbar. Sammanfattningsvis bedöms konsekvenserna av grumling och sedimentpålagring på miljöövervakningsstationerna vara försumbara

9.13.3.2 Utsläpp av kylvatten och retentat

Konsekvensbedömning för driftskedet

Inom miljöövervakningsstation F2 sker provtagning av fysikaliska och kemiska parametrar inom miljöövervakningsprogrammet. Stationer besöks en gång per år vid SMHIs närsaltskartering i Bottniska viken.

Resultat från genomförda modelleringar (bilaga D9) visar att både retentatet och kylvattnet snabbt blandas med det omgivande havsvattnet, vilket innebär att eventuell påverkan är lokal kring utsläppspunkten. Den ökade salthalten från retentatet utjämnas inom en mycket kort tid, och det uppvärmda kylvattnet har blandats med det omgivande vattnet inom ca 10 till 40 m från utsläppskällan. Salthalten och temperaturen i Bottenviken varierar naturligt under året pga. tillförsel av sötvatten från älvar och omrörning av vattenmassan. Därför bedöms miljöeffektens storlek som försumbar. Sammantaget blir konsekvensen för utsläpp av kylvatten och retentat försumbar.

9.13.3.3 Övergripande konsekvensbedömning

I Tabell 9-29 sammanfattas konsekvensbedömningarna för miljöövervakningsstationer.

Tabell 9-29 Övergripande bedömning av konsekvenserna för miljöövervakningsstationer.

Påverkansfaktor	Miljövärdets storlek	Miljöeffektens storlek	Konsekvens
Anläggnings- och avvecklingskedet			
Grumling och sedimentpålagring	Måttligt	Försumbar	Försumbar
Driftskedet			
Utsläpp av kylvatten och retentat	Måttligt	Försumbar	Försumbar

10. Övriga bedömningar

10.1 Visuell inverkan på landskapet

Vid anläggning av en vindkraftpark i ett tidigare öppet havsområde sker en förändring av landskapsbilden som beror på landskapets karaktär, skala och brukande. För att utreda den visuella påverkan har flera utredningar genomförts och den samlade bedömningen har utvärderats i en landskapsanalys som redovisas i sin helhet i bilaga D16. Landskapsanalysen baseras i sin tur på framtagna fotomontage (bilaga D4), ZTV (zone of theoretical visibility) (ingår i bilaga D16) och hindersbelysningsanimeringar (bilaga D5).

Bedömningen av påverkan på landskapsbilden baseras bl.a. på:

- Storlek på vindkraftverken och antal vindkraftverk
- Avståndet till betraktaren
- Typ av landskap och dess känslighet för vindkraft
- Belysning och ljusmarkeringar
- Siktbarheten, dvs. väderförhållanden.

10.1.1 Nulägesbeskrivning

Projektområdet är beläget långt ut till havs med stora avstånd till fastland och skärgård. Kustlandskapet är flackt och varierat med både skogbeväxta slätter, grunda kustsjöar, moss- och ödemarker och odlingslandskap kring havsvikar och älvdalar, i övrigt är den dominerande landskapstypen på fastlandet skogslandskap. Skärgården utgörs av ett flackt landskap med låga, ofta skogbeväxta öar i den inre skärgården och kala klapperstensöar i den yttre skärgården.

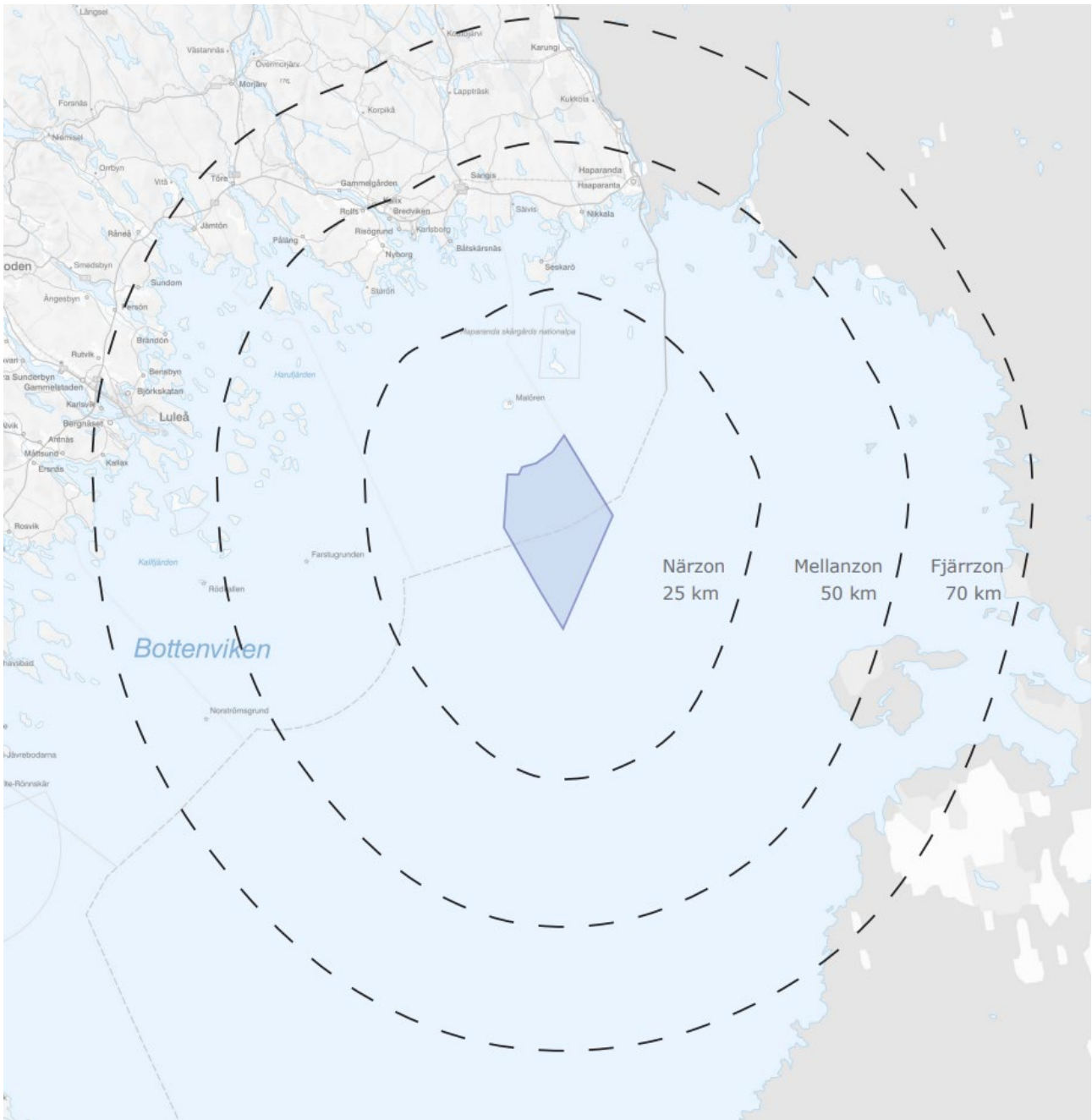
Längs hela kusten och på de större öarna närmare fastlandet finns det permanenta boenden. På öarna Malören och Sandskär, som ligger närmast projektområdet, finns fritidshus som nås via båt eller skoter. Skärgården har betydelse för turism, friluftsliv, biologisk mångfald och bevarande av kulturmiljö, värdefulla naturmiljöer och naturvärden samt arter.

Zonindelning

Graden av påverkan kan grovt klassificeras genom en zonindelning av landskapet som bl.a. styrs av vindkraftverkens storlek, antal vindkraftverk och vart de är placerade. Ett öppet hav med obruten horisont kan därför kräva större zoner än på land där synbarheten begränsas av landskapet eller andra objekt. För Polargrund har zonindelningen baserats på erfarenheter från andra projekt och bildmaterial, se Figur 10-1. Zonindelningen och dess metodik beskrivs mer ingående i bilaga D16.

För att underlätta beskrivningen av den visuella påverkan har följande zonindelningar använts för Polargrund:

- Närzon 0-25 km
- Mellanzon 25-50 km
- Fjärrzon 50-70 km
- Icke synbar zon >70km

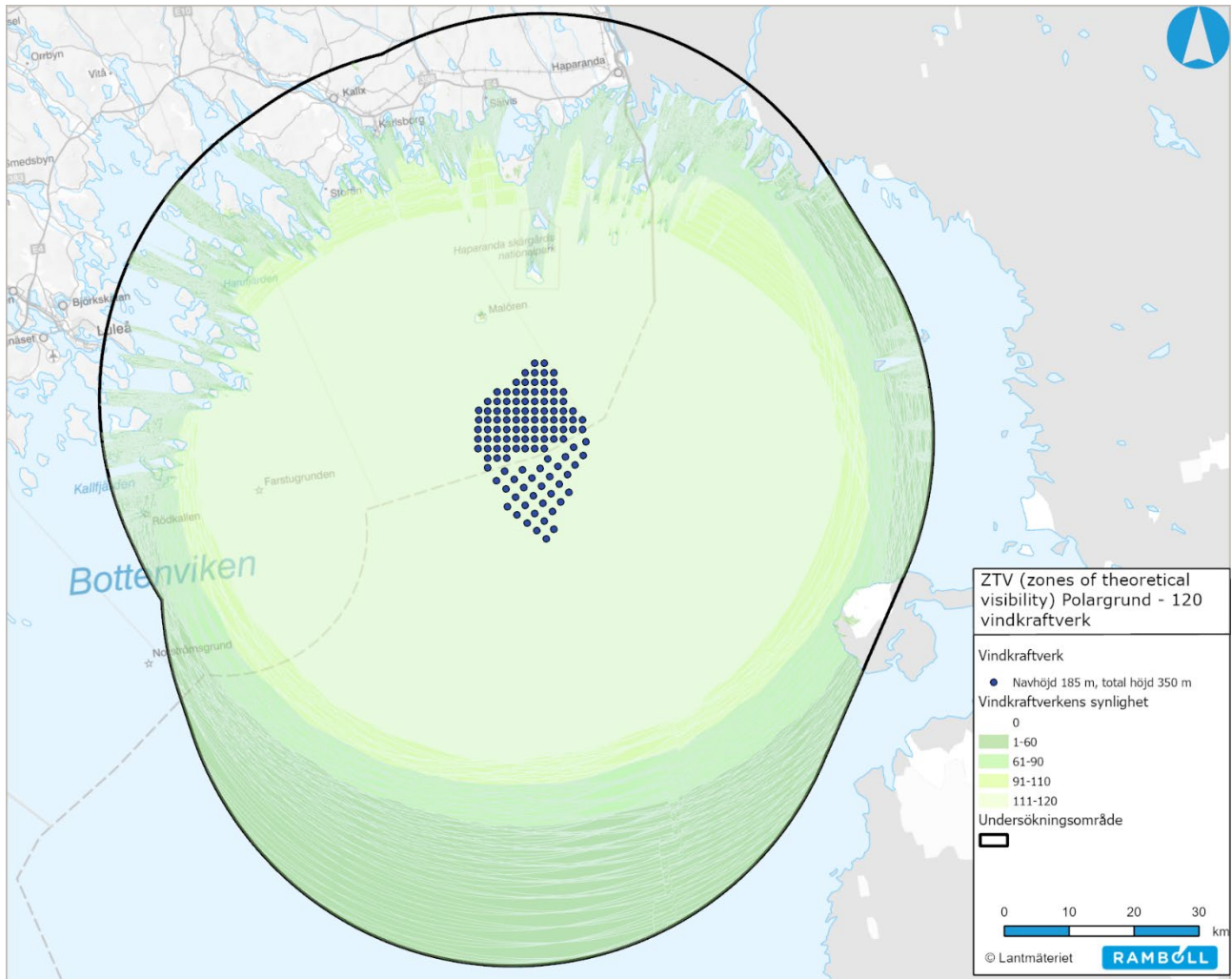


Figur 10-1 Karta över zonindelning (Ramboll , 2024).

Zone of Theoretical Visibility (ZTV)

För att utreda från vilka platser som vindkraftparken teoretiskt kan komma att synas ifrån har en ZTV-analys (Zones of theoretical visibility) genomförts utifrån en digital terrängmodell, se bilaga D16. Beräkningarna utfördes med mjukvaran windPRO utifrån exempellayout 2 (se avsnitt 4.2.3) och baserades på ett område som omfattar projektområdet, med en radie på 50 km vilket omfattar närzonen och mellanzonen från zonindelningen.

Analysen redovisar preliminärt vindkraftparkens synlighet över horisonten och därmed hur synliga vindkraftverken blir från olika platser. Det ska dock noteras att modellen är teoretisk och inte tar hänsyn till att människans begränsade synförmåga eller siktförhållanden.

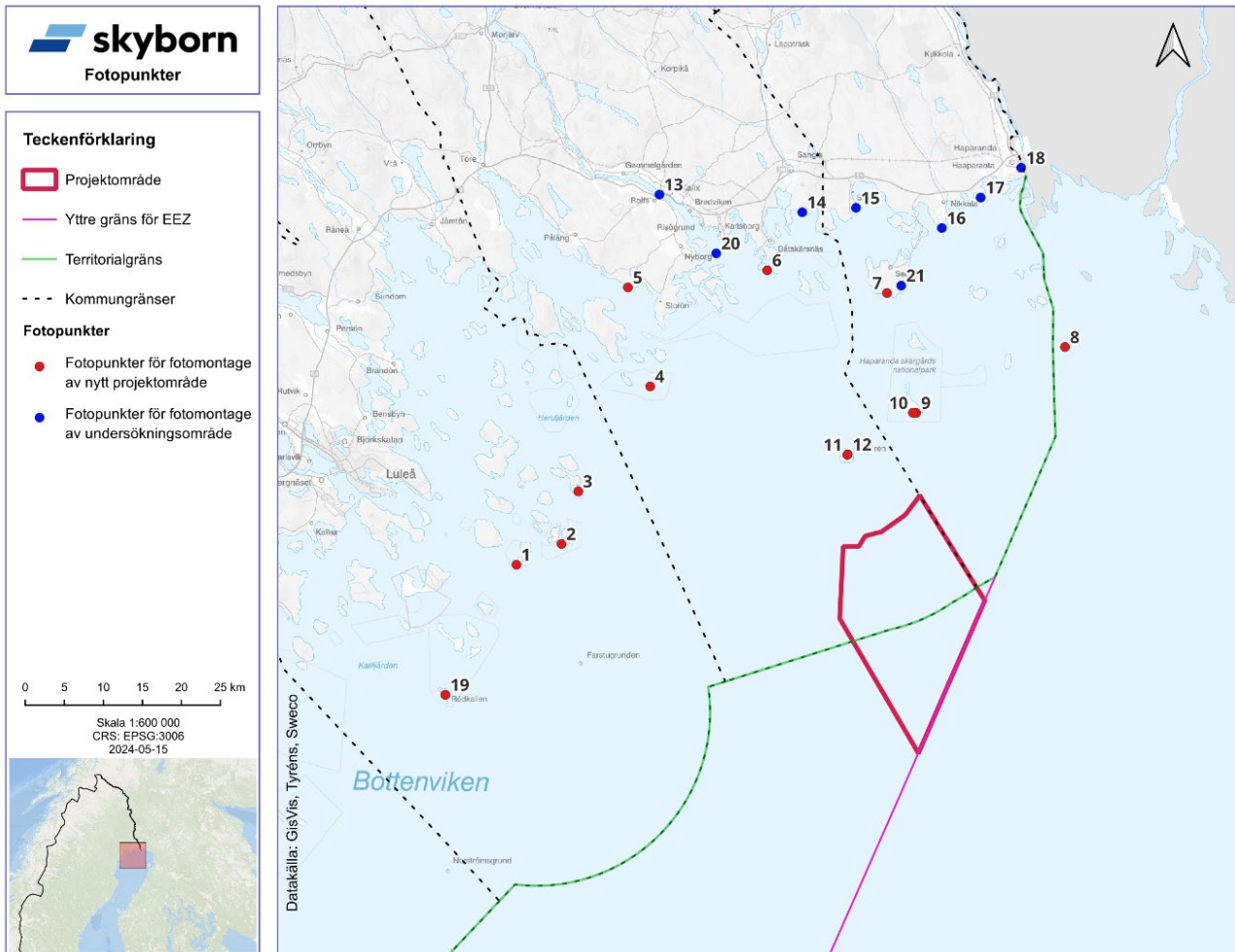


Figur 10-2 ZTV-analys för vindkraftparkens synlighet utifrån antal vindkraftverk (Ramboll , 2024)

Fotomontage

Landskapsanalysen baseras på fotomontage från 12 fotopunkter som valts ut inom närzonen och mellanzonen, se bilaga D4. Platserna har valts ut baserat på att de är områden med specifika värden, t.ex. är utflyktsmål, att de har hög känslighet eller för att de är betydande för turism och rekreation. Platserna som valts ut är Kluntarna (1), Småskär (2), Brändöskär (3), Likskär (4), Hästholmen (5), Frevisören (6), Seskarö (7), Selkä-Sarvi (8), Sandskär kapell (9), Sandskär hamn (10), Malören lotsstuga (11) och Malören fyrvaktarbostad (12), se Figur 10-3. Sammantaget har fotomontage tagits fram för 21 fotopunkter, resterande punkter presenteras i Figur 10-3.

För ungefär hälften av de 12 fotomontagen har visualiseringarna tagits fram för både sommar- och vinterförhållanden.



Figur 10-3 Karta över fotoplatser från fotomontagen (bilaga D4).

Hindersljusanimeringar

Höga byggnader, som vindkraftverk, ska enligt internationella regelverk förses med så kallad hinderbelysning, för att varna flygtrafik. För att kunna bedöma den visuella påverkan från vindkraftparken under dygnets mörkare timmar har en animering tagits fram, se bilaga D5. Animationerna är framtagna inom när- och mellanzonen under klara väderförhållanden då hinderbelysningen syns som tydligast. Platserna som valts ut till animationerna är Malören lotsstuga, Sandskär hamn, Frevisören, Likskär och Småskär.

10.1.2 Bedömning

Bedömningarna baseras generellt på de olika zonindelningarna som beskrivs ovan med utgångspunkt från de fotoplatser som valts ut för fotomontagen. Bedömningarna tar även hänsyn till att sikten under ca trettio procent av året inte är tillräckligt god för att vindkraftsparken skall synas från ett avstånd på över 25 kilometer.

Den visuella påverkan kan generellt beskrivas utifrån betraktarens avstånd till vindkraftparken vilket beror på omgivningens förutsättningar. Detta betyder att påverkan generellt avtar med avståndet vilket leder till att den visuella påverkan är närmast obefintlig från fastlandet men påtaglig från närliggande öar.

Inom närzonen runt Polargrund finns ett fåtal öar, där Malören och Sandskär ligger på närmast avstånd, ca 10 km från projektområdet. Det korta avståndet till Malören och Sandskär gör att den visuella påverkan blir påtaglig och från öarna är det främst utblicken från de sydliga stränderna som landskapsbildens karaktär

förändras. En bidragande anledning till den påtagliga visuella påverkan för öarna är deras kala karaktär som gör att ett naturligt visuellt skydd i form av större växtlighet är begränsat.

Inom mellanzonens yttre ölandskap bedöms påverkan generellt bli måttlig för de karga öarna och liten till måttlig för öarna med mer vegetation. De flesta öarna är delvis bevuxna vilket endast möjliggör utsikt i riktning mot Polargrund från de yttersta strandlinjerna längs öarnas sydliga eller östra delar.

Landskapsbilden från mellanzonens inre ölandskap och kustremsa begränsas delvis av de skogbeklädda öarna längre ut och att avståndet har ökat till mellan 35 och 50 km. För de platser där horisonten döljs av andra öar och vegetation bedöms påverkan bli liten medan de platser som har fri sikt över havet som mest påverkas i måttlig grad.

Från fjärrzonen skulle vindkraftparken ytterst sällan synas, delvis p.g.a. det långa avståndet och delvis p.g.a. landskapets topografi. Därför bedöms påverkan inom fjärrzonen bli försumbar.

10.2 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) är ett juridiskt styrmedel som används vid t.ex. tillståndsprövning, tillsyn och fysisk planering. I detta avsnitt redogörs för Polargrunds förenlighet med miljökvalitetsnormerna för vatten.

EU:s ramdirektiv för vatten, vattendirektivet, anger vad EU-länderna minst ska uppnå vad gäller vattenkvalitet och tillgång på vatten. Vattendirektivet är infört i svensk lagstiftning bl.a. genom kapitel 5 i miljöbalken och vattenförvaltningsförordningen (2004:660). Bestämmelserna gäller för grundvatten och ytvatten (sjöar, vattendrag) samt kustvatten och utsjövatten. För att uppnå eller upprätthålla god miljöstatus används miljökvalitetsnormer (MKN) som juridiskt styrmedel. MKN beskriver den status som vattenförekomsten ska uppnå samt när de ska uppnås. Inom tillståndsprövningar gäller att en verksamhet inte får försämra statusen i en vattenförekomst, enligt det så kallade försämringsförbudet, 5 kap 4§ MB.

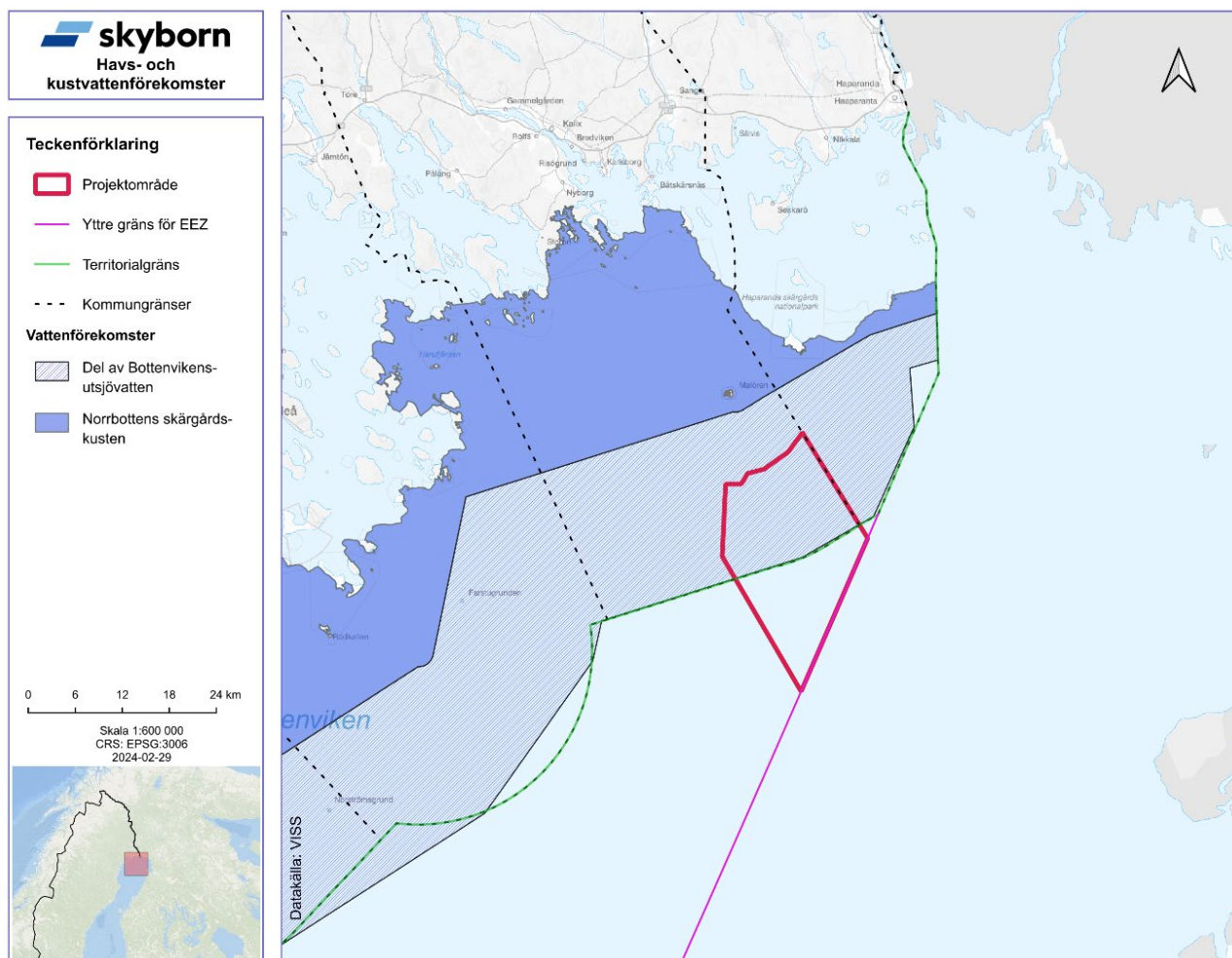
Havsmiljödirektivet (2008/56/EG) är ett ramverk för havsmiljön som syftar till att uppnå ett hållbart nyttjande av EU:s havsområden samtidigt som biologisk mångfald bevaras och ekosystemen hålls friska och fria från föroreningar. Förvaltningsområdena för havsmiljödirektivet sträcker sig från strandlinjen till den yttre gränsen för EEZ. Havsmiljödirektivet är implementerat i svensk lagstiftning i havsmiljöförordningen (2010:1341) och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift (HVMFS 2012:18). Bedömningen av miljöstatus utgår i dagsläget från tre huvudsakliga typer av bedömningsområden; havsbassänger, kustvattentyper och utsjövatten.

Havsmiljödirektivet överlappar delvis med vattendirektivet inom 1 nautisk mil från strandzonen för de så kallade kustvattentyperna.

10.2.1 Vattenförekomster

För prövningen av Polargrund är miljökvalitetsnormerna för kust- och utsjövatten aktuella att beakta.

Projektområdets delområde A ligger inom vattenförekomsten "Del av Bottenvikens utsjövatten" (WA80550971). Vattenförekomsten Norrbottens skärgårds kustvatten (SE652400-223501), ligger som närmast ca 6 km norr om delområde A och ca 20 km norr om delområde B, se Figur 10-4. Inga andra vattenförekomster berörs av den planerade vindkraftsparken.



Figur 10-4 Projektområdet samt vattenförekomsterna "Del av Bottenvikens utsjövatten" (SE650320-220650) och "Norrbottens skärgårds kustvatten" (SE652400-223501).

Del av Bottenvikens utsjövatten (WA80550971) är en utsjövattenförekomst och har därför endast krav avseende kemisk status. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status p.g.a. de överallt överskridande ämnena kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter (PBDE). Dessa två miljögifter påträffas i fisk i förhöjda halter i nästan alla svenska ytvatten till följd av gränsöverskridande atmosfäriskt nedfall. Utan dessa ämnen uppnår vattenförekomsten god status.

Norrbottens skärgårds kustvatten (WA25246031) har god ekologisk status men uppnår ej god kemisk status, till följd av förhöjda halter av dioxiner, samt kvicksilver och PBDE, varav sistnämnda är överallt överskridande som för ovan nämnda vattenförekomst. Vattenförekomsten har som miljö kvalitetsnorm och mål att nå God kemisk status 2027.

Tabell 10-1 Miljö kvalitetsnormer för *Del av Bottenvikens utsjövatten (WA80550971)* och *Norrbottens skärgårds kustvatten (WA25246031)*

Vattenförekomst	Klassificering		MKN	
	Ekologisk status	Kemisk Status	Ekologisk status	Kemisk Status
Del av Bottenvikens utsjövatten (WA80550971)	-	Uppnår ej (God)	-	God
Norrbottens skärgårds kustvatten (WA25246031)	God	Uppnår ej	God	God (2027)

Den planerade verksamheten bedöms inte medföra någon påverkan som förhindrar att miljö kvalitetsnormen för vattenförekomsterna kan uppnås under vare sig anläggningskedet eller driftskedet.

10.2.2 Havsområden

I Sverige finns havsområdena Nordsjön och Östersjön. Projektområdet ligger i havsområdet Östersjön.

Havsmiljöförordningen omfattar elva så kallade deskriptorer som beskriver vilket miljö tillstånd som förordningen avser att uppnå. Deskriptorerna är kvalitativa och förknippas med mätbara indikatorer som finns beskrivna i HVMFS 2012:18. I Tabell 10-2 beskrivs de relevanta MKN och påverkansfaktorer från projektet samt en bedömning över huruvida MKN påverkas.

Tabell 10-2 Deskriptorer med tillhörande indikatorer i HVMFS 2012:18.

Deskriptor	Beskrivning	Potentiell påverkan från projektet	Bedömning
D1	Biologisk mångfald	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk påverkan under havsytan • Grumling och sedimentation • Föroreningar och näringsämnen • Undervattensljud • Fysisk störning ovan vatten • Introduktion av främmande arter 	Bedömningar redovisas i flera av avsnitten i kapitel 9. Fysisk påverkan under havsytan är bedömd som försumbar under anläggning/drift/avveckling. Grumling och sedimentation är begränsad och tillfällig. Inga föroreningar eller näringsämnen tillförs vattenområdet. Undervattensljud uppstår framförallt vid anläggning. Konsekvensen för fisk (UWN) ³ bedöms bli måttlig under anläggning/avveckling och försumbar under drift. Konsekvensen för marina däggdjur (UWN) har bedömts bli försumbar under anläggning/drift/avveckling. Den sammantagna konsekvensen bedöms som liten för migrerande fåglar i driftskedet.
D2	Främmande arter	<ul style="list-style-type: none"> • Introduktion av invasiva arter 	Bedömning redovisas i avsnitt 11.4 (risk för främmande invasiva arter). Konsekvensen bedöms bli försumbar då risken för introduktion av invasiva arter är låg.
D4	Marina näringsvävar	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk påverkan under havsytan 	Bedömningar redovisas i flera av avsnitten i kapitel 9. Fysisk påverkan under havsytan är bedömd som försumbar under

³ UNW- undervattensbuller

Deskriptor	Beskrivning	Potentiell påverkan från projektet	Bedömning
		<ul style="list-style-type: none"> • Grumling och sedimentation • Föroreningar och näringsämnen • Undervattensljud • Fysisk störning ovan havsytan 	anläggning/drift/avveckling. Grumling och sedimentation är begränsad och tillfällig. Inga föroreningar eller näringsämnen tillförs vattenområdet. Undervattensljud uppstår framförallt vid anläggning. Konsekvensen för fisk bedömts bli liten under anläggning/avveckling och försumbar under drift. Konsekvensen för marina däggdjur (UWN) har bedömts bli försumbar under anläggning/drift/avveckling. Den sammantagna konsekvensen bedöms som liten för migrerande fåglar i driftskedet.
D6	Havsbottens integritet	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk påverkan under havsytan • Grumling och sedimentation • Föroreningar och näringsämnen 	Bedömningar redovisas främst i avsnitt 9.1 (bentisk miljö). Fysisk påverkan under havsytan är bedömd som försumbar under anläggning/drift/avveckling. Grumling och sedimentation är begränsad och tillfällig. Inga föroreningar eller näringsämnen tillförs vattenområdet. Konsekvenserna bedöms sammantaget vara försumbara.
D7	Bestående förändringar av hydrografiska villkor	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk påverkan under havsytan • Utsläpp av varmvatten och retentat 	Bedömningar redovisas främst i avsnitten 9.1 (Bottenflora- och fauna) 9.2 (Fisk) och 9.12 (Miljöövervakningsstationer) Modellering av utsläpp av varmvatten och retentat redovisas i Bilaga D9. Eftersom det utgående vattnet snabbt späds ut är påverkan lokal och miljöeffekterna bedöms som försumbara.
D11	Undervattens buller	<ul style="list-style-type: none"> • Undervattensljud 	Bedömningar redovisas främst i avsnitten 9.2 (fisk) och 9.3 (marina däggdjur). För undervattensljud har konsekvensen för fisk bedömts bli liten under anläggning/avveckling och försumbar under drift. Konsekvensen för marina däggdjur har bedömts bli försumbar under anläggning/drift/avveckling.

10.2.2.1 Miljökvalitetsnormer

För att nå god miljöstatus har elva MKN för havsmiljön fastställts. I bilaga 3 till HVMFS 2012:18 finns dessa miljökvalitetsnormer för havsmiljön. I Tabell 10-3 beskrivs de relevanta MKN och påverkansfaktorer från projektet samt en bedömning över huruvida MKN påverkas.

Tabell 10-3 Relevanta miljö kvalitetsnormer från bilaga 3 till HVMFS 2012:18 samt påverkansfaktorer och bedömning av påverkan från anläggande av vindkraftsparken.

MKN	Beskrivning	Påverkansfaktor	Bedömning
C1	Biologisk störning – främmande arter	<ul style="list-style-type: none"> • Risk för introduktion av invasiva arter 	Bedömning redovisas i avsnitt 11.4 (risk för främmande invasiva arter). Konsekvensen bedöms bli försumbar då risken för introduktion av invasiva arter är låg.
C4	Biologisk störning – födovävar Förekomst, artsammansättning och storleksfördelning hos fisksamhället ska möjliggöra att viktiga funktioner i näringsväven upprätthålls.	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk påverkan under havsytan • Grumling och sedimentation • Föroreningar och näringsämnen • Undervattensljud 	Bedömning redovisas i avsnitt 9.2 (fisk). Konsekvensen för fisk har utifrån undervattensljud bedömts bli liten under anläggning/avveckling och försumbar under drift.
D1	Fysisk störning – opåverkad havsbottenareal Den av mänsklig verksamhet opåverkade havsbottenarealen ska ha en omfattning som ger förutsättningar för att upprätthålla bottenarnas struktur och funktion för respektive livsmiljötyp.	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk påverkan under havsytan 	Bedömningar redovisas främst i avsnitt 9.1 (bentisk fauna och flora). Påverkan på den bentiska miljön bedöms bli försumbar under anläggning/ drift/ avveckling
E2	Skräp och buller – havsmiljö fri från skräp Mänskliga verksamheter ska inte orsaka skadligt impulsivt ljud i marina däggdjurs utbrednings-områden under tidsperioder då djuren är känsliga för störning.	<ul style="list-style-type: none"> • Undervattensljud 	Bedömningar redovisas främst i avsnitten 9.2 (fisk) och 9.3 (marina däggdjur). Konsekvensen för fisk bedömts bli liten under anläggning/avveckling och försumbar under drift. Konsekvensen för marina däggdjur har bedömts bli försumbar under anläggning/ drift/avveckling.

10.2.3 Samlad bedömning

10.2.3.1 Vattenförekomster

Den planerade verksamheten bedöms inte medföra någon påverkan som förhindrar att miljö kvalitetsnormen för vattenförekomsterna kan uppnås under vare sig anläggnings- eller driftskedet.

10.2.3.2 Havsområden

De belastningar som idag ger störst negativ påverkan i svenska havsområden bedöms vara tillförsel av näringsämnen och föroreningar, fysisk störning av havsbotten samt fiske (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Planerade anläggningsarbeten och drift innebär ingen betydande tillförsel av näringsämnen eller förorening. Den fysiska påverkan på havsbotten är till stora delar tillfällig (ledningarna grävs ned och bottenförhållandena återskapas) och i övrigt så begränsad (fundament etc upptar en liten andel av botten) att någon betydande påverkan inte uppkommer.

Sammantaget bedöms verksamheten inte medföra att miljökvalitetsnormer för havsmiljön äventyras eller inte kan uppnås.

10.3 Riksintressen

Riksintressen är geografiskt begränsade områden eller objekt som innehåller identifierade värden av nationell betydelse. Enligt miljöbalken ska riksintresseområden skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada de utpekade värdena.

I 3 kap. miljöbalken pekas områden ut som är av nationell betydelse ut för en rad vitala samhällsintressen. Det gäller såväl områden som är särskilt värdefulla för naturvärden, kulturmiljövärden eller friluftslivet, som områden med värdefulla material eller som är särskilt lämpliga för anläggningar för energiproduktion, vattenförsörjning eller andra intressen så som yrkesfiske och sjöfart.

I 4 kap. miljöbalken namnges ett antal större kust-, skärgårds- och fjällområden samt älvar som har så stora natur- och kulturvärden att de i sin helhet är av riksintresse. Dessa områden får inte utsättas för exploatering som påtagligt skadar dessa värden. Samtidigt hindrar bestämmelserna inte att tätorterna och det lokala näringslivet utvecklas, om andra lämpliga alternativ saknas.

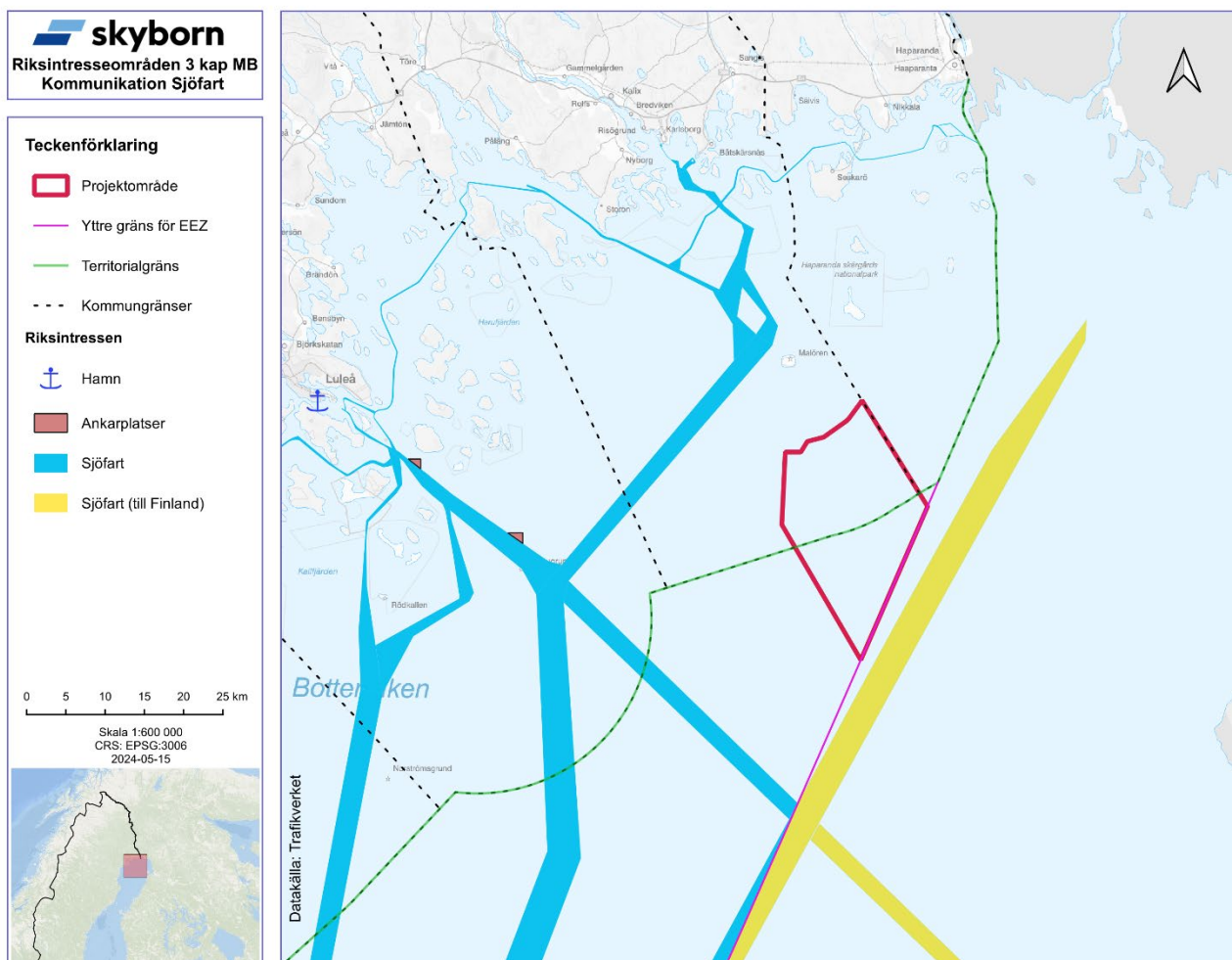
Projektområdet överlappar inte med något öppet redovisat riksintresseområde och ligger på långt avstånd från riksintresseområden, med undantag från riksintresse för sjöfart och riksintresse för kulturmiljövärden. I följande avsnitt görs en genomgång av relevanta riksintressen enligt 3 kap. MB. Eftersom riksintressen utpekade enligt 4 kap är lokaliserade närmare kusten på ett betryggande avstånd från projektområdet kommer sådana riksintressen inte beskrivas vidare.

10.3.1 Riksintresse kommunikation

Riksintresse för kommunikationer utses för att säkerställa viktiga funktioner inom transportsystemet inklusive flygplatser, järnvägar, hamnar, sjöfart och vägar. Mark- och vattenområden som är särskilt lämpliga för anläggningar för kommunikationer ska enligt 3 kap. 8 § MB så långt möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt kan försvåra tillkomsten eller utnyttjandet av sådana anläggningar. För Polargrund är det relevant att beakta riksintresse för kommunikation sjöfart som förekommer i eller i närheten av verksamhetsområdet, dvs sjöfartsleder och hamnar och kommunikation luftfart, avsnitt 10.3.1. (Trafikverket, 2024).

10.3.1.1 Riksintresse sjöfart

Projektområdet överlappar inte med något riksintresseanspråk som avser farleder, se Figur 10-5. Däremot finns det tre farleder utpekade som riksintressen för sjöfarten som passerar i anslutning till området. Den närmaste farleden, *Farleden Nordvalen – Kemi* (nr. 72) finns drygt 1 km österut på finskt vatten. Cirka 10 km nordväst om projektområdet finns farleden *Nordvalen – Farstugrunden/Malören* (nr. 70). Farleden *Farstugrunden – Brahestad*, finns ca 19 km sydväst om området.



Figur 10-5. Projektområdet i förhållande till riksintresse för kommunikation sjöfart (Transportstyrelsen 2024).

Utöver farleder kan även hamnar pekats ut som riksintressen för sjöfart om de anses vara strategiskt viktiga både för den nationella och internationella sjöfarten. Den närmaste hamnen från projektområdet som pekats ut som riksintresse är *Luleå hamn*. Hamnen har en viktig funktion både som allmän hamn och TEN-T hamn (EU:s initiativ för att säkra och länka samman transportsystemet i unionen).

Bedömning

Projektområdet överlappar inte med något riksintresse för sjöfart.

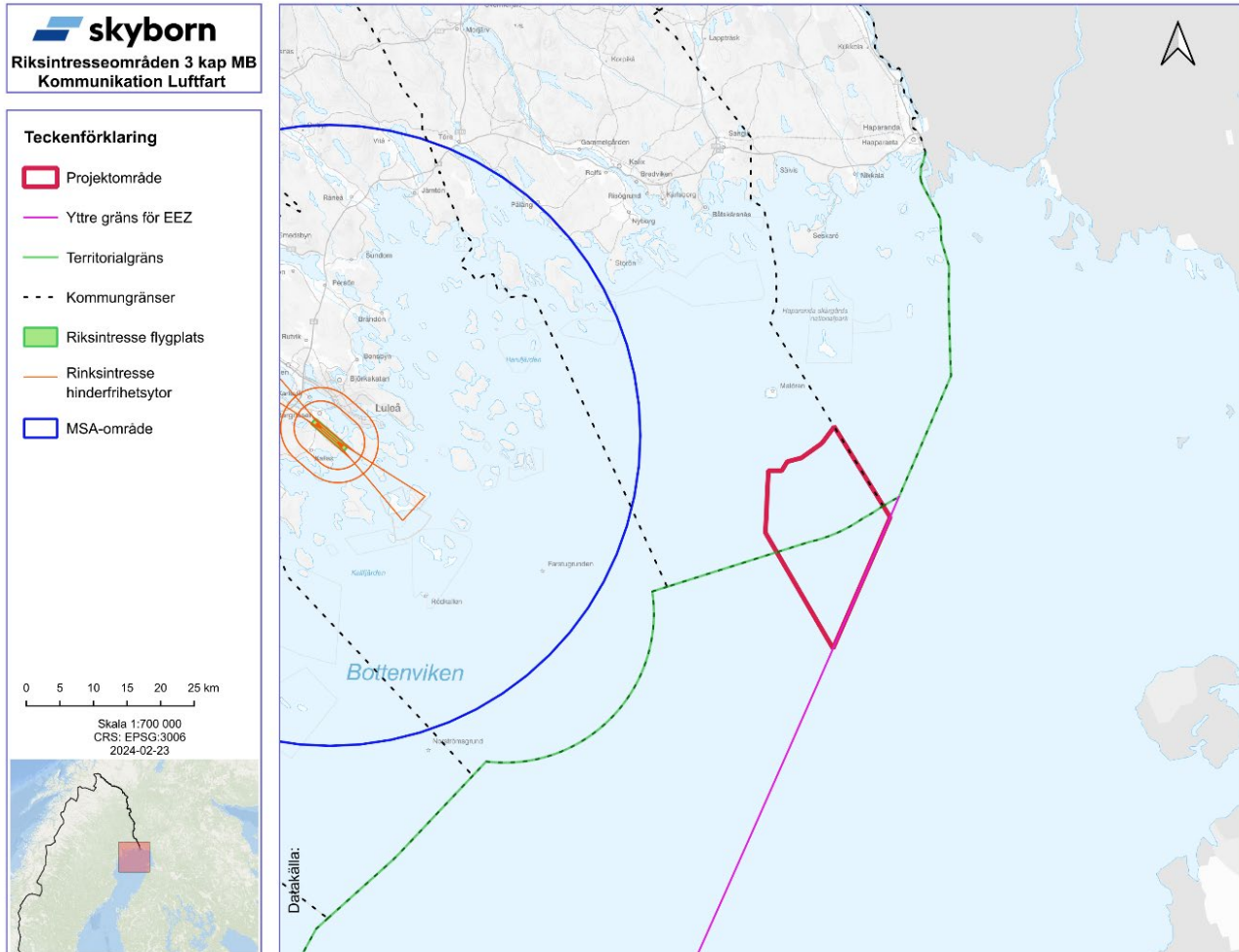
Farleden *Nordvalen – Kemi*, som utgör ett riksintresse, kommer att få något ökad trafik då de fartyg som idag passerar genom parkområdet, kommer att behöva passera runt parken istället. Farleden ligger på finskt vatten öster om projektområdet och beskrivs därför vidare i kapitel 12 om gränsöverskridande påverkan. För påverkan och risker för sjöfarten, se avsnitt 9.7 och 11.1. Vindkraftparken bedöms inte påtagligt försvåra eller skada riksintresseanspråk för farlederna på svenskt vatten.

Luleå hamn kommer inte påverkas direkt av verksamheten eftersom projektområdet ligger långt ute till havs men skulle potentiellt kunna påverkas indirekt om trafiken ökar tillfälligt, t.ex. under anläggningskedet.

Sammantaget bedöms att varken anläggning, drift eller avveckling av vindkraftparken påtagligt kommer skada riksintresseområdenas värden.

10.3.1.2 Riksintresse luftfart

I närheten av Polargrund finns en MSA-yta som är utpekad som riksintresse för luftfart, se Figur 10-6. Riksintresseområdet är kopplat till Luleå flygplats och dess MSA-yta som ligger ca 10 km väster om projektområdet (Trafikverket, 2024).



Figur 10-6. Projektområdet i förhållande till riksintresse för kommunikation luftfart.

Bedömning

För att utreda påverkan på luftfarten har en flyghindersanalys tagits fram av Luftfartsverket (LFV) för att bedöma påverkan på flygtrafiken. LFV har bedömt att vindkraftparken inte har någon påverkan på CNS-utrustning (kommunikation, navigeringsfyrar, radarstationer). LFV:s flyghinderanalys konstaterar dock att flygplatsen Luleå Kallax har en TAA (Terminal Arrival Altitude) som berörs. Vidare berörs för flygplatsen Luleå Kallax även RNP (Required Navigation Performance). Skyborn har haft dialog med Luleå Kallax flygplats som har gjort en analys av hur ovan nämnda TAA och RNP påverkas. Preliminärt/muntligt besked är att vindkraftparken inte ger någon påverkan på den civila trafiken. Gällande den militära flygverksamheten vid F21 så pågår analys av nuvarande projektområde och bedömning i den delen kommer lämnas i ett samlat yttrande från Försvarmakten. I detta yttrande kommer även skriftligt svar gällande den civila delen eftersom Försvarmakten är flygplattshållare för Luleå/Kallax flygplats.

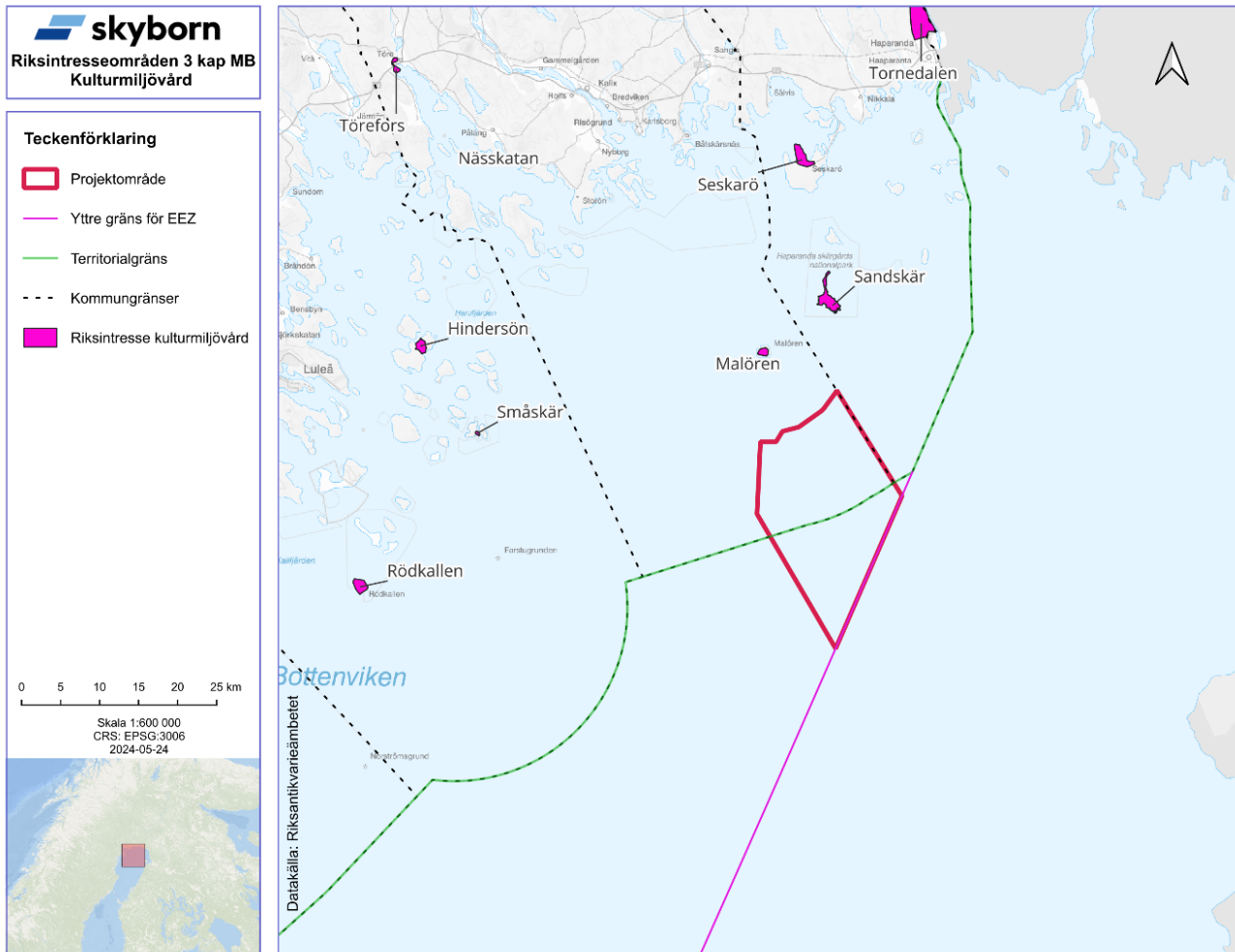
Sammantaget bedöms varken anläggning, drift eller avveckling av vindkraftparken att påtagligt försvåra riksintressets syfte för civil luftfart.

10.3.2 Riksintresse kulturmiljövård

Områden som särskilt tydligt berättar om kulturhistoriska sammanhang i landskapet kan pekas ut som riksintressen för kulturmiljövården. Områden som är av riksintresse för kulturmiljövård ska så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada kulturmiljön. Riksintressen för kulturmiljö i närheten av projektområdet redovisas i Tabell 10-4 och Figur 10-7.

Tabell 10-4 Avstånd mellan projektområdet och utpekade riksintressen för kulturmiljövård.

Riksintresse kulturmiljö	Avstånd till Polargund
Malören	Ca 10 km
Sandskär	Ca 10 km
Småskär	Ca 36 km
Seskarö	Ca 29 km
Hindersön	Ca 44 km
Nässkatan	Ca 49 km
Rödkallen	Ca 51 km



Figur 10-7 Karta över riksintresse kulturmiljövård enligt 3 kap MB i närheten av projektområdet.

Malören är en ö utpekad som riksintresseområde för kulturmiljövård och är belägen i Kalix kommun. Ön har genom sitt strategiska läge nyttjats av fiskare och det finns gamla bouppteckningar från 1700-talet som nämner fiskestugor på *Malören* (Riksantikvarieämbetet, 1992). Ett kapell invigdes på ön år 1770 och genom sin karaktäristiska åttkantiga utformning blev kapellet ett effektivt inseglingssmärke för sjöfolket. Under sommaren 1851 byggdes fyrtornet som är byggt i trä, spånklätt och rödfärgat. År 1891 byggdes en ny fyr på *Malören*, men det äldre fyrtornet användes fortsatt som sjömärke tills den år 1910 försågs med AGA-ljus och återtogts i bruk. Fyren är än idag i bruk. På *Malören* finns idag totalt 14 fiskestugor med fiskebodas, kapellet, Sjöfartsverkets maskinhus, marinens äldre fyrpersonalbostad samt en murad iskällare.

Sandskär är en annan ö utpekad som riksintresse för kulturmiljövård som är belägen i Haparanda kommun. På *Sandskär* etablerades ett fiskeläge redan under senmedeltiden (Riksantikvarieämbetet, 2008). Vid mitten av 1700-talet fick ön sitt första kapell. Det nuvarande kapellet som ursprungligen fungerade som kronomagasin vid Björkö kyrka i Torneå, flyttades till sin nuvarande plats kring sekelskiftet 1700/1800. På *Sandskär* fungerade kapellet vintertid som magasin för skötbåtarna.

Småskär är en ö i Luleå kommun som pekats ut som ett riksintresseområde p.g.a. dess fiskeläge och kyrkomiljö (Riksantikvarieämbetet, 1999). Småskärs kapell uppfördes omkring år 1720 av stadens borgerskap och är en rektangulär timmerbyggnad av liggtimmer av profan karaktär.

På ön *Seskarö* finns ett område av riksintresse för kulturmiljövård som pekats ut för dess sågverksmiljö och kyrka (Riksantikvarieämbetet, 2004). Uttryck för riksintresset är att från den äldre sågverksrörelsen finns grunder efter såg och arbetarbostäder, förtöjningsplatser och spinkkajer. Idag består bebyggelsen på ön av blandad villabebyggelse med inslag av välbevarade bostäder från 1900 - talets början, vid hamnen finns bebyggelse med anknytning till fisket. Bebyggelsen i samhället speglar det finska inflytandet på kulturen i området.

Hindersön är en ö som i sin helhet är utpekad som riksintresse kulturmiljövård i Luleå kommun. Ön är utpekad för dess kust- och skärgårdsmiljö, skärgårdsby, fiskeläge och gistgårdar. Skärgårdsbyn är belägen på tre, genom landhöjningen sammanvuxna, öar där näringarna utgörs av småskaligt jordbruk och fiske. På ön finns lämningar efter järnmalmsbrytning från slutet av 1800-talet (Riksantikvarieämbetet, 2011).

Nässkatan är utpekad som riksintresse med motiveringen att det är ett fiskeläge med lång kontinuitet. Platsen har använts från 1700-talet och är en av Bottenvikskustens bäst bevarade små fiskehamnar i kustbandet. Platsen som från början haft en bofast befolkning nyttjas fortfarande av yrkesfiskare. Uttryck för riksintresset är strukturen inom fiskeläget med ett tiotal, enkla rödmålade små fiskestugor och bodar i en sammanhållen grupp på en höjdnalle. Även den stora gistgården (30x30 m) och eldplatserna för trankokning i den steniga slutningen mot söder är utpekade uttryck för riksintresset.

Rödkallen är utpekad som riksintresse med motiveringen att ön är Luleå skärgårds utpost mot Finland. Ön är belägen mellan inseglingslederna mot Luleå och Piteå. Uttryck för riksintresset är lämningar efter det första fiskeläget i form av gistgårdar för torkning av fiskenät, husgrunder, gropar samt sju labrynter på nordvästra udden. De låga, röda lots- och fiskarstugorna från sent 1800-tal till 1900-tal, som står i oordnad rad längs en betonggjuten promenadstig är en del av uttrycket. Sjöbodarna, de flesta från 1900-talet, ligger ostrukturerat och varierar i form och storlek. Endast en sjöbod är av den för Bottenviken traditionella, timrade typen med utkragat loft. Det timrade rödfärgade kapellet från år 1800 har fungerat som sjömärke och är uppfört mitt på ön, på avstånd från stugorna.

Storebben och Svarthällan är utpekade som riksintresse med motiveringen att de är säsongsfiskelägen som kontinuerligt nyttjats från förhistorisk tid och fram till i dag och som speglar den stora betydelsen som fisket haft i länet. Utpekad för riksintresset är bl.a. forn lämningarna bestående av husgrunder och labrynter. Uttryck för riksintresset är en fyrbåk från 1825, 27 husgrunder ordnade gruppvis från 17 m över havet till 7 m över havet, 6 labrynter och ett vattenståndsmärke med nivåer från 1750 och framåt. Öarna har välbevarad bebyggelse.

10.3.2.1 Bedömning

Den föreslagna vindkraftsparken ligger inte inom något område av riksintresse för kulturmiljövården, vilket innebär att ingen fysisk påverkan uppkommer på dessa. I det anslutande landskapet finns dock flera miljöer som är av riksintresse för kulturmiljövården. Kulturmiljövårdens riksintressen ska sammantaget ge en bred bild av samhällets historia, så som den återspeglas i landskapet, med regionala variationer och särdrag. Geografiska avgränsningar visar var värden för riksintresset återfinns men bör inte uppfattas som en gräns som visar var förändringar kan eller inte kan genomföras.

För att bedöma påverkan på kulturmiljöerna har en kulturmiljöutredning tagits fram av Tyréns, se bilaga D17. Tyréns utgår från en bedömningskala i deras bedömningar som är framtagen utifrån Riksantikvarieämbetets handbok. Nedan redovisas bedömningsskalan.

Stora negativa konsekvenser uppstår när betydande påverkan sker i kulturmiljö med höga bevarandevärden ur ett nationellt, regionalt eller lokalt perspektiv. Landskapets värdebärande karaktärsdrag påverkas mycket negativt. Historiska strukturer, samband och funktioner går förlorade. Påverkan innebär att läsbarheten av utvecklingen över tid försvåras kraftigt eller helt upphör.

Måttliga negativa konsekvenser uppstår när betydelsefulla kulturvärden påverkas i mindre grad än ovan. Landskapets värdebärande karaktärsdrag påverkas negativt. Historiska strukturer, samband och funktioner försvagas och blir mindre tydliga. Påverkan innebär att läsbarheten av utvecklingen över tid försvåras.

Små negativa konsekvenser innebär att tillskottet riskerar att minska delar av berörda kulturvärden, men påverkar inte helhetens läsbarhet. Landskapets värdebärande karaktärsdrag påverkas i liten grad. Historiska samband, strukturer och funktioner påverkas, men kan även i framtiden uppfattas. Läsbarheten av utvecklingen över tid till viss del är försvagad men fortfarande är möjlig.

Inga negativa konsekvenser innebär att vare sig negativa eller positiva effekter förväntas uppstå på landskapets värdebärande karaktärsdrag.

Den planerade vindkraftsparken kommer att påverka riksintresseområden visuellt. Platser där det kan uppstå en måttlig till stor visuell påverkan är öar närmast riksintresseområdet. Detta gäller främst Malören och Sandskär som ligger på ett avstånd på ca 10 km från projektområdet. Vindkraftsparken bedöms ge måttliga konsekvenser på riksintresset Malören p.g.a. öns karaktär där samtliga utpekade värden är exponerade mot öppet hav utan skymmande större höjder eller skog. Riksintresset pekas bl.a. ut p.g.a. Malörens utsatta läge. Här har en anpassning av parken gjorts med anledning av påverkan på kulturmiljö. Den nordöstra delen av undersökningsområdet har exkluderats för att en större del av havsområdet vid utblick från hamnen fortsatt ska vara exponerad. Även på riksintresset Sandskär är bedömningen att vindkraftsparken kan ge måttligt negativa konsekvenser för riksintresset p.g.a. vindkraftsparkens närhet till riksintresseområdet.

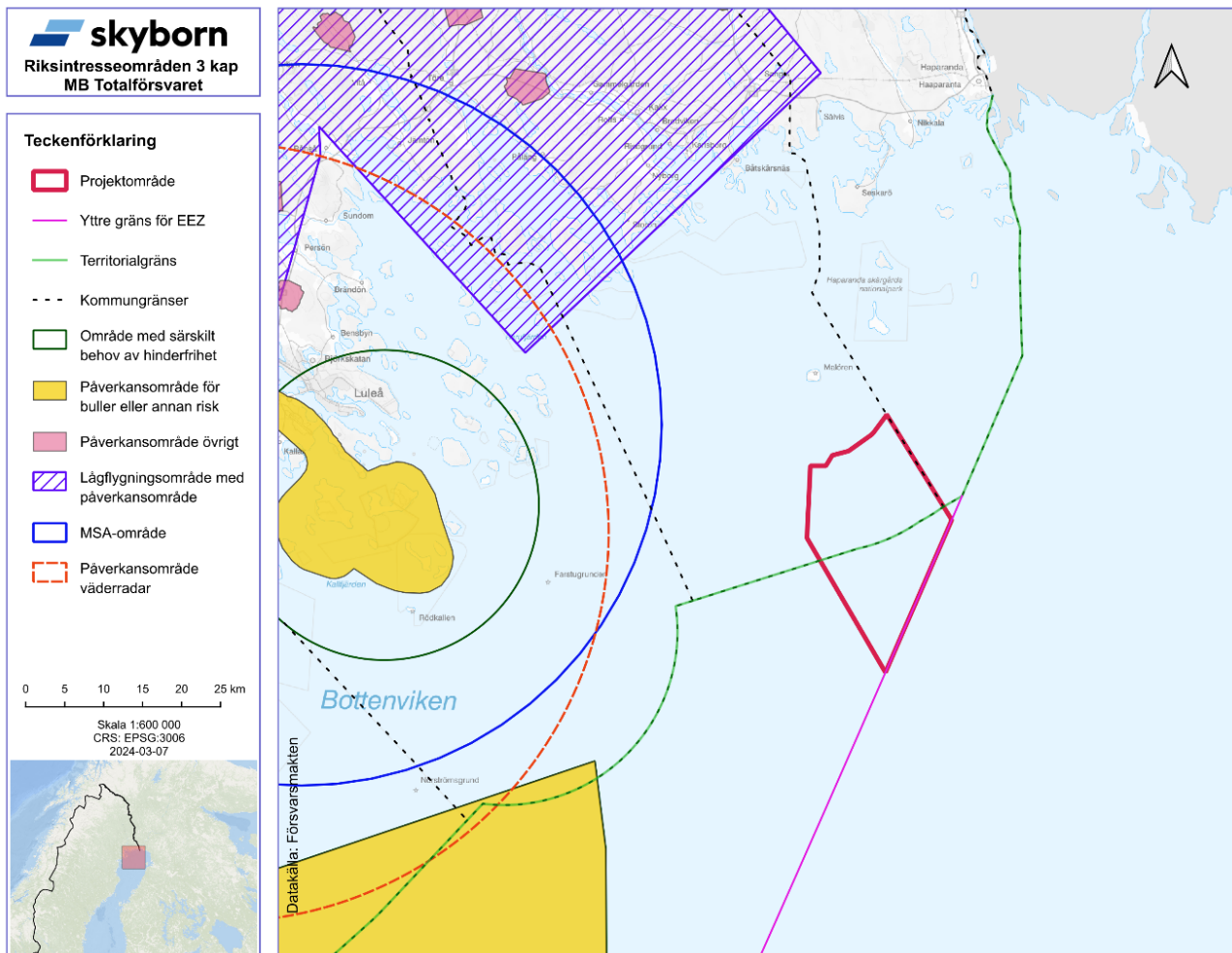
Riksintresseområde Rödkallen och Nässkatan bedöms få inga till små negativa konsekvenser. Fiskeläget och lämningar efter fiskeläget är utpekade som uttryck för riksintresseområde Rödkallen. Vindkraftsparken kan komma att försvaga läsbarheten mellan havet och fiskeläget eftersom sambandet med havet påverkas visuellt. Sikten från Nässkatan ut mot öppet hav är begränsad, vilket gör att endast en liten del av vindkraftsparken blir synlig.

Bedömningen är att vindkraftsparken inte medför några negativa konsekvenser för riksintresset Småskär, Seskarö, Storebben/Svarthällan och Hindersön. Vindkraftsparken skymms av växtlighet från de utpekade områdena för Seskarö. Även Storebben/Svarthällan är skymd då de utpekade kulturmiljöområdena ligger på en lägre höjd där topografin skymmer vindkraftsparken. Därtill är avståndet så stort att en eventuell visuell påverkan är mycket begränsad. Detsamma gäller riksintresseområdet för Småskär eller Hindersön där vindkraftsparken inte heller bör synas, vilket gör att det inte bör uppstå någon negativ påverkan.

10.3.3 Riksintresse totalförsvaret

Riksintressen för totalförsvarets militära del omfattar dels riksintressen som kan redovisas öppet, dels riksintressen som med hänsyn till försvarssekretesskäl inte kan redovisas öppet. Försvarsmaktens riksintressen utgörs av bl.a. skjut- och övningsfält, flygplatser, sjöövningsområden, tekniska system och anläggningar. Områden som utgör riksintressen enligt 3 kap. 9 § MB för totalförsvarets militära del är områden som bedöms ha nationellt viktiga värden och kvalitéer för att skydda Sverige.

Det närmaste kända område som är utpekade som riksintresse för totalförsvaret är ett MSA-område (Minimum Safety Altitude) för Luleå-Kallax flygplats ca 10 km väster om projektområdet. Se Figur 10-8 för kända områden utpekade som riksintressen för försvaret i närheten av verksamhetsområdet.



Figur 10-8. Projektområdet i förhållande till riksintresse för totalförsvaret.

10.3.3.1 Bedömning

Försvarsmakten har i samrådsskedet bedömt att Polargrund med utbredning enligt undersökningsområdet och föreslagen höjd riskerar att medföra påtaglig skada på riksintresse för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess enligt 15 kap. 2 § offentlighets- och sekretesslagen. Skadan har inte preciserats då det skulle riskera att avslöja uppgifter vars röjande kan medföra skada för totalförsvaret eller rikets säkerhet.

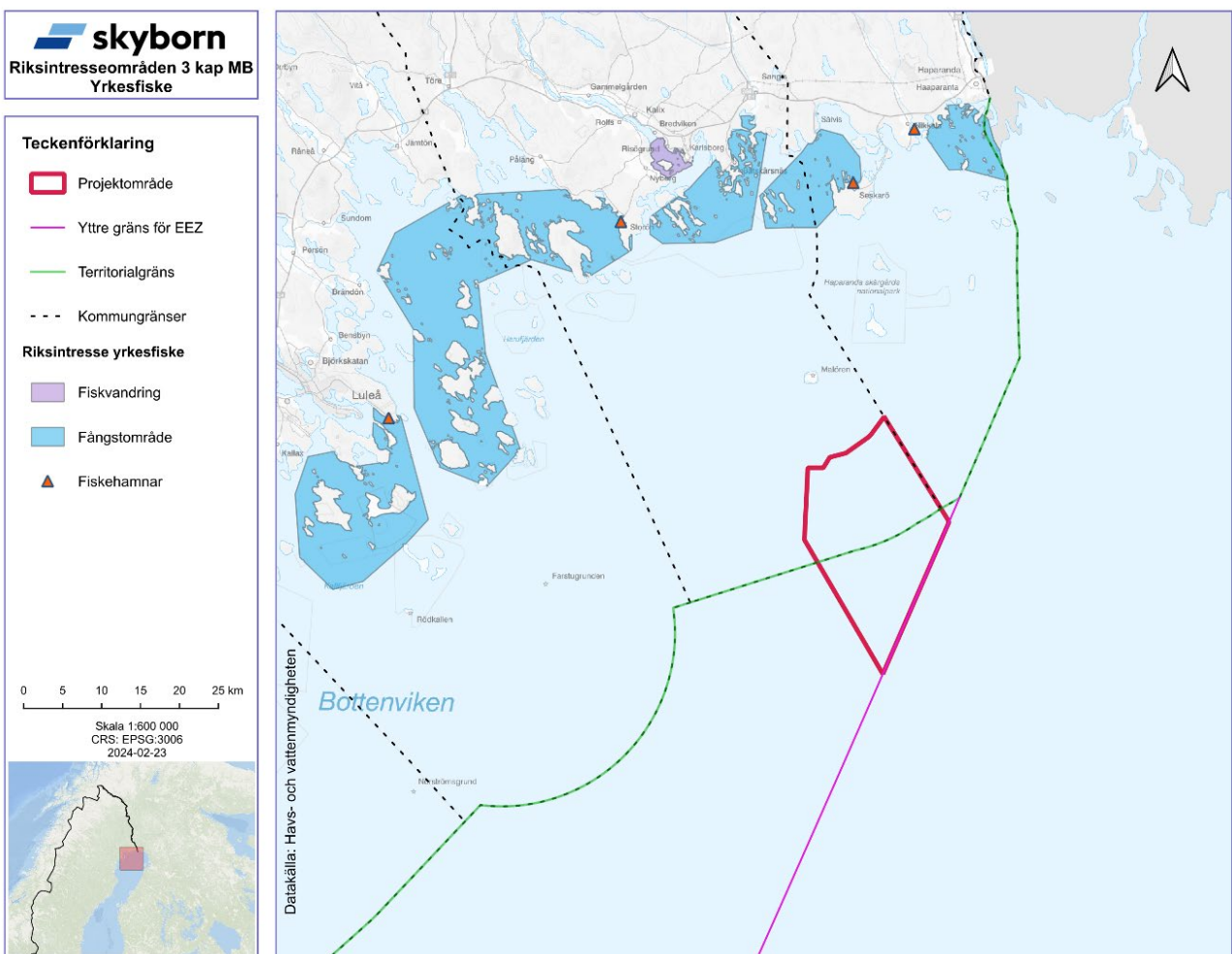
I det förslag till ändrade havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet med tillhörande konsekvensbeskrivning, som är ute för granskning mellan den 16 maj och 30 augusti 2024, pekas projektområdet ut för energiutvinning. Särskild hänsyn anges ska tas till totalförsvarets intressen och i förslaget framgår att delar av områdena i Bottniska viken har analyserats utifrån totalförsvarets militära del och att det kan finnas möjlighet för samexistens men att utredning av påverkan på totalförsvarets hemliga intressen saknas vilket bör beaktas i pågående tillståndsprocess.

Skyborn har en dialog med Försvarsmakten avseende anpassningar av verksamheten utöver de som redan gjorts för att inte påtagligt försvåra för de aktiviteter som riksintresset ska bevara.

10.3.4 Riksintresse yrkesfiske

Områden som är av riksintresse för yrkesfisket är utpekade för att säkerställa fiskesektorns tillgång till fångstområden, nödvändig infrastruktur av hamnar och för att skydda lek- och rekryteringsområden för kommersiellt viktiga arter. Havs- och vattenmyndigheten lämnar uppgifter om områden som är av riksintresse för yrkesfiske enligt 3 kap. 5 § MB.

Riksintresseområden för yrkesfiske finns längs med stora delar av kusten i Haparanda, Kalix och Luleå kommuner, se Figur 10-9. De närmaste riksintresseområdena är *Haparanda skärgård*, *Seskaröfjärden*, *Bodöfjärden* Kalix *skärgård* och *Storön Rånöfjärden Brändöfjärden*. Samtliga områden motiveras som viktiga fångstområden för yrkesfiskets bedrivande. Avstånd och motiv till riksintresset för respektive område redovisas i Tabell 10-5.



Figur 10-9. Projektområdet i förhållande till riksintresse för yrkesfisket inklusive hamnar.

Tabell 10-5 Närliggande riksintresseområden för yrkesfiske.

Riksintresseområde yrkesfiske	Motivering för riksintresset	Avstånd till Polargrund
Seskaröfjärden (RI YF 22)	Fångstområde - siklöja	25 km
Bodöfjorden Kalix skärgård (RI YF 23)	Fångstområde - lax och sik	31 km
Storön Rånöfjärden Brändöfjärden (RI YF 26)	Fångstområde - siklöja, lax och sik	37 km
Haparanda skärgård (RI YF 21)	Fångstområde - lax och sik	32 km

Utöver de viktiga fångstområdena finns det även ett antal hamnar som är utpekade som riksintresse för yrkesfiske i närheten av Polargrund, se Figur 10-7. Den närmsta hamnen med riksintresseanspråk är *Seskarö hamn* som ligger i Haparanda kommun. Utöver Seskarö hamn finns tre andra hamnar som pekats ut längs kusten: *Storön hamn* i Kalix kommun, *Nikkala hamn* i Haparanda kommun och *Lövskär hamn* i Luleå kommun.

Tabell 10-6 Riksintresse yrkesfiske hamn.

Hamn av Riksintresse för yrkesfiske	Avstånd till Polargrund
Seskarö hamn (RIYF H3)	30 km
Storön hamn (RI YF H4)	39 km
Nikkala hamn (RI YF H2)	37 km
Lövskär hamn (RI YF H1)	54 km

10.3.4.1 Bedömning

Eftersom avstånden mellan riksintresseområdena för yrkesfiske och verksamhetsområdet för Polargrund ligger geografiskt långt ifrån varandra bedöms vindkraftparken inte påtagligt försvåra bedrivandet av yrkesfiske i dessa områden, varken under anläggning, drift eller avveckling. För vidare beskrivning av påverkan på yrkesfisket se avsnitt 9.6.

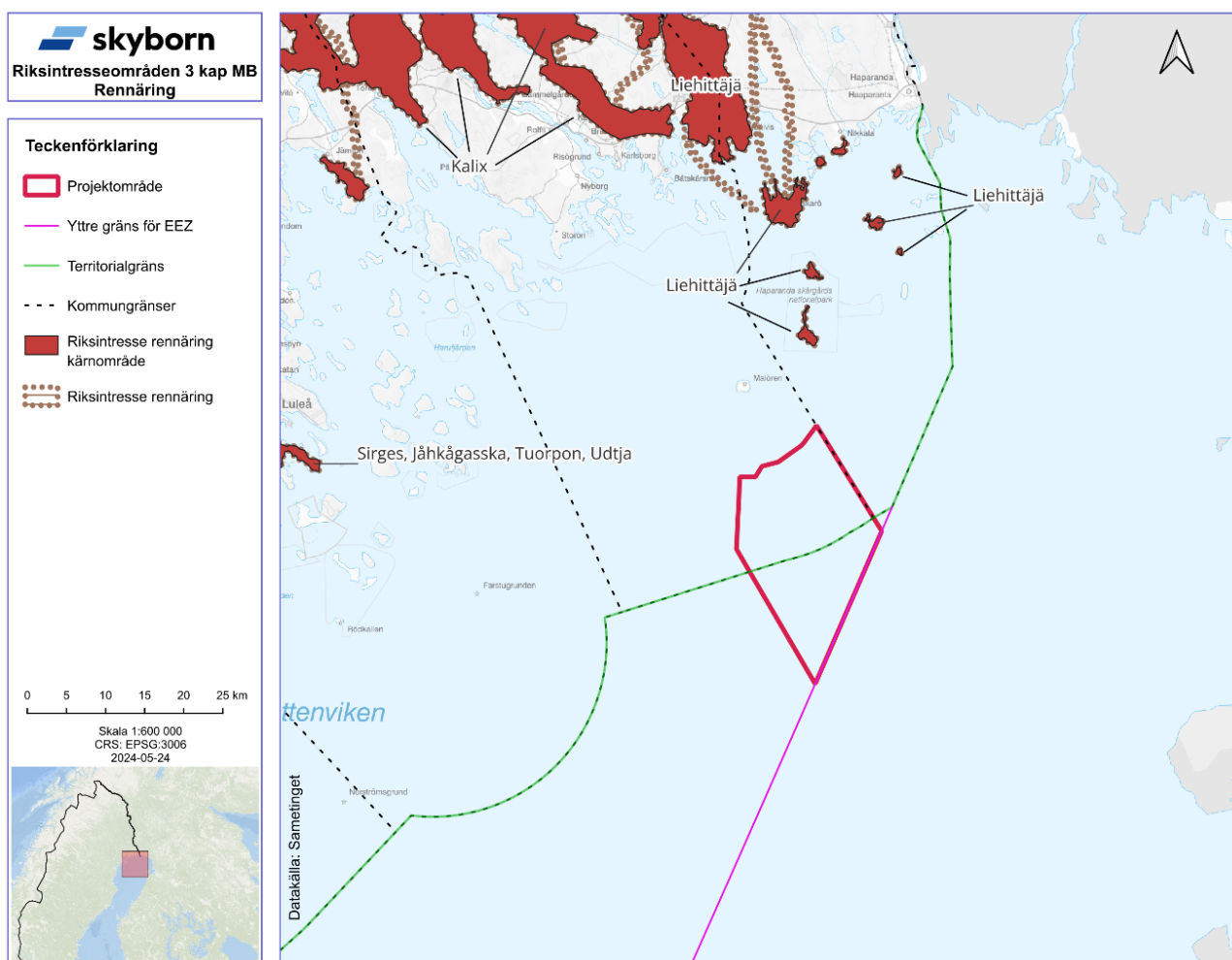
10.3.5 Riksintresse rennäringen och kärnområde

Områden av riksintresse för rennäringen är särskilt viktiga områden som är utpekade med stöd av 3 kap. 5 § MB. Ett kärnområde eller nyckelområde kan motiveras av olika kriterier (Sametinget, 2017). Det kan vara ett område som har särskilt bra bete, ett viktigt uppsamlingsområde eller som utgörs av svåra passager.

Det närmaste riksintresseområdet för rennäring finns på ön *Sandskär*, se Figur 10-10. Vidare finns riksintresse för rennäring på ön *Byskär*, *Seskar-Furö*, *Skomakaren* och på *Seskarö*, se Tabell 10-7.

Tabell 10-7 Riksintresseområden för rennäring i närheten av Polargrund.

Riksintresseområden rennäring	Avstånd till Polargrund
Sandskär	10 km
Byskär	24 km
Seskar-Furö	18 km
Skomakaren	26 km
Seskarö	25 km



Figur 10-10 Projektområdet i förhållande till riksintresse för rennäring.

10.3.5.1 Bedömning

Enligt handboken för rennäringens utredningar ska vindkraftsetableringar på land bedöma det geografiska området med avseende på värdet för renen, dvs själva projektområdet med en möjlig influenszon. Influenszonen baseras på vetenskaplig litteratur och tidigare domar som idag pekar på att påverkansområdet kan sträcka sig upp till fyra kilometer från påverkanskällan. Det finns ingen motsvarande handbok framtaget för havsbaserade projekt, men handboken ger en vägledning om hur stort påverkansområde en vindkraftsetablering kan förväntas medföra.

Projektområdet ligger långt ute till havs och kommer hypotetiskt endast vara tillgängligt för renar under perioder med is. En vindkraftparks strukturer bedöms inte utgöra en miljö som renarna tyr sig till. Vindkraftparken skapar inte heller barriärer mellan områden för rennäringen.

Sammantaget bedöms att varken anläggning, drift eller avveckling av vindkraftparken påtagligt kommer skada riksintresseområdenas värden.

10.3.6 Riksintresse naturvård

Naturvårdens riksintresseområden representerar huvuddragen i den svenska naturen och utgör de mest värdefulla områdena ur ett nationellt perspektiv. Det är Naturvårdsverket som ansvarar för områden som bedöms vara av riksintresse för naturvård enligt 3 kap. 6 § MB (Naturvårdsverket, 2005). Områden som är av riksintresse för naturvård ska så långt möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada naturmiljön. Områden som är utpekade som riksintresse för naturvården i närheten av projektområdet har sammanställts i Tabell 10-8 och Figur 10-11.

Tabell 10-8 Riksintresseområden för naturvård i närheten av Polargrund.

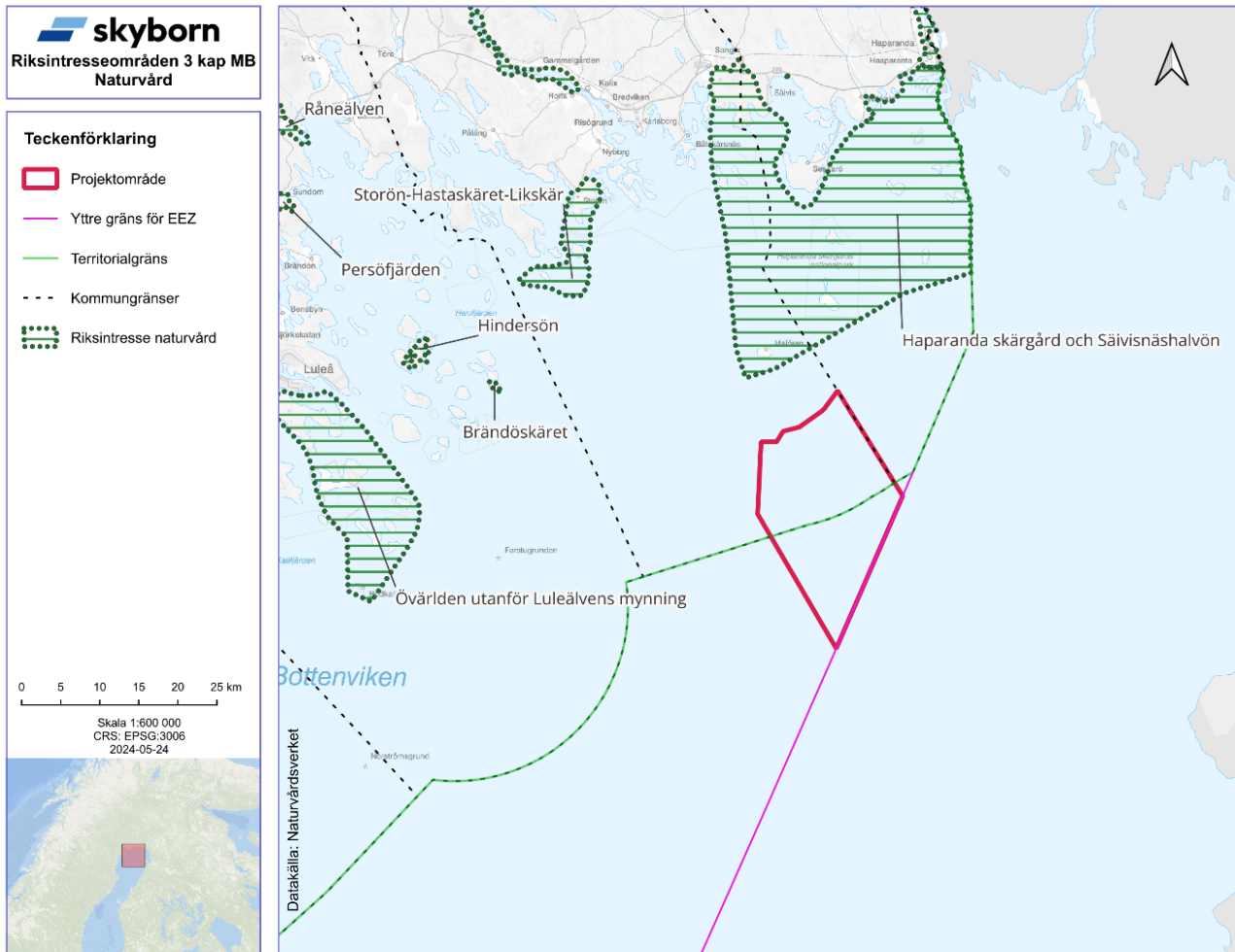
Riksintresseområden naturvård	Avstånd till Polargrund
Haparanda skärgård och Sävisnåshalvön	6 km
Storön-Hastaskäret-Likskär	29 km
Brändöskäret	34 km
Hindersön	44 km
Övärlden utanför Luleälvens mynning	43 km

Haparanda skärgård och Sävisnåshalvön är det närmaste utpekade riksintresseområdet för naturvård som omfattar ett område på ca 850 km². Området beskrivs som ett mångformigt kust- och skärgårdsområde som särskilt väl visar landskapets utveckling och landhöjningsprocesser. Området anses vara en av Sveriges mest opåverkade skärgårdar med förekomst av sällsynta och hotade naturtyper och arter samt ett område med mycket rik flora och fauna (Naturvårdsverket, 2024a).

Storön-Hastaskäret-Likskär är ett område om 62 km² i Kalix kommun. Området beskrivs som ett mångformigt kustparti på kalkrikt berggrundsunderlag med förekomst av hotade och sällsynta arter samt synnerligen rik flora och delvis rik fauna (Naturvårdsverket, 2024a).

Några mindre områden som utpekats som riksintresse för naturvård är *Brändöskäret* och *Hindersön*.

Något längre bort ligger *Övärlden utanför Luleälvens mynning* som är ett större område om ca 240 km² utpekat som riksintresse. Området har en rik fågelfauna och förekomst av hotade, sällsynta och sårbara arter. Ytterskärgården anses även vara relativt opåverkad (Naturvårdsverket, 2024a).



Figur 10-11 Projektområdet i förhållande till riksintresse för naturvård.

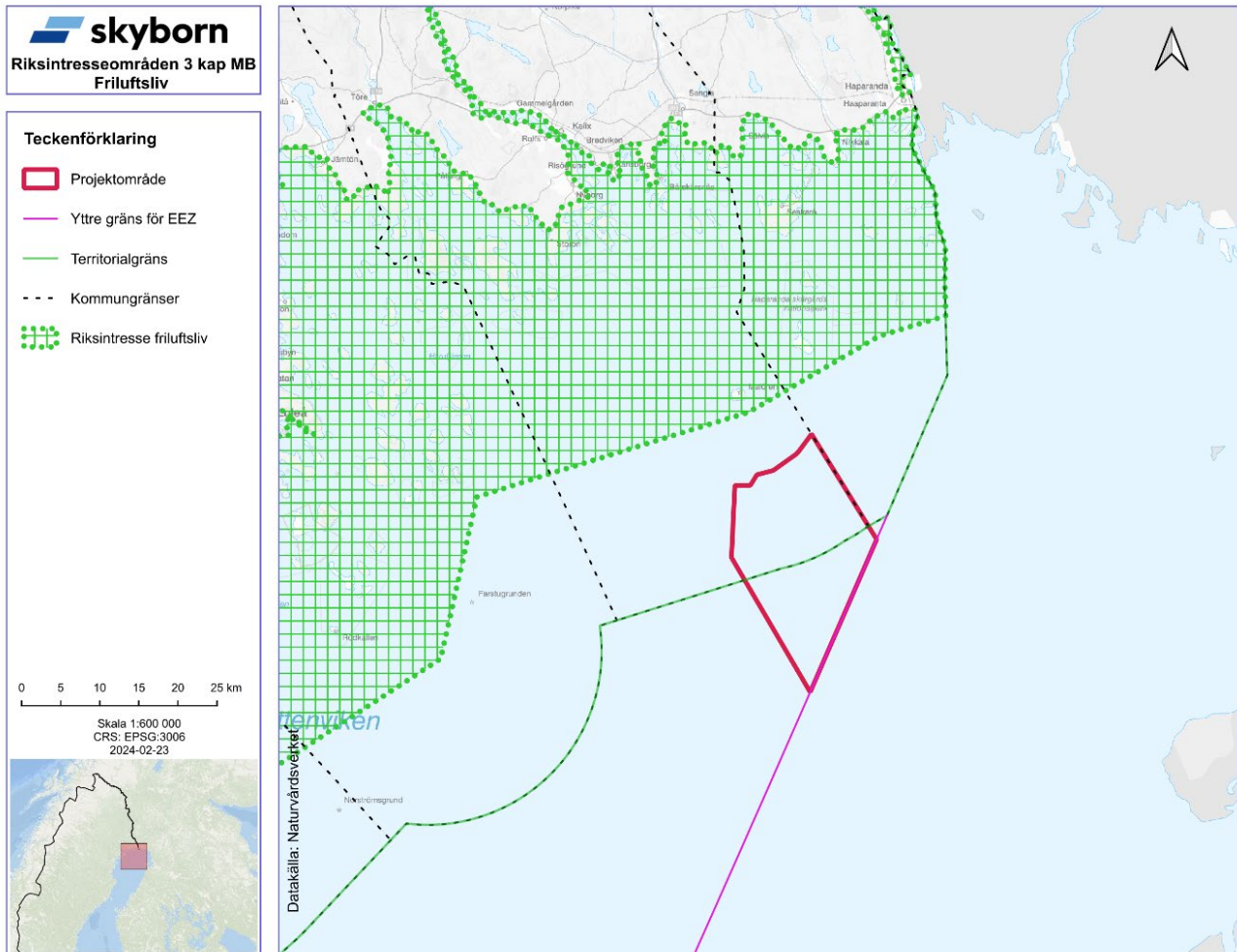
10.3.6.1 Bedömning

Den planerade verksamheten bedöms inte medföra några intrång i eller i närheten av de utpekade riksintresseområdena. Sammantaget bedöms att varken anläggning, drift eller avveckling av vindkraftparken påtagligt kommer skada riksintresseområdenas värden.

10.3.7 Riksintresse friluftsliv

För att ett område ska vara av riksintresse för friluftslivet ska det ha stora friluftsvärden sett ur ett nationellt perspektiv. Det kan röra sig om särskilt goda förutsättningar för berikande upplevelser i natur- och/eller kulturmiljöer, särskilt goda förutsättningar för friluftaktiviteter och därmed berikande upplevelser eller särskilt goda förutsättningar för vattenanknutna friluftaktiviteter. Det är Naturvårdsverket som ansvar för att redovisa områden som bedöms vara av riksintresse för friluftslivet enligt 3 kap. 6 § MB.

Riksintresseområde för friluftsliv finns längs med största delen av kusten i Norrbotten, benämnt *Norrbottens kust och skärgård* (FBD 06) och ligger som närmast ca 6 km från projektområdet, se Figur 10-12. Bad, kanot, skärmflygning, fritidsfiske och hundspann är aktiviteter som är specifikt utpekade för området (Naturvårdsverket, 2024a).



Figur 10-12 Projektområdet i förhållande till riksintresse för friluftsliv.

10.3.7.1 Bedömning

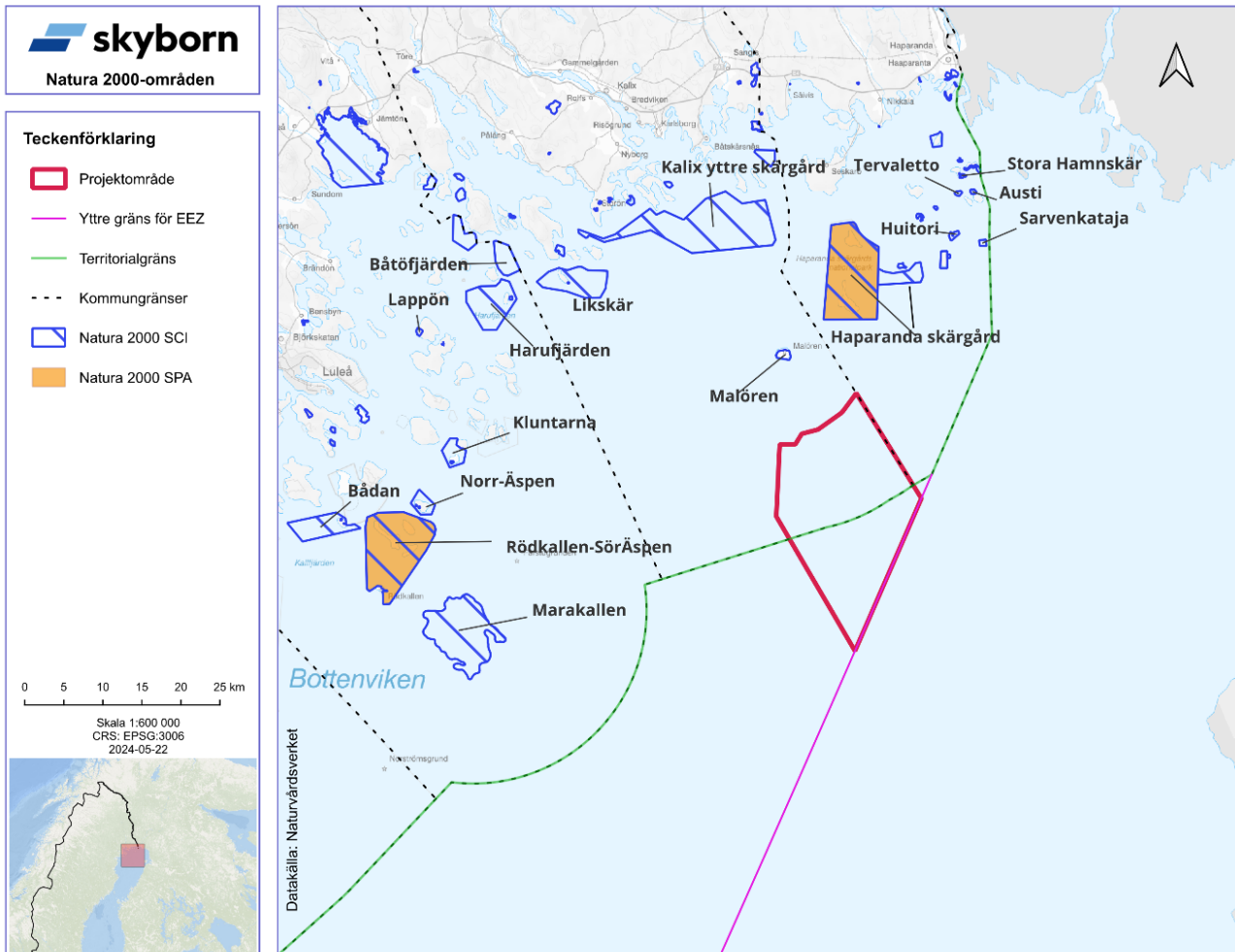
Vindkraftparken Polargrund ligger lång från kusten och överlappar eller angränsar därmed inte till riksintresseområdena för friluftsliv. Parken kommer inte förhindra utövandet av utpekade aktiviteter. Riksintresset skulle kunna påverkas visuellt av vindkraftparken vilket beskrivs i avsnitt 10.1. Luftburet buller har beaktats och utretts vilket beskrivs i avsnitt 9.10. Luftburet buller bedöms sammantaget ha en försumbar inverkan på friluftslivet och därmed även riksintresset för friluftsliv.

Sammantaget bedöms att varken anläggning, drift eller avveckling av vindkraftparken påtagligt kommer skada riksintresseområdenas värden.

10.4 Skyddade områden

10.4.1 Natura 2000

Natura 2000-områden utses med stöd av två EU-direktiv: fågeldirektivet och art- och habitatdirektivet. Områden som utses för att uppfylla fågeldirektivet kallas SPA (Special Protected Area) och områden som är utpekade enl. art- och habitatdirektivets kriterier benämns SCI (Sites of Community Importance). Se Figur 10-13 för karta över svenska områden utpekade enligt Natura 2000 i norra Bottenviken, samtliga Natura 2000-områden listas även i Tabell 10-9.



Figur 10-13 Natura 2000-områden i norra Bottenviken.

Tabell 10-9 Natura 2000-områden i norra Bottenviken.

Natura 2000-områden	Form av skydd	Avstånd till Polargrund
Haparanda skärgård (SE0820108)	(SCI och SPA)	9 km
Haparanda Sandskär (SE0820320)	(SCI)	14 km
Ön Malören (SE0820724)	(SCI)	9 km
Kalix yttre skärgård (SE0820327)	(SCI)	21 km
Massan (SE0820316)	(SCI)	35 km
Trutskär (SE0820301),	(SCI)	36 km
Storön (SE0820718)	(SCI)	37 km
Granholmen (SE0820302)	(SCI)	36 km
Likskär (SE0820303)	(SCI)	29 km
Stora Hepokari (SE0820735),	(SCI)	19 km
Sarvenkataja (SE0820734),	(SCI)	24 km
Töyrä (SE0820749)	(SCI)	20 km

Natura 2000-områden	Form av skydd	Avstånd till Polargrund
Tantamanni (SE0820747)	(SCI)	Ca 16 km
Ön Torne-Furö (SE0820310)	(SCI)	Ca 33 km
Ön Björn (SE0820300)	(SCI)	Ca 31 km
Harufjädern (SE0820314)	(SCI)	Ca 39 km
Marakallen (SE0820751)	(SCI)	Ca 38 km

Haparanda skärgård (SE0820108) är utpekad enligt Natura 2000 med stöd av både fågeldirektivet och habitatdirektivet. Det omfattar öarna Sandskär, Seskar-Furö och ytterligare några mindre öar. Området är en av de mest orörda skärgårdar i Sverige. Sandskär är känd som en bra observationsplats för flyttfågel och på ön finns en välbesökt fågelstation. Det är framförallt öns strategiska läge, långt ut i skärgården och de ideala rastningsbiotoperna för många fågelarter, som utgör grunden för det ornitologiska intresset.

Haparanda Sandskär (SE0820320) är utpekad enligt Natura 2000 utifrån habitatdirektivet som inkluderar öarna Ylikari och Letto. Området är relativt orört och öarna är viktiga för skärgårdens flora och fauna. De två ingående öarna är båda långsmala och karaktäriseras av blockiga exponerade stränder, med sandvegetation högre upp på land. På den östra sidan av de båda öarna finns frodiga strandängar. Bottnisk malört och strandviva tas upp i bevarandeplanen för området och är arter som ska skyddas och bevaras.

Även *Ön Malören* (SE0820724) är utpekad enligt Natura 2000 utifrån habitatdirektivet. Ön är trädlös och består främst av gräsbevuxen hed. I området finns den sällsynta arten strandviva med bevarandestatus. Endast ett fåtal fältinventeringar har gjorts av de marina miljöerna vilket innebär att utbredningen och förekomsten av marina arter inte är fullständigt känd (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018b).

De mindre öarna *Stora Hepokari* (SE0820735), *Töyrä* (SE0820749) och *Tantamanni* (SE0820747) är utpekade enligt Natura 2000 utifrån habitatdirektivet. På *Stora Hepokari*, *Töyrä* och *Tantamanni* finns goda förutsättningar för bl.a. strandvivan. Norr om dessa tre öar finns ytterligare åtta öar med goda förutsättningar för strandvivan, även dessa utpekade enligt Natura 2000. Landhöjningen tillsammans med havets påverkan gör att konkurrenssvaga arter kan etableras och sprida sig här.

Kalix yttre skärgård (SE0820327) omfattar 21 öar. Området är utpekad enligt habitatdirektivet och är viktigt för skärgårdens flora och fauna. Strandvivan ska bevaras i området. Området har artrika stränder, orörda landhöjningsskogar och värdefulla marina miljöer. Området har utsatts för liten mänsklig påverkan och har i huvudsak formats av landhöjning, naturlig succession och naturens krafter, t.ex. isskrapning och vågverkan. Detta har resulterat i en rik och omväxlande miljö som är typisk för Bottenviken och utgör livsmiljö för många känsliga och ovanliga arter. Områdets marina naturtyper utgör en representativ del av länets natur och hyser viktiga reproduktions- och födosökmiljöer för den marina faunan och ett särskilt rikt fågelliv.

Strax norr om och väster om området Kalix yttre skärgård finns ytterligare fyra mindre områden utpekade enligt habitatdirektivet. Dessa områden är *Massan* (SE0820316), *Trutskär* (SE0820301), *Storön* (SE0820718) och *Granholmen* (SE0820302).

Likskär (SE0820303) är utpekad enligt habitatdirektivet och omfattar 25 öar och flera mindre skär. Likskär innefattar artrika stränder, orörda landhöjningsskogar och värdefulla marina miljöer. Strandvivan ska bevaras i området.

Ön *Torne-Furö* (SE0820310) är utpekad enligt habitatdirektivet. Ön är viktig för att öka kunskapen om Sveriges natur och fritidsliv. Bottnisk malört är den art som ska bevaras i området.

Ön *Björn* (SE0820300) är utpekad enligt habitatdirektivet. Skogen och stränderna på Björn har under lång tid utvecklats fritt genom landhöjning, naturlig succession och påverkan av naturliga störningar som stormar och vind- och vågverkan. De har utsatts för liten mänsklig påverkan och utgör en rest av det naturliga landskapet.

Området *Harufjädern* (SE0820314) omfattar några mindre öar, bl.a. Hindersöharun, Båtöharun och Kastören, och är utpekad enligt habitatdirektivet. Strandviva ska bevaras i området.

Marakallen (SE0820751) är utpekad enligt habitatdirektivet. Marakallen är en för regionen representativ och biologiskt intressant utsjöbank. De mäktiga isälvsavlagringarna med endast ett fåtal arter utgör en unik miljö. Området består till största delen av sublittoral sandbankar, vilka ofta är viktiga reproduktionslokaler för fisk. Gråsäl tas upp som en art som ska bevaras i bevarandeplanen.

10.4.1.1 Bedömning av påverkan

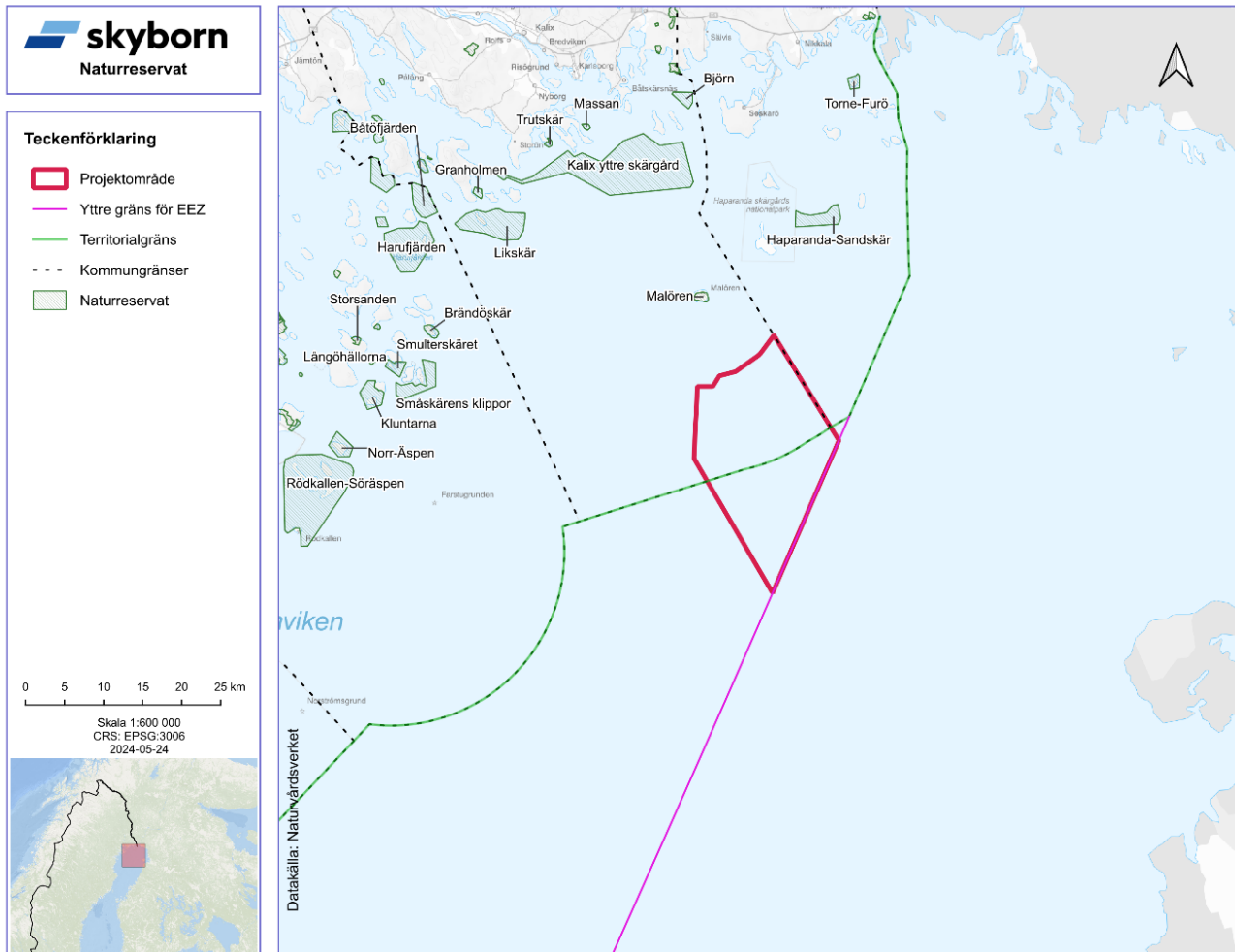
Skyborn har låtit utreda i vilken utsträckning den planerade vindkraftparken kan innebära en störning på utpekade habitat och arter samt typiska arter i Natura 2000-områden. Utredningarna har omfattat påverkan på fågel samt marina arter och habitat.

Utredningar av påverkan på Natura 2000-arter och habitat finns redovisade i bilaga D19 där även Natura 2000-områden i Finland tas upp. Projektområdet används inte som födosöksområde eller rastplats för Natura 2000-områdenas utpekade fågelarter och marina arter eller av habitatens typiska arter. Spridning av grumlade sediment sker inte i en omfattning som kan påverka Natura 2000-områdenas marina habitat. Utbredningen av undervattensbuller bedöms inte ske i en omfattning som skulle kunna ha effekter på marina däggdjur och fisk inom utpekade Natura 2000-områden.

Sammantaget kan konstateras att projektområdet för vindkraftparken ligger på ett så stort avstånd från Natura 2000-områden så att verksamheten inte bedöms ge upphov till störningar som kan påverka aktuella arters bevarandestatus eller ge påverkan på utpekade habitat.

10.4.2 Naturresevat

De naturresevat som finns i närheten av projektområdet är Haparanda-Sandskär, Malören, Kalix yttre skärgård och Likskär, se Figur 10-14. Dessa förvaltas av Länsstyrelsen i Norrbotten. Hur naturresevaten förhåller sig till projektområdet redovisas Tabell 10-10.



Figur 10-14 Naturreservat i norra Bottenviken.

Tabell 10-10 Naturreservat i norra Bottenviken

Naturreservat	Avstånd till Polargrund
Haparanda-Sandskär	Ca 14 km
Malören	Ca 9,5 km
Kalix yttre skärgård	Ca 22 km
Likskär	Ca 29,5 km

Naturreservatet *Haparanda-Sandskär*, nordost om Polargrund, ligger i Malifjärden och gränsar till nationalparken *Haparanda skärgård*. Två öar ingår i reservatet, Letto och Ylikari. Letto och Ylikari är båda långsmala och karaktäriseras av blockiga, exponerade stränder med sandvegetation högre upp. Ylikari är opåverkad av människor, men på Letto finns ett fiskeläge med tillhörande bryggor. Här finns även en så kallad labyrint, en stensättning av klappersten med ett enhetligt mönster i form av en ingång och ett antal ringar (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018a). Överlappande det befintliga naturreservatet finns ett blivande naturreservat, som benämns Haparanda skärgård, som täcker ett större havsområde öster- och norrut från

Haparanda-Sandskärs naturreservat. Det blivande naturreservatet planeras att täcka ett flertal öar i Haparandas skärgård samt ytterligare ett befintligt naturreservat vid Torne-Furö.

Naturreservatet *Malören*, norr om Polargrund, med sin fyr, kapell och gamla bebyggelse ligger allra ytterst i Norrbottens skärgård. Ön är trädlös med hedmark och klapperstensfält. Floran på ön blir mer och mer frodig. På ön växer några rönnar och det finns gott om strandärt, kråkvicker och rallarros. Strandviva och ormtunga tillhör de mer ovanliga arterna. *Malören* är viktig för både flyttfåglar och häckfåglar med funktion som både rastplats och med många häckande arter. Den sällsynta labben häckar på ön. Bland vadarna återfinns bl.a. liten strandpipare, roskarl och rödbena. I öns lagun brukar sjöfåglar hålla till (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018b).

Naturreservatet *Kalix yttre skärgård*, väster om Polargrund, omfattar 21 öar. Flera av öarna har en rik flora och många är värdefulla fågellokaler för bland andra arten labb. De flesta öar består av låglänt moränmark med ett fåtal träd, men det finns även renspolade hållar och klapperfält. Naturreservatet har ett rikt fågelliv med arter som silltrut, havstrut, fiskmås, fisk- och silvertärna. Endast två av öarna är bebyggda, med fritidsstugor. *Kalix yttre skärgård* är en fristad för många av skärgårdens växter och djur (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018c).

Naturreservatet *Likskär* är ett vackert skärgårdslandskap med 25 öar och många mindre skär, beläget nordväst om Polargrund. Likskär har ett mycket rikt fågelliv. Öarna inom naturreservatet varierar från unga, steniga skär som nyligen rest sig ur havet till gamla öar med granskogar på. Landhöjningen efter den senaste istiden är idag ungefär 85 cm på hundra år i Norrbottens kustområde. På de yngre öarna har barrskogen ännu inte börjat växa. På de öar som inte är helt kala växer gles strandskog med gråal, vide och havtorn (Länsstyrelsen Norrbotten, 2018d).

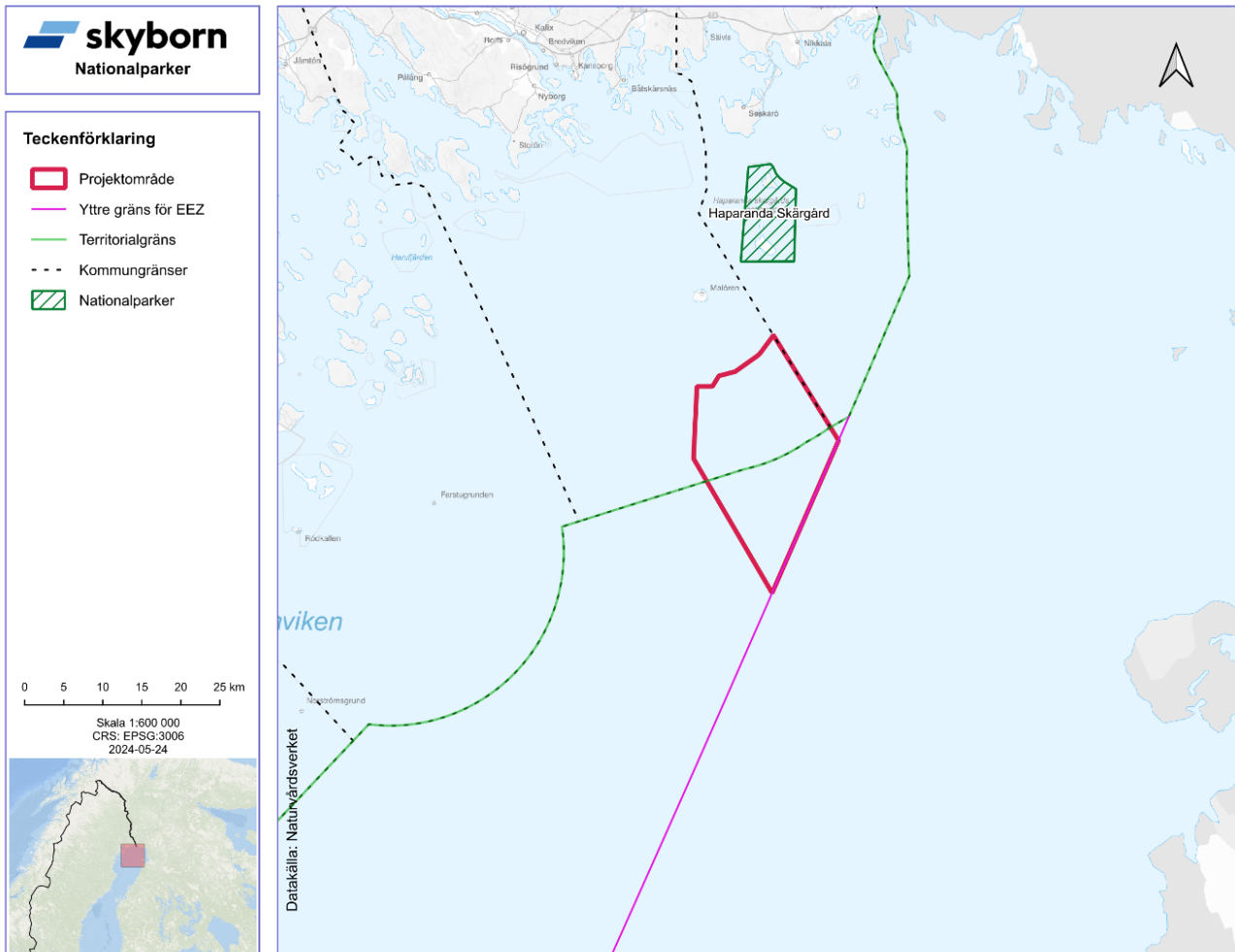
10.4.2.1 Bedömning av påverkan

Den planerade vindkraftparken gör inget areellt intrång i de omkringliggande naturreservaten Haparanda skärgård, Malören, Kalix yttre skärgård eller Likskär. Avstånden är relativt stora och effekter av betydelse i form av buller, sedimentspridning med mera från anläggning, drift och avveckling av vindkraftparken når inte in i reservaten. Verken kommer att vara synliga från vissa platser inom reservaten. Visuella påverkan av vindkraftparken på platser inom flera av naturreservaten redovisas i kapitel 10.1. Närmare beskrivning av att ingen påverkan uppkommer på fåglar eller marina arter och habitat i de närliggande Natura 2000-områdena Malören, Haparanda-Sandskär med flera finns i bilaga D19. Värdena i naturreservaten bedöms därför inte heller påverkas av betydelse.

Sammantaget bedöms den planerade verksamheten varken strida mot naturreservatens ändamål/syfte eller reservatens föreskrifter.

10.4.3 Nationalparker

Haparanda skärgård nationalpark är belägen ca 9 km norr om Polargrund. Nationalparken består av ett antal öar där Sandskär är den största med en varierande natur som präglas av långa sandstränder och björklundar. På ön finns spår från forna tiders säljägare, fiskare och förlista fartyg. Haparanda Sandskär har en välbesökt fågelstation och observationsplats för flyttfåglar. Inom nationalparken är de vanligaste fågelarterna småskrake, silvertärna, göktyta, sävsångare, lövsångare och sävsparv. Även större däggdjur som älg förekommer. Av de marina däggdjuren är framför allt vikare vanlig medan gråsäl är relativt ovanlig inom nationalparken. Anläggningar för friluftslivet finns främst på Sandskär med bad, vandring, bär- och svamplockning. Nationalparkens föreskrifter berör verksamhet som inte får förekomma inom nationalparkens gränser eller som endast får förekomma efter tillstånd från länsstyrelsen.



Figur 10-15 Nationalparker i norra Bottenviken.

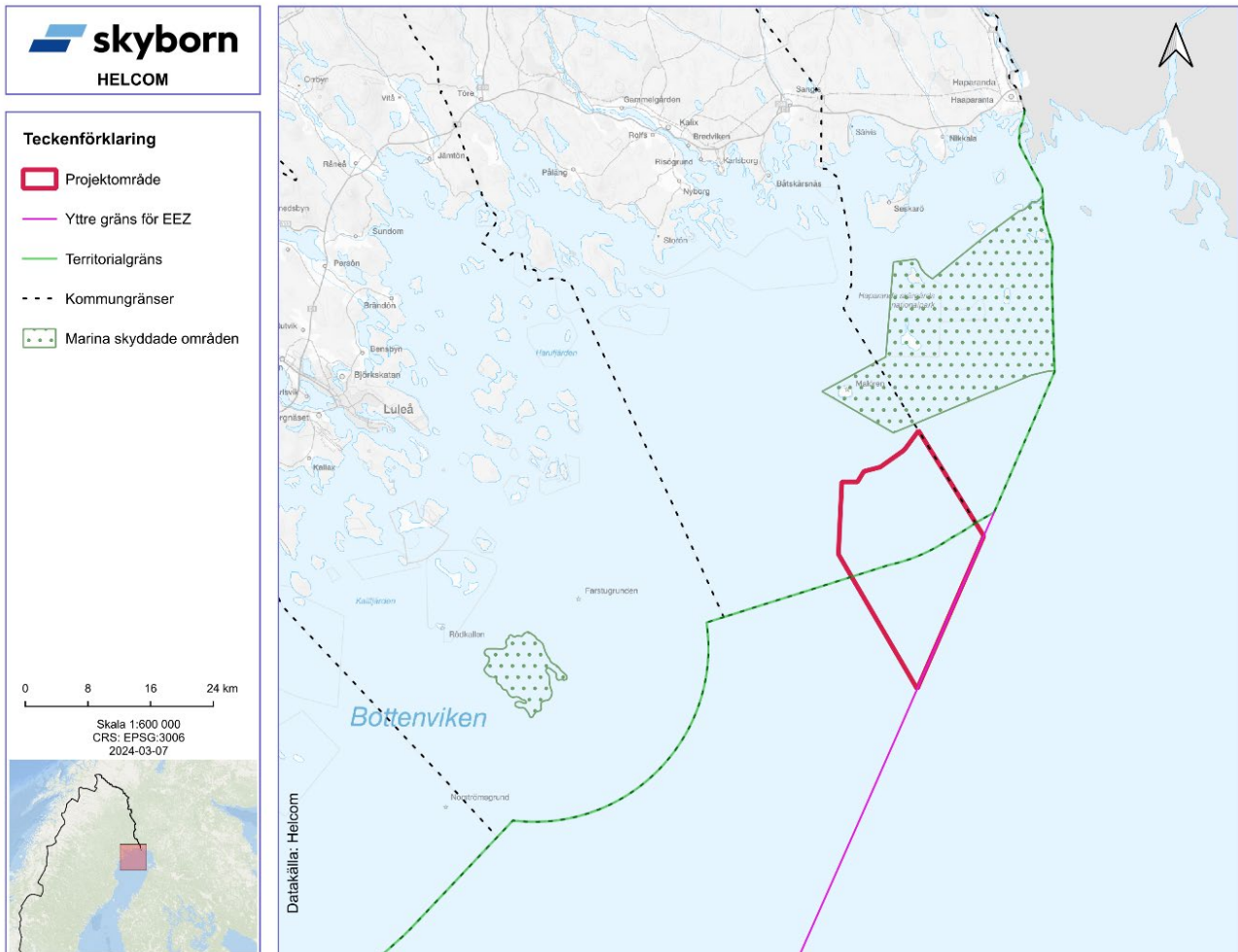
10.4.3.1 Bedömning av påverkan

Avståndet mellan den planerade vindkraftparken och nationalparken Haparanda skärgård är relativt stort, ca 9 km, och effekter av betydelse i form av luftburet och undervattensbuller samt sedimentspridning under anläggning, drift och avveckling bedöms inte nå in i nationalparken. Högsta beräknade ljudnivå på den närmaste ön, Sandskär, är 27 dBA ekvivalent nivå, se bilaga D7. Ljudet från parken kommer sannolikt inte kunna uppfattas till följd av den låga ljudnivån och maskering genom annat närliggande ljud som t.ex. vind i vegetation och vågor. Bullerstörningar av betydelse bedöms inte uppkomma. Vindkraftverken inom parken kommer att vara synliga från många platser inom nationalparken. Närmare beskrivning av att effekter och påverkan inte påverkar fåglar eller marina arter och habitat i Natura 2000-området Haparanda skärgård redovisas i bilaga D19, ett område som till ytan sammanfaller med nationalparken. Visuellt påverkan av vindkraftparken i nationalparken på ön Haparanda Sandskär redovisas i kapitel 10.1.

10.4.4 Internationellt skyddade områden

För skydd av värdefulla kust- och havsområden på en internationell nivå finns konventionerna Oskar, som gäller för Nordostatlanten, och Helcom, som gäller för Östersjön. Områden som pekats ut enligt konventionerna kallas Marina skyddade områden (Marine Protected Areas, MPA). Det finns totalt 176 Marina skyddade områden i Östersjön varav två utpekade områden i närheten av projektområdet (HELCOM, 2024).

Det marina skyddade området Haparanda Archipelago ligger ca 1 km norr om projektområdet. Haparanda Archipelago överlappar Natura 2000-områdena kring Malören och Sandskär samt några andra mindre öar som är klassade som Natura 2000. Följande arter finns listade inom det marina skyddade området; småsvalting, älvsik, storlom, smålom, gråsäl, fiskgjuse, brushane, vikare, lax, öring, fisktärna, silvertärna och harr.



Figur 10-16 Marina skyddade områden (HELCOM Marine Protected Areas (MPA)) i närheten av projektområdet.

Det marina skyddade området Marakallen ligger ca 36 km sydväst om Polargrunds del A och ca 39 km öster om del B, och överlappar ett Natura 2000-område. Marakallen har utnämnts eftersom den utgör en representativ och särskilt värdefull utsjöbank för regionen.

10.4.4.1 Bedömning av påverkan

Det marina skyddade området Haparanda Archipelago kan påverkas av framför allt undervattensbuller och sedimentspridning från planerade anläggnings- och avvecklingsaktiviteter och fysisk påverkan samt luftburet buller i driftskedet. Undervattensbuller och sedimentspridning kan ge effekter på marin flora och fauna medan verken under drift kan få effekter på fåglar och marina däggdjur. Bedömningar har gjorts för bentisk miljö, fisk, marina däggdjur och fåglar i avsnitten 9.1–9.4 och konsekvenserna förväntas bli liten eller försumbara. Sammantaget bedöms de sydligaste delarna av det skyddade området bli berörda av temporära effekter under anläggningsarbeten till följd av undervattensbuller men konsekvenserna för de värden som värnas bedöms bli begränsade.

Det marina skyddade området Markallen bedöms vara lokaliserad på så stort avstånd från den planerade vindkraftparken att inga effekter av betydelse kan uppkomma där.

10.5 Verksamheten i förhållande till miljömål

Sveriges miljömål består av ett övergripande generationsmål, 16 miljö kvalitetsmål samt ett antal etappmål inom områdena avfall, biologisk mångfald, farliga ämnen, hållbar stadsutveckling, luftföroreningar och klimat. Sveriges miljömål är det nationella genomförandet av de globala hållbarhetsmålen.

Ett antal av miljömålen bedöms vara relevanta för den planerade verksamheten, se Tabell 10-11. Den planerade verksamheten bedöms inte medföra att måluppfyllelsen försvåras. Det kan däremot nämnas att verksamheten ur flera aspekter bidrar till att målen uppfylls eftersom vindkraftparken kommer generera grön el i en omfattande mängd som i sin tur bidrar till ett samhälle med mindre utsläpp och medverkar i omställningen till ett samhälle med 100% fossilfria bränslen.

Tabell 10-11 Beskrivning av miljömål, generationsmål och hur verksamheten påverkar dessa.

Miljömål	Verksamhetens koppling till miljömålet
<p>Ett hav i balans samt levande kust och skärgård Västerhavet och Östersjön ska ha en långsiktigt hållbar produktionsförmåga och den biologiska mångfalden ska bevaras. Kust och skärgård ska ha en hög grad av biologisk mångfald, upplevelsevärden samt natur- och kulturvärden. Näringar, rekreation och annat nyttjande av hav, kust och skärgård ska bedrivas så att en hållbar utveckling främjas. Särskilt värdefulla områden ska skyddas mot ingrepp och andra störningar.</p>	<p>Genom att i största möjliga mån undvika känsliga områden, bedöms inte miljö kvalitetsmålet om ett hav i balans påverkas negativt för bedömning av den marina miljön se kapitel 9. Den planerade vindkraftparken ligger ca 50 km från fastlandet och 10 km från närmaste ö och är inte belägen inom något skyddat område. Nyttjandet av havet ligger i linje med miljömålet och bedöms sammantaget inte motverka uppfyllandet av miljömålet.</p>
<p>Säker strålmiljö Människors hälsa och den biologiska mångfalden ska skyddas mot skadliga effekter av strålning.</p>	<p>I verksamheten uppkommer elektromagnetiska fält. Elektromagnetiska fälten uppstår främst från kablar vid överföring av el. Verksamheten bedöms inte medföra några påtagliga negativa effekter för varken människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Sammantaget bedöms verksamheten inte motverka uppfyllandet av miljömålet. För beskrivning av effekter från elektromagnetiska fält se kapitel 9, bentsik miljö och fisk.</p>
<p>Ett rikt växt- och djurliv Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas. Arter ska kunna fortleva i långsiktigt livskraftiga bestånd med tillräcklig genetisk variation. Människor ska ha tillgång till en god natur- och kulturmiljö med rik biologisk mångfald, som grund för hälsa, livskvalitet och välfärd.</p>	<p>Ett flertal inventeringar har genomförts för att identifiera värdefulla miljöer och skyddsvärda arter i marin miljö. Genom att vidta skyddsåtgärder som föreslås i kapitel 8 kopplat till bla undervattensbullen bedöms verksamheten inte leda till att livsmiljöer eller arter påverkas negativt. För bedömning av specifika miljö aspekter se kapitel 9. Sammantaget bedöms verksamheten inte motverka uppfyllandet av miljömålet.</p>
<p>God bebyggd miljö Bebyggelse ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt</p>	<p>Användningen av energi, mark, vatten och andra naturresurser ska ske på ett effektivt, resursbesparande och miljöanpassat sätt för att på sikt minska och att främst fossilfria energikällor används. Verksamheten möjliggör produktion av fossilfri energi och att naturresursen vind kan användas på ett effektivt sätt. Sammantaget</p>

Miljömål	Verksamhetens koppling till miljömålet
<p>och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.</p>	<p>bedöms verksamheten bidra till uppfyllanden av miljömålet.</p>
<p>Begränsad klimatpåverkan Halten av växthusgaser i atmosfären ska i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Målet ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras. Sverige har tillsammans med andra länder ett ansvar för att det globala målet kan uppnås.</p>	<p>För att temperaturökningen ska vara möjlig att begränsa till långt under två grader, och helst under 1,5 grader, behöver de globala växthusgasutsläppen snabbt minska för att under seklets andra hälft närma sig noll. Den nu planerade vindkraftsparken är en del av utbyggnaden av förnyelsebar elproduktion. Den ingår således som ett led i omställningen från fossila till förnyelsebara bränslen. Sammantaget bedöms verksamheten bidra till uppfyllanden av miljömålet.</p>
<p>Generationsmålet Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.</p>	<p>Verksamheten möjliggör fossilfrienergi och är en del av omställningen av samhället för att minska klimatpåverkan. Sammantaget bedöms verksamheten bidra till uppfyllanden av generationsmålet.</p>

10.6 Kumulativa effekter

Utöver en bedömning av vindkraftsparkens konsekvenser på miljöaspekter och intressen ska en bedömning göras om påverkan från andra vindkraftsprojekt och aktiviteter i området kan medföra att kumulativa effekter uppkommer. Projekt och aktiviteter kan vara utan betydande påverkan individuellt men kan, om de betraktas i kombination med påverkan från annan verksamhet, innebära att en kumulativ effekt uppkommer som antingen är additiva, synergistiska eller motverkande. I en kumulativ bedömning ska hänsyn tas till befintliga och tillståndsgivna verksamheter, för vilka omfattning, förutsättning och lokalisering är kända.

Under samrådet har flera parter framfört att bedömningen av kumulativa effekter, utöver tillståndsgivna och med annat sätt pågående projekt och verksamheter, ska inkludera vindkraftparker som är under planering. Det pågår för närvarande omfattande undersökningar för etablering av vindkraft till havs. Antalet ansökningar om undersökningstillstånd enligt kontinentalsockellagen har ökat med flera hundra procent på några år. Även antalet planerade vindkraftparker som olika verksamhetsutövare samråder om har ökat stort. I flera fall planeras vindkraftparker av olika utvecklare på samma ytor och med mycket korta avstånd till varandra. Många av de vindkraftparker som planeras kommer därför inte att anläggas. Att försöka bedöma kumulativa effekter blir därför spekulativt och riskerar att påvisa mycket större effekter än vad som faktiskt är realistiskt. Varken inom svenskt eller finskt vatten finns det några (av andra vindkraftsutvecklare) tillståndsgivna vindkraftparker. Bedömningar av den kumulativa påverkan från flera vindkraftparker görs inom ramen för arbetet med havsplanerna.

10.6.1 Bedömning av kumulativa effekter

Utgångspunkten för att det ska uppkomma kumulativa effekter är att de identifierade konsekvenserna för Polargrund är större än försumbara för olika mottagare och intressen. Det innebär att om konsekvensen under anläggningskedet eller driftskedet bedöms vara försumbar så bedöms det inte kunna ge upphov till några kumulativa effekter med annan verksamhet eller vindkraftspark. Undantag från detta tillvägagångssätt har gjorts

för särskilda aspekter som lyfts under samrådet, t.ex. vad gäller yrkesfiske och rennäring under driften. Ingen bedömning av kumulativa effekter har gjorts för avvecklingskedet då det ligger så pass långt fram i tiden.

De miljöaspekter som identifierats kunna ge upphov till kumulativa effekter från Polargrund redovisas i Tabell 10-12.

Tabell 10-12 Miljöaspekt och påverkansfaktor som bedöms i analysen av kumulativa effekter.

Miljöaspekt och påverkansfaktor	
Anläggningskedede	Fisk - undervattenbuller
	Sjöfart - fysisk påverkan ovan havsytan
Driftskede	Fåglar – fysisk påverkan ovan havsytan
	Rennäring – fysisk påverkan ovan havsytan
	Yrkesfiske – fysisk påverkan ovan havsytan
	Sjöfart - fysisk påverkan ovan havsytan
	Försvaret - fysisk påverkan ovan havsytan

10.6.2 Kumulativa effekter under anläggningskedet

10.6.2.1 Fisk

För fisk är det undervattensljud vid eventuell pålning av fundament som kan vara av betydelse för en kumulativ påverkan.

Kumulativa effekter på fisk kan uppkomma av undervattensljud från anläggningsarbeten ihop med befintlig sjöfart och yrkesfiske. Fartygstrafiken i och i närheten av området för anläggningsarbeten är mycket låg och bullerkällorna bedöms därför inte samverka på ett sådant sätt att kumulativa effekter av betydelse uppkommer. Yrkesfisket i och omkring den planerade vindkraftparken är också ytterst sparsamt vilket innebär att inga kumulativa effekter av undervattensbuller uppkommer. Dessutom kommer yrkesfisket begränsas under anläggningskedet p.g.a. säkerhetsavstånd till anläggningsarbeten och runt fartyg med begränsad manövreringsförmåga.

Sammantaget bedöms kumulativa effekter till följd av undervattensbuller från anläggningsarbeten och fiske/fartygstrafik som försumbara.

10.6.2.2 Sjöfart

Påverkan på sjöfarten vid etablering av Polargrund är huvudsakligen begränsad till de fartyg som idag passerar genom projektområdet och berör huvudsakligen fartygstrafik till och från hamnarna i finska Kemi och Torneå.

En kumulativ effekt kan uppstå om fartygstrafiken påverkas av ytterligare verksamheter. Eftersom fartygsstråken till och från Kemi och Torneå inte passerar några tillståndsgivna verksamheter bedöms dock inga kumulativa effekter uppkomma.

Under anläggningskedet kommer även trafik av arbetsfartyg förekomma till och från den eller de hamnar som väljs som bashamnar. Större infrastrukturprojekt i Norrland kan medföra ökad fartygsaktivitet och medföra ökade nautiska risker om bashamnar väljs utmed norrlandskusten. Den största marina infrastrukturensatsningen, Malmporten i Luleå hamn, beräknas dock vara färdigställd (år 2028) innan anläggningsarbeten för Polargrund

påbörjas. Intensiteten av fartygstrafik i Bottenviken är sammantaget låg och några kumulativa effekter som har betydelse för sjöfarten bedöms inte uppkomma.

10.6.3 Kumulativa effekter under driftskedet

10.6.3.1 Fåglar

Sammantaget bedöms området för Polargrund inte beröra migrationsstråken för fåglar i en betydande grad, varken under vår- eller höstmigrationen (se bilaga D14). Fåglar som migrerar till och från områden i nordvästra Sverige bedöms huvudsakligen följa den svenska kusten, medan fåglar som migrerar till och från områden i Finland eller den ryska tajgan eller tundran i huvudsak följer den finska kusten. Genom detta bedöms lokaliseringen av Polargrund ligga mellan de huvudsakliga migrationsstråk som passerar Bottenviken. Varken inom svenskt eller finskt vatten finns det några tillståndsgivna vindkraftparker.

Till följd av ovan bedöms de kumulativa effekter som skulle kunna uppkomma för fåglar som försumbara.

10.6.3.2 Rennäring

Kumulativa effekter har utretts för rennärings. Det finns inga andra stationära verksamheter i nära anslutning till projektområdet, däremot förekommer det både fartygs- och snöskotertrafik. Ett antal vindkraftverk finns på ett par öar i Kalix och Haparanda kommuner, ca 30 km från projektområdet. Det bedöms att projektet inte bidrar till kumulativa effekter vad gäller rennärings. Bedömningen görs utifrån att det inte planeras någon omfattande trafik till och från projektområdet på isen vintertid.

För Kalix sameby utgör den befintliga farleden för insegling till Kalix en barriär mellan deras vinterbete och projektområdet för Polargrund. En marginell positiv effekt kan uppstå då fartygstrafiken och isbrytningen vintertid förskjuts längre ifrån öar med renbete till följd av etableringen.

Sammantaget bedöms ingen kumulativ påverkan uppkomma på rennärings.

10.6.3.3 Yrkesfiske

Inom projektområdet är yrkesfisket mycket lågt vilket även styrks av data från de senaste 25 åren för både svenska och finska yrkesfiskare. Vid jämförelse mot hela Bottenviken och angränsande områden till projektområdet motsvarar yrkesfisket i projektområdet mindre än en procent av de årliga fångsterna under samma period (Bilaga D15). Varken inom svenskt eller finskt vatten finns det några tillståndsgivna vindkraftparker. Sammantaget bedöms ingen kumulativ påverkan av betydelse uppstå för yrkesfisket.

10.6.3.4 Sjöfart

De fartygsstråk som finns närmast Polargrund under driftskedet är de till och från Kemi och Torneå samt Kalix djuphamn. En kumulativ effekt kan uppstå om fartygstrafiken på stråken påverkas av ytterligare verksamheter. Om etablering av fler vindkraftparker i närområdet sker minskar det totala tillgängliga vattenområdet, vilket framför allt kan vara ett problem för vintersjöfarten. Som redovisats ovan passerar inte fartygsstråken någon annan befintlig eller tillståndsgiven vindkraftpark eller installation till havs i norra Bottenviken. Fartyg som får en rutförlängning till följd av att trafiken behöver ta en omväg runt vindkraftparken kommer därmed inte att påverkas av ytterligare rutförlängningar så att t.ex. gångtiderna ökar ytterligare. Ingen kumulativ påverkan av betydelse bedöms uppstå för sjöfarten.

10.6.3.5 Försvaret

Bottenviken och Östersjön utgör en strategiskt viktig region för Försvarmakten. Även om vindkraftpark Polargrund inte bedöms påverka specifika intressen hos Försvarmakten minskar vindkraftparken de tillgängliga vattenområdena i Bottenviken något. Om etablering av fler vindkraftparker i närområdet sker

minskar det totala tillgängliga vattenområdet för övningsverksamhet i Bottenviken ytterligare. Befintlig eller tillståndsgiven vindkraftpark eller annan installation till havs finns dock inte vilket innebär att inga kumulativa effekter uppkommer. Tillgängliga vattenområden i Bottenviken är fortsatt stora. Kumulativa effekter på försvaret baseras på bedömningarna som gjorts i avsnitt 9.12. Där framgår det att dialog med Försvarsmakten pågår men att det är svårt att bedöma påverkan eftersom det kan förekomma hemliga intressen.

11. Risker och säkerhet

11.1 Risker för sjöfarten

Hazid-workshop

För att fastställa risker i samband med sjöfarten har en Hazid-workshop (riskidentifieringsworkshop) utförts i enlighet med rekommenderad och etablerad metodik för nautisk riskanalys. I workshopen deltog representanter från både finska och svenska myndigheter samt representanter från andra intressenter såsom hamnoperatörer.

Baserat på de faror som identifierades under Hazid-workshopen samt resultat från utförd riskanalys i kombination med ytterligare information och kunskap som framkommit sedan samrådet, har Skyborn beslutat att begränsa projektområdet jämfört med vad som redovisades under samrådet. Det är det nya projektområdet som denna MKB baseras på.

Under workshopen konstaterades att det råder osäkerhet kring hur vindkraftparken kommer att påverka isbildning samt isrörelser och att det därmed råder osäkerhet kring hur isförhållandena i området kommer att vara i framtiden.

Många av farorna gällande vintersjöfarten härrör till att möjligheterna att välja den bästa och säkraste rutten genom isen begränsas när vindkraftparken etableras. Vindkraftparken kan innebära att behovet av isbrytarkapacitet ökar vilket kan leda till långa väntetider, med risk för bl.a. allision, dvs. att fartyg seglar eller driver in i området, som följd.

Många av farorna som kan uppstå under isfria förhållanden härrör från att fartygstrafik kan komma att passera nära vindkraftparken. Detta kan leda till allision, och i vissa fall kollision i det fall vindkraftparken förhindrar en undanmanöver. Detta gällde i synnerhet utmed den sydöstra sidan av vindkraftparken, eftersom vindkraftparken låg nära, och delvis överlappade, dagens fartygsstråk mellan Kemi och Norra Kvarken. Projektområdets sydligaste delar togs sedermera bort till följd av resultat från den nautiska riskanalysen vilket minskar sträckan som ligger parallellt med fartygsstråket.

Riskanalys

En riskanalys för sjöfarten har tagits fram av RISE (Research Institutes of Sweden AB), se bilaga D18. Analysen som utförts omfattar såväl direkta effekter som kan påverka säkerheten för sjöfarten som indirekta effekter som kan uppstå när sjöfartens framkomlighet begränsas och förändras. Analysen behandlar och kvantifierar i huvudsak risker under vindkraftparkens driftskede. Sjöfartsrelaterade risker i samband med byggnation och avveckling av vindkraftparken har identifierats och bedömts övergripande. En kompletterande analys utfördes även efter det att projektområdet justerats för att minska risker för sjöfarten.

För isfria förhållanden har sannolikheten för grundstötning, kollision samt allision, beräknats med verktyget IWRAP Mk II. För islagda vatten kan olycks sannolikheterna inte beräknas på motsvarande sätt. Påverkan och riskerna under issäsong har därför bedömts kvalitativt och uppskattats kvantitativt där så varit möjligt.

Även bedömning av påverkan på sjöfarten i form av eventuella justeringar av trafikmönster och rutförlängningar har utförts och säkerhetsavstånd (avstånd mellan vindkraftpark och fartygsstråk) utvärderats.

11.1.1 Bedömning

Genomförda IWRAP-beräkningar visar att sannolikheten för grundstötning ökar något till följd av etableringen av vindkraftparken. Ökningen är dock mycket liten och vindkraftparken bedöms ha försumbar påverkan på risken för grundstötning. Trafikintensiteten i området är mycket låg vilket gör att kollisionssannolikheten idag är låg.

Under isfria förhållanden kommer fartygstrafiken behöva göra en viss ruttanpassning för att passera parken med erforderligt säkerhetsavstånd. De beräknade olyckssannolikheterna är dock låga och det finns tillräckligt med utrymme för trafiken att kunna passera på säkert avstånd från vindkraftparken. Detta gör att riskerna under isfria förhållanden bedöms bli acceptabla.

Riskerna under perioder med is är högre än under isfria förhållanden då vindkraftparken kommer att påverka vintersjöfarten, inklusive isbrytarnas verksamhet. I första hand är det trafik till och från hamnarna i Kemi och Torneå som kommer att påverkas av en etablering. Vindkraftparken kommer att medföra att behovet av isbrytarassistans för att säkerställa god sjösäkerhet ökar.

I genomsnitt för de senaste 20 åren är det 60% av fartygen till och från hamnarna i Kemi och Torneå som har behövt isbrytarassistans under perioder med is. Svårare rutten med mer is efter en etablering kan göra att andelen fartyg med assistans ökar. I vilken grad detta kommer att öka är osäkert och kommer variera mellan olika år beroende på rådande isförhållanden.

De tillkommande risker som vindkraftparken i sig själv innebär, i första hand allision, kommer att begränsas genom att fler fartyg får assistans förbi området. Det ökade behovet av isbrytarassistans kan under vissa tillfällen leda till kapacitetsbrist och långa väntetider med förseningar som följd om dagens isbrytarkapacitet inte förstärks. Hur stor assistanskapacitet som kommer behövas i framtiden, och i vilken grad vindkraftparken kan komma att påverka detta är dock osäkert och beror av flera faktorer.

På vilket avstånd från vindkraftparken som fartyg kommer att passera vintertid kommer i hög grad bestämmas av isbrytarledningen som vintertid anvisar lämplig rutt utifrån aktuellt isläge, och då med hänsyn även till vindkraftparken.

Sammantaget bedöms riskerna och påverkan på sjöfarten högre vintertid än sommartid. Med utbredning av vindkraftparken i enlighet med undersökningsområdet bedöms påverkan på vintersjöfarten bli stor och riskerna bedöms öka jämfört med idag. De största riskerna kan begränsas genom isbrytarassistans. Vindkraftsparken kommer dock att leda till ett ökat behov av isbrytarkapacitet vilket periodvis kan leda till kapacitetsbrist och långa väntetider, om inte isbrytarkapaciteten utökas.

Skyborn har utfört en viktig riskreducerande åtgärd genom att minska projektområdet i söder. Med det reducerade parkområdet minskar påverkan på isbrytarverksamheten i betydande grad eftersom sträckorna för såväl assistanser som transit minskar jämfört med den större vindkraftparken (undersökningsområdet) och därmed också sannolikheten för att kapacitetsbrist ska uppstå.

11.2 Risker med vätgas

Inom vindkraftsparken kommer vätgas produceras med modulbyggda elektrolysanläggningar. Vid elektrolysören spjälkas rent vatten till vätgas och syrgas. Syrgasen ventileras bort till atmosfär. Vätgas som produceras har i elektrolysören tryck på uppemot 35 bar. Gasen komprimeras ytterligare med en kompressor och från ett rörledningsnät transporteras vätgasen från vindkraftsparken till land i en eller flera större

exportrörledningar. För att skapa ett jämnt flöde av vätgas i systemet kan en eller flera bufferttankar vara aktuella.

Den sammanlagda mängden vätgas som vid ett och samma tillfälle finns inom vindkraftsparken kommer överstiga 50 ton. Detta innebär att anläggningen kommer att omfattas av tillståndsplikt enligt lagen om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor (1999:381) (Sevesolagen). Sevesolagen har två olika kravnivåer där den aktuella verksamheten omfattas av den högre kravnivån. Detta innebär att en säkerhetsrapport skall upprättas och vara en del av ansökningshandlingarna (bilaga E2 till ansökan).

Vätgas är det lättaste grundämnet som finns och är en gas utan lukt och färg. Gasen är i sig själv inte skadlig för människors hälsa eller miljö, men den är mycket lättantändlig och är även explosiv inom specifika blandningsförhållanden med luft. Vätgasmolekylen är väldigt liten och är därför läckagebenägen. Vid läckage till luft i ett öppet utrymme är vätgasens låga densitet en fördel, eftersom den stiger väldigt snabbt i luft och därför snabbt späds ut vilket minskar risken för att explosiva sammansättningar av vätgas och luft ska hinna ansamlas.

Vid läckor från trycksatta system bildas initialt en jetstråle. Längden och utbredningen av jetstrålen beror på utsläppsstorleken och tryck i systemet. Strålens moment avtar med dess utbredning och vid en viss punkt kommer vätgasens naturliga lyftkraft att dominera och gasen stiger och skingras uppåt. Jetstrålens moment kan även avta genom kollision med ett hinder. Om en jetstråle antänds bildas en jetflamma. Ett läckage där koncentrationen av vätgas byggs upp över tid kan medföra att ett gasmoln bildas. Om ett gasmoln antänds kan detta medföra en gasmolnsbrand eller en explosion beroende på gasmolnets storlek och turbulensnivån.

Konsekvenser av jetflamnor, gasmolnsbränder och explosioner beskrivs kortfattat nedan:

- Jetflamma. Om en jetstråle antänds bildas en jetflamma. Jetflammans storlek är beroende av trycket i systemet och hålets storlek. Konsekvenserna av en jetflamma är lokala men kan medföra dominoeffekter genom att jetflamman påverkar andra anläggningsdelar och att ytterligare risker därmed kan uppstå. En jetflamma brinner så länge det finns tryck i det system som vätgasen läcker från.
- Gasmolnsbrand. En gasmolnsbrand är en kortvarig brand där lågan sprids under ljudets hastighet genom ett gasmoln. En gasmolnsbrand skapar ett obetydligt övertryck men kan medföra en stor termisk påverkan på sin omgivning när energin i molnet frigörs.
- Explosion. En vätgasexplosion kan antingen vara en så kallad deflagration dvs. att flamfronten rör sig under ljudets hastighet eller en så kallad detonation där flamfronten rör sig över ljudets hastighet. Vid en detonation ökar hastigheten på flamfronten. Gemensamt för explosioner är att de påverkar omgivningen både med en tryckvåg och med höga temperaturer.

I vissa fall kan ett vätgasutsläpp under höga tryck självantända utan en extern tändkälla. I övriga fall krävs både en tändkälla och ett läckage för att ovanstående händelser ska kunna ske. Om det inte finns en tändkälla kommer gasen att stiga och blandas ut med omgivande luft till ofarlig halt.

Läckagescenarion för de olika system där vätgas förekommer inom vindkraftsparken presenteras nedan

Elektrolysör. Trycket i elektrolysören (där vätgasen produceras) är beroende av vilken teknik som används. Ett möjligt läckage från en elektrolysör bedöms vara litet men om detta läckage antänds kan en jetflamma

bildas om trycket i systemet är tillräckligt högt. Om läckaget inte antänds kommer vätgasens spädas ut i omgivningen.

Rörledningssystem. I rörledningssystemet råder högre tryck än i elektrolysören. Rörledningssystemet ligger huvudsakligen under vattenytan inom vindkraftsparken. För att ett stort läckage skall uppstå på rörledningssystemet behövs någon form av mekanisk påverkan. Mekanisk påverkan kan uppstå vid t.ex. felaktig ankring eller vid bottentråning. Bristfälligt underhåll i samverkan med mekanisk påverkan ökar sannolikheten för att ett rörbrott eller ett läckage skall uppstå. Då rörledningarna ligger under vatten så kommer läckande vätgas att bubbla upp genom vattenmassan och när gasen bryter genom vattenytan kan ett brännbart gasmoln bildas innan det hinner spädas ut i tillräcklig omfattning. För att detta gasmoln skall antändas behövs en tändkälla, t.ex. ett förbipasserande fartyg.

Kompressorer. Trycket i kompressorerna är högre än i elektrolysörerna. Mindre läckage från kompressorn kan medföra jetflammar om läckaget antänds och en jetflamma kan påverka andra anläggningsdelar beroende på jetflammans riktning vilket kan leda till följd effekter beroende på vilken anläggningsdel som detta gäller. Ett mindre läckage från kompressorn som inte antänds kommer snabbt att spädas ut i atmosfären. Rörledningar kopplade efter kompressorn kan vid rörbrott orsaka stora utsläpp av vätgas vilket kan medföra både en jetflamma med stor utbredning eller en gasmolnsbrand.

Bufferttankar. Vid bufferttankar kan mindre läckage uppstå men dessa kan även drabbas av tankbrott. För att ett tankbrott ska kunna uppstå krävs mekanisk påverkan eller att tanken utsätts för värmepåverkan från en närliggande brand eller en jetflamma. Värmepåverkan på en bufferttank medför att trycket i tanken stiger tills denna slutligen brister med en explosion som följd. Mindre läckage från en bufferttank kan medföra en jetflamma om läckaget antänds.

11.2.1 Konsekvensavstånd

En riskutredning har genomförts och bifogas i bilaga E1 till ansökan. I riskutredningen har konsekvensavstånd beräknats för olika scenarion med spridningsmodellen PHAST. Konsekvensavstånden delas in i två kategorier, dels konsekvenser för utrustning/konstruktion vilken kan komma att förlora sin funktion eller att konstruktionen tappar sin bärförmåga, dels konsekvenser för människor där dessa omkommer eller allvarligt skadas inom konsekvensområdet. I nedanstående tabell redovisas längsta konsekvensavstånd för beräknade scenarios.

Tabell 11-1 Längsta konsekvensavstånd vid beräknade scenarios.

Scenario	Konsekvensavstånd för utrustning	Konsekvensavstånd för människor
Läckage vid elektrolysör	12 m (jetflamma)	16 m (jetflamma)
Rörbrott vid elektrolysör	35 m (jetflamma)	46 m (gasmolnsbrand)
Läckage vid bufferttank	35 m (jetflamma)	46 m (gasmolnsbrand)
Tankbrott vid bufferttank	Bedöms inte påverka utrustning	18 m (gasmolnsbrand)
Läckage från kompressor	14 m (jetflamma)	18 m (jetflamma)
Rörbrott vid kompressor	40 m (jetflamma)	53 m (gasmolnsbrand)

11.2.1.1 Skyddsåtgärder

Eftersom vätgas har använts i ca 100 år inom t.ex. olja- och gasindustrin finns väletablerade säkerhetsrutiner, internationella standarder och EU-direktiv för säkerheten kring produktion, komprimering, lagring och transport av vätgas. Exempelvis används ofta vätgassensorer som tidigt kan upptäcka ett eventuellt läckage av vätgas och övervaka gaskvalitet. Skyddsåtgärderna redovisas i kapitel 8.

11.2.2 Bedömning

Den bedömda risken är en kombination av sannolikheten för att en händelse ska inträffa och konsekvensen av denna. Riskerna bedöms som acceptabla eller inte acceptabla. Riskerna bedöms med utgångspunkt i att föreslagna skyddsåtgärder genomförs.

För de anläggningsdelar som innehåller vätgas inom vindkraftsparken så är det största bedömda konsekvensområdet 53 m vid en gasmolnsbrand orsakat av rörbrott vid kompressorplattformen. Sannolikheten för att en sådan händelse ska inträffa är liten om föreslagna skyddsåtgärder implementeras. Ett läckage kommer inte att orsaka en gasmolnsbrand eller en jetflamma om det inte även finns en tändkälla eller om inte jetflamman självantänder. Förloppet hos en gasmolnsbrand är kortvarigt och kompressorplattformen kommer vara placerad inom vindkraftsparken där tredje man inte vistas mer än tillfälligt. Den sammanlagda sannolikheten för att en sådan händelse ska leda till allvarlig skada eller ett dödsfall bedöms därför vara mycket liten eller försumbar och även om konsekvensen av en sådan händelse är allvarlig bedöms risken vara acceptabel. För övriga händelser där konsekvensavstånden är kortare så bedöms risken för att allvarlig skada eller ett dödsfall på tredje man vara acceptabel.

En uppkommen jetflamma inom anläggningen kan även medföra kumulativa risker, dvs. att andra anläggningsdelar skadas på ett sådant sätt att ytterligare risker uppstår. Detta kan t.ex. röra sig om att en jetflamma skadar bärande strukturer så att de kollapsar eller att bränder uppstår i ytterligare processutrustning. Sannolikheten för denna typ av kumulativa risker kan begränsas genom att viktiga strukturer vid platser där en jetflamma skulle kunna uppstå, skyddas på olika sätt. Dels kan dessa skyddas genom brandskyddande barriärer, dels med aktiva brandsläckningssystem som kan förhindra ytterligare brandförlopp samt kyla känsliga strukturer och processutrustning.

Sammantaget bedöms riskerna kopplade till produktion och hantering av vätgas inom anläggningen vara acceptabla.

11.3 Risk för iskast

Vindkraftsparken etableras i ett område där isbildning kan uppstå på bl.a rotorbladen. Under HAZID:en, dvs. workshopen gällande risker för sjöfarten, identifierades risken för iskast. Detta innebär att det finns en risk för att is släpper från rotorbladen av kraften som uppstår när bladen roterar. Sannolikheten för att någon skulle träffas bedöms dock som mycket liten eftersom vindkraftsparken ligger långt ute till havs där trafikintensiteten är mycket låg. De fartyg som kan komma att röra sig inom projektområdet vintertid består framför allt av verksamhetens egna underhålls- och reparationsfartyg med en besättning som har goda kunskaper och relevant säkerhetsutbildning. Fritidsbåtstrafiken inom projektområdet bedöms vara näst intill obefintlig under vintersäsongen och större fartyg som passerar längs fartygsstråket sydost om Polargrund har möjlighet att passera med ett säkerhetsavstånd från vindkraftsparken som gör att riskerna minskar ytterligare, se bilaga D18.

Eftersom teknikutvecklingen går fort finns det flera möjliga tekniker som kan bli aktuella att implementera för att förebygga risken för is. Vilken teknik som kommer användas är svår att avgöra men kommer utredas vidare inför anläggningskedet.

11.4 Risk för främmande och invasiva arter

Utbredningen av olika arter i den marina miljön sker vanligtvis naturligt genom att de sprider sig till närliggande områden. Spridning av arter kan också ske med hjälp av mänsklig aktivitet som t.ex. genom fartygs barlastvatten vilket möjliggör en långväga spridning för vissa arter (HELCOM, 2014). I och med detta kan arter spridas utanför deras naturliga utbredning. Vissa arter kan innebära ett hot mot den befintliga miljön, dessa arter klassas som främmande och invasiva arter (Havs- och vattenmyndigheten, 2015). För att förhindra spridning av organismer i barlastvattnet har FN inrättat barlastvattenkonventionen vilket omfattar alla fartyg som rör sig internationellt. I Sverige har åtgärder så som barlastvattenlagen (2009:1165), barlastvattenförordningen (2017:74) samt Transportstyrelsens föreskrifter om hantering och kontroll av fartygs barlastvatten och sediment (TSFS 2017:73) inrättats för att uppfylla de krav som omfattas av barlastvattenkonventionen.

Vid anläggnings- och driftskedet kommer vindkraftsfundament och erosionsskydd installeras inom projektområdet vilka i sig ger upphov till nya hårdtytor för olika arter att nyttja. Fartygstrafiken i form av frakt- och installationsfartyg, som använder sig av barlastvatten, kommer att öka inom området vilket ger upphov till en viss risk för spridning av organismer. Tillskottet av nya hårdtytor möjliggör spridning av arter i området då miljön blir mer gynnsam för dessa vilket ger en så kallad reveffekt där fler arter kan nyttja området lokalt vid strukturerna. Dock kommer sannolikt reveffekten vara svag eftersom de olika installationerna kommer att vara utspridda med stora avstånd mellan sig. Detta minskar även risken för att främmande invasiva arter skulle spridas i området. I dagsläget har den främmande invasiva arten nordamerikansk havsborstmask (*Marenzelleria spp.*) spridit sig i stora delar av Bottenviken inklusive projektområdet (bilaga D10). Då nordamerikansk havsborstmask är en mjukbottenlevande art medför parken inte ökad risk för spridning. Utöver själva vindkraftsparken utgör havsområdet Bottenviken en relativt arfattig miljö vilket beror på speciella förutsättningar så som låg salthalt och en omfattande isutbredning under vintern. Detta är en utmanande miljö som påverkar möjligheten till spridningen av arter i området.

Risken för spridning av främmande invasiva arter i och med etableringen av vindkraftsparken är låg, dels p.g.a. vindkraftsparkens utformning där installationerna är utspridda i ett stort område vilket minskar risken för en effektiv spridning samt dels för att området i sig inte utgör något artrikt område där arter lätt sprids. Utöver detta regleras hanteringen av barlastvatten enligt gällande lagstiftning vilket innebär en minskad risk för spridning av främmande invasiva arter från arbetsfartyg i området. Sammantaget bedöms risken för spridning av främmande invasiva arter vid etableringen av Polargrund som försumbar.

12. Gränsöverskridande påverkan

Eftersom projektområdet angränsar till finsk ekonomisk zon medför projektet viss gränsöverskridande påverkan till följd av vissa av de olika påverkansfaktorer som uppkommer från projektet. Påverkan på Finlands verksamheter inom svenska gränser (såsom sjötrafik och yrkesfiske) bedöms i respektive avsnitt i kapitel 9. De påverkansfaktorer som kan ge upphov till gränsöverskridande påverkan är sådana som har en geografisk utbredning in över finskt vatten, t.ex. undervattensbuller och sedimentspridning. I Tabell 12-1 redovisas identifierade påverkansfaktorer som bedöms kunna ge upphov till en gränsöverskridande effekt samt vilka miljöaspekt eller intressen som påverkas. De identifierade påverkansfaktorerna beskrivs närmare i kapitel 7. Utredning om påverkan på N2000-områden beskrivs i bilaga D19.

Tabell 12-1 Identifierade gränsöverskridande påverkansfaktorer

Påverkansfaktor	Miljöaspekt eller intresse
Undervattensbuller	Fisk, Marina däggdjur, Yrkesfiske
Grumling och sedimentpålagring	Bentisk miljö
Visuell påverkan	Visuell inverkan på landskapet
Risk och säkerhet	
Risker för sjöfarten	Sjöfart

12.1 Undervattensbuller

Det undervattensbuller som bedöms kunna ge upphov till en gränsöverskridande påverkan är buller från anläggningsarbeten och då huvudsakligen om pålning av monopilefundament blir aktuellt, se vidare i avsnitt 7.2 om undervattensbuller. För att utreda påverkan från undervattensbuller har en modellering tagits fram som redovisas i sin helhet i bilaga D6. Den geografiska utbredningen av undervattensbuller från pålning kommer begränsas genom skyddsåtgärder. Modelleringen visar dock att pålning kan ge upphov till bullernivåer som sträcker sig in på finskt vatten. Varaktigheten av buller från pålning av ett enskilt fundament bedöms vara kort (ett eller några dygn), men den totala varaktigheten kan sträcka sig över flera anläggningssäsonger. I avsnitt 9.2 och 9.3 har en konsekvensbedömning av undervattensbuller för fisk respektive marina däggdjur gjorts. Dessa bedömningar är även relevanta i ett gränsöverskridande perspektiv eftersom både fiskar och marina däggdjur finns i hela Bottenviken och därmed även kan röra sig över på finskt vatten. Skillnaden mellan bedömningarna på svenskt respektive finskt vatten ligger i hur stort påverkansområdet är, där ett mindre område inom finskt vatten bedöms kunna påverkas av undervattensbuller. Med hänsyn till att fiskförekomsten inom finskt vatten kan påverkas genom att fisken flyttar på sig p.g.a. undervattensbullret kan även yrkesfisket tillfälligt påverkas under anläggningsarbetena, se avsnitt 9.6.

12.1.1 Fisk

För att utreda förekomsten av fiskfaunan inom projektområdet har undersökningar genom eDNA-provtagning och provfiske genomförts. Resultaten från dessa redovisas i bilaga D10 och i bilaga D12 beskrivs nuläget för fisk mer i detalj. De arter som återfunnits inom området är bl.a. strömming, siklöja och lax.

Under anläggningskedet kan undervattensljud potentiellt ha en spridning som sträcker sig in på finskt vatten, vilket innebär att fiskar inom ca 6 km från projektområdet kan utsättas för tillfällig hörselnedsättning (TTS). Lax

har bedömts vara den art som är dimensionerande för effekter från bullrande anläggningsarbeten baserat på dess sårbarhetsstatus och anpassningsbarhet samt att vandringsmönster kan störas, se vidare i avsnitt 9.2. Konsekvensen bedöms som liten.

12.1.2 Marina däggdjur

Med eDNA provtagning har projektområdet undersökts efter marina däggdjur. Resultatet visar på en större detektering av vikare än gråsäl i området. I bilaga D13 beskrivs dessa arter mer detalj.

Under anläggningsarbetet har TTS modellerats som längst 1750 m (viktat för säl) från ljudkällan, för PTS är motsvarande avstånd 200 m. Säl använder området för födosök under den isfria perioden på året då anläggningsarbeten kommer kunna pågå. Undervattenbullret kommer innebära att sälerna tillfälligt kommer behöva födosöka inom andra områden, se vidare i avsnitt 9.3. Konsekvensen bedöms som försumbar.

12.1.3 Yrkesfiske

Inom ICES sub-rektangel 59H3, inom vilket projektområdet är lokaliserat, är yrkesfisket av mindre omfattning jämfört med yrkesfisket inom sub-rektanglarna närmare kusten, se vidare i bilaga D15.

Under anläggningsskedet kommer undervattensbuller uppstå vilket kan påverka fiskförekomsten i området. Troligtvis kommer bullerpåverkan att innebära att fisken söker sig till andra lokaler och man kan därmed förvänta sig större fångster på vissa ställen medan det i andra områden kommer att bli mindre fångster. Yrkesfisket kan eventuellt behöva förändra sina fiskemönster under den begränsade tidsperiod som anläggningsskedet pågår för att fortsatt kunna landa samma mängd fisk som tidigare, se vidare i avsnitt 9.6. Konsekvensen bedöms som försumbar.

12.2 Grumling och sedimentpålagring

Under anläggningsarbetena kommer vissa av arbetsmomenten ge upphov till uppgrumling av sediment från havsbotten. Grumlingen i vattenmassan innebär att viss sedimentpålagring sker när det sedimenterar till havsbotten. För att utreda påverkan från grumlande arbeten har en sedimentmodellering utförts, modelleringen beskrivs i sin helhet i bilaga D9. I avsnitt 9.1 görs en konsekvensbedömning av bentisk miljö med hänsyn till grumling och sedimentpålagring. Denna bedömning är även relevant i ett gränsöverskridande perspektiv med hänsyn till att de arter och miljöer som finns inom projektområdet finns i hela Bottenviken och därmed även på finskt vatten. Skillnaden mellan bedömningarna ligger i att det är ett begränsat område inom Finland som kommer påverkas av grumling och sedimentpålagring då projektområdet endast angränsar till finskt vatten. Storleken av grumlingen och sedimentpålagringen i finskt vatten bedöms dock inte påverka resultatet av bedömningarna i avsnitt 9.1.

12.2.1 Bentisk miljö

Projektområdet har undersökts genombottenhugg och dropvideo för att kartlägga bottenfauna och bottenflora. Undersökningarna visar att området är artfattigt för både flora och fauna. Endast en alg återfanns under inventeringarna och bottenfaunan består bl.a. av havsborstmaskar, skorv, vitmärlor och pungräkor.

Förhöjda grumlingshalter till följd av schaktarbeten bedöms i huvudsak uppkomma lokalt och inom projektområdet. Varaktigheten av förhöjda halter av grumling om 10 mg/l och 100 mg/l kommer generellt inte att överstiga 48 timmar respektive 24 timmar. Sedimentpålagringen bedöms bli som mest omkring tio millimeter och uppkommer huvudsakligen i närområdet där fundament och kablar installeras. En viss

begränsad gränsöverskridande påverkan kan därmed ske från grumling och sedimentpålagring under anläggningsarbetet.

Inga av de arter som finns i området kommer påverkas i någon större utsträckning p.g.a. den begränsade omfattningen och utbredningen av grumling och sedimentpålagring, se vidare i avsnitt 9.1. Konsekvensen bedöms som försumbar.

12.3 Visuell påverkan

I utförd utredning om visuell påverkan på landskapet har den finska kusten inkluderats och ett fotomontage har tagits fram från Selkä-Sarvi, se bilaga D4 och D16. Finlands skärgård och fastland ligger på ett avstånd från projektområdet som klassas som mellanzon och fjärrzon, se avsnitt 10.1.

12.3.1 Visuell inverkan på landskapet

Selkä-Sarvi är en ö belägen i den finska delen av Bottenviken som ligger i Bottenvikens nationalpark. Ön är flack och i omgivande vattnet är det tätt med grund vilket gör ön svårtillgänglig. Selkä-Sarvi är skyddat inom "Bottenvikens fiskehamnar och fiskelägen" vilket utgörs av en samling byggda kulturmiljöer av riksintresse för Finland.

För de karga öarna inom mellanzonen där Selkä-Sarvi ligger, blir påverkan på landskapsbilden generellt måttlig och för de något mer vegetationsrika öarna oftast liten till måttlig. Från fjärrzonen, det vill säga den största delen av den inre skärgården och fastlandet, skulle vindkraftparken ytterst sällan synas, delvis p.g.a. det långa avståndet och delvis p.g.a. landskapets topografi. Därför bedöms påverkan inom fjärrzonen bli försumbar.

12.4 Risker för sjöfart

Projektområdet angränsar i öster till finsk ekonomisk zon och fartygsstråket Nordvalen – Kemi ligger ca 0,5 M från projektområdets östra gräns. I den finska havsplanen är ett något större område utpekade för sjöfart än det stråk som kallas Nordvalen – Kemi, se Figur 10-5. Inom projektet har en nautisk riskanalys genomförts som presenteras i sin helhet i bilaga D18. Den nautiska riskanalysen baseras bl.a. på en HAZID workshop där representanter från både svenska och finska myndigheter deltog. Sjöfarten har analyserats utifrån det totala trafikmönstret i den aktuella delen av Bottenviken både över svenska och finska vattenområden.

Under isfria förhållanden kommer fartygstrafiken behöva göra en viss ruttanpassning för att passera parken med erforderligt säkerhetsavstånd. De beräknade olyckssannolikheterna är dock låga och det finns tillräckligt med utrymme för trafiken att kunna passera på säkert avstånd från vindkraftparken. Detta gör att riskerna under isfria förhållanden bedöms bli acceptabla.

Riskerna för sjöfarten bedöms bli högre vintertid än sommartid, eftersom fartyg och isbrytare inte kan passera genom parkområdet och således kan behöva välja rutter med svårare isförhållanden. Säkerställande av tillräcklig isbrytarassistans bedöms som den viktigaste åtgärden för att begränsa riskerna som uppstår till följd av vindkraftparken.

För att klassificera trafikintensiteten har Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer om trafikintensitet och komplexitet använts. Fartygsstråkets trafikintensitet klassificeras till mycket lågt om antalet fartygspassager är mindre än 2000 per år. Även om all den trafik som idag går genom projektområdet skulle förflyttas till fartygsstråket Nordvalen – Kemi så skulle antalet passager inte överskrida 2000 per år, baserat

på fartygsstatistiken mellan år 2018–2022. Det högsta antalet passerande fartyg under ett sammanhängande år har varit 1700 passager vid en summering av både den trafik som passerar genom projektområdet och i fartygsstråket. Det innebär att miljövärde för sjöfarten bedöms vara litet. Effekten som utgörs av en förändring av sjötrafikmönstret p.g.a. att vindkraftparken ger upphov till ett fysiskt hinder, bedöms vara liten under isfria förhållanden, då det finns tillräckligt med utrymme för trafiken att kunna passera på säkert avstånd från vindkraftparken. Påverkan bedöms samtaget som liten.

Sammantaget bedöms riskerna på sjöfarten som högre vintertid än sommartid. Genom de projektpassningar som gjorts avseende sjöfarten har påverkan på isbrytarverksamheten minskat jämfört med undersökningsområdet som presenterades under samrådet. Detta resulterar även i att sannolikheten för att kapacitetsbrist för isbrytarna minskar.

12.5 Samlad bedömning

För gränsöverskridande påverkan har en lite konsekvens på fisk identifierats. Påverkan är förknippat med det undervattensbuller som kan uppkomma under anläggningskedet. Sammantaget bedöms ingen gränsöverskridande påverkan av betydelse att uppstå på denna mottagare. För den visuella inverkan på landskapet och sjöfarten kommer en mindre gränsöverskridande påverkan att ske.

13. Bedömning av följdverksamheter

Tillståndsprovning av en havsbaserad vindkraftpark är förenklat uppdelad mellan tillståndsprovning av själva vindkraftparken inklusive det interna kabelnätet och exportkablarna från vindkraftparken. Detta är naturligt utifrån hur lagstiftningen ser ut (med olika provningar enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon, kontinentalsockellagen, miljöbalken, ellagen, m.m.). Det har även funnits en osäkerhet kring var elanslutningen till det svenska elnätet är möjlig. Det är dock av vikt att verksamheten så långt möjligt beskrivs i sin helhet i MKB:n varför exportkablarna m.m. beskrivs i följande avsnitt som en följdverksamhet, vilken kommer att tillståndsprovvas i ett senare skede.

Mot ovanstående bakgrund provas således följdverksamheter för etableringen av vindkraftsparken i särskild ordning. Följdverksamheterna innefattar förberedande undersökningar, anläggning, drift och avveckling av exportkabel eller rörledning in till mottagare för producerad energi, transporter till och från hamnar samt ökad aktivitet i de hamnar som används som anläggningshamnar. Vidare kan det inte uteslutas att behov uppkommer av att hantera massor från schaktning på havsbotten och dumpa dem till havs. Följdverksamheterna kan komma att ge upphov till effekter och konsekvenser på olika intressen och beskrivs således här för att så långt möjligt presentera en heltäckande bild av projektets potentiella omgivningspåverkan. Som angetts kommer tillstånd för följdverksamheterna att sökas separat där så krävs. Det interna kabel- och/eller rörledningsnätet är inkluderade i aktuell tillståndsansökan och beskrivs därför inte som en följdverksamhet.

13.1 Förberedande undersökningar

Inför eller i samband med detaljprojektering kommer kompletterande geotekniska och geofysiska undersökningar att genomföras. Dessa kan huvudsakligen ge upphov till undervattensljud. De aktiviteter som kan ge upphov till störande eller skadligt undervattensbuller är undersökningar med penetrerande ekolod (SBP) och geotekniska borrhningar. För SBP har modelleringar genomförts i ett annat av Skyborns projekt medan borrhning har utvärderats utifrån tillgänglig litteratur. De flesta fiskars hörsel förmåga ligger från <100 Hz till ett antal hundra Hz, vilket är långt under det operativa frekvensområdet för den utrustning som normalt används för SBP och borrhning. Eftersom fisk inte riskerar att påverkas är det endast påverkan på marina däggdjur som utvärderats.

Utvärderade påverkansavstånd för respektive undersökningsaktivitet presenteras i Tabell 13-1. Med tillämpning av mjuk uppstart som skyddsåtgärd bedöms inga sälar påverkas av undervattensljud då de har möjlighet att förflytta sig från området så att vare sig permanenta eller tillfälliga hörselskador uppkommer. Påverkan från undervattensljud från undersökningar bedöms bli mycket lokal och betydligt mindre än för planerade anläggningsarbeten.

Tabell 13-1 Påverkansavstånd i meter för undersökningar per undersökningstyp. PTS- och TTS-avstånd visar vid vilket avstånd från undersökningsfartyget (SBP) eller borrhingspunkt som marina däggdjur måste befinna sig på vid undersökningsstart för att undvika ströningen.

Undersökning	Metod	Påverkansavstånd (m från aktivitet)	
		TTS	PTS
		$L_{E,cum,24h,PCW}$	
SBP	Modellering	< 25 m	< 25 m
Borring	Litteratur	< 25 m	< 25 m

De geotekniska undersökningarna kan utöver borrhningar även utgöras av sonderingar och sedimentprovtagning med vibracore och CPT. Dessa undersökningsmetoder kan utöver visst buller ge upphov till lokal sedimentspridning och därmed påverkan på eventuell flora och fauna på platsen. Geotekniska undersökningar har därmed endast en lokal påverkan på havsbotten i direkt anslutning till provtagningspunkten. De hål som efterlämnas är mycket små och bottenförhållandena bedöms återhämta sig en kort tid efter genomförd undersökning. Sedimentspridning från undersökningarna kommer att vara lokal och begränsad och inte ge negativa effekter av betydelse på havsbottens flora, fauna eller fisk.

Sammantaget bedöms påverkan från geotekniska och geofysiska undersökningar inte ge negativa konsekvenser av betydelse.

13.2 Anläggning, drift och avveckling av ledningar till fastlandet

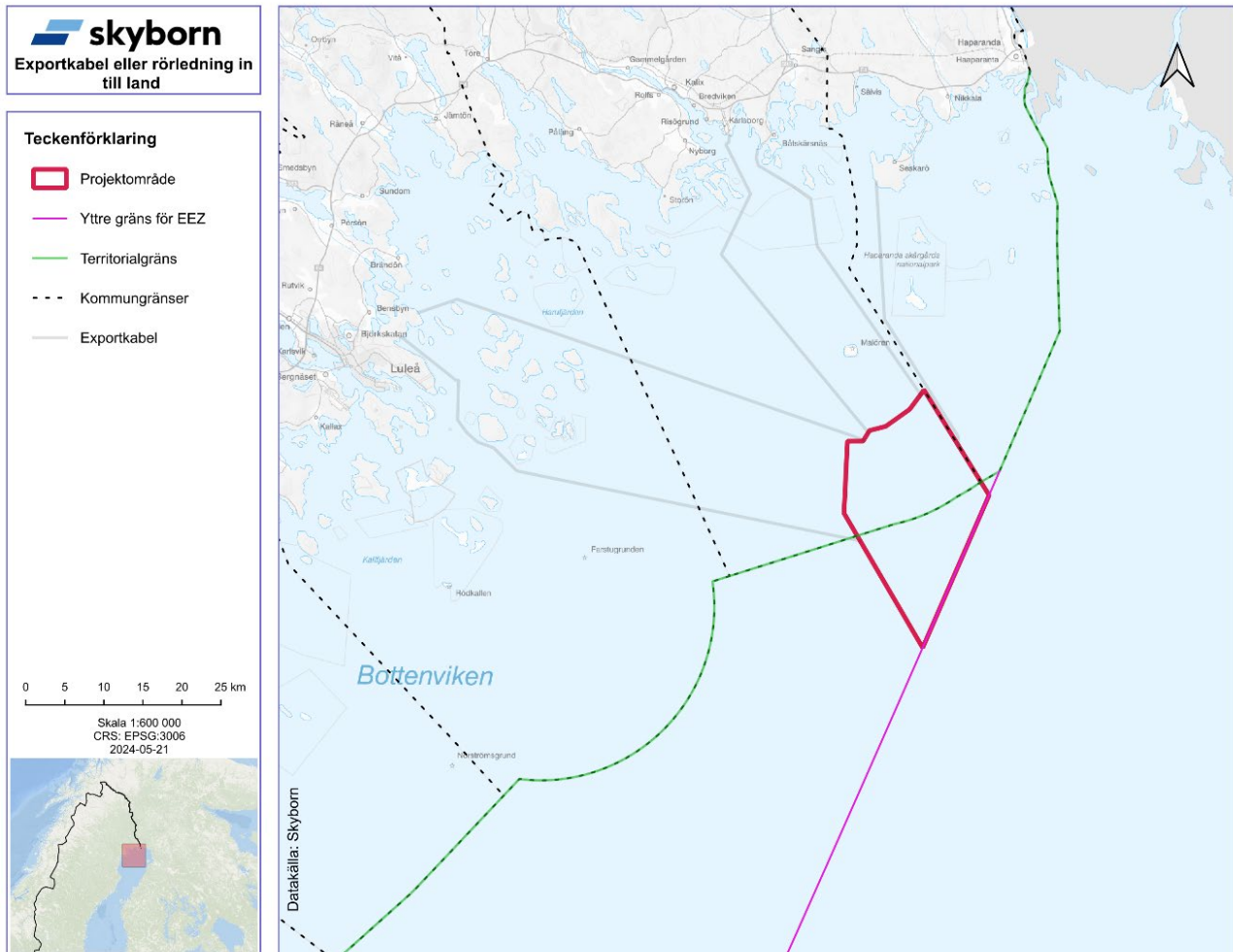
De exportkablar och/eller rörledningar som anläggs mellan vindkraftparken och en eller flera anslutningspunkter på land är en följdverksamhet som kräver separata tillstånd. De aspekter som berörs och som behöver bedömas med avseende på de påverkansfaktorer som uppstår till följd av anläggning, drift och avveckling av exportkabel eller rörledning kommer i huvudsak vara samma som de som beskrivs och bedöms för internkabelnätet eller interna rörledningar inom denna MKB. Uppkomna påverkansfaktorer innefattar bl.a. annat spridning av suspenderade sediment med tillhörande sedimentation, fysisk påverkan på havsbotten och när det gäller exportkabel även elektromagnetiska fält.

Miljöeffekterna bedöms huvudsakligen komma att beröra bottenfauna, bottenflora och fisk. I samband med anläggning kommer bottenfloran och -faunan i aktuellt område att tillfälligt försvinna men återkolonisation av bottenarna utmed förlagd kabel/rörledning förväntas ske inom en femårsperiod. Effekter kan uppkomma på fisk till följd av grumling och sedimentation där särskilt rom och larver är känsliga och kan påverkas. Påverkan i form av grumling och sedimentation bedöms vara kortvarig och lokal. De effekterna som kan uppkomma bedöms sammantaget vara kortvariga och konsekvenserna för det marina livet vara små och begränsade.

För att hantera påverkan på olika typer av befintliga kablar och ledningar behöver en utredning av befintlig botteninfrastruktur på aktuell sträcka göras. För eventuella kablar eller ledningar utmed sträckningen kommer en dialog med aktuell verksamhetsutövare/ägare initieras för att besluta om hur korsningarna kan ske på ett säkert sätt.

Vid installation av exportkablar och/eller ledningar kommer, liksom för vindkraftparken, en viss påverkan på sjöfarten uppstå p.g.a. begränsad manövreringsförmåga hos installationsfartygen. Jämfört med installation av vindkraftparken rör det sig om en mer tidsbegränsad period med ett mindre intrång.

Skyborn utreder lokaliseringen för lämplig sträckning av exportledningarna där hänsyn behöver tas till lämpliga anslutningspunkter. Den slutliga sträckningen kommer även att utredas i förhållande till skyddade områden som Natura 2000, nationalparker, naturreservat m.fl. och riksintressen för bl.a. sjöfart för att minimera påverkan på naturvärden och intressen i området. I Figur 13-1 presenteras schematiska potentiella sträckningar av exportkabel eller rörledning till havs.



Figur 13-1 Exempel på potentiella sträckningar av exportkabeln (alternativt rörledning).

13.3 Ökad sjötrafik och aktiviteter i hamnar

I dagsläget finns inget beslut om vilken/vilka hamnar som kan komma att nyttjas under anläggningskedet för vindkraftparken. Hamnarna som övervägs är bl.a. Luleå hamn, Kalix hamn eller Rönneå hamn i Torneå, men det kan även bli aktuellt att använda hamnar på större avstånd från parken. Den eller de hamnar som väljs kommer således att få en ökad trafikintensitet till och från vindkraftparkområdet jämte hantering av gods som behövs för anläggandet av vindkraftparken. Sjöfarten till och från hamnarna kommer att medföra en påverkan via luftburet buller samt utsläpp till luft utmed farleder.

Det kan dock noteras att en hamnverksamhet är en tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet enligt miljöbalken och att projektets följdverksamhet kommer att behöva rymmas inom den tillståndsgivna verksamheten. I samband med tillståndsprövning av hamnarna har tillåtligheten av hamnverksamheten avgjorts. Den ökade

aktiviteten i anläggningshamnarna bedöms därför ge upphov till konsekvenser som är acceptabla för människor och i miljön.

13.4 Hantering av överskottsmassor

I samband med anläggningen av vindkraftparken kan, beroende på fundamenttyp, överskottsmaterial/massor uppstå. Störst volym av schaktmassor uppkommer vid grundläggning av gravitationsfundament. Det kan då komma att röra sig om upp till ca 1 200 000 m³. Om möjligt återanvänds massor inom projektet, t.ex. för erosionsskydd vid fundamenten eller för att täcka över kablar. Det bedöms dock uppstå överskottsmassor som inte kan återanvändas inom projektet, dessa behöver då omhändertas på annat sätt.

Det är vanligtvis svårt att hitta avsättning för massor bestående av sediment på land, men Skyborn är positiva till att tillhandahålla massor om det finns sådana anläggningsprojekt där de kan komma till nytta. Om massorna måste tas upp på land och avsättning i anläggningsändamål saknas måste massorna sannolikt läggas upp på deponi, även fast de inte betraktas som förorenade. Skyborn anser därför att det är miljömässigt och ekonomiskt mest lämpligt att dumpa överskottsmassor på havsbotten, inom rimligt avstånd till projektområdet.

För att dumpa schaktmassor till havs krävs dispens från dumpningsförbudet enligt 15 kap. miljöbalken. Det pågår utredning av lämpliga dumpningsplatser inom ramen för projektet. De tekniska aspekter som är av störst relevans är att dumpningsplatsen utgörs av en ackumulationsbotten med begränsad strömningshastighet och att området är tillräckligt stort och avgränsat för att sedimentspridning efter dumpning inte ska uppkomma. Det är även en fördel att det inte är för stort avstånd från schaktplatsen.

Påverkan som kan uppstå vid dumpning massor är spridning av suspenderade sediment med tillhörande ökad sedimentation över ett större geografiskt område. Inom dumpningsområdet kommer den naturliga botten att täckas av schaktmassor, vilket utöver påverkan på förekommande arter och habitat innebär en förändrad batymetri och eventuellt påverkan på strömförhållanden. Massorna är enligt utförda provtagningar inte förorenade, och det finns inte anledning att tro att förorenade sediment kommer att påträffas i byggskedet.

Miljöeffekten av påverkan av dumpning kommer att utredas, beskrivas och bedömas för den plats som väljs, utifrån de alternativa platser som studeras. Miljöeffekterna bedöms huvudsakligen komma att beröra bottenfauna och eventuell bottenflora och andra marint levande organismer. I samband med dumpning kommer bottenfauna i aktuella områden att tillfälligt försvinna. En fullständig återkolonisation av bottenarna kan förväntas inom 3–5 år. Effekter kan uppkomma på fisk till följd av grumling och sedimentation. Påverkan i form av grumling och sedimentation bedöms dock vara kortvarig. Effekterna som uppkommer bedöms sammantaget vara kortvariga och konsekvenserna för det marina livet vara av mindre omfattning och begränsade.

14. Kontroll och uppföljning av verksamheten

Ett kontrollprogram kommer i god tid innan anläggningsarbeten påbörjas att upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten. Kontrollprogrammet hålls uppdaterat under hela anläggningstiden och vid behov under driftstiden. Ett kontrollprogram kommer även tas fram för avvecklingsskedet i god tid innan avvecklingsarbetena påbörjas.

Syftet med kontrollprogrammet är i första hand att säkerställa att vidtagna skyddsåtgärder fungerar som planerat och att villkoren i tillståndet efterlevs. Kontrollprogrammet används också för att övervaka förändringar i miljön som skulle kunna uppstå till följd av verksamheten.

Av kontrollprogrammet kommer framgå vad som ska följas upp, mätas, vilka mätmetoder som ska användas, frekvens av mätningar och utvärderingsmetoder samt eventuella riktvärden som ska hållas.

Preliminärt kommer kontrollprogrammet för anläggningsskedet att omfatta undervattensbuller och grumling. Undervattensbuller vid pålning planeras att kontrolleras genom modellering eller en lämplig kombination av modellering och faktiska mätningar, se även avsnitt 8.

Utförda inventeringar visar att det inte förekommer fladdermöss i projektområdet. För att säkerställa att detta är fallet även efter att anläggningen har uppförts avser Skyborn att inom ramen för kontrollprogrammet låta utföra uppföljande undersökning om fladdermusförekomst efter att anläggningen tagits i drift.

15. Klimat

15.1 Mål och åtgärder på energi- och klimatområdet

Till följd av bl.a. av fossila utsläpp står världen inför en situation med fortsatt stigande medeltemperatur. Sedan 1970 har de globala utsläppen av växthusgaser fördubblats (Naturvårdsverket, 2024). Internationellt och nationellt pågår ett omfattande arbete med policyutveckling och utveckling av styrmedel för att minska utsläpp av växthusgaser, bromsa klimatförändringarna och ställa om mot ett mer hållbart samhälle.

15.1.1.1 Globala mål och åtaganden

FN:s medlemsländer antog år 2015 både ett globalt klimatavtal, Parisavtalet, och Agenda 2030, med mål för en hållbar utveckling. År 2023 ingicks även en överenskommelse med andra FN-länder i Dubai, COP 28.

Parisavtalet

Den globala överenskommelsen syftar till att begränsa den globala uppvärmningen genom minskning av utsläppen av växthusgaser. Den globala medeltemperaturen ska begränsas med en strävan efter att hålla ökningen under 1,5 grader jämfört med förindustriell nivå. För att ligga i linje med 1,5-gradersmålet behöver de globala växthusgasutsläppen i grova drag halveras till 2030 (en minskning med ca 20 miljarder ton) jämfört med 2019 enligt FN:s klimatpanels, IPCC:s, senaste sammanställning av det aktuella kunskapsläget. Runt 2050 behöver de globala koldioxidutsläppen nå netto-noll (Naturvårdsverket, 2023a).

COP 28 – Deklaration för tredubbling av förnybart

Under FN:s klimattoppmöte COP28 i Dubai i december 2023 skrev Sverige, tillsammans med 100 andra länder, under en överenskommelse om att tredubbla kapaciteten för förnybar energiproduktion till 2030. Enligt överenskommelsen ska Sverige vidta omfattande nationella åtgärder för att öka den förnybara energiproduktionen. Det ska också etableras ett internationellt samarbete för att bl.a. främja värdekedjan och teknikutveckling.

Agenda 2030

Den universella agendan innehåller de 17 globala målen för en ekonomiskt, socialt och miljömässigt hållbar utveckling. Målen preciseras med 169 delmål och 231 globala indikatorer och inget mål skånas på bekostnad av ett annat. Det är upp till varje lands regering att ta ansvar för att genomföra och följa upp Agenda 2030 på en global, regional och nationell nivå. För att nå de globala målen och de nationella miljömålen behöver det ske en omställning av samhället, både nationellt och globalt. Det krävs bl.a. att vi ställer om till hållbar konsumtion och produktion, däribland energiproduktionen så att klimatförändringar kan begränsas (Regeringen, 2022a). Det sjunde målet i Agenda 2030 "Hållbar energi för alla" ska säkerställa tillgången till ekonomiskt överkomlig, tillförlitlig, hållbar och modern energi för alla.

15.1.1.2 Europeiska unionen – mål och åtaganden

EU:s övergripande klimatmål, enligt den klimatlag som antogs i juni 2021, är att senast 2050 vara klimatneutralt. År 2030 ska EU:s nettoutsläpp vara minst 55 % lägre än nivån 1990 (Europeiska rådet, 2023). Omfattande utsläppsminskningar ska ske inom samtliga sektorer. Inom EU pågår ett omfattande arbete för att skärpa nuvarande EU-lagstiftning i syfte att öka produktionen av förnybar energi och minska energiförbrukningen. EU har under den gångna mandatperioden även utvidgat arbetet med utsläppsrätter. ETS 2 är ett separat utsläppshandelsystem som omfattar nya sektorer, bl.a. för vägtransporter och industrin. Genom ETS 2 förväntas 80 procent av EU:s växthusgasutsläpp omfattas av handelssystemen. Det nya utsläppshandelssystemet ETS 2 förväntas att träda i kraft i Sverige i november 2024.

I syfte att fasa ut EU:s beroende av energiimport från Ryssland så fort som möjligt och skapa förutsättningar för att snabbt möjliggöra en väsentligt ökad produktion av förnybar energi i medlemsländerna (REPowerEU) beslutade EU 2023 om krav som innebär en skyldighet att öka andelen förnybar energi till minst 42,5% till år 2030, men med målsättning att nå 45%.

I nationella energi- och klimatplaner ska EU:s medlemsländer bl.a. visa hur de ska bidra till det gemensamma målet om förnybar energi (Regeringen, 2020)

15.1.1.3 Nationella mål och åtaganden

Klimatpolitiskt ramverk

Det svenska klimatpolitiska ramverket ifrån 2017 består av riksdagsbundna mål, Klimatlag (2017:720), samt tidsatta utsläppsmål och inrättandet av ett klimatpolitiskt råd. Genom skrivelse 2023/24:59 signalerade regeringen att de vill ge miljömålsberedningen i uppdrag att se över etappmålen, ge ett utvidgat mandat till Klimatpolitiska rådet samt kompletterande åtgärder (Skr. 2023/24:59). Ändringarna tar sikte på att Sverige ska nå nettonollutsläpp senast 2045 samt efterfölja uppsatta åtaganden gentemot EU.

Som en del av arbetet under Parisavtalet har Sverige lämnat en långsiktig klimatstrategi till FN. I strategin poängteras det svenska målet om noll nettoutsläpp år 2045 (UNFCCC, 2020). Till följd av Sveriges förpliktelser i förhållande till EU och de nationella målen behöver Sverige öka mängden producerad förnybar energi. I Sveriges integrerade nationella energi- och klimatplan från januari 2020 som gällde i förhållande till det tidigare EU-målet om 32 % förnybar energi angav regeringen "som ett vägledande förlopp" en ökning till 65 % förnybar energi år 2030 i Sverige. I utkastet för Sveriges uppdaterade nationella energi- och klimatplan, anges att Sverige år 2040 ska ha en 100% fossilfri elproduktion.

Klimatpolitiska handlingsplanen

Klimatlagen ställer krav på varje svensk regering att året efter valår ta fram en klimatpolitisk handlingsplan för mandatperioden. Syftet med planen är att visa hur regeringens samlade politik bidrar till att nå etappmålen till 2030 och 2040, samt det långsiktiga utsläppsmålet. I december 2023 presenterade regeringen den andra planen sedan det klimatpolitiska ramverket antogs. Planen innehåller ett 70-tal förslag som antingen genomförs eller kommer att påbörjas under mandatperioden. Regeringen konstaterar själva att redan beslutad politik kommer att leda till kraftigt ökade utsläpp av växthusgaser från och med 2024. Det innebär att utsläppen under de närmsta åren inte kommer att ligga i linje med Sveriges klimatmål för 2030. Enligt regeringens egna bedömningar bidrar hittills beslutad politik till att utsläppen 2030 ökar med 5-9 miljoner ton jämfört med tidigare bedömningar. Det motsvarar 10-20% av Sveriges nuvarande totala årliga utsläpp av växthusgaser.

Elektrifieringsstrategi

I februari 2022 presenterade den dåvarande regeringen en nationell strategi för elektrifiering innehållande 67 åtgärder på områdena; Planering och samarbete, Effektiv användning av effekt och energi, Ny infrastruktur, Tillräcklig kapacitet i elnät och för laddning av elfordon, Säkrad tillförsel av effekt och energi, samt Genomförande och förankring (Regeringen, 2022b). I strategin förutsätts vindkraftens expansion fortsätta och vindkraften utgöra en betydande del av det framtida elsystemet. I strategin omnämns 120 TWh som också ligger i linje med Svenska Kraftnäts förnybara elektrifieringsscenario (Regeringen, 2022b).

Nationella havsplaner

I februari 2022 antogs Sveriges första nationella havsplaner. Ett av syftena med havsplanerna är att bidra till hållbar utveckling samt att skynda på utbyggnaden av havsbaserad vindkraft för att möta det ökade elbehovet. I havsplanerna pekas områden för energiproduktion ut bl.a. genom havsbaserad vindkraft om totalt 20–30

TWh. I samband med antagandet beslutade den dåvarande regeringen om att uppdra Energimyndigheten att tillsammans med åtta andra myndigheter peka ut ytterligare områden som är lämpliga för havsbaserad vindkraft och som möjliggör produktion av ytterligare 90 TWh. Uppdraget ska redovisas i december 2024. Det samlade bedömda behovet av produktion från havsbaserad vindkraft motsvarar i nuläget ca 120 TWh (Havs- och vattenmyndigheten, 2023).

Färdplaner för fossilfrihet

Fossilfritt Sverige startades på initiativ av Sveriges regering 2015 inför FN:s klimatmöte i Paris och har som mål att bygga en stark industri och skapa fler jobb och exportmöjligheter genom att bli fossilfria. Genom samverkan med företag, branscher, kommuner och regioner arbetar Fossilfritt Sverige med att identifiera hinder och möjligheter för att accelerera omställningen. Fossilfritt Sverige har tagit fram 22 färdplaner som beskriver vilka egna åtgärder som kommer att vidtas och vad de behöver från politiskt håll för att 23 olika branscher ska bli fossilfria eller klimatneutrala senast 2045. Tillsammans täcker färdplanerna in över 70 % av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser (Fossilfritt Sverige, 2022). Stålindustrin, som står för ca 11 % av utsläppen, har som mål att vara fossilfria år 2045. Inom gruv- och mineralbranschen satsas stort på elektrifiering och automatisering och 2035 är målet att gruvdriften är helt fossilfri. Fordonstillverkarna har som mål att 80 % av alla bilar som säljs ska vara laddbara 2030 och samtidigt ska hälften av alla nya lastbilar vara elektriska.

Ny energipolitisk inriktningsproposition

I mars 2024 presenterade regeringen den nya energipolitiska inriktningspropositionen (Regeringen, 2024). I propositionen slås fast att Sverige behöver en omfattande utbyggnad av elproduktion, elnät och lagringsmöjligheter för att kunna möta ett fördubblat elbehov till år 2045. Regeringen föreslår införande av planeringsmål, levnadssäkerhetsmål samt systematiserad uppföljning. Målen innebär att Sverige år 2045 ska ha en elproduktion och ett elnät som kan leverera 300 TWh samt att elsystemet ska förmå leverera el i förhållande till geografisk och tidsmässig efterfrågan.

15.1.1.4 Regionala mål och åtaganden

I Region Norrbottens regionala utvecklingsstrategi för perioden 2020–2030 slås fast att länet behöver möta och motverka kommande klimatförändringar, och att det ska göras bl.a. genom att utveckla länets möjligheter till produktion av förnybar energi, vilket länet bedömer ger nya möjligheter till tillväxt. Vikten av hållbarhet och omställningen till förnybar energi betonas genomgående i utvecklingsstrategin. En utgångspunkt anges vara att industrin och övrigt näringsliv i Norrbotten behöver ställa om till användning av förnybara energikällor. Norrbotten är ett industritungt län där stora utmaningarna ligger i att kunna effektivisera energianvändningen. Även transportsystemet behöver ställa om till förnybar energi (Regeringen, 2022a).

15.2 Klimatnytta

Klimatpolitiska rådet genomför en årlig oberoende utvärdering av om klimatarbetet och utsläppsutvecklingen är förenlig med de svenska klimatmålen. I årsrapporten för 2024 konstaterade rådet att omställningen i Sverige behöver "skyndsamma beslut samt genomförd politik för att minska utsläppen i närtid" för att nå Sveriges och EU:s satta mål för 2030 (Klimatpolitiska rådet, 2024).

De svenska utsläppen fördelas mellan de fem sektorerna industri, transport, energi, jordbruk och utsläpp från övriga verksamheter. År 2021 härrörde ca två tredjedelar av Sveriges utsläpp från industrin och transportsektorn, 15 miljoner ton respektive 15,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter (Sveriges miljömål, 2023); (Naturvårdsverket, 2021a). Utsläppen av växthusgaser från el- och fjärrvärmeproduktionen står för ca 8 % av Sveriges totala utsläpp. Sedan år 1990 har utsläppen från energiproduktionen minskat med 37 %, framför allt genom en minskad förbränning av fossila bränslen (Naturvårdsverket, 2024b).

För att åstadkomma den utsläppsminskning som krävs och ersätta fossila energikällor inom industri- och transportsektorn krävs enligt Energimyndigheten en markant ökad eltillförsel (Klimatpolitiska rådets rapport, 2024). FN:s klimatpanel IPCC bekräftar även att en övergång från fossila, till fossilfria energikällor är det mest effektiva sättet att snabbt minska utsläppen (IPCC, 2022).

Vätgas har identifierats som en viktig möjliggörare för den gröna omställningen inom industrin. Idag produceras vätgas inom industrin främst av fossil naturgas vid raffinaderier, vilket leder till stora koldioxidutsläpp. Vätgasproduktion genom elektrolys innebär att el används i en kemisk process för att spjälka vatten till vätgas och syrgas. Om den el som krävs för att producera vätgasen i stället produceras av förnybara källor anses vätgasen vara fossilfri. För att producera den mängd vätgas som efterfrågas inom industrin krävs stora mängder el. Produktionen av fossilfri vätgas samt elektrifieringen av industrin är de två områden som regeringen pekar ut som huvudskäl till Sveriges kraftigt växande elbehov och stigande elproduktion (Klimatpolitiska rådets rapport, 2024)

Vätgasen är även central för att fasa ut fossila bränslen inom transportsektorn, där enbart inrikestransporten står för en tredjedel av Sveriges totala utsläpp (Naturvårdsverket, 2024). Redan idag sker en snabb utveckling av användning av vätgas inom alla transportslag. Det svenska tågnätet är till stor del elektrifierat, men på de sträckor som körs med diesellok finns det möjlighet att ersätta dessa med bränslecellsdrivna tåg. Inom internationellt flyg finns gott om initiativ för vätgasdrivna flygplan och inom sjöfarten utreds olika alternativ; bl.a. metanol, ammoniak, vätgas och elektrobränslen (Vätgas Sverige, 2023).

Elektrifieringen misstas ofta som dyr, men efter initiala investeringar av nödvändig infrastruktur sjunker kostnaderna mycket snabbt. Exempelvis har kostnaden för förnybara energikällor som solenergi och vindkraft minskat med upp till 85 % sedan 2010 (IPCC, 2022).

Näringslivet i Sverige var tidigt med att se klimatomställning som en affärsmöjlighet och driver därför på politiska beslutsfattare för förbättrade villkor, högre ambitioner och ökat tempo. Omställningen betraktas av många företag som en försäkring för framtida konkurrenskraft i en internationell kontext (Trogstam, 2022); (Persson, 2021); (Rentzhog, 2022). Näringslivet driver således också på för en kraftig utbyggnad av fossilfri elproduktion, där den havsbaserade vindkraften ses som en central del (Strandberg, 2023). Utbyggnad av havsbaserad vindkraft i Sverige har potential att inom en tioårsperiod bidra med mycket el och därigenom möjliggöra en fossilfri elektrifiering, kraftigt minskade utsläppen av växthusgaser och minskat beroende av importerad fossil gas (Klimatpolitiska rådet, 2024).

15.2.1 Klimatnytta från elproduktion vid Polargrund Offshore

Utbyggnaden av vindkraft minskar utsläppen av växthusgaser med ca 600 000 ton för varje producerad TWh när den ersätter fossila bränslen inom t.ex. transportsektorn och stålindustrin (Nätverket vindkraftens klimatnytta, 2019). Elproduktionen från Polargrund om 9–10 TWh per år skulle således kunna minska utsläppen av koldioxid med ca 6 miljoner ton om året. Det motsvarar drygt 13 % av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser år 2022 (Naturvårdsverket, 2021b).

Transportsektorn

Ett sätt att hushålla med energi är att använda den mest effektiva energiformen för varje ändamål. Ett exempel på ineffektiv användning av energi är förbränning av bensin och diesel i vanliga bilmotorer med låg verkningsgrad.

Personbilar och andra lätta fordon i Sverige släpper ut ca 9,6 miljoner ton koldioxid per år (Naturvårdsverket, 2023b). En omställning av personbilsflottan från fossila bränslen till eldrift skulle minska energianvändningen från ca 90 TWh fossil energi till omkring 11–13 TWh el (Sweco m.fl., 2016). I ett scenario där elen från Polargrund används för att elektrifiera fordonsflottan, motsvarar utsläppsreduktionen den målsatta nivån för transportsektorn till år 2030 (en minskning med 70 % av utsläppen jämfört med år 2010 (Naturvårdsverket, u.d.)).

Industrin

Industrisektorn står för ungefär en tredjedel av Sveriges territoriella utsläpp. En ökad elektrifiering av industrin kan totalt sett innebära en omfattande utsläppsreduktion, trots att elanvändningen ökar. Elen bidrar till direkt klimatnytta genom att ersätta fossila bränslen i industriprocesser (Energiforsk & Profu, 2023).

Stålindustrin, som är den mest utsläppstunga industrin i Sverige, släpper årligen ut ca 5,7 miljoner ton koldioxid. Stålindustrin använder ungefär 21 TWh energi idag. För att år 2045 kunna ersätta energin som krävs för att driva masugnarna genom direktreduktion med vätgas behövs 15 TWh (Jernkontoret, 2021). Energiproduktionen ifrån Polargrund skulle motsvara ungefär 65 % av stålindustrins energibehov.

LKAB har uppgett att de kan minska sina kunders klimatpåverkande utsläpp med 35 miljoner ton koldioxid om året (motsvarande drygt 75 procent av Sveriges territoriella utsläpp) under förutsättning att de har tillgång till 55 TWh "grön el" (DN, 2020). Polargrunds produktion uppgår till drygt en femtedel av 55 TWh, vilket, som ovan nämnts, motsvarar utsläppsminskningar om ca 6 miljoner ton årligen.

15.2.2 Regional klimatnytta från elproduktion vid Polargrund Offshore

Elanvändningen i Norrbotten förväntas öka ifrån 8 TWh till 107 TWh år 2050 (Region Norrbotten, 2022a). En betydande del av ökningen står produktion av vätgas för. För att vätgasen ska bli fossilfri spelar förnybara energikällor en helt avgörande roll. Den förväntade energiproduktionen från Polargrund skulle motsvara dagens elanvändning för hela Norrbotten, men en elftedel år 2050. Det är avgörande för nyetableringar av industrier, bl.a. batteri- och stålindustrier, att Norrbotten har en långsiktig plan för hur regionen substantiellt ska öka sin energiframställning (Region Norrbotten, 2022b).

15.3 Livscykelanalys

Den havsbaserade vindkraften har potential att byggas ut snabbt och möta de mest akuta elektrifieringsbehoven Sverige står inför. Den kan erbjuda storskalig elproduktion som pressar elpriset samtidigt som den innebär ett lågt klimatavtryck. För att illustrera vilken faktisk klimatnytta en vindkraftpark kan innebära utförs livscykelanalyser för vindkraften.

Livscykelanalys (LCA) är en metod som används för att beräkna den totala miljöpåverkan från en aktivitets eller produkts livstid från vagga till grav. Nedan presenteras resultat från två LCA där livstid om 25 år antas eftersom det är den ekonomiska livslängd som ofta används för vindkraftverk. Vindkraftverk kan ofta stå mycket längre än 25 år, vilket innebär att den beräknade klimatpåverkan troligtvis är betydligt lägre i realiteten.

En LCA utförd på Siemens havsbaserade vindkraftverk SWT-6.0-154 av företaget själva visar att vindkraftverket släpper ut 7 g CO₂-ekv/kWh (Siemens, u.d.). Siffran kan jämföras med 870 g CO₂-ekv/kWh från kolkraftverk (Schlömer m. fl., 2014).

I studien av Siemens inkluderas samtliga moment: material, tillverkning, installation, kabeldragning, transformatorstation, avveckling, etc. Livslängden i studien har antagits vara 25 år och under hela den tiden är det tillverkningen av vindkraftverket som förbrukar mest energi. Utsläppen under driften kommer framför allt från de underhållsfartyg som behövs för att underhålla vindkraftparken under dess livslängd samt vid eventuella reparationer.

Under drift av själva vindkraftparken omvandlas rörelseenergin i vinden till energi i form av elektricitet. Vindkraftverket SWT-6.0-154 beräknas ha producerat motsvarande mängd el som den energi som går åt under hela dess livstid efter 9,5 månader i drift (Siemens, u.d.). Detta betyder att under de 25 år som vindkraftverket beräknas vara i drift producerar det el motsvarande 33 gånger den energi som krävs totalt under hela livstiden.

En annan LCA, utförd av forskare från Danmarks Tekniske Universitet (DTU) (Bonou m. fl., 2016), redovisar liknande resultat som Siemens undersökning. Studien gjordes för två havsbaserade vindkraftparker med två olika vindkraftverksmodeller: en turbin med effekt 4 MW och rotordiameter 130 m och en turbin med effekt 6 MW och rotordiameter 154 m (samma modell som i Siemens egen studie). Även denna studie inkluderar samtliga steg av livscykeln: material, tillverkning, installation, kabeldragning, transformatorstation, avveckling, etc. Resultaten från denna studie visar att vindkraftverken släpper ut 10,9 respektive 7,8 g CO₂-ekv/kWh. Tiden det tar för vindkraftverken att producera den energi som vindkraftverket förbrukar under hela sin livstid beräknades till 11,1 respektive 10 månader. Tabell 15-1 visar specifikationerna för vindkraftparkerna som LCA är utförd på. Tabell 15-2 redovisar de olika delarna i livscykeln som tillsammans står för mer än 75 % av den totala klimatpåverkan från vindkraftparkerna som studerades av Bonou med flera (2016).

Tabell 15-1. Tabellen redovisar specifikationerna för vindkraftverken och vindkraftparken från LCA utförd av Bonou m. fl. (2016).

Marknad	Turbin	Effekt (MW)	Rotordiam (m)	Livstid (år)	Antal turbiner i vindkraftparken	Kabelavstånd; hav/land (km)
Offshore	A	4	130	20	80	30/22
	B	6	154	25	80	50/22

Tabell 15-2. De olika delarnas procentuella bidrag till den totala klimatpåverkan från vindkraftparkerna studerade i studien från Bonou m. fl. (2016).

Livscykelsteg	Del	Bidrag till klimatpåverkan (%)	
		Offshore A	Offshore B
Material	Torn	9	11
	Fundament	29	29
	Nacell	9	10
	Blad	7	7
	Onshore-kablar	2	1
	Offshore-kablar	10	13
	Nav	3	5
	Transformatorstation	<1	<1
	Kraftenhet	<1	<1
Tillverkning	Torn	<1	<1
	Nacell och nav	1	1
	Kablar	2	2
	Avfallshantering	1	2
Installation	Kabeldragning	3	3
	Fartygsanvändning	4	4
	Fundament	4	3
Drift	Service	1	1
Demontering	Fartygsanvändning	3	3
	Borttagning av fundament	3	2
	Borttagning av kabel	1	1
Återvinning	Återvinning av torn	-6	-8
	Återvinning av fundament	-11	-10
	Återvinning av nacell	-4	-4

Analyserna visar att vindkraft är väldigt resurs- och energieffektivt. Som Tabell 15-2 visar bidrar fundamentet med en stor andel av den totala klimatpåverkan. Valet av fundament har således stor betydelse för den slutgiltiga klimatpåverkan. Betong är ett material som genererar relativt hög klimatpåverkan. Om en fundamentstyp som kräver mycket betong används innebär detta att vindkraftparken kommer ha en högre klimatpåverkan, och vice versa. I detta läge är det därmed svårt att bestämma den slutgiltiga klimatpåverkan eftersom fundamentstyp inte är definierad, och eftersom vindkraftverken som planeras vid Polargrund är större än de som inkluderats i här presenterade studier.

Jordartsmetaller används i generatorer och elektriska komponenter i vissa vindkraftverk. Metallerna används främst i produkter som har särskilda krav av att tåla värme, så som datorer och mobiltelefoner. I Vestas senaste hållbarhetsrapport redovisas att jordartsmetaller utgör mindre än 0,1 % av resurserna vid tillverkning av deras vindkraftverk (Vestas, 2021). Detta innebär att dessa metaller utgör en mycket liten del av den totala livscykelpåverkan.

Slutskedesfasen, då vindkraftverket är uttjänt och har avvecklats, är det steg som är mest osäkert. Detta beror dels på att de delar som innehåller glasfiber är svåra att återvinna, dels på att vindkraftverken förväntas stå i många år och att det därmed är svårt att förutse hur tekniken och möjligheter till återvinning ser ut då (Bonou m. fl., 2016). General Electrics meddelade i december 2020 att de tecknat ett avtal med Veolia angående återvinning av turbinblad (GE Renewable Energy, 2020). Bladen ska ersätta material vid framställning av cement, vilket kan minska cementproduktionens koldioxidutsläpp med 27 %. Tekniken utvecklas ständigt för att göra vindkraften ännu mer hållbar.

Med stöd i de studier som redovisats ovan bedöms klimatpåverkan bli positiv knappt ett år efter det att parken tagits i bruk. Ett vindkraftverk släpper ut knappt 1 % CO₂-ekv/kWh jämfört med vad ett kolkraftverk gör.

16. Samhällsnytta

I detta kapitel redogörs för de samhällsnyttor och värden som verksamheten kan bidra med när det gäller t.ex. elsystem, infrastruktur, ekonomi och utveckling.

16.1 Nationell nytta

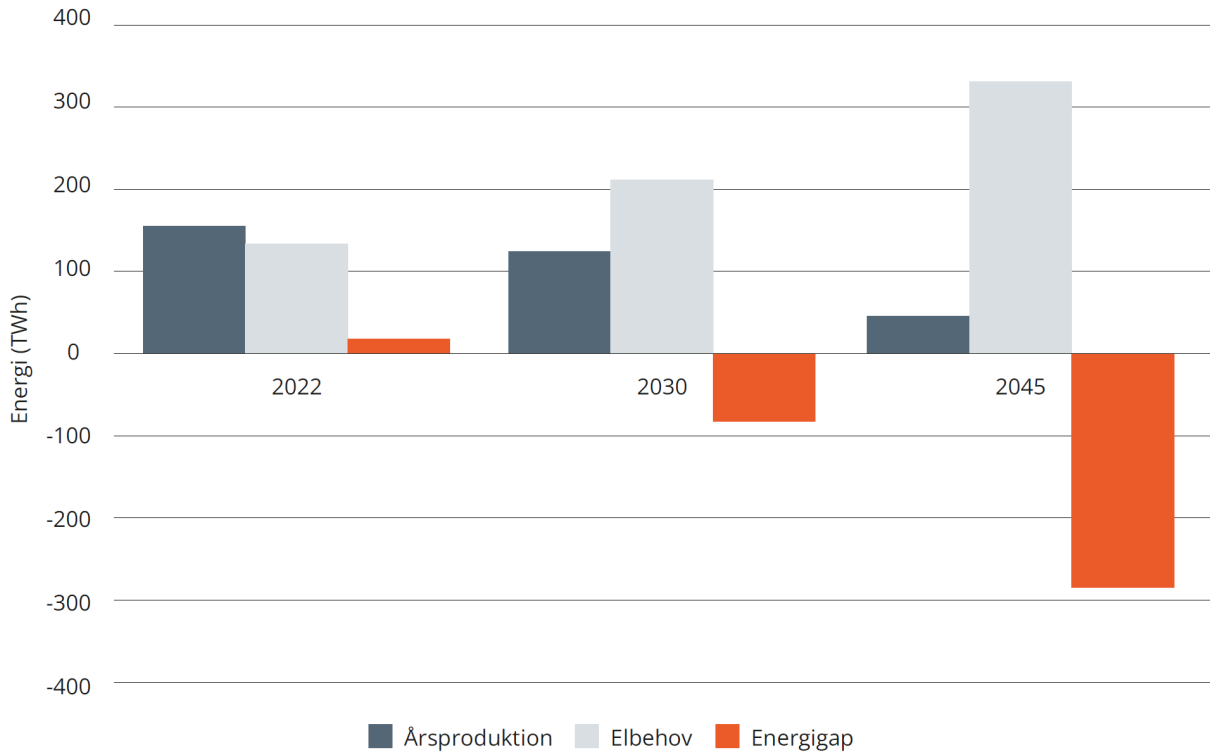
Elförbrukningen i Sverige har legat stabilt de senaste 30–40 åren, motsvarande ca 140 TWh årligen. Kommande årtionden förväntas dock en kraftig ökning i Sverige, främst till följd av den gröna omställningen av den svenska industrin. Energiforsk & Profu har på uppdrag av Energiföretagen bedömt att elanvändningen kan öka till uppemot 330 TWh till år 2045, se Figur 16-1. Det innebär att Sverige på knappt 25 år behöver rusta elsystemet för en situation där energibehovet ökar från dagens 140 till 330 TWh och eleffektbehovet från 27 till 49 GW (Energiforsk & Profu., 2023).

Även regeringens nya energipolitik baseras på prognoser om ett kraftigt ökande energibehov. Tidöpartierna slår fast att "planeringen för ökad elanvändning bör utgå från ett nu prognosticerat elbehov på minst 300 TWh år 2045" (Tidöavtalet 2022).

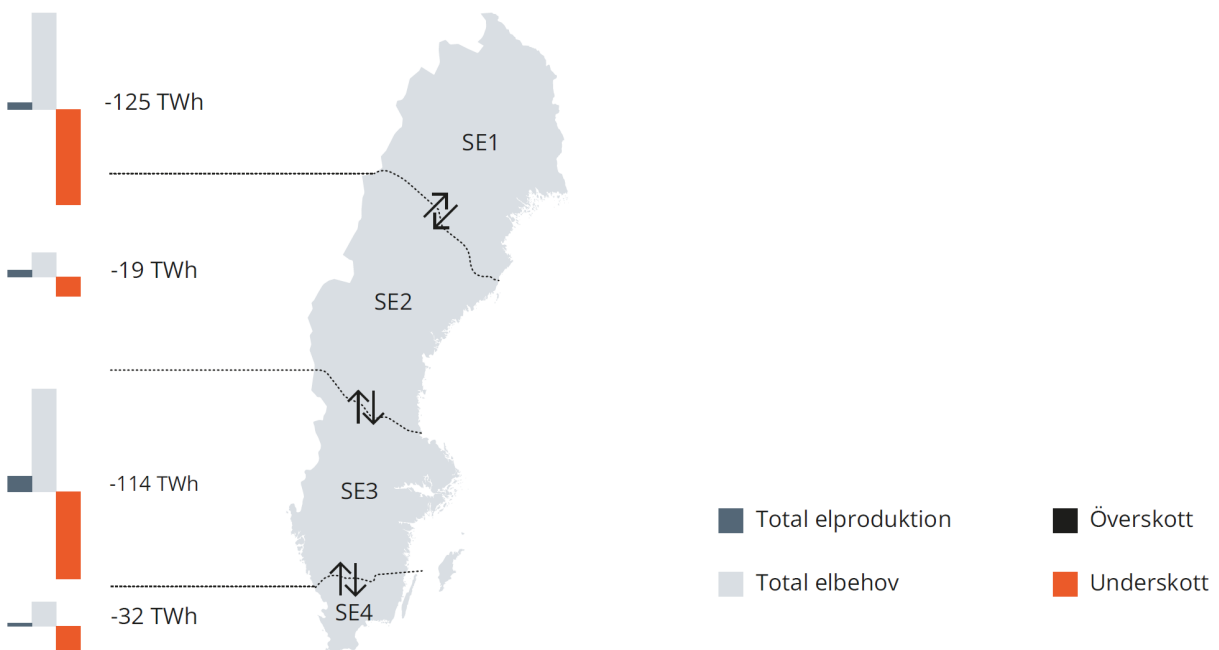
Svenska myndigheter menar att elbehovet kan uppgå till så mycket som 370 TWh år 2045. I Svenska Kraftnäts långsiktiga marknadsanalys bedöms den höga elförbrukningen som förväntas i just norra Sverige, främst kopplad till omställningen av järn- och stålindustrin med hjälp av vätgas, ge en stor inverkan på såväl el-flöden liksom elpris mellan norra och södra Sverige (Energimyndigheten & Svenska kraftnät, 2023; Svenska kraftnät, 2024), se Figur 16-1 och Figur 16-2. På grund av nätbegränsningar är det av stort värde att bygga ny kraft där den kommer konsumeras.

Vindkraftpark Polargrund, är lokaliserad i prisområde SE1 som utgör själva kärnan för den gröna omställningen i Sverige. Polargrund kan bidra med en betydande del av det efterfrågade behovet: uppemot 10 TWh redan i början av 2030-talet. Den förväntade produktionen motsvarar ca 7 % av dagens elanvändning i Sverige och ca 3,3 % av den nationella planeringen för 300 TWh.

Den stora volymen fossilfri energi, i kombination med projektets närhet till stora industrikuster i Norrbotten, erbjuder enorma möjligheter för regionen och den nordsvenska industrin. I följande avsnitt beskrivs några av de nyttor som Polargrund kan bidra till.



Figur 16-1 Effekt- och energigap för åren 2022, 2030 och 2045. Kommande år väntas underskottet på energi öka kraftigt (Energiforsk & Profu., 2023).



Figur 16-2 Energigap för år 2045 per elområde. I SE1 väntas underskottet bli som störst (Energimyndigheten & Svenska kraftnät, 2023).

16.2 Produktionen från Polargrund Offshore – potential och nyttor

Skyborn söker tillstånd för produktion av el- och/eller vätgas. De olika teknikvalen öppnar båda upp för elektrifiering av industrisektorn; antingen genom direkt leverans av vätgas till industrin, vidareförädling av densamma, eller genom produktion av el som kan användas i befintliga och nya elintensiva processer. Nedan redogörs för de två scenarierna *elproduktion* respektive *vätgasproduktion* med tillhörande specifika nyttor.

16.2.1 Elproduktion

Elektriciteten som produceras vid Polargrund distribueras vidare via sjökablar från vindkraftparken till transmissionsnätet på land. Fler detaljer återfinns i den tekniska beskrivningen, bilaga C till ansökan.

Utifrån projektområdets storlek och optimering, med hänsyn till lokala förutsättningar, kan den totala installerade effekten för Polargrund uppgå till ca 3 000 MW. Just nu planeras för kapacitetsförstärkningar av stamnätet där särskilda anslutningspunkter för havsbaserad vindkraft pekats ut (Svenska kraftnät, 2023). Förstärkningarna planeras att realiseras i slutet av 2020-talet. Enligt svenska myndigheter är de stora industrisatsningarna och elektrifieringsprojekten i norr helt beroende av att ny energi tillkommer annars kan investerings- och reinvesteringsbeslut inte fattas. Utebliven utbyggnad av ny storskalig elproduktion kan tvinga företag att senarelägga sin omställning i värsta fall leda till att nyinvesteringar inte görs och/eller placeras i andra länder (Energimyndigheten & Svenska kraftnät, 2023). Polargrund kan möjliggöra att investeringarna hamnar och stannar i Sverige och därmed vara ett viktigt bidrag till att klara den gröna omställningen och ha en konkurrenskraftig industri i norra Sverige.

Genom att ansluta vindkraftparken till elnätet skulle den genererade kraften kunna nyttjas för elektrifiering och avlasta den befintliga kraftproduktionen, liksom avlasta elnätet vad gäller överföringsbehov från syd till norr när den så kallade elflödeskartan i Sverige ritas om. Ett konkret exempel på vilken skillnad projektet kan göra för regionen berör elektrifieringen inom stål- och järnindustrin, som innebär en ökning av elförbrukning om genomsnittligt 114 TWh eller ca 80 % av Sveriges nuvarande årliga elförbrukning (Energiforsk & Profu., 2023). Polargrund skulle kunna bidra med motsvarande ca 9 % av denna industrisektors efterfrågan på el.

16.2.2 Vätgasproduktion

Ett annat potentiellt scenario för Polargrund är produktion av vätgas, antingen till havs eller på land. En beskrivning av detta scenario finns i Teknisk beskrivning vätgas, bilaga C1 till ansökan.

Vätgasproduktion innebär att elnätsinfrastrukturen avlastas, där inmatning av el i annat fall hade behövt förstärkningar för att ta emot elen från den havsbaserade vindkraftparken. Det innebär även en kostnadsbesparing för den elnätsinfrastruktur som annars hade krävts. I gengäld tillkommer kostnader för gasinfrastrukturen vilken dock sammantaget förväntas vara lägre.

I en uppställning där parken kan leverera både el och vätgas bidrar vätgasproduktion med en utmärkande systemmässig fördel då det ger möjlighet att reglera produktionen och därmed ge större planerbarhet och flexibilitet i elsystemet. Verksamhetsutövaren kan alltså anpassa så att elektrolysören använder mer el vid tillfällen med hög produktion i systemet och mindre el vid tillfällen av underskott, då elen från vindkraftparken i stället matas ut på nätet.

På samma sätt ger lösningen en positiv inverkan på elpriset; vid höga elpriser producerar elektrolysörerna mindre vätgas och mer el matas ut på elnätet, vilket har en prisdämpande effekt som gynnar såväl näringsliv som privatpersoner.

Eftersom elektrolysören kan regleras skulle den även potentiellt kunna användas för att tillhandahålla stödtjänster som Svenska kraftnät kontinuerligt upphandlar för att säkerställa rätt frekvens i nätet (50 Hz) samt vid driftstörningar genom så kallad snabb frekvensreglering, vilket minskar sårbarheten i elsystemet.

Genom att koppla in en stor elanvändare i form av elektrolysör före anslutningen till stamnätet blir behovet av nätkapacitet mindre jämfört med om all inmatning skulle ske mot nätet. Det kan resultera i besparing av infrastrukturkostnader för kundkollektivet i de fall det handlar om åtgärder på stamnätet som sträcker sig över större geografiska områden.

Utöver direkt användning av vätgasen inom industri eller transportsektorn finns möjlighet att vidareförädla vätgasen till olika typer av elektrobränslen såsom t.ex. grön metanol, flygbränsle eller ammoniak som i sin tur kan fraktas med båt eller järnväg till slutanvändarna inom industri-, transport- eller jordbrukssektorn.

16.3 Regional och lokal nytta

Just nu pågår en industriell omställning i norra Sverige, driven av elektrifieringen av transportsektorn och industrin. Utvecklingen medför stora möjligheter; förutom arbetskraft till de direkta verksamheterna, skapas ett lovande klimat för mindre företag. Det tillkommer också inflyttning av individer som arbetar inom andra områden såsom skola och omsorg. Ökade skatteintäkter, kompetensförsörjning inom välfärden, utökade kommunikationer och fler jobb blir positiva följd effekter som starkt bidrar till den regionala tillväxten. Nedan beskrivs några av de lokala och regionala nyttor som Polargrund kan bidra till.

16.3.1 Regionalt näringsliv

Norrbotten har en lång historia av industriell utveckling och förädling av naturresurser. I regionen verkar företag som förbrukar stora mängder energi och antalet nya industriella förfrågningar är många. Några av de mest centrala industrierna är gruv-, stål-, skogs och tillverkningsindustrin.

Den traditionella basindustrin genererar betydande utsläpp av växthusgaser genom sina processer. Sammantaget finns en stor potential för elektrifiering av det lokala näringslivet genom nytt tillskott av förnybar energi i regionen då ca 5 TWh behöver tillkomma årligen i SE1 (Energiforsk & Profu., 2023). Produktionen från Polargrund motsvarar alltså utbyggnadsbehovet under en tvåårsperiod.

Genom etableringen av Polargrund i regionen skapas flera centrala förutsättningar för morgondagens näringsliv. Vid val av etableringsort för nya anläggningar ses ofta möjligheten att nyttja lokalt producerad förnybar energi som en viktig faktor framför allt ur en tillgänglighets- och klimataspekt, men också i marknadsföringssyfte (Cole, 2020). Exempel på moderna verksamheter som redan nu lockas till närområdet är elektrobränsletillverkare, batteriproduktionsanläggningar, tillverkare av hållbart flygbränsle (SAF), grön ammoniak eller metanol.

Andra konkurrensmedel som attraherar framtidens hållbara industrier är god tillgång till infrastruktur såsom hamnar, elnät och vägar, vilket är infrastruktur förstärkningar som blir aktuella vid vindkraftsetableringar till havs. Förutom att gynna befintligt näringsliv, skapar Polargrund på så vis en gynnsam grogrund för konkurrenskraft, innovation och nya gröna basindustrier i regionen.

16.3.2 Arbetstillfällen

Under vindkraftparkens anläggningsskede, driftskede och avvecklingsskede krävs god tillgång på arbetskraft. Detta innebär en rad möjligheter för det lokala näringslivet. Inte bara kopplat till vindkraftparkens direkta verksamhet, utan även sidoverksamheter i form av lokala servicetjänster som t.ex. hotell, mat, isbrytning,

provfiske och båt- och helikoptertransporter. Hur många arbetstillfällen som genereras lokalt/regionalt beror i hög grad på tillgången på erforderliga kompetenser och arbetskraft.

17. Samlad bedömning

Den sammanlagda konsekvensbedömningen varierar mellan försumbar och liten, konsekvensbedömningarna redovisas i Tabell 17-1.

Tabell 17-1 Samlad konsekvensbedömning av de olika miljöaspekterna under anläggnings-, drift- och avvecklingskedje.

		Konsekvens		
Miljöaspekt	Påverkansfaktor	Anläggning	Drift	Avveckling
Bottenflora och bottenfauna	Grumling och sedimentpålning	Försumbar		Försumbar
	Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	
Fisk	Undervattensbuller	Liten	Försumbar	Liten
	Grumling och sedimentpålning	Försumbar		Försumbar
	Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Elektromagnetiska fält		Försumbar	
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	
Marina däggdjur	Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Grumling och sedimentpålning	Försumbar		Försumbar
	Luftburet buller		Liten	
	Fysisk påverkan under havsytan		Försumbar	
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	
Fåglar	Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Liten	Försumbar
Fladdermöss	Fysisk påverkan ovan havsytan		Försumbar	
Yrkesfiske	Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Undervattensbuller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Sjöfart	Fysisk påverkan ovan havsytan	Liten	Liten	Liten
Luftfart	Fysisk påverkan ovan havsytan		Liten	
Marinarkeologi	Fysisk påverkan under havsytan	Försumbar		Försumbar
Rekreation och friluftsliv	Fysisk påverkan ovan havsytan	Försumbar	Försumbar	Försumbar
	Luftburet buller	Försumbar	Försumbar	Försumbar
Rennäring	Fysisk påverkan ovan havsytan		Försumbar	
Totalförsvaret	Fysisk påverkan ovan havsytan		Liten	
	Fysisk påverkan under havsytan		Liten	
Miljö-övervakningsstationer	Suspenderade sediment och sedimentation	Försumbar		Försumbar
	Utsläpp av kylvatten och retentat		Försumbar	

Verksamheten bedöms inte ge störningar på Natura 2000-områden som kan leda till påverkan på aktuella arters bevarandestatus eller ge påverkan på utpekade habitat p.g.a. avståndet från vindkraftparken. Verksamheten kommer inte påtagligt försvåra riksintressena kommunikation (sjöfart och luftfart), yrkesfiske, rennäring eller friluftslivet eller dess syften. En anpassning av vindkraftparken har gjorts för riksintresset kulturmiljö. Konsekvensen bedöms som störst till måttlig för riksintresset Sandskär och Malören. Dialog pågår mellan Skyborn och Försvarsmakten kring förutsättningarna hur verksamheten kan anpassas till riksintresset för totalförsvarets militära del som omfattas av sekretess.

Då det inte finns några befintliga eller tillståndsgivna verksamheter i området som kan bidra med några effekter kommer inga kumulativa effekter uppstå. Andra verksamheter som yrkesfiske och sjötrafik bedöms vara av sådan liten omfattning att effekterna som kan uppstå från dessa inte kommer att samverka med Polargrund.

En Hazid-workshop har utförts och en riskanalys kopplat till sjöfarten har tagits fram. Skyborn ändrade vindkraftparkens utformning till följd av detta. Sannolikheten för grundstötning bedöms som mycket liten och riskerna under de isfriförhållandena som acceptabla. Vindkraftparken kommer att medföra att behovet av isbrytarassistans ökar för att säkerställa god sjösäkerhet. I vilken grad är dock osäkert och kommer variera mellan olika år. Inom vindkraftparken kommer vätgas att produceras vilket är mycket lättantändlig och explosiv. I vissa fall kan ett vätgasutsläpp under höga tryck självantända utan en extern tändkälla. I övriga fall krävs både en tändkälla och ett läckage för att ovanstående händelser ska kunna ske. Om det inte finns en tändkälla kommer gasen att stiga och blandas ut med omgivande luft till ofarlig halt.

En riskutredning har genomförts vilken visar att riskerna kopplade till produktion och hantering av vätgas inom anläggningen är acceptabla. Vindkraftparken etableras i ett område där isbildning kan uppstå på bl.a rotorbladen vilket kan ge upphov till iskast. Sannolikheten för att någon skulle träffas bedöms dock som mycket liten eftersom vindkraftparken ligger långt ute till havs där trafikintensiteten är mycket låg. Risken för spridning av främmande invasiva arter i och med etableringen av vindkraftparken bedöms vara låg, dels p.g.a. vindkraftparkens utformning där installationerna är utspridda i ett stort område vilket minskar risken för en effektiv spridning samt dels för att området i sig inte utgör något artrikt område där arter lätt sprids.

Den gränsöverskridande påverkan bedöms vara begränsad på relevanta identifierade mottagare, i detta fall fisk och yrkesfiske, med undantag av sjöfarten och visuell påverkan. Den sjöfarten som passerar genom vindkraftparken idag kommer att behöva anpassas och välja rutter som går runt vindkraftparkområdet. Detta innebär att sjöfarten som idag passerar igenom parkområdet kommer ansluta till fartygstråket Nordvalen – Kemi på finskt vatten. Utrymmet öster om vindkraftparken är stort och ett säkerhetsavstånd vid passage kommer att kunna hållas. Riskerna för sjöfarten bedöms bli högre vintertid än sommartid, eftersom fartyg och isbrytare inte kan passera genom parkområdet och således kan behöva välja rutter med svårare isförhållanden. Säkerställande av tillräcklig isbrytarassistans bedöms som den viktigaste åtgärden för att begränsa riskerna som uppstår till följd av vindkraftparken. Gällande visuell påverkan på landskapet kommer Polargrund vara synligt från ön Selkä-Sarvi. På ön finns en samling byggda kulturmiljöer av riksintresse för Finland. Påverkan på landskapsbilden varierar mellan försumbar och måttlig i mellan- och fjärrzonen.

Den planerade verksamheten bedöms inte bidra negativt till möjligheterna att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för havsmiljön. Vindkraftparkens bidrag med att producera och förse norra Sverige med energi kommer bidra positivt till miljömålen en God bebyggd miljö, Begränsad klimatpåverkan och Generationsmålet. Vidare bedöms den planerade verksamheten inte bidra till att möjligheten att nå något av de nationella miljömålen skulle försvåras.

18. Utredningsgruppen

Enligt 2 kap. 2 § MB ska verksamhetsutövare skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljön mot skada och olägenheter. Enligt 15 § miljöbedömningsförordningen ska verksamhetsutövare vidare se till att en MKB tas fram med den sakkunskap som krävs avseende verksamhetens särskilda förutsättningar och förväntade miljöeffekter, vilket även måste redovisas med uppgifter enligt 19 § punkt 4 miljöbedömningsförordningen.

I Tabell 18-1 nedan presenteras de sakkunniga och experter som tillsammans format den framtagna MKBn. Bedömningarna i MKBn baseras även på underlagsutredningar och undersökningar som tagit fram för det berörda området.

Tabell 18-1 Sakkunniga och experter som arbetat med MKB för Polargrund.

Namn	Bolag	Roll	Erfarenhet och kompetens
Malin Hernerud	Ramboll Sverige	Uppdragsledare	Malin har en civilingenjörsexamen med inriktning mot miljö och vatten. Hon har erfarenhet och kunskaper av att leda arbetet med tillståndprocesser och MKBer för akvatiska miljöer från projekt som havsbaserad vindkraft, exportkablar, muddring och hamnar.
Kajsa Palmqvist	Ramboll Sverige	Biträdande uppdragsledare	Kajsa är marinbiolog med inriktning på marinekologi. Hon har erfarenhet och kunskaper av att arbeta med tillstånd och MKBer relaterade till den marina miljön. Kajsa har erfarenhet från offshore-projekt som vindkraftsparker, exportkablar och rörledningar.
Håkan Lindved	Ramboll Sverige	Expert	Håkan har arbetat som miljökonsult i över 20 år, huvudsakligen med MKB, tillståndsprövningar, utredningar och MKB för översikts- och detaljplaner. Håkan har mångårig erfarenhet från prövning av bl.a. olika typer av vattenverksamheter, hamnar, rörledningar och kablar till havs, havsbaserad vindkraft, kraftledningar, industri och flygplatser.
Emma Hällqvist	Ramboll Sverige	Expert	Emma har en master i biologi med specialisering inom limnologi och ekotoxikologi. Emma har en ledande roll i flera projekt vad gäller tillståndsprövning, miljökonsekvensbedömning och kontrollprogram för havsbaserad vindkraft och dess exportkablar samt gasledningar på havsbotten.
Daniel Nilson	Ramboll Sverige	MKB	Daniel har en kemiingenjörsutbildning i grunden och har närmare 20 års erfarenhet som konsult inom miljöområdet. Daniel har främst arbetat med luftkvalitet, spridningsberäkningar, riskbedömning och miljölagstiftning inom svensk industri,
Teemu Piippolainen	Ramboll Sverige	MKB	Teemu är marinvetare och biolog med en vidareutbildning inom miljö- och hälsoskydd. Han har arbetat brett med flera typer av projekt inom bl.a. vattenverksamheter, vindkraftsparker samt väg- och järnvägsprojekt.
Anders Engström	Ramboll Sverige	MKB	Anders är marinvetare och biolog med en master i naturvårdsbiologi. Han har på Ramboll främst jobbat med tillstånd och MKB:er för havsbaserad vindkraft samt andra stora infrastrukturprojekt som vägar och järnvägar.
Marwa El-Mahmadi	Ramboll Sverige	MKB	Marwa är bebyggelseantikvarie och jobbar med kulturmiljö och landskapsfrågor. På Ramboll arbetar hon med tillstånd för vindkraft, MKB och kulturmiljöunderlag.
Anders Blomdahl	WSP Sverige	Expert, fågel och fladdermöss	Anders är utbildad miljöingenjör och aktiv fågelskådare med lång erfarenhet. Han är författare till en bok om sjöfågel, har många artiklar i ornitologiska tidskrifter, samt jobbat med ringmärkning, sträckräkning och inventering i en lång rad olika projekt. Har arbetat med miljöjuridiska ärenden i ca i 23 år och har under denna tid erhållit en gedigen erfarenhet och kunskap för att bedöma konsekvenser från miljöfarliga verksamheter.
Erik Lagerin	WSP Sverige	Expert, fladdermöss	Erik Lagerin är utbildad biolog med inriktning ekologi vid Stockholms Universitet. Erik har arbetat med fladdermöss på WSP sedan 2019

Namn	Bolag	Roll	Erfarenhet och kompetens
			och är ansvarig för utvecklingen av fladdermuskompetens och inventeringsarbete inom företaget.
Erika Fernlund Isaksson	NIRAS Sweden AB	Expert, fiskekologi	Erika har en PhD i etologi där hon studerade fisk och arbetar främst med vindkraftens effekter på fisk.
Emilia Benavente Norrman	NIRAS Sweden AB	Expert, marina däggdjur	Emilia har en masterexamen i marinbiologi och har över tio års erfarenhet av att arbeta med frågor avseende marina däggdjur, både som forskare och konsult.
Walter Vuori	NIRAS Sweden AB	Expert, bentisk flora och fauna	Walter har en Fil. Mag. inom Miljö- och marinbiologi från Åbo Akademi och har sedan 2020 arbetat med bentisk flora och fauna med fokus på Norra Östersjön.
Rebecca Clausen	NIRAS Sweden AB	Expert, Natura 2000	Rebecca har en Fil. Mag. inom marinbiologi och har arbetat som miljökonsult och utredare i marin miljö i drygt 10 år.
José Ekstedt	NIRAS Sweden AB	Expert, fiske	José har en masterexamen i marinbiologi och arbetar med yrkesfiskefrågor kopplat till olika etableringsprojekt till havs.

I Tabell 18-2 presenteras Skyborns interna projektgrupp som varit delaktiga i projektplanering, projektledning och koordinering under framtagande av tillståndsansökan och MKB m.m.

Tabell 18-2 Skyborns projektgrupp för tillståndsprocessen.

Namn	Bolag	Roll	Erfarenhet och kompetens
Anna Roxell	Skyborn	Projektledare, tillstånd	Anna är civilingenjör i miljö och vattenteknik och har arbetat utredningar, tillsyn och bedömningar med fokus på vattenverksamhet men även brett inom miljöbalken för infrastrukturprojekt mm under mer än 20 år.
Fredrik Hallander	Skyborn	Projektledare	Magisterexamen i miljö- och hälsoskydd. Arbetat mer än 20 år med miljö- och tillståndsfrågor samt projektledning inom vindkraft och transmissionsnät.
Emma Sjöberg	Skyborn	Jurist	Emma har 13 års erfarenhet av arbete under miljöbalken och annan miljölagstiftning. Emma har arbetat med framtagande och vägledning av miljölagstiftning samt med prövning av miljöfarlig verksamhet och vattenverk-samheter samt rörledningar och kablar till havsbaserad vindkraft.
Mona Date	Skyborn	Biträdande projektledare tillstånd	Civilingenjör inom energi och miljö. Har sedan 2020 arbetat med MKB- och tillståndsprojekt för havsbaserad vindkraft.
Frans Cleveson	Skyborn	Projektingenjör	Frans är utbildad civilingenjör i skeppsbyggnad och har arbetat med konstruktiva och driftsmässiga frågor avseende havsbaserade konstruktioner för bl.a. vindkraft sedan år 2005.
Malin Hillström	Skyborn	Granskning	Civilingenjör lantmäteri, intrikning environmental engineering. Malin har mer än 20 årserfarenhet av tillståndsprövningar enligt miljöbalken för bl.a. vindkraft, kraftledning.
Erica Lindh	Skyborn	Granskare och karthandläggare	Erica är utbildad miljövetare och har arbetat med MKB- och tillståndsprojekt beträffande nätkoncessioner och vindkraft sedan år 2016
Abel Gonzales	Skyborn	GIS- och kartansvarig	Abel är utbildad ekolog och sjöman och har sedan år 2008 arbetat med GIS. Han arbetar dagligen med bl.a. GIS-analys, kartproduktion, kursledning och GIS-arkitektur.

19. Begreppslista

Definition	Beskrivning
Allision	Fartyg som driver/seglar in i ett specifikt område. Behöver inte innebära kollision eller grundstötning.
Anadrom	Fiskart som lever i saltvatten men fortplantar sig i sötvatten.
Avgränsningssamråd	Verksamheter som kan antas ge en betydande miljöpåverkan kräver samråd om innehåll och avgränsning av MKB.
Barriäreffekt	En etablering kan innebära ett fysiskt hinder där en art eller djur kan spridas eller förflytta sig fritt i miljön.
Batymetri	Terrängens fysiska form på havsbotten.
Bentisk	En term som åsyftar arter/organismer som lever på havsbotten och i vattenskiktet precis ovan botten.
Elektrolys	En process där elektrisk ström driver en kemisk reaktion ur ett visst ämne för att framställa andra ämnen, som t.ex. vätgas. Till en elektrolys behövs bl.a. en strömkälla och elektrolyt (t.ex. vatten). Processen används till att bl.a. spjälka vatten till vätgas.
Elektrolysör	Komponent som spjälkar vatten till vätgas och syre.
Esbokonventionen	Konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang med krav om att informera grannländer och allmänheten om planerade verksamheter som kan orsaka miljöeffekter.
GIS	Geografiska informationssystem, ett datorprogram som används för att samla in, lagra, analysera och presentera (kartor) i lägesbunden information.
Haloklin	Skikt mellan vattenmassor med olika salthalt. Saltare vattenmassor är tyngre än sötare vattenmassor, vilket gör att saltare vatten lägger sig under det sötare.
Havsplan	Vägledande planer (Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet) framtagna av Havs- och Vattenmyndigheten kring användningen av Sveriges hav med utgångspunkt i bl.a. juridik, samhällsmål, olika rapporter och dialoger mellan Havs- och Vattenmyndigheten och olika intressenter. Vägleder myndigheter, kommuner, domstolar och näringsidkare. Antogs av regeringen 2022.
Hinderbelysning	Föremål som är högre än 45 m måste enligt Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd ljusmarkeras, med syfte att förhindra fara för luftfarten.
HVAC	High voltage alternating current, på svenska högspänd växelström. Vid långa överföringar innebär HVAC större förluster än HVDC, men kan enklare utökas och uppgraderas, samt kan transformeras enklare till andra spänningsnivåer. Denna teknik är vanligtvis förstahandsvalet, men om transmissionsförlusterna blir för stora kan HVDC istället användas.
HVDC	High voltage direct current, på svenska högspänd likström. En teknik som används för att föra över elkraft över längre sträckor via kraftledningar som t.ex. sjökablar. Tekniken innebär lägre förluster

Definition	Beskrivning
	jämfört med växelströmsteknik. Kräver tillägg till transformator- och omriktarstationer som likriktar strömmen innan den exporteras vidare.
Hydrodynamik	Fysisk gren avseende läran om vattnets rörelser under inverkan där vätskors rörelse, rörelseenergi och masströghet studeras.
Kompressor	Höjer trycket i ett ämne och minskar volymen.
Kumulativa effekter	Effekter från flera olika källor (t.ex. flera olika verksamheter i ett specifikt område) kan samverka och således bidra till kumulativa effekter, det vill säga ökande och tilltagande effekter. Dessa kumulativa effekter bör i en MKB identifieras, beskrivas och bedömas. Kumulativa effekter kan vara direkta/indirekta, positiva/negativa och tillfälliga/bestående på kort, medellång eller lång sikt.
Likström	Elektrisk ström, vars riktning alltid är densamma från källan. Motsatsen till likström är växelström.
Limnisk	Term som åsyftar arter/organismer som lever i sötvattensmiljö.
Miljö kvalitetsnorm (MKN)	Juridiskt styrmedel för att reglera kvaliteten i luft, mark, vatten eller miljön i övrigt med utgångspunkt i vad människan och naturen tål utan hänsyn till ekonomiska eller tekniska förhållanden. MKN speglar således lägsta godtagbara miljö kvaliteten eller det önskade miljö tillståndet. MKN anger förorenings- eller störningsnivåer och kan även bestå av gräns- och riktvärden.
Miljö övervakningsstationer	Koordinater av platser för återkommande provtagning av vatten och sediment.
MSA-yta	MSA är förkortning av Minimum Safety Altitude. Inom ytan finns fastställda höjder för högsta tillåtna objekt som kan tillkomma i området runt en flygplats. Inom ytan får inte fasta installationer som är högre än den fastställda MSA-höjden förekomma. Den militära MSA-ytan har en radie på 46 km, medan den civila MSA-ytan har en radie på 55 km.
Multibeam echosounder (MBES)	Ekolod som används för att kartlägga havsbotten och ger en 3D-modell över havsbottens topografi samt för att kartlägga vattendjupet. Ekoloden skickar ut akustiska vågor från båt till botten och vågorna återvänder sedan tillbaka till båten med ekolodet. Datan kan därefter användas som information om området samt till tekniska och arkeologiska utredningar.
Oceanografi	Vetenskapen om jordens oceaner och hav och studeras ur fysiskt, kemiskt, biologiskt och geologiskt perspektiv, samt omfattar bl.a. strömmar, meteorologi etc.
Pelagisk	Term som åsyftar arter/organismer som lever i öppet hav i det övre vattenskiktet och således inte på botten.
Projektområde	Det verksamhetsområde som bolaget söker tillstånd för att etablera vindkraftverk etc. inom.
Retentat	Processvatten, i detta fall det vatten som blir över när havsvattnet avsaltas för att kunna användas för produktion av vätgas. Retentatet har en högre salthalt (salinitet) än det omgivande havsvattnet
Riksintresse	Mark- och vattenområden och annan fysisk miljö som har betydelse ur ett nationellt perspektiv med syfte att långsiktigt skyddas mot åtgärder som kan skada det värde som avses att skyddas. Riksintressen skyddas enligt hushållningsbestämmelserna i 3 och 4 kap. miljöbalken.

Definition	Beskrivning
	Riksintressen kräver inget enskilt tillstånd eller dispens, utan hanteras först i samband med prövningar av myndigheter.
Rotordiameter	Storleken på vindkraftverkets rotorspetsar, mätt i meter.
Stamnät	Se Transmissionsnät.
Sub Bottom Profiling (SBP)	Ett system som används för att bestämma fysiska egenskaper på havsbotten, samt för att avbilda och karaktärisera geologisk information några meter under havsbotten. Datan kan användas till 3D-modellering, samt för att få mer information om havsbotten och dess livsmiljöer.
Sveriges ekonomiska zon (EEZ)	Havszon som ligger utanför territorialhavet och börjar ca 12 nautiska mil (ca 22 km) från kusten. Zonen avgränsas mot en annan stats ekonomiska zon. Till grund för den ekonomiska zonen ligger FN:s havsrättskonvention. Vid uppförande och användning av anläggningar med mera i Sveriges ekonomiska zon krävs tillstånd från regeringen. Om Natura 2000-tillstånd krävs för en anläggning i Sveriges ekonomiska zon krävs tillstånd för Natura 2000 av närmast liggande länsstyrelse. Förkortas EEZ.
Termoklin	Vattenskikt där temperaturen ändras snabbt inom ett litet djupintervall. På grund av Sveriges kalla nordiska klimat ligger termoklinen mestadels på mindre än 10 meters djup.
Territorialhavet	Kustnära vatten som vanligtvis sträcker sig ca 12 nautiska mil (ca 22 km) från kusten och är en del av en stats territorium. Detta innebär att territorialhavet ligger inom kommungränser och inom territorialhavet gäller statens lagar. Vid upprättande av vindkraftverk inom territorialhavet krävs tillstånd från Mark- och miljödomstolen.
Transmissionsnät	Högspänningsnät som ägs av staten och förvaltas av Svenska kraftnät. Kallades tidigare stamnät. Är vanligtvis mellan 220–400 kV.
Undersökningsområde	Det område som legat till grund för bl.a. samråd och undersökningar/inventeringar. Området är större än projektområdet som nu ligger till grund för tillståndsansökan.
UXO	Oexploderad ammunition.
Vakeffekter	När vind blåser på vindkraftverkens rotorblad bromsas vinden upp. Placeras vindkraftverk för nära varandra finns risk att vinden inte hinner återfå kraft när vinden når nästa vindkraftsturbine och energiproduktionen blir lägre.
Vattenspjälkning	Vatten spjälkas/delas till vät- och syrgas via elektricitet i en elektrolysör
Vattenverksamhet	Arbete som bedrivs i eller i nära anslutning till vatten eller som på något annat sätt kan påverka vatten. Kräver tillstånd enligt 11 kap. miljöbalken.
Vätgas	Vätgasmolekylen innehåller två väteatomer och är således en mycket lätt gas. Istället för produktion av el kan vätgas genereras. Vätgasen kan användas som bränsle eller för energi och det finns möjlighet att lagra vätgas för att kunna omvandla till el vid senare tillfälle.
Växelström	Elektrisk ström, vars riktning växlar. Riktningen på strömmen kan således vid en tidpunkt gå mot en viss riktning, för att sedan vid en annan tidpunkt ha motsatt riktning. Denna typ av ström är av fördel vid

Definition	Beskrivning
	transformering långa sträckor och ger relativt små överföringsförluster. Motsatsen till växelström är likström.
Worst case scenario (WCS)	Värstafallsscenario. Scenariot är vanligt förekommande inom vindkraftsprojektplanering och andra tillståndprocesser med syfte att användas som utgångspunkt vid bedömningar. Bedömningsparametrarna utgör den maximala konsekvensen som kan uppkomma och används för att undvika underskattade konsekvenser samt för att ta höjd för eventuella osäkerheter.
Överfallsvärn	En nivåreglerande konstruktion i ett rinnande vatten, där allt vatten rinner över en kant

20. Referenser

- Aarts, G., Brasseur, S., & Kirkwood, R. (2017). *Response of grey seals to pile-driving*. Wageningen Marine Research report.
- Akustikkonsulten. (2024). *Ljudfrågor kommentarer*.
- Amoser, S., & Ladich, F. (2003). Diversity in noise-induced temporary hearing loss in otophysine fishes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(4), 2170-2179.
- Andersson, M. H. (2016). *Underlag för reglering av undervattensljud vid pålning*. Vindval rapport 6723.
- Andersson, M., & C., Ö. M. (2010). Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research* 61, 642–650.
- Andersson, M., Sigray, P., & Persson, L. (2011). Ljud från vindkraftverk i havet och dess påverkan på fisk. *Vindval, rapport 6436*. Naturvårdsverket.
- Armstrong, J., Hunter, D.-C., Fryer, R., & Rycroft, P. O. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*.
- Auld, A., & Schubel, J. (1978). Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: A laboratory assessment. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 153-164.
- Batlif Sweden. (den 30 10 2023). *Batlif Sweden*. Hämtat från <https://batlif-sweden.se/migration/>
- Bergström, L., Sundqvist, F., & Bergström, U. (2013). Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series*, 2-12.
- Bergström, M., Lagenfelt, I., Sundqvist, F., Andersson, I., Andersson, M., & Sigray, P. (2013). *Fiskundersökningar vid Lillgrund vindkraftpark - Slutredovisning av kontrollprogram för fisk och fiske 2002-2010*. Havs- och vattenmyndigheten.
- Bonou, A., Laurent, A., & Olsen, S. (2016). Life cycle assessment of onshore and offshore wind energy - from theory to application. *Applied Energy*, 180, 327-337. doi:10.1016/j.apenergy.2016.07.058
- Boverket. (den 19 02 2024). *Totalfösvaret*. Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmanna-intressen/hav/totalforsvaret/> den 24 05 2024
- Clinton. (2024). *Sammanfattande PM, geofysisk sjömätning undersökningsområde Polargrund*.
- Cole, S. (2020). Näringslivsstrateg på Region Gävleborg. (E. Grönlund, Intervjuare)
- Dahms, C., & Killen, S. S. (2023). Temperature change effects on marine fish range shifts: A meta-analysis of ecological and methodological predictors. *Global Change Biology*.
- De Jong, K., Forland, T., Amorim, M., Rieucan, G., Slabbekoorn, H., & Sivle, L. (2020). *Predicting the effects of anthropogenic noise on fish reproduction*. *Rev Fish Biol Fisheries* 30, 245–268 .
- Degraer, S., Carey, D., Coolen, J., Hutchison, Z., Kerckhof, F., Rumes, B., & Vanaverbeke, J. (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning: A synthesis. *Oceanography* 33, 48-57.
- Dierschke, V. F. (2016). Dierschke, V., Furness, R.W., & Garthe, S. 2016. Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *Biological Conservation* 202, 59-68.

- Dietz, R., Galatius, A., Mikkelsen, L., Nabe-Nielsen, J., Riget, F., Schack, H., . . . Thomsen, F. (2015). . *Marine Mammals - Investigations and preparation of environmental impact assessment for Kriegers Flak Offshore Wind Farm*. Aarhus University.
- DN. (2020). Med ny satsning kan LKAB producera fossilfritt järn. *Dagens Nyheter*.
- Drachmann, J. (2020). *Klim Vindmøllepark – Monitering af fuglekollisioner år 1 og år 3 (2016/2017 og 2018/2019). Rapport framtagen för Vattenfall Vindkraft A/S, januari 2020*. Drachmann, J., Waagner, S. & Haaning Nielsen, H. .
- Dunlop, E., Reid, S., & Murrant, M. (2015). Limited influence of a wind power project submarine cable on a Laurentian Great Lakes fish community. *Journal of Applied Ichthyology*, 18-31.
- Ecogain. (2024). *Rennäringsutredning, Polargrund, Kalix kommun, 2024-03-05*.
- Edlund, G. (2022). *Analys av våg- och strömmätningar vid Polargrund, Rapport nr 2022-53*. SMHI.
- Edrén, S., Andersen, S., Teilmann, J., Carstensen, J., Harders, P., Dietz, R., & Miller, L. (2010). *The effect of large Danish offshore wind farm on harbor and gary seal haul-out behavior*. Marine mammal science Vol. 26(3), pp. 614-634.
- Energiforsk & Profu. (2023). *Visualisering av Sveriges framtida elanvändning effektbehov*.
- Energimyndigheten & Svenska kraftnät. (2023). *Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering*.
- Energistyrelsen. (2022). *Guideline for underwater noise - Installation of impact or vibratory driven piles*.
- Engås, A., Lokkeborg, S., Ona, E., & Soldal, A. (1996). Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Journal*, 53(10): 2238.
- Enhus C., B. H. (2017). *Enhus C., BerKontrollprogram för vindkraft i vatten. Sammanställning och granskning, samt förslag till rekommendationer för utformning av kontrollprogram. Rapport 6741*. Naturvårdsverket.
- Europeiska rådet . (2023). *Klimatförändringarna: vad gör EU?* Hämtat från <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/climate-change/>
- Fey, D. P., Jakubowska, m. G., Andrulewicz, E., Otremba, Z., & Urban-Malinga, B. (2019). Are magnetic and electromagnetic fields of anthropogenic origin potential threats to early life stages of fish? . *Aquatic Toxicology*, 150-158.
- Floeter, J., van Beusekom, J., Auch, D., Callies, U., Carpenter, J., Dudeck, T., . . . Temming. (2017). Pelagic effects of offshore wind farm foundations in the stratified North Sea. *Progress in Oceanography*, 154-173.
- Fossilfritt Sverige. (2022). *Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft - uppföljning 2022*. Hämtat från <https://fossilfritt Sverige.se/fardplaner/>
- Fox, A., & Petersen, I. (2019). *Offshore windfarms and their effects on birds. Dansk. Orn Foren. Tidsskr. 113: 86-101*. Hämtat från <https://pub.dof.dk/artikler/454/download/doft-113-2019-86-101-havvindmoeller-og-deres-paavirkning-af-fugle>

- GE Renewable Energy. (den 8 12 2020). Hämtat från Press release - GE Renewable Energy Announces US Blade Recycling Contract with Veolia: <https://www.ge.com/news/press-releases/ge-renewable-energy-announces-us-blade-recycling-contract-with-veolia>
- Glarou, M., Zrust, M., & Svendsen, J. C. (2020). Using Artificial-Reef Knowledge to Enhance the Ecological Function of Offshore Wind Turbine Foundations: Implications for Fish Abundance and Diversity. *Journal of Marine Science and Engineering* 8, 332.
- Hammar, L., Magnusson, L., Rosenberg, R., & Granmo, Å. (2009). *Miljöeffekter vid muddring och dumpning*. Stockholm: Marine Monitoring AB.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2015). *Visuella undervattensmetoder för uppföljning av marina naturtyper och typiska arter. Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp. Version 1:3*. . 2015: Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2018). *Marin strategi för Nordsjön och Östersjön 2018 - 2023. Bedömning av miljötillstånd och socioekonomisk analys. Rapport 2018:27*.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *Sik i Östersjön – en kunskapssammanställning*. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:10.
- Havs- och vattenmyndigheten. (2023). *Havsplanering*. Hämtat från <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering.html>
- Havs- och vattenmyndigheten. (den 12 12 2023). Lektidsportalen. Version 1.0 2020-02-01. Hämtat från <https://havbipub.havochvatten.se/analytics/saw.dll?Dashboard>
- Havs- och vattenmyndigheten. (den 28 05 2024). *Havsplanerna ändras för att möta ökat elbehov*. Hämtat från Havs- och vattenmyndigheten: <https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering/havsplanerna-andras-for-att-mota-okat-elbehov.html>
- Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2018). Effects of Man-Made Sound on Fishes. *Springer Handbook of Auditory Research*, 145–177.
- Hedger, R., Hatin, D., Dodson, J., Martin, F., Fournier, D., Caron, F., & Whoriskey, F. (2009). Migration and swimming depth of Atlantic salmon kelts *Salmo salar* in coastal zone and marine habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 179-192.
- Heinänen, S. &. (2018). *Heinänen, Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen. Ecological monitoring of Seabirds. T3 (Final) report*. .
- Heinänen, S. Ž. (2020). *Satellite telemetry and digital aerial surveys show strong displacement of red-throated divers (Gavia stellata) from offshore wind farms*. Hämtat från Marine Environment Research 160: 104989: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104989>.
- HELCOM. (2011). *Salmon and Sea Trout Populations and Rivers in Finland – HELCOM assessment of salmon (Salmo salar) and sea trout (Salmo trutta) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic Sea. Balt. Sea Environ. Proc. No. 126B*. . HELCOM.
- HELCOM. (2014). *Helcom Guide to Alien Species and Ballast Water Management in the Baltic Sea*. Helsinki: HELCOM - Baltic Marine Environment Protection Commission.
- HELCOM. (2019). *Noise sensitivity of animals in the Baltic Sea. Baltic Sea Environment Proceedings*.

- Helcom. (den 5 maj 2020). *Potential spawning areas for herring (PBS EFH)*. Hämtat från HELCOM Metadata catalogue: <https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/bae53d8e-a5a2-4d01-b260-54d72ad46813> den 4 april 2024
- HELCOM. (den 22 05 2024). *Marine Protected Areas*. Hämtat från Helcom.fi: <https://helcom.fi/action-areas/marine-protected-areas/>
- IPCC. (2022). *Sixth Assessment Report, summary for policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jakubowska, M. G., Fey, D. P., Otremba, Z., & Urban-Malinga, B. A. (2021). Effects of magnetic fields related to submarine power cables on the behaviour of larval rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Marine and Freshwater Research*.
- Johnston, D., & Wildish, D. (1982). Effects of suspended sediment on feeding by larval herring (*Clupea harengus harengus* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 29, 261-267.
- Kalix Industrihotell AB. (u.d.). *Om Kalix hamn*. Hämtat från <https://www.kalixhamn.se/om-kalix-hamn/> april 2024.
- Kalix kommun. (2009). *Kommuntäckande översiktsplan - Förutsättningar kapitel 2.5*. Kalix: Kalix kommun. Hämtat från Kalix kommun: <https://www.kalix.se/Boende/Kommunens-planarbete/Oversiktsplan/Kommuntackande-oversiktsplan/>
- Kalix kommun. (den 29 05 2024). *Samråd kring översiktsplan*. Hämtat från Kalix kommun: <https://www.kalix.se/Boende/Kommunens-planarbete/Oversiktsplan/KalixOP/samrad/>
- Kalix sameby. (2024). *Ecogain (Carly Smith). Minnesanteckningar: samråd med Kalix koncessionssameby rörande Polargrund, havsbaserad vindkraft (Dan Abrahamsson), telefonmöte, 2024-01-11*.
- Karlsson, M., Kraufvelin, P., & Östman, Ö. (2020). *Kunskaps sammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer*. Lysekil: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Kerlinger, P. G. (2010). Kerlinger, P., Gehring, J.L., Erickson, W.Night migrant fatalities and obstruction lighting at wind turbines in North America. *Kerlinger, P., Gehring, J.L., Erickson, W.P., Curry, R., Jain, A. & Guarnaccia, J. 2010. Night migrant f The Wilson Journal of Ornithology*, 122: 744-754.
- Klimatpolitiska rådet. (2024). *Klimatpolitiska rådets rapport*. Stockholm.
- Klimatpolitiska rådets rapport. (2024). Stockholm.
- Kok, A., Bruil, L., Berges, B., Sakinan, S., Debusschere, E., Reubens, J., . . . Slabbekoorn, H. (2021). An echosounder view on the potential effects of impulsive noise pollution on pelagic fish around wind-farms in the North Sea. *Environmental Pollution, Volume 290, 2021, 118063*, ISSN 0269-7491.
- Krijgsveld, K. L. (2011). *Effect studies offshore wind farm Egmond aan Zee: final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds*. Bureau Waardenburg report nr 10–219, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kristensen, M. L., Righton, D., del Villar-Guerra, D., Baktoft, H., & Aarestrup, k. (2018). Temperature and depth preferences of adult sea trout *Salmo trutta* during the marine migration phase. *Marine Ecology - Progress Series*, 209-224.

- Krone, R., Gutow, L., Brey, T., Dannheim, J., & A., S. (2013). Mobile demersal megafauna at artificial structures in the German Bight – Likely effects of offshore wind farm development. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 125, 1–9.
- Lagenfelt, I., Andersson, I., & Westerberg, H. (2012). *Blankålsvandring, vindkraft och växelströmsfält*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Langhamer, O. (2012). Artificial Reef Effect in relation to Offshore Renewable Energy Conversion: State of the Art. . *The Scientific World Journal*.
- Leonhard, S., Stenberg, C., & Støttrup, J. (. (2011). Effect of the Horns Rev 1 Offshore Wind Farm on Fish Communities. Follow-up Seven Years after Construction. *DTU Aqua, Orbicon, DHI, NaturFocus Report commissioned by The Environmental Group through contract with Vattenfall Vindkraft A/S*.
- Liehattjä sameby. (2022). *Wpd (Erika Lindh, Malin Hillström, Maria Dahleman). Minnesanteckningar från dialogmöte med Liehattjä sameby. (Birgit Niva, Erik Furmark), digitalt möte, 2022-08-08*.
- Liehattjä sameby. (2023). *Ecogain (Carly Smith, Alice Ljungberg). Minnesanteckningar samrådsmöte Liehattjä koncessionssameby (Birgit Niva, Olle Hagman), digitalt möte, 2023-11-30*.
- Little, A. G., Loughland, I., & Seebacher, F. (2020). What do warming waters mean for fish physiology and fisheries? *Journal of Fish Biology*, 328-340.
- Luleå Hamn AB. (2019). *Om hamnen. Hämtat från <http://www.portlulea.com/60/om-lulea-hamn/om-oss.html> september 2021*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018a). *Haparanda Sandskär SE0820320, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018b). *Malören SE0820724, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018c). *Kalix yttre skärgård SE0820327, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Länsstyrelsen Norrbotten. (2018d). *Likskär SE0820303, Bevarandeplan Natura 2000-område*.
- Maar, M., Bloding, K., Petersen, J., Hansen, J., & Timmermann, K. (2009). Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *Journal of Sea Research*, 62, 159-174.
- McConnell, B., Lonergan, M., & Dietz, R. (2012). *Interactions Between Seals and Offshore Wind Farms*. Aarhus University.
- Mendel, B. S. (2019). Operational offshore wind farms and associated ship traffic cause profound changes in distribution patterns of Loons (*Gavia* spp.). *Journal of Environmental Management* , 231:429-438.
- Messieh, S. N. (1981). *Possible impact of sediment from dredging and spoil disposal on the Miramichi Bay herring fishery*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences.
- Methratta, E., & Dardick, W. R. (2019). Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 242-260.
- Mober, F., Hansson, L. A., & Lindell, M. (2014). Klimatförändringarnas effekt på röding och siklöja. *Examensarbete, Lund universitet*.
- Mobley, K., Granroth-Wilding, H., & Ellmen, M. (2019). Home ground advantage: Local Atlantic salmon have higher reproductive fitness than dispersers in wild. *Science Advances*.

- Mueller-Blenkle, C., Gill, A., McGregor, P., Metcalfe, J., Bendall, V., Wood, D., . . . Thomsen, F. (2010). *Behavioural reactions of cod and sole to playback of pile driving sound*. J. Acoust. Soc. Am.
- Naisbett-Jones, L., Putman, N. F., Scanlan, M. M., Noakes, D. L., & Lohmann, K. J. (2020). Magnetoreception in fishes: the effect of magnetic pulses on orientation of juvenile Pacific salmon. *Journal of Experimental Biology*, 223 (10).
- Naturvårdsverket. (2021a). *Industri, utsläpp av växthusgaser*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/>
- Naturvårdsverket. (2021b). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (2023a). *Det globala klimatarbetet*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/det-globala-klimatarbetet/>
- Naturvårdsverket. (2023b). *Klimatet och transporterna*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-transporterna/>
- Naturvårdsverket. (2024a). *Skyddad natur*. Hämtat från <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Naturvårdsverket. (2024b). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (den 17 januari 2024c). *Stöd och information - förorenade sediment*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/fororenade-omraden/fororenade-sediment/>
- Naturvårdsverket. (2024d). *Sveriges utsläpp och upptag av växthusgaser*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/>
- Naturvårdsverket. (u.d.). *Inrikes transporter, utsläpp av växthusgaser*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>
- Neira, F. J. (2005). Summer and winter plankton fish assemblages around offshore oil and gas platforms in south-eastern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 589-604.
- Nilsson, J. (den 9 December 2014). *Havsutsikt*. Hämtat från havet.nu: <https://www.havet.nu/havsutsikt/artikel/tanglake>
- Niras. (2024). *Vindkraftpark Polargund - Fritidsfiske i Bottenviken*.
- Nord Stream 2 AG. (2017). *Espoo Report. Doc. No. W-PE-EIA-POF-REP-805-040100EN-06, 1 April*.
- Nordic Maritime Group. (2024). *Kulturhistorisk förstudie och Marinarkeologisk analys av multibeamdata inför planerad vindkraftpark i Bottenviken*.
- Nyqvist, D., Durif, C., Gullikstad Johnsen, M., De Jong, K., Nesse Forland, T., & Doksaetr Sivle, L. (2020). Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys. *Marine Environmental Research*.

- Nätverket vindkraftens klimatnytta. (2019). *Svensk vindkraft kan minska klimatutsläppen med 50 procent*. Westander Klimat och Energi.
- Pangerc, T., Theobald, P., Wang, L., Robinson, S., & Lepper, P. (2016). *Measurement and characterisation of radiated underwater sound from a 3.6 MW monopile wind turbine*. J. Acoust. Soc. Am.
- Petersen, I. (2014). *Post-construction evaluation of bird abundances and distributions in the Horns Rev 2 offshore wind farm area, 2011 and 2012. Report commissioned by DONG Energy. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. Nilesen, R.D. & Mackenzie, M.L.Petersen, I.K.,.*
- Piteå Hamn AB. (2024). *Farled. Hämtat från <https://www.piteaportandhub.se/tjanster/sjofart/farled/september2021>*.
- Popper, A. N., & Hawkins, A. D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Journal of Fish Biology* 94, 692-713.
- Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., . . . William. (2014). *Sound Exposure Guidelines*. SpringerBriefs in Oceanography.
- Putland, R., Montgomery, J., & Radford, C. (2019). Ecology of fish hearing. *JOURNAL OF FISH BIOLOGY*, 39-52.
- Putman, N. F., Jenkins, E. S., Michielsens, C. G., & Noakes, D. L. (2014). Geomagnetic imprinting predicts spatio-temporal variation in homing migration of pink and sockeye salmon. *Journal of The Royal Society Interface* 11.
- Ramboll . (2024). *Polargrund Visuell inverkan på landskapsbilden*. Stockholm: Ramboll.
- Regeringen . (2020). *Sveriges integrerade nationella energi- och klimatplan*.
- Regeringen. (2022a). *Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling*. Hämtat från <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/>
- Regeringen. (2022b). *Nationell strategi för elektrifiering - en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning I2022/00299*.
- Regeringen. (den 14 03 2024). Regeringens proposition 2023/24:105. Energipolitikens långsiktiga inriktning. Stockholm. Hämtat från <https://www.regeringen.se/contentassets/2fd0739890d8484b8129d3c0e678f24d/energipolitikens-langsiktiga-inriktning-prop.-202324105.pdf>
- Region Norrbotten. (2022a). *Kommunal och regional energistatistik*.
- Region Norrbotten. (2022b). *Region Norrbotten*. Hämtat från <https://nationellaemissionsdatabasen.smhi.se/>
- Richardson, W., Greene, C., Malme, C., & Thompson, D. (1995). *Marine mammals and noise*. New York: Academic Press.
- Russel, D., Hastie, G., Thompson, D., Janik, V., Hammond, P., Scott-Hayward, L., . . . McConnel, B. (2016). *Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities*. *Journal of Applied Ecology* 2016, vol. 53.

- Russell, D., Brasseur, S., Thompson, D., Hastie, G., Janik, V., Aarts, G., . . . Moss, S. (2014). Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology*, 24(14), R638-R639. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.033>
- Rydell J., O. (2017). *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss – uppdaterad syntesrapport. Vindval rapport 6740*. Naturvårdsverket.
- Sametinget. (2017). *Renbruksplan: manual för fältinventering*.
- Sametinget. (den 13 November 2020). *Sametinget. Kunskapssyntes om vindkraft och renar. Hämtat från <https://www.sametinget.se/115425> mars 2024*.
- Sametinget. (den 21 juli 2021). *Sametinget. Rennäringen i Sverige. Hämtat från https://www.sametinget.se/rennaring_sverige mars 2024*.
- Sametinget. (2022). *Samrådsyttrande avseende havsbaserad vindkraftpark Polargrund, i norra Bottenviken, Kalix kommun. Dnr 5.2.2-2022-756*.
- Schlömer, S., Bruckner, T., Fulton, E., Hertwick, A., McKinnon, A., Perczyk, D., . . . Wiser, R. (2014). Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. i O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, E. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, . . . J. Minx, *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. Hämtat från https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf
- SGU. (2017). *Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment. Rapport 2017:12*.
- Siemens. (u.d.). *A clean energy solution - from cradle to grave. Offshore wind power plant employing SWT-6.0-154*. Siemens.
- Skarin, A., Nellemann, C., Sandström, P., Rönnegård, L., & Lundqvist, H. (2013). *Renar och vindkraft - Studie från anläggning av två vindkraftparker i Malå sameby*. Naturvårdsverket.
- Skarin, A., Sandström, P., Brandão Niebuhr, B., Alm, M., & Adler, S. (2021). *Renar, renskötsel och vindkraft- Vinter- och barmarksbete. Vindval. Naturvårdsverket*.
- Skerritt, D., Fitzsimmons, C., Polunin, N., Berney, P., & Hardy, M. H. (2012). Investigating the impact of offshore wind farms on European Lobster (*Homarus gammarus*) and brown Crab (*Cancer pagurus*) fisheries. *Report to the Marine Management Organisation*.
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., & Ona, E. (2004). Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research*, 67(2):143-150.
- SLU. (2022). *Torneälvens bestånd av lax, havsöring, vandringsrik och harr – gemensamt svensk-finskt biologiskt underlag för bedömning av lämpliga fiskeregler under 2022*.
- SLU. (2023). *Torneälvens bestånd av lax, havsöring, vandringsrik och harr – gemensamt svensk-finskt biologiskt underlag för bedömning av lämpliga fiskeregler under 2023. Swedish University of Agricultural Sciences*.
- SLU Artdatabanken. (2020). *Rödlistade arter i Sverige 2020*. Uppsala: SLU.
- SMHI. (2023). *SHARKweb*. Hämtat från <https://sharkweb.smhi.se/hamta-data/>

- Smith, M., Kane, A., & Popper, A. (2004). Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Experimental Biology* 207, 427-435.
- Southall, B., Finneran, J., Reichmuth, C., Nachtigall, P., Ketten, D., Bowles, A., . . . Tyack, P. (2019). *Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*. Aquatic Mammals 45.
- Sturlaugsson, J. (2017). The Marine Migration & Swimming depth of Sea Trout (*Salmo Trutta* L.) in Icelandic Waters. In book: *Sea Trout. Science & Management* , 328-338.
- Svensk vindenergi. (2022). *Handbok Rennäringsutredningar*. Stockholm: Svensk vindenergi.
- Svenska kraftnät. (2023). *Ny anslutningsprocess för havsbaserad vindkraft - delrapport. Del 1: Överföringskapacitet och anslutningspunkter på land. Ärende nr: Svk 2023/2571*.
- Svenska kraftnät. (2024). *Långsiktig marknadsanalys. Scenarier för kraftsystemets utveckling fram till 2050. Ärende nr: 2023/4164* .
- Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU). (den 13 12 2023). *SGUs Kartvisare*. Hämtat från SGUs Kartvisare: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-miljoovervakning-sediment.html>
- Sveriges miljömål. (2023). *Sveriges miljömål*. Hämtat från Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter: <https://www.sverigemiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-fran-inrikes-transporter/>
- Sweco m.fl. . (2016). *Fossiloberoende fordonsflotta 2030 – Hur realiserar vi målet?*
- Teilmann, J., Tougaard, J., Carstensen, J., Dietz, R., & Tougaard, S. (2006). *Summary on seal monitoring 1999-2005 around Nystead and Horns Rev Offshore Wind Farms*. Technical report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S.
- ter Hofstede, R., Driessen, F., Elzinga, P., Van Koningsveld, M., & Schutter, M. (2022). Offshore wind farms contribute to epibenthic biodiversity in the North Sea. *Journal of Sea Research*, 185.
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., & and Piper, W. (2006). *Effects of offshore windfarm noise on marine mammals and fish*. Hamburg: Biola, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Thorstad, E., Økland, F., Aarestrup, K., & Heggberget, E. (2008). *Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts*. *Rev Fish Biol Fisheries* 18, 345–371.
- Tolvanen, A., Routavaara, H., Jokikokko, M., & Rana, P. (2023). How far are birds, bats, and terrestrial mammals displaced from onshore wind power development? – A systematic review. *Biological Conservation*. Volume 288 2023, 110382, ISSN 0006-3207.
- Tougaard, J., Hermannsen, L., & Madsen, P. (2020). How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(5), 2885-2893. doi:<https://doi.org/10.1121/10.0002453>
- Tougaard, J., Tougaard, S., Jensen, R., Jensen, T., Teilmann, J., Adelung, D., . . . Muller, G. (2006). *Harbour seals at Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm*.
- Trafikverket. (den 29 05 2024). *Trafikverkets beslutade riksintressen*. Hämtat från <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/samhallsplanering/Riksintressen/trafikverkets-beslutade-riksintressen/>

- Vallejo, G. G. (2017). Vallejo, G.C., Grellier, K., Nelson, E.J., McGregor, R.M., Canning, S.J., Caryl, Responses of two marine top predators to an offshore wind farm. *Vallejo, G.C., Grellier, K., Nelson, E.J., McGregor, R.M., Canning, S.J., Caryl, F.M Ecology and Evolution* 7, 8698-8708.
- Vandendriessche, S., Derweduwén, J., & Hostens, K. (2015). Equivocal effects of offshore wind farms in Belgium on soft substrate epibenthos and fish assemblages. *Hydrobiologia* (2015) 756, 19–35.
- Vestas. (2021). *Sustainability Report 2021: Leading the energy transition*.
- Vätgas Sverige. (2023). *Vätgas i transporter*. Hämtat från <https://vatgas.se/fakta/vatgas-i-transporter/>
- Wahlberg, M., & Westerberg, H. (2005). Hearing in fish and their reactions to sound from offshore wind farms. *Marine Ecology Progress Series* 288, 295–309.
- Westerberg, H. R. (1996). *Effects of suspended sediment on cod egg and larvae and the behaviour of adult herring and cod*. ICES Marine Environmental Quality Committee, CM.
- Wilhelmsson, D., Malm, T., & Öhman, M. C. (2006). The influence of offshore windpower on demersal fish. *ICES Journal of Marine Science*, 775-784.
- Wyman, M. T., Klimley, A. P., Battleson, R. D., Avgosta, T. V., D., C. E., Haverkamp, P. J., . . . Kavet, R. (2018). Behavioral responses by migrating juvenile salmonids to a subsea high-voltage DC power cable. *Marine Biology*.
- Zheng, X., Kamat, A., Cao, M., & Kottapalli, A. (2021). *Creating underwater vision through wavy whiskers: a review of the flow-sensing mechanisms and biomimetic potential of seal whiskers*. Royal Society. doi:<https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0629>